

Pemilihan Sistem Pelat Lantai Berdasarkan Nilai Defleksi Struktur dan Volume Struktur Beton

Eka Susanti⁽¹⁾, Theresia MCA⁽²⁾, Nova⁽³⁾, Dedik⁽⁴⁾

⁽¹⁾⁽²⁾ Dosen Program Studi S1 Teknik Sipil ITATS

⁽³⁾⁽⁴⁾ Alumni Program Studi S1 Teknik Sipil ITATS

Email: ekasusanti2015@gmail.com

Abstrak

Pada umumnya pelat diklasifikasikan dalam pelat satu arah dan pelat dua arah. Pelat satu arah adalah pelat yang berdefleksi secara dominan dalam satu arah. Pelat dua arah adalah pelat yang dapat berdefleksi dalam dua arah. Berdasarkan sistemnya, pelat diklasifikasikan menjadi beberapa sistem pelat, diantaranya adalah sistem pelat konvensional (pelat dua arah dengan balok-balok), sistem *waffle slab* (pelat tipis dengan balok-balok dua arah yang jaraknya berdekatan) dan sistem *flate plate* (pelat beton dengan tebal merata yang mentransfer beban secara langsung ke kolom tanpa bantuan balok). Ketiga sistem pelat tersebut memiliki kelebihan sendiri-sendiri.

Penelitian ini meninjau perbedaan ketiga sistem pelat tersebut ditinjau dari segi nilai defleksi dan penggunaan volume beton. Studi dilakukan terhadap panel lantai yang berukuran 30x30 m². Analisis diawali dengan tebal minimum plat dan jarak maksimum antar kolom, yang memenuhi lendutan ijin maksimum. Berdasarkan tebal minimum dan jarak maksimum antar kolom dilakukan analisis dimensi dan penulangan pelat, balok dan lantai.

Hasil analisis ketiga sistem pelat tersebut adalah, untuk tebal pelat dan jarak antar kolom yang sama, dilihat dari nilai defleksi pelat, maka dapat diketahui bahwa sistem Waffle slab adalah yang paling kaku, lebih kaku 67,42% dibanding sistem pelat konvensional. Hasil analisis penulangan menunjukkan perbandingan penggunaan volume beton dan berat tulangan baja. Penggunaan volume beton untuk sistem Flate slab lebih boros 28,24% dilanjutkan oleh waffle slab 27,64% dibanding sistem pelat konvensional. Dan penggunaan tulangan baja untuk sistem waffle slab lebih boros 66,99% dilanjutkan oleh sistem Flate slab lebih boros 21,75% dibanding sistem pelat konvensional.

Kata kunci: *Waffle Slab, Pelat Konvensional, Flate Plate*

1. Pendahuluan

Pada umumnya pelat diklasifikasikan dalam pelat satu arah dan pelat dua arah. Pelat satu arah adalah pelat yang berdefleksi secara dominan dalam satu arah. Pelat dua arah adalah pelat yang dapat berdefleksi dalam dua arah. Berdasarkan sistemnya, pelat diklasifikasikan menjadi beberapa sistem pelat, diantaranya adalah sistem pelat konvensional (pelat dua arah dengan balok-balok),

sistem *waffle slab* (plat datar dengan balok rusuk yang saling tegak lurus dan letaknya saling berdekatan) dan sistem *flate plate* (pelat beton dengan tebal merata yang mentransfer beban secara langsung ke kolom tanpa bantuan balok). Kelebihan *flate plate* adalah memberikan ruang bebas yang lebih tinggi tanpa adanya balok-balok dan tampilan yang lebih baik. Karena hal tersebut, sistem pelat ini lebih

banyak dipilih untuk bangunan bertingkat banyak.

Pelat konvensional adalah sistem pelat yang banyak digunakan. Beban merata ditransfer ke balok-balok lalu ke kolom. Kelebihan pelat ini adalah dengan beban dan bentang yang lebih besar, tebal pelat dan ukuran kolom bisa lebih diperkecil dengan adanya transfer beban ke balok-balok, (J.Mc Cormac).

waffle slab, untuk pelat dua arah dengan bentang yang lebar, diperlukan ketebalan lantai dalam menyalurkan beban ke kolom, yang melebihi kapasitas lentur plat. Dengan demikian, beton ditengah panel tidak digunakan secara efisien. Guna meringankan bobot lantai, mengurangi momen lantai dan penghematan bahan, pelat ditengah lantai diganti dengan plat tipis dan balok-balok dua arah dengan jarak yang berdekatan. Sistem plat seperti ini disebut dengan *waffle slab*, (Amrinsyah N). Masing-masing sistem pelat memiliki kelebihan tersendiri.

Oleh karena itu, pada penelitian ini analisis pemilihan ke tiga sistem pelat tersebut akan ditinjau dari segi nilai defleksi dan penggunaan volume beton dan baja.

2. Metodologi

Langkah pertama dalam penelitian ini adalah melakukan studi literatur dari beberapa sumber meliputi :

Teori plat konvensional, flat plate dan *waffle slab*.

Langkah berikutnya adalah membuat permodelan dengan ketiga sistem pelat, yaitu pelat konvensional, *waffle slab* dan *flat slab*. Permodelan dan analisis struktur dibuat dengan bantuan software SAP 2000 Versi 14.0.0.

Dengan ketiga model sistem pelat tersebut, dilakukan analisis bentang maksimum dan tebal minimum pelat untuk masing-masing sistem pelat. Analisis dilakukan dengan batasan lendutan ijin.

Berdasarkan bentang maksimum dan tebal minimum masing-masing sistem pelat, dilakukan permodelan struktur 5 lantai untuk memperoleh gaya dalam elemen pelat, balok dan kolom.

Hasil analisis struktur ini merupakan data primer yang digunakan untuk mendesain dimensi dan penulangan pelat, balok dan kolom.

3. Hasil dan Pembahasan

Pembebanan

Analisis struktur dilakukan terhadap panel plat lantai ukuran 30 x 30 meter. Dengan beban mati akibat spesi, keramik, Plafon dan Pipa AC. Total beban mati adalah $Q_{dl} = 177 \text{ kg/m}^2$ dan beban hidup $Q_{ll} = 250 \text{ kg/m}^2$.

Dengan kombinasi Pembebanan:

$$\begin{aligned} Q_u &= 1,2 Q_{dl} + 1,6 Q_{ll} \\ &= 1,2 (177) + 1,6 (250) = 612,4 \\ &\text{kg/m}^2 \end{aligned}$$

Ketiga sistem pelat dimodelkan dan dianalisis akibat beban $Q_u = 612,4 \text{ kg/m}^2$ dengan menggunakan SAP2000.

Analisis Bentang Maksimum

Analisis pertama adalah analisis bentang maksimum pelat yang memenuhi persyaratan lendutan ijin = $L/240$. Langkah awal dimulai dengan menetapkan tebal pelat 120mm, ukuran balok 40/60 dan ukuran balok rusuk 20/40 dengan jarak per 1 m. Lalu dilakukan analisis bentang maksimum pelat terhadap sistem *waffle slab*, *Flate plate* dan sistem pelat konvensional. Dari hasil perhitungan, dapat diketahui dua hal, yaitu:

1. Bentang maksimum dari masing-masing sistem pelat adalah:
 - Sistem Konvensional = 6 m
 - Sistem Waffle Slab = 10 m
 - Sistem Flate Plate = 7,5 m
2. Dan pada analisis dengan bentang yang sama yaitu 6m, diperoleh nilai lendutan yang terjadi pada sistem Waffle Slab, Flate Plate dan Konvensional secara beturut adalah 2,44 mm; 14,5 mm dan 7,49 mm. Terlihat bahwa sistem Waffle slab adalah yang paling kaku, lebih kaku 67,42% lalu diikuti oleh Flate plate dengan kekakuan lebih besar 93,59% dibanding sistem pelat konvensional.

Analisis Tebal Minimum Pelat

Setelah diperoleh bentang maksimum dari masing-masing sistem pelat, proses analisis dilanjutkan dengan mengubah tebal pelat = 120 mm menjadi h minimum. Dari hasil analisis diperoleh h minimum untuk masing-masing sistem pelat yang memenuhi persyaratan lendutan ijin, yaitu:

- Sistem Konvensional = 110 mm
- Sistem Waffle Slab = 60 mm
- Sistem Flate Plate = 300 mm

Analisis Struktur

Berdasarkan bentang maksimum dan tebal pelat minimum dilakukan analisis struktur terhadap bangunan 5 lantai dengan ketinggian masing-masing lantai adalah 4 m. Hasil analisis struktur dan disain penulangan pelat, balok dan kolom dapat dilihat pada tabel 1, 2 dan 3. Dengan keterangan :
K = Pelat Konvensional
WS = Waffle Slab
FP = Flate Plate

Tabel 1. Hasil Analisis Struktur dan Disain Tulangan Pelat

Jenis Pelat	Dimensi	Penulangan Pelat	
		Tulangan arah x	Tulangan arah y
Pelat Konvensional (6x6m)	Tebal Pelat 110mm	Mu = 5897,48 Nmm	Mu = 5897,48 Nmm
		Tulangan pelat ϕ 10-125	Tulangan pelat ϕ 10-125
Waffle Slab (10x10m)	Tebal Pelat 60mm	Mu = 612,2 Nmm	Mu = 612,2 Nmm
		Tulangan pelat ϕ 8-200	Tulangan pelat ϕ 8-300
Flate Plate (7,5x7,5m)	Tebal Pelat 300mm	Pelat interior jalur kolom	Pelat interior jalur tengah
		Mu = 73510 Nmm	Mu = 43873 Nmm
		As = D13 – 125 As' = D13 - 250	As = D13 – 125 As' = D13 - 250

Tabel 2. Hasil Analisis Struktur dan Disain Tulangan balok

K	Balok 35/70 Jarak 6m	Tulangan Lentur		Tulangan Geser	
		Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan
		Mt = 276960 Nmm Dipakai tulangan 6D-19	MI = 217603 Nmm Dipakai tulangan 6D-19	Vu = 161812,3N (ø10-150)	Vu = 85059,5 N (ø10-200)
WS	Balok 40/60 Jarak 10m	Mt=64878x10 ⁴ Nmm Dipakai tulangan As=12D-22 As'=4D-22	MI = 28874 x10 ⁴ Nmm Dipakai tulangan As=5D-22 As'=2D-22	Vu = 398540N (3ø8 -100)	Vu = 21260N (ø8 -250)
	Balok 20/40 jarak 1m	Mt= 8029x10 ⁴ Nmm Dipakai tulangan As=6D-14 As'=2D-14	MI = 4193x10 ⁴ Nmm Dipakai tulangan As=3D-14 As'=2D-14	Vu = 30270N (ø8 -150)	Vu = 1340N (ø6 -150)
FP		-			

Tabel 3. Hasil Analisis Struktur dan Disain Tulangan Kolom

K	Kolom 70/70	Tulangan Longitudinal	Tulangan Geser	
			tumpuan	Lapangan
		Pu= 322.526,4 N Mu = 15.810x10 ⁴ Nmm Tulangan 24D25	Vu = 47.746 N Tulangan ø12-150	Vu = 23.873 N Tulangan ø12-175
WF	Kolom 70/70	Pu= 371.263 N Mu = 69.816x10 ³ Nmm Tulangan 24D25	Vu = 48.876 N Tulangan ø12-125	Vu =24.383 N Tulangan ø12-200
FP	Kolom 70/70	Pu= 4.073.840 N Mu = 17.599,7x10 ⁴ Nmm Tulangan 24D25	Vu = 50.207 N Tulangan ø12-125	Vu = 25.104 N Tulangan ø12-200

Berdasarkan hasil analisis dimensi dan penulangan pelat, balok dan kolom, dilanjutkan analisis penggunaan volume beton dan baja. Hasil analisis dapat dilihat pada tabel 4:

Tabel 4. Hasil Analisis Volume beton dan baja

	Volume Beton (Kg)	Volume Baja (Kg)
K	2.985.120	123.986
WF	4.984.577	158.251
FP	4.681.644	162.250

4. Kesimpulan

Dari hasil analisa dan pembahasan dapat disimpulkan beberapa hal antara lain:

1. Untuk tebal pelat dan jarak antar kolom yang sama, diketahui nilai defleksi pelat untuk sistem Waffle slab adalah yang paling kaku, lebih kaku 67,42% dibanding sistem pelat konvensional
2. Hasil analisis penulangan menunjukkan penggunaan volume beton untuk sistem Flate slab lebih boros 30,86% dilanjutkan oleh waffle slab lebih boros 27,64% dibanding sistem pelat konvensional
3. Dan penggunaan tulangan baja untuk sistem waffle slab lebih boros 66,99% dilanjutkan oleh sistem Flate

slab lebih boros 56,87% dibanding sistem pelat konvensional

Daftar Pustaka

Asroni, H.Ali (2010) *Balok dan Pelat Beton Bertulang*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Nasution, Amrisyah (2009) *Analisis dan Desain Struktur Beton Bertulang*. Bandung: ITB.

PPIUG (1983) *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung*. Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan.

Puspantoro, M.Sc, Ir.Ign.Benny (1993) *Teori & Analisis Balok Grid*. Yogyakarta: Andi Offset.

Dudun Anugerah W (2011) *Studi Pengaruh Sistem Struktur Lantai Beton Bertulang Terhadap Biaya Konstruksi*, ITS.

Denny Ervianto (2012) *Studi Perbandingan Pelat Konvensional, Ribslab Dan Flatslab Berdasarkan Biaya Konstruksi*, ITS