

\* Penyelesaian contoh 3.5

1. Periksa nilai  $\rho$

$$\rho = \frac{A_s}{bd} = \frac{3.490}{300.450} = 0,01089 < \rho_{maks} = 0,01355 \text{ (Tabel slide 29)}$$

$\rho < \rho_{maks}$ , shg perampang termasuk terkendali tarik, dan  $\phi = 0,90$ .

Periksa juga bahwa  $\rho > \rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$

2. Hitung Kuat momen rencana

$$\begin{aligned} \phi M_n &= \phi A_s f_y \left( d - \frac{A_s f_y}{1,7 f'_c b} \right) = 0,9 \cdot 1470 \cdot 400 \left( 450 - \frac{1470 \cdot 400}{1,7 \cdot 20 \cdot 300} \right) \\ &= 207.633.176,47 \text{ Nmm} = 207,63 \text{ kNm} \end{aligned}$$

3. Beban mati yg bekerja adalah berat sendiri balok

$$Q_D = (300.500) \cdot 10^{-6} \cdot 24 = 3,6 \text{ kN/m} \quad (\text{Bj beton bertulang } 24 \text{ kN/m}^3)$$

4. Besarnya momen terfaktor / Momen ultimate

$$\begin{aligned} M_u &= 1,2 M_D + 1,6 M_L \\ &= 1,2 \left( \frac{1}{8} \cdot 3,6 \cdot 6^2 \right) + 1,6 \left( \frac{1}{8} \cdot q_L \cdot 6^2 \right) = 19,44 + 7,2 q_L \end{aligned}$$

( $q_L$  = beban hidup merata yg bekerja pada balok)

5. Samakan kuat momen rencana dengan momen terfaktor.

$$\phi M_n = M_u = 19,44 + 7,2 q_L$$

$$207,63 = 19,44 + 7,2 q_L$$

$$q_L = 26,14 \text{ kN/m}$$

Beban hidup merata yg diijinkan bekerja pd balok sebesar 26,14 kN/m

✱ Penyelesaian contoh 3.6

1. Dari tabel slide 2g  $\rightarrow f'_c = 25 \text{ MPa}$ ,  $\rho_b = 0,0271$ ,  $\rho_{maks} = 0,01693$   
Utk penampang spt pd soal:

$$\rho = \frac{A_s}{bd} = \frac{4.660}{300.400} = 0,022 > \rho_{maks}$$

Penampang berada pd daerah transisi,  $\phi < 0,90$

2. Hitung nilai  $a$ ,  $c$  dan  $\epsilon_t$

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} = \frac{2640 \cdot 400}{0,85 \cdot 25 \cdot 300} = 165,65 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{0,85} = 194,88 \text{ mm}, \quad d_t = d = 400 \text{ mm}, \quad \frac{c}{d_t} = 0,4872 < 0,375$$

$$\epsilon_t = \left( \frac{d-c}{c} \right) 0,003 = \left( \frac{400 - 194,88}{194,88} \right) 0,003 = 0,00316 < 0,005, \quad \phi < 0,90$$

$$\phi = 0,65 + (\epsilon_t - 0,002) \left( \frac{250}{3} \right) = 0,746$$

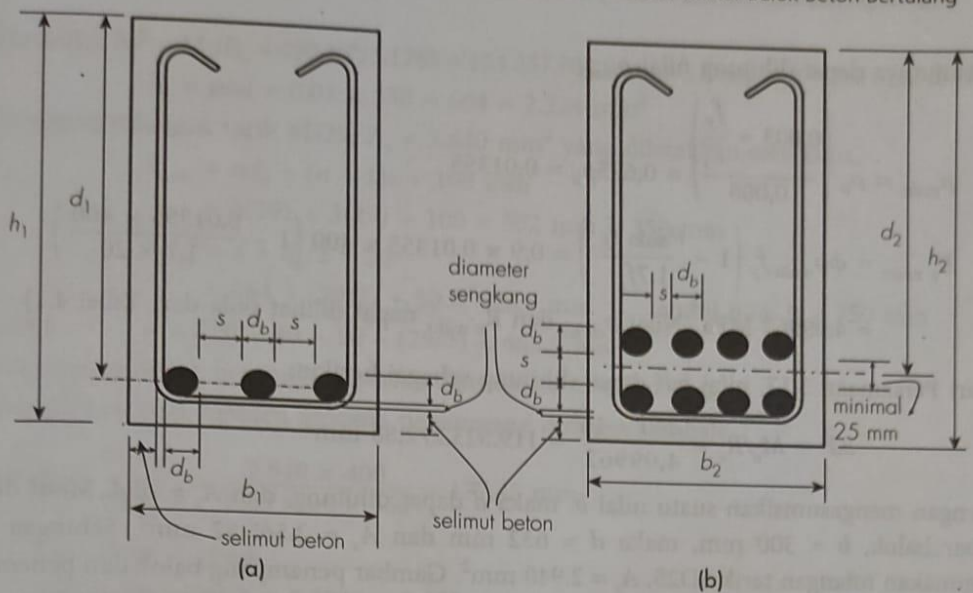
3. Hitung nilai  $\phi M_n$

$$\begin{aligned} \phi M_n &= \phi \cdot A_s \cdot f_y \left( d - \frac{a}{2} \right) = 0,746 \cdot 2640 \cdot 400 \left( \frac{400 - 165,65}{2} \right) \\ &= 249.862.852,8 \text{ Nmm} = 249,86 \text{ kNm} \end{aligned}$$

atau,  
dg pendekatan yg lbh konservatif, yaitu dg menganggap penampang adl terkendali tarik,  $\rho = \rho_{maks} = 0,01693$ , dan  $R_u = 5,125$ .

$$\phi M_n = R_u \cdot b \cdot d^2 = 246 \text{ kNm}$$

(hampir sama dg kuat momen rencana yg diperoleh slmnya, stg dlm perencanaan disarankan utk memilih luas tulangan secukupnya yg akan menghasilkan penampang terkendali tarik dg  $\phi = 0,90$ ).



➤ **GAMBAR 4.4** Syarat jarak tulangan: (a) satu lapis tulangan; (b) dua lapis tulangan.

Dengan memperhitungkan ketebalan selimut beton, ukuran diameter sengkang serta diameter dari tulangan tarik, maka tinggi minimum penampang balok beton dalam Gambar 4.4.a dan b dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} h_1 &= d_1 + d_b/2 + 10 \text{ mm} + 40 \text{ mm} \\ &= d_1 + d_b/2 + 50 \text{ mm} \end{aligned} \quad (\text{untuk satu lapis tulangan})$$

$$\begin{aligned} h &= d_2 + s/2 + d_b + 10 \text{ mm} + 40 \text{ mm} \\ &= d_2 + (25/2) + d_b + 50 = d_2 + d_b + 62,5 \text{ mm} \end{aligned} \quad (\text{untuk dua lapis tulangan})$$

Jarak antar tulangan juga sangat ditentukan oleh ukuran maksimum dari agregat kasar yang digunakan. Seperti disyaratkan dalam SNI 2847:2013 Pasal 3.3.2, ukuran maksimum agregat dibatasi tidak boleh melebihi  $1/5$  jarak terkecil antara sisi cetakan,  $1/3$  tebal pelat lantai, atau  $3/4$  jarak bersih minimum antar tulangan atau bundel tulangan.

### ✖ Penyelesaian Contoh 4.2

1. Utk  $f'_c = 20 \text{ MPa}$ ,  $f_y = 400 \text{ MPa}$ ,  $\rho_{\text{maks}} = 0,01355$  (penampang terkendali tarik)

$$R_u = \phi \rho f_y \left(1 - \frac{\rho f_y}{1,7 f'_c}\right) = 0,9 \cdot 0,01 \cdot 400 \left(1 - \frac{0,01 \cdot 400}{1,7 \cdot 20}\right)$$

$$= 3,1765 \text{ MPa}$$

2. Diperoleh  $bd^2 = \frac{M_u}{R_u} = \frac{490 \cdot 10^6}{3,1765} = 154\,257\,830,95 \text{ mm}^3$

Dengan  $b = 350 \text{ mm}$ ,  $d = 664 \text{ mm}$

$$A_s = \rho b d = 0,01 \cdot 350 \cdot 664 = 2324 \text{ mm}^2$$

Gunakan tulangan tarik 4D29,  $A_s = 2640 \text{ mm}^2$  yang diletakkan dalam satu lapis.

$$b_{\text{min}} = n d_b + (n-1)s + 100 \text{ mm}$$

$$= 4(29) + 3(29) + 100 = 302 \text{ mm} < 350 \text{ mm}$$

$$h_{\text{min}} = d + \frac{d_b}{2} + 50$$

$$= 664 + \left(\frac{29}{2}\right) + 50 = 728,5 \text{ mm}, \text{ diambil } h = 750 \text{ mm}$$

$$\text{maka } d = 750 - 40 - 10 - \left(\frac{29}{2}\right) = 685,5 \text{ mm}$$

3. Selanjutnya kuat momen rencana penampang ditinjau kembali:

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} = \frac{2640 \cdot 400}{0,85 \cdot 20 \cdot 350} = 177,48 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow c = \frac{a}{0,85} = 208,8$$

$$\frac{c}{d_t} = \frac{208,8}{685,5} = 0,3046 < 0,375 \text{ (penampang terkendali tarik, } \phi = 0,9 \text{)}$$

$$\phi M_n = \phi A_s \cdot f_y \left(d - \frac{a}{2}\right) = 567160704 \text{ Nmm} = 567,16 \text{ KNm}$$

$$\phi M_n > M_u$$

$$567,16 \text{ KNm} > 490 \text{ KNm} \rightarrow \text{OK}$$

