

## **BAB V**

### **PEMBEBANAN DAN ANALISIS STRUKTUR**

#### **5.1. Penjelasan Umum**

Dalam mendesain struktur bertujuan untuk mendapatkan struktur yang aman terhadap beban atau efek beban yang bekerja selama masa penggunaan bangunan. Oleh karena itu diperlukan pengetahuan tentang beban-beban yang bekerja, meliputi beban hidup, beban gempa, beban angin dan beban mati. Apabila intensitas dan efek beban yang bekerja diketahui dengan pasti maka struktur dapat dibuat aman dengan cara memberikan kapasitas kekuatan yang sedikit lebih besar dari pada efek beban.

Berdasarkan dari perencanaan gedung ini, maka ditinjau gaya-gaya dalam portal As N (Blok 1) arah X dan As 3 (Blok 1) arah Y. Sebagai dasar untuk pembebanan digunakan Peraturan Muatan Indonesia 1970.

#### **5.2. Analisa Beban Yang Bekerja**

Analisis beban luar yang terjadi dihitung secara konvensional dan perhitungan gaya dalam dihitung dengan program Sap 90. Pembebanan pada struktur dapat dibagi menjadi 2 yaitu pembebanan atap dan pembebanan portal, yang diuraikan sebagai berikut :

##### **5.2.1. Pembebanan Atap**

Pembebanan diperhitungkan terhadap beban-beban sebagai berikut :

### **5.2.1.1. Beban Mati**

Beban mati adalah berat semua bagian suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari gedung. Beban-beban yang diperkirakan atau diperhitungkan sebagai beban mati berdasarkan Peraturan Muatan Indonesia 1970, antara lain :

- a. Beton bertulang.
- b. Dinding pasangan bata merah setengah batu.
- c. Langit-langit termasuk rusuk-rusuk tanpa penggantung.
- d. Penutup atap genteng dengan reng dan usuk.
- e. Penutup lantai dari cement portland, traso dan tanpa adukan.

### **5.2.1.2. Beban hidup**

Beban hidup adalah berat semua bagian suatu gedung yang bersifat tidak tetap, berupa suatu penggunaan gedung dan kedalamannya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang terpisahkan dari gedung tersebut, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap. Beban-beban yang diperkirakan atau diperhitungkan sebagai beban hidup berdasarkan Peraturan Muatan Indonesia untuk gedung 1970.

5.2.2. Data Beban

Tabel V.1. Data Perencanaan

Nama Bahan	Berat Beban
1. Mutu beton (fc)	25 Mpa
2. Mutu baja (fy)	240 Mpa
3. Berat jenis beton (Wc)	2400 Kg/m <sup>3</sup>
4. Pasangan ½ batu	250 Kg/m <sup>2</sup>
5. Semen Asbes (Eternit)	11 Kg/m <sup>2</sup>
6. Penggantung	7 Kg/m <sup>2</sup>
7. Plafound (Eternit + Penggantung)	11 + 7 = 18 kg/m <sup>2</sup>
8. Spesi Percentimeter	21 Kg/m <sup>2</sup>
9. Ubin percentimeter	24 Kg/m <sup>2</sup>

5.3. Perhitungan Gaya-gaya Yang Bekerja Pada Struktur

5.3.1. Perhitungan Gaya Geser Dasar Horizontal Total Akibat Gempa dan Distribusinya Sepanjang Tinggi Gedung

5.3.1.1. Beban bangunan total (W<sub>t</sub>)

a. Beban lantai 6 (Atap)

Beban mati untuk tiap m'

1. Pelat lantai	= 36 . 0,75 . 0,1 . 2400	= 84240
2. Balok	= (7 . 36 + 6.36) 0,3 . 0,5 . 2400	= 77826
3. Kolom	= 14 . 1,75 . 0,6 . 0,6 . 2400	= 55987
4. Dinding	= 128 . 1,75 . 250	= 38250
5. Plafound	= 36 . 1,75 . 18	= 6318

$W_h = 245552.5 \text{ kg}$

Beban hidup untuk tiap m'

1.  $q_h$  atap (genteng) =  $100 \text{ kg/m}^2$
2. Koefisien reduksi atap = 0,3
3.  $W_h = 0,3 \cdot 36 \cdot 9,75 \cdot 100 = 10530 \text{ kg}$
4. Berat total  $W_{t \text{ atap}} = W_m + W_h$   
 $= 245552,5 + 10530 = 256082,5 \text{ kg}$

b. Beban Gravitasi Balok Lantai 5-3

Beban mati untuk tiap m'

- |                 |                                                   |          |
|-----------------|---------------------------------------------------|----------|
| 1. Pelat lantai | = $36 \cdot 10 \cdot 0,14 \cdot 2400$             | = 120960 |
| 2. Balok        | = $(7,36 + 7,10) \cdot 0,3 \cdot 0,46 \cdot 2400$ | = 94723  |
| 3. Kolom        | = $14 \cdot 3,5 \cdot 0,6 \cdot 0,6 \cdot 2400$   | = 42336  |
| 4. Dinding      | = $128 \cdot 3,5 \cdot 250$                       | = 112000 |
| 5. Plafound     | = $36 \cdot 10 \cdot 18$                          | = 6480   |
| 6. Spesi        | = $36 \cdot 10 \cdot 21$                          | = 7560   |
| 7. Tegel        | = $36 \cdot 10 \cdot 24$                          | = 8640   |

---

$$W_m = 392669 \text{ kg}$$

Beban hidup untuk tiap m'

1.  $q_h$  lantai =  $250 \text{ kg/m}^2$
2. Koefisien reduksi lantai 4 = 0,3
3.  $W_h = 0,3 (36 \cdot 10 \cdot 250) = 27000 \text{ kg}$
4. Beban total  $W_{t5-3} = W_m + W_h$   
 $= 392699 + 27000 = 419699 \text{ kg}$

c. Beban Gravitasi Balok Lantai 2

Beban mati untuk tiap m'

1. Pelat lantai	= 36 . 10 . 0,14 . 2400	= 120960
2. Balok	= (7 . 36 + 8 . 7) . 0,4 . 0,46 . 2400	= 94723
3. Kolom	= 14 . 3,5 . 0,6 . 0,6 . 2400	= 42336
4. Dinding	= 128 . 3,5 . 250	= 112000
5. Plafound	= 36 . 10 . 18	= 6480
6. Spesi	= 36 . 10 . 21	= 7560
7. Tegel	= 36 . 10 . 24	= 8640

---

$$W_m = 424273 \text{ kg}$$

Beban hidup untuk tiap m'

1.  $q_h$  lantai = 250 kg/m<sup>2</sup>
2. Koefisien reduksi lantai 4 = 0,3
3.  $W_h = 0,3 (36 . 10 . 250) = 27000 \text{ kg}$
4. Beban total  $W_{t2} = W_m + W_h$   
 $= 424273 + 27000 = 451.273 \text{ kg}$

d. Beban Gravitasi Balok Lantai 1 (dasar)

Beban mati untuk tiap m'

1. Pelat lantai	= 36 . 8 . 0,14 . 2400	= 96768
2. Balok	= (7 . 36 + 8 . 7) . 0,26 . 0,25 . 2400	= 24480
3. Kolom	= 14 . 3,5 . 0,6 . 0,6 . 2400	= 42336
4. Dinding	= 128 . 3,5 . 250	= 112000

5. Plafond	= 36 . 8 . 18	= 518
6. Spesi	= 36 . 8 . 21	= 6048
7. Tegel	= 36 . 8 . 24	= 6912

$$W_m = 289062 \text{ kg}$$

Beban hidup untuk tiap m'

1. qh lantai = 250 kg/m<sup>2</sup>
2. Koefisien reduksi lantai l = 0,3
3.  $W_h = 0,3 (36 . 8 . 250) = 21600 \text{ kg}$
4. Beban total  $W_{l \text{ dasar}} = W_m + W_h$   
 $= 289062 + 21600 = 310662 \text{ kg}$

d. Berat lantai total

$$W_l = W_{\text{dasar}} + W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_{\text{atap}}$$
$$= 310662 + 451273 + 3.(419699) + 24555 = 2271985 \text{ kg}$$

**5.3.1.2. Waktu getar bangunan (T)**

Dengan rumus empiris :

$$T_x = T_y = 0,06 . H^{3/4}$$

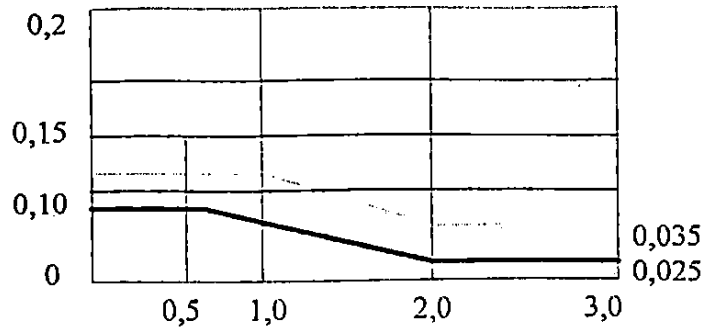
$$H = 6 . 3,5 = 21 \text{ m}$$

$$T_x = T_y = 0,06 . 21^{3/4} = 0,589 \text{ detik}$$

**5.3.1.3. Koefisien gempa dasar**

C diperoleh dari gambar 5-1

1. Kondisi tanah keras
2. Wilayah gempa 3



Dengan  $T_x = T_y = 0,589$  detik diperoleh  $C = 0,05$

Gambar 5-1 Koefisien Gempa Dasar C

**5.3.1.4. Faktor keutamaan I dan faktor jenis struktur K**

Buku Gedeon dan Takim hal. 34 & 39 didapat  $I = 1,0$  &  $K = 1,0$

**5.3.1.5. Gaya geser horisintal total akibat gempa**

$$V_x = V_y = C \cdot I \cdot K \cdot W_t = 0,05 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 2271985 = 113599,28 \text{ kg}$$

**5.3.1.6. Distribusi gaya geser horisontal total akibat gempa sepanjang tinggi gedung**

a. Arah X (lihat Tabel V.1)

$$H/A = \frac{21}{36} = 0,833 < 3 \quad F_{i,x} = \frac{W_i \cdot h_i}{\sum W_i \cdot h_i} V_x$$

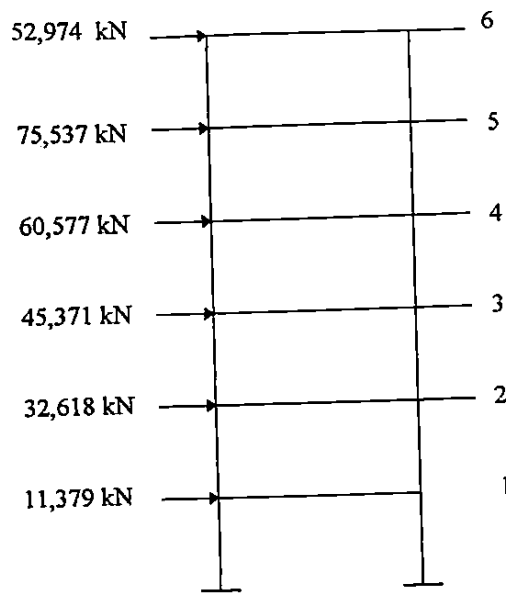
b. Arah Y (lihat Tabel V.1)

$$H/A = \frac{21}{10} = 2,1 < 3 \quad F_{i,y} = \frac{W_i \cdot h_i}{\sum W_i \cdot h_i} V_y$$

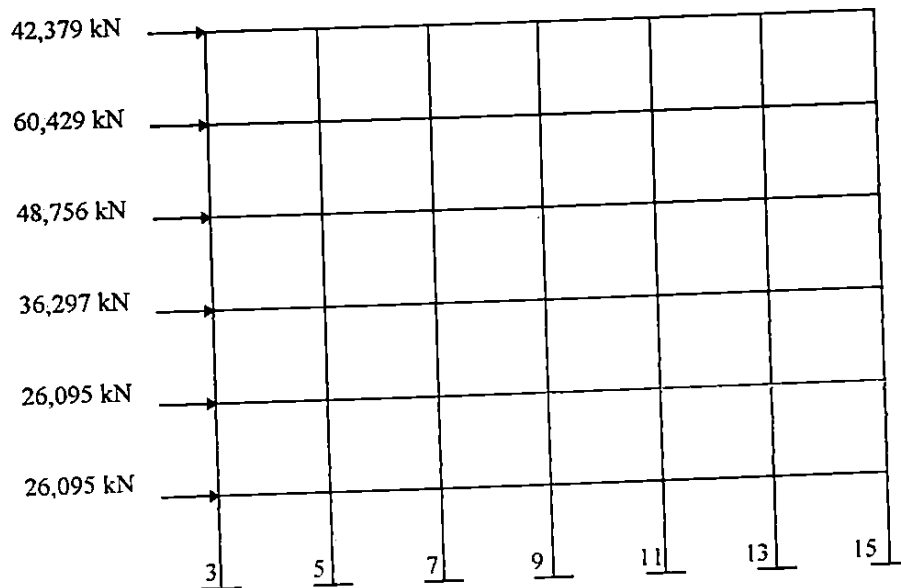
Tabel V.2. Distribusi gaya geser dasar horisontal total akibat gempa kesepanjang tinggi gedung dalam arah X dan Y untuk tiap portal

Tingkat gedung	hi (m)	Wi (t)	Wi . hi (tm)	Fix,y total (t)	Untuk Tiap Portal (t)	
					1/4 Fix (t)	1/5 Fix (t)
Atap	21	245,552	5156,950	21,6	5,4	4,32
4	17,5	419,669	7343,736	30,8	7,7	6,16
3	14	419,669	5875,788	24,7	6,275	4,94
2	10,5	419,669	4406,841	18,5	4,625	3,7
1	7	451273	3158,915	13,26	3,325	2,66
Dasar	3,5	316,62	1106,217	4,6	1,26	0,928
		$\Sigma$	27048,3			

Distribusi gaya geser ini dapat dilihat pada Gambar 5-2.  
dan Gambar 5-3



**Gambar 5-2 Distribusi beban gempa untuk portal arah X**



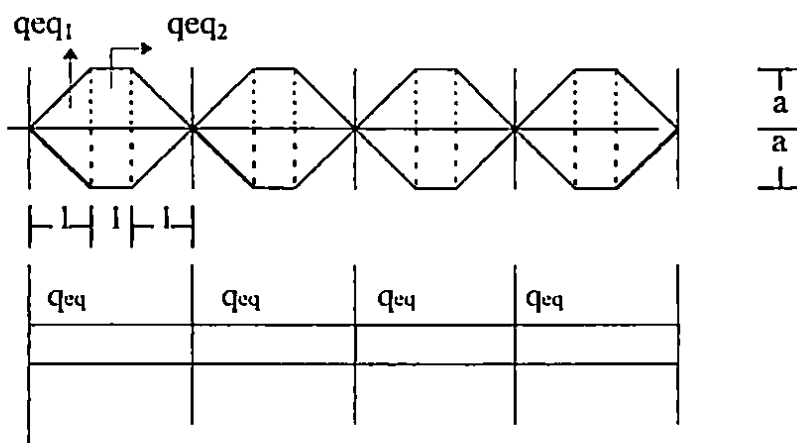
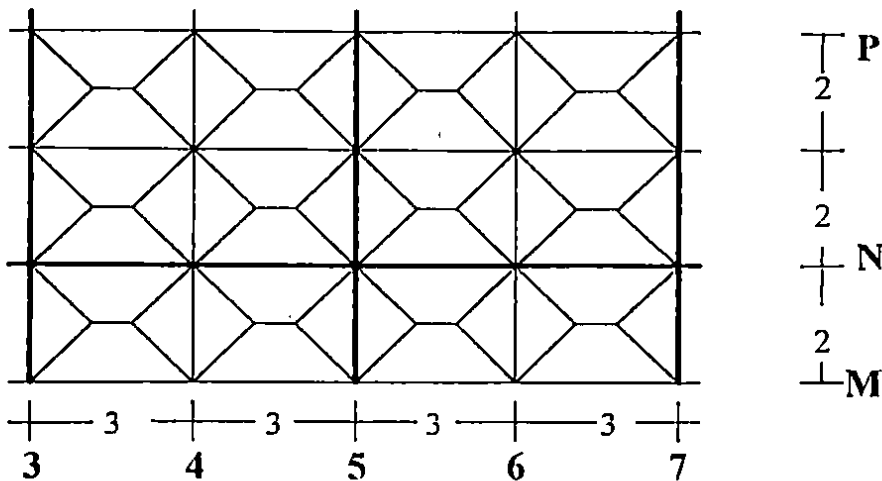
**Gambar 5.3 Distribusi beban gempa untuk Portal arah Y**



### 5.3.2. Perhitungan Beban Akibat Gaya Grafitasi

#### 5.3.2.1. Perhitungan beban grafitasi merata ekuivalen untuk portal N

(arah X)



$$q_{eq1} = \frac{2}{3} 2a$$

$$\text{dengan } a = \frac{1}{2} q \cdot L$$

$$= \frac{2}{3} \cdot 2 \left( \frac{1}{2} q \cdot 2 \right) = \frac{2}{3} \cdot 2 \left( \frac{1}{2} q \cdot 2 \right) = \frac{4}{3} q$$

$$q_{eq2} = \frac{1}{2} 2 \cdot a$$

$$\text{dengan } a = q \cdot L$$

$$= \frac{1}{2} 2 (q \cdot L) = \frac{1}{2} 2 (q \cdot 1) = 1 q$$

$$q_{eq} = \frac{4}{3} q + \frac{3}{3} q = \frac{7}{3} q$$

#### 5.3.2.1.1. Beban gravitasi balok 6 (atap)

a. Beban mati untuk tiap m'

$$\begin{aligned} 1. \text{ Pelat lantai} &= 1 \cdot 0,10 \cdot 2400 \cdot 7/3 = 560,00 \text{ kg/m}^2 \\ 2. \text{ Plafound} &= 1 \cdot 18 \cdot 7/3 = 42,00 \text{ kg/m}^2 \\ 3. \text{ Balok} &= 0,3 \cdot 0,5 \cdot 2400 = 432,00 \text{ kg/m}^2 \\ \hline \text{qeq} &= 1034,00 \text{ kg/m}^2 = 10,14 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

b. Beban hidup untuk tiap m'

$$\begin{aligned} 1. \text{ qh atap (genteng)} &= 100 \text{ kg/m}^2 \\ 2. \text{ Koefisien reduksi atap} &= 0,6 \\ 3. \text{ qeq} &= 100 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 7/3 = 140,00 \text{ kg/m} = 1,37 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

5.3.2.1.2. Beban gravitasi balok lantai 5-3

a. Beban mati untuk tiap m'

$$\begin{aligned} 1. \text{ Pelat lantai} &= 1 \cdot 0,14 \cdot 2400 \cdot 7/3 = 784,00 \text{ kg/m}^2 \\ 2. \text{ Plafound} &= 1 \cdot 18 \cdot 7/3 = 42,00 \text{ kg/m}^2 \\ 3. \text{ Spesi} &= 1 \cdot 12 \cdot 7/3 = 28,00 \text{ kg/m}^2 \\ 4. \text{ Tegel} &= 1 \cdot 24 \cdot 7/3 = 56,00 \text{ kg/m}^2 \\ 5. \text{ Balok} &= 0,3 \cdot 0,46 \cdot 2400 = 432,00 \text{ kg/m}^2 \\ 6. \text{ Dinding} &= 3,5 \cdot 250 = 875,00 \text{ kg/m}^2 \\ \hline \text{qeq} &= 2388,5 \text{ kg/m}^2 = 23,43 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

b. Beban hidup untuk tiap m'

$$\begin{aligned} 1. \text{ qh lantai} &= 250 \text{ kg/m}^2 \\ 2. \text{ Koefisien reduksi lantai 5-3} &= 0,6 \\ 3. \text{ qeq} &= 250 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 7/3 = 350 \text{ kg/m} = 3,43 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

5.3.2.1.3. Beban gravitasi balok lantai 2

a. Beban mati untuk tiap m'

1. Pelat lantai	= 1 . 0,14 . 2400 . 7/3	= 784,00 kg/m'
2. Plafound	= 1 . 18 . 7/3	= 42,00 kg/m'
3. Spesi	= 1 . 12 . 7/3	= 28,00 kg/m'
4. Tegel	= 1 . 24 . 7/3	= 56,00 kg/m'
5. Balok	= 0,4 . 0,46 . 2400	= 441,60 kg/m'
6. Dinding	= 3,5 . 250	= 875,00 kg/m'

$$q_{eq} = 2226,6 \text{ kg/m}' = 21,84 \text{ kN/m}'$$

b. Beban hidup untuk tiap m'

1.  $q_h$  lantai = 250 kg/m<sup>2</sup>

2. Koefisien reduksi lantai 1 = 0,6

$$q_{eq} = 250 . 1 . 0,6 . 7/3 = 350 \text{ kg/m} = 3,43 \text{ kN/m}'$$

5.3.2.1.4. Beban Gravitasi Balok 1 (dasar)

a. Beban mati untuk tiap m'

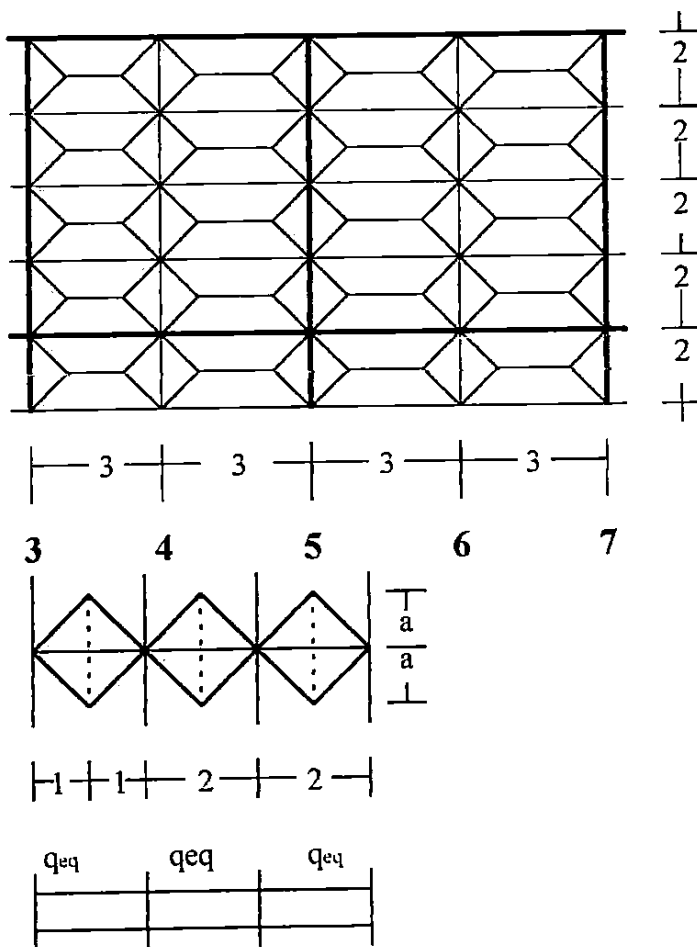
1. Pelat lantai	= 1 . 0,14 . 2400 . 7/3	= 784,00 kg/m'
2. Plafound	= 1 . 18 . 7/3	= 42,00 kg/m'
3. Spesi	= 1 . 12 . 7/3	= 28,00 kg/m'
4. Tegel	= 1 . 24 . 7/3	= 56,00 kg/m'
5. Balok	= 0,26 . 0,25 . 2400	= 156,00 kg/m'
6. Dinding	= 3,5 . 250	= 875,50 kg/m'

$$q_{eq} = 194,6 \text{ kg/m}' = 20,14 \text{ kN/m}'$$

b. Beban hidup untuk tiap m'

1.  $q_h$  lantai = 250 kg/m<sup>2</sup>
2. Koefisien reduksi lantai 1 = 0,6
3.  $q_{eq} = 250 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 7/3 = 350,00 \text{ kg/m}^2 = 3,43 \text{ kN/m}^2$

5.3.2.2. Perhitungan beban Grafitasi Prtal 3 (arah Y)



Karena beban segitiga yang bekerja pada 2 arah maka beban merata ekuivalen adalah :

$$q_{eq} = \frac{2}{3} \cdot 2 \cdot a \text{ dengan } a = \frac{1}{2} q \cdot L$$

$$= \frac{2}{3} \cdot 2 \cdot \left(\frac{1}{2} q L\right) = \frac{2}{3} \cdot 2 \cdot \left(\frac{1}{2} q \cdot\right) = \frac{4}{3} q$$

5.3.2.2.1. Beban gravitasi balok 6 (atap)

a. Beban mati untuk tiap m'

1. Pelat lantai =  $1 \cdot 0,10 \cdot 2400 \cdot 4/3 = 160 \text{ kg/m'}$
  2. Plafound =  $1 \cdot 18 \cdot 4/3 = 24 \text{ kg/m'}$
  3. Balok =  $0,4 \cdot 0,5 \cdot 2400 = 432 \text{ kg/m'}$
- 
- $q_{eq} = 616 \text{ kg/m'} = 6,04 \text{ kN/m'}$

b. Beban hidup untuk tiap m'

1.  $q_h$  atap (genteng) =  $100 \text{ kg/m}^2$
2. Koefisien reduksi atap =  $1,0$
3.  $q_{eq} = 100 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 4/3 = 133,33 \text{ kg/m'} = 1,31 \text{ kN/m'}$

5.3.2.2.2. Beban gravitasi balok lantai 5-3

a. Beban mati untuk tiap m'

1. Pelat lantai =  $1 \cdot 0,14 \cdot 2400 \cdot 4/3 = 448,00 \text{ kg/m'}$
  2. Plafound =  $1 \cdot 18 \cdot 4/3 = 24,00 \text{ kg/m'}$
  3. Spesi =  $1 \cdot 12 \cdot 4/3 = 16,00 \text{ kg/m'}$
  4. Tegel =  $1 \cdot 24 \cdot 4/3 = 32,00 \text{ kg/m'}$
  5. Balok =  $0,3 \cdot 0,46 \cdot 2400 = 331,00 \text{ kg/m'}$
  6. Dinding =  $3,5 \cdot 250 = 875,00 \text{ kg/m'}$
- 
- $q_{eq} = 1726 \text{ kg/m'} = 16,93 \text{ kN/m'}$

b. Beban hidup untuk tiap m'

1.  $q_h$  lantai =  $250 \text{ kg/m}^2$
2. Koefisien reduksi lantai 5-3 =  $0,6$

$$3. \text{ qeq} = 250 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 4/3 = 200,00 \text{ kg/m}' = 1,96 \text{ kN/m}'$$

5.3.2.2.3. Beban gravitasi balok lantai 2

a. Beban mati untuk tiap m'

$$1. \text{ Pelat lantai} = 1 \cdot 0,14 \cdot 2400 \cdot 4/3 = 448,00 \text{ kg/m}'$$

$$2. \text{ Plafound} = 1 \cdot 18 \cdot 4/3 = 24,00 \text{ kg/m}'$$

$$3. \text{ Spesi} = 1 \cdot 12 \cdot 4/3 = 16,00 \text{ kg/m}'$$

$$4. \text{ Tegel} = 1 \cdot 24 \cdot 4/3 = 32,00 \text{ kg/m}'$$

$$5. \text{ Balok} = 0,4 \cdot 0,46 \cdot 2400 = 441,20 \text{ kg/m}'$$

$$6. \text{ Dinding} = 3,5 \cdot 250 = 875,00 \text{ kg/m}'$$

---

$$\text{qeq} = 1836,6 \text{ kg/m}'$$

$$= 18,01 \text{ kN/m}'$$

b. Beban hidup untuk tiap m'

$$1. \text{ qh lantai} = 250 \text{ kg/m}^2$$

$$2. \text{ Koefisien reduksi lantai 2} = 0,6$$

$$3. \text{ qeq} = 250 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 4/3 = 200,00 \text{ kg/m}' = 1,96 \text{ kN/m}'$$

5.3.2.2.4. Beban gravitasi balok 1 (dasar)

a. Beban mati untuk tiap m'

$$1. \text{ Pelat lantai} = 1 \cdot 0,14 \cdot 2400 \cdot 4/3 = 448,00 \text{ kg/m}'$$

$$2. \text{ Plafound} = 1 \cdot 18 \cdot 4/3 = 24,00 \text{ kg/m}'$$

$$3. \text{ Spesi} = 1 \cdot 12 \cdot 4/3 = 16,00 \text{ kg/m}'$$

$$4. \text{ Tegel} = 1 \cdot 24 \cdot 4/3 = 32,00 \text{ kg/m}'$$

$$5. \text{ Balok} = 0,26 \cdot 0,25 \cdot 2400 = 240,00 \text{ kg/m}'$$

$$\begin{aligned} 6. \text{ Dinding} &= 3,5 \cdot 250 && = 902,50 \text{ kg/m}^2 \\ & && \hline & && q_{eq} = 1551 \text{ kg/m}^2 \\ & && = 15,21 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

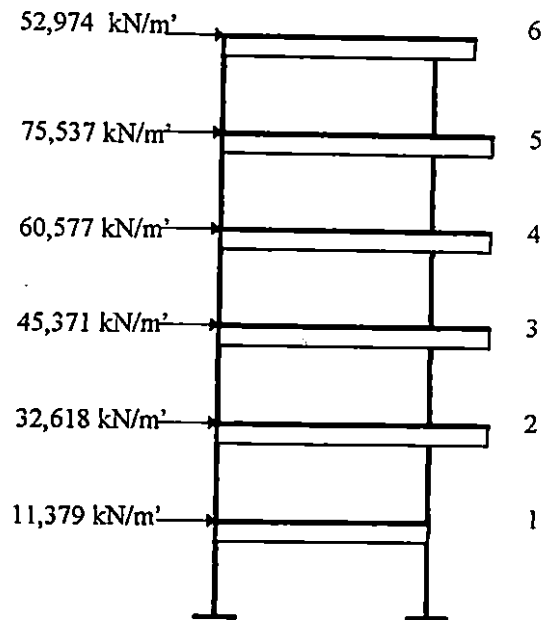
b. Beban hidup untuk tiap m'

$$\begin{aligned} 1. q_h \text{ lantai} & && = 250 \text{ kg/m}^2 \\ 2. \text{ Koefisien reduksi lantai 1 (dasar)} & && = 0,6 \\ 3. q_{eq} &= 250 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 4/3 && = 200 \text{ kg/m}^2 \\ & && = 1,96 \text{ kN/m}^2. \end{aligned}$$

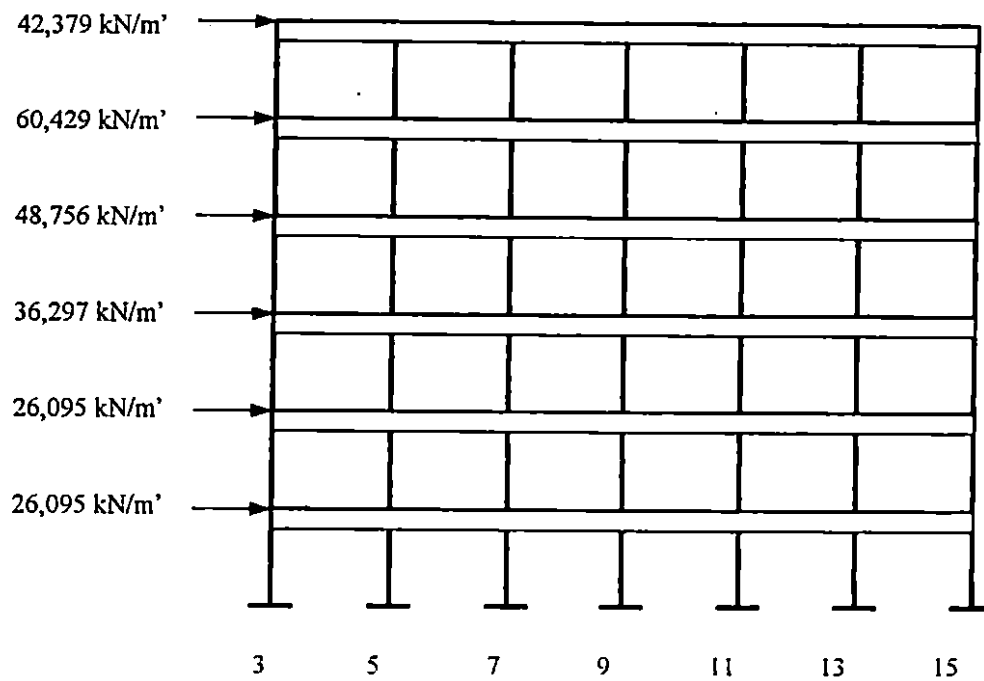
#### 5.4. Analisis Struktur

Analisis struktur untuk perhitungan gaya dalam dilakukan dengan bantuan program komputer yaitu dengan Program SAP-90 (Wigroho, 1999). Hasil perhitungan dapat dilihat pada lampiran 6.

**PORTAL 5 AKIBAT BEBAN GEMPA**

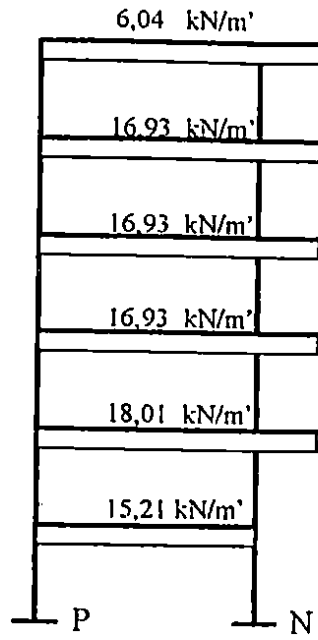


**PORTAL N AKIBAT BEBAN GEMPA**

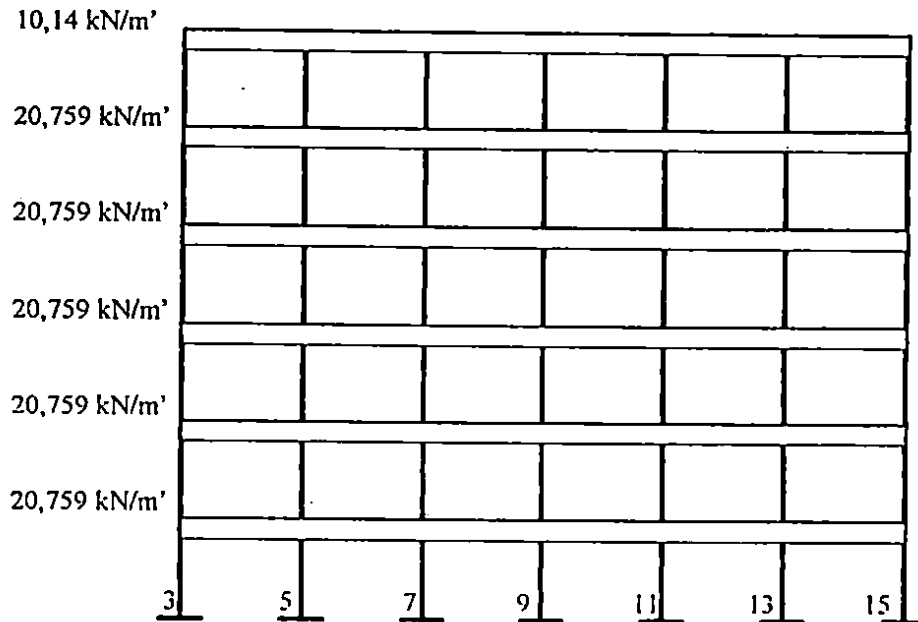




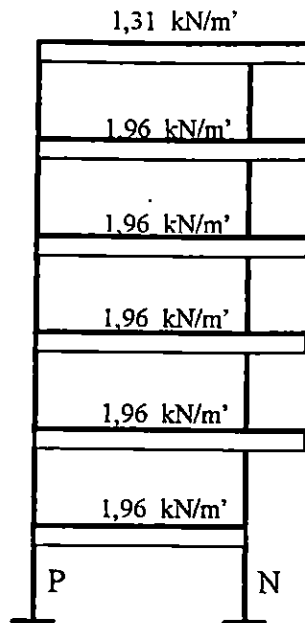
PORTAL 5 AKIBAT BEBAN MATI



PORTAL N KIBAT BEBAN MATI



**PORTAL 5 AKIBAT BEBAN HIDUP**



**PORTAL N KIBAT BEBAN HIDUP**

