

BAB III LANDASAN TEORI

A. Pembebanan Pada Pelat Lantai

Dalam penelitian ini pelat lantai merupakan pelat persegi yang diberi pembebanan secara merata pada seluruh bagian permukaannya. Material yang digunakan untuk pelat lantai merupakan beton bertulang dengan berat bahan yang mengacu pada Peraturan Pembebanan Indonesia Tahun 1983 maupun SNI 03-1727-1989. Terdapat dua jenis beban yang diterapkan pada pelat lantai yaitu beban mati dan beban hidup.

1. Beban mati

Beban mati merupakan bagian dari konstruksi bangunan yang bersifat tetap dan tidak terpisahkan. Mengacu pada peraturan maupun standar yang berlaku maka berat bahan yang umumnya dipergunakan dan menjadi beban mati pada pelat lantai adalah sebagai berikut :

Beton bertulang	:	2.400 kg/m ³
Pasir	:	1.800 kg/m ³
Adukan semen	:	21 kg/m ²
Langit-langit dari semen (asbes)	:	11 kg/m ²
Penggantung langit-langit dari kayu	:	7 kg/m ²
Penutup lantai	:	24 kg/m ²

2. Beban hidup

Beban hidup selain berasal dari penghuni bangunan dapat juga berasal dari barang, mesin ataupun peralatan yang sifatnya dapat berpindah atau memiliki kecenderungan untuk berpindah sehingga mengakibatkan perubahan pembebanan pada lantai. Beban hidup ini didasarkan pada fungsi dari bangunan itu sendiri. Beberapa nilai beban hidup yang digunakan sebagai acuan berdasarkan fungsi dari bangunannya adalah sebagai berikut :

Bangunan untuk rumah tinggal	:	200 kg/m ²
Bangunan untuk sekolah, kantor	:	250 kg/m ²
Bangunan untuk ruang olah raga	:	400 kg/m ²

Bangunan untuk ruang dansa	:	500 kg/m ²
Bangunan untuk tempat ibadah	:	400 kg/m ²

B. Tumpuan Pada Pelat Persegi

Dalam penerapannya di lapangan, suatu pelat persegi memiliki beberapa kemungkinan bentuk tumpuan. Dalam Peraturan Beton Bertulang Indonesia Tahun 1971 dijelaskan beberapa macam bentuk tumpuan pada pelat lantai. Masing-masing bentuk tumpuan tersebut akan memberikan pengaruh pada besaran momen yang mungkin terjadi pada pelat tersebut baik di area lapangan maupun di area tumpuan itu sendiri.

1. Tumpuan Bebas

Tumpuan bebas terjadi apabila pelat lantai hanya diletakan begitu saja di atas bagian struktur lain yang menjadi penumpunya, misal dalam hal ini adalah balok.

2. Tumpuan Jepit Penuh

Tumpuan jepit penuh terjadi apabila pelat tersebut dibuat satu kesatuan atau monolit dengan balok penumpunya. Dengan kata lain proses pengecoran pelat tersebut bersamaan atau menjadi satu dengan proses pengecoran balok-balok penumpunya sehingga kondisinya menjadi sangat kaku.

3. Tumpuan Jepit Elastis

Tumpuan jepit elastis pada prinsipnya sama dengan tumpuan jepit penuh hanya saja pada tumpuan jenis ini kondisinya tidak terlalu kaku sehingga masih memungkinkan bagi pelat untuk mengalami pergerakan.

C. Persyaratan Struktural Pelat Lantai

Dalam proses pembangunan suatu gedung terdapat standar yang menjadi acuan persyaratan, dalam hal ini adalah SNI 2847-2013 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. Standar ini juga mengatur mengenai syarat konstruksi pelat beton bertulang, didalamnya terdapat beberapa ketentuan yang menjadi pedoman dalam proses analisa dan desain pelat lantai terlepas dari metode apa yang akan digunakan nantinya.

1. Tebal minimum

a. Pelat satu arah

Tabel 3.1 Tebal minimum pelat satu arah bila lendutan tidak dihitung

Komponen struktur	Tebal minimum, h			
	Tertumpu sederhana	Satu ujung menerus	Kedua ujung menerus	Kantilever
	Komponen struktur tidak menumpu atau tidak dihubungkan dengan partisi atau konstruksi lainnya yang mungkin rusak oleh lendutan yang besar			
Pelat masif satu-arah	$l/20$	$l/24$	$l/28$	$l/10$
Balok atau pelat rusuk satu-arah	$l/16$	$l/18,5$	$l/21$	$l/8$

Dalam hal ini komponen struktur diasumsikan tidak menumpu atau tidak dihubungkan dengan konstruksi lainnya yang mungkin dapat rusak akibat lendutan besar. Selain itu nilai yang diberikan ini hanya berlaku untuk beton normal dan tulangan mutu 420 MPa. Apabila kondisi tersebut tidak terpenuhi maka terdapat dua ketentuan tambahan yang harus diperhatikan.

- 1) Untuk struktur beton ringan dengan berat jenis (w_c) diantara 1440 s/d 1840 kg/m^3 maka nilai yang diperoleh dari tabel diatas harus dikalikan dengan $(1,64 w_c - 0,0003 w_c)$ namun tidak boleh kurang dari 1,09.
- 2) Untuk tulangan dengan nilai f_y selain 420 MPa maka nilainya harus dikalikan dengan $(0,4 + f_y / 700)$.

b. Pelat dua arah

Terdapat dua kondisi yang harus diperhatikan untuk menentukan tebal minimum bagi pelat dua arah.

- 1) Untuk pelat tanpa balok interior yang membentang diantara tumpuan

Tabel 3.2 Tebal minimum pelat tanpa balok interior

Tegangan leleh, f_y MPa ¹	Tanpa penebalan			Dengan penebalan		
	Panel eksterior		Panel interior	Panel eksterior		Panel interior
	Tanpa balok pinggir	Dengan balok pinggir ^s		Tanpa balok pinggir	Dengan balok pinggir ^s	
280	$l_n / 33$	$l_n / 36$	$l_n / 36$	$l_n / 36$	$l_n / 40$	$l_n / 40$
420	$l_n / 30$	$l_n / 33$	$l_n / 33$	$l_n / 33$	$l_n / 36$	$l_n / 36$
520	$l_n / 28$	$l_n / 31$	$l_n / 31$	$l_n / 31$	$l_n / 34$	$l_n / 34$

Tebal minimum pada tabel di atas juga dengan memperhatikan ketentuan bahwa nilai rasio kekakuan lentur penampang balok

terhadap kekakuan lentur lebar pelat yang dibatasi secara lateral oleh garis pusat panel disebelahnya tidak kurang dari 0,8. Selain itu untuk pelat dengan *drop panel* tebal minimumnya juga tidak boleh kurang dari 100 mm sedangkan untuk pelat dengan *drop panel* tebal minimumnya tidak boleh kurang dari 125 mm.

- 2) Untuk pelat dengan balok yang membentang diantara tumpuan pada semua sisinya.

Untuk pelat dengan balok yang membentang diantara tumpuan pada semua sisinya, apabila nilai rata-rata rasio kekakuan lentur penampang balok terhadap kekakuan lentur lebar pelatnya sama atau lebih kecil dari 0,2 maka tebal minimumnya disamakan dengan tebal minimum pelat tanpa balok interior.

- a) Untuk nilai rata-rata rasio kekakuan lentur penampang balok terhadap kekakuan lentur lebar pelat (α_{fm}) lebih besar dari 0,2 namun lebih kecil dari 2,0 tebal minimumnya mengacu pada persamaan dibawah ini namun tidak boleh kurang dari 125 mm.

$$h = \frac{\ell_n \left(0,8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 5\beta (\alpha_{fm} - 0,2)} \dots\dots\dots (1)$$

- b) Untuk nilai rata-rata rasio kekakuan lentur penampang balok terhadap kekakuan lentur lebar pelat lebih besar dari 2,0 tebal minimumnya mengacu pada persamaan dibawah ini namun tidak boleh kurang dari 90 mm.

$$h = \frac{\ell_n \left(0,8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 9\beta} \dots\dots\dots (2)$$

Nilai β merupakan rasio bentang bersih dalam arah panjang terhadap arah pendek pelat tersebut.

2. Tulangan

- a. Tulangan susut, suhu ataupun tulangan pembagi

Rasio minimum luas tulangan terhadap luas bruto penampang beton untuk tulangan susut, suhu maupun tulangan pembagi mengacu pada tiga kondisi dibawah ini namun demikian nilainya tidak boleh kurang dari 0,0014.

- 1) Apabila pelat menggunakan tulangan ulir mutu 280 MPa atau 350 MPa maka rasio minimumnya 0,0020.
- 2) Apabila pelat menggunakan tulangan ulir atau tulangan kawat las mutu 420 MPa maka rasio minimumnya 0,0018.
- 3) Apabila pelat tersebut menggunakan tulangan dengan tegangan leleh melebihi 420 MPa yang diukur pada regangan leleh sebesar 0,35% maka ratio minimumnya adalah sebagai berikut :

$$\text{Ratio Tulangan} = \frac{0,0018 \times 420}{f_y} \dots\dots\dots (3)$$

b. Tulangan geser

- 1) Spasi tulangan geser

Untuk tulangan geser yang dipasang tegak lurus terhadap sumbu komponen struktur, jarak atau spasi antar tulangannya tidak boleh melebihi 600 mm maupun $d/2$. Dengan d adalah jarak dari serat tekan terjauh ke pusat tulangan tarik longitudinal.

- 2) Luas minimum

Luas minimum untuk tulangan geser mengacu pada SNI 2847-2013 pasal 11.4.6.3 adalah sebagai berikut :

$$\text{Luas Minimum} = 0,062 \sqrt{f'_c} \frac{b_w s}{f_{yt}} \dots\dots\dots (4)$$

Namun demikian tidak boleh kurang dari $(0,35 b_w s) / f_{yt}$

Nilai S adalah spasi tulangan geser, f'_c adalah kuat tekan beton yang disyaratkan dan f_{yt} adalah kuat leleh tulangan transversal yang direncanakan. Berkenaan dengan pelat maka dalam hal ini b_w adalah lebar yang dijadikan acuan sedangkan untuk pelat proses analisa dilakukan untuk tiap bentangan 1 m atau 1000 mm.

- 3) Kuat geser

- a) Kuat geser nominal tulangan

Apabila digunakan tulangan geser tegak lurus terhadap sumbu komponen struktur maka kuat geser nominal yang dapat disediakan oleh tulangan adalah sebagai berikut :

$$V_s = \frac{A_v f_y t d}{s} \dots\dots\dots (5)$$

Dengan A_v adalah luas tulangan geser.

b) Kuat geser nominal beton

Untuk komponen struktur yang dikenai gaya geser dan lentur saja maka nilai kuat geser nominal yang dapat disediakan oleh beton adalah sebagai berikut :

$$V_c = 0,17 \delta \sqrt{f'c} b_w d \dots\dots\dots (6)$$

Dengan nilai δ adalah 1,0 untuk beton berat normal dan 0,75 untuk beton berat ringan.

c. Tulangan utama (lapangan maupun tumpuan)

Rasio tulangan utama yang digunakan tidak boleh melebihi rasio maksimum ataupun kurang dari rasio minimum yang telah ditetapkan.

Perhitungan rasio yang dipergunakan adalah sebagai berikut :

$$\rho_b = \frac{0,85 f'c}{f_y} \beta \frac{600}{600 + f_y} \dots\dots\dots (7)$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \rho_b \dots\dots\dots (8)$$

$$\rho_{\min} = 1,4/f_y \text{ atau } \rho_{\min} = 0,0025 \dots\dots\dots (9)$$

D. Metode Koefisien Momen

Terdapat banyak metode untuk melakukan analisa terhadap pelat lantai, dua diantaranya adalah metode koefisien momen dan metode perencanaan langsung. Metode koefisien momen menggunakan nilai-nilai tertentu sebagai koefisien dalam menentukan besarnya momen yang terjadi baik di daerah lapangan maupun di daerah tumpuan. Metode ini cukup mudah dan praktis diterapkan karena nilai-nilai koefisien momen tersebut sudah disediakan namun metode ini menjadi

kurang efektif untuk digunakan pada pelat dengan bentangan yang cukup panjang. Persamaan untuk perhitungan momennya adalah sebagai berikut :

$$M = 0,001 \cdot qu \cdot l_x^2 \cdot x \dots\dots\dots(10)$$

Dengan qu sebagai beban total pada pelat dan l_x sebagai jarak pada bentang terpendek. Untuk nilai x yang merupakan koefisien momen dapat diperoleh pada tabel koefisien momen yang terdapat dalam Peraturan Beton Bertulang Indonesia tahun 1971.