BAB IV

ANALISIS STRUKTUR PORTAL 3 DIMENSI

4.1 Umum

Penelitian tugas akhir ini merupakan studi literatur mengenai suatu struktur portal baja dalam menerima beban lateral yang berupa beban gempa. Studi yang dilaksanakan menggunakan struktur portal baja dengan pengekang (*bracing*) dan struktur portal tanpa pengekang (*unbracing*).

Dari berbagai jenis sistem pengekang yang telah banyak dikembangkan selama ini adalah sistem portal penahan momen (*moment resisting frame*), sistem portal diperkaku konsentrik (*consentriccally braced frame*), dan sistem pengekang portal diperkaku eksentrik (*eccentrically bruce frame*), masing-masing memiliki kekurangan dan kelebihan terhadap perilaku strukturnya dalam menerima beban lateral.

Untuk mengetahui perilaku ketiga jenis pengekang tersebut, maka dibuat model-model struktur portal baja 3 dimensi yang diberi pengekang dengan bentuk *Z*. Tinggi portal maksimum 35,5 meter dan memiliki 3 bentang serta pengekang ditempatkan pada tengah-tengah portal dengan bentang yang berbeda.

4.2 Model Struktur Portal Baja

Untuk mengetahui perilaku struktur portal baja dengan sistem pengekang maupun tanpa pengekang dalam menerima beban lateral, dipilih model-model struktur portal sebagai berikut:

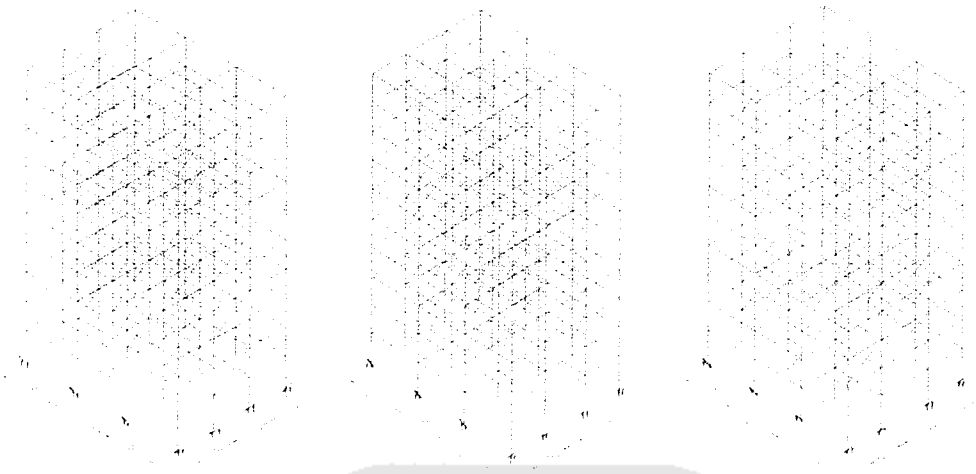
4.2.1 Model struktur portal baja rangka penahan momen

Portal model ini tidak menggunakan pengekang , tetapi dalam perencanaan pada titik-titik buhul portal direncanakan sangat kaku, sehingga titik buhul tersebut diharapkan mampu menahan bebab lateral yang terjadi, lihat gambar 4.1.

Gambar 4.1 . Model struktur rangka baja penahan momen.

4.2.2 Model struktur portal baja rangka diperkaku konsentrik.

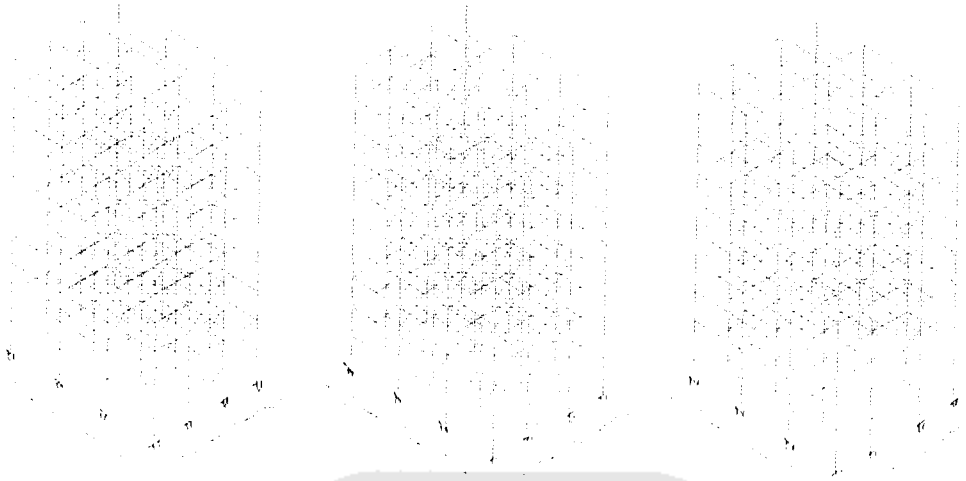
Model struktur baja yang digunakan pada penelitian ini memakai system pengekang tipe Z, dimana pengekang tersebut terdapat ditengah-tengah portal pada setiap tingkat dan menghubungkan titik buhulnya , lihat gambar 4.2.



Gambar 4.2. Model struktur portal baja rangka diperkaku konsentrik.

4.2.3. Model struktur portal baja rangka diperkaku eksentrik

Model struktur portal baja ini hampir sama dengan struktur portal baja konsentrik tipe Z, tetapi pada rangka diperkaku eksentrik batang –batang diperkaku diletakkan pada arah diagonal , dimana salah satu atau kedua ujung batang pengekang terletak pada suatu jarak tertentu pada pertemuan antara balok dan kolom. Eksentrisitas antara batang pengekang diambil dengan perbandingan e/L adalah lebih besar dari 5% (K. David, 1988). Untuk sistem pengekang ini diambil eksentrisitas sebesar 0.5 meter (e = 0,5m), lihat gambar 4.3.



Gambar 4.3. Model struktur portal baja rangka diperkaku eksentrik.

4.3 Pendimensian Profil.

Pendimensian profil dari struktur portal yang hendak ditinjau dalam studi literature ini dilakukan dengan cara coba-coba (*trial and error*) yaitu dengan mencoba-coba dimensi profil dari masimg-masing elemen struktur seperti elemen balok, kolom dan pengekang. Pendimensian profil menggunakan program SAP90 yang nantinya menghasilkan cek interaksi atau cek tegangan dari elemen-elemen struktur.

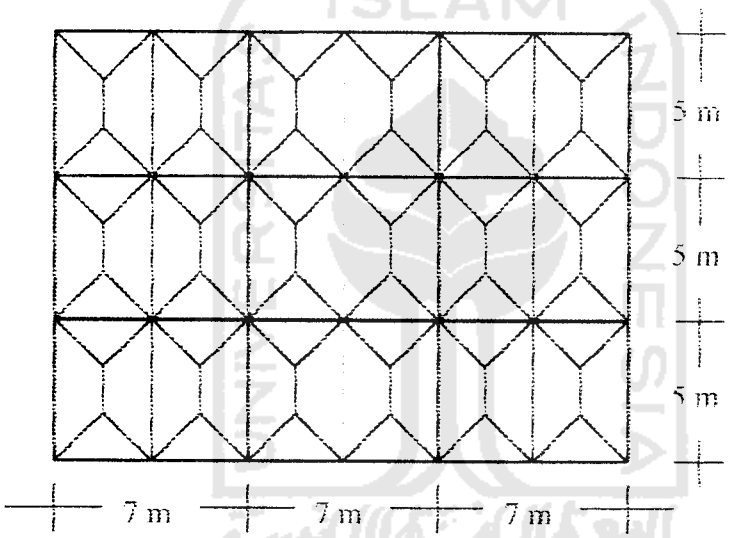
Langkah-langkah penghitungan pendimensian profil adalah sebagai berikut:

1. Menghitung dimensi struktur rangka penahan momen dengan beban gravitasi dan beban gempa,
2. Menghitung dimensi struktur rangka diperkaku konsentrik dengan beban gravitasi dan beban gempa,
3. menghitung dimensi struktur rangka diperkaku eksentrik dengan beban gravitasi dan beban gempa,

4. Cek rasio profil terhadap beban melalui diagram interaksi tegangan beban dan profil.

4.4 Pembebanan Konstruksi.

Pembebanan pada konstruksi dibuat berdasarkan peraturan pembebanan gedung Indonesia (PPGI, 1983), yang berupa beban mati dan beban hidup data pembebanan adalah sebagai berikut:



Gambar 4.4 Denah pembagian pembebanan menurut metode amplop

4.4.1 Beban mati

a. Beban mati atap

1. berat plat (10 cm) = 0,1. (23 KN/m3) = 2,3 KN/m^2
2. berat plafon = 0,11 KN/m^2
3. berat finishing = 0,17 KN/m^2 +

total = 2,58 KN/m^2

b. Beban Mati Lantai

1. berat plat (12 cm) = 0,12 . (23 KN/m3) = 2,76 KN/m^2

2. berat spesi (2 cm) = 0,02 . (21 KN/m3) = 0,42 KN/m^2

3. berat ubin (1 cm) = 0,01 . (23 KN/m3) = 0,23 KN/m^2

4. berat pasir (1 cm) = 0,01 . (16 KN/m3) = 0,16 KN/m^2

5. berat plafon = 0,11 KN/m^2 +

total = 3,68 KN/m^2

4.4.2 Beban hidup

a. Beban hidup atap

1. beban hidup orang = 1 KN/m^2

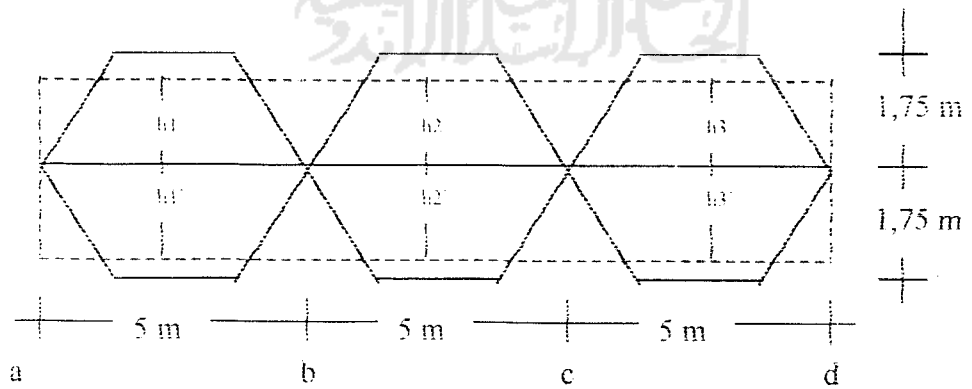
2. beban air hujan (5 cm) = 0,05 . 10KN/m3 = 0,5 kn/m^2 +

total =1,5 KN/m^2

b. beban hidup lantai

1. beban hidup perkantoran = 2,5 KN/m^2

4.4.3 Pembebanan portal melintang



Gambar 4.5 Distribusi pembebanan portal melintang dengan metode amplop

$h1 = h1' = h3 = h3' = h2 = h2' = 1.75 - 4/3 \left(\frac{1.75^2}{5^2} \right) = 1,464$ m

- Atap

  Beban hidup (ql) = 1,5 KN/m^2

  Beban mati (qd) = 2,58 KN/m^2

  Balok a-b = balok b-c = balok c-d :

  ql = (h1 + h1`). ql = (1,464 + 1,464) . 1,5 = 4,392 KN/m

  qd = (h1 +h1`) . qd = (1,464 + 1,464). 2,58 = 7,554 KN/m

- Lantai

  Beban hidup (ql) = 2,5 KN/m^2

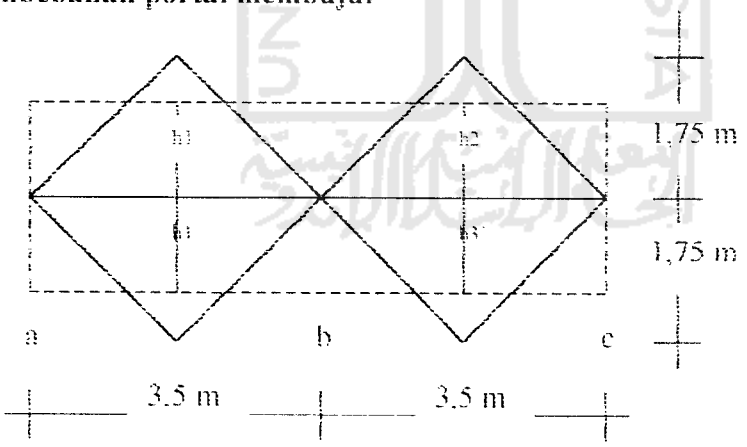
  Beban mati (qd) = 3,68 KN/m^2

  Balok a-b = b-c = c-d

  Ql = (1,464 + 1,464) 2,5 = 7,32 KN/m

  Qd = (1,464 + 1,464). 3,68 = 10,775 KN/m

4.4.4 Pembebanan portal membujur



Gambar 4.6 Distribusi pembebanan portal membujur dengan metode amplop

$$h1 = h1` = h2 = h2` = 1,75 \quad 4/3 \left(\frac{1.75^3}{3.5^2} \right) = 1,167 \text{ m}$$

- Atap

  Balok a-b = b-c :

  Ql = (1,167 + 1,167) 1,5 = 3,501 KN/m

  Qd = (1,167 + 1,167). 2,58 = 6,022 KN/m

- Lantai

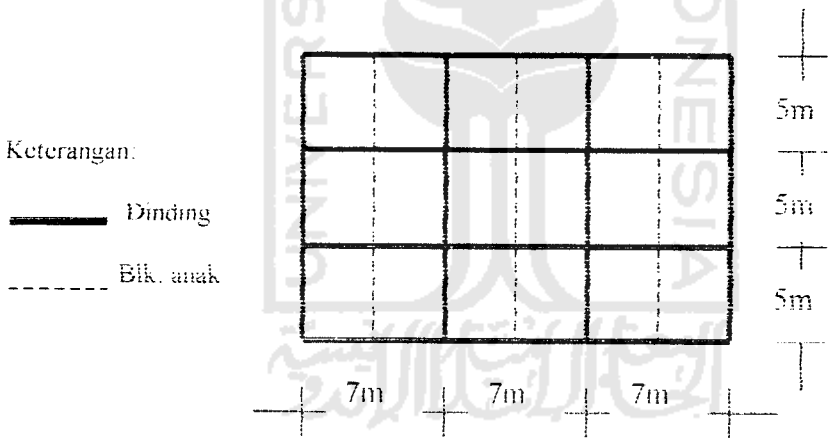
  Balok a-b = b-c = c-d

  Ql = (1,167 + 1,167) 2,5 = 5,835 KN/m

  Qd = (1,167 + 1,167). 3,68 = 8,589 KN/m

4.4.5 Pembebanan total portal tanpa pengekang tipe 1 (bentang 5 m)

4.4.5.1 Portal melintang



Gambar 4.7 Denah penempatan dinding

- Atap

  Balok a-b = b-c = c-d

  Beban hidup (ql) = 4,392 KN/m

  Beban mati (qd) = 7,554 KN/m

  Dinding = 2,5 . (3,5 . 0,5) = 4,375 KN/m +

  Total = 11,929 KN/m

- Lantai 3 s/d 9

  Balok a-b = b-c = c-d

  Beban hidup (ql) = 7,32 KN/m

  Beban mati (qd) = 10,775 KN/m

  Dinding = 2,5 . 3,5 = 8,75 KN/m +

  Total = 19,525 KN/m

- Lantai 2

  Balok a-b = b-c = c-d

  Beban hidup (ql) = 7,22 KN/m

  Beban mati (qd) = 10,775 KN/m

  Dinding = 2,5 (3,5 0,5) + 2,5 (4 0,5) = 9,375 KN/m +

  Total = 20,15 KN/m

4.4.5.2 Portal membujur

- Atap

  Balok a-b = b-c

  Beban hidup (ql) = 3,501 KN/m

  Beban mati (qd) = 6,022 KN/m

  Dinding = 2,5 . (3,5 . 0,5) = 4,375 KN/m +

  Total = 10,397 KN/m

- Lantai 3 s/d 9

  Balok a-b = b-c

  Beban hidup (ql) = 5,835 KN/m

  Beban mati (qd) = 8,589 KN/m

Dinding = 2,5 . 3,5 = 8,75 KN/m +

Total = 17,339 KN/m

- Lantai 2

Balok a-b = b-c

Beban hidup (ql) = 5,835 KN/m

Beban mati (qd) = 8,589 KN/m

Dinding = 2,5 (3,5 0,5) + 2,5 (4 . 0,5) = 9,375 KN/m +

Total = 17,964 KN/m

4.4.6 Pembebanan total portal dengan pengekang tipe 1 (bentang 5m)

Pada pembebanan ini diasumsikan berat sendiri pengekang diambil 0,5 KN/m`.

4.4.6.1 Portal melintang

- Atap

Balok a-b = c-d

Beban hidup (ql) = 4,392 KN/m

Beban mati (qd) = 7,554 KN/m

Dinding = 2,5 . (3,5 . 0,5) = 4,375 KN/m +

Total = 11,929 KN/m

Balok b-c

Beban hidup (ql) = 4,392 KN/m

Beban mati (qd) = 7,554 KN/m

Dinding = 2,5 . (3,5 . 0,5) = 4,375 KN/m

Bracing = 0,5 KN/m +

Total = 12,429 KN/m

- Lantai 3 s/d 9

  Balok a-b = c-d

  Beban hidup (ql) = 7,32 KN/m

  Beban mati (qd) = 10,775 KN/m

  Dinding = 2,5 . 3,5 = 8,75 KN/m +

  Total = 19,525N/m

  Balok b-c

  Beban hidup (ql) = 7,32 KN/m

  Beban mati (qd) = 10,775 KN/m

  Dinding = 2,5 . 3,5 = 8,75 KN/m

  Bracing = 0,5 KN/m +

  Total = 20,025 KN/m

- Lantai 2

  Balok a-b = c-d

  Beban hidup (ql) = 7,32 KN/m

  Beban mati (qd) = 10,775 KN/m

  Dinding = 2,5 . (3,5.0,5) + 2,5.(4 . 0,5)= 9,375 KN/m +

  Total = 20,15 KN/m

  Balok b-c

  Beban hidup (ql) = 7,32 KN/m

  Beban mati (qd) = 10,775 KN/m

  Dinding = 2,5 . (3,5.0,5) + 2,5.(4 . 0,5)= 9,375 KN/m

Bracing = 0,5 KN/m +

Total = 20,65 KN/m

4.4.6.2 Portal membujur

- Atap

  Balok a-b = b-c = c-d

  Beban hidup (ql) = 3,501 KN/m

  Beban mati (qd) = 6,022 KN/m

  Dinding = 2,5 . (3,5 . 0,5) = 4,375 KN/m +

  Total = 10,397 KN/m

- Lantai 3 s/d 9

  Balok a-b = b-c = c-d

  Beban hidup (ql) = 5,835 KN/m

  Beban mati (qd) = 8,589 KN/m

  Dinding = 2,5 . 3,5 = 8,75 KN/m +

  Total = 17,339 KN/m

- Lantai 2

  Balok a-b = b-c = c-d

  Beban hidup (ql) = 5,835 KN/m

  Beban mati (qd) = 8,589 KN/m

  Dinding = 2,5 . (3,5.0,5) + 2,5.(4 . 0,5)= 9,375 KN/m +

  Total = 17,964 KN/m

Untuk perhitungan pada Type 2 dan Type 3 (bentang 7 m dan 9 m) tidak ditampilkan disini melainkan langsung dimasukkan dalam perhitungan INPUT SAP90.

4.5 Berat Bangunan Total

4.5.1 Berat struktur portal tanpa pengekang tipe 1 (bentang 5m)

A. Berat atap

1. Beban Tetap

a. Berat Plat beton = 0,1 . 23 . 21 . 15 = 724,5 KN

b. Berat balok = (21 . 4 + 15 . 4).1,5 = 216 KN

c. Berat plafon = 0,11 . 21 . 15 = 34,65 KN

d. Berat finishing = 0,17 . 21 . 15 = 53,55 KN

e. Berat dinding = 2,5 .(21,4+15,4).3,5.0,5 = 630 KN

2. Beban Hidup

a. Beban hidup atap = 0,3 . 1 . 21 . 15 = 94,5 KN

b. Beban air hujan = 0,05 . 10 . 21 . 15 = 157,5 KN +

Total = 1910,7 KN

B. Berat Lantai 3 s/d 9

1. Beban Tetap

a. Berat Plat beton = 0,12 . 23 . 21 . 15 = 869,4 KN

b. Berat balok = (21 . 4 + 15 . 4).1,5 = 216 KN

c. Berat plafon = 0,11 . 21 . 15 = 34,65 KN

d. Berat ubin = 0,01 . 23 .21 .15 = 72,45 KN

e. Berat spesi = 0,02 . 21 . 21 . 15 = 132,3 KN

f. Berat pasir 0,01 . 16 . 21 . 15 = 50,4 KN

g. Berat dinding = 2,5 (21.4+15.4).3,5 = 1260 KN

2. Beban Hidup

a. Beban hidup lantai = 0,3 . 2,5 . 21 . 15 = 236,25 KN

Total = 2871,45 KN

C. Berat Lantai 2

1. Beban Tetap

a. Berat Plat beton = 0,12 . 23 . 21 . 15 = 869,4 KN

b. Berat balok = (21 . 4 + 15 . 4).1,5 = 216 KN

c. Berat plafon = 0,11 . 21 . 15 = 34,65 KN

d. Berat ubin = 0,01 . 23 .21. 15 = 72,45 KN

e. Berat spesi = 0,02 . 21 . 21 . 15 = 132,3 KN

f. Berat pasir = 0,01 . 16 . 21 . 15 = 50,4 KN

g. Berat dinding = 2,5 (21.4+15.4).(3,5 . 0,5 + 4 . 0,5) = 1350 KN

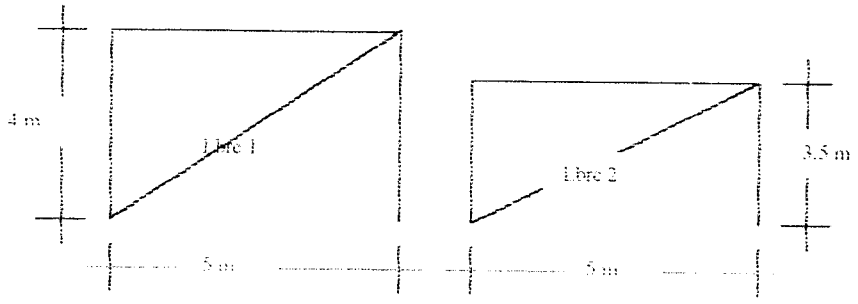
2. Beban Hidup

a. Beban hidup atap = 0,3 . 2,5 . 21 . 15 = 236,25 KN +

Total = 2961,45 KN

4.5.2 Berat struktur portal dengan pengekang tipe 1 (bentang 5m)

Dari model struktur portal yang sama, pengekang konsentrik dianggap mempunyai panjang yang sama dengan pengekang eksentrik , dan berat taksiran pengekang sebesar 0,5 KN/m.



Gambar 4.8 Panjang pengekang pada portal type1

Lbre 1 = $\sqrt{5^2 + 4^2}$ = 6,4031 m

Lbre 2 = $\sqrt{5^2 + 3{,}5^2}$ = 6,1032 m

A Berat atap

1. Beban Tetap

a. Berat Plat beton = 0,1 . 23 . 21 . 15 = 724,5 KN

b. Berat balok = (21 . 4 + 15 . 4) 1,5 = 216 KN

c. Berat plafon = 0,11 . 21 .15 = 34,65 KN

d. Berat finishing = 0,17 . 21 . 15 = 53,55 KN

e. Berat dinding = 2,5 .(21.4+15.4).3,5.0,5 = 630 KN

f. Berat pengekang = 0,5 . 6,1032 .4 .0,5 = 6,1032 KN

2. Beban Hidup

a. Beban hidup atap = 0,3 . 1 . 21 . 15 = 94,5 KN

b. Beban air hujan = 0,05 . 10 . 21 . 15 = 157,5 KN +

Total = 1916,8032 KN

B. Berat Lantai 3 s/d 9

1. Beban Tetap

a. Berat Plat beton = 0,12 . 23 . 21 . 15 = 869,4 KN

b. Berat balok = (21 . 4 + 15 . 4).1,5 = 216 KN

c. Berat plafon = 0,11 . 21 . 15 = 34,65 KN

d Berat ubin = 0,01 . 23 . 21 . 15 = 72,45 KN

e. Berat spesi = 0,02 . 21 . 21 . 15 = 132,3 KN

f. Berat pasir = 0,01 . 16 . 21 . 15 = 50,4 KN

g. Berat dinding = 2,5 .(21.4+15.4).3,5 = 1260 KN

h Berat pengekang = 0,5 . 6,1032 . 4 = 12,2064 KN

2. Beban Hidup

a. Beban hidup lantai = 0,3 . 2,5 . 21 . 15 = 236,25 KN

Total 2883,6564 KN

C Berat Lantai 2

1. Beban Tetap

a. Berat Plat beton = 0,12 . 23 . 21 . 15 = 869,4 KN

b. Berat balok = (21 . 4 + 15 . 4).1,5 = 216 KN

c Berat plafon = 0,11 . 21 . 15 = 34,65 KN

d. Berat ubin = 0,01 . 23 .21. 15 = 72,45 KN

e. Berat spesi = 0,02 . 21 . 21 . 15 = 132,3 KN

f. Berat pasir 0,01 . 16 . 21 . 15 = 50,4 KN

g Berat dinding = 2,5 .(21.4+15.4).(3,5 - 0,5 + 4 - 0,5) = 1350 KN

h. Berat pengekang = 0,5.(6,1032.4.0,5+0,5.4.6,4031) = 12,5063 KN

2. Beban Hidup

a. Beban hidup lantai = 0,3 . 2,5 . 21 .15 = 236,25 KN +

Total 2973,9563 KN .

Untuk lebih jelasnya distribusi pembebanan tiap lantai dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1. Distribusi pembebanan tiap lantai pada portal tipe1 (bentang 5 m)

Tingkat	Berat Total Tingkat Tanpa Bracing (KN)	Berat Total Tingkat Dengan Bracing (KN)
Atap	1910.7	1916.8032
10	2871.45	2883.6564
9	2871.45	2883.6564
8	2871.45	2883.6564
7	2871.45	2883.6564
6	2871.45	2883.6564
5	2871.45	2883.6564
4	2871.45	2883.6564
3	2871.45	2883.6564
2	2961.45	2973.9563
Total	27843.75	27960.0107

Selanjutnya pada perhitungan berat portal tipe 2 dan tipe 3 (bentang 6 m dan 7 m), dapat dilihat pada tabel 4.2 dan 4.3.

Tabel 4.2. Distribusi pembebanan tiap lantai pada portal tipe2 (bentang 6 m)

Tingkat	Berat Total Tingkat Tanpa Bracing (KN)	Berat Total Tingkat Dengan Bracing (KN)
Atap	2005.18	2012.1262
10	3005.48	3019.3724
9	3005.48	3019.3724
8	3005.48	3019.3724
7	3005.48	3019.3724
6	3005.48	3019.3724
5	3005.48	3019.3724
4	3005.48	3019.3724
3	3005.48	3019.3724
2	3097.98	3112.1372
Total	29147	29279.2426

Tabel 4.3. Distribusi pembebanan tiap lantai pada portal tipe 3 (bentang 7 m)

Tingkat	Berat Total Tingkat Tanpa Bracing (KN)	Berat Total Tingkat Dengan Bracing (KN)
Atap	2099.66	2107.4862
10	3139.51	3155.1624
9	3139.51	3155.1624
8	3139.51	3155.1624
7	3139.51	3155.1624
6	3139.51	3155.1624
5	3139.51	3155.1624
4	3139.51	3155.1624
3	3139.51	3155.1624
2	3234.51	3250.3984
Total	30450.25	30599.1838

3.6 Perhitungan Gaya Geser Dasar Horisontal Akibat Beban Gempa

Untuk perhitungan gaya geser dasar horizontal akibat beban gempa, dalam perencanaan gedung dianggap berada di daerah gempa wilayah 3 dan bangunan terletak pada tanah keras. Perhitungan berdasarkan pada Peraturan Perencanaan Tahan Gempa Indonesia Untuk Gedung 1983, dan pembebanaannya berdasarkan pada perhitungan diatas, maka gaya geser dasar horizontal akibat beban gempa dapat dihitung sebagai berikut:

A. Waktu Getar Alami Gedung (T)

1. Tipe 1 (bentang 5m)

Diketahui tinggi total gedung H = 35,5 m, lebar gedung B = 15 m, dan rasio antara tinggi dan lebar gedung H/B = 2,36 < 3, maka gaya geser dasar horizontal didistribusikan sepanjang tinggi gedung. Perhitungan waktu getar alami gedung adalah sebagai berikut:

a. Tanpa pengekang

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

$$= 0{,}085 \cdot 35{,}5^{3/4}$$

$$= 1{,}2362 \text{ dt}$$

b. Dengan pengekang

$$T = \frac{0{,}09H}{\sqrt{B}}$$

$$= \frac{0{,}09.35{,}5}{\sqrt{15}}$$

$$= 0{,}825 \text{ dt}$$

2. Tipe 2 (bentang 6 m)

Diketahui tinggi total gedung H = 35,5 m, lebar gedung B = 16 m, dan rasio antara tinggi dan lebar gedung H/B = 2,219 < 3, maka gaya geser dasar horizontal didistribusikan sepanjang tinggi gedung. Perhitungan waktu getar alami gedung adalah sebagai berikut:

a. Tanpa pengekang

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

$$= 0{,}085 \cdot 35{,}5^{3/4}$$

$$= 1{,}2362 \text{ dt}$$

b. Dengan pengekang

$$T = \frac{0{,}09H}{\sqrt{B}}$$

$$= \frac{0{,}09.35{,}5}{\sqrt{16}} = 0{,}799 \text{ dt}$$

3. Tipe 3 (bentang 7 m)

Diketahui tinggi total gedung H = 35,5 m, lebar gedung B = 17 m, dan rasio antara tinggi dan lebar gedung H/B = 2,088 < 3, maka gaya geser dasar horizontal didistribusikan sepanjang tinggi gedung. Perhitungan waktu getar alami gedung adalah sebagai berikut :

a. Tanpa pengekang

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

$$= 0{,}085 \cdot 35{,}5^{3/4}$$

$$= 1{,}2362 \text{ dt}$$

b. Dengan pengekang

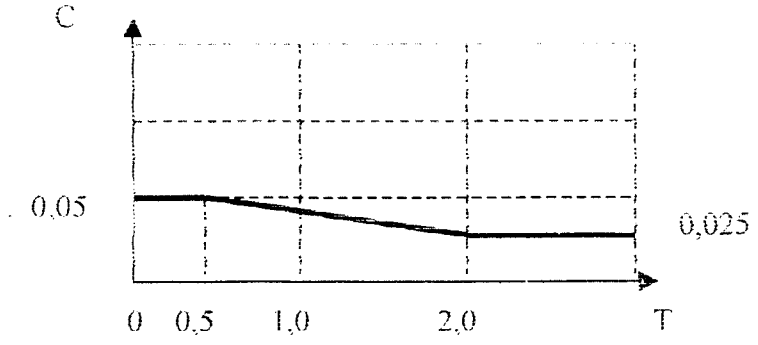
$$T = \frac{0{,}09H}{\sqrt{B}}$$

$$= \frac{0{,}09 \cdot 35{,}5}{\sqrt{17}}$$

$$= 0{,}775 \text{ dt}$$

B. Koefisien Gempa Dasar (C)

Perhitungan koefisien gaya gempa dasar didasarkan pada grafik berikut ini, bangunan dianggap berada pada lapis tanah keras, daerah wilayah gempa 3 (lihat gambar 4.7).



Gambar 4.7 Grafik daerah wilayah gempa 3 pada tanah keras

Untuk menentukan koefisien gempa dasar pada setiap model portal dilakukan interpolasi berdasarkan pada grafik 4.7 diatas, yaitu sebagai berikut :

1. Tipe1 (bentang 5m)

   a. tanpa pengekang

      T = 1,2362 dt ⟶ C = 0,03773 (interpolasi)

   b. dengan pengekang

      T = 0,825 dt ⟶ C = 0,04458

2. Tipe 2 (bentang 6m)

   a. tanpa pengekang

      T = 1,2362 dt ⟶ C = 0,03773 (interpolasi)

   b. dengan pengekang

      T = 0,799 dt ⟶ C = 0,045

3. Tipe 3 (bentang 7m)

   a. tanpa pengekang

      T = 1,2362 dt ⟶ C = 0,03773 (interpolasi)

   b. dengan pengekang

      T = 0,775 dt ⟶ C = 0,0454

C. Gaya Geser Dasar Horisontal Akibat Beban Gempa

Dari tabel 4.1 dan tabel 4.2 pada buku (PPTGIUG 1983 : hal. 14-15), untuk nilai K dan I didapatkan sebagai berikut:

I = 1,0 : fungsi untuk gedung perkantoran

K = 1,0 : untuk portal baja daktail

Gaya geser dasar horisontal akibat gempa :

$$V = C \cdot I \cdot K \cdot Wt$$

a. Tipe 1 (bentang 5m)

1 Tanpa pengekang

$V = C \cdot I \cdot K \cdot Wt$

$= 0{,}03773 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 27843{,}75$

$= 1050{,}5447$ KN

2 Dengan pengekang

$V = C \cdot I \cdot K \cdot Wt$

$= 0{,}04458 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 27960{,}0107$

$= 1246{,}457277$ KN

b. Tipe 2 (bentang 6m)

1. Tanpa pengekang

$V = C \cdot I \cdot K \cdot Wt$

$= 0{,}03773 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 29147$

$= 1099{,}7163$ KN

2. Dengan pengekang

$V = C \cdot I \cdot K \cdot Wt$

$0{,}045 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 29279{,}2426$

$= 1317{,}565917$ KN

c. Tipe 3 (bentang 7m)

1. Tanpa pengekang

$V = C \cdot I \cdot K \cdot Wt$

$= 0{,}03773 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 30450{,}25$

= 1148,8879 KN

2. Dengan pengekang

V = C . I . K . Wt

= 0,0454 . 1 . 1 . 30599,1838

= 1389,2029 KN

D. Distribusi Gaya Geser Dasar Akibat Beban Gempa

Beban geser dasar akibat gempa (V) harus dibagikan sepanjang tinggi gedung menjadi beban-beban horisontal terpusat yang menangkap pada masing-masing taraf lantai tingkat menurut rumus berikut:

$$Fi = \frac{Wi.Hi}{\Sigma Wi.Hi} V \quad \text{(Untuk H/B < 3)}$$

Distribusi pembebanan dapat dilihat pada tabel 4.4 sampai 4.9.

1. Tipe 1 (bentang 5 m)

Tabel 4.4 Distribusi gaya geser horizontal akibat gempa tpe 1 tanpa pengekang

TINGKAT	V (KN)	Wi (KN)	Hi (m)	Wi . Hi	$Fi = \left(\frac{Wi.Hi}{\Sigma Wi.Hi} \right) V$	Fx = Fy
Atap	1050.5447	1910.7	35.5	67829.85	133.6014227	33.40036
10	1050.5447	2871.45	32	91886.4	180.9845166	45.24613
9	1050.5447	2871.45	28.5	81836.33	161.1893351	40.29733
8	1050.5447	2871.45	25	71786.25	141.3941536	35.34854
7	1050.5447	2871.45	21.5	61736.18	121.5989721	30.39974
6	1050.5447	2871.45	18	51686.1	101.8037906	25.45095
5	1050.5447	2871.45	14.5	41636.03	82.0086091	20.50215
4	1050.5447	2871.45	11	31585.95	62.2134276	15.55336
3	1050.5447	2871.45	7.5	21535.88	42.41824609	10.60456
2	1050.5447	2961.45	4	11845.8	23.33214042	5.833035
		27843.75		533364.8	1050.544614	262.6362

Tabel 4.5 Distribusi gaya geser horizontal akibat gempa type 1 dengan pengekang

TINGKAT	V (KN)	W_i (KN)	H_i (m)	$W_i \cdot H_i$	$F_i = \left(\frac{W_j.H_j}{\Sigma W_j.H_j}\right)V$	Fx = Fy
Atap	1246.4572	1916.803	35.5	68046.51	158.3707726	39.59269
10	1246.4572	2883.656	32	92277	214.7645746	53.69114
9	1246.4572	2883.656	28.5	82184.21	191.2746992	47.81867
8	1246.4572	2883.656	25	72091.41	167.7848239	41.94621
7	1246.4572	2883.656	21.5	61998.61	144.2949485	36.07374
6	1246.4572	2883.656	18	51905.82	120.8050732	30.20127
5	1246.4572	2883.656	14.5	41813.02	97.31519785	24.3288
4	1246.4572	2883.656	11	31720.22	73.8253225	18.45633
3	1246.4572	2883.656	7.5	21627.42	50.33544716	12.58386
2	1246.4572	2973.956	4	11895.83	27.68622414	6.921556
		27960.01		535560.1	1246.457084	311.6143

2. Tipe 2 (bentang 7 m)

Tabel 4.6 Distribusi gaya geser horizontal akibat gempa tipe 2 tanpa pengekang

TINGKAT	V (KN)	W_i (KN)	H_i (m)	$W_i \cdot H_i$	$F_i = \left(\frac{W_j.H_j}{\Sigma W_j.H_j}\right)V$	Fx = Fy
Atap	1099.7163	2005.18	35.5	71183.89	140.1795105	35.04488
10	1099.7163	3005.48	32	96175.36	189.3941857	47.34855
9	1099.7163	3005.48	28.5	85656.18	168.6791967	42.1698
8	1099.7163	3005.48	25	75137	147.9642076	36.99105
7	1099.7163	3005.48	21.5	64617.82	127.2492185	31.8123
6	1099.7163	3005.48	18	54098.64	106.5342295	26.63356
5	1099.7163	3005.48	14.5	43579.46	85.81924041	21.45481
4	1099.7163	3005.48	11	33060.28	65.10425135	16.27606
3	1099.7163	3005.48	7.5	22541.1	44.38926228	11.09732
2	1099.7163	3097.98	4	12391.92	24.40289902	6.100725
		29147		558441.7	1099.716202	274.9291

Tabel 4.7 Distribusi gaya geser horizontal akibat gempa tipe 2 dengan pengekang

TINGKAT	V (KN)	Wj (KN)	Hj (m)	Wj . Hj	$Fj = \left(\frac{Wj.Hj}{\Sigma Wj.Hj}\right)V$	Fx = Fy
Atap	1317.5659	2012.126	35.5	71430.48	167.7797654	41.94494
10	1317.5659	3019.372	32	96619.92	226.9460733	56.73652
9	1317.5659	3019.372	28.5	86052.11	202.1238465	50.53096
8	1317.5659	3019.372	25	75484.31	177.3016197	44.3254
7	1317.5659	3019.372	21.5	64916.51	152.479393	38.11985
6	1317.5659	3019.372	18	54348.7	127.6571662	31.91429
5	1317.5659	3019.372	14.5	43780.9	102.8349394	25.70873
4	1317.5659	3019.372	11	33213.1	78.01271268	19.50318
3	1317.5659	3019.372	7.5	22645.29	53.19048592	13.29762
2	1317.5659	3112.137	4	12448.55	29.23982302	7.309956
		29279.24		560939.9	1317.565825	329.3915

3. Tipe 3 m(bentang 7 m)

Tabel 4.8 Distribusi gaya geser horizontal akibat gempa tipe 3 tanpa pengekang

TINGKAT	V (KN)	Wj (KN)	Hj (m)	Wj . Hj	$Fj = \left(\frac{Wj.Hj}{\Sigma Wj.Hj}\right)V$	Fx = Fy
Atap	1148.8879	2099.66	35.5	74537.93	146.7574913	36.68937
10	1148.8879	3139.51	32	100464.3	197.8038774	49.45097
9	1148.8879	3139.51	28.5	89476.04	176.1690783	44.04227
8	1148.8879	3139.51	25	78487.75	154.5342792	38.63357
7	1148.8879	3139.51	21.5	67499.47	132.8994801	33.22487
6	1148.8879	3139.51	18	56511.18	111.2646811	27.81617
5	1148.8879	3139.51	14.5	45522.9	89.62988196	22.40747
4	1148.8879	3139.51	11	34534.61	67.99508286	16.99877
3	1148.8879	3139.51	7.5	23546.33	46.36028377	11.59007
2	1148.8879	3234.51	4	12938.04	25.47366546	6.368416
		30450.25		583518.6	1148.887802	287.222

Tabel 4.9 Distribusi gaya geser horizontal akibat gempa tipe 3 dengan pengekang

TINGKAT	V (KN)	Wj (KN)	Hj (m)	Wj . Hj	$Fj = \left(\frac{Wj.Hj}{\Sigma Wj.Hj}\right)V$	Fx = Fy
Atap	1389.2029	2107.486	35.5	74815.76	177.2615065	44.31538
10	1389.2029	3155.162	32	100965.2	239.2175508	59.80439
9	1389.2029	3155.162	28.5	89922.13	213.0531312	53.26328
8	1389.2029	3155.162	25	78879.06	186.8887115	46.72218
7	1389.2029	3155.162	21.5	67835.99	160.7242919	40.18107
6	1389.2029	3155.162	18	56792.92	134.5598723	33.63997
5	1389.2029	3155.162	14.5	45749.85	108.3954527	27.09886
4	1389.2029	3155.162	11	34706.79	82.23103308	20.55776
3	1389.2029	3155.162	7.5	23663.72	56.06661346	14.01665
2	1389.2029	3250.398	4	13001.59	30.80476714	7.701192
		30599.18		586333	1389.202931	347.3007

3.7 Tabel Hasil Simpangan Tingkat Struktur Portal

Hasil simpangan tingkat struktur yang terjadi dapat dilihat pada tabel 4.10 sampai 4.27.

Tabel 4.10 Simpangan tingkat arah x pada portal tipe I eksentrik (bentang 5 m)

TINGKAT	V (KN)	Wj (KN)	Hj (m)	Wj . Hj	Fj (KN)	Fx = Fy	dx	$Wj.dx^2$	Fj . dx
Atap	1246.4572	1916.8	35.5	68046.514	158.3707726	39.592693	0.02926	1.641403	1.15860098
10	1246.4572	2883.66	32	92277.005	214.7645746	53.691144	0.02735	2.1570399	1.46845278
9	1246.4572	2883.66	28.5	82184.207	191.2746992	47.818675	0.02486	1.7818694	1.18867662
8	1246.4572	2883.66	25	72091.41	167.7848239	41.946206	0.02191	1.3846729	0.91916721
7	1246.4572	2883.66	21.5	61998.613	144.2949485	36.073737	0.01861	0.9983808	0.67122403
6	1246.4572	2883.66	18	51905.815	120.8050732	30.201268	0.01508	0.6561099	0.45555593
5	1246.4572	2883.66	14.5	41813.018	97.31519785	24.328799	0.01186	0.4056824	0.28856389
4	1246.4572	2883.66	11	31720.22	73.8253225	18.456331	0.00863	0.2149649	0.15935196
3	1246.4572	2883.66	7.5	21627.423	50.33544716	12.583862	0.00545	0.0856518	0.06858205
2	1246.4572	2973.96	4	11895.825	27.68622414	6.921556	0.0024	0.01713	0.01661173
		27960		535560.05	1246.457084	311.61427	0.16542	9.3429049	6.39478718

$$T\ Reyleigh = 6{,}3\sqrt{\frac{\Sigma Wj.\delta j^2}{g.\Sigma Fj.\delta j}} = 6{,}3\sqrt{\frac{9{,}3429049}{9{,}81.6{,}39478718}}$$

$$2{,}4246\ dt > 0{,}825\ dt$$

Tabel 4.11 Simpangan tingkat arah y pada portal tipe I eksentrik (bentang 5 m)

TINGKAT	V (KN)	Wj (KN)	Hj (m)	Wj . Hj	Fj (KN)	Fx = Fy	dy	$Wj.dy^2$	Fj . dy
Atap	1246.4572	1916.8	35.5	68046.514	158.3707726	39.592693	0.09404	16.951291	3.72329686
10	1246.4572	2883.66	32	92277.005	214.7645746	53.691144	0.0909	23.827105	4.88052496
9	1246.4572	2883.66	28.5	82184.207	191.2746992	47.818675	0.08493	20.800116	4.06124005
8	1246.4572	2883.66	25	72091.41	167.7848239	41.946206	0.07637	16.818571	3.20343175
7	1246.4572	2883.66	21.5	61998.613	144.2949485	36.073737	0.06566	12.432122	2.36860158
6	1246.4572	2883.66	18	51905.815	120.8050732	30.201268	0.04394	5.5675435	1.32704373
5	1246.4572	2883.66	14.5	41813.018	97.31519785	24.328799	0.04332	5.4115342	1.05392359
4	1246.4572	2883.66	11	31720.22	73.8253225	18.456331	0.03195	2.9436437	0.58967976
3	1246.4572	2883.66	7.5	21627.423	50.33544716	12.583862	0.0201	1.165026	0.25293562
2	1246.4572	2973.96	4	11895.825	27.68622414	6.921556	0.00851	0.2153742	0.05890244
		27960		535560.05	1246.457084	311.61427	0.55972	106.13233	21.5195804

$$T\ \text{Reyleigh} = 6{,}3\sqrt{\frac{\Sigma Wj.\delta j^2}{g.\Sigma Fj.\delta j}} = 6{,}3\sqrt{\frac{106{,}13233}{9{,}81.21{,}5195804}}$$

$$= 4{,}455\ \text{dt} > 0.825\ \text{dt}$$

Tabel 4.12 Simpangan tingkat arah x portal tipe I konsentrik (bentang 5 m)

TINGKAT	V (KN)	Wj (KN)	Hj (m)	Wj . Hj	Fj (KN)	Fx = Fy	dx	$Wj.dx^2$	Fj . dx
Atap	1246.4572	1916.8	35.5	68046.514	158.3707726	39.592693	0.02692	1.3890812	1.0658353
10	1246.4572	2883.66	32	92277.005	214.7645746	53.691144	0.02499	1.8009878	1.34179537
9	1246.4572	2883.66	28.5	82184.207	191.2746992	47.818675	0.0226	1.4733778	1.08089333
8	1246.4572	2883.66	25	72091.41	167.7848239	41.946206	0.01985	1.1356532	0.83242246
7	1246.4572	2883.66	21.5	61998.613	144.2949485	36.073737	0.01679	0.8133019	0.60582234
6	1246.4572	2883.66	18	51905.815	120.8050732	30.201268	0.01358	0.5314803	0.41001242
5	1246.4572	2883.66	14.5	41813.018	97.31519785	24.328799	0.01062	0.3249253	0.25825021
4	1246.4572	2883.66	11	31720.22	73.8253225	18.456331	0.00769	0.1705282	0.14192918
3	1246.4572	2883.66	7.5	21627.423	50.33544716	12.583862	0.00484	0.0675514	0.06090589
2	1246.4572	2973.96	4	11895.825	27.68622414	6.921556	0.00214	0.0136195	0.01481213
		27960		535560.05	1246.457084	311.61427	0.150015	7.7205066	5.81267862

$$T\ \text{Reyleigh} = 6{,}3\sqrt{\frac{\Sigma Wj.\delta j^2}{g.\Sigma Ifj.\delta j}} = 6{,}3\sqrt{\frac{7{,}7205066}{9{,}81.5{,}81267862}}$$

$$= 2{,}3119\ \text{dt} > 0.825\ \text{dt}$$

Tabel 4.13 Simpangan tingkat arah y portal tipe I konsentrik (bentang 5 m)

TINGKAT	V (KN)	Wj (KN)	Hj (m)	Wj . Hj	Fj (KN)	Fx = Fy	dy	$Wj.dx^2$	Fj . Dx
Atap	1246.4572	1916.8	35.5	68046.514	158.3707726	39.592693	0.09164	16.097102	3.6282744
10	1246.4572	2883.66	32	92277.005	214.7645746	53.691144	0.08878	22.728658	4.76669973
9	1246.4572	2883.66	28.5	82184.207	191.2746992	47.818675	0.08325	19.985361	3.98090468
8	1246.4572	2883.66	25	72091.41	167.7848239	41.946206	0.07506	16.246531	3.14848222
7	1246.4572	2883.66	21.5	61998.613	144.2949485	36.073737	0.06461	12.037686	2.33072416
6	1246.4572	2883.66	18	51905.815	120.8050732	30.201268	0.05292	8.0757559	1.59825112
5	1246.4572	2883.66	14.5	41813.018	97.31519785	24.328799	0.04259	5.2306877	1.03616357
4	1246.4572	2883.66	11	31720.22	73.8253225	18.456331	0.0315	2.8613081	0.58137441
3	1246.4572	2883.66	7.5	21627.423	50.33544716	12.583862	0.0199	1.1419568	0.25041885
2	1246.4572	2973.96	4	11895.825	27.68622414	6.921556	0.0085	0.2148683	0.05883323
		27960		535560.05	1246.457084	311.61427	0.55875	104.61991	21.3801264

$$T\ Reyleigh = 6{,}3\sqrt{\frac{\Sigma Wj.\delta j^2}{g.\Sigma Fj.\delta j}} = 6{,}3\sqrt{\frac{104{,}61991}{9{,}81.21{,}3801264}}$$

$$= 4{,}4376\ dt\ >\ 0.825\ dt$$

Tabel 4.14 Simpangan tingkat arah x portal tipe I tanpa pengekang (bentang 5 m)

TINGKAT	V (KN)	Wj (KN)	Hj (m)	Wj . Hj	Fj (KN)	Fx = Fy	dx	$Wj.dx^2$	Fj . dx
Atap	1050.5447	1910.7	35.5	67829.85	133.6014227	33.400356	0.07766	11.522389	2.59373802
10	1050.5447	2871.45	32	91886.4	180.9845166	45.246129	0.07477	16.051705	3.38291734
9	1050.5447	2871.45	28.5	81836.325	161.1893351	40.297334	0.06998	14.062468	2.82004772
8	1050.5447	2871.45	25	71786.25	141.3941536	35.348538	0.06318	11.460551	2.23317926
7	1050.5447	2871.45	21.5	61736.175	121.5989721	30.399743	0.0546	8.5615062	1.65994757
6	1050.5447	2871.45	18	51686.1	101.8037906	25.450948	0.04484	5.7736684	1.14124594
5	1050.5447	2871.45	14.5	41636.025	82.0086091	20.502152	0.03516	3.5489524	0.72077367
4	1050.5447	2871.45	11	31585.95	62.2134276	15.553357	0.025	1.7946563	0.38883392
3	1050.5447	2871.45	7.5	21535.875	42.41824609	10.604562	0.0149	0.6374906	0.15800797
2	1050.5447	2961.45	4	11845.8	23.33214042	5.8330351	0.00576	0.0982538	0.03359828
		27843.8		533364.75	1050.544614	262.63615	0.465841	73.511641	15.1322897

$$T\ Reyleigh = 6{,}3\sqrt{\frac{\Sigma Wj.\delta j^2}{g.\Sigma Fj.\delta j}} = 6{,}3\sqrt{\frac{73{,}511641}{9{,}81\ 15{,}1322897}}$$

$$= 4{,}4215\ dt\ >\ 1{,}2362\ dt$$

Tabel 4.15 Simpangan tingkat arah y portal tipe I tanpa pengekang(bentang 5m)

TINGKAT	V (KN)	Wj (KN)	Hj (m)	Wj . Hj	Fj (KN)	Fx = Fy	dy	$Wj.dy^2$	Fj . dy
Atap	1050.5447	1910.7	35.5	67829.85	133.6014227	33.400356	0.08687	14.418901	2.9014889
10	1050.5447	2871.45	32	91886.4	180.9845166	45.246129	0.08428	20.396249	3.81334377
9	1050.5447	2871.45	28.5	81836.325	161.1893351	40.297334	0.07923	18.02522	3.19275776
8	1050.5447	2871.45	25	71786.25	141.3941536	35.348538	0.07175	14.782404	2.53625763
7	1050.5447	2871.45	21.5	61736.175	121.5989721	30.399743	0.06217	11.098467	1.88995202
6	1050.5447	2871.45	18	51686.1	101.8037906	25.450948	0.0513	7.5567663	1.30563361
5	1050.5447	2871.45	14.5	41636.025	82.0086091	20.502152	0.04142	4.9263067	0.84919915
4	1050.5447	2871.45	11	31585.95	62.2134276	15.553357	0.0308	2.7239723	0.47904339
3	1050.5447	2871.45	7.5	21535.875	42.41824609	10.604562	0.0195	1.0918689	0.20678895
2	1050.5447	2961.45	4	11845.8	23.33214042	5.8330351	0.00849	0.2134616	0.04952247
		27843.8		533364.75	1050.544614	262.63615	0.53581	95.233617	17.2239876

$$T\ Reyleigh = 6{,}3\sqrt{\frac{\Sigma Wj.\delta j^2}{g.\Sigma Fj.\delta j}} = 6{,}3\sqrt{\frac{95{,}233617}{9{,}81.17{,}2239876}}$$

$$= 4{,}717\ dt\ >\ 1{,}2362\ dt$$

Tabel 4.16 Simpangan tingkat arah x pada portal tipe II eksentrik (bentang 6 m)

TINGKAT	V (KN)	Wj (KN)	Hj (m)	Wj . Hj	Fj (KN)	Fx = Fy	dx	$Wj.dx^2$	Fj . dx
Atap	1317.5659	2012.13	35.5	71430.48	167.7797654	41.944941	0.02558	1.3161957	1.07278382
10	1317.5659	3019.37	32	96619.917	226.9460733	56.736518	0.02404	1.744525	1.36377569
9	1317.5659	3019.37	28.5	86052.113	202.1238465	50.530962	0.022	1.4615091	1.11173169
8	1317.5659	3019.37	25	75484.31	177.3016197	44.325405	0.01957	1.1561377	0.86735952
7	1317.5659	3019.37	21.5	64916.507	152.479393	38.119848	0.01682	0.8537101	0.64098525
6	1317.5659	3019.37	18	54348.703	127.6571662	31.914292	0.01382	0.5769276	0.44115125
5	1317.5659	3019.37	14.5	43780.9	102.8349394	25.708735	0.01096	0.3625595	0.28171632
4	1317.5659	3019.37	11	33213.096	78.01271268	19.503178	0.00804	0.1949829	0.15672754
3	1317.5659	3019.37	7.5	22645.293	53.19048592	13.297621	0.00511	0.0788422	0.06795085
2	1317.5659	3112.14	4	12448.549	29.23982302	7.3099558	0.00226	0.0158956	0.0165205
		29279.2		560939.87	1317.565825	329.39146	0.148184	7.7612853	6.02070242

$$T\ Reyleigh = 6{,}3\sqrt{\frac{\Sigma Wj.\delta j^2}{g.\Sigma Fj.\delta j}} = 6{,}3\sqrt{\frac{7{,}7612853}{9{,}81.6{,}02070242}}$$

$$= 2{,}2776\ dt\ >\ 0{,}799\ dt$$

Tabel 4.17 Simpangan tingkat arah y pada portal tipe II eksentrik (bentang 6 m)

TINGKAT	V (KN)	Wj (KN)	Hj (m)	Wj . Hj	Fj (KN)	Fx = Fy	dy	Wj . dy^2	Fj . dy
Atap	1317.5659	2012.13	35.5	71430.48	167.7797654	41.944941	0.09517	18.224489	3.99190007
10	1317.5659	3019.37	32	96619.917	226.9460733	56.736518	0.09224	25.689477	5.23337645
9	1317.5659	3019.37	28.5	86052.113	202.1238465	50.530962	0.08665	22.67012	4.37850782
8	1317.5659	3019.37	25	75484.31	177.3016197	44.325405	0.07838	18.549286	3.47422524
7	1317.5659	3019.37	21.5	64916.507	152.479393	38.119848	0.0678	13.879572	2.58452571
6	1317.5659	3019.37	18	54348.703	127.6571662	31.914292	0.05582	9.4079791	1.78145575
5	1317.5659	3019.37	14.5	43780.9	102.8349394	25.708735	0.0448	6.0600012	1.15175132
4	1317.5659	3019.37	11	33213.096	78.01271268	19.503178	0.03296	3.2801302	0.64282475
3	1317.5659	3019.37	7.5	22645.293	53.19048592	13.297621	0.0206	1.2813009	0.273931
2	1317.5659	3112.14	4	12448.549	29.23982302	7.3099558	0.00865	0.2328579	0.06323112
		29279.2		560939.87	1317.565825	329.39146	0.58307	119.27521	23.5757292

$$T\ Reyleigh = 6{,}3\sqrt{\frac{\Sigma Wj.\delta j^2}{g.\Sigma Fj.\delta j}} = 6{,}3\sqrt{\frac{119{,}27521}{9{,}81.23{,}5757292}}$$

$$= 4{,}5122\ dt > 0{,}799\ dt$$

Tabel 4.18 Simpangan tingkat arah x portal tipe II konsentrik (bentang 6 m)

TINGKAT	V (KN)	Wj (KN)	Hj (m)	Wj . Hj	Fj (KN)	Fx = Fy	dx	Wj . dx^2	Fj . dx
Atap	1317.5659	2012.13	35.5	71430.48	167.7797654	41.944941	0.02209	0.9821201	0.92668959
10	1317.5659	3019.37	32	96619.917	226.9460733	56.736518	0.02068	1.2906477	1.17302752
9	1317.5659	3019.37	28.5	86052.113	202.1238465	50.530962	0.01885	1.0727371	0.9524581
8	1317.5659	3019.37	25	75484.31	177.3016197	44.325405	0.01668	0.8399563	0.73930343
7	1317.5659	3019.37	21.5	64916.507	152.479393	38.119848	0.01423	0.6114015	0.54244544
6	1317.5659	3019.37	18	54348.703	127.6571662	31.914292	0.0116	0.406567	0.37033344
5	1317.5659	3019.37	14.5	43780.9	102.8349394	25.708735	0.00915	0.2528447	0.23526063
4	1317.5659	3019.37	11	33213.096	78.01271268	19.503178	0.00669	0.1351353	0.13047626
3	1317.5659	3019.37	7.5	22645.293	53.19048592	13.297621	0.00425	0.0545374	0.05651489
2	1317.5659	3112.14	4	12448.549	29.23982302	7.3099558	0.00189	0.0111169	0.01381582
		29279.2		560939.87	1317.565825	329.39146	0.126111	5.657064	5.14032511

$$T\ Reyleigh = 6{,}3\sqrt{\frac{\Sigma Wj.\delta j^2}{g.\Sigma Fj.\delta j}} = 6{,}3\sqrt{\frac{5{,}657064}{9{,}81.5{,}14032511}}$$

$$= 2{,}104\ dt > 0{,}799\ dt$$

Tabel 4.19 Simpangan tingkat arah y portal tipe II konsentrik (bentang 6 m)

TINGKAT	V (KN)	Wj (KN)	Hj (m)	Wj . Hj	Fj (KN)	Fx = Fy	dy	Wj . dy^2	Fj . dy
Atap	1317.5659	2012.13	35.5	71430.48	167.7797654	41.944941	0.09098	16.655094	3.81615076
10	1317.5659	3019.37	32	96619.917	226.9460733	56.736518	0.08819	23.483097	5.00359355
9	1317.5659	3019.37	28.5	86052.113	202.1238465	50.530962	0.08284	20.720339	4.18598486
8	1317.5659	3019.37	25	75484.31	177.3016197	44.325405	0.07492	16.947757	3.32085934
7	1317.5659	3019.37	21.5	64916.507	152.479393	38.119848	0.06479	12.674553	2.46978497
6	1317.5659	3019.37	18	54348.703	127.6571662	31.914292	0.05332	8.5841434	1.70167003
5	1317.5659	3019.37	14.5	43780.9	102.8349394	25.708735	0.04284	5.5413503	1.1013622
4	1317.5659	3019.37	11	33213.096	78.01271268	19.503178	0.0316	3.0150245	0.61630043
3	1317.5659	3019.37	7.5	22645.293	53.19048592	13.297621	0.0198	1.1837148	0.26329291
2	1317.5659	3112.14	4	12448.549	29.23982302	7.3099558	0.00839	0.2190699	0.06133053
		29279.2		560939.87	1317.565825	329.39146	0.55767	109.02414	22.5403296

$$T\ Reyleigh = 6{,}3\sqrt{\frac{\Sigma Wj.\delta j^2}{g.\Sigma Fj.\delta j}} = 6{,}3\sqrt{\frac{109{,}02414}{9{,}81.22{,}5403296}}$$

$$= 4{,}4119\ dt\ >\ 0{,}799\ dt$$

Tabel 4.20 Simpangan tingkat arah x portal tipe II tanpa pengekang (bentang 6 m)

TINGKAT	V (KN)	Wj (KN)	Hj (m)	Wj . Hj	Fj (KN)	Fx = Fy	dx	$Wj.dx^2$	Fj . dx
Atap	1099.7163	2005.18	35.5	71183.89	140.1795105	35.044878	0.07616	11.629821	2.66891274
10	1099.7163	3005.48	32	96175.36	189.3941857	47.348546	0.07323	16.118607	3.4674761
9	1099.7163	3005.48	28.5	85656.18	168.6791967	42.169799	0.06853	14.113995	2.889812
8	1099.7163	3005.48	25	75137	147.9642076	36.991052	0.06191	11.519548	2.29011602
7	1099.7163	3005.48	21.5	64617.82	127.2492185	31.812305	0.05362	8.6401019	1.70568034
6	1099.7163	3005.48	18	54098.64	106.5342295	26.633557	0.04421	5.8729544	1.1773364
5	1099.7163	3005.48	14.5	43579.46	85.81924041	21.45481	0.03468	3.6155319	0.74413863
4	1099.7163	3005.48	11	33060.28	65.10425135	16.276063	0.0247	1.8336133	0.40201875
3	1099.7163	3005.48	7.5	22541.1	44.38926228	11.097316	0.0147	0.6494542	0.16313054
2	1099.7163	3097.98	4	12391.92	24.40289902	6.1007248	0.00571	0.1010068	0.03483514
		29147		558441.65	1099.716202	274.92905	0.457444	74.094633	15.5434567

$$T\ Reyleigh = 6{,}3\sqrt{\frac{\Sigma Wj.\delta j^2}{g.\Sigma Fj.\delta j}} = 6{,}3\sqrt{\frac{74{,}094633}{9{,}81.15{,}5434567}}$$

$$= 4{,}3799\ dt\ >\ 1{,}2362\ dt$$

Tabel 4.21 Simpangan tingkat arah yportal tipe II tanpa pengekang (bentang 6m)

INGKAT	V (KN)	Wj (KN)	Hj (m)	Wj . Hj	Fj (KN)	Fx = Fy	dy	Wj . dy^2	Fj . dy
Atap	1099.7163	2005.18	35.5	71183.89	140.1795105	35.044878	0.08359	14.01077	2.92940132
10	1099.7163	3005.48	32	96175.36	189.3941857	47.348546	0.08108	19.757925	3.83902014
9	1099.7163	3005.48	28.5	85656.18	168.6791967	42.169799	0.07631	17.50156	3.21797737
8	1099.7163	3005.48	25	75137	147.9642076	36.991052	0.06928	14.425458	2.56274008
7	1099.7163	3005.48	21.5	64617.82	127.2492185	31.812305	0.0603	10.928196	1.91828197
6	1099.7163	3005.48	18	54098.64	106.5342295	26.633557	0.05019	7.5709126	1.33673824
5	1099.7163	3005.48	14.5	43579.46	85.81924041	21.45481	0.04054	4.9394811	0.869778
4	1099.7163	3005.48	11	33060.28	65.10425135	16.276063	0.0301	2.7229949	0.48990949
3	1099.7163	3005.48	7.5	22541.1	44.38926228	11.097315	0.0192	1.1079401	0.21306846
2	1099.7163	3097.98	4	12391.92	24.40289902	6.1007248	0.0084	0.2185935	0.05124609
		29147		558441.65	1099.716202	274.92905	0.51899	93.18383	17.4281612

$$\text{T Reyleigh} = 6{,}3\sqrt{\frac{\Sigma Wj.\delta j^2}{g.\Sigma Fj.\delta j}} = 6{,}3\sqrt{\frac{93{,}18383}{9{,}81.17{,}4281612}}$$

$$= 4{,}6386 \text{ dt} > 1{,}2362 \text{ dt}$$

Tabel 4.22 Simpangan tingkat arah x portal tipe III eksentrik (bentang 7 m)

TINGKAT	V (KN)	Wj (KN)	Hj (m)	Wj . Hj	Fj (KN)	Fx = Fy	dx	$Wj.dx^2$	Fj . dx
Atap	1389.2029	2107.49	35.5	74815.76	177.2615065	44.315377	0.0229	1.1051868	1.01482212
10	1389.2029	3155.16	32	100965.2	239.2175508	59.804388	0.02166	1.4802621	1.29536304
9	1389.2029	3155.16	28.5	89922.128	213.0531312	53.263283	0.01995	1.2560143	1.06270902
8	1389.2029	3155.16	25	78879.06	186.8887115	46.722178	0.01787	1.0075598	0.83492532
7	1389.2029	3155.16	21.5	67835.992	160.7242919	40.181073	0.01548	0.7563659	0.62212355
6	1389.2029	3155.16	18	56792.923	134.5598723	33.639968	0.01285	0.5208261	0.43220631
5	1389.2029	3155.16	14.5	45749.855	108.3954527	27.098863	0.01025	0.331748	0.27787174
4	1389.2029	3155.16	11	34706.786	82.23103308	20.557758	0.00756	0.180472	0.15547833
3	1389.2029	3155.16	7.5	23663.718	56.06661346	14.016653	0.00483	0.0736065	0.06770044
2	1389.2029	3250.4	4	13001.594	30.80476714	7.7011918	0.00213	0.0147467	0.01640354
		30599.2		586333.01	1389.202931	347.30073	0.13549	6.7267884	5.7796034

$$\text{T Reyleigh} = 6{,}3\sqrt{\frac{\Sigma Wj.\delta j^2}{g.\Sigma Fj.\delta j}} = 6{,}3\sqrt{\frac{6{,}7267884}{9{,}81.5{,}7796034}}$$

$$= 2{,}1642 \text{ dt} > 0{,}775 \text{ dt}$$

Tabel 4.23 Simpangan tingkat arah y portal tipe III eksentrik (bentang 7 m)

TINGKAT	V (KN)	Wj (KN)	Hj (m)	Wj . Hj	Fj (KN)	Fx = Fy	dy	Wj . dy^2	Fj . dy
Atap	1389.2029	2107.49	35.5	74815.76	177.2615065	44.315377	0.09209	17.87268	4.08100303
10	1389.2029	3155.16	32	100965.2	239.2175508	59.804388	0.08919	25.098863	5.33395334
9	1389.2029	3155.16	28.5	89922.128	213.0531312	53.263283	0.08362	22.061856	4.45387571
8	1389.2029	3155.16	25	78879.06	186.8887115	46.722178	0.07539	17.932845	3.52238499
7	1389.2029	3155.16	21.5	67835.992	160.7242919	40.181073	0.06488	13.281386	2.60694801
6	1389.2029	3155.16	18	56792.923	134.5598723	33.639968	0.05312	8.9030303	1.7869551
5	1389.2029	3155.16	14.5	45749.855	108.3954527	27.098863	0.04261	5.728551	1.15468256
4	1389.2029	3155.16	11	34706.786	82.23103308	20.557758	0.03135	3.1009646	0.64448572
3	1389.2029	3155.16	7.5	23663.718	56.06661346	14.016653	0.0196	1.2120872	0.27472641
2	1389.2029	3250.4	4	13001.594	30.80476714	7.7011918	0.00823	0.2201589	0.06338081
		30599.2		586333.01	1389.202931	347.30073	0.56008	115.41242	23.9223957

$$T\ Reyleigh = 6{,}3\sqrt{\frac{\Sigma Wj.\delta j^2}{g.\Sigma Fj.\delta j}} = 6{,}3\sqrt{\frac{115{,}41242}{9{,}81.23{,}9223957}}$$

$$= 4{,}4\ dt > 0{,}775\ dt$$

Tabel 4.24 Simpangan tingkat arah x portal tipe III konsentrik (bentang 7 m)

TINGKAT	V (KN)	Wj (KN)	Hj (m)	Wj . Hj	Fj (KN)	Fx = Fy	dx	$Wj.dx^2$	Fj . dx
Atap	1389.2029	2107.49	35.5	74815.76	177.2615065	44.315377	0.01968	0.8164004	0.87221524
10	1389.2029	3155.16	32	100965.2	239.2175508	59.804388	0.01864	1.0957895	1.11451457
9	1389.2029	3155.16	28.5	89922.128	213.0531312	53.263283	0.01718	0.9312538	0.9150632
8	1389.2029	3155.16	25	78879.06	186.8887115	46.722178	0.01537	0.7451718	0.71802643
7	1389.2029	3155.16	21.5	67835.992	160.7242919	40.181073	0.01326	0.5545973	0.53272067
6	1389.2029	3155.16	18	56792.923	134.5598723	33.639968	0.01092	0.3764485	0.36744937
5	1389.2029	3155.16	14.5	45749.855	108.3954527	27.098863	0.00869	0.2382656	0.23548912
4	1389.2029	3155.16	11	34706.786	82.23103308	20.557758	0.00641	0.1296396	0.13177523
3	1389.2029	3155.16	7.5	23663.718	56.06661346	14.016653	0.0041	0.0530383	0.05746828
2	1389.2029	3250.4	4	13001.594	30.80476714	7.7011918	0.00162	0.0107666	0.01401617
		30599.2		586333.01	1389.202931	347.30073	0.116067	4.9513713	4.95873828

$$T\ Reyleigh = 6{,}3\sqrt{\frac{\Sigma Wj.\delta j^2}{g.\Sigma Fj.\delta j}} = 6{,}3\sqrt{\frac{4{,}9513713}{9{,}81.4{,}95873828}}$$

$$= 2{,}0045\ dt > 0{,}775\ dt$$

Tabel 4.25 Simpangan tingkat arah y portal tipe III konsentrik (bentang 7 m)

INGKAT	V (KN)	Wj (KN)	Hj (m)	Wj . Hj	Fj (KN)	Fx = Fy	dy	Wj . dy^2	Fj . dy
Atap	1389.2029	2107.49	35.5	74815.76	177.2615065	44.315377	0.09154	17.659832	4.05662958
10	1389.2029	3155.16	32	100965.2	239.2175508	59.804388	0.08867	24.807051	5.30285506
9	1389.2029	3155.16	28.5	89922.128	213.0531312	53.263283	0.08318	21.830292	4.43043986
8	1389.2029	3155.16	25	78879.06	186.8887115	46.722178	0.07506	17.776196	3.50696667
7	1389.2029	3155.16	21.5	67835.992	160.7242919	40.181073	0.06471	13.211877	2.60011723
6	1389.2029	3155.16	18	56792.923	134.5598723	33.639968	0.05311	8.8996786	1.7866187
5	1389.2029	3155.16	14.5	45749.855	108.3954527	27.098863	0.04261	5.728551	1.15468256
4	1389.2029	3155.16	11	34706.786	82.23103308	20.557758	0.0313	3.0910811	0.64345783
3	1389.2029	3155.16	7.5	23663.718	56.06661346	14.016653	0.0196	1.2120872	0.27472641
2	1389.2029	3250.4	4	13001.594	30.80476714	7.7011918	0.00823	0.2201589	0.06338081
		30599.2		586333.01	1389.202931	347.30073	0.55801	114.4368	23.8198747

$$T\ Reyleigh = 6{,}3\sqrt{\frac{\Sigma Wj.\delta j^2}{g.\Sigma Fj.\delta j}} = 6{,}3\sqrt{\frac{114{,}4368}{9{,}81.23{,}8198747}}$$

$$= 4{,}397\ dt\ >\ 0{,}775\ dt$$

Tabel 4.26 Simpangan tingkat arah x portal tipe III tanpa pengekang (bentang 7m)

TINGKAT	V (KN)	Wj (KN)	Hj (m)	Wj . Hj	Fj (KN)	Fx = Fy	dx	$Wj.dx^2$	Fj . dx
Atap	1148.8879	2099.66	35.5	74537.93	146.7574913	36.689373	0.075789	12.060389	2.78065088
10	1148.8879	3139.51	32	100464.32	197.8038774	49.450969	0.073007	16.733658	3.61026692
9	1148.8879	3139.51	28.5	89476.035	176.1690783	44.04227	0.068429	14.700844	3.01376847
8	1148.8879	3139.51	25	78487.75	154.5342792	38.63357	0.061946	12.047263	2.39319512
7	1148.8879	3139.51	21.5	67499.465	132.8994801	33.22487	0.053753	9.0712531	1.78593644
6	1148.8879	3139.51	18	56511.18	111.2646811	27.81617	0.044227	6.140968	1.23022576
5	1148.8879	3139.51	14.5	45522.895	89.62988196	22.40747	0.034667	3.7730659	0.77679978
4	1148.8879	3139.51	11	34534.61	67.99508286	16.998771	0.0247	1.9153837	0.41986964
3	1148.8879	3139.51	7.5	23546.325	46.36028377	11.590071	0.0147	0.6784167	0.17037404
2	1148.8879	3234.51	4	12938.04	25.47366546	6.3684164	0.00564	0.1028885	0.03591787
		30450.3		583518.55	1148.887802	287.22195	0.456858	77.22413	16.2170049

$$T\ Reyleigh = 6{,}3\sqrt{\frac{\Sigma Wj.\delta j^2}{g.\Sigma Fj.\delta j}} = 6{,}3\sqrt{\frac{77{,}22413}{9{,}81.16{,}2170049}}$$

$$= 4{,}3893\ dt\ >\ 1{,}2362\ dt$$

Tabel 4.27 Simpangan tingkat arah y portal tipe III tanpa pengekang (bentang 7m)

TINGKAT	V (KN)	Wj (KN)	Hj (m)	Wj . Hj	Fj (KN)	Fx = Fy	dy	Wj . dy^2	Fj . dy
Atap	1148.8879	2099.66	35.5	74537.93	146.7574913	36.689373	0.08309	14.495944	3.04851999
10	1148.8879	3139.51	32	100464.32	197.8038774	49.450969	0.08043	20.309443	3.97734147
9	1148.8879	3139.51	28.5	89476.035	176.1690783	44.04227	0.07532	17.810762	3.31726374
8	1148.8879	3139.51	25	78487.75	154.5342792	38.63357	0.06775	14.410547	2.61742435
7	1148.8879	3139.51	21.5	67499.465	132.8994801	33.22487	0.05814	10.612359	1.93169394
6	1148.8879	3139.51	18	56511.18	111.2646811	27.81617	0.04765	7.1283281	1.32544051
5	1148.8879	3139.51	14.5	45522.895	89.62988196	22.40747	0.03847	4.6462893	0.86201539
4	1148.8879	3139.51	11	34534.61	67.99508286	16.998771	0.0286	2.5679936	0.48616484
3	1148.8879	3139.51	7.5	23546.325	46.36028377	11.590071	0.0183	1.0513905	0.2120983
2	1148.8879	3234.51	4	12938.04	25.47366546	6.3684164	0.00802	0.208045	0.0510747
		30450.3		583518.55	1148.887802	287.22195	0.50577	93.241101	17.8290372

$$\text{T Reyleigh} = 6{,}3\sqrt{\frac{\Sigma Wj.\delta j^2}{g.\Sigma Fj.\delta j}} = 6{,}3\sqrt{\frac{93{,}241101}{9{,}81.17{,}8290372}}$$

$$= 4{,}5876 \text{ dt} > 1{,}2362 \text{ dt}$$

Karena T Reyleigh lebih besar 20% dari T awal, maka waktu getar alami (T) dihitung ulang dari awal sesuai dengan pembebanan gaya gempa yang baru.

Dimensi profil yang dipakai seperti terlihat dalam tabel 4.28 sampai 4.30.

Tabel 4.28 Dimensi profil struktur portal tipe I (bentang 5m)

Elemen	Tipe11 Profil	Tipe12 Profil	Tipe13 Profil
KBPi	W14X193	W14X193	W14X211
KBTg	W14X311	W14X311	W14X311
KAPi	W14X145	W14X120	W14X132
KATg	W14X145	W14X145	W14X159
BYBPi	W14X61	W14X61	W14X61
BYBTg	W14X74	W14X90	W14X90
BXBPI	W14X34	W14X34	W14X43
BXBTg	W14X38	W14X38	W14X53
BYAPi	W14X61	W14X61	W14X61
BYATg	W14X82	W14X74	W14X74
BXAPi	W14X38	W14X38	W14X43
BXATg	W14X38	W14X38	W14X43
BrB	W12X35	W12X35	
BrA	W12X26	W12X30	

Tabel 4.29 Dimensi profil struktur portal tipe II (bentang 6m)

Elemen	Tipe21 Profil	Tipe22 Profil	Tipe23 Profil
KBPi	W14X211	W14X211	W14X233
KBTg	W14X311	W14X311	W14X311
KAPi	W14X132	W14X132	W14X145
KATg	W14X145	W14X145	W14X159
BYBPi	W14X61	W14X61	W14X61
BYBTg	W14X83	W14X90	W14X90
BXBPI	W14X38	W14X43	W14X53
BXBTg	W14X43	W14X53	W14X61
BYAPi	W14X61	W14X61	W14X61
BYATg	W14X68	W14X74	W14X74
BXAPi	W14X38	W14X38	W14X48
BXATg	W14X43	W14X48	W14X48
BrB	W12X35	W12X35	
BrA	W12X26	W12X26	

Tabel 4.30 Dimensi profil struktur portal III (bentang 7m)

Elemen	Tipe31 Profil	Tipe32 Profil	Tipe33 Profil
KBPi	W14X233	W14X233	W14X257
KBTg	W14X257	W14X311	W14X311
KAPi	W14X145	W14X145	W14X159
KATg	W14X145	W14X145	W14X159
BYBPi	W14X61	W14X61	W14X61
BYBTg	W14X82	W14X90	W14X90
BXBPI	W14X43	W14X48	W14X53
BXBTg	W14X53	W14X61	W14X61
BYAPi	W14X61	W14X61	W14X61
BYATg	W14X74	W14X82	W14X82
BXAPi	W14X43	W14X53	W14X53
BXATg	W14X53	W14X61	W14X61
BrB	W12X40	W12X40	
BrA	W12X35	W12X35	

Keterangan :

KBPi : Kolom bawah tepi,

KBTg : Kolom bawah tengah,

KAPi : Kolom atas tepi,

KATg : Kolom atas tengah,

BYBPi : Balok arah Y bawah tepi,
BYBTg : Balok arah Y bawah tengah,
BXBPi : Balok arah X bawah tepi,
BXBTg : Balok arah X bawah tengah,
BYAPi : Balok arah Y atas tepi,
BYATg : Balok arah Y atas tengah,
BXAPi : Balok arah X atas tepi,
BXATg : Balok arah X atas tengah,
BrB : Bracing bawah,
BrA : Bracing atas.

Selanjutnya tabel simpangan struktur akibat gaya geser gempa pada iterasi kedua dapat dilihat pada tabel 4.31 sampai 4.48.

Tabel 4.31 Simpangan tingkat arah x portal tipe I eksentrik (bentang 5 m)

TINGKAT	V (KN)	Wj (KN)	Hj (m)	Wj . Hj	Fj (KN)	Fx = Fy	dx (m)	$Wj.dx^2$	Fj . dx
Atap	699.00027	1916.8	35.5	68046.514	88.8126864	22.203172	0.020023	0.8347169	0.46333578
10	699.00027	2883.66	32	92277.005	120.4377455	30.109436	0.018846	1.1065424	0.58981375
9	699.00027	2883.66	28.5	82184.207	107.2648671	26.816217	0.017245	0.9215795	0.47939351
8	699.00027	2883.66	25	72091.41	94.09198869	23.522997	0.015315	0.7227036	0.37239257
7	699.00027	2883.66	21.5	61998.613	80.91911028	20.229778	0.013112	0.5263253	0.27330429
6	699.00027	2883.66	18	51905.815	67.74623186	16.936558	0.010721	0.3496206	0.18648844
5	699.00027	2883.66	14.5	41813.018	54.57335344	13.643338	0.008521	0.2197215	0.1190927
4	699.00027	2883.66	11	31720.22	41.40047503	10.350119	0.006293	0.1191133	0.06652021
3	699.00027	2883.66	7.5	21627.423	28.22759661	7.0568992	0.00406	0.0491862	0.02914499
2	699.00027	2973.96	4	11895.825	15.52614729	3.8815368	0.00184	0.0103996	0.00725847
		27960		535560.05	699.0002022	174.75005	0.119842	4.8599087	2.58674473

$$T\ Reyleigh = 6{,}3\sqrt{\frac{\Sigma Wj.\delta j^2}{g.\Sigma Fj.\delta j}} = 6{,}3\sqrt{\frac{4{,}8599087}{9{,}81.2{,}58674473}}$$

$$= 2{,}7571\ dt > 2{,}4246\ dt$$

Tabel 4.32 Simpangan tingkat arah y portal tipe I eksentrik (bentang 5 m)

TINGKAT	V (KN)	Wj (KN)	Hj (m)	Wj . Hj	Fj (KN)	Fx = Fy	dy	$Wj.dy^2$	Fj . dy
Atap	699.00027	1916.8	35.5	68046.514	88.8126864	22.203172	0.06158	7.8365118	1.41967079
10	699.00027	2883.66	32	92277.005	120.4377455	30.109436	0.05956	11.024071	1.86166645
9	699.00027	2883.66	28.5	82184.207	107.2648671	26.816217	0.05575	9.6271688	1.54944101
8	699.00027	2883.66	25	72091.41	94.09198869	23.522997	0.05043	7.8184141	1.22484246
7	699.00027	2883.66	21.5	61998.613	80.91911028	20.229778	0.04382	5.8316209	0.9097331
6	699.00027	2883.66	18	51905.815	67.74623186	16.936558	0.0364	3.9690935	0.6283463
5	699.00027	2883.66	14.5	41813.018	54.57335344	13.643338	0.02925	2.5711246	0.40739008
4	699.00027	2883.66	11	31720.22	41.40047503	10.350119	0.02157	1.4058586	0.22853062
3	699.00027	2883.66	7.5	21627.423	28.22759661	7.0568992	0.0135	0.5571513	0.0980909
2	699.00027	2973.96	4	11895.825	15.52614729	3.8815368	0.00572	0.1059945	0.02317277
		27960		535560.05	699.0002022	174.75005	0.3695	50.747009	8.35088449

$$T\ Reyleigh = 6{,}3\sqrt{\frac{\Sigma Wj.\delta j^2}{g.\Sigma Fj.\delta j}} = 6{,}3\sqrt{\frac{50{,}747009}{9{,}81.8{,}35088449}}$$

$$= 4{,}9584\ dt > 4{,}455\ dt$$

Tabel 4.33 Simpangan tingkat arah x portal tipe I konsentrik (bentang 5 m)

TINGKAT	V (KN)	Wj (KN)	Hj (m)	Wj . Hj	Fj (KN)	Fx = Fy	dx (m)	$Wj.dx^2$	Fj . dx
Atap	699.00027	1916.8	35.5	68046.514	88.8126864	22.203172	0.017532	0.6226324	0.40016776
10	699.00027	2883.66	32	92277.005	120.4377455	30.109436	0.016432	0.8188321	0.50737411
9	699.00027	2883.66	28.5	82184.207	107.2648671	26.816217	0.015005	0.6799856	0.41178982
8	699.00027	2883.66	25	72091.41	94.09198869	23.522997	0.013292	0.5321069	0.31953639
7	699.00027	2883.66	21.5	61998.613	80.91911028	20.229778	0.011337	0.3867547	0.23428105
6	699.00027	2883.66	18	51905.815	67.74623186	16.936558	0.009224	0.2562114	0.159644
5	699.00027	2883.66	14.5	41813.018	54.57335344	13.643338	0.007303	0.159535	0.10147915
4	699.00027	2883.66	11	31720.22	41.40047503	10.350119	0.00538	0.0856518	0.05640815
3	699.00027	2883.66	7.5	21627.423	28.22759661	7.0568992	0.00346	0.0351232	0.02462858
2	699.00027	2973.96	4	11895.825	15.52614729	3.8815368	0.00157	0.0074242	0.00613283
		27960		535560.05	699.0002022	174.75005	0.102779	3.5842572	2.22144185

$$T\ Reyleigh = 6{,}3\sqrt{\frac{\Sigma Wj.\delta j^2}{g.\Sigma Fj.\delta j}} = 6{,}3\sqrt{\frac{5{,}5842572}{9{,}81.2{,}22144185}}$$

$$= 2{,}555\ dt > 2{,}3119\ dt$$

Tabel 4.34 Simpangan tingkat arah y portal tipe I konsentrik (bentang 5 m)

TINGKAT	V (KN)	Wj (KN)	Hj (m)	Wj . Hj	Fj (KN)	Fx = Fy	dy (m)	$Wj.dy^2$	Fj . dy
Atap	699.00027	1916.8	35.5	68046.514	88.8126864	22.203172	0.05428	7.1300864	1.35417144
10	699.00027	2883.66	32	92277.005	120.4377455	30.109436	0.05268	10.143769	1.78579067
9	699.00027	2883.66	28.5	82184.207	107.2648671	26.816217	0.0496	9.0657685	1.50358527
8	699.00027	2883.66	25	72091.41	94.09198869	23.522997	0.04504	7.5829736	1.2062593
7	699.00027	2883.66	21.5	61998.613	80.91911028	20.229778	0.03919	5.860185	0.91195837
6	699.00027	2883.66	18	51905.815	67.74623186	16.936558	0.03246	4.0919918	0.63800014
5	699.00027	2883.66	14.5	41813.018	54.57335344	13.643338	0.02613	2.6474561	0.41339315
4	699.00027	2883.66	11	31720.22	41.40047503	10.350119	0.0193	1.4340135	0.23080765
3	699.00027	2883.66	7.5	21627.423	28.22759661	7.0568992	0.0122	0.5651967	0.09879659
2	699.00027	2973.96	4	11895.825	15.52614729	3.8815368	0.00517	0.1028228	0.02282344
		27960		535560.05	699.0002022	174.75005	0.36288	48.624263	8.16558601

$$T\ Reyleigh = 6{,}3\sqrt{\frac{\Sigma Wj.\delta j^2}{g.\Sigma Fj.\delta j}} = 6{,}3\sqrt{\frac{48{,}624263}{9{,}81.8{,}16558601}}$$

$$= 4{,}9084\ dt > 4{,}4376\ dt$$

Tabel 4.35 Simpangan tingkat arah xportal tipe I tanpa pengekang (bentang 5m)

TINGKAT	V (KN)	Wj (KN)	Hj (m)	Wj . Hj	Fj (KN)	Fx = Fy	dx (m)	$Wj.dx^2$	Fj . dx
Atap	696.09375	1910.7	35.5	67829.85	88.52466281	22.131166	0.05416	6.3247249	1.27329449
10	696.09375	2871.45	32	91886.4	119.9208286	29.980207	0.05211	8.8062595	1.66027389
9	696.09375	2871.45	28.5	81836.325	106.804488	26.701122	0.04875	7.7223509	1.38469349
8	696.09375	2871.45	25	71786.25	93.68814733	23.422037	0.044	6.3077233	1.09776744
7	696.09375	2871.45	21.5	61736.175	80.5718067	20.142952	0.03801	4.7282882	0.81738084
6	696.09375	2871.45	18	51686.1	67.45546607	16.863867	0.03115	3.1980979	0.56279782
5	696.09375	2871.45	14.5	41636.025	54.33912545	13.584781	0.0243	1.9559106	0.35454921
4	696.09375	2871.45	11	31585.95	41.22278482	10.305696	0.0172	0.9827538	0.19065538
3	696.09375	2871.45	7.5	21535.875	28.1064442	7.026611	0.0101	0.341157	0.07659006
2	696.09375	2961.45	4	11845.8	15.45993913	3.8649848	0.00383	0.0517436	0.01615564
		27843.8		533364.75	696.093693	174.02342	0.345272	40.41901	7.43415825

$$T\ Reyleigh = 6{,}3\sqrt{\frac{\Sigma Wj.\delta j^2}{g.\Sigma Fj.\delta j}} = 6{,}3\sqrt{\frac{40{,}41901}{9{,}81.7{,}43415825}}$$

$$= 4{,}6901\ dt > 4{,}4215\ dt$$

Tabel 4.36 Simpangan tingkat arah y portal tipe I tanpa pengekang(bentang 5m)

TINGKAT	V (KN)	Wj (KN)	Hj (m)	Wj . Hj	Fj (KN)	Fx = Fy	dy (m)	$Wj.dy^2$	Fj . dy
Atap	696.09375	1910.7	35.5	67829.85	88.52466281	22.131166	0.05559	7.5619164	1.39227163
10	696.09375	2871.45	32	91886.4	119.9208286	29.980207	0.05395	10.751329	1.83448888
9	696.09375	2871.45	28.5	81836.325	106.804488	26.701122	0.05057	9.6096592	1.54465991
8	696.09375	2871.45	25	71786.25	93.68814733	23.422037	0.04604	8.0294196	1.23855731
7	696.09375	2871.45	21.5	61736.175	80.5718067	20.142952	0.03998	6.1981156	0.93584153
6	696.09375	2871.45	18	51686.1	67.45546607	16.863867	0.033	4.3183403	0.65398074
5	696.09375	2871.45	14.5	41636.025	54.33912545	13.584781	0.02661	2.8077409	0.42479611
4	696.09375	2871.45	11	31585.95	41.22278482	10.305696	0.0197	1.5322344	0.23806158
3	696.09375	2871.45	7.5	21535.875	28.1064442	7.026611	0.0125	0.6120783	0.10258852
2	696.09375	2961.45	4	11845.8	15.45993913	3.8649848	0.00536	0.1145738	0.02404021
		27843.8		533364.75	696.093693	174.02342	0.39526	51.535408	8.38928642

$$T\ Reyleigh = 6{,}3\sqrt{\frac{\Sigma Wj.\delta j^2}{g.\Sigma Fj.\delta j}} = 6{,}3\sqrt{\frac{51{,}535408}{9{,}81.8{,}38928642}}$$

$$= 4{,}9854\ dt > 4{,}717\ dt$$

Tabel 4.37 Simpangan tingkat arah x portal tipe II eksentrik (bentang 6 m)

TINGKAT	V (KN)	Wj (KN)	Hj (m)	Wj . Hj	Fj (KN)	Fx = Fy	dx (m)	$Wj.dx^2$	Fj . dx
Atap	731.981	2012.13	35.5	71430.48	93.21097368	23.302743	0.017908	0.6743565	0.42660332
10	731.981	3019.37	32	96619.917	126.0811422	31.520286	0.016901	0.8991813	0.54394557
9	731.981	3019.37	28.5	86052.113	112.2910173	28.072754	0.015505	0.7558567	0.44416712
8	731.981	3019.37	25	75484.31	98.50089237	24.625223	0.013796	0.5978997	0.34652614
7	731.981	3019.37	21.5	64916.507	84.71076744	21.177692	0.011823	0.4391484	0.25540296
6	731.981	3019.37	18	54348.703	70.92064251	17.730161	0.009681	0.2947342	0.17517399
5	731.981	3019.37	14.5	43780.9	57.13051758	14.282629	0.007731	0.1873434	0.11250427
4	731.981	3019.37	11	33213.096	43.34039264	10.835098	0.005741	0.1028717	0.06324447
3	731.981	3019.37	7.5	22645.293	29.55026771	7.3875669	0.00372	0.042914	0.02785113
2	731.981	3112.14	4	12448.549	16.24434489	4.0610862	0.00169	0.0092069	0.00698507
		29279.2		560939.87	731.9809584	182.99524	0.106602	4.003513	2.40240404

$$T\ Reyleigh = 6{,}3\sqrt{\frac{\Sigma Wj.\delta j^2}{g.\Sigma Fj.\delta j}} = 6{,}3\sqrt{\frac{4{,}003513}{9{,}81.2{,}40240404}}$$

$$= 2{,}5966\ dt > 2{,}2776\ dt$$

Tabel 4.38 Simpangan tingkat arah y portal tipe II eksentrik (bentang 6 m)

TINGKAT	V (KN)	Wj (KN)	Hj (m)	Wj . Hj	Fj (KN)	Fx = Fy	dy (m)	Wj . dy^2	Fj . dy
Atap	731.981	2012.13	35.5	71430.48	93.21097368	23.302743	0.0591	8.3217034	1.49859943
10	731.981	3019.37	32	96619.917	126.0811422	31.520286	0.057367	11.79065	1.96970264
9	731.981	3019.37	28.5	86052.113	112.2910173	28.072754	0.054063	10.517562	1.65685396
8	731.981	3019.37	25	75484.31	98.50089237	24.625223	0.049172	8.7654023	1.32680702
7	731.981	3019.37	21.5	64916.507	84.71076744	21.177692	0.042896	6.7437912	1.00085772
6	731.981	3019.37	18	54348.703	70.92064251	17.730161	0.035646	4.7038226	0.69980944
5	731.981	3019.37	14.5	43780.9	57.13051758	14.282629	0.028658	3.0398827	0.45318783
4	731.981	3019.37	11	33213.096	43.34039264	10.835098	0.021123	1.6490511	0.25321624
3	731.981	3019.37	7.5	22645.293	29.55026771	7.3875669	0.0132	0.6436094	0.10785848
2	731.981	3112.14	4	12448.549	16.24434489	4.0610862	0.00559	0.1177088	0.02497568
		29279.2		560939.87	731.9809584	182.99524	0.40228	56.293183	8.99186844

$$T\ Reyleigh = 6{,}3\sqrt{\frac{\Sigma Wj.\delta j^2}{g.\Sigma Fj.\delta j}} = 6{,}3\sqrt{\frac{56{,}293183}{9{,}81.8{,}99186844}}$$

$$= 5{,}0328\ dt > 4{,}5122\ dt$$

Tabel 4.39 Simpangan tingkat arah x portal tipe II konsentrik (bentang 6 m)

TINGKAT	V (KN)	Wj (KN)	Hj (m)	Wj . Hj	Fj (KN)	Fx = Fy	dx (m)	Wj . dx2	Fj . dx
Atap	731.981	2012.13	35.5	71430.48	93.21097368	23.302743	0.015342	0.4984361	0.36676188
10	731.981	3019.37	32	96619.917	126.0811422	31.520286	0.014502	0.6658396	0.46807624
9	731.981	3019.37	28.5	86052.113	112.2910173	28.072754	0.013328	0.5605182	0.38249128
8	731.981	3019.37	25	75484.31	98.50089237	24.625223	0.011848	0.4420663	0.2979652
7	731.981	3019.37	21.5	64916.507	84.71076744	21.177692	0.010105	0.3214458	0.21851142
6	731.981	3019.37	18	54348.703	70.92064251	17.730161	0.008209	0.212388	0.14870286
5	731.981	3019.37	14.5	43780.9	57.13051758	14.282629	0.006545	0.1342883	0.09525086
4	731.981	3019.37	11	33213.096	43.34039264	10.835098	0.00486	0.0736836	0.05352538
3	731.981	3019.37	7.5	22645.293	29.55026771	7.3875669	0.00315	0.0305331	0.02349246
2	731.981	3112.14	4	12448.549	16.24434489	4.0610862	0.00143	0.0065433	0.00588858
		29279.2		560939.87	731.9809584	182.99524	0.091258	2.9457421	2.06066616

$$T\ Reyleigh = 6{,}3\sqrt{\frac{\Sigma Wj.\delta j^2}{g.\Sigma Fj.\delta j}} = 6{,}3\sqrt{\frac{2{,}9457421}{9{,}81.2{,}06066616}}$$

$$= 2{,}4048\ dt > 2{,}104\ dt$$

Tabel 4.40 Simpangan tingkat arah y portal tipe II konsentrik (bentang 6 m)

TINGKAT	V (KN)	Wj (KN)	Hj (m)	Wj . Hj	Fj (KN)	Fx = Fy	dy (m)	Wj . dy^2	Fj . dy
Atap	731.981	2012.13	35.5	71430.48	93.21097368	23.302743	0.055864	7.4650447	1.4193701
10	731.981	3019.37	32	96619.917	126.0811422	31.520286	0.054203	10.567518	1.86474009
9	731.981	3019.37	28.5	86052.113	112.2910173	28.072754	0.05104	9.414722	1.5675826
8	731.981	3019.37	25	75484.31	98.50089237	24.625223	0.04635	7.8256942	1.25367011
7	731.981	3019.37	21.5	64916.507	84.71076744	21.177692	0.04033	5.9952465	0.94367795
6	731.981	3019.37	18	54348.703	70.92064251	17.730161	0.03341	4.158135	0.65796626
5	731.981	3019.37	14.5	43780.9	57.13051758	14.282629	0.02684	2.6831233	0.42576518
4	731.981	3019.37	11	33213.096	43.34039264	10.835098	0.0198	1.4481212	0.23728865
3	731.981	3019.37	7.5	22645.293	29.55026771	7.3875669	0.0124	0.566706	0.10120967
2	731.981	3112.14	4	12448.549	16.24434489	4.0610862	0.00521	0.102895	0.02335125
		29279.2		560939.67	731.9609584	182.99524	0.37965	50.227206	8.49462186

$$\text{T Reyleigh} = 6{,}3\sqrt{\frac{\Sigma Wj.\delta j^2}{g.\Sigma Fj.\delta j}} = 6{,}3\sqrt{\frac{50{,}227206}{9{,}81.8{,}49462186}}$$

$$= 4{,}8911 \text{ dt} > 4{,}4119 \text{ dt}$$

Tabel 4.41 Simpangan tingkat arah xportal tipe II tanpa pengekang(bentang 6m)

TINGKAT	V (KN)	Wj (KN)	Hj (m)	Wj . Hj	Fj (KN)	Fx = Fy	dx (m)	Wj.dx^2	Fj . dx
Atap	728.675	2005.18	35.5	71183.89	92.88332344	23.220831	0.048112	5.8655269	1.25589864
10	728.675	3005.48	32	96175.36	125.4931006	31.373275	0.04644	8.1155693	1.63028087
9	728.675	3005.48	28.5	85656.18	111.7672927	27.941823	0.04366	7.0772222	1.35590491
8	728.675	3005.48	25	75137	98.04148486	24.510371	0.0397	5.7340202	1.0705885
7	728.675	3005.48	21.5	64617.82	84.31567698	21.078919	0.034641	4.253775	0.79301002
6	728.675	3005.48	18	54098.64	70.5898691	17.647467	0.02861	2.8553783	0.54394788
5	728.675	3005.48	14.5	43579.46	56.86406122	14.216015	0.0224	1.7464821	0.34269126
4	728.675	3005.48	11	33060.28	43.13825334	10.784563	0.0159	0.8788324	0.18441603
3	728.675	3005.48	7.5	22541.1	29.41244546	7.3531114	0.00939	0.3126901	0.07500174
2	728.675	3097.98	4	12391.92	16.16942701	4.0423568	0.00358	0.0471203	0.01576519
		29147		558441.65	728.6749348	182.16873	0.322004	36.886617	7.26750505

$$\text{T Reyleigh} = 6{,}3\sqrt{\frac{\Sigma Wj.\delta j^2}{g.\Sigma Fj.\delta j}} = 6{,}3\sqrt{\frac{36{,}886617}{9{,}81.7{,}26750505}}$$

$$= 4{,}5316 \text{ dt} > 4{,}3799 \text{ dt}$$

Tabel 4.42 Simpangan tingkat arah y portal tipe II tanpa pengekang (bentang 6 m)

TINGKAT	V (KN)	Wj (KN)	Hj (m)	Wj . Hj	Fj (KN)	Fx = Fy	dy (m)	Wj . dy^2	Fj . dy
Atap	728.675	2005.18	35.5	71183.89	92.88332344	23.220831	0.05669	7.7826851	1.44665776
10	728.675	3005.48	32	96175.36	125.4931006	31.373275	0.055014	11.01536	1.89933808
9	728.675	3005.48	28.5	85656.18	111.7672927	27.941823	0.051802	9.8231376	1.59743403
8	728.675	3005.48	25	75137	98.04148486	24.510371	0.04705	8.1800417	1.27870607
7	728.675	3005.48	21.5	64617.82	84.31567698	21.078919	0.040943	6.2851587	0.96393898
6	728.675	3005.48	18	54098.64	70.5898691	17.647467	0.033923	4.3811255	0.6737803
5	728.675	3005.48	14.5	43579.46	56.86406122	14.216015	0.027302	2.8418692	0.43714247
4	728.675	3005.48	11	33060.28	43.13825334	10.784563	0.0202	1.5486938	0.24480959
3	728.675	3005.48	7.5	22541.1	29.41244546	7.3531114	0.0127	0.6145906	0.10514949
2	728.675	3097.98	4	12391.92	16.16942701	4.0423568	0.0054	0.1145212	0.02457753
		29147		558441.65	728.6749348	182.16873	0.38992	52.587183	8.6715343

$$\text{T Reyleigh} = 6{,}3\sqrt{\frac{\Sigma Wj.\delta j^2}{g.\Sigma Fj.\delta j}} = 6{,}3\sqrt{\frac{52{,}587183}{9{,}81.8{,}6715343}}$$

$$= 4{,}9533 \text{ dt} > 4{,}6386 \text{ dt}$$

Tabel 4.43 Simpangan tingkat arah x portal tipe III eksentrik (bentang 7 m)

TINGKAT	V (KN)	Wj (KN)	Hj (m)	Wj . Hj	Fj (KN)	Fx = Fy	dx (m)	$Wj.dx^2$	Fj . dx
Atap	764.9796	2107.49	35.5	74815.76	97.6109655	24.402741	0.015267	0.4941156	0.37365478
10	764.9796	3155.16	32	100965.2	131.7277313	32.931933	0.014457	0.6624582	0.47718371
9	764.9796	3155.16	28.5	89922.128	117.3200107	29.330003	0.013312	0.561058	0.39111559
8	764.9796	3155.16	25	78879.06	102.9122901	25.728073	0.011902	0.4481552	0.30662717
7	764.9796	3155.16	21.5	67835.992	88.50456945	22.126142	0.010268	0.3333676	0.22743462
6	764.9796	3155.16	18	56792.923	74.09684884	18.524212	0.008469	0.2267285	0.15702975
5	764.9796	3155.16	14.5	45749.855	59.68912823	14.922282	0.006799	0.1457231	0.10141183
4	764.9796	3155.16	11	34706.786	45.28140763	11.320352	0.005073	0.0807516	0.05726966
3	764.9796	3155.16	7.5	23663.718	30.87368702	7.7184218	0.0033	0.0339445	0.02531642
2	764.9796	3250.4	4	13001.594	16.96297816	4.2407445	0.00151	0.0073134	0.00636112
		30599.2		586333.01	764.9796168	191.2449	0.090446	2.9936158	2.12340463

$$\text{T Reyleigh} = 6{,}3\sqrt{\frac{\Sigma Wj.\delta j^2}{g.\Sigma Fj.\delta j}} = 6{,}3\sqrt{\frac{2{,}9936158}{9{,}81.2{,}12340463}}$$

$$= 2{,}3883 \text{ dt} > 2{,}1642 \text{ dt}$$

Tabel 4.44 Simpangan tingkat arah y portal tipe III eksentrik (bentang 7 m)

TINGKAT	V (KN)	Wj (KN)	Hj (m)	Wj . Hj	Fj (KN)	Fx = Fy	dy (m)	Wj . dy^2	Fj . dy
Atap	764.9796	2107.49	35.5	74815.76	97.6109655	24.402741	0.015267	8.3221798	1.53346827
10	764.9796	3155.16	32	100965.2	131.7277313	32.931933	0.014457	11.748059	2.00950654
9	764.9796	3155.16	28.5	89922.128	117.3200107	29.330003	0.013312	10.446274	1.68764835
8	764.9796	3155.16	25	78879.06	102.9122901	25.728073	0.011902	8.6534017	1.34737916
7	764.9796	3155.16	21.5	67835.992	88.50456945	22.126142	0.010268	6.5924093	1.01138597
6	764.9796	3155.16	18	56792.923	74.09684884	18.524212	0.008469	4.5297155	0.7018824
5	764.9796	3155.16	14.5	45749.855	59.68912823	14.922282	0.006799	2.9139569	0.45348815
4	764.9796	3155.16	11	34706.786	45.28140763	11.320352	0.005073	1.5718464	0.25267025
3	764.9796	3155.16	7.5	23663.718	30.87368702	7.7184218	0.0033	0.6096089	0.10728606
2	764.9796	3250.4	4	13001.594	16.96297816	4.2407445	0.00151	0.1085906	0.0245115
		30599.2		586333.01	764.9796168	191.2449	0.38976	55.496043	9.12922666

$$T\ Reyleigh = 6{,}3\sqrt{\frac{\Sigma Wj.\delta j^2}{g.\Sigma Fj.\delta j}} = 6{,}3\sqrt{\frac{55{,}496043}{9{,}81.9{,}12922666}}$$

$$= 4{,}9593\ dt > 4{,}4\ dt$$

Tabel 4.45 Simpangan tingkat arah x portal tipe III konsentrik (bentang 7 m)

TINGKAT	V (KN)	Wj (KN)	Hj (m)	Wj . Hj	Fj (KN)	Fx = Fy	dx (m)	$Wj.dx^2$	Fj . dx
Atap	764.9796	2107.49	35.5	74815.76	97.6109655	24.402741	0.012727	0.3682106	0.32255544
10	764.9796	3155.16	32	100965.2	131.7277313	32.931933	0.01212	0.4982139	0.41382267
9	764.9796	3155.16	28.5	89922.128	117.3200107	29.330003	0.011238	0.4274917	0.34140123
8	764.9796	3155.16	25	78879.06	102.9122901	25.728073	0.010106	0.3456736	0.26929574
7	764.9796	3155.16	21.5	67835.992	88.50456945	22.126142	0.008755	0.2602464	0.20094962
6	764.9796	3155.16	18	56792.923	74.09684884	18.524212	0.00724	0.1789956	0.13952437
5	764.9796	3155.16	14.5	45749.855	59.68912823	14.922282	0.005812	0.1149911	0.09008582
4	764.9796	3155.16	11	34706.786	45.28140763	11.320352	0.00434	0.063892	0.05094158
3	764.9796	3155.16	7.5	23663.718	30.87368702	7.7184218	0.00282	0.0269022	0.02253779
2	764.9796	3250.4	4	13001.594	16.96297816	4.2407445	0.00128	0.0057496	0.00564019
		30599.2		586333.01	764.9796168	191.2449	0.079292	2.2903666	1.85675444

$$T\ Reyleigh = 6{,}3\sqrt{\frac{\Sigma Wj.\delta j^2}{g.\Sigma Fj.\delta j}} = 6{,}3\sqrt{\frac{2{,}2903666}{9{,}81.1{,}85675444}}$$

$$= 2{,}2338\ dt > 2{,}0045\ dt$$

Tabel 4.46 Simpangan tingkat arah y portal tipe III konsentrik (bentang 7 m)

TINGKAT	V (KN)	Wj (KN)	Hj (m)	Wj . Hj	Fj (KN)	Fx = Fy	dy (m)	Wj . dy^2	Fj . dy
Atap	764.9796	2107.49	35.5	74815.76	97.6109655	24.402741	0.055823	7.932204	1.49710818
10	764.9796	3155.16	32	100965.2	131.7277313	32.931933	0.0542	11.222691	1.96406047
9	764.9796	3155.16	28.5	89922.128	117.3200107	29.330003	0.051112	10.040005	1.65450545
8	764.9796	3155.16	25	78879.06	102.9122901	25.728073	0.04655	8.4040656	1.32782582
7	764.9796	3155.16	21.5	67835.992	88.50456945	22.126142	0.040674	6.5032945	1.00452686
6	764.9796	3155.16	18	56792.923	74.09684884	18.524212	0.0338	4.5536569	0.70373482
5	764.9796	3155.16	14.5	45749.855	59.68912823	14.922282	0.0271	2.9312418	0.45483116
4	764.9796	3155.16	11	34706.786	45.28140763	11.320352	0.0199	1.5831343	0.25357588
3	764.9796	3155.16	7.5	23663.718	30.87368702	7.7184218	0.0124	0.6096089	0.10728606
2	764.9796	3250.4	4	13001.594	16.96297816	4.2407445	0.00514	0.1082152	0.0244691
		30599.2		586333.01	764.9796168	191.2449	0.38495	53.888116	8.99192381

$$T\ Reyleigh = 6{,}3\sqrt{\frac{\Sigma Wj.\delta j^2}{g.\Sigma Fj.\delta j}} = 6{,}3\sqrt{\frac{53{,}888116}{9{,}81.8{,}99192381}}$$

$$= 4{,}9241\ dt > 4{,}397\ dt$$

Tabel 4.47 Simpangan tingkat arah x portal tipe III konsentrik (bentang 7 m)

TINGKAT	V (KN)	Wj (KN)	Hj (m)	Wj . Hj	Fj (KN)	Fx = Fy	dx (m)	$Wj.dx^2$	Fj . dx
Atap	761.25625	2099.66	35.5	74537.93	97.24191324	24.310478	0.05089	6.1330441	1.31388411
10	761.25625	3139.51	32	100464.32	131.0653876	32.766347	0.04903	8.5186463	1.70679901
9	761.25625	3139.51	28.5	89476.035	116.7301109	29.182528	0.04601	7.5118341	1.42746334
8	761.25625	3139.51	25	78487.75	102.3948341	25.598709	0.041733	6.1946815	1.13709463
7	761.25625	3139.51	21.5	67499.465	88.05955732	22.014889	0.036293	4.7032278	0.85208629
6	761.25625	3139.51	18	56511.18	73.72428055	18.43107	0.02985	3.2008086	0.56850407
5	761.25625	3139.51	14.5	45522.895	59.38900377	14.847251	0.023244	1.9509078	0.37011227
4	761.25625	3139.51	11	34534.61	45.053727	11.263432	0.0164	0.9724946	0.1982364
3	761.25625	3139.51	7.5	23546.325	30.71845023	7.6796126	0.00957	0.3330706	0.07910001
2	761.25625	3234.51	4	12938.04	16.87892008	4.21973	0.00359	0.0494495	0.01649914
		30450.3		583518.55	761.2561848	190.31405	0.326844	39.568165	7.68977928

$$T\ Reyleigh = 6{,}3\sqrt{\frac{\Sigma Wj.\delta j^2}{g.\Sigma Fj.\delta j}} = 6{,}3\sqrt{\frac{39{,}568165}{9{,}81.7{,}68977928}}$$

$$= 4{,}5627\ dt > 4{,}3893\ dt$$

Tabel 4.48 Simpangan tingkat arah y portal tipe III konsentrik (bentang 7 m)

TINGKAT	V (KN)	Wj (KN)	Hj (m)	Wj . Hj	Fj (KN)	Fx = Fy	dy (m)	Wj . dy^2	Fj . dy
Atap	761.25625	2099.66	35.5	74537.93	97.24191324	24.310478	0.056931	8.2228069	1.52134973
10	761.25625	3139.51	32	100464.32	131.0653876	32.766347	0.055273	11.620914	1.99350455
9	761.25625	3139.51	28.5	89476.035	116.7301109	29.182528	0.052101	10.383616	1.67828717
8	761.25625	3139.51	25	78487.75	102.3948341	25.598709	0.047402	8.6763652	1.34572411
7	761.25625	3139.51	21.5	67499.465	88.05955732	22.014889	0.041354	6.6952952	1.01664759
6	761.25625	3139.51	18	56511.18	73.72428055	18.43107	0.034282	4.670476	0.71088638
5	761.25625	3139.51	14.5	45522.895	59.38900377	14.847251	0.027534	3.0170691	0.46026478
4	761.25625	3139.51	11	34534.61	45.053727	11.263432	0.0203	1.6320429	0.25680624
3	761.25625	3139.51	7.5	23546.325	30.71845023	7.6796126	0.0127	0.6419984	0.10981846
2	761.25625	3234.51	4	12938.04	16.87892008	4.21973	0.00531	0.1156674	0.02523399
		30450.3		583518.55	761.2561848	190.31405	0.39233	55.676251	9.11852299

$$T\ Reyleigh = 6{,}3\sqrt{\frac{\Sigma Wj.\delta j^2}{g.\Sigma Fj.\delta j}} = 6{,}3\sqrt{\frac{55{,}676251}{9{,}81.9{,}11852299}}$$

$$= 4{,}9703\ dt > 4{,}5876\ dt$$

Pada hasil analisis ini momen kolom yang terjadi dapat dilihat pada tabel 4.49 sampai 4.54.

Tabel 4.49 Momen kolom bawah eksentrik

TINGKAT	TIPE I1	TIPE II1	TIPEIII1
1	184.063	182.397	206.776
2	144.261	155.076	160.058
3	121.324	130.626	133.583
4	118.792	128.014	129.348
5	114.977	125.62	126.427
6	105.734	106.487	104.825
7	116.439	105.962	105.751
8	100.776	95.844	99.185
9	91.819	86.075	99.497
10	78.774	80.952	105.481

Tabel 4.50 Momen kolom atas eksentrik

TINGKAT	TIPE II1	TIPE III1	TIPEIII1
1	87.187	92.786	90.262
2	125.673	134.842	135.808
3	125.522	135.31	137.863
4	124.081	133.217	135.553
5	128.686	139.855	143.396
6	120.365	115.964	117.462
7	121.517	114.649	115.056
8	111.616	108.169	107.224
9	105.015	97.232	97.487
10	94.513	98.976	115.968

Keterangan :
TIPE II : Struktur portal diperkaku eksentrik bentang 5 m.
TIPE III : Struktur portal diperkaku eksentrik bentang 6 m.
TIPE IIII : Struktur portal diperkaku eksentrik bentang 7 m.

Tabel 4.51 Momen kolom bawah konsentrik

TINGKAT	TIPE I2	TIPE II2	TIPEIII2
1	173.034	173.193	181.433
2	164.716	176.562	170.972
3	139.929	149.147	142.547
4	137.954	146.984	138.553
5	136.187	145.416	145.707
6	115.379	123.118	114.612
7	116.31	124.548	139.033
8	106.455	114.136	136.418
9	96.792	103.963	136.409
10	92.908	100.638	146.853

Tabel 4.52 Momen kolom atas konsentrik

TINGKAT	TIPE I2	TIPE II2	TIPEIII2
1	101.683	105.526	102.174
2	145.422	153.88	143.958
3	144.671	154.234	147.427
4	142.432	152.237	146.246
5	149.832	161.105	160.896
6	124.613	133.796	131.621
7	124.144	133.714	136.853
8	117.977	127.547	136.136
9	106.636	115.303	132.857
10	112.104	122.957	165.263

Keterangan :
TIPE I2 : Struktur portal diperkaku konsentrik bentang 5 m
TIPE II2 : Struktur portal diperkaku konsentrik bentang 6 m.
TIPE III2 : Struktur portal diperkaku konsentrik bentang 7 m.

Tabel 4.53 Momen kolom bawah tanpa pengekang

TINGKAT	TIPE I3	TIPE II3	TIPEIII3
1	252.884	214.435	240.469
2	161.226	156.537	178.805
3	137.61	133.052	143.979
4	135.452	130.054	136.98
5	134.398	132.39	142.582
6	109.38	107.661	113.385
7	113.216	125.867	135.36
8	103.047	123.509	133.136
9	93.761	123.538	133.409
10	88.583	132.432	142.972

Tabel 4.54 Momen kolom atas tanpa pengekang

TINGKAT	TIPE I3	TIPE II3	TIPEIII3
1	102.226	95.288	100.365
2	143.834	137.018	143.489
3	142.217	138.044	145.496
4	138.978	136.058	143.929
5	148.65	145.331	157.111
6	119.107	119.579	128.967
7	119.066	123.956	133.433
8	112.303	124.942	134.748
9	101.78	120.616	130.376
10	103.702	147.884	159.369

Keterangan :
TIPE I3 : Struktur portal tanpa pengekang bentang 5 m
TIPE II3 : Struktur portal tanpa pengekang bentang 6 m.
TIPE III3 : Struktur portal tanpa pengekang bentang 7 m.

Hasil simpangan yang diperoleh dari analisis ini dapat dilihat pada tabel 4.55 hingga 4.63.

Tabel 4.55 Simpangan total dan simpangan antar tingkat portal tipeI1

Tingkat	Sim total		Simp antar tingkat	
	dx	dy	dx	dy
ATAP	0.020023	0.06158	0.001177	0.00202
10	0.018846	0.05956	0.001601	0.00381
9	0.017245	0.05575	0.00193	0.00532
8	0.015315	0.05043	0.002203	0.00661
7	0.013112	0.04382	0.002391	0.00742
6	0.010721	0.0364	0.0022	0.00715
5	0.008521	0.02925	0.002228	0.00768
4	0.006293	0.02157	0.002233	0.00807
3	0.00406	0.0135	0.00222	0.00778
2	0.00184	0.00572	0.00184	0.00572
1	0	0	0	0

Tabel 4.56 Simpangan total dan simpangan antar tingkat portal tipe12

Tingkat	Sim total		Simp antar tingkat	
	dx	dy	dx	dy
ATAP	0.017532	0.05428	0.0011	0.0016
10	0.016432	0.05268	0.001427	0.00308
9	0.015005	0.0496	0.001713	0.00456
8	0.013292	0.04504	0.001955	0.00585
7	0.011337	0.03919	0.002113	0.00673
6	0.009224	0.03246	0.001921	0.00633
5	0.007303	0.02613	0.001923	0.00683
4	0.00538	0.0193	0.00192	0.0071
3	0.00346	0.0122	0.00189	0.00703
2	0.00157	0.00517	0.00157	0.00517
1	0	0	0	0

Tabel 4.57 Simpangan total dan simpangan antar tingkat portal tipe13

Tingkat	Sim total		Simp antar tingkat	
	dx	dy	dx	dy
ATAP	0.05416	0.05559	0.00205	0.00164
10	0.05211	0.05395	0.00336	0.00338
9	0.04875	0.05057	0.00475	0.00453
8	0.044	0.04604	0.00599	0.00606
7	0.03801	0.03998	0.00686	0.00698
6	0.03115	0.033	0.00685	0.00639
5	0.0243	0.02661	0.0071	0.00691
4	0.0172	0.0197	0.0071	0.0072
3	0.0101	0.0125	0.00627	0.00714
2	0.00383	0.00536	0.00383	0.00536
1	0	0	0	0

Tabel 4.58 Simpangan total dan simpangan antar tingkat portal tipe111

Tingkat	Sim total		Simp antar tingkat	
	dx	dy	dx	dy
ATAP	0.017908	0.0591	0.001007	0.001733
10	0.016901	0.057367	0.001396	0.003304
9	0.015505	0.054063	0.001709	0.004691
8	0.013796	0.049172	0.001973	0.006276
7	0.011823	0.042896	0.002142	0.00725
6	0.009681	0.035646	0.00195	0.006988
5	0.007731	0.028658	0.00199	0.007535
4	0.005741	0.021123	0.002021	0.007923
3	0.00372	0.0132	0.00203	0.00761
2	0.00169	0.00559	0.00169	0.00559
1	0	0	0	0

Tabel 4.59 Simpangan total dan simpangan antar tingkat portal tipe112

Tingkat	Sim total		Simp antar tingkat	
	dx	dy	dx	dy
ATAP	0.015342	0.055864	0.00084	0.001661
10	0.014502	0.054203	0.001174	0.003163
9	0.013328	0.05104	0.00148	0.00469
8	0.011848	0.04635	0.001743	0.00602
7	0.010105	0.04033	0.001896	0.00692
6	0.008209	0.03341	0.001664	0.00657
5	0.006545	0.02684	0.001685	0.00704
4	0.00486	0.0198	0.00171	0.0074
3	0.00315	0.0124	0.00172	0.00719
2	0.00143	0.00521	0.00143	0.00521
1	0	0	0	0

Tabel 4.60 Simpangan total dan simpangan antar tingkat portal tipe113

Tingkat	Sim total		Simp antar tingkat	
	dx	dy	dx	dy
ATAP	0.048112	0.05669	0.001672	0.001676
10	0.04644	0.055014	0.00278	0.003212
9	0.04366	0.051802	0.00396	0.004752
8	0.0397	0.04705	0.005059	0.006107
7	0.034641	0.040943	0.006031	0.00702
6	0.02861	0.033923	0.00621	0.005621
5	0.0224	0.027302	0.0065	0.007102
4	0.0159	0.0202	0.00651	0.0075
3	0.00939	0.0127	0.00581	0.0073
2	0.00358	0.0054	0.00358	0.0054
1	0	0	0	0

Tabel 4.61 Simpangan total dan simpangan antar tingkat portal tipe111

Tingkat	Sim total		Simp antar tingkat	
	dx	dy	dx	dy
ATAP	0.015267	0.015267	0.00061	0.00061
10	0.014457	0.014457	0.001145	0.001145
9	0.013312	0.013312	0.00141	0.00141
8	0.011902	0.011902	0.001634	0.001634
7	0.010268	0.010268	0.001799	0.001799
6	0.008469	0.008469	0.00167	0.00167
5	0.006799	0.006799	0.001726	0.001726
4	0.005073	0.005073	0.001773	0.001773
3	0.0033	0.0033	0.00179	0.00179
2	0.00151	0.00151	0.00151	0.00151
1	0	0	0	0

Tabel 4.62 Simpangan total dan simpangan antar tingkat portal tipeIII2

Tingkat	Sim total		Simp antar tingkat	
	dx	dy	dx	dy
ATAP	0.012727	0.055823	0.000607	0.001623
10	0.01212	0.0542	0.000882	0.003088
9	0.011238	0.051112	0.001132	0.004562
8	0.010106	0.04655	0.001351	0.005876
7	0.008755	0.040674	0.001515	0.006874
6	0.00724	0.0338	0.001428	0.0067
5	0.005812	0.0271	0.001472	0.0072
4	0.00434	0.0199	0.00152	0.0075
3	0.00282	0.0124	0.00154	0.00726
2	0.00128	0.00514	0.00128	0.00514
1	0	0	0	0

Tabel 4.63 Simpangan total dan simpangan antar tingkat portal tipeIII3

Tingkat	Sim total		Simp antar tingkat	
	dx	dy	dx	dy
ATAP	0.05089	0.056931	0.00186	0.001658
10	0.04903	0.055273	0.00302	0.003172
9	0.04601	0.052101	0.004277	0.004699
8	0.041733	0.047402	0.00544	0.006048
7	0.036293	0.041354	0.006443	0.007072
6	0.02985	0.034282	0.006606	0.006748
5	0.023244	0.027534	0.006844	0.007234
4	0.0164	0.0203	0.00683	0.0076
3	0.00957	0.0127	0.00598	0.00739
2	0.00359	0.00531	0.00359	0.00531
1	0	0	0	0

Hasil akhir dari analisis struktur terhadap simpangan puncak, gaya geser dasar dan momen dasar dapat dilihat pada tabel 4.64 sampai 4.66.

Tabel 4.64 Hasil simulasi model struktur tipe I (bentang 5 m)

URAIAN	TIPE PORTAL		
	TIPE I1	TIPE I2	TIPE I3
Simpangan Puncak			
Arah X Max (m)	0.020868	0.018023	0.057534
Arah Y Max (m)	0.06394	0.06099	0.06291
Gaya Geser Dasar			
Arah X Max (KN)	699.0003	699.0003	696.0938
Arah Y Max (KN)	699.0003	699.0003	696.0938
Momen Dasar			
Arah X Max (KN-m)	184.0625	173.034	180.2463
Arah Y Max (KN-m)	134.8131	113.0253	252.8843

Keterangan :
TIPE I1 : Struktur portal diperkaku eksentrik bentang 5 m.
TIPE I2 : Struktur portal diperkaku konsentrik bentang 5 m.
TIPE I3 : Struktur portal rangka penahan momen bentang 5 m.

Tabel 4.65 Hasil simulasi model struktur tipe II (bentang 6 m)

URAIAN	TIPE PORTAL		
	TIPE II1	TIPE II2	TIPE II3
Simpangan Puncak			
Arah X Max (m)	0.018307	0.013218	0.054085
Arah Y Max (m)	0.06431	0.06135	0.0623
Gaya Geser Dasar			
Arah X Max (KN)	731.981	731.981	728.675
Arah Y Max (KN)	731.981	731.981	728.675
Momen Dasar			
Arah X Max (KN-m)	182.3971	173.1931	180.434
Arah Y Max (KN-m)	128.6317	109.6077	243.676

Keterangan :
TIPE II1 : Struktur portal diperkaku eksentrik bentang 6 m.
TIPE II2 : Struktur portal diperkaku konsentrik bentang 6 m.
TIPE II3 : Struktur portal rangka penahan momen bentang 6 m.

Tabel 4.66 Hasil simulasi model struktur tipe III (bentang 7 m)

URAIAN	TIPE PORTAL		
	TIPE III1	TIPE III2	TIPE III3
Simpangan Puncak			
Arah X Max (m)	0.015312	0.013218	0.054046
Arah Y Max (m)	0.06284	0.06135	0.06258
Gaya Geser Dasar			
Arah X Max (KN)	764.9796	764.9796	761.2563
Arah Y Max (KN)	764.9796	764.9796	761.2563
Momen Dasar			
Arah X Max (KN-m)	196.158	186.1302	193.663
Arah Y Max (KN-m)	136.206	116.617	274.7743

Keterangan :
TIPE III1 : Struktur portal diperkaku eksentrik bentang 7 m.
TIPE III2 : Struktur portal diperkaku konsentrik bentang 7 m.
TIPE III3 : Struktur portal rangka penahan momen bentang 7 m.