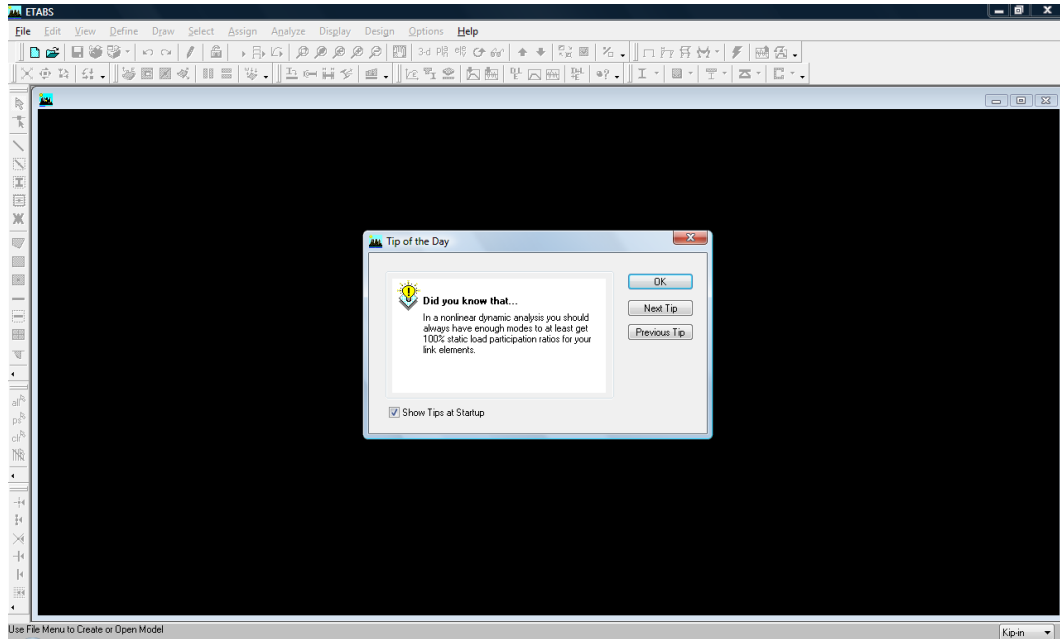


**LAMPIRAN I**  
**PEMODELAN GEDUNG**

## A. Pemodelan Gedung

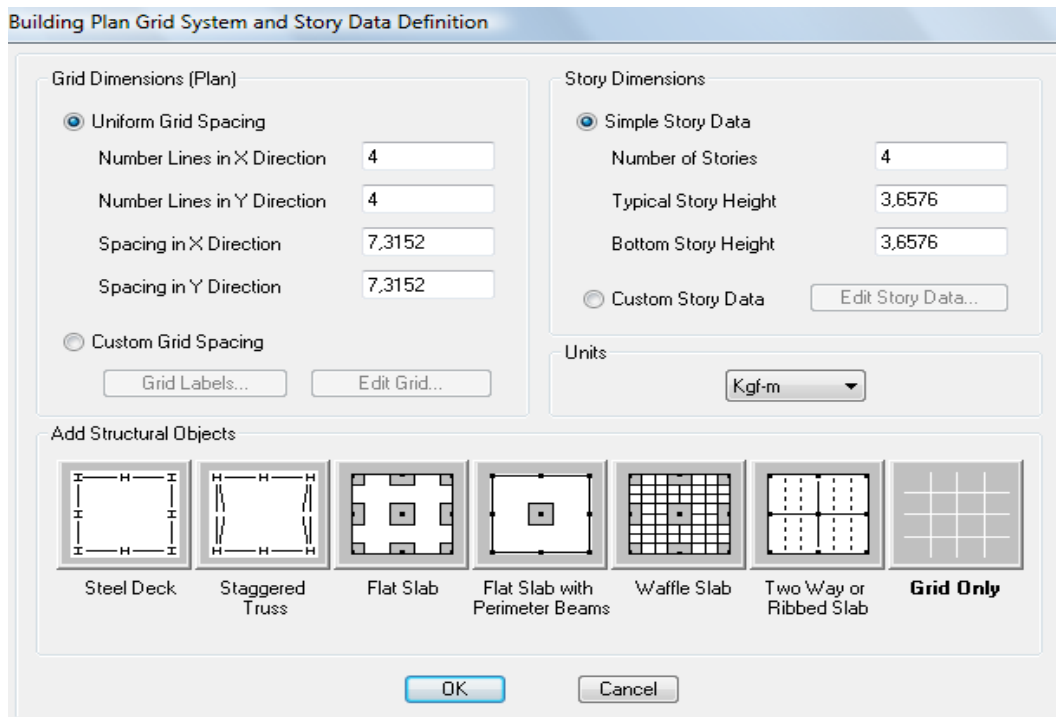
Langkah-langkah dalam pemodelan gedung dengan menggunakan software ETABS yaitu:

1. Membuka program dengan mengklik ikon atau diambil dari start program.



**Gambar L.1.1 Tampilan Awal Program**

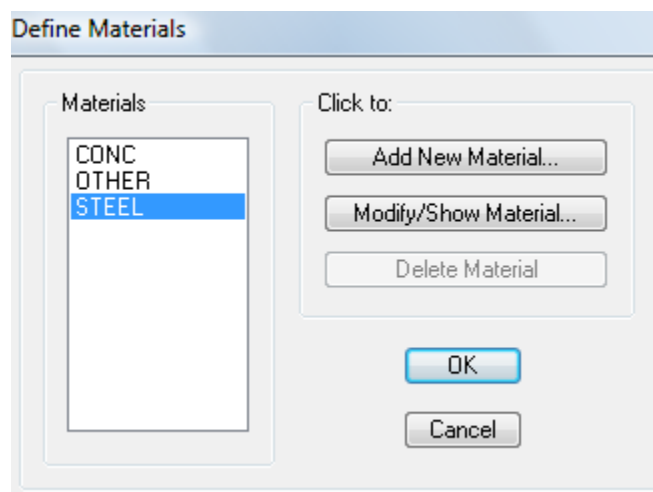
2. Setelah membuka program, langkah awal yaitu merubah satuan di pojok kanan bawah.
3. Kemudian membuat *grid* dan jarak *grid* sesuai dengan model yang akan dibuat dengan cara mengklik *File –New Model –No (new model initialization) – OK* maka akan terlihat pada tampilan berikut:



**Gambar L.1.2 Tampilan Untuk Membuat Jumlah *Grid*, Lantai serta Tinggi Bangunan**

4. Mendefinisikan material dari struktur yang digunakan

*Define – Material Properties – conc/steel – Modify/show material – OK*



**Gambar L.1.3 Pemilihan jenis Material**

5. Lalu klik pada tulisan *Steel* (Tulisan akan berwarna biru bila di klik) – *Modify/Show Material*, ubah nama material pada kotak *Material Name*, lalu input data-data material yang diketahui seperti nilai  $F_y$ ,  $F_u$ , serta modulus elastisitas.

**Material Property Data**

**Material Name** BAJA

**Display Color**  
Color

**Type of Material**  
 Isotropic  Orthotropic

**Type of Design**  
Design Steel

**Analysis Property Data**

Mass per unit Volume	7,827E-09
Weight per unit Volume	7,682E-05
Modulus of Elasticity	200000,
Poisson's Ratio	0,3
Coeff of Thermal Expansion	1,170E-05
Shear Modulus	76923,077

**Design Property Data**

Minimum Yield Stress, $F_y$	240,
Minimum Tensile Strength, $F_u$	370,
Cost per Unit Weight	2822564,89

OK Cancel

**Gambar L.1.4 Input Data Material**

6. Mendefinisikan penampang balok dan kolom bangunan yaitu:  
*Define – Frame Section – Add/Wide Flange* – input data penampang – klik OK

**Define Frame Properties**

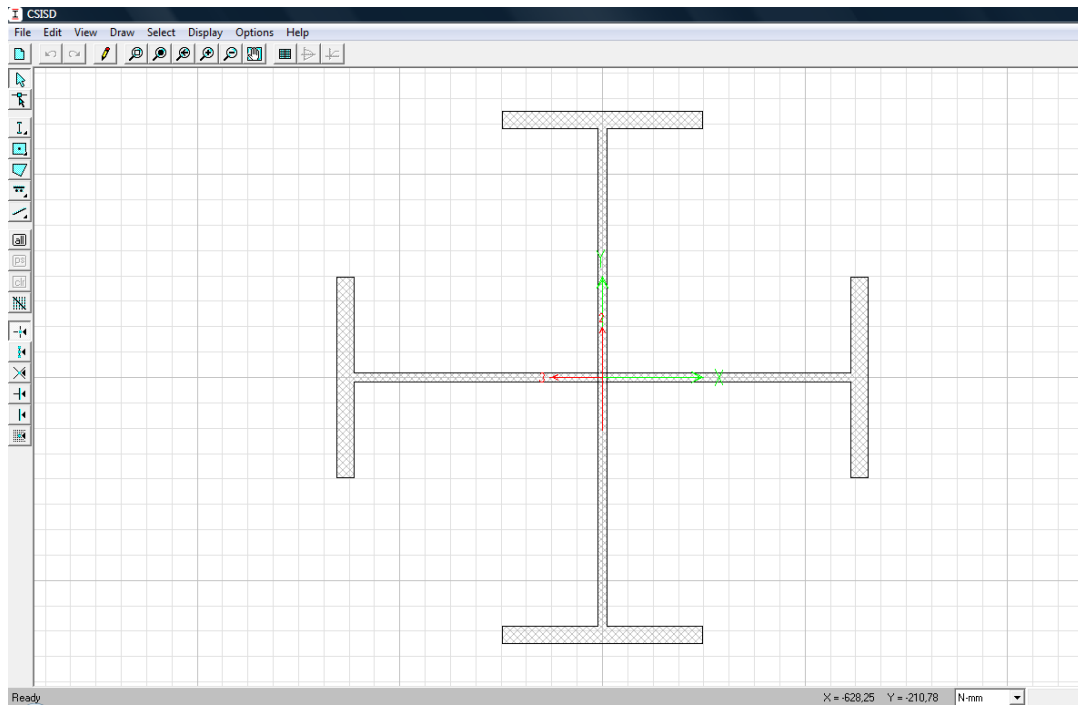
**Properties**  
Type in property to find:  
IWF400x400  
IWF400x400  
IWF400x200/2  
IWF450x200  
IWF500x200  
IWF600x300  
IWF700x300  
IWF700x400  
IWF900x300  
IWF1100x450  
K800x300  
K700.300

**Click to:**  
Import I/Wide Flange  
Add I/Wide Flange  
Modify/Show Property...  
Delete Property

OK  
Cancel

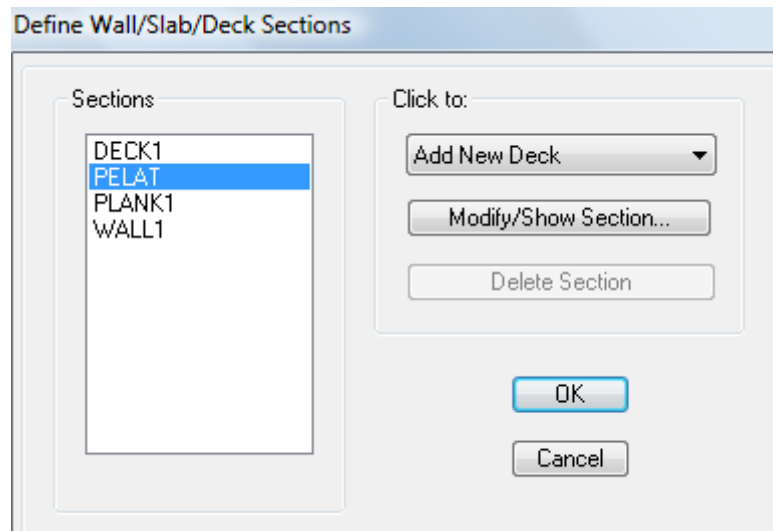
**Gambar L.1.5 Definisi Balok**

Sebelumnya telah dilakukan preliminary desain, dimana hasilnya selengkapnya pada Lampiran ...



**Gambar L.1.6 Input Data Kolom**

7. Definisikan pelat dengan cara klik *Define – Wall/Slab/Deck section* maka akan terlihat tampilan sebagai berikut:



**Gambar L.1.7 Definisi Pelat**

8. Pilih Slab kemudian klik *Modify/Show Section*, input data pelat kemudian klik OK

Wall/Slab Section

Section Name: PELAT

Material: BETON

Thickness

Membrane: 120,

Bending: 120,

Type

Shell  Membrane  Plate

Thick Plate

Load Distribution

Use Special One-Way Load Distribution

Set Modifiers... Display Color ■

OK Cancel

**Gambar L.1.8 Input Data Pelat**

9. Membuat beban yang terjadi dengan cara *Define – Static Load Cases* – input jenis pembebanan struktur – OK

Define Static Load Case Names

Load	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load
DEAD	DEAD	1	
DEAD	DEAD	1	
LIVE	LIVE	0	
SDL	SUPER DEAD	0	
EQX	QUAKE	0	User Loads
EQY	QUAKE	0	User Loads

Click To:

Add New Load

Modify Load

Modify Lateral Load...

Delete Load

OK

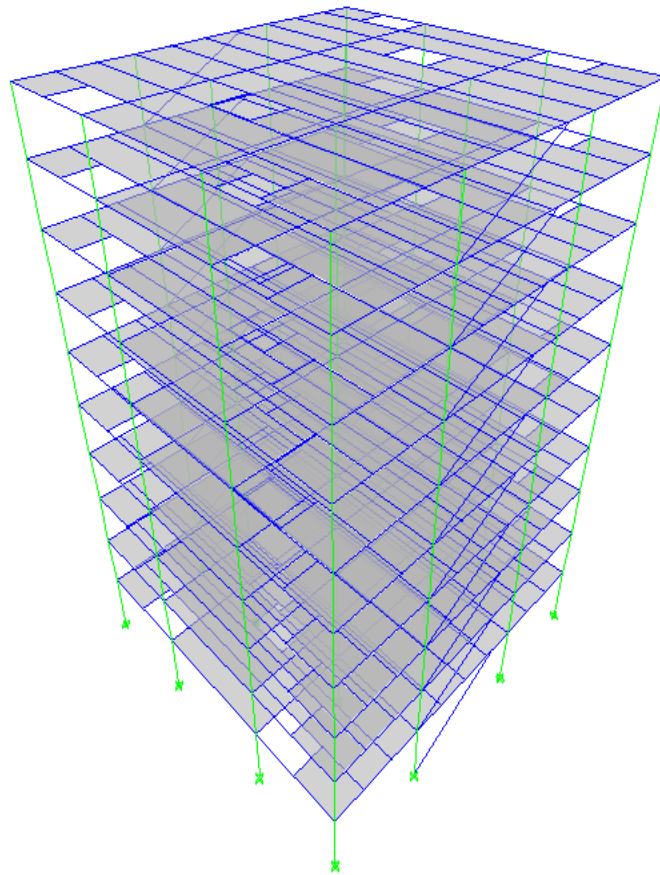
Cancel

**Gambar L.1.9 Membuat Beban**

Dengan Tugas Akhir ini, perencanaan beban gempa dihitung berdasarkan SNI 03-1726-2002 dengan menggunakan dua tipe bangunan yang sama tetapi bentuk bresingnya berbeda. Oleh karena itu, secara umum setiap gedung memiliki perhitungan masing-masing.

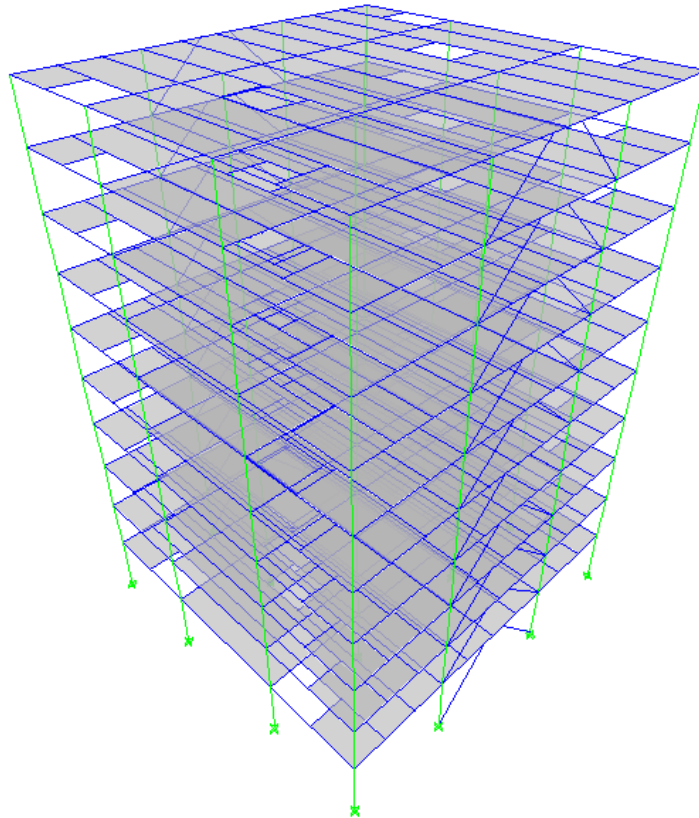
Model gedung pertama adalah bangunan gedung dengan menggunakan bresing tipe D.

Model gedung kedua adalah bangunan gedung dengan menggunakan bresing tipe V terbalik.



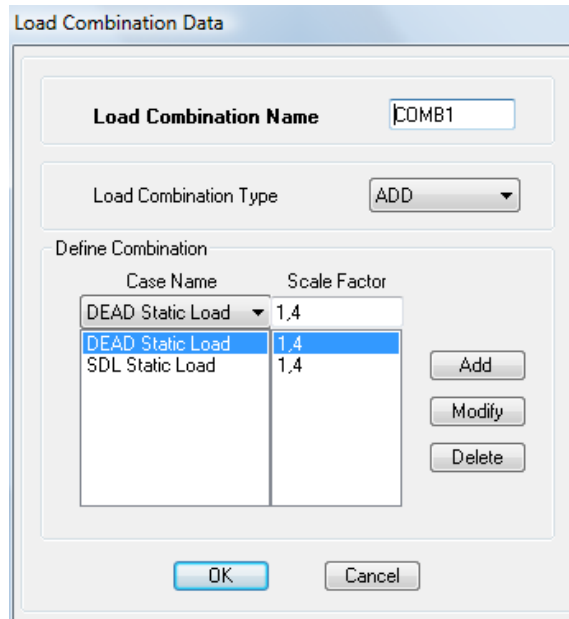
**Gambar L.1.10 Gedung menggunakan Bresing tipe D**





**Gambar L.1.11 Gedung menggunakan B्रेसing tipe V terbalik**

10. Definisikan kombinasi beban yang ada dengan cara *Define – Load Combinations*  
– *input kombinasi* – *OK*

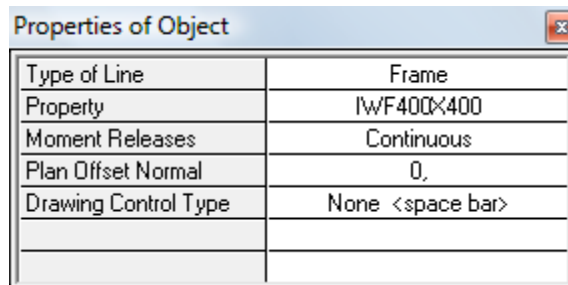


**Gambar L.1.12 Kombinasi Pembebanan**

Dalam Tugas Akhir ini, kombinasi yang digunakan ada 18, yang terdiri dari:

- Comb 1  $(1,4 \cdot (SDL+LL))$
- Comb 2  $(1,2 \cdot (SDL+DL) + 1,6 \cdot (LL))$
- Comb 3  $(1,2 \cdot (SDL+DL) + 0,5(LL) \pm EQ_x \pm 0,3 \cdot EQ_y)$
- Comb 4  $(1,2(SDL+DL) + 0,5(LL) \pm 0,3EQ_x \pm EQ_y)$
- Comb 5  $(0,9(SDL+DL) \pm EQ_x \pm 0,3 \cdot EQ_y)$
- Comb 6  $(0,9(SDL+DL) \pm 0,3 \cdot EQ_x \pm EQ_y)$

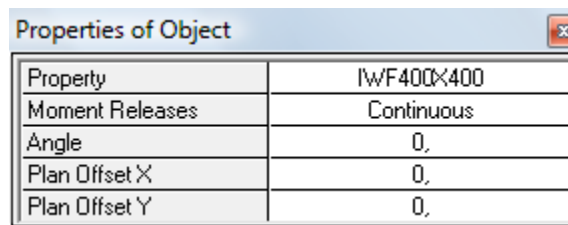
11. Penggambaran balok IWF pada *grid* dengan cara *Draw – Draw Lines Objects – Draw Line – gambar balok dari joint ke joint.*



Properties of Object	
Type of Line	Frame
Property	IWF400X400
Moment Releases	Continuous
Plan Offset Normal	0,
Drawing Control Type	None <space bar>

**Gambar L.1.13 Menggambar Balok**

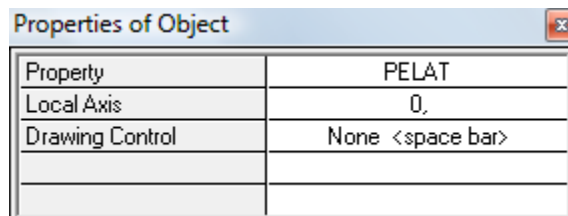
12. Penggambaran kolom dengan cara *Draw – Draw Lines Objects – Create Columns – gambar kolom pada tiap joint – OK.*



Properties of Object	
Property	IWF400X400
Moment Releases	Continuous
Angle	0,
Plan Offset X	0,
Plan Offset Y	0,

**Gambar L.1.14 Menggambar Kolom**

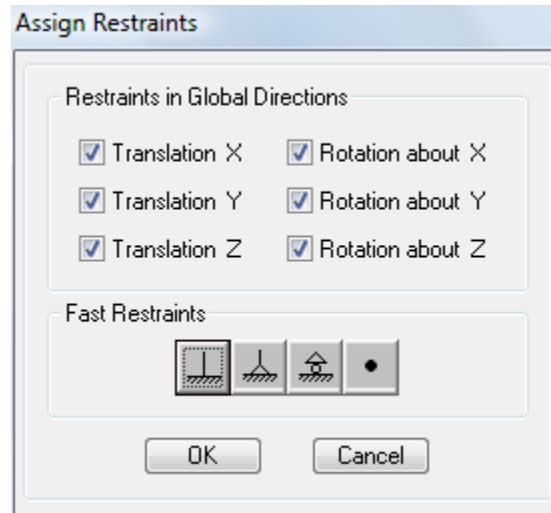
13. Penggambaran pelat dengan cara *Draw – Draw Area Objects – Draw Areas – Input properties object sesuai dengan properties pelat – Klik join terluar.*



Properties of Object	
Property	PELAT
Local Axis	0,
Drawing Control	None <space bar>

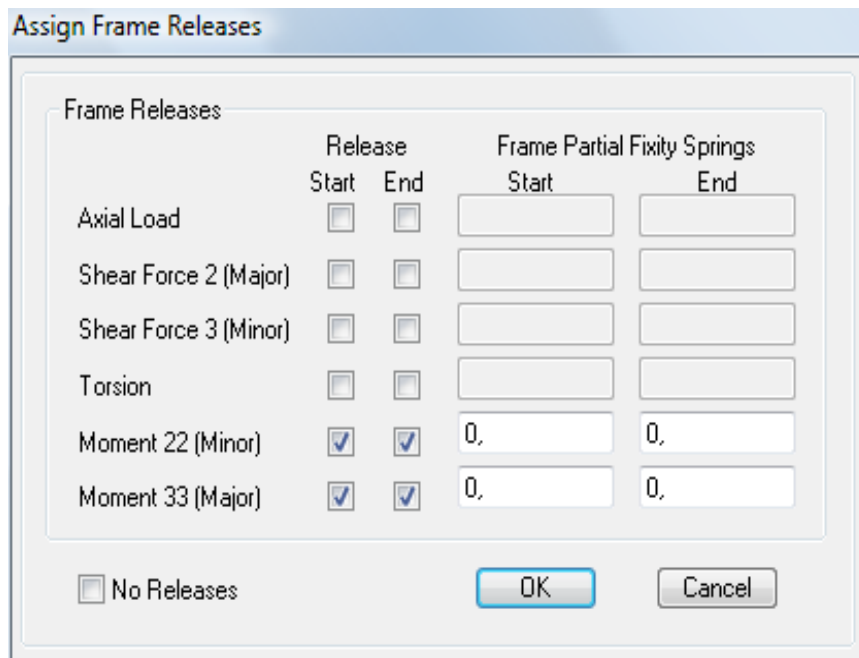
**Gambar L.1.15 Menggambar Pelat**

14. Tentukan *Restraint* pada tumpuan : *Select Plan Level Base – Select semua joint – Assign – Joint/Point – Restraint.*



**Gambar L.1.16 Restraint Tumpuan**

15. Penggambaran *Bracing* dengan cara : *Klik pada balok yang akan dijadikan sebagai bresing – Lalu pilih Assign – Frame/Line – Frame Releases/Partian Fixity – Release Moment 22 dan Moment 33 – OK*



**Gambar L.1.17 Release Moment**

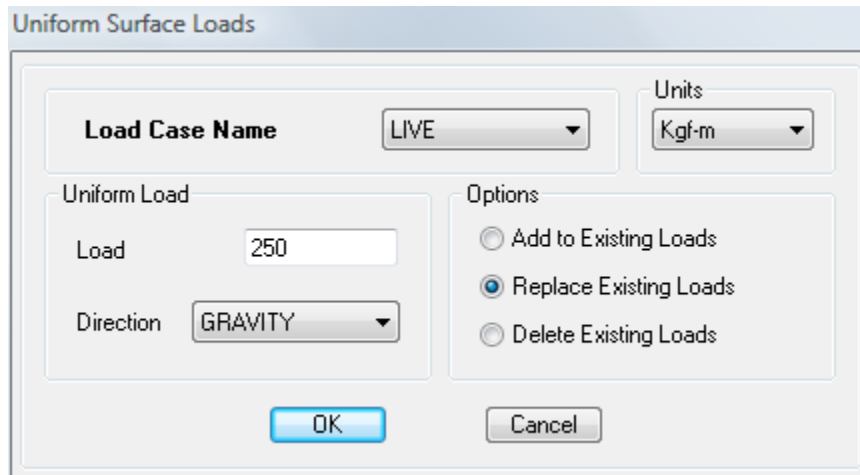
## B. Pemodelan Beban Gravitasi

Beban gravitasi yang diperhitungkan adalah:

- Beban Mati (DL) dihitung sendiri oleh program ETABS
- Beban Mati Tambahan (SDL) =  $150 \text{ kg/m}^2$
- Beban Hidup (LL) =  $250 \text{ kg/m}^2$

Adapun langkah-langkah memasukkan data beban pada ETABS yaitu :

1. Beban pada pelat dengan cara : *Select pelat – Assign – Shell/Area Load – Uniform – Pilih jenis beban yang akan digunakan dan berat bebannya.*



**Gambar L.1.18 Memasukkan Beban pada Pelat**

2. Beban pada balok dengan cara : *Select* balok yang akan menerima beban dinding – *Assign – Frame/Line Load – Distributed* – Pilih jenis beban yang akan digunakan – OK.

**Frame Distributed Loads**

**Load Case Name** SDL **Units** Kgf-m

**Load Type and Direction**  
 Forces  Moments  
Direction GRAVITY

**Options**  
 Add to Existing Loads  
 Replace Existing Loads  
 Delete Existing Loads

**Trapezoidal Loads**

	1	2	3	4
Distance	0,	0,25	0,75	1,
Load	0,	0,	0,	0,

Relative Distance from End-I  Absolute Distance from End-I

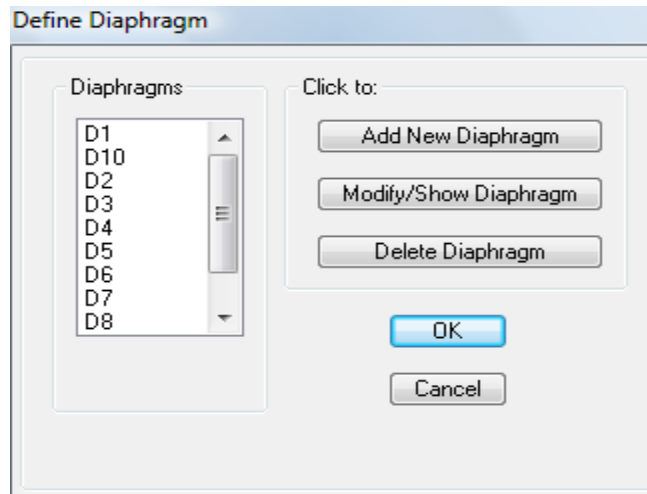
**Uniform Load**  
Load 875

OK Cancel

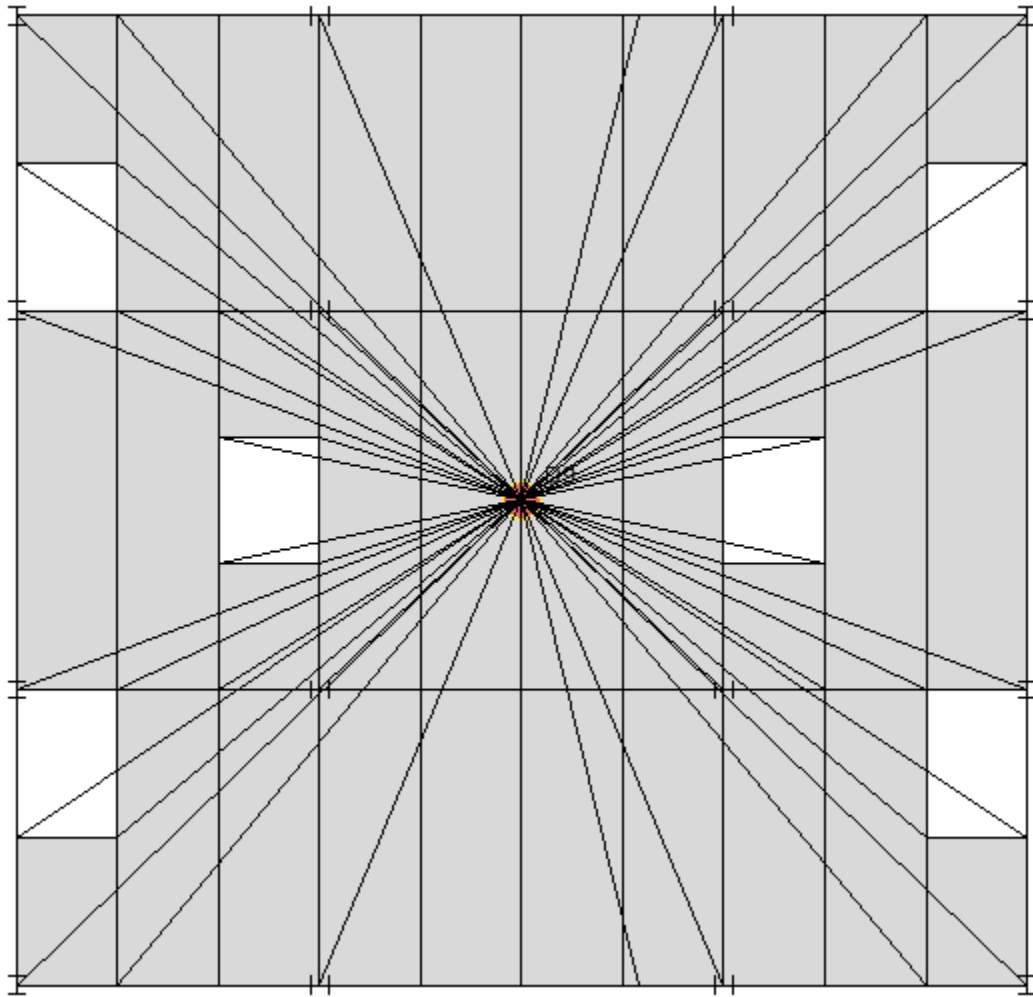
**Gambar L.1.19 Memasukkan Beban pada Balok**

### C. Pusat Massa

Lantai dan atap dimodelkan menjadi *rigid diaphragm* yang berarti massa dipusatkan pada satu titik. sehingga beban lateral yang diterima di pusat massa tiap lantai. Pilih menu *Define – Diaphragms – Add New Diaphragm – Rigid* seperti terlihat pada gambar dibawah ini :



**Gambar L.1.20** *Rigid Diaphragm* Pelat Lantai dan Atap



**Gambar L.1.21** *Rigid Diaphragm* Tiap Lantai



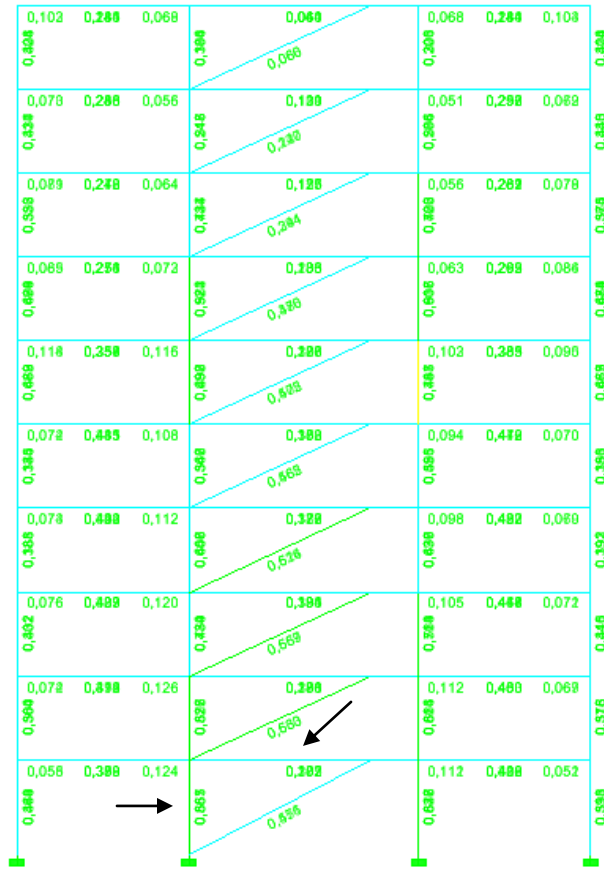
**LAMPIRAN II**  
**NILAI PERIODE GETAR**





**LAMPIRAN III**  
**PEMBAHASAN RASIO P/M**

## Pembahasan Rasio P-M



Gambar L.3.1 Balok dan Kolom Potongan 1-1 yang Ditinjau

### A. Pembahasan Rasio P-M Gedung yang Didesain untuk Bresing Tipe D

#### Desain Balok

Elevation View – 1 (B12) Story 1

Karakteristik Profil :

WF = 450.200.9.14 (BJ37)

$d = 450 \text{ mm}$

$b_f = 200 \text{ mm}$

$t_w = 9 \text{ mm}$

$t_f = 14 \text{ mm}$

$L = 9600 \text{ mm}$

$A_g = 9,68 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$

$I_x = 3,35 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$

$I_y = 1,87 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$

$r_x = 186 \text{ mm}$

$r_y = 44 \text{ mm}$

$$S_x = 1,91.10^6 \text{ mm}^3$$

$$r_c = 18 \text{ mm}$$

$$h' = d - 2.t_f - 2.r_c$$

$$A_w = (d - 2.t_f) t_w$$

$$Z_x = b.t_f.(d - t_f) + \frac{1}{4} t_w . (d - 2.t_f)^2$$

$$Z_y = \frac{1}{2} . t_f.b^2 + \frac{1}{4} (d - 2.t_f) t_w^2$$

$$S_y = 2,14.10^5 \text{ mm}^3$$

$$h' = 386 \text{ mm}$$

$$A_w = 3798 \text{ mm}^2$$

$$Z_x = 1,62.10^6 \text{ mm}^3$$

$$Z_y = 2,89.10^5 \text{ mm}^3$$

Data Material:

Modulus Elastisitas :

$$E_s = 200000 \text{ MPa}$$

Tegangan Leleh Sayap dan Badan:

$$f_y = 240 \text{ MPa}$$

Tegangan Sisa :

$$f_r = 70 \text{ MPa}$$

Faktor Reduksi:

$$\phi = 0,9$$

$$\phi_c = 0,85$$

$$\phi_b = 0,9$$

Faktor modifikasi Tegangan Leleh:

$$R_y = 1,5 \text{ jika } f_y \leq 250 \text{ MPa (BJ41)}$$

$$R_y = 1,3 \text{ jika } f_y \leq 290 \text{ MPa (BJ50)}$$

Maka  $R_y = 1,5$

Besaran penampang yang perlu dihitung:

$$f_L = f_y - f_r$$

$$f_r = 70 \text{ MPa}$$

$$G = 8.10^4 \text{ MPa}$$

$$f_L = 170 \text{ MPa}$$

$$J = \left(\frac{1}{3}\right) \cdot \left[ (2.b.f.t_f^3) + [(d - 2.t_f).t_w^3] \right]$$

$$J = 468412,67 \text{ mm}^4$$

$$I_w = \left[ \left(\frac{1}{2}\right) \cdot (d - t_f) \right]^2$$

$$I_w = 47524 \text{ mm}^2$$

Momen Leleh :	$M_y = S_x \cdot f_y$	$M_y = 458,4 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$
Momen Plastis :	$M_p = Z_x \cdot f_y$	$M_p = 388,8 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$
Momen Batas Tekuk:	$M_r = (f_y - f_r) \cdot S_x$	$M_r = 32,47 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$
(karena tegangan leleh flens dan badan sama)		
Gaya aksial Leleh:	$P_y = A_g \cdot f_y$	$P_y = 2,32 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$

Periksa Kekompakan Penampang:

Perhitungan kekompakan harus memenuhi syarat kekompakan penampang yang terdapat pada Tabel 15.7-1 (SNI 03-1729-2002)

Pada Pelat sayap:

$\lambda_f = \frac{b_f}{2 \cdot t_f}$	$\lambda_f = 7,14$
$\lambda_p = \frac{170}{\sqrt{f_y}}$	$\lambda_p = 10,97$

Kesimpulan: Sayap Kompak

Pada Pelat badan:

$\lambda_w = \frac{h'}{t_w}$	$\lambda_w = 42,89$
$\lambda_p = \frac{1680}{\sqrt{f_y}}$	$\lambda_p = 108,44$

Kesimpulan: Badan Kompak ( $\lambda_w < \lambda_p$ )

## 1. Menghitung Kapasitas Momen Balok B-12

### 1.a Kondisi batas tekuk lokal

Momen Nominal Tekuk lokal (berdasarkan Tabel 7.5-1)

Pada pelat sayap:

$\lambda_{pf} = \frac{170}{\sqrt{f_y}}$	$\lambda_{pf} = 10,97$
---	------------------------

$$\lambda_{rf} = \frac{370}{\sqrt{f_y - f_r}}$$

$$\lambda_{rf} = 28,38$$

$$\lambda_r = 7,14$$

Momen Nominal Tekuk Lokal pada pelat sayap: ( $M_{nFLB}$ )

$$M_{nFLB} = M_p \text{ jika } \lambda_f \leq \lambda_{pf}$$

$$M_{nFLB} = M_p - \left( \frac{\lambda_f - \lambda_{pf}}{\lambda_{rf} - \lambda_{pf}} \right) \cdot (M_p - M_r) \text{ jika } \lambda_{pf} \leq \lambda_f \leq \lambda_{rf}$$

$$M_{nFLB} = \left( \frac{\lambda_{rf}}{\lambda_f} \right)^2 \cdot M_r \text{ jika } \lambda_f \geq \lambda_{rf}$$

$$M_{nFLB} = M_p = 388,8 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$\phi M_{nFLB} = 349920000 \text{ Nmm}$$

Pada pelat badan:

$$\lambda_{pw} = \left[ \frac{1680}{\sqrt{f_y}} \right]$$

$$\lambda_{pw} = 108,44$$

$$\lambda_{rw} = \left[ \frac{2550}{\sqrt{f_y}} \right]$$

$$\lambda_{rw} = 164,60$$

$$\lambda_w = 42,89$$

Momen Nominal Tekuk Lokal pada pelat badan:

$$M_{nWLB} = M_p \text{ jika } \lambda_w \leq \lambda_{pw}$$

$$M_{nWLB} = M_p - \left( \frac{\lambda_w - \lambda_{pw}}{\lambda_{rw} - \lambda_{pw}} \right) \cdot (M_p - M_r) \text{ jika } \lambda_{pw} \leq \lambda_w \leq \lambda_{rw}$$

$$M_{nWLB} = \left( \frac{\lambda_{rw}}{\lambda_w} \right)^2 \cdot M_r \text{ jika } \lambda_w \geq \lambda_{rw}$$

$$M_{nWLB} = M_p = 388,8 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$\phi M_{nFLB} = 349920000 \text{ Nmm}$$

1.b Kondisi batas tekuk lateral

Panjang tak bertumpu:



$$L_b = 2400 \text{ mm}$$

Bentang balok induk adalah 2400 mm, namun karena terdapat balok anak maka diasumsikan menjadi penahan lateral.

Batas-batas jarak pengekang lateral:

$$I_w = \left(\frac{1}{4}\right) \cdot h^2 \cdot I_y = \left(\frac{1}{4}\right) \cdot (450^2) \cdot 1,87 \cdot 10^7 = 9,47 \cdot 10^{11}$$

$$L_p = 1,76 \cdot r_y \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 2235,5 \text{ mm}$$

$$X_1 = \frac{\pi}{S} \sqrt{\frac{E \cdot G \cdot J \cdot A}{2}}$$

$$= \frac{\pi}{1,91 \cdot 10^6} \sqrt{\frac{200000 \cdot 800000 \cdot 468412,67 \cdot 9,68 \cdot 10^3}{2}} = 31326,62 \text{ MPa}$$

$$X_2 = 4 \left(\frac{S}{G \cdot J}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_y} = 4 \cdot \left(\frac{1,91 \cdot 10^6}{80000 \cdot 468412,67}\right)^2 \cdot \frac{9,47 \cdot 10^{11}}{1,87 \cdot 10^7} = 5,26 \cdot 10^{-4} \text{ mm}^4 / \text{N}^2$$

$$L_r = r_y \cdot \left(\frac{X_1}{f_L}\right) \cdot \sqrt{1 + \sqrt{1 + X_2 \cdot f_L^2}}$$

$$L_r = 44 \cdot \left(\frac{31326,62}{170}\right) \cdot \sqrt{1 + \sqrt{1 + 5,26 \cdot 10^{-4} \cdot 170^2}} = 18175,63 \text{ mm}$$

Maka,

$$L_b = 2400 \text{ mm}$$

$$L_p = 2235,5 \text{ mm}$$

$$L_r = 18175,63 \text{ mm}$$

Keterangan: “Bentang pendek” jika  $L_b \leq L_p$

“Bentang menengah” jika  $L_p < L_b < L_r$

“Bentang panjang” jika  $L_b \geq L_r$

Maka tidak terjadi Tekuk Torsi Lateral.

## 2. Menghitung Kapasitas Gaya Geser Balok B-12

### 2.a Gaya Gasar Nominal pada Sumbu-x:

Besaran penampang yang perlu dihitung:

$$A_{w1} = d \cdot t_w \quad A_{w1} = 4050 \text{ mm}^2$$

$$a = 2400 \text{ mm}$$

$$k_n = 5 + \left[ \frac{5}{\left( \frac{a}{h'} \right)^2} \right] = 5,13$$

Maka besarnya gaya geser nominal pada sumbu-x:

$$\lambda_w = \frac{h'}{t_w} = 42,89$$

$$V_{nx} = (0,6.F_y.A_{w1}) \text{ jika } \lambda_w \leq \left( 1,10 \sqrt{\frac{k_n.E_s}{F_y}} \right)$$

$$V_{nx} = 0,6.F_y.A_{w1} \cdot 1,10 \cdot \sqrt{\frac{k_n.E_s}{F_y}} \cdot \frac{1}{\lambda_w} \text{ jika } \left( 1,10 \sqrt{\frac{k_n.E_s}{F_y}} \right) \leq \lambda_w < 1,37 \cdot \sqrt{\frac{k_n.E_s}{F_y}}$$

$$V_{nx} = 583200 \text{ N}$$

2.b Gaya Geser Nominal pada sumbu-y:

Besaran penampang yang perlu dihitung:

$$A_{w2} = \left( \frac{5}{3} \cdot b_f \cdot t_f \right) \quad A_{w2} = 4666,67 \text{ mm}^2$$

Maka besarnya gaya geser nominal pada sumbu-y:

$$V_{ny} = 0,6.F_y.A_{w2} \quad V_{ny} = 672000 \text{ N}$$

Maka kapasitas gaya geser adalah sebagai berikut:

Kapasitas gaya geser pada sumbu-x:

$$\phi V_{nx} = 0,9 \cdot 748800 \quad \phi V_{nx} = 524880 \text{ N}$$

Kapasitas gaya geser pada sumbu-y:

$$\phi V_{ny} = 0,9 \cdot 2016000 \quad \phi V_{ny} = 604800 \text{ N}$$

Rasio tegangan gaya geser yang bekerja

Rasio tegangan pada sumbu-x:

$$\frac{V_{ux}}{\phi V_{nx}} = 0,00 \quad \text{Hasil Output ETABS : Rasio} = 0,000$$

Rasio tegangan pada sumbu-y:

$$\frac{V_{uy}}{\phi V_{ny}} = \frac{41294,301}{604800} = 0,068 \quad \text{Hasil Output ETABS Rasio} = 0,068$$

3. Menghitung Faktor Modifikasi Momen ( $C_m$ )

$C_m = 1$  ujung-ujung batang yang bisa bertranslasi

4. Menghitung Kapasitas Tarik Balok B-12

Kuat tarik nominal: ( $P_{nt}$ )

$$P_{nt} = A_g \cdot f_y \quad P_{nt} = 2323200 \text{ N}$$

Besar Kapasitas Tarik adalah:

$$\phi P_{nt} = 2090880 \text{ N}$$

Steel Stress Check Information AISC-LRFD93

File

AISC-LRFD93 STEEL SECTION CHECK Units: N-mm (Summary for Combo and Station)  
 Level: STORV1 Element: B12 Station Loc: 9200,000 Section ID: INF450X200  
 Element Type: Moment Resisting Frame Classification: Compact

L=9600,000  
 A=9680,000 i22=18700000,000 i33=335000000,0 z22=288545,502 z33=1621489,014  
 s22=187000,000 s33=1488880,889 r22=43,952 r33=186,031  
 E=200000,000 fy=240,000  
 RLLF=1,000

P-M33-M22 Demand/Capacity Ratio is 0,169 = 0,000 + 0,169 + 0,000

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Combo	COMB7	P	M33	M22	U2	U3
		0,000	-59171168,6	0,000	41294,301	0,000

AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN (H1-1b)

	Pu Load	phi*Pnc Strength	phi*Pnt Strength
Axial	0,000	1696711,146	2090880,066

Moment Capacity

	Mu	phi*Mn Capacity	Cm Factor	B1 Factor	B2 Factor	K Factor	L Factor	Cb Factor
Major Bending	59171168,6	350241627,0	1,000	1,000	1,000	1,000	0,917	1,325
Minor Bending	0,000	60588000,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,250	

SHEAR DESIGN

	Uu Force	Phi*Un Strength	Stress Ratio
Major Shear	41294,301	604800,016	0,068
Minor Shear	0,000	508550,422	0,000

Gambar L.3.2 Nilai Output Balok Bressing tipe D

## Desain Kolom

Karakteristik Profil:

KC 800.300.14.26 (BJ37)

$$d = 800 \text{ mm}$$

$$b_f = 300 \text{ mm}$$

$$t_w = 14 \text{ mm}$$

$$t_f = 26 \text{ mm}$$

$$L = 4000 \text{ mm}$$

$$A_g = 53480 \text{ mm}^2$$

$$I_x = 3,037.10^9 \text{ mm}^4$$

$$I_y = 3,15.10^9 \text{ mm}^4$$

$$r_x = 238,3 \text{ mm}$$

$$r_y = 242,7 \text{ mm}$$

$$S_x = 7,5925.10^6 \text{ mm}^3$$

$$S_y = 7,7402.10^6 \text{ mm}^3$$

$$r_c = 28 \text{ mm}$$

$$h' = d - (2 \cdot t_f) - (2 \cdot r_c)$$

$$h' = 692 \text{ mm}$$

$$A_w = (d - 2 \cdot t_f) \cdot t_w$$

$$A_w = 10472 \text{ mm}^2$$

$$Z_x = b \cdot t_f \cdot (d - t_f) + \frac{1}{4} t_w \cdot (d - 2 \cdot t_f)^2$$

$$Z_x = 7,99.10^6 \text{ mm}^3$$

$$Z_y = \frac{1}{2} t_f \cdot b^2 + \frac{1}{4} (d - 2 \cdot t_f) \cdot t_w^2$$

$$Z_y = 1,21.10^6 \text{ mm}^3$$

Data Material:

Modulus Elastisitas:

$$E_s = 200000 \text{ MPa}$$

Tegangan Leleh Flens dan Badan:

$$f_y = 240 \text{ MPa}$$

Tegangan Sisa:

$$f_r = 70 \text{ MPa}$$

Faktor Reduksi

$$\phi = 0,9$$

$$\phi_c = 0,85$$

$$\phi_b = 0,9$$

Faktor modifikasi Tegangan Leleh:

$$R_y = 1,5 \text{ jika } f_y \leq 250 \text{ MPa}$$

$$R_x = 1,3 \text{ jika } f_y \leq 290 \text{ MPa}$$

Maka digunakan  $R_y = 1,5$

Besaran penampang yang dihitung:

$$f_L = f_y - f_r \quad f_r = 70 \text{ MPa}$$

$$G = 0,8 \cdot 10^5 \text{ MPa}$$

$$f_L = 170 \text{ MPa}$$

$$J = \left(\frac{1}{3}\right) \cdot [(2 \cdot b_f \cdot t_f^3) + [(d - 2 \cdot t_f) \cdot t_w^3]]$$

$$J = 4199370,667 \text{ mm}^4$$

$$I_w = \left[\left(\frac{1}{2}\right) \cdot (d - t_f)\right]^2$$

$$I_w = 149769 \text{ mm}^2$$

$$\text{Momen Leleh: } M_y = S_x \cdot f_y$$

$$M_y = 1,82 \cdot 10^9 \text{ Nmm}$$

$$\text{Momen Plastis: } M_p = Z_x \cdot f_y$$

$$M_p = 1,92 \cdot 10^9 \text{ Nmm}$$

$$\text{Momen Batas Tekuk: } M_r = (f_y - f_r) \cdot S_x$$

$$M_r = 1,29 \cdot 10^9 \text{ Nmm}$$

$$\text{Gaya Aksial Leleh: } P_y = A_g \cdot f_y$$

$$P_y = 1,28 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

Periksa Kekompakan Penampang:

Harus memenuhi syarat kekompakan penampang pada Tabel 15.7-1 (SNI 03-1729-2002)

Pada Pelat sayap:

$$\lambda_f = \frac{b_f}{2 \cdot t_f}$$

$$\lambda_f = 5,77$$

$$\lambda_p = \frac{170}{\sqrt{f_y}}$$

$$\lambda_{ps} = 10,97$$

$$\lambda_f < \lambda_{ps}$$

Kesimpulan: Penampang Kompak.

Pada Pelat Badan:

$$\lambda_w = \frac{h'}{t_w} \qquad \lambda_w = 49,43$$

$$\lambda_p = \frac{1680}{\sqrt{f_y}} \qquad \lambda_p = 108,44$$

$$\lambda_w < \lambda_p$$

Kesimpulan: Penampang Kompak.

### 1. Menghitung Kapasitas Momen Kolom C-14 (Lantai 1)

#### 1.a Kondisi batas tekuk lokal

Momen Nominal Tekuk Lokal (berdasarkan Tabel 7.5-1)

Pada pelat sayap:

$$\lambda_{pf} = \frac{170}{\sqrt{f_y}} \qquad \lambda_{pf} = 10,97$$

$$\lambda_{rf} = \frac{370}{\sqrt{f_y - f_r}} \qquad \lambda_{rf} = 28,38$$

$$\lambda_f = 5,77$$

Momen Nominal Tekuk Lokal pada pelat sayap: ( $M_{nFLB}$ )

$$M_{nFLB} = M_p \text{ jika } \lambda_f \leq \lambda_{pf}$$

$$M_{nFLB} = M_p - \frac{(\lambda_f - \lambda_{pf})}{(\lambda_{rf} - \lambda_{pf})} \cdot (M_p - M_r) \text{ jika } \lambda_{pf} < \lambda_f < \lambda_{rf}$$

$$M_{nFLB} = \left( \frac{\lambda_{rf}}{\lambda_f} \right)^2 \cdot M_r \text{ jika } \lambda_f \geq \lambda_{rf}$$

$$M_{nFLB} = M_p = 1,92 \cdot 10^9 \text{ Nmm}$$

$$\phi M_{nFLB} = 1728000000 \text{ Nmm}$$

Pada pelat badan:

$$\lambda_{pw} = \left[ \frac{1680}{\sqrt{f_y}} - \left[ 1 - \frac{2,75 \cdot N_u}{\phi_b \cdot N_y} \right] \right] \text{ jika } \frac{N_u}{\phi_b \cdot N_y} \leq 0,125$$

$$\lambda_{pw} = \max \left[ \frac{500}{\sqrt{f_y}} \cdot \left( 2,33 - \frac{N_u}{\phi_b \cdot N_y} \right) \right], \left( \frac{665}{\sqrt{f_y}} \right) \text{ jika } \frac{N_u}{\phi_b \cdot N_y} \geq 0,125$$

$$\lambda_{pw} = 63,74$$

$$\lambda_{rw} = \frac{2550}{\sqrt{f_y}} \cdot \left[ 1 - 0,74 \left( \frac{N_u}{\phi_b \cdot N_y} \right) \right]$$

$$\lambda_{rw} = 285,91$$

$$\lambda_w = 49,43$$

Momen Nominal Tekuk Lokal pada pelat badan:

$$M_{nWLB} = M_p \text{ jika } \lambda_w \leq \lambda_{pw}$$

$$M_{nWLB} = M_p - \frac{(\lambda_w - \lambda_{pw})}{(\lambda_{rw} - \lambda_{pw})} \cdot (M_p - M_r) \text{ jika } \lambda_{pw} < \lambda_w < \lambda_{rw}$$

$$M_{nWLB} = \left( \frac{\lambda_{rw}}{\lambda_w} \right)^2 \cdot M_r \text{ jika } \lambda_w \geq \lambda_{rw}$$

$$M_{nWLB} = 1,92 \cdot 10^9 \text{ Nmm}$$

$$\phi M_{nWLB} = 1728000000 \text{ Nmm}$$

1.b Kondisi batas tekuk lateral

Panjang tak bertumpu:

$$L_b = 4000 \text{ mm}$$

Batas-batas jarak pengekang lateral:

$$I_w = \frac{1}{4} \cdot h^2 \cdot I_y = \frac{1}{4} \cdot (800^2) \cdot 3,15 \cdot 10^9 = 5,04 \cdot 10^{14}$$

$$L_p = 1,76 \cdot r_y \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 1,76 \cdot 242,7 \cdot \sqrt{\frac{200000}{240}} = 12330,82 \text{ mm}$$

$$X_1 = \frac{\pi}{S} \sqrt{\frac{E \cdot G \cdot J \cdot A}{2}} = \frac{\pi}{7,5925 \cdot 10^6} \sqrt{\frac{200000 \cdot 80000 \cdot 3467904 \cdot 53480}{2}}$$

$$X_1 = 15938,2 \text{ MPa}$$

$$X_2 = 4 \cdot \left( \frac{S}{G \cdot J} \right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_y} = 4 \cdot \left( \frac{7,5925 \cdot 10^6}{80000 \cdot 4199370,667} \right)^2 \cdot \frac{5,04 \cdot 10^{14}}{3,15 \cdot 10^9}$$

$$X_2 = 3,27 \cdot 10^{-4} \text{ mm}^4/\text{N}^2$$

$$L_r = r_y \cdot \left( \frac{X_1}{f_L} \right) \cdot \sqrt{1 + \sqrt{1 + X_2 \cdot f_L^2}}$$

$$L_r = 242,7 \cdot \left( \frac{15938,2}{170} \right) \cdot \sqrt{1 + \sqrt{1 + 3,27 \cdot 10^{-4} \cdot 170^2}} = 46813,22 \text{ mm}$$

Maka,

$$L_b = 4000 \text{ mm}$$

$$L_p = 12330,82 \text{ mm}$$

$$L_r = 46813,22 \text{ mm}$$

Keterangan:

“ Bentang pendek ” jika  $L_b \leq L_p$

“ Bentang menengah ” jika  $L_p < L_b < L_r$

“ Bentang panjang ” jika  $L_b \geq L_r$

Kesimpulan: Bentang Pendek

Maka tidak terjadi Tekuk Torsi Lateral

## 2. Menghitung Kapasitas Gaya Geser Kolom C-14 (Lantai 1)

### 2.a Gaya Geser Nominal pada sumbu-x:

Besaran penampang yang perlu dihitung:

$$A_{w1} = d \cdot t_w$$

$$A_{w1} = 11200 \text{ mm}^2$$

$$a = 4000 \text{ mm}$$

$$k_n = 5 + \left[ \frac{5}{\left( \frac{a}{h'} \right)^2} \right]$$

$$k_n = 5,15$$

Maka besarnya gaya geser nominal pada sumbu-x:

$$\lambda_w = \frac{h'}{t_w}$$

$$\lambda_w = 49,43$$

$$V_{nx} = (0,6 \cdot f_y \cdot A_{w1}) \text{ jika } \lambda_w \leq \left( 1,10 \cdot \sqrt{\frac{k_n \cdot E_s}{f_y}} \right)$$



$$V_{nx} = 0,6.f_y.A_{w1}.1,10.\sqrt{\frac{k_n.E_s}{f_y}} \cdot \frac{1}{\lambda_w} \text{ jika } \left(1,10.\sqrt{\frac{k_n.E_s}{f_y}}\right) \leq \lambda_w < 1,37.\sqrt{\frac{k_n.E_s}{f_y}}$$

$$V_{nx} = \frac{0,9.A_{w1}.k_n.E_s}{(\lambda_w)^2} \text{ jika } \lambda_w \geq 1,37.\sqrt{\frac{k_n.E_s}{f_y}}$$

$$V_{nx} = 1612800 \text{ N}$$

2.b Gaya Geser Nominal pada sumbu-y:

Besaran penampang yang perlu dihitung:

$$A_{w2} = \left(\frac{5}{3}.br.tr\right) \quad A_{w2} = 13000 \text{ mm}^2$$

Maka besarnya gaya geser nominal pada sumbu-y:

$$V_{ny} = 0,6.f_y.A_{w2} \quad V_{ny} = 1872000 \text{ N}$$

Maka besarnya kapasitas gaya geser:

Kapasitas gaya geser pada sumbu-x:

$$\phi V_{nx} = 0,9.1612800 = 1451520 \text{ N}$$

Kapasitas gaya geser pada sumbu-y:

$$\phi V_{ny} = 0,9.1872000 = 1684800 \text{ N}$$

Rasio tegangan akibat gaya geser yang bekerja:

Rasio tegangan pada sumbu-x:

$V_{ux}$  didapat dari nilai maksimum kombinasi = 21968,688 N

$$\frac{V_{ux}}{\phi V_{nx}} = \frac{21968,688}{1451520} = 0,014 \quad \text{Hasil Output ETABS : Rasio} = 0,009$$

Rasio tegangan pada sumbu-y:

$V_{uy}$  didapat dari nilai maksimum kombinasi = 17664,772 N

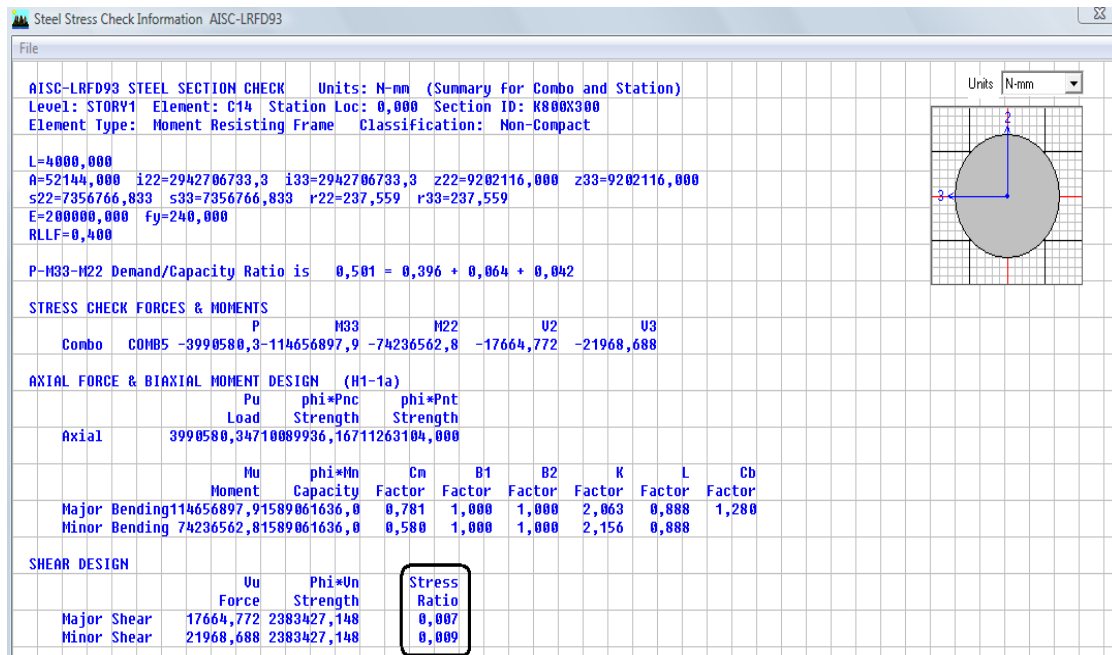
$$\frac{V_{uy}}{\phi V_{ny}} = \frac{17664,772}{1684800} = 0,02 \quad \text{Hasil Output ETABS : Rasio} = 0,007$$

Dari hasil kombinasi pembebanan dan kapasitas kolom yang didapat diatas, maka dapat dihitung persamaan interaksi akibat gaya aksial dan momen sebagai berikut:

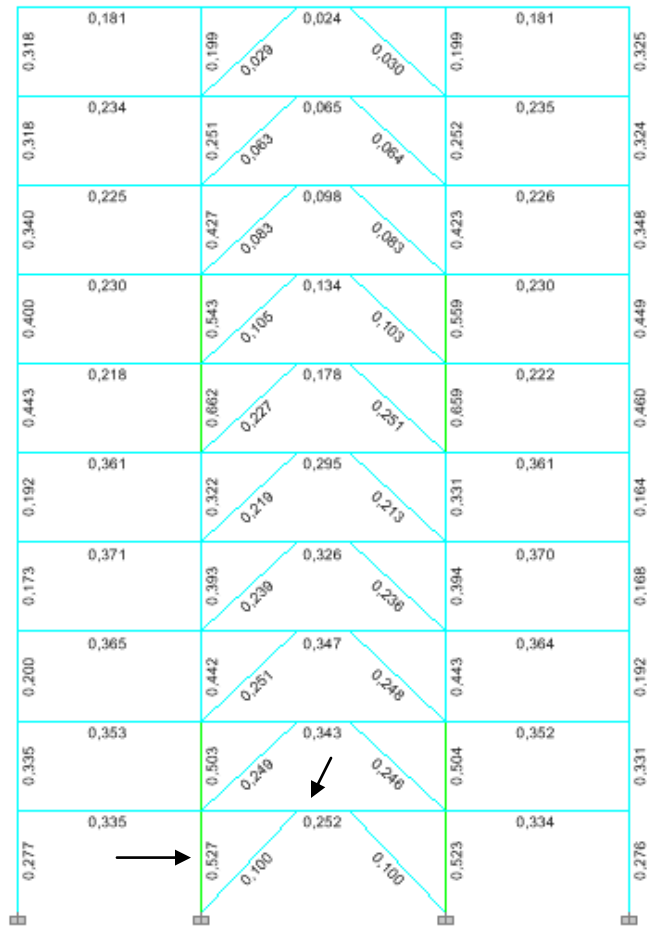
$$\text{Rasio} = \left[ \frac{N_u}{\phi N_{nt}} + \frac{8}{9} \cdot \left( \frac{M_{ux}}{\phi_b M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b M_{ny}} \right) \right] \text{ jika } \frac{N_u}{\phi N_{nt}} > 0,2$$

$$\left[ \frac{N_u}{2 \cdot \phi N_{nt}} + \left( \frac{M_{ux}}{\phi_b M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b M_{ny}} \right) \right] \text{ jika } \frac{N_u}{\phi N_{nt}} < 0,2$$

Maka rasio = 0,503



Gambar L.3.3 Nilai Output Kolom B्रेसing tipe D



**Gambar L.3.4 Balok dan Kolom Potongan 1-1 yang Ditinjau**

**B. Pembahasan Rasio P-M Gedung yang Didesain untuk Bresing tipe V Terbalik.**

**Desain Balok**

Elevation View – 1 (B12) Story 1

Karakteristik Profil :

WF = 400.200.9.14 (BJ37)

$d = 400 \text{ mm}$

$b_f = 200 \text{ mm}$

$t_w = 9 \text{ mm}$

$t_f = 14 \text{ mm}$

$L = 9600 \text{ mm}$

$A_g = 2,187 \cdot 10^4 \text{ mm}^2$

$I_x = 3,35 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$

$I_y = 1,87 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$

$r_x = 186 \text{ mm}$

$r_y = 44 \text{ mm}$

$$S_x = 1,91.10^6 \text{ mm}^3$$

$$S_y = 2,14.10^5 \text{ mm}^3$$

$$r_c = 18 \text{ mm}$$

$$h' = d - 2.t_f - 2.r_c$$

$$h' = 386 \text{ mm}$$

$$A_w = (d - 2.t_f) t_w$$

$$A_w = 3798 \text{ mm}^2$$

$$Z_x = b.t_f.(d - t_f) + \frac{1}{4} t_w . (d - 2.t_f)^2$$

$$Z_x = 1,62.10^6 \text{ mm}^3$$

$$Z_y = \frac{1}{2} . t_f.b^2 + \frac{1}{4} (d - 2.t_f) t_w^2$$

$$Z_y = 2,89.10^5 \text{ mm}^3$$

Data Material:

Modulus Elastisitas :

$$E_s = 200000 \text{ MPa}$$

Tegangan Leleh Sayap dan Badan:

$$f_y = 240 \text{ MPa}$$

Tegangan Sisa :

$$f_r = 70 \text{ MPa}$$

Faktor Reduksi:

$$\phi = 0,9$$

$$\phi_c = 0,85$$

$$\phi_b = 0,9$$

Faktor modifikasi Tegangan Leleh:

$$R_y = 1,5 \text{ jika } f_y \leq 250 \text{ MPa (BJ41)}$$

$$R_y = 1,3 \text{ jika } f_y \leq 290 \text{ MPa (BJ50)}$$

Maka  $R_y = 1,5$

Besaran penampang yang perlu dihitung:

$$f_L = f_y - f_r$$

$$f_r = 70 \text{ MPa}$$

$$G = 8.10^4 \text{ MPa}$$

$$f_L = 170 \text{ MPa}$$

$$J = \left(\frac{1}{3}\right) \cdot \left[ (2.b.f.t_f^3) + [(d - 2.t_f).t_w^3] \right]$$

$$J = 4199370,667 \text{ mm}^4$$

$$I_w = \left[ \left(\frac{1}{2}\right) \cdot (d - t_f) \right]^2$$

$$I_w = 47524 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned}
\text{Momen Leleh :} \quad M_y &= S_x \cdot f_y & M_y &= 458,4 \cdot 10^6 \text{ Nmm} \\
\text{Momen Plastis :} \quad M_p &= Z_x \cdot f_y & M_p &= 388,8 \cdot 10^6 \text{ Nmm} \\
\text{Momen Batas Tekuk: } M_r &= (f_y - f_r) \cdot S_x & M_r &= 32,47 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \\
&\text{(karena tegangan leleh flens dan badan sama)} \\
\text{Gaya aksial Leleh:} \quad P_y &= A_g \cdot f_y & P_y &= 2,32 \cdot 10^6 \text{ Nmm}
\end{aligned}$$

Periksa Kekompakan Penampang:

Perhitungan kekompakan harus memenuhi syarat kekompakan penampang yang terdapat pada Tabel 15.7-1 (SNI 03-1729-2002)

Pada Pelat sayap:

$$\begin{aligned}
\lambda_f &= \frac{b_f}{2 \cdot t_f} & \lambda_f &= 7,14 \\
\lambda_p &= \frac{170}{\sqrt{f_y}} & \lambda_p &= 10,97
\end{aligned}$$

Kesimpulan: Sayap Kompak

Pada Pelat badan:

$$\begin{aligned}
\lambda_w &= \frac{h'}{t_w} & \lambda_w &= 42,89 \\
\lambda_p &= \frac{1680}{\sqrt{f_y}} & \lambda_p &= 108,44
\end{aligned}$$

Kesimpulan: Badan Kompak ( $\lambda_w < \lambda_p$ )

1. Menghitung Kapasitas Momen Balok B-12

1.a Kondisi batas tekuk lokal

Momen Nominal Tekuk lokal (berdasarkan Tabel 7.5-1)

Pada pelat sayap:

$$\lambda_{pf} = \frac{170}{\sqrt{f_y}} \quad \lambda_{pf} = 10,97$$

$$\lambda_{rf} = \frac{370}{\sqrt{f_y - f_r}}$$

$$\lambda_{rf} = 28,38$$

$$\lambda_r = 7,14$$

Momen Nominal Tekuk Lokal pada pelat sayap: ( $M_{nFLB}$ )

$$M_{nFLB} = M_p \text{ jika } \lambda_f \leq \lambda_{pf}$$

$$M_{nFLB} = M_p - \left( \frac{\lambda_f - \lambda_{pf}}{\lambda_{rf} - \lambda_{pf}} \right) \cdot (M_p - M_r) \text{ jika } \lambda_{pf} \leq \lambda_f \leq \lambda_{rf}$$

$$M_{nFLB} = \left( \frac{\lambda_{rf}}{\lambda_f} \right)^2 \cdot M_r \text{ jika } \lambda_f \geq \lambda_{rf}$$

$$M_{nFLB} = M_p = 388,8 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$\phi M_{nFLB} = 349920000 \text{ Nmm}$$

Pada pelat badan:

$$\lambda_{pw} = \left[ \frac{1680}{\sqrt{f_y}} \right]$$

$$\lambda_{pw} = 108,44$$

$$\lambda_{rw} = \left[ \frac{2550}{\sqrt{f_y}} \right]$$

$$\lambda_{rw} = 164,60$$

$$\lambda_w = 42,89$$

Momen Nominal Tekuk Lokal pada pelat badan:

$$M_{nWLB} = M_p \text{ jika } \lambda_w \leq \lambda_{pw}$$

$$M_{nWLB} = M_p - \left( \frac{\lambda_w - \lambda_{pw}}{\lambda_{rw} - \lambda_{pw}} \right) \cdot (M_p - M_r) \text{ jika } \lambda_{pw} \leq \lambda_w \leq \lambda_{rw}$$

$$M_{nWLB} = \left( \frac{\lambda_{rw}}{\lambda_w} \right)^2 \cdot M_r \text{ jika } \lambda_w \geq \lambda_{rw}$$

$$M_{nWLB} = M_p = 388,8 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$\phi M_{nFLB} = 349920000 \text{ Nmm}$$

1.b Kondisi batas tekuk lateral

Panjang tak bertumpu:

$$L_b = 2400 \text{ mm}$$

Bentang balok induk adalah 2400 mm, namun karena terdapat balok anak maka diasumsikan menjadi penahan lateral.

Batas-batas jarak pengekang lateral:

$$I_w = \left(\frac{1}{4}\right) \cdot h^2 \cdot I_y = \left(\frac{1}{4}\right) \cdot (450^2) \cdot 1,87 \cdot 10^7 = 9,47 \cdot 10^{11}$$

$$L_p = 1,76 \cdot r_y \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 2235,5 \text{ mm}$$

$$X_1 = \frac{\pi}{S} \sqrt{\frac{E \cdot G \cdot J \cdot A}{2}}$$

$$= \frac{\pi}{1,91 \cdot 10^6} \sqrt{\frac{200000 \cdot 800000 \cdot 4199370,67 \cdot 9,68 \cdot 10^3}{2}} = 31326,62 \text{ MPa}$$

$$X_2 = 4 \left(\frac{S}{G \cdot J}\right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_y} = 4 \cdot \left(\frac{1,91 \cdot 10^6}{80000 \cdot 4199370,67}\right)^2 \cdot \frac{9,47 \cdot 10^{11}}{1,87 \cdot 10^7} = 5,26 \cdot 10^{-4} \text{ mm}^4 / \text{N}^2$$

$$L_r = r_y \cdot \left(\frac{X_1}{f_L}\right) \cdot \sqrt{1 + \sqrt{1 + X_2 \cdot f_L^2}}$$

$$L_r = 44 \cdot \left(\frac{31326,62}{170}\right) \cdot \sqrt{1 + \sqrt{1 + 5,26 \cdot 10^{-4} \cdot 170^2}} = 18175,63 \text{ mm}$$

Maka,

$$L_b = 2400 \text{ mm}$$

$$L_p = 2235,5 \text{ mm}$$

$$L_r = 18175,63 \text{ mm}$$

Keterangan: “Bentang pendek” jika  $L_b \leq L_p$

“Bentang menengah” jika  $L_p < L_b < L_r$

“Bentang panjang” jika  $L_b \geq L_r$

Maka tidak terjadi Tekuk Torsi Lateral.

## 2. Menghitung Kapasitas Gaya Geser Balok B-12

### 2.a Gaya Geser Nominal pada Sumbu-x:

Besaran penampang yang perlu dihitung:

$$A_{w1} = d \cdot t_w \quad A_{w1} = 4050 \text{ mm}^2$$

$$a = 2400 \text{ mm}$$

$$k_n = 5 + \left[ \frac{5}{\left(\frac{a}{h'}\right)^2} \right] = 5,13$$

Maka besarnya gaya geser nominal pada sumbu-x:

$$\lambda_w = \frac{h'}{t_w} = 42,89$$

$$V_{nx} = (0,6.F_y.A_{w1}) \text{ jika } \lambda_w \leq \left( 1,10 \sqrt{\frac{k_n.E_s}{F_y}} \right)$$

$$V_{nx} = 0,6.F_y.A_{w1} \cdot 1,10 \cdot \sqrt{\frac{k_n.E_s}{F_y}} \cdot \frac{1}{\lambda_w} \text{ jika } \left( 1,10 \sqrt{\frac{k_n.E_s}{F_y}} \right) \leq \lambda_w < 1,37 \cdot \sqrt{\frac{k_n.E_s}{F_y}}$$

$$V_{nx} = 583200 \text{ N}$$

2.b Gaya Geser Nominal pada sumbu-y:

Besaran penampang yang perlu dihitung:

$$A_{w2} = \left( \frac{5}{3} \cdot b_f \cdot t_f \right) \quad A_{w2} = 4666,67 \text{ mm}^2$$

Maka besarnya gaya geser nominal pada sumbu-y:

$$V_{ny} = 0,6.F_y.A_{w2} \quad V_{ny} = 672000 \text{ N}$$

Maka kapasitas gaya geser adalah sebagai berikut:

Kapasitas gaya geser pada sumbu-x:

$$\phi V_{nx} = 0,9 \cdot 583200 \quad \phi V_{nx} = 524880 \text{ N}$$

Kapasitas gaya geser pada sumbu-y:

$$\phi V_{ny} = 0,9 \cdot 672000 \quad \phi V_{ny} = 604800 \text{ N}$$

Rasio tegangan gaya geser yang bekerja

Rasio tegangan pada sumbu-x:

$$\frac{V_{ux}}{\phi V_{nx}} = 0,000 \quad \text{Hasil Output ETABS : Rasio} = 0,000$$



Rasio tegangan pada sumbu-y:

$$\frac{V_{uy}}{\phi V_{ny}} = \frac{82016,437}{604800} = 0,162 \quad \text{Hasil Output ETABS Rasio} = 0,162$$

3. Menghitung Faktor Modifikasi Momen ( $C_m$ )

$C_m = 1$  ujung-ujung batang yang bisa bertranslasi

4. Menghitung Kapasitas Tarik Balok B-12

Kuat tarik nominal: ( $P_{nt}$ )

$$P_{nt} = A_g \cdot f_y \quad P_{nt} = 5248800 \text{ N}$$

Besar Kapasitas Tarik adalah:

$$\phi P_{nt} = 4723920 \text{ N}$$

Steel Stress Check Information AISC-LRFD93

File

AISC-LRFD93 STEEL SECTION CHECK Units: N-mm (Summary for Combo and Station)  
 Level: STORY1 Element: B12 Station Loc: 3800,000 Section ID: IMF450X200  
 Element Type: Moment Resisting Frame Classification: Compact

L=9600,000  
 A=9680,000 i22=18700000,000 i33=335000000,0 z22=288545,502 z33=1621489,014  
 s22=187000,000 s33=1488888,889 r22=43,952 r33=186,031  
 E=200000,000 fy=240,000  
 RLLF=1,000

P-H33-M22 Demand/Capacity Ratio is 0,252 = 0,000 + 0,252 + 0,000

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Combo	COMB5	P	M33	M22	U2	U3
		0,000	-88288742,1	0,000	-98013,933	0,000

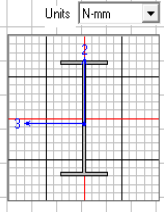
AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN (H1-1b)

	Pu Load	phi*Pnc Strength	phi*Pnt Strength
Axial	0,000	1696711,146	2090880,066

	Mu Moment	phi*Mn Capacity	Cn Factor	B1 Factor	B2 Factor	K Factor	L Factor	Cb Factor
Major Bending	88288742,1	350241627,0	1,000	1,000	1,000	1,000	0,354	1,724
Minor Bending	0,000	60588000,00	1,000	1,000	1,000	1,000	0,250	

SHEAR DESIGN

	Uu Force	Phi*Un Strength	Stress Ratio
Major Shear	98013,933	604800,016	0,162
Minor Shear	0,000	508550,422	0,000



Gambar L.3.5 Nilai Output Balok Browsing tipe V terbalik

## Desain Kolom

Karakteristik Profil:

KC = 800.300.14.26 (BJ37)

$d = 800 \text{ mm}$

$b_f = 300 \text{ mm}$

$t_w = 14 \text{ mm}$

$t_f = 26 \text{ mm}$

$L = 4000 \text{ mm}$

$A_g = 51592 \text{ mm}^2$

$I_x = 3,037.10^9 \text{ mm}^4$

$I_y = 3,15.10^9 \text{ mm}^4$

$r_x = 238,3 \text{ mm}$

$r_y = 242,7 \text{ mm}$

$S_x = 7,5925.10^6 \text{ mm}^3$

$S_y = 7,7402.10^6 \text{ mm}^3$

$r_c = 28 \text{ mm}$

$h' = d - (2 \cdot t_f) - (2 \cdot r_c)$

$h' = 692 \text{ mm}$

$A_w = (d - 2 \cdot t_f) \cdot t_w$

$A_w = 10472 \text{ mm}^2$

$Z_x = b \cdot t_f \cdot (d - t_f) + \frac{1}{4} t_w \cdot (d - 2 \cdot t_f)^2$

$Z_x = 7,99.10^6 \text{ mm}^3$

$Z_y = \frac{1}{2} t_f \cdot b^2 + \frac{1}{4} (d - 2 \cdot t_f) \cdot t_w^2$

$Z_y = 1,21.10^6 \text{ mm}^3$

Data Material:

Modulus Elastisitas:

$E_s = 200000 \text{ MPa}$

Tegangan Leleh Flens dan Badan:

$f_y = 240 \text{ MPa}$

Tegangan Sisa:

$f_r = 70 \text{ MPa}$

Faktor Reduksi

$$\phi = 0,9 \qquad \phi_c = 0,85 \qquad \phi_b = 0,9$$

Faktor modifikasi Tegangan Leleh:

$$R_y = 1,5 \text{ jika } f_y \leq 250 \text{ MPa}$$

$$R_x = 1,3 \text{ jika } f_y \leq 290 \text{ MPa}$$

Maka digunakan  $R_y = 1,5$

Besaran penampang yang dihitung:

$$f_L = f_y - f_r \qquad f_r = 70 \text{ MPa} \qquad G = 0,8 \cdot 10^5 \text{ MPa}$$

$$f_L = 170 \text{ MPa}$$

$$J = \left(\frac{1}{3}\right) \cdot [(2 \cdot b_f \cdot t_f^3) + [(d - 2 \cdot t_f) \cdot t_w^3]] \qquad J = 4199370,667 \text{ mm}^4$$

$$I_w = \left[\left(\frac{1}{2}\right) \cdot (d - t_f)\right]^2 \qquad I_w = 149769 \text{ mm}^2$$

$$\text{Momen Leleh: } M_y = S_x \cdot f_y \qquad M_y = 1,82 \cdot 10^9 \text{ Nmm}$$

$$\text{Momen Plastis: } M_p = Z_x \cdot f_y \qquad M_p = 1,92 \cdot 10^9 \text{ Nmm}$$

$$\text{Momen Batas Tekuk: } M_r = (f_y - f_r) \cdot S_x \qquad M_r = 1,29 \cdot 10^9 \text{ Nmm}$$

$$\text{Gaya Aksial Leleh: } P_y = A_g \cdot f_y \qquad P_y = 1,28 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

Periksa Kekompakan Penampang:

Harus memenuhi syarat kekompakan penampang pada Tabel 15.7-1 (SNI 03-1729-2002)

Pada Pelat sayap:

$$\lambda_f = \frac{b_f}{2 \cdot t_f} \qquad \lambda_f = 5,77$$

$$\lambda_p = \frac{170}{\sqrt{f_y}}$$

$$\lambda_{ps} = 10,97$$

$$\lambda_f < \lambda_{ps}$$

Kesimpulan: Penampang Kompak.

Pada Pelat Badan:

$$\lambda_w = \frac{h'}{t_w}$$

$$\lambda_w = 49,43$$

$$\lambda_p = \frac{1680}{\sqrt{f_y}}$$

$$\lambda_p = 108,44$$

$$\lambda_w < \lambda_p$$

Kesimpulan: Penampang Kompak.

## 1. Menghitung Kapasitas Momen Kolom C-14 (Lantai 1)

### 1.a Kondisi batas tekuk lokal

Momen Nominal Tekuk Lokal (berdasarkan Tabel 7.5-1)

Pada pelat sayap:

$$\lambda_{pf} = \frac{170}{\sqrt{f_y}}$$

$$\lambda_{pf} = 10,97$$

$$\lambda_{rf} = \frac{370}{\sqrt{f_y - f_r}}$$

$$\lambda_{rf} = 28,38$$

$$\lambda_f = 9,5$$

Momen Nominal Tekuk Lokal pada pelat sayap: ( $M_{nFLB}$ )

$$M_{nFLB} = M_p \text{ jika } \lambda_f \leq \lambda_{pf}$$

$$M_{nFLB} = M_p - \frac{(\lambda_f - \lambda_{pf})}{(\lambda_{rf} - \lambda_{pf})} \cdot (M_p - M_r) \text{ jika } \lambda_{pf} < \lambda_f < \lambda_{rf}$$

$$M_{nFLB} = \left( \frac{\lambda_{rf}}{\lambda_f} \right)^2 \cdot M_r \text{ jika } \lambda_f \geq \lambda_{rf}$$

$$M_{nFLB} = M_p = 5,11 \cdot 10^9 \text{ Nmm}$$

$$\phi M_{nFLB} = 4599000000 \text{ Nmm}$$

Pada pelat badan:

$$\lambda_{pw} = \left[ \frac{1680}{\sqrt{f_y}} - \left[ 1 - \frac{2,75 \cdot N_u}{\phi_b \cdot N_y} \right] \right] \text{ jika } \frac{N_u}{\phi_b \cdot N_y} \leq 0,125$$

$$\lambda_{pw} = \max \left[ \frac{500}{\sqrt{f_y}} \cdot \left( 2,33 - \frac{N_u}{\phi_b \cdot N_y} \right) \right], \left( \frac{665}{\sqrt{f_y}} \right) \text{ jika } \frac{N_u}{\phi_b \cdot N_y} \geq 0,125$$

$$\lambda_{pw} = 65,14$$

$$\lambda_{rw} = \frac{2550}{\sqrt{f_y}} \cdot \left[ 1 - 0,74 \left( \frac{N_u}{\phi_b \cdot N_y} \right) \right]$$

$$\lambda_{rw} = 126,74$$

$$\lambda_w = 44,09$$

Momen Nominal Tekuk Lokal pada pelat badan:

$$M_{nWLB} = M_p \text{ jika } \lambda_w \leq \lambda_{pw}$$

$$M_{nWLB} = M_p - \frac{(\lambda_w - \lambda_{pw})}{(\lambda_{rw} - \lambda_{pw})} \cdot (M_p - M_r) \text{ jika } \lambda_{pw} < \lambda_w < \lambda_{rw}$$

$$M_{nWLB} = \left( \frac{\lambda_{rw}}{\lambda_w} \right)^2 \cdot M_r \text{ jika } \lambda_w \geq \lambda_{rw}$$

$$M_{nWLB} = 1,92 \cdot 10^9 \text{ Nmm}$$

$$\phi M_{nWLB} = 1725840000 \text{ Nmm}$$

1.b Kondisi batas tekuk lateral

Panjang tak bertumpu:

$$L_b = 4000 \text{ mm}$$

Batas-batas jarak pengekang lateral:

$$I_w = \frac{1}{4} \cdot h^2 \cdot I_y = \frac{1}{4} \cdot (800^2) \cdot 3,15 \cdot 10^9 = 5,04 \cdot 10^{14}$$

$$L_p = 1,76 \cdot r_y \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 1,76 \cdot 242,7 \cdot \sqrt{\frac{200000}{240}} = 12330,82 \text{ mm}$$

$$X_1 = \frac{\pi}{S} \sqrt{\frac{E \cdot G \cdot J \cdot A}{2}} = \frac{\pi}{7,5925 \cdot 10^6} \sqrt{\frac{200000 \cdot 80000 \cdot 4199370,667 \cdot 53480}{2}}$$

$$X_1 = 17538,72 \text{ MPa}$$

$$X_2 = 4 \cdot \left( \frac{S}{G.J} \right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_y} = 4 \cdot \left( \frac{7,5925 \cdot 10^6}{80000.4199370,667} \right)^2 \cdot \frac{5,04 \cdot 10^{14}}{3,15 \cdot 10^9}$$

$$X_2 = 3,27 \cdot 10^{-5} \text{ mm}^4/\text{N}^2$$

$$L_r = r_y \cdot \left( \frac{X_1}{f_L} \right) \cdot \sqrt{1 + \sqrt{1 + X_2 \cdot f_L^2}}$$

$$L_r = 242,7 \cdot \left( \frac{17538,72}{170} \right) \cdot \sqrt{1 + \sqrt{1 + 3,27 \cdot 10^{-5} \cdot 170^2}} = 38747,09 \text{ mm}$$

Maka,

$$L_b = 4000 \text{ mm}$$

$$L_p = 12330,82 \text{ mm}$$

$$L_r = 38747,09 \text{ mm}$$

Keterangan:

“ Bentang pendek ” jika  $L_b \leq L_p$

“ Bentang menengah “ jika  $L_p < L_b < L_r$

“ Bentang panjang “ jika  $L_b \geq L_r$

Kesimpulan: Bentang Pendek

Maka tidak terjadi Tekuk Torsi Lateral

## 2. Menghitung Kapasitas Gaya Geser Kolom C-14 (Lantai 1)

### 2.a Gaya Geser Nominal pada sumbu-x:

Besaran penampang yang perlu dihitung:

$$A_{w1} = d \cdot t_w$$

$$A_{w1} = 11200 \text{ mm}^2$$

$$a = 4000 \text{ mm}$$

$$k_n = 5 + \left[ \frac{5}{\left( \frac{a}{h'} \right)^2} \right]$$

$$k_n = 5,15$$

Maka besarnya gaya geser nominal pada sumbu-x:

$$\lambda_w = \frac{h'}{t_w}$$

$$\lambda_w = 49,43$$

$$V_{nx} = (0,6.f_y.A_{w1}) \text{ jika } \lambda_w \leq \left(1,10.\sqrt{\frac{k_n.E_s}{f_y}}\right)$$

$$V_{nx} = 0,6.f_y.A_{w1}.1,10.\sqrt{\frac{k_n.E_s}{f_y}} \cdot \frac{1}{\lambda_w} \text{ jika } \left(1,10.\sqrt{\frac{k_n.E_s}{f_y}}\right) \leq \lambda_w < 1,37.\sqrt{\frac{k_n.E_s}{f_y}}$$

$$V_{nx} = \frac{0,9.A_{w1}.k_n.E_s}{(\lambda_w)^2} \text{ jika } \lambda_w \geq 1,37.\sqrt{\frac{k_n.E_s}{f_y}}$$

$$V_{nx} = 1612800 \text{ N}$$

2.b Gaya Geser Nominal pada sumbu-y:

Besaran penampang yang perlu dihitung:

$$A_{w2} = \left(\frac{5}{3}.b.f.t_f\right) \quad A_{w2} = 13000 \text{ mm}^2$$

Maka besarnya gaya geser nominal pada sumbu-y:

$$V_{ny} = 0,6.f_y.A_{w2} \quad V_{ny} = 1872000 \text{ N}$$

Maka besarnya kapasitas gaya geser:

Kapasitas gaya geser pada sumbu-x:

$$\phi V_{nx} = 0,9.1612800 = 1451520 \text{ N}$$

Kapasitas gaya geser pada sumbu-y:

$$\phi V_{ny} = 0,9.1872000 = 1684800 \text{ N}$$

Rasio tegangan akibat gaya geser yang bekerja:

Rasio tegangan pada sumbu-x:

$$V_{ux} \text{ didapat dari nilai maksimum kombinasi} = 9005,678 \text{ N}$$

$$\frac{V_{ux}}{\phi V_{nx}} = \frac{9005,678}{1451520} = 0,006$$

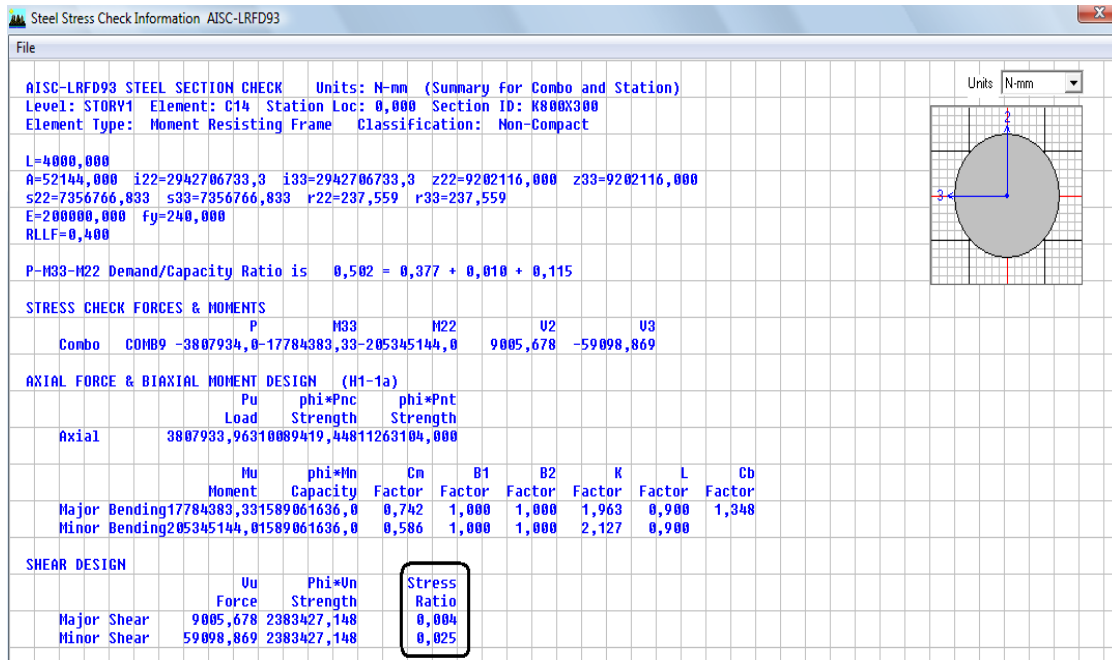
Hasil Output ETABS Rasio = 0,004

Rasio tegangan pada sumbu-y:

$$V_{uy} \text{ didapat dari nilai maksimum kombinasi} = 59098,869 \text{ N}$$

$$\frac{V_{uy}}{\phi V_{ny}} = \frac{59098,869}{1684800} = 0,03$$

Hasil Output ETABS Rasio = 0,025

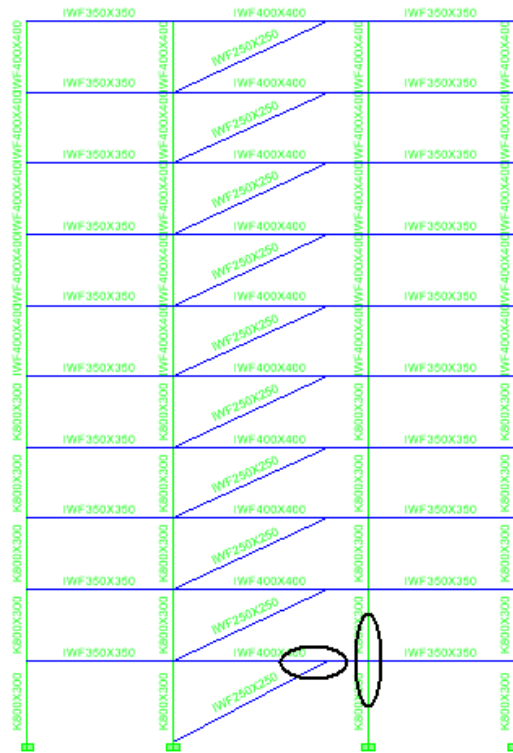


Gambar L.3.6 Nilai Output Kolom Bresing tipe V terbalik

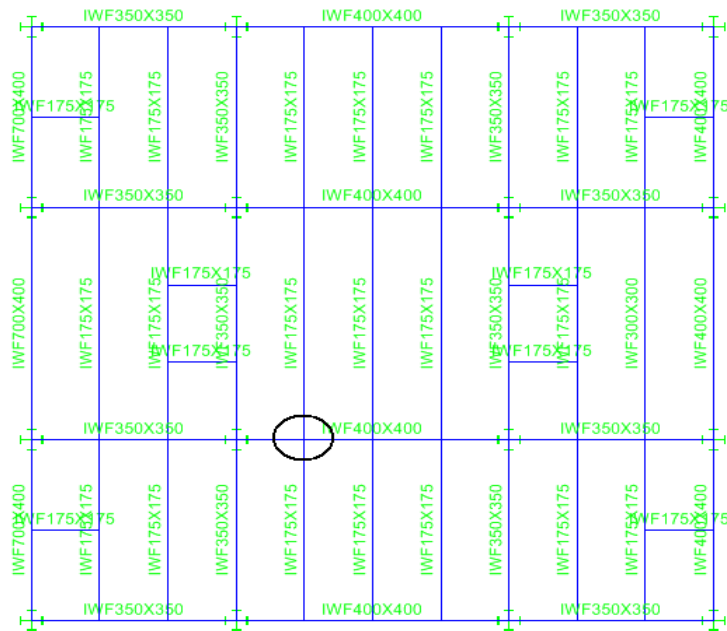


**LAMPIRAN IV**  
**DESAIN SAMBUNGAN**

## Desain Sambungan



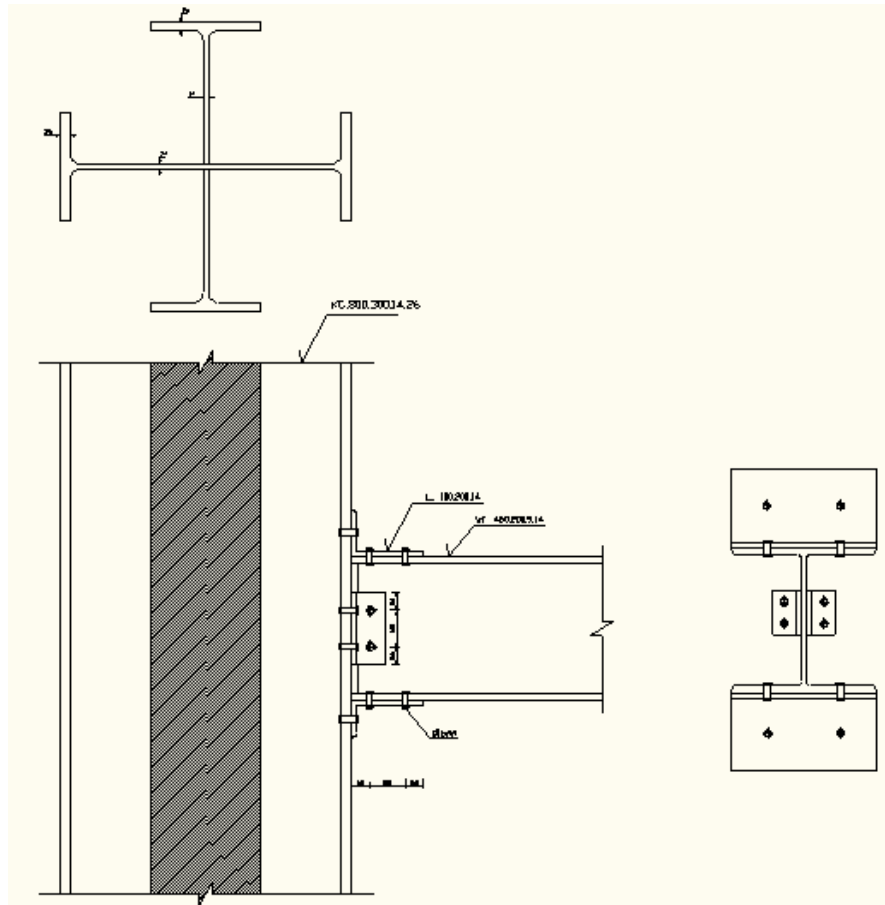
**Gambar L.4.1 Desain Sambungan Balok–Kolom dan Balok – Bresing potongan 1**



**Gambar L.4.1 Desain Sambungan Balok Induk – Balok Anak**

## L.4.1 Elemen Struktur Gedung yang Didesain dengan Bresing tipe D

### A. Desain dan *Detailing* Sambungan Balok – Kolom



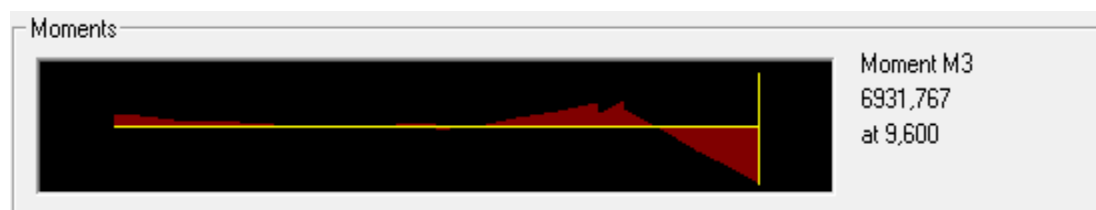
**Gambar L.4.1 Detail Sambungan Balok - Kolom**

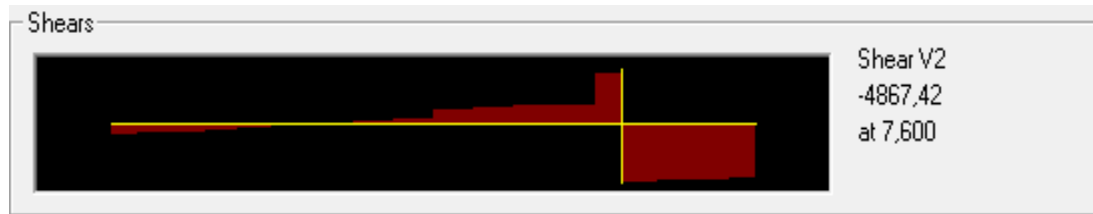
Didapat dari data ETABS:  $M_u = 6931,767 \text{ kgm} = 69317670 \text{ Nmm}$

$V_u = 4867,42 \text{ kg} = 48674,2 \text{ N}$

**Balok 450.200.13.21**

**Kolom KC 800.300.14.26**





**Gambar L.4.2 Diagram Momen dan Geser Balok Sambungan Balok – Kolom (kg-m)**

Menghitung tahanan nominal baut:

Mutu baut yang digunakan adalah jenis A325  $\phi$  19 mm

**Tahanan Geser Baut**

$$1 \text{ bidang geser } \phi R_n = \phi \cdot r_1 \cdot f_u^b \cdot A_b \cdot m = 0,75 \cdot 0,5 \cdot 825 \cdot (0,25 \cdot \pi \cdot 19^2) \cdot 1 = 62203,53 \text{ N}$$

$$2 \text{ bidang geser } \phi R_n = 2 \cdot 62203,54 \text{ N} = 124407,07 \text{ N}$$

**Tahanan Tumpu Baut**

$$\text{Badan balok : } \phi R_n = 0,75 \cdot 2,4 \cdot d_b \cdot t_p \cdot f_u^p = 0,75 \cdot 2,4 \cdot 19 \cdot 9 \cdot 370 = 95904 \text{ N}$$

$$\text{Sayap balok : } \phi R_n = 0,75 \cdot 2,4 \cdot d_b \cdot t_p \cdot f_u^p = 0,75 \cdot 2,4 \cdot 19 \cdot 12 \cdot 370 = 127872 \text{ N}$$

**Tahanan Tarik Baut**

$$\phi R_n = 0,75 \cdot 0,75 \cdot f_u^b \cdot A_b = 0,75 \cdot 0,75 \cdot 825 \cdot 201,06 = 93305,33 \text{ N}$$

**Perhitungan siku penyambung atas dan bawah**

Dicoba dua buah baut arah sayap kolom pada masing-masing profil siku, sehingga:

$$d = \frac{M}{2T} = \frac{69317670}{2 \cdot 93305,33} = 401,96 \approx 550 \text{ mm}$$

Jarak baut terhadap sayap atas balok =  $\frac{1}{2} \times (550 - 450) = 50 \text{ mm}$ . Gunakan profil siku

100.200.14, sehingga:

$$a = 50 - t_{\text{siku}} - r_{\text{siku}} = 50 - 14 - 15 = 21 \text{ mm}$$

dengan  $d = 550 \text{ mm}$ , maka gaya yang bekerja pada profil siku adalah:

$$T = \frac{M}{d} = \frac{69317670}{550} = 126032,13 \text{ N}$$

Gaya ini menimbulkan momen pada profil siku sebesar:

$$M = 0,5 \cdot T \cdot a = 0,5 \cdot 126032,13 \cdot 21 = 1323337,365 \text{ Nmm}$$

Kapasitas nominal penampang persegi adalah:

$$\phi M_n = 0,9 \left( \frac{b \cdot d^2}{4} \right) f_y$$

$$\text{Sehingga diperoleh: } b = \frac{4 \times 1323337,365}{0,9 \times 240 \times 14^2} = 125,03 \text{ mm}$$

Gunakan siku 100.200.14 dengan panjang 200 mm pada arah sayap kolom.

#### **Perhitungan sambungan pada sayap balok**

$$\text{Gaya geser pada sayap balok adalah } \frac{69317670}{450} = 154039,27 \text{ N}$$

Baut penyambung adalah baut dengan satu bidang geser, sehingga:

$$n = \frac{154039,27}{62203,53} = 2,48 \approx 4 \text{ buah baut}$$

#### **Perhitungan sambungan pada badan balok**

Tahanan dua bidang geser (124407,07 N) lebih besar daripada tahanan tumpu (95904 N) sehingga baut ditentukan oleh tahanan tumpu.

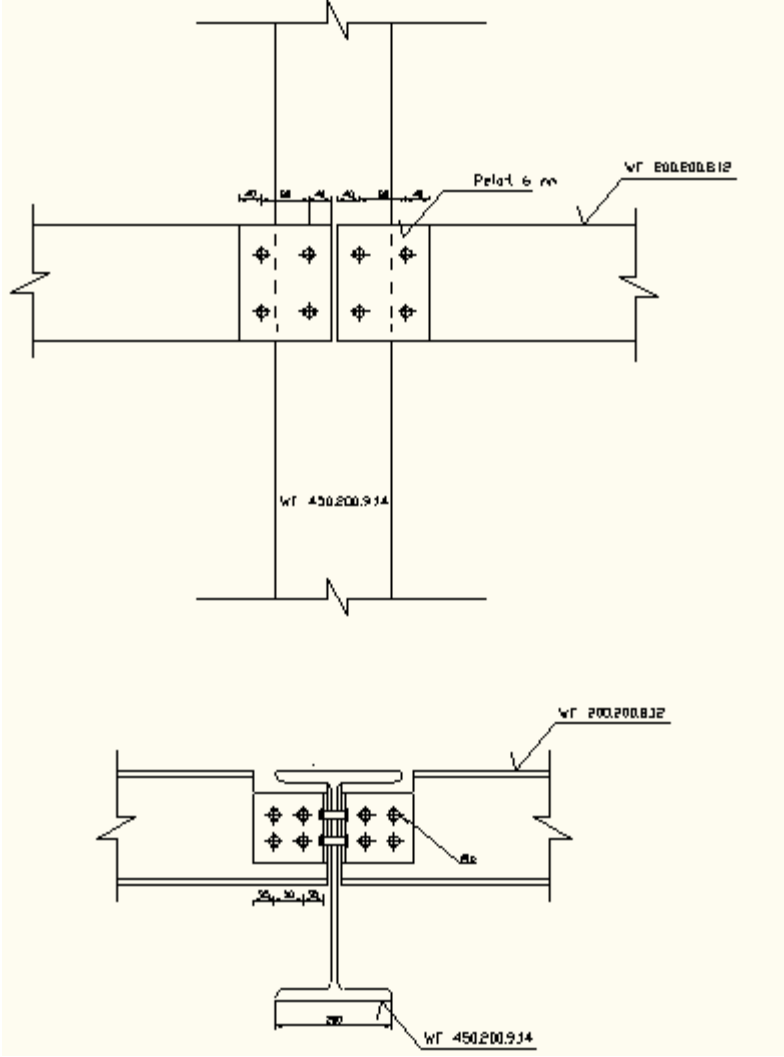
$$n = \frac{48674,2}{95904} = 0,51 \approx 2 \text{ buah baut}$$

#### **Sambungan badan balok dengan sayap kolom**

Baut yang menghubungkan balok dengan sayap kolom adalah sambungan dengan satu bidang geser ( $\phi R_n = 62203,53 \text{ N}$ ), sehingga:

$$n = \frac{48674,2}{62203,53} = 0,78 \approx 2 \text{ buah baut}$$

**B. Desain dan *Detailing* Sambungan Balok Induk – Balok Anak**

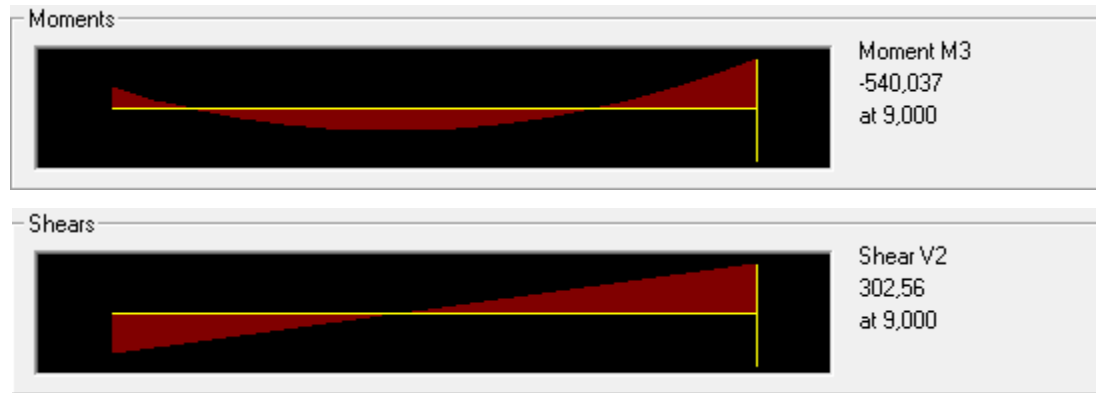


**Gambar L.4.3 Detail Sambungan Balok Induk – Balok Anak**

Didapat dari data ETABS:  $M_u = 540,037 \text{ kgm} = 5400370 \text{ Nmm}$   
 $V_u = 302,56 \text{ kgm} = 3025,6 \text{ N}$

**Balok Induk 450.200.9.14**

**Balok Anak 200.200.8.12**



**Gambar L.4.4 Diagram Momen dan Geser Sambungan Balok Induk – Balok Anak (kg-m)**

**1. Pelat Penyambung Badan**

Menggunakan tipe tumpu, tanpa ulir pada bidang geser  $f_u^b = 825 \text{ MPa}$ ,  $f_u = 370 \text{ MPa}$

$$A_n = [120 - 4(16 + 2)] \cdot 10 = 680 \text{ mm}$$

SNI 03-1729-2002 TCPSBUBG Hal 103 Pasal 13.4

$$\phi R_n = \phi \cdot 2 \cdot 4 \cdot d_b \cdot t_p \cdot f_u = 0,75 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 16 \cdot 10 \cdot 370 = 106560 \text{ N} \geq V_u = 3025,6 \text{ N (Baut kuat)}$$

**2. Pelat Penyambung Sayap**

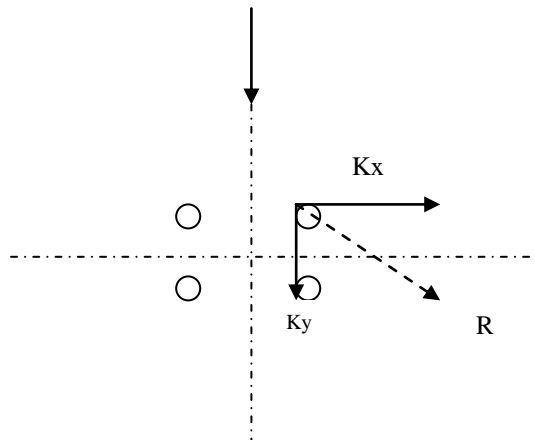
$$T_u = \frac{M_u}{h'} = \frac{5400370}{(200 - 2 \cdot 12)} = 30683,92 \text{ N}$$

$$A_n = [160 - 2 \cdot (16 + 2)] \cdot 8 = 992 \text{ mm}^2$$

$$\phi \cdot A_g \cdot f_y = 0,9 \cdot (160 \cdot 10) \cdot 240 = 345600 \text{ N} \geq T_u = 30683,92 \text{ N} \quad (\text{OK})$$

$$\phi \cdot A_n \cdot f_u = 0,75 \cdot 992 \cdot 370 = 275280 \text{ N} \geq T_u = 30683,92 \text{ N} \quad (\text{OK})$$

### 3. Baut Penyambung Badan



$$\begin{aligned}\Sigma x^2 &= (40^2 * 4) &&= 6400 \text{ mm}^2 \\ \Sigma y^2 &= (35^2 * 4) &&= 4900 \text{ mm}^2 \\ &&&\hline &&&= 11300 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

#### Akibat Momen:

$$K_x = \frac{M.y}{\Sigma x^2 + \Sigma y^2} = \frac{5400370.35}{11300} = 16726,81 \text{ N}$$

$$K_y = \frac{M.x}{\Sigma x^2 + \Sigma y^2} = \frac{5400370.40}{11300} = 19116,35 \text{ N}$$

#### Akibat Lintang:

$$K_y' = \frac{V_u}{n} = \frac{3025,6}{4} = 756,4 \text{ N}$$

$$R = \sqrt{K_x^2 + (K_y + K_y')^2} = \sqrt{(16726,81)^2 + (19116,35 + 756,4)^2} = 25975,23 \text{ N}$$

#### Kekuatan sebuah baut:

SNI 03-1729-2002 TCPSBUBG Hal 100 Pasal 13.2.2.3

$$\phi V_n = \phi . r_1 . f_u^b . A_b . m = 0,75 . 0,5 . 825 . (0,25 . \pi . 16^2) . 2 = 124407,07 \text{ N}$$



$$\phi R_n = 2,4.d_b.t_p.f_u = 0,75.2,4.16.6.370 = 63936 \text{ N (diambil nilai terkecil)}$$

$$\phi R_n = 63936 \text{ N} \geq R = 25975,23 \text{ N}$$

#### 4. Baut Penyambung Sayap

Tiap baut memikul gaya :  $\frac{T_u}{n} = \frac{30683,92}{4} = 7670,98 \text{ N}$

Catatan: n = dilihat tiap segmen

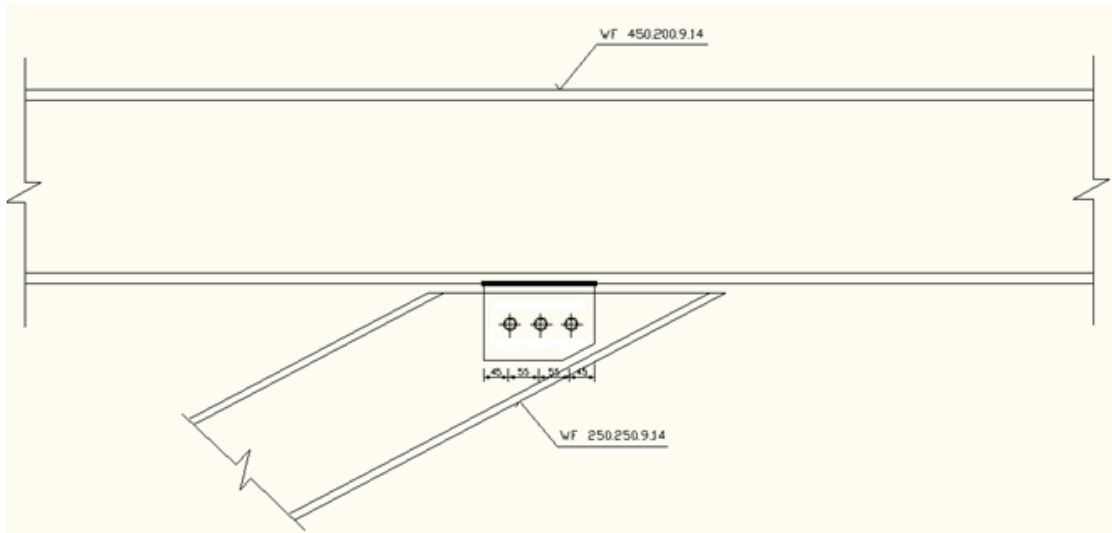
Kekuatan sebuah baut:

$$\phi V_n = \phi.r_1.f_u^b.A_b.m = 0,75.0,5.825.(0,25.\pi.16^2).2 = 124407,07 \text{ N}$$

$$\phi R_n = 2,4.d_b.t_p.f_u = 0,75.2,4.16.6.370 = 63936 \text{ N (diambil nilai terkecil)}$$

$$\phi R_n = 63936 \text{ N} \geq \frac{T_u}{n} = 7670,98 \text{ N} \quad (\text{OK})$$

### C. Desain dan *Detailing* Sambungan Bresing – Balok Induk



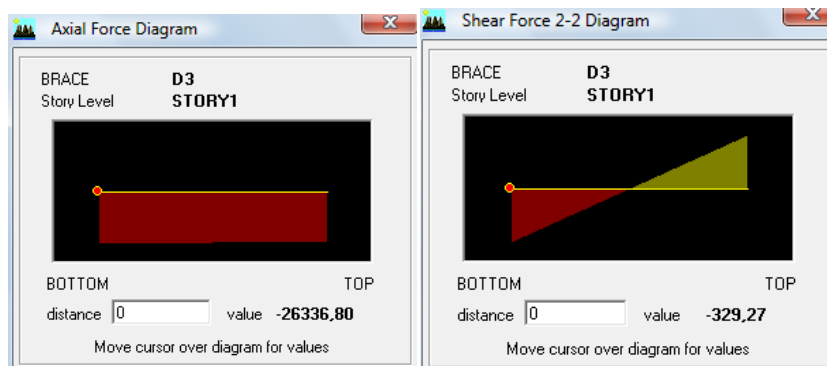
**Gambar L.4.5 Detail Sambungan Bresing – Balok Induk**

Didapat dari ETABS:  $M_u = 26336,80 \text{ kgm} = 263368000 \text{ Nmm}$

$V_u = 329,27 \text{ kg} = 3292,7 \text{ N}$

**Balok Induk 450.200.9.14**

**Bresing 250.250.9.14**



**Gambar L.4.6 Diagram Momen dan Geser Bresing tipe D (kg-m)**

Menghitung tahanan nominal baut:

Mutu baut yang digunakan adalah jenis A490  $\phi$  19 mm

### Tahanan Geser Baut

$$1 \text{ bidang geser } \phi R_n = \phi \cdot r_1 \cdot f_u^b \cdot A_b \cdot m = 0,75 \cdot 0,5 \cdot 1035 \cdot (0,25 \cdot \pi \cdot 19^2) \cdot 1 = 110044,59 \text{ N}$$

$$2 \text{ bidang geser } \phi R_n = 2 \cdot 110044,59 \text{ N} = 220089,18 \text{ N}$$

### Tahanan Tumpu Baut

$$\text{Badan balok : } \phi R_n = 0,75 \cdot 2,4 \cdot d_b \cdot t_p \cdot f_u^p = 0,75 \cdot 2,4 \cdot 19 \cdot 16 \cdot 370 = 202464 \text{ N}$$

$$\text{Sayap balok : } \phi R_n = 0,75 \cdot 2,4 \cdot d_b \cdot t_p \cdot f_u^p = 0,75 \cdot 2,4 \cdot 19 \cdot 19 \cdot 370 = 240426 \text{ N}$$

### Tahanan Tarik Baut

$$\phi R_n = 0,75 \cdot 0,75 \cdot f_u^b \cdot A_b = 0,75 \cdot 0,75 \cdot 1035 \cdot 283,53 = 165066,89 \text{ N}$$

### Perhitungan siku penyambung atas dan bawah

Dicoba dua buah baut arah sayap kolom pada masing-masing profil siku, sehingga:

$$d = \frac{M}{2T} = \frac{263368000}{2 \cdot 165066,89} = 404,41 \approx 500 \text{ mm}$$

Jarak baut terhadap sayap atas balok =  $\frac{1}{2} \times (500 - 350) = 55 \text{ mm}$ . Gunakan profil siku

100.200.18, sehingga:

$$a = 55 - t_{\text{siku}} - r_{\text{siku}} = 55 - 18 - 15 = 22 \text{ mm}$$

dengan  $d = 600 \text{ mm}$ , maka gaya yang bekerja pada profil siku adalah:

$$T = \frac{M}{d} = \frac{263368000}{500} = 526736 \text{ N}$$

Gaya ini menimbulkan momen pada profil siku sebesar:

$$M = 0,5 \cdot T \cdot a = 0,5 \cdot 526736 \cdot 22 = 11061456 \text{ Nmm}$$

Kapasitas nominal penampang persegi adalah:

$$\phi Mn = 0,9 \left( \frac{b \cdot d^2}{4} \right) f_y$$

$$\text{Sehingga diperoleh: } b = \frac{4 \times 11061456}{0,9 \times 240 \times 18^2} = 320,49 \text{ mm}$$

Gunakan siku 100.200.18 dengan panjang 400 mm pada arah sayap kolom.

**Perhitungan sambungan pada sayap balok**

Gaya geser pada sayap balok adalah  $\frac{263368000}{450} = 585262,22 \text{ N}$

Baut penyambung adalah baut dengan dua bidang geser, sehingga:

$$n = \frac{585262,22}{220089,18} = 2,66 \approx 3 \text{ buah baut}$$

**Perhitungan sambungan pada badan balok dengan siku 100.200.18**

Tahanan dua bidang geser (220089,18 N) lebih besar daripada tahanan tumpu (202464 N) sehingga baut ditentukan oleh tahanan tumpu.

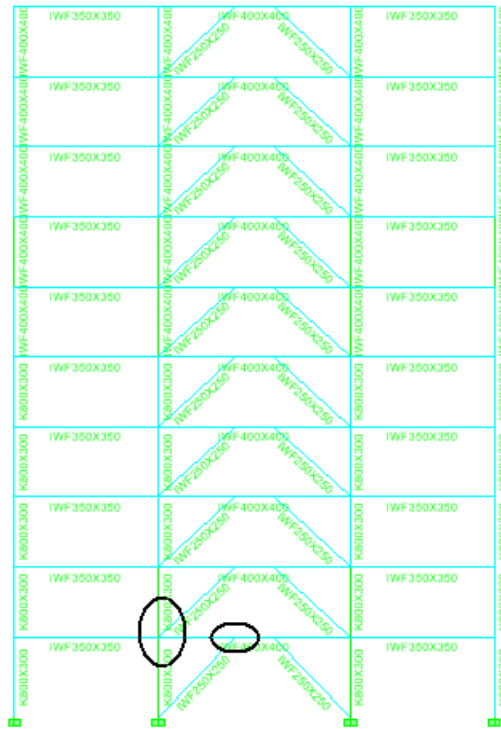
$$n = \frac{3292,7}{202464} = 0,02 \approx 1 \text{ buah baut}$$

**Sambungan badan balok dengan sayap kolom**

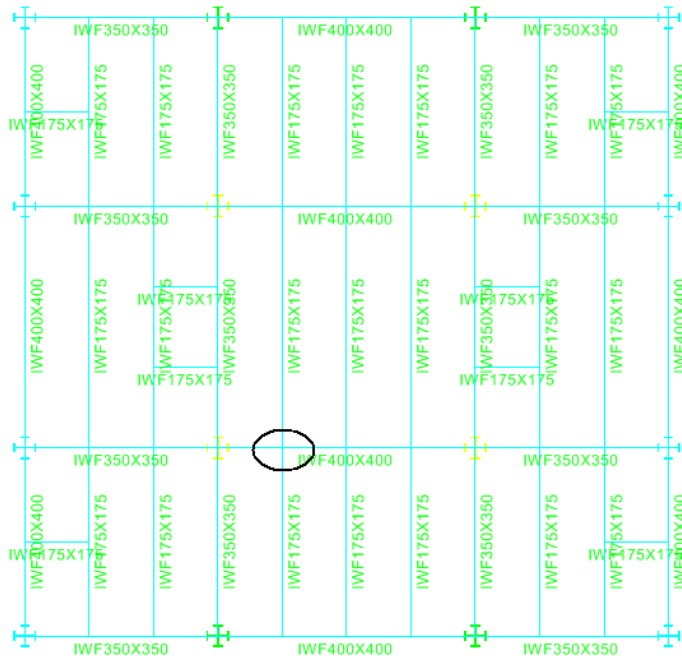
Baut yang menghubungkan balok dengan sayap kolom adalah sambungan dengan satu bidang geser ( $\phi R_n = 110044,59 \text{ N}$ ), sehingga:

$$n = \frac{3292,7}{110044,59} = 0,03 \approx 1 \text{ buah baut}$$

## Desain Sambungan



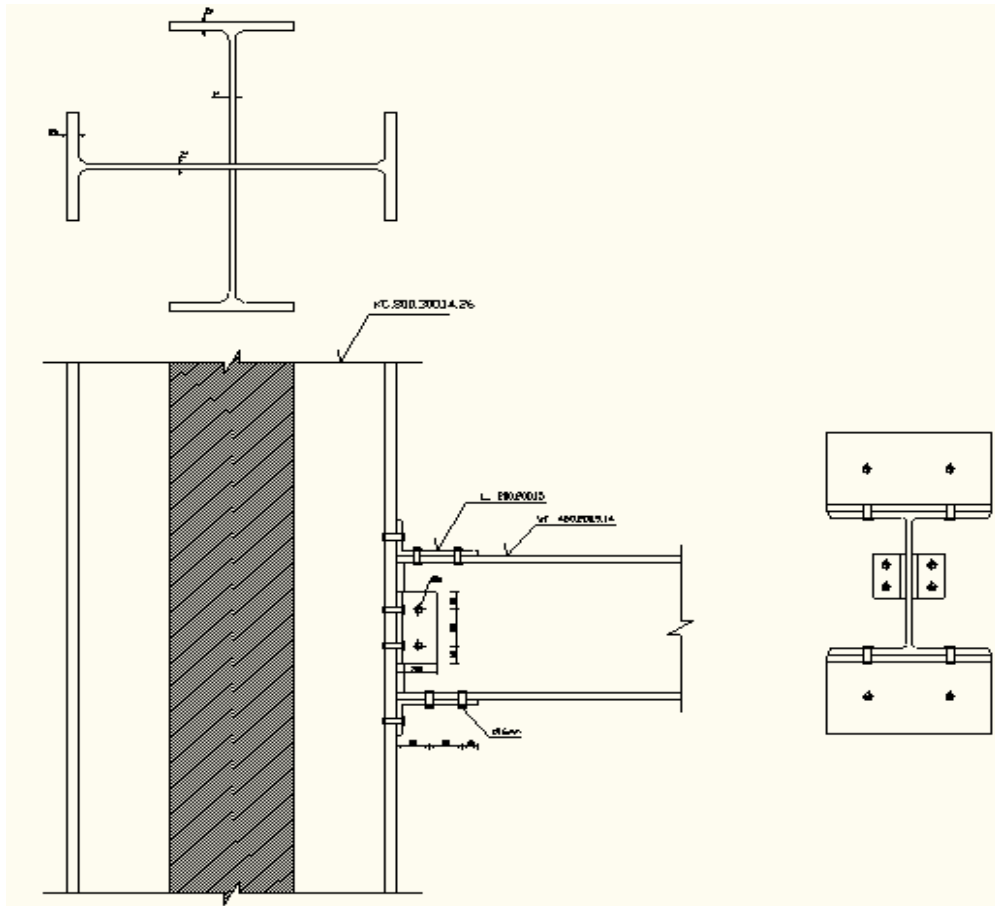
Gambar L.4.7 Desain Sambungan Balok–Kolom dan Balok – Bresing potongan 1



### Gambar L.4.8 Desain Sambungan Balok Induk – Balok Anak

#### L.4.1 Elemen Struktur Gedung yang Didesain dengan Bresing tipe V terbalik

##### A. Desain dan *Detailing* Sambungan Balok – Kolom



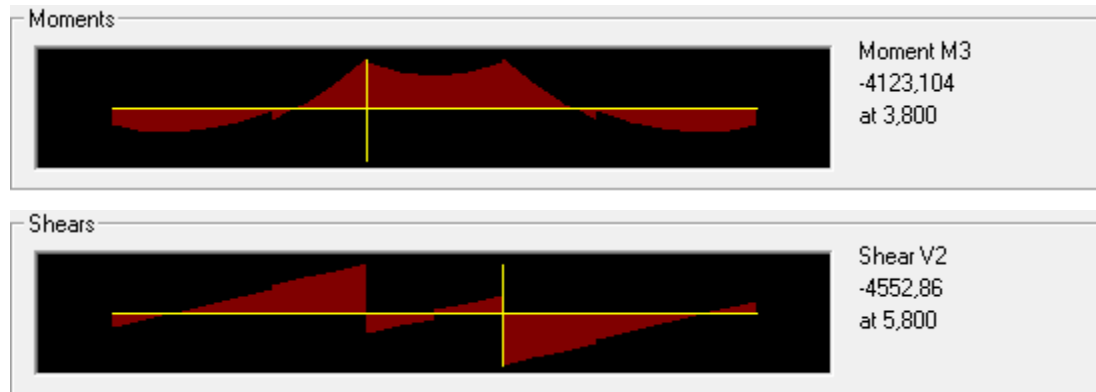
**Gambar L.4.9 Detail Sambungan Balok - Kolom**

Didapat dari data ETABS:  $M_u = 4123,104 \text{ kgm} = 41231040 \text{ Nmm}$

$V_u = 4552,86 \text{ kg} = 45528,6 \text{ N}$

**Balok 450.200.9.14**

**Kolom KC 800.300.14.26**



**Gambar L.4.10 Diagram Momen dan Geser Balok Sambungan Balok – Kolom (kg-m)**

Menghitung tahanan nominal baut:

**Tahanan Geser Baut**

1 bidang geser  $\phi R_n = \phi \cdot r_1 \cdot f_u \cdot A_b \cdot m = 0,75 \cdot 0,5 \cdot 825 \cdot (0,25 \cdot \pi \cdot 16^2) \cdot 1 = 62203,54 \text{ N}$

2 bidang geser  $\phi R_n = 2 \cdot 62203,54 \text{ N} = 124407,08 \text{ N}$

**Tahanan Tumpu Baut**

Badan balok :  $\phi R_n = 2,4 \cdot d_b \cdot t_p \cdot f_u = 0,75 \cdot 2,4 \cdot 16 \cdot 9 \cdot 370 = 95904 \text{ N}$

Sayap balok :  $\phi R_n = 2,4 \cdot d_b \cdot t_p \cdot f_u = 0,75 \cdot 2,4 \cdot 16 \cdot 12 \cdot 370 = 127872 \text{ N}$

**Tahanan Tarik Baut**

$\phi R_n = 0,75 \cdot 0,75 \cdot f_u \cdot A_b = 0,75 \cdot 0,75 \cdot 825 \cdot 201,06 = 93305,3 \text{ N}$

**Perhitungan siku penyambung atas dan bawah**

Dicoba dua buah baut arah sayap kolom pada masing-masing profil siku, sehingga:

$$d = \frac{M}{2T} = \frac{41231040}{2 \cdot 93305,3} = 220,95 \approx 500 \text{ mm}$$

Jarak baut terhadap sayap atas balok =  $\frac{1}{2} \times (500 - 400) = 50 \text{ mm}$ . Gunakan profil siku

100.200.14, sehingga:

$$a = 50 - t_{\text{siku}} - r_{\text{siku}} = 50 - 14 - 15 = 21 \text{ mm}$$

dengan  $d = 500 \text{ mm}$ , maka gaya yang bekerja pada profil siku adalah:

$$T = \frac{M}{d} = \frac{41231040}{500} = 82462,08 \text{ N}$$

Gaya ini menimbulkan momen pada profil siku sebesar:

$$M = 0,5.T.a = 0,5.82462,08.21 = 865851,84 \text{ Nmm}$$

Kapasitas nominal penampang persegi adalah:

$$\phi M_n = 0,9 \left( \frac{b.d^2}{4} \right) f_y$$

$$\text{Sehingga diperoleh: } b = \frac{4 \times 865851,84}{0,9 \times 240 \times 14^2} = 81,81 \text{ mm}$$

Gunakan siku 100.200.14 dengan panjang 100 mm pada arah sayap kolom.

#### **Perhitungan sambungan pada sayap balok**

$$\text{Gaya geser pada sayap balok adalah } \frac{41231040}{400} = 103077,6 \text{ N}$$

Baut penyambung adalah baut dengan satu bidang geser, sehingga:

$$n = \frac{103077,6}{62203,53} = 1,65 \approx 2 \text{ buah baut}$$

#### **Perhitungan sambungan pada badan balok**

Tahanan dua bidang geser (124407,08 N) lebih besar daripada tahanan tumpu (95904 N) sehingga baut ditentukan oleh tahanan tumpu.

$$n = \frac{45528,6}{95904} = 0,47 \approx 2 \text{ buah baut}$$

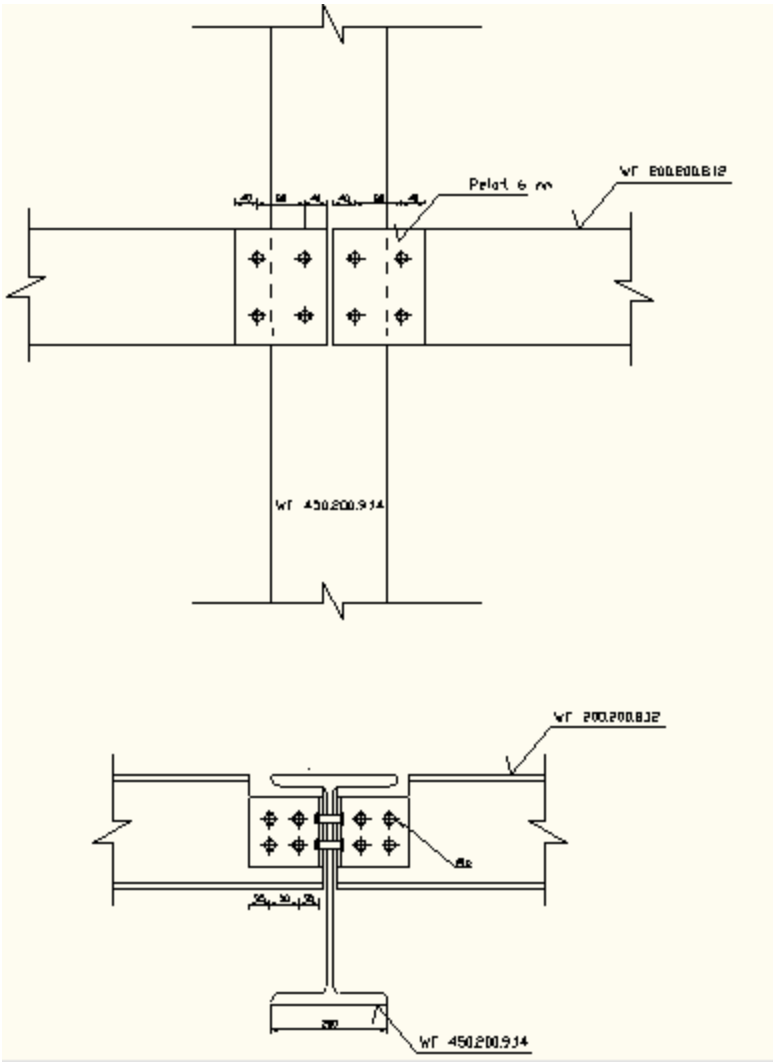
#### **Sambungan badan balok dengan sayap kolom**

Baut yang menghubungkan balok dengan sayap kolom adalah sambungan dengan satu bidang geser ( $\phi R_n = 62203,54 \text{ N}$ ), sehingga:

$$n = \frac{45528,6}{62203,54} = 0,73 \approx 2 \text{ buah baut}$$



**B. Desain dan *Detailing* Sambungan Balok Induk – Balok Anak**

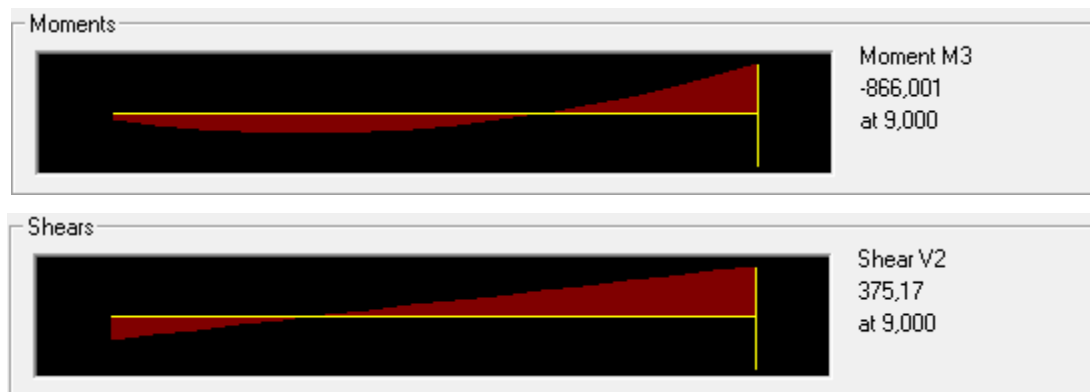


**Gambar L.4.11 Detail Sambungan Balok Induk – Balok Anak**

Didapat dari data ETABS:  $M_u = 866,001 \text{ kgm} = 8660010 \text{ Nmm}$   
 $V_u = 375,17 \text{ kg} = 3751,7 \text{ N}$

**Balok Induk 450.200.9.14**

**Balok Anak 200.200.8.12**



**Gambar L.4.12 Diagram Momen dan Geser Sambungan Balok Induk – Balok Anak (kg-m)**

**1. Pelat Penyambung Badan**

Menggunakan tipe tumpu, tanpa ulir pada bidang geser  $f_u^b = 825 \text{ MPa}$ ,  $f_u = 370 \text{ MPa}$

$$A_n = [120 - 4(16 + 2)] \cdot 6 = 408 \text{ mm}$$

SNI 03-1729-2002 TCPSBUBG Hal 104 Pasal 13.4

$$\phi R_n = \phi \cdot (0,6 \cdot f_u) \cdot A_n = 0,75 \cdot (0,6 \cdot 370) \cdot 408 = 67932 \text{ N} \geq V_u = 3751,7 \text{ N (Baut Kuat)}$$

**2. Pelat Penyambung Sayap**

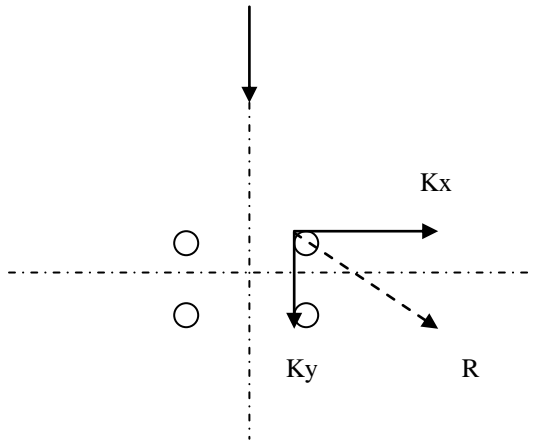
$$T_u = \frac{M_u}{h'} = \frac{8660010}{(200 - 2 \cdot 12)} = 49204,6 \text{ N}$$

$$A_n = [160 - 2 \cdot (16 + 2)] \cdot 6 = 744 \text{ mm}^2$$

$$\phi \cdot A_g \cdot f_y = 0,9 \cdot (160 \cdot 6) \cdot 240 = 207360 \text{ N} \geq T_u = 49204,6 \text{ N} \quad (\text{OK})$$

$$\phi \cdot A_n \cdot f_u = 0,75 \cdot 744 \cdot 370 = 206460 \text{ N} \geq T_u = 49204,6 \text{ N} \quad (\text{OK})$$

### 3. Baut Penyambung Badan



$$\begin{aligned} \Sigma x^2 &= (40^2 * 4) && = 6400 \text{ mm}^2 \\ \Sigma y^2 &= (35^2 * 4) && = 4900 \text{ mm}^2 \\ &&& \hline &&& = 11300 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

#### Akibat Momen:

$$K_x = \frac{M \cdot y}{\Sigma x^2 + \Sigma y^2} = \frac{8660010 \cdot 35}{11300} = 26823,04 \text{ N}$$

$$K_y = \frac{M \cdot x}{\Sigma x^2 + \Sigma y^2} = \frac{8660010 \cdot 40}{11300} = 30654,9 \text{ N}$$

#### Akibat Lintang:

$$K_y' = \frac{V_u}{n} = \frac{3751,7}{4} = 937,93 \text{ N}$$

$$R = \sqrt{K_x^2 + (K_y + K_y')^2} = \sqrt{(26823,04)^2 + (30654,9 + 937,93)^2} = 41443,73 \text{ N}$$

Kekuatan sebuah baut:

SNI 03-1729-2002 TCPSBUBG Hal 100 Pasal 13.2.2.3

$$\phi V_n = \phi . r_1 . f_u^b . Ab . m = 0,75 . 0,5 . 825 . (0,25 . \pi . 16^2) . 2 = 124407,07 \text{ N}$$

$$\phi R_n = 2,4 . d_b . t_p . f_u = 0,75 . 2,4 . 16 . 6 . 370 = 63936 \text{ N (diambil nilai terkecil)}$$

$$\phi R_n = 63936 \text{ N} \geq R = 41443,73 \text{ N}$$

#### **4. Baut Penyambung Sayap**

Tiap baut memikul gaya :  $\frac{T_u}{n} = \frac{49204,6}{4} = 12301,15 \text{ N}$

Catatan: n = dilihat tiap segmen

SNI 03-1729-2002 TCPSBUBG Hal 101 Pasal 13.2.2.4 (Kuat Tumpu)

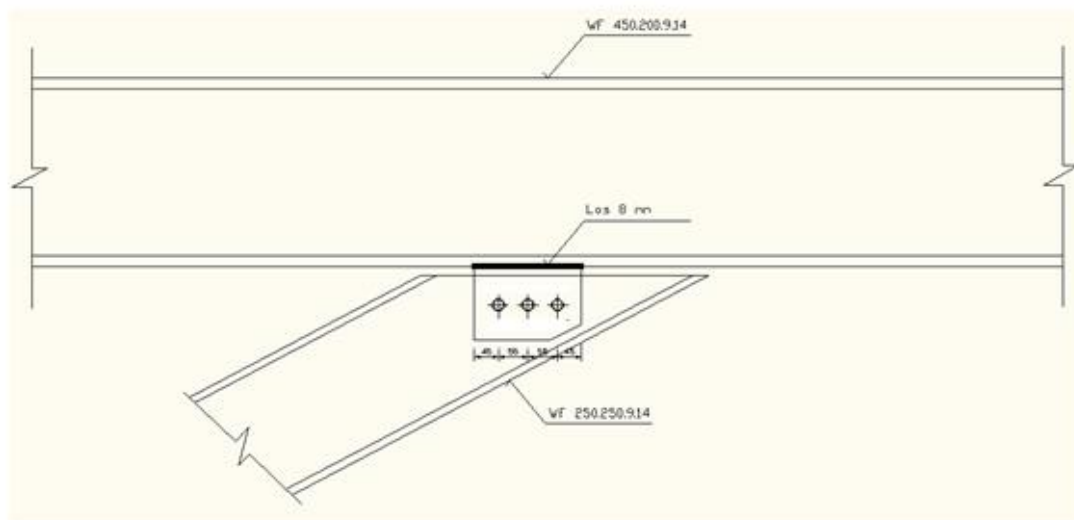
Kekuatan sebuah baut:

$$\phi V_n = \phi . r_1 . f_u^b . Ab . m = 0,75 . 0,5 . 825 . (0,25 . \pi . 16^2) . 2 = 124407,07 \text{ N}$$

$$\phi R_n = 2,4 . d_b . t_p . f_u = 0,75 . 2,4 . 16 . 6 . 370 = 63936 \text{ N (diambil nilai terkecil)}$$

$$\phi R_n = 63936 \text{ N} \geq \frac{T_u}{n} = 12301,15 \text{ N} \quad (\text{OK})$$

### C. Desain dan *Detailing* Sambungan Bresing – Balok Induk



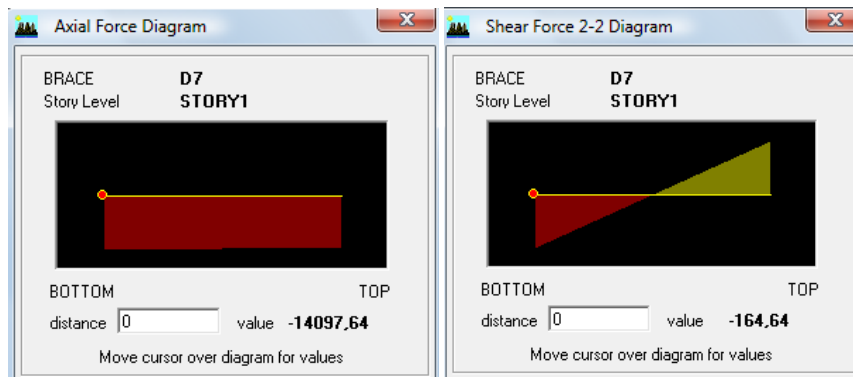
**Gambar L.4.13 Detail Sambungan Bresing – Balok Induk**

Didapat dari ETABS:  $M_u = 14097,64 \text{ kgm} = 140976400 \text{ Nmm}$

$V_u = 164,64 \text{ kg} = 1646,4 \text{ N}$

**Balok Induk 450.200.9.14**

**Bresing 250.250.9.14**



**Gambar L.4.14 Diagram Momen dan Geser Bresing tipe V terbalik (kg-m)**

Menghitung tahanan nominal baut:

Mutu baut yang digunakan adalah jenis A325  $\phi$  19 mm

**Tahanan Geser Baut**

$$1 \text{ bidang geser } \phi R_n = \phi \cdot r_1 \cdot f_u^b \cdot A_b \cdot m = 0,75 \cdot 0,5 \cdot 825 \cdot (0,25 \cdot \pi \cdot 19^2) \cdot 1 = 87716,7 \text{ N}$$

$$2 \text{ bidang geser } \phi R_n = 2 \cdot 87716,7 \text{ N} = 175433,41 \text{ N}$$

**Tahanan Tumpu Baut**

$$\text{Badan balok : } \phi R_n = 0,75 \cdot 2,4 \cdot d_b \cdot t_p \cdot f_u^p = 0,75 \cdot 2,4 \cdot 19 \cdot 16 \cdot 370 = 202464 \text{ N}$$

$$\text{Sayap balok : } \phi R_n = 0,75 \cdot 2,4 \cdot d_b \cdot t_p \cdot f_u^p = 0,75 \cdot 2,4 \cdot 19 \cdot 19 \cdot 370 = 240426 \text{ N}$$

**Tahanan Tarik Baut**

$$\phi R_n = 0,75 \cdot 0,75 \cdot f_u^b \cdot A_b = 0,75 \cdot 0,75 \cdot 825 \cdot 283,53 = 131575,64 \text{ N}$$

**Perhitungan siku penyambung atas dan bawah**

Dicoba dua buah baut arah sayap kolom pada masing-masing profil siku, sehingga:

$$d = \frac{M}{2T} = \frac{140976400}{2 \cdot 131575,64} = 535,72 \approx 600 \text{ mm}$$

Jarak baut terhadap sayap atas balok =  $\frac{1}{2} \times (600 - 400) = 100 \text{ mm}$ . Gunakan profil siku

200.200.15, sehingga:

$$a = 100 - t_{\text{siku}} - r_{\text{siku}} = 100 - 15 - 17 = 68 \text{ mm}$$

dengan  $d = 600 \text{ mm}$ , maka gaya yang bekerja pada profil siku adalah:

$$T = \frac{M}{d} = \frac{140976400}{600} = 234960,67 \text{ N}$$

Gaya ini menimbulkan momen pada profil siku sebesar:

$$M = 0,5.T.a = 0,5.234960,67.68 = 7988662,78 \text{ Nmm}$$

Kapasitas nominal penampang persegi adalah:

$$\phi M_n = 0,9 \left( \frac{b.d^2}{4} \right) f_y$$

$$\text{Sehingga diperoleh: } b = \frac{4 \times 7988662,78}{0,9 \times 240 \times 15^2} = 657,5 \text{ mm}$$

Gunakan siku 200.200.15 dengan panjang 700 mm pada arah sayap balok.

#### **Perhitungan sambungan pada sayap balok**

$$\text{Gaya geser pada sayap balok adalah } \frac{140976400}{400} = 352441 \text{ N}$$

Baut penyambung adalah baut dengan satu bidang geser, sehingga:

$$n = \frac{352441}{175433,41} = 2,01 \approx 3 \text{ buah baut}$$

#### **Perhitungan sambungan pada badan balok dengan siku 200.200.15**

Tahanan dua bidang geser (175433,41 N) lebih besar daripada tahanan tumpu (202464 N) sehingga baut ditentukan oleh tahanan tumpu.

$$n = \frac{1646,4}{202464} = 0,01 \approx 1 \text{ buah baut}$$

#### **Sambungan badan balok dengan sayap kolom**

Baut yang menghubungkan balok dengan sayap kolom adalah sambungan dengan satu bidang geser ( $\phi R_n = 87716,7 \text{ N}$ ), sehingga:

$$n = \frac{1646,4}{87716,7} = 0,03 \approx 1 \text{ buah baut}$$

**LAMPIRAN V**  
**KUAT LAS RENCANA**



Didapat data ETABS:  $M_u = 227,08 \text{ kgm} = 2270800 \text{ Nmm}$   
 $V_u = 164,64 \text{ kg} = 1646,4 \text{ N}$   
 $N_u = 9898,93 \text{ kg} = 98989,3 \text{ N}$

### **Kolom KC 800.300.14.26**

Las pada bresing untuk Bangunan A

Persyaratan ukuran las:

$$\text{Maksimum} = t_p - 1,6 = 20 - 1,6 = 18,4 \text{ mm}$$

$$\text{Minimum} = 6 \text{ mm}$$

Tahanan rencana dari profil siku 100.100.10

### **Gaya Tekan**

Kapasitas tarik leleh pelat 20 mm baja BJ37 per satuan panjang :

$$T = 20 \cdot 1.240 = 4800 \text{ N}$$

Luas efektif dari las per satuan panjang :

$$A_e = t \cdot 0,707 \cdot 1 = 0,707t$$

Menentukan panjang las (SNI 03-1729-2002 Persamaan 13.5-1b Pasal 13.5.2.7)

Tebal las diambil 80% tebal profil

$$t = 10 \cdot (0,8) = 8 \text{ mm}$$

Tahanan batas yang tersedia oleh las :

$$R_u = \phi_f \cdot t \cdot f_{uw} = 0,75(8 \cdot 490) = 2940 \text{ N/mm}$$

Panjang las yang diperlukan:

$$L_A + L_B \geq \frac{P_u}{R_u} = \frac{4194615}{2940} = 73,309 \approx 200 \text{ mm}$$

Untuk mendapatkan resultan gaya pada las, maka status momen pada titik berat sama dengan nol:

$$L_A \cdot 28,2 = L_B \cdot 71,8$$

$$L_A = L_B \left( \frac{71,8}{28,2} \right) = 2,55 L_B$$

Jika diambil  $L_B = 100 \text{ mm}$  (sepanjang profil L), sehingga  $L_A = 255 \text{ mm}$ , maka :

$$L_A + L_B \geq 200 \text{ mm}$$

$$255 + 100 \geq 200 \text{ mm}$$

$$355 \text{ mm} \geq 200 \text{ mm} \quad \text{(OK)}$$

Didapat dari ETABS:  $M_u = 227,08 \text{ kgm} = 2270800 \text{ Nmm}$

$$V_u = 164,64 \text{ kg} = 1646,4 \text{ N}$$

$$N_u = 11116,21 \text{ kg} = 111162,1 \text{ N}$$

### **Kolom KC 800.300.14.26**

Las pada bresing untuk Bangunan B

Persyaratan ukuran las:

$$\text{Maksimum} = t_p - 1,6 = 20 - 1,6 = 18,4 \text{ mm}$$

$$\text{Minimum} = 6 \text{ mm}$$

Tahanan rencana dari profil siku 100.100.10

### **Gaya Tekan**

Kapasitas tarik leleh pelat 20 mm baja BJ37 per satuan panjang :

$$T = 20 \cdot 1 \cdot 240 = 4800 \text{ N}$$

Luas efektif dari las per satuan panjang :

$$A_e = t \cdot 0,707 \cdot 1 = 0,707t$$

Menentukan panjang las (SNI 03-1729-2002 Persamaan 13.5-1b Pasal 13.5.2.7)

Tebal las diambil 80% tebal profil

$$t = 10 \cdot (0,8) = 8 \text{ mm}$$

Tahanan batas yang tersedia oleh las :

$$R_u = \phi_f \cdot t \cdot f_{uw} = 0,75(8.490) = 2940 \text{ N/mm}$$

Panjang las yang diperlukan:

$$L_A + L_B \geq \frac{P_u}{R_u} = \frac{111162,1}{2940} = 37,81 \approx 150 \text{ mm}$$

Untuk mendapatkan resultan gaya pada las, maka status momen pada titik berat sama dengan nol:

$$L_A \cdot 28,2 = L_B \cdot 71,8$$

$$L_A = L_B \left( \frac{71,8}{28,2} \right) = 2,55 L_B$$

Jika diambil  $L_B = 100 \text{ mm}$  (sepanjang profil L), sehingga  $L_A = 255 \text{ mm}$ , maka :

$$L_A + L_B \geq 150 \text{ mm}$$

$$255 + 100 \geq 150 \text{ mm}$$

$$355 \text{ mm} \geq 150 \text{ mm} \quad \text{(OK)}$$

**LAMPIRAN VI**  
**PERHITUNGAN BRESING**

## Perhitungan Bresing

### A. Bangunan menggunakan Bresing Tipe D

#### Bresing 250.250.9.14

#### Ketebalan Minimum

$$P_r = 10 P = 2147029 \text{ kg}$$

$$\beta_{br} = \frac{1}{\phi} \left( \frac{2P_r}{L_b} \right) = \frac{1}{0,75} \left( \frac{2(756,88)}{157,48} \right) = 12,82 \text{ kips / in.}$$

#### Beban Aksial

$$\beta_{br} = \frac{P}{\Delta} = \frac{A_b E}{L_b} \cos^2 \theta = \frac{A_b(29007,55)}{157,48} \cos^2 \left[ \arctan \left( \frac{157,48}{377,95} \right) \right] = 156,95 A_b$$

maka:

$$156,95 A_b = 12,82$$

$$A_b \geq 0,08 \text{ in}^2$$

#### Kekuatan Minimal Bresing:

$$P_{br} = 0,004 P_r = 0,004 (756,88) = 3,03 \text{ kips}$$

#### Batas Leleh pada Luas Area

$$\phi P_n = \phi F_y A_g = 0,9(34,81) A_g \geq 3,03$$

$$A_g \geq 0,09 \text{ in}^2$$

$$14,28 \text{ in}^2 \geq 0,09 \text{ in}^2 \quad (\text{OK})$$

$$A_g \text{ IWF } 250.250.9.14 = 14,28 \text{ in}^2 = 92,18 \text{ cm}^2$$

## B. Bangunan menggunakan Bresing Tipe V terbalik

### Ketebalan Minimum

$$\beta_{br} = \frac{1}{\phi} \left( \frac{2P_r}{L_b} \right) = \frac{1}{0,75} \left( \frac{2(3257092)}{157,48} \right) = 55153,53 \text{ kips / in.}$$

### Beban Aksial

$$\beta_{br} = \frac{P}{\Delta} = \frac{A_b E}{L_b} \cos^2 \theta = \frac{A_b(29007,55)}{157,48} \cos^2 \left[ \arctan \left( \frac{157,48}{377,95} \right) \right] = 156,95 A_b$$

maka:

$$156,95 A_b = 55153,53$$

$$A_b \geq 351,41 \text{ in}^2$$

### Kekuatan Minimal Bresing:

$$P_{br} = 0,004 P_r = 0,004 ( 3257092) = 13028,37 \text{ kips}$$

$$\text{Batas Leleh pada Luas Area } \phi P_n = \phi F_y A_g = 0,9(34,81)A_g \geq 13028,37$$

$$A_g \geq 0,0024 \text{ in}^2$$

$$14,28 \text{ in}^2 \geq 0,0024 \text{ in}^2 \text{ ( OK )}$$

$$A_g \text{ IWF } 250.250.9.14 = 14,28 \text{ in}^2 = 92,18 \text{ cm}^2$$

**LAMPIRAN VII**  
**PRELIMINARY DESAIN**

## PRELIMINARY DESAIN

### Pembebanan Lantai

#### a. Beban Mati

- Dead Load (DL)
  - Berat sendiri beton =  $0,12 \times 2400 = 288 \text{ kg/m}^2$
  
- Super Dead Load (SDL)
  - Finishing + M/E =  $112 \text{ kg/m}^2$

#### b. Beban Hidup

Beban hidup pada lantai =  $250 \text{ kg/m}^2$

Beban dinding =  $250 \text{ kg/m}^2$

### 1. Preliminary Design Dimensi Pelat

Menentukan tebal pelat minimum (TCPSBUS 2003,halaman 65, pasal 11.5.3)

Asumsi:

- L1 = 9600 mm
- L2 = 9000 mm

$$\begin{aligned} L_{n1} &= 9600 - 2 \cdot (\frac{1}{2} \cdot b_{B1}) \\ &= 9600 - 2 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 450) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{n2} &= 9000 - 2 \cdot (\frac{1}{2} \cdot b_{B2}) \\ &= 9000 - 2 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 450) \end{aligned}$$



$$= 9150 \text{ mm}$$

$$= 8550 \text{ mm}$$

$$\beta = \frac{\text{ben tan g terpanjang}}{\text{ben tan g terpendek}}$$

$$\beta = \frac{\text{ben tan g terpanjang}}{\text{ben tan g terpendek}} = \frac{9150}{8550} = 1,07 \leq 2$$

Maka pelat merupakan pelat *two way slab* (pelat 2 arah)

Menentukan h pelat,  $\alpha_m$  belum diketahui, digunakan rumus

$$h \text{ min} = \frac{\lambda_n \left( 0,8 + \frac{f_y}{1500} \right)}{36 + 9\beta}$$

$$h \text{ min} = \frac{9150 \left( 0,8 + \frac{240}{1500} \right)}{36 + 9(1,07)} = 192,50 \text{ mm}$$

$$h \text{ max} = \frac{\lambda_n \left( 0,8 + \frac{f_y}{1500} \right)}{36}$$

$$h \text{ max} = \frac{9150 \left( 0,8 + \frac{240}{1500} \right)}{36} = 244 \text{ mm}$$

$$h \text{ min} \leq h \leq h \text{ maks}$$

$$192,50 \text{ mm} \leq h \leq 244 \text{ mm}$$

Maka tebal pelat yang digunakan (h) = 220 mm = 22 cm

## 2. Pendimensian Balok

### A. Balok Anak

$$q = (1,2 \text{ DL}) + (1,6 \text{ LL}) = (1,2 \times 288) + (1,2 \times 112) + (1,6 \times 250)$$

$$= 880 \text{ kg/m}^2$$

$$q_{ek} = q \times \left[ \frac{2,4 + 2,4}{2} \right]$$

$$= 880 \times 2,4 = 2112 \text{ kg/m}$$

$$M_{max} = 1/8 \times q_{ek} \times l^2$$

$$= 1/8 \times 2112 \times 9,6^2 = 9504 \text{ kgm} = 95040000 \text{ Nmm}$$

$$M_u \leq \phi M_n$$

$$M_u \leq 0,9 \times 1,5 M_y$$

$$M_u \leq 0,9 \times 1,5 \times f_y \times S_x$$

$$S_x \geq \frac{M_u}{\phi \cdot 1,5 \cdot f_y}$$

$$S_x \geq \frac{95040000}{0,9 \cdot 1,5 \cdot 240}$$

$$S_x = 29333,33 \text{ mm}^3$$

Maka, profil baja IWF yang digunakan adalah 200x200x8x12

$$S_x = Z_x = 472 \text{ cm}^3 = 472 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 > 29,33 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

## **B. Balok Induk**

$$q = (1,2DL) + (1,6 LL) = (1,2 \times 288) + (1,2 \times 112) + (1,6 \times 250)$$

$$= 880 \text{ kg/m}^2$$

$$q = q \times \left[ \frac{2,4 + 2,4}{2} \right]$$

$$q = 2112 \text{ kg/m}$$

$$q_{ek} = 2112 + (250 \times 3,5)$$

$$q_{ek} = 2987 \text{ kg/m}$$

$$M_{max} = 1/8 \times q_{ek} \times l^2$$

$$= 1/8 \times 2987 \times 9,6^2$$

$$= 13441,5 \text{ kgm} \quad = 134415000 \text{ Nmm}$$

$$M_u \leq \phi M_n$$

$$M_u \leq 0,9 \times 1,5 M_y$$

$$M_u \leq 0,9 \times 1,5 f_y \times S_x$$

$$S_x \geq \frac{M_u}{\phi \cdot 1,5 \cdot f_y}$$

$$S_x \geq \frac{134415000}{0,9 \cdot 1,5 \cdot 240}$$

$$S_x = 414861,11 \text{ mm}^3$$

Maka, profil baja IWF yang digunakan adalah 450x200x9x14

$$S_x = Z_x = 1490 \text{ cm}^3 = 1490 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 > 414,86 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

### 3. Pendimensian Kolom

- Berat sendiri pelat ( 0,12 x 2400) x 9,6 x 4,2 = 7257,6 kg
- Berat sendiri balok arah x ( 76 x 9 ) = 319,2 kg
- Berat sendiri balok arah y ( 76 x 9,6 ) = 456 kg
- Berat finishing 112 x 9,6 x 9 = 2822,4 kg

$$\sum DL = 10855,2 \text{ kg}$$

$$\sum DL \text{ keseluruhan} = 10855,2 \times 4 = 43420,8 \text{ kg}$$

$$P_3 = \sum DL \text{ keseluruhan} + LL = 43420,8 + ( 6 \times 4,2 \times 250 ) = 49720,8 \text{ kg}$$

$$f_u \text{ untuk BJ 37} = 370 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{P_3}{A} \leq f_u \rightarrow A \geq \frac{49720,8}{0,5 \times 370} = 268,76 \text{ cm}^2$$

Diambil profil *King Cross* K 800.300.14.26

$$A_g = 534,8 \text{ cm}^2 > 268,76 \text{ cm}^2$$

## **LAMPIRAN VIII**

### **STORY DRIFT**

**Tabel 8.1 *Story Drift* untuk Bangunan Bresing Tipe D**

Story	Item	Load	Drift-X	Drift-Y	h	Batas Layan			
						0,03*h/R	0,03	Syarat (arah-x)	Syarat (arah-y)
STORY10	Max Drift X	EQX	0,000329		3,5	0,01875	0,03	Memenuhi	
STORY10	Max Drift Y	EQX		0,000023	3,5	0,01875	0,03		Memenuhi
STORY10	Max Drift X	EQY	0,000058		3,5	0,01875	0,03	Memenuhi	
STORY10	Max Drift Y	EQY		0,000402	3,5	0,01875	0,03		Memenuhi
STORY9	Max Drift X	EQX	0,000472		3,5	0,01875	0,03	Memenuhi	
STORY9	Max Drift Y	EQX		0,000037	3,5	0,01875	0,03		Memenuhi
STORY9	Max Drift X	EQY	0,000084		3,5	0,01875	0,03	Memenuhi	
STORY9	Max Drift Y	EQY		0,00067	3,5	0,01875	0,03		Memenuhi
STORY8	Max Drift X	EQX	0,000588		3,5	0,01875	0,03	Memenuhi	
STORY8	Max Drift Y	EQX		0,000049	3,5	0,01875	0,03		Memenuhi
STORY8	Max Drift X	EQY	0,000109		3,5	0,01875	0,03	Memenuhi	
STORY8	Max Drift Y	EQY		0,00092	3,5	0,01875	0,03		Memenuhi
STORY7	Max Drift X	EQX	0,000704		3,5	0,01875	0,03	Memenuhi	
STORY7	Max Drift Y	EQX		0,000064	3,5	0,01875	0,03		Memenuhi
STORY7	Max Drift X	EQY	0,000123		3,5	0,01875	0,03	Memenuhi	
STORY7	Max Drift Y	EQY		0,001117	3,5	0,01875	0,03		Memenuhi
STORY6	Max Drift X	EQX	0,000693		3,5	0,01875	0,03	Memenuhi	
STORY6	Max Drift Y	EQX		0,000039	3,5	0,01875	0,03		Memenuhi
STORY6	Max Drift X	EQY	0,00013		3,5	0,01875	0,03	Memenuhi	
STORY6	Max Drift Y	EQY		0,001043	3,5	0,01875	0,03		Memenuhi
STORY5	Max Drift X	EQX	0,00071		3,5	0,01875	0,03	Memenuhi	
STORY5	Max Drift Y	EQX		0,000066	3,5	0,01875	0,03		Memenuhi
STORY5	Max Drift X	EQY	0,000157		3,5	0,01875	0,03	Memenuhi	
STORY5	Max Drift Y	EQY		0,000992	3,5	0,01875	0,03		Memenuhi
STORY4	Max Drift X	EQX	0,000745		3,5	0,01875	0,03	Memenuhi	
STORY4	Max Drift Y	EQX		0,000072	3,5	0,01875	0,03		Memenuhi
STORY4	Max Drift X	EQY	0,000162		3,5	0,01875	0,03	Memenuhi	
STORY4	Max Drift Y	EQY		0,001033	3,5	0,01875	0,03		Memenuhi
STORY3	Max Drift X	EQX	0,000756		3,5	0,01875	0,03	Memenuhi	
STORY3	Max Drift Y	EQX		0,000074	3,5	0,01875	0,03		Memenuhi
STORY3	Max Drift X	EQY	0,000158		3,5	0,01875	0,03	Memenuhi	
STORY3	Max Drift Y	EQY		0,001039	3,5	0,01875	0,03		Memenuhi
STORY2	Max Drift X	EQX	0,000715		3,5	0,01875	0,03	Memenuhi	
STORY2	Max Drift Y	EQX		0,000068	3,5	0,01875	0,03		Memenuhi
STORY2	Max Drift X	EQY	0,000136		3,5	0,01875	0,03	Memenuhi	
STORY2	Max Drift Y	EQY		0,000944	3,5	0,01875	0,03		Memenuhi
STORY1	Max Drift X	EQX	0,000441		3,5	0,01875	0,03	Memenuhi	
STORY1	Max Drift Y	EQX		0,00004	3,5	0,01875	0,03		Memenuhi
STORY1	Max Drift X	EQY	0,000063		3,5	0,01875	0,03	Memenuhi	
STORY1	Max Drift Y	EQY		0,000529	3,5	0,01875	0,03		Memenuhi

Tabel 8.2 Batas *Ultimate* untuk Bangunan Browsing tipe D

Story	Item	Load	Drift-X	Drift-Y	Batas	Batas Ultimate	
					Ultimate	Syarat (arah-x)	Syarat (arah-y)
STORY10	Max Drift X	EQX	0,00128968		0,07	Memenuhi	
STORY10	Max Drift Y	EQX		0,00009016	0,07		Memenuhi
STORY10	Max Drift X	EQY	0,00022736		0,07	Memenuhi	
STORY10	Max Drift Y	EQY		0,00157584	0,07		Memenuhi
STORY9	Max Drift X	EQX	0,00185024		0,07	Memenuhi	
STORY9	Max Drift Y	EQX		0,00014504	0,07		Memenuhi
STORY9	Max Drift X	EQY	0,00032928		0,07	Memenuhi	
STORY9	Max Drift Y	EQY		0,0026264	0,07		Memenuhi
STORY8	Max Drift X	EQX	0,00230496		0,07	Memenuhi	
STORY8	Max Drift Y	EQX		0,00019208	0,07		Memenuhi
STORY8	Max Drift X	EQY	0,00042728		0,07	Memenuhi	
STORY8	Max Drift Y	EQY		0,0036064	0,07		Memenuhi
STORY7	Max Drift X	EQX	0,00275968		0,07	Memenuhi	
STORY7	Max Drift Y	EQX		0,00025088	0,07		Memenuhi
STORY7	Max Drift X	EQY	0,00048216		0,07	Memenuhi	
STORY7	Max Drift Y	EQY		0,00437864	0,07		Memenuhi
STORY6	Max Drift X	EQX	0,00271656		0,07	Memenuhi	
STORY6	Max Drift Y	EQX		0,00015288	0,07		Memenuhi
STORY6	Max Drift X	EQY	0,0005096		0,07	Memenuhi	
STORY6	Max Drift Y	EQY		0,00408856	0,07		Memenuhi
STORY5	Max Drift X	EQX	0,0027832		0,07	Memenuhi	
STORY5	Max Drift Y	EQX		0,00025872	0,07		Memenuhi
STORY5	Max Drift X	EQY	0,00061544		0,07	Memenuhi	
STORY5	Max Drift Y	EQY		0,00388864	0,07		Memenuhi
STORY4	Max Drift X	EQX	0,0029204		0,07	Memenuhi	
STORY4	Max Drift Y	EQX		0,00028224	0,07		Memenuhi
STORY4	Max Drift X	EQY	0,00063504		0,07	Memenuhi	
STORY4	Max Drift Y	EQY		0,00404936	0,07		Memenuhi
STORY3	Max Drift X	EQX	0,00296352		0,07	Memenuhi	
STORY3	Max Drift Y	EQX		0,00029008	0,07		Memenuhi
STORY3	Max Drift X	EQY	0,00061936		0,07	Memenuhi	
STORY3	Max Drift Y	EQY		0,00407288	0,07		Memenuhi
STORY2	Max Drift X	EQX	0,0028028		0,07	Memenuhi	
STORY2	Max Drift Y	EQX		0,00026656	0,07		Memenuhi
STORY2	Max Drift X	EQY	0,00053312		0,07	Memenuhi	
STORY2	Max Drift Y	EQY		0,00370048	0,07		Memenuhi
STORY1	Max Drift X	EQX	0,00172872		0,07	Memenuhi	
STORY1	Max Drift Y	EQX		0,0001568	0,07		Memenuhi
STORY1	Max Drift X	EQY	0,00024696		0,07	Memenuhi	
STORY1	Max Drift Y	EQY		0,00207368	0,07		Memenuhi



Tabel 8.3 *Story Drift* untuk Bangunan Bresing Tipe V terbalik

Story	Item	Load	DriftX	DriftY	h	Batas Layan			
						0,03*h/R	0,03	Syarat (arah-x)	Syarat (arah-y)
STORY10	Max Drift X	EQX	0,000184		3,5	0,01875	0,03	Memenuhi	
STORY10	Max Drift Y	EQX		0,000014	3,5	0,01875	0,03		Memenuhi
STORY10	Max Drift X	EY	0,000016		3,5	0,01875	0,03	Memenuhi	
STORY10	Max Drift Y	EY		0,00039	3,5	0,01875	0,03		Memenuhi
STORY9	Max Drift X	EQX	0,000265		3,5	0,01875	0,03	Memenuhi	
STORY9	Max Drift Y	EQX		0,000021	3,5	0,01875	0,03		Memenuhi
STORY9	Max Drift X	EY	0,000024		3,5	0,01875	0,03	Memenuhi	
STORY9	Max Drift Y	EY		0,00067	3,5	0,01875	0,03		Memenuhi
STORY8	Max Drift X	EQX	0,000333		3,5	0,01875	0,03	Memenuhi	
STORY8	Max Drift Y	EQX		0,000027	3,5	0,01875	0,03		Memenuhi
STORY8	Max Drift X	EY	0,000031		3,5	0,01875	0,03	Memenuhi	
STORY8	Max Drift Y	EY		0,000933	3,5	0,01875	0,03		Memenuhi
STORY7	Max Drift X	EQX	0,000391		3,5	0,01875	0,03	Memenuhi	
STORY7	Max Drift Y	EQX		0,000032	3,5	0,01875	0,03		Memenuhi
STORY7	Max Drift X	EY	0,000037		3,5	0,01875	0,03	Memenuhi	
STORY7	Max Drift Y	EY		0,001109	3,5	0,01875	0,03		Memenuhi
STORY6	Max Drift X	EQX	0,000419		3,5	0,01875	0,03	Memenuhi	
STORY6	Max Drift Y	EQX		0,000036	3,5	0,01875	0,03		Memenuhi
STORY6	Max Drift X	EY	0,000041		3,5	0,01875	0,03	Memenuhi	
STORY6	Max Drift Y	EY		0,000987	3,5	0,01875	0,03		Memenuhi
STORY5	Max Drift X	EQX	0,000431		3,5	0,01875	0,03	Memenuhi	
STORY5	Max Drift Y	EQX		0,000036	3,5	0,01875	0,03		Memenuhi
STORY5	Max Drift X	EY	0,00004		3,5	0,01875	0,03	Memenuhi	
STORY5	Max Drift Y	EY		0,000912	3,5	0,01875	0,03		Memenuhi
STORY4	Max Drift X	EQX	0,000453		3,5	0,01875	0,03	Memenuhi	
STORY4	Max Drift Y	EQX		0,000038	3,5	0,01875	0,03		Memenuhi
STORY4	Max Drift X	EY	0,000043		3,5	0,01875	0,03	Memenuhi	
STORY4	Max Drift Y	EY		0,000963	3,5	0,01875	0,03		Memenuhi
STORY3	Max Drift X	EQX	0,00046		3,5	0,01875	0,03	Memenuhi	
STORY3	Max Drift Y	EQX		0,000039	3,5	0,01875	0,03		Memenuhi
STORY3	Max Drift X	EY	0,000044		3,5	0,01875	0,03	Memenuhi	
STORY3	Max Drift Y	EY		0,000975	3,5	0,01875	0,03		Memenuhi
STORY2	Max Drift X	EQX	0,000435		3,5	0,01875	0,03	Memenuhi	
STORY2	Max Drift Y	EQX		0,000037	3,5	0,01875	0,03		Memenuhi
STORY2	Max Drift X	EY	0,000042		3,5	0,01875	0,03	Memenuhi	
STORY2	Max Drift Y	EY		0,00089	3,5	0,01875	0,03		Memenuhi
STORY1	Max Drift X	EQX	0,000274		3,5	0,01875	0,03	Memenuhi	
STORY1	Max Drift Y	EQX		0,000023	3,5	0,01875	0,03		Memenuhi
STORY1	Max Drift X	EY	0,000026		3,5	0,01875	0,03	Memenuhi	
STORY1	Max Drift Y	EY		0,000507	3,5	0,01875	0,03		Memenuhi

Tabel 8.4 Batas *Ultimate* untuk Gedung Bresing V terbalik

Story	Item	Load	DriftX	DriftY	Batas	Batas Ultimate	
					Ultimate	Syarat (arah-x)	Syarat (arah-y)
STORY10	Max Drift X	EQX	0,00072128		0,07	Memenuhi	
STORY10	Max Drift Y	EQX		0,00005488	0,07		Memenuhi
STORY10	Max Drift X	EQY	0,00006272		0,07	Memenuhi	
STORY10	Max Drift Y	EQY		0,0015288	0,07		Memenuhi
STORY9	Max Drift X	EQX	0,0010388		0,07	Memenuhi	
STORY9	Max Drift Y	EQX		0,00008232	0,07		Memenuhi
STORY9	Max Drift X	EQY	0,00009408		0,07	Memenuhi	
STORY9	Max Drift Y	EQY		0,0026264	0,07		Memenuhi
STORY8	Max Drift X	EQX	0,00130536		0,07	Memenuhi	
STORY8	Max Drift Y	EQX		0,00010584	0,07		Memenuhi
STORY8	Max Drift X	EQY	0,00012152		0,07	Memenuhi	
STORY8	Max Drift Y	EQY		0,00365736	0,07		Memenuhi
STORY7	Max Drift X	EQX	0,00153272		0,07	Memenuhi	
STORY7	Max Drift Y	EQX		0,00012544	0,07		Memenuhi
STORY7	Max Drift X	EQY	0,00014504		0,07	Memenuhi	
STORY7	Max Drift Y	EQY		0,00434728	0,07		Memenuhi
STORY6	Max Drift X	EQX	0,00164248		0,07	Memenuhi	
STORY6	Max Drift Y	EQX		0,00014112	0,07		Memenuhi
STORY6	Max Drift X	EQY	0,00016072		0,07	Memenuhi	
STORY6	Max Drift Y	EQY		0,00386904	0,07		Memenuhi
STORY5	Max Drift X	EQX	0,00168952		0,07	Memenuhi	
STORY5	Max Drift Y	EQX		0,00014112	0,07		Memenuhi
STORY5	Max Drift X	EQY	0,0001568		0,07	Memenuhi	
STORY5	Max Drift Y	EQY		0,00357504	0,07		Memenuhi
STORY4	Max Drift X	EQX	0,00177576		0,07	Memenuhi	
STORY4	Max Drift Y	EQX		0,00014896	0,07		Memenuhi
STORY4	Max Drift X	EQY	0,00016856		0,07	Memenuhi	
STORY4	Max Drift Y	EQY		0,00377496	0,07		Memenuhi
STORY3	Max Drift X	EQX	0,0018032		0,07	Memenuhi	
STORY3	Max Drift Y	EQX		0,00015288	0,07		Memenuhi
STORY3	Max Drift X	EQY	0,00017248		0,07	Memenuhi	
STORY3	Max Drift Y	EQY		0,003822	0,07		Memenuhi
STORY2	Max Drift X	EQX	0,0017052		0,07	Memenuhi	
STORY2	Max Drift Y	EQX		0,00014504	0,07		Memenuhi
STORY2	Max Drift X	EQY	0,00016464		0,07	Memenuhi	
STORY2	Max Drift Y	EQY		0,0034888	0,07		Memenuhi
STORY1	Max Drift X	EQX	0,00107408		0,07	Memenuhi	
STORY1	Max Drift Y	EQX		0,00009016	0,07		Memenuhi
STORY1	Max Drift X	EQY	0,00010192		0,07	Memenuhi	
STORY1	Max Drift Y	EQY		0,00198744	0,07		Memenuhi