

BAB IV

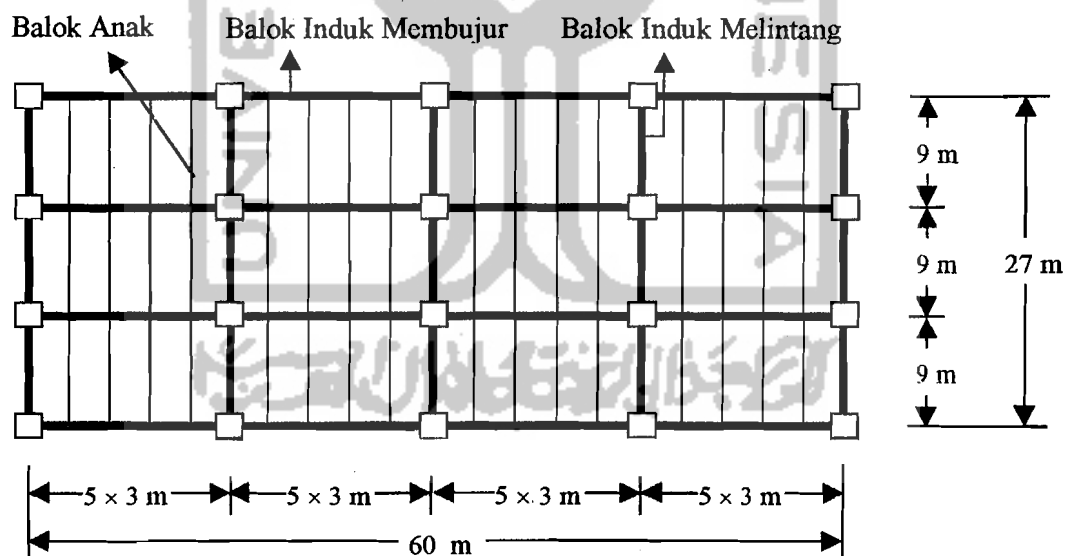
ANALISIS MODEL PENEMPATAN BALOK ANAK

TERHADAP PORTAL BAJA-BETON DENGAN METODE LRFD

4.1. Model Penempatan Balok Anak

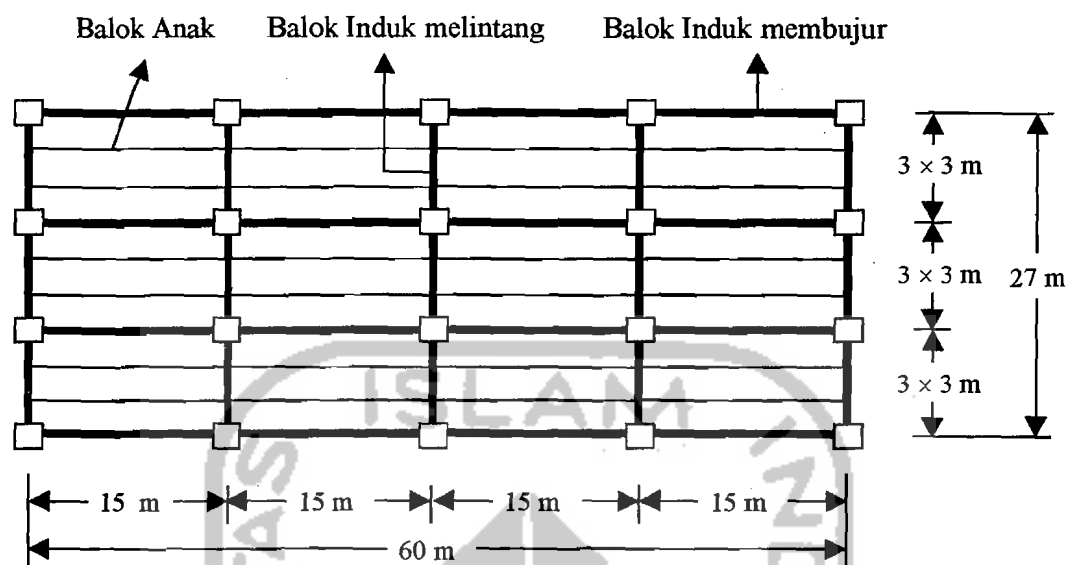
Dalam Tugas Akhir ini, hanya akan dibahas empat macam penempatan balok anak yang terbagi dalam dua penempatan balok anak dengan jarak antar balok yang sama, dan dua balok anak dengan jarak antar yang berbeda. Berikut ini akan diberikan beberapa model penempatannya, yaitu :

1. Penempatan Balok Anak Tipe A



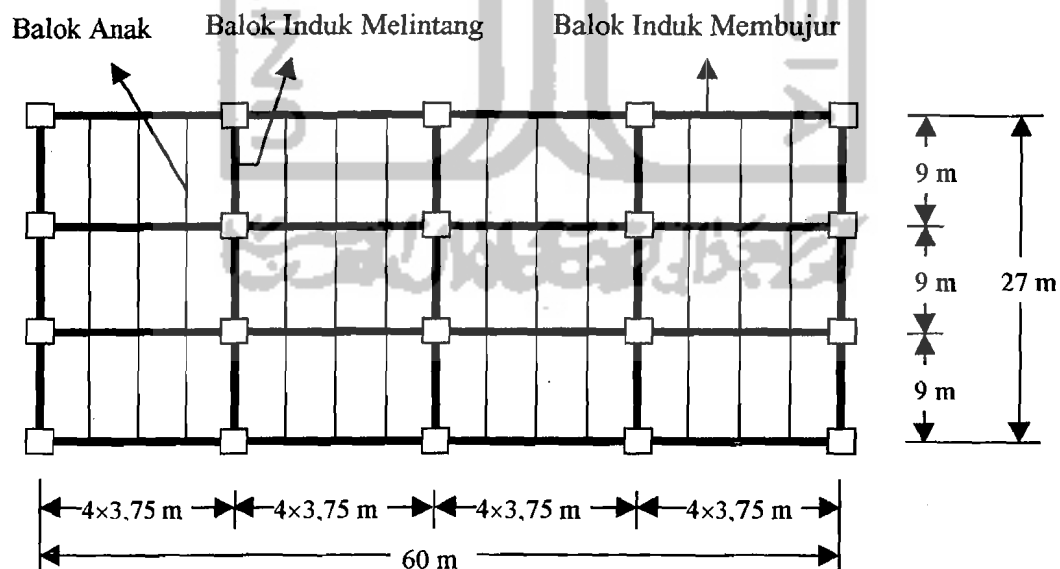
Gambar 4.1. Denah Penempatan Balok Anak Tipe A

2. Penempatan Balok Anak Tipe B



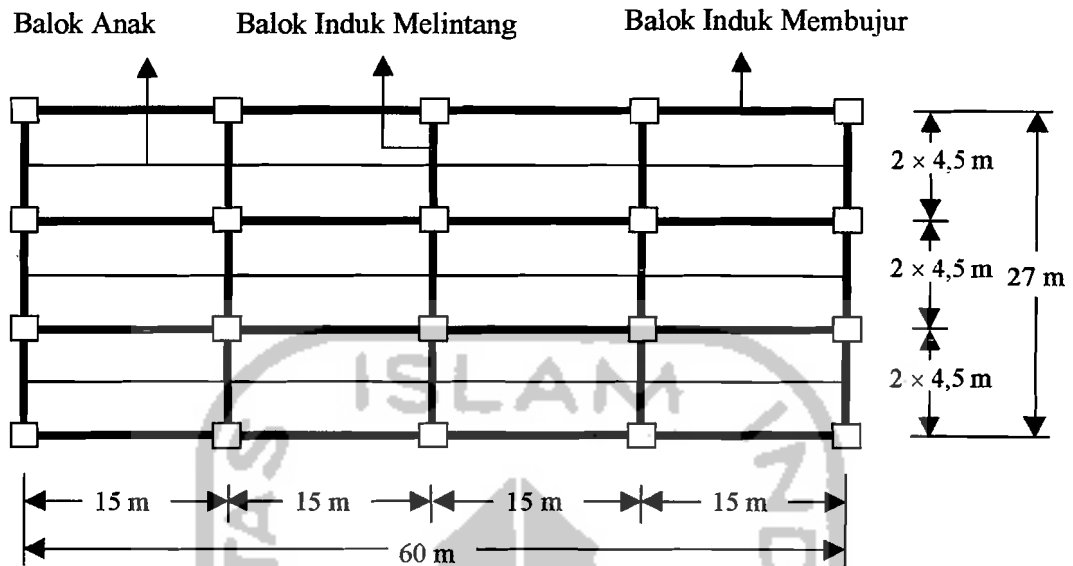
Gambar 4.2. Denah Penempatan Balok Anak Tipe B

3. Penempatan Balok Anak Tipe C



Gambar 4.3. Denah Penempatan Balok Anak Tipe C

4. Penempatan Balok Anak Tipe D

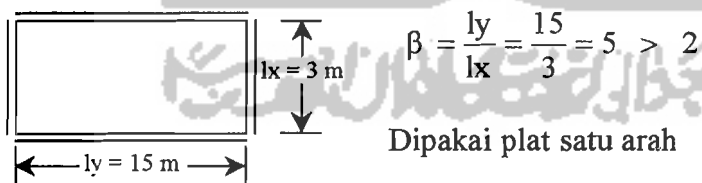


Gambar 4.4. Denah Penempatan Balok Anak Tipe D

4.2. Desain Pelat Tipe B

Desain pada pelat di dasarkan pada peraturan SK SNI T-15-1991-03, karena pelat dalam bentuk beton biasa dan bukan komposit.

a. Penentuan tebal plat



Gambar 4.5. Distribusi Momen

$$h_{\min} = \frac{L_x}{24} = \frac{3000}{24} = 125 \text{ mm}$$

Digunakan : - Tebal plat lantai (h) : 125 mm

- Tulangan pokok (D): $\varnothing 12$

- Penutup beton (Pb) : 20 mm
- $d = h - Pb - \frac{1}{2} D = 125 - 20 - \frac{1}{2} \cdot 12 = 99 \text{ mm}$

b. Pembebanan

- Beban Hidup : $W_L = 4,00 \text{ KN/m}^2$
 - Beban mati :
 - ⇒ Plat $= 0,125 \times 24 = 3 \text{ KN/m}^2$
 - ⇒ Ubin $= 0,02 \times 21 = 0,42 \text{ KN/m}^2$
 - ⇒ Elemen penggantung $= 0,18 \text{ KN/m}^2$
 - ⇒ Specie $= 0,02 \times 21 = 0,42 \text{ KN/m}^2$
 - ⇒ Pasir $= 0,02 \times 16 = 0,32 \text{ KN/m}^2$
-
- $W_D = 4,34 \text{ KN/m}^2$

$$W_U = 1,2 W_D + 1,6 W_{LL}$$

$$= 1,2 \times 4,34 + 1,6 \times 4,00 = 11,608 \text{ KN/m}^2$$

c. Penentuan koefisien momen

Dari tabel digunakan momen yang terbesar :

$$M_u^+ = \frac{1}{11} \times W_U \times l x^2 = \frac{1}{11} \times 11,608 \times 3^2 = 9,4975 \text{ KN-m}$$

$$M_u^- = \frac{1}{10} \times W_U \times l x^2 = \frac{1}{10} \times 11,608 \times 3^2 = 10,4472 \text{ KN-m}$$

d. Perhitungan tulangan pokok

Dari beberapa nilai momen pilihlah nilai terbesar, didapat momen yang terjadi pada adalah :

$$M_U = 10,4472 \text{ KN-m}$$

$$f'_c = 24 \text{ Mpa} < 30 \text{ Mpa} \rightarrow \beta_1 = 0,85$$

$$M_n = \frac{Mu}{\phi} = \frac{10,4472}{0,8} = 13,059 \text{ KN} - \text{m}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c \cdot \beta_1}{f_y} \cdot \frac{600}{600 + f_y} = \frac{(0,85 \times 24 \times 0,85)}{400} \times \frac{600}{(600 + 400)}$$

$$= 0,026$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \rho_b = 0,75 \times 0,026 = 0,0195$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{400}{0,85 \times 24} = 19,6078$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{13,059 \times 10^6}{1000 \times 99^2} = 1,3324$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{F_y}} \right) = \frac{1}{19,6078} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 19,6078 \times 1,3324}{400}} \right) = 0,00345$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0,00345 < \rho_{\min} = 0,0035 < \rho_{\max} = 0,0195$$

Digunakan $\rho_{\min} = 0,0035$

$$A_s \text{ perlu} = \rho_{\min} \cdot b \cdot d = 0,0035 \times 1000 \times 99 = 346,5 \text{ mm}^2$$

$$A_{\phi 10} = \frac{1}{4} \pi \cdot (d^2) = \frac{1}{4} \pi \cdot (12^2) = 113 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak antar tulangan} = \frac{A_{\phi 12} \times b}{A_s \text{ perlu}} = \frac{113 \times 1000}{346,5} = 326,118 \text{ mm} \approx 250 \text{ mm}$$

$$\text{Luas tulangan permeter} = \frac{A_{\phi 12} \times b}{\text{Jarak tulangan}} = \frac{113 \times 1000}{250}$$

$$= 452 \text{ mm}^2 < 346,5 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan permeter} = \frac{1000}{250} = 4 \text{ buah}$$

Dipakai $\phi 12$ -250 mm

e. Cek geser

$$V_u = 1,15 \cdot \frac{1}{2} \cdot W_u \cdot l_x = 1,15 \times \frac{1}{2} \times 11,608 \times 3 = 20,0238 \text{ KN}$$

$$V_c = \frac{1}{6} \cdot b \cdot d \cdot \sqrt{f'_c} = \frac{1}{6} \times 1000 \times 99 \times \sqrt{24} \times 10^{-3} = 80,8331 \text{ KN}$$

$$\phi V_c = 0,6 \times V_c = 0,6 \times 80,8331$$

$$= 48,4999 \text{ KN} > V_u = 20,0238 \text{ KN} \rightarrow \text{Aman !}$$

f. Kontrol kapasitas

$$C_c = 0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a = 0,85 \times 24 \times 1000 \times a$$

$$= 20400 a$$

$$T_s = A_s \cdot F_y = 452 \times 400$$

$$= 180800 \text{ N}$$

$$\text{Syarat kesetimbangan : } T_s = C_c$$

$$180800 = 20400 \cdot a$$

$$a = 8,8627 \text{ mm}$$

$$M_n \text{ total} = T_s \left(d - \frac{1}{2} \cdot a \right) = 180800 \cdot \left(99 - \frac{1}{2} \times 8,8627 \right) \times 10^{-6}$$

$$= 17,098 \text{ KN-m} > M_n = 13,059 \text{ KN-m} \rightarrow \text{Aman !}$$

g. Perhitungan tulangan bagi

$$A_s = 0,0018 \cdot b \cdot h = 0,0018 \times 1000 \times 125 = 225 \text{ mm}^2$$

$$\text{Dipakai tulangan } \phi 8 \rightarrow A_{\phi 8} = \frac{1}{4} \times \pi \times 8^2 = 50,26 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak tulangan} = \frac{50,26 \times 1000}{225} = 223,38 \text{ mm} \approx 200 \text{ mm}$$

Dipakai tulangan bagi : $\phi 8 - 200$

Tabel 1. Tebal Pelat untuk setiap tipe

Tipe	Pelat	Tebal (mm)	Wu (KN/m)	Vu (KN)	Mu (KN-m)	Mn (KN-m)
A	Atap	125	6,592	11,371	5,9328	7,416
	Lantai	125	11,608	20,024	10,4472	13,059
B	Atap	125	6,592	11,371	5,9328	7,416
	Lantai	125	11,608	20,0238	10,4472	13,059
C	Atap	160	7,6	16,3875	10,6875	13,3594
	Lantai	160	12,616	27,2032	17,7412	22,1765
D	Atap	190	8,464	21,9006	17,1396	21,4245
	Lantai	190	13,48	34,8795	27,7412	34,1212

4.3. Desain Balok Tipe B

Sebagai sampel diambil balok anak pada lantai dimana langkah-langkah desainnya sebagai berikut :

a. Pembebanan Type I

1). Beban sebelum beton mengeras (w_D)

$$\text{Berat Plat (qp)} = 0,125 \times 24 = 3 \text{ KN/m}^2$$

Beban Eivalen (w_{eq})

$$w_{eq} = \frac{q_P \cdot L_X \cdot (3 \cdot L_Y^2 - L_X^2)}{3 \cdot L_Y^2} = \frac{3 \times 3 \times (3 \times 15^2 - 3^2)}{3 \times 15^2} = 8,88 \text{ KN/m}$$

Beban sebelum beton mengeras (w_D)

$$\Rightarrow \text{Beban Eivalen (} w_{eq} \text{)} = 8,88 \text{ KN/m}$$

$$\Rightarrow \text{Berat balok asumsi (} w_b \text{)} = 1,15 \text{ KN/m}$$

$$\underline{W_D = 10,03 \text{ KN/m}}$$

2). Beban setelah beton mengeras (w_L)

$$\Rightarrow \text{Ubin} = 0,02 \times 21 = 0,42 \text{ KN/m}^2$$

$$\Rightarrow \text{Specie} = 0,02 \times 21 = 0,42 \text{ KN/m}^2$$

$$\Rightarrow \text{Pasir} = 0,02 \times 16 = 0,32 \text{ KN/m}^2$$

$$\Rightarrow \text{Penggantung} = 0,18 \text{ KN/m}^2$$

$$q_{LD} = 1,34 \text{ KN/m}^2$$

$$\Rightarrow \text{Beban hidup berguna} = 4 \text{ KN/m}^2$$

$$q_{LL} = 4 \text{ KN/m}^2$$

Beban Ekvivalen

$$w_{eq1} = \frac{q_{LD} \cdot L_x \cdot (3 \cdot L_y^2 - L_x^2)}{3 \cdot L_y^2} = \frac{1,34 \times 3 \times (3 \times 15^2 - 3^2)}{3 \times 15^2} = 3,9664 \text{ KN/m}$$

$$w_{eq2} = \frac{q_{LL} \cdot L_x \cdot (3 \cdot L_y^2 - L_x^2)}{3 \cdot L_y^2} = \frac{4 \times 3 \times (3 \times 15^2 - 3^2)}{3 \times 15^2} = 11,84 \text{ KN/m}$$

Beban merata yang ditahan oleh baja

$$\text{Beban Ekvivalen mati } (w_{eq1}) \quad (w_{LD}) = 3,9664 \text{ KN/m}$$

$$\text{Beban Ekvivalen hidup } (w_{eq2}) \quad (w_{LL}) = 11,84 \text{ KN/m}$$

3). Beban Terfaktor (w_U)

$$\begin{aligned} w_U &= 1,2 (w_D + w_{LD}) + 1,6 \times w_{LL} \\ &= 1,2 \times (10,03 + 3,9664) + 1,6 \times 11,84 \\ &= 35,7397 \text{ KN/m} \end{aligned}$$

b. Momen Terfaktor

$$\begin{aligned} M_u &= 1/8 \times w_U \times L_y^2 = 1/8 \times 35,7397 \times 15^2 \\ &= 1005,1785 (\times 0,7376 \text{ K-ft}) = 741,4197 \text{ K-ft} \end{aligned}$$

c. Lebar Efektif (b_E)

$$b_E \leq \frac{1}{4} L = \frac{1}{4} \times 1500 = 375 \text{ cm} = 147 \text{ in}$$

$$b_E \leq b_o = 300 \text{ cm} = 118 \text{ in (menentukan)}$$

d. Pemilihan Profil

Pemilihan profil berdasarkan berat profil minimum

Berat profil (w_T)

$$w_T = \left[\frac{M_u \times 12}{\left(\frac{1}{2} \times d + Y_{CON} - \frac{a}{2} \right) \times \phi F_y} \right] \times 3,4 \text{ lbs/ft}$$

Asumsi : $\frac{1}{2} a = 1 \text{ in} < t_s = 4,92 \text{ in}$

$$Y_{CON} = t_s = 12,5 \text{ cm} = 4,92 \text{ in}$$

$$\phi = 0,85$$

$$f'_c = 24 \text{ Mpa} \approx 3,5 \text{ ksi}$$

Pemilihan Profil (Manual LRFD, "COMPOSITE BEAM SELECTION

TABLE"), diperoleh :

D (profil)	$\frac{M_u \times 12 \times 3,4}{\phi \cdot F_y}$	$\frac{1}{2} d + t_s - \frac{1}{2} a$	w_T (lbs/ft)	Profil minimum	Profil rencana
W ₂₁	998,5596	14,42	68,55	W _{21x...}	
W ₂₄		15,92	62,09	W _{24x68}	W _{24x68}
W ₂₇		17,42	56,75	W _{27x84}	

e. Kekuatan Nominal Penampang

Dari manual LRFD, Composite Beam Selection Table dicoba profil W_{24x68} :

$$\Sigma Q_n = 724 \text{ kips}$$

$$a = \frac{\Sigma Q_n}{0,85 \times f'_c \times b_E} = \frac{724}{0,85 \times 3,5 \times 118} = 2,0624 \text{ in}$$

$$Y2 = ts - \frac{1}{2} a = 4,92 - \frac{1}{2} \cdot 2,0624 = 3,8888$$

Interpolasi dari Composite Beam Selection Table diperoleh :

$$\phi M_n = 807,44 \text{ K-ft} > M_u = 741,4197 \text{ K-ft}$$

$$I_b = 4324 \text{ in}^4$$

Cek Lendutan akibat beban layanan :

$$w_L = w_{LD} + w_{LL} = 3,9664 + 11,84 \text{ KN/m} = 15,8064 \text{ KN/m} = 1,083 \text{ K/ft}$$

$$\Delta_{LL} = \frac{0,013 \cdot w_L \cdot L^4}{E_s \cdot I_b} = \frac{0,013 \times 1,083 \times 49,21^4 \times 12^3}{29000 \times 4324}$$

$$= 1,1377 \text{ in} < \frac{1}{360} = 1,64 \text{ in} \rightarrow \text{aman}$$

Cek geser oleh badan balok :

$$V_u = \frac{1}{2} \cdot w_u \cdot L = \frac{1}{2} \cdot 35,7397 \cdot 15 = 268,0477 \text{ KN} \approx 60,2571 \text{ Kips}$$

$$\phi V_n = 0,9 \cdot (0,6 \cdot F_y \cdot A_w) = 0,9 \cdot (0,6 \cdot 36 \cdot 23,73 \cdot 0,415)$$

$$= 191,4441 \text{ Kips} > V_u = 60,2571 \text{ Kips} \rightarrow \text{aman !}$$

f. Penghubung Geser

$$V_h = 0,85 \cdot f_c \cdot b_e \cdot ts = 0,85 \times 3,5 \times 118 \times 4,92 = 1727,166 \text{ kips}$$

$$V_h = A_s \cdot F_y = 20,1 \times 36 = 723,6 \text{ Kips}$$

Digunakan V_h yang terkecil yaitu :

$$V_h = 723,6 \text{ kips (stud diameter } \frac{3}{4} \text{ "x 3", } Q_n = 23,6 \text{ kips)}$$

Jumlah stud yang diperlukan (n) :

$$n = \frac{V_h}{Q_n} = \frac{723,6}{23,6} = 30,66 \approx 32 \text{ buah (16 pasang)}$$

$$\text{Jarak / spasi stud (Sperlu)} = \frac{L}{n} = \frac{1500}{32} = 46,875 \text{ cm}$$

Digunakan stud : 64 - $\frac{3}{4}$ "x 3", dengan spasi = 47 cm

g. Kontrol Berat Balok

$$W_{\text{balok}} = 68 \text{ lbs/ft} \approx 0,99 \text{ KN/m} < W_{\text{taksir}} = 1,35 \text{ KN/m} \rightarrow \text{aman !}$$

Tabel 2. Beban rencana balok untuk penempatan balok anak tipe B

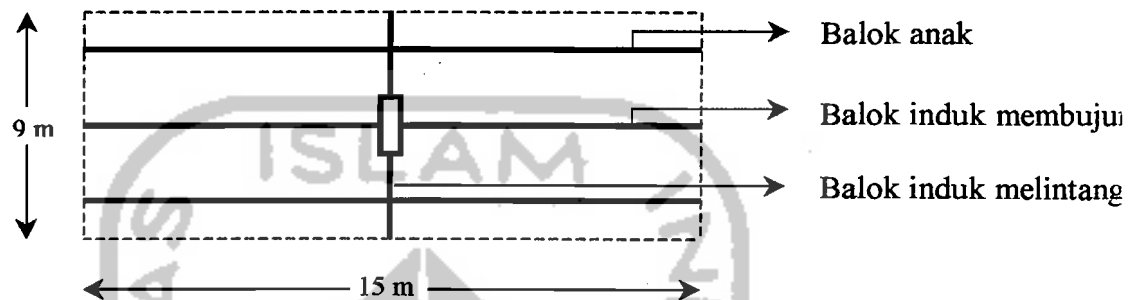
Balok	Beban yang ditahan balok					
	W_D	W_{LD}	W_{LL}	P_D	P_{LD}	P_{LL}
Anak Atap	9,63	3,4336	2,96	-	-	-
Induk Atap Membujur	9,98	3,4336	2,96	-	-	-
Induk Atap Melintang	7,35	2,32	2	144,45	51,504	44,4
Anak Lantai	10,03	3,9664	11,84	-	-	-
Induk Lantai Membujur	10,53	13,9664	11,84	-	-	-
Induk Lantai Melintang	8,25	12,68	8	150,45	59,496	177,6

Tabel 3. Dimensi Balok untuk beberapa tipe pembebanan

Tipe	A		B		C		D	
	L (m)	Profil ($F_y=248 \text{ Mpa}$)	L (m)	Profil ($F_y=248 \text{ MPa}$)	L (m)	Profil ($F_y=248 \text{ MPa}$)	L (m)	Profil ($F_y=248 \text{ MPa}$)
BI. Atap	15	W33X118	15	W21X62	15	W36X135	15	W27X84
BI. Lantai		W33X221		W30X108		W36X230		W33X141
BI. Atap	9	W14X34	9	W27X84	9	W14X38	9	W27X94
BI. Lantai		W24X68		W36X150		W24X76		W36X150
BA. Atap	9	W12X22	15	W18X46	9	W14X26	15	W24X62
BA. Lantai		W16X31		W24X68		W18X35		W27X84

4.4. Desain Kolom Tipe B

Analisa pembebanan pada kolom ditinjau pada kolom yang paling bawah, dengan model pembebanan pada kolom dapat dilihat dari gambar :



Gambar 4.6. Pembebanan pada Kolom

4.4.1. Pembebanan

a. Beban Hidup (P_L)

$$P_L \text{ atap} = 1 \times 15 \times 9 = 135 \text{ KN}$$

$$P_L \text{ lantai} = 4 \times 15 \times 9 = 540 \text{ KN}$$

b. Beban Mati (P_D)

$$P_D \text{ atap} = \text{Pelat} = \{(0,125 \times 24) + (1,16)\} \times 15 \times 9 = 561,6 \text{ KN}$$

$$\text{Balok} = \{(2 \times 0,75) + (1 \times 1,1)\} \times 15 + (1 \times 1,35 \times 9) = 51,15 \text{ KN}$$

$$P_D \text{ atap} = 612,75 \text{ KN}$$

$$P_D \text{ lantai} = \text{Pelat} = \{(0,125 \times 24) + (1,34)\} \times 15 \times 9 = 585,9 \text{ KN}$$

$$\text{Balok} = \{(2 \times 1,15) + (1 \times 1,65)\} \times 15 + (1 \times 2,25 \times 9) = 79,5 \text{ KN}$$

$$P_D \text{ lantai} = 665,4 \text{ KN}$$

$$\text{Beban Kolom atas (asumsi)} = (12 \text{ KN/m} \times 21 \text{ m}) = 252 \text{ KN}$$

c. Beban Hidup Total

$$\begin{aligned}\text{Beban hidup total} &= P_L \text{ atap} + P_L \text{ lantai} \cdot (n) \\ &= 135 + 540 \cdot (4) = 2295 \text{ KN}\end{aligned}$$

d. Beban Mati Total

$$\begin{aligned}\text{Beban mati total} &= P_D \text{ atap} + P_D \text{ lantai} \cdot (n) + P \text{ kolom atas} \\ &= 612,75 + 665,4 \cdot (4) + 252 \\ &= 3526,35 \text{ KN}\end{aligned}$$

e. Beban Terfaktor

$$\begin{aligned}\text{Beban terfaktor (Pu)} &= 1,2 \cdot P_D + 1,6 \cdot P_L = 1,2 \cdot (3526,35) + 1,6 \cdot (2295) \\ &= 7903,62 \text{ KN}\end{aligned}$$

4.4.2. Pemilihan Profil Kolom

$$P_u = 7903,62 \text{ KN} \approx 1776,7338 \text{ Kips} \quad : L = 5 \text{ m}$$

$$k = 1,35 \text{ (portal bergoyang } k \geq 1)$$

$$kL = 1,35 \cdot (5) = 6,75 \text{ m} \approx 22,15 \text{ ft}, r_{mx}/r_{my} = 1,0 \text{ (asumsi)}$$

Dari Manual LRFD "Composite Colum Table" dipilih :

Profil W14x283 encased 24"×24", $f'_c = 3,5 \text{ Ksi (24 Mpa)}$, $F_y = 50 \text{ Ksi}$, dengan

$$\phi P_n = 4112,88 \text{ Kips} > P_u = 1776,7338 \text{ Kips}$$

Data kolom sebagai berikut : Tulangan longitudinal = 4 – # 11 Bars

Senggang pengikat = # 4 – 16 in

Digunakan : Profil W14×283 encased 24"×24" untuk seluruh kolom

4.4.3. Hitungan Faktor Panjang Efektif Kolom

Faktor panjang efektif kolom diperlukan untuk menghitung kapasitas nominal kolom aktual dan untuk mengontrol nilai faktor panjang efektif kolom (k) pada pemilihan awal dimensi kolom sebelumnya.

Faktor kekakuan relatif pada typical joint (G)

$$G = \frac{\sum \left(\frac{I}{L} \right)_C}{\sum \left(\frac{I}{L} \right)_B}$$

$G = 1,0$ untuk kondisi joint sebagai jepit

$G = 10$ untuk kondisi joint sebagai sendi

Faktor panjang efektif kolom pada portal bergoyang (*unbraced frame*), dihitung menggunakan formula 3.2 (Smith, 1996)

$$k = \sqrt{\frac{1,6(G_i \cdot G_j) + 4(G_i + G_j) + 7,5}{G_i + G_j + 7,5}}$$

Data properties untuk hitungan faktor panjang efektif kolom berdasarkan arah portal sebagai berikut :

a. Portal arah melintang

Balok lantai : W36x150 , $I = 9040 \text{ in}^4$

Kolom : W14x283 , $I = 3840 \text{ in}^4$

Hitungan faktor panjang efektif kolom tengah

$G_1 = G_4 = 1,0$ jepit

$$G_{atas} = \frac{\{(3840/16,4) + (3840/13,12)\}}{\{(9040/29,52) + (9040/29,52)\}} = 0,8602$$

$$K_{Melintang} = \sqrt{\frac{1,6(1 \times 0,8602) + 4(1 + 0,8602) + 7,5}{1 + 0,8602 + 7,5}} = 1,32$$

b. Portal arah membujur

Balok lantai : W30x108 , I = 4470 in⁴

Kolom : W14x283 , I = 1440 in⁴

Hitungan faktor panjang efektif kolom tengah

G1 = G4 = 1,0 jepit

$$G_{atas} = \frac{\{(1440/16,4) + (1440/13,12)\}}{\{(4470/49,21) + (4470/49,21)\}} = 1,0875$$

$$K_{Membujur} = \sqrt{\frac{1,6(1 \times 1,0875) + 4(1 + 1,0875) + 7,5}{1 + 1,0875 + 7,5}} = 1,35$$

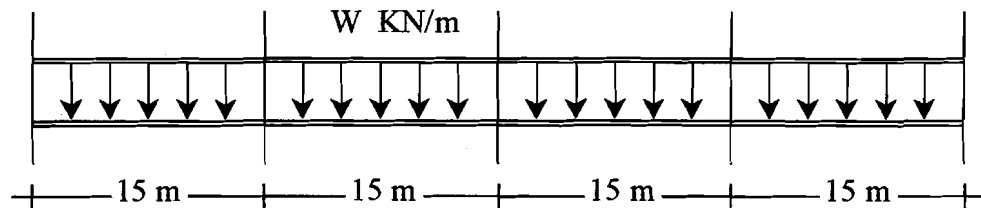
Nilai "K" baru lebih kecil dari nilai "K" sebelumnya/asumsi, sehingga digunakan nilai "K" baru yang disesuaikan dengan posisi kolom. Profil W14x283 dapat digunakan sebagai kolom komposit encased 24" x 24".

Tabel 4. Dimensi Kolom untuk berbagai tipe pembebanan

Tipe	A	B	C	D
Profil	W12X252, encased 22"X24"	W14X283, encased 24"X24"	W14X311, encased 24"X26"	W14X342, encased 24"X26"
φ Pn (KN)	15786,6192	18295,736	19545,8019	21503,9227
Pu (KN)	7875	7903,62	8595,864	9157,14

4.5. Desain Portal Akibat Gempa Tipe B

4.5.1. Hitungan Portal Membujur



Gambar 4.7. Pembebanan pada Portal Membujur

Beban-besan yang bekerja pada portal membujur adalah beban yang bekerja juga pada balok induk membujur atau balok induk yang sejajar dengan balok anak (lihat tabel 2.)

a. Berat bangunan (W_T)

1). Beban balok induk atap (lantai 5)

$$W_D \text{ Atap} = 9,98 \times 30 = 299,4 \text{ KN}$$

$$W_{LD} \text{ Atap} = 3,4336 \times 30 = 103,008 \text{ KN}$$

$$W_{LL} \text{ Atap} = 2,96 \times 30 = 88,8 \text{ KN}$$

$$W \text{ Kolom} = \frac{1}{2} \times 4m \times (3 \times 12) = 72 \text{ KN}$$

$$W_5 = 563,208 \text{ KN}$$

2). Beban balok induk lantai (lantai 3 – 4)

$$W_D \text{ Lantai} = 10,53 \times 30 = 315,9 \text{ KN}$$

$$W_{LD} \text{ Lantai} = 13,9664 \times 30 = 418,992 \text{ KN}$$

$$W_{LL} \text{ Lantai} = 11,84 \times 30 = 355,2 \text{ KN}$$

$$W \text{ Kolom} = 4m \times (3 \times 12) = 144 \text{ KN}$$

$$W_3 = 1234,092 \text{ KN}$$

3). Beban balok induk lantai (lantai 2)

$$W_D \text{ Lantai} = 10,53 \times 60 = 631,8 \text{ KN}$$

$$W_{LD} \text{ Lantai} = 13,9664 \times 60 = 837,984 \text{ KN}$$

$$W_{LL} \text{ Lantai} = 11,84 \times 60 = 710,4 \text{ KN}$$

$$W \text{ Kolom} = \left\{ \left(\frac{1}{2} \times 4m \times 2 \right) + (4m \times 3) \right\} \times 12 = 192 \text{ KN}$$

$$W_2 = 2372,184 \text{ KN}$$

4). Beban pelat lantai (lantai 1)

$$W_D \text{ Lantai} = 10,53 \times 60 = 631,8 \text{ KN}$$

$$W_{LD} \text{ Lantai} = 13,9664 \times 60 = 837,984 \text{ KN}$$

$$W_{LL} \text{ Lantai} = 11,84 \times 60 = 710,4 \text{ KN}$$

$$W \text{ Kolom} = \frac{1}{2} \times (4m + 5m) \times (5 \times 12) = 270 \text{ KN}$$

$$W_1 = 2450,184 \text{ KN}$$

5). Berat total

$$\begin{aligned} W_T &= W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 \\ &= 2450,184 + 2372,184 + 1234,092 + 1234,092 + 563,208 \\ &= 7853,76 \text{ KN} \end{aligned}$$

b. Gaya geser dasar

1). Waktu geser alami (T)

$$\begin{aligned} T &= 0,085 \cdot H^{3/4} = 0,085 \cdot 21^{3/4} \\ &= 0,83 \text{ detik} \end{aligned}$$

2). Koefisien gempa dasar (C)

Gedung berada pada daerah gempa III, dengan kondisi tanah lunak, maka dari gambar 2.3 PPKGURG'87 diperoleh koefisien gempa dasar, $C = 0,07$

3). Faktor keutamaan gedung (I)

Gedung difungsikan untuk perkantoran, maka dari tabel 2.1

PPKGURG'87 diperoleh : $I = 1$

4). Faktor jenis struktur (K)

Jenis struktur gedung bersifat portal daktail dengan bahan bangunan dari

baja dan beton, sehingga dari tabel 2.2 PPKGURG'87 diperoleh $K = 1$

5). Gaya geser horisontal yang terjadi (V)

$$V = C . I . K . W_T = 0,07 . 1 . 1 . 7853,76$$

$$= 549,7632 \text{ KN}$$

c. Gaya geser tiap tingkat

Kontrol kelangsingan bangunan dengan

$$\frac{H}{B} = \frac{21\text{m}}{60\text{m}} = 0,35 \leq 3, \text{ maka gaya geser per tingkat adalah :}$$

$$F_i = \frac{W_i \cdot h_i}{\sum W_i \cdot h_i} \times V$$

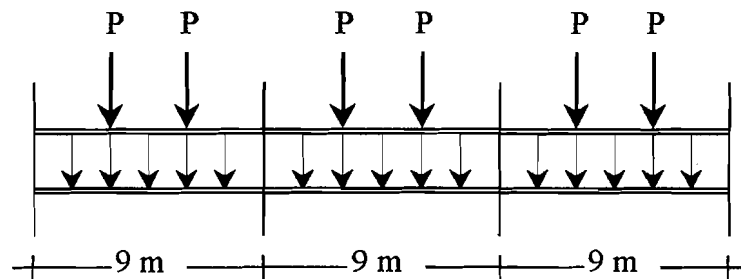
Selanjutnya perhitungan gaya geser tiap tingkat portal melintang tipe B, disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Tabel 5. Gaya geser per tingkat untuk portal membujur tipe B

Tingkat	Hi (m)	Wi (KN)	Wi . Hi (KN-m)	Fi (KN)
5	21	563,21	11827,368	78,8623
4	17	1234,09	20979,564	139,8711
3	13	1234,09	16043,196	106,9725
2	9	2372,18	21349,656	142,3548
1	5	2450,18	12250,920	81,6865
$\sum W_i \cdot H_i =$			82450,704	



4.5.2. Hitungan Portal Melintang



Gambar 4.8. Pembebanan pada Portal Melintang

Beban yang bekerja pada portal melintang adalah beban yang bekerja pada balok anak yang dikonversikan menjadi beban titik dan beban merata balok melintang atau balok induk yang tegak lurus balok anak (lihat tabel 2).

a. Berat bangunan (W_T)

1). Beban balok induk atap (lantai 5)

$$W_D \text{ Atap} = 7,35 \times 27 = 198,45 \text{ KN}$$

$$W_{LD} \text{ Atap} = 2,32 \times 2 = 62,64 \text{ KN}$$

$$W_{LL} \text{ Atap} = 2 \times 27 = 54 \text{ KN}$$

$$P_D \text{ Atap} = 144,45 \times 6 = 866,7 \text{ KN}$$

$$P_{LD} \text{ Atap} = 51,504 \times 6 = 309,024 \text{ KN}$$

$$P_{LL} \text{ Atap} = 44,4 \times 6 = 266,4 \text{ KN}$$

$$W \text{ Kolom} = \frac{1}{2} \times 4m \times (4 \times 12) = 96 \text{ KN}$$

$$W_5 = 1853,214 \text{ KN}$$

2). Beban balok induk lantai (lantai 2 – 4)

$$W_D \text{ Lantai} = 8,25 \times 27 = 222,75 \text{ KN}$$

$$W_{LD} \text{ Lantai} = 12,68 \times 27 = 342,36 \text{ KN}$$

$$W_{LL} \text{ Lantai} = 8 \times 27 = 216 \text{ KN}$$

$$P_D \text{ Lantai} = 150,45 \times 6 = 902,7 \text{ KN}$$

$$P_{LD} \text{ Lantai} = 59,496 \times 6 = 356,976 \text{ KN}$$

$$P_{LL} \text{ Lantai} = 177,6 \times 6 = 1065,6 \text{ KN}$$

$$W \text{ Kolom} = 4m \times (4 \times 12) = 192 \text{ KN}$$

$$W_2 = 3298,386 \text{ KN}$$

3). Beban balok induk lantai (lantai 1)

$$W_D \text{ Lantai} = 8,25 \times 27 = 222,75 \text{ KN}$$

$$W_{LD} \text{ Lantai} = 12,68 \times 27 = 342,36 \text{ KN}$$

$$W_{LL} \text{ Lantai} = 8 \times 27 = 216 \text{ KN}$$

$$P_D \text{ Lantai} = 150,45 \times 6 = 902,7 \text{ KN}$$

$$P_{LD} \text{ Lantai} = 59,496 \times 6 = 356,976 \text{ KN}$$

$$P_{LL} \text{ Lantai} = 177,6 \times 6 = 1065,6 \text{ KN}$$

$$W \text{ Kolom} = \frac{1}{2} \times (4m+5m) \times (4 \times 12) = 216 \text{ KN}$$

$$W_1 = 3322,386 \text{ KN}$$

4). Berat total

$$W_T = W_1 + W_2 \times (3) + W_3 = 3322,386 + 3298,386 \times 3 + 1853,214$$

$$= 15070,76 \text{ KN}$$

b. Gaya geser dasar

1). Waktu geser alami (T)

$$T = 0,085 \cdot H^{3/4} = 0,085 \cdot 21^{3/4}$$

$$= 0,83 \text{ detik}$$

2). Koefisien gempa dasar (C)

Gedung berada pada daerah gempa III, dengan kondisi tanah lunak, maka dari gambar 2.3 PPKGURG'87 diperoleh koefisien gempa dasar, $C = 0,07$

3). Faktor keutamaan gedung (I)

Gedung difungsikan untuk perkantoran, maka dari tabel 2.1 PPKGURG'87 diperoleh : $I = 1$

4). Faktor jenis struktur (K)

Jenis struktur gedung bersifat portal daktail dengan bahan bangunan dari baja dan beton, sehingga dari tabel 2.2 PPKGURG'87 diperoleh, $K = 1$

5). Gaya geser horisontal yang terjadi (V)

$$V = C \cdot I \cdot K \cdot W_T = 0,07 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 14903,908$$

$$= 1054,9531 \text{ KN}$$

c. Gaya geser tiap tingkat

Kontrol kelangsingan bangunan dengan

$$\frac{H}{B} = \frac{21 \text{ m}}{27 \text{ m}} = 0,78 \leq 3, \text{ maka gaya geser pertingkat :}$$

$$F_i = \frac{W_i \cdot h_i}{\sum W_i \cdot h_i} \times V$$

Selanjutnya perhitungan gaya geser tiap tingkat disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Tabel 6. Gaya geser per tingkat untuk portal melintang tipe B

Tingkat	Hi (m)	Wi (KN)	Wi . Hi (KN-m)	Fi (KN)
5	21	1853,21	38917,494	222,9294
4	17	3298,39	56072,562	321,1981
3	13	3298,39	42879,018	245,6221
2	9	3298,39	29685,474	170,046
1	5	3322,39	16611,93	95,1574
$\Sigma W_i \cdot H_i =$			181466,48	

