

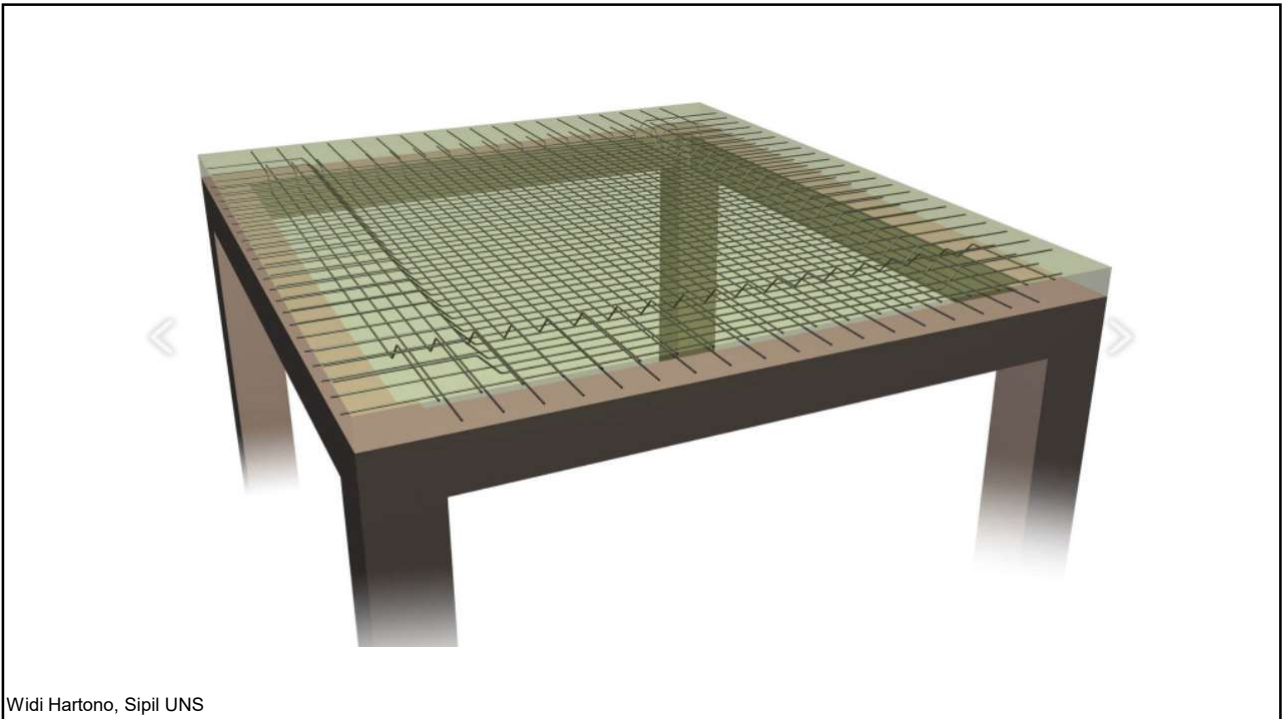
Pelat Dua Arah

Widi Hartono, Sipil UNS

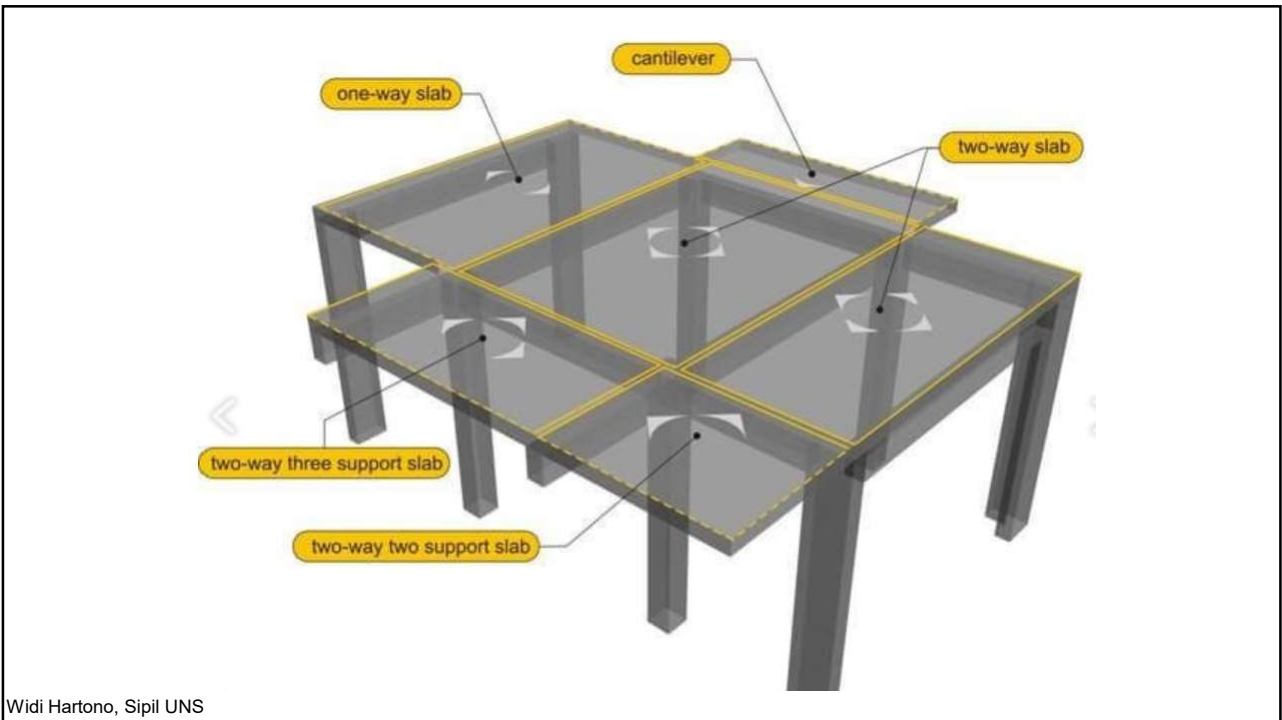
Pelat Dua Arah

- Pada sistem struktur ini pelat beton ditumpu oleh balok di keempat sisinya.
- Beban dari pelat ditransfer ke keempat balok penumpu yang selanjutnya mentransfer bebannya ke kolom.
- Balok akan meningkatkan kekakuan pelat, sehingga lendutan yang terjadi akan relatif kecil.
- Perbandingan $L_{panjang}/L_{pendek} < 2$

Widi Hartono, Sipil UNS



Widi Hartono, Sipil UNS



Widi Hartono, Sipil UNS

Perhitungan Momen Cara PBI'71

- Dalam metode koefisien momen ini, **setiap panel pelat di analisis sendiri-sendiri** (masing-masing panel dianggap terpisah).
- Momen-momen lentur pelat pada masing-masing arah (**arah x** dan **arah y**) dapat ditentukan dari tabel koefisien momen yang diberikan
- Untuk menghitung momen dengan cara ini dibedakan berdasarkan ukuran dari pelat dan kondisi tumpuan
- Kondisi tumpuan ada 3 jenis yaitu:
 - a. Tertumpu Bebas
 - b. Jepit elastis
 - c. Jepit penuh

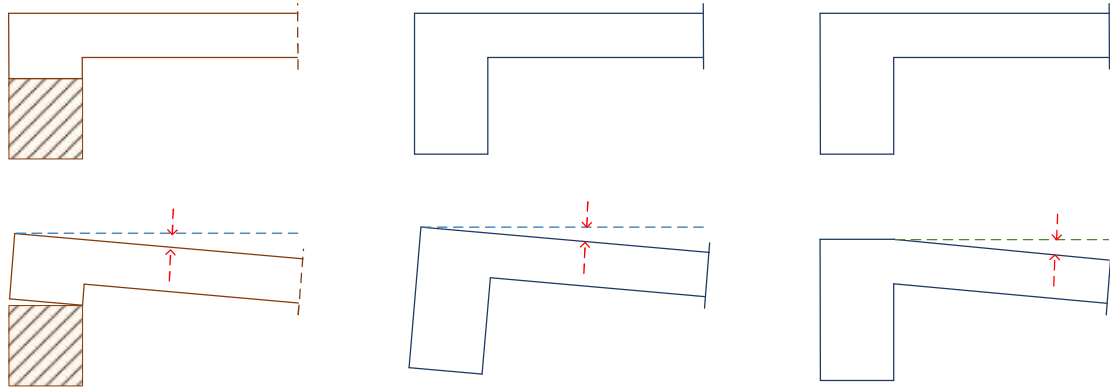
Widi Hartono, Sipil UNS

Kondisi Tumpuan

- a. Terjepit penuh** terjadi apabila bagian pelat tersebut menjadi satu kesatuan monolit dengan balok yang relatif kaku, yang memungkinkan pelat tersebut tidak dapat mengalami putaran sudut pada tumpuannya.
- b. Terjepit elastis** terjadi apabila bagian pelat tersebut menjadi satu kesatuan monolit dengan balok yang relatif tidak terlalu kaku, yang memungkinkan pelat tersebut mengalami putaran sudut pada tumpuannya.
- c. Bebas** yaitu tidak ada tumpuan pada tepi pelat termasuk tepi pelat yang **menumpu** atau tertanam di dalam dinding bata, harus dianggap sebagai tepi terletak bebas.

Widi Hartono, Sipil UNS

Kondisi Tumpuan Pelat



Widi Hartono, Sipil UNS

Kondisi Tumpuan

Apabila suatu tepi pelat merupakan satu kesatuan monolit dengan balok tepi, tepi tersebut harus dianggap sebagai tepi yang terletak bebas. Kecuali dibuktikan dengan perhitungan bahwa balok tepi tersebut adalah cukup kaku

Widi Hartono, Sipil UNS

Kondisi Tumpuan

- Terdapat 9 (sembilan) set koefisien momen yang sesuai untuk sembilan kondisi tumpuan pelat (lihat tabel)
- Dengan mengacu pada kondisi tumpuan dari ke-empat sisi pelat dan perbandingan I_y/I_x , maka momen per lebar satuan dalam arah bentang pendek (M_{tx} dan M_{lx}) dan bentang panjang (M_{ty} dan M_{ly}), dapat dihitung dari rumus berikut :

$$M = 0,001 \cdot X \cdot q_u \cdot l_x^2$$

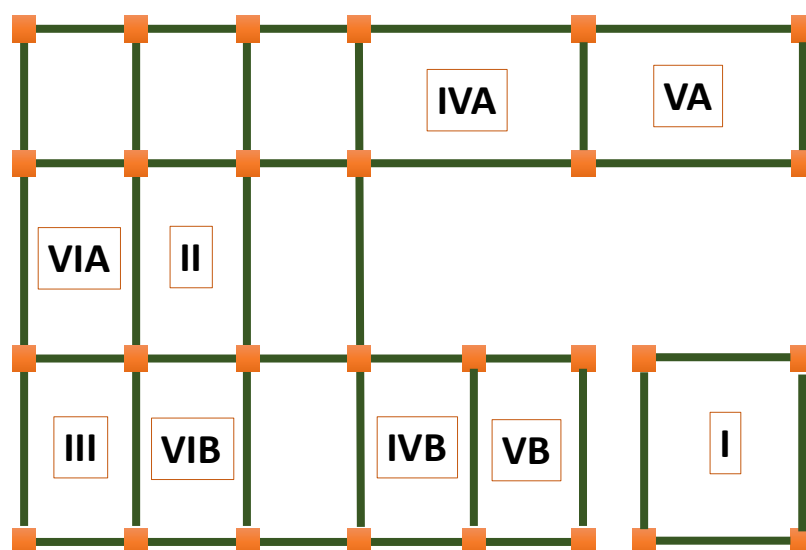
q_u : beban merata terfaktor

X : koefisien momen, dimana nilainya tergantung dari perbandingan I_y/I_x dan kondisi tumpuan pelat, dibaca dari Tabel.

l_x : panjang bentang dalam arah x (arah sisi pendek)

Widi Hartono, Sipil UNS

Tipe Pelat



Widi Hartono, Sipil UNS

Momen di dalam pelat persegi yang menumpu pada keempat tepinya akibat beban terbagi rata

		l_y/l_x	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	>2,5
I		(Mlx) = $0,001 qlx^2 X$	44	52	59	66	73	78	84	88	93	97	100	103	106	108	110	112	125
		(Mly) = $0,001 qlx^2 X$	44	45	45	44	44	43	41	40	39	38	37	36	35	34	34	32	32
II		(Mlx) = - (Mtx) = $0,001 qlx^2 X$	36	42	46	50	53	56	58	59	60	61	62	62	62	63	63	63	63
		(Mly) = $0,001 qlx^2 X$	36	37	38	38	38	37	36	36	35	35	35	35	34	34	34	34	34
III		(Mlx) = - (Mtx) = $0,001 qlx^2 X$	48	55	61	67	71	76	79	82	84	86	88	89	90	91	92	92	94
		(Mly) = $0,001 qlx^2 X$	48	50	51	51	51	51	51	50	50	49	49	49	49	48	48	47	47
IVA		(Mlx) = $0,001 qlx^2 X$	22	28	34	41	48	55	62	68	74	80	85	89	93	97	100	103	125
		(Mly) = $0,001 qlx^2 X$	51	57	62	67	70	73	75	77	78	79	79	79	79	79	79	79	79
IVB		(Mlx) = - (Mtx) = $0,001 qlx^2 X$	51	54	57	59	60	61	62	62	63	63	63	63	63	63	63	63	63
		(Mly) = $0,001 qlx^2 X$	22	20	18	17	15	14	13	12	11	10	10	10	9	9	9	9	9
VA		(Mlx) = $0,001 qlx^2 X$	31	38	45	53	59	66	72	78	83	88	92	96	99	102	105	108	125
		(Mly) = $0,001 qlx^2 X$	60	65	69	73	75	77	78	79	79	80	80	80	80	79	79	79	79
VB		(Mlx) = - (Mtx) = $0,001 qlx^2 X$	60	66	71	76	79	82	85	87	88	89	90	91	91	92	92	93	94
		(Mly) = $0,001 qlx^2 X$	31	30	28	27	25	24	22	21	20	19	18	17	16	16	15	15	12
VIA		(Mlx) = - (Mtx) = $0,001 qlx^2 X$	38	46	53	59	65	69	73	77	80	83	85	86	87	88	89	90	54
		(Mly) = $0,001 qlx^2 X$	43	46	48	50	51	51	51	51	50	50	50	49	49	49	48	48	48
VIB		(Mlx) = - (Mtx) = $0,001 qlx^2 X$	13	48	51	55	57	58	60	61	62	62	62	63	63	63	63	63	63
		(Mly) = $0,001 qlx^2 X$	38	39	38	38	37	36	36	35	35	34	34	34	34	33	33	33	33
VIB		(Mlx) = - (Mtx) = $0,001 qlx^2 X$	38	39	38	38	37	36	36	35	35	34	34	34	34	33	33	33	33
		(Mly) = $0,001 qlx^2 X$	38	39	38	38	37	36	36	35	35	34	34	34	34	33	33	33	33

= Terletak bebas
 = Menerus atau terjepit elastis

Widi Hartono

Momen di dalam pelat persegi yang menumpu pada keempat tepinya akibat beban terbagi rata

		l_y/l_x	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	>2,5	
I		Mlx = $+0,001 qlx^2 X$	44	52	59	66	73	78	84	88	93	97	100	103	106	108	110	112	125	
		Mly = $+0,001 qlx^2 X$	44	45	45	44	44	43	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	32	25
II		Mlx = $+0,001 qlx^2 X$	21	25	28	31	34	36	37	38	40	40	41	41	41	42	42	42	42	
		Mly = $+0,001 qlx^2 X$	21	21	20	19	18	17	16	14	13	12	12	11	11	11	10	10	8	
		Mtx = $-0,001 qlx^2 X$	52	59	64	69	73	76	79	81	82	83	83	83	83	83	83	83	83	83
		Mty = $-0,001 qlx^2 X$	52	54	56	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57
III		Mlx = $+0,001 qlx^2 X$	28	33	38	42	45	48	51	53	55	57	58	59	59	60	61	61	63	
		Mly = $+0,001 qlx^2 X$	28	28	28	27	26	25	23	23	22	21	19	18	17	17	16	16	13	
		Mtx = $-0,001 qlx^2 X$	68	77	85	92	98	103	107	111	113	116	118	119	120	121	122	122	125	
		Mty = $-0,001 qlx^2 X$	68	72	74	76	77	77	78	78	78	78	79	79	79	79	79	79	79	79
IVA		Mlx = $+0,001 qlx^2 X$	22	28	34	42	49	55	62	68	74	80	85	89	93	97	100	103	125	
		Mly = $+0,001 qlx^2 X$	32	35	37	39	40	41	41	41	41	40	39	38	37	36	35	35	25	
		Mtx = $-0,001 qlx^2 X$	70	79	87	94	100	105	109	112	115	117	119	120	121	122	123	123	125	
		Mty = $-0,001 qlx^2 X$	32	34	36	38	39	40	41	41	42	42	42	42	42	42	42	42	42	8
IVB		Mlx = $+0,001 qlx^2 X$	22	20	18	17	15	14	13	12	11	10	10	10	9	9	9	9	8	
		Mly = $+0,001 qlx^2 X$	70	74	77	79	81	82	83	84	84	84	84	84	84	83	83	83	83	
		Mtx = $-0,001 qlx^2 X$	31	38	45	53	60	66	72	78	83	88	92	96	99	102	105	108	125	
		Mty = $-0,001 qlx^2 X$	37	39	41	42	42	41	41	40	39	38	37	36	35	34	33	33	25	
VA		Mlx = $+0,001 qlx^2 X$	84	92	99	104	109	112	115	117	119	121	122	122	123	123	124	124	125	
		Mly = $+0,001 qlx^2 X$	37	41	45	48	51	53	55	56	58	59	60	60	60	61	61	62	63	
		Mtx = $-0,001 qlx^2 X$	31	30	28	27	25	24	22	21	20	19	18	17	17	16	16	15	13	
		Mty = $-0,001 qlx^2 X$	84	92	98	103	108	111	114	117	119	120	121	122	122	123	123	123	124	125
VIA		Mlx = $+0,001 qlx^2 X$	21	26	31	36	40	43	46	49	51	53	55	56	57	58	59	60	63	
		Mly = $+0,001 qlx^2 X$	26	27	28	28	27	26	25	23	22	21	21	20	20	19	19	18	13	
		Mtx = $-0,001 qlx^2 X$	55	65	74	82	89	94	99	103	106	110	114	116	117	118	119	120	125	
		Mty = $-0,001 qlx^2 X$	60	65	69	72	74	76	77	78	78	78	78	78	78	78	78	78	79	79
VIB		Mlx = $+0,001 qlx^2 X$	26	29	32	35	36	38	39	40	40	41	41	42	42	42	42	42	42	
		Mly = $+0,001 qlx^2 X$	21	20	19	18	17	15	14	13	12	12	11	11	10	10	10	10	8	
		Mtx = $-0,001 qlx^2 X$	60	66	71	74	77	79	80	82	83	83	83	83	83	83	83	83	83	
		Mty = $-0,001 qlx^2 X$	55	57	57	57	58	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57

= Terletak bebas
 = Terjepit penuh

Widi Har

Tabel 8.3.1.1 – Ketebalan minimum pelat dua arah nonprategang tanpa balok interior (mm)^[1]

Kete

f_y , MPa ^[2]	Tanpa <i>drop panel</i> ^[3]			Dengan <i>drop panel</i> ^[3]		
	Panel eksterior		Panel interior	Panel eksterior		Panel interior
	Tanpa balok tepi	Dengan balok tepi ^[4]		Tanpa balok tepi	Dengan balok tepi ^[4]	
280	$\ell_n/33$	$\ell_n/36$	$\ell_n/36$	$\ell_n/36$	$\ell_n/40$	$\ell_n/40$
420	$\ell_n/30$	$\ell_n/33$	$\ell_n/33$	$\ell_n/33$	$\ell_n/36$	$\ell_n/36$
520	$\ell_n/28$	$\ell_n/31$	$\ell_n/31$	$\ell_n/31$	$\ell_n/34$	$\ell_n/34$

^[1] ℓ_n adalah jarak bersih ke arah memanjang, diukur dari muka ke muka tumpuan (mm)

^[2]Untuk f_y dengan nilai diantara yang diberikan dalam tabel, ketebalan minimum harus dihitung dengan interpolasi linear

^[3]*Drop panel* sesuai 8.2.4

^[4]Pelat dengan balok di antara kolom sepanjang tepi eksterior. Panel eksterior harus dianggap tanpa balok pinggir jika α_f kurang dari 0,8. Nilai α_f untuk balok tepi harus dihitung sesuai 8.10.2.7

Widi Hartono, Sipil UNS

Ketebalan Minimum Pelat

- Ketebalan minimum pelat tanpa balok dalam seperti ketentuan dalam Tabel 8.3.1.1 tidak boleh kurang dari 125mm → untuk pelat tanpa penebalan panel), atau tidak kurang dari 100mm → pelat tanpa penebalan panel
- Untuk panel dengan tepi yang tidak menerus, maka balok tepi harus mempunyai rasio kekakuan α minimal 0.8

Widi Hartono, Sipil UNS

Ketebalan Minimum Pelat

- a. Untuk $\alpha_{fm} \leq 0.2$, menggunakan table 8.3.1.1 (pelat tanpa balok tepi)
 b. Untuk $0.2 < \alpha_{fm} \leq 2.0$ (pelat dengan balok tepi yang fleksibel)

$$h = \frac{l_n \left(0.8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 5\beta(\alpha_{fm} - 0.2)}$$

h tidak boleh kurang dari 125mm

- c. Untuk $\alpha_{fm} > 2.0$ (pelat dengan balok tepi yang kaku)

$$h = \frac{l_n \left(0.8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 9\beta}$$

h tidak boleh kurang dari 90mm

Widi Hartono, Sipil UNS

Notasi

- l_n : panjang bentang bersih dalam arah memanjang dari konstruksi dua arah, diukur dari muka-ke-muka tumpuan pada pelat tanpa balok dan muka-ke-muka balok atau tumpuan lain pada kasus lainnya, mm
- β : rasio bentang bersih dalam arah memanjang terhadap arah memendek dari pelat dua arah
- α_{fm} : nilai rata-rata α_f untuk semua balok pada tepi panel
- α_f : rasio kekakuan lentur penampang balok terhadap kekakuan lentur lebar pelat yang dibatasi secara lateral oleh garis pusat panel di sebelahnya (jika ada) pada setiap sisi balok

Widi Hartono, Sipil UNS

Rasio Kekakuan

$$\alpha_f = \frac{E_{cb} \cdot I_b}{E_{cp} \cdot I_p}$$

E_{cb} : modulus elastisitas kolom beton, MPa

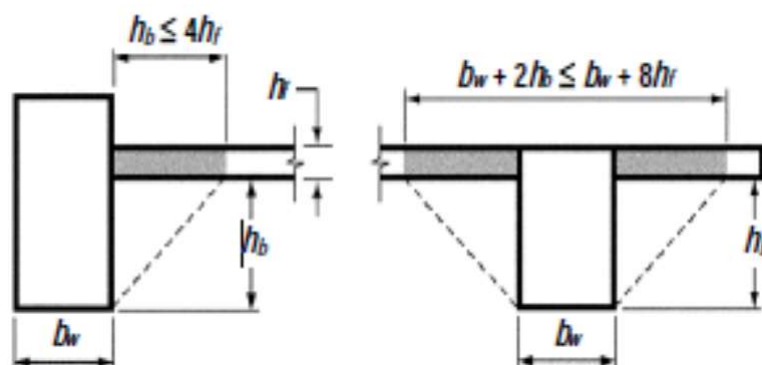
E_{cp} : modulus elastisitas pelat beton, MPa

I_b : momen inersia terhadap sumbu pusat penampang bruto balok, mm⁴

I_p : momen inersia terhadap sumbu pusat penampang bruto pelat, mm⁴

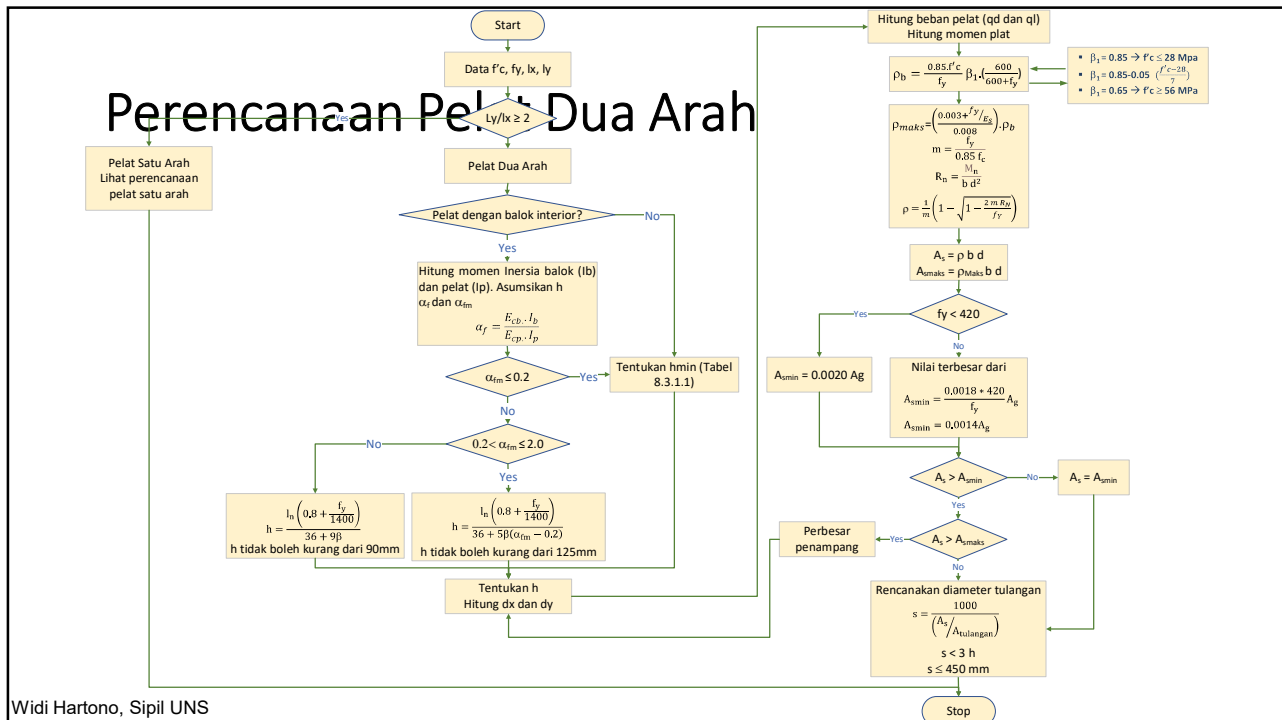
Widi Hartono, Sipil UNS

Inersia



Widi Hartono, Sipil UNS

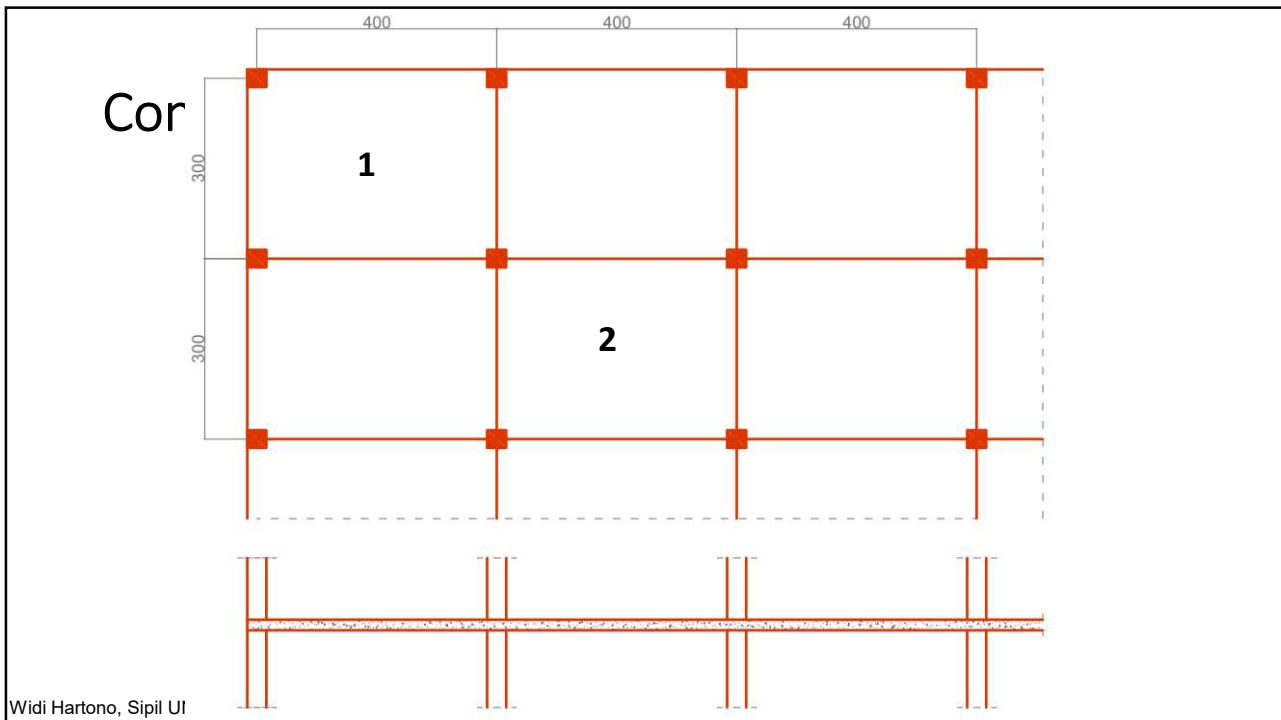
Perencanaan Pelat Dua Arah



Contoh

Sebuah plat datar (flate plate) memiliki dimensi 4m x 3m dtumpu oleh kolom dengan dimensi 500x500mm. Mutu beton yang digunakan adalah $f'_c = 20$ MPa dan mutu baja tulangan adalah $f_y = 420$ MPa.

Tentukan tebal plat beton tersebut?



Penyelesaian

- a. Untuk pelat 1, tebal minimum adalah $l_n/30$ (table 8.3.1.1)

$$l_n = 4000 - 2 * (500/2) = 3500 \text{ mm}$$

$$h_{\min} = \frac{3500}{30} = 116.67 \text{ mm}$$

- b. Untuk pelat 2, tebal minimum adalah $l_n/33$ (table 8.3.1.1)

$$h_{\min} = \frac{3500}{33} = 106.06 \text{ mm}$$

Pelat lantai dibuat seragam, sehingga diambil yang paling besar yaitu 120 mm

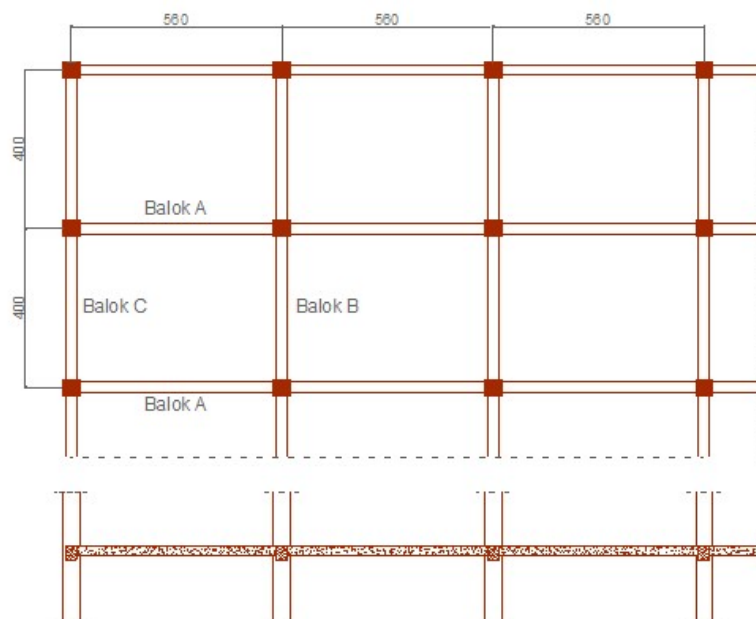
Contoh

Sebuah struktur lantai plat memiliki dimensi 4m x 5.6m ditumpu oleh kolom dengan dimensi 400x400mm dan balok dengan dimensi 200x400mm dan 200x350mm. Mutu beton yang digunakan adalah $f_c' = 20$ MPa dan mutu baja tulangan adalah $f_y = 420$ MPa. Berat mati 600 kg/m² dan berat hidup 450 kg/m²

Rencanakan penulangan plat beton tersebut?

Widi Hartono, Sipil UNS

Contoh



Widi Hartono, Sipil UNS

Penyelesaian

Langkah

1. Preliminary desain
2. Identifikasi dan kontrol tebal plat
3. Pembebanan
4. Momen ultimate
5. Desain tulangan lentur

Widi Hartono, Sipil UNS

1. Preliminary desain

- **Material properties**

$f_c' = 20 \text{ Mpa}$

$f_y = 420 \text{ Mpa}$

$E_c = 4700 \sqrt{f_c'} = 4700 \sqrt{20} = 96.321 \text{ Mpa}$

$E_s = 200.000 \text{ MPa}$

- **Section properties**

Balok A = 200x350mm

Balok B = 200x300mm

Balok C = 200x300mm

Kolom = 400x400mm

$h = 120 \text{ mm}$

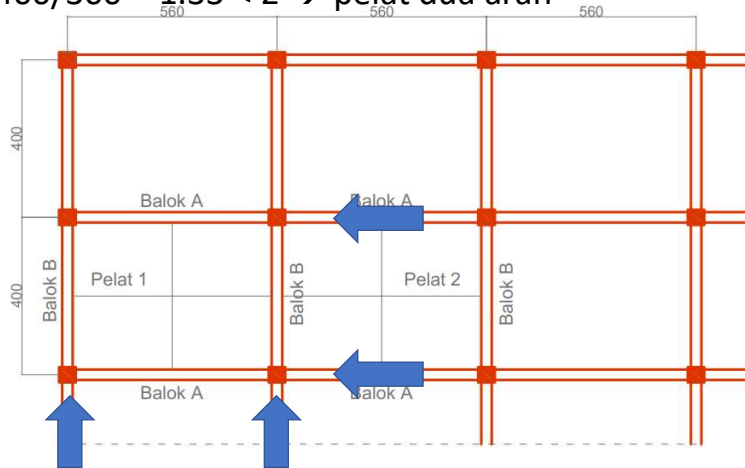
$p = 20 \text{ mm}$

D tulangan = 10 mm

Widi Hartono, Sipil UNS

2. Identifikasi dan kontrol tebal pelat

$$I_y/I_x = 400/300 = 1,33 < 2 \rightarrow \text{pelat dua arah}$$



Widi Hartono, Sipil UNS

Balok A

b : 200 mm

h : 400 mm

hb : 280 mm

hf (asumsi) : 120 mm

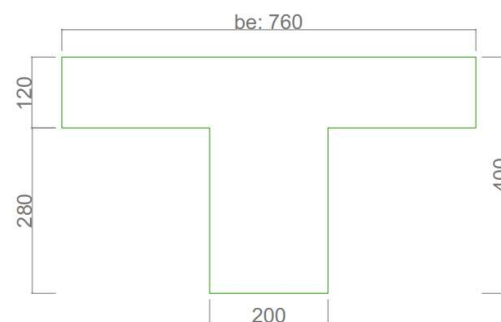
Momen Inersia Balok

Lebar Sayap

$$be_1 = bw + 2 hb = 200 + 2 \cdot 280 = 760 \text{ mm}$$

$$be_2 = bw + 8 hf = 200 + 8 \cdot 120 = 1160 \text{ mm}$$

Digunakan $be = 760 \text{ mm}$



Widi Hartono, Sipil UNS

Balok A

Luas bagian sayap = $120 \cdot 760 = 91.200 \text{ mm}^2$

Luas bagian badan = $200 \cdot 280 = 56.000 \text{ mm}^2$

Luas total = 147.200 mm^2

$$\bar{y} = \frac{A_s \text{ sayap} \cdot y_{\text{sayap}} + A_s \text{ badan} \cdot y_{\text{badan}}}{A_{\text{total}}}$$

$$\bar{y} = \frac{91.000 \cdot \frac{120}{2} + 56.000 \cdot (120 + \frac{280}{2})}{147.200}$$

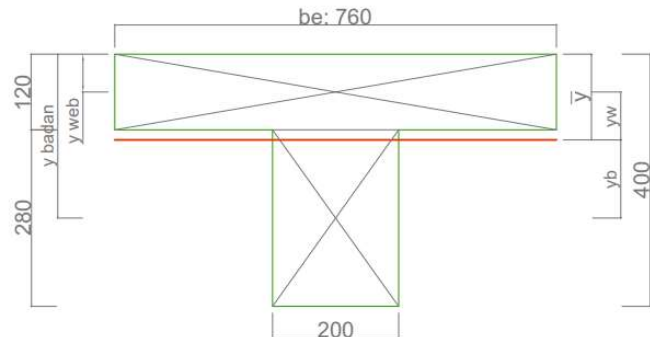
$$\bar{y} = 136,087 \text{ mm}$$

$$y_w = \frac{120}{2} + (136,087 - 120) = 76,0870 \text{ mm}$$

$$y_b = \frac{280}{2} - (136,087 - 120) = 123,9130 \text{ mm}$$

$$I_b = \left[\frac{1}{12} 760 \cdot 120^2 + (91.200 \cdot 76,087^2) \right] + \left[\frac{1}{12} 200 \cdot 280^2 + (56.000 \cdot 123,9130^2) \right]$$

$$I_b = 1.863.132.754 \text{ mm}^4$$



Widi Hartono, Sipil UNS

Balok A

Momen Inersia Pelat

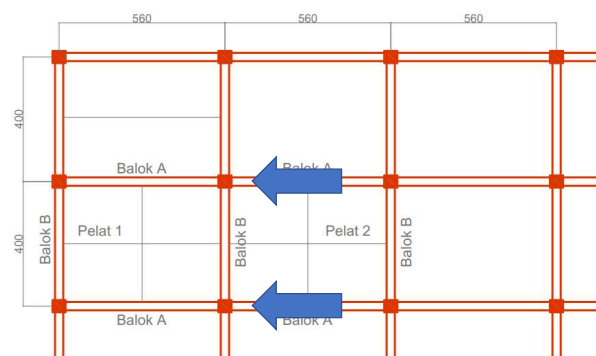
$$I_p = \left[\frac{1}{12} 4000 \cdot 120^2 \right]$$

$$I_p = 576.000.000 \text{ mm}^4$$

$$\alpha_f = \frac{E_{cb} \cdot I_b}{E_{cp} \cdot I_p} = \frac{1.863.132.754}{576.000.000}$$

$$\alpha_{f1} = 3,2346$$

Untuk balok A satunya karena dimensinya sama maka $\alpha_{f2} = 3,2346$



Widi Hartono, Sipil UNS

Balok B

$b : 200 \text{ mm}$
 $h : 350 \text{ mm}$
 $h_b : 230 \text{ mm}$
 $h_f \text{ (asumsi) : } 120 \text{ mm}$

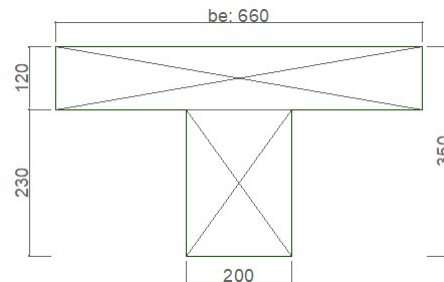
Momen Inersia Balok

Lebar Sayap

$$be_1 = b_w + 2 h_b = 200 + 2 * 230 = 660 \text{ mm}$$

$$be_2 = b_w + 8 h_f = 200 + 8 * 120 = 1160 \text{ mm}$$

Digunakan $be = 660 \text{ mm}$



Widi Hartono, Sipil UNS

Balok B

Luas bagian sayap = $120 * 660 = 79.200 \text{ mm}^2$
 Luas bagian badang = $200 * 280 = 46.000 \text{ mm}^2$
 Luas total = 125.200 mm^2

$$\bar{y} = \frac{A_s \text{ sayap} * y_{\text{sayap}} + A_s \text{ badan} * y_{\text{badan}}}{A_{\text{total}}}$$

$$\bar{y} = \frac{79.000 * \frac{120}{2} + 46.000 * (120 + \frac{230}{2})}{125.200}$$

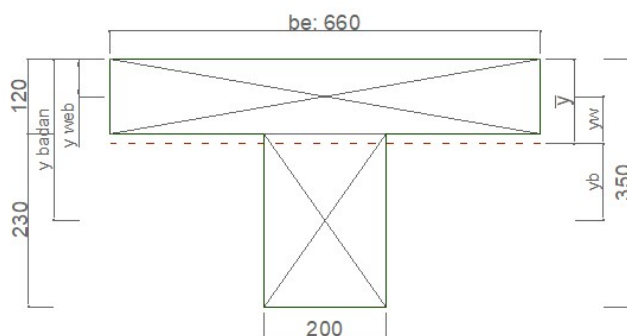
$$\bar{y} = 124,30 \text{ mm}$$

$$y_w = \frac{120}{2} + (124,30 - 120) = 64,2971 \text{ mm}$$

$$y_b = \frac{23}{2} - (124,30 - 120) = 110,7029 \text{ mm}$$

$$I_b = \left[\frac{1}{12} 660 * 120^2 + (79.200 * 64,2971^2) \right] + \left[\frac{1}{12} 200 * 230^2 + (46.000 * 110,7029^2) \right]$$

$$I_b = 1.188.981.480 \text{ mm}^4$$



Widi Hartono, Sipil UNS

Balok B

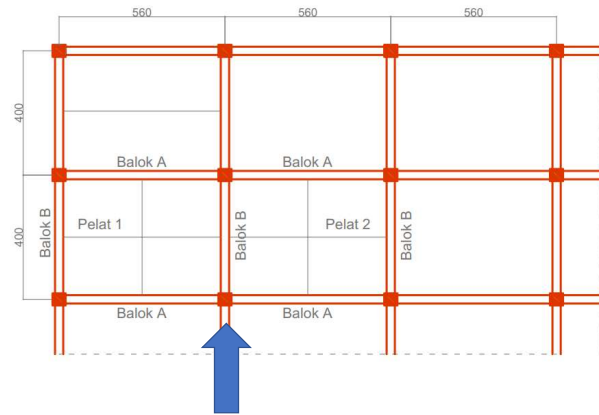
Momen Inersia Pelat

$$I_p = \left[\frac{1}{12} 5600 * 120^2 \right]$$

$$I_p = 806.400.000 \text{ mm}^4$$

$$\alpha_f = \frac{E_{cb} \cdot I_b}{E_{cp} \cdot I_p} = \frac{1.188.981.480}{806.400.000}$$

$$\alpha_{f3} = 1,4744$$



Widi Hartono, Sipil UNS

Balok C

b : 200 mm

h : 350 mm

hb : 230 mm

hf (asumsi) : 120 mm

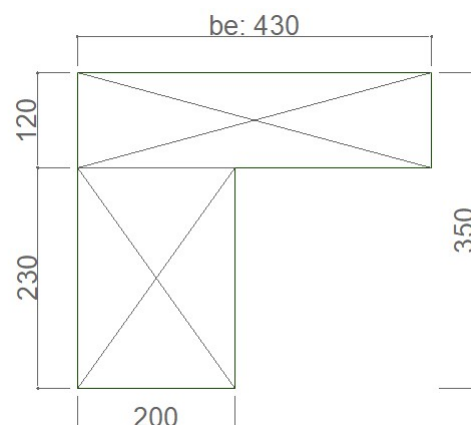
Momen Inersia Balok

Lebar Sayap

$$be1 = bw + hb = 200 + 230 = 430 \text{ mm}$$

$$be2 = bw + 4 hf = 200 + 4 * 120 = 680 \text{ mm}$$

Digunakan be = 430 mm



Widi Hartono, Sipil UNS

Balok C

Luas bagian sayap = $120 \cdot 660 = 51.600 \text{ mm}^2$

Luas bagian badan = $200 \cdot 280 = 46.000 \text{ mm}^2$

Luas total = 97.600 mm^2

$$\bar{y} = \frac{A_s \text{ sayap} \cdot y_{\text{sayap}} + A_s \text{ badan} \cdot y_{\text{badan}}}{A_{\text{total}}}$$

$$\bar{y} = \frac{51.600 \cdot \frac{120}{2} + 46.000 \cdot (120 + \frac{230}{2})}{125.200}$$

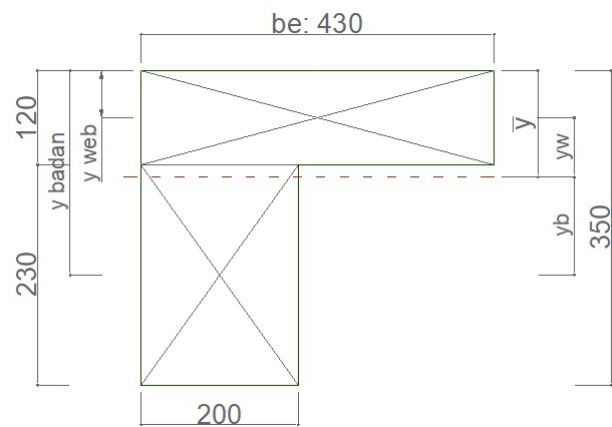
$$\bar{y} = 142,48 \text{ mm}$$

$$y_w = \frac{120}{2} + (142,48 - 120) = 82,4795 \text{ mm}$$

$$y_b = \frac{230}{2} - (142,48 - 120) = 92,5205 \text{ mm}$$

$$I_b = \left[\frac{1}{12} 430 \cdot 120^2 + (51.600 \cdot 82,4795^2) \right] + \left[\frac{1}{12} 200 \cdot 230^2 + (46.000 \cdot 92,5205^2) \right]$$

$$I_b = 1.009.493.292 \text{ mm}^4$$



Widi Hartono, Sipil UNS

Balok C

Momen Inersia Pelat

$$I_p = \left[\frac{1}{12} 2800 \cdot 120^2 \right]$$

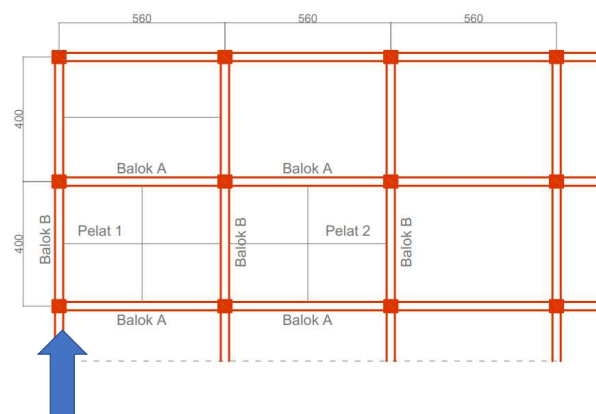
$$I_p = 403.200.000 \text{ mm}^4$$

$$\alpha_f = \frac{E_{cb} \cdot I_b}{E_{cp} \cdot I_p} = \frac{1.009.493.292}{403.200.000}$$

$$\alpha_{f4} = 2,5037$$

$$\alpha_{fm} = \frac{\alpha_{f1} + \alpha_{f2} + \alpha_{f3} + \alpha_{f4}}{4}$$

$$\alpha_{fm} = 2,6118$$



Widi Hartono, Sipil UNS

H minimum

$$\alpha_{fm} = 2,6118 > 2.0$$

$$\beta = \frac{5600-400}{4000-400} = 1.4444$$

$$h = \frac{I_n \left(0.8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 9\beta} = \frac{(5600-400) \left(0.8 + \frac{420}{1400} \right)}{36 + 9 \cdot 1.4444}$$

$$h = 117 \text{ mm}$$

h tidak boleh kurang dari 90mm

Direncanakan h sebesar 120 mm

Widi Hartono, Sipil UNS

3. Pembebanan

Beban mati = 600 kg/m²

Beban hidup (ql) = 450 kg/m²

Beban mati total (qd) = 0,12*2400+600 = 888 kg/m²

Beban ultimate

$$q_u = 1.2 \cdot q_d + 1.6 \cdot q_l$$

$$q_u = 1.2 \cdot 888 + 1.6 \cdot 450$$

$$q_u = 1785,6 \text{ kg/m}^2$$

Widi Hartono, Sipil UNS

4. Momen ultimate

Untuk menghitung momen dalam contoh ini digunakan koefisien momen PBI 1972

Dalam kasus ini 3 tumpuan merupakan tumpuan jepit kaku karena $\alpha_{fm} > 2$

Tipe pelat yang dipilih adalah keempat sisinya terjepit kaku.

$l_y/l_x = 560/400 = 1.4$, sehingga momen pada pelat adalah

$$M_{lx} = 0.0010 \cdot q_u \cdot l_x^2 \cdot \chi = 0.0010 \cdot 1785,6 \cdot 4^2 \cdot 34 = 971,3664 \text{ kgm}$$

$$M_{ly} = 0.0010 \cdot q_u \cdot l_y^2 \cdot \chi = 0.0010 \cdot 1785,6 \cdot 4^2 \cdot 18 = 514,2528 \text{ kgm}$$

$$M_{tx} = 0.0010 \cdot q_u \cdot l_x^2 \cdot \chi = 0.0010 \cdot 1785,6 \cdot 4^2 \cdot 73 = 2085,5808 \text{ kgm}$$

$$M_{ty} = 0.0010 \cdot q_u \cdot l_y^2 \cdot \chi = 0.0010 \cdot 1785,6 \cdot 4^2 \cdot 57 = 1628,4672 \text{ kgm}$$

Widi Hartono, Sipil UNS

5. Desain tulangan lentur

Diameter tulangan = 10 mm

$h = 120 \text{ mm}$

$dx = 120 - 20 - 10/2 = 95 \text{ mm}$

$dy = 120 - 20 - 10/2 - 10 = 85 \text{ mm}$

Direncanakan tulangan lapangan arah x

$$M_n = 971,3664 / 0.9 = 1.079,2960 \text{ kgm}$$

$$M_n = 10.792.960 \text{ Nmm}$$

Widi Hartono, Sipil UNS

5. Desain tulangan lentur

$$m = \frac{f_y}{0.85 f_c} = \frac{420}{0.85 * 20} = 24,7059$$

$$R_n = \frac{M_n}{b d^2} = \frac{10.792.960}{1000 * 95^2} = 1,1959$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 m R_n}{f_y}} \right) = 0,0029553$$

$$A_{smin} = 0.0020 * b * h = 0.0020 * 1000 * 120 = 240 \text{ mm}^2$$

$$A_s = \rho * b * d = 0,0029553 * 1000 * 95 = 280,75 \text{ mm}^2 > A_{smin}$$

$$A_{spasang} = 280,75 \text{ mm}^2$$

$$A_{sD10} = 0.24 * 3.14 * 10^2 = 78,5 \text{ mm}^2$$

Widi Hartono, Sipil UNS

5. Desain tulangan lentur

$$s = 1000 / (280,75 / 78,5)$$

$$s = 279,61 \text{ mm}$$

Dipasang D10-270mm,
memenuhi syarat < 3h
atau < 450mm

	lx	ly	tx	ty	Satuan
Mn	10.792.960	5.713.920	23.173.120	18.094.080	Nmm
m	24,7059	24,7059	24,7059	24,7059	
Rn	1,1959	0,6331	2,5677	2,0049	
Rho1	0,0029553	0,0015366	0,0066617	0,0050941	
As	280,75	130,61	632,86	433,00	mm2
Asmin	240,00	240,00	240,00	240,00	mm2
As pasang	280,75	240,00	632,86	433,00	mm2
As D10	78,5	78,5	78,5	78,5	mm2
Jarak	279,61	327,08	124,04	181,29	buah
Tul dipasang	D10-270	D10-320	D10-120	D10-180	

Widi Hartono, Sipil UNS

SELESAI