

## **BAB VI**

### **PEMBAHASAN**

#### **6.1. Pendahuluan**

Pembahasan dilakukan dengan cara membandingkan hasil desain stuktur dari beberapa tipe penempatan balok anak yang sudah ditabelkan dengan menganalisis hal-hal yang mempengaruhinya, sehingga diperoleh struktur yang ekonomis dan efisien. Dalam pembahasan ini dapat diambil beberapa hal pokok, yaitu :

- Tinjauan gaya-gaya
- Jarak antar balok (  $b_o$  )
- Distribusi pembebanan

Dalam membandingkan beberapa tipe penempatan tersebut tidak dapat dibandingkan secara langsung dari desain dan hasil desain yang digunakan dalam perencanaan. Hal ini disebabkan adanya beberapa data yang tidak sama, yang menyebabkan terjadinya variabel. Data-data tersebut dapat dibedakan dalam tiga kelompok, yaitu :

1. Kelompok data perencanaan yang tetap.
2. Kelompok data perencanaan yang merupakan variabel.
3. Kelompok data perencanaan yang besarnya mengikuti hasil perhitungan berdasarkan perubahan variabel.

Yang termasuk dalam kelompok data perencanaan yang tetap adalah tegangan leleh baja profil ( $F_y$ ), tegangan leleh baja tulangan ( $F_{yt}$ ), berat volume beton ( $\gamma_b$ ), beban mati setelah beton mengeras ( $q_{LD}$ ), beban hidup lantai dan atap ( $q_{LL}$ ), modulus elastis baja ( $E_s$ ), kuat tekan karakteristik beton ( $f'_c$ ), koefisien gempa dasar ( $C$ ), faktor keutamaan gedung ( $I$ ) dan faktor jenis struktur ( $K$ ). Kemudian yang termasuk dalam kelompok data perencanaan yang merupakan variabel adalah jarak antar balok ( $b_o$ ) dan tipe penempatan balok anak dengan distribusi bebannya ( $w_{eq}$ ). Sedangkan kelompok data perencanaan yang besarnya mengikuti hasil hitungan berdasarkan variabel adalah panjang bentang balok anak, profil, beban mati sebelum beton mengeras ( $w_D$ ), tebal pelat ( $t_s$ ) dan lebar efektif balok ( $b_E$ ).

## 6.2. Tinjauan Gaya-Gaya

Gaya-gaya yang terjadi pada struktur yang dibebani oleh beban mati, beban hidup, dan beban gempa dianalisa dengan menggunakan program komputer yakni “*Struktur Analisis Program*” (SAP90), yang dapat menghasilkan gaya aksial, gaya geser, momen lentur, dan defleksi.

Sedangkan untuk mendapatkan beban rencana, maka sesuai dengan LRFD A4-1, gaya-gaya yang diakibatkan oleh tiga jenis pembebanan tersebut dikombinasikan untuk mendapatkan gaya-gaya maksimum yang terjadi sesuai dengan realita di lapangan. Dari analisa mekanika struktur dengan SAP90 diperoleh kombinasi maksimum rata-rata adalah kombinasi beban mati, beban hidup dan beban gempa ( $1,2 D + 0,5 L \pm 1,5 E$ ).

### 6.3. Jarak antar Balok ( $bo$ )

Jarak antar balok (sisi pelat arah memendek) dapat mempengaruhi tebal pelat minimum (  $ts$  ) untuk penulangan satu arah. Sesuai dengan peraturan SK SNI T-15-1991-03 {kutipan tabel 3.2.5(a)} memberikan batasan tebal pelat minimum sebagai berikut :

$$h_{\text{minimum}} = \frac{L_x}{24}$$

Dimana  $L_x$  adalah jarak / bentang balok yang terpendek

Tabel 12. Pengaruh jarak antar balok terhadap tebal pelat

Tipe	Pelat	Jarak antar balok atau Sisi pelat arah pendek ( m )	Sisi pelat arah panjang ( m )	Tebal ( $ts$ ) ( m )
A	Atap	3,00	9	0,125
	Lantai	3,00	9	0,125
B	Atap	3,00	15	0,125
	Lantai	3,00	15	0,125
C	Atap	3,75	9	0,160
	Lantai	3,75	9	0,160
D	Atap	4,50	15	0,190
	Lantai	4,50	15	0,190

Berdasarkan tabel 12. dapat diketahui bahwa tebal pelat yang ideal yaitu 0,125 m, dengan jarak balok anak adalah 3 m. Hal ini disebabkan karena dalam rumus tebal pelat minimum (  $ts$  ) terdapat variabel  $bo$  yang berbanding lurus dengan  $ts$ . Sehingga semakin panjang jarak balok anak, maka semakin tebal pelat yang dibutuhkan.

Di samping itu sisi pelat arah memanjang disarankan jangan terlalu besar. Hal ini dimaksudkan agar mengurangi defleksi atau lendutan yang terjadi pada pelat, serta meningkatkan kemampuannya pada beban layanan.

#### 6.4. Distribusi Pembebanan

Metode distribusi pembebanan yang digunakan adalah metode amplop, sehingga dari keempat tipe penempatan balok anak dapat dikelompokkan menjadi dua bagian, yaitu penempatan balok anak arah melintang (tipe A dan C), dan penempatan balok anak arah membujur (tipe B dan D).

##### 1. Penempatan Balok Anak arah Melintang

Pada penempatan balok anak arah melintang (tipe A dan C), balok anak dan balok induk melintang menahan beban merata dari pelat, sedangkan balok induk arah membujur menahan beban merata pelat dan beban titik dari balok anak, seperti terlihat dari gambar 4.1 dan 4.3. Perbedaan dari penempatan balok anak pada tipe A dan C adalah pada jarak antar balok, sehingga tebal pelatnya berbeda, seperti terlihat pada tabel 12. Hal inilah yang menyebabkan kombinasi pembebanan serta hasil desain balok anak, balok induk dan kolom ikut berbeda, seperti terlihat pada tabel 13, 14 dan 15 berikut ini.

Tabel 13. Distribusi beban dan dimensi balok anak

Tipe	Balok Anak	Panjang ( m )	Profil	Beban ( KN/m )
A	Atap	9	W12X22	15,3067
	Lantai	9	W16X31	24,6434
C	Atap	9	W14X26	21,5983
	Lantai	9	W18X35	32,9828

Tabel 14. Distribusi beban dan dimensi balok induk

Tipe	Balok	Bentang (m)	Profil	Beban Merata (kN/m)	Beban Titik (kN)
A	Atap	9	W14X34	15,4567	-
		15	W33X118	12,17	137,76
	Lantai	9	W24X68	35,2934	-
		15	W33X221	30,03	221,79
C	Atap	9	W14X38	21,7980	-
		15	W36X135	17,1	194,3813
	Lantai	9	W24X76	43,6528	-
		15	W36X230	36,4	296,8458

Tabel 15. Distribusi beban dan dimensi kolom

Tipe	Portal	Berat bangunan (kN)	Gaya Geser Horizontal (kN)	Profil Kolom
A	Membujur	18258,3	1278,08	W12X252, encased
	Melintang	5028,21	351,97	22"X24"
C	Membujur	19808,219	1386,57	W14X311, encased
	Melintang	6265,05	438,55	24"X26"

Pada tabel 15 dapat diketahui bahwa portal arah membujur menahan beban dan gaya geser yang lebih besar dibandingkan dengan portal arah melintang, sehingga posisi kolom terutama sumbu kuat kolom akan lebih menguntungkan bila ditempatkan searah dengan portal yang menahan beban terbesar, yaitu portal arah membujur.

## 2. Penempatan Balok Anak arah Membujur

Pada penempatan balok anak arah membujur (tipe B dan D), balok anak dan balok induk membujur menahan beban merata dari pelat, sedangkan balok induk melintang menahan beban merata pelat dan beban titik dari balok anak, seperti terlihat dari gambar 4.2 dan 4.4. Perbedaan dari penempatan balok anak pada tipe B dan D adalah pada jarak antar balok, sehingga tebal pelatnya berbeda, seperti terlihat pada tabel 12. Hal inilah yang menyebabkan kombinasi pembebanan serta hasil desain balok anak, balok induk dan kolom ikut berbeda, seperti terlihat pada tabel 16, 17, dan 18 berikut ini.

Tabel 16. Distribusi beban dan dimensi balok anak

Tipe	Balok Anak	Panjang ( m )	Profil	Beban ( kN/m )
B	Atap	15	W18X46	16,0236
	Lantai	15	W24X68	25,8364
D	Atap	15	W24X62	30,4828
	Lantai	15	W27X84	44,5135

Tabel 17. Distribusi beban dan dimensi balok induk

Tipe	Balok	Bentang (m)	Profil	Beban Merata (kN/m)	Beban Titik (Kn)
B	Atap	9	W27X84	16,3736	-
		15	W21X62	11,67	240,354
	Lantai	9	W36X150	36,3364	-
		15	W30X108	28,93	387,546
D	Atap	9	W27X94	21,53	457,242
		15	W27X84	30,6328	-
	Lantai	9	W36X150	41,9	667,7025
		15	W33X141	55,3635	-

Tabel 18. Distribusi beban dan dimensi kolom

Tipe	Portal	Berat bangunan ( kN )	Gaya Geser Horisontal ( Kn )	Profil Kolom
B	Membujur	7853,76	549,76	W14X283, encased 24"X24"
	Melintang	15070,76	1045,95	
D	Membujur	11788,614	825,20	W14X342, encased 24"X26"
	Melintang	15468,28	1082,78	

Pada tabel 18 dapat diketahui bahwa portal arah melintang menahan beban dan gaya geser yang lebih besar dibandingkan dengan portal arah membujur, sehingga posisi kolom terutama sumbu kuat kolom akan lebih menguntungkan bila ditempatkan searah dengan portal yang menahan beban terbesar, yaitu portal arah melintang.

### 6.5. Pengaruh Penempatan Balok Anak terhadap Portal

Portal yang digunakan adalah portal bergoyang ( *unbraced frame* ), yang dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu portal arah melintang, dan portal arah membujur. Namun untuk lebih memperlihatkan kelebihan dan kekurangannya, maka dalam pembahasannya berupa gabungan portal tersebut, yaitu :

#### 6.5.1. Akibat penempatan balok anak arah melintang

Secara umum, penempatan balok anak arah melintang (tipe A dan C) mempunyai persamaan, yaitu dimensi balok anak menjadi lebih kecil karena hanya menahan beban merata dari pelat dan bentangnya hanya 9 m. Sedangkan dimensi balok induk membujur menjadi lebih besar daripada balok induk melintang, karena balok induk melintang hanya menahan beban merata dari pelat

saja, sedangkan balok induk membujur menahan beban merata dari pelat dan balok anak seperti pada gambar 4.1. dan 4.3.

Dimensi kolom menjadi lebih ekonomis, karena pada portal arah membujur menahan beban dan gaya geser yang lebih besar daripada portal arah melintang, sehingga posisi sumbu kuat kolom searah portal membujur.

Namun akibat perbedaan jarak antar balok anak untuk tipe A dan C, maka seluruh hasil desain strukturnya turut berbeda, sehingga dari kedua tipe tersebut yang paling ekonomis adalah tipe A.

#### **6.5.2. Akibat penempatan balok anak arah membujur**

Secara umum, penempatan balok anak arah membujur (tipe B dan D) mempunyai persamaan, yaitu dimensi balok anak menjadi lebih besar karena menahan beban merata dari pelat dan bentangnya 15 m. Sedangkan dimensi balok induk melintang menjadi lebih besar daripada balok induk membujur, karena balok induk membujur hanya menahan beban merata dari pelat saja, sedangkan balok induk melintang menahan beban merata dari pelat dan balok anak seperti pada gambar 4.1. dan 4.3.

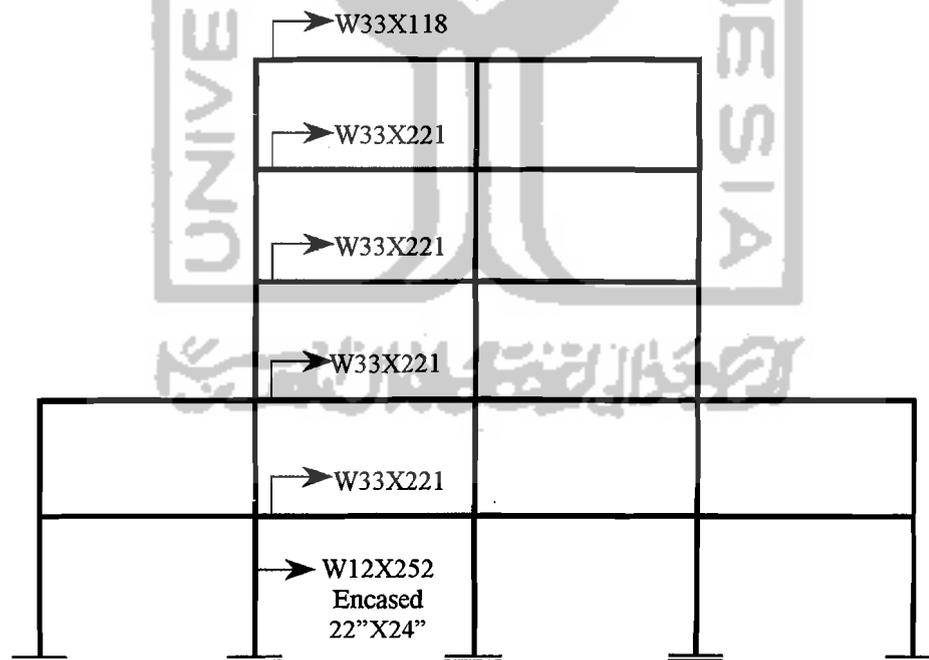
Portal arah membujur menahan beban dan gaya geser yang lebih besar daripada portal arah melintang, sehingga posisi sumbu kuat kolom searah portal membujur.

Namun akibat perbedaan jarak antar balok anak untuk tipe B dan D, maka seluruh hasil desain strukturnya turut berbeda, sehingga dari kedua tipe tersebut yang paling ekonomis adalah tipe B.

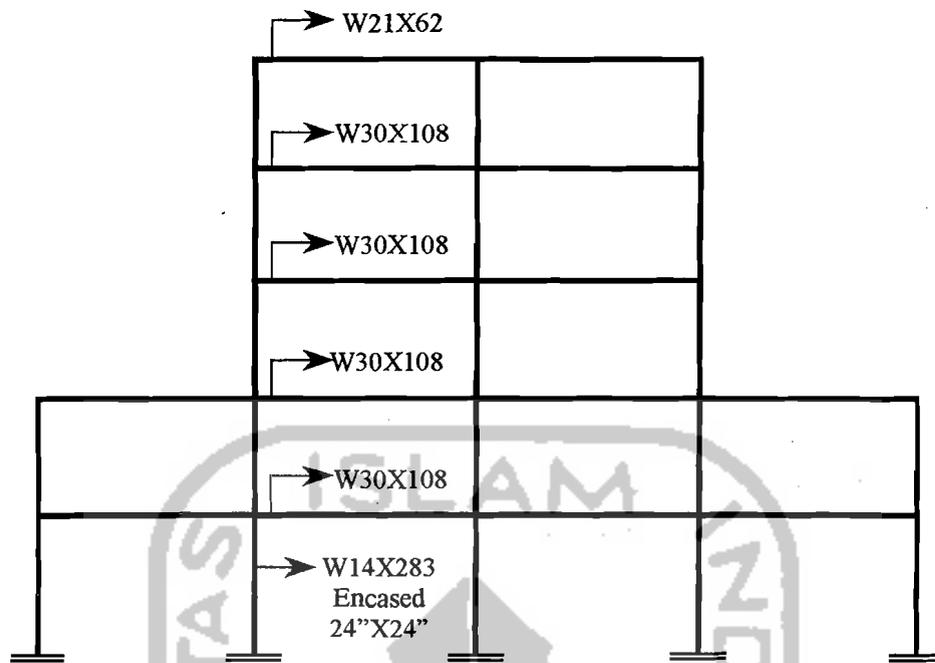
### 6.6. Pemilihan Tipe Penempatan Balok Anak

Untuk mendapatkan tipe penempatan balok anak yang paling ideal dari keempat tipe yang berbeda cukup sulit, karena itu keputusan yang paling utama adalah menentukan apakah dari keempat tipe tersebut ada yang dapat membuat struktur menjadi lebih ekonomis dan tidak melupakan segi estetika, serta dapat mempermudah pada waktu pelaksanaan.

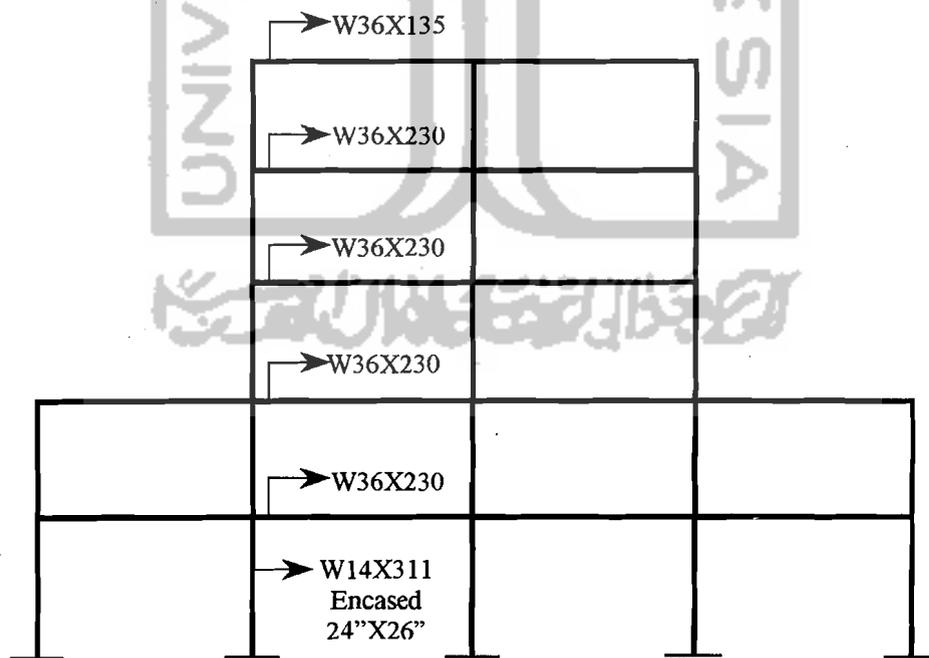
Pada prinsipnya masing-masing tipe penempatan memiliki kelebihan dan kekurangannya. Oleh karena itu sebagai pembandingan antara tipe yang satu dengan yang lainnya adalah dengan memperhatikan dimensi dan berat profilnya, seperti terlihat pada gambar berikut ini :



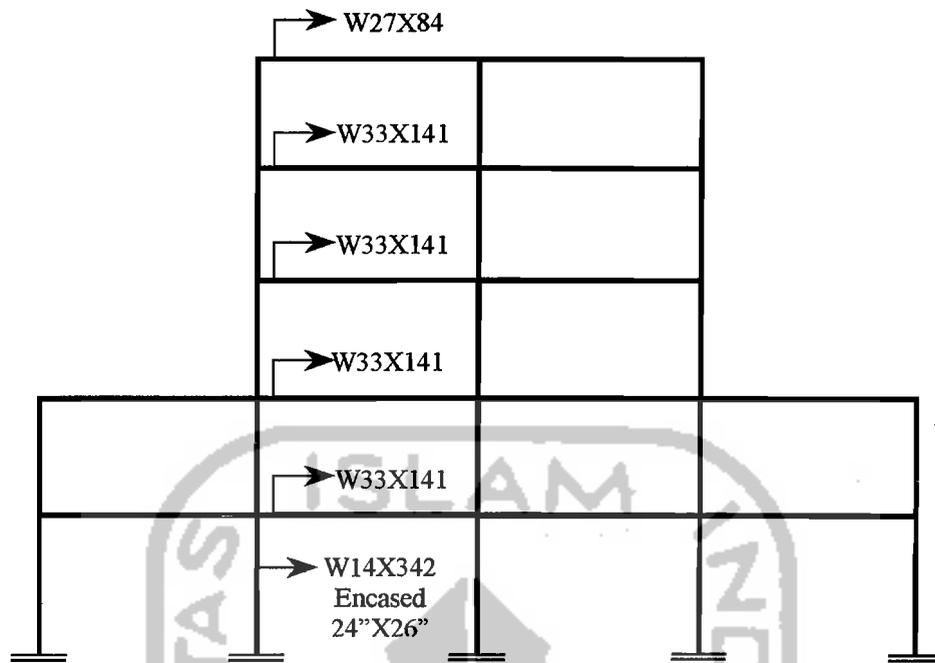
Gambar 6.1. Dimensi Portal Membujur Tipe A



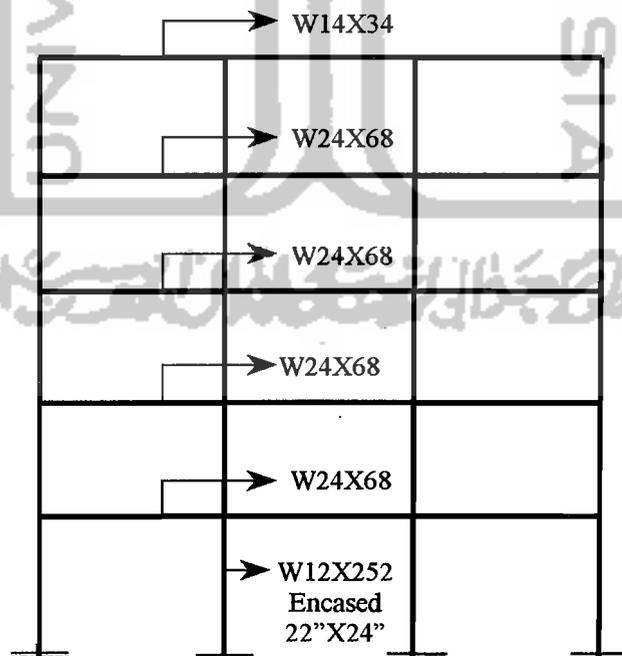
Gambar 6.2. Dimensi Portal Membujur Tipe B



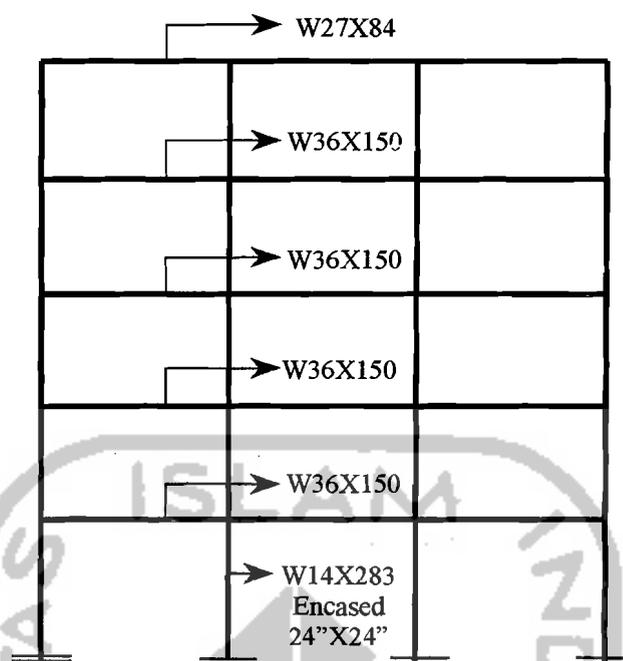
Gambar 6.3. Dimensi Portal Membujur Tipe C



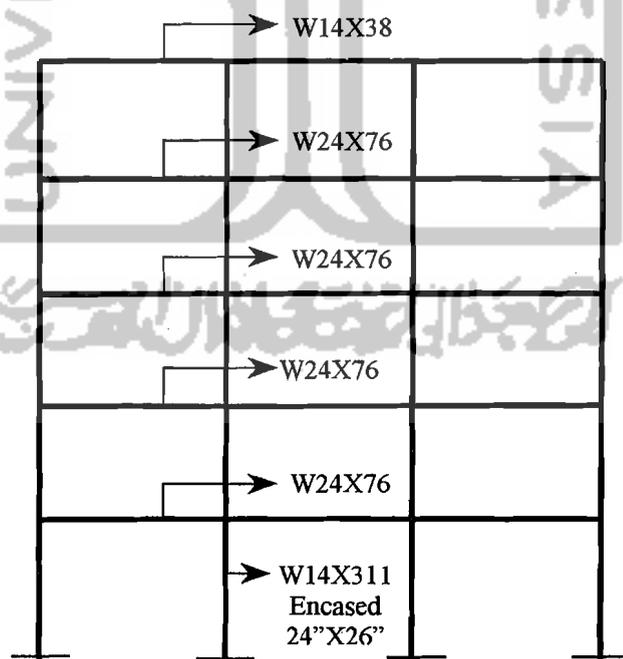
Gambar 6.4. Dimensi Portal Membujur Tipe D



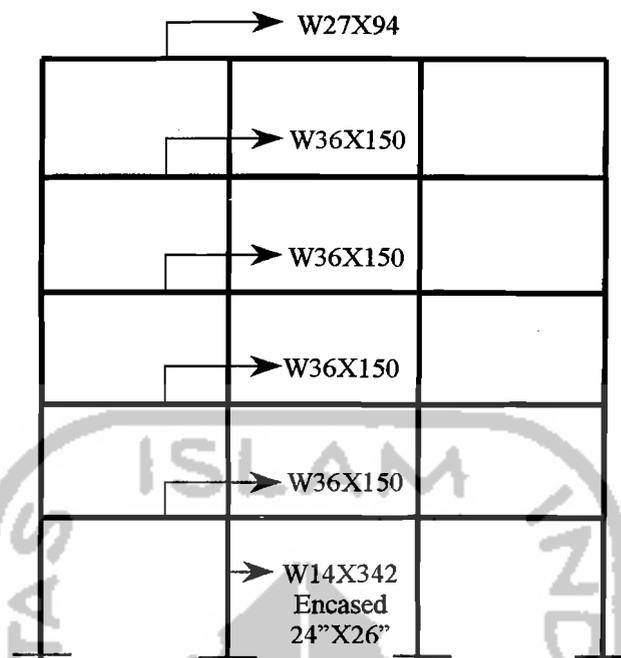
Gambar 6.5. Dimensi Portal Melintang Tipe A



Gambar 6.6. Dimensi Portal Melintang Tipe B



Gambar 6.7. Dimensi Portal Melintang Tipe C



Gambar 6.8. Dimensi Portal Melintang Tipe D

Dari uraian di atas terlihat bahwa dari keempat tipe penempatan tersebut tinggal dua tipe yang dapat dibandingkan, yaitu tipe A dan tipe B, seperti terlihat pada tabel berikut ini :

Tabel 19. Kelebihan dan kekurangan tipe A dan B

No	Tipe A	Tipe B
1	Dimensi pelatnya kecil	Dimensi pelatnya kecil
2	Dimensi balok anak kecil	Dimensi balok anak lebih besar
3	Bentang balok anak pendek	Bentang balok anak lebih panjang
4	Dimensi balok induk melintang kecil	Dimensi balok induk melintang besar
5	Dimensi balok induk membujur besar	Dimensi balok induk membujur kecil
6	Dimensi kolom kecil	Dimensi kolom lebih besar

Banyaknya variabel yang terjadi menyebabkan sulitnya menentukan tipe penempatan yang terbaik. Oleh karena itu berdasarkan uraian di atas terlihat bahwa penempatan balok anak tipe A merupakan tipe penempatan yang paling ideal.

