

KOMPARASI PENULANGAN PELAT LANTAI KONVENSIONAL DENGAN *HALF SLAB* (STUDI KASUS: PELAT LANTAI ZONA A LANTAI 2 DI PROYEK GEDUNG GELANGGANG INOVASI DAN KREATIVITAS UNIVERSITAS GADJAH MADA (GIK-UGM) YOGYAKARTA)

Fenny Rosita Anggraini^{1*}, Suhendro Trinugroho²

¹Teknik Sipil, Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta Jl. A. Yani Tromol Pos 1, Sukoharjo, Jawa Tengah

²Dosen Teknik Sipil, Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta Jl. A. Yani Tromol Pos 1, Sukoharjo, Jawa Tengah

*Email: d100190160@student.ums.ac.id

Abstrak

Pada penelitian ini mengambil judul yang berkaitan komparasi antara penulangan pelat lantai konvensional dengan half slab. Tujuannya tiada lain untuk mendapatkan pengetahuan tentang perbandingan antara penulangan pelat lantai konvensional dengan half slab. Objek untuk menganalisis ialah pada Zona A lantai 2 di proyek Gelanggang Inovasi dan Kreativitas Universitas Gadjah Mada (GIK-UGM) di Yogyakarta. Dengan data struktur dari gambar kerja dianalisis perhitungan pelat lantai beton bertulangannya menggunakan metode yang mengacu pada PBI'71 dan SNI 1727:2020. Setelah di analisa perhitungan pelat lantai beton bertulang didapatkan hasil penulangan tumpuan dan lapangan dengan Ø10-200 dengan luas tulangan tumpuan dan lapangan ialah 393mm². Hasil tersebut dikomparasi dengan penulangan half slab. Hasil penulangan half slab didapatkan M10-200 dengan luas tulangan 393mm². Hasil luasan tulangan pelat lantai konvensional dengan half slab hasilnya sama.

Kata Kunci : Half Slab, Pelat Lantai Konvensional, Penulangan, Perhitungan

Abstract

This research takes a title related to the comparison between conventional floor slab reinforcement and half slab. The purpose is none other than to gain knowledge about the comparison between conventional floor slab reinforcement and half slab. The object to analyze is Zone A on the 2nd floor of the Gelanggang Inovasi dan Kreativitas Universitas Gadjah Mada (GIK-UGM) project in Yogyakarta. With structural data from working drawings, the calculation of reinforced concrete floor slabs is analyzed using methods that refer to PBI'71 and SNI 1727: 2020. After analyzing the calculation of the reinforced concrete floor slab, the results of the pedestal and field reinforcement with Ø10-200 with the area of the pedestal and field reinforcement are 393mm². These results are compared with half slab reinforcement. The half slab reinforcement results obtained M10-200 with a reinforcement area of 393mm². The results of the reinforcement area of conventional floor slabs with half slabs are the same.

Keywords : Half Slab, Conventional Floor Slab, Reinforcement, Calculation

1. PENDAHULUAN

Perkembangan taraf kehidupan masyarakat yang begitu pesat telah menambah kebutuhan dan fungsi suatu bangunan gedung. Sehingga, perencanaan struktur bangunan perlu dilakukan. Salah satu komponen struktur bangunan yang perlu diperhatikan, yaitu pelat lantai, yang merupakan salah satu elemen yang memikul

beban hidup secara langsung. Selain itu, terdapat beban sendiri pelat lantai yang harus diperhitungkan. Oleh karena itu, untuk menghindari kegagalan struktur, maka pada pembahasan ini akan dilakukan analisis penulangan pada pelat lantai. Sehingga, dapat memberikan *output* (hasil) sebagaimana harapan bersama (dari pemilik, perencana, sampai dengan

pelaksana proyek), namun tetap berdasarkan standar ekonomis, kenyamanan, keamanan, dan kekuatan yang ditentukan.

Pelat lantai beton termasuk komponen penting pada bangunan bertingkat, yang termasuk sebagai permukaan padat tiga dimensi dengan bidang lurus. Pada dasarnya pelat lantai menggunakan bahan bekisting multiplek berikut *wire mesh* pada bagian atasnya. Dalam kontraktor mampu melaksanakan pekerjaan cara konvensional atau mempekerjakan teknik *half slab*, yang menurut Dwi Chandra (2013) bisa bermanfaat bagi *working platform* dalam proses pengecoran pelat lantai beton bertulang, (bukan papan kayu). Menurut Ervianto (2006), *precast* merupakan proses produksi dari bagian struktur bangunan pada tempat yang berbed, atau di luar tempat struktur tersebut. Adapun penelitian ini bertujuan dan bermaksud untuk mengidentifikasi kesesuaian dari penulangan pelat konvensional dengan *half slab*.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Diagram Alir

Diagram Alir pada penelitian dapat di lihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Tahap penelitian dapat digambarkan dalam 4 tahapan, yaitu:

1. Studi Pustaka yang berkaitan terhadap topik yang akan dibahas
2. Pengumpulan data penelitian, seperti gambar kerja yang didapat pada Proyek Gedung Gelanggang Inovasi dan Kreativitas Universitas Gadjah Mada.
3. Analisis data dan pembahasan
4. Kesimpulan dan saran

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data-Data Perhitungan Pelat Lantai

35 MPa adalah kuat tekan beton (f_c')

Yield 420 MPa adalah tegangan lentur baja tulangan.

Tegangan Tulangan Hasil Baja dalam Geser (f_yv) = 420 MPa

Modulus Elastisitas Baja (E_s) = 200000 MPa

1000 mm adalah lebar pelat (b).

130 mm adalah ketebalan pelat (tp).

8 cm untuk pelat pracetak dan 5 cm untuk lapisan atas

Dimensi tulangan beton (D) = 10 mm

40 mm adalah tebal selimut beton (ts).

Balok B3 memiliki dimensi 300 x 400 mm.

Balok B2 memiliki dimensi 350 x 700 mm.

Balok B4 memiliki dimensi 200 x 400 mm.

Mengenai: 28 f_c' 55 MPa

Faktor Distribusi Tegangan Beton ($f_c' - 28$) / 7 = 0,85 - 0,05 ($f_c' - 0,8$)

Faktor = 0,9 untuk pengurangan kuat lentur

3.2 Pembebanan

3.2.1 Beban Mati (D)

Berat Sendiri Plat (0,13m x 2400 kg/m³)
312 kg/m²

Rincian persen tebal 1 cm sama dengan 21 kg/m²

Per-cm Keramik dengan ketebalan 2 cm sama dengan 48 kg/m²

18 kg/m² untuk plafon dan gantungan plafon.

25 kg/m² = pipa ledeng

40 kg/m² Instalasi Listrik, AC

464 kg/m² atau 4,64 kN/m² adalah total beban mati tambahan.

3.2.2 Beban Hidup (L)

Total Beban Hidup = 3,59 kN/m², Fungsi Bangunan = Ruko, Ritel, Lantai Atas, SNI 1727:2020 Tabel 4.3-1

3.2.3 Kombinasi Pembebanan Ultimate (qu)

1. 1,4 D

(1)

$$= 1,4 (4,64) = 6,496 \text{ kN/m}^2$$

2. 1,2 D + 1,6 L

(2)

$$= 1,2 (4,64) + 1,6 (3,59) = 11,312 \text{ kN/m}^2$$

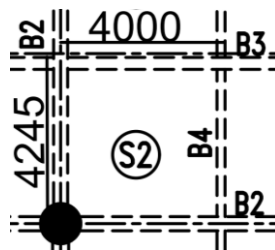
dengan:

“D = *Dead Load* (Beban Mati)

L = *Live Load* (Beban Hidup)”

3.3 Tipe Pelat

Adapun pelat yang ditinjau adalah Pelat Lantai 2 Zona A. Denah akan ditunjukkan melalui Gambar 2 di bawah ini:



Tabel 1
Momen Ultimate

Gambar 2. Denah Pelat Lantai 2 Zona A

Sumber: Gambar Kerja Proyek GIK-UGM

Bentang Bersih Sumbu Panjang (ly)

$$L_y = 4252 - (300/2) - (350/3) = 3920 \text{ mm}$$

$$P_x = 4000 - (200/2) - (350/2) = 3725 \text{ mm}$$

$L_y/L_x = 3,92\text{m}/3,725\text{m} = 1,05$ (Pelat 2 Arah) berisi:

Rentang y panjang ke arah Ly (rentang terpanjang)

Lx adalah panjang bentang dalam arah x (rentang terpendek)

3.4 Perhitungan Momen Perlu

$$M_{lx} = 0,001 \times l_x^2 \times w_u \times X \quad (3)$$

$$M_{ly} = 0,001 \times l_x^2 \times w_u \times X \quad (4)$$

$$M_{tx} \text{ sama dengan } 0,001 \times w_u \times l_x^2 \times X. \quad (5)$$

$$M_{ty} = -0,001 \times w_u \times l_x^2 \times X \quad (6)$$

berikut ini :

M_{lx} = Momen medan dalam arah X

M_{ly} adalah momen arah-Y medan.

Momen dukungan ke arah X, M_{tx}

M_{ty} adalah momen dalam arah Y.

Beban desain = w_u

l_x^2 = panjang bentang arah-X terpendek

$l_y/l_x = X$ = Koefisien Dependen (Tampil pada tabel 1).

Tabel J.3.3.1
 Momen di dalam pelat persegi yang menumpu pada keempat tepinya akibat beban terbagi rata

		l_x/l_y		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		Mix = +0,001 ql ² /X	Mty = +0,001 ql ² /X	44	52	59	66	73	78	84	88	93	97	100	103	106	108	110	112	125
		Mix = +0,001 ql ² /X	Mty = +0,001 ql ² /X	44	45	45	44	44	43	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	32
II		Mix = +0,001 ql ² /X	Mty = +0,001 ql ² /X	21	25	28	31	34	36	37	38	40	40	41	41	41	42	42	42	42
		Mix = -0,001 ql ² /X	Mty = -0,001 ql ² /X	52	59	64	69	73	76	79	81	82	83	83	83	83	83	83	83	83
III		Mix = +0,001 ql ² /X	Mty = +0,001 ql ² /X	28	33	38	42	45	48	51	53	55	57	58	59	59	60	61	61	63
		Mix = -0,001 ql ² /X	Mty = -0,001 ql ² /X	68	77	85	92	98	103	107	111	113	116	118	119	120	121	122	122	125
IVA		Mix = +0,001 ql ² /X	Mty = +0,001 ql ² /X	22	28	34	42	49	55	62	68	74	80	85	89	93	97	100	103	125
		Mix = -0,001 ql ² /X	Mty = -0,001 ql ² /X	32	35	37	39	40	41	41	41	41	40	39	38	37	36	35	35	35
IVB		Mix = +0,001 ql ² /X	Mty = +0,001 ql ² /X	32	34	36	38	39	40	41	41	42	42	42	42	42	42	42	42	42
		Mix = -0,001 ql ² /X	Mty = -0,001 ql ² /X	70	74	77	79	81	82	83	84	84	84	84	84	84	84	84	83	83
VA		Mix = +0,001 ql ² /X	Mty = +0,001 ql ² /X	31	38	45	53	60	66	72	78	83	88	92	96	99	102	105	108	125
		Mix = -0,001 ql ² /X	Mty = -0,001 ql ² /X	37	39	41	41	42	42	41	41	40	39	38	37	36	35	34	33	33
VB		Mix = +0,001 ql ² /X	Mty = +0,001 ql ² /X	37	41	45	48	51	53	55	56	58	59	60	60	60	61	61	62	63
		Mix = -0,001 ql ² /X	Mty = -0,001 ql ² /X	84	92	98	103	108	111	114	117	119	120	121	122	122	123	123	123	124
VIA		Mix = +0,001 ql ² /X	Mty = +0,001 ql ² /X	21	26	31	36	40	43	46	49	51	53	55	56	57	58	59	60	63
		Mix = -0,001 ql ² /X	Mty = -0,001 ql ² /X	60	65	69	72	74	76	77	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78
VIB		Mix = +0,001 ql ² /X	Mty = +0,001 ql ² /X	26	29	32	35	36	38	39	40	41	41	42	42	42	42	42	42	42
		Mix = -0,001 ql ² /X	Mty = -0,001 ql ² /X	60	66	71	74	77	79	80	82	83	83	83	83	83	83	83	83	83

Sumber: PBI'71

3.4.1 Momen Lapangan

$M_{lx} = 0,001 \times 11,312 \times 3,725^2 \times 26 = 4,081 \text{ kNm}$

$M_{ly} = 0,001 \times 11,312 \times 3,725^2 \times 21 = 3,296 \text{ kNm}$

3.4.2 Momen Tumpuan

$M_{tx} = 0,001 \times 11,312 \times 3,725^2 \times 60 = 9,418 \text{ kNm}$

$M_{ty} = 0,001 \times 11,312 \times 3,725^2 \times 55 = 8,633 \text{ kNm}$

3.5 Perhitungan Momen Nominal

3.5.1 Momen Lapangan

$M_n = M_u / \phi$ (7)

dengan:

“ M_n = Kuat momen nominal pada suatu penampang

M_u = Kuat momen perlu terfaktor pada penampang

ϕ = Faktor reduksi kekuatan”

Momen Nominal Lapangan Arah X

$M_u = M_{lx}$ (8)

$M_n = 4080988/0,9 = 4534431 \text{ Nmm}$

Momen Nominal Lapangan Arah Y

$M_u = M_{ly}$

$M_n = 3296182/0,9 = 3662425 \text{ Nmm}$

3.5.2 Momen Tumpuan

$M_n = M_u / \phi$ (9)

Momen Nominal Tumpuan Arah X

$M_u = M_{tx}$

$M_n = 9417664/0,9 = 10464071 \text{ Nmm}$

Momen Nominal Tumpuan Arah Y

$M_u = M_{ty}$

$M_n = 8632859/0,9 = 9592065 \text{ Nmm}$

3.6 Penulangan Pelat

Faktor bentuk beton dan distribusi tegangan (β) = 0,8

Mengurangi faktor kekuatan lentur (ϕ) = 0,9

Tebal Pelat (t_p) = 130 mm

Tebal Selimut (t_s) = 40 mm

Diameter Tulangan (ϕ_{tul}) = 10 mm

$dx = t_p - t_s - \frac{1}{2} (\phi_{tul})$ (10)

$= 130 - 40 - \frac{1}{2} (10) = 85 \text{ mm}$

$dy = t_p - t_s - \phi_{tul} - \frac{1}{2} \phi_{tul}$ (11)

$= 130 - 40 - 10 - \frac{1}{2} (10) = 75 \text{ mm}$

dengan:

“ dx = Tinggi efektif untuk arah X

dy = Tinggi efektif untuk arah Y

tp = Tebal pelat

ts = Tebal selimut

Øtul = Diameter tulangan

$$R_{max} = 0,75 \times \rho_b \times f_y \times [1 - \frac{1}{2} \times 0,75 \times \rho_b \times f_y / (0,85 \times f_c')] \quad (12)$$

dengan:

ρ_b = Rasio tulangan pada kondisi *balance*

f_y = Tegangan leleh baja

f_c' = Kuat tekan beton

Sehingga diperoleh $R_{max} = 0,75 \times 0,033 \times 420 \times [1 - (\frac{1}{2} \times 0,75 \times 0,033 \times 420 / (0,85 \times 35))] = 8,65$

3.6.1 Rasio Tulangan

$$A_s \text{ min syarat 1} = 0,0018 \times 420 \times dx / f_y \quad (13)$$

dengan:

dx = Tinggi efektif arah X

f_y = Tegangan leleh baja

$$A_s \text{ min syarat 1} = 0,0018 \times 420 \times 85 \times 420 = 153 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ min syarat 2} = 0,0014 \times 85 = 119 \text{ mm}^2$$

A_s min desain = 153 mm (dipilih yang terbesar)

Rasio tulangan minimal

$$\rho_{min} = A_s \text{ min} / (b \times dx) \quad (14)$$

dengan:

ρ_{min} = Rasio penulangan *minimum*

b = Lebar pelat

dx = Tinggi efektif arah X

$$\rho_{min} = 153 / (1000 \times 85) = 0,0018$$

$$\rho_b = \beta \times 0,85 \times f_c' / f_y \times ((600 / (600 + f_y)))$$

dengan:

ρ_b = Rasio penulangan kondisi *balance*

β = Faktor bentuk distribusi tegangan beton

f_c' = Kuat tekan beton

f_y = Tegangan leleh baja

$$\rho = 0,85 \times f_c' / f_y \times [1 - \sqrt{1 - 2 \times R_n / (0,85 \times f_c')}] \quad (15)$$

$$\rho = 0,8 \times 0,85 \times 35 / 420 \times ((600 / (600 + 420))) = 0,033$$

Rasio tulangan maksimum

$$\rho_{max} = 0,75 \times \rho_b$$

dengan:

ρ_{max} = Rasio penulangan *maximum*

ρ_b = Rasio penulangan kondisi *balance*

$$\rho_{max} = 0,75 \times 0,033 = 0,025$$

3.7 Penulangan Pelat Arah X

3.7.1 Tulangan Lapangan Arah X

Momen Nominal Lapangan Arah X

$$M_n = M_u / \phi \quad (16)$$

$$M_u = M_lx$$

$$M_n = 4080988 / 0,9 = 4534431 \text{ Nmm}$$

$$R_n = M_n / (b \times dx^2) \quad (17)$$

dengan:

R_n = Faktor tahanan momen

M_n = Kuat momen nominal pada suatu penampang

b = Lebar pelat

dx = Tinggi efektif arah X

$$\text{Sehingga diperoleh } R_n = 4534431 / (1000 \times 85^2) = 0,628$$

$$R_n < R_x \text{ max}$$

$$0,628 < 8,65 \text{ (OK)}$$

3.7.1.1 Tulangan Tarik

$$\rho_{\text{perlu}} = 0,85 \times 35 / 420 \times [1 - \sqrt{1 - 2 \times 0,628 / (0,85 \times 35)}] = 0,0015$$

3.7.1.1.1 Kontrol

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

$$0,002 < 0,0015 < 0,0250 \text{ (NOT OK)}$$

Berdasarkan $\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{min}}$, artinya nilai ρ_{perlu} ditingkatkan sebesar 30%

$$(\rho_{\text{perlu}} + 30\% \rho_{\text{perlu}}) = 0,0020 \text{ (NOT OK)}$$

Setelah dinaikkan 30% tetap belum memenuhi, artinya dapat digunakan $\rho_{\text{perlu}} \text{ pakai} = 0,002$

$$A_s \text{ perlu} = \rho_{\text{perlu}} \times b \times dx \quad (18)$$

dengan:

ρ_{perlu} = Rasio penulangan perlu

b = Lebar pelat

dx = Tinggi efektif arah X

$$A_s \text{ perlu} = 0,002 \times 1000 \times 85 = 153 \text{ mm}^2$$

3.7.1.1.2 Syarat Jarak Tulangan

$$S_{\text{perlu}} = 3,14 / 4 \times 10^2 \times 1000 / 153 = 513 \text{ mm}$$

$$S_{\text{max}} = 2h \quad (19)$$

dengan:

S_{perlu} = Jarak antar tulangan yang diperlukan (mm)

h = Tebal pelat

$$S_{\text{max}} = 2 \times 130 = 260$$

$$S = 200$$

$$A_s \text{ pakai} = \pi/4 \times \emptyset^2 \times b/s \quad (20)$$

dengan:

$A_s \text{ pakai}$ = Luas tulangan terpakai

\emptyset = Diameter tulangan

b = Lebar pelat

s = Jarak sengkang

$$A_s \text{ pakai} = 3,14/4 \times 10^2 \times 1000/200 = 393 \text{ mm}^2$$

3.7.2 Tulangan Tumpuan Arah X

$$M_n = M_u / \phi \quad (21)$$

Momen Nominal Tumpuan Arah X

$$M_u = M_{tx}$$

$$M_n = 9417664/0,9 = 10464071 \text{ Nmm}$$

$$R_n = M_n / (b \times dx^2) \quad (22)$$

dengan:

R_n = Faktor tahanan momen

M_n = Kuat momen nominal pada suatu penampang

b = Lebar pelat

dx = Tinggi efektif arah X

$$R_n = 10464071 / (1000 \times 85^2) = 1,448$$

$$R_n < R_x \text{ max}$$

$$1,448 < 8,65 \text{ (OK)}$$

3.7.2.1 Tulangan Tarik

Berdasarkan Rasio tulangan perlu, bahwa

$$\rho = 0,85 \times f_c' / f_y \times [1 - \sqrt{1 - 2 \times R_n / (0,85 \times f_c')}] \quad (23)$$

Sehingga diperoleh $\rho_{\text{perlu}} = 0,85 \times 35 / 420 \times [1 - \sqrt{1 - 2 \times 1,448 / (0,85 \times 35)}] = 0,0035$

3.7.2.1.1 Kontrol

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

$$0,002 < 0,0035 < 0,0250 \text{ (OK)}$$

$$\rho_{\text{perlu}} \text{ pakai} = 0,0035$$

$$A_s \text{ perlu} = \rho_{\text{perlu}} \times b \times d \quad (24)$$

dengan:

ρ_{perlu} = Rasio penulangan perlu

b = Lebar pelat

dx = Tinggi efektif arah X

Artinya, $As_{\text{perlu}} = 0,0035 \times 1000 \times 85 = 300 \text{ mm}^2$

3.7.2.1.2 Syarat Jarak Tulangan

$$S_{\text{perlu}} = 3,14 / 4 \times 10^2 \times 1000 / 300 = 261 \text{ mm}$$

$$S_{\text{max}} = 2h \quad (25)$$

dengan:

S_{perlu} = Jarak antar tulangan yang diperlukan (mm)

h = Tebal pelat

$$S_{\text{max}} = 2 \times 130 = 260$$

$$S = 200$$

$$As_{\text{pakai}} = 3,14/4 \times 10^2 \times 1000/200 = 393 \text{ mm}^2$$

3.7.2.2 Tulangan Tekan

$$As'_{\text{perlu}} = As \times \delta \quad (26)$$

dengan:

As = Luas tulangan yang diperlukan (mm^2/m)

δ = Delta

$$As'_{\text{perlu}} = As \times \delta = 300 \times 0,5 = 150 \text{ mm}^2$$

3.7.2.2.1 Syarat Jarak Tulangan

$$S_{\text{perlu}} = \pi/4 \times \phi^2 \times b / As \quad (27)$$

dengan:

S_{perlu} = Jarak antar tulangan yang diperlukan (mm)

b = Lebar pelat

As = Luas tulangan yang diperlukan (mm^2/m)

$$S_{\text{perlu}} = 3,14 / 4 \times 10^2 \times 1000 / 150 = 524 \text{ mm}$$

$$S_{\text{max}} = 2h \quad (28)$$

$$S_{\text{max}} = 2 \times 130 = 260$$

$$S = 200$$

Tulangan tekan yang digunakan D10-200

$$As_{\text{pakai}} = 3,14/4 \times 10^2 \times 1000/200 = 393 \text{ mm}^2$$

3.8 Penulangan Pelat Arah Y

3.8.1 Tulangan Lapangan Arah Y

$$M_n = M_u / \phi \quad (29)$$

$$M_u = M_{ly}$$

$$M_n = 3296182 / 0,9 = 3662425 \text{ Nmm}$$

$$R_n = M_n / (b \times dx^2) \quad (30)$$

$$R_n = 3662425 / (1000 \times 85^2) = 0,651$$

$$R_n < R_{x \text{ max}}$$

$$0,651 < 8,65 \text{ (OK)}$$

3.8.1.1 Tulangan Tarik

Berdasarkan rasio tulangan perlu, bahwa

$$\rho = 0,85 \times f_c' / f_y \times [1 - \sqrt{1 - 2 \times R_n / (0,85 \times f_c')}] \quad (31)$$

Sehingga diperoleh $\rho_{\text{perlu}} = 0,85 \times 35 / 420 \times [1 - \sqrt{1 - 2 \times 0,651 / (0,85 \times 35)}] = 0,0016$

3.8.1.1.1 Kontrol

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

$$0,002 < 0,0016 < 0,0250 \text{ (NOT OK)}$$

Berdasarkan $\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{min}}$, artinya nilai ρ_{perlu} ditingkatkan sebesar 30%

$$(\rho_{\text{perlu}} + 30\% \rho_{\text{perlu}}) = 0,0020 \text{ (NOT OK)}$$

Setelah dinaikkan 30% tetap belum memenuhi, artinya digunakan $\rho_{\text{perlu}} \text{ pakai} = 0,002$

$$As_{\text{perlu}} = \rho_{\text{perlu}} \times b \times dx \quad (32)$$

dengan:

ρ_{perlu} = Rasio penulangan perlu

b = Lebar pelat

dx = Tinggi efektif arah X

Dengan demikian, $A_s \text{ perlu} = 0,002 \times 1000 \times 75 = 135 \text{ mm}^2$

3.8.1.1.2 Syarat Jarak Tulangan

$$S \text{ perlu} = \pi/4 \times \emptyset^2 \times b / A_s \quad (33)$$

dengan:

$S \text{ perlu}$ = Jarak antar tulangan yang diperlukan (mm)

b = Lebar pelat

A_s = Luas tulangan yang diperlukan (mm^2/m)

$$S \text{ perlu} = 3,14 / 4 \times 10^2 \times 1000 / 135 = 582 \text{ mm}$$

$$S \text{ max} = 2 \times 130 = 260$$

$$S = 200$$

$$A_s \text{ pakai} = 3,14/4 \times 10^2 \times 1000/200 = 393 \text{ mm}^2$$

3.8.2 Tulangan Tumpuan Arah Y

$$M_n = M_u / \phi \quad (34)$$

Momen Nominal Tumpuan Arah X

$$M_u = M_{tx} \quad (35)$$

$$M_n = 8632859/0,9 = 9592065 \text{ Nmm}$$

$$R_n = M_n / (b \times dx^2) \quad (36)$$

dengan:

R_n = Faktor tahanan momen

M_n = Kuat momen nominal pada suatu penampang

b = Lebar pelat

dx = Tinggi efektif arah X

$$R_n = 9592065 / (1000 \times 75^2) = 1,705$$

$$R_n < R_{x \text{ max}}$$

$$1,705 < 8,65 \text{ (OK)}$$

3.8.2.1 Tulangan Tarik

$$\rho = 0,85 \times f_c' / f_y \times [1 - \sqrt{1 - 2 \times R_n / (0,85 \times f_c')}] \quad (37)$$

dengan;

“ $\rho \text{ perlu}$ = Rasio penulangan perlu

f_c' = Kuat tekan beton

f_y = Tegangan leleh baja

R_n = Faktor tahanan momen”

$$\rho \text{ perlu} = 0,85 \times 35 / 420 \times [1 - \sqrt{1 - 2 \times 1,705 / (0,85 \times 35)}] = 0,0042$$

3.8.2.1.1 Kontrol

$$\rho_{\text{min}} < \rho \text{ perlu} < \rho_{\text{max}}$$

$$0,002 < 0,0042 < 0,0250 \text{ (OK)}$$

$$A_s \text{ perlu} = \rho \text{ perlu} \times b \times d \quad (38)$$

dengan:

$\rho \text{ perlu}$ = Rasio penulangan perlu

b = Lebar pelat

dx = Tinggi efektif arah X

$$A_s \text{ perlu} = 0,0042 \times 1000 \times 75 = 314 \text{ mm}^2$$

3.8.2.1.2 Syarat Jarak Tulangan

$$S \text{ perlu} = 3,14 / 4 \times 10^2 \times 1000 / 314 = 250 \text{ mm}$$

$$S \text{ max} = 2 \times 130 = 260$$

$$S = 200$$

$$A_s \text{ pakai} = 3,14/4 \times 10^2 \times 1000/200 = 393 \text{ mm}^2$$

3.8.2.2 Tulangan Tekan

$$A_s' \text{ perlu} = A_s \times \delta \quad (39)$$

dengan:

A_s = Luas tulangan yang diperlukan (mm^2/m)

δ = Delta

$$A_s' \text{ perlu} = A_s \times \delta = 296 \times 0,5 = 148 \text{ mm}^2$$

3.8.2.2.1 Syarat Jarak Tulangan

$$S \text{ perlu} = \pi/4 \times \emptyset^2 \times b / A_s \quad (40)$$

dengan:

$S \text{ perlu}$ = Jarak antar tulangan yang diperlukan (mm)

b = Lebar pelat

As = Luas tulangan yang diperlukan (mm^2/m)

$$S \text{ perlu} = 3,14 / 4 \times 10^2 \times 1000 / 130 = 531 \text{ mm}$$

$$S \text{ max} = 2 \times 130 = 260$$

$$S = 200$$

Tulangan tekan yang digunakan D10-200

$$As \text{ pakai} = \pi/4 \times \varnothing^2 \times b/s \quad (41)$$

$$As \text{ pakai} = 3,14/4 \times 10^2 \times 1000/200 = 393 \text{ mm}^2$$

Tabel 2. Rekapitulasi Tulangan

Jenis	Tulangan
“Tumpuan Tarik Arah X	Ø10-200
Tumpuan Tekan Arah X	Ø10-200
Lapangan Tarik Arah X	Ø10-200
Tumpuan Tarik Arah Y	Ø10-200
Tumpuan Tekan Arah Y	Ø10-200
Lapangan Tarik Arah Y	Ø10-200”

Sumber: Hasil Analisis

3.9 Pembebanan *Half Slab*

Beban *Inert* (D)

Berat pelat penuh sendiri sama dengan 0,13/2400, atau 312 kg/m².

Rincian persen tebal 1 cm sama dengan 21 kg/m²

Per-cm Keramik dengan ketebalan 2 cm sama dengan 48 kg/m²

18 kg/m² untuk plafon dan gantungan plafon.

25 kg/m² = pipa ledeng

40 kg/m² Instalasi Listrik, AC

Beban Mati Total = 4,64 kN/m² (464 kg/m²).

400 kg/m² adalah beban hidup (L) (Gedung)

Beban total sama dengan 1,2D ditambah 1,6L

Beban total sama dengan 1,2 (4,64) + 1,6 (400) kg/m².

Beban lebar pelat sama dengan 645,6 x 1 Qu, atau 645,6 kg/m.

3.10 Penulangan *Half Slab*

Tinggi efektif pelat lantai

$$D_x = 100 - 40 - (0,5 \times 10) = 55$$

$$D_y = 100 - 40 - 10(0,5 \times 10) = 45$$

$$\rho_b = (0,85 \times \beta \times f_c' / f_y) / (600 / (600 + f_y)) \quad (42)$$

$$\rho_b = ((0,85 \times 0,8 \times 17,5) / 420) / (600 / (600 + 420)) = 0,048$$

$$\rho_{\text{max}} = 0,75 \times 0,048 = 0,036$$

$$\rho_{\text{min}} = 1,4 / 420 = 0,0033$$

3.10.1 Penulangan Arah X

$$M_u = \frac{1}{2} Q L^2 \quad (43)$$

dengan:

Q = berat total

L = Panjang bentang

$$M_u = \frac{1}{2} \times 360 \times (0,5 \times 2)^2 = 180 \text{ kg.m}$$

$$M_n = M_u / 0,9 \quad (44)$$

dengan:

“M_n = Kuat momen nominal pada suatu penampang

M_{lx} = Momen lapangan arah X”

$$M_n = 180 / 0,9 = 200 \text{ kgm}$$

$$R_n = M_n / b d^2 \quad (45)$$

dengan:

R_n = Faktor tahanan momen

M_n = Kuat momen nominal pada suatu penampang

$$b = \text{Lebar pelat} \quad M_n = Mly / 0,9 \quad (50)$$

$$dx = \text{Tinggi efektif arah X} \quad M_n = 202,7 / 0,9 = 225,25 \text{ kgm}$$

$$R_n = M_n / b d^2 \quad (51)$$

$$R_n = 2000000 / (1000 \times 55^2) = 0,7$$

$$R_n = 2252500 / (1000 \times 55^2) = 1,11$$

$$m = f_y / 0,85 f_c' \quad (46)$$

$$m = f_y / 0,85 f_c' \quad (52)$$

dengan:

$$m = 420 / (0,85 \times 17,5) = 26,89$$

“ f_c' ” = Kuat tekan beton

$$\rho_{\text{perlu}} = (1 / 28,24) \times (1 - \sqrt{1 - (2 \times 28,24 \times 0,153) / 420}) = 0,0028$$

f_y = Tegangan leleh baja”

$$m = 420 / (0,85 \times 17,5) = 28,24$$

digunakan ρ_{min}

$$\rho_{\text{perlu}} = (1 / 28,24) \times (1 - \sqrt{1 - (2 \times 28,24 \times 0,7) / 420}) = 0,0016$$

$$\text{“As perlu} = \rho b d \quad (53)$$

$$\text{As perlu} = 0,0033 \times 1000 \times 45 = 150 \text{ mm}^2$$

$\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{min}}$ maka dipakai ρ_{min}

$$S_{\text{maks}} \leq 2h$$

$$\text{As perlu} = \rho b d \quad (47)$$

$$\text{Maka } S_{\text{pakai}} = 200 \text{ mm}$$

$$\text{“As perlu} = 0,0033 \times 1000 \times 55 = 183 \text{ mm}^2$$

Tulangan yang dipakai M10-200”

$$S_{\text{maks}} \leq 2h$$

$$\text{As pakai} = 0,25 \pi \emptyset^2 / S_{\text{pakai}} \quad (54)$$

$$\text{Maka } S_{\text{pakai}} = 200 \text{ mm}$$

Dengan:

Tulangan yang dipakai M10-200”

$$\text{As pakai} = \text{Luas tulangan terpakai}$$

$$\text{As pakai} = 0,25 \pi \emptyset^2 / S_{\text{pakai}} \quad (48)$$

$$S_{\text{pakai}} = \text{Jarak antar tulangan yang dipakai (mm)}$$

Dengan:

$$\emptyset = \text{Diameter tulangan}$$

$$\text{As pakai} = \text{Luas tulangan terpakai}$$

$$\text{As pakai} = 0,25 \pi (10)^2 (1000) / 200 = 393 \text{ mm}^2$$

$$S_{\text{pakai}} = \text{Jarak antar tulangan yang dipakai (mm)}$$

$$\emptyset = \text{Diameter tulangan}$$

$$\text{Syarat As pakai} > \text{As perlu}$$

$$\text{As pakai} = 0,25 \pi (10)^2 (1000) / 200 = 393 \text{ mm}^2$$

$$393 \text{ mm}^2 > 183 \text{ mm}^2 \text{ (Ok)}$$

$$\text{Syarat As pakai} > \text{As perlu}$$

$$393 \text{ mm}^2 > 183 \text{ mm}^2 \text{ (Ok)}$$

Tabel 3. Perbandingan Penulangan Pelat Lantai

Konvensional dengan *Half Slab*

Pelat Lantai Konvensional	<i>Half Slab</i>
Tulangan Ø10-200	Tulangan M10-200
Luas Tulangan 393 mm ²	Luas Tulangan 393 mm ²

Sumber: Hasil Analisis

3.10.2 Penulangan Arah Y

$$M_u = \frac{1}{2} Q L^2 \quad (49)$$

dengan:

$$Q = \text{berat total}$$

$$L = \text{Panjang bentang}$$

$$M_u = \frac{1}{2} \times 360 \times (0,25 \times 4,245)^2 = 202,7 \text{ kg.m}$$

4. KESIMPULAN

Sebagaimana perhitungan berikut hasil yang telah diperoleh pada bagian sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa pada model struktur yang dianalisis, didapati hasil perencanaan pelat pada tumpuan dan lapangan dengan tulangan $\emptyset 10-200$ dan luas tulangannya 393 mm^2 . Sedangkan perhitungan penulangan *Half Slab* diperoleh penulangan M10-200 dan luas tulangannya 393 mm^2 . Jadi, hasil perhitungan penulangan pelat lantai konvensional dengan *half slab* luas tulangannya sama.

5. SARAN

Diperlukan sebuah ketelitian pada saat menghitung. Sebaiknya pada penelitian selanjutnya menggunakan metode lain yang lebih efisien.

DAFTAR PUSTAKA

Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1983, *Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983*, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik. (1971). *Peraturan beton Bertulang*

Indonesia 1971. In *Jakarta: Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan*.

SNI 1727. (2020). *Beban desain minimum dan Kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain*. In *Badan Standarisasi Nasional 1727:2020*.

Syahland, Suirna. (2017). *Perhitungan Pelat Lantai Struktur Existing Pada Gedung Puskesmas Ganjar Agung Kota Metro*. 6(2), 190.

Tedja, M., Prisilla, A., Carolina, C., Wiharyanto, D. E. J., & Susiyo, J. (2013). Perbandingan Metode Konstruksi Pelat Lantai Sistem Double Wire Mesh Dengan Sistem Half Slab. *ComTech: Computer, Mathematics and Engineering Applications*, 4(2), 888. <https://doi.org/10.21512/comtech.v4i2.2527>

Asroni, A., 2007. *Balok dan pelat Beton Bertulang*, Jurusan teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.

Dewi Candra, *Slab (Precast) dan Beton Konvensional*, Jogjakarta 2013.

Ervianto, I.W. (2006). *Eksplorasi Teknologi dalam Proyek Konstruksi*. Penerbit: Andi. Yogyakarta.