

## BAB VI

### ANALISIS STRUKTUR PORTAL

Analisis struktur portal dihitung menggunakan program aplikasi komputer SAP 2000, dengan memasukkan data-data sebagai berikut:

1. Nomor joint dan frame, disesuaikan dengan bentuk dan ukuran portal.
2. Dukungan portal dianggap jepit.
3. Ukuran penampang balok dan kolom.
4. Modulus elastis beton  $E = 4700\sqrt{f'_c}$  dengan  $f'_c = 20$  MPa.  
Jadi  $E = 4700\sqrt{20} = 21019,039$  MPa
5. Pembebanan portal, meliputi beban mati, beban hidup dan beban gempa.
6. Jenis pembebanan, beban merata dan beban terpusat.

Data-data input program komputer disajikan dalam lampiran-lampiran. Hasil output dari perhitungan analisis struktur portal, berupa reaksi dukungan, joint displacements, dan gaya-gaya dalam untuk keperluan perhitungan desain balok dan kolom sebagai elemen portal, disajikan dalam lampiran-lampiran. Langkah-langkah pemrograman SAP2000.

Selanjutnya akan dibahas mengenai perhitungan pembebanan portal sebagai input dalam program aplikasi komputer SAP2000 untuk kepentingan analisis struktur portal.

## 6.1 Perhitungan Pembebanan Portal

Pembebanan portal meliputi beban mati, beban hidup, dan beban gempa kiri/kanan. Besarnya beban yang dipakai sesuai dengan Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung 1987.

### 1. Beban yang digunakan meliputi:

#### a. Beban Mati

Beban mati ditetapkan seperti tercantum pada Tabel 6.1

**Tabel 6.1** Beban Mati

No	Jenis Material	Beban
1.	Beton bertulang	24 kN/m <sup>3</sup>
2.	Tegel	24 kN/m <sup>3</sup>
3.	Spesi	21 kN/m <sup>3</sup>
4.	Tembok	2,5 kN/m <sup>3</sup>

Perhitungan pembebanan pelat lantai untuk beban mati per m<sup>2</sup>.

$$\text{- Pelat beton : } 0,12 \cdot 24 = 2,880 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{- Tegel : } 0,02 \cdot 24 = 0,480 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{- Spesi : } 0,04 \cdot 21 = 0,840 \text{ kN/m}^2$$

$$\underline{w_D = 4,200 \text{ kN/m}^2}$$

Perhitungan pembebanan pelat tribun untuk beban mati per m<sup>2</sup>.

$$\text{- Pelat beton : } 0,10 \cdot 24 = 2,400 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{- Finishing : } 0,02 \cdot 24 = 0,480 \text{ kN/m}^2$$

$$\underline{w_D = 2,880 \text{ kN/m}^2}$$

### b. Beban Hidup

Beban hidup Gedung Olah Raga untuk lantai ditetapkan = 4,00 kN/m<sup>2</sup>, untuk tribun 5,00 kN/m<sup>2</sup> dan beban hidup untuk pekerja atap ditetapkan = 1 kN/m<sup>2</sup>.

### c. Beban Gempa

Beban gempa dihitung berdasarkan Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Rumah dan Gedung.

Gaya geser total akibat gempa ditentukan berdasarkan metode statik ekuivalen menurut persamaan: (PPKGURDG 1987)

$$V = C.I.K.W_i$$

dengan ;  $C$  adalah koefisien gempa dasar,  $I$  adalah faktor keutamaan diambil  $I = 1,5$ ,  $K$  adalah faktor jenis struktur diambil  $K = 1$  untuk daktilitas penuh dan  $K = 2$  untuk daktilitas terbatas, serta  $W_i$  adalah massa bangunan.

Untuk perencanaan daktilitas penuh (Kusuma dan Andriono, 1993):

$$V = C.I.K.W_i$$

Distribusi beban lateral ke masing-masing tingkat dihitung dengan persamaan (PPKGURDG 1987):

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

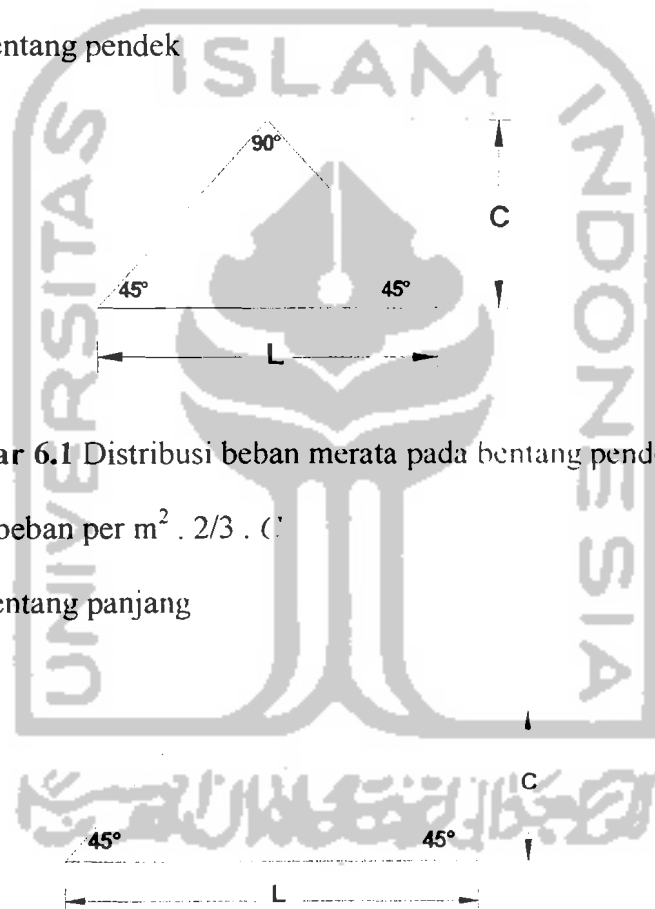
dengan;  $F_i$  adalah Gaya geser horizontal akibat gempa pada lantai ke- $i$ ,  $h_i$  adalah tinggi lantai ke- $i$  terhadap lantai dasar,  $V$  adalah gaya geser horizontal total akibat gempa, dan  $W_i$  adalah beban total tiap lantai.

## 2. Jenis pembebanan portal meliputi:

### a. Pembebanan Merata

Pembebanan merata adalah distribusi beban pelat ke balok tumpuan, dalam hal ini digunakan cara pembebanan amplop, dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

- Untuk beban bentang pendek



**Gambar 6.1** Distribusi beban merata pada bentang pendek

Beban merata = beban per  $m^2$  .  $\frac{2}{3}$  . C

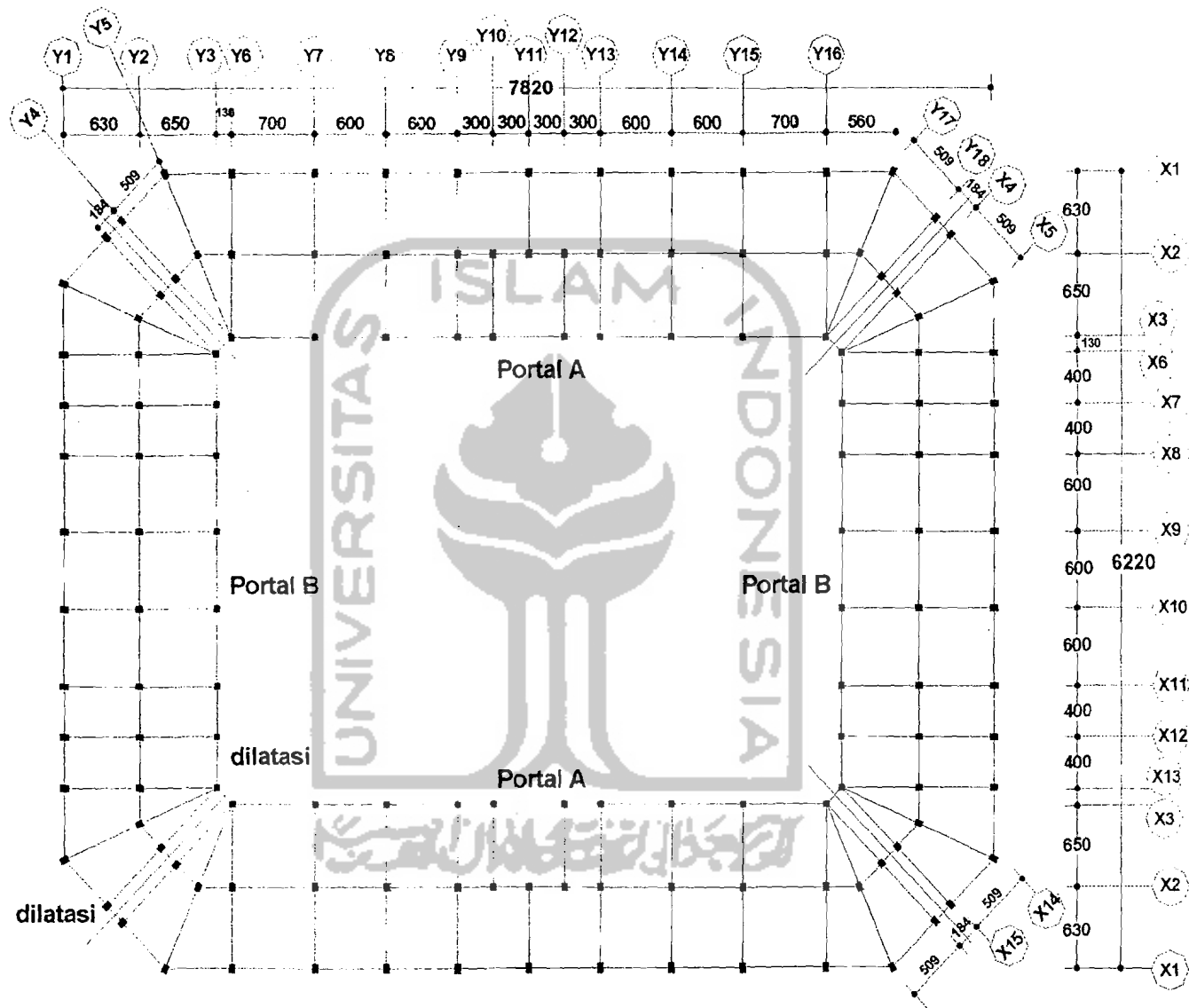
- Untuk beban bentang panjang

**Gambar 6.2** Distribusi beban merata pada bentang panjang

Beban merata = beban per  $m^2$  .  $(1 - (4/3 \cdot C^2/L^2)) \cdot C$

### b. Pembebanan Titik

Pembebanan titik untuk beban mati dan beban hidup, berasal dari reaksi tumpuan balok anak dan reaksi tumpuan rangka baja yang telah dihitung



Gambar 6.3 Denah Rencana Portal

sebelumnya pada perencanaan balok anak (Bab V) untuk beban titik akibat balok anak, dan perencanaan atap (Bab IV) untuk beban titik akibat rangka baja.

## PORTAL A

### 6.1.1 Perhitungan Pembebanan PORTAL A (AS-XI)

#### A. Beban Gravitasi Mati

##### a. Beban mati atap merata

- Balok ring = 0,4 x 0,4 m

- Listplank = 3,456 kN/m

##### b. Beban mati atap terpusat

$P_D 1 = \text{Rangka atap K1} = 147,7075 \text{ kN}$

$P_D 1'' = \text{Rangka atap K1}'' = 139,4007 \text{ kN}$

$P_D 2 = \text{Rangka atap K2} = 126,3581 \text{ kN}$

$P_D 3 = \text{Rangka atap K3} = 100,1735 \text{ kN}$

$P_D 4 = \text{Rangka atap K4} = 87,3069 \text{ kN}$

$P_D 5 = \text{Rangka atap K9} = 6,0000 \text{ kN}$

$P_a = 3,71 \text{ kN}$

##### c. Beban mati merata lantai

##### - Tribun (lantai 3)

- Pelat a =  $(1,075 \cdot 3,15) \cdot 2,880 = 9,752 \text{ kN/m}$

balok =  $0,25 \times 0,7$

- Pelat b =  $(1 - (4/3 \cdot 3,15^2/5,75^2)) \cdot 3,15 \cdot 2,880 = 5,442 \text{ kN/m}$

balok =  $0,25 \times 0,7$

$$\text{- Pelat c} = (1 - (4/3 \cdot 3,15^2/4,55^2)) \cdot 3,15 \cdot 2,880 = 3,275 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,25 \times 0,7$$

$$\text{- Pelat d} = (1 - (4/3 \cdot 3,15^2/7^2)) \cdot 3,15 \cdot 2,880 = 6,623 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,25 \times 0,7$$

$$\text{- Pelat e} = (1 - (4/3 \cdot 3,15^2/6^2)) \cdot 3,15 \cdot 2,880 = 5,738 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,25 \times 0,7$$

$$\text{- Pelat f} = (1 - (4/3 \cdot 3,15^2/6^2)) \cdot 3,15 \cdot 2,880 = 5,738 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,25 \times 0,7$$

- Lantai 2

$$\text{- Pelat a} = (1,075 \cdot 1,575) \cdot 4,2 = 5,442 \text{ kN/m}$$

$$\text{tembok} = (4,5 - 0,7) \cdot 2,5 = 9,50 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,25 \times 0,7$$

$$\text{- Pelat b} = (1 - (4/3 \cdot 1,575^2/5,75^2)) \cdot 1,575 \cdot 4,2 = 5,953 \text{ kN/m}$$

$$\text{tembok} = (4,5 - 0,7) \cdot 2,5 = 9,50 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,25 \times 0,7$$

$$\text{- Pelat c} = (1 - (4/3 \cdot 1,575^2/4,55^2)) \cdot 1,575 \cdot 4,2 = 5,558 \text{ kN/m}$$

$$\text{tembok} = (4,5 - 0,7) \cdot 2,5 = 9,50 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,25 \times 0,7$$

$$\text{- Pelat d} = (1 - (4/3 \cdot 1,575^2/7^2)) \cdot 1,575 \cdot 4,2 = 6,168 \text{ kN/m}$$

$$\text{tembok} = (4,5 - 0,7) \cdot 2,5 = 9,50 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,25 \times 0,7$$

$$\text{- Pelat e} = (1 - (4/3 \cdot 1,575^2/6^2)) \cdot 1,575 \cdot 4,2 = 6,007 \text{ kN/m}$$

$$\text{tembok} = (4,5 - 0,7) \cdot 2,5 = 9,50 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,25 \times 0,7$$

$$\text{- Pelat f = tembok} = (4,5 - 0,7) \cdot 2,5 = 9,50 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,25 \times 0,7$$

- Lantai 1

$$\text{- Pelat a} = (1,075 \cdot 1,575) \cdot 4,2 = 5,442 \text{ kN/m}$$

$$\text{tembok} = (3,0 - 0,7) \cdot 2,5 = 5,75 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,25 \times 0,7$$

$$\text{- Pelat b} = (1 - (4/3 \cdot 1,575^2/5,75^2)) \cdot 1,575 \cdot 4,2 = 5,953 \text{ kN/m}$$

$$\text{tembok} = (3,0 - 0,7) \cdot 2,5 = 5,75 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,25 \times 0,7$$

$$\text{- Pelat c} = (1 - (4/3 \cdot 1,575^2/4,55^2)) \cdot 1,575 \cdot 4,2 = 5,558 \text{ kN/m}$$

$$\text{tembok} = (3,0 - 0,7) \cdot 2,5 = 5,75 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,25 \times 0,7$$

$$\text{- Pelat d} = (1 - (4/3 \cdot 1,575^2/7^2)) \cdot 1,575 \cdot 4,2 = 6,168 \text{ kN/m}$$

$$\text{tembok} = (3,0 - 0,7) \cdot 2,5 = 5,75 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,25 \times 0,7$$

$$\text{- Pelat e} = (1 - (4/3 \cdot 1,575^2/6^2)) \cdot 1,575 \cdot 4,2 = 6,007 \text{ kN/m}$$

$$\text{tembok} = (3,0 - 0,7) \cdot 2,5 = 5,75 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,25 \times 0,7$$

$$\text{- Pelat f = tembok} = (3,0 - 0,7) \cdot 2,5 = 5,75 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,25 \times 0,7$$

d. Beban mati terpusat

- Tribun (Lantai 3)



$$- P_b = 3,28 \text{ kN}$$

$$- P = 9,702 \text{ kN}$$

## B. Beban Gravitasi Hidup

### a. Beban hidup atap terpusat

$$P_L 1 = \text{Pekerja rangka atap K1} = 20,50 \text{ kN}$$

$$P_L 1'' = \text{Pekerja rangka atap K1''} = 20,50 \text{ kN}$$

$$P_L 2 = \text{Pekerja rangka atap K2} = 18 \text{ kN}$$

$$P_L 3 = \text{Pekerja rangka atap K3} = 18 \text{ kN}$$

$$P_L 4 = \text{Pekerja rangka atap K4} = 18 \text{ kN}$$

$$P_L 5 = \text{Rangka atap K9} = 3,0000 \text{ kN}$$

### b. Beban hidup merata lantai

#### - Tribun (lantai 3)

$$- \text{Pelat a} = (1,075 \cdot 3,15) \cdot 5 = 16,931 \text{ kN/m}$$

$$- \text{Pelat b} = (1 - (4/3 \cdot 3,15^2/5,75^2)) \cdot 3,15 \cdot 5 = 9,448 \text{ kN/m}$$

$$- \text{Pelat c} = (1 - (4/3 \cdot 3,15^2/4,55^2)) \cdot 3,15 \cdot 5 = 5,686 \text{ kN/m}$$

$$- \text{Pelat d} = (1 - (4/3 \cdot 3,15^2/7^2)) \cdot 3,15 \cdot 5 = 11,498 \text{ kN/m}$$

$$- \text{Pelat e} = (1 - (4/3 \cdot 3,15^2/6^2)) \cdot 3,15 \cdot 5 = 9,962 \text{ kN/m}$$

$$- \text{Pelat f} = (1 - (4/3 \cdot 3,15^2/6^2)) \cdot 3,15 \cdot 5 = 9,962 \text{ kN/m}$$

#### - Lantai 2 dan Lantai 1

$$- \text{Pelat a} = (1,075 \cdot 1,575) \cdot 4 = 6,772 \text{ kN/m}$$

$$- \text{Pelat b} = (1 - (4/3 \cdot 1,575^2/5,75^2)) \cdot 1,575 \cdot 4 = 5,669 \text{ kN/m}$$

$$- \text{Pelat c} = (1 - (4/3 \cdot 1,575^2/4,55^2)) \cdot 1,575 \cdot 4 = 5,293 \text{ kN/m}$$

$$- \text{Pelat d} = (1 - (4/3 \cdot 1,575^2/7^2)) \cdot 1,575 \cdot 4 = 5,874 \text{ kN/m}$$

$$- \text{Pelat } e = (1 - (4/3 \cdot 1,575^2/6^2)) \cdot 1,575 \cdot 4 = 5,721 \text{ kN/m}$$

### C. Beban Gempa

#### a. Berat atap

##### Beban mati

$$- \text{Balok ring} : 0,4 \cdot 0,4 \cdot 72,592 \cdot 24 = 278,753 \text{ kN}$$

$$- \text{Koiom} : (0,5 \cdot 0,6 \cdot 1,2 \cdot 24) \cdot 13 = 131,040 \text{ kN}$$

$$P_D 1 = \text{Rangka atap K1} = 3 \cdot 147,7075 = 443,123 \text{ kN}$$

$$P_D 1'' = \text{Rangka atap K1}'' = 2 \cdot 139,4007 = 278,801 \text{ kN}$$

$$P_D 2 = \text{Rangka atap K2} = 2 \cdot 126,3581 = 252,716 \text{ kN}$$

$$P_D 3 = \text{Rangka atap K3} = 2 \cdot 100,1735 = 200,374 \text{ kN}$$

$$P_D 4 = \text{Rangka atap K4} = 2 \cdot 87,3069 = 174,614 \text{ kN}$$

$$P_D 9 = \text{Rangka atap K9} = 2 \cdot 6,000 = 12,000 \text{ kN}$$

$$P_a = 3,71 \cdot 35 = 129,85 \text{ kN}$$

$$w_D = 1901,244 \text{ kN}$$

##### Beban hidup

$$P_L 1 = \text{Pekerja rangka atap K1} = 3 \cdot 20,50 = 61,50 \text{ kN}$$

$$P_L 1'' = \text{Pekerja rangka atap K1}'' = 2 \cdot 20,50 = 41 \text{ kN}$$

$$P_L 2 = \text{Pekerja rangka atap K2} = 2 \cdot 18 = 36 \text{ kN}$$

$$P_L 3 = \text{Pekerja rangka atap K3} = 2 \cdot 18 = 36 \text{ kN}$$

$$P_L 4 = \text{Pekerja rangka atap K4} = 2 \cdot 18 = 36 \text{ kN}$$

$$P_L 9 = \text{Rangka atap K9} = 2 \cdot 3,00 = 6 \text{ kN}$$

$$w_L = 216,500 \text{ kN}$$

$$\text{Total berat atap} = w_D + w_L = 1901,244 + 216,500 = 2117,744 \text{ kN}$$

## b. Berat Tribun (Lantai 3)

## Beban mati

$$\text{- Pelat : a: } 9,572 \cdot 2 \cdot 0,919 = 17,593 \text{ kN}$$

$$\text{b: } 5,442 \cdot 2 \cdot 5,827 = 63,421 \text{ kN}$$

$$\text{c: } 3,275 \cdot 2 \cdot 4,55 = 29,803 \text{ kN}$$

$$\text{d: } 6,623 \cdot 2 \cdot 7 = 92,272 \text{ kN}$$

$$\text{e: } 5,738 \cdot 4 \cdot 6 = 137,712 \text{ kN}$$

$$\text{f: } 5,738 \cdot 2 \cdot 6 = 68,856 \text{ kN}$$

$$\text{- Balok: } 0,25 \cdot 0,7 \cdot 24 \cdot 72,592 = 304,886 \text{ kN}$$

$$\text{- Kolom: } 0,5 \cdot 0,7 \cdot 3,45 \cdot 24 \cdot 13 = 376,740 \text{ kN}$$

$$\text{- Tembok: } (2,25 - 0,7) \cdot 2,5 \cdot 72,592 = 281,294 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_b : 3,28 \cdot 35 = 114,800 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_1 : 9,072 \cdot 10 = 90,720 \text{ kN}$$

$$w_D = 1578,097 \text{ kN}$$

## Beban hidup

$$\text{- Pelat: } w_L = 711,210 \text{ kN}$$

$$\text{Total berat Tribun (lantai 3) = } w_D + w_L = 1578,097 + 711,210 = 2289,307 \text{ kN}$$

## c. Berat Lantai 2

## Beban mati

$$\text{- Pelat : a: } 7,111 \cdot 2 \cdot 0,919 = 13,070 \text{ kN}$$

$$\text{b: } 5,953 \cdot 2 \cdot 5,827 = 69,376 \text{ kN}$$

$$\text{c: } 5,558 \cdot 2 \cdot 4,55 = 50,578 \text{ kN}$$

$$\text{d: } 6,168 \cdot 2 \cdot 7 = 86,352 \text{ kN}$$

$$e: 6,007 \cdot 4 \cdot 6 = 144,168 \text{ kN}$$

$$\text{- Balok: } 0,25 \cdot 0,7 \cdot 72,592 \cdot 24 = 304,886 \text{ kN}$$

$$\text{- Kolom: } 0,5 \cdot 0,7 \cdot 3,75 \cdot 24 \cdot 13 = 409,500 \text{ kN}$$

$$\text{- Tembok: } (3,75 - 0,7) \cdot 2,5 \cdot 72,592 = 553,514 \text{ kN}$$

$$w_D = 1631,444 \text{ kN}$$

Beban hidup

$$\text{- Pelat: } w_L = 346,232 \text{ kN}$$

$$\text{Total berat lantai 2} = w_D + w_L = 1631,444 + 346,232 = 1977,676 \text{ kN}$$

d. Berat Lantai 1

Beban mati

$$\text{- Pelat : a: } 7,111 \cdot 2 \cdot 0,919 = 13,070 \text{ kN}$$

$$b: 5,953 \cdot 2 \cdot 5,827 = 69,376 \text{ kN}$$

$$c: 5,558 \cdot 2 \cdot 4,55 = 50,578 \text{ kN}$$

$$d: 6,168 \cdot 2 \cdot 7 = 86,352 \text{ kN}$$

$$e: 6,007 \cdot 4 \cdot 6 = 144,168 \text{ kN}$$

$$\text{- Balok: } 0,25 \cdot 0,7 \cdot 72,592 \cdot 24 = 304,886 \text{ kN}$$

$$\text{- Kolom: } 0,5 \cdot 0,7 \cdot 4,3 \cdot 24 \cdot 13 = 469,560 \text{ kN}$$

$$\text{- Tembok: } (4,3 - 0,7) \cdot 2,5 \cdot 72,592 = 653,328 \text{ kN}$$

$$w_D = 1791,318 \text{ kN}$$

Beban hidup

$$\text{- Pelat: } w_L = 346,232 \text{ kN}$$

$$\text{Total berat lantai 1} = w_D + w_L = 1791,318 + 346,232 = 2137,550 \text{ kN}$$

$$e. \text{ Beban total } W_1 = 2117,744 + 2289,307 + 1977,676 + 2137,550 = 8522,277 \text{ kN}$$

f. Dengan rumus empiris diperoleh waktu getar alami (PPKGURDG, 1987):

$$T = 0,06 \cdot H^{3/4} = 0,06 \cdot 12,7^{3/4} = 0,404 \text{ detik}$$

g. Berdasarkan grafik koefisien gempa dasar PPKGURDG, 1987 untuk wilayah 3, jenis tanah lunak dan  $T = 0,404$  detik, diperoleh koefisien gempa dasar,

$$C = 0,07.$$

h. Faktor keutamaan gedung olah raga  $I = 1,5$ , dan faktor jenis struktur rangka beton bertulang dengan daktilitas penuh  $K = 1,0$  (PPKGURDG, 1987).

i. Gaya geser horizontal total akibat gempa (PPKGURDG, 1987)

$$V = C.I.K.W_i = 0,07 \cdot 1,5 \cdot 1,0 \cdot 8522,277 = 894,839 \text{ kN}$$

Perhitungan distribusi gaya geser gempa disajikan pada tabel berikut ini

**Tabel 6.2** Distribusi gaya geser gempa **PORTAL A (AS-X1)**

Tingkat	$h_i$ (m)	$W_i$ (kN)	$V$ (kN)	$W_i \cdot h_i$ (kNm)	$F_i$ (kN)
Atap	12,7	2117,744	894,839	26895,349	354,287
3	10,3	2289,307	894,839	23579,862	310,613
2	5,8	1977,676	894,839	11470,521	151,099
1	2,8	2137,550	894,839	5985,140	78,841
	$\Sigma =$	8522,277		67930,872	894,839

### 6.1.2 Perhitungan Pembebanan PORTAL A (AS-X2)

#### A. Beban Gravitasi Mati

##### a. Beban mati merata lantai

- Tribun (lantai 3)

$$\text{- Pelat a} = 1,075 (3,15 + 3,25) \cdot 2,880 = 19,814 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,35 \times 0,45$$

$$\text{- Pelat b} = ((2/3 \cdot 6,5 \cdot 2,880) + 5,442) = 17,922 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,35 \times 0,45$$

$$\text{- Pelat c} = ((2/3 \cdot 6,5 \cdot 2,880) + 3,275) = 15,755 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,35 \times 0,45$$

$$\text{- Pelat d} = ((1 - (4/3 \cdot 3,25^2/7^2)) \cdot 3,25 \cdot 2,880) + 6,623 = 13,293 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,35 \times 0,45$$

$$\text{- Pelat e} = ((1 - (4/3 \cdot 3,25^2/6^2)) \cdot 3,25 \cdot 2,880) + 5,738 = 11,436 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,35 \times 0,45$$

$$\text{- Pelat f} = ((1 - (4/3 \cdot 3,25^2/6^2)) \cdot 3,25 \cdot 2,880) + 5,738 = 11,436 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,35 \times 0,45$$

$$\text{- Pelat g} = (2/3 \cdot 3,15 \cdot 2,880) + (2/3 \cdot 3,25 \cdot 2,880) = 12,288 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,35 \times 0,45$$

$$\text{- Pelat h} = ((1 - (4/3 \cdot 1,2^2/6^2)) \cdot 1,2 \cdot 2,880) + 5,738 = 9,009 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,35 \times 0,45$$

- Lantai 2

$$\text{- Pelat a} = ((1,075 \cdot 1,575) + (1,075 \cdot 1,625)) \cdot 4,20 = 14,448 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,35 \times 0,45$$

$$\text{- Pelat b} = (1 - (4/3 \cdot 1,575^2/5,75^2)) \cdot 1,575 \cdot 4,2 = 5,953 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,35 \times 0,45$$

- Lantai 1

$$\text{- Pelat a} = ((1,075 \cdot 1,575) + (1,075 \cdot 1,625)) \cdot 4,20 = 14,448 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,35 \times 0,45$$

$$\text{- Pelat b} = (1 - (4/3 \cdot 1,575^2/4,5^2)) \cdot 1,575 \cdot 4,2 = 5,535 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,35 \times 0,45$$

$$\text{- Pelat c} = (1 - (4/3 \cdot 1,575^2/3,5^2)) \cdot 1,575 \cdot 4,2 = 5,275 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,35 \times 0,45$$

$$\text{- Pelat d} = ((1 - (4/3 \cdot 1,625^2/7^2)) \cdot 1,625 \cdot 4,2) + 6,168 = 12,503 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,35 \times 0,45$$

$$\text{- Pelat e} = ((1 - (4/3 \cdot 1,625^2/6^2)) \cdot 1,625 \cdot 4,2) + 6,007 = 12,165 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,35 \times 0,45$$

$$\text{- Pelat f} = ((1 - (4/3 \cdot 1,575^2/3^2)) \cdot 1,575 \cdot 4,2) + ((1 - (4/3 \cdot 1,625^2/3^2)) \cdot 1,625 \cdot 4,2)$$

$$= 4,148 + 4,155 = 8,339 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,35 \times 0,45$$

$$\text{- Pelat g} = (6,007) + ((1 - (4/3 \cdot 1,625^2/6^2)) \cdot 1,625 \cdot 4,2) = 12,165 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,35 \times 0,45$$

#### b. Beban mati terpusat

- Tribun (Lantai 3)

$$\text{- } P_b = 3,28 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_1 = 0,3 \cdot 0,4 \cdot 3,15 \cdot 24 = 9,072 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_2 = 0,3 \cdot 0,4 \cdot 3,25 \cdot 24 = 9,360 \text{ kN}$$

#### B. Beban Gravitasi Hidup

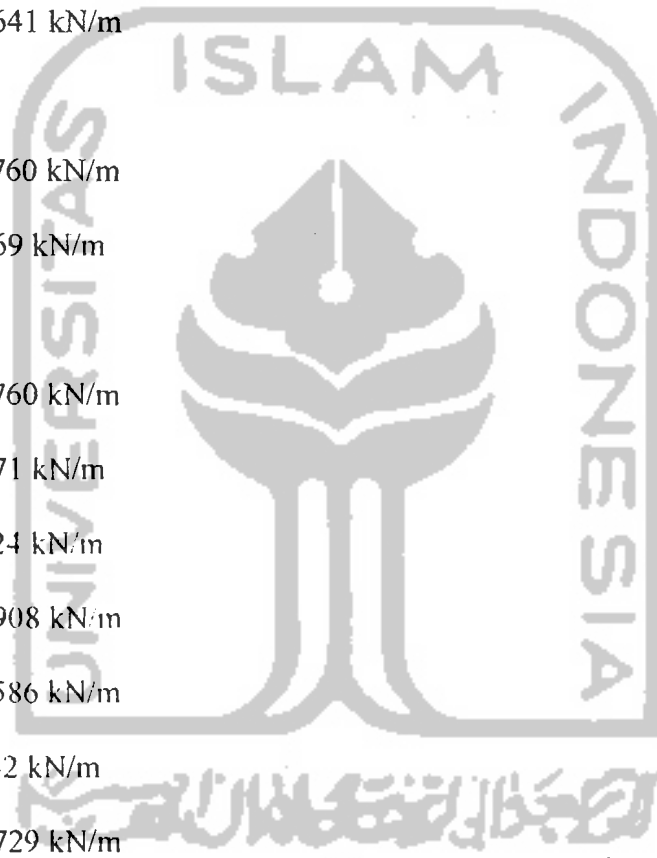
##### a. Beban hidup merata lantai

- Tribun (lantai 3)

$$\text{- Pelat a} = 34,399 \text{ kN/m}$$

$$\text{- Pelat b} = 31,115 \text{ kN/m}$$

- Pelat c = 27,352 kN/m
- Pelat d = 23,078 kN/m
- Pelat e = 19,854 kN/m
- Pelat f = 19,854 kN/m
- Pelat g = 21,333 kN/m
- Pelat h = 15,641 kN/m
- Lantai 2
  - Pelat a = 13,760 kN/m
  - Pelat b = 5,669 kN/m
- Lantai 1
  - Pelat a = 13,760 kN/m
  - Pelat b = 5,271 kN/m
  - Pelat c = 5,024 kN/m
  - Pelat d = 11,908 kN/m
  - Pelat e = 11,586 kN/m
  - Pelat f = 7,942 kN/m
  - Pelat g = 11,729 kN/m



### C. Beban Gempa

#### a. Berat Tribun dan Lantai 2

##### Beban mati

- Pelat : a:  $34,262 \cdot 2 \cdot 0,919 = 62,974 \text{ kN}$
- b:  $17,992 \cdot 2 \cdot 2,885 = 103,410 \text{ kN}$
- c:  $15,755 \cdot 2 \cdot 2,310 = 72,788 \text{ kN}$



$$d: 19,246 \cdot 2 \cdot 7 = 269,444 \text{ kN}$$

$$e: 11,436 \cdot 2 \cdot 6 = 137,232 \text{ kN}$$

$$f: 17,389 \cdot 2 \cdot 6 = 208,668 \text{ kN}$$

$$g: 12,288 \cdot 2 \cdot 3 = 73,728 \text{ kN}$$

$$h: 9,009 \cdot 1 \cdot 6 = 54,054 \text{ kN}$$

$$\text{- Balok: } 0,35 \cdot 0,45 \cdot 24 \cdot 62,228 = 235,222 \text{ kN}$$

$$\text{- Kolom: } 0,5 \cdot 0,6 \cdot 1,5 \cdot 24 \cdot 13 = 140,400 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_1: 9,072 \cdot 10 = 90,720 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_2: 9,360 \cdot 8 = 74,880 \text{ kN}$$

$$w_D = 1523,520 \text{ kN}$$

Beban hidup

$$\text{- Pelat : a: } 48,159 \cdot 2 \cdot 0,919 = 88,516 \text{ kN}$$

$$b: 31,115 \cdot 2 \cdot 2,885 = 179,534 \text{ kN}$$

$$c: 27,352 \cdot 2 \cdot 2,310 = 126,366 \text{ kN}$$

$$d: 28,747 \cdot 2 \cdot 7 = 402,458 \text{ kN}$$

$$e: 19,854 \cdot 2 \cdot 6 = 238,248 \text{ kN}$$

$$f: 25,523 \cdot 2 \cdot 6 = 306,278 \text{ kN}$$

$$g: 21,333 \cdot 2 \cdot 3 = 127,998 \text{ kN}$$

$$h: 15,641 \cdot 1 \cdot 6 = 93,846 \text{ kN}$$

$$w_L = 1563,244 \text{ kN}$$

$$\text{Total berat Tribun dan lantai 2} = w_D + w_L = 1523,520 + 1563,244 = 3086,764 \text{ kN}$$

b. Berat Lantai 1

Beban mati

- Pelat : a:  $14,448 \cdot 2 \cdot 0,919 = 26,555 \text{ kN}$

b:  $5,535 \cdot 2 \cdot 2,885 = 31,937 \text{ kN}$

c:  $5,275 \cdot 2 \cdot 2,310 = 24,371 \text{ kN}$

d:  $12,503 \cdot 2 \cdot 7 = 175,042 \text{ kN}$

e:  $12,165 \cdot 4 \cdot 6 = 291,960 \text{ kN}$

f:  $8,339 \cdot 2 \cdot 3 = 50,034 \text{ kN}$

g:  $12,165 \cdot 2 \cdot 6 = 72,990 \text{ kN}$

- Balok:  $0,35 \cdot 0,45 \cdot 62,228 \cdot 24 = 235,222 \text{ kN}$

- Kolom:  $(0,5 \cdot 0,6 \cdot 1,5 \cdot 24 \cdot 13) + (0,5 \cdot 0,6 \cdot 2,8 \cdot 24 \cdot 15) = 442,800 \text{ kN}$

$$w_D = 1350,911 \text{ kN}$$

Beban hidup

- Pelat:  $w_L = 640,847 \text{ kN}$

Total berat lantai 1 =  $w_D + w_L = 1350,911 + 640,847 = 1991,758 \text{ kN}$

c. Beban total  $W_t = 3086,764 + 1991,758 = 5078,522 \text{ kN}$

d. Dengan rumus empiris diperoleh waktu getar alami (PPKGURDG, 1987).

$$T = 0,06 \cdot H^{3/4} = 0,06 \cdot 5,8^{3/4} = 0,224 \text{ detik}$$

e. Berdasarkan grafik koefisien gempa dasar PPKGURDG, 1987 untuk wilayah 3, jenis tanah lunak dan  $T = 0,224$  detik, diperoleh koefisien gempa dasar,

$$C = 0,07.$$

f. Faktor keutamaan gedung olah raga  $I = 1,5$ , dan faktor jenis struktur rangka beton bertulang dengan daktilitas penuh  $K = 1,0$  (PPKGURDG, 1987).

g. Gaya geser horizontal total akibat gempa (PPKGURDG, 1987)

$$V = C \cdot I \cdot K \cdot W_t = 0,07 \cdot 1,5 \cdot 1,0 \cdot 5078,522 = 533,245 \text{ kN}$$

- h. Distribusi gaya geser horizontal total akibat gempa ke sepanjang tinggi gedung dihitung dengan rumus berikut ini, (PPKGURDG, 1987)

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

Perhitungan distribusi gaya geser gempa disajikan pada tabel berikut ini

**Tabel 6.3** Distribusi gaya geser gempa **PORTAL A (AS-X2)**

Tingkat	$h_i$ (m)	$W_i$ (kN)	$V$ (kN)	$W_i \cdot h_i$ (kNm)	$F_i$ (kN)
2	5,8	3086,764	533,245	17903,231	406,591
1	2,8	1991,758	533,245	5576,922	126,654
	$\Sigma =$	5078,522		23480,153	533,245

### 6.1.3 Perhitungan Pembebanan PORTAL A (AS-X3)

#### A. Beban Gravitasi Mati

##### a. Beban mati merata lantai

- Tribun (lantai 3)

- Pelat a = 10,062 kN/m

balok = 0,35 x 0,45

- Pelat b = 6,670 kN/m

balok = 0,35 x 0,45

- Pelat c = 5,698 kN/m

balok = 0,35 x 0,45

- Pelat d = 5,698 kN/m

balok = 0,35 x 0,45

- Pelat e = 6,240 kN/m

balok = 0,35 x 0,45

- Lantai 1

- Pelat a = 10,062 kN/m

balok = 0,35 x 0,45

- Pelat b = 6,158 kN/m

balok = 0,35 x 0,45

b. Beban mati terpusat

- Tribun (Lantai 3)

- P2 = 9,360 kN

B. Beban Gravitasi Hidup

a. Beban hidup merata lantai

- Tribun (lantai 3)

- Pelat a = 9,583 kN/m

- Pelat b = 11,580 kN/m

- Pelat c = 9,892 kN/m

- Pelat d = 9,892 kN/m

- Pelat e = 10,833 kN/m

- Lantai 1

- Pelat a = 9,583 kN/m

- Pelat b = 5,865 kN/m

C. Beban Gempa

a. Berat Tribun dan Lantai 1

## Beban mati

$$\text{- Pelat : a: } 10,062 \cdot 2 \cdot 0,919 = 18,494 \text{ kN}$$

$$\text{b: } 6,670 \cdot 2 \cdot 7 = 93,380 \text{ kN}$$

$$\text{c: } 5,698 \cdot 2 \cdot 6 = 68,376 \text{ kN}$$

$$\text{d: } 5,698 \cdot 2 \cdot 6 = 68,376 \text{ kN}$$

$$\text{e: } 6,240 \cdot 2 \cdot 3 = 37,740 \text{ kN}$$

$$\text{f: } 6,158 \cdot 1 \cdot 6 = 36,948 \text{ kN}$$

$$\text{- Balok: } 0,35 \cdot 0,45 \cdot 24 \cdot 51,838 = 195,948 \text{ kN}$$

$$\text{- Kolom: } 0,5 \cdot 0,5 \cdot 2,8 \cdot 24 \cdot 10 = 168 \text{ kN}$$

$$\text{- Listplank} = 6,864 \cdot 51,838 = 355,816 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_2 : 9,360 \cdot 8 = 74,880 \text{ kN}$$

$$w_D = 1117,958 \text{ kN}$$

## Beban hidup

$$\text{- Pelat : a: } 9,583 \cdot 2 \cdot 0,919 = 17,614 \text{ kN}$$

$$\text{b: } 11,580 \cdot 2 \cdot 7 = 162,120 \text{ kN}$$

$$\text{c: } 9,892 \cdot 2 \cdot 6 = 118,704 \text{ kN}$$

$$\text{d: } 9,892 \cdot 2 \cdot 6 = 118,704 \text{ kN}$$

$$\text{e: } 10,833 \cdot 2 \cdot 3 = 64,998 \text{ kN}$$

$$\text{f: } 5,865 \cdot 1 \cdot 6 = 35,190 \text{ kN}$$

$$\text{- Listplank} = 1,30 \cdot 51,838 = 67,389 \text{ kN}$$

$$w_L = 584,719 \text{ kN}$$

$$\text{Total berat Tribun dan lantai 1} = w_D + w_L = 1117,958 + 584,719 = 1702,677 \text{ kN}$$

$$\text{b. Beban total } W_t = 1702,677 \text{ kN}$$

c. Dengan rumus empiris diperoleh waktu getar alami (PPKGURDG, 1987):

$$T = 0,06 \cdot H^{3/4} = 0,06 \cdot 2,8^{3/4} = 0,130 \text{ detik}$$

d. Berdasarkan grafik koefisien gempa dasar PPKGURDG, 1987 untuk wilayah 3, jenis tanah lunak dan  $T = 0,130$  detik, diperoleh koefisien gempa dasar,

$$C = 0,07.$$

e. Faktor keutamaan gedung olah raga  $I = 1,5$ , dan faktor jenis struktur rangka beton bertulang dengan daktilitas penuh  $K = 1,0$  (PPKGURDG, 1987).

f. Gaya geser horizontal total akibat gempa (PPKGURDG, 1987)

$$V = C \cdot I \cdot K \cdot W_t = 0,07 \cdot 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1702,677 = 178,781 \text{ kN}$$

g. Distribusi gaya geser horizontal total akibat gempa ke sepanjang tinggi gedung dihitung dengan rumus berikut ini, (PPKGURDG, 1987)

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

h.  $F = 178,781 \text{ kN}$

#### 6.1.4 Perhitungan Pembebanan PORTAL A (AS-Y5 & Y-17)

A. Beban Gravitasi Mati

a. Beban mati atap terpusat

$$P_D = \text{Rangka atap K4} = 91,017 \text{ kN}$$

$$P = 3,71 \text{ kN}$$

b. Beban mati merata lantai

- Tribun (lantai 3)

$$\text{- Pelat a} = 11,411 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,50$$

$$\text{- Pelat b} = 9,974 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,50$$

- Lantai 2

$$\text{- Pelat} = 8,820 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,50$$

- Lantai 1

$$\text{- Pelat} = 8,820 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,50$$

c. Beban mati terpusat

- Tribun (Lantai 3)

$$\text{- } P_h = 3,28 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_1 = 12,454 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_2 = 6,234 \text{ kN}$$

- Lantai 2

$$\text{- } P = 11,520 \text{ kN}$$

- Lantai 1

$$\text{- } P_1 = 11,520 \text{ kN}$$

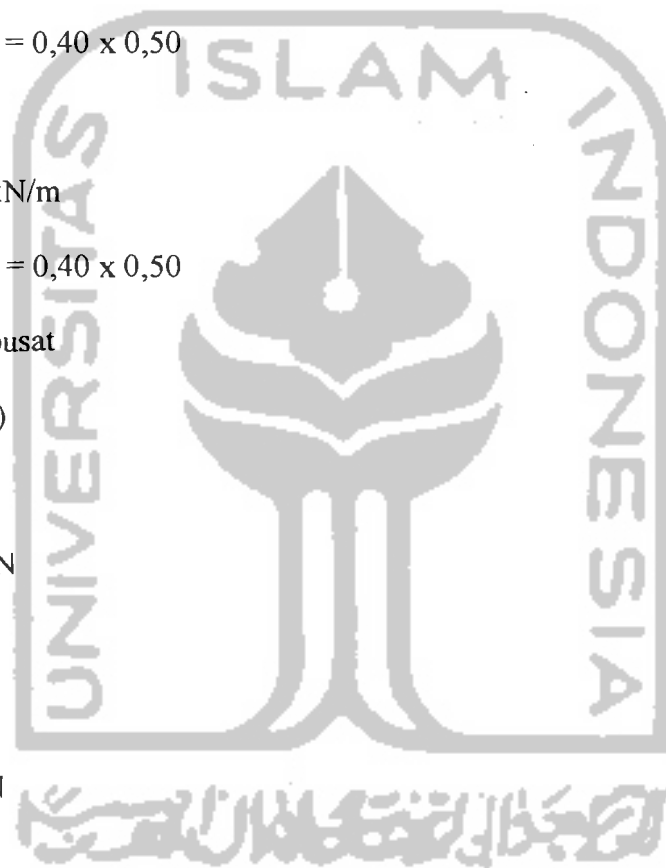
$$\text{- } P_2 = 3,960 \text{ kN}$$

B. Beban Gravitasi Hidup

a. Beban hidup atap terpusat

$$P_l = \text{Pekerja rangka atap K4} = 18 \text{ kN}$$

b. Beban hidup merata lantai



Beban mati

Beban mati  $w_D = 242,318$  kN

Beban hidup  $w_L = 169,483$  kN

Total berat lantai 1 = 411,801 kN

e. Beban total  $W_i = 101,097 + 348,911 + 400,291 + 411,801 = 1262,100$  kN

f. Dengan rumus empiris diperoleh waktu getar alami (PPKGURDG, 1987):

$$T = 0,06 \cdot H^{3/4} = 0,06 \cdot 12,7^{3/4} = 0,404 \text{ detik}$$

g. Berdasarkan grafik koefisien gempa dasar PPKGURDG, 1987 untuk wilayah 3, jenis tanah lunak dan  $T =$  detik, diperoleh koefisien gempa dasar,  $C = 0,07$ .

h. Faktor keutamaan gedung olah raga  $I = 1,5$ , dan faktor jenis struktur rangka beton bertulang dengan daktilitas penuh  $K = 1,0$  (PPKGURDG, 1987).

i. Gaya geser horizontal total akibat gempa (PPKGURDG, 1987)

$$V = C \cdot I \cdot K \cdot W_i = 0,07 \cdot 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1262,100 = 132,521 \text{ kN}$$

Perhitungan distribusi gaya geser gempa disajikan pada tabel berikut ini

**Tabel 6.5** Distribusi gaya geser gempa arah depan (AS Y-5 & AS Y-17)

Tingkat	$h_i$ (m)	$W_i$ (kN)	$V$ (kN)	$W_i \cdot h_i$ (kNm)	$F_i$ (kN)
Atap	12,7	101,097	132,521	1283,932	20,371
3	10,3	348,911	132,521	3593,783	57,019
2	5,8	400,291	132,521	2321,688	36,836
1	2,8	411,801	132,521	1153,043	18,294
	$\Sigma$	1262,100		8352,446	132,521



### 6.1.5 Perhitungan Pembebanan PORTAL A (AS-Y6 & Y-16)

#### A. Beban Gravitasi Mati

##### a. Beban mati atap terpusat

$$P_D = \text{Rangka atap K3} = 100,174 \text{ kN}$$

$$P = 3,71 \text{ kN}$$

##### b. Beban mati merata lantai

###### - Tribun (lantai 3)

$$\text{- Pelat a} = ((5,413) + (1 - (4/3 \cdot 1,2125^2/6,3^2) \cdot 1,2125 \cdot 2880))$$

$$= 5,413 + 3,319 = 8,733 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,50$$

$$\text{- Pelat b} = ((4,435) + (1 - (4/3 \cdot 1,75^2/6,5^2) \cdot 1,75 \cdot 2880))$$

$$= 4,435 + 4,553 = 8,988 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,50$$

###### - Lantai 2

$$\text{- Pelat} = 8,820 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,50$$

###### - Lantai 1

$$\text{- Pelat : a} = 8,820 \text{ kN}$$

$$\text{b: } 4,55 \text{ kN}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,50$$

##### c. Beban mati terpusat

###### - Tribun (Lantai 3)

$$\text{- } P_b = 3,28 \text{ kN}$$

$$- P_1 = 0,2 \cdot 0,5 \cdot 3,488 \cdot 24 = 8,370 \text{ kN}$$

$$- P_2 = 0,2 \cdot 0,5 \cdot 2,906 \cdot 24 = 6,972 \text{ kN}$$

- Lantai 2

$$- P = 0,3 \cdot 0,4 \cdot 5,25 \cdot 24 = 15,120 \text{ kN}$$

- Lantai 1

$$- P_1 = 0,3 \cdot 0,4 \cdot 5,25 \cdot 24 = 15,120 \text{ kN}$$

$$- P_2 = 0,3 \cdot 0,4 \cdot 4,125 \cdot 24 = 11,880 \text{ kN}$$

B. Beban Gravitasi Hidup

a. Beban hidup atap terpusat

$$P_L = \text{Pekerja rangka atap K3} = 18 \text{ kN}$$

b. Beban hidup merata lantai

- Tribun (lantai 3)

$$- \text{Pelat a} = 15,161 \text{ kN/m}$$

$$- \text{Pelat b} = 15,604 \text{ kN/m}$$

- Lantai 2

$$- \text{Pelat} = 8,40 \text{ kN/m}$$

- Lantai 1

$$- \text{Pelat a} = 8,40 \text{ kN/m}$$

$$- \text{Pelat b} = 4,333 \text{ kN/m}$$

C. Beban Gempa

a. Berat atap

Beban mati

$$P_D = \text{Rangka atap K3} = 100,174 \text{ kN}$$

$$P = 3,71 \text{ kN}$$

$$\text{- Kolom : } (0,5 \cdot 0,7 \cdot 1,2 \cdot 24) \cdot 1 = 10,08 \text{ kN}$$

$$w_D = 113,964 \text{ kN}$$

Beban hidup

$$P_L = \text{Rangka atap K4} = 18 \text{ kN}$$

$$w_L = 18 \text{ kN}$$

$$\text{Total berat atap} = w_D + w_L = 113,964 + 18 = 122,964 \text{ kN}$$

b. Berat Tribun (Lantai 3)

Beban mati

$$\text{- Pelat : a: } 8,733 \cdot 7,742 = 67,611 \text{ kN}$$

$$\text{b: } 8,988 \cdot 7,159 = 64,354 \text{ kN}$$

$$\text{- Balok: } 0,40 \cdot 0,50 \cdot 24 \cdot 14,835 = 71,208 \text{ kN}$$

$$\text{- Kolom: } 0,5 \cdot 0,7 \cdot 3,45 \cdot 24 = 28,980 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_b : 3,28 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_1 : 8,370 \cdot 7 = 58,590 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_2 : 6,972 \cdot 6 = 41,832 \text{ kN}$$

$$w_D = 335,846 \text{ kN}$$

Beban hidup

$$\text{- Pelat : a: } 15,161 \cdot 7,742 = 117,376 \text{ kN}$$

$$\text{b: } 15,604 \cdot 7,159 = 111,709 \text{ kN}$$

$$w_L = 229,085 \text{ kN}$$

$$\text{Total berat Tribun (lantai 3)} = w_D + w_L = 335,846 + 229,085 = 564,931 \text{ kN}$$

c. Berat Lantai 2

## Beban mati

$$\text{- Pelat a: } 8,820 \cdot 3,15 = 27,783 \text{ kN}$$

$$\text{b: } 4,410 \cdot 3,15 = 13,892 \text{ kN}$$

$$\text{- Balok: } 0,40 \cdot 0,50 \cdot 24 \cdot 6,30 = 30,240 \text{ kN}$$

$$\text{- Kolom: } (0,5 \cdot 0,7 \cdot 3,75 \cdot 24) + (0,5 \cdot 0,6 \cdot 1,5 \cdot 24) = 42,30 \text{ kN}$$

$$\text{- } P : 15,120 \text{ kN}$$

$$w_D = 129,327 \text{ kN}$$

## Beban hidup

$$\text{- Pelat a: } 8,40 \cdot 3,15 = 26,46 \text{ kN}$$

$$\text{b: } 4,20 \cdot 3,15 = 13,230 \text{ kN}$$

$$w_L = 39,690 \text{ kN}$$

$$\text{Total berat lantai 2} = w_D + w_L = 129,327 + 39,690 = 169,017 \text{ kN}$$

## d. Berat Lantai 1

## Beban mati

$$\text{- Pelat : a: } 8,820 \cdot 6,30 = 55,566 \text{ kN}$$

$$\text{b: } 4,55 \cdot 6,50 = 29,575 \text{ kN}$$

$$\text{- Balok: } 0,40 \cdot 0,50 \cdot 24 \cdot 12,80 = 61,440 \text{ kN}$$

$$\text{- Kolom: } (0,5 \cdot 0,7 \cdot 4,3 \cdot 24) + (0,5 \cdot 0,6 \cdot 4,3 \cdot 24) + (0,5 \cdot 0,5 \cdot 2,8 \cdot 24) = 83,88 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_1 : 15,120 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_2 : 11,880 \text{ kN}$$

$$w_D = 257,461 \text{ kN}$$

## Beban hidup

$$\text{- Pelat : a: } 8,40 \cdot 6,30 = 52,920 \text{ kN}$$

g. Berdasarkan grafik koefisien gempa dasar PPKGURDG, 1987 untuk wilayah 3, jenis tanah lunak dan  $T = 0,404$  detik, diperoleh koefisien gempa dasar,  $C = 0,07$ .

h. Faktor keutamaan gedung olah raga  $I = 1,5$ , dan faktor jenis struktur rangka beton bertulang dengan daktilitas penuh  $K = 1,0$  (PPKGURDG, 1987).

i. Gaya geser horizontal total akibat gempa (PPKGURDG, 1987)

$$V = C.I.K.W_t = 0,07 \cdot 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1096,879 = 115,172 \text{ kN}$$

j. Distribusi gaya geser horizontal total akibat gempa ke sepanjang tinggi gedung dihitung dengan rumus berikut ini, (PPKGURDG, 1987)

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

Perhitungan distribusi gaya geser gempa disajikan pada tabel berikut ini

**Tabel 6.7** Distribusi gaya geser gempa arah depan (AS Y-6 & AS Y-16)

Tingkat	$h_i$ (m)	$W_i$ (kN)	$V$ (kN)	$W_i \cdot h_i$ (kNm)	$F_i$ (kN)
Atap	12,7	122,964	115,172	1561,643	24,092
3	10,3	296,384	115,172	3052,755	47,095
2	5,8	318,038	115,172	1844,620	28,457
1	2,8	359,493	115,172	1006,580	15,529
	$\Sigma =$	1096,879		7465,599	115,172

### 6.1.6 Perhitungan Pembebanan PORTAL A (AS-Y7 & Y-15)

A. Beban Gravitasi Mati

a. Beban mati atap terpusat

$$P_D = \text{Rangka atap K2} = 126,358 \text{ kN}$$

$$P = 3,71 \text{ kN}$$

b. Beban mati merata lantai

- Tribun (lantai 3)

$$\text{- Pelat a} = (3,319) + (3,993) = 7,312 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,50$$

$$\text{- Pelat b} = ((1 - (4/3 \cdot 1,75^2/6,5^2)) \cdot 1,75 \cdot 2,880) + (1 - (4/3 \cdot 0,9625^2/6,5^2)) \cdot 0,9625 \cdot 2,880$$

$$= 4,553 + 2,691 = 7,244 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,50$$

- Lantai 2

$$\text{- Pelat : a} = 8,820 \text{ kN}$$

$$\text{b} = 4,10 \text{ kN}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,50$$

- Lantai 1

$$\text{- Pelat : a} = 8,820 \text{ kN}$$

$$\text{b} = 9,10 \text{ kN}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,50$$

c. Beban mati terpusat

- Tribun (Lantai 3)

$$\text{- } P_b = 3,28 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_1 = 0,2 \cdot 0,5 \cdot 2,625 \cdot 24 = 6,300 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_2 = 0,2 \cdot 0,5 \cdot 2,7125 \cdot 24 = 6,510 \text{ kN}$$

- Lantai 2

$$- P = 0,3 \cdot 0,4 \cdot 6,5 \cdot 24 = 18,720 \text{ kN}$$

- Lantai 1

$$- P_1 = 0,3 \cdot 0,4 \cdot 6,5 \cdot 24 = 18,720 \text{ kN}$$

$$- P_2 = 0,3 \cdot 0,4 \cdot 6,5 \cdot 24 = 18,720 \text{ kN}$$

B. Beban Gravitasi Hidup

a. Beban hidup atap terpusat

$$P_L = \text{Pekerja rangka atap K2} = 18 \text{ kN}$$

b. Beban hidup merata lantai

- Tribun (lantai 3)

$$- \text{Pelat a} = 12,694 \text{ kN/m}$$

$$- \text{Pelat b} = 12,576 \text{ kN/m}$$

- Lantai 2

$$- \text{Pelat a} = 8,40 \text{ kN/m}$$

$$- \text{Pelat b} = 4,200 \text{ kN/m}$$

- Lantai 1

$$- \text{Pelat a} = 8,40 \text{ kN/m}$$

$$- \text{Pelat b} = 8,666 \text{ kN/m}$$

C. Beban Gempa

a. Berat atap

Beban mati

$$P_D = \text{Rangka atap K2} = 126,358 \text{ kN}$$

$$P = 3,71 \text{ kN}$$

- Kolom :  $(0,5 \cdot 0,7 \cdot 1,2 \cdot 24) \cdot 1 = 10,08 \text{ kN}$

$$w_D = 140,148 \text{ kN}$$

Beban hidup

$$P_L = \text{Rangka atap K2} = 18 \text{ kN}$$

$$w_L = 18 \text{ kN}$$

Total berat atap =  $w_D + w_L = 140,148 + 18 = 149,184 \text{ kN}$

b. Berat Tribun (Lantai 3)

Beban mati

- Pelat : a:  $7,312 \cdot 7,742 = 56,610 \text{ kN}$

$$\text{b: } 7,244 \cdot 7,159 = 51,860 \text{ kN}$$

- Balok:  $0,40 \cdot 0,50 \cdot 24 \cdot 14,835 = 71,208 \text{ kN}$

- Kolom:  $0,5 \cdot 0,7 \cdot 3,45 \cdot 24 = 28,980 \text{ kN}$

-  $P_b : 3,28 \text{ kN}$

-  $P_1 : 6,300 \cdot 7 = 44,100 \text{ kN}$

-  $P_2 : 6,510 \cdot 6 = 39,060 \text{ kN}$

$$w_D = 295,098 \text{ kN}$$

Beban hidup

- Pelat : a:  $12,694 \cdot 7,742 = 98,277 \text{ kN}$

$$\text{b: } 12,576 \cdot 7,159 = 90,032 \text{ kN}$$

$$w_L = 188,309 \text{ kN}$$

Total berat Tribun (lantai 3) =  $w_D + w_L = 295,098 + 188,309 = 483,407 \text{ kN}$

c. Berat Lantai 2

Beban mati



- Pelat a:  $8,820 \cdot 3,15 = 27,783 \text{ kN}$

b:  $4,410 \cdot 3,15 = 13,892 \text{ kN}$

- Balok:  $0,40 \cdot 0,50 \cdot 24 \cdot 6,30 = 30,240 \text{ kN}$

- Kolom:  $(0,5 \cdot 0,7 \cdot 3,75 \cdot 24) + (0,5 \cdot 0,6 \cdot 1,5 \cdot 24) = 42,30 \text{ kN}$

-  $P : 18,720 \text{ kN}$

$$w_D = 130,635 \text{ kN}$$

Beban hidup

- Pelat a:  $8,40 \cdot 3,15 = 26,46 \text{ kN}$

b:  $4,20 \cdot 3,15 = 13,230 \text{ kN}$

$$w_L = 39,690 \text{ kN}$$

Total berat lantai 2 =  $w_D + w_L = 130,635 + 39,690 = 170,325 \text{ kN}$

d. Berat Lantai 1

Beban mati

- Pelat : a:  $8,820 \cdot 6,30 = 55,566 \text{ kN}$

b:  $9,10 \cdot 6,50 = 59,150 \text{ kN}$

- Balok:  $0,40 \cdot 0,50 \cdot 24 \cdot 12,80 = 61,440 \text{ kN}$

- Kolom:  $(0,5 \cdot 0,7 \cdot 4,3 \cdot 24) + (0,5 \cdot 0,6 \cdot 4,3 \cdot 24) + (0,5 \cdot 0,5 \cdot 2,8 \cdot 24) = 83,88 \text{ kN}$

-  $P_1 : 18,720 \text{ kN}$

-  $P_2 : 18,720 \text{ kN}$

$$w_D = 297,476 \text{ kN}$$

Beban hidup

- Pelat : a:  $8,40 \cdot 6,30 = 52,920 \text{ kN}$

b:  $8,666 \cdot 6,50 = 56,329 \text{ kN}$

$$w_L = 109,249 \text{ kN}$$

Total berat lantai 1 =  $w_D + w_L = 297,476 + 109,249 = 406,725 \text{ kN}$

e. Beban total  $W_i = 149,148 + 483,407 + 170,325 + 406,725 = 1209,605 \text{ kN}$

f. Dengan rumus empiris diperoleh waktu getar alami (PPKGURDG, 1987):

$$T = 0,06 \cdot H^{3/4} = 0,06 \cdot 12,7^{3/4} = 0,404 \text{ detik}$$

g. Berdasarkan grafik koefisien gempa dasar PPKGURDG, 1987 untuk wilayah 3, jenis tanah lunak dan  $T = 0,404$  detik, diperoleh koefisien gempa dasar,  $C = 0,07$ .

h. Faktor keutamaan gedung olah raga  $I = 1,5$ , dan faktor jenis struktur rangka beton bertulang dengan daktilitas penuh  $K = 1,0$  (PPKGURDG, 1987).

i. Gaya geser horizontal total akibat gempa (PPKGURDG, 1987)

$$V = C.I.K.W_i = 0,07 \cdot 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1209,605 = 127,009 \text{ kN}$$

**Tabel 6.8** Distribusi gaya geser gempa PORTAL A (AS-Y7 & Y-15)

Tingkat	$h_i$ (m)	$W_i$ (kN)	$V$ (kN)	$W_i \cdot h_i$ (kNm)	$F_i$ (kN)
Atap	12,7	149,148	127,009	1894,180	26,731
3	10,3	483,407	127,009	4979,092	70,266
2	5,8	170,325	127,009	987,885	13,941
1	2,8	406,725	127,009	1138,830	16,071
	$\Sigma =$	1209,605		8999,987	127,009

### Gempa dari arah depan (AS Y-7 & AS Y-15)

Beban Gempa

a. Berat atap = 149,148 kN

b. Berat Tribun (Lantai 3)

Beban mati  $w_D = 214,933 \text{ kN}$

Beban hidup  $w_L = 49,139 \text{ kN}$

Total berat Tribun (lantai 3) = 264,072 kN

c. Berat Lantai 2

Beban mati  $w_D = 153,370 \text{ kN}$

Beban hidup  $w_L = 133,845 \text{ kN}$

Total berat lantai 2 = 287,215 kN

d. Berat Lantai 1

Beban mati

Beban mati  $w_D = 256,326 \text{ kN}$

Beban hidup  $w_L = 154,265 \text{ kN}$

Total berat lantai 1 = 410,591 kN

e. Beban total  $W_t = 149,148 + 264,072 + 287,215 + 410,591 = 1111,026 \text{ kN}$

f. Dengan rumus empiris diperoleh waktu getar alami (PPKGURDG, 1987):

$$T = 0,06 \cdot H^{3/4} = 0,06 \cdot 12,7^{3/4} = 0,404 \text{ detik}$$

g. Berdasarkan grafik koefisien gempa dasar PPKGURDG, 1987 untuk wilayah 3, jenis tanah lunak dan  $T = 0,404$  detik, diperoleh koefisien gempa dasar,  $C = 0,07$ .

h. Faktor keutamaan gedung olah raga  $I = 1,5$ , dan faktor jenis struktur rangka beton bertulang dengan daktilitas penuh  $K = 1,0$  (PPKGURDG, 1987).

i. Gaya geser horizontal total akibat gempa (PPKGURDG, 1987)

$$V = C \cdot I \cdot K \cdot W_t = 0,07 \cdot 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1111,026 = 116,658 \text{ kN}$$

Perhitungan distribusi gaya geser gempa disajikan pada tabel berikut ini

Tabel 6.9 Distribusi gaya geser gempa arah depan (AS Y-7 &amp; AS Y-15)

Tingkat	$h_i$ (m)	$W_i$ (kN)	$V$ (kN)	$W_i \cdot h_i$ (kNm)	$F_i$ (kN)
Atap	12,7	149,148	116,658	1894,1796	29,742
3	10,3	264,072	116,658	2719,942	42,708
2	5,8	287,215	116,658	1665,847	26,157
1	2,8	410,591	116,658	1149,655	18,052
	$\Sigma =$	1111,026		7429,623	116,658

### 6.1.7 Perhitungan Pembebanan PORTAL A (AS-Y8 & Y-14)

#### A. Beban Gravitasi Mati

##### a. Beban mati atap terpusat

$$P_D = \text{Rangka atap K1}'' = 139,401 \text{ kN}$$

$$P = 3,71 \text{ kN}$$

##### b. Beban mati merata lantai

##### - Tribun (lantai 3)

$$\text{- Pelat a} = ((3,993) + (1 - (4/3 \cdot 1,925^2 / 6,3^2)) \cdot 1,925 \cdot 2,88) = 3,993 + 4,854 = 8,847 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,50$$

$$\text{- Pelat b} = (2,691) + (4,013) = 6,704 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,50$$

##### - Lantai 2

$$\text{- Pelat : } 4,410 \text{ kN}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,50$$

##### - Lantai 1

- Pelat : a: 4,410 kN

b: 8,820 kN

c: 9,10 kN

balok = 0,40 x 0,50

c. Beban mati terpusat

- Tribun (Lantai 3)

-  $P_b = 3,28 \text{ kN}$

-  $P_1 = 0,2 \cdot 0,5 \cdot 3,425 \cdot 24 = 8,220 \text{ kN}$

-  $P_2 = 0,2 \cdot 0,5 \cdot 2,4625 \cdot 24 = 5,910 \text{ kN}$

- Lantai 2

-  $P = 0,3 \cdot 0,4 \cdot 6 \cdot 24 = 17,280 \text{ kN}$

-  $P_{RT} = 29,37 \text{ kN}$

- Lantai 1

-  $P_1 = 0,3 \cdot 0,4 \cdot 6 \cdot 24 = 17,280 \text{ kN}$

-  $P_2 = 0,3 \cdot 0,4 \cdot 6 \cdot 24 = 17,280 \text{ kN}$

-  $P_{RT} = 29,37 \text{ kN}$

B. Beban Gravitasi Hidup

a. Beban hidup atap terpusat

$P_L = \text{Pekerja rangka atap K1}'' = 20,50 \text{ kN}$

b. Beban hidup merata lantai

- Tribun (lantai 3)

- Pelat a = 15,359 kN/m

- Pelat b = 11,639 kN/m

- Lantai 2

- Pelat = 4,200 kN/m

-  $P_{RT} = 10,20$  kN

- Lantai 1

- Pelat a = 4,200 kN/m

- Pelat b = 8,400 kN/m

- Pelat c = 8,666 kN/m

-  $P_{RT} = 10,20$  kN

C. Beban Gempa

a. Berat atap

Beban mati

$$P_D = \text{Rangka atap K1}'' = 139,401 \text{ kN}$$

$$P = 3,71 \text{ kN}$$

$$\text{- Kolom : } (0,5 \cdot 0,7 \cdot 1,2 \cdot 24) \cdot 1 = 10,08 \text{ kN}$$

$$w_D = 153,191 \text{ kN}$$

Beban hidup

$$P_L = \text{Rangka atap K1}'' = 20,5 \text{ kN}$$

$$w_L = 20,5 \text{ kN}$$

$$\text{Total berat atap} = 153,191 + 20,5 = 163,441 \text{ kN}$$

b. Berat Tribun (Lantai 3)

Beban mati

$$\text{- Pelat : a : } 8,847 \cdot 7,742 = 68,493 \text{ kN}$$

$$\text{b : } 6,704 \cdot 7,159 = 47,994 \text{ kN}$$

- Balok:  $0,40 \cdot 0,50 \cdot 24 \cdot 14,835 = 71,208 \text{ kN}$

- Kolom:  $0,5 \cdot 0,7 \cdot 3,45 \cdot 24 = 28,980 \text{ kN}$

-  $P_b$ :  $3,28 \text{ kN}$

-  $P_1$ :  $8,220 \cdot 7 = 57,540 \text{ kN}$

-  $P_2$ :  $5,910 \cdot 6 = 35,460 \text{ kN}$

$$w_D = 312,955 \text{ kN}$$

Beban hidup

- Pelat a:  $15,359 \cdot 7,742 = 118,909 \text{ kN}$

b:  $11,639 \cdot 7,159 = 83,324 \text{ kN}$

$$w_L = 202,233 \text{ kN}$$

Total berat Tribun (lantai 3) =  $w_D + w_L = 312,955 + 202,233 = 515,188 \text{ kN}$

c. Berat Lantai 2

Beban mati

- Pelat:  $4,41 \cdot 0,30 = 1,323 \text{ kN}$

- Balok:  $0,40 \cdot 0,50 \cdot 24 \cdot 6,30 = 30,240 \text{ kN}$

- Kolom:  $(0,5 \cdot 0,7 \cdot 3,75 \cdot 24) + (0,5 \cdot 0,6 \cdot 1,5 \cdot 24) = 42,30 \text{ kN}$

-  $P$ :  $17,28 \text{ kN}$

-  $P_{RT}$ :  $29,37 \cdot 2 = 58,740 \text{ kN}$

$$w_D = 176,343 \text{ kN}$$

Beban hidup

- Pelat a:  $4,20 \cdot 6,30 = 26,46 \text{ kN}$

-  $P_{RT}$ :  $10,20 \cdot 2 = 20,400 \text{ kN}$

$$w_L = 46,860 \text{ kN}$$

g. Berdasarkan grafik koefisien gempa dasar PPKGURDG, 1987 untuk wilayah 3, jenis tanah lunak dan  $T = 0,404$  detik, diperoleh koefisien gempa dasar,  $C = 0,07$ .

h. Faktor keutamaan gedung olah raga  $I = 1,5$ , dan faktor jenis struktur rangka beton bertulang dengan daktilitas penuh  $K = 1,0$  (PPKGURDG, 1987).

i. Gaya geser horizontal total akibat gempa (PPKGURDG, 1987)

$$V = C.I.K.W_T = 0,07 \cdot 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1299,957 = 136,495 \text{ kN}$$

j. Distribusi gaya geser horizontal total akibat gempa ke sepanjang tinggi gedung dihitung dengan rumus berikut ini, (PPKGURDG, 1987)

Perhitungan distribusi gaya geser gempa disajikan pada tabel berikut ini

**Tabel 6.10** Distribusi gaya geser gempa **PORTAL A (AS-Y8 & Y-14)**

Tingkat	$h_i$ (m)	$W_i$ (kN)	$V$ (kN)	$W_i \cdot h_i$ (kNm)	$F_i$ (kN)
Atap	12,7	163,441	136,495	2075,701	28,936
3	10,3	515,188	136,495	5306,436	73,973
2	5,8	223,203	136,495	1294,577	18,047
1	2,8	398,125	136,495	1114,750	15,540
	$\Sigma =$	1299,957		9791,464	136,495

### Gempa dari arah depan (AS Y-8 & AS Y-14)

Beban Gempa

a. Berat atap = 163,441 kN

b. Berat Tribun (Lantai 3)

Beban mati  $w_D = 230,715$  kN



$$\text{Total berat lantai 2} = w_D + w_L = 176,343 + 46,860 = 223,203 \text{ kN}$$

d. Berat Lantai 1

Beban mati

$$\text{- Pelat : a: } 4,410 \cdot 3,15 = 13,892 \text{ kN}$$

$$\text{b: } 8,820 \cdot 3,15 = 27,783 \text{ kN}$$

$$\text{b: } 9,10 \cdot 3,250 = 29,575 \text{ kN}$$

$$\text{- Balok: } 0,40 \cdot 0,50 \cdot 24 \cdot 12,80 = 61,440 \text{ kN}$$

$$\text{- Kolom: } (0,5 \cdot 0,7 \cdot 4,3 \cdot 24) + (0,5 \cdot 0,6 \cdot 4,3 \cdot 24) + (0,5 \cdot 0,5 \cdot 2,8 \cdot 24) = 83,88 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_1 : 17,280 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_2 : 17,280 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_{RT} : 29,37 \cdot 2 = 58,740 \text{ kN}$$

$$w_D = 309,870 \text{ kN}$$

Beban hidup

$$\text{- Pelat : a: } 4,200 \cdot 3,15 = 13,230 \text{ kN}$$

$$\text{b: } 8,400 \cdot 3,15 = 26,460 \text{ kN}$$

$$\text{b: } 8,666 \cdot 3,25 = 28,165 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_{RT} : 10,20 \cdot 2 = 20,400 \text{ kN}$$

$$w_L = 88,255 \text{ kN}$$

$$\text{Total berat lantai 1} = w_D + w_L = 309,870 + 88,255 = 398,125 \text{ kN}$$

$$\text{e. Beban total } W_t = 163,441 + 515,188 + 223,203 + 398,125 = 1299,957 \text{ kN}$$

f. Dengan rumus empiris diperoleh waktu getar alami (PPKGURDG, 1987):

$$T = 0,06 \cdot H^{3/4} = 0,06 \cdot 12,7^{3/4} = 0,404 \text{ detik}$$

Beban hidup  $w_L = 59,455 \text{ kN}$

Total berat Tribun (lantai 3) = 290,169 kN

c. Berat Lantai 2

Beban mati  $w_D = 203,087 \text{ kN}$

Beban hidup  $w_L = 147,977 \text{ kN}$

Total berat lantai 2 = 351,063 kN

d. Berat Lantai 1

Beban mati

Beban mati  $w_D = 249,987 \text{ kN}$

Beban hidup  $w_L = 129,917 \text{ kN}$

Total berat lantai 1 = 379,904 kN

e. Beban total  $W_t = 163,441 + 290,169 + 351,063 + 379,904 = 1184,577 \text{ kN}$

f. Dengan rumus empiris diperoleh waktu getar alami (PPKGURDG, 1987):

$$T = 0,06 \cdot H^{3/4} = 0,06 \cdot 12,7^{3/4} = 0,404 \text{ detik}$$

g. Berdasarkan grafik koefisien gempa dasar PPKGURDG, 1987 untuk wilayah 3,

jenis tanah lunak dan  $T = 0,404$  detik, diperoleh koefisien gempa dasar,  $C = 0,07$ .

h. Faktor keutamaan gedung olah raga  $I = 1,5$ , dan faktor jenis struktur rangka beton bertulang dengan daktilitas penuh  $K = 1,0$  (PPKGURDG, 1987).

i. Gaya geser horizontal total akibat gempa (PPKGURDG, 1987)

$$V = C \cdot I \cdot K \cdot W_t = 0,07 \cdot 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1184,577 = 124,381 \text{ kN}$$

Perhitungan distribusi gaya geser gempa disajikan pada tabel berikut ini

Tabel 6.11 Distribusi gaya geser gempa arah depan (AS Y-8 &amp; AS Y-14)

Tingkat	$h_i$ (m)	$W_i$ (kN)	$V$ (kN)	$W_i \cdot h_i$ (kNm)	$F_i$ (kN)
Atap	12,7	163,441	124,381	2075,701	31,623
3	10,3	290,169	124,381	2988,741	45,532
2	5,8	351,063	124,381	2036,165	31,020
1	2,8	379,904	124,381	1063,731	16,206
	$\Sigma =$	1184,577		8164,338	124,381

### 6.1.8 Perhitungan Pembebanan PORTAL A (AS-Y9 & Y-13)

#### A. Beban Gravitasi Mati

##### a. Beban mati atap terpusat

$$P_D = \text{Rangka atap K1} = 147,708 \text{ kN}$$

$$P = 3,71 \text{ kN}$$

##### b. Beban mati merata lantai

- Tribun (lantai 3)

$$\text{- Pelat a} = 3,993 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,50$$

$$\text{- Pelat b} = 2 \cdot 4,013 = 8,026 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,50$$

- Lantai 2

$$\text{- Pelat} : 4,410 \text{ kN}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,50$$

- Lantai 1

- Pelat : a: 4,410 kN

b: 8,820 kN

c:  $((4,55)+(1-(4/3 \cdot 1,5^2/3,25^2)) \cdot 1,5 \cdot 4,20 = 4,55+4,511 = 9,061 \text{ kN}$

balok =  $0,40 \times 0,50$

c. Beban mati terpusat

- Tribun (Lantai 3)

-  $P_b = 3,28 \text{ kN}$

-  $P_1 = 0,2 \cdot 0,5 \cdot 1,5 \cdot 24 = 4,32 \text{ kN}$

-  $P_2 = 0,2 \cdot 0,5 \cdot 3 \cdot 24 = 8,64 \text{ kN}$

- Lantai 2

-  $P = 0,3 \cdot 0,4 \cdot 6 \cdot 24 = 17,280 \text{ kN}$

-  $P_{RT} = 29,37 \text{ kN}$

- Lantai 1

-  $P_1 = 0,3 \cdot 0,4 \cdot 6 \cdot 24 = 17,280 \text{ kN}$

-  $P_2 = 0,3 \cdot 0,4 \cdot 4,5 \cdot 24 = 12,96 \text{ kN}$

-  $P_{RT} = 29,37 \text{ kN}$

B. Beban Gravitasi Hidup

a. Beban hidup atap terpusat

$P_L = \text{Pekerja rangka atap K1} = 20,50 \text{ kN}$

b. Beban hidup merata lantai

- Tribun (lantai 3)

- Pelat a =  $6,932 \text{ kN/m}$

- Pelat b = 13,934 kN/m

- Lantai 2

- Pelat = 4,200 kN/m

-  $P_{RT} = 10,20$  kN

- Lantai 1

- Pelat a = 4,200 kN/m

- Pelat b = 8,400 kN/m

- Pelat c = 8,629 kN/m

-  $P_{RT} = 10,20$  kN

C. Beban Gempa

a. Berat atap

Beban mati

$P_D = \text{Rangka atap K1} = 147,708$  kN

$P = 3,71$  kN

- Kolom :  $(0,5 \cdot 0,7 \cdot 1,2 \cdot 24) \cdot 1 = 10,08$  kN

$w_D = 161,498$  kN

Beban hidup

$P_L = \text{Rangka atap K1}'' = 20,5$  kN

$w_L = 20,5$  kN

Total berat atap =  $w_D + w_L = 161,498 + 20,5 = 171,748$  kN

b. Berat Tribun (Lantai 3)

Beban mati

- Pelat : a:  $3,993 \cdot 7,742 = 30,914$  kN

$$b: 8,026 \cdot 7,159 = 57,458 \text{ kN}$$

$$\text{- Balok: } 0,40 \cdot 0,50 \cdot 24 \cdot 14,835 = 71,208 \text{ kN}$$

$$\text{- Kolom: } 0,5 \cdot 0,7 \cdot 3,45 \cdot 24 = 28,980 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_b: 3,28 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_1: 4,32 \cdot 7 = 30,240 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_2: 8,640 \cdot 6 = 51,840 \text{ kN}$$

$$w_D = 273,920 \text{ kN}$$

Beban hidup

$$\text{- Pelat : a: } 6,932 \cdot 7,742 = 53,668 \text{ kN}$$

$$b: 13,934 \cdot 7,159 = 99,754 \text{ kN}$$

$$w_L = 153,422 \text{ kN}$$

$$\text{Total berat Tribun (lantai 3)} = w_D + w_L = 273,920 + 153,422 = 427,342 \text{ kN}$$

c. Berat Lantai 2

Beban mati

$$\text{- Pelat: } 4,41 \cdot 6,30 = 27,783 \text{ kN}$$

$$\text{- Balok: } 0,40 \cdot 0,50 \cdot 24 \cdot 6,30 = 30,240 \text{ kN}$$

$$\text{- Kolom: } (0,5 \cdot 0,7 \cdot 3,75 \cdot 24) + (0,5 \cdot 0,6 \cdot 1,5 \cdot 24) = 42,30 \text{ kN}$$

$$\text{- } P: 17,28 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_{RT}: 29,37 \cdot 2 = 58,740 \text{ kN}$$

$$w_D = 176,343 \text{ kN}$$

Beban hidup

$$\text{- Pelat a: } 4,20 \cdot 6,30 = 26,46 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_{RT}: 10,20 \cdot 2 = 20,400 \text{ kN}$$

$$w_L = 46,860 \text{ kN}$$

$$\text{Total berat lantai 2} = w_D + w_L = 176,343 + 46,860 = 223,203 \text{ kN}$$

d. Berat Lantai 1

Beban mati

$$\text{- Pelat : a: } 4,410 \cdot 3,15 = 13,892 \text{ kN}$$

$$\text{b: } 8,820 \cdot 3,15 = 27,783 \text{ kN}$$

$$\text{c: } 9,061 \cdot 3,250 = 29,448 \text{ kN}$$

$$\text{- Balok: } 0,40 \cdot 0,50 \cdot 24 \cdot 12,80 = 61,440 \text{ kN}$$

$$\text{- Kolom: } (0,5 \cdot 0,7 \cdot 4,3 \cdot 24) + (0,5 \cdot 0,6 \cdot 4,3 \cdot 24) + (0,5 \cdot 0,5 \cdot 2,8 \cdot 24) = 83,88 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_1 : 17,280 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_2 : 17,280 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_{RT} : 29,37 \cdot 2 = 58,740 \text{ kN}$$

$$w_D = 305,423 \text{ kN}$$

Beban hidup

$$\text{- Pelat : a: } 4,200 \cdot 3,15 = 13,230 \text{ kN}$$

$$\text{b: } 8,400 \cdot 3,15 = 26,460 \text{ kN}$$

$$\text{c: } 8,629 \cdot 3,25 = 28,044 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_{RT} : 10,20 \cdot 2 = 20,400 \text{ kN}$$

$$w_L = 88,134 \text{ kN}$$

$$\text{Total berat lantai 1} = w_D + w_L = 305,423 + 88,134 = 393,557 \text{ kN}$$

$$\text{e. Beban total } W_t = 171,748 + 427,342 + 223,203 + 393,557 = 1215,850 \text{ kN}$$

f. Dengan rumus empiris diperoleh waktu getar alami (PPKGURDG, 1987):

$$T = 0,06 \cdot H^{3/4} = 0,06 \cdot 12,7^{3/4} = 0,404 \text{ detik}$$

g. Berdasarkan grafik koefisien gempa dasar PPKGURDG, 1987 untuk wilayah 3, jenis tanah lunak dan  $T = 0,404$  detik, diperoleh koefisien gempa dasar,  $C = 0,07$ .

h. Faktor keutamaan gedung olah raga  $I = 1,5$ , dan faktor jenis struktur rangka beton bertulang dengan daktilitas penuh  $K = 1,0$  (PPKGURDG, 1987).

i. Gaya geser horizontal total akibat gempa (PPKGURDG, 1987)

$$V = C.I.K.W_i = 0,07 \cdot 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1215,850 = 127,664 \text{ kN}$$

Perhitungan distribusi gaya geser gempa disajikan pada tabel berikut ini

**Tabel 6.12** Distribusi gaya geser gempa PORTAL A (AS-Y9 & Y-13)

Tingkat	$h_i$ (m)	$W_i$ (kN)	$V$ (kN)	$W_i \cdot h_i$ (kNm)	$F_i$ (kN)
Atap	12,7	171,748	127,664	2181,1996	31,011
3	10,3	427,342	127,664	4401,623	62,580
2	5,8	223,203	127,664	1294,577	18,406
1	2,8	393,557	127,664	1101,9596	15,667
	$\Sigma =$	1215,850		8979,359	127,664

### Gempa dari arah depan (AS Y-9 & AS Y-13)

Beban Gempa

a. Berat atap = 171,748 kN

b. Berat Tribun (Lantai 3)

Beban mati  $w_D = 201,005$  kN

Beban hidup  $w_L = 26,834$  kN

Total berat Tribun (lantai 3) = 227,839 kN



## c. Berat Lantai 2

Beban mati  $w_D = 189,029 \text{ kN}$

Beban hidup  $w_L = 123,571 \text{ kN}$

Total berat lantai 2 = 312,600 kN

## d. Berat Lantai 1

Beban mati

Beban mati  $w_D = 267,072 \text{ kN}$

Beban hidup  $w_L = 138,011 \text{ kN}$

Total berat lantai 1 = 405,083 kN

e. Beban total  $W_t = 171,748 + 227,839 + 312,600 + 405,083 = 1117,270 \text{ kN}$

f. Dengan rumus empiris diperoleh waktu getar alami (PPKGURDG, 1987):

$$T = 0,06 \cdot H^{3/4} = 0,06 \cdot 12,7^{3/4} = 0,404 \text{ detik}$$

g. Berdasarkan grafik koefisien gempa dasar PPKGURDG, 1987 untuk wilayah 3, jenis tanah lunak dan  $T = 0,404$  detik, diperoleh koefisien gempa dasar,  $C = 0,07$ .

h. Faktor keutamaan gedung olah raga  $I = 1,5$ , dan faktor jenis struktur rangka beton bertulang dengan daktilitas penuh  $K = 1,0$  (PPKGURDG, 1987).

i. Gaya geser horizontal total akibat gempa (PPKGURDG, 1987)

$$V = C \cdot I \cdot K \cdot W_t = 0,07 \cdot 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1117,270 = 117,313 \text{ kN}$$

Perhitungan distribusi gaya geser gempa disajikan pada tabel berikut ini

**Tabel 6.13** Distribusi gaya geser gempa arah depan (AS Y-9 & AS Y-13)

Tingkat	$h_i$ (m)	$W_i$ (kN)	$V$ (kN)	$W_i \cdot h_i$ (kNm)	$F_i$ (kN)
Atap	12,7	171,748	117,313	2181,1996	34,231

3	10,3	227,839	117,313	2346,742	36,829
2	5,8	312,600	117,313	1813,080	28,454
1	2,8	405,083	117,313	1134,232	17,800
	$\Sigma =$	1117,270		7475,254	117,313

### 6.1.9 Perhitungan Pembebanan PORTAL A (AS-Y10 & Y-12)

#### A. Beban Gravitasi Mati

##### a. Beban mati merata lantai

- Tribun (lantai 3)

- Pelat a = 4,013 kN/m

balok = 0,40 x 0,50

- Lantai 1

- Pelat a = 4,511 + 4,55 = 9,061 kN/m

balok = 0,40 x 0,50

- Pelat h : 4,550 kN

balok = 0,40 x 0,50

##### b. Beban mati terpusat

- Tribun (Lantai 3)

-  $P_1 = 0,2 \cdot 0,5 \cdot 1,5 \cdot 24 = 3,60 \text{ kN}$

-  $P_2 = 0,2 \cdot 0,5 \cdot 4,5 \cdot 24 = 10,80 \text{ kN}$

- Lantai 1

-  $P_1 = 0,3 \cdot 0,4 \cdot 4,5 \cdot 24 = 12,96 \text{ kN}$

## B. Beban Gravitasi Hidup

### a. Beban hidup merata lantai

- Tribun (lantai 3)

- Pelat = 6,967 kN/m

- Lantai 1

- Pelat a = 8,629 kN/m

- Pelat b = 4,333 kN/m

### C. Beban Gempa

#### a. Berat Tribun (Lantai 3)

Beban mati

- Pelat :  $4,013 \cdot 7,159 = 28,729$  kN

- Balok:  $0,40 \cdot 0,50 \cdot 24 \cdot 7,159 = 34,363$  kN

- Kolom:  $0,5 \cdot 0,7 \cdot 1,5 \cdot 24 = 10,08$  kN

-  $P_1$  :  $3,6 \cdot 3 = 10,80$  kN

-  $P_2$  :  $10,80 \cdot 3 = 32,40$  kN

$$w_D = 117,092 \text{ kN}$$

Beban hidup

- Pelat :  $6,967 \cdot 7,159 = 49,877$  kN

$$w_L = 49,877 \text{ kN}$$

Total berat Tribun (lantai 3) =  $w_D + w_L = 117,092 + 49,877 = 166,969$  kN

#### b. Berat Lantai 1

Beban mati

- Pelat : a:  $9,061 \cdot 3,25 = 29,448$  kN

$$b: 4,550 \cdot 3,25 = 14,788 \text{ kN}$$

$$\text{- Balok: } 0,40 \cdot 0,50 \cdot 24 \cdot 6,50 = 31,200 \text{ kN}$$

$$\text{- Kolom: } (0,5 \cdot 0,6 \cdot 4,3 \cdot 24) + (0,5 \cdot 0,5 \cdot 2,8 \cdot 24) = 47,760 \text{ kN}$$

$$\text{- } P : 12,960 \text{ kN}$$

$$w_D = 136,156 \text{ kN}$$

Beban hidup

$$\text{- Pelat : a: } 8,629 \cdot 3,25 = 28,044 \text{ kN}$$

$$b: 4,333 \cdot 3,25 = 14,082 \text{ kN}$$

$$w_L = 42,126 \text{ kN}$$

$$\text{Total berat lantai 1} = w_D + w_L = 136,156 + 42,126 = 178,282 \text{ kN}$$

$$\text{c. Beban total } W_t = 166,969 + 178,282 = 345,251 \text{ kN}$$

d. Dengan rumus empiris diperoleh waktu getar alami (PPKGURDG, 1987):

$$T = 0,06 \cdot H^{3/4} = 0,06 \cdot 5,8^{3/4} = 0,224 \text{ detik}$$

e. Berdasarkan grafik koefisien gempa dasar PPKGURDG, 1987 untuk wilayah 3, jenis tanah lunak dan  $T = 0,224$  detik, diperoleh koefisien gempa dasar,  $C = 0,07$ .

f. Faktor keutamaan gedung olah raga  $I = 1,5$ , dan faktor jenis struktur rangka beton bertulang dengan daktilitas penuh  $K = 1,0$  (PPKGURDG, 1987).

g. Gaya geser horizontal total akibat gempa (PPKGURDG, 1987)

$$V = C \cdot I \cdot K \cdot W_t = 0,07 \cdot 1,5 \cdot 1,0 \cdot 345,251 = 36,251 \text{ kN}$$

Perhitungan distribusi gaya geser gempa disajikan pada tabel berikut ini

Tabel 6.14 Distribusi gaya geser gempa **PORTAL A (AS-Y10 & Y-12)**

Tingkat	$h_i$ (m)	$W_i$ (kN)	$V$ (kN)	$W_i \cdot h_i$ (kNm)	$F_i$ (kN)
2	5,8	166,969	36,251	968,420	23,921
1	2,8	178,282	36,251	499,1896	12,330
	$\Sigma =$	345,251		1467,610	36,251

**Gempa dari arah depan (AS Y-10 & AS Y-12)**

Beban Gempa

a. Berat Tribun (Lantai 3)

Beban mati  $w_D = 102,728$  kNBeban hidup  $w_L = 24,939$  kN

Total berat Tribun (lantai 3) = 127,666 kN

b. Berat Lantai 1

Beban mati  $w_D = 119,561$  kNBeban hidup  $w_L = 67,065$  kN

Total berat lantai 1 = 186,625 kN

c. Beban total  $W_i = 127,666 + 186,625 = 314,291$  kN

d. Dengan rumus empiris diperoleh waktu getar alami (PPKGURDG, 1987):

$$T = 0,06 \cdot H^{3/4} = 0,06 \cdot 12,7^{3/4} = 0,404 \text{ detik}$$

e. Berdasarkan grafik koefisien gempa dasar PPKGURDG, 1987 untuk wilayah 3,

jenis tanah lunak dan  $T = 0,404$  detik, diperoleh koefisien gempa dasar,  $C =$ 

0,07.

f. Faktor keutamaan gedung olah raga  $I = 1,5$ , dan faktor jenis struktur rangka beton bertulang dengan daktilitas penuh  $K = 1,0$  (PPKGURDG, 1987).

g. Gaya geser horizontal total akibat gempa (PPKGURDG, 1987)

$$V = C.I.K.W_i = 0,07 \cdot 1,5 \cdot 1,0 \cdot 314,291 = 33,000 \text{ kN}$$

Perhitungan distribusi gaya geser gempa disajikan pada tabel berikut ini

**Tabel 6.15** Distribusi gaya geser gempa arah depan (AS Y-10 & AS Y-12)

Tingkat	$h_i$ (m)	$W_i$ (kN)	$V$ (kN)	$W_i \cdot h_i$ (kNm)	$F_i$ (kN)
2	5,8	127,666	33,000	740,463	19,347
1	2,8	186,625	33,000	522,550	13,653
	$\Sigma =$	314,291		1263,013	33,000

#### 6.1.10 Perhitungan Pembebanan PORTAL A (AS-Y11)

A. Beban Gravitasi Mati

a. Beban mati atap terpusat

$$P_D = \text{Rangka atap K1} = 147,708 \text{ kN}$$

$$P = 3,71 \text{ kN}$$

b. Beban mati merata lantai

- Tribun (lantai 3)

$$\text{- Pelat} = 3,993 \cdot 2 = 7,986 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,50$$

- Lantai 2

$$\text{- Pelat} = 8,820 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,50$$

- Lantai 1

- Pelat = 8,820 kN/m

balok = 0,40 x 0,50

c. Beban mati terpusat

- Tribun (Lantai 3)

-  $P_b = 3,28$  kN

-  $P = 8,640$  kN

- Lantai 2

-  $P = 0,3 \cdot 0,4 \cdot 24 \cdot 6 = 17,280$  kN

- Lantai 1

-  $P = 0,3 \cdot 0,4 \cdot 24 \cdot 6 = 17,280$  kN

B. Beban Gravitasi Hidup

a. Beban hidup atap terpusat

$P_{li}$  = Pekerja rangka atap K1 = 20,50 kN

b. Beban hidup merata lantai

- Tribun (lantai 3)

- Pelat = 13,865 kN/m

- Lantai 2

- Pelat = 8,40 kN/m

- Lantai 1

- Pelat = 8,40 kN/m

C. Beban Gempa

a. Berat atap

Beban mati

$$P_D = \text{Rangka atap K1} = 147,708 \text{ kN}$$

$$P = 3,71 \text{ kN}$$

$$\text{- Kolom : } (0,5 \cdot 0,7 \cdot 1,2 \cdot 24) \cdot 1 = 10,08 \text{ kN}$$

$$w_D = 161,498 \text{ kN}$$

Beban hidup

$$P_L = \text{Rangka atap K4} = 20,5 \text{ kN}$$

$$w_L = 20,5 \text{ kN}$$

$$\text{Total berat atap} = w_D + w_L = 161,498 + 20,5 = 171,748 \text{ kN}$$

b. Berat Tribun (Lantai 3)

Beban mati

$$\text{- Pelat : } 7,986 \cdot 7,742 = 61,828 \text{ kN}$$

$$\text{- Balok : } 0,40 \cdot 0,50 \cdot 24 \cdot 7,742 = 37,162 \text{ kN}$$

$$\text{- Kolom : } 0,5 \cdot 0,7 \cdot 3,45 \cdot 24 = 28,980 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_b : 3,28 \text{ kN}$$

$$\text{- } P : 8,640 \cdot 7 = 60,480 \text{ kN}$$

$$w_D = 191,730 \text{ kN}$$

Beban hidup

$$\text{- Pelat : } 13,865 \cdot 7,742 = 107,343 \text{ kN}$$

$$w_L = 107,343 \text{ kN}$$

$$\text{Total berat Tribun (lantai 3)} = w_D + w_L = 191,730 + 107,343 = 299,073 \text{ kN}$$

c. Berat Lantai 2

Beban mati



- Pelat :  $8,820 \cdot 3,15 = 27,783 \text{ kN}$
- Balok:  $0,40 \cdot 0,50 \cdot 24 \cdot 6,30 = 30,240 \text{ kN}$
- Kolom:  $(0,5 \cdot 0,7 \cdot 3,75 \cdot 24) + (0,5 \cdot 0,6 \cdot 1,5 \cdot 24) = 42,30 \text{ kN}$
- $P$  :  $17,280 \text{ kN}$

$$w_D = 117,603 \text{ kN}$$

#### Beban hidup

- Pelat:  $w_L = 8,40 \cdot 3,150 = 26,460 \text{ kN}$

$$\text{Total berat lantai 2} = w_D + w_L = 117,603 + 26,460 = 144,063 \text{ kN}$$

#### d. Berat Lantai 1

##### Beban mati

- Pelat :  $8,820 \cdot 6,30 = 55,566 \text{ kN}$
- Balok:  $30,240 \text{ kN}$
- Kolom:  $(0,5 \cdot 0,7 \cdot 4,3 \cdot 24) + (0,5 \cdot 0,6 \cdot 4,3 \cdot 24) = 67,080 \text{ kN}$
- $P$  :  $17,280 \text{ kN}$

$$w_D = 170,166 \text{ kN}$$

#### Beban hidup

- Pelat :  $8,40 \cdot 6,30 = 52,920 \text{ kN}$

$$w_L = 52,920 \text{ kN}$$

$$\text{Total berat lantai 1} = w_D + w_L = 170,166 + 52,920 = 223,086 \text{ kN}$$

$$\text{e. Beban total } W_t = 171,748 + 299,073 + 144,063 + 223,086 = 837,970 \text{ kN}$$

f. Dengan rumus empiris diperoleh waktu getar alami (PPKGURDG, 1987):

$$T = 0,06 \cdot H^{3/4} = 0,06 \cdot 12,7^{3/4} = 0,404 \text{ detik}$$

g. Berdasarkan grafik koefisien gempa dasar PPKGURDG, 1987 untuk wilayah 3, jenis tanah lunak dan  $T = 0,404$  detik, diperoleh koefisien gempa dasar,  $C = 0,07$ .

h. Faktor keutamaan gedung olah raga  $I = 1,5$ , dan faktor jenis struktur rangka beton bertulang dengan daktilitas penuh  $K = 1,0$  (PPKGURDG, 1987).

i. Gaya geser horizontal total akibat gempa (PPKGURDG, 1987)

$$V = C.I.K.W_i = 0,07 \cdot 1,5 \cdot 1,0 \cdot 837,970 = 87,987 \text{ kN}$$

Perhitungan distribusi gaya geser gempa disajikan pada tabel berikut ini

**Tabel 6.16** Distribusi gaya geser gempa **PORTAL A (AS-Y11)**

Tingkat	$h_i$ (m)	$W_i$ (kN)	$V$ (kN)	$W_i \cdot h_i$ (kNm)	$F_i$ (kN)
Atap	12,7	171,748	87,987	2181,200	28,551
3	10,3	299,073	87,987	3080,452	40,322
2	5,8	144,063	87,987	835,565	10,937
1	2,8	223,086	87,987	624,641	8,176
	$\Sigma =$	837,970		6721,858	87,987

#### Gempa dari arah depan (AS Y-11)

Beban Gempa

a. Berat atap = 171,748 kN

b. Berat Tribun (Lantai 3)

Beban mati  $w_D = 160,816$  kN

Beban hidup  $w_L = 53,672$  kN

Total berat Tribun (lantai 3) = 214,488 kN

## c. Berat Lantai 2

Beban mati  $w_D = 117,017 \text{ kN}$

Beban hidup  $w_L = 80,132 \text{ kN}$

Total berat lantai 2 = 197,149 kN

## d. Berat Lantai 1

Beban mati

Beban mati  $w_D = 119,886 \text{ kN}$

Beban hidup  $w_L = 52,920 \text{ kN}$

Total berat lantai 1 = 172,806 kN

e. Beban total  $W_t = 171,748 + 214,488 + 197,149 + 172,806 = 756,191 \text{ kN}$

f. Dengan rumus empiris diperoleh waktu getar alami (PPKGURDG, 1987):

$$T = 0,06 \cdot H^{3/4} = 0,06 \cdot 12,7^{3/4} = 0,404 \text{ detik}$$

g. Berdasarkan grafik koefisien gempa dasar PPKGURDG, 1987 untuk wilayah 3, jenis tanah lunak dan  $T = 0,404$  detik, diperoleh koefisien gempa dasar,  $C = 0,07$ .

h. Faktor keutamaan gedung olah raga  $I = 1,5$ , dan faktor jenis struktur rangka beton bertulang dengan daktilitas penuh  $K = 1,0$  (PPKGURDG, 1987).

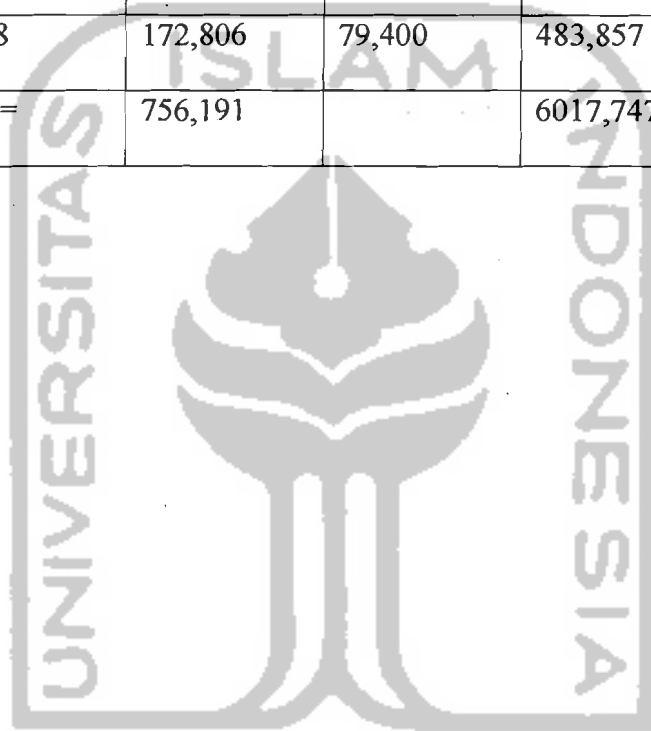
i. Gaya geser horizontal total akibat gempa (PPKGURDG, 1987)

$$V = C.I.K.W_t = 0,07 \cdot 1,5 \cdot 1,0 \cdot 756,191 = 79,400 \text{ kN}$$

Perhitungan distribusi gaya geser gempa disajikan pada tabel berikut ini

Tabel 6.17 Distribusi gaya geser gempa arah depan (AS Y-11)

Tingkat	$h_i$ (m)	$W_i$ (kN)	$V$ (kN)	$W_i \cdot h_i$ (kNm)	$F_i$ (kN)
Atap	12,7	171,748	79,400	2181,1996	28,779
3	10,3	214,488	79,400	2209,226	29,149
2	5,8	197,149	79,400	1143,464	15,087
1	2,8	172,806	79,400	483,857	6,384
	$\Sigma =$	756,191		6017,747	79,400



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

**PORTAL B****6.1.11 Perhitungan Pembebanan PORTAL B (AS-Y1)****A. Beban Gravitasi Mati****a. Beban mati atap merata**

- Balok ring = 0,4 x 0,4 m

- Listplank = 3,456 kN/m

**b. Beban mati atap terpusat**

$P_D 5 = \text{Rangka atap K5} = 8,616 \text{ kN}$

$P_D 6 = \text{Rangka atap K6} = 10,777 \text{ kN}$

$P_D 7 = \text{Rangka atap K7} = 15,781 \text{ kN}$

$P_D 8 = \text{Rangka atap K8} = 17,758 \text{ kN}$

$P_D 9 = \text{Rangka atap K9} = 6,000 \text{ kN}$

$P_a = 3,71 \text{ kN}$

**c. Beban mati merata lantai**

- Tribun (lantai 3)

- Pelat a =  $(1,075 \cdot 3,15) \cdot 2,880 = 9,752 \text{ kN/m}$

balok = 0,25 x 0,7

- Pelat b =  $(1 - (4/3 \cdot 3,15^2/5,75^2)) \cdot 3,15 \cdot 2,880 = 5,442 \text{ kN/m}$

balok = 0,25 x 0,7

- Pelat c =  $(1 - (4/3 \cdot 3,15^2/4,55^2)) \cdot 3,15 \cdot 2,880 = 3,275 \text{ kN/m}$

balok = 0,25 x 0,7

- Pelat d = 1,571 kN/m

balok = 0,25 x 0,7

$$\text{- Pelat e} = (1 - (4/3 \cdot 3,15^2/6^2)) \cdot 3,15 \cdot 2,880 = 5,738 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,25 \times 0,7$$

$$\text{- Pelat f} = (1 - (4/3 \cdot 3,15^2/6^2)) \cdot 3,15 \cdot 2,880 = 5,738 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,25 \times 0,7$$

- Lantai 2

$$\text{- Pelat a} = 7,111 \text{ kN/m}$$

$$\text{tembok} = (4,5 - 0,7) \cdot 2,5 = 9,50 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,25 \times 0,7$$

$$\text{- Pelat b} = (1 - (4/3 \cdot 1,575^2/5,75^2)) \cdot 1,575 \cdot 4,2 = 5,953 \text{ kN/m}$$

$$\text{tembok} = (4,5 - 0,7) \cdot 2,5 = 9,50 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,25 \times 0,7$$

$$\text{- Pelat c} = (1 - (4/3 \cdot 1,575^2/4,55^2)) \cdot 1,575 \cdot 4,2 = 5,558 \text{ kN/m}$$

$$\text{tembok} = (4,5 - 0,7) \cdot 2,5 = 9,50 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,25 \times 0,7$$

$$\text{- Pelat d} = 2,291 \text{ kN/m}$$

$$\text{tembok} = (4,5 - 0,7) \cdot 2,5 = 9,50 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,25 \times 0,7$$

$$\text{- Pelat e} = (1 - (4/3 \cdot 1,575^2/6^2)) \cdot 1,575 \cdot 4,2 = 6,007 \text{ kN/m}$$

$$\text{tembok} = (4,5 - 0,7) \cdot 2,5 = 9,50 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,25 \times 0,7$$

$$\text{- Pelat f} = 0$$

$$\text{tembok} = (4,5 - 0,7) \cdot 2,5 = 9,50 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,25 \times 0,7$$

- Lantai 1

- Pelat a = 7,111 kN/m

$$\text{tembok} = (3,0 - 0,7) \cdot 2,5 = 5,75 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,25 \times 0,7$$

- Pelat b =  $(1 - (4/3 \cdot 1,575^2/5,75^2)) \cdot 1,575 \cdot 4,2 = 5,953 \text{ kN/m}$

$$\text{tembok} = (3,0 - 0,7) \cdot 2,5 = 5,75 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,25 \times 0,7$$

- Pelat c =  $(1 - (4/3 \cdot 1,575^2/4,55^2)) \cdot 1,575 \cdot 4,2 = 5,558 \text{ kN/m}$

$$\text{tembok} = (3,0 - 0,7) \cdot 2,5 = 5,75 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,25 \times 0,7$$

- Pelat d = 2,291 kN/m

$$\text{tembok} = (3,0 - 0,7) \cdot 2,5 = 5,75 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,25 \times 0,7$$

- Pelat e =  $(1 - (4/3 \cdot 1,575^2/6^2)) \cdot 1,575 \cdot 4,2 = 6,007 \text{ kN/m}$

$$\text{tembok} = (3,0 - 0,7) \cdot 2,5 = 5,75 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,25 \times 0,7$$

- Pelat f = 0

$$\text{tembok} = (3,0 - 0,7) \cdot 2,5 = 5,75 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,25 \times 0,7$$

d. Beban mati terpusat

- Tribun (Lantai 3)

$$- P_b = 3,28 \text{ kN}$$

$$- P = 9,702 \text{ kN}$$

## e. Beban hidup merata lantai

## - Tribun (lantai 3)

$$\text{- Pelat a} = (1,075 \cdot 3,15) \cdot 5 = 16,931 \text{ kN/m}$$

$$\text{- Pelat b} = (1 - (4/3 \cdot 3,15^2/5,75^2)) \cdot 3,15 \cdot 5 = 9,448 \text{ kN/m}$$

$$\text{- Pelat c} = (1 - (4/3 \cdot 3,15^2/4,55^2)) \cdot 3,15 \cdot 5 = 5,686 \text{ kN/m}$$

$$\text{- Pelat d} = 2,727 \text{ kN/m}$$

$$\text{- Pelat e} = (1 - (4/3 \cdot 3,15^2/6^2)) \cdot 3,15 \cdot 5 = 9,962 \text{ kN/m}$$

$$\text{- Pelat f} = (1 - (4/3 \cdot 3,15^2/6^2)) \cdot 3,15 \cdot 5 = 9,962 \text{ kN/m}$$

## - Lantai 2 dan Lantai 1

$$\text{- Pelat a} = (1,075 \cdot 1,575) \cdot 4 = 6,772 \text{ kN/m}$$

$$\text{- Pelat b} = (1 - (4/3 \cdot 1,575^2/5,75^2)) \cdot 1,575 \cdot 4 = 5,669 \text{ kN/m}$$

$$\text{- Pelat c} = (1 - (4/3 \cdot 1,575^2/4,55^2)) \cdot 1,575 \cdot 4 = 5,293 \text{ kN/m}$$

$$\text{- Pelat d} = 2,182 \text{ kN/m}$$

$$\text{- Pelat e} = (1 - (4/3 \cdot 1,575^2/6^2)) \cdot 1,575 \cdot 4 = 5,721 \text{ kN/m}$$

$$\text{- Pelat f} = 0$$

## C. Beban Gempa

## a. Berat atap

## Beban mati

$$\text{- Balok ring} : 0,4 \cdot 0,4 \cdot 56,592 \cdot 24 = 217,313 \text{ kN}$$

$$\text{- Kolom} : (0,5 \cdot 0,6 \cdot 1,2 \cdot 24) \cdot 12 = 120,960 \text{ kN}$$

$$P_{D5} = \text{Rangka atap K5} = 2 \cdot 8,616 = 17,232 \text{ kN}$$

$$P_{D6} = \text{Rangka atap K6} = 2 \cdot 10,777 = 21,554 \text{ kN}$$

$$P_{D7} = \text{Rangka atap K7} = 2 \cdot 15,781 = 31,562 \text{ kN}$$



$$P_D 8 = \text{Rangka atap K8} = 2 \cdot 17,758 = 35,516 \text{ kN}$$

$$P_D 9 = \text{Rangka atap K9} = 2 \cdot 6,000 = 12,000 \text{ kN}$$

$$\text{- Listplank} = 3,456 \cdot 56,592 = 195,582 \text{ kN}$$

$$P_a = 3,71 \cdot 35 = 129,85 \text{ kN}$$

$$w_D = 755,599 \text{ kN}$$

#### Beban hidup

$$P_L 5 = \text{Pekerja rangka atap K5} = 2 \cdot 4,479 = 8,958 \text{ kN}$$

$$P_L 6 = \text{Pekerja rangka atap K6} = 2 \cdot 5,664 = 11,328 \text{ kN}$$

$$P_L 7 = \text{Pekerja rangka atap K7} = 2 \cdot 6,321 = 12,642 \text{ kN}$$

$$P_L 8 = \text{Pekerja rangka atap K8} = 2 \cdot 6,994 = 13,988 \text{ kN}$$

$$P_L 9 = \text{Rangka atap K9} = 2 \cdot 3,00 = 6,00 \text{ kN}$$

$$\text{- Listplank} = 1,20 \cdot 56,592 = 67,910 \text{ kN}$$

$$w_L = 135,820 \text{ kN}$$

$$\text{Total berat atap} = w_D + w_L = 755,599 + 135,820 = 917,877 \text{ kN}$$

#### b. Berat Tribun (Lantai 3)

##### Beban hidup

$$\text{- Pclat : a: } 9,572 \cdot 2 \cdot 0,919 = 17,593 \text{ kN}$$

$$\text{b: } 5,442 \cdot 2 \cdot 5,827 = 63,421 \text{ kN}$$

$$\text{c: } 3,275 \cdot 2 \cdot 4,55 = 29,803 \text{ kN}$$

$$\text{d: } 1,571 \cdot 4 \cdot 4 = 25,136 \text{ kN}$$

$$\text{e: } 5,738 \cdot 2 \cdot 6 = 68,856 \text{ kN}$$

$$\text{f: } 5,738 \cdot 1 \cdot 6 = 34,428 \text{ kN}$$

$$\text{- Balok: } 0,25 \cdot 0,7 \cdot 24 \cdot 56,592 = 237,686 \text{ kN}$$

- Kolom:  $0,5 \cdot 0,7 \cdot 3,45 \cdot 24 \cdot 12 = 347,760 \text{ kN}$
- Tembok:  $(2,25 - 0,7) \cdot 2,5 \cdot 56,592 = 219,294 \text{ kN}$
- $P_b$ :  $3,28 \cdot 28 = 91,840 \text{ kN}$
- $P_1$ :  $9,072 \cdot 5 = 45,360 \text{ kN}$

$$w_D = 1181,508 \text{ kN}$$

Beban hidup

- Pelat:  $w_L = 415,917 \text{ kN}$

$$\text{Total berat Tribun (lantai 3)} = w_D + w_L = 1181,508 + 415,917 = 1597,425 \text{ kN}$$

c. Berat Lantai 2

Beban mati

- Pelat : a:  $7,111 \cdot 2 \cdot 0,919 = 13,070 \text{ kN}$
- b:  $5,953 \cdot 2 \cdot 5,827 = 69,376 \text{ kN}$
- c:  $5,558 \cdot 2 \cdot 4,55 = 50,578 \text{ kN}$
- d:  $2,291 \cdot 4 \cdot 4 = 36,656 \text{ kN}$
- e:  $6,007 \cdot 2 \cdot 6 = 72,084 \text{ kN}$

- Balok:  $0,25 \cdot 0,7 \cdot 56,592 \cdot 24 = 237,686 \text{ kN}$
- Kolom:  $0,5 \cdot 0,7 \cdot 3,75 \cdot 24 \cdot 12 = 378 \text{ kN}$
- Tembok:  $(3,75 - 0,7) \cdot 2,5 \cdot 56,592 = 431,514 \text{ kN}$

$$w_D = 1289,500 \text{ kN}$$

Beban hidup

- Pelat:  $w_L = 230,244 \text{ kN}$

$$\text{Total berat lantai 2} = w_D + w_L = 1289,500 + 230,244 = 1519,744 \text{ kN}$$

d. Berat Lantai 1

## Beban mati

- Pelat : a:  $7,111 \cdot 2 \cdot 0,919 = 13,070 \text{ kN}$

b:  $5,953 \cdot 2 \cdot 5,827 = 69,376 \text{ kN}$

c:  $5,558 \cdot 2 \cdot 4,55 = 50,578 \text{ kN}$

d:  $2,291 \cdot 4 \cdot 4 = 36,656 \text{ kN}$

e:  $6,007 \cdot 2 \cdot 6 = 72,084 \text{ kN}$

- Balok:  $0,25 \cdot 0,7 \cdot 56,592 \cdot 24 = 237,686 \text{ kN}$

- Kolom:  $0,5 \cdot 0,7 \cdot 4,3 \cdot 24 \cdot 12 = 433,440 \text{ kN}$

- Tembok:  $(4,3 - 0,7) \cdot 2,5 \cdot 56,592 = 509,328 \text{ kN}$

$$w_D = 1422,754 \text{ kN}$$

## Beban hidup

- Pelat:  $w_L = 230,244 \text{ kN}$

Total berat lantai 1 =  $w_D + w_L = 1422,754 + 230,244 = 1652,998 \text{ kN}$

e. Beban total  $W_t = 917,877 + 1597,425 + 1519,744 + 1652,998 = 5688,044 \text{ kN}$

f. Dengan rumus empiris diperoleh waktu getar alami (PPKGURDG, 1987):

$$T = 0,06 \cdot H^{3/4} = 0,06 \cdot 12,7^{3/4} = 0,404 \text{ detik}$$

g. Berdasarkan grafik koefisien gempa dasar PPKGURDG, 1987 untuk wilayah 3,

jenis tanah lunak dan  $T = 0,404$  detik, diperoleh koefisien gempa dasar,

$$C = 0,07.$$

h. Faktor keutamaan gedung olah raga  $I = 1,5$ , dan faktor jenis struktur rangka

beton bertulang dengan daktilitas penuh  $K = 1,0$  (PPKGURDG, 1987).

i. Gaya geser horizontal total akibat gempa (PPKGURDG, 1987)

$$V = C \cdot I \cdot K \cdot W_t = 0,07 \cdot 1,5 \cdot 1,0 \cdot 5688,044 = 597,245 \text{ kN}$$

Perhitungan distribusi gaya geser gempa disajikan pada tabel berikut ini

**Tabel 6.18** Distribusi gaya geser gempa **PORTAL B (AS-Y1)**

Tingkat	$h_i$ (m)	$W_i$ (kN)	$V$ (kN)	$W_i \cdot h_i$ (kNm)	$F_i$ (kN)
Atap	12,7	917,877	597,245	11657,038	167,546
3	10,3	1597,425	597,245	16453,478	236,485
2	5,8	1519,744	597,245	8814,515	126,691
1	2,8	1652,998	597,245	4628,394	66,524
	$\Sigma =$	5688,044		41553,425	597,245

### 6.1.12 Perhitungan Pembebanan PORTAL B (AS-Y2)

#### A. Beban Gravitasi Mati

##### a. Beban mati merata lantai

- Tribun (lantai 3)

$$\text{- Pelat a} = 1,075 ( 3,15 + 3,25 ) \cdot 2,880 = 19,814 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,35 \times 0,45$$

$$\text{- Pelat b} = ((2/3 \cdot 6,5 \cdot 2,880) + 5,442) = 17,922 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,35 \times 0,45$$

$$\text{- Pelat c} = ((2/3 \cdot 6,5 \cdot 2,880) + 3,275) = 15,755 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,35 \times 0,45$$

$$\text{- Pelat d} = ((1 - (4/3 \cdot 3,25^2/4^2)) \cdot 3,25 \cdot 2,880) + 1,571 = 2,692 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,35 \times 0,45$$

$$\text{- Pelat e} = ((1 - (4/3 \cdot 3,25^2/6^2)) \cdot 3,25 \cdot 2,880) + 5,738 = 11,436 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,35 \times 0,45$$

$$\text{- Pelat f} = ((1 - (4/3 \cdot 1,2^2/6^2)) \cdot 1,2 \cdot 2,880) + 5,738 = 9,009 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,35 \times 0,45$$

- Lantai 2

$$\text{- Pelat a} = ((1,075 \cdot 1,575) + (1,075 \cdot 1,625)) \cdot 4,20 = 14,448 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,35 \times 0,45$$

$$\text{- Pelat b} = 2,869 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,35 \times 0,45$$

- Lantai 1

$$\text{- Pelat a} = ((1,075 \cdot 1,575) + (1,075 \cdot 1,625)) \cdot 4,20 = 14,448 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,35 \times 0,45$$

$$\text{- Pelat b} = (1 - (4/3 \cdot 1,575^2/4,5^2)) \cdot 1,575 \cdot 4,2 = 5,535 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,35 \times 0,45$$

$$\text{- Pelat c} = (1 - (4/3 \cdot 1,575^2/3,5^2)) \cdot 1,575 \cdot 4,2 = 5,275 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,35 \times 0,45$$

$$\text{- Pelat d} = ((1 - (4/3 \cdot 1,625^2/4^2)) \cdot 1,625 \cdot 4,2) + 2,291 = 7,614 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,35 \times 0,45$$

$$\text{- Pelat e} = ((1 - (4/3 \cdot 1,625^2/6^2)) \cdot 1,625 \cdot 4,2) + 6,007 = 12,165 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,35 \times 0,45$$

b. Beban mati terpusat

- Tribun (Lantai 3)

$$\text{- } P_b = 3,28 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_1 = 0,3 \cdot 0,4 \cdot 3,15 \cdot 24 = 9,072 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_2 = 0,3 \cdot 0,4 \cdot 3,25 \cdot 24 = 9,360 \text{ kN}$$

## B. Beban Gravitasi Hidup

### a. Beban hidup merata lantai

#### - Tribun (lantai 3)

- Pelat a = 34,399 kN/m

- Pelat b = 31,115 kN/m

- Pelat c = 27,352 kN/m

- Pelat d = 4,674 kN/m

- Pelat e = 19,854 kN/m

- Pelat f = 15,641 kN/m

#### - Lantai 2

- Pelat a = 13,760 kN/m

- Pelat b = 2,732 kN/m

#### - Lantai 1

- Pelat a = 13,760 kN/m

- Pelat b = 5,271 kN/m

- Pelat c = 5,024 kN/m

- Pelat d = 7,251 kN/m

- Pelat e = 11,586 kN/m

## C. Beban Gempa

### a. Berat Tribun dan Lantai 2

Beban mati

- Pelat : a:  $34,262 \cdot 2 \cdot 0,919 = 62,974 \text{ kN}$

$$b: 17,992 \cdot 2 \cdot 2,885 = 103,410 \text{ kN}$$

$$c: 15,755 \cdot 2 \cdot 2,310 = 72,788 \text{ kN}$$

$$d: 2,692 \cdot 4 \cdot 4 = 43,072 \text{ kN}$$

$$e: (11,436 + 2,869) \cdot 2 \cdot 6 = 171,660 \text{ kN}$$

$$f: 9,009 \cdot 1 \cdot 6 = 54,054 \text{ kN}$$

$$\text{- Balok: } 0,35 \cdot 0,45 \cdot 24 \cdot 46,360 = 174,742 \text{ kN}$$

$$\text{- Kolom: } 0,5 \cdot 0,6 \cdot 1,5 \cdot 24 \cdot 12 = 129,600 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_1: 9,072 \cdot 5 = 45,360 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_2: 9,360 \cdot 2 = 18,720 \text{ kN}$$

$$w_D = 876,380 \text{ kN}$$

#### Beban hidup

$$\text{- Pelat : a: } 48,159 \cdot 2 \cdot 0,919 = 88,516 \text{ kN}$$

$$b: 31,115 \cdot 2 \cdot 2,885 = 179,534 \text{ kN}$$

$$c: 27,352 \cdot 2 \cdot 2,310 = 126,366 \text{ kN}$$

$$d: 4,674 \cdot 4 \cdot 4 = 74,784 \text{ kN}$$

$$e: 22,586 \cdot 2 \cdot 6 = 271,032 \text{ kN}$$

$$f: 15,641 \cdot 1 \cdot 6 = 93,846 \text{ kN}$$

$$w_L = 834,078 \text{ kN}$$

$$\text{Total berat Tribun dan lantai 2} = w_D + w_L = 876,380 + 834,078 = 1710,458 \text{ kN}$$

#### b. Berat Lantai 1

##### Beban mati

$$\text{- Pelat : a: } 14,448 \cdot 2 \cdot 0,919 = 26,555 \text{ kN}$$

$$b: 5,535 \cdot 2 \cdot 2,885 = 31,937 \text{ kN}$$

$$c: 5,275 \cdot 2 \cdot 2,310 = 24,371 \text{ kN}$$

$$d: 7,614 \cdot 4 \cdot 4 = 121,824 \text{ kN}$$

$$e: 12,165 \cdot 3 \cdot 6 = 218,970 \text{ kN}$$

$$\text{- Balok: } 0,35 \cdot 0,45 \cdot 24 \cdot 46,360 = 174,742 \text{ kN}$$

$$\text{- Kolom: } 0,5 \cdot 0,6 \cdot 4,3 \cdot 24 \cdot 12 = 371,520 \text{ kN}$$

$$w_D = 969,919 \text{ kN}$$

Beban hidup

$$\text{- Pelat: } w_L = 403,483 \text{ kN}$$

$$\text{Total berat lantai 1} = w_D + w_L = 969,919 + 403,483 = 1373,402 \text{ kN}$$

$$c. \text{ Beban total } W_i = 1710,458 + 1373,402 = 3083,860 \text{ kN}$$

d. Dengan rumus empiris diperoleh waktu getar alami (PPKGURDG, 1987):

$$T = 0,06 \cdot H^{3/4} = 0,06 \cdot 5,8^{3/4} = 0,224 \text{ detik}$$

e. Berdasarkan grafik koefisien gempa dasar PPKGURDG, 1987 untuk wilayah 3, jenis tanah lunak dan  $T = 0,224$  detik, diperoleh koefisien gempa dasar,

$$C = 0,07.$$

f. Faktor keutamaan gedung olah raga  $I = 1,5$ , dan faktor jenis struktur rangka beton bertulang dengan daktilitas penuh  $K = 1,0$  (PPKGURDG, 1987).

g. Gaya geser horizontal total akibat gempa (PPKGURDG, 1987)

$$V = C \cdot I \cdot K \cdot W_i = 0,07 \cdot 1,5 \cdot 1,0 \cdot 3083,860 = 323,805 \text{ kN}$$

Perhitungan distribusi gaya geser gempa disajikan pada tabel berikut ini

**Tabel 6.19** Distribusi gaya geser gempa **PORTAL B (AS-Y2)**

Tingkat	$h_i$ (m)	$W_i$ (kN)	$V$ (kN)	$W_i \cdot h_i$ (kNm)	$F_i$ (kN)
2	5,8	1710,458	323,805	9920,656	233,351



1	2,8	1373,402	323,805	3845,526	90,454
	$\Sigma =$	3083,860		13766,182	323,805

### 6.1.13 Perhitungan Pembebanan PORTAL B (AS-Y3)

#### A. Beban Gravitasi Mati

##### a. Beban mati merata lantai

- Tribun (lantai 3)

- Pelat a = 10,062 kN/m

balok = 0,35 x 0,45

- Pelat b = 1,121 kN/m

balok = 0,35 x 0,45

- Pelat c = 5,698 kN/m

balok = 0,35 x 0,45

- Lantai 1

- Pelat a = 10,062 kN/m

balok = 0,35 x 0,45

- Pelat b = 6,444 kN/m

balok = 0,35 x 0,45

##### b. Beban mati terpusat

- Tribun (Lantai 3)

-  $P_2 = 9,360$  kN

#### B Beban Gravitasi Hidup

##### a. Beban hidup merata lantai

- Tribun (lantai 3)

- Pelat a = 13,469 kN/m

- Pelat b = 1,946 kN/m

- Pelat c = 9,892 kN/m

- Lantai 1

- Pelat a = 9,583 kN/m

- Pelat b = 6,137 kN/m

C. Beban Gempa

a. Berat Tribun dan Lantai 1

Beban mati

- Pelat : a:  $10,062 \cdot 2 \cdot 0,919 = 18,494 \text{ kN}$

b:  $1,121 \cdot 4 \cdot 4 = 17,936 \text{ kN}$

c:  $5,698 \cdot 2 \cdot 6 = 68,376 \text{ kN}$

d:  $6,444 \cdot 1 \cdot 6 = 38,664 \text{ kN}$

- Balok:  $0,35 \cdot 0,45 \cdot 24 \cdot 35,838 = 135,468 \text{ kN}$

- Kolom:  $0,5 \cdot 0,5 \cdot 2,8 \cdot 24 \cdot 8 = 134,400 \text{ kN}$

- Listplank =  $6,864 \cdot 35,838 = 245,992 \text{ kN}$

-  $P_2 : 9,360 \cdot 2 = 18,720 \text{ kN}$

$$w_D = 678,050 \text{ kN}$$

Beban hidup

- Pelat : a:  $9,583 \cdot 2 \cdot 0,919 = 17,614 \text{ kN}$

b:  $1,946 \cdot 4 \cdot 4 = 31,136 \text{ kN}$

c:  $9,892 \cdot 2 \cdot 6 = 118,704 \text{ kN}$

$$d: 6,137 \cdot 1 \cdot 6 = 36,822 \text{ kN}$$

$$\text{- Listplank} = 1,30 \cdot 35,838 = 46,589 \text{ kN}$$

$$w_L = 250,865 \text{ kN}$$

$$\text{Total berat Tribun dan lantai 1} = w_D + w_L = 678,050 + 250,865 = 928,915 \text{ kN}$$

$$b. \text{Beban total } W_t = 928,915 \text{ kN}$$

c. Dengan rumus empiris diperoleh waktu getar alami (PPKGURDG, 1987):

$$T = 0,06 \cdot H^{3/4} = 0,06 \cdot 2,8^{3/4} = 0,130 \text{ detik}$$

d. Berdasarkan grafik koefisien gempa dasar PPKGURDG, 1987 untuk wilayah 3,

jenis tanah lunak dan  $T = 0,130$  detik, diperoleh koefisien gempa dasar,

$$C = 0,07.$$

e. Faktor keutamaan gedung olah raga  $I = 1,5$ , dan faktor jenis struktur rangka

beton bertulang dengan daktilitas penuh  $K = 1,0$  (PPKGURDG, 1987).

f. Gaya geser horizontal total akibat gempa (PPKGURDG, 1987)

$$V = C \cdot I \cdot K \cdot W_t = 0,07 \cdot 1,5 \cdot 1,0 \cdot 928,915 = 97,536 \text{ kN}$$

g. Distribusi gaya geser horizontal total akibat gempa ke sepanjang tinggi gedung

dihitung dengan rumus berikut ini, (PPKGURDG, 1987)

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

$$h. F = 97,536 \text{ kN}$$

#### 6.1.14 Perhitungan Pembebanan PORTAL B (AS-X4 & AS-X15)

A. Beban Gravitasi Mati

a. Beban mati atap terpusat

$$- P_1 = 0,2 \cdot 0,5 \cdot 2,914 \cdot 24 = 6,994 \text{ kN}$$

$$- P_2 = 0,2 \cdot 0,5 \cdot 1,443 \cdot 24 = 3,462 \text{ kN}$$

- Lantai 2

$$- P = 0,3 \cdot 0,4 \cdot 2,25 \cdot 24 = 6,480 \text{ kN}$$

- Lantai 1

$$- P_1 = 0,3 \cdot 0,4 \cdot 2,25 \cdot 24 = 6,480 \text{ kN}$$

$$- P_2 = 0,3 \cdot 0,4 \cdot 0,75 \cdot 24 = 2,160 \text{ kN}$$

## B. Beban Gravitasi Hidup

a. Beban hidup atap terpusat

$$P_L = \text{Rangka atap K9} = 3,00 \text{ kN}$$

b. Beban hidup merata lantai

- Tribun (lantai 3)

$$- \text{Pelat a} = (1 - (4/3 \cdot 2,914^2 / 6,3^2)) \cdot 2,914 \cdot 5 = 10,413 \text{ kN/m}$$

$$- \text{Pelat b} = 2/3 \cdot 2,885 \cdot 5 = 9,617 \text{ kN/m}$$

- Lantai 2

$$- \text{Pelat a} = ((1,075 \cdot 3,15 \cdot 4,00) + (2/3 \cdot 1,575 \cdot 4,00)) = 17,745 \text{ kN/m}$$

$$- \text{Pelat b} = 1,075 \cdot 3,15 \cdot 4,00 = 13,545 \text{ kN/m}$$

- Lantai 1

$$- \text{Pelat a} = ((1,075 \cdot 3,15 \cdot 4,00) + (2/3 \cdot 1,575 \cdot 4,00)) = 17,745 \text{ kN/m}$$

$$- \text{Pelat b} = ((1,075 \cdot 3,15 \cdot 4,00) + (2/3 \cdot 1,575 \cdot 4,00)) = 17,745 \text{ kN/m}$$

$$- \text{Pelat c} = 1,075 \cdot 6,5 \cdot 4,00 = 27,950 \text{ kN/m}$$

## C. Beban Gempa

a. Berat atap

**Beban mati**

$$P_D = \text{Rangka atap K9} = 6,00 \text{ kN}$$

$$P = 3,71 \text{ kN}$$

$$\text{- Kolom : } (0,5 \cdot 0,7 \cdot 1,2 \cdot 24) \cdot 1 = 10,08 \text{ kN}$$

$$w_D = 19,790 \text{ kN}$$

**Beban hidup**

$$P_L = \text{Rangka atap K9} = 3 \text{ kN}$$

$$w_L = 3 \text{ kN}$$

$$\text{Total berat atap} = w_D + w_L = 19,790 + 3 = 21,290 \text{ kN}$$

**b. Berat Tribun (Lantai 3)****Beban mati**

$$\text{- Pelat : a: } 5,998 \cdot 7,742 = 46,437 \text{ kN}$$

$$\text{b: } 5,539 \cdot 7,159 = 39,653 \text{ kN}$$

$$\text{- Balok: } 0,40 \cdot 50 \cdot 24 \cdot 14,835 = 71,208 \text{ kN}$$

$$\text{- Kolom: } 0,5 \cdot 0,7 \cdot 3,45 \cdot 24 = 28,980 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_b : 3,28 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_1 : 6,994 \cdot 7 = 48,958 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_2 : 3,462 \cdot 6 = 20,772 \text{ kN}$$

$$w_D = 259,30 \text{ kN}$$

**Beban hidup**

$$\text{- Pelat : a: } 10,413 \cdot 7,742 = 80,617 \text{ kN}$$

$$\text{b: } 9,617 \cdot 7,159 = 68,848 \text{ kN}$$

$$w_L = 149,465 \text{ kN}$$

$$P_D = \text{Rangka atap K9} = 6,00 \text{ kN}$$

$$P = 3,71 \text{ kN}$$

b. Beban mati merata lantai

- Tribun (lantai 3)

$$\text{- Pelat a} = (1 - (4/3 \cdot 2,914^2 / 6,3^2)) \cdot 2,914 \cdot 2,880 = 5,998 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,5$$

$$\text{- Pelat b} = 2/3 \cdot 2,885 \cdot 2,880 = 5,539 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,5$$

- Lantai 2

$$\text{- Pelat a} = ((1,075 \cdot 3,15 \cdot 4,20) + (2/3 \cdot 1,575 \cdot 4,20)) = 18,632 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,5$$

$$\text{- Pelat b} = 1,075 \cdot 3,15 \cdot 4,20 = 14,222 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,5$$

- Lantai 1

$$\text{- Pelat a} = ((1,075 \cdot 3,15 \cdot 4,20) + (2/3 \cdot 1,575 \cdot 4,20)) = 18,632 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,5$$

$$\text{- Pelat b} = ((1,075 \cdot 3,15 \cdot 4,20) + (2/3 \cdot 1,575 \cdot 4,20)) = 18,632 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,5$$

$$\text{- Pelat c} = 1,075 \cdot 6,5 \cdot 4,20 = 29,348 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,5$$

c. Beban mati terpusat

- Tribun (Lantai 3)

$$\text{- } P_b = 3,28 \text{ kN}$$

Total berat Tribun (lantai 3) =  $w_D + w_L = 259,300 + 149,465 = 408,765 \text{ kN}$

c. Berat Lantai 2

Beban mati

- Pelat : a:  $18,632 \cdot 6,30 = 117,382 \text{ kN}$

b:  $14,222 \cdot 6,30 = 89,599 \text{ kN}$

- Balok:  $0,40 \cdot 0,50 \cdot 24 \cdot 6,30 = 30,240 \text{ kN}$

- Kolom:  $(0,5 \cdot 0,7 \cdot 3,75 \cdot 24) + (0,5 \cdot 0,6 \cdot 1,5 \cdot 24) = 42,30 \text{ kN}$

-  $P : 6,480 \text{ kN}$

$$w_D = 286,001 \text{ kN}$$

Beban hidup

- Pelat : a:  $17,745 \cdot 6,30 = 111,794 \text{ kN}$

b:  $13,545 \cdot 6,30 = 85,334 \text{ kN}$

$$w_L = 197,128 \text{ kN}$$

Total berat lantai 2 =  $w_D + w_L = 286,001 + 197,128 = 483,129 \text{ kN}$

d. Berat Lantai 1

Beban mati

- Pelat : a:  $18,632 \cdot 3,15 = 58,691 \text{ kN}$

b:  $18,632 \cdot 3,15 = 58,691 \text{ kN}$

c:  $29,348 \cdot 6,5 = 183,425 \text{ kN}$

- Balok:  $0,40 \cdot 0,50 \cdot 24 \cdot 12,80 = 61,440 \text{ kN}$

- Kolom:  $(0,5 \cdot 0,7 \cdot 4,3 \cdot 24) + (0,5 \cdot 0,6 \cdot 4,3 \cdot 24) + (0,5 \cdot 0,5 \cdot 2,8 \cdot 24) = 83,88 \text{ kN}$

-  $P_1 : 6,480 \text{ kN}$

-  $P_2 : 2,160 \text{ kN}$

$$w_D = 454,767 \text{ kN}$$

Beban hidup

- Pelat : a:  $17,745 \cdot 3,15 = 55,897 \text{ kN}$

b:  $17,745 \cdot 3,15 = 55,897 \text{ kN}$

c:  $27,950 \cdot 6,5 = 181,675 \text{ kN}$

$$w_L = 293,469 \text{ kN}$$

Total berat lantai 1 =  $w_D + w_L = 454,767 + 293,469 = 748,236 \text{ kN}$

e. Beban total  $W_t = 21,290 + 408,765 + 483,129 + 748,236 = 1661,420 \text{ kN}$

f. Dengan rumus empiris diperoleh waktu getar alami (PPKGURDG, 1987):

$$T = 0,06 \cdot H^{3/4} = 0,06 \cdot 12,7^{3/4} = 0,404 \text{ detik}$$

g. Berdasarkan grafik koefisien gempa dasar PPKGURDG, 1987 untuk wilayah 3, jenis tanah lunak dan  $T = 0,404$  detik, diperoleh koefisien gempa dasar,

$$C = 0,07.$$

h. Faktor keutamaan gedung olah raga  $I = 1,5$ , dan faktor jenis struktur rangka beton bertulang dengan daktilitas penuh  $K = 1,0$  (PPKGURDG, 1987).

i. Gaya geser horizontal total akibat gempa (PPKGURDG, 1987)

$$V = C \cdot I \cdot K \cdot W_t = 0,07 \cdot 1,5 \cdot 1,0 \cdot 161,420 = 174,449 \text{ kN}$$

j. Distribusi gaya geser horizontal total akibat gempa ke sepanjang tinggi gedung dihitung dengan rumus berikut ini, (PPKGURDG, 1987)

Perhitungan distribusi gaya geser gempa disajikan pada tabel berikut ini

**Tabel 6.20** Distribusi gaya geser gempa **PORTAL B (AS-X4 & AS-X15)**

Tingkat	$h_i$ (m)	$W_i$ (kN)	$V$ (kN)	$W_i \cdot h_i$ (kNm)	$F_i$ (kN)
Atap	12,7	21,290	174,449	270,383	5,030



3	10,3	408,765	174,449	4210,280	78,320
2	5,8	483,129	174,449	2802,148	52,126
1	2,8	748,236	174,449	2095,061	38,973
	$\Sigma =$	1661,420		9377,872	174,449

### Gempa dari arah depan (AS-X4 & AS-X15)

Beban Gempa

a. Berat atap = 171,748 kN

b. Berat Tribun (Lantai 3)

Beban mati  $w_D = 160,816$  kN

Beban hidup  $w_L = 53,672$  kN

Total berat Tribun (lantai 3) = 214,488 kN

c. Berat Lantai 2

Beban mati  $w_D = 117,017$  kN

Beban hidup  $w_L = 80,132$  kN

Total berat lantai 2 = 197,149 kN

d. Berat Lantai 1

Beban mati

Beban mati  $w_D = 119,886$  kN

Beban hidup  $w_L = 52,920$  kN

Total berat lantai 1 = 172,806 kN

e. Beban total  $W_T = 171,748 + 214,488 + 197,149 + 172,806 = 756,191$  kN

f. Dengan rumus empiris diperoleh waktu getar alami (PPKGURDG, 1987):

$$T = 0,06 \cdot H^{3/4} = 0,06 \cdot 12,7^{3/4} = 0,404 \text{ detik}$$

g. Berdasarkan grafik koefisien gempa dasar PPKGURDG, 1987 untuk wilayah 3, jenis tanah lunak dan  $T = 0,404$  detik, diperoleh koefisien gempa dasar,  $C = 0,07$ .

h. Faktor keutamaan gedung olah raga  $I = 1,5$ , dan faktor jenis struktur rangka beton bertulang dengan daktilitas penuh  $K = 1,0$  (PPKGURDG, 1987).

i. Gaya geser horizontal total akibat gempa (PPKGURDG, 1987)

$$V = C \cdot I \cdot K \cdot W_i = 0,07 \cdot 1,5 \cdot 1,0 \cdot 756,191 = 79,400 \text{ kN}$$

Perhitungan distribusi gaya geser gempa disajikan pada tabel berikut ini

**Tabel 6.21** Distribusi gaya geser gempa arah depan (AS-X4 & AS-X15)

Tingkat	$h_i$ (m)	$W_i$ (kN)	$V$ (kN)	$W_i \cdot h_i$ (kNm)	$F_i$ (kN)
Atap	12,7	171,748	79,400	2181,1996	28,779
3	10,3	214,488	79,400	2209,226	29,149
2	5,8	197,149	79,400	1143,464	15,087
1	2,8	172,806	79,400	483,857	6,384
	$\Sigma =$	756,191		6017,747	79,400

### 6.1.15 Perhitungan Pembebanan PORTAL B (AS-X5 & AS-X14)

#### A. Beban Gravitasi Mati

##### a. Beban mati atap terpusat

$$P = 3,71 \text{ kN}$$

##### b. Beban mati merata lantai

- Tribun (lantai 3)

$$\text{- Pelat a} = ((1 - (4/3 \cdot 2,275^2 / 6,3^2)) \cdot 2,275 \cdot 2,880) + 5,998 = 5,413 + 5,998 = 11,411 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,50$$

$$\text{- Pelat b} = (5,593) + (2/3 \cdot 2,31 \cdot 2,880) = 5,539 + 4,435 = 9,974 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,50$$

- Lantai 2

$$\text{- Pelat} = 2 \cdot (2/3 \cdot 1,575 \cdot 4,20) = 8,820 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,50$$

- Lantai 1

$$\text{- Pelat a} = 2 \cdot (2/3 \cdot 1,575 \cdot 4,20) = 8,820 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,50$$

$$\text{- Pelat b} = 2 \cdot (2/3 \cdot 1,575 \cdot 4,20) = 8,820 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,50$$

c. Beban mati terpusat

- Tribun (Lantai 3)

$$\text{- } P_b = 3,28 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_1 = 0,2 \cdot 0,5 \cdot 5,189 \cdot 24 = 12,454 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_2 = 0,2 \cdot 0,5 \cdot 2,598 \cdot 24 = 6,234 \text{ kN}$$

- Lantai 2

$$\text{- } P = 0,3 \cdot 0,4 \cdot 4 \cdot 24 = 11,520 \text{ kN}$$

- Lantai 1

$$\text{- } P_1 = 0,3 \cdot 0,4 \cdot 4 \cdot 24 = 11,520 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_2 = 0,3 \cdot 0,4 \cdot (2,75 - 0,62) \cdot 24 = 3,960 \text{ kN}$$

B. Beban Gravitasi Hidup

. Beban hidup merata lantai

- Tribun (lantai 3)

- Pelat a = 19,811 kN/m

- Pelat b = 17,316 kN/m

- Lantai 2

- Pelat = 8,40 kN/m

- Lantai 1

- Pelat a = 8,40 kN/m

- Pelat b = 8,40 kN/m

C. Beban Gempa

a. Berat atap

Beban mati

$P = 3,71 \text{ kN}$

- Kolom :  $(0,5 \cdot 0,7 \cdot 1,2 \cdot 24) \cdot 1 = 10,08 \text{ kN}$

$w_D = 13,790 \text{ kN}$

Total berat atap = 13,790 kN

b. Berat Tribun (Lantai 3)

Beban mati

- Pelat : a:  $11,411 \cdot 7,742 = 88,344 \text{ kN}$

b:  $9,974 \cdot 7,159 = 71,404 \text{ kN}$

- Balok:  $0,40 \cdot 0,50 \cdot 24 \cdot 14,835 = 71,208 \text{ kN}$

- Kolom:  $0,5 \cdot 0,7 \cdot 5 \cdot 24 = 8,980 \text{ kN}$

-  $P_b : 3,28 \text{ kN}$

$$- P_1 : 12,454 \cdot 7 = 87,178 \text{ kN}$$

$$- P_2 : 6,234 \cdot 6 = 37,404 \text{ kN}$$

$$w_D = 387,810 \text{ kN}$$

Beban hidup

$$- \text{Pelat : a: } 19,811 \cdot 7,742 = 153,377 \text{ kN}$$

$$\text{b: } 17,316 \cdot 7,159 = 123,965 \text{ kN}$$

$$w_L = 277,342 \text{ kN}$$

$$\text{Total berat Tribun (lantai 3)} = w_D + w_L = 387,810 + 277,342 = 665,152 \text{ kN}$$

c. Berat Lantai 2

Beban mati

$$- \text{Pelat : } 8,820 \cdot 3,15 = 27,783 \text{ kN}$$

$$- \text{Balok: } 0,40 \cdot 0,50 \cdot 24 \cdot 6,30 = 30,240 \text{ kN}$$

$$- \text{Kolom: } (0,5 \cdot 0,7 \cdot 3,75 \cdot 24) + (0,5 \cdot 0,6 \cdot 1,5 \cdot 24) = 42,30 \text{ kN}$$

$$- P : 11,520 \text{ kN}$$

$$w_D = 111,843 \text{ kN}$$

Beban hidup

$$- \text{Pelat : } 8,40 \cdot 3,15 = 26,460 \text{ kN}$$

$$w_L = 26,460 \text{ kN}$$

$$\text{Total berat lantai 2} = w_D + w_L = 111,843 + 26,460 = 138,303 \text{ kN}$$

d. Berat Lantai 1

Beban mati

$$- \text{Pelat : a: } 8,820 \cdot 3,15 = 27,783 \text{ kN}$$

$$\text{b: } 8,820 \cdot 3,15 = 27,783 \text{ kN}$$

- Balok:  $0,40 \cdot 0,50 \cdot 24 \cdot 12,80 = 61,440 \text{ kN}$
- Kolom:  $(0,5 \cdot 0,7 \cdot 4,3 \cdot 24) + (0,5 \cdot 0,6 \cdot 4,3 \cdot 24) + (0,5 \cdot 0,5 \cdot 2,8 \cdot 24) = 83,88 \text{ kN}$
- $P_1 : 11,520 \text{ kN}$
- $P_2 : 3,960 \text{ kN}$

$$w_D = 216,366 \text{ kN}$$

Beban hidup

- Pelat :  $a : 8,40 \cdot 6,30 = 52,920 \text{ kN}$

$$w_L = 52,920 \text{ kN}$$

Total berat lantai 1 =  $w_D + w_L = 216,366 + 52,920 = 269,286 \text{ kN}$

e. Beban total  $W_i = 13,790 + 665,152 + 138,303 + 269,286 = 1086,531 \text{ kN}$

f. Dengan rumus empiris diperoleh waktu getar alami (PPKGURDG, 1987):

$$T = 0,06 \cdot H^{3/4} = 0,06 \cdot 12,7^{3/4} = 0,404 \text{ detik}$$

g. Berdasarkan grafik koefisien gempa dasar PPKGURDG, 1987 untuk wilayah 3, jenis tanah lunak dan  $T = 0,404$  detik, diperoleh koefisien gempa dasar,

$$C = 0,07.$$

h. Faktor keutamaan gedung olah raga  $I = 1,5$ , dan faktor jenis struktur rangka beton bertulang dengan daktilitas penuh  $K = 1,0$  (PPKGURDG, 1987).

i. Gaya geser horizontal total akibat gempa (PPKGURDG, 1987)

$$V = C.I.K.W_i = 0,07 \cdot 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1086,531 = 114,086 \text{ kN}$$

j. Distribusi gaya geser horizontal total akibat gempa ke sepanjang tinggi gedung dihitung dengan rumus berikut ini, (PPKGURDG, 1987)

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

Perhitungan distribusi gaya geser gempa disajikan pada tabel berikut ini

**Tabel 6.22** Distribusi gaya geser gempa **PORTAL B (AS-X5 & AS-X14)**

Tingkat	$h_i$ (m)	$W_i$ (kN)	$V$ (kN)	$W_i \cdot h_i$ (kNm)	$F_i$ (kN)
Atap	12,7	13,790	114,086	175,133	2,328
3	10,3	665,152	114,086	6851,066	91,072
2	5,8	138,303	114,086	802,157	10,663
1	2,8	269,286	114,086	754,001	10,023
	$\Sigma =$	1086,531		8582,357	114,086

**Gempa dari arah depan (AS-X5 & AS-X14)**

Beban Gempa

a. Berat atap = 13,790 kN

b. Berat Tribun (Lantai 3)

Beban mati  $w_D = 272,234$  kN

Beban hidup  $w_L = 76,689$  kN

Total berat Tribun (lantai 3) = 348,923 kN

c. Berat Lantai 2

Beban mati  $w_D = 160,217$  kN

Beban hidup  $w_L = 165,131$  kN

Total berat lantai 2 = 325,348 kN

d. Berat Lantai 1

Beban mati

Beban mati  $w_D = 184,988$  kN

$$- P_b = 3,28 \text{ kN}$$

$$- P_1 = 0,2 \cdot 0,5 \cdot 24 \cdot 4,275 = 10,260 \text{ kN}$$

$$- P_2 = 0,2 \cdot 0,5 \cdot 24 \cdot 3,155 = 7,572 \text{ kN}$$

- Lantai 2

$$- P = 0,3 \cdot 0,4 \cdot 24 \cdot 3,75 = 10,800 \text{ kN}$$

- Lantai 1

$$- P_1 = 0,3 \cdot 0,4 \cdot 24 \cdot 3,75 = 10,800 \text{ kN}$$

$$- P_2 = 0,3 \cdot 0,4 \cdot 24 \cdot 2,625 = 7,560 \text{ kN}$$

B. Beban Gravitasi Hidup

a. Beban hidup atap terpusat

$$P_L = \text{Pekerja rangka atap K5} = 4,479 \text{ kN}$$

b. Beban hidup merata lantai

- Tribun (lantai 3)

$$- \text{Pelat a} = 18,054 \text{ kN/m}$$

$$- \text{Pelat b} = 16,438 \text{ kN/m}$$

- Lantai 2

$$- \text{Pelat} = 8,40 \text{ kN/m}$$

- Lantai 1

$$- \text{Pelat a} = 8,40 \text{ kN/m}$$

$$- \text{Pelat b} = 4,333 \text{ kN/m}$$

C. Beban Gempa

a. Berat atap

Beban mati



$$P_D = \text{Rangka atap K5} = 8,616 \text{ kN}$$

$$P = 3,71 \text{ kN}$$

$$\text{- Kolom : } (0,5 \cdot 0,7 \cdot 1,2 \cdot 24) \cdot 1 = 10,08 \text{ kN}$$

$$w_D = 22,406 \text{ kN}$$

Beban hidup

$$P_L = \text{Rangka atap K5} = 4,497 \text{ kN}$$

$$\text{Total berat atap} = w_D + w_L = 22,406 + 4,497 = 24,646 \text{ kN}$$

b. Berat Tribun (Lantai 3)

Beban mati

$$\text{- Pelat : a: } 10,399 \cdot 7,742 = 80,509 \text{ kN}$$

$$\text{b: } 9,468 \cdot 7,159 = 67,781 \text{ kN}$$

$$\text{- Balok: } 0,35 \cdot 0,50 \cdot 24 \cdot 14,835 = 71,208 \text{ kN}$$

$$\text{- Kolom: } 0,5 \cdot 0,7 \cdot 3,45 \cdot 24 = 28,980 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_b : 3,28 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_1 : 10,260 \cdot 7 = 71,820 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_2 : 7,572 \cdot 6 = 45,432 \text{ kN}$$

$$w_D = 372,290 \text{ kN}$$

Beban hidup

$$\text{- Pelat : a: } 18,054 \cdot 7,742 = 139,774 \text{ kN}$$

$$\text{b: } 16,438 \cdot 7,159 = 117,680 \text{ kN}$$

$$w_L = 257,862 \text{ kN}$$

$$\text{Total berat Tribun (lantai 3)} = w_D + w_L = 372,290 + 257,862 = 629,744 \text{ kN}$$

c. Berat Lantai 2

## Beban mati

$$\text{- Pelat : } 8,820 \cdot 3,15 = 27,783 \text{ kN}$$

$$\text{- Balok : } 0,40 \cdot 0,50 \cdot 24 \cdot 6,30 = 30,240 \text{ kN}$$

$$\text{- Kolom : } (0,5 \cdot 0,7 \cdot 3,75 \cdot 24) + (0,5 \cdot 0,6 \cdot 1,5 \cdot 24) = 42,30 \text{ kN}$$

$$\text{- } P : 10,800 \text{ kN}$$

$$w_D = 111,123 \text{ kN}$$

## Beban hidup

$$\text{- Pelat : } 8,40 \cdot 3,15 = 26,460 \text{ kN}$$

$$w_L = 26,460 \text{ kN}$$

$$\text{Total berat lantai 2} = w_D + w_L = 111,123 + 26,460 = 137,583 \text{ kN}$$

## d. Berat Lantai 1

## Beban mati

$$\text{- Pelat : a: } 8,820 \cdot 6,30 = 55,566 \text{ kN}$$

$$\text{b: } 4,550 \cdot 3,25 = 14,788 \text{ kN}$$

$$\text{- Balok : } 0,40 \cdot 0,50 \cdot 24 \cdot 12,80 = 61,440 \text{ kN}$$

$$\text{- Kolom: } (0,5 \cdot 0,7 \cdot 4,3 \cdot 24) + (0,5 \cdot 0,6 \cdot 4,3 \cdot 24) + (0,5 \cdot 0,5 \cdot 2,8 \cdot 24) = 83,88 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_1 : 10,800 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_2 : 7,560 \text{ kN}$$

$$w_D = 234,034 \text{ kN}$$

## Beban hidup

$$\text{- Pelat : a: } 8,40 \cdot 6,30 = 52,920 \text{ kN}$$

$$\text{b: } 4,333 \cdot 3,25 = 14,082 \text{ kN}$$

$$w_L = 67,002 \text{ kN}$$

Total berat lantai 1 =  $w_D + w_L = 234,034 + 67,002 = 301,036$  kN

e. Beban total  $W_t = 24,646 + 629,744 + 137,583 + 301,036 = 1093,009$  kN

f. Dengan rumus empiris diperoleh waktu getar alami (PPKGURDG, 1987):

$$T = 0,06 \cdot H^{3/4} = 0,06 \cdot 12,7^{3/4} = 0,404 \text{ detik}$$

g. Berdasarkan grafik koefisien gempa dasar PPKGURDG, 1987 untuk wilayah 3,

jenis tanah lunak dan  $T = 0,404$  detik, diperoleh koefisien gempa dasar,

$$C = 0,07.$$

h. Faktor keutamaan gedung olah raga  $I = 1,5$ , dan faktor jenis struktur rangka beton bertulang dengan daktilitas penuh  $K = 1,0$  (PPKGURDG, 1987).

i. Gaya geser horizontal total akibat gempa (PPKGURDG, 1987)

$$V = C \cdot I \cdot K \cdot W_t = 0,07 \cdot 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1093,009 = 114,766 \text{ kN}$$

j. Distribusi gaya geser horizontal total akibat gempa ke sepanjang tinggi gedung dihitung dengan rumus berikut ini, (PPKGURDG, 1987)

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

**Tabel 6.24** Distribusi gaya geser gempa **PORTAL B (AS-X6 & AS-X13)**

Tingkat	$h_i$ (m)	$W_i$ (kN)	$V$ (kN)	$W_i \cdot h_i$ (kNm)	$F_i$ (kN)
Atap	12,7	24,646	114,766	313,004	4,256
3	10,3	629,744	114,766	6486,363	88,198
2	5,8	137,583	114,766	797,981	10,851
1	2,8	301,036	114,766	842,901	11,461

**Gempa dari arah depan (AS-X6 & AS-X13)**

Beban Gempa

a. Berat atap = 24,646 kN

b. Berat Tribun (Lantai 3)

Beban mati  $w_D = 264,255$  kN

Beban hidup  $w_L = 69,887$  kN

Total berat Tribun (lantai 3) = 334,142 kN

c. Berat Lantai 2

Beban mati  $w_D = 153,768$  kN

Beban hidup  $w_L = 155,187$  kN

Total berat lantai 2 = 308,955 kN

d. Berat Lantai 1

Beban mati

Beban mati  $w_D = 200,845$  kN

Beban hidup  $w_L = 125,842$  kN

Total berat lantai 1 = 326,687 kN

e. Beban total  $W_i = 24,646 + 334,142 + 308,955 + 326,687 = 994,430$  kN

f. Dengan rumus empiris diperoleh waktu getar alami (PPKGURDG, 1987):

$$T = 0,06 \cdot H^{3/4} = 0,06 \cdot 12,7^{3/4} = 0,404 \text{ detik}$$

g. Berdasarkan grafik koefisien gempa dasar PPKGURDG, 1987 untuk wilayah 3,

jenis tanah lunak dan  $T = 0,404$  detik, diperoleh koefisien gempa dasar,  $C =$

0,07.

h. Faktor keutamaan gedung olah raga  $I = 1,5$ , dan faktor jenis struktur rangka beton bertulang dengan daktilitas penuh  $K = 1,0$  (PPKGURDG, 1987).

i. Gaya geser horizontal total akibat gempa (PPKGURDG, 1987)

$$V = C.I.K.W_i = 0,07 \cdot 1,5 \cdot 1,0 \cdot 994,430 = 104,415 \text{ kN}$$

Perhitungan distribusi gaya geser gempa disajikan pada tabel berikut ini

**Tabel 6.25** Distribusi gaya geser gempa arah depan (AS-X6 & AS-X13)

Tingkat	$h_i$ (m)	$W_i$ (kN)	$V$ (kN)	$W_i \cdot h_i$ (kNm)	$F_i$ (kN)
Atap	12,7	24,646	104,415	313,004	5,058
3	10,3	334,142	104,415	3441,663	55,617
2	5,8	308,955	104,415	1791,939	28,958
1	2,8	326,687	104,415	914,724	14,782
	$\Sigma =$	994,430		6461,329	104,415

### 6.1.17 Perhitungan Pembebanan PORTAL B (AS-X7 & AS-X12)

#### A. Beban Gravitasi Mati

a. Beban mati atap terpusat

$$P_D = \text{Rangka atap K6} = 10,777 \text{ kN}$$

$$P = 3,71 \text{ kN}$$

b. Beban mati merata lantai

- Tribun (lantai 3)

$$\text{- Pelat a} = 2.4,986 = 9,972 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,50$$

$$\text{- Pelat b} = 2.5,033 = 10,066 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,50$$

- Lantai 2

$$\text{- Pelat} = 8,820 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,50$$

- Lantai 1

$$\text{- Pelat a} = 8,820 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,50$$

$$\text{- Pelat b} = 4,550 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,50$$

c. Beban mati terpusat

- Tribun (Lantai 3)

$$\text{- } P_b = 3,28 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_1 = 0,2 \cdot 0,5 \cdot 4 \cdot 24 = 9,600 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_2 = 0,2 \cdot 0,5 \cdot 4 \cdot 24 = 9,600 \text{ kN}$$

- Lantai 2

$$\text{- } P = 0,3 \cdot 0,4 \cdot 4 \cdot 24 = 11,520 \text{ kN}$$

- Lantai 1

$$\text{- } P_1 = 0,3 \cdot 0,4 \cdot 4 \cdot 24 = 11,520 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_2 = 0,3 \cdot 0,4 \cdot 4 \cdot 24 = 11,520 \text{ kN}$$

B. Beban Gravitasi Hidup

a. Beban hidup atap terpusat

$$P_L = \text{Rangka atap K6} = 5,664 \text{ kN}$$

b. Beban hidup merata lantai

- Tribun (lantai 3)
  - Pelat a = 17,313 kN/m
  - Pelat b = 17,476 kN/m

- Lantai 2

- Pelat 8,400 kN/m

- Lantai 1

- Pelat a = 8,400 kN/m
- Pelat b = 4,333 kN/m

C. Beban Gempa

a. Berat atap

Beban mati

$$P_D = \text{Rangka atap K6} = 10,777 \text{ kN}$$

$$P = 3,71 \text{ kN}$$

$$\text{- Kolom : } (0,5 \cdot 0,7 \cdot 1,2 \cdot 24) \cdot 1 = 10,08 \text{ kN}$$

$$w_D = 24,567 \text{ kN}$$

Beban hidup

$$P_L = \text{Rangka atap K6} = 5,664 \text{ kN}$$

$$w_L = 5,664 \text{ kN}$$

$$\text{Total berat atap} = w_D + w_L = 24,567 + 5,664 = 30,231 \text{ kN}$$

b. Berat Tribun (Lantai 3)

Beban mati

$$\text{- Pelat : a: } 9,972 \cdot 7,742 = 77,203 \text{ kN}$$

$$\text{b: } 10,066 \cdot 7,159 = 72,062 \text{ kN}$$

$$\text{- Balok: } 0,40 \cdot 0,50 \cdot 24 \cdot 14,835 = 71,208 \text{ kN}$$

$$\text{- Kolom: } 0,5 \cdot 0,7 \cdot 3,45 \cdot 24 = 28,980 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_b : 3,28 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_1 : 9,600 \cdot 7 = 67,200 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_2 : 9,600 \cdot 6 = 57,600 \text{ kN}$$

$$w_D = 377,533 \text{ kN}$$

Beban hidup

$$\text{- Pelat : a: } 17,313 \cdot 7,742 = 134,037 \text{ kN}$$

$$\text{b: } 17,476 \cdot 7,159 = 125,111 \text{ kN}$$

$$w_L = 259,148 \text{ kN}$$

$$\text{Total berat Tribun (lantai 3) = } w_D + w_L = 377,533 + 259,148 = 636,681 \text{ kN}$$

c. Berat Lantai 2

Beban mati

$$\text{- Pelat : } 8,820 \cdot 6,30 = 55,566 \text{ kN}$$

$$\text{- Balok: } 0,40 \cdot 0,50 \cdot 24 \cdot 6,30 = 30,240 \text{ kN}$$

$$\text{- Kolom: } (0,5 \cdot 0,7 \cdot 3,75 \cdot 24) + (0,5 \cdot 0,6 \cdot 1,5 \cdot 24) = 42,30 \text{ kN}$$

$$\text{- } P : 11,520 \text{ kN}$$

$$w_D = 139,626 \text{ kN}$$

Beban hidup

$$\text{- Pelat : } 8,40 \cdot 6,30 = 52,920 \text{ kN}$$

$$w_L = 52,920 \text{ kN}$$

$$\text{Total berat lantai 2 = } w_D + w_L = 139,626 + 52,920 = 192,546 \text{ kN}$$

d. Berat Lantai 1



Beban mati

- Pelat : a:  $8,820 \cdot 6,30 = 55,566 \text{ kN}$

b:  $4,55 \cdot 3,25 = 14,788 \text{ kN}$

- Balok:  $0,40 \cdot 0,50 \cdot 24 \cdot 12,80 = 61,440 \text{ kN}$

- Kolom:  $(0,5 \cdot 0,7 \cdot 4,3 \cdot 24) + (0,5 \cdot 0,6 \cdot 4,3 \cdot 24) + (0,5 \cdot 0,5 \cdot 2,8 \cdot 24) = 83,88 \text{ kN}$

-  $P_1$  : 11,52 kN

-  $P_2$  : 11,52 kN

$$w_D = 227,194 \text{ kN}$$

Beban hidup

- Pelat : a:  $8,40 \cdot 6,30 = 52,920 \text{ kN}$

b:  $4,333 \cdot 3,25 = 14,082 \text{ kN}$

$$w_L = 67,002 \text{ kN}$$

Total berat lantai 1 =  $w_D + w_L = 227,194 + 67,002 = 294,196 \text{ kN}$

e. Beban total  $W_t = 30,231 + 636,681 + 192,546 + 294,196 = 1150,822 \text{ kN}$

f. Dengan rumus empiris diperoleh waktu getar alami (PPKGURDG, 1987):

$$T = 0,06 \cdot H^{3/4} = 0,06 \cdot 12,7^{3/4} = 0,404 \text{ detik}$$

g. Berdasarkan grafik koefisien gempa dasar PPKGURDG, 1987 untuk wilayah 3,

jenis tanah lunak dan  $T = 0,404$  detik, diperoleh koefisien gempa dasar,

$$C = 0,07.$$

h. Faktor keutamaan gedung olah raga  $I = 1,5$ , dan faktor jenis struktur rangka

beton bertulang dengan daktilitas penuh  $K = 1,0$  (PPKGURDG, 1987).

i. Gaya geser horizontal total akibat gempa (PPKGURDG, 1987)

$$V = C \cdot I \cdot K \cdot W_t = 0,07 \cdot 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1150,822 = 120,836 \text{ kN}$$

Perhitungan distribusi gaya geser gempa disajikan pada tabel berikut ini

**Tabel 6.26** Distribusi gaya geser gempa **PORTAL B (AS-X7 & AS-X12)**

Tingkat	$h_i$ (m)	$W_i$ (kN)	$V$ (kN)	$W_i \cdot h_i$ (kNm)	$F_i$ (kN)
Atap	12,7	30,231	120,836	383,934	4,753
3	10,3	636,681	120,836	6557,814	89,576
2	5,8	192,546	120,836	1116,767	15,254
1	2,8	294,196	120,836	823,749	11,252
	$\Sigma =$	1150,822		8846,297	120,836

**Gempa dari arah depan (AS-X7 & AS-X12)**

Beban Gempa

a. Berat atap = 27,399 kN

b. Berat Tribun (Lantai 3)

Beban mati  $w_D = 266,869$  kN

Beban hidup  $w_L = 67,019$  kN

Total berat Tribun (lantai 3) = 333,888 kN

c. Berat Lantai 2

Beban mati  $w_D = 182,759$  kN

Beban hidup  $w_L = 182,494$  kN

Total berat lantai 2 = 365,253 kN

d. Berat Lantai 1

Beban mati

Beban mati  $w_D = 196,145$  kN

Beban hidup  $w_L = 129,558 \text{ kN}$

Total berat lantai 1 = 325,703 kN

e. Beban total  $W_i = 27,399 + 333,888 + 365,253 + 325,703 = 1052,243 \text{ kN}$

f. Dengan rumus empiris diperoleh waktu getar alami (PPKGURDG, 1987):

$$T = 0,06 \cdot H^{3/4} = 0,06 \cdot 12,7^{3/4} = 0,404 \text{ detik}$$

g. Berdasarkan grafik koefisien gempa dasar PPKGURDG, 1987 untuk wilayah 3, jenis tanah lunak dan  $T = 0,404$  detik, diperoleh koefisien gempa dasar,  $C = 0,07$ .

h. Faktor keutamaan gedung olah raga  $I = 1,5$ , dan faktor jenis struktur rangka beton bertulang dengan daktilitas penuh  $K = 1,0$  (PPKGURDG, 1987).

i. Gaya geser horizontal total akibat gempa (PPKGURDG, 1987)

$$V = C.I.K.W_i = 0,07 \cdot 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1052,243 = 110,485 \text{ kN}$$

Perhitungan distribusi gaya geser gempa disajikan pada tabel berikut ini

**Tabel 6.27** Distribusi gaya geser gempa arah depan (AS-X7 & AS-X12)

Tingkat	$h_i$ (m)	$W_i$ (kN)	$V$ (kN)	$W_i \cdot h_i$ (kNm)	$F_i$ (kN)
Atap	12,7	27,399	110,485	347,967	5,639
3	10,3	333,888	110,485	3439,046	55,734
2	5,8	365,253	110,485	2118,467	34,332
1	2,8	325,703	110,485	911,968	14,779
	$\Sigma =$	1052,243		6817,4495	110,485

### 6.1.18 Perhitungan Pembebanan PORTAL B (AS-X8 & AS-X11)

#### A. Beban Gravitasi Mati

##### a. Beban mati atap terpusat

$$P_D = \text{Rangka atap K7} = 15,781 \text{ kN}$$

$$P = 3,71 \text{ kN}$$

##### b. Beban mati merata lantai

###### - Tribun (lantai 3)

$$\text{- Pelat a} = ((4,986) + (1 - (4/3 \cdot 0,9625^2 / 6,3^2)) \cdot 0,9625 \cdot 2,88) = 4,986 + 2,686 = 7,672 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,50$$

$$\text{- Pelat b} = ((5,033) + (1 - (4/3 \cdot 1,50^2 / 6,5^2)) \cdot 1,5 \cdot 2,88) = 5,033 + 4,013 = 9,046 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,50$$

###### - Lantai 2

$$\text{- Pelat a} = 8,820 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,50$$

$$\text{- Pelat b} = 4,410 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,50$$

###### - Lantai 1

$$\text{- Pelat a} = 8,820 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,50$$

$$\text{- Pelat b} = 4,550 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,50$$

##### c. Beban mati terpusat

###### - Tribun (Lantai 3)

$$- P_b = 3,28 \text{ kN}$$

$$- P_1 = 0,2.0,5.2,9625.24 = 7,110 \text{ kN}$$

$$- P_2 = 0,2.0,5.3,50.24 = 8,400 \text{ kN}$$

- Lantai 2

$$- P = 0,3.0,4.5.24 = 14,40 \text{ kN}$$

- Lantai 1

$$- P_1 = 0,3.0,4.5.24 = 14,40 \text{ kN}$$

$$- P_2 = 0,3.0,4.5.24 = 14,40 \text{ kN}$$

B. Beban Gravitasi Hidup

a. Beban hidup atap terpusat

$$P_L = \text{Rangka atap K7} = 6,321 \text{ kN}$$

b. Beban hidup merata lantai

- Tribun (lantai 3)

$$- \text{Pelat a} = 13,319 \text{ kN/m}$$

$$- \text{Pelat b} = 15,705 \text{ kN/m}$$

- Lantai 2

$$- \text{Pelat a} = 8,400 \text{ kN/m}$$

$$- \text{Pelat b} = 4,200 \text{ kN/m}$$

- Lantai 1

$$- \text{Pelat a} = 8,400 \text{ kN/m}$$

$$- \text{Pelat b} = 4,333 \text{ kN/m}$$

C. Beban Gempa

## a. Berat atap

Beban mati

$$P_D = \text{Rangka atap K7} = 15,781 \text{ kN}$$

$$P = 3,71 \text{ kN}$$

$$\text{- Kolom : } (0,5 \cdot 0,7 \cdot 1,2 \cdot 24) \cdot 1 = 10,08 \text{ kN}$$

$$w_D = 29,571 \text{ kN}$$

Beban hidup

$$P_L = \text{Rangka atap K7} = 6,321 \text{ kN}$$

$$w_L = 6,321 \text{ kN}$$

$$\text{Total berat atap} = w_D + w_L = 29,571 + 6,321 = 35,892 \text{ kN}$$

## b. Berat Tribun (Lantai 3)

Beban mati

$$\text{- Pelat : a: } 7,672 \cdot 7,742 = 59,397 \text{ kN}$$

$$\text{b: } 9,046 \cdot 7,159 = 64,760 \text{ kN}$$

$$\text{- Balok: } 0,40 \cdot 0,50 \cdot 24 \cdot 14,835 = 71,208 \text{ kN}$$

$$\text{- Kolom: } 0,5 \cdot 0,7 \cdot 3,45 \cdot 24 = 28,980 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_b : 3,28 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_1 : 7,11 \cdot 7 = 49,770 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_2 : 8,40 \cdot 6 = 50,400 \text{ kN}$$

$$w_D = 327,795 \text{ kN}$$

Beban hidup

$$\text{- Pelat : a: } 13,319 \cdot 7,742 = 103,116 \text{ kN}$$

$$\text{b: } 15,705 \cdot 7,159 = 112,432 \text{ kN}$$

$$w_L = 215,548 \text{ kN}$$

$$\text{Total berat Tribun (lantai 3)} = w_D + w_L = 327,795 + 215,548 = 543,343 \text{ kN}$$

### c. Berat Lantai 2

#### Beban mati

$$\text{- Pelat : a: } 8,820 \cdot 3,15 = 27,783 \text{ kN}$$

$$\text{b: } 4,410 \cdot 3,15 = 13,892 \text{ kN}$$

$$\text{- Balok: } 0,40 \cdot 0,50 \cdot 24 \cdot 6,30 = 30,240 \text{ kN}$$

$$\text{- Kolom: } (0,5 \cdot 0,7 \cdot 3,75 \cdot 24) + (0,5 \cdot 0,6 \cdot 1,5 \cdot 24) = 42,30 \text{ kN}$$

$$\text{- } P : 14,40 \text{ kN}$$

$$w_D = 128,615 \text{ kN}$$

#### Beban hidup

$$\text{- Pelat : a: } 8,400 \cdot 3,15 = 26,460 \text{ kN}$$

$$\text{b: } 4,200 \cdot 3,15 = 13,230 \text{ kN}$$

$$w_L = 39,690 \text{ kN}$$

$$\text{Total berat lantai 2} = w_D + w_L = 128,615 + 39,690 = 168,305 \text{ kN}$$

### d. Berat Lantai 1

#### Beban mati

$$\text{- Pelat : a: } 8,820 \cdot 6,30 = 55,566 \text{ kN}$$

$$\text{b: } 4,550 \cdot 3,25 = 14,788 \text{ kN}$$

$$\text{- Balok: } 0,40 \cdot 0,50 \cdot 24 \cdot 12,80 = 61,440 \text{ kN}$$

$$\text{- Kolom: } (0,5 \cdot 0,7 \cdot 4,3 \cdot 24) + (0,5 \cdot 0,6 \cdot 4,3 \cdot 24) + (0,5 \cdot 0,5 \cdot 2,8 \cdot 24) = 83,88 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_1 : 14,40 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_2 : 14,40 \text{ kN}$$

$$w_D = 244,474 \text{ kN}$$

Beban hidup

- Pelat : a:  $8,40 \cdot 6,30 = 52,920 \text{ kN}$

b:  $4,333 \cdot 3,25 = 14,083 \text{ kN}$

$$w_L = 67,003 \text{ kN}$$

Total berat lantai 1 =  $w_D + w_L = 244,474 + 67,003 = 311,477 \text{ kN}$

e. Beban total  $W_i = 35,892 + 543,343 + 168,305 + 311,477 = 1055,857 \text{ kN}$

f. Dengan rumus empiris diperoleh waktu getar alami (PPKGURDG, 1987):

$$T = 0,06 \cdot H^{3/4} = 0,06 \cdot 12,7^{3/4} = 0,404 \text{ detik}$$

g. Berdasarkan grafik koefisien gempa dasar PPKGURDG, 1987 untuk wilayah 3, jenis tanah lunak dan  $T = 0,404$  detik, diperoleh koefisien gempa dasar,  $C = 0,07$ .

h. Faktor keutamaan gedung olah raga  $I = 1,5$ , dan faktor jenis struktur rangka beton bertulang dengan daktilitas penuh  $K = 1,0$  (PPKGURDG, 1987).

i. Gaya geser horizontal total akibat gempa (PPKGURDG, 1987)

$$V = C \cdot I \cdot K \cdot W_i = 0,07 \cdot 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1055,857 = 110,865 \text{ kN}$$

j. Distribusi gaya geser horizontal total akibat gempa ke sepanjang tinggi gedung dihitung dengan rumus berikut ini, (PPKGURDG, 1987)

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

Perhitungan distribusi gaya geser gempa disajikan pada tabel berikut ini

**Tabel 6.28** Distribusi gaya geser gempa **PORTAL B (AS-X8 & AS-X11)**

Tingkat	$h_i$ (m)	$W_i$ (kN)	$V$ (kN)	$W_i \cdot h_i$ (kNm)	$F_i$ (kN)
---------	-----------	------------	----------	-----------------------	------------



Atap	12,7	35,892	110,865	415,696	5,863
3	10,3	543,343	110,865	5596,433	78,933
2	5,8	168,305	110,865	976,169	13,768
1	2,8	311,477	110,865	872,136	12,301
	$\Sigma =$	1055,857		7860,434	110,865

### Gempa dari arah depan (AS-X8 & AS-X11)

Beban Gempa

a. Berat atap = 32,732 kN

b. Berat Tribun (Lantai 3)

Beban mati  $w_D = 233,337$  kN

Beban hidup  $w_L = 51,558$  kN

Total berat Tribun (lantai 3) = 284,895 kN

c. Berat Lantai 2

Beban mati  $w_D = 159,194$  kN

Beban hidup  $w_L = 147,464$  kN

Total berat lantai 2 = 306,658 kN

d. Berat Lantai 1

Beban mati

Beban mati  $w_D = 209,774$  kN

Beban hidup  $w_L = 123,219$  kN

Total berat lantai 1 = 332,993 kN

e. Beban total  $W_i = 32,732 + 284,895 + 306,658 + 332,993 = 957,278$  kN

f. Dengan rumus empiris diperoleh waktu getar alami (PPKGURDG, 1987):

$$T = 0,06 \cdot H^{3/4} = 0,06 \cdot 12,7^{3/4} = 0,404 \text{ detik}$$

g. Berdasarkan grafik koefisien gempa dasar PPKGURDG, 1987 untuk wilayah 3, jenis tanah lunak dan  $T = 0,404$  detik, diperoleh koefisien gempa dasar,  $C = 0,07$ .

h. Faktor keutamaan gedung olah raga  $I = 1,5$ , dan faktor jenis struktur rangka beton bertulang dengan daktilitas penuh  $K = 1,0$  (PPKGURDG, 1987).

i. Gaya geser horizontal total akibat gempa (PPKGURDG, 1987)

$$V = C.I.K.W_i = 0,07 \cdot 1,5 \cdot 1,0 \cdot 957,278 = 100,514 \text{ kN}$$

j. Distribusi gaya geser horizontal total akibat gempa ke sepanjang tinggi gedung dihitung dengan rumus berikut ini, (PPKGURDG, 1987)

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

Perhitungan distribusi gaya geser gempa disajikan pada tabel berikut ini

**Tabel 6.29** Distribusi gaya geser gempa arah depan (AS-X8 & AS-X11)

Tingkat	$h_i$ (m)	$W_i$ (kN)	$V$ (kN)	$W_i \cdot h_i$ (kNm)	$F_i$ (kN)
Atap	12,7	32,732	100,514	415,696	6,894
3	10,3	284,895	100,514	2934,419	48,663
2	5,8	306,658	100,514	1778,616	29,496
1	2,8	332,993	100,514	932,380	15,462
	$\Sigma =$	957,278		6011,111	100,514

### 6.1.19 Perhitungan Pembebanan PORTAL B (AS-X9 & AS-X10)

#### A. Beban Gravitasi Mati

##### a. Beban mati atap terpusat

$$P_D = \text{Rangka atap K8} = 17,758 \text{ kN}$$

$$P = 3,71 \text{ kN}$$

##### b. Beban mati merata lantai

###### - Tribun (lantai 3)

$$\text{- Pelat a} = ((2,686) + (1 - (4/3 \cdot 1,5^2/6,3^2)) \cdot 1,5 \cdot 2,88) = 2,686 + 3,993 = 6,679 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,50$$

$$\text{- Pelat b} = ((4,013) + (2/3 \cdot 2,40 \cdot 2,880)) = 4,013 + 4,608 = 8,621 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,50$$

###### - Lantai 2

$$\text{- Pelat} = 4,410 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,50$$

###### - Lantai 1

$$\text{- Pelat a} = 4,410 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,50$$

$$\text{- Pelat b} = 8,820 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,50$$

$$\text{- Pelat c} = 9,100 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,50$$

$$\text{- Pelat d} = 4,550 \text{ kN/m}$$

$$\text{balok} = 0,40 \times 0,50$$

## c. Beban mati terpusat

## - Tribun (Lantai 3)

$$- P_b = 3,28 \text{ kN}$$

$$- P_1 = 0,2.0,5.2,4625.24 = 5,910 \text{ kN}$$

$$- P_2 = 0,2.0,5.2,750.24 = 6,600 \text{ kN}$$

## - Lantai 2

$$- P = 0,3.0,4.6.24 = 17,280 \text{ kN}$$

## - Lantai 1

$$- P_1 = 0,3.0,4.6.24 = 17,280 \text{ kN}$$

$$- P_2 = 0,3.0,4.6.24 = 17,280 \text{ kN}$$

## B. Beban Gravitasi Hidup

## a. Beban hidup atap terpusat

$$P_L = \text{Rangka atap K8} = 6,994 \text{ kN}$$

## b. Beban hidup merata lantai

## - Tribun (lantai 3)

$$- \text{Pelat a} = 11,596 \text{ kN/m}$$

$$- \text{Pelat b} = 14,967 \text{ kN/m}$$

## - Lantai 2

$$- \text{Pelat} = 4,20 \text{ kN/m}$$

## - Lantai 1

$$- \text{Pelat a} = 4,20 \text{ kN/m}$$

$$- \text{Pelat b} = 8,40 \text{ kN/m}$$

- Pelat c = 12,639 kN/m

- Pelat d = 4,333 kN/m

### C. Beban Gempa

#### a. Berat atap

Beban mati

$$P_D = \text{Rangka atap K8} = 17,758 \text{ kN}$$

$$P = 3,71 \text{ kN}$$

$$\text{- Kolom : } (0,5 \cdot 0,7 \cdot 1,2 \cdot 24) \cdot 1 = 10,08 \text{ kN}$$

$$w_D = 31,548 \text{ kN}$$

Beban hidup

$$P_L = \text{Rangka atap K8} = 6,994 \text{ kN}$$

$$w_L = 6,994 \text{ kN}$$

$$\text{Total berat atap} = w_D + w_L = 31,548 + 6,994 = 38,542 \text{ kN}$$

#### b. Berat Tribun (Lantai 3)

Beban mati

$$\text{- Pelat : a: } 6,679 \cdot 7,742 = 51,709 \text{ kN}$$

$$\text{b: } 8,621 \cdot 7,159 = 61,718 \text{ kN}$$

$$\text{- Balok: } 0,40 \cdot 0,50 \cdot 24 \cdot 14,835 = 71,208 \text{ kN}$$

$$\text{- Kolom: } 0,5 \cdot 0,7 \cdot 3,45 \cdot 24 = 28,980 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_b : 3,28 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_1 : 5,910 \cdot 7 = 41,370 \text{ kN}$$

$$\text{- } P_2 : 6,600 \cdot 6 = 39,600 \text{ kN}$$

$$w_D = 297,865 \text{ kN}$$

### Beban hidup

- Pelat : a:  $11,596 \cdot 7,742 = 89,776 \text{ kN}$

b:  $14,967 \cdot 7,159 = 107,149 \text{ kN}$

$$w_L = 196,925 \text{ kN}$$

Total berat Tribun (lantai 3) =  $w_D + w_L = 297,865 + 196,925 = 494,790 \text{ kN}$

### c. Berat Lantai 2

#### Beban mati

- Pelat :  $4,410 \cdot 3,15 = 13,892 \text{ kN}$

- Balok:  $0,40 \cdot 0,50 \cdot 24 \cdot 6,30 = 30,240 \text{ kN}$

- Kolom:  $(0,5 \cdot 0,7 \cdot 3,75 \cdot 24) + (0,5 \cdot 0,6 \cdot 1,5 \cdot 24) = 42,30 \text{ kN}$

- P :  $17,280 \text{ kN}$

$$w_D = 162,452 \text{ kN}$$

#### Beban hidup

- Pelat :  $4,20 \cdot 3,15 = 13,230 \text{ kN}$

$$w_L = 13,230 \text{ kN}$$

Total berat lantai 2 =  $w_D + w_L = 162,452 + 13,230 = 175,682 \text{ kN}$

### d. Berat Lantai 1

#### Beban mati

- Pelat : a:  $4,410 \cdot 3,15 = 13,892 \text{ kN}$

b:  $8,820 \cdot 3,15 = 27,783 \text{ kN}$

c:  $9,10 \cdot 3,25 = 29,575 \text{ kN}$

d:  $4,55 \cdot 3,25 = 14,788 \text{ kN}$

- Balok:  $0,40 \cdot 0,50 \cdot 24 \cdot 12,80 = 61,440 \text{ kN}$
- Kolom:  $(0,5 \cdot 0,7 \cdot 4,3 \cdot 24) + (0,5 \cdot 0,6 \cdot 4,3 \cdot 24) + (0,5 \cdot 0,5 \cdot 2,8 \cdot 24) = 83,88 \text{ kN}$
- $P_1 : 17,280 \text{ kN}$
- $P_2 : 17,280 \text{ kN}$

$$w_D = 324,658 \text{ kN}$$

Beban hidup

- Pelat : a:  $4,20 \cdot 3,15 = 13,230 \text{ kN}$
- b:  $8,40 \cdot 3,15 = 26,460 \text{ kN}$
- c:  $12,639 \cdot 3,25 = 41,077 \text{ kN}$
- d:  $4,333 \cdot 3,25 = 14,082 \text{ kN}$

$$w_L = 94,849 \text{ kN}$$

$$\text{Total berat lantai 1} = w_D + w_L = 324,658 + 94,849 = 419,507 \text{ kN}$$

$$\text{c. Beban total } W_t = 38,542 + 494,790 + 175,682 + 419,507 = 1125,024 \text{ kN}$$

f. Dengan rumus empiris diperoleh waktu getar alami (PPKGURDG, 1987):

$$T = 0,06 \cdot H^{3/4} = 0,06 \cdot 12,7^{3/4} = 0,404 \text{ detik}$$

g. Berdasarkan grafik koefisien gempa dasar PPKGURDG, 1987 untuk wilayah 3,

jenis tanah lunak dan  $T = 0,404$  detik, diperoleh koefisien gempa dasar,

$$C = 0,07.$$

h. Faktor keutamaan gedung olah raga  $I = 1,5$ , dan faktor jenis struktur rangka

beton bertulang dengan daktilitas penuh  $K = 1,0$  (PPKGURDG, 1987).

i. Gaya geser horizontal total akibat gempa (PPKGURDG, 1987)

$$V = C \cdot I \cdot K \cdot W_t = 0,07 \cdot 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1125,024 = 118,128 \text{ kN}$$

Perhitungan distribusi gaya geser gempa disajikan pada tabel berikut ini

**Tabel 6.30** Distribusi gaya geser gempa **PORTAL B (AS-X9 & AS-X10)**

Tingkat	$h_i$ (m)	$W_i$ (kN)	$V$ (kN)	$W_i \cdot h_i$ (kNm)	$F_i$ (kN)
Atap	12,7	38,542	118,128	445,072	6,797
3	10,3	494,790	118,128	5096,337	77,831
2	5,8	175,682	118,128	1018,956	15,561
1	2,8	419,507	118,128	1174,620	17,939
	$\Sigma =$	1125,024		7734,985	118,128

**Gempa dari arah depan (AS-X9 & AS-X10)**

Beban Gempa

a. Berat atap = 35,045 kN

b. Berat Tribun (Lantai 3)

Beban mati  $w_D = 210,293$  kNBeban hidup  $w_L = 44,888$  kN

Total berat Tribun (lantai 3) = 255,180 kN

c. Berat Lantai 2

Beban mati  $w_D = 176,866$  kNBeban hidup  $w_L = 111,693$  kN

Total berat lantai 2 = 288,558 kN

d. Berat Lantai 1

Beban mati

Beban mati  $w_D = 288,437$  kNBeban hidup  $w_L = 148,424$  kN



Total berat lantai 1 = 436,861 kN

e. Beban total  $W_t = 35,045 + 255,180 + 288,558 + 436,861 = 1015,644$  kN

f. Dengan rumus empiris diperoleh waktu getar alami (PPKGURDG, 1987):

$$T = 0,06 \cdot H_i^{3/4} = 0,06 \cdot 12,7^{3/4} = 0,404 \text{ detik}$$

g. Berdasarkan grafik koefisien gempa dasar PPKGURDG, 1987 untuk wilayah 3,

jenis tanah lunak dan  $T = 0,404$  detik, diperoleh koefisien gempa dasar,  $C = 0,07$ .

h. Faktor keutamaan gedung olah raga  $I = 1,5$ , dan faktor jenis struktur rangka beton bertulang dengan daktilitas penuh  $K = 1,0$  (PPKGURDG, 1987).

i. Gaya geser horizontal total akibat gempa (PPKGURDG, 1987)

$$V = C.I.K.W_t = 0,07 \cdot 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1015,644 = 106,643 \text{ kN}$$

j. Distribusi gaya geser horizontal total akibat gempa ke sepanjang tinggi gedung dihitung dengan rumus berikut ini, (PPKGURDG, 1987)

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

Perhitungan distribusi gaya geser gempa disajikan pada tabel berikut ini

**Tabel 6.31** Distribusi gaya geser gempa arah depan (AS-X9 & AS-X10)

Tingkat	$h_i$ (m)	$W_i$ (kN)	$V$ (kN)	$W_i \cdot h_i$ (kNm)	$F_i$ (kN)
Atap	12,7	35,045	106,643	445,072	7,950
3	10,3	255,180	106,643	2628,354	46,949
2	5,8	288,558	106,643	1673,636	29,895
1	2,8	436,861	106,643	223,211	21,849
	$\Sigma =$	1015,644		5970,273	106,643