

DESAIN STRUKTUR PORTAL BAJA DAN DETAILING



oleh:
Dr. Ir. Syahril Taufik ,M.Sc.Eng

**Disampaikan pada Kuliah Tamu
“Balikpapan Siaga Gempa”
Balikpapan, 26April 2014**

Struktur bangunan baja

Dasar Peraturan Perencanaan Struktur
Bangunan Baja Indonesia

SNI 03 – 1729 – 2002

**TATA CARA PERENCANAAN STRUKTUR BAJA
UNTUK BANGUNAN GEDUNG**

Tujuan SNI 03 – 1729 – 2002

Tujuan tata cara ini adalah untuk mengarahkan terciptanya pekerjaan perencanaan dan pelaksanaan baja yang memenuhi ketentuan minimum serta mendapatkan hasil pekerjaan struktur yang aman, nyaman, dan ekonomis.

Struktur baja harus memenuhi persyaratan stabilitas struktur dengan detailing cukup

Persyaratan-persyaratan

Dalam perencanaan struktur baja harus dipenuhi syarat-syarat berikut:

- 1) Analisis struktur harus dilakukan dengan cara-cara mekanika teknik yang baku;
- 2) Analisis dengan komputer, harus memberitahukan prinsip cara kerja program dan harus ditunjukkan dengan jelas data masukan serta penjelasan data keluaran;
- 3) Percobaan model diperbolehkan bila diperlukan untuk menunjang analisis teoritis;

Persyaratan-persyaratan

- 4) Analisis struktur harus dilakukan dengan model-model matematis yang mensimulasikan keadaan struktur yang sesungguhnya dilihat dari segi sifat bahan dan kekakuan unsur-unsurnya;
- 5) Bila cara perhitungan menyimpang dari tata cara ini, maka harus mengikuti persyaratan sebagai berikut:
 - (1) struktur yang dihasilkan dapat dibuktikan dengan perhitungan dan atau percobaan yang cukup aman;

Persyaratan-persyaratan

- (2) Tanggung jawab atas penyimpangan, dipikul oleh perencana dan pelaksana yang bersangkutan;
- (3) Perhitungan dan atau percobaan tersebut diajukan kepada panitia yang ditunjuk oleh pengawas bangunan, yang terdiri dari ahli-ahli yang diberi wewenang menentukan segala keterangan dan cara-cara tersebut. Bila perlu, panitia dapat meminta diadakan percobaan ulang, lanjutan atau tambahan. Laporan panitia yang berisi syarat-syarat dan ketentuan-ketentuan penggunaan cara tersebut mempunyai kekuatan yang sama dengan tata cara ini.

Sifat mekanis baja struktur

Jenis Baja	Tegangan putus minimum, f_u (MPa)	Tegangan leleh minimum, f_y (MPa)	Peregangan minimum (%)
BJ 34	340	210	22
BJ 37	370	240	20
BJ 41	410	250	18
BJ 50	500	290	16
BJ 55	550	410	13

Kombinasi pembebanan

Berdasarkan beban-beban yang bekerja, maka struktur baja harus mampu memikul semua kombinasi pembebanan di bawah ini:

- $1,4 D$ (1)
- $1,2 D + 1,6 L + 0,5 (L_a \text{ atau } H)$ (2)
- $1,2 D + 1,6 (L_a \text{ atau } H) + (\gamma_L L \text{ atau } 0,8W)$ (3)
- $1,2 D + 1,3 W + \gamma_L L + 0,5 (L_a \text{ atau } H)$ (4)
- $1,2 D \pm 1,0 E + \gamma_L L$ (5)
- $0,9 D \pm (1,3 W \text{ atau } 1,0 E)$ (6)

Aksi-aksi lainnya

Setiap aksi yang dapat mempengaruhi kestabilan, kekuatan, dan kemampuan-layan struktur, termasuk yang disebutkan di bawah ini, harus diperhitungkan:

- 1) gerakan-gerakan pondasi;
- 2) perubahan temperatur;
- 3) deformasi aksial akibat ketaksesuaian ukuran;
- 4) pengaruh-pengaruh dinamis;
- 5) pembebanan pelaksanaan.

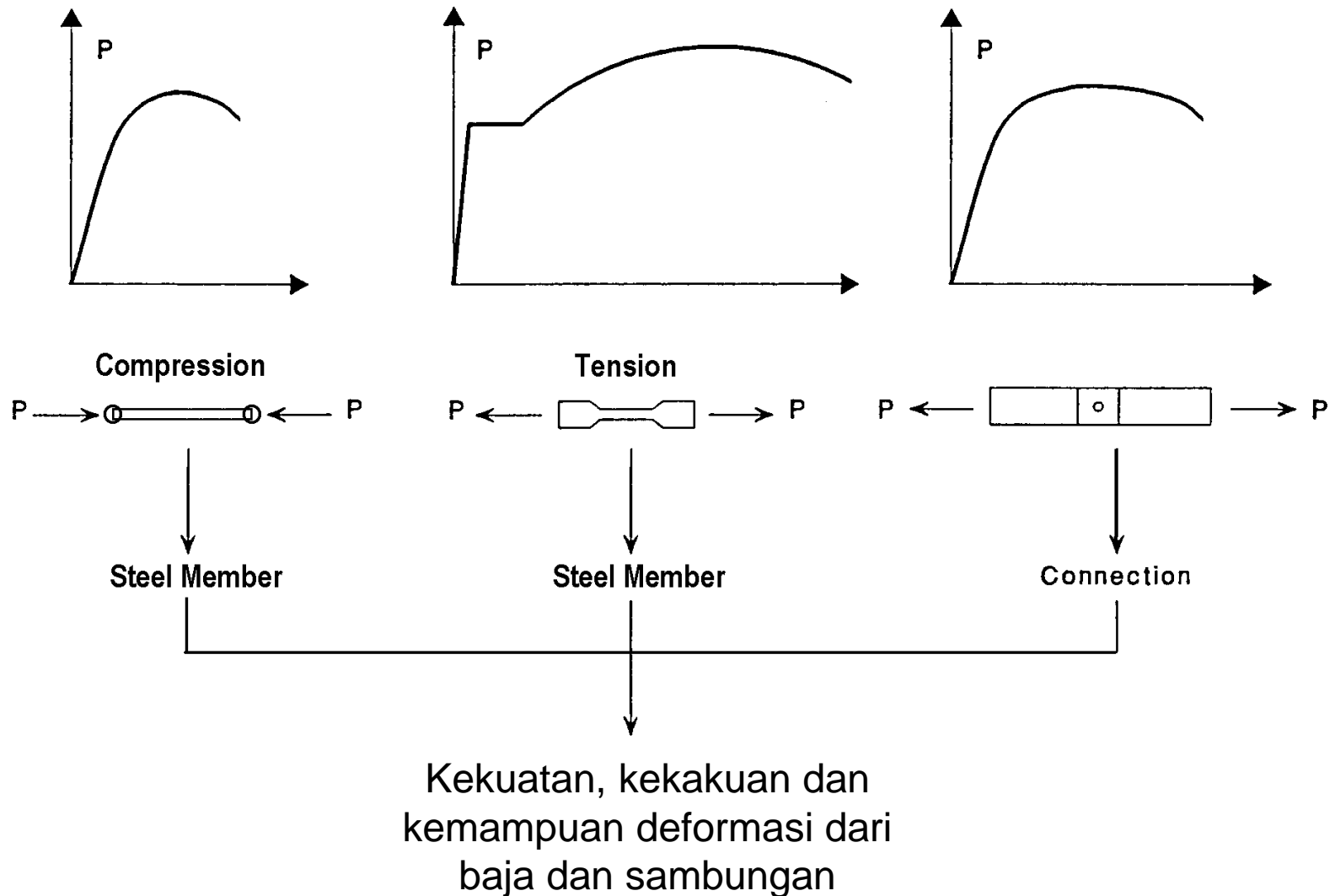
Gaya-gaya horisontal minimum

Pada struktur bangunan berlantai banyak harus dianggap bekerja gaya-gaya horisontal fiktif masing-masing sebesar 0,002 kali beban vertikal yang bekerja pada setiap lantai. Gaya-gaya horisontal fiktif ini harus dianggap bekerja bersama-sama hanya dengan beban mati dan beban hidup rencana dari SNI 03-1727-1989, atau penggantinya dan dibandingkan dengan persamaan (5) dan (6) untuk menghasilkan kombinasi pembebanan yang lebih berbahaya untuk keadaan-keadaan kekuatan batas dan kemampuan-layan batas. Gaya-gaya horisontal fiktif ini tidak boleh dimasukkan untuk keadaan kestabilan batas.

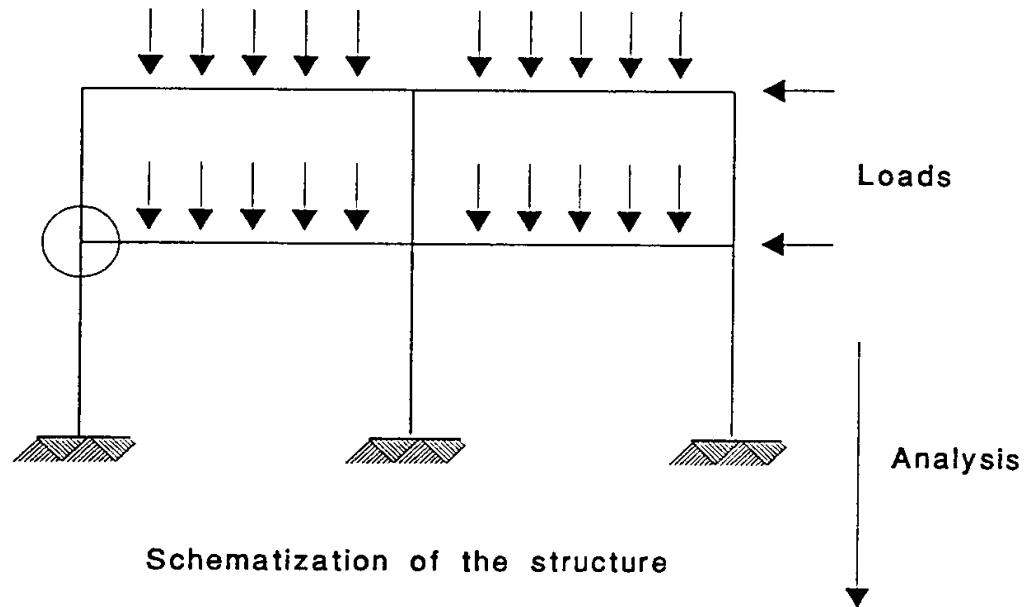
Harga faktor reduksi (ϕ)

<i>Kuat rencana untuk</i>	ϕ	<i>Kuat rencana untuk</i>	ϕ
Balok lentur	0,90	Kuat tekan (komp.)	0,95
Pelat badan lentur	0,90	Kuat tumpu beton	0,60
Tekan (penampang)	0,85	Kuat lentur plastik	0,85
Tekan (komponen)	0,85	Kuat lentur elastik	0,90
Batang tarik leleh	0,90	Baut geser	0,90
Batang tarik fraktur	0,75	Baut tumpu	0,75
Kombinasi lentur	0,90	Las tumpul	0,90
Kombinasi tekan	0,85	Las pengisi	0,75

Prinsip desain struktur baja

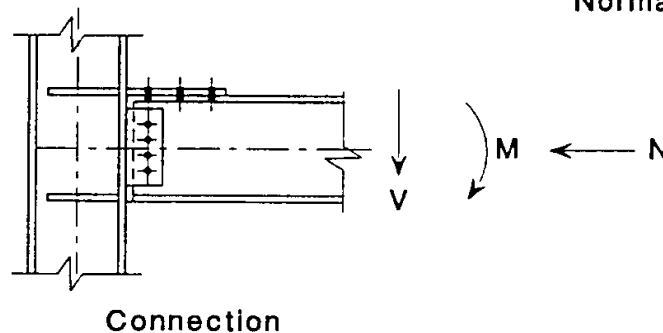


Kekuatan – multi story frame



Moments M
Shear forces V
Normal forces N

Analysis of the forces
on the connection



multi story frame

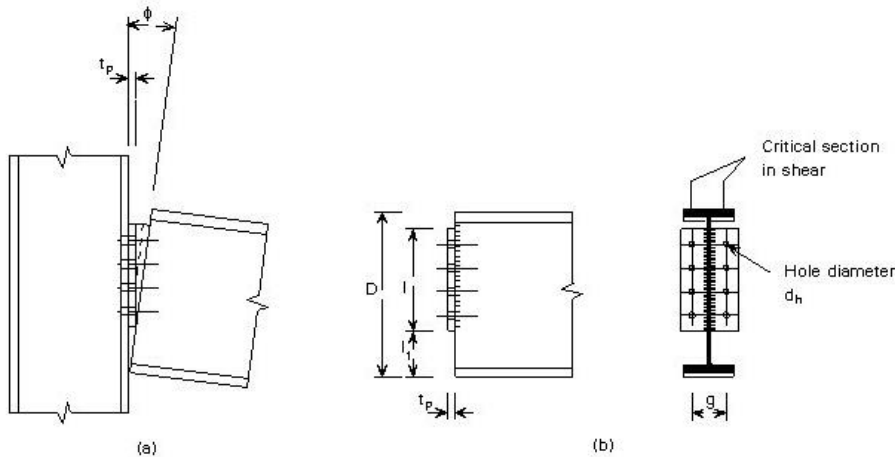
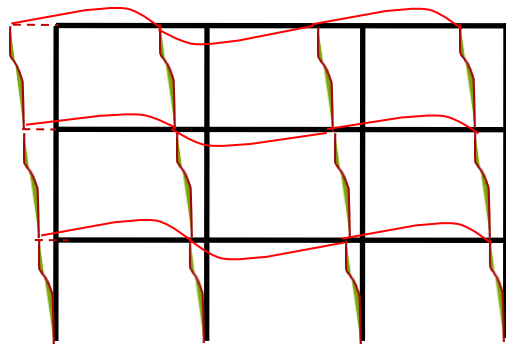
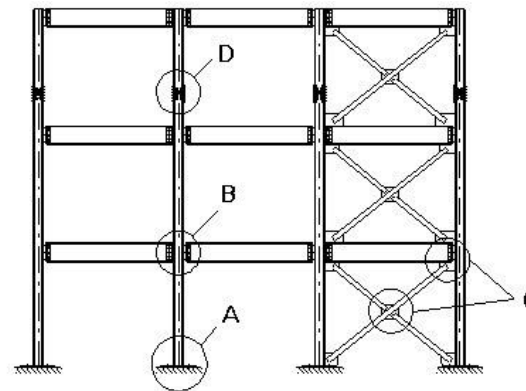


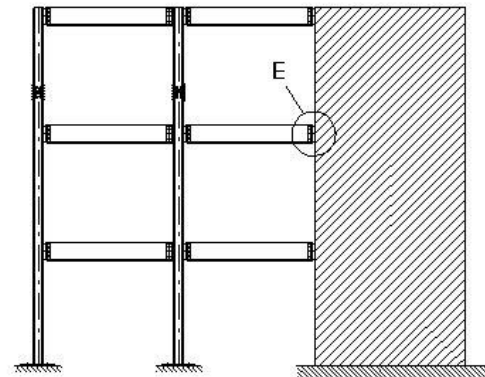
Figure 4 Flexibility and rotation capacity for simple end plates



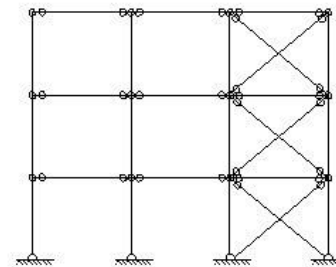
sway frame



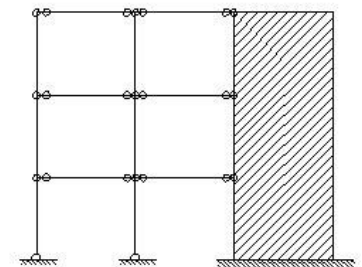
(a) Frame with bracing system



(b) Frame with shear wall



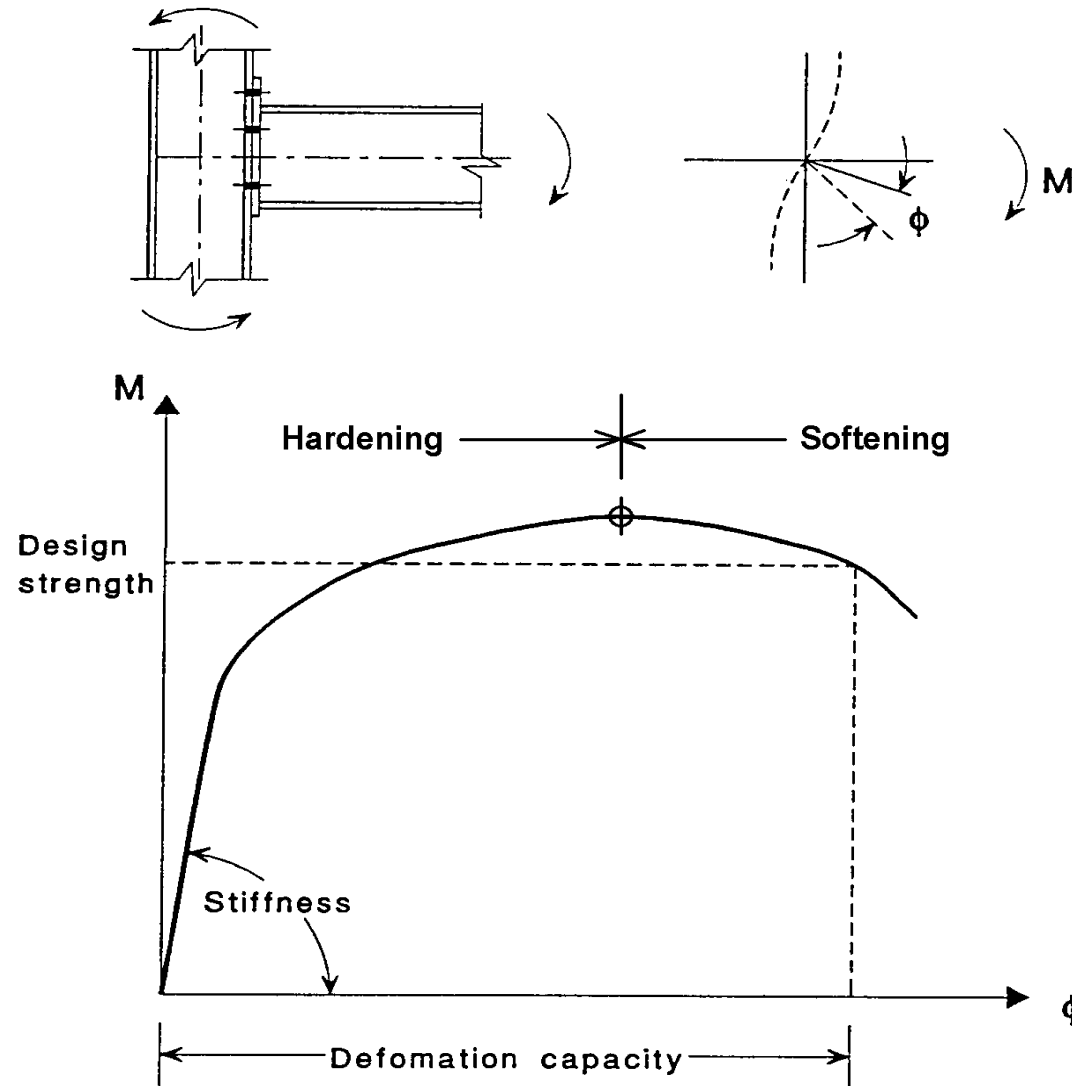
(c) Idealisations of bracing



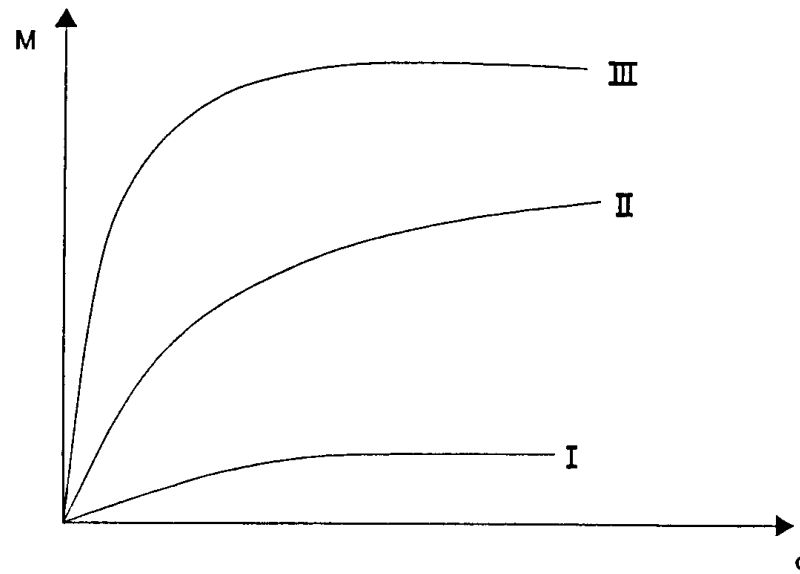
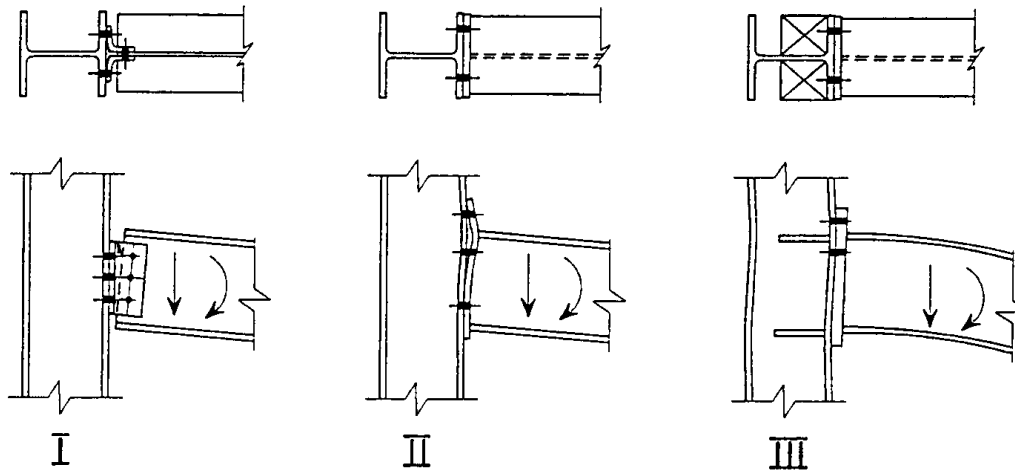
(d) Idealisations of shear wall

Figure 1 Simple frames

Sambungan balok-kolom ($M-\phi$) curve



Tipikal sambungan semi-kaku



Moment-rotation diagrams ($M-\phi$ curves)

STEEL CONNECTION

beam to beam

beam to column

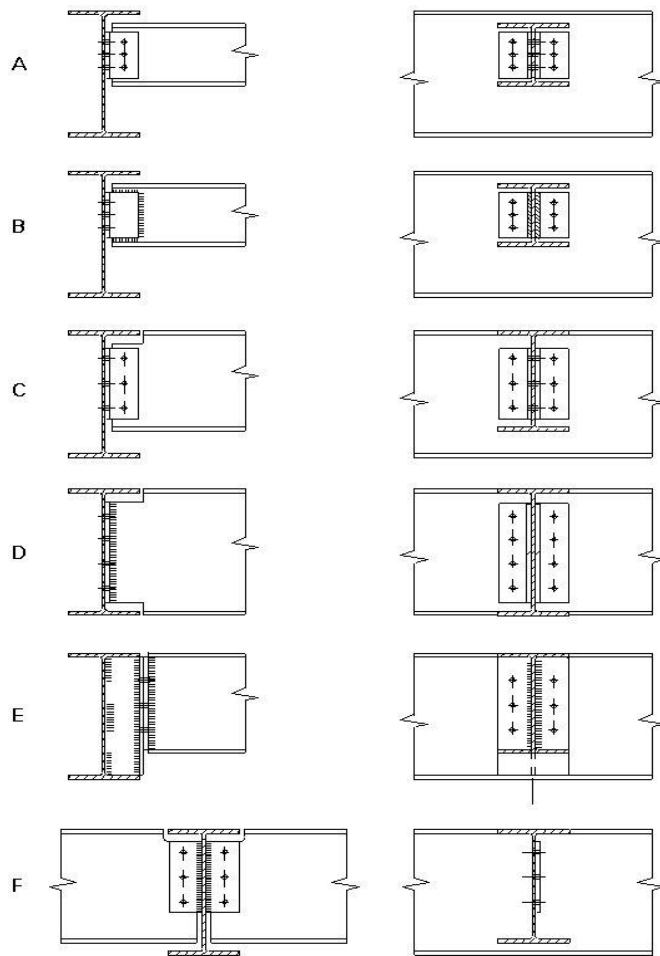


Figure 2 Beam-to-beam connections

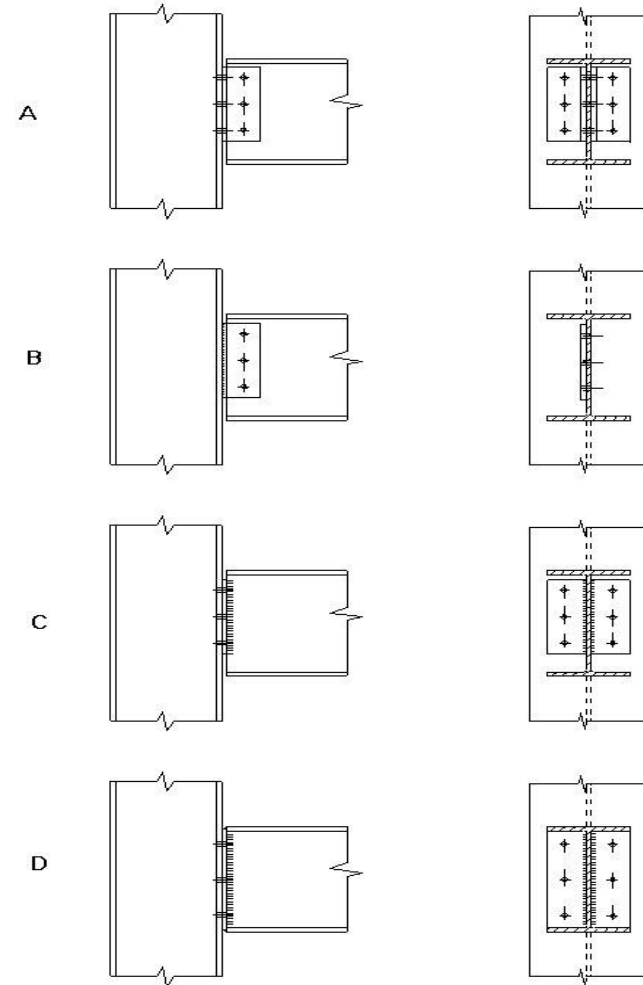


Figure 3 Beam-to-column connections

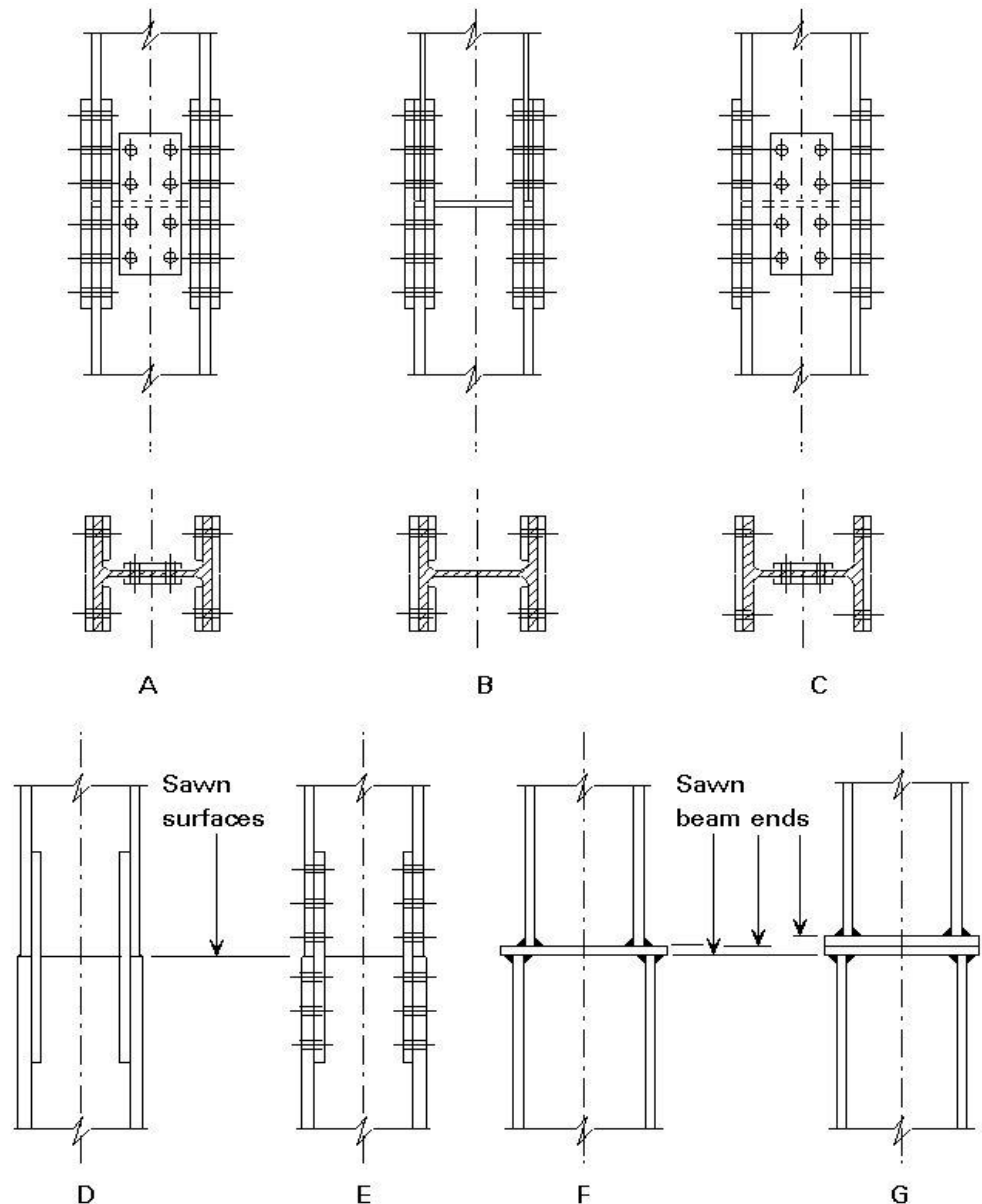
STEEL CONNECTION

Column splices

Beam splices

Critical part of
steel frame

→ *Connection*



STEEL CONNECTION

beam to beam

beam to column

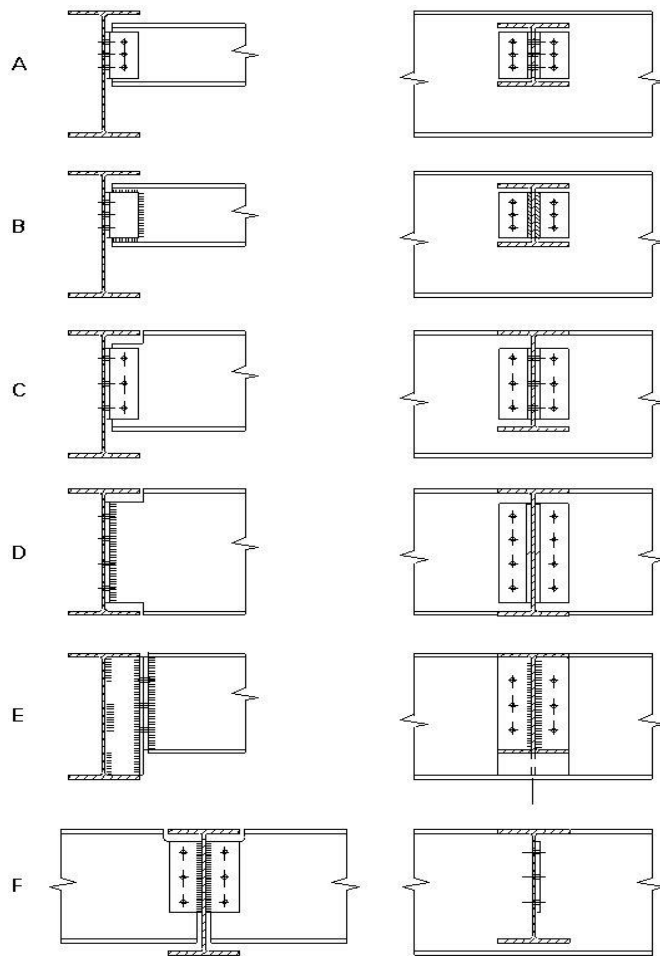


Figure 2 Beam-to-beam connections

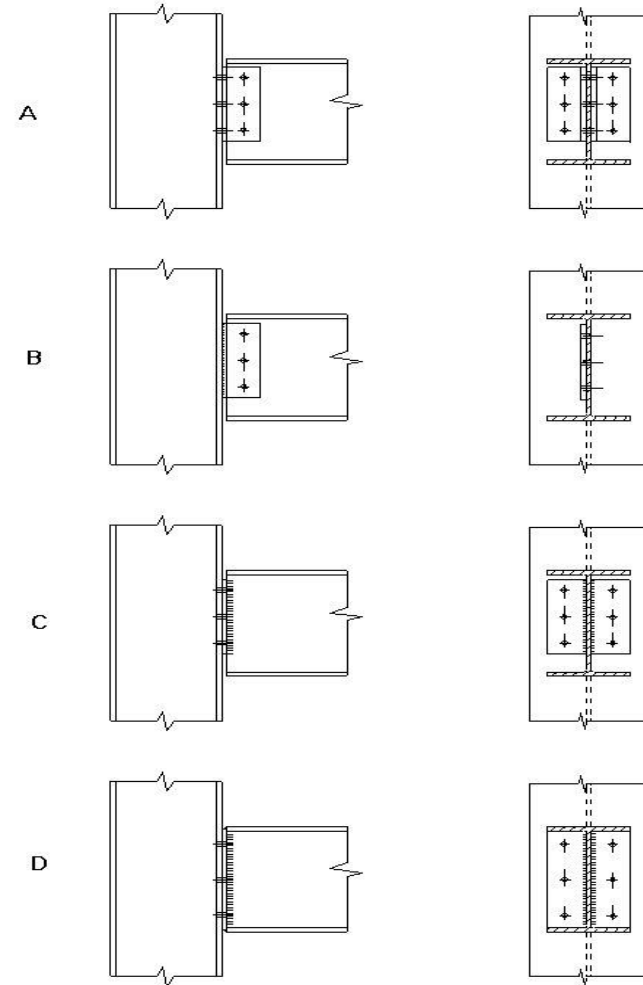
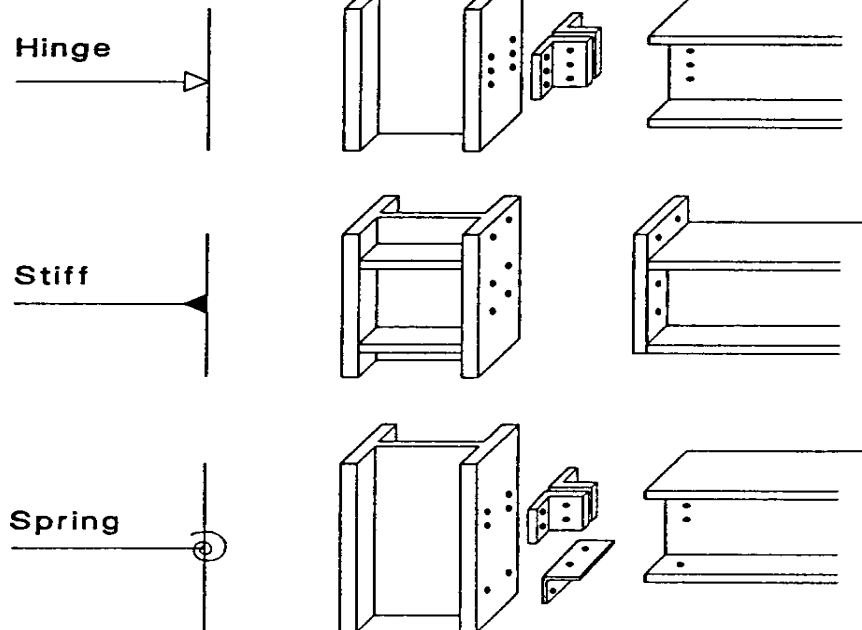
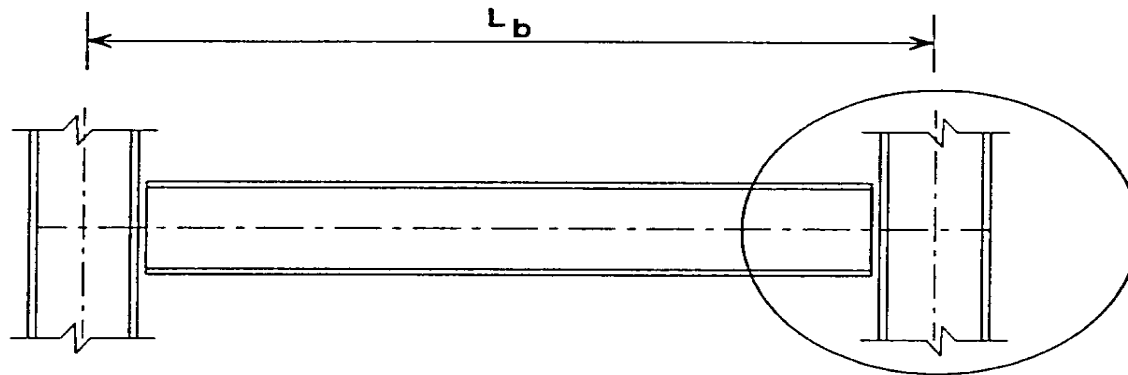
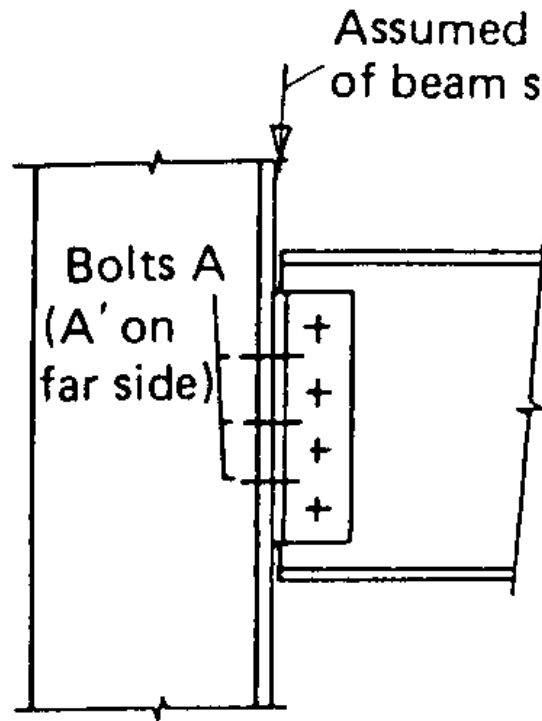


Figure 3 Beam-to-column connections

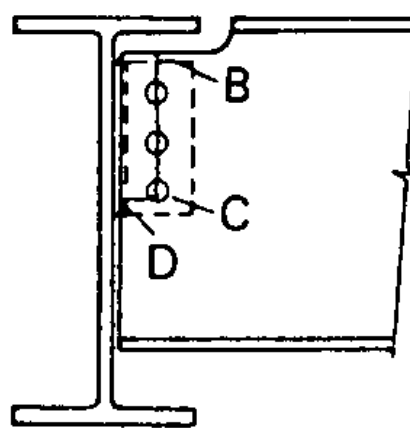
Skematis rotational stiffness



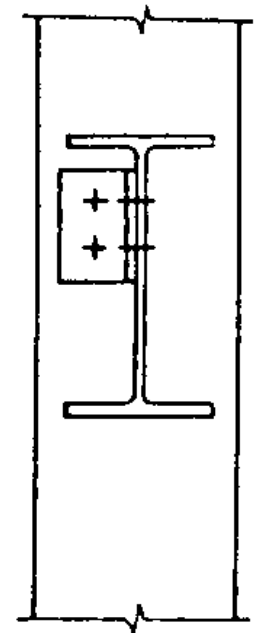
Tipikal sambungan baja



(a)

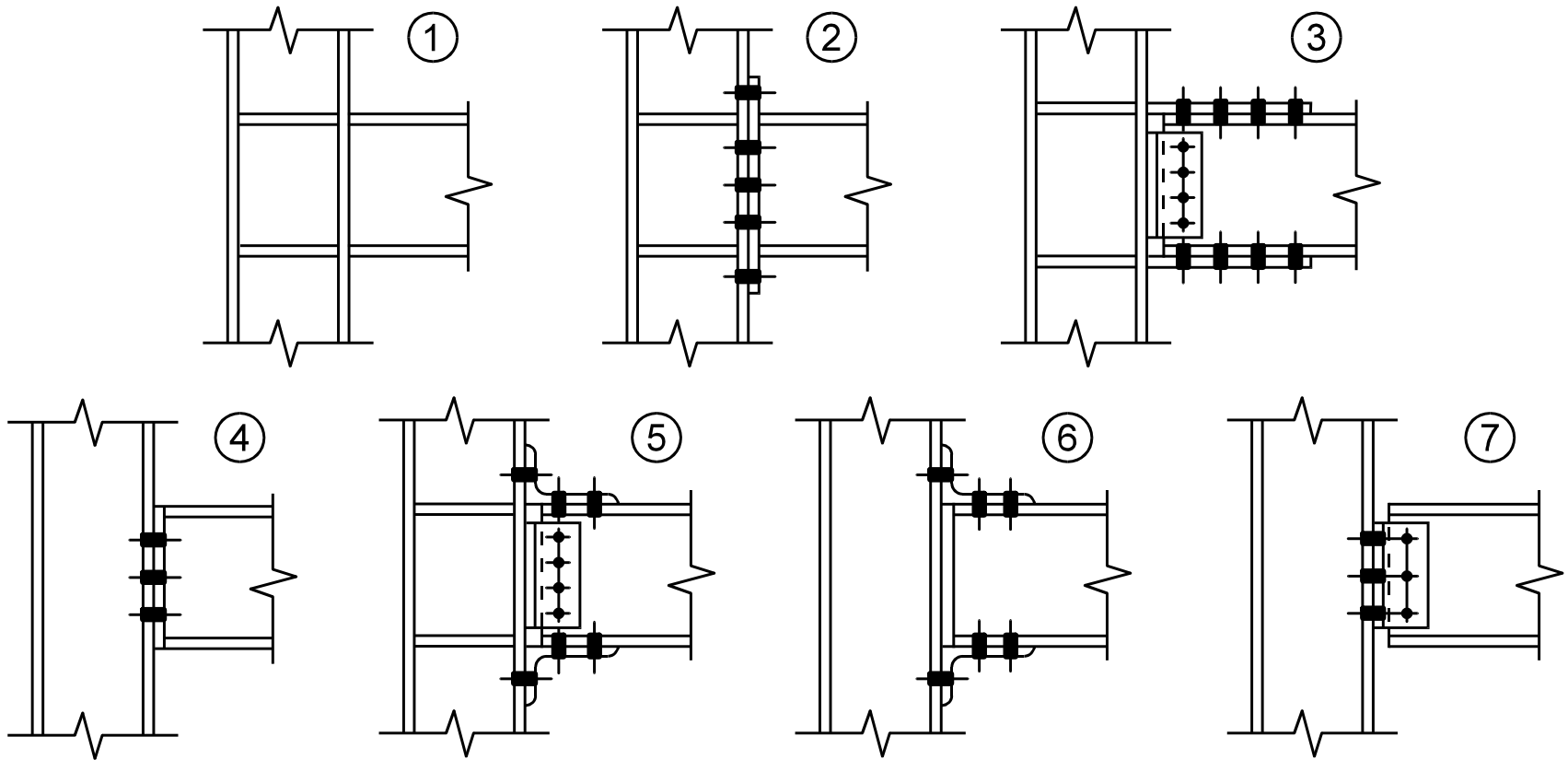


(b)

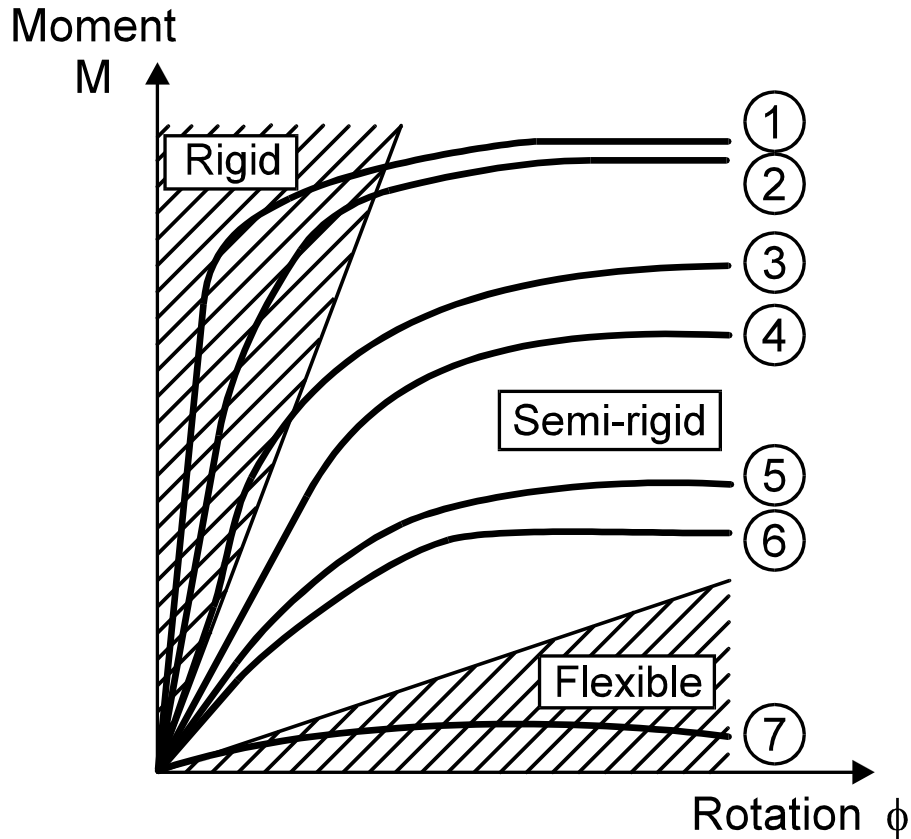


(c)

Tipikal sambungan semi-kaku



Hubungan $M-\phi$ semi-kaku



Classification of Stiffness

- ① Fully welded
- ② Extended end plate
- ③ Top and bottom flange splices
- ④ Flush end plate
- ⑤ Flange cleats and web angles
- ⑥ Flange cleats
- ⑦ Double web angle

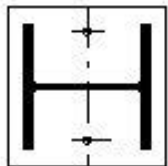
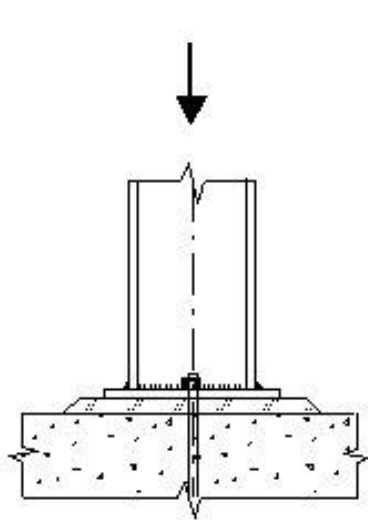
Sambungan pondasi

sendi

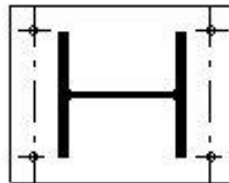
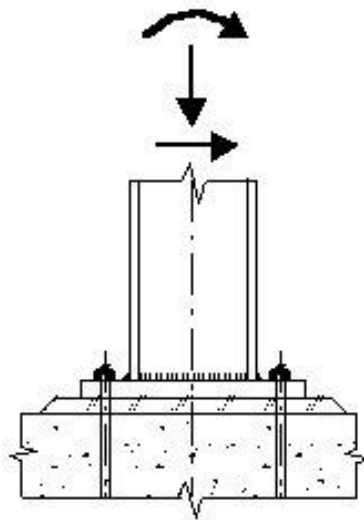
rigid (1)

rigid (2)

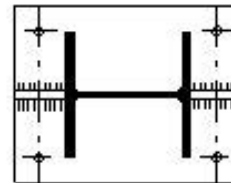
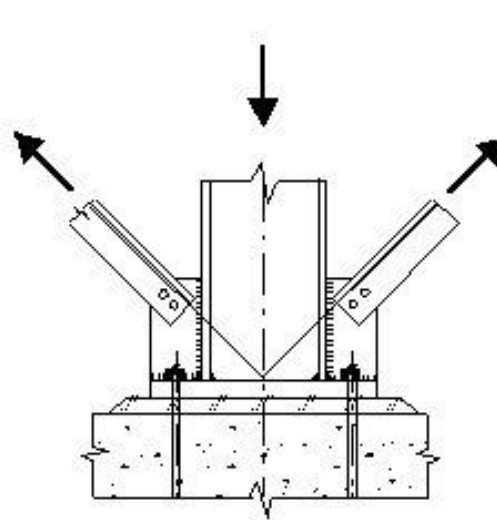
rigid (3)



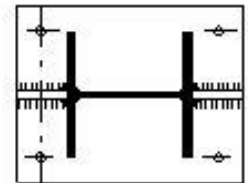
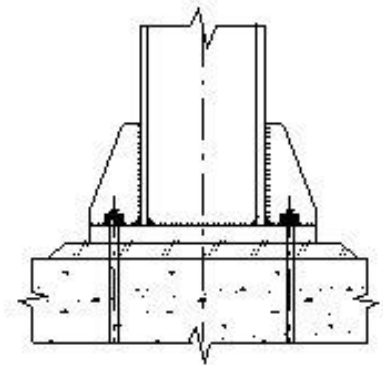
(a)



(b)

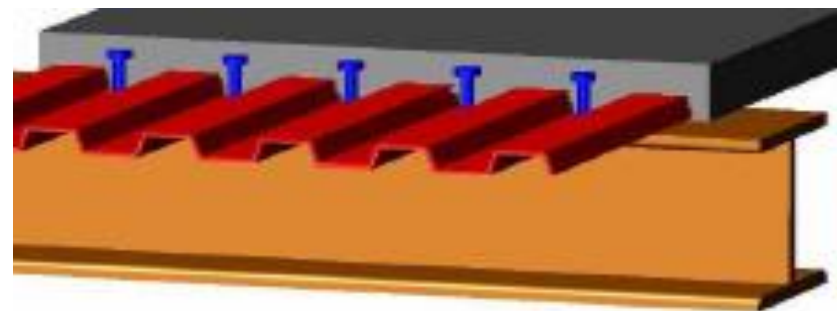
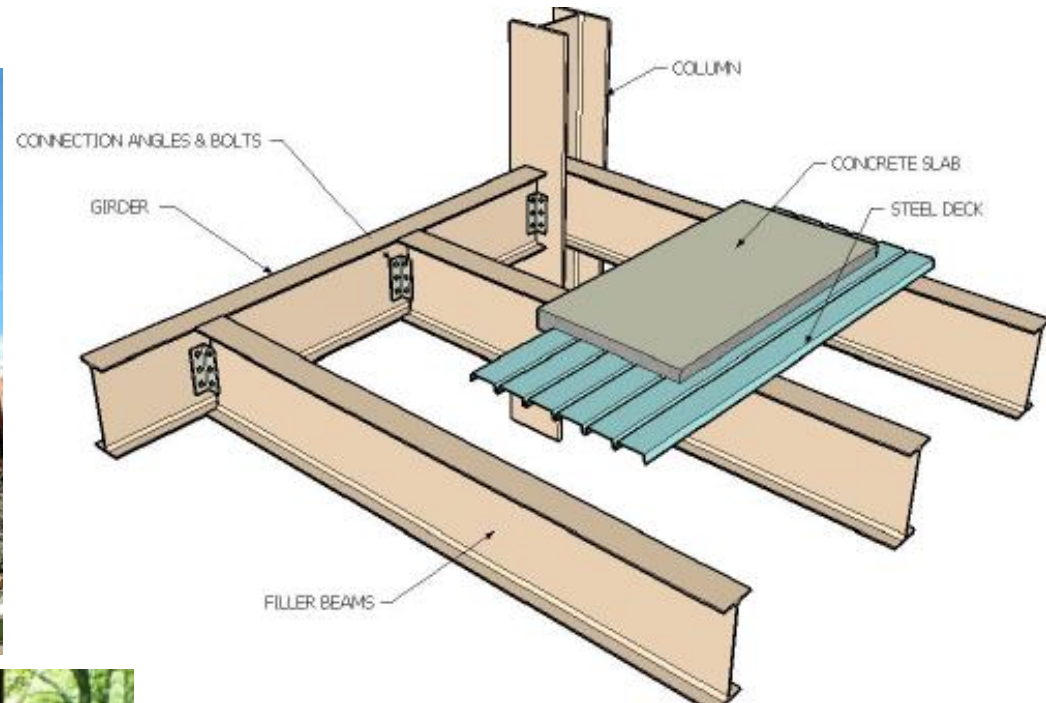


(c)

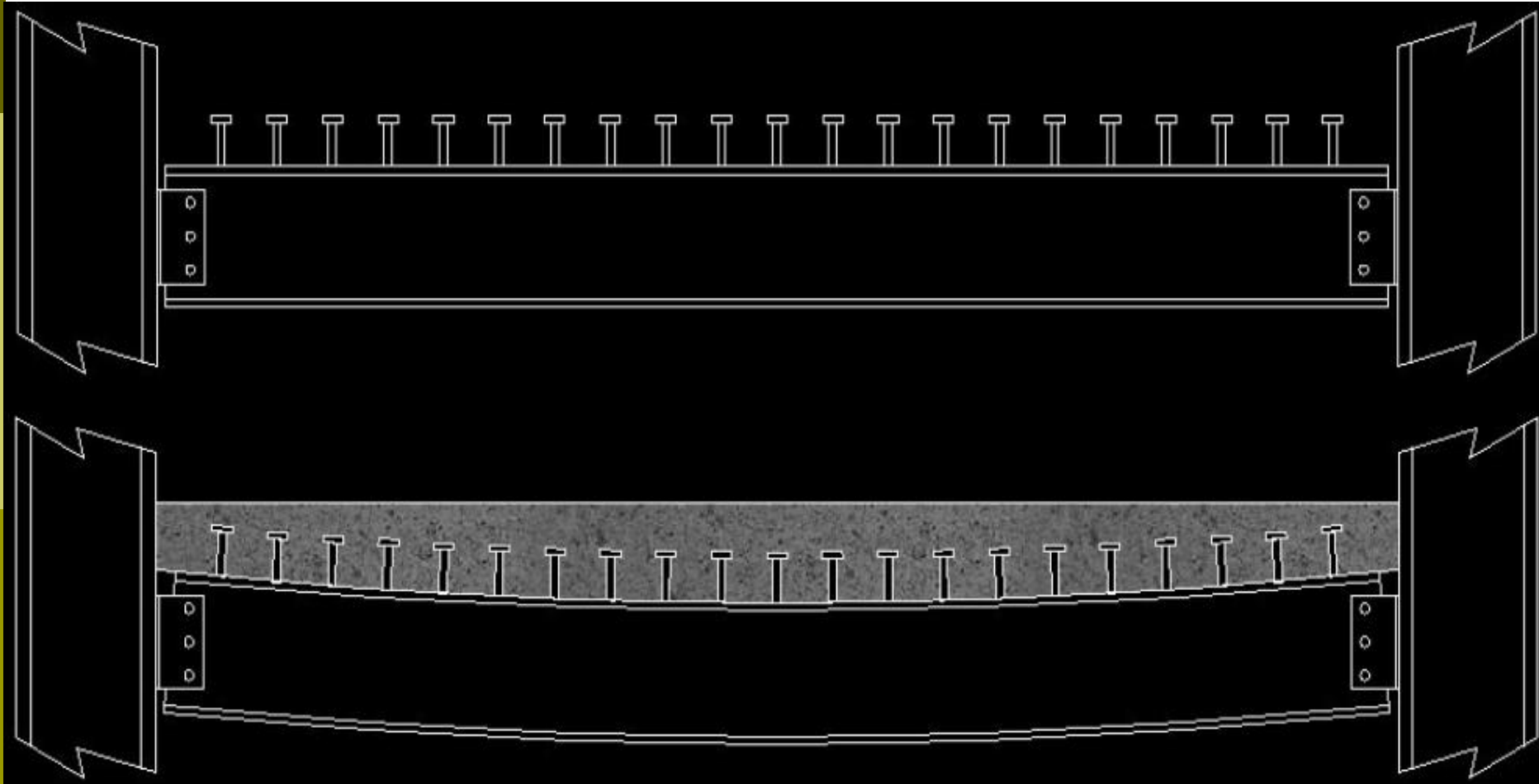


(d)

Balok komposit

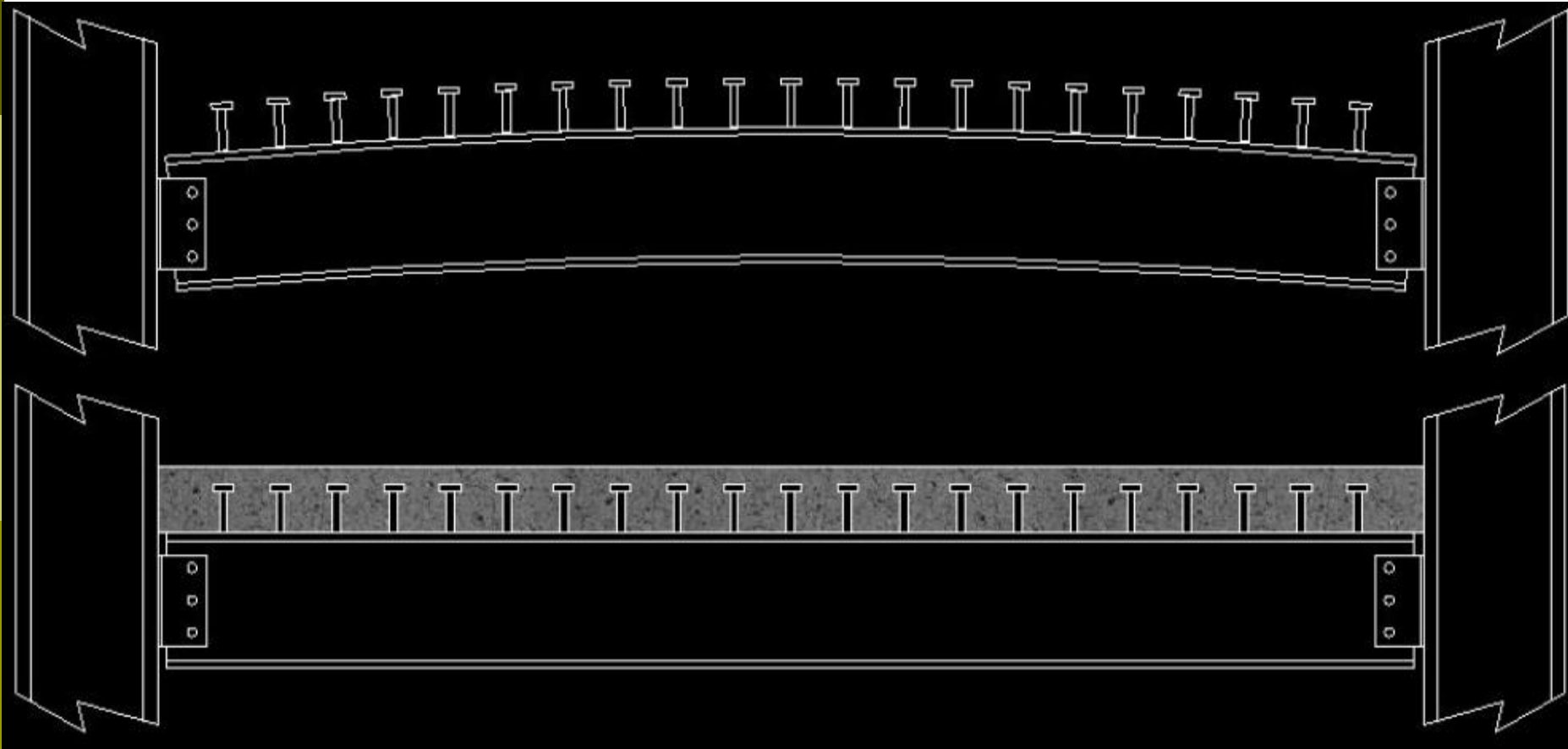


Normal composite beam



Dead load → deformation

Cambering



Sagging deformation → dead load → no deflection (flat)



- Camber in a beam can be designed to compensate for either:
 - A certain percentage of the dead load deflection
 - The full dead load deflection
 - The full dead load deflection as well as a percentage of the live load deflection (Ricker 1989)
- Camber is usually designed to compensate for deflections caused by pre-composite dead loads

Instability – connection buckling



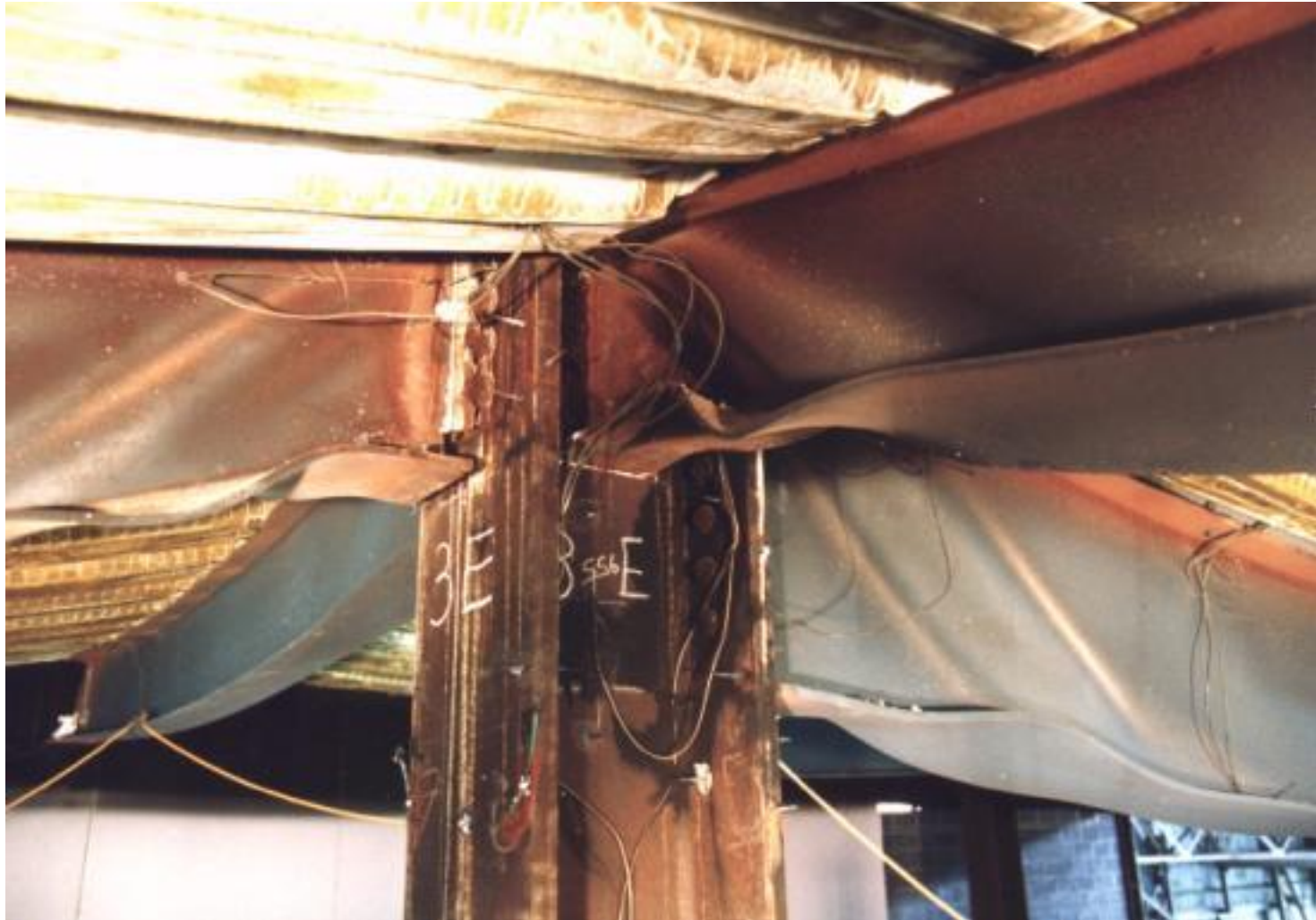
Kegagalan sambungan



Sambungan balok-balok



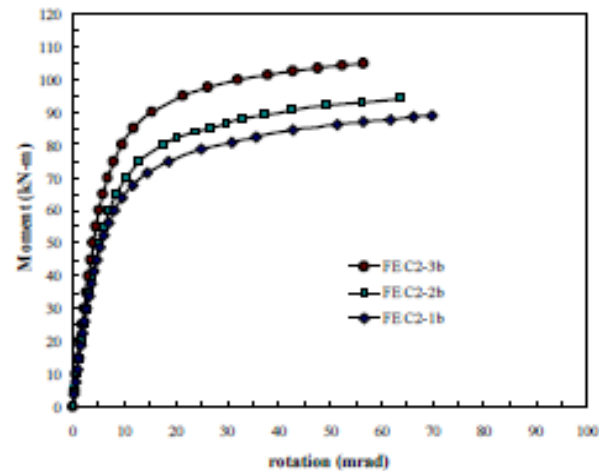
Instability - buckling



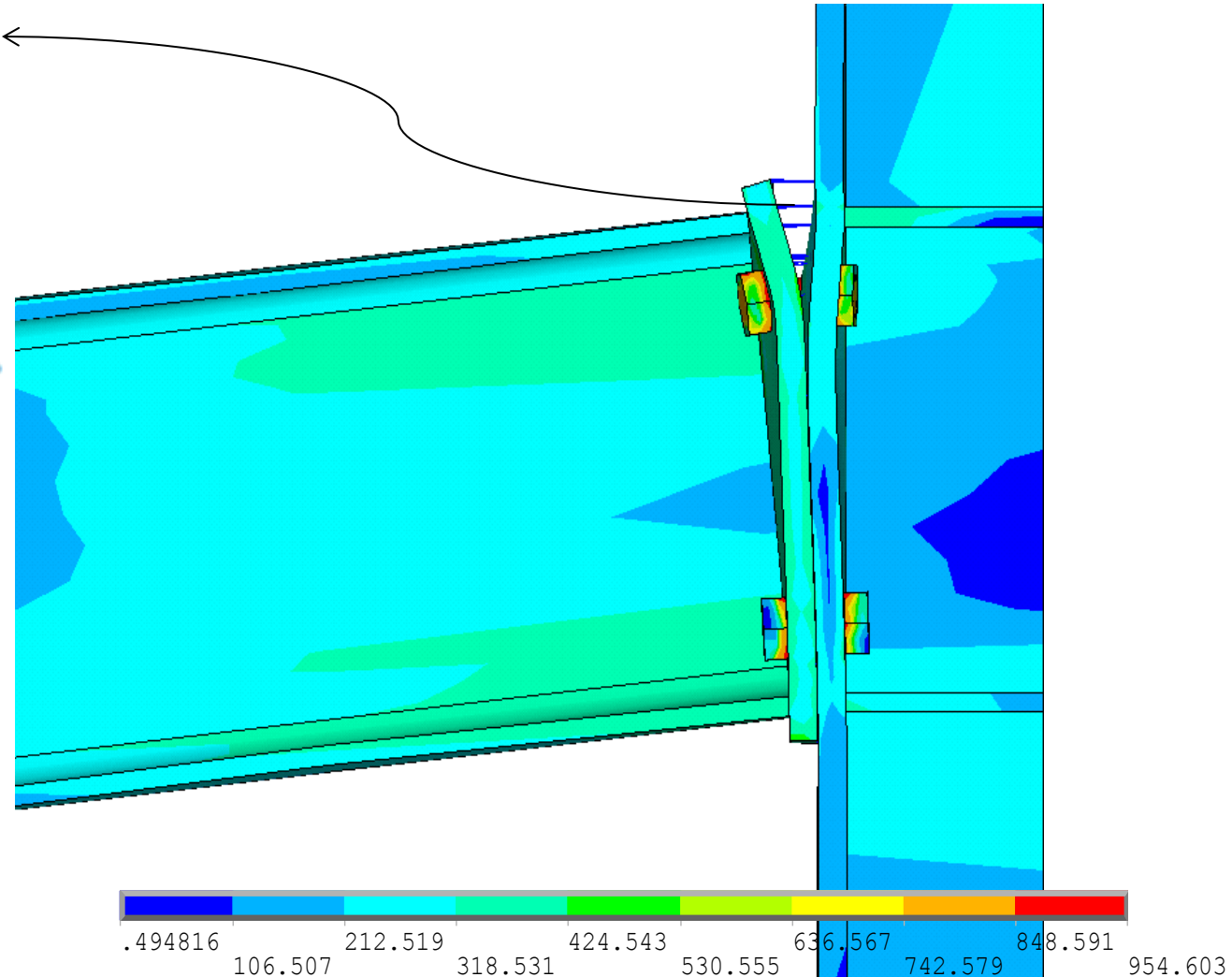
Instability – member & connection



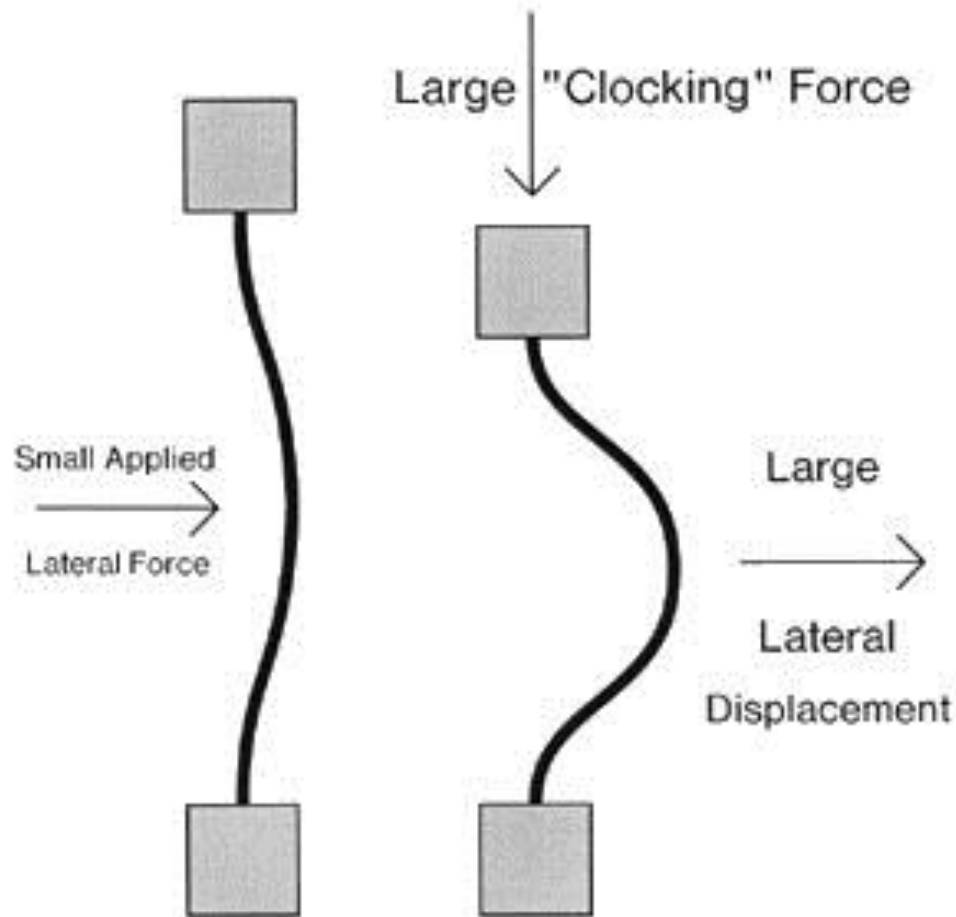
Modelling – FEP dengan ANSYS



*Response diff.
plate thickness*
tp.10mm : 85kN.m
tp.12mm : 95kN.m
tp.15mm : 110kN.m

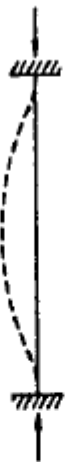

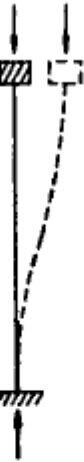

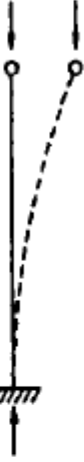
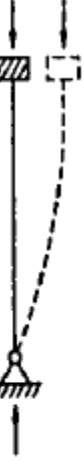






Instability – column buckling

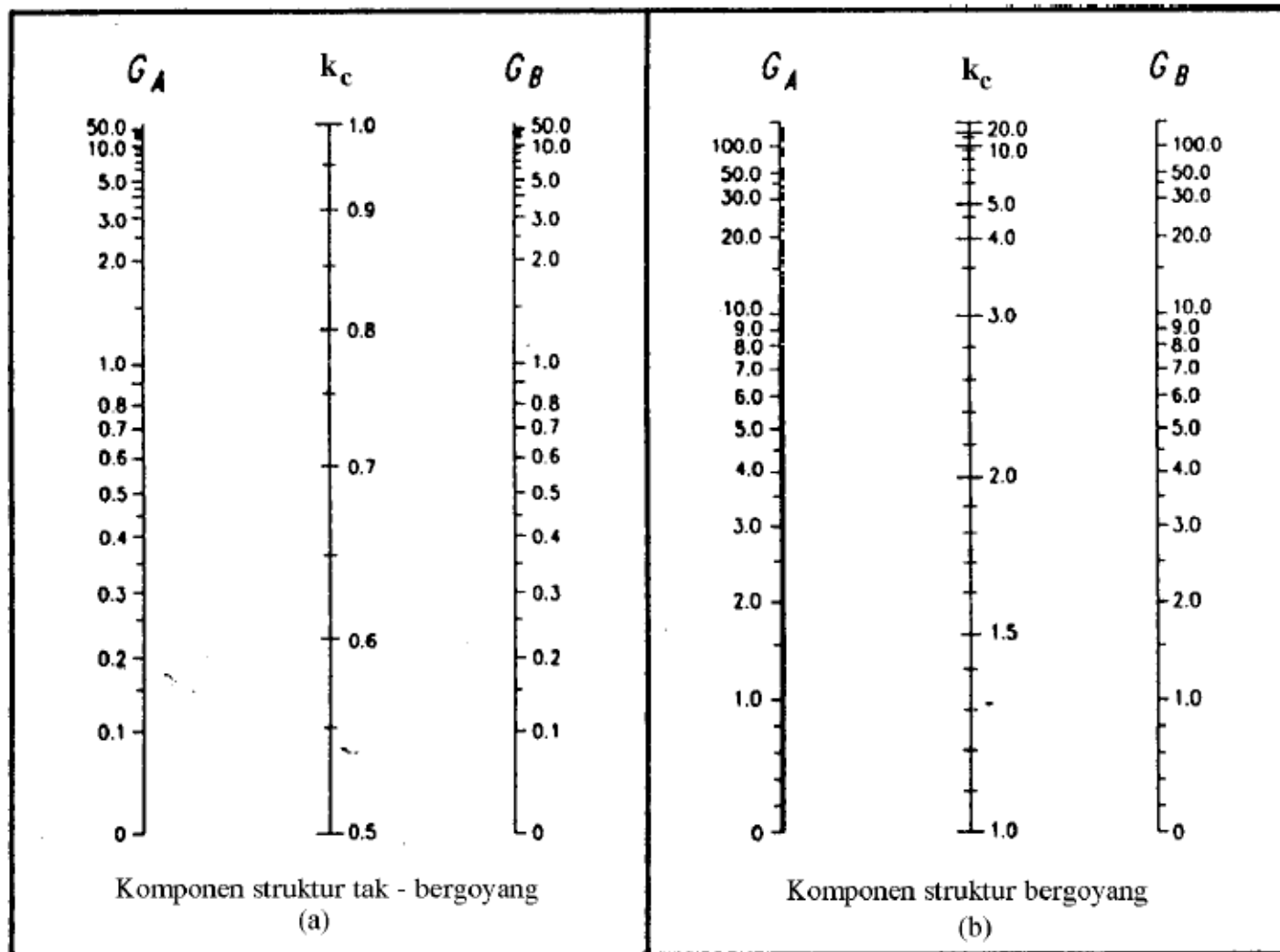


The Basic Buckling Element

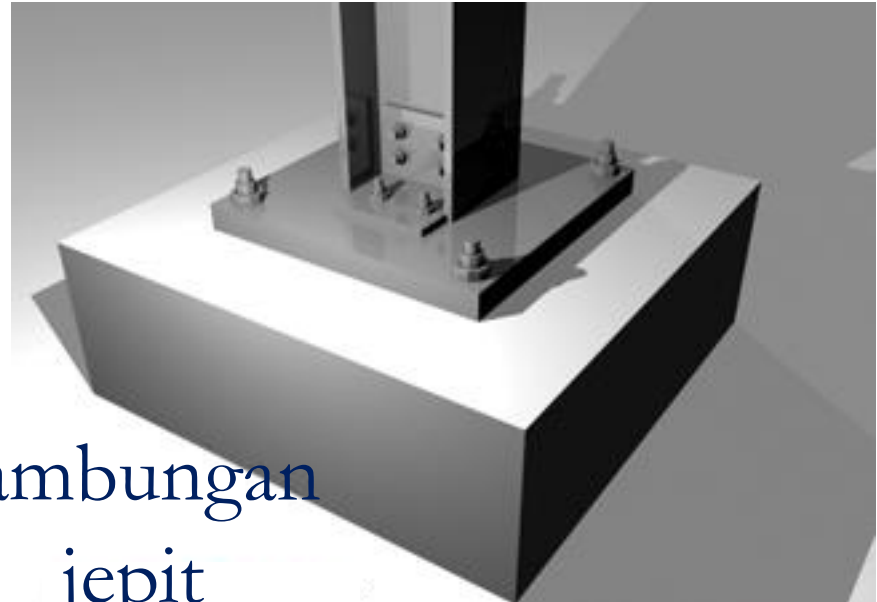
Nilai k_c untuk kolom individual

<p>Garis terputus menunjukkan diagram kolom tertekuk</p>	<p>(a)</p> 	<p>(b)</p> 	<p>(c)</p> 	<p>(d)</p> 	<p>(e)</p> 	<p>(f)</p> 
<p>Nilai k_c teoritis</p>	<p>0.5</p>	<p>0.7</p>	<p>1.0</p>	<p>1.0</p>	<p>2.0</p>	<p>2.0</p>
<p>Nilai k_c yang dianjurkan untuk kolom yang mendekati kondisi ideal</p>	<p>0.65</p>	<p>0.80</p>	<p>1.2</p>	<p>1.0</p>	<p>2.10</p>	<p>2.0</p>
<p>Kode ujung</p>	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;">     </div> <div> <p>Jepit</p> <p>Sendi</p> <p>Roll tanpa putaran sudut</p> <p>Ujung bebas</p> </div> </div>					

Nilai k_c a) sway b) non sway



Typical sambungan column base



sambungan
jepit



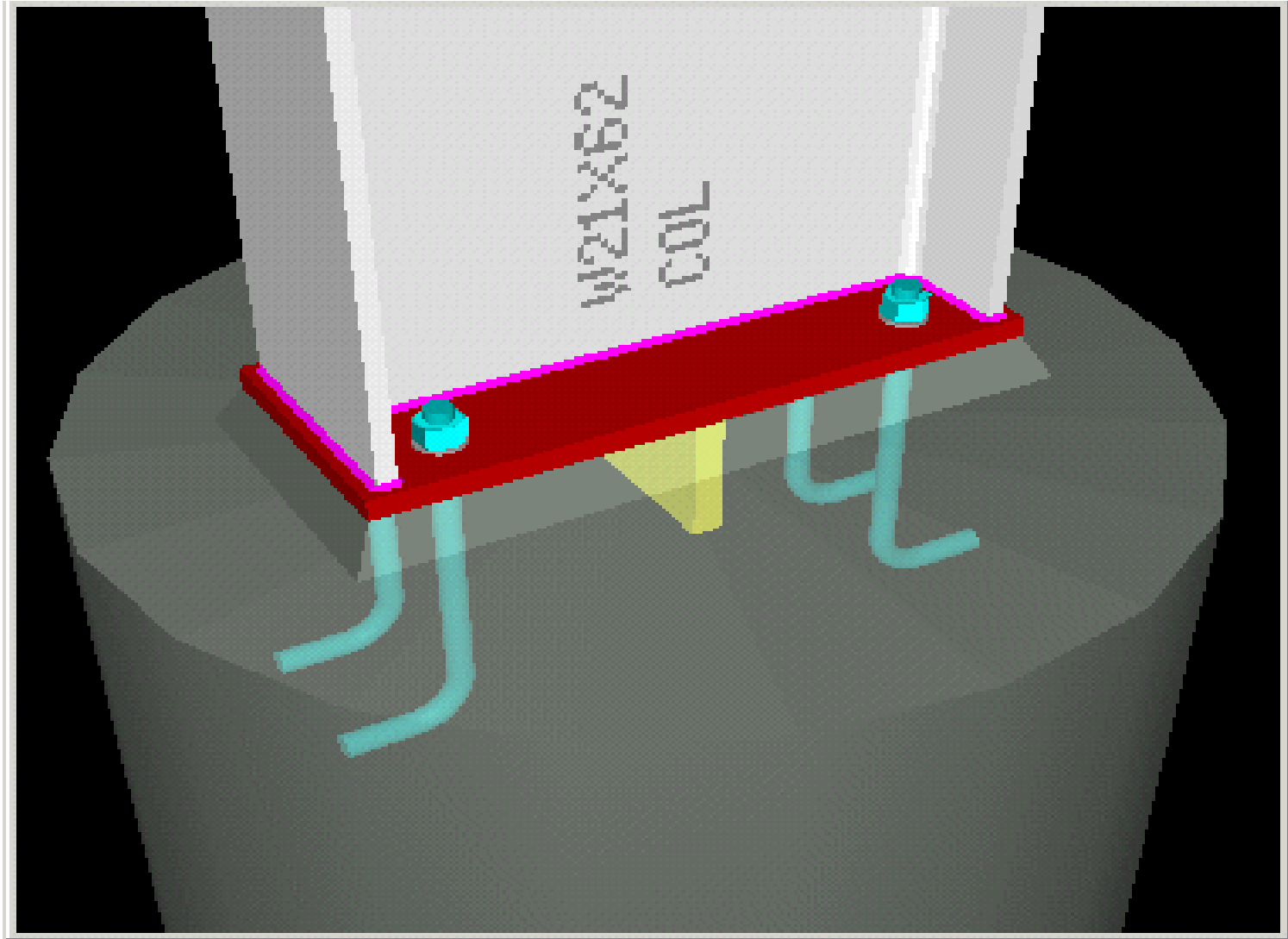
sambungan
sendi

Base plate baja

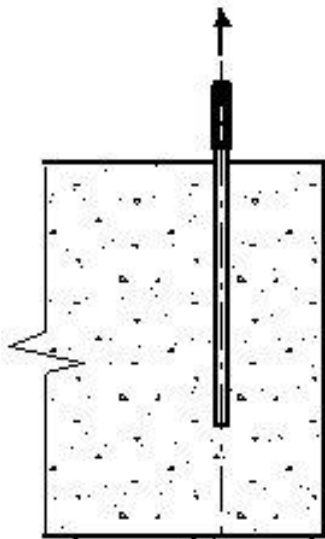


This 12" x 12" 1/8"-Thick Steel "template" will hold the 3/4" x 12" Anchor Bolts in PERFECT-ALIGNMENT in the concrete - and then removed...

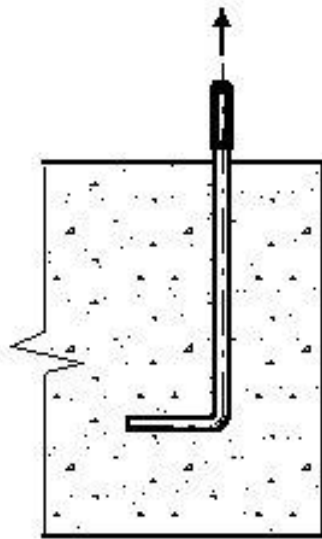
Sambungan kolom-pondasi



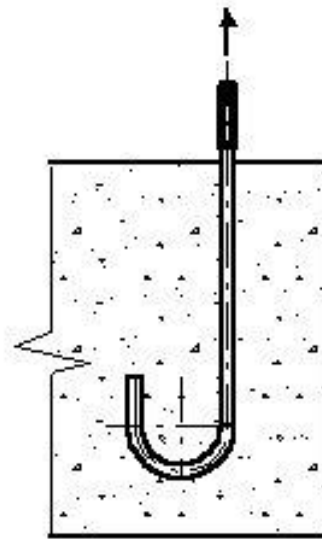
Anchorage of holding down bolts



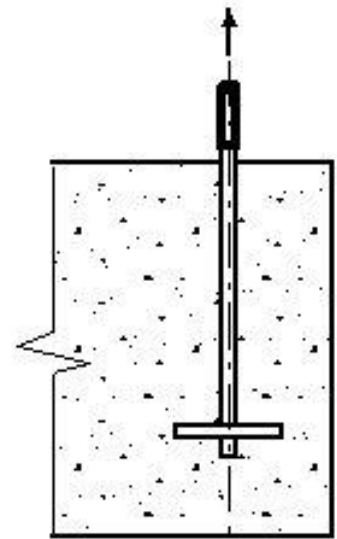
(a)



(b)



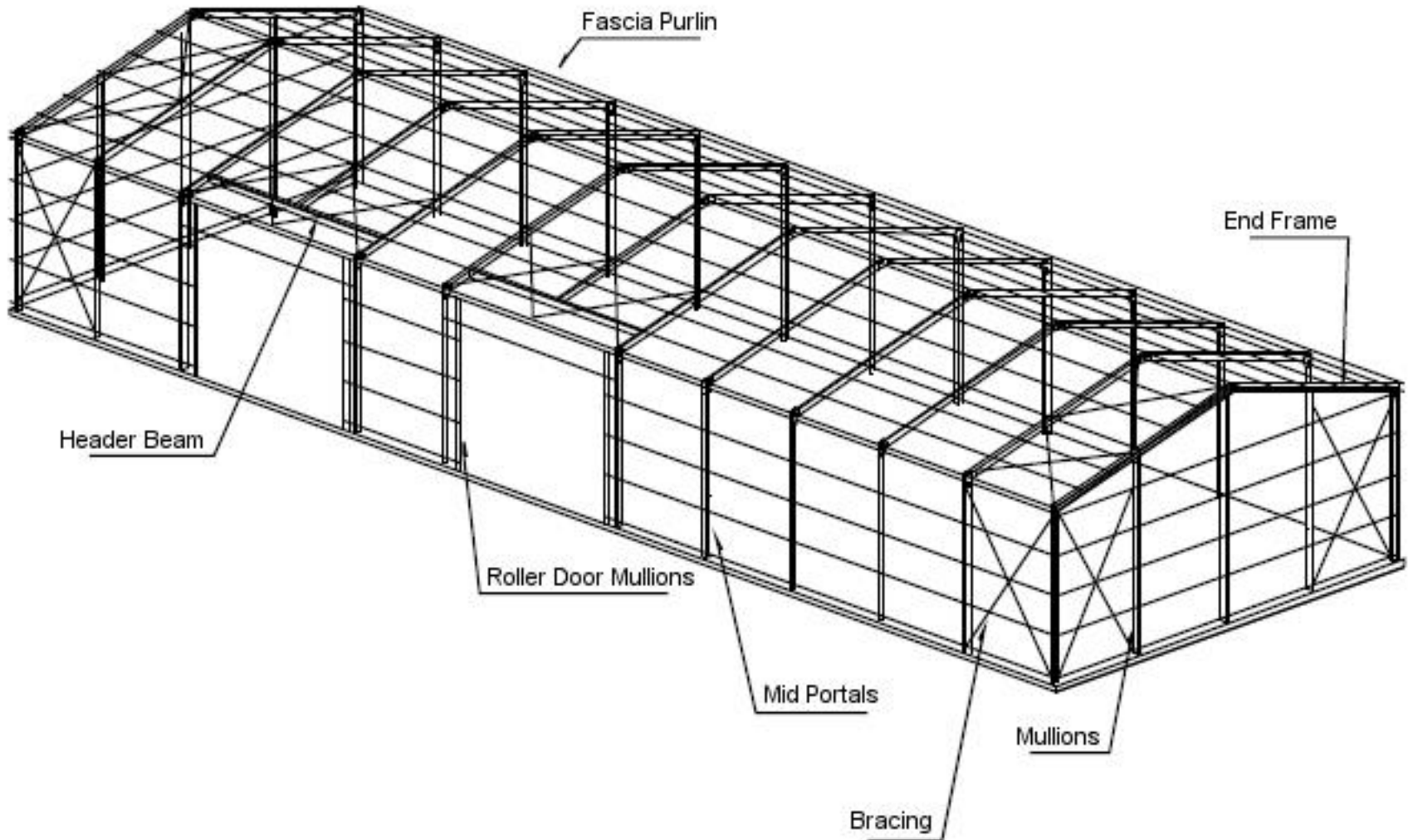
(c)



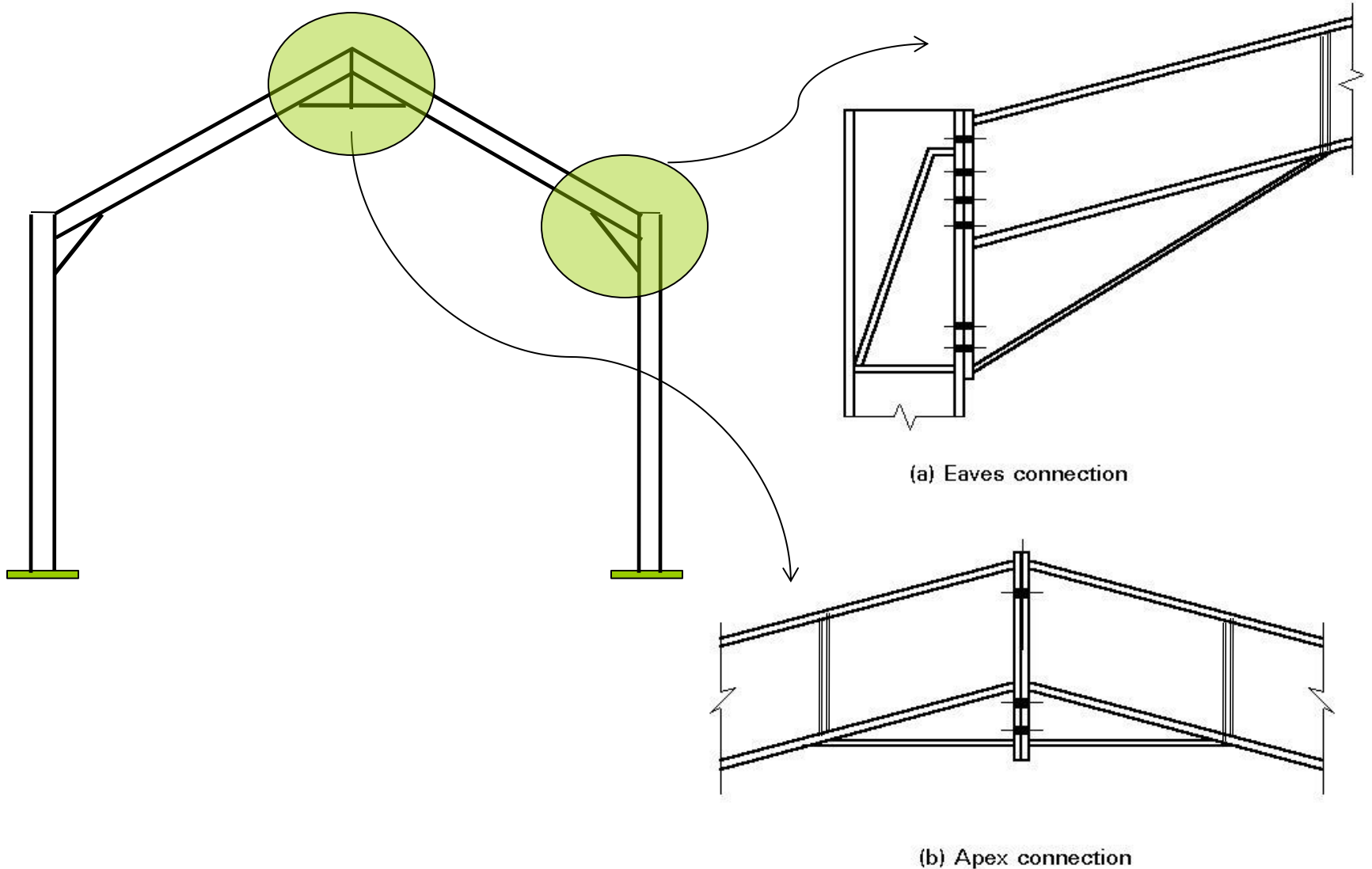
(d)

length minimum of 75% slab depth

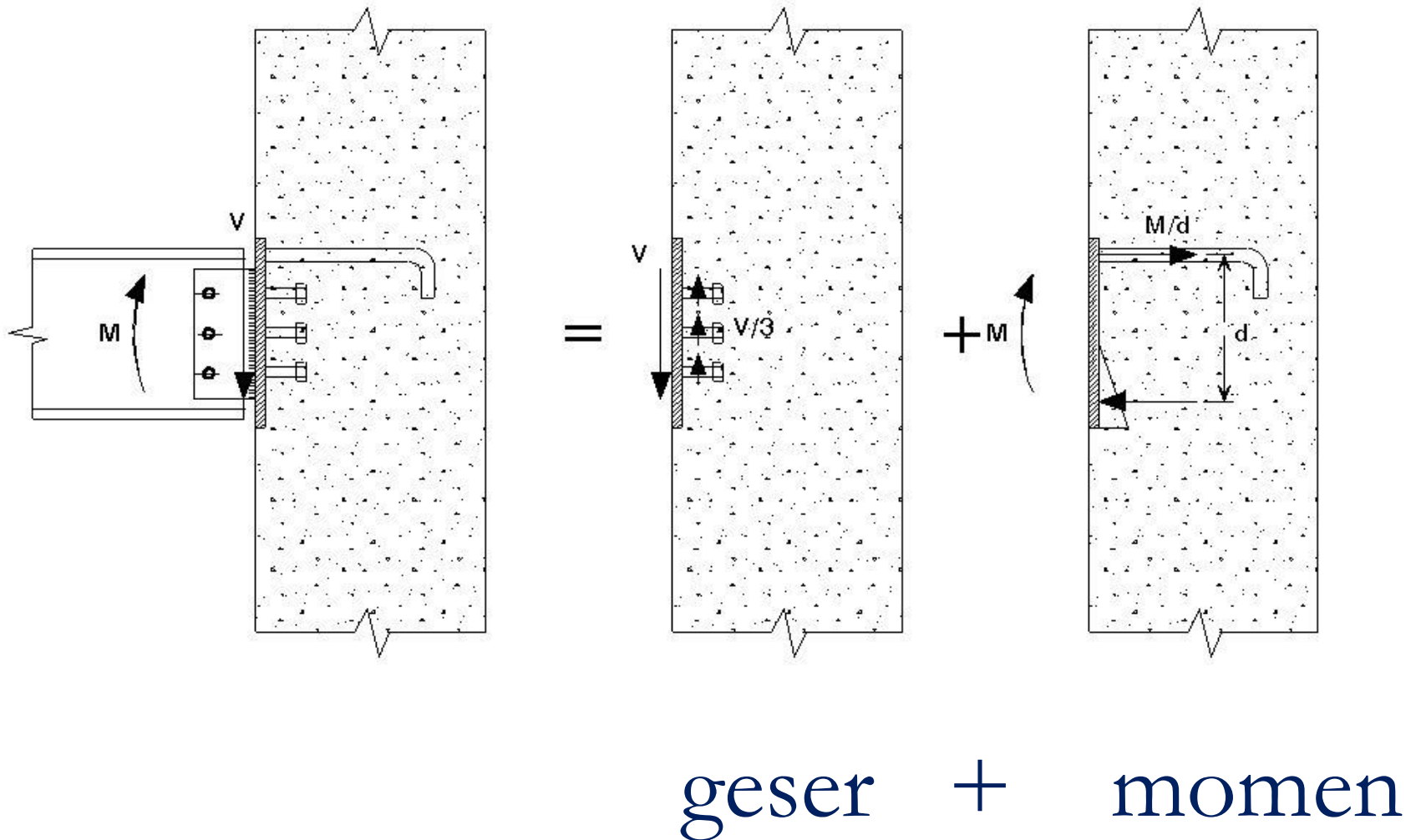
Portal frame



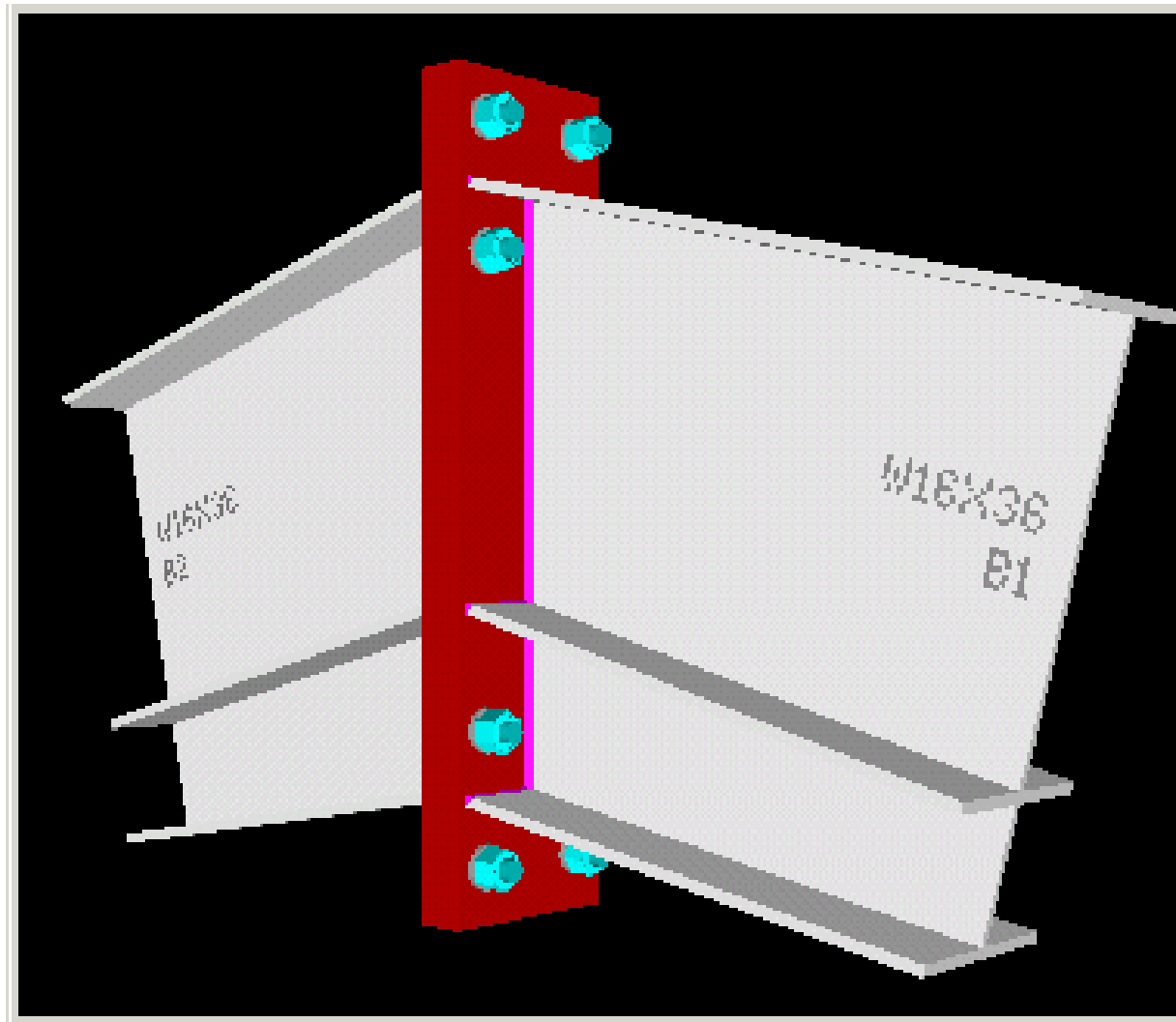
Detail sambungan – gable frame



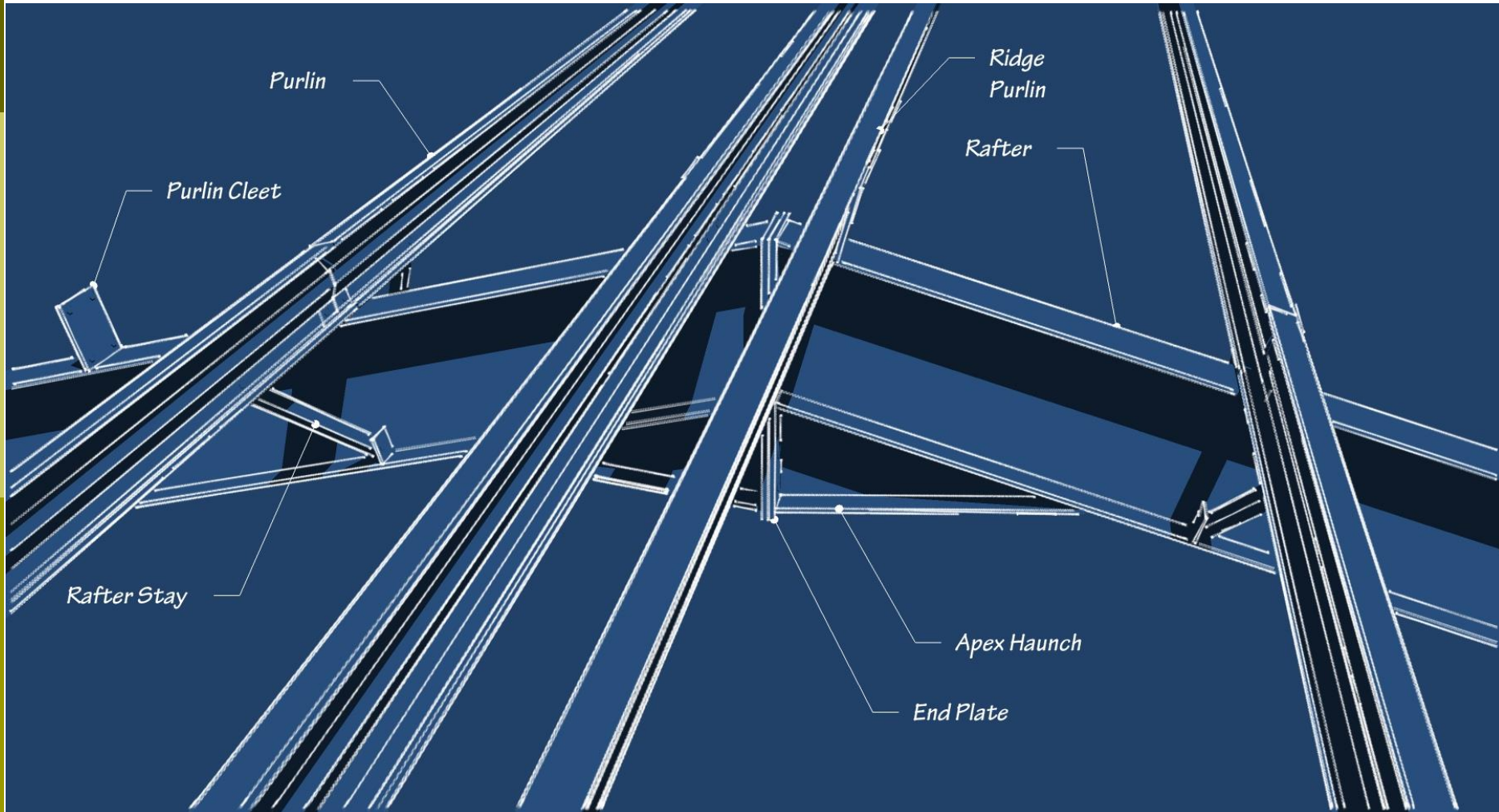
Detail sambungan – baja ke beton



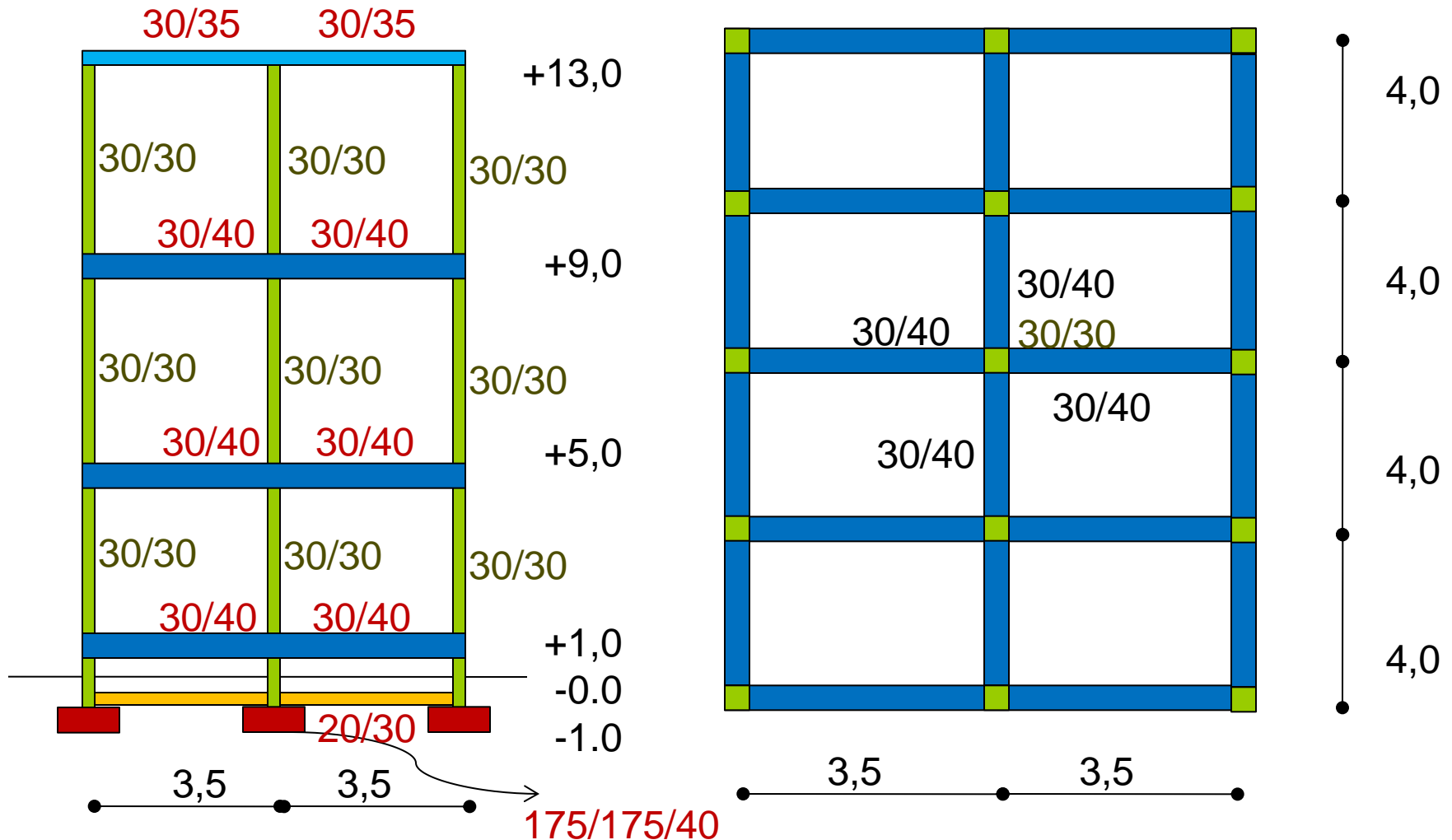
Apex detail



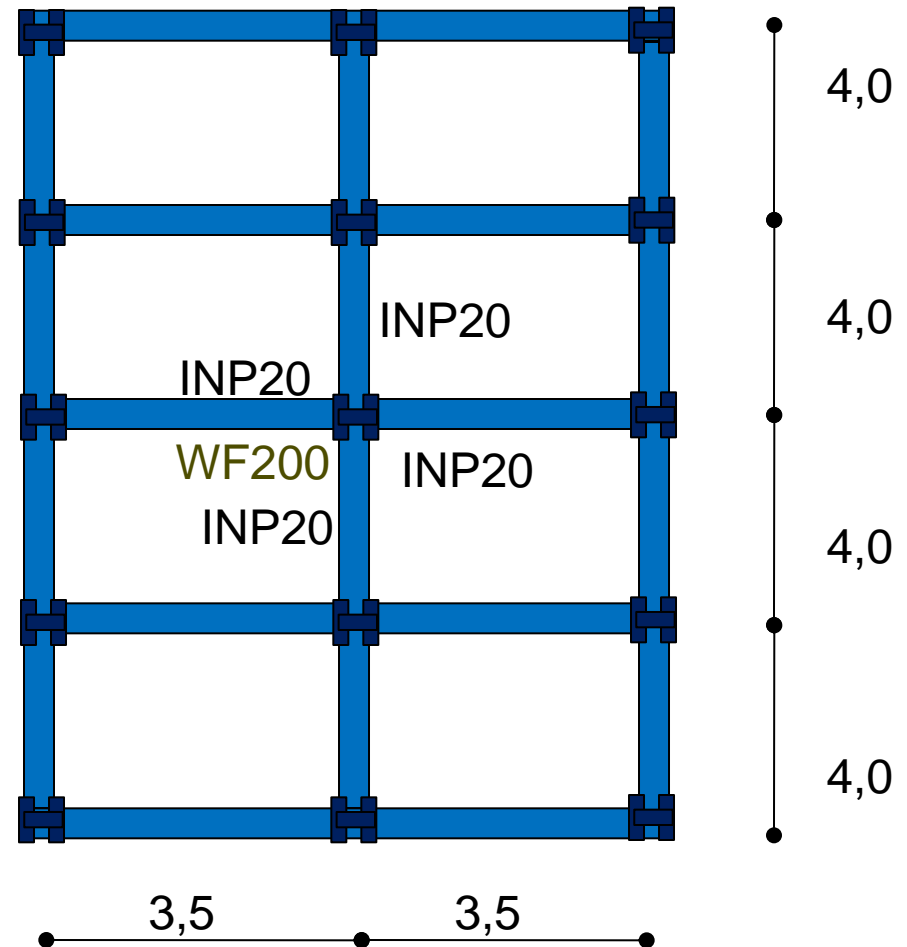
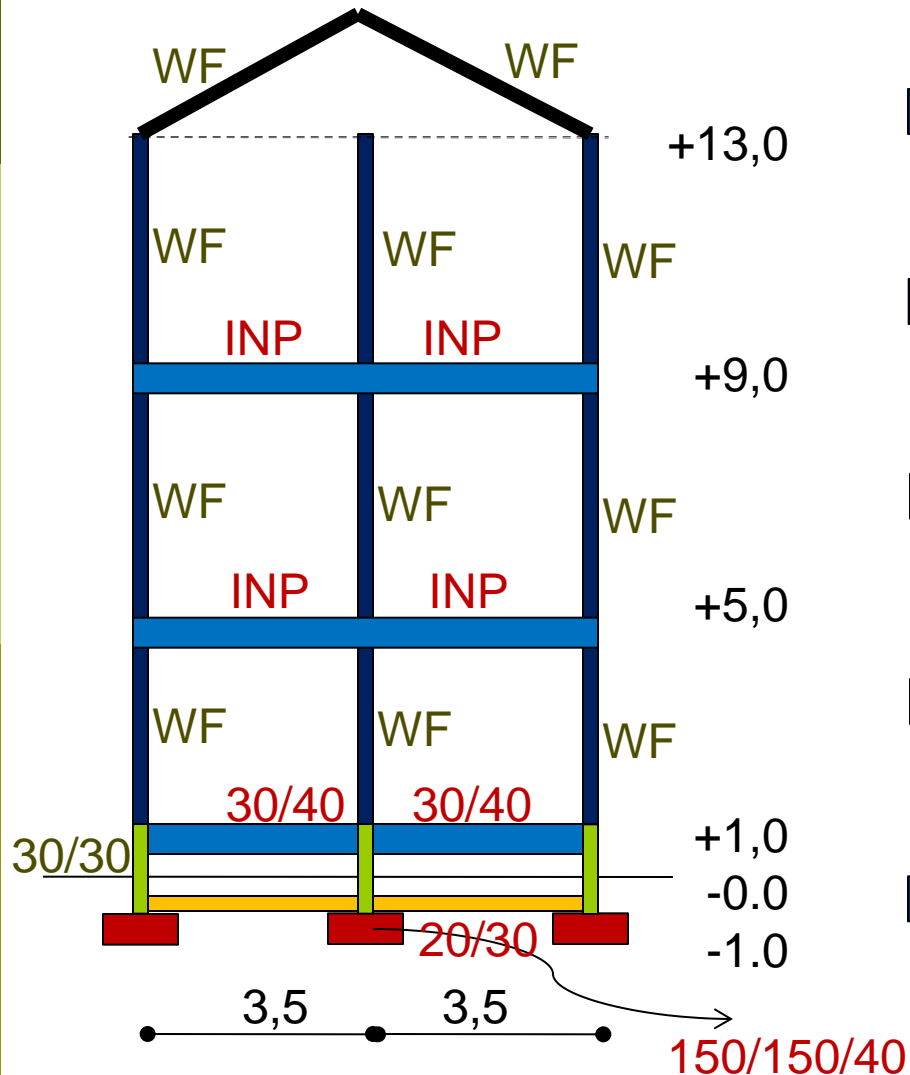
Detail – Apex Haunch



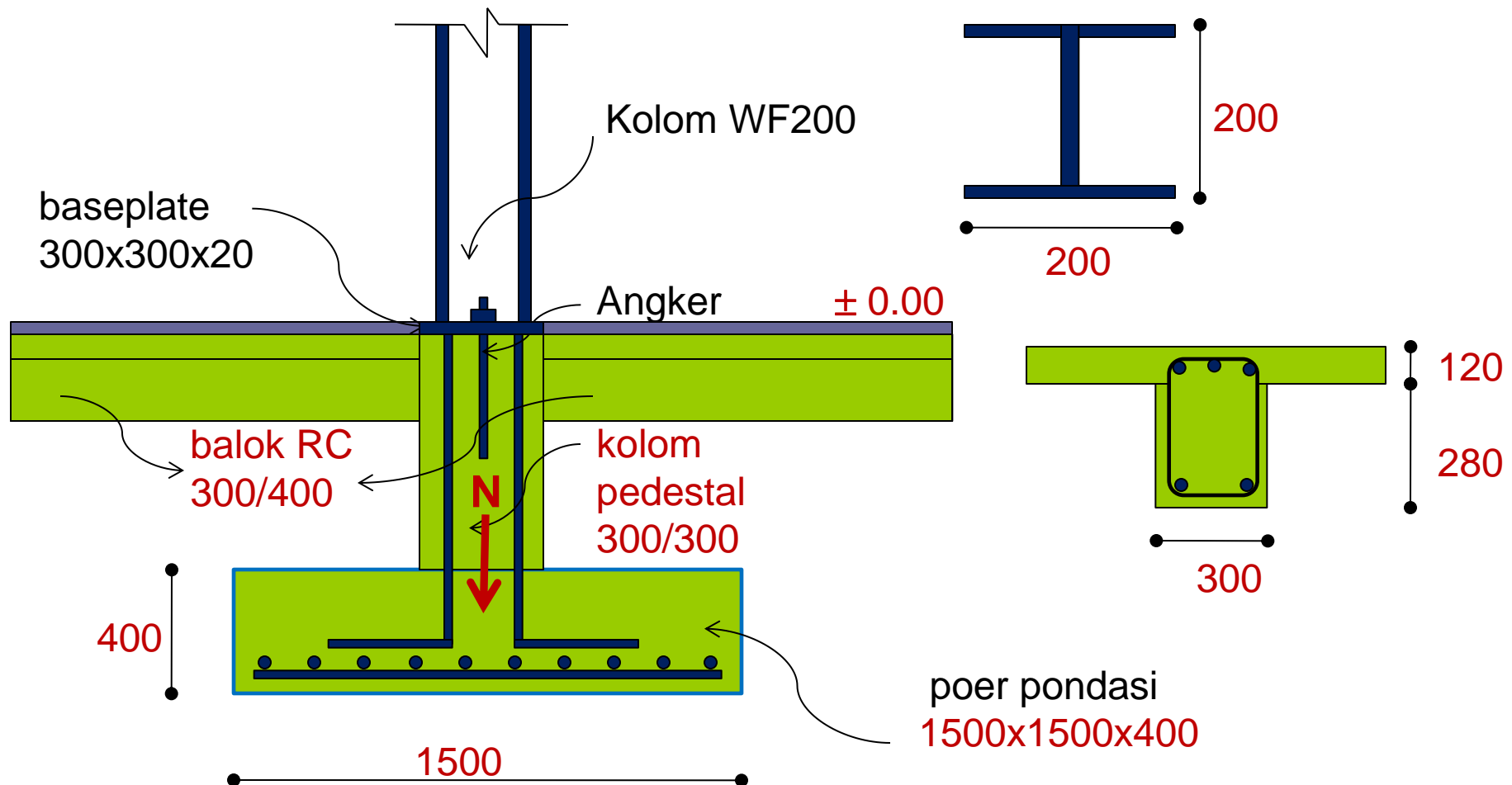
Design – 3 storey RC frames



Design – 3 storey steel frames



Design column base & foundation



$$N_{\text{steel}} = 525 \text{ kN} \quad N_{\text{RC}} = 700 \text{ kN} \rightarrow 75\%$$

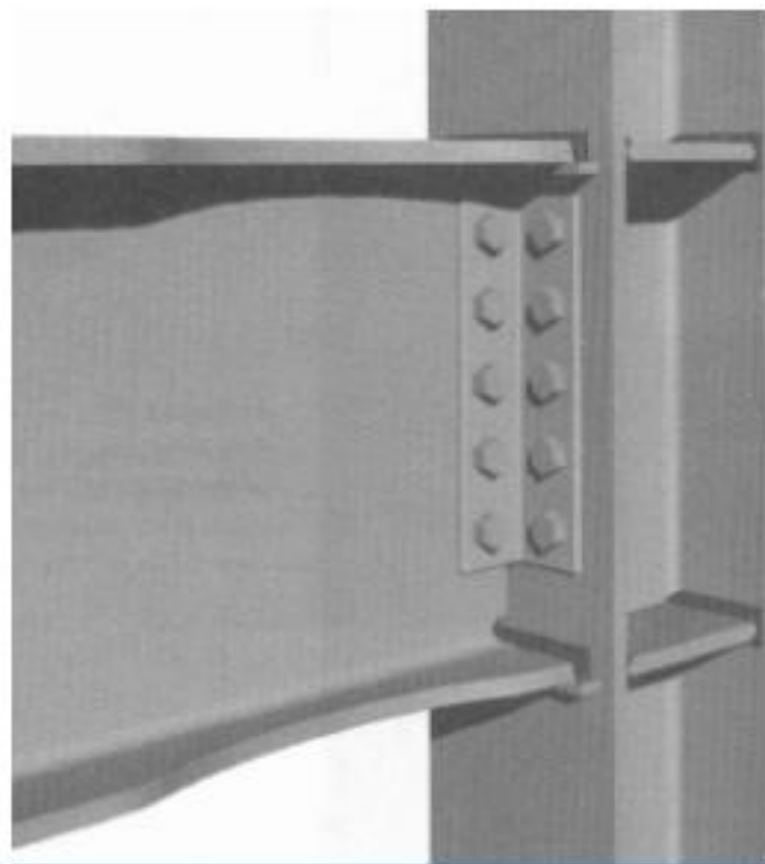
Steel Framing Connections

■ Framed Connections

- Bolts only in web, not the flanges
- Transmits only shear
- Not bending moment
- Accomplished with
 - □ clip angles & bolts/welds

■ Moment Connections

- Transmit shear & moment
- Flanges must be connected
- Bolt/Weld Flanges
- May require column stiffeners



Structural Steel: The Material of Choice





International Finance Center Tower 2

Climb form system for the
construction of the core wall for the
International Finance Center Tower 2



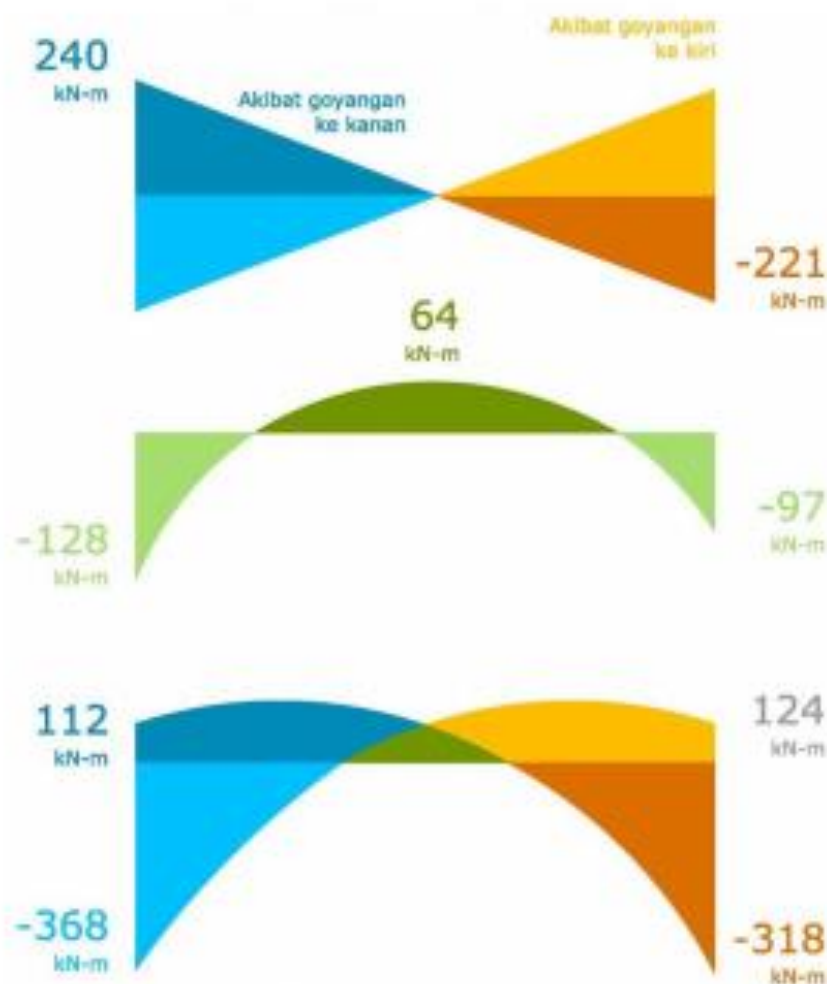
Tabel 1. Momen-momen Ujung dan Tengah Bentang Akibat Pembebanan Seismik dan Gravitasi.

Kondisi	Lokasi	Arah Momen	Arah Goyangan	M_u (kNm)
1	Ujung Interior	Negatif	Kanan	318
2	Ujung Ekstterior	Negatif	Kiri	368
3	Ujung Ekstterior	Positif	Kanan	112
4	Ujung Interior	Positif	Kiri	124
5	Tengah Bentang	Positif	Keduanya	143

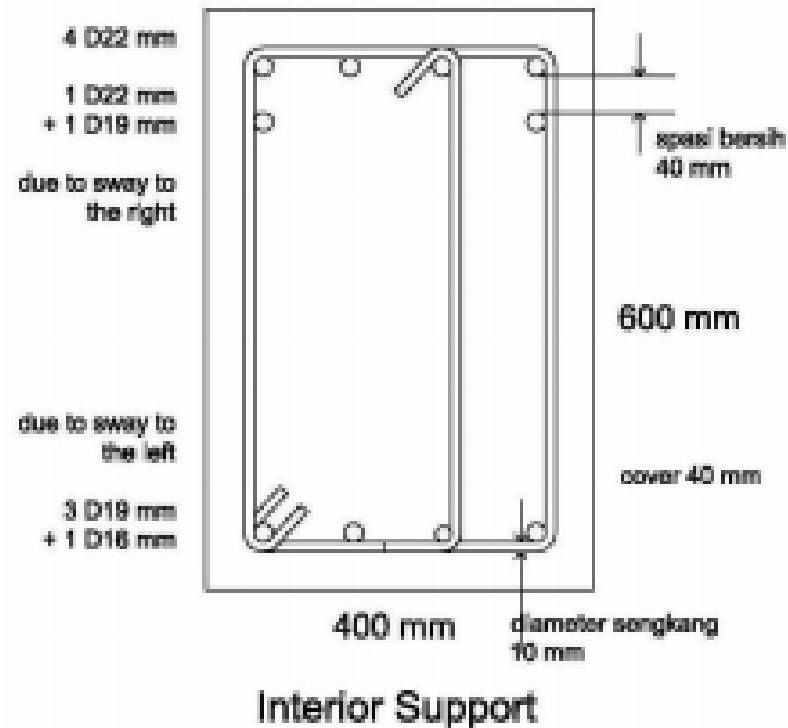
Gaya aksial tekan terfaktor pada balok akibat kombinasi beban gravitasi dan beban gempa = 22 kN.

Rencana balok yang akan digunakan.

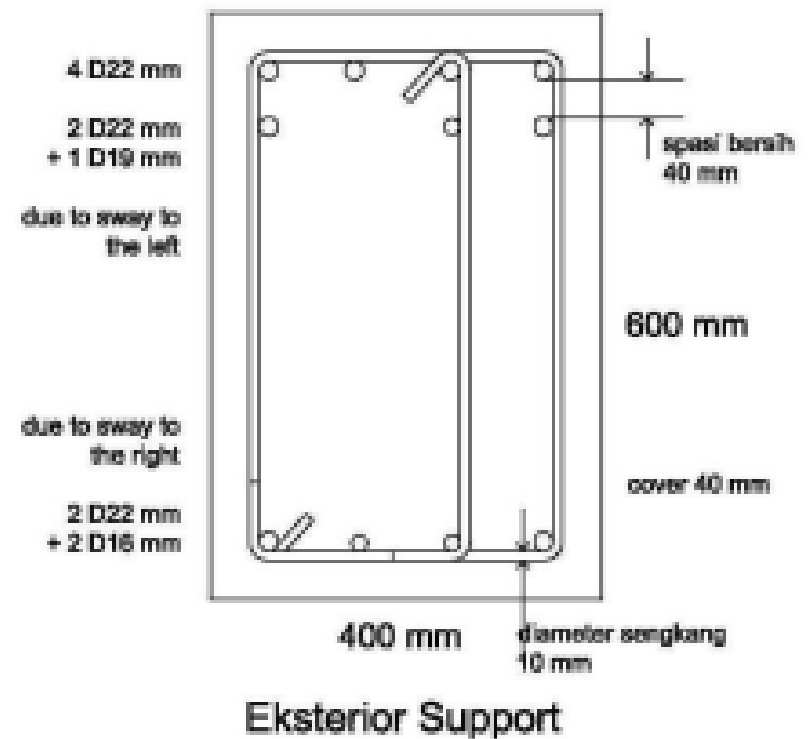
Type	Dimension			f'_c (MPa)	f_y (MPa)
	Width (mm)	Depth (mm)	Length (mm)		
B1 Beam 1	400	600	6000	30	400



Gambar 3. Diagram momen yang bekerja pada balok akibat pembebanan seismik & gravitasi.



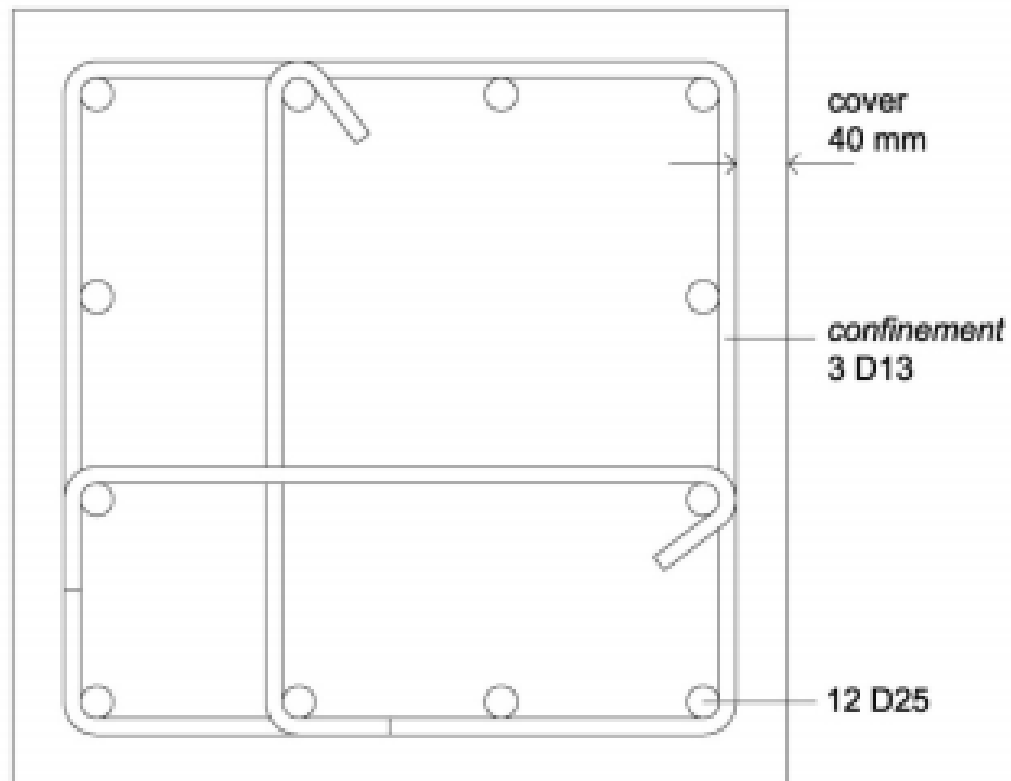
Gambar 15. Konfigurasi penulangan sengkang di interior support.



Gambar 16. Konfigurasi penulangan sengkang di eksterior support.

BALOK

KOLOM



Design Steel Frame

Syahril Taufik

Komponen	Tipe Struktur
Atap	Gable Frame – Baja WF
Kolom	Baja WF200x200
Balok Lt 2 - 3	Komposit INP20 + plat RC
Plat Lantai	Metal decking + RC t.12cm
Baseplate	Baja 300x300x20mm
Balok Lt 1	RC300x400 ; kolom pedestal
Kolom Pedestal	RC 300x300 h=2000mm
Pondasi	Poer RC 1500x1500x400mm

Prospek

Syahril Taufik

- ❑ Adanya beberapa pabrik baja di Kalimantan Selatan dan Timur
- ❑ Bangunan dengan struktur baja sudah mulai berkembang di Kota besar Kalimantan dan sekitarnya (terutama *commercial & industrial building*), dengan dimensi pondasi lebih efisien daripada *RC frame*
- ❑ Perlu adanya tenaga ahli yang berkompeten dan skill yang tinggi dalam menghasilkan karya desain struktur baja

Syahril Taufik

TERIMA KASIH