

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Umum

Proses analisis perhitungan struktur Hotel Amarsvati menggunakan software SAP 2000 V.14 dengan data masukan yang sudah ditentukan. Hasil dari analisis berupa data gaya dalam struktur, lendutan maksimum dan simpangan maksimum yang selanjutnya hasil dari analisis tersebut digunakan sebagai dasar dalam perencanaan hotel amarsvati menggunakan kolom beton metode *Biaksial* dan *Uniaksial*.

4.2 Data Masukan

4.2.1 Data Perancangan

Adapun data-data yang digunakan dalam perancangan sebagai berikut :

1. Data primer

Data primer adalah data yang diperoleh dari dosen teknik sipil yaitu Hotel Amarsvati yang berada di jalan Raya Senggigi, Malaka Pemenang, Kabupaten Lombok Utara Nusa Tenggara Barat :

a. Gambar bestek

- Denah lantai 1-13 denah struktur lantai 1-13
- Denah lantai atap dan denah balok atap.

b. Mutu beton yang digunakan $f'_c = 30$ MPa

c. Modulus elastisitas beton $E_c = 4700 \sqrt{f'_c} = 4700 \sqrt{30} = 25743$ MPa

d. Modulus elastisitas baja = 200.000 MPa

e. Mutu baja yang digunakan adalah $f_y = 240$ MPa (tulangan geser $f_y \phi < 10$ mm).

f. Mutu baja yang digunakan adalah $f_y = 400$ MPa (tulangan lentur $f_y \phi > 10$ mm)

g. Bangunan terletak diatas tanah lunak.

2. Data skunder

Data skunder diperoleh dari buku-buku, dan peraturan-peraturan serta literatur lain yang menunjang penyelesaian tugas akhir ini.

4.2.1 Peraturan perancangan

Dalam perencanaan digunakan peraturan-peraturan sebagai berikut :

1. Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung (SNI 03-2847-2012)
2. Standar perencanaan ketahanan gempa untuk bangunan gedung (SNI 03-1726-2012)
3. Peraturan pembebanan indonesia untuk gedung (PPIUG 1983)

4.2.3 Proses perancangan

Penulisan tugas akhir ini menggunakan kajian literatur dan langkah-langkah perencanaannya sebagai berikut :

1. Materi yang diperlukan disiapkan guna menunjang penulisan tugas akhir ini.
2. Beban yang diterima struktur, dirancang mengacu pada peraturan pembebanan indonesia untuk gedung (PPIUG 1983).
3. Analisis beban gempa menggunakan respons spektrum
4. Analisis struktur menggunakan bantuan program sap 2000 v.14

Untuk menjalankan program sap 2000 v.14 dilakukan pemodelan struktur sebagai berikut :

- a. Struktur merupakan jenis portal
- b. Pembebanan pada plat atap dan plat lantai terdiri dari beban mati dan beban hidup.
- c. Dinding sebagai beban mati dengan metode pembebanan merata.
- d. Pembebanan tangga dan bordes terdiri dari beban mati dan beban hidup dengan metode pembebanan merata.
- e. Kombinasi pembebanan yang digunakan antara lain :
 1. $1,4DL$
 2. $1,2DL+1,6LL$
 3. $1,2DL+1,0LL+1,0EQ_x+0,3EQ_y$

4. $1,2DL+1,0LL+1,0EQ_x-0,3EQ_y$
5. $1,2DL+1,0LL-1,0EQ_x+0,3EQ_y$
6. $1,2DL+1,0LL-1,0EQ_x-0,3EQ_y$
7. $1,2DL+1,0LL+0,3EQ_x+1,0EQ_y$
8. $1,2DL+1,0LL+0,3EQ_x-1,0EQ_y$
9. $1,2DL+1,0LL-0,3EQ_x+1,0EQ_y$
10. $1,2DL+1,0LL-0,3EQ_x-1,0EQ_y$
11. $0,9DL+1,0EQ_x+0,3EQ_y$
12. $0,9DL+1,0EQ_x-0,3EQ_y$
13. $0,9DL-1,0EQ_x+0,3EQ_y$
14. $0,9DL-1,0EQ_x-0,3EQ_y$
15. $0,9DL+0,3EQ_x+1,0EQ_y$
16. $0,9DL+0,3EQ_x-1,0EQ_y$
17. $0,9DL-0,3EQ_x+1,0EQ_y$
18. $0,9DL-0,3EQ_x-1,0EQ_y$

Keterangan :

DL = beban mati

LL = beban hidup

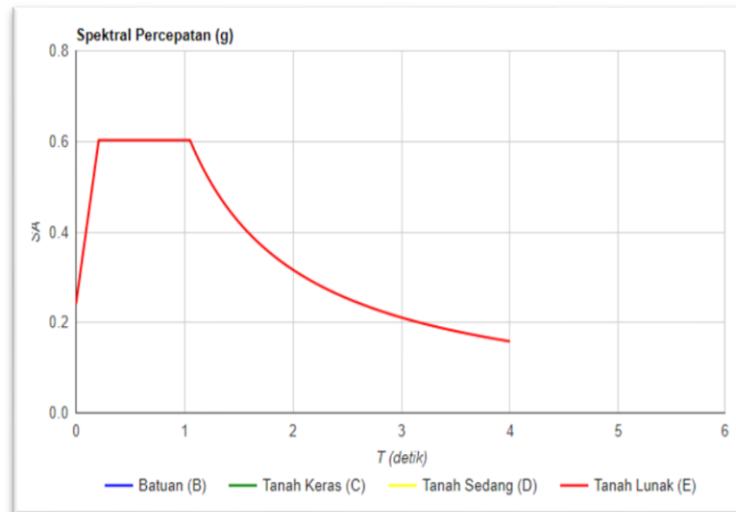
EQ_x = beban gempa arah x

EQ_y = beban gempa arah y

4.3 Perhitungan Beban Gempa Dinamik *Respon Spectrum*

Pada analisis respons spektrum gempa, dapat dilakukan dengan otomatis. Data respons spektrum wilayah gempa dapat diperoleh melalui alamat website, www.puskim.pu.go.id lokasi bangunan termasuk kelas situs SE (kondisi tanah lunak). Adapun gambar grafik respons spektrum tanah lunak lokasi gedung Amarsvati dapat dilihat pada gambar

Nilai spektral percepatan di permukaan dari gempa *Risk Targeted Maximum Consider Earthquake* dengan probabilitas keruntuhan bangunan 1 % dalam 50 tahun lokasi gedung Amarsvati Lombok (*Lat* : -8,437846, *Long* : 116,039890).



Gambar 4.1 Grafik Respons Spektrum Tanah Lunak Lokasi Gedung Hotel Amarsvati

(Sumber : Website Puskim PU)

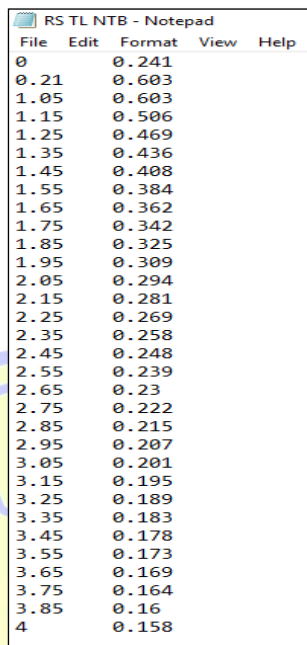
Parameter percepatan respons gempa batuan dasar terpetakan hasil output Website Puskim PU pada kondisi tanah lunak :

- PGA (g) = 0,446
- S_S (g) = 0,985
- S_I (g) = 0,387
- F_a (g) = 0,918
- F_v (g) = 2,451
- S_{MS} (g) = 0,904
- S_{M1} (g) = 0,949
- S_{DS} (g) = 0,603
- S_{D1} (g) = 0,633
- T_0 (detik) = 0,210
- T_s (detik) = 1,050

4.3.1 Input Data Respon Spektrum

Adapun langkah langkah yang dilakukan sebelum menginput data respons spektrum ke dalam SAP 2000 terlebih dahulu menyiapkan data data yang diperoleh dari www.puskim.pu.go.id. Seperti yang terlampir berikut ini :

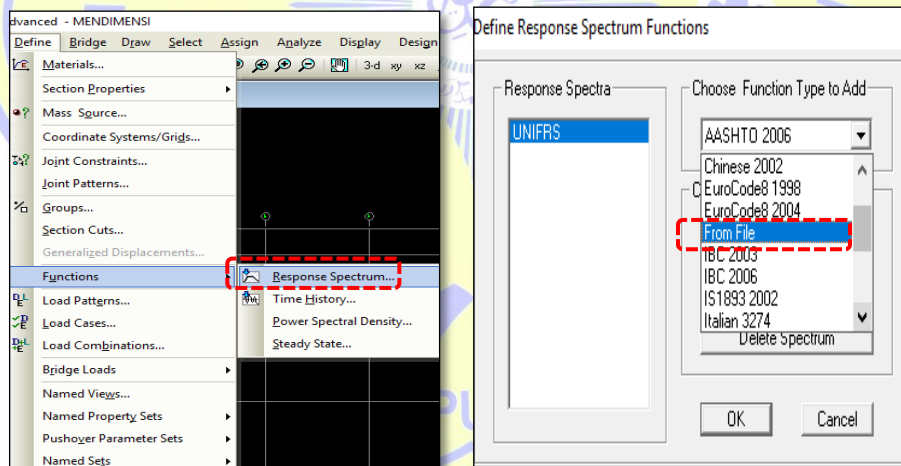
1. Menyiapkan input data respon spektrum



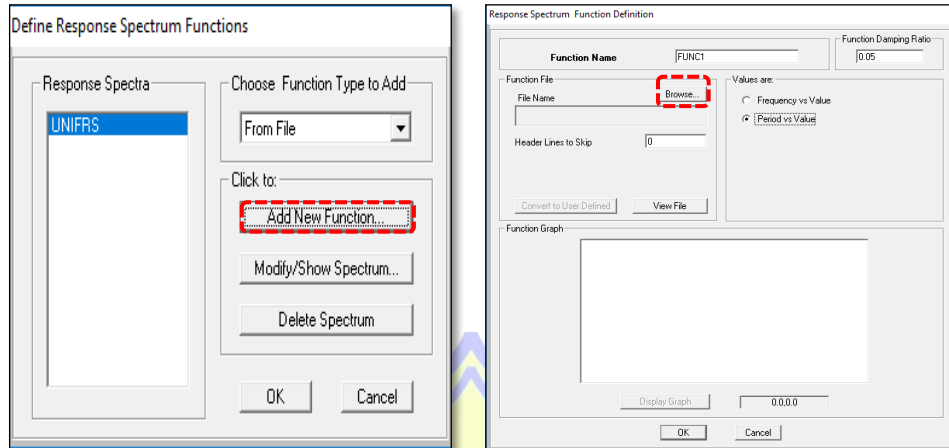
File	Edit	Format	View	Help
0		0.241		
0.25		0.603		
1.05		0.603		
1.15		0.506		
1.25		0.469		
1.35		0.436		
1.45		0.408		
1.55		0.384		
1.65		0.362		
1.75		0.342		
1.85		0.325		
1.95		0.309		
2.05		0.294		
2.15		0.281		
2.25		0.269		
2.35		0.258		
2.45		0.248		
2.55		0.239		
2.65		0.23		
2.75		0.222		
2.85		0.215		
2.95		0.207		
3.05		0.201		
3.15		0.195		
3.25		0.189		
3.35		0.183		
3.45		0.178		
3.55		0.173		
3.65		0.169		
3.75		0.164		
3.85		0.16		
4		0.158		

Gambar 4.2 Copy dan Paste Data Ke Editor Teks

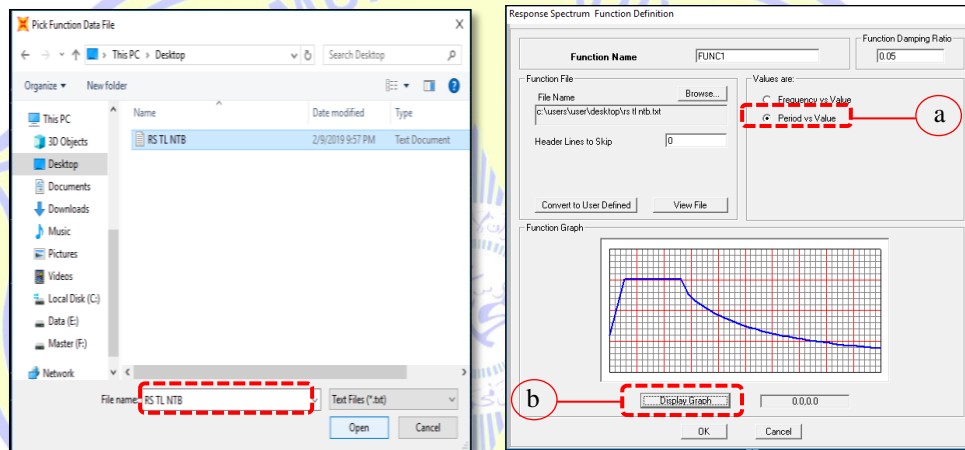
2. Input data Response Spektrum ke Sap.2000



Gambar 4.3 Kotak Dialog Define Respons Spektrum

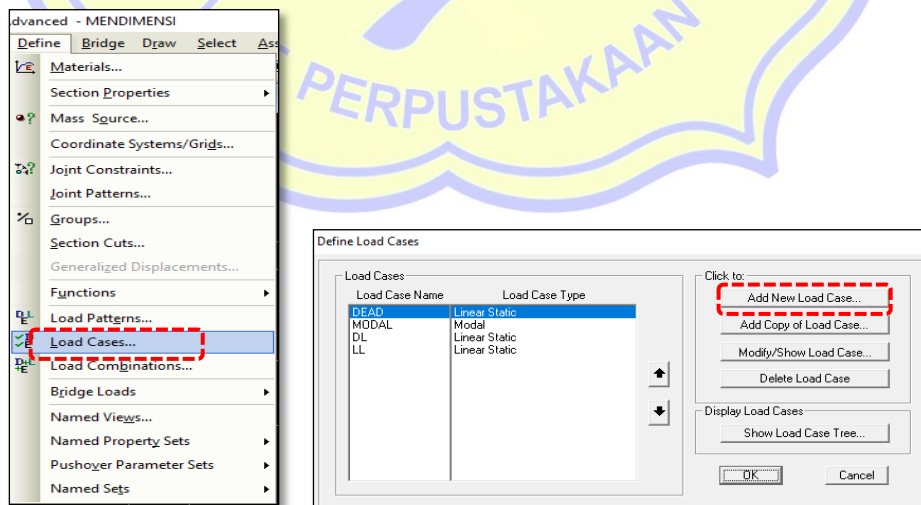


Gambar 4.4 *Input Data Response Spektrum Dari Sumber Luar*

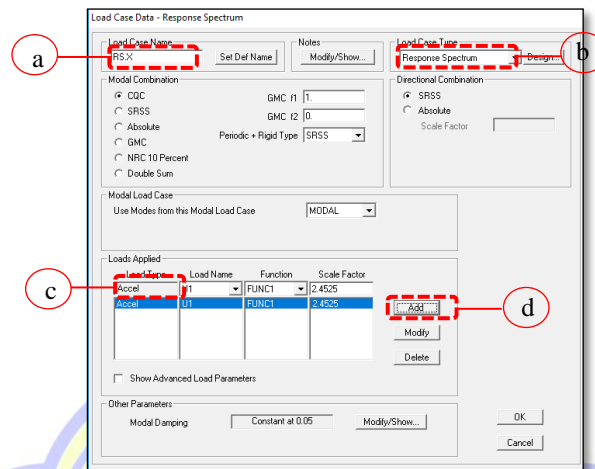


Gambar 4.5 *Input Data Teks Grafik Response Spektrum*

3. Definisi tipe analisis *Response Spectrum*



Gambar 4.6 Kotak Dialog Analysis Case



Gambar 4.7 Analysis Case Response Spektrum Arah-X

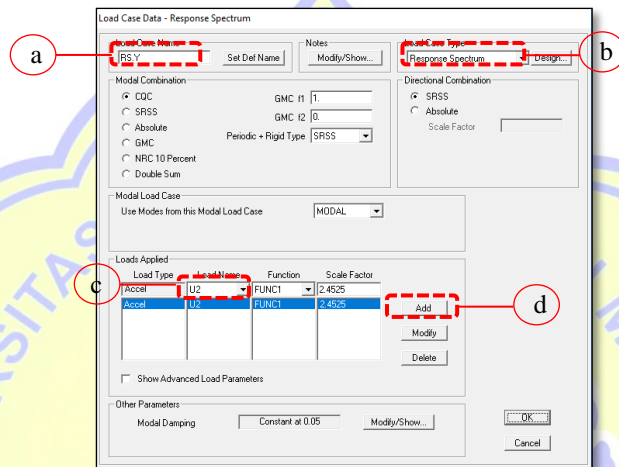
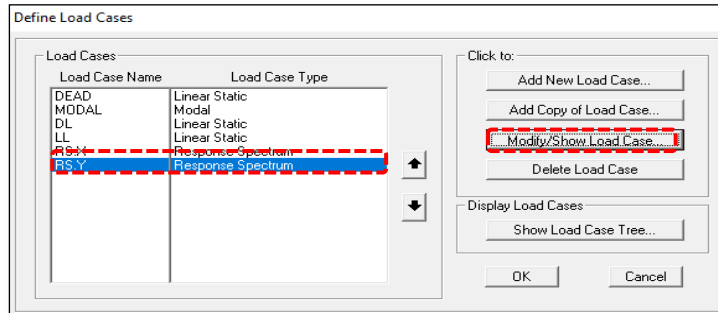
- a. Pada Analisis Case Name di beri nama “RS-X”
- b. Pilih Response Spektrum pada Analisis Case Type
- c. Pada bagian Load Applied :
Load name : pilih U1
Funcation : pilih yang sesuai
Scale faktor : isikan $9,8/4 = 2,4525$
- d. Klik tombol add

e. Klik ok

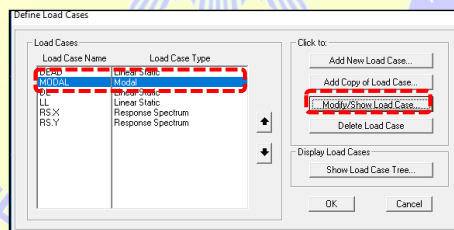
Kembali ke kotak dianlok analisis case “pilih RS-X” yang didefinisikan sebelumnya lalu klik tombol *Add Copy Of Case* untuk mempercepat input.

Berikutnya, dalam kotak dialog seperti pada gambar :

- a. Pada Analisis Case Name diberi nama “RS-Y”
- b. Pada bagian load nama ganti U1 menjadi U2
- c. Klik tombol *Modify*
- d. Klik ok
- e. Klik oke lagi untuk menyelesaikan Analysis Case



Gambar 4.8 *Analysis Case Gempa Response Spectrum Arah-Y*

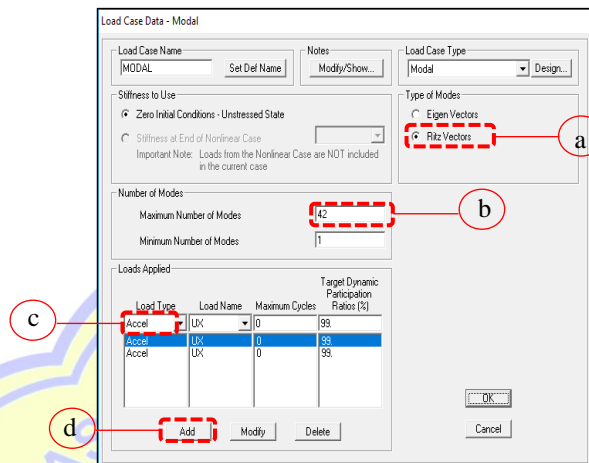


Gambar 4.9 *Kotak Dialog Analysis Case*

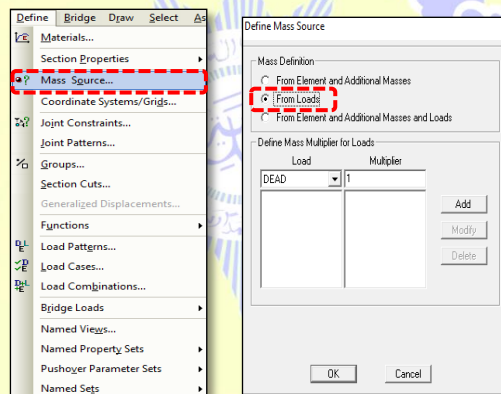
Dalam kotak dialog analysis case data Gambar 5.7 diberikan data :

- a. Pada *Types Of Modes* pilih *Ritz Vectors*
- b. Pada *Maximum Number Of Modes* isikan 42
- c. Pada *Load Type* pilih *Accel* (*acceleration* = percepatan, karena input *Response Spectrum* dalam satuan *g* atau percepatan gravitasi) dan *Load Name* pilih *UX* (percepatan pada arah X)
- d. Klik add

- e. Ulangi mulai langkah C lalu pilih UY
- f. Klik *Add*
- g. Klik *OK*



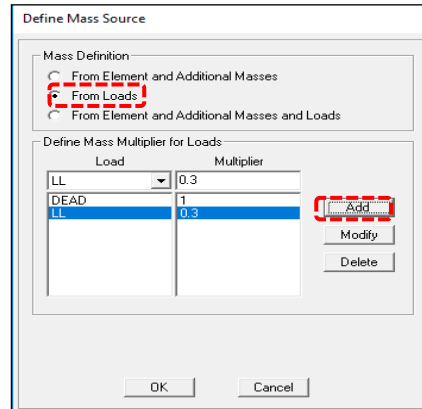
Gambar 4.10 *Analysis Case untuk Modal*



Gambar 4.11 *Define Mass Area*

Kembali pada gambar 5.8 :

- a. Klik /pilih pada metode kedua (Flor Loads)
- b. Pada Define Mass Multiplier for Loads bagian Load pilih DEAD dan pada Multiplier isikan nilai 1
- c. Klik *Add*
- d. Klik *OK*



Gambar 4.12 *Define Mass Source Untuk Contoh Model*

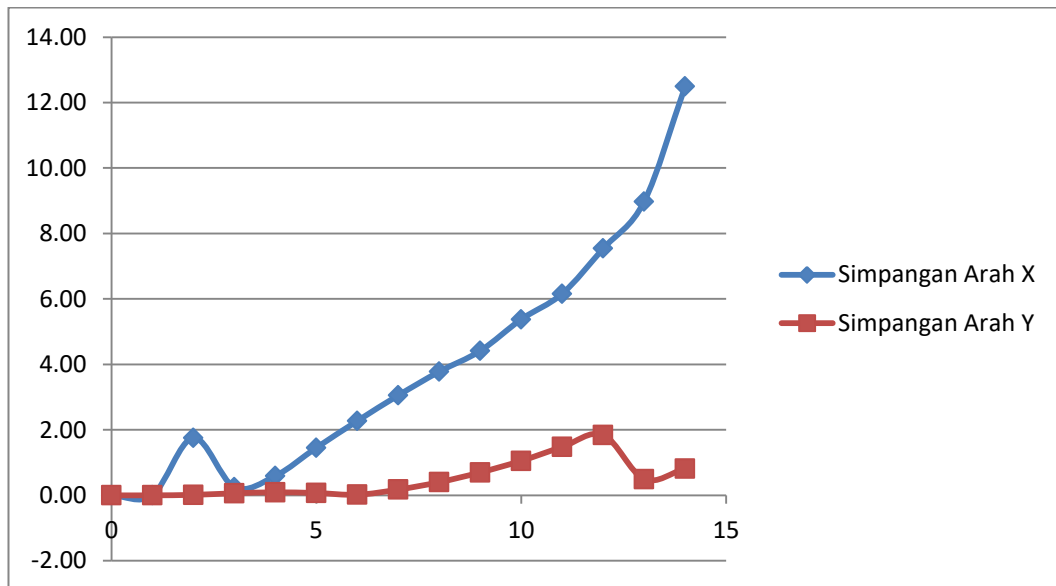
4.4 Kontrol Simpangan

Simpangan maksimum berdasarkan SNI 1726-2002 dimana diijinkan untuk melampaui $\frac{0,03}{R} \times$ tinggi tingkat yang bersangkutan. Berikut merupakan gambar grafik *Story Respsns Plot* arah X dan Y tertera dalam Gambar 5.10 dan Gambar 5.11. Dan data simpangan *Story Respsns Plot* X dan Y yang tertera dalam tabel :

- a. Simpangan arah X tiap lantai

Tabel 4.1 *Rekapitulasi besaran Simpangan arah X*

Lantai	Elevasi	X-Dir	Y-Dir	Batas	Kontrol
	mm	mm	mm	Mm	
14	50.1	12.49	0.82	187.875	OK
13	47.5	8.98	0.50	178.125	OK
12	43.5	7.54	1.85	163.125	OK
11	39.5	6.16	1.48	148.125	OK
10	36.25	5.38	1.05	135.9375	OK
9	33	4.41	0.70	123.75	OK
8	29.75	3.78	0.40	111.5625	OK
7	26.5	3.05	0.18	99.375	OK
6	23.25	2.27	0.02	87.1875	OK
5	20	1.45	0.07	75	OK
4	16.75	0.59	0.09	62.8125	OK
3	13.5	0.25	0.06	50.625	OK
2	10.25	1.76	0.01	38.4375	OK
1	7	0,57938	0,04015	26.25	OK
0	0	0.00	0.00	0	OK

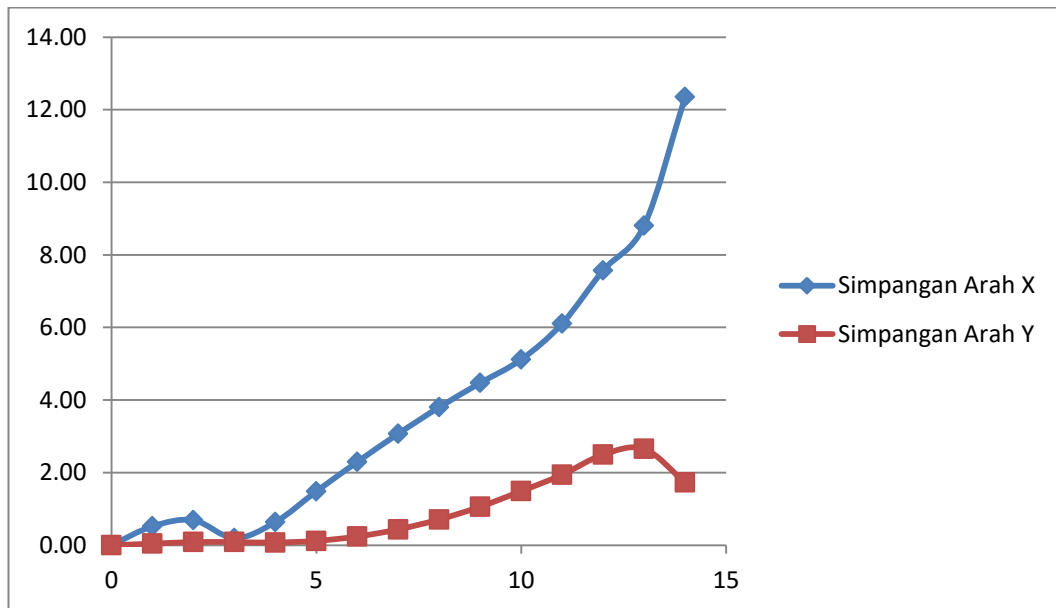


Gambar 4.13 *Simpangan Arah X*

b. Simpangan arah Y tiap lantai

Tabel 4.2 *Rekapitulasi besaran Simpangan arah Y*

Lantai	Elevasi mm	X-Dir mm	Y-Dir mm	Batas mm	Kontrol
14	50.1	12.35	1.73	187.875	OK
13	47.5	8.81	2.65	178.125	OK
12	43.5	7.57	2.50	163.125	OK
11	39.5	6.11	1.94	148.125	OK
10	36.25	5.12	1.49	135.9375	OK
9	33	4.47	1.06	123.75	OK
8	29.75	3.80	0.71	111.5625	OK
7	26.5	3.07	0.44	99.375	OK
6	23.25	2.29	0.24	87.1875	OK
5	20	1.48	0.12	75	OK
4	16.75	0.64	0.07	62.8125	OK
3	13.5	0.19	0.08	50.625	OK
2	10.25	0.69	0.09	38.4375	OK
1	7	0.52	0.04	26.25	OK
0	0	0	0	0	OK



Gambar 4.14 Simpangan arah Y

4.5 Perencanaan Struktur

4.5.1 Penulangan Pembebanan

A. Pembebanan

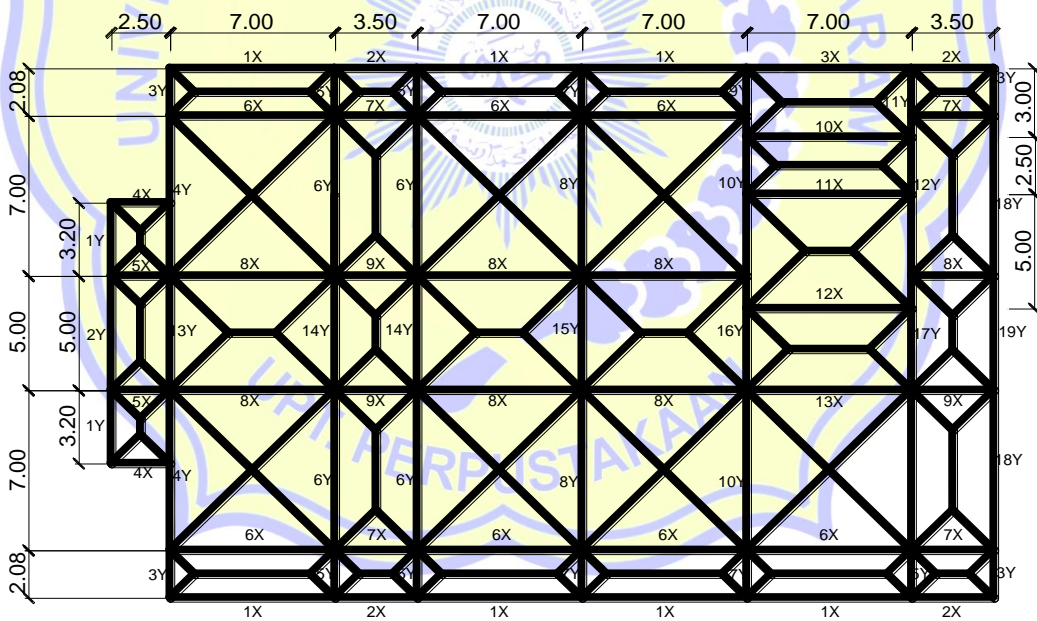
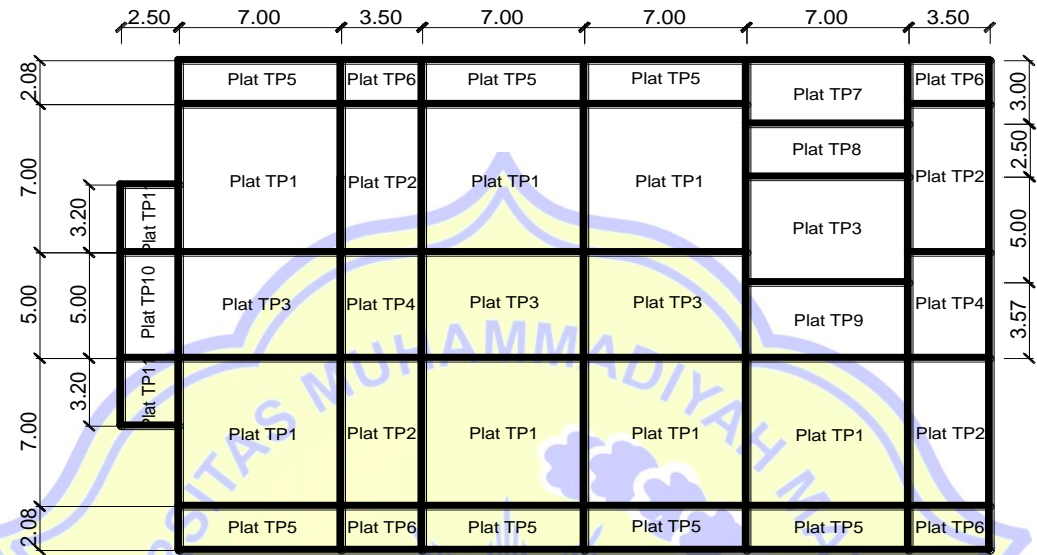
Pelat lantai $t = 130 \text{ mm}$

- a. Berat sendiri pelat $= 0,13 \times 24 = 3,120 \text{ kN/m}^2$
- b. Berat tegel + spasi $= 0,05 \times 22 = 1,100 \text{ kN/m}^2$
- c. Berat plafond dan M&E $= 0,18 = 0,180 \text{ kN/m}^2$

Total beban mati $q_D = 4,400 \text{ kN/m}^2$

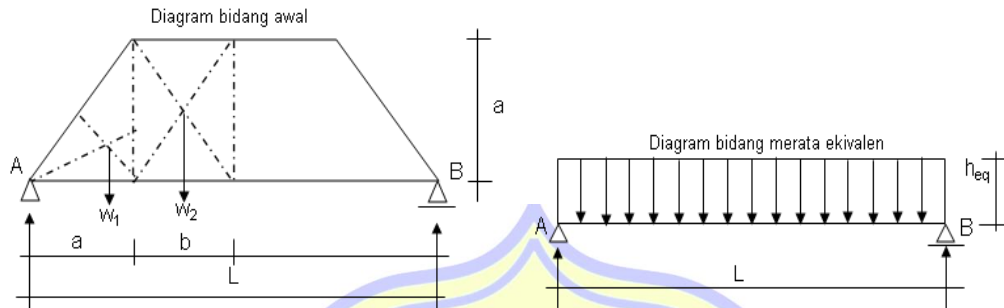
- d. Beban hidup lantai
Fungsi gedung = hotel $= 250 \text{ kg/m}^2 = 2,50 \text{ kN/m}^2$

Total beban hidup $q_L = 2,50 \text{ kN/m}^2$



- **Perhitungan pelat 7M × 7M**

Perataan Pembebanan Pelat 2 Arah



$L = 7,00 \text{ m}$

$L/2 = 3,50 \text{ m}$

$a = 3,50 \text{ m}$

$b = 0,00 \text{ m}$

$l_x = 7,00 \text{ m}$

$l_y = 7,00 \text{ m}$

1. Diagram bidang pembebanan awal

$W_1 = \text{luas segitiga} = 0,500 \times 3,500 \times 3,500 = 6,125 \text{ m}^2$

$W_2 = \text{luas segiempat} = 3,500 \times 0,000 = 0,000 \text{ m}^2$

$R_A = W_1 + W_2 = 6,125 + 0,000 = 6,125 \text{ m}^2$

$M_{c1} = R_A (L/2) - W_1(a/3 + b) - W_2(b/2) \dots \dots \dots 1$
 $= 14,292 \text{ m}^3$

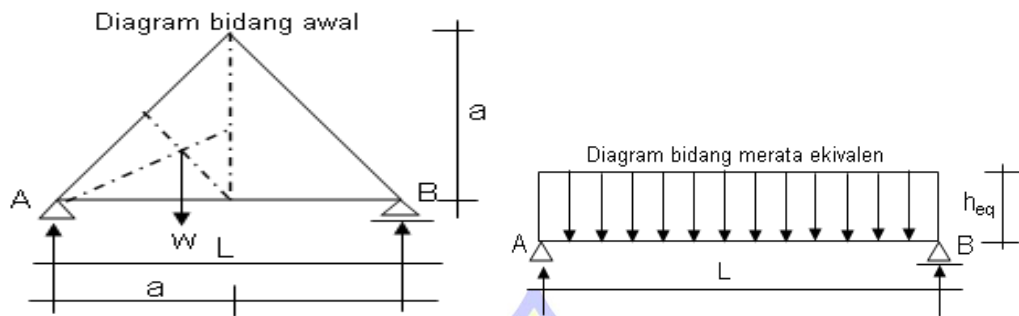
2. Diagram bidang setelah merata (beban plat ekuivalent)

$M_{c1} = 1/8 \times \text{heq} \times L^2$
 $= 1/8 \times 7,00^2 \times \text{heq} \dots \dots \dots 2$

Pers.1 = Pers.2

$\text{heq} = 2,333 \text{ m.}$

Pemerataan Beban Pelat Type 2



$$L = 7,000 \text{ m}$$

$$L/2 = 3,500 \text{ m}$$

$$a = 3,500 \text{ m}$$

1. Diagram bidang pembebanan awal

$$W = \text{luas segitiga} = 0,500 \times 3,500 \times 3,500 = 6,125 \text{ m}^2$$

$$R_A = w = 6,125 \text{ m}^2$$

$$M_{c1} = R_A (L/2) - w(a/3) \\ = 14,292 \text{ m}^3 \dots\dots\dots 1$$

2. Diagram bidang pembebanan setelah merata (beban plat ekuivalent)

$$M_{c2} = 1/8 \times \text{heq} \times L^2 \\ = 1/8 \times 7,000^2 \text{ heq} \\ = 6,125 \text{ heq}$$

$$\text{Pers 1} = \text{Pers 2}$$

$$\text{heq} = 2,333 \text{ m} \dots\dots\dots 2$$

Dengan cara yang sama maka perataan beban plat ekuivalent disajikan dalam tabel di bawah ini.

DIMENSI PELAT	Bentuk	L m	L/2 M	a m	b m	w1 m ²	w2 m ²	Mc ₁ m ³	Mc ₂ m ³	heq m
1	7.00 Travesium	7.000	3.500	3.500	0.000	6.125	0.000	14.292	6.125	2.333
	7.00 Segitiga	7.000	3.500	3.500	0.000	6.125	0.000	14.292	6.125	2.333
2	7.00 Travesium	7.000	3.500	1.750	1.750	1.531	3.063	9.826	6.125	1.604
	3.50 Segitiga	3.500	1.750	1.750	0.000	1.531	0.000	1.786	1.531	1.167
3	7.00 Travesium	7.000	3.500	2.500	1.000	3.125	2.500	12.708	6.125	2.075
	5.00 Segitiga	5.000	2.500	2.500	0.000	3.125	0.000	5.208	3.125	1.667
4	5.00 Travesium	5.000	2.500	1.750	0.750	1.531	1.313	4.576	3.125	1.464

	3.50	Segitiga	3.500	1.750	1.750	0.000	1.531	0.000	1.786	1.531	1.167
5	7.00	Trapesium	7.000	3.500	1.038	2.463	0.538	2.555	6.169	6.125	1.007
	2.08	Segitiga	2.075	1.038	1.038	0.000	0.538	0.000	0.372	0.538	0.692
6	3.50	Trapesium	3.500	1.750	1.038	0.713	0.538	0.739	1.403	1.531	0.916
	2.08	Segitiga	2.075	1.038	1.038	0.000	0.538	0.000	0.372	0.538	0.692
7	7.00	Trapesium	7.000	3.500	1.500	2.000	1.125	3.000	8.625	6.125	1.408
	3.00	Segitiga	3.000	1.500	1.500	0.000	1.125	0.000	1.125	1.125	1.000
8	7.00	Trapesium	7.000	3.500	1.250	2.250	0.781	2.813	7.331	6.125	1.197
	2.50	Segitiga	2.500	1.250	1.250	0.000	0.781	0.000	0.651	0.781	0.833
9	7.00	Trapesium	7.000	3.500	1.785	1.715	1.593	3.061	9.985	6.125	1.630
	3.57	Segitiga	3.570	1.785	1.785	0.000	1.593	0.000	1.896	1.593	1.190
10	5.00	Trapesium	5.000	2.500	1.250	1.250	0.781	1.563	3.581	3.125	1.146
	2.50	Segitiga	2.500	1.250	1.250	0.000	0.781	0.000	0.651	0.781	0.833
11	3.20	Trapesium	3.200	1.600	1.250	0.350	0.781	0.438	1.274	1.280	0.996
	2.50	Segitiga	2.500	1.250	1.250	0.000	0.781	0.000	0.651	0.781	0.833

Tabel 4.3 Perataan Beban Plat Ekuivalent Lantai 1

Pembebanan Portal

Portal Pinggir Memanjang (Portal 1X)

Balok L = 7 m

Dimensi Balok 25 × 30

- a. Beban pelat
- $$= 4,400 \times 1,007 = 4,431 \text{ kN/m}$$
- $$= 4,400 \times 0,000 = 0,000 \text{ kN/m}$$
- b. Beban dinding
- $$= 0,15 \times 3,250 \times 17 = 8,288 \text{ kN/m}$$
- Beban mati q_{D1} = 12,719 kN/m**
- c. Beban hidup lantai
- $$= 2,50 \times 1,007 = 2,518 \text{ kN/m}$$
- $$= 2,50 \times 0,000 = 0,000 \text{ kN/m}$$
- Beban hidup q_{L1} = 2,518 kN/m**

Dengan cara yang sama, pembebanan portal selanjutnya ditabelkan.

Dimensi Balok	L m	Letak Portal	Beban Plat KN/m	Beban Dinding KN/m	Beban Hidup Lantai KN/m	Beban Mati (BP +BD) KN/m	Beban Hidup (BHL) KN/m	
1	250	7.000	PPMA (1X)	4.431	8.288	2.518	12.719	2.518
	300	7.000						
2	300	3.500	PPMA (2X)	4.03	8.288	2.29	12.318	2.29
	500	3.500						
3	300	7.000	PPMA (3X)	6.196	8.288	3.52	14.488	3.52
	500	7.000						
4	250	2.500	PPMA (4X)	3.667	8.288	2.083	11.955	2.083
	300	2.500						
5	250	2.500	PDMA (5X)	7.334	8.288	4.166	15.622	4.166
	300	2.500						
6	700	7.000	PDMA (6X)	14.698	8.288	8.351	22.986	8.351
	1500	7.000						
7	700	3.500	PDMA (7X)	9.163	8.288	5.207	17.451	5.207
	1500	3.500						
8	500	7.000	PDMA (8X)	19.396	8.288	11.02	27.684	11.02
	1000	7.000						
9	500	3.500	PDMA (9X)	10.266	8.288	5.834	18.554	5.834
	1000	3.500						
10	300	7.000	PDMA (10X)	11.462	8.288	6.512	19.75	6.512
	500	7.000						
11	300	7.000	PDMA (11X)	14.395	8.288	8.179	22.683	8.179
	500	7.000						
12	300	7.000	PDMA (12X)	16.302	8.288	9.263	24.59	9.263
	500	7.000						
13	300	7.000	PDMA (13X)	17.44	8.288	9.908	25.728	9.908
	500	7.000						
14	250	3.200	PPMT (1Y)	4.381	8.288	2.489	12.669	2.489
	300	3.200						
15	250	5.000	PPMT (2Y)	5.042	8.288	2.865	13.33	2.865
	300	5.000						
16	500	2.075	PPMT (3Y)	3.043	8.288	1.729	11.331	1.729
	1500	2.075						

17	500	7.000	PDMT (4Y)	14.648	8.288	8.322	22.936	8.322
	1500	7.000						
18	500	2.075	PDMT (5Y)	6.086	8.288	3.458	14.374	3.458
	1200	2.075						
19	500	7.000	PDMT (6Y)	17.325	8.288	9.843	25.613	9.843
	1000	7.000						
20	500	2.075	PDMT (7Y)	6.086	8.288	3.458	14.374	3.458
	1200	2.075						
21	500	7.000	PDMT (8Y)	20.534	8.288	11.666	28.822	11.666
	1000	7.000						
22	500	3.000	PDMT (9Y)	7.443	8.288	4.229	15.731	4.229
	1200	3.000						
23	500	7.000	PDMT (10Y)	17.597	8.288	10	25.885	10
	1000	7.000						
24	500	3.000	PDMT (11Y)	7.443	8.288	4.229	15.731	4.229
	1200	3.000						
25	700	7.000	PDMT (12Y)	14.391	8.288	5.177	22.679	8.177
	1500	7.000						
26	500	5.000	PDMT (13Y)	12.375	8.288	7.032	20.663	7.032
	1500	5.000						
27	500	5.000	PDMT (14Y)	13.775	8.288	7.827	22.063	7.827
	1000	5.000						
28	500	5.000	PDMT (15Y)	14.666	8.288	8.334	22.954	8.334
	1200	5.000						
29	500	5.000	PDMT (16Y)	12.569	8.288	7.142	20.857	7.142
	1000	5.000						
30	500	5.000	PDMT (17Y)	11.678	8.288	6.635	19.966	6.635
	1200	5.000						
31	300	7.000	PPMT (18Y)	7.058	8.288	4.01	15.346	4.01
	500	7.000						
32	300	5.000	PPMT (19Y)	6.442	8.288	3.66	14.73	3.66
	500	5.000						

Tabel 4.4 *Pembebanan Portal Lantai 1*

Perhitungan Beban Balok Lantai 2-11

1. Pembebanan

Pelat lantai

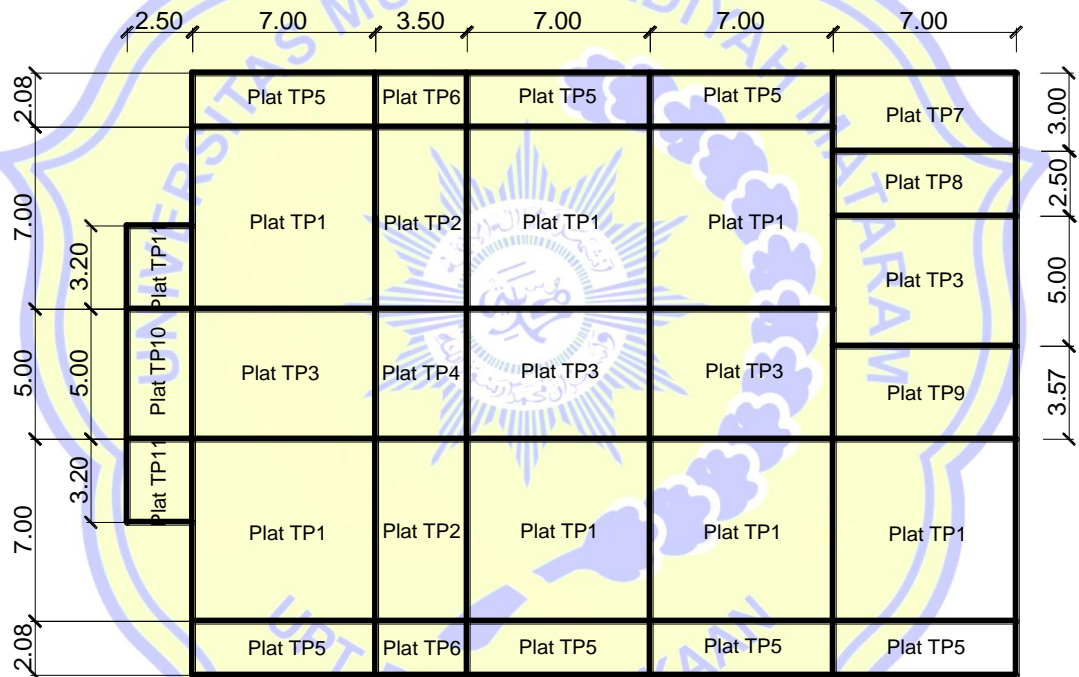
- a. Berat sendiri pelat = $0,13 \times 24 = 3,120 \text{ kN/m}^2$
- b. Berat tegel + spesi = $0,05 \times 22 = 1,100 \text{ kN/m}^2$
- c. Berat plafond dan M&E = $0,18 = \underline{0,180 \text{ kN/m}^2}$

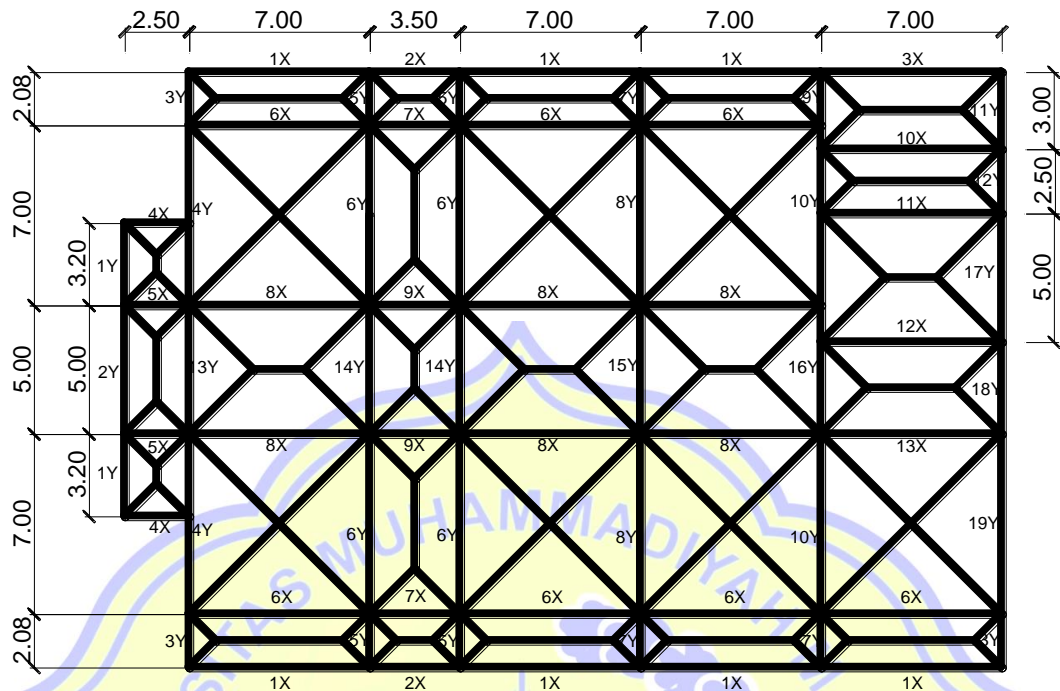
Total beban mati $q_D = 4,400 \text{ kN/m}^2$

- d. Beban hidup lantai

Fungsi gedung = Hotel = $250 \text{ kg/m}^2 = \underline{2,50 \text{ kN/m}^2}$

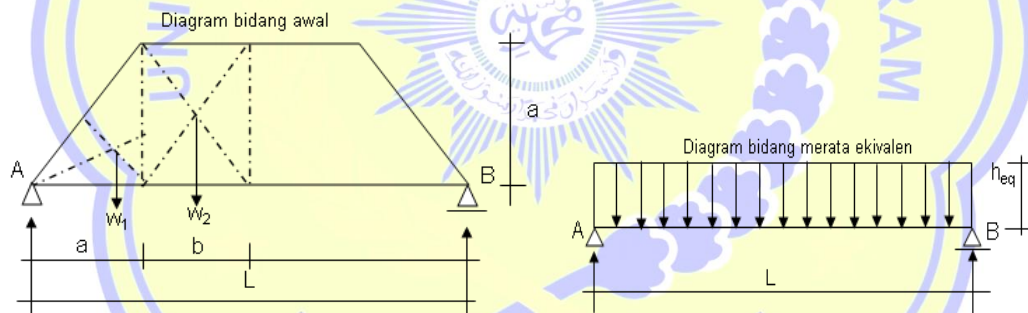
Total beban hidup $q_L = 2,50 \text{ kN/m}^2$





Perhitungan Pelat 7M × 7M

Perataan pembebanan pelat 2 arah



$$L = 7,00 \text{ m}$$

$$L/2 = 3,50 \text{ m}$$

$$a = 3,50 \text{ m}$$

$$b = 0,00 \text{ m}$$

$$l_x = 7,00 \text{ m}$$

$$l_y = 7,00 \text{ m}$$

1. Diagram bidang pembebanan awal

$$W_1 = \text{luas segitiga} = 0,500 \times 3,500 \times 3,500 = 6,125 \text{ m}^2$$

$$W_2 = \text{luas segiempat} = 3,500 \times 0,000 = 0,000 \text{ m}^2$$

$$R_A = W_1 + W_2 = 6,13 \text{ m}^2$$

$$Mc_1 = R_A(L/2) - W_1(a/3 + b) - W_2(b/2) \dots\dots\dots 1$$

$$= 14,292 \text{ m}^3$$

2. Diagram bidang setelah merata (beban pelat ekuivalent)

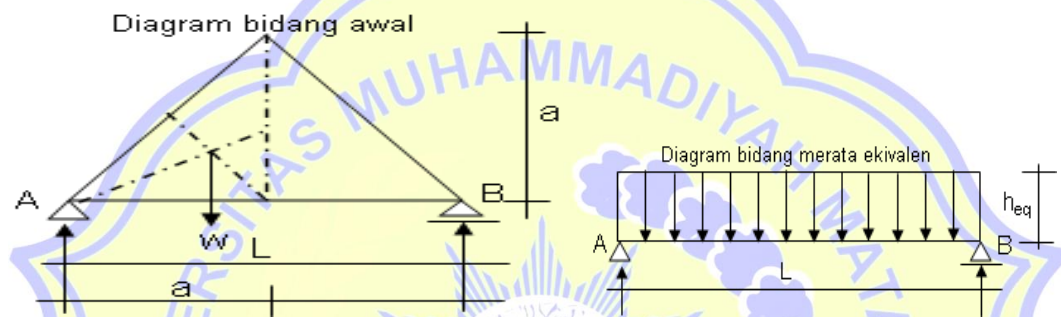
$$Mc_2 = 1/8 \times heq \times L^2$$

$$= 1/8 \times 7,00^2 \times heq \dots\dots\dots 2$$

Pers.1 = Pers.2

$$heq = 2,333 \text{ m.}$$

Pemerataan Beban Pelat Type 2



$$L = 7,000 \text{ m}$$

$$L/2 = 3,500 \text{ m}$$

$$a = 3,500 \text{ m}$$

1. Diagram bidang pembebanan awal setelah merata

$$W = \text{luas segitiga} = 0,500 \times 3,500 \times 3,500 = 6,125 \text{ m}^2$$

$$R_A = w = 6,125 \text{ m}^2$$

$$Mc_1 = R_A(L/2) - w(a/3)$$

$$= 14,292 \text{ m}^3 \dots\dots\dots 1$$

2. Diagram bidang pembebanan setelah merata (beban pelat equivalent)

$$Mc_2 = 1/8 \times heq \times L^2$$

$$= 1/8 \times 7,000^2 \times heq$$

Pers.1 = Pers.2

$$heq = 2,333 \text{ m.} \dots\dots\dots 2$$

Dengan cara yang sama maka pembebanan pelat ekuivalent disajikan dalam tabel dibawah ini.

DIMENSI PELAT		Bentuk	L m	L/2 M	a m	b m	w1 m ²	w2 m ²	Mc ₁ m ³	Mc ₂ m ³	h _{eq} m
1	7.00	Trapesium	7.000	3.500	3.500	0.000	6.125	0.000	14.292	6.125	2.333
	7.00	Segitiga	7.000	3.500	3.500	0.000	6.125	0.000	14.292	6.125	2.333
2	7.00	Trapesium	7.000	3.500	1.750	1.750	1.531	3.063	9.826	6.125	1.604
	3.50	Segitiga	3.500	1.750	1.750	0.000	1.531	0.000	1.786	1.531	1.167
3	7.00	Trapesium	7.000	3.500	2.500	1.000	3.125	2.500	12.708	6.125	2.075
	5.00	Segitiga	5.000	2.500	2.500	0.000	3.125	0.000	5.208	3.125	1.667
4	5.00	Trapesium	5.000	2.500	1.750	0.750	1.531	1.313	4.576	3.125	1.464
	3.50	Segitiga	3.500	1.750	1.750	0.000	1.531	0.000	1.786	1.531	1.167
5	7.00	Trapesium	7.000	3.500	1.038	2.463	0.538	2.555	6.169	6.125	1.007
	2.08	Segitiga	2.075	1.038	1.038	0.000	0.538	0.000	0.372	0.538	0.692
6	3.50	Trapesium	3.500	1.750	1.038	0.713	0.538	0.739	1.403	1.531	0.916
	2.08	Segitiga	2.075	1.038	1.038	0.000	0.538	0.000	0.372	0.538	0.692
7	7.00	Trapesium	7.000	3.500	1.500	2.000	1.125	3.000	8.625	6.125	1.408
	3.00	Segitiga	3.000	1.500	1.500	0.000	1.125	0.000	1.125	1.125	1.000
8	7.00	Trapesium	7.000	3.500	1.250	2.250	0.781	2.813	7.331	6.125	1.197
	2.50	Segitiga	2.500	1.250	1.250	0.000	0.781	0.000	0.651	0.781	0.833
9	7.00	Trapesium	7.000	3.500	1.785	1.715	1.593	3.061	9.985	6.125	1.630
	3.57	Segitiga	3.570	1.785	1.785	0.000	1.593	0.000	1.896	1.593	1.190
10	5.00	Trapesium	5.000	2.500	1.250	1.250	0.781	1.563	3.581	3.125	1.146
	2.50	Segitiga	2.500	1.250	1.250	0.000	0.781	0.000	0.651	0.781	0.833
11	3.20	Trapesium	3.200	1.600	1.250	0.350	0.781	0.438	1.274	1.280	0.996
	2.50	Segitiga	2.500	1.250	1.250	0.000	0.781	0.000	0.651	0.781	0.833

Tabel 4.5 Perataan Beban Plat Ekuivalent Lantai 2-11

Pembebanan Portal

Portal Pinggir Memanjang (Portal 1X)

Balok L = 7 m.

Dimensi balok 25 × 30

- a. Beban pelat
- $$= 4,400 \times 1,007 = 4,431 \text{ kN/m}$$
- $$= 4,400 \times 0,000 = 0,000 \text{ kN/m}$$
- b. Beban dinding
- $$= 0,15 \times 3,250 \times 17 = 8,288 \text{ kN/m}$$
- Beban mati q_{D1} = 12,719 kN/m**

c. Beban hidup lantai = $2,50 \times 1,007$ = 2,518 kN/m
= $2,50 \times 0,000$ = 0,000 kN/m
Beban hidup q_{L1} = **2,518 kN/m**

Dengan cara yang sama, pembebanan portal selanjutnya ditabelkan.

Dimensi Balok	L m	Letak Portal	Beban Plat KN/m	Beban Dinding KN/m	Beban Hidup Lantai KN/m	Beban Mati (BP +BD) KN/m	Beban Hidup (BHL) KN/m	
1	250	7.000	PPMA (1X)	4.431	8.288	2.518	12.719	2.518
	300	7.000						
2	300	3.500	PPMA (2X)	4.03	8.288	2.29	12.318	2.29
	500	3.500						
3	300	7.000	PPMA (3X)	6.196	8.288	3.52	14.488	3.52
	500	7.000						
4	250	2.500	PPMA (4X)	3.667	8.288	2.083	11.955	2.083
	300	2.500						
5	250	2.500	PDMA (5X)	7.334	8.288	4.166	15.622	4.166
	300	2.500						
6	400	7.000	PDMA (6X)	14.698	8.288	8.351	22.986	8.351
	700	7.000						
7	400	3.500	PDMA (7X)	9.163	8.288	5.207	17.451	5.207
	700	3.500						
8	400	7.000	PDMA (8X)	19.396	8.288	11.02	27.684	11.02
	500	7.000						
9	300	3.500	PDMA (9X)	10.266	8.288	5.834	18.554	5.834
	500	3.500						
10	300	7.000	PDMA (10X)	11.462	8.288	6.512	19.75	6.512
	500	7.000						
11	300	7.000	PDMA (11X)	14.395	8.288	8.179	22.683	8.179
	500	7.000						
12	300	7.000	PDMA (12X)	16.302	8.288	9.263	24.59	9.263
	500	7.000						
13	400	7.000	PDMA (13X)	17.44	8.288	9.908	25.728	9.908
	500	7.000						
14	250	3.200	PPMT (1Y)	4.381	8.288	2.489	12.669	2.489
	300	3.200						

15	250	5.000	PPMT (2Y)	5.042	8.288	2.865	13.33	2.865
	300	5.000						
16	400	2.075	PPMT (3Y)	3.043	8.288	1.729	11.331	1.729
	700	2.075						
17	400	7.000	PDMT (4Y)	14.648	8.288	8.322	22.936	8.322
	700	7.000						
18	350	2.075	PDMT (5Y)	6.086	8.288	3.458	14.374	3.458
	600	2.075						
19	350	7.000	PDMT (6Y)	17.325	8.288	9.843	25.613	9.843
	600	7.000						
20	350	2.075	PDMT (7Y)	6.086	8.288	3.458	14.374	3.458
	600	2.750						
21	350	7.000	PDMT (8Y)	20.534	8.288	11.666	28.822	11.666
	600	7.000						
22	350	3.000	PDMT (9Y)	7.443	8.288	4.229	15.731	4.229
	600	3.000						
23	350	7.000	PDMT (10Y)	17.597	8.288	10	25.885	10
	600	7.000						
24	400	3.000	PPMT (11Y)	3.043	8.288	1.729	11.331	1.729
	700	3.000						
25	400	2.500	PPMT (12Y)	3.667	8.288	2.083	11.955	2.083
	700	2.500						
26	400	5.000	PDMT (13Y)	12.375	8.288	7.032	20.663	7.032
	700	5.000						
27	350	5.000	PDMT (14Y)	13.775	8.288	7.827	22.063	7.827
	600	5.000						
28	350	5.000	PDMT (15Y)	14.666	8.288	8.334	22.954	8.334
	600	5.000						
29	350	5.000	PDMT (16Y)	12.569	8.288	7.142	20.857	7.142
	600	5.000						
30	400	3.570	PPMT (17Y)	5.236	8.288	2.975	13.524	2.975
	700	3.570						
31	400	7.000	PPMT (18Y)	10.267	8.288	5.833	18.555	5.833
	700	7.000						

Tabel 4.6 *Pembeban Portal Lantai 2-11*

Perhitungan Beban Balok Lantai 12

1. Pembebanan

Pelat lantai $t = 16$ cm

- a. Berat sendiri pelat $= 0,16 \times 24 = 3,840 \text{ kN/m}^2$
- b. Berat tegel + spesi $= 0,05 \times 22 = 1,100 \text{ kN/m}^2$
- c. Berat plafond dan M&E $= 0,18 = \underline{0,180 \text{ kN/m}^2}$

Total beban mati $q_D = 5,120 \text{ kN/m}^2$

Pelat lantai $t = 20$ cm

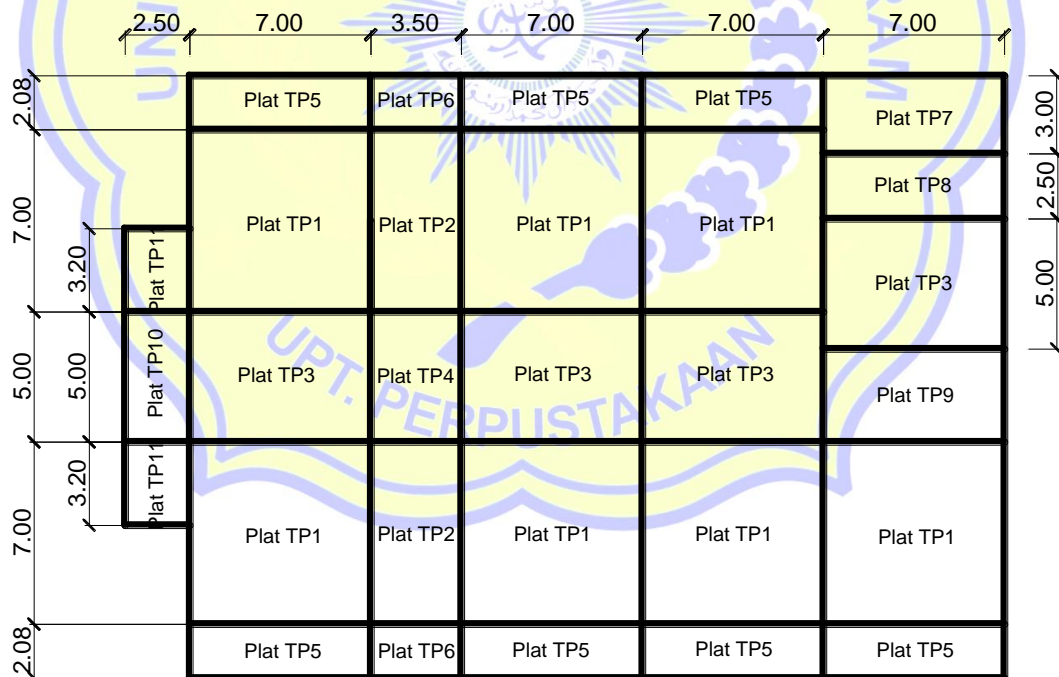
- a. Berat sendiri pelat $= 0,20 \times 24 = 4,800 \text{ kN/m}^2$
- b. Berat tegel + spesi $= 0,05 \times 22 = 1,100 \text{ kN/m}^2$
- c. Berat plafond dan M&E $= 0,18 = \underline{0,18 \text{ kN/m}^2}$

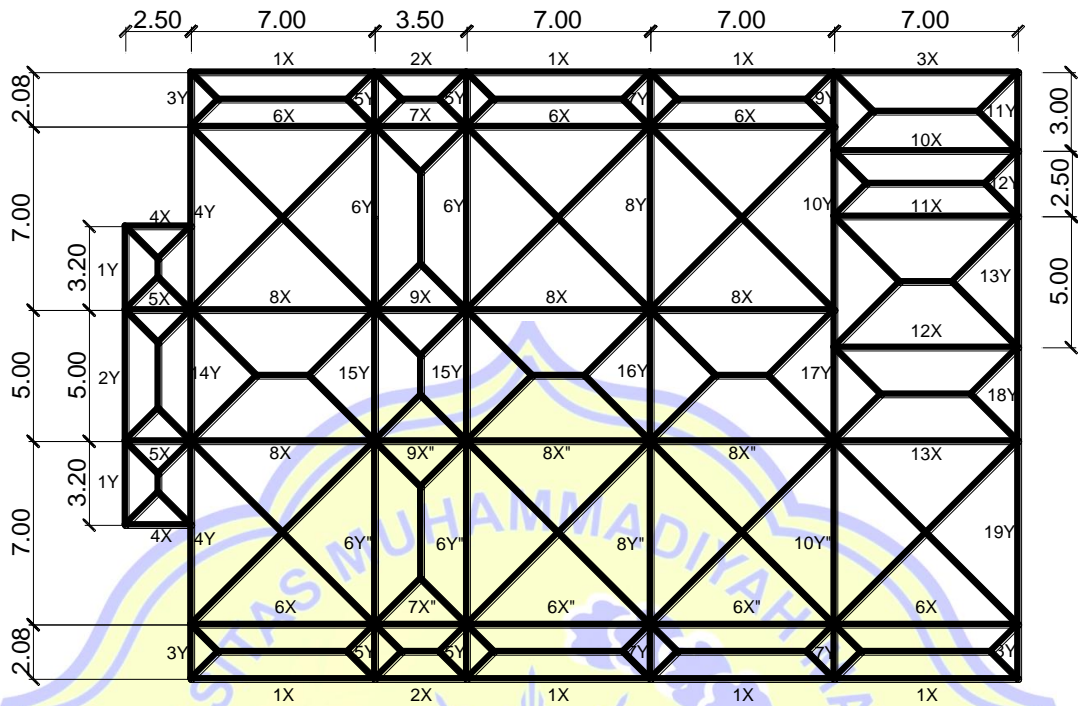
Total beban mati $q_D = 6,080 \text{ kN/m}^2$

d. Beban hidup lantai

Fungsi gedung = Hotel $= 250 \text{ kg/m}^2 = \underline{2,50 \text{ kN/m}^2}$

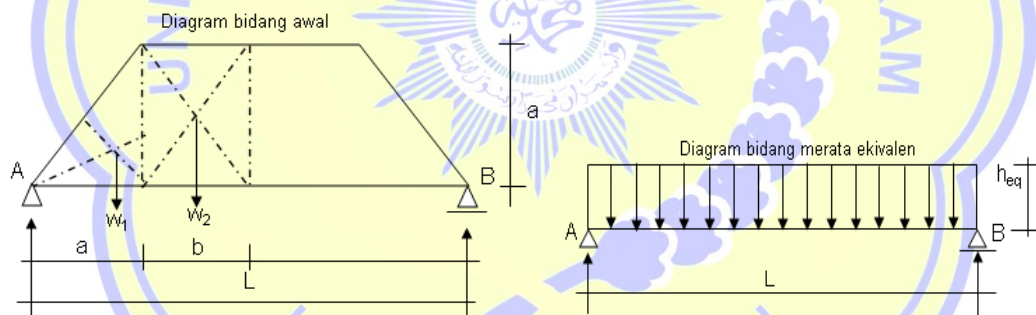
Total beban hidup $q_L = 2,50 \text{ kN/m}^2$





Perhitungan pelat 7 m × 7 m.

Perataan pembebanan pelat 2 arah



$$L = 7,00 \text{ m}$$

$$L/2 = 3,50 \text{ m}$$

$$a = 3,50 \text{ m}$$

$$b = 0,00 \text{ m}$$

$$l_x = 7,00 \text{ m}$$

$$l_y = 7,00 \text{ m}$$

1. Diagram bidang pembebanan awal

$$W_1 = \text{luas segitiga} = 0,500 \times 3,500 \times 3,500 = 6,125 \text{ m}^2$$

$$W_2 = \text{luas segiempat} = 3,500 \times 0,000 = 0,000 \text{ m}^2$$

$$R_A = W_1 + W_2 = 6,125 + 0,000 = 6,125 \text{ m}^2$$

$$M_{c1} = R_A (L/2) - W_1(a/3 + b) - W_2(b/2) \dots \dots \dots 1$$

$$= 14,292 \text{ m}^3$$

2. Diagram bidang setelah merata (beban plat ekuivalent)

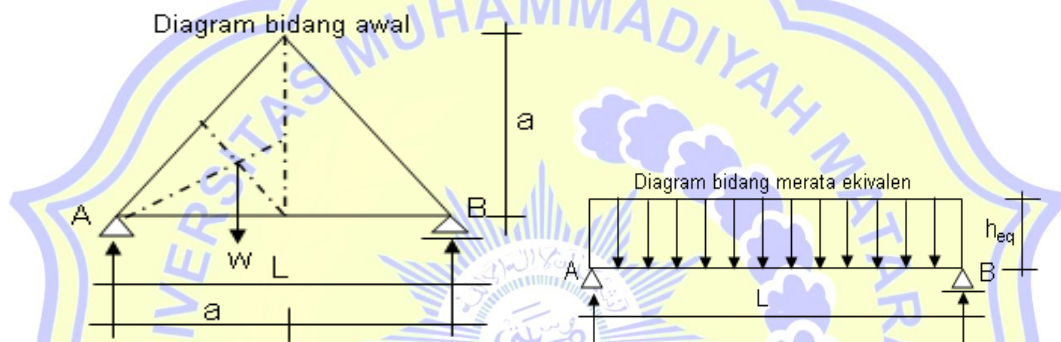
$$M_{c1} = 1/8 \times h_{eq} \times L^2$$

$$= 1/8 \times 7,00^2 \times h_{eq} \dots \dots \dots 2$$

$$\text{Pers.1} = \text{Pers.2}$$

$$h_{eq} = 2,333 \text{ m.}$$

Pemerataan beban pelat type 2



$$L = 7,000 \text{ m}$$

$$L/2 = 3,500 \text{ m}$$

$$a = 3,500 \text{ m}$$

1. Diagram bidang pembebanan awal

$$W = \text{luas segitiga} = 0,500 \times 3,500 \times 3,500 = 6,125 \text{ m}^2$$

$$R_A = w = 6,125 \text{ m}^2$$

$$M_{c1} = R_A (L/2) - w(a/3) \dots \dots \dots 1$$

$$= 14,292 \text{ m}^3 \dots \dots \dots 1$$

2. Diagram bidang pembebanan setelah merata (beban plat ekuivalent)

$$M_{c2} = 1/8 \times h_{eq} \times L^2$$

$$= 1/8 \times 7,000^2 h_{eq}$$

$$\text{Pers 1} = \text{Pers 2}$$

$$h_{eq} = 2,333 \text{ m} \dots \dots \dots 2$$

Dengan cara yang sama, maka perataan beban ekuivalent pelat disajikan dalam tabel diawah ini.

DIMENSI PELAT		Bentuk	L m	L/2 M	a m	b m	w1 m ²	w2 m ²	Mc ₁ m ³	Mc ₂ m ³	h _{eq} m
1	7.00	Trapesium	7.000	3.500	3.500	0.000	6.125	0.000	14.292	6.125	2.333
	7.00	Segitiga	7.000	3.500	3.500	0.000	6.125	0.000	14.292	6.125	2.333
2	7.00	Trapesium	7.000	3.500	1.750	1.750	1.531	3.063	9.826	6.125	1.604
	3.50	Segitiga	3.500	1.750	1.750	0.000	1.531	0.000	1.786	1.531	1.167
3	7.00	Trapesium	7.000	3.500	2.500	1.000	3.125	2.500	12.708	6.125	2.075
	5.00	Segitiga	5.000	2.500	2.500	0.000	3.125	0.000	5.208	3.125	1.667
4	5.00	Trapesium	5.000	2.500	1.750	0.750	1.531	1.313	4.576	3.125	1.464
	3.50	Segitiga	3.500	1.750	1.750	0.000	1.531	0.000	1.786	1.531	1.167
5	7.00	Trapesium	7.000	3.500	1.038	2.463	0.538	2.555	6.169	6.125	1.007
	2.08	Segitiga	2.075	1.038	1.038	0.000	0.538	0.000	0.372	0.538	0.692
6	3.50	Trapesium	3.500	1.750	1.038	0.713	0.538	0.739	1.403	1.531	0.916
	2.08	Segitiga	2.075	1.038	1.038	0.000	0.538	0.000	0.372	0.538	0.692
7	7.00	Trapesium	7.000	3.500	1.500	2.000	1.125	3.000	8.625	6.125	1.408
	3.00	Segitiga	3.000	1.500	1.500	0.000	1.125	0.000	1.125	1.125	1.000
8	7.00	Trapesium	7.000	3.500	1.250	2.250	0.781	2.813	7.331	6.125	1.197
	2.50	Segitiga	2.500	1.250	1.250	0.000	0.781	0.000	0.651	0.781	0.833
9	7.00	Trapesium	7.000	3.500	1.785	1.715	1.593	3.061	9.985	6.125	1.630
	3.57	Segitiga	3.570	1.785	1.785	0.000	1.593	0.000	1.896	1.593	1.190
10	5.00	Trapesium	5.000	2.500	1.250	1.250	0.781	1.563	3.581	3.125	1.146
	2.50	Segitiga	2.500	1.250	1.250	0.000	0.781	0.000	0.651	0.781	0.833
11	3.20	Trapesium	3.200	1.600	1.250	0.350	0.781	0.438	1.274	1.280	0.996
	2.50	Segitiga	2.500	1.250	1.250	0.000	0.781	0.000	0.651	0.781	0.833

Tabel 4.7 Perataan Beban Plat Ekuivalent Lantai 12

Pembebanan Portal

Portal Pinggir Memanjang (Portal 1X)

Balok L = 7 m.

Dimensi Balok 25 × 30

- a. Beban pelat
- $$= 5,120 \times 1,007 = 5,156 \text{ kN/m}$$
- $$= 5,120 \times 0,000 = 0,000 \text{ kN/m}$$
- b. Beban dinding
- $$= 0,15 \times 4,000 \times 17 = 10,200 \text{ kN/m}$$
- Beban mati q_{D1} = 15,356 kN/m**

c. Beban hidup lantai = $2,50 \times 1,007$ = 2,518 kN/m
= $2,50 \times 0,000$ = 0,000 kN/m
Beban hidup q_{L1} = **2,518 kN/m**

Dengan cara yang sama, pembebanan portal selanjutnya ditabelkan.

Dimensi Balok	L m	Letak Portal	Beban Plat KN/m	Beban Dinding KN/m	Beban Hidup Lantai KN/m	Beban Mati (BP +BD) KN/m	Beban Hidup (BHL) KN/m	
1	250	7.000	PPMA (1X)	5.156	10.2	2.518	15.356	2.518
	300	7.000						
2	300	7.000	PPMA (2X)	4.69	10.2	2.29	14.89	2.29
	500	7.000						
3	300	3.500	PPMA (3X)	7.21	10.2	3.52	17.41	3.52
	500	3.500						
4	250	2.500	PPMA (4X)	4.267	10.2	2.083	14.467	2.083
	300	2.500						
5	250	2.500	PDMA (5X)	8.534	10.2	4.166	18.734	4.166
	300	2.500						
6	400	7.000	PDMA (6X)	17.103	10.2	8.351	27.303	8.351
	700	7.000						
7	400	3.500	PDMA (6X")	20.31	10.2	8.351	30.51	8.351
	700	3.500						
8	400	7.000	PDMA (7X)	10.663	10.2	5.207	20.863	5.207
	500	7.000						
9	400	3.500	PDMA (7X")	12.662	10.2	5.207	22.862	5.207
	700	3.500						
10	400	7.000	PDMA (8X)	22.57	10.2	11.02	32.77	11.02
	500	7.000						
11	400	7.000	PDMA (8X")	26.802	10.2	11.02	37.002	11.02
	500	7.000						
12	300	3.500	PDMA (9X)	11.946	10.2	5.834	22.146	5.834
	500	3.500						
13	300	3.500	PDMA (9X")	14.186	10.2	5.834	24.386	5.834
	500	3.500						
14	300	7.000	PDMA (10X)	13.338	10.2	6.512	23.538	6.512
	500	7.000						

15	300	7.000	PDMA (11X)	16.751	10.2	8.179	26.951	8.179
	500	7.000						
16	300	7.000	PDMA (12X)	18.97	10.2	9.263	29.17	9.263
	500	7.000						
17	400	7.000	PDMA (13X)	20.294	10.2	9.909	30.494	9.909
	500	7.000						
18	250	3.200	PPMT (1Y)	5.098	10.2	2.489	15.298	2.489
	300	3.200						
19	250	5.000	PPMT (2Y)	5.867	10.2	2.865	16.067	2.865
	300	5.000						
20	400	2.075	PPMT (3Y)	3.541	10.2	1.729	13.741	1.729
	700	2.750						
21	400	7.000	PDMT (4Y)	17.045	10.2	8.322	27.245	8.322
	700	7.000						
22	350	2.075	PDMT (5Y)	7.082	10.2	3.458	17.282	3.458
	600	2.075						
23	350	7.000	PDMT (6Y)	20.16	10.2	9.843	30.36	9.843
	600	7.000						
24	350	7.000	PDMT (6Y")	23.94	10.2	9.843	34.14	9.843
	600	7.000						
25	350	2.075	PDMT (7Y)	7.082	10.2	3.458	17.282	3.458
	600	2.075						
26	350	7.000	PDMT (8Y)	23.894	10.2	11.666	34.094	11.666
	600	7.000						
27	350	7.000	PDMT (8Y")	28.374	10.2	11.666	38.574	11.666
	600	7.000						
28	350	3.000	PDMT (9Y)	8.661	10.2	4.229	18.861	4.229
	600	3.000						
29	350	7.000	PDMT (10Y)	20.48	10.2	10	30.68	10
	600	7.000						
30	350	7.000	PDMT (10Y")	24.32	10.2	10	34.52	10
	600	7.000						
31	400	3.000	PPMT (11Y)	3.541	10.2	1.729	13.741	1.729
	700	3.000						
32	400	2.500	PPMT (12Y)	4.267	10.2	2.083	14.467	2.083
	700	2.500						

33	350	5.000	PDMT (13Y)	16.03	10.2	7.827	26.23	7.827
	600	5.000						
34	350	5.000	PDMT (14Y)	17.066	10.2	8.334	27.266	8.334
	600	5.000						
35	350	5.000	PDMT (15Y)	14.626	10.2	7.142	24.826	7.142
	600	5.000						
36	400	5.000	PPMT (16Y)	8.533	10.2	4.167	18.733	4.167
	700	5.000						
37	400	3.570	PPMT (17Y)	6.093	10.2	2.975	16.293	2.975
	700	3.570						
38	400	7.000	PPMT (18Y)	11.947	10.2	5.833	22.147	5.833
	700	7.000						

Tabel 4.8 *Pembeban Portal Lantai 12*

Perhitungan Beban Balok Lantai 13

1. Pembebanan

Pelat lantai t = 13

- a. Berat sendiri pelat = $0,13 \times 24 = 3,120 \text{ kN/m}^2$
- b. Berat tegel + spesi = $0,05 \times 22 = 1,100 \text{ kN/m}^2$
- c. Berat plafond dan M&E = $0,18 = 0,180 \text{ kN/m}^2$

Total beban mati $q_D = 4,400 \text{ kN/m}^2$

Pelat lantai t = 20 cm

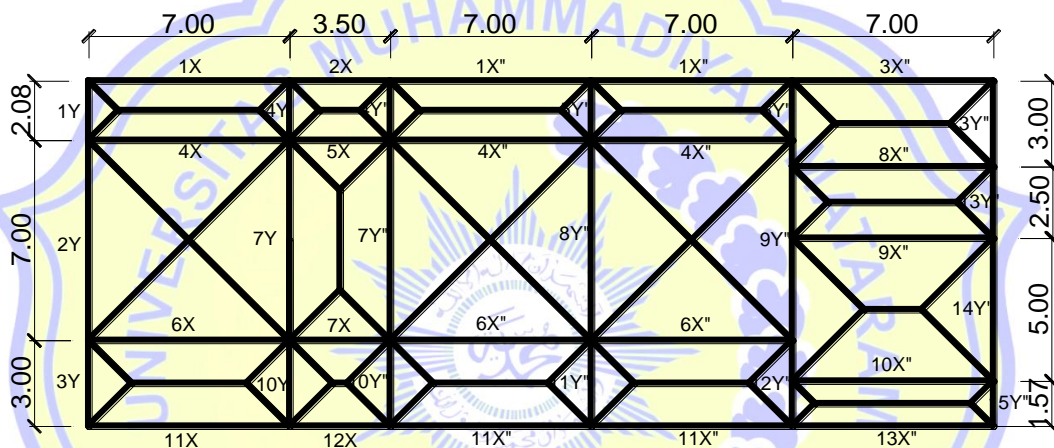
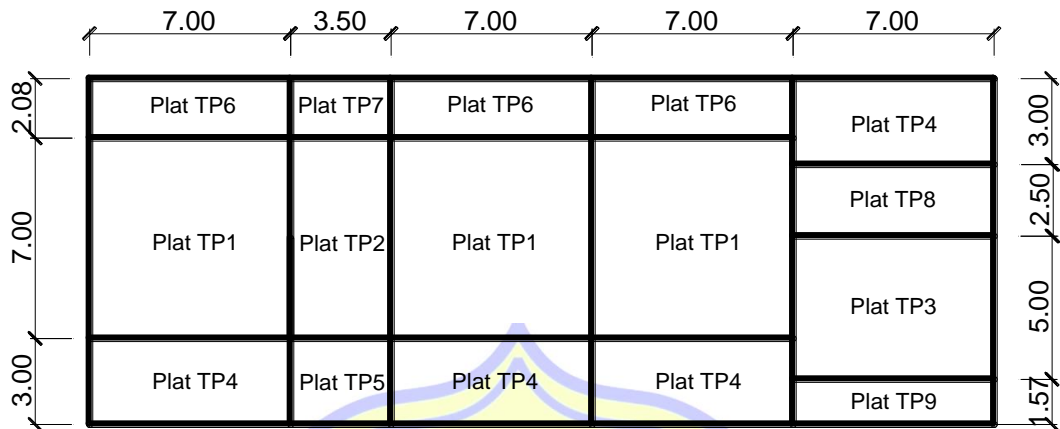
- a. Berat sendiri pelat = $0,20 \times 24 = 4,800 \text{ kN/m}^2$
- b. Berat tegel + spesi = $0,05 \times 22 = 1,100 \text{ kN/m}^2$
- c. Berat plafond dan M&E = $0,18 = 0,18 \text{ kN/m}^2$

Total beban mati $q_D = 6,080 \text{ kN/m}^2$

d. Beban hidup lantai

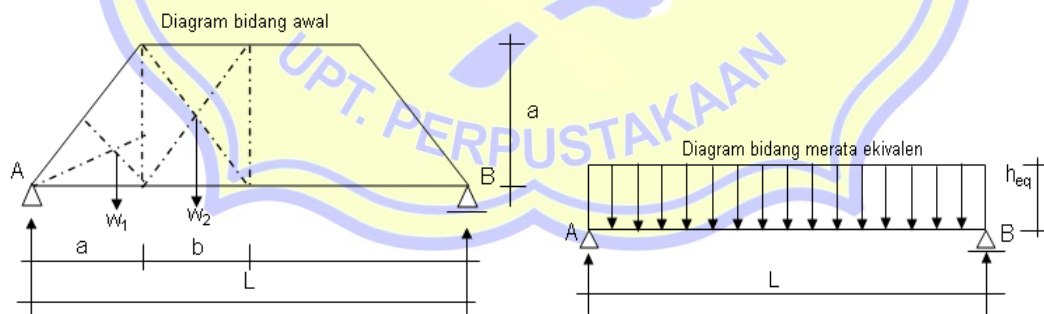
Fungsi gedung = Hotel = $250 \text{ kg/m}^2 = 2,50 \text{ kN/m}^2$

Total beban hidup $q_L = 2,50 \text{ kN/m}^2$



Perhitungan pelat 7M × 7M

Perataan pembebanan pelat 2 arah



$L = 7,00 \text{ m}$

$L/2 = 3,50 \text{ m}$

$a = 3,50 \text{ m}$

$b = 0,00 \text{ m}$

$$l_x = 7,00 \text{ m}$$

$$l_y = 7,00 \text{ m}$$

1. Diagram bidang pembebanan awal

$$W_1 = \text{luas segitiga} = 0,500 \times 3,500 \times 3,500 = 6,125 \text{ m}^2$$

$$W_2 = \text{luas segiempat} = 3,500 \times 0,000 = 0,000 \text{ m}^2$$

$$R_A = W_1 + W_2 = 6,125 + 0,000 = 6,125 \text{ m}^2$$

$$M_{c1} = R_A (L/2) - W_1(a/3 + b) - W_2(b/2) \dots\dots\dots 1$$

$$= 14,292 \text{ m}^3$$

2. Diagram bidang setelah merata (beban plat ekuivalent)

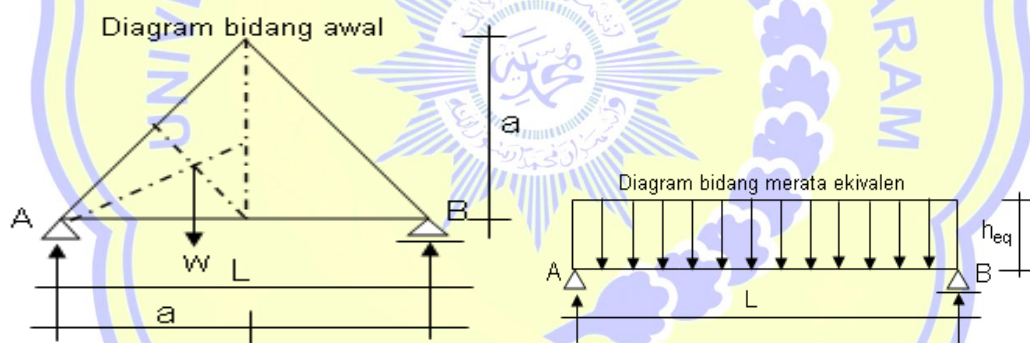
$$M_{c1} = 1/8 \times h_{eq} \times L^2$$

$$= 1/8 \times 7,00^2 \times h_{eq} \dots\dots\dots 2$$

$$\text{Pers.1} = \text{Pers.2}$$

$$h_{eq} = 2,333 \text{ m.}$$

Pemerataan Beban Pelat Type 2



$$L = 7,000 \text{ m}$$

$$L/2 = 3,500 \text{ m}$$

$$a = 3,500 \text{ m}$$

1. Diagram bidang pembebanan awal

$$W = \text{luas segitiga} = 0,500 \times 3,500 \times 3,500 = 6,125 \text{ m}^2$$

$$R_A = w = 6,1 \text{ m}^2$$

$$M_{c1} = R_A (L/2) - w(a/3)$$

$$= 14,292 \text{ m}^3 \dots\dots\dots 1$$

2. Diagram bidang pembebanan setelah merata (beban plat ekuivalent)

$$M_{c2} = 1/8 \times h_{eq} \times L^2$$

$$= 1/8 \times 7,000^2 \text{ heq}$$

Pers 1 = Pers 2

$$\text{heq} = 2,333 \text{ m} \dots\dots\dots 2$$

Dengan cara yang sama maka perataan beban plat ekuivalent disajikan dalam tabel di bawah ini.

DIMENSI PELAT		Bentuk	L m	L/2 M	a m	b m	w1 m ²	w2 m ²	Mc ₁ m ³	Mc ₂ m ³	h _{eq} m
1	7.00	Trapesium	7.000	3.500	3.500	0.000	6.125	0.000	14.292	6.125	2.333
	7.00	Segitiga	7.000	3.500	3.500	0.000	6.125	0.000	14.292	6.125	2.333
2	7.00	Trapesium	7.000	3.500	1.750	1.750	1.531	3.063	9.826	6.125	1.604
	3.50	Segitiga	3.500	1.750	1.750	0.000	1.531	0.000	1.786	1.531	1.167
3	7.00	Trapesium	7.000	3.500	2.500	1.000	3.125	2.500	12.708	6.125	2.075
	5.00	Segitiga	5.000	2.500	2.500	0.000	3.125	0.000	5.208	3.125	1.667
4	7.00	Trapesium	7.000	3.500	1.500	2.000	1.125	3.000	8.625	6.125	1.408
	3.00	Segitiga	3.000	1.500	1.500	0.000	1.125	0.000	1.125	1.125	1.000
5	3.50	Trapesium	3.500	1.750	1.500	0.250	1.125	0.375	1.734	1.531	1.133
	3.00	Segitiga	3.000	1.500	1.500	0.000	1.125	0.000	1.125	1.125	1.000
6	7.00	Trapesium	7.000	3.500	1.038	2.463	0.538	2.555	6.169	6.125	1.007
	2.08	Segitiga	2.075	1.038	1.038	0.000	0.538	0.000	0.372	0.538	0.692
7	3.50	Trapesium	3.500	1.750	1.038	0.713	0.538	0.739	1.403	1.531	0.916
	2.08	Segitiga	2.075	1.038	1.038	0.000	0.538	0.000	0.372	0.538	0.692
8	7.00	Trapesium	7.000	3.500	1.250	2.250	0.781	2.813	7.331	6.125	1.197
	2.50	Segitiga	2.500	1.250	1.250	0.000	0.781	0.000	0.651	0.781	0.833
9	7.00	Trapesium	7.000	3.500	0.785	2.715	0.308	2.131	4.728	6.125	0.772
	1.57	Segitiga	1.570	0.785	0.785	0.000	0.308	0.000	0.161	0.308	0.523

Tabel 4.9 Perataan Beban Plat Ekuivalent Lantai 13

Pembebanan Portal

Portal Pinggir Memanjang (1X)

Balok L = 7 m.

Dimensi Balok 30 × 50

- a. Beban pelat $= 4,400 \times 1,007 = 4,431 \text{ kN/m}$
 $= 4,400 \times 0,000 = 0,000 \text{ kN/m}$
- b. Beban dinding $= 0,15 \times 0,000 \times 17 = 0,000 \text{ kN/m}$
Beban mati q_{D1} = 4,431kN/m

c. Beban hidup lantai = $2,50 \times 1,007$ = 2,518 kN/m
= $2,50 \times 0,000$ = 0,000 kN/m
Beban hidup q_{L1} = **2,518 kN/m**

Dengan cara yang sama, pembebanan portal selanjutnya ditabelkan.

Dimensi Balok	L m	Letak Portal	Beban Plat KN/m	Beban Dinding KN/m	Beban Hidup Lantai KN/m	Beban Mati (BP +BD) KN/m	Beban Hidup (BHL) KN/m
1	300	7.000	PPMA (1X)	4.431	0.000	2.518	4.431
	500	7.000					
2	300	7.000	PPMA (1X")	6.123	0.000	2.518	6.123
	500	7.000					
3	300	3.500	PPMA (2X)	4.03	0.000	2.29	4.03
	500	3.500					
4	300	7.000	PPMA (3X")	8.562	6.630	3.52	15.192
	500	7.000					
5	400	7.000	PDMA (4X)	14.698	0.000	8.351	14.698
	700	7.000					
6	400	7.000	PDMA (4X")	20.31	0.000	8.351	20.31
	700	7.000					
7	400	3.500	PDMA (5X)	9.163	0.000	5.207	9.163
	700	3.500					
8	400	7.000	PDMA (6X)	16.823	0.000	9.353	16.823
	500	7.000					
9	400	7.000	PDMA (6X")	22.749	0.000	9.353	22.749
	500	7.000					
10	400	3.500	PDMA (7X)	10.117	0.000	5.749	10.117
	500	3.500					
11	300	7.000	PDMA (8X")	15.839	6.630	6.512	22.469
	500	7.000					
12	300	7.000	PDMA (9X")	19.892	6.630	8.179	26.522
	500	7.000					
13	300	7.000	PDMA (10X")	17.308	6.630	7.117	23.938
	500	7.000					
14	300	7.000	PPMA (11X)	6.196	0.000	3.52	6.196
	500	7.000					

15	300	7.000	PPMA (11X")	8.562	0.000	3.52	8.562	3.520
	500	7.000						
16	300	3.500	PPMA (12X)	4.984	0.000	2.832	4.984	2.832
	500	3.500						
17	300	7.000	PPMA (13X")	4.693	0.000	1.93	4.693	1.930
	500	7.000						
18	400	2.075	PPMT (1Y)	3.043	0.000	1.729	3.043	1.729
	700	2.075						
19	400	7.000	PPMT (2Y)	10.267	0.000	5.833	10.267	5.833
	700	7.000						
20	400	3.000	PPMT (3Y)	4.4	0.000	2.5	4.4	2.500
	700	3.000						
21	400	2.075	PDMT (4Y)	3.043	0.000	1.729	3.043	1.729
	500	2.075						
22	400	2.075	PDMT (4Y")	8.41	0.000	3.458	8.41	3.458
	500	2.075						
23	400	2.075	PDMT (5Y")	8.41	0.000	3.458	8.41	3.458
	500	2.075						
24	350	2.075	PDMT (6Y")	10.285	6.630	4.229	16.915	4.229
	600	2.075						
25	400	7.000	PDMT (7Y)	17.323	0.000	9.843	17.323	9.843
	500	7.000						
26	400	7.000	PDMT (7Y")	23.94	0.000	0	23.94	0.000
	500	7.000						
27	400	7.000	PDMT (8Y")	28.374	0.000	11.666	28.374	11.666
	500	7.000						
28	400	7.000	PDMT (9Y")	24.32	6.630	10	30.95	10.000
	500	7.000						
29	400	3.000	PDMT (10Y)	8.8	0.000	7.5	8.8	7.500
	500	3.000						
30	400	3.000	PDMT (10Y")	18.24	0.000	5	18.24	5.000
	500	3.000						
31	400	3.000	PDMT (11Y")	12.16	0.000	5	12.16	5.000
	500	3.000						
32	400	3.000	PPMT (12Y")	9.262	6.630	3.808	15.892	3.808
	500	3.000						

33	400	5.000	PPMT (13Y)	10.133	6.630	4.167	16.763	4.167
	700	5.000						
34	400	1.570	PPMT (14Y)	3.182	6.630	1.308	9.812	1.308
	700	1.570						

Tabel 4.10 *Pembebanan Portal Lantai 13*

Perhitungan Beban Balok Lantai Atap

1. Pembebanan

Pelat lantai $t = 15$

a. Berat sendiri pelat = $0,15 \times 24 = 3,600 \text{ kN/m}^2$

b. Berat tegel + spesi = $0,05 \times 22 = 1,100 \text{ kN/m}^2$

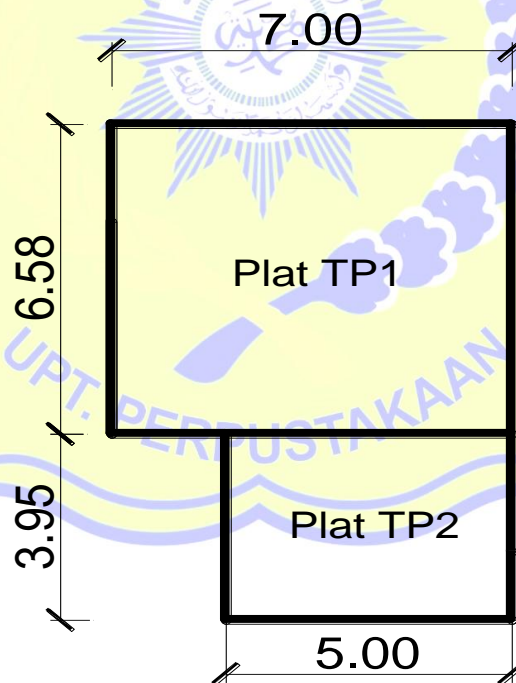
c. Berat plafond dan M&E = $0,18 = 0,180 \text{ kN/m}^2$

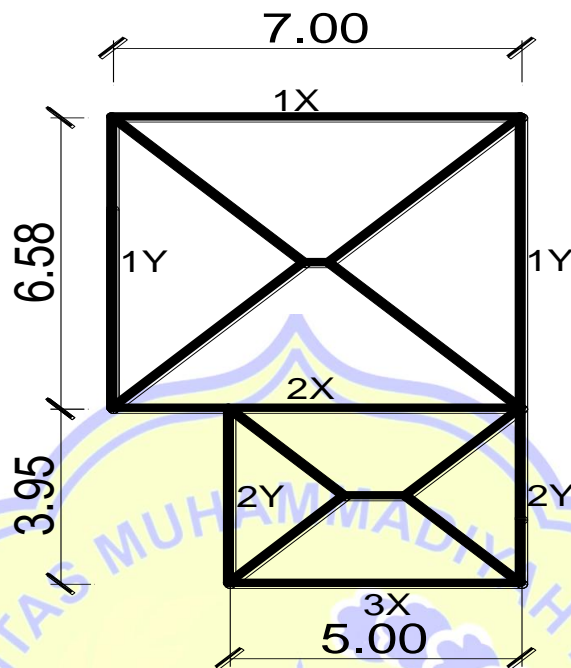
Total beban mati $q_D = 4,880 \text{ kN/m}^2$

d. Beban hidup lantai

Beban hidup atap = $100 \text{ kg/m}^2 = 1,00 \text{ kN/m}^2$

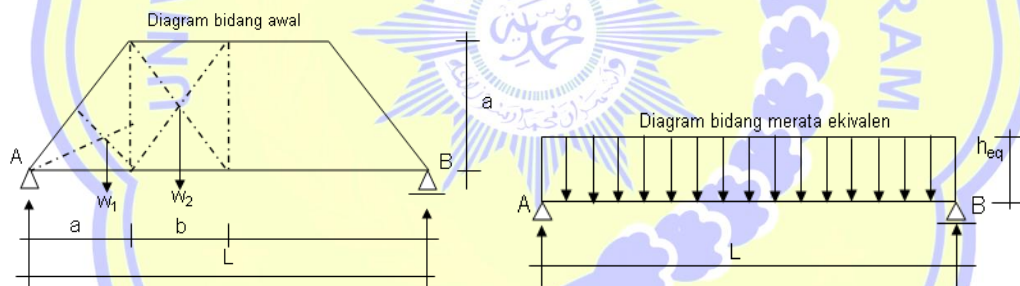
Total beban hidup $q_L = 1,00 \text{ kN/m}^2$





Perhitungan Pelat 7M × 6,58 M

Perataan Pembebanan Pelat 2 Arah



$$L = 7,00 \text{ m}$$

$$L/2 = 3,50 \text{ m}$$

$$a = 3,29 \text{ m}$$

$$b = 0,21 \text{ m}$$

$$l_x = 6,58 \text{ m}$$

$$l_y = 7,00 \text{ m}$$

1. Diagram bidang pembebanan awal

$$W_1 = \text{luas segitiga} = 0,500 \times 3,500 \times 3,290 = 5,412 \text{ m}^2$$

$$W_2 = \text{luas segiempat} = 3,290 \times 0,210 = 0,691 \text{ m}^2$$

$$R_A = W_1 + W_2 = 5,412 + 0,691 = 6,103 \text{ m}^2$$

$$M_{c1} = R_A (L/2) - W_1(a/3 + b) - W_2(b/2) \dots\dots\dots 1$$

$$= 14,216 \text{ m}^3$$

2. Diagram bidang setelah merata (beban plat ekuivalent)

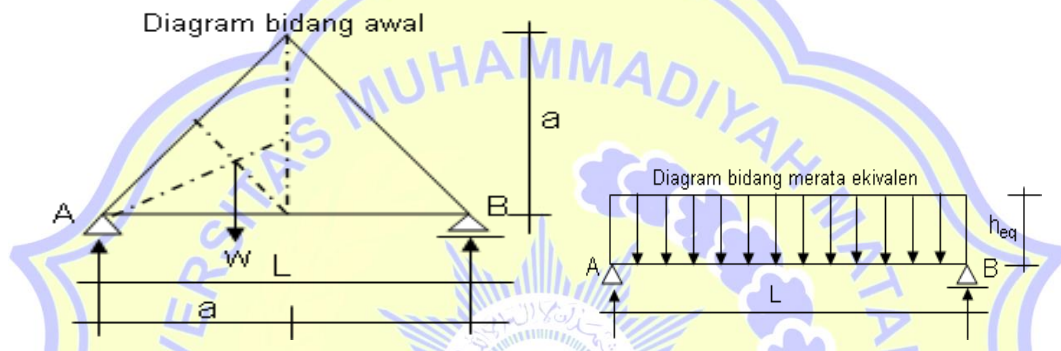
$$M_{c1} = 1/8 \times \text{heq} \times L^2$$

$$= 1/8 \times 7,00^2 \times \text{heq} \dots\dots\dots 2$$

Pers.1 = Pers.2

heq = 2,321 m.

Pemerataan Beban Pelat Type 2



- L = 6,580 m
- L/2 = 3,290 m
- a = 3,290 m

1. Diagram bidang pembebanan awal

$$W = \text{luas segitiga} = 0,500 \times 3,390 \times 3,290 = 5,412 \text{ m}^2$$

$$R_A = w = 5,412 \text{ m}^2$$

$$M_{c1} = R_A (L/2) - w(a/3)$$

$$= 11,870 \text{ m}^3 \dots\dots\dots 1$$

2. Diagram bidang pembebanan setelah merata (beban plat ekuivalent)

$$M_{c2} = 1/8 \times \text{heq} \times L^2$$

$$= 1/8 \times 7,000^2 \text{ heq}$$

$$= 5,412 \text{ heq}$$

Pers 1 = Pers 2

heq = 2,193 m 2

Dengan cara yang sama maka pemerataan beban plat ekuivalent disajikan dalam tabel di bawah ini.

DIMENSI PELAT		Bentuk	L m	L/2 M	a m	b m	w1 m ²	w2 m ²	Mc ₁ m ³	Mc ₂ m ³	h _{eq} m
1	7.00	Trapesium	7.000	3.500	3.290	0.210	5.412	0.691	14.216	6.125	2.321
	6.58	Segitiga	6.580	3.290	3.290	0.000	5.412	0.000	11.870	5.412	2.193
2	5.00	Trapesium	5.000	2.500	1.975	0.525	1.950	1.037	4.888	3.125	1.564
	3.95	Segitiga	3.950	1.975	1.975	0.000	1.950	0.000	2.568	1.950	1.317

Tabel 4.11 Perataan Beban Plat Ekuivalent Atap

Pembebanan Portal

Portal Pinggir Memanjang (Portal 1X)

Balok L = 7 m.

Dimensi Balok 30 × 50

- a. Beban pelat
- $$= 4,880 \times 2,321 = 11,326 \text{ kN/m}$$
- $$= 4,880 \times 0,000 = 0,000 \text{ kN/m}$$
- b. Beban dinding
- $$= 0,15 \times 0,000 \times 17 = 0,000 \text{ kN/m}$$
- Beban mati q_{D1} = 11,326 kN/m**
- c. Beban hidup lantai
- $$= 1,00 \times 2,321 = 2,321 \text{ kN/m}$$
- $$= 1,00 \times 0,000 = 0,000 \text{ kN/m}$$
- Beban hidup q_{L1} = 2,321 kN/m**

Dengan cara yang sama, pembebanan portal selanjutnya ditabelkan.

Dimensi Balok	L m	Letak Portal	Beban Plat KN/m	Beban Dinding KN/m	Beban Hidup Lantai KN/m	Beban Mati (BP +BD) KN/m	Beban Hidup (BHL) KN/m
1	300	PPMA (1X)	11.326	0.000	2.321	11.326	2.321
	500						
2	300	PDMA (2X)	18.959	0.000	3.885	18.959	3.885
	500						
3	300	PPMA (3X)	7.633	0.000	1.564	7.633	1.564
	500						
4	350	PPMT (1Y)	10.703	0.000	2.193	10.703	2.193
	600						
5	300	PPMT (2Y)	6.425	8.288	1.317	14.713	1.317
	500						

Tabel 4.12 *Pembebanan Portal Atap*

Keterangan :

PPMA = Portal Pinggir Memanjang

PDMA = Portal Dalam Memanjang

PPMT = Portal Pinggir Melintang

PDMT = Portal Dalam Melintang

Analisa Berat Sendiri Struktur

TYPE (CM)	Dimensi					
	h m	b m	L m	ρ KN/m ²	Jumlah Bh	w KN
Berat Kolom						
K1A 90/55	0.9	0.55	7	24	6	498.96
K2/K3A 90/55	0.9	0.55	7	24	8	665.28
Berat Balok						
B 25/30	0.25	0.3	7	24	7	88.2
	0.25	0.3	5	24	1	9
	0.25	0.3	3.5	24	1	6.3
	0.25	0.3	3.2	24	2	11.52
	0.25	0.3	2.5	24	2	9
B 30/50	0.3	0.5	7	24	13	327.6
	0.3	0.5	3.5	24	9	113.4
	0.3	0.5	2.075	24	9	67.23
	0.3	0.5	2.075	24	9	67.23
B 40/70	0.4	0.7	2.5	24	2	33.6
B 50/100	0.5	1	7	24	14	1176
	0.5	1	5	24	4	240
	0.5	1	3.5	24	5	210
B 50/120	0.5	1.2	2.075	24	8	239.04
B 50/150	0.5	1.5	7	24	4	504
	0.5	1.5	2.075	24	4	149.4
B 70/150	0.7	1.5	7	24	7	1234.8
	0.7	1.5	3.5	24	2	176.4
Berat Plat	35	23.15	0.13	24	1	2527.98
	2.5	11.4	0.12	24	1	82.08
Berat Tembok		0.15	300.3	17	1	765.765
W Total						9202.79 KN

Tabel 4.13 Berat Sendiri Struktur Lantai 1

TYPE	Dimensi					
	h	b	L	ρ	Jumlah	w
	m	m	m	KN/m ²	Bh	KN
Berat Kolom						
K1B 80/45	0.8	0.45	3.25	24	6	168.48
K2/K3B 80/45	0.8	0.45	3.25	24	18	505.44
Berat Balok						
B 25/30	0.25	0.3	7	24	7	88.2
	0.25	0.3	5	24	1	9
	0.25	0.3	3.2	24	2	11.52
	0.25	0.3	2.175	24	2	7.83
B 30/50	0.3	0.5	7	24	11	277.2
	0.3	0.5	5	24	3	54
	0.3	0.5	3.5	24	5	63
	0.3	0.5	2.075	24	7	52.29
B 35/60	0.35	0.6	7	24	8	282.24
	0.35	0.6	5	24	4	100.8
	0.35	0.6	2.075	24	8	83.664
B 40/50	0.4	0.5	7	24	7	235.2
	0.4	0.5	3.5	24	2	33.6
B 40/70	0.4	0.7	7	24	11	517.44
	0.4	0.7	5	24	2	67.2
	0.4	0.7	3.5	24	1	23.52
	0.4	0.7	2.075	24	4	55.776
Berat Plat						
	31.5	23.15	0.13	24	1	2275.182
	2.5	11.4	0.13	24	1	88.92
Berat Tembok						
		0.15	286.3	17	1	730.065
W Total						5730.57 KN

Tabel 4.14 Berat Sendiri Struktur Lantai 2-11

TYPE	Dimensi					
	h	b	L	ρ	Jumlah	w
	m	m	m	KN/m ²	Bh	KN
Berat Kolom						
K1C 70/35	0.7	0.35	4	24	6	141.12
K2/K3C 70/35	0.7	0.35	4	24	18	423.36
Berat Balok						
B 25/30	0.25	0.3	5	24	1	9
	0.25	0.3	2.175	24	2	7.83
	0.25	0.3	1.4	24	2	5.04
B 30/50	0.3	0.5	7	24	18	453.6
	0.3	0.5	5	24	3	54
	0.3	0.5	3.5	24	8	100.8
	0.3	0.5	2.075	24	8	59.76
B 40/50	0.4	0.5	7	24	7	235.2
	0.4	0.5	5	24	4	96
	0.4	0.5	3.5	24	1	16.8
	0.4	0.5	2.075	24	8	79.68
B 40/70	0.4	0.7	7	24	10	470.4
	0.4	0.7	5	24	2	67.2
	0.4	0.7	2.075	24	3	41.832
B 40/130	0.4	1.3	7	24	4	349.44
	0.4	1.3	3.5	24	2	87.36
B 50/70	0.5	0.7	7	24	1	58.8
	0.5	0.7	2.075	24	1	17.43
Berat Plat	31.5	12	0.16	24	1	1451.52
	7	9.075	0.16	24	2	487.872
	17.5	7	0.2	24	2	1176
Berat Tembok		0.15	286.3	17	1	730.065
W Total						6620.11 KN

Tabel 4.15 Berat Sendiri Struktur Lantai 12

TYPE	Dimensi					
	h	b	L	ρ	Jumlah	w
	m	m	m	KN/m ²	Bh	KN
Berat Kolom						
K2/K3C 70/35	0.7	0.35	4	24	12	282.24
Berat Balok						
B 30/50	0.3	0.5	7	24	14	352.8
	0.3	0.5	3.5	24	4	50.4
	0.3	0.5	3	24	3	32.4
	0.3	0.5	2.075	24	3	22.41
B 40/50	0.4	0.5	7	24	7	235.2
	0.4	0.5	3.5	24	1	16.8
	0.4	0.5	3	24	3	43.2
	0.4	0.5	2.075	24	4	39.84
B 40/70	0.4	0.7	7	24	5	235.2
	0.4	0.7	3	24	2	40.32
	0.4	0.7	2.075	24	2	27.888
Berat Plat	10.5	12.075	0.13	24	1	395.577
	21	12.075	0.2	24	1	1217.16
Berat Tembok		0.15	215.25	17	1	548.8875
W Total						3540.32 KN

Tabel 4.16 Berat Sendiri Struktur Lantai 13

TYPE	Dimensi					
	h	b	L	ρ	Jumlah	w
	m	m	m	KN/m ²	Bh	KN
Berat Kolom						
K3C 70/35	0.7	0.35	2.6	24	3	45.864
K COB 60/35	0.6	0.35	2.6	24	1	13.104
Berat Balok						
B 30/50	0.3	0.5	7	24	3	75.6
	0.3	0.5	4	24	6	86.4
B 35/60	0.35	0.6	4	24	3	60.48
	0.35	0.6	2.075	24	2	20.916
Berat Plat	7	6.075	0.15	24	1	153.09
	5.5	4	0.2	24	1	105.6
Berat Tembok		0.15	58.65	17	1	149.5575
W Total						710.612 KN

Tabel 4.17 Berat Sendiri Struktur Lantai Atap

4.6 Perencanaan Struktur

4.6.1 Penulangan Plat Lantai

Penulangan plat lantai 7.00×7.00

a. Beban Mati

- Berat sendiri plat = $0,13 \times 24 = 3,120 \text{ KN/m}^2$
 - Berat tegel + spesi = $0,05 \times 22 = 1,100 \text{ KN/m}^2$
 - Berat plafond dan M&E = $0,18 = 0,18 \text{ KN/m}^2$
- $$q_D = 4,400 \text{ KN/m}^2$$

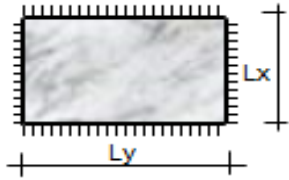
b. Beban Hidup

- Beban guna/hidup lantai = $250 \text{ kg/m}^2 = 2,500 \text{ KN/m}^2$
- $$q_L = 2,500 \text{ KN/m}^2$$

- Beban terfaktor plat

$$\begin{aligned}
 q_u &= 1,2 q_D + 1,6 q_L \\
 &= 1,2 \times 4,400 + 1,6 \times 2,500 \\
 &= 9,280 \text{ KN}^2
 \end{aligned}$$

Perhitungan momen plat perimeter lebar pada plat dua arah, karena plat lantai di cor monolit dengan balok, maka semua sisi plat dianggap terjepit penuh.



$$M_{lx} = 0,001 \times q_u \times L_x^2 \times X \quad \longrightarrow \quad X = 21$$

$$= 9,549$$

$$M_{ly} = 0,001 \times q_u \times L_x^2 \times X \quad X = 21$$

$$= 9,549$$

$$M_{tx} = -0,001 \times q_u \times L_x^2 \times X \quad X = 52$$

$$= -23,645$$

$$M_{ty} = -0,001 \times q_u \times L_x^2 \times X \quad X = 52$$

$$= -23,64$$

Data-data yang digunakan :

Kuat tekan beton $f'_c = 30$ MPa

Tegangan leleh baja $f_y = 240$ MPa

Momen tumpuan arah x, $M_{tx} = 23,645$ KNm

Momen lapangan arah x, $M_{lx} = 9,549$ KNm

Momen tumpuan arah y, $M_{ty} = 23,645$ KNm

Momen lapangan arah y, $M_{ly} = 9,549$ KNm

Tebal plat lantai $h = 130$ mm

$b = 1000$ mm

Tulangan arah x, $D = 10$ mm

Tulangan arah y, $D = 10$ mm

Selimut beton $d_s = 40$ mm

d efektif arah x, $= h - d_s - 0,5D$

$$= 130 - 40 - 0,5 \times 10$$

$$= 85,00 \quad \text{mm}$$

d efektif arah y, $= h - d_s - \text{tul. arah x} - 0,5D$

$$= 130 - 40 - 10 - 0,5 \times 10$$

$$= 75,00 \quad \text{mm}$$

$$\phi = 0,8$$

$$\beta = 0,85$$

a. Penulangan tumpuan arah x

1. menghitung koefisien tahanan plat (K)

$$\begin{aligned} K &= \frac{M_{tx}}{\phi \cdot b \cdot d^2} \\ &= \frac{23,645 \times 10^6}{0,8 \times 1000 \times 85^2} \\ &= 4,091 \text{ MPa} \end{aligned}$$

2. menghitung rasio tulangan perlu

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{0,85 \times f'_c}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times K}{0,85 \times f'_c}} \right) \\ &= \frac{0,85 \times 30}{400} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 4,091}{0,85 \times 30}} \right) \end{aligned}$$

$$= 0,0112$$

$$\rho_{\text{maks}} = 0,75 \times \rho_b$$

$$= 0,75 \times \beta \times \frac{0,85 f'_c}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y}$$

$$= 0,75 \times 0,85 \times \frac{0,85 \times 30}{400} \times \frac{600}{600 + 400}$$

$$= 0,0244$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$\rho_{\text{min}} \leq \rho_{\text{perlu}} \leq \rho_{\text{maks}}$$

$$0,0035 \leq 0,0112 \leq 0,0244 \quad \longrightarrow \text{Menggunakan } \rho_{\text{perlu}} = 0,0112$$

3. menghitung luas tulangan perlu ($A_{s \text{ perlu}}$)

$$A_{s \text{ perlu}} = \rho_{\text{perlu}} \times b \times d$$

$$= 0,0112 \times 1000 \times 85,00$$

$$= 953,146 \text{ mm}^2$$

Direncanakan dengan tulangan diameter ϕ 10

$$A_{s1} = 1/4 \times \pi \times d^2$$

$$= 1/4 \times 3,14 \times 10^2$$

$$= 78,5398 \text{ mm}^2$$

Menghitung jarak tulangan (s)

$$s = \frac{As_1}{As_{perlu}} \times b$$

$$= \frac{78,5398}{953,145} \times 1000$$

$$= 82,401 \text{ mm} \sim 80 \text{ mm}$$

$$s_{\min} = 25 \text{ mm}$$

$$s_{\max} = 1,5 h$$

$$= 1,5 \times 130$$

$$= 195 \text{ mm}$$

Digunakan $\emptyset 10 \sim 80 \longrightarrow As_{\text{aktual}} = 981,748 \text{ mm}^2$

4. Menghitung momen tersedia (Mt)

$$a = \frac{As_{\text{aktual}} \times f_y}{0,85 \times f'_c \times b}$$

$$= \frac{981,748 \times 400}{0,85 \times 30 \times 1000}$$

$$= 15,400 \text{ mm.}$$

$$Mn = As_{\text{aktual}} \times f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$= 981,748 \times 400 \left(85,00 - \frac{15,400}{2} \right)$$

$$= 30,356 \text{ mm}$$

$$Mt = \phi Mn$$

$$= 0,8 \times 16,942$$

$$= 24,2845 \text{ KNm} \gg Mtx \dots\dots\dots \text{OK.}$$

b. Penulangan lapangan arah x

1. Menghitung koefisien tahanan plat (K)

$$K = \frac{Mlx}{\phi \cdot b \cdot d^2}$$

$$= \frac{9,549 \times 10^6}{0,8 \times 1000 \times 85^2}$$

$$= 1,6521 \text{ MPa}$$

2. Menghitung rasio tulangan perlu plat

$$\begin{aligned}\rho_{perlu} &= \frac{0,85 \times f'_c}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times K}{0,85 \times f'_c}} \right) \\ &= \frac{0,85 \times 30}{400} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 1,6521}{0,85 \times 30}} \right) \\ &= 0,0043\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{maks} &= 0,75 \times \rho_b \\ &= 0,75 \times \beta \times \frac{0,85 f'_c}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y} \\ &= 0,75 \times 0,85 \times \frac{0,85 \times 30}{400} \times \frac{600}{600 + 400} \\ &= 0,0244\end{aligned}$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$\rho_{min} \leq \rho_{perlu} \leq \rho_{maks}$$

$$0,0035 \leq 0,0043 \leq 0,0244 \longrightarrow \text{Menggunakan } \rho_{perlu} = 0,0043$$

3. Menghitung luas tulangan perlu ($A_{s\ perlu}$)

$$\begin{aligned}A_{s\ perlu} &= \rho_{perlu} \times b \times d \\ &= 0,0043 \times 1000 \times 85,00 \\ &= 363,246 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Direncanakan dengan tulangan diameter $\emptyset 10$

$$\begin{aligned}A_{s_1} &= 1/4 \times \pi \times d^2 \\ &= 1/4 \times 3,14 \times 10^2 \\ &= 78,5398 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Menghitung jarak tulangan (s)

$$\begin{aligned}s &= \frac{A_{s_1}}{A_{s\ perlu}} \times b \\ &= \frac{78,5398}{363,246} \times 1000 \\ &= 216,217 \text{ mm} \sim 200 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$s_{min} = 25 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}s_{maks} &= 1,5 h \\ &= 1,5 \times 130 \\ &= 195 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\text{Digunakan } \emptyset 10 \sim 200 \longrightarrow A_{s\ aktual} = 392,6991$$

4. Menghitung momen tersedia (Mt)

$$a = \frac{A_{s\text{aktual}} \times f_y}{0,85 \times f'_c \times b}$$

$$= \frac{392,6991 \times 400}{0,85 \times 30 \times 1000}$$

$$= 6,1600 \text{ mm}$$

$$M_n = A_{s\text{aktual}} \times f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$= 392,6991 \times 400 \left(85,00 - \frac{6,1600}{2} \right)$$

$$= 12,868 \text{ mm}$$

$$M_t = \phi M_n$$

$$= 0,8 \times 12,868$$

$$= 10,2944 \text{ KNm} \quad \gg M_{tx} \dots\dots\dots \text{OK.}$$

c. Penulangan tumpuan arah y

1. Menghitung koefisien tahanan plat (K)

$$K = \frac{M_{ty}}{\phi \cdot b \cdot d^2}$$

$$= \frac{23,645 \times 10^6}{0,8 \times 1000 \times 75^2}$$

$$= 5,2545 \text{ MPa}$$

2. Menghitung rasio tulangan perlu plat

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{0,85 \times f'_c}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times K}{0,85 \times f'_c}} \right)$$

$$= \frac{0,85 \times 30}{400} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 5,2545}{0,85 \times 30}} \right)$$

$$= 0,0149$$

$$\rho_{\text{maks}} = 0,75 \times \rho_b$$

$$= 0,75 \times \beta \times \frac{0,85 f'_c}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y}$$

$$= 0,75 \times 0,85 \times \frac{0,85 \times 30}{400} \times \frac{600}{600 + 400}$$

$$= 0,0244$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$\rho_{\text{min}} \leq \rho_{\text{perlu}} \leq \rho_{\text{max}}$$

$$0,0035 \leq 0,0149 \leq 0,0244 \longrightarrow \text{Menggunakan } \rho_{\text{perlu}} = 0,0149$$

3. Menghitung luas tulangan perlu (A_s_{perlu})

$$\begin{aligned} A_s_{\text{perlu}} &= \rho_{\text{perlu}} \times b \times d \\ &= 0,0140 \times 1000 \times 75,00 \\ &= 1115,3093 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Direncanakan dengan tulangan diameter \emptyset 10

$$\begin{aligned} A_{s1} &= 1/4 \times \pi \times d^2 \\ &= 1/4 \times 3,14 \times 10^2 \\ &= 78,5398 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Menghitung jarak tulangan (s)

$$\begin{aligned} s &= \frac{A_{s1}}{A_{s_{\text{perlu}}}} \times b \\ &= \frac{78,5398}{1115,3093} \times 1000 \\ &= 70,4198 \text{ mm} \sim 70 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$s_{\text{min}} = 25 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} s_{\text{maks}} &= 1,5 h \\ &= 1,5 \times 130 \\ &= 195 \text{ mm} \end{aligned}$$

Digunakan \emptyset 10 ~ 70 $\longrightarrow A_{s_{\text{aktual}}} = 1121,9974$

4. Menghitung momen tersedia (M_t)

$$\begin{aligned} a &= \frac{A_{s_{\text{aktual}}} \times f_y}{0,85 \times f'_c \times b} \\ &= \frac{1121,9974 \times 400}{0,85 \times 30 \times 1000} \\ &= 17,6000 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_n &= A_{s_{\text{aktual}}} \times f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 1121,9974 \times 400 \left(75,00 - \frac{17,6000}{2} \right) \\ &= 29,7105 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_t &= \phi M_n \\ &= 0,8 \times 29,7105 \\ &= 23,7684 \text{ KNm} \end{aligned}$$

>> M_t OK.

d. Penulangan lapangan arah y

1. Menghitung koefisien tahanan plat (K)

$$\begin{aligned} K &= \frac{Mly}{\phi \cdot b \cdot d^2} \\ &= \frac{9,645 \times 10^6}{0,8 \times 1000 \times 75^2} \\ &= 2,1220 \text{ MPa} \end{aligned}$$

2. Menghitung rasio tulangan perlu plat

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{0,85 \times f'_c}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times K}{0,85 \times f'_c}} \right) \\ &= \frac{0,85 \times 30}{400} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 2,1220}{0,85 \times 30}} \right) \\ &= 0,0055 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{maks}} &= 0,75 \times \rho_b \\ &= 0,75 \times \beta \times \frac{0,85 f'_c}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y} \\ &= 0,75 \times 0,85 \times \frac{0,85 \times 30}{400} \times \frac{600}{600 + 400} \\ &= 0,0244 \end{aligned}$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$\rho_{\text{min}} \leq \rho_{\text{perlu}} \leq \rho_{\text{maks}}$$

$$0,0035 \leq 0,01055 \leq 0,0244 \longrightarrow \text{Menggunakan } \rho_{\text{perlu}} = 0,0055$$

3. Menghitung luas tulangan perlu ($A_{s \text{ perlu}}$)

$$\begin{aligned} A_{s \text{ perlu}} &= \rho_{\text{perlu}} \times b \times d \\ &= 0,0055 \times 1000 \times 75,00 \\ &= 415,975 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Direncanakan dengan tulangan diameter $\emptyset 10$

$$\begin{aligned} A_{s1} &= 1/4 \times \pi \times d^2 \\ &= 1/4 \times 3,14 \times 10^2 \\ &= 78,5398 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Menghitung jarak tulangan (s)

$$s = \frac{A_{s1}}{A_{s \text{ perlu}}} \times b$$

$$= \frac{78,5398}{415,975} \times 1000$$

$$= 188,809 \text{ mm} \sim 180 \text{ mm}$$

$$s_{\min} = 25 \text{ mm}$$

$$s_{\max} = 1,5 h$$

$$= 1,5 \times 130$$

$$= 195 \text{ mm}$$

Digunakan $\emptyset 10 \sim 180 \longrightarrow A_{s \text{ aktual}} = 436,3323$

4. Menghitung momen tersedia (M_t)

$$a = \frac{A_{s \text{ aktual}} \times f_y}{0,85 \times f'_c \times b}$$

$$= \frac{436,3323 \times 400}{0,85 \times 30 \times 1000}$$

$$= 6,8444 \text{ mm}$$

$$M_n = A_{s \text{ aktual}} \times f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$= 436,3323 \times 400 \left(75,00 - \frac{6,8444}{2} \right)$$

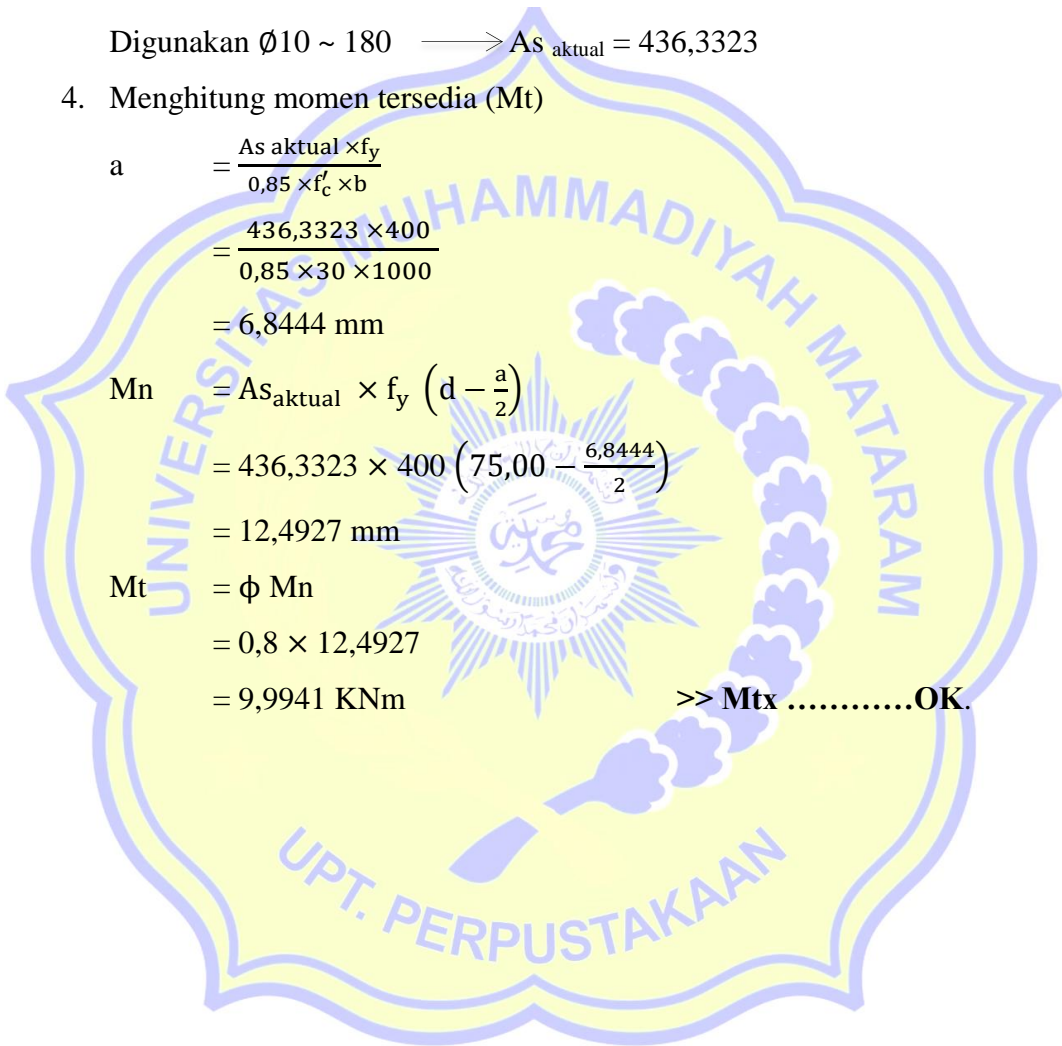
$$= 12,4927 \text{ mm}$$

$$M_t = \phi M_n$$

$$= 0,8 \times 12,4927$$

$$= 9,9941 \text{ KNm}$$

>> $M_{tx} \dots\dots\dots \text{OK.}$



Perhitungan selanjutnya ditabelkan.

Type Plat	Bentang X		Bentang Y	
	Tumpuan (mm)	Lapangan (mm)	Tumpuan (mm)	Lapangan (mm)
7 × 7 (130)	Tul pokok D10 S = 80,00	Tul pokok D10 S = 200	Tul pokok D10 S = 70	Tul pokok D10 S = 180
7 × 5	Tul pokok D10 S = 100	Tul pokok D10 S = 200	Tul pokok D10 S = 130	Tul pokok D10 S = 200
7 × 2,075	Tul pokok D10 S = 200	Tul pokok D10 S = 200	Tul pokok D10 S = 200	Tul pokok D10 S = 200
3,5 × 7	Tul pokok D10 S = 200	Tul pokok D10 S = 200	Tul pokok D10 S = 200	Tul pokok D10 S = 200
3,5 × 5	Tul pokok D10 S = 200	Tul pokok D10 S = 200	Tul pokok D10 S = 200	Tul pokok D10 S = 200
3,5 × 2,075	Tul pokok D10 S = 200	Tul pokok D10 S = 200	Tul pokok D10 S = 200	Tul pokok D10 S = 200
2,5 × 7	Tul pokok D10 S = 200	Tul pokok D10 S = 200	Tul pokok D10 S = 200	Tul pokok D10 S = 200
2,5 × 5	Tul pokok D10 S = 200	Tul pokok D10 S = 200	Tul pokok D10 S = 200	Tul pokok D10 S = 200
2,5 × 2,075	Tul pokok D10 S = 200	Tul pokok D10 S = 200	Tul pokok D10 S = 200	Tul pokok D10 S = 200
7 × 7 (160)	Tul pokok D10 S = 100	Tul pokok D10 S = 195	Tul pokok D10 S = 95	Tul pokok D10 S = 200
7 × 5	Tul pokok D10 S = 150	Tul pokok D10 S = 195	Tul pokok D10 S = 170	Tul pokok D10 S = 200
7 × 2,075	Tul pokok D10 S = 195	Tul pokok D10 S = 195	Tul pokok D10 S = 200	Tul pokok D10 S = 200
3,5 × 7	Tul pokok D10 S = 195	Tul pokok D10 S = 195	Tul pokok D10 S = 200	Tul pokok D10 S = 200
3,5 × 5	Tul pokok D10 S = 195	Tul pokok D10 S = 195	Tul pokok D10 S = 200	Tul pokok D10 S = 200
3,5 × 2,075	Tul pokok D10 S = 195	Tul pokok D10 S = 195	Tul pokok D10 S = 200	Tul pokok D10 S = 200
2,5 × 7	Tul pokok D10 S = 195	Tul pokok D10 S = 195	Tul pokok D10 S = 200	Tul pokok D10 S = 200
2,5 × 5	Tul pokok D10 S = 195	Tul pokok D10 S = 195	Tul pokok D10 S = 200	Tul pokok D10 S = 200
2,5 × 2,075	Tul pokok D10	Tul pokok D10	Tul pokok D10	Tul pokok D10