

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

## *Pelat*

Pertemuan - 3

- TIU :
  - Mahasiswa dapat mendesain berbagai elemen struktur beton bertulang
  
- TIK :
  - Mahasiswa dapat mendesain sistem pelat dua arah dengan metode rangka ekuivalen

- Sub Pokok Bahasan :
  - Transfer Momen Pelat Pada Kolom
  - Metode Rangka Ekuivalen

## **Transfer Momen Pelat Pada Kolom**

- Momen lentur yang timbul pada hubungan kolom dengan pelat pada umumnya akan mengakibatkan munculnya momen tak seimbang pada pelat, yang selanjutnya ditransfer ke kolom.
- Sebanyak 60% momen ditransfer ke kolom melalui mekanisme lentur, sedangkan sisanya sebanyak 40% ditransfer melalui mekanisme geser eksentrik pada lokasi sejarak  $d/2$  dari muka kolom.

- Besarnya momen tak seimbang yang ditransfer melalui mekanisme lentur pada pertemuan pelat dan kolom, ditentukan dalam SNI 2847:2013, pasal 13.5.3 :

$$M_f = \gamma_f M_u \quad \gamma_f = \frac{1}{1 + \left(\frac{2}{3}\right) \sqrt{\frac{b_1}{b_2}}} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2}{3}\right) \sqrt{\frac{c_1 + d}{c_2 + d}}}$$

- Momen tak seimbang yang ditransfer melalui mekanisme geser :

$$M_v = (1 - \gamma_f) M_u = M_u - M_f$$

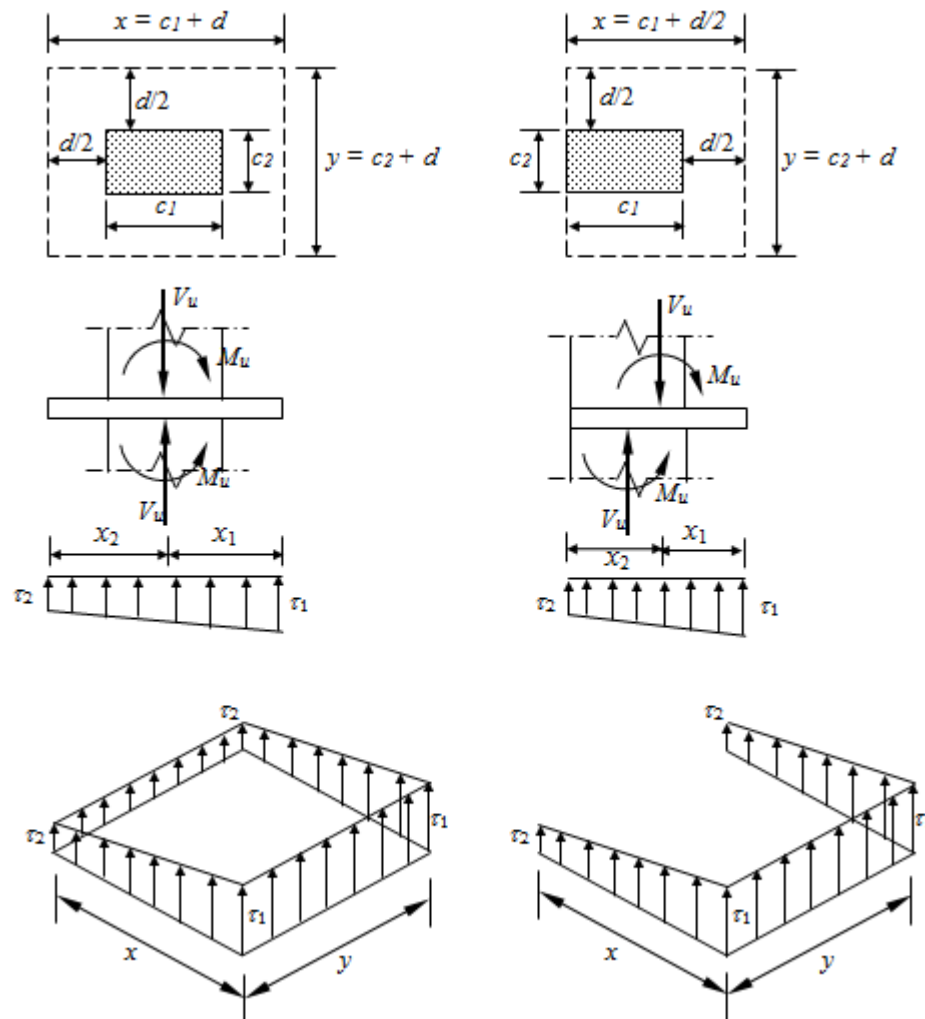
- dengan  $c_1$  dan  $c_2$  adalah panjang kedua sisi kolom persegi panjang, sedangkan  $b_1 = c_1 + d$  dan  $b_2 = c_2 + d$ .
- Jika kolom berbentuk bujur sangkar, maka  $c_1 = c_2$ , sehingga  $M_f = 0,60M_u$ , dan  $M_v = 0,40M_u$ .

- Besaran momen terfaktor,  $M_u$  yang dianggap bekerja pada kolom akibat ketidakseimbangan beban pada panel pelat yang berdekatan, dapat dihitung berdasarkan persamaan berikut ini, yang dinyatakan pula dalam SNI 2847:2013 pasal 13.6.9.2 :

$$M_u = 0,07[(q_{Du} + 0,5q_{Lu})l_2l_n^2 - q_{Du}'l_2'(l_n')^2]$$

- dengan  $q_{Du}'$ ,  $l_2'$  dan  $l_n'$  mengacu pada bentang pendek.

- Bagian momen tak seimbang yang ditransfer ke kolom melalui mekanisme lentur dianggap terjadi dalam lebar pelat efektif yang dibatasi di antara garis-garis yang terletak 1,5 kali tebal pelat atau *drop panel* ke arah luar sisi yang berlawanan dari kolom atau kepala kolom.
- Tulangan lentur yang dibutuhkan didistribusikan secara merata pada daerah ini dengan jarak yang mencukupi.
- Akibat gaya geser  $V_u$  dan momen lentur  $M_v$ , maka akan timbul tegangan geser yang bekerja pada sekeliling daerah yang berjarak  $d/2$  dari muka kolom.
- Distribusi tegangan geser ini ditunjukkan dalam Gambar 12.10.



Gambar 12.10 Tegangan Geser Akibat  $V_u$  dan  $M_u$



- Tegangan geser yang terjadi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\tau_{1,2} = \frac{V_u}{A_c} \pm \frac{M_v C}{J_c}$$

dengan

$A_c$  adalah penampang kritis di sekitar kolom

$J_c$  adalah momen inersia polar dari luas geser yang terletak di sekeliling penampang kritis

Untuk kolom dalam :

$$A_c = 2d(x + y)$$

$$J_c = \frac{d}{2} \left( \frac{x^3}{3} + x^2 y \right) + \frac{x d^3}{6}$$

Untuk kolom luar :

$$A_c = d(2x + y)$$

$$J_c = \frac{2dx^3}{3} - (2x + y)dx_1^2 + \frac{xd^3}{6}$$

dengan  $x$ ,  $x_1$  dan  $y$  ditunjukkan dalam Gambar 12.10. Tegangan geser maksimum yang dihitung dengan persamaan

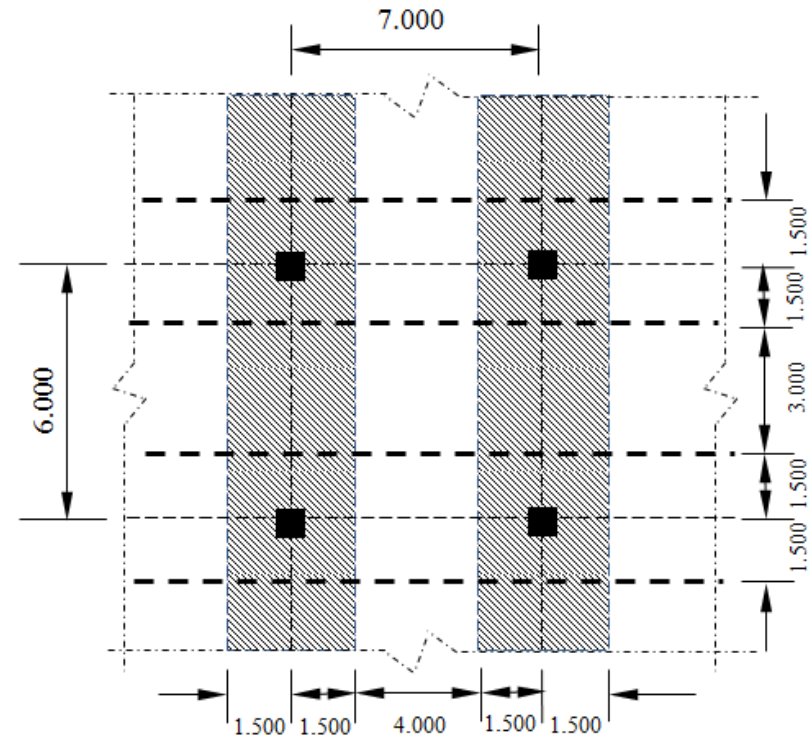
$\tau_{1,2} = \frac{V_u}{A_c} + \frac{M_v C}{J_c}$ , tidak boleh melebihi  $\phi(0,33\sqrt{f'_c})$ , apabila lebih maka harus disediakan tulangan geser.

## Contoh 12.10

- Tentukan besarnya momen pada kolom dalam dan kolom luar dalam arah panjang pada sistem lantai datar pada Contoh 12.7.

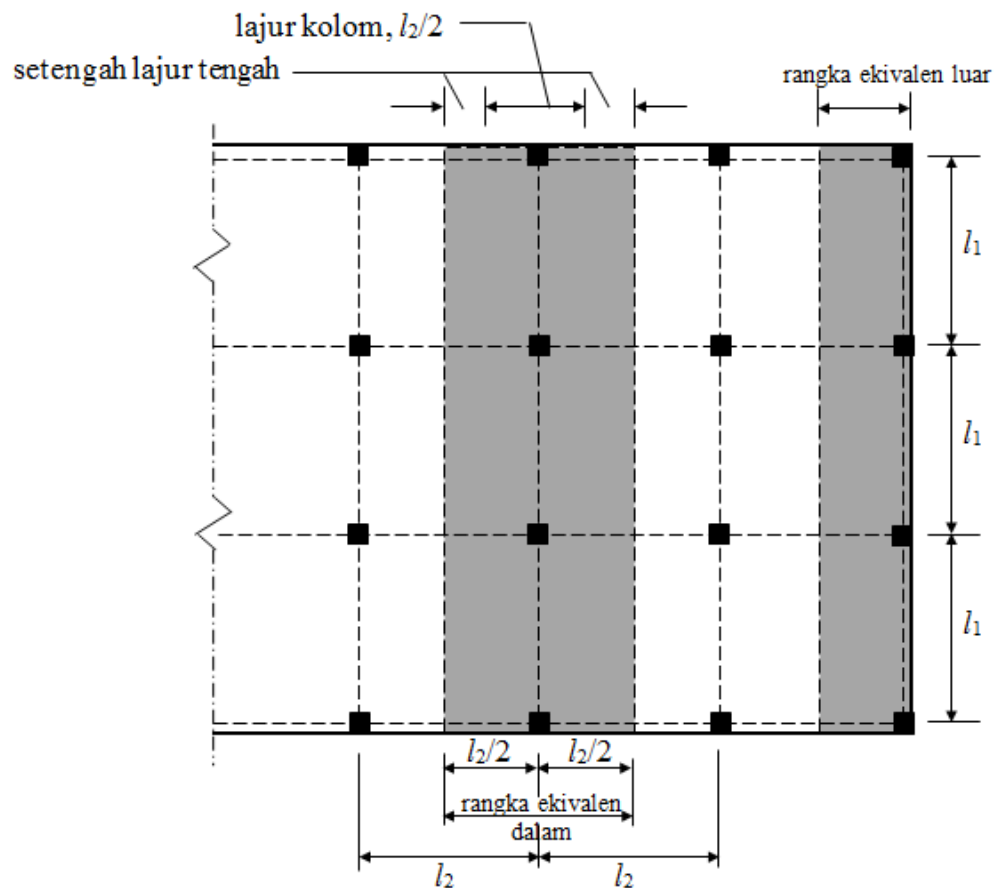
## Contoh 12.11

- Hitunglah tegangan geser pada pelat dalam Contoh 12.7 di penampang kritis akibat momen tak seimbang serta gaya geser pada kolom dalam dan luar. Rencanakan pula tulangan lentur dan geser di sekitar kolom luar. Gunakan  $f'_c = 35 \text{ MPa}$ ,  $f_y = 400 \text{ MPa}$ .



Gambar C.12.7.a

- **Metode Rangka Ekivalen**



**Gambar 12.11** Definisi Metode Rangka Ekivalen

## **Momen inersia balok-pelat**

- Dalam melakukan analisis rangka ekuivalen struktur balok-pelat, dibutuhkan variabel kekakuan dari masing-masing elemen struktur. SNI 2847:2013 dalam pasal 13.7.3 menyatakan bahwa variasi momen inersia sepanjang sumbu balok-pelat harus diperhitungkan dalam analisis.
- Daerah kritis yang diperhitungkan untuk menentukan momen inersia balok-pelat diasumsikan terletak di antara sumbu kolom hingga muka kolom, konsol pendek, atau kepala kolom.
- Besaran momen inersia balok-pelat tersebut adalah sebesar momen inersia balok-pelat pada muka kolom, konsol pendek atau kepala kolom, dibagi dengan besaran  $(1 - c_2/l_2)^2$ .
- Besaran  $c_2$  adalah lebar kolom, dan  $l_2$  adalah lebar balok-pelat, yang kesemuanya diukur dalam arah tegak lurus bentang yang ditinjau.

## Momen inersia kolom

- Pasal 13.7.4.3 SNI 2847:2013 menyatakan bahwa momen inersia kolom dari tepi atas hingga tepi bawah balok-pelat pada suatu sambungan balok-kolom harus dianggap tak berhingga.
- Kekakuan kolom,  $K_{ec}$ , ditentukan sebagai berikut :
$$\frac{1}{K_{ec}} = \frac{1}{\sum K_c} + \frac{1}{K_t}$$

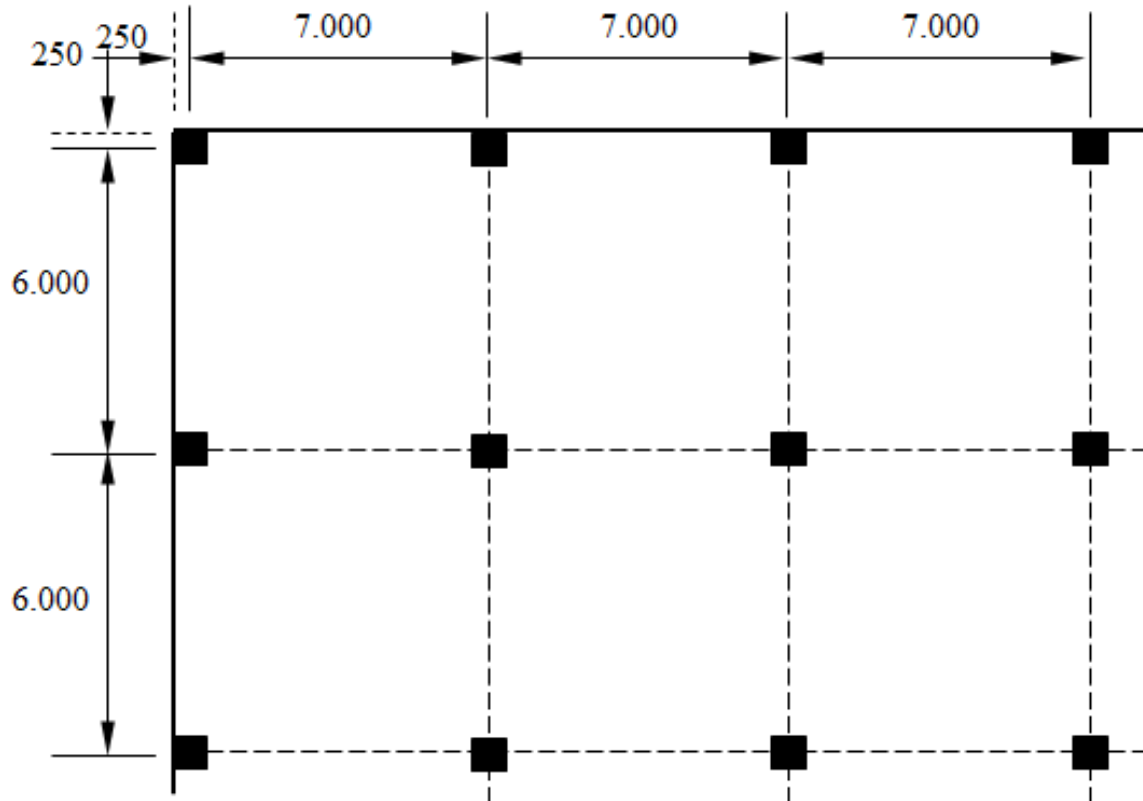
- dengan  $\Sigma K_c$  adalah jumlahan kekakuan kolom di sisi atas dan bawah dari lantai yang ditinjau, sedangkan  $K_t$  adalah :

$$K_t = \sum \frac{9E_{es} C}{l_2 \left(1 - \frac{c_2}{l_2}\right)} \quad C = \sum \left(1 - 0,63 \frac{x}{y}\right) \left(\frac{x^3 y}{3}\right)$$

- SNI 2847:2013 pasal 13.7.7 menyatakan bahwa untuk kolom dalam, momen negatif terfaktor pada lajur kolom dan lajur tengah harus diambil pada muka kolom atau kepala kolom, sejarak tidak lebih dari  $0,175l_1$  dari sumbu kolom.
- Sedangkan untuk kolom luar, momen negatif terfaktor diambil pada lokasi penampang yang terletak pada suatu jarak yang tidak lebih dari setengah proyeksi konsol pendek atau kepala kolom dihitung dari muka kolom penumpu.

## Contoh 12.13

- Lakukan analisis kembali untuk sistem lantai datar (*flat plate*) dalam Contoh 12.5 untuk arah memanjang saja, namun dengan menggunakan metode rangka ekuivalen. Sistem pelat terdiri dari empat panel pada tiap arah dengan ukuran tiap panel  $6,0 \times 7,0$  m. Kolom struktur berukuran  $500 \times 500$  mm, dengan panjang 3,6 m. Pelat memikul beban hidup merata sebesar  $3,8 \text{ kN/m}^2$  dan beban mati merata sebesar  $6 \text{ kN/m}^2$  (termasuk berat sendiri pelat). Pelat tidak menggunakan balok tepi. Gunakan  $f'_c = 20 \text{ MPa}$  dan  $f_y = 400 \text{ MPa}$ .



**Gambar C.12.13.a**