

## BAB V

### ANALISIS

#### 5.1 Umum

Bab ini menguraikan prosedur perhitungan gaya geser gempa menggunakan metode respon spektra yang disimulasikan pada struktur dinding-sepasang (*coupled wall structures*) lima belas lantai dengan sistem tiga dimensi. Data struktur diolah menggunakan rumus-rumus yang telah dijabarkan dalam bab-bab terdahulu dan disederhanakan lagi urutan setiap langkahnya, untuk memudahkan perhitungan selanjutnya. Untuk mencari kesesuaian pemakaian metode, khususnya dalam menghitung *mode* getaran, maka akan dipakai perhitungan cara kekakuan (*stiffness method*).

#### 5.2 Analisis Dimensi Struktur Dinding

##### 5.2.1 Analisis Dimensi Balok Kopel

Agar diperoleh dinding geser kopel yang daktail, sebelumnya dihitung nilai DC (*Degree of Coupling*). Perhitungan DC menggunakan persamaan (3.49), nilai konstanta k dan eksponen a,b,c didapat pada Tabel 3.1. Nilai DC dinding geser kopel daktail=0.66, untuk gedung 15 lantai, dengan Tabel 3.1 dapat ditentukan nilai k=1.697, a=0.352, b=0.345,dan c=0.279. Panjang balok kopel ( $L_n$ )=2.5m, lebar dinding geser ( $l_w$ )=7.0 m, sehingga tinggi balok kopel dapat diketahui, yaitu

$$0.66 = 1,697 \frac{h^{0,352}}{7^{0,345} \cdot 2,5^{0,279}}$$

$h = 0,952\text{m}$ , diambil  $h = 1,0\text{ m}$

maka tinggi balok kopel ( $h$ ) adalah 100 cm.

### 5.2.2 Analisis Tebal Dinding Geser ( $b_w$ )

Menurut T. Paulay dan R.L. William, 1980, untuk menghindari bahaya tekuk dinding geser dapat diperlakukan sebagai kolom yang ketebalannya perlu dibatasi. Batasan tebal dinding geser dapat dihitung dengan persamaan,

$$b_w = \frac{h_s}{20} \geq 150 \text{ mm}$$

$$b_w = \frac{4,0}{20} = 0,175 \text{ m} = 175 \text{ mm}, \text{ dipakai tebal dinding geser } (b_w) = 300 \text{ mm}$$

### 5.2.3 Syarat Keamanan Dimensi Dinding Geser

Menurut T. Paulay dan M.J.N. Priestley, 1992, untuk menjamin agar dinding geser tetap berperilaku geser, maka perbandingan antara tinggi total bangunan dan lebar dinding geser harus memenuhi persamaan,

$$\frac{h_w}{l_w} \leq 9, \text{ dengan } h_w = 60 \text{ m dan } l_w = 7 \text{ m, maka,}$$

$$\frac{60}{7} = 8,571 < 9$$

Dari Gambar 3.7, dengan anggapan daktilitas penuh ( $\mu_\Delta = 4$ ) didapat rasio daktilitas ( $\mu_\phi = 10.5$ ).

Menurut Winter dan Nilson, 1993, gaya geser pada dinding seringkali mencapai keadaan kritis khususnya apabila hanya dipakai tulangan yang terdistribusi secara seragam, sehingga harus diketahui batasan tebal dinding geser kritis ( $b_c$ ) yang nilainya menurut persamaan,

$$b_c = 0,017 \cdot l_w \cdot \sqrt{\mu_\phi} = 0,017 \cdot 7 \cdot \sqrt{10,5} = 0,385 \text{ m}$$

### 5.2.4 Perhitungan *Boundary Elements*

Untuk mencari luas *boundary elements* didekati dengan persamaan,

1.  $b \geq b_w$ ,  $b_w = 0,300 \text{ m}$ , maka  $b = 0,300 \text{ m}$

$$b_1 \geq \frac{b_c \cdot l_w}{10b}, \text{ dengan } b_c = 0,385 \text{ m}, l_w = 7,0 \text{ m}, \text{ maka } b_1 = \frac{0,385 \cdot 7}{10 \cdot 0,3} = 0,898 \text{ m}$$

2.  $b \geq b_c$ ,  $b_c = 0,385 \text{ m}$ , maka diambil  $b = 0,385 \text{ m}$

$$b_1 = \frac{b_c^2}{b} = \frac{0,385^2}{0,385} = 0,385 \text{ m}$$

3.  $b \geq \frac{h_s}{16}$ , dengan  $h_s = 4,0 \text{ m}$ , maka  $b = \frac{4}{16} = 0,25 \text{ m}$

$$b_1 \geq \frac{h_s}{16}, \text{ maka } b_1 = \frac{4,0}{16} = 0,25 \text{ m}$$

Dari ketiga persamaan diambil nilai  $b$  dan  $b_1$  terbesar, yaitu  $b = 0,385 \text{ m}$ ,  $b_1 = 0,898 \text{ m}$ .

Nilai  $b$  dan  $b_1$  yang dipakai adalah  $b = 0,5 \text{ m}$  dan  $b_1 = 1,0 \text{ m}$ .

### 5.3 Analisis Stabilitas Balok Koping

Untuk stabilitas balok koping digunakan persamaan (3.67),

$$\frac{l_n}{b_w} = \frac{2500}{300} = 8,33 < 25, \text{ atau}$$

$$\frac{l_n \cdot h}{b_w^2} = \frac{2500 \cdot 1000}{300^2} = 27,77 < 100$$

## 5.4 Analisis Pembebanan

Analisis pembebanan ditentukan berdasarkan SKSNI T-15-1991-03 dan Peraturan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung Indonesia tahun 1987. Adapun beban-beban yang bekerja pada struktur adalah sebagai berikut ini.

### 5.4.1 Beban Mati

#### A. atap

1. pelat atap	= 28.16,5.0,10.2400	= 110880 kg
2. balok anak	= 2.28.0,3.0,6.2400	= 24192 kg
3. balok induk	= (4.28+2.16,5).0,3.0,75.2400	= 78300 kg
4. dinding	= 140.2.250	= 70000 kg
5. plafond	= 28.16,5.18	= 8316 kg
6. dinding geser	= 6.2.7.0,3.2400	= 60480 kg
7. balok kopel	= 3.2,5.0,3.1,0.2400	= 5400 kg
8. kolom	= 8.2.0,6.0,7.2400	= 16128 kg

---


$$W_D \text{ atap} = 373696 \text{ kg}$$

#### B. lantai tipikal (4m)

1. pelat lantai	= 28.16,5.0,12.2400	= 133056 kg
2. balok anak	= 2.28.0,3.0,6.2400	= 24192 kg
3. balok induk	= (4.28+2.16,5).0,3.0,75.2400	= 78300 kg
4. dinding	= 140.4.250	= 140000 kg
5. plafond	= 28.16,5.18	= 8316 kg
6. dinding geser	= 6.4.7.0,3.2400	= 120960 kg
7. balok kopel	= 3.2,5.0,3.1,0.2400	= 5400 kg

8. spesi	= 28.16,5.2.21	= 19404 kg
9. tegel	= 28.16,5.2.24	= 22176 kg
10. kolom	= 8.4.0,6.0,7.2400	= 32256 kg
		W <sub>D</sub> lantai = 584060 kg

#### 5.4.2 Beban Hidup

##### A. atap

- Q<sub>h</sub> atap = 100 kg/cm<sup>2</sup>

- koefisien reduksi = 0,3

$$W_L \text{ atap} = 0,3 \cdot 28 \cdot 16,5 \cdot 100 = 13860 \text{ kg}$$

##### b. lantai tipikal

- Q<sub>L</sub> lantai = 250 kg/cm<sup>2</sup>

- koefisien reduksi = 0,3

$$W_L \text{ lantai} = 0,3 \cdot 28 \cdot 16,5 \cdot 250 = 34650 \text{ kg}$$

#### 5.4.3 Berat Lantai Total

1. Berat atap = W<sub>D</sub> atap + W<sub>L</sub> atap

$$= 373696 + 13860 = 387556 \text{ kg}$$

2. Berat lantai 1 sampai dengan 14 = W<sub>D</sub> lantai + W<sub>L</sub> lantai

$$= 584060 + 34650 = 618710 \text{ kg}$$

#### 5.4.4 Analisis Massa tiap Lantai (m<sub>i</sub>)

1. Massa Atap =  $\frac{W_{\text{atap}}}{g} = \frac{387556}{9,81} = 39506,22 \text{ kg det}^2/\text{m}$

2. Massa Lantai (tipikal) =  $\frac{W_{\text{lantai}}}{g} = \frac{618710}{9,81} = 63069,32 \text{ kg det}^2/\text{m}$

#### 5.4.5 Analisis Kekakuan Dinding Geser

Kekakuan dinding geser dihitung dengan menggunakan rumus (3.69),

$$k_i = \frac{12.E.I_w}{h^3} + \frac{GA}{k.t}$$

dengan,  $E = 2,78.10^5 \text{ kg/cm}^2$

$$I_w = (1/12). \{ (50.800^3) - [(50-30)(600^3)] \} = 1,773.10^9 \text{ cm}^4$$

$$h = 400 \text{ cm}$$

$$G = \frac{2,78E5}{2(1+0,2)} = 1,158E5 \text{ kg/cm}^2$$

$$A = 400.700 = 280000 \text{ cm}^2$$

$$\kappa = 1,2$$

$$t = 30 \text{ cm}$$

$$\text{maka, } k_i = \frac{12.2,78.10^5.1,773.10^9}{400^3} + \frac{1,158E5.21000}{1,2.30} = 1,6E8 \text{ kg/cm} = 1,6E10 \text{ kg/m}$$

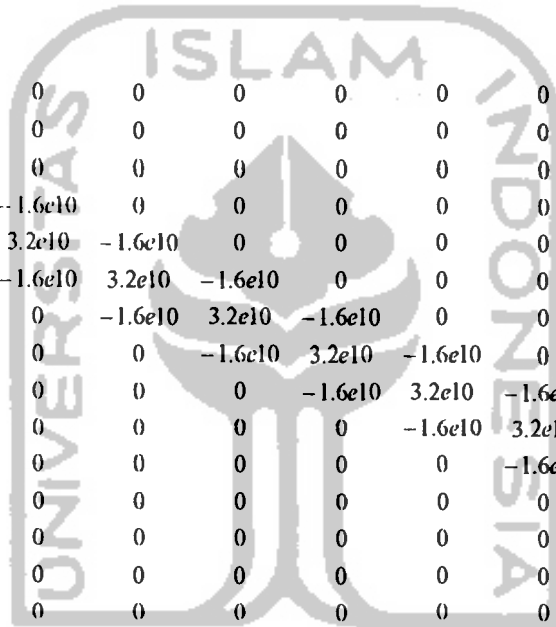
#### 5.4.6 Matriks Massa dan Matriks Kekakuan

Struktur gedung yang akan dianalisis mempunyai lima belas tingkat, sehingga matriks massa [M] dan matriks kekakuannya [K] terdiri dari 15x15. Matriks massa [M] dan matriks kekakuan [K] terdapat berikut ini.



$$[K]=\begin{bmatrix} 3.2e10 & -1.6e10 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1.6e10 & 3.2e10 & -1.6e10 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1.6e10 & 3.2e10 & -1.6e10 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1.6e10 & 3.2e10 & -1.6e10 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1.6e10 & 3.2e10 & -1.6e10 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1.6e10 & 3.2e10 & -1.6e10 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1.6e10 & 3.2e10 & -1.6e10 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1.6e10 & 3.2e10 & -1.6e10 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1.6e10 & 3.2e10 & -1.6e10 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1.6e10 & 3.2e10 & -1.6e10 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1.6e10 & 3.2e10 & -1.6e10 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1.6e10 & 3.2e10 & -1.6e10 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1.6e10 & 3.2e10 & -1.6e10 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1.6e10 & 3.2e10 & -1.6e10 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1.6e10 & 1.6e10 \end{bmatrix}$$

[K]= matriks kekakuan



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



#### 5.4.7 Gaya Geser Horizontal

Gaya geser horizontal dihitung dengan bantuan program Matlab, dengan input berupa matrik massa dan matrik kekakuan. Periode struktur awal yang didapat dari perhitungan gaya geser horizontal  $T=0,12$  detik, sehingga nilai koefisien gempa dasar,  $C=0,13$ . Gaya geser horizontal akibat gempa tersebut terdapat pada tabel berikut ini.

Tabel 5.1 Gaya Geser Horizontal akibat Gempa

TINGKAT	GAYA GESER, F (kg)	Fix (kg)	Fiy (kg)
1	10610	2652.5	2122
2	21100	5275	4220
3	21360	5340	4272
4	41280	10320	8256
5	50760	12690	10152
6	59700	14925	11940
7	68000	17000	13600
8	75560	18890	15112
9	82300	20575	16460
10	88150	22037.5	17630
11	93080	23270	18616
12	96970	24242.5	19394
13	99830	24957.5	19966
14	101610	25402.5	20322
15	64080	16020	12816

Agar lebih realistis maka gaya geser horizontal tersebut harus diperiksa kembali sesuai dengan peraturan pada subbab 3.9. Setelah diperiksa, nilai-nilai tersebut didapatkan nilai  $T=1,5126$  detik, sehingga nilai  $C=0,09648$ . Dengan nilai  $C$  tersebut, maka dihitung kembali gaya geser horizontal. Gaya geser horizontal terdapat pada Tabel 5.2 berikut ini.

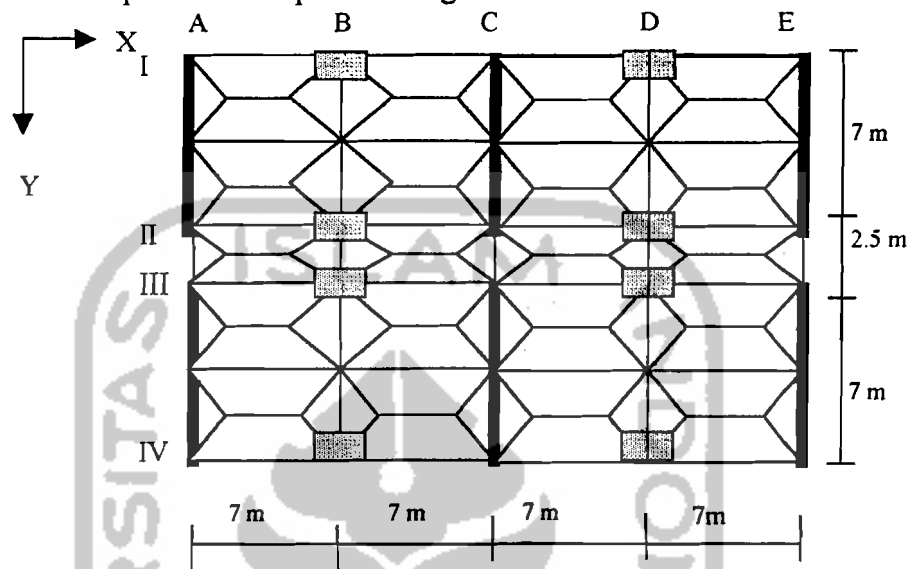
**Tabel 5.2** Gaya geser horisontal

TINGKAT	GAYA GESER (kg)	Fix(kg)	Fiy(kg)
1	7872	1968	1574.4
2	15659	3914.75	3131.8
3	23275	5818.75	4655
4	30655	7663.75	6131
5	37693	9423.25	7538.6
6	44325	11081.25	8865
7	50464	12616	10092.8
8	56090	14022.5	11218
9	61075	15268.75	12215
10	65439	16359.75	13087.8
11	69076	17269	13815.2
12	71963	17990.75	14392.6
13	74081	18520.25	14816.2
14	75408	18852	15081.6
15	47556	11889	9511.2

Nilai gaya geser pada Tabel 5.2 diperiksa kembali, didapat  $T$  Rayleigh = 1.76 detik. Oleh karena perbedaan waktu getar awal struktur sudah mendekati  $T$  Rayleigh, maka gaya geser horisontal tidak perlu dihitung kembali. Maka gaya geser horisontal yang digunakan untuk menganalisis struktur adalah pada Tabel 5.2.

### 5.5 Analisis Beban Akibat Gaya Gravitasi

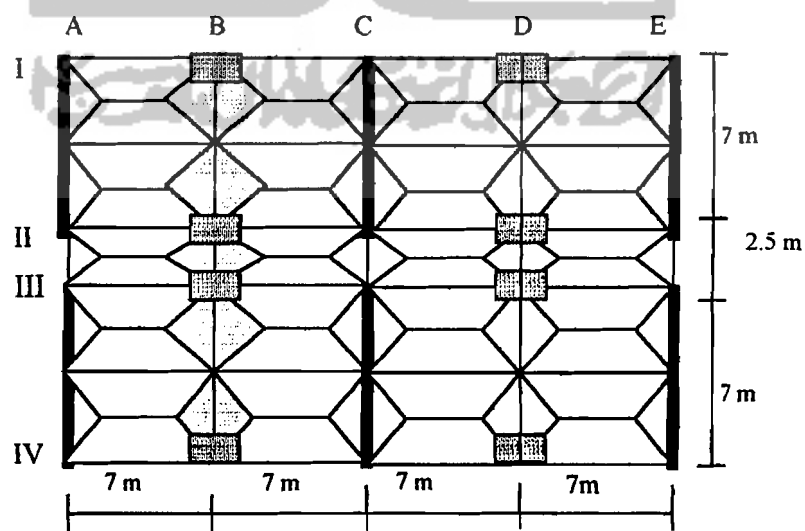
Perhitungan pembebanan pada masing-masing as didasarkan pada kondisi penempatan dan pembebanan portal sebagai berikut ini.



Gambar 5.1 Pembagian beban merata masing-masing as

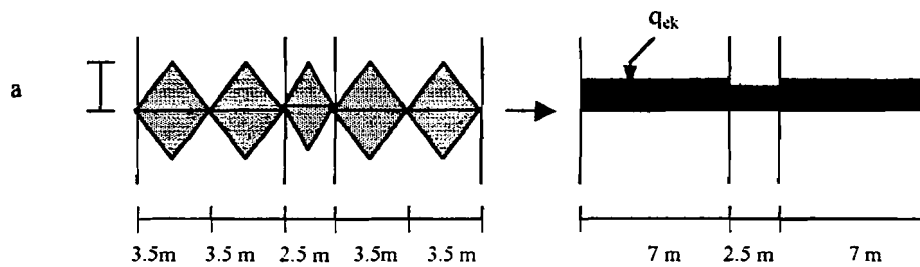
#### 5.5.1 Perhitungan Beban akibat Gaya Gravitasi As B

Perhitungan pembebanan as B didasarkan pada kondisi penempatan dan pembebanan portal sebagai berikut ini



Gambar 5.2 Pembagian beban merata pada as B





**Gambar 5.3** Perhitungan beban merata ekuivalen as B

$$Q_{ek} = 2/3 \cdot a$$

Dari Gambar 5.3 dapat dihitung beban merata dan beban terpusat untuk as B berikut ini.

**1. Beban merata untuk as B pola pembebanan I**

Beban-beban yang bekerja pada as B, yaitu :

**1. Beban gravitasi pada balok atap**

**a. Beban mati tiap m'**

- |                |   |               |
|----------------|---|---------------|
| 1. plat        | = $4.2/3 \cdot 1,75 \cdot 0,1 \cdot 2400$ | = 1120,1 kg/m |
| 2. balok induk | = $0,3 \cdot 0,75 \cdot 2400$             | = 540 kg/m    |
| 3. plafond     | = $4.2/3 \cdot 1,75 \cdot 18$             | = 84,01 kg/m  |

---


$$q_D = 1744,21 \text{ kg/m}$$

**b. Beban hidup tiap m'**

-  $q_L \text{ atap} = 100 \text{ kg/m}^2$

- koefisien reduksi untuk perkantoran menurut PBI 1987 = 0,3

maka, beban hidup tereduksi,  $q_L = 4.2/3 \cdot 1,75 \cdot 0,3 \cdot 100 = 140,01 \text{ kg/m}$

**2. Beban gravitasi pada balok lantai 1 sampai 14**

**a. Beban mati tiap m'**

1. plat	= $4.2/3 \cdot 1,75 \cdot 0,12 \cdot 2400$	= 1344,1 kg/m
---------	--	---------------

$$\begin{aligned}
 2. \text{ spesi} &= 4.2/3.1,75.2.21 &= 196,014 \text{ kg/m} \\
 3. \text{ pasir} &= 4.2/3.1,75.0,03.1600 &= 224,016 \text{ kg/m} \\
 4. \text{ tegel} &= 4.2/3.1,75.2.24 &= 224,016 \text{ kg/m} \\
 5. \text{ balok induk} &= 0,3.0,75.2400 &= 540 \text{ kg/m} \\
 6. \text{ plafond} &= 4.2/3.1,75.18 &= 84,01 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

---


$$q_D = 2612,156 \text{ kg/m}$$

b. Beban hidup tiap m<sup>2</sup>

- $q_L$  lantai =  $250 \text{ kg/m}^2$
- koefisien reduksi untuk perkantoran menurut PBI 1987 = 0,3

maka, beban hidup,  $q_L = 4.2/3.1,75.0,3.250 = 350,025 \text{ kg/m}$

## 2. Beban merata untuk as B pola pembebanan II

Beban-beban yang bekerja pada as B (pola II), yaitu :

### 1. Beban gravitasi pada balok atap

a. Beban mati tiap m

$$\begin{aligned}
 1. \text{ plat} &= 2.2/3.1,25.0,1.2400 &= 400,1 \text{ kg/m} \\
 2. \text{ balok induk} &= 0,3.0,75.2400 &= 540 \text{ kg/m} \\
 3. \text{ plafond} &= 2.2/3.1,25.18 &= 30,01 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

---


$$q_D = 970,11 \text{ kg/m}$$

b. Beban hidup tiap m<sup>2</sup>

- $q_L$  atap =  $100 \text{ kg/m}^2$
- koefisien reduksi untuk perkantoran menurut PBI 1987 = 0,3

maka, beban hidup tereduksi,  $q_L = 2.2/3.1,25.0,3.100 = 50,01 \text{ kg/m}$

## 2. Beban gravitasi pada balok lantai 1 sampai 14

### a. Beban mati tiap m'

$$1. \text{ plat} = 2.2/3.1,25.0,12.2400 = 480,096 \text{ kg/m}$$

$$2. \text{ spesi} = 2.2/3.1,25.2.21 = 70,014 \text{ kg/m}$$

$$3. \text{ pasir} = 2.2/3.1,25.0,03.1600 = 80,016 \text{ kg/m}$$

$$4. \text{ tegel} = 2.2/3.1,25.2.24 = 80,016 \text{ kg/m}$$

$$5. \text{ balok induk} = 0,3.0,75.2400 = 540 \text{ kg/m}$$

$$6. \text{ plafond} = 2.2/3.1,25.18 = 30,01 \text{ kg/m}$$

$$q_D = 1280,155 \text{ kg/m}$$

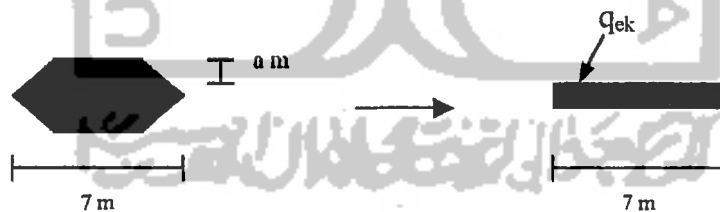
### b. Beban hidup tiap m'

$$- q_L \text{ lantai} = 250 \text{ kg/m}^2$$

- koefisien reduksi untuk perkantoran menurut PBI 1987 = 0,3

$$\text{maka, beban hidup, } q_L = 2.2/3.1,25.0,3.250 = 125,025 \text{ kg/m}$$

## 3. Perhitungan Beban Titik pada As B



Gambar 5.4 Perhitungan beban titik

$$Q_{ek} = 2.1/3.a$$

Beban titik ( beban terpusat ) pada as B, yaitu :

### 1. Beban gravitasi pada balok atap

#### a. Beban mati

$$1. \text{ plat} = 7.2.1/3.1,75.0,1.2400 = 2693,65 \text{ kg}$$

$$2. \text{ berat sendiri balok anak} = 7.0,3.0,6.2400 = 3024 \text{ kg}$$

$$3. \text{ plafond} = 7.2.1/3.1,75.18 = 147,042 \text{ kg}$$

$$P_{\text{Datap}} = 5864,692 \text{ kg}$$

b. Beban hidup atap

$$- q_L \text{ atap tereduksi} = 0,3.100 \text{ kg/m}^2 = 30 \text{ kg/m}^2$$

$$- \text{ maka, beban hidup tereduksi, } P_{\text{Latap}} = 7.2.1/3.1,75.30 = 245,07 \text{ kg}$$

2. Beban gravitasi pada balok lantai 1 sampai 14

a. Beban mati

$$1. \text{ plat} = 7.2.1/3.1,75.0,12.2400 = 2352,672 \text{ kg}$$

$$2. \text{ spesi} = 7.2.1/3.1,75.2.2100 = 343,098 \text{ kg}$$

$$3. \text{ pasir} = 7.2.1/3.1,75.0,03.1600 = 392,112 \text{ kg}$$

$$4. \text{ tegel} = 7.2.1/3.1,75.2.24 = 392,112 \text{ kg}$$

$$5. \text{ berat sendiri balok anak} = 7.0,3.0,6.2400 = 3024 \text{ kg}$$

$$6. \text{ plafond} = 7.2.1/3.1,75.18 = 147,042 \text{ kg}$$

$$P_{\text{Dlantai}} = 6651,036 \text{ kg}$$

b. Beban hidup

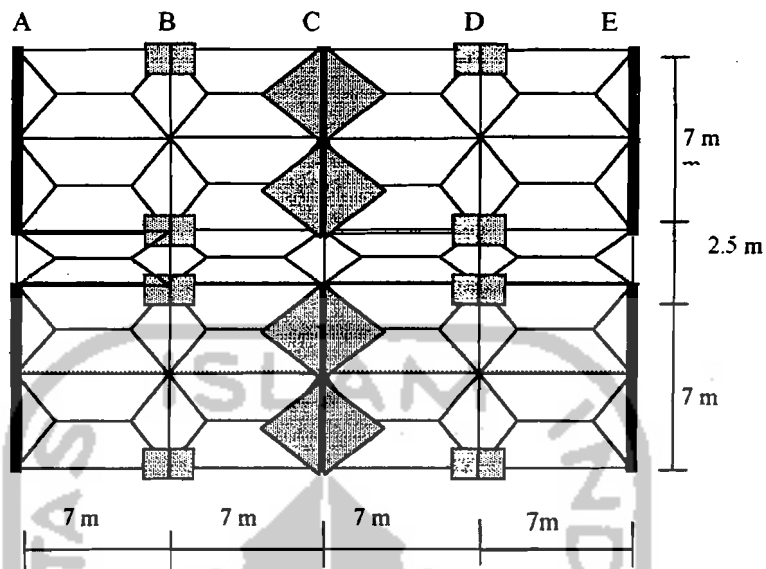
$$- q_L \text{ lantai tereduksi} = 0,3.250 \text{ kg/m}^2 = 75 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{ maka, beban hidup, } P_L \text{ lantai} = 7.2.1/3.1,75.75 = 612,675 \text{ kg}$$

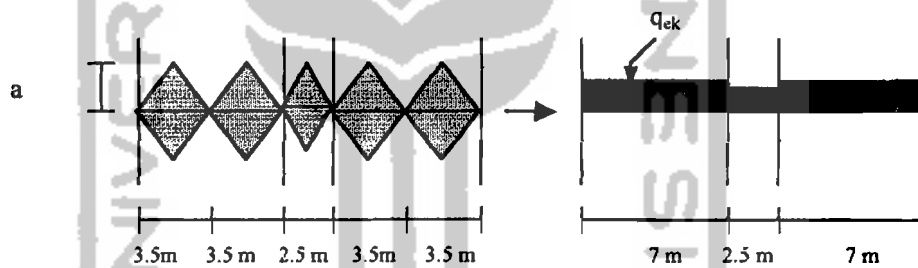
Berdasarkan pola pembebanan pada Gambar 5.1 maka beban-beban yang bekerja pada As D adalah sama dengan beban-beban yang bekerja pada As B.

### 5.5.2 Perhitungan Beban akibat Gaya Gravitasi As C

Perhitungan pembebanan as C didasarkan pada kondisi penempatan dan pembebanan portal sebagai berikut ini.



Gambar 5.5 Pembagian beban merata pada as C



Gambar 5.6 Perhitungan beban merata ekuivalen as C

$$Q_{ek} = 2/3 \cdot a$$

Dari Gambar 5.6 dapat dihitung beban merata dan beban terpusat untuk as C berikut ini.

### 1. Beban merata untuk as C pola pembebanan I

Beban-beban yang bekerja pada as C, yaitu :

#### 1. Beban gravitasi pada atap

##### a. Beban mati tiap m'

$$1. \text{ plat} = 4.2/3 \cdot 1,75 \cdot 0.1 \cdot 2400 = 1120,1 \text{ kg/m}$$



2. dinding geser = 2.0,3.2400	= 1440 kg/m
3. plafond = 4.2/3.1,75.18	= 84,01 kg/m
	q <sub>D</sub> = 2644,11 kg/m

b. Beban hidup tiap m'

- q<sub>L</sub> atap = 100 kg/m<sup>2</sup>

- koefisien reduksi untuk perkantoran menurut PBI 1987 = 0,3

maka, beban hidup tereduksi, q<sub>L</sub> = 4.2/3.1,75.0,3.100 = 140,01 kg/m

2. Beban gravitasi pada lantai 1 sampai 14

a. Beban mati tiap m'

1. plat = 4.2/3.1,75.0,12.2400 = 1344,1 kg/m

2. spesi = 4.2/3.1,75.2.21 = 196,014 kg/m

3. pasir = 4.2/3.1,75.0,03.1600 = 224,016 kg/m

4. tegel = 4.2/3.1,75.2.24 = 224,016 kg/m

5. dinding geser = 4.0,3.2400 = 2880 kg/m

6. plafond = 4.2/3.1,75.18 = 84,01 kg/m

q<sub>D</sub> = 4952.156 kg/m

b. Beban hidup tiap m'

- q<sub>L</sub> lantai = 250 kg/m<sup>2</sup>

- koefisien reduksi untuk perkantoran menurut PBI 1987 = 0,3

maka, beban hidup, q<sub>L</sub> = 4.2/3.1,75.0,3.250 = 350,025 kg/m

## 2. Beban merata untuk as C pola pembebanan II

Beban-beban yang bekerja pada as B (pola II), yaitu :

### 1. Beban gravitasi pada atap

#### a. Beban mati tiap m

1. plat	$= 2.2/3.1,25.0,1.2400$	$= 400,1 \text{ kg/m}$
2. balok kopel	$= 0,3.1.2400$	$= 720 \text{ kg/m}$
3. plafond	$= 2.2/3.1,25.18$	$= 30,01 \text{ kg/m}$
		<hr/>
		$q_D = 1150,11 \text{ kg/m}$

#### b. Beban hidup tiap m'

-  $q_L \text{ atap} = 100 \text{ kg/m}^2$

- koefisien reduksi untuk perkantoran menurut PBI 1987 = 0,3

maka, beban hidup tereduksi,  $q_L = 2.2/3.1,25.0,3.100 = 50,01 \text{ kg/m}$

### 2. Beban gravitasi pada lantai 1 sampai 14

#### a. Beban mati tiap m'

1. plat	$= 2.2/3.1,25.0,12.2400$	$= 480,096 \text{ kg/m}$
2. spesi	$= 2.2/3.1,25.2.21$	$= 70,014 \text{ kg/m}$
3. pasir	$= 2.2/3.1,25.0,03.1600$	$= 80,016 \text{ kg/m}$
4. tegel	$= 2.2/3.1,25.2.24$	$= 80,016 \text{ kg/m}$
5. balok kopel	$= 0,3.1.2400$	$= 720 \text{ kg/m}$
6. plafond	$= 2.2/3.1,25.18$	$= 30,01 \text{ kg/m}$
		<hr/>
		$q_D = 1460,152 \text{ kg/m}$

b. Beban hidup tiap m<sup>2</sup>

-  $q_L$  lantai = 250 kg/m<sup>2</sup>

- koefisien reduksi untuk perkantoran menurut PBI 1987 = 0,3

maka, beban hidup,  $q_L = 2.2/3.1,25.0,3.250 = 125,025$  kg/m

### 3. Perhitungan Beban Titik pada As C



Gambar 5.7 Perhitungan beban titik

$$Q_{ek} = 2.1/3.a$$

Beban titik ( beban terpusat ) pada as C, yaitu :

#### 1. Beban gravitasi pada balok atap

##### a. Beban mati

1. plat =  $7.2.1/3.1,75.0,1.2400 = 2693,65$  kg

2. berat sendiri balok anak =  $7.0,3.0,6.2400 = 3024$  kg

3. plafond =  $7.2.1/3.1,75.18 = 147,042$  kg

$$P_{Datap} = 5864,692 \text{ kg}$$

##### b. Beban hidup atap

-  $q_L$  atap tereduksi =  $0,3.100 \text{ kg/m}^2 = 30 \text{ kg/m}^2$

maka, beban hidup tereduksi,  $P_{Latap} = 7.2.1/3.1,75.30 = 245,07$  kg

#### 2. Beban gravitasi pada balok lantai 1 sampai 14

##### a. Beban mati

1. plat =  $7.2.1/3.1,75.0,12.2400 = 2352,672$  kg

2. spesi =  $7.2.1/3.1,75.2.2100 = 343,098 \text{ kg}$
3. pasir =  $7.2.1/3.1,75.0,03.1600 = 392,112 \text{ kg}$
4. tegel =  $7.2.1/3.1,75.2.24 = 392,112 \text{ kg}$
5. berat sendiri balok anak =  $7.0,3.0,6.2400 = 3024 \text{ kg}$
6. plafond =  $7.2.1/3.1,75.18 = 147,042 \text{ kg}$

$$P_{D\text{lantai}} = 6651,036 \text{ kg}$$

#### b. Beban hidup

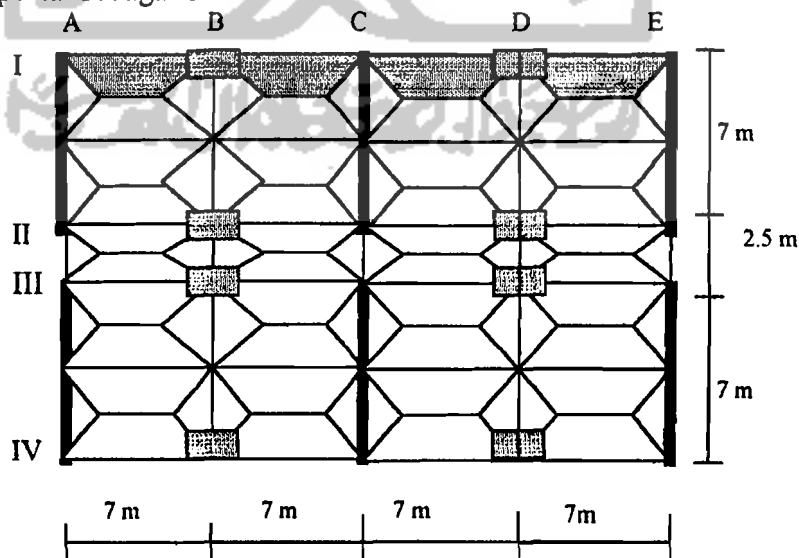
$$- q_L \text{ lantai tereduksi} = 0,3. 250 \text{ kg/m}^2 = 75 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{maka, beban hidup, } P_L \text{ lantai} = 7.2.1/3.1,75.75 = 612,675 \text{ kg}$$

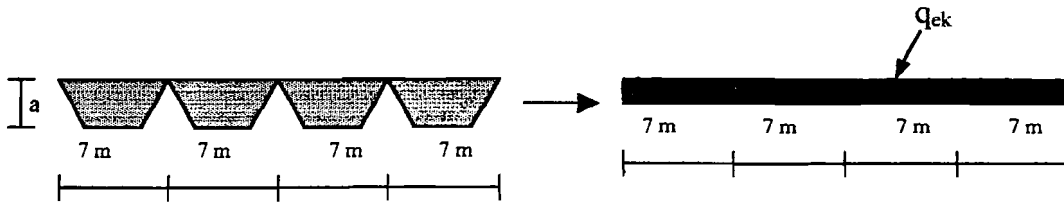
Berdasarkan pada pola pembebanan pada Gambar 5.1 maka beban yang bekerja pada As E adalah sama dengan beban yang bekerja pada As C, sedangkan pada As A beban yang bekerja adalah setengah kali beban As C

#### 5.5.3 Beban merata untuk as I

Perhitungan pembebanan as I didasarkan pada kondisi penempatan dan pembebanan portal sebagai berikut ini.



Gambar 5.8 Pola pembebanan untuk As I



**Gambar 5.9** Perhitungan beban merata ekuivalen as I

$$Q_{ek} = 1/3 \cdot a = 1/3 \cdot 1,75 \cdot q$$

Dari Gambar 5.9 dapat dihitung beban merata untuk as I berikut ini.

Beban-beban yang bekerja pada as I, yaitu :

1. Beban gravitasi pada atap

a. Beban mati tiap m<sup>2</sup>

1. plat	$= 1.1/3.1,75.0,1.2400$	$= 140 \text{ kg/m}$
2. balok arah y	$= 0,3.0,75.2400$	$= 540 \text{ kg/m}$
3. plafond	$= 1.1/3.1,75.18$	$= 10,5 \text{ kg/m}$
		$q_D = 690,5 \text{ kg/m}$

b. Beban hidup tiap m<sup>2</sup>

-  $q_L$  atap =  $100 \text{ kg/m}^2$

- koefisien reduksi untuk perkantoran menurut PBI 1987 =  $0,3$

maka, beban hidup tereduksi,  $q_L = 1.1/3.1,75.0,3.100 = 17,5 \text{ kg/m}$

2. Beban gravitasi pada lantai 1 sampai 14

a. Beban mati tiap m<sup>2</sup>

1. plat	$= 1.1/3.1,75.1.0,12.2400$	$= 168 \text{ kg/m}$
2. spesi	$= 1.1/3.1,75.1.2.21$	$= 24,5 \text{ kg/m}$
3. pasir	$= 1.1/3.1,75.1.0,03.1600$	$= 28,0 \text{ kg/m}$

$$\begin{aligned}
 4. \text{ tegel} &= 1.1/3.1,75.1.2.24 &= 28,0 \text{ kg/m} \\
 5. \text{ balok arah y} &= 0,3.0,75.2400 &= 540,0 \text{ kg/m} \\
 6. \text{ plafond} &= 1.1/3.1,75.18 &= 10,5 \text{ kg/m} \\
 7. \text{ dinding} &= 4.250 &= 1000 \text{ kg/m} \\
 \hline
 q_D &= 1799 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

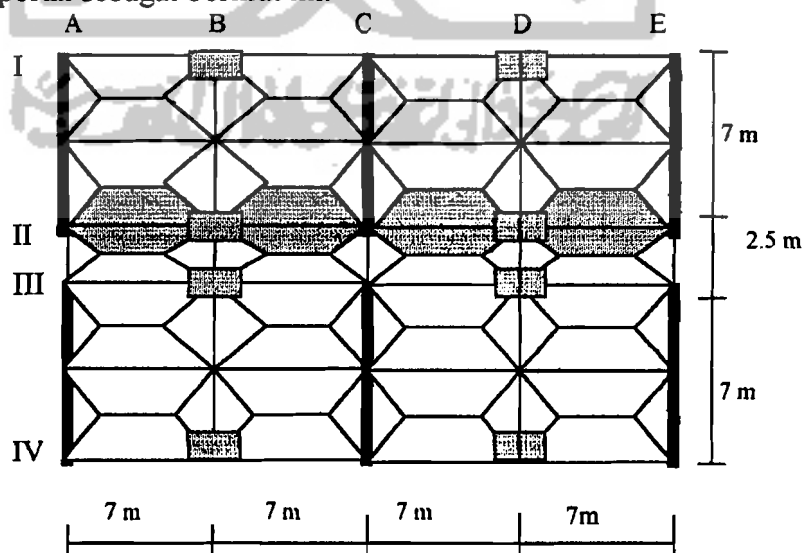
b. Beban hidup tiap  $m^2$

$$\begin{aligned}
 - q_L \text{ lantai} &= 250 \text{ kg/m}^2 \\
 - \text{ koefisien reduksi untuk perkantoran menurut PBI 1987} &= 0,3 \\
 \text{maka, beban hidup, } q_L &= 1.1/3.1,75.0,3.250 = 43,75 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

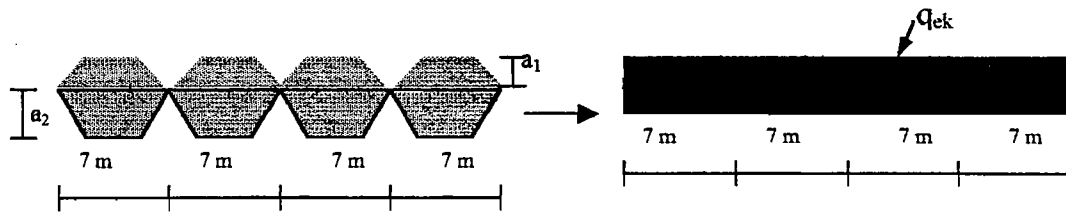
Berdasarkan pada pola pembebanan pada Gambar 5.8 maka beban yang bekerja pada As IV adalah sama dengan beban yang bekerja pada As I.

#### 5.5.4 Beban merata untuk as II

Perhitungan pembebanan as II didasarkan pada kondisi penempatan dan pembebanan portal sebagai berikut ini.



Gambar 5.10 Pola pembebanan untuk As II



**Gambar 5.11** Perhitungan beban merata ekivalen as II

$$Q_{ek} = 1/3 \cdot (a_1 + a_2) = 1/3 \cdot (1,75 + 1,25)q$$

Dari Gambar 5.11 dapat dihitung beban merata untuk as II berikut ini.

Beban-beban yang bekerja pada as II, yaitu :

1. Beban gravitasi pada atap

a. Beban mati tiap m

1. plat =  $1/3 \cdot (1,75 + 1,25) \cdot 0,1 \cdot 2400 = 240 \text{ kg/m}$

2. balok arah x =  $0,3 \cdot 0,75 \cdot 2400 = 540 \text{ kg/m}$

3. plafond =  $1/3 \cdot (1,75 + 1,25) \cdot 18 = 18 \text{ kg/m}$

---

$q_D = 798 \text{ kg/m}$

b. Beban hidup tiap m'

-  $q_L \text{ atap} = 100 \text{ kg/m}^2$

- koefisien reduksi untuk perkantoran menurut PBI 1987 = 0,3

maka, beban hidup tereduksi,  $q_L = 1/3 \cdot (1,75 + 1,25) \cdot 0,3 \cdot 100 = 31 \text{ kg/m}$

2. Beban gravitasi pada lantai 1 sampai 14

a. Beban mati tiap m'

1. plat =  $1/3 \cdot (1,75 + 1,25) \cdot 0,12 \cdot 2400 = 289 \text{ kg/m}$

2. spesi =  $1/3 \cdot (1,75 + 1,25) \cdot 2,21 = 42 \text{ kg/m}$

3. pasir =  $1/3 \cdot (1,75 + 1,25) \cdot 0,03 \cdot 1600 = 48 \text{ kg/m}$

4. tegel =  $1/3 \cdot (1,75 + 1,25) \cdot 2,24 = 48 \text{ kg/m}$

$$\begin{aligned}
 5. \text{ balok arah } x &= 0,3 \cdot 0,75 \cdot 2400 & = 540 \text{ kg/m} \\
 6. \text{ plafond} &= 1.1/3 \cdot (1,75 + 1,25) \cdot 18 & = 18 \text{ kg/m} \\
 7. \text{ dinding} &= 4.250 & = \underline{1000 \text{ kg/m}} \\
 & & q_D = 1985 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

b. Beban hidup tiap m'

$$\begin{aligned}
 - q_L \text{ lantai} &= 250 \text{ kg/m}^2 \\
 - \text{ koefisien reduksi untuk perkantoran menurut PBI 1987} &= 0,3 \\
 \text{ maka, beban hidup, } q_L &= 1.1/3 \cdot (1,75 + 1,25) \cdot 0,3 \cdot 250 = 75 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan pada pola pembebanan pada Gambar 5.10 maka beban yang bekerja pada As III adalah sama dengan beban yang bekerja pada As II.

Untuk memperjelas pembebanan pada masing-masing as, maka akan ditabelkan sebagai berikut ini.

Tabel 5.3 Beban pada as B

BEBAN PADA		$Q_D$ (kg/m)	$Q_L$ (kg/m)	$P_D$ (kg)	$P_L$ (kg)
ATAP	POLA I	1744,11	140,01	5864,692	245,07
	POLA II	970,11	50,61	-	-
LANTAI	POLA I	2612,156	350,025	6651,036	612,675
	POLA II	1280,152	125,025	-	-

Tabel 5.4 Beban pada as C

BEBAN PADA		$Q_D$ (kg/m)	$Q_L$ (kg/m)	$P_D$ (kg)	$P_L$ (kg)
ATAP	POLA I	2644,11	140,01	5864,692	245,07
	POLA II	1150,11	50,61	-	-
LANTAI	POLA I	4952,156	350,025	6651,036	612,675
	POLA II	1460,152	125,025	-	-



**Tabel 5.5** Beban pada as A

BEBAN PADA		$Q_D(\text{kg/m})$	$Q_L(\text{kg/m})$	$P_D(\text{kg})$	$P_L(\text{kg})$
ATAP	POLA I	1322,055	70,005	2932,346	122,535
	POLA II	575,055	25,305	-	-
LANTAI	POLA I	2476,078	175,0125	3325,518	306,3375
	POLA II	730,076	62,5125	-	-

**Tabel 5.6** Beban pada as I dan As IV

Beban pada	$Q_D(\text{kg/m})$	$Q_L(\text{kg/m})$
Atap	690,5	17,5
Lantai	1799	43,75

**Tabel 5.7** Beban pada as II dan as III

Beban pada	$Q_D(\text{kg/m})$	$Q_L(\text{kg/m})$
Atap	798	31
Lantai	1985	75