

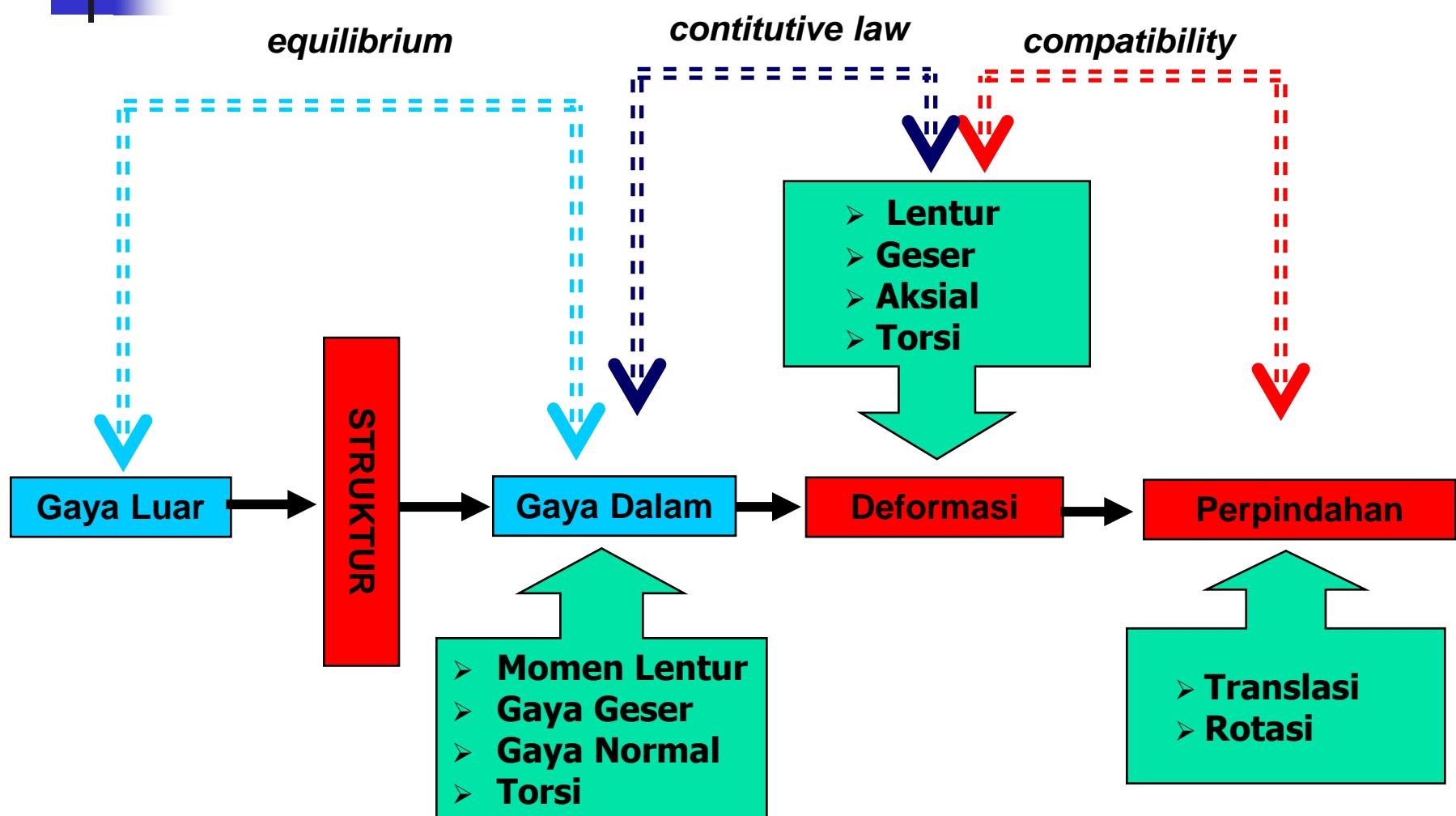
PAT S2 Rekayasa Struktur

TKS 6101 STATIKA

ELEMEN STRUKTUR

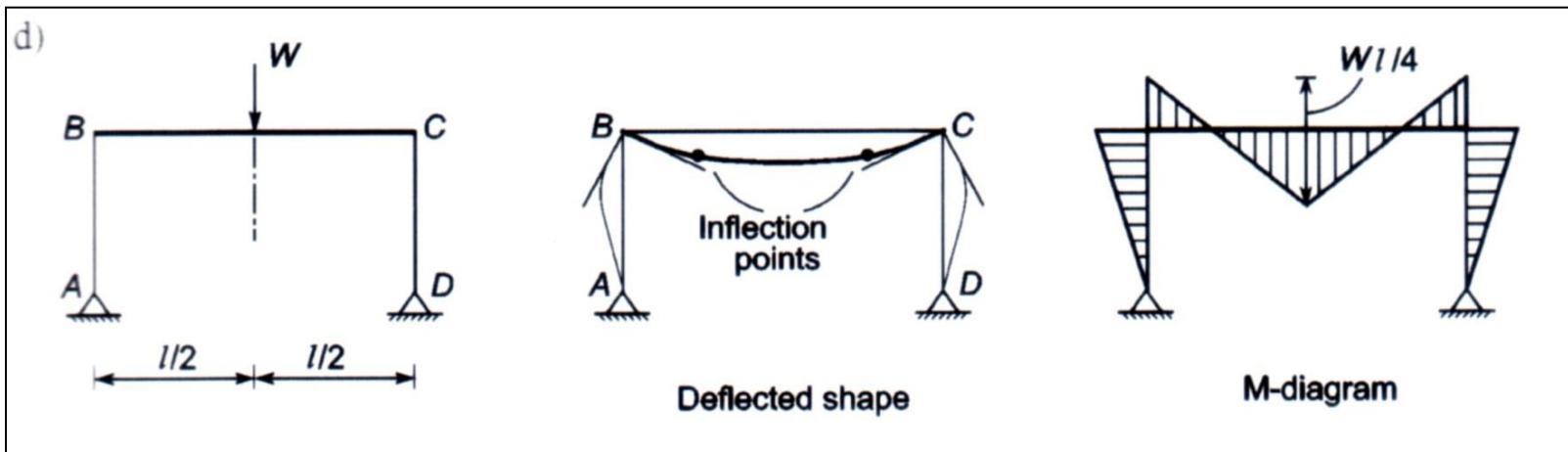
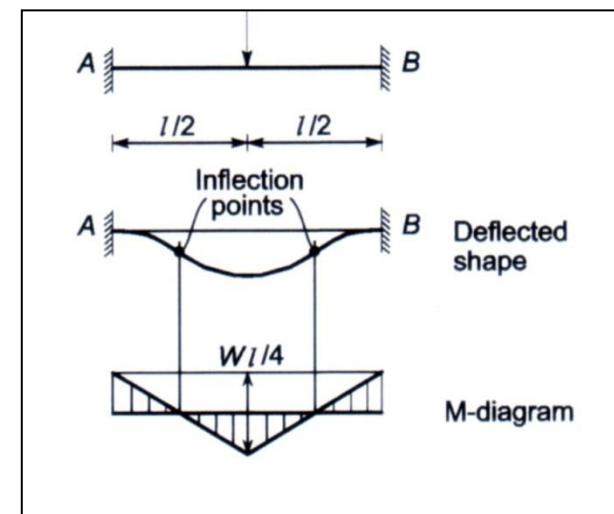
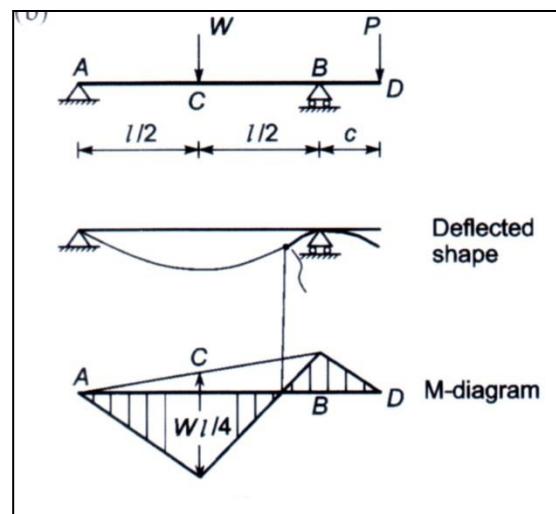
Dr.Eng. Achfas Zacoeb, ST., MT.
Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Brawijaya

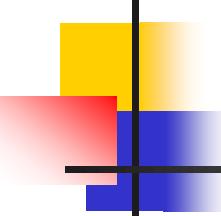
Pendahuluan



Pendahuluan (lanjut)

Contoh :





Pendahuluan (lanjut)

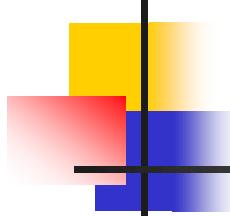
Equilibrium (Keseimbangan) :

- Keseimbangan gaya luar (*external force*) dengan gaya dalam (*internal force*) pada struktur.
- Keseimbangan pada struktur :
 - Kesetimbangan Statis (Hukum Newton 1)

$$\sum F = 0$$

- Kesetimbangan Dinamis (Hukum Newton 2)

$$\sum F = m \ a$$



Pendahuluan (lanjut)

Persamaan keseimbangan pada struktur :

$$\sum F_x = 0$$

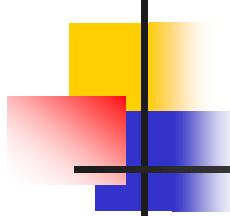
$$\sum M_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

$$\sum M_y = 0$$

$$\sum F_z = 0$$

$$\sum M_z = 0$$

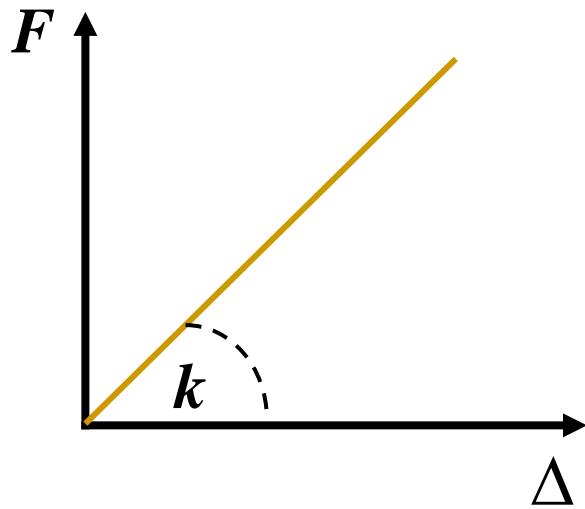


Pendahuluan (lanjut)

***Constitutive Law* (Hukum Konstitusi) :**

- Hubungan antara gaya dalam (*internal force*) dengan deformasi pada bagian struktur.
- Material struktur memenuhi persyaratan yang ada dalam Hukum Hooke (Elastis dan Linier).

Pendahuluan (lanjut)



$$F = k \Delta$$

dengan :

F = gaya (*force*)

k = kekakuan (*stiffness*)

Δ = perpindahan (*displacement*)

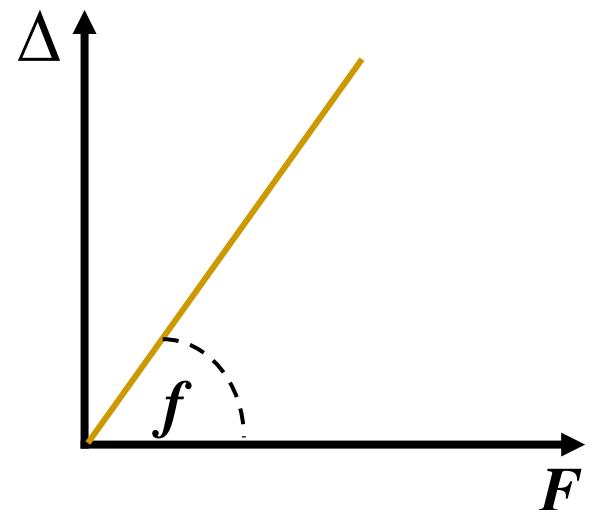
$$\Delta = f F$$

dengan :

Δ = perpindahan (*displacement*)

f = kelenturan (*flexibility*)

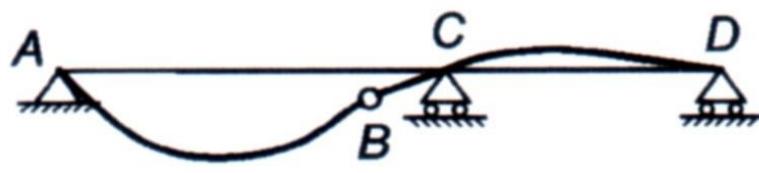
F = gaya (*force*)



Pendahuluan (lanjut)

Compatibility (Kesesuaian) :

- Pertimbangan kesesuaian secara kinematis dari struktur yang terdeformasi (*continuity displacement*).



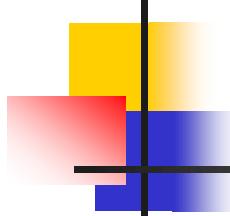
Deflected shape

$$\begin{array}{lcl} \theta_A \neq 0 & ; \Delta_{VA} = 0 & ; \Delta_{HA} = 0 \\ \theta_{CA} = \theta_{CD} & ; \Delta_{VC} = 0 & ; \Delta_{HC} \neq 0 \\ \theta_D \neq 0 & ; \Delta_{VD} = 0 & ; \Delta_{HD} \neq 0 \end{array}$$



Deflected shape

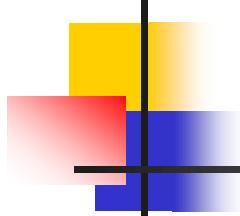
$$\begin{array}{lcl} \theta_A = 0 & ; \Delta_{VA} = 0 & ; \Delta_{HA} = 0 \\ \theta_B = 0 & ; \Delta_{VB} = 0 & ; \Delta_{HB} = 0 \end{array}$$



Pendahuluan (lanjut)

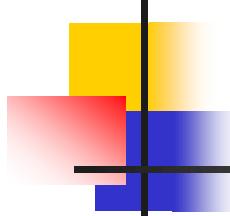
Compatibility (Kesesuaian) :

- **DKK - Derajat Kebebasan Kinematis (*Kinematics Degree of Freedom*)**, adalah jumlah *displacement* (translasi dan rotasi) yang belum diketahui besarnya pada ujung-ujung batang.
- **DKS - Derajat Kebebasan Statis (*Statics Degree of Freedom*)**, adalah jumlah gaya kelebihan (*redundant force*) pada struktur agar dapat diselesaikan dengan persamaan keseimbangan.



Momen dan Gaya

Gaya atau momen yang bekerja pada struktur, seperti beban atau muatan termasuk berat sendiri struktur, disebut gaya *eksternal*. Gaya atau momen yang bekerja pada suatu struktur dapat dibedakan menjadi *aksi* dan *reaksi*. Keseimbangan tercapai bila beban yang bekerja (*aksi*) diimbangi oleh gaya *reaksi* pada sistem penopang struktur.



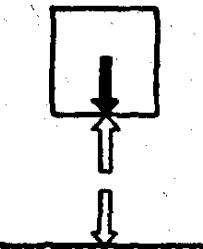
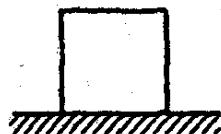
Momen dan Gaya (lanjutan)

Gaya atau momen yang timbul didalam struktur sebagai respons terhadap gaya eksternal disebut *internal*. Gaya atau momen ini timbul untuk mempertahankan integritas struktur sehingga terpenuhi keseimbangan pada setiap titik didalam struktur. Gaya atau momen internal dapat dibedakan menjadi :

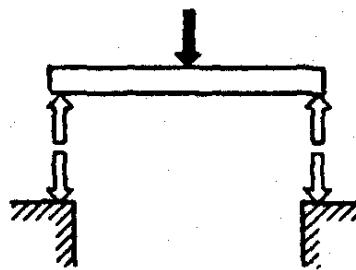
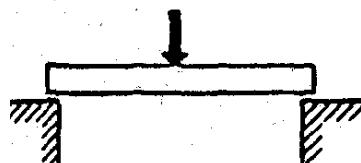
- Gaya aksial: tekan atau tarik
- Gaya geser
- Momen lentur

Gaya geser dan momen lentur seringkali muncul bersamaan pada suatu elemen struktur.

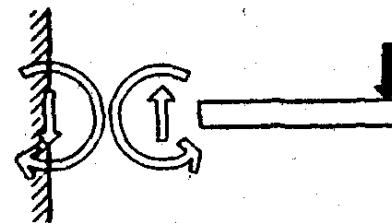
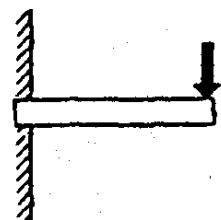
Gaya dan Momen Eksternal (Aksi dan Reaksi)



(a) Diagram benda bebas blok



(b) Diagram benda bebas balok



(c) Diagram benda bebas balok

Gaya Internal Tarik dan Tekan

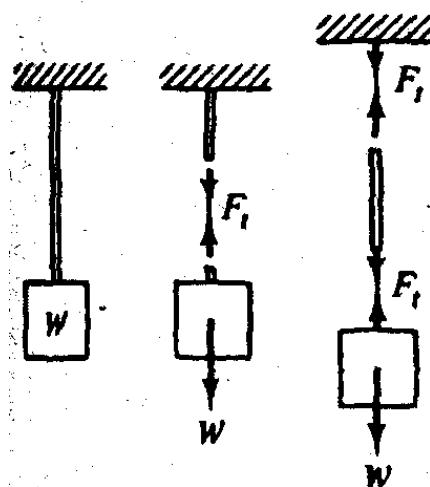


Diagram benda bebas

(a) Batang tarik

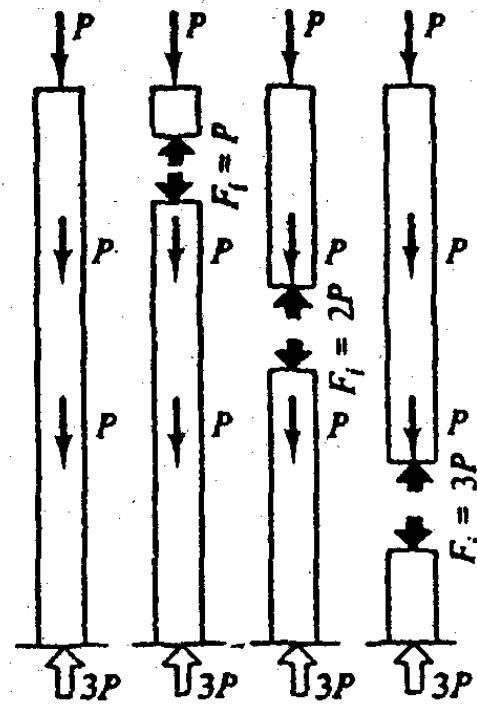


Diagram benda bebas

(b) Batang tekan

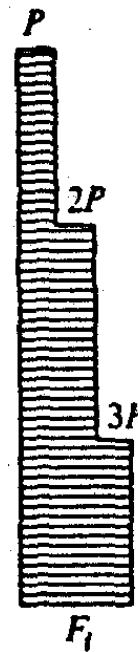
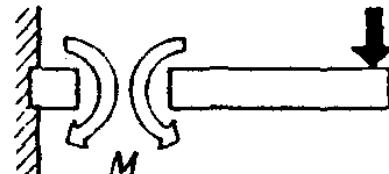
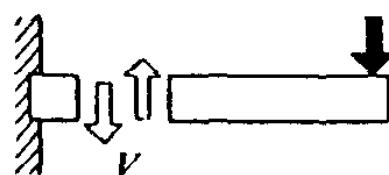
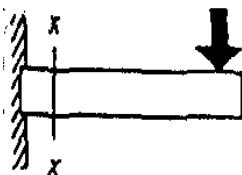


Diagram gaya normal

Momen Lentur dan Gaya Geser



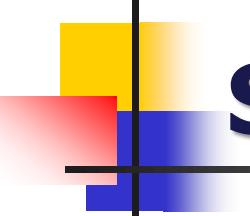
Momen lentur
(M)



(a) Struktur kantilever

(b) Momen dan gaya internal timbul pada balok agar dapat mempertahankan keseimbangan bagian-bagian struktur.

(c) Ragam kegagalan yang mungkin: Apabila struktur tidak dapat memberikan gaya atau momen internal, terjadi kegagalan seperti tergambar.



Struktur Statis Tak Tentu

Definisi :

Suatu struktur bersifat **Statis Tak Tentu Luar**, apabila jumlah komponen reaksi perletakan melebihi persamaan keseimbangan statika.

Persamaan keseimbangan statis :

1. Struktur 2D = 3 persamaan keseimbangan :

Keseimbangan gaya : $\Sigma F_x = 0, \Sigma F_y = 0$

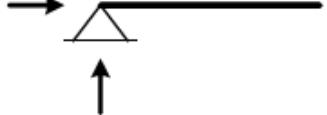
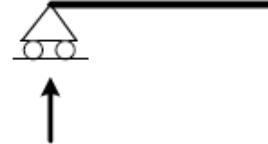
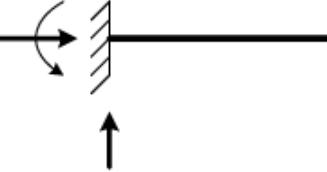
Keseimbangan momen : $\Sigma M = 0$

2. Struktur 3D = 6 persamaan keseimbangan :

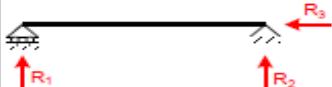
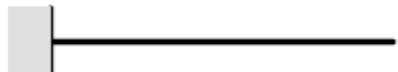
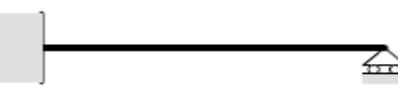
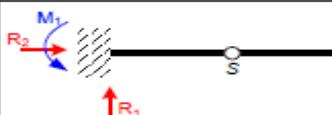
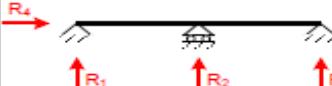
Keseimbangan gaya : $\Sigma F_x = 0, \Sigma F_y = 0, \Sigma F_z = 0$

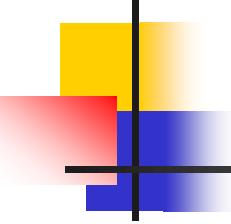
Keseimbangan momen : $\Sigma M_x = 0, \Sigma M_y = 0, \Sigma M_z = 0$

Idealisasi Model Kondisi Tumpuan

JENIS TUMPUAN	SIMBOL / GAMBAR	JENIS GAYA DAN ROTASI YANG TIMBUL
<i>Tumpuan Sendi</i>		Mampu menahan gaya vertikal dan horizontal tetapi mengalami rotasi
<i>Tumpuan Roll</i>		Mampu menahan gaya vertikal dan mengalami rotasi
<i>Tumpuan Jepit</i>		Mampu menahan gaya vertikal, horizontal dan momen serta tidak mengalami rotasi tumpuan
<i>Tumpuan Link (sendi)</i>		<i>Link</i> (sendi) mampu menahan gaya searah <i>Link</i>

Klasifikasi Struktur

GAMBAR STRUKTUR	KOMPONEN REAKSI TUMPUAN	KLASIFIKASI STRUKTUR
	 $r_a = 3$	Statis Tertentu ; Stabil
	 $r_a = 3$	Statis Tertentu ; Stabil
	 $r_a = 4$	Statis Tak Tentu ; Stabil
	 $r_a = 5$	Statis Tak Tentu ; Stabil
	 $r_a = 3$	Tidak Stabil Geometri
	 $r_a = 4$	Statis Tak Tentu ; Stabil



Klasifikasi Struktur (lanjut)

Sehingga :

$r_a > 3$; struktur statis tak tentu eksternal

$r_a = 3$; struktur statis tertentu eksternal

$r_a < 3$; struktur tidak stabil eksternal

Dalam bentuk formula, struktur bersifat statis tak tentu apabila :

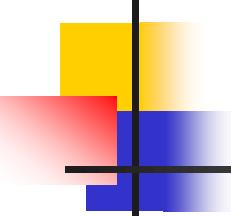
$$3j < 3m + r$$

dengan :

j : jumlah titik kumpul pada struktur

m : jumlah batang struktur (tidak termasuk batang overstek/kantilever)

r : jumlah komponen reaksi perletakan



Klasifikasi Struktur (lanjutan)

Dan derajat ketidak-tentuan statisnya, ***DKS*** :

$$\mathbf{DKS} = (3m + r) - 3j$$

dengan :

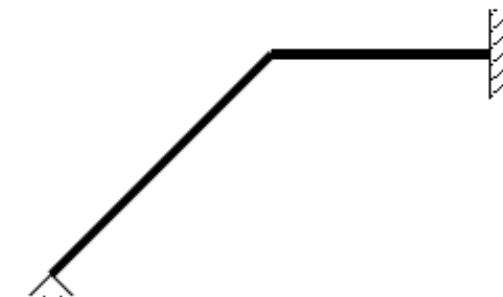
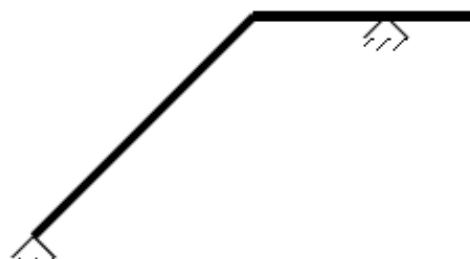
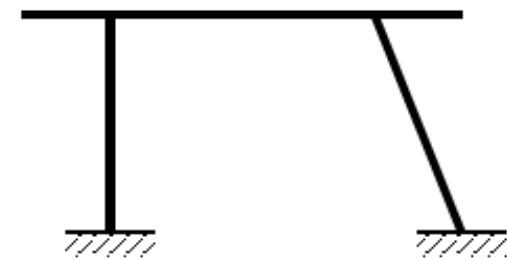
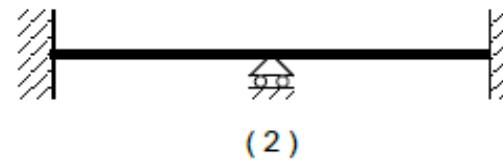
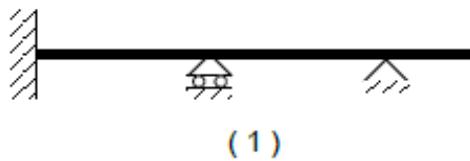
m : jumlah batang struktur (tidak termasuk batang overstek/kantilever)

r : jumlah komponen reaksi perletakan

j : jumlah titik kumpul pada struktur

Latihan

Tentukan klasifikasi (r_a), derajat ketidak-tentuan statis (**DKS**), dan derajat ketidak-tentuan kinematis (**DKK**) struktur berikut :





*Terima kasih
atas Perhatiannya!*