

Mata Kuliah : Struktur Beton Lanjutan
Kode : TSP - 407
SKS : 3 SKS

Pelat

Pertemuan - 1

- TIU :
 - Mahasiswa dapat mendesain berbagai elemen struktur beton bertulang
- TIK :
 - Mahasiswa dapat mendesain sistem pelat satu arah

- **Sub Pokok Bahasan :**

- Jenis-jenis pelat
- Desain Pelat Satu Arah

Bobot Penilaian

Tugas	: 25 %
Ujian Tengah Semester	: 35%
Ujian Akhir Semester	: 40%

- **Text Book :**

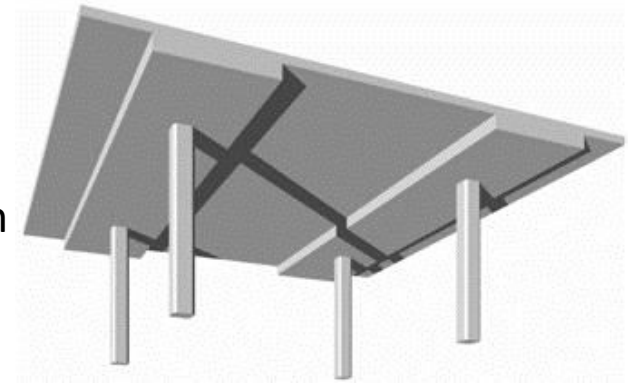
1. Hassoun, M.N., Al-Manaseer, A. (2005). *Structural Concrete Theory and Design*. 3rd ed. John Wiley&Sons. ISBN : 0-471-69164-X
2. Wight, J.K, MacGregor, J.G. (2009). *Reinforced Concrete Mechanics & Design*. 5th ed. Pearson Prentice Hall. ISBN : 978-0-13-207474-2
3. SNI 2847:2013. (2013) *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*
4. ACI 318M-11. (2011) *Building Code Requirements for Structural Concrete*. American Concrete Institute

- Pelat beton dibuat untuk menyediakan suatu permukaan horizontal yang rata pada lantai bangunan, atap, jembatan atau jenis struktur lainnya.
- Pelat beton dapat ditumpu oleh dinding, balok, kolom, atau dapat juga terletak langsung di atas tanah (*slab on ground*).
- Pada struktur balok-pelat, umumnya balok dan pelat dicor secara bersamaan sehingga menghasilkan suatu kesatuan struktur yang monolit.
- Ketebalan dari pelat beton umumnya jauh lebih kecil dibandingkan dengan ukuran bentangnya.

Jenis-Jenis Pelat

Pelat Satu Arah

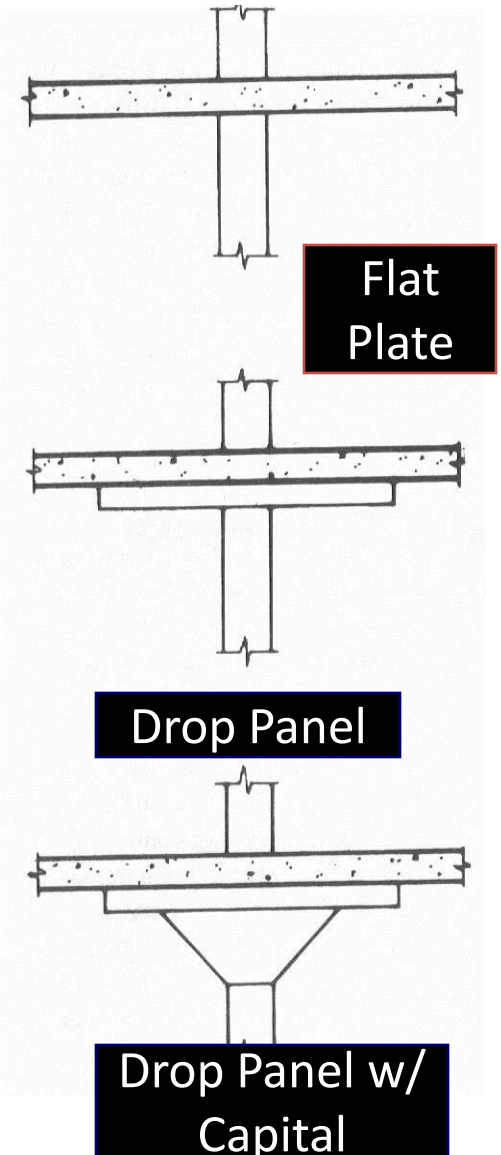
- Jika sistem pelat hanya ditumpu di kedua sisinya, maka pelat tersebut akan melentur atau mengalami lendutan dalam arah tegak lurus dari sisi tumpuan.
- Beban akan didistribusikan oleh pelat dalam satu arah saja yaitu ke arah tumpuan.
- Pelat jenis ini disebut juga dengan pelat satu arah.
- Apabila pelat tertumpu di keempat sisinya, dan **rasio bentang panjang terhadap bentang pendek lebih besar atau sama dengan 2**, maka hampir 95% beban akan dilimpahkan dalam arah bentang pendek, dan pelat akan menjadi sistem pelat satu arah.
- Sistem pelat satu arah cocok digunakan pada bentangan 3-6 meter, dengan beban hidup sebesar $2,5 - 5 \text{ kN/m}^2$.



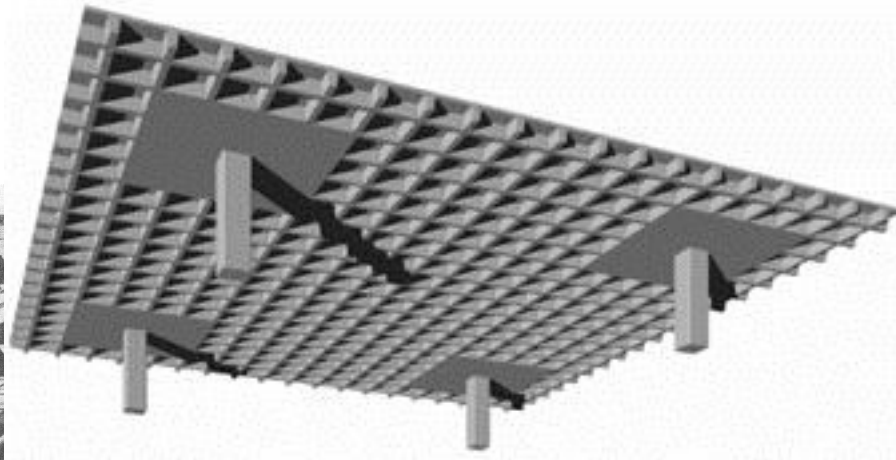
- **Two-Way Flat Slab**
 - Flat slab w/ reinforcing beams



- With, or w/o Capitals or drop panels



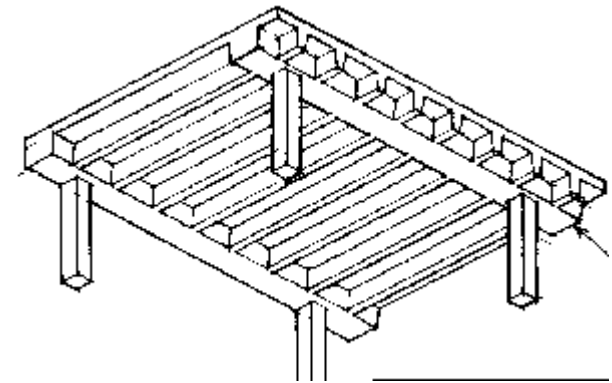
Two-Way Waffle Slab



Jenis-Jenis Pelat

Sistem Pelat Rusuk (*Joist Construction*)

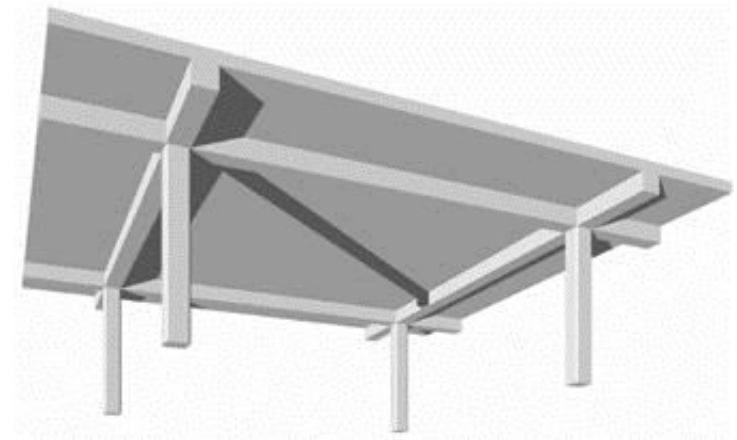
- Sistem pelat rusuk terdiri dari pelat beton dengan ketebalan 50 hingga 100 mm, yang ditopang oleh sejumlah rusuk dengan jarak beraturan.
- Rusuk mempunyai lebar minimum 100 mm dan mempunyai tinggi tidak lebih dari 3,5 kali lebar minimumnya. Rusuk biasanya bersisi miring dan disusun dalam jarak tertentu yang tidak melebihi 750 mm.
- Rusuk ditopang oleh balok induk utama yang langsung menumpu pada kolom.
- Sistem pelat rusuk cocok digunakan untuk struktur pelat dengan bentangan 6-9 m serta memikul beban hidup sebesar 3,5 – 5,5 kN/m².



Jenis-Jenis Pelat

Pelat Dua Arah

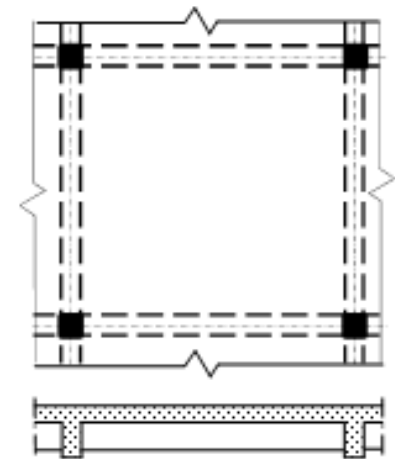
- Apabila struktur pelat beton ditopang di keempat sisinya, dan rasio antara bentang panjang terhadap bentang pendeknya kurang dari 2, maka pelat tersebut dikategorikan sebagai sistem pelat dua arah.
- Sistem pelat dua arah sendiri dapat dibedakan menjadi beberapa jenis



Pelat Dua Arah

Sistem balok-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.
- Sistem pelat dua arah dengan balok ini dapat digunakan untuk bentangan 6-9 meter, dengan beban hidup sebesar 2,5 – 5,5 kN/m².
- Balok akan meningkatkan kekakuan pelat, sehingga lendutan yang terjadi akan relatif kecil.

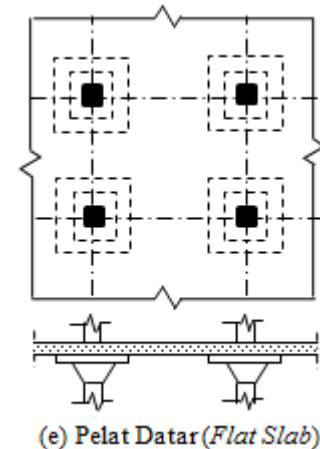


(b) Pelat Dua Arah

Pelat Dua Arah

Sistem pelat datar (*flat slab*)

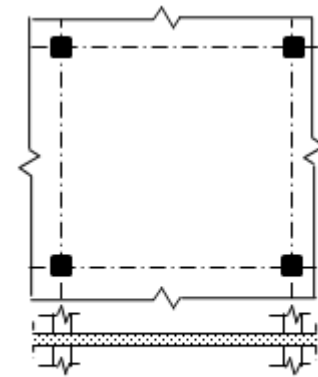
- merupakan sistem struktur pelat beton dua arah yang tidak memiliki balok penumpu di masing-masing sisinya. Beban pelat ditransfer secara langsung ke kolom. Kolom cenderung akan menimbulkan kegagalan geser pons pada pelat, yang dapat dicegah dengan beberapa alternatif :
 - Memberikan penebalan setempat pada pelat (*drop panel*) serta menyediakan kepala kolom (*column capital*)
 - Menyediakan penebalan panel namun tanpa kepala kolom, panel di sekitar kolom harus cukup tebal untuk memikul terjadinya tegangan tarik diagonal yang muncul akibat geser pons
 - Menggunakan kepala kolom tanpa ada penebalan panel, namun hal ini jarang diaplikasikan
- Sistem pelat datar dapat digunakan untuk bentangan 6-9 meter, dengan beban hidup sebesar $4 - 7 \text{ kN/m}^2$



Pelat Dua Arah

Sistem lantai datar (*flat plate*)

- terdiri dari pelat yang tertumpu langsung ke kolom tanpa adanya penebalan panel dan kepala kolom.
- Potensi kegagalan struktur terbesar akan timbul akibat geser pons, yang akan menghasilkan tegangan tarik diagonal.
- Sebagai akibat tidak adanya penebalan panel dan kepala kolom, maka dibutuhkan ketebalan pelat yang lebih besar atau dengan memberikan penulangan ekstra di area sekitar kolom.
- Sistem lantai datar dapat digunakan untuk struktur pelat dengan bentangan 6 – 7,5 m dan beban hidup sebesar 2,5 – 4,5 kN/m².



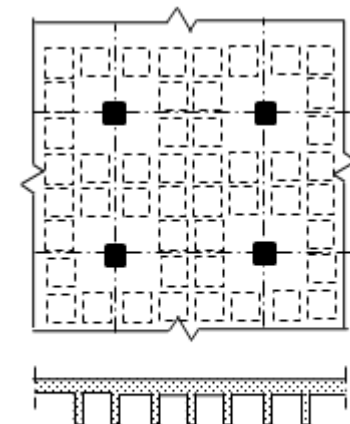
(d) Lantai Datar (*Flat Plate*)



Pelat Dua Arah

Pelat dua arah berusuk dan pelat *waffle*

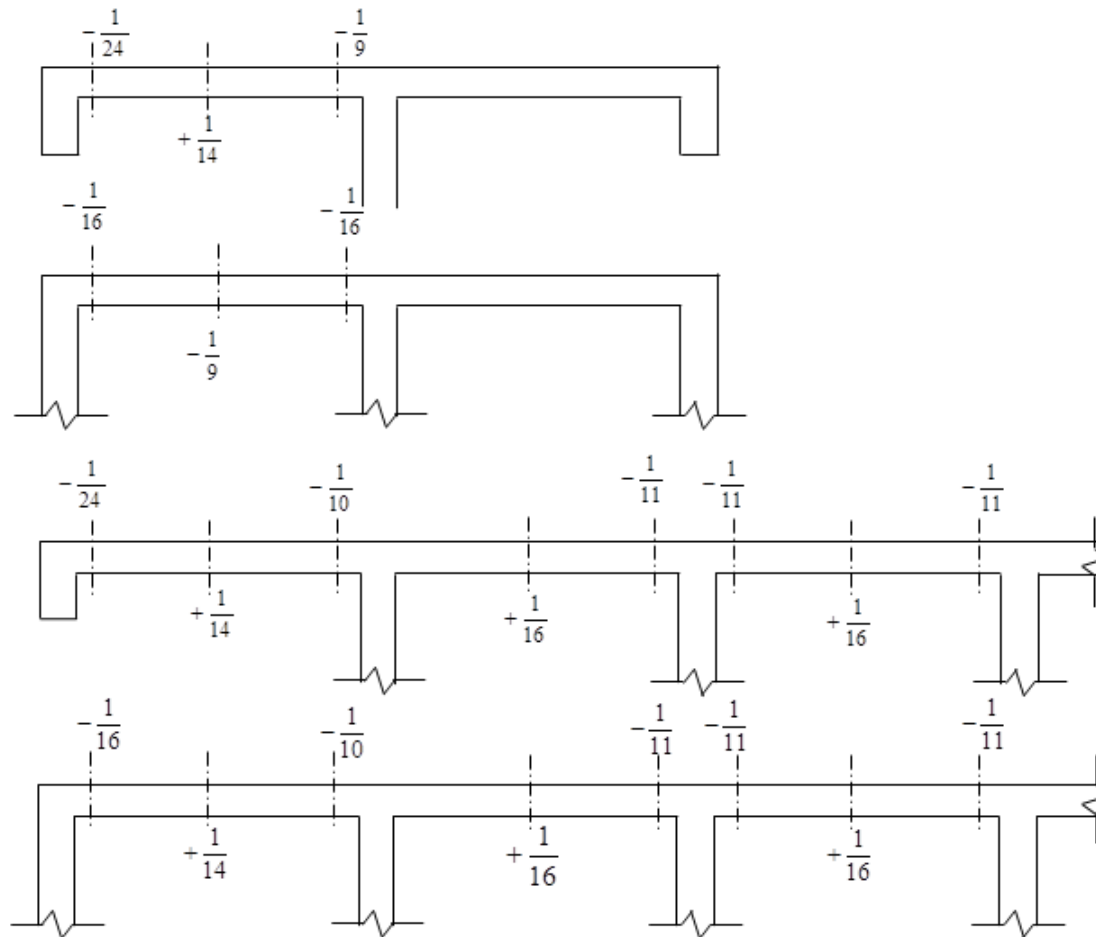
- merupakan sistem pelat dua arah dengan ketebalan pelat antara 50 mm hingga 100 mm yang ditumpu oleh rusuk-rusuk dalam dua arah.
- Jarak antar rusuk berkisar antara 500 mm hingga 750 mm.
- Tepi-tepi pelat dapat ditopang oleh balok, atau dapat juga pelat langsung menumpu pada kolom dengan memberikan penebalan pada pelat di sekitar kolom.
- Sistem pelat yang disebutkan terakhir sering disebut dengan istilah pelat *waffle*



(f) Pelat Rusuk Dua Arah (*Waffle*)

Desain Pelat Satu Arah

- Pelat beton yang memiliki perbandingan panjang antara bentang panjang terhadap bentang pendek lebih atau sama dengan 2, dikategorikan sebagai pelat satu arah. ($L_{\text{panjang}}/L_{\text{pendek}} \geq 2,0$)
- Pada sistem pelat satu arah, hampir seluruh beban dilimpahkan dalam arah pendek.
- Desain pelat satu arah pada umumnya dapat dilakukan seperti halnya struktur balok yang dianggap memiliki lebar 1 m.
- Jika pelat hanya terdiri dari satu bentangan saja, dengan anggapan tertumpu sederhana di kedua sisinya, maka momen lentur yang timbul akibat beban q yang terdistribusi merata, adalah $M = qL^2/8$, dengan L adalah panjang bentang antara kedua tumpuan.
- Bila pelat yang sama tertumpu pada beberapa tumpuan, maka akan timbul momen positif dan momen negatif pada pelat yang dapat dihitung melalui prosedur analisis struktur, atau dapat juga menggunakan koefisien momen yang diberikan dalam SNI 2847:2013, pasal 8.3.3.



Tabel 12.1 Tebal Minimum Pelat

Jenis Komponen Struktur	Tertumpu Sederhana	Satu Ujung Menerus	Kedua Ujung Menerus	Kantilever
Pelat Satu Arah	$L/20$	$L/24$	$L/28$	$L/10$
Pelat Rusuk	$L/16$	$L/18,5$	$L/21$	$L/8$

Untuk f_y selain 400 MPa, maka nilai dalam Tabel 12.1 harus dikalikan dengan $(0,4 + f_y/700)$

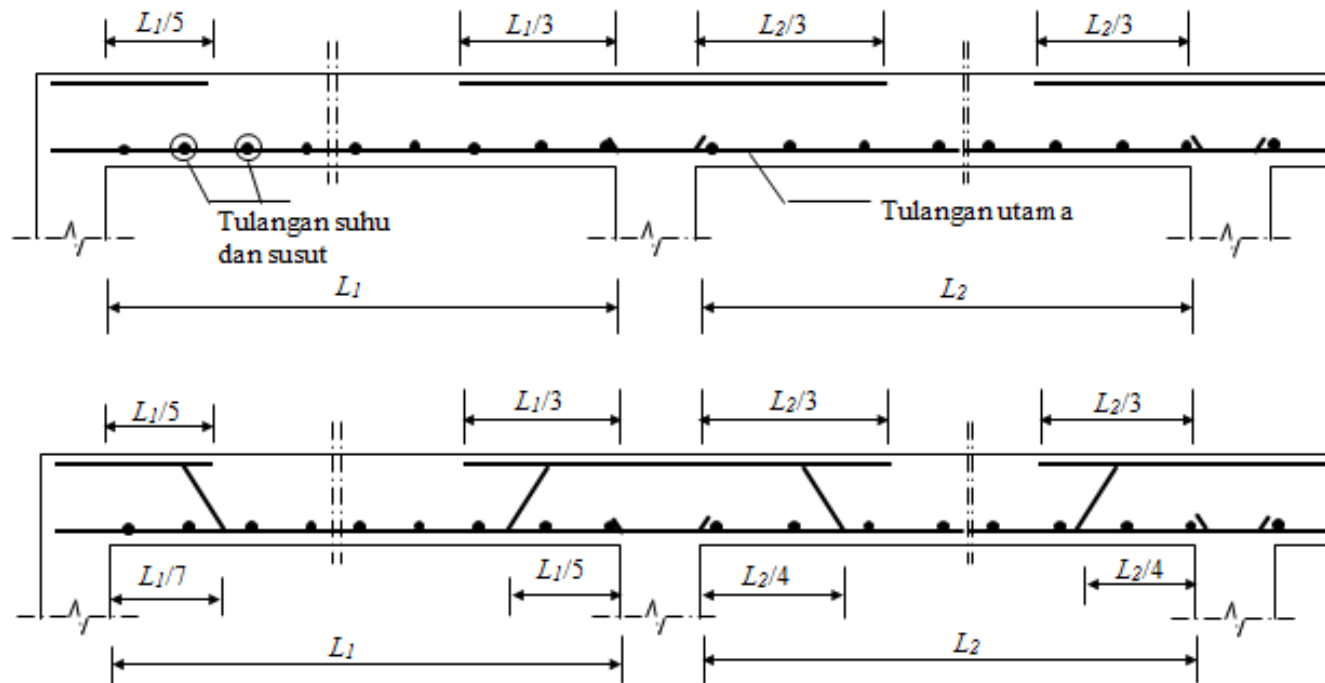
Tabel 12.2 Batasan Lendutan Pelat

Jenis Struktur Pelat	Lendutan Yang Diperhitungkan	Batas Lendutan
Atap datar yang tidak menahan atau tidak disatukan dengan komponen nonstruktural yang mungkin akan rusak oleh lendutan yang besar	Lendutan seketika akibat beban hidup (L)	$l/180$
Lantai yang tidak menahan atau tidak disatukan dengan komponen nonstruktural yang mungkin akan rusak oleh lendutan yang besar	Lendutan seketika akibat beban hidup (L)	$l/360$
Konstruksi atap atau lantai yang menahan atau disatukan dengan komponen nonstruktural yang mungkin akan rusak oleh lendutan yang besar	Bagian dari lendutan total yang terjadi setelah pemasangan komponen nonstruktural (jumlah dari lendutan jangka panjang, akibat semua beban tetap yang bekerja, dan lendutan seketika akibat penambahan beban hidup)	$l/480$
Konstruksi atap atau lantai yang menahan atau disatukan dengan komponen nonstruktural yang mungkin tidak akan rusak oleh lendutan yang besar		$l/240$

- Selimut beton untuk struktur pelat tidak boleh kurang dari 20 mm, untuk pelat yang tidak berhubungan langsung dengan cuaca dan tanah
- Struktur pelat satu arah, harus disediakan tulangan susut dan suhu yang memiliki arah tegak lurus terhadap tulangan lentur. Persyaratan ini diatur dalam SNI 2847:2013 pasal 7.12. Tulangan susut dan suhu harus paling sedikit memiliki rasio luas tulangan terhadap luas bruto penampang beton seperti ditunjukkan dalam Tabel 12.3 berikut ini, namun tidak kurang dari 0,0014
- Kecuali untuk pelat rusuk, maka jarak antar tulangan utama pada pelat tidak boleh lebih dari 3 kali ketebalan pelat atau tidak lebih dari 450 mm (SNI 2847:2013, pasal 7.6.5)

Tabel 12.3 Persyaratan Tulangan Susut dan Suhu Untuk Pelat

Pelat yang menggunakan tulangan ulir dengan mutu $f_y = 280$ atau 350 MPa	0,0020
Pelat yang menggunakan tulangan ulir atau jaring kawat las dengan mutu $f_y = 420$ MPa	0,0018
Pelat yang menggunakan tulangan dengan tegangan luluh melebihi 420 MPa yang diukur pada regangan leleh sebesar 0,35%	$0,0018 \times \frac{420}{f_y}$



Gambar 12.3 Detail Penulangan Pelat Satu Arah

Contoh 12.1

- Hitunglah kuat momen rencana dari sistem pelat satu arah yang memiliki tebal, $h = 150$ mm dengan penulangan D19 dan jarak antar tulangan, $s = 175$ mm. Gunakan $f'_c = 20$ MPa dan $f_y = 400$ MPa.

Contoh 12.2

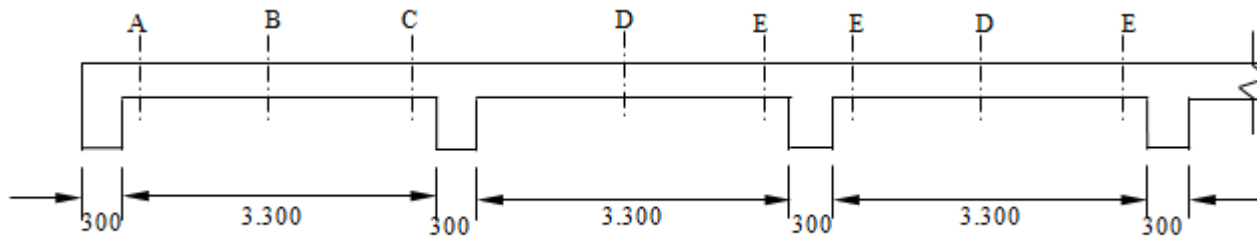
- Tentukan besarnya beban hidup merata yang diperbolehkan bekerja pada struktur pelat satu arah pada Contoh 12.1 apabila panjang bentang pelat di antara dua tumpuan adalah sebesar 4,85 m, dan pelat memikul beban mati tambahan sebesar 4,8 kN/m².

Contoh 12.3

- Desainlah sebuah pelat tertumpu sederhana dengan bentang 3,5 m, yang memikul beban mati merata (di luar berat sendiri pelat) sebesar 5,8 kN/m² dan beban hidup merata sebesar 4,8 kN/m². Gunakan $f'_c = 20$ MPa, $f_y = 400$ MPa.

Contoh 12.4

- Penampang melintang dari sebuah pelat satu arah ditunjukkan dalam Gambar C.12.4. Pelat tersebut tertumpu sederhana pada balok, dengan jarak antar tumpuan 3,6 m. Pelat memikul beban mati merata (termasuk berat sendiri pelat) sebesar $3,6 \text{ kN/m}^2$ dan beban hidup merata sebesar 10 kN/m^2 . Desainlah tulangan lentur yang diperlukan dengan menggunakan $f'_c = 20 \text{ MPa}$, $f_y = 400 \text{ MPa}$.



Gambar C.12.4.a