

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Pelat

Pelat beton (*concrete slabs*) merupakan elemen struktural yang menerima beban hidup dan beban mati pada lantai yang selanjutnya akan disalurkan ke balok dan kolom sampai ke struktur bawah. Pelat beton mempunyai peranan yang penting pada bangunan gedung bertingkat, baik sebagai pelat lantai dan pelat bordes ataupun pelat dak pada atap.

Nawy (1990), pelat lantai adalah elemen horisontal utama yang menyalurkan beban hidup maupun beban mati ke kerangka pendukung vertikal dari suatu sistem struktur. Elemen-elemen tersebut dapat dibuat sehingga bekerja dalam satu arah atau bekerja dalam dua arah.

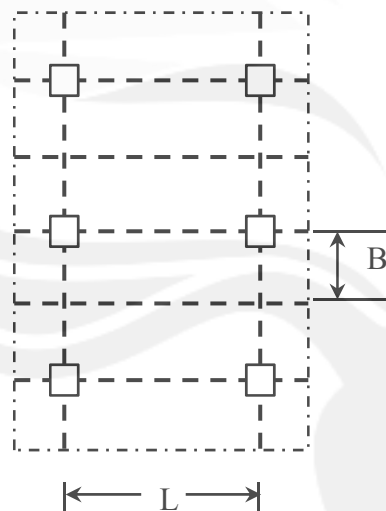
Dora (2004), pelat adalah elemen bidang tipis yang menahan beban-beban transversal melalui aksi lentur ke masing-masing tumpuan.

Pelat lantai pada bangunan gedung memiliki berberapa sistem diantaranya adalah pelat lantai beton konvensional yang sering dipakai pada proyek konstruksi pada umumnya, pelat lantai dengan sistem pelat boundeck, sistem pelat lantai menggunakan panel beton ringan. Masing-masing sistem memiliki kelebihan dan kekurangan pada penggunaannya, selain untuk mereduksi beban juga untuk mempercepat pekerjaan.

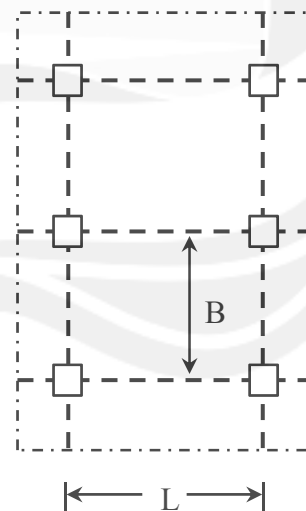
Mereduksi beban pelat menggunakan metode beton ringan dengan mengganti material yang dapat mengurangi berat beton juga dapat dilakukan dengan cara melakukan pengurangan volume beton yaitu dengan metode beton

berongga (*voided slab*) dengan mengurangi material yang tidak diperlukan di sekitar sumbu netral.

Wang, C.K. dan Salmon, C.G. (1979), berdasarkan perbandingan antara panjang dan lebar, pelat dapat di klasifikasikan menjadi dua macam, yaitu pelat satu arah jika perbandingannya lebih besar atau sama dengan 2 dan pelat dua arah jika perbandingan lebih kecil dari pada 2. Pelat satu arah lazim dirancang sebagai balok dengan lebar tertentu dan diberi tulangan susut dan suhu pada arah tegak lurus tulangan lentur. Untuk pelat dua arah dapat digunakan beberapa metode yaitu pendekatan semi elastis, metode garis leleh, metode jalur, atau dengan sembarang prosedur yang memenuhi syarat keseimbangan dan kompatibilitas geometris yang dapat dipertanggungjawabkan.



(a) Pelat satu arah $L/B \geq 2$

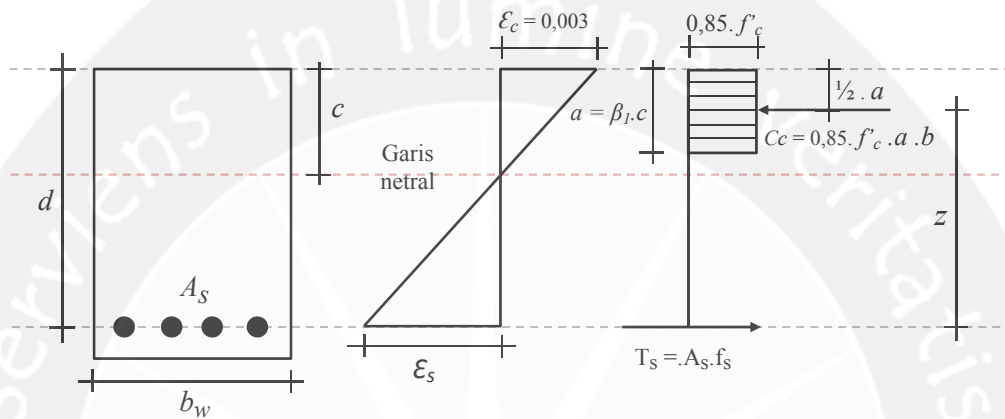


(b) Pelat dua arah $L/B < 2$

Gambar 3.1 Pelat Satu Arah dan Pelat Dua Arah

3.2. Beton Bertulangan Tunggal (Tulangan Tarik Saja)

Suatu pelat dinyatakan bertulangan tunggal jika pada penampang beton bertulang tersebut hanya diperhitungkan terpasang baja tulangan pada satu sisi saja, yaitu pada bagian serat yang menerima gaya tarik.



Gambar 3.2 Distribusi Tegangan dan Regangan pada Pelat Satu Arah dengan Tulangan Tunggal

Analisa pelat satu arah dengan tulangan tunggal :

1. Hitung luas tulangan dalam kondisi seimbang

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta_1}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y} \quad (3-1)$$

$$A_{sb} = \rho_b \cdot b \cdot d \quad (3-2)$$

2. Tentukan keadaan tulangan pelat yang ditinjau

Keadaan *overreinforced*, bila $A_s > A_{sb}$

Keadaan *underreinforced*, bila $A_s \leq A_{sb}$

3. Bila keadaan *underreinforced*, kapasitas momen pelat dihitung

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} \quad (3-3)$$

$$M_n = A_s \cdot f_y (d - 0,5 \cdot a) \quad (3-4)$$

atau

$$M_n = 0,85.f'_c . a . b . (d - 0,5 . a) \quad (3-5)$$

$$M_u = \phi . M_n \quad (3-6)$$

Keterangan :

- A_s = luas tulangan tarik
- A_{sb} = luas tulangan tarik kondisi seimbang
- a = tinggi blok tegangan tekan ekivalen
- b_w = lebar pelat
- c = jarak garis netral terhadap serat beton desak terluar
- C_c = gaya beton desak/tekan
- d = jarak pusat luasan tul. tarik terhadap serat beton desak terluar
- $\mathcal{E}_c$ = Regangan maksimum beton desak pada serat terluar
- $\mathcal{E}_s$ = Regangan tul. tarik terjauh terhadap serat terluar beton desak
- E_s = Modulus elastisitas baja
- f_y = Tegangan tarik baja
- f'_c = Kuat tekan beton
- h = tinggi pelat
- M_n = Momen nominal (Nmm)
- M_u = Momen *ultimate* (Nmm)
- ρ_b = Rasio tulangan tarik kondisi seimbang
- T = gaya tulangan tarik
- ϕ = Faktor reduksi sebesar 0,9

3.3. Kuat Tekan

Berdasarkan SNI 03 – 1974 – 1990 kuat tekan beton merupakan besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani gaya tekan tertentu oleh mesin tekan.

Mulyono (2004), sifat utama beton adalah memiliki kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kuat tariknya. Kekuatan tekan beton adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan per satuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Kualitas atau mutu beton bergantung pada kuat tekan beton yang dihasilkan, bila kuat tekan beton yang dihasilkan semakin tinggi maka mutu beton tersebut akan semakin tinggi, begitu pula sebaliknya.

Nilai kuat tekan beton dapat diperoleh dengan pengujian yang mengacu pada standar yang umumnya digunakan yaitu standar ASTM (*American Society for Testing and Material*). Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.

Persamaan yang digunakan dalam menentukan nilai kuat tekan beton adalah :

$$f'_c = \frac{P}{A} \quad (3-7)$$

dimana : f'_c = Kuat tekan beton (MPa)
 A = Luas bidang desak benda uji (mm²)
 P = Beban tekan (N)

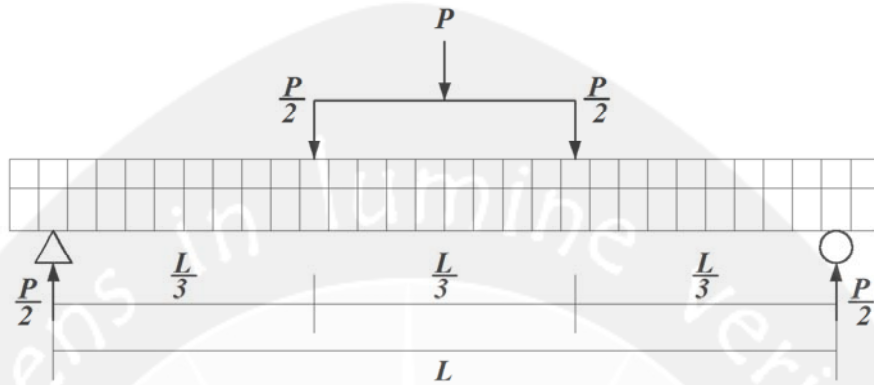
3.4. Modulus Elastisitas

Wang dan Salmon (1986), modulus elastisitas merupakan perbandingan antara tekanan yang diberikan dengan perubahan bentuk persatuan panjang. Semakin besar modulus elastisitas semakin kecil lendutan yang terjadi. Modulus elastisitas yang besar menunjukkan kemampuan beton menahan beban yang besar dengan kondisi regangan yang terjadi kecil.

3.5. Kuat Lentur

Kekuatan tarik di dalam lentur yang dikenal dengan modulus runtuh (*modulus of rupture*) merupakan sifat yang penting di dalam menentukan retak dan lendutan. Saat terjadi momen lentur positif, regangan tekan akan terjadi pada bagian atas dan regangan tarik akan terjadi pada bagian bawah. Pelat beton sendiri memiliki kuat lentur yang perlu untuk diperhatikan dan diperhitungkan sehingga

lenturan yang terjadi dapat semaksimal mungkin direduksi agar tidak terjadinya runtuh struktur pada pelat beton.



Gambar 3.3 Pembagian Beban dan Jarak pada Benda Uji

$$M = \frac{P}{2} \left(\frac{L}{3} \right) = \frac{PL}{6} \quad (3-8)$$

dimana : M = Momen (kN.m)
 P = Beban (kN)
 L = Panjang bentang (m)

3.6. Kekakuan

Kekakuan adalah besar gaya yang diperlukan untuk merubah bentuk benda sebesar satu satuan tertentu. Semakin kaku suatu benda maka semakin besar kekakuannya. Untuk menghitung kekakuan suatu batang dapat digunakan persamaan berikut ini :

$$k = \frac{P}{\delta} \quad (3-9)$$

dimana : k = Kekakuan (kN/mm)
 P = Beban max (kN)
 δ = Defleksi (mm)

3.7. Beban Retak Pertama

Retak pertama pada benda uji pelat/panel lantai merupakan retak lentur, yang terjadi pada kedua sisi benda uji di mana arah beban aksial bekerja. Peningkatan beban yang bekerja pada pelat/panel lantai dapat menimbulkan retak-retak baru atau dapat memperpanjang dan memperlebar retak yang sudah terjadi sebelumnya. Retak pertama (*first crack*) yang ditandai dengan tidak liniernya kurva beban dengan lendutan akibat beban statik dari beban aksial yang terjadi.

Persamaan untuk menghitung beban retak pertama dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$f_r = 0,62 \lambda \times \sqrt{f'_c} \quad (3-10)$$

$$M_{cr} = \frac{f_r \times I_g}{y_t} \quad (3-11)$$

dimana : f_r = Modulus keruntuhan lentur beton (MPa)
 f'_c = Kuat tekan beton hasil pengujian (MPa)
 λ = Faktor Modifikasi
 M_{cr} = Momen retak (N.mm)
 I_g = Momen inersia penampang (mm⁴)
 y_t = Jarak dari pusat penampang ke serat tarik terluar (mm)

Berdasarkan SNI 03-2847-2013, Untuk memperhitungkan penggunaan beton ringan kecuali jika secara spesifik dicatat sebaliknya, faktor modifikasi λ muncul sebagai pengali $\sqrt{f'_c}$ dalam semua persamaan dan bab-bab Standar ini yang sesuai, dimana $\lambda = 0,85$ untuk beton ringan pasir dan 0,75 untuk beton ringan semuanya. Interpolasi linier antara 0,75 dan 0,85 diizinkan, dengan dasar fraksi volume, bilamana porsi agregat halus ringan digantikan dengan agregat

halus normal. Interpolasi linier antara 0,85 dan 1,0 diizinkan, dengan dasar fraksi volume, untuk beton yang mengandung agregat halus normal dan campuran agregat kasar ringan dan normal. Untuk beton normal, $\lambda = 1,0$. Jika kekuatan tarik belah rata-rata beton ringan, f_{ct} , ditetapkan, $\lambda = f_{ct} / (0,56 \sqrt{f'_c}) \leq 1,0$.

