

b). Tegangan serat bawah

$$f_b = -\frac{P}{A_c} - \frac{P \cdot e \cdot y}{I} + \frac{M \cdot y}{I} \quad (3.4b)$$

Elemen beton prategang pada dasarnya di desain bahwa tegangan serat beton secara langsung dihitung dari gaya luar yang bekerja di beton akibat pemberian prategang longitudinal dan beban luar transversal, sehingga tegangan yang terjadi setelah mengubah persamaan 3.4a dan b maka rasio gaya prategang yang terjadi (R) merupakan perbandingan gaya prategang awal sesudah kehilangan prategang (Pe) dengan gaya prategang awal sebelum terjadi kehilangan prategang (Pi).  
Jika  $r^2$  disubstitusikan untuk  $I/A_c$  pada persamaan 3.3a dan b ( $r$  adalah radius girasi penampang), maka rumus tegangan dapat ditulis kembali :

1. akibat gaya prategang

a). Tegangan serat atas

$$f_t = -\frac{P}{A_c} \left( 1 - \frac{e \cdot C_t}{r^2} \right) \quad (3.5a)$$

b). Tegangan serat bawah

$$f_b = -\frac{P}{A_c} \left( 1 + \frac{e \cdot C_b}{r^2} \right) \quad (3.5b)$$

dengan :  $C_t$  dan  $C_b$  adalah jarak dari pusat penampang ke serat atas dan bawah

2. akibat berat sendiri di tambah pemberian gaya prategang

Jika beban-beban yang bekerja berat sendiri menyebabkan momen  $M_G$  (momen akibat berat sendiri) di penampang yang sedang ditinjau, maka persamaan 3.5a dan b menjadi :

a). Tegangan serat atas

$$f_t = -\frac{P}{A_c} \left( 1 - \frac{e \cdot C_t}{r^2} \right) - \frac{M_G}{S_t} \quad (3.6a)$$

3. Digunakan tulangan non-prategang dengan diameter,  $\phi$  25 mm.
4. Luas satu tulangan non-prategang,  $A_s = 490,625 \text{ mm}^2$
5. Modulus elastisitas tulangan non-prategang,  $E_s = 200.000 \text{ MPa}$
6. Regangan leleh baja non-prategang,  $\varepsilon = f_y / E_s = 400 / 200.000 = 0,002$

### 5.3 Angka Perbandingan Modular

1. Baja prategang

$$\text{a. saat transfer} \quad = n_{ps} = \frac{E_{ps}}{E_{ci}} = \frac{1,98 \cdot 10^5}{30730,2376} = 6,4432$$

$$\text{b. saat layan} \quad = n_{ps} = \frac{E_{ps}}{E_c} = \frac{1,98 \cdot 10^5}{31528,5585} = 6,2800$$

2. Baja non-prategang

$$n_s = \frac{E_s}{E_c} = \frac{2.0 \cdot 10^5}{31528,5585} = 6,3435$$

### 5.4 Perencanaan Pembebanan

1. Beban mati

$$\begin{aligned} \text{pelat 20 cm} &= 0,20 \cdot 23 \times (5 - 0,6) &= 20,2400 \text{ kN/m} \\ \text{teraso 5 cm} &= 0,05 \cdot 0,24 \times 5 &= 0,0360 \text{ kN/m} \\ \text{speci 2 cm} &= 0,02 \cdot 0,21 \times 5 &= 0,0210 \text{ kN/m} \\ \text{pasir 5 cm} &= 0,05 \cdot 18 \times 5 &= 4,5000 \text{ kN/m} \\ \text{beban mati yang terjadi} &= w_D &= 24,7970 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

2. Beban hidup

$$\begin{aligned} \text{beban hidup untuk auditorium} &= 500 \text{ kg/m}^2 = 5 \text{ KN/m}^2 \\ \text{baban hidup yang terjadi (} w_L \text{)} &= 5 \times 5 &= 25 \text{ KN/m} \end{aligned}$$

3. Berat gelagar  $w_G$  (diasumsikan)  $= 17 \text{ kN/m}$

Lendutan yang terjadi adalah :

a. Lendutan ke atas (*chamber*)

$$\begin{aligned}\delta_{pi} &= \frac{5.P_i.e_c.L^2}{48.E_a.I_g} \cdot (1 - \Delta p/P_i + \lambda \cdot (k_r.C_i)) \\ &= \frac{5 \times 8180,4320 \times 10^3 \times 457 \times (25 \times 10^3)^2}{48 \times 31528,5585 \times 1,1011 \cdot 10^{11}} \cdot (1 - \frac{1600,8170}{7824,9992} + 0,9182 \cdot 1,1,4054) \\ &= 146,2320 \text{ mm } (\uparrow)\end{aligned}$$

b. Lendutan akibat beban mati

$$\begin{aligned}\delta_D &= \delta_D \cdot (1 + k_r.C_i) \\ &= 36,3299 \times (1 + 0,9182 \cdot 1,4054) \\ &= 73,8593 \text{ mm } (\downarrow)\end{aligned}$$

c. Lendutan akibat beban gelagar

$$\begin{aligned}\delta_G &= \delta_G \cdot (1 + K_a \cdot k_r.C_i) \\ &= 27,3895 \times (1 + 0,7350 \cdot 0,9182 \cdot 1,4054) \\ &= 65,8824 \text{ mm } (\downarrow)\end{aligned}$$

d. Lendutan akibat beban hidup

$$\begin{aligned}\delta_L &= \delta_L \\ &= 36,6273 \text{ mm } (\downarrow)\end{aligned}$$

e. Lendutan total yang terjadi adalah :

$$\begin{aligned}\delta_T &= \delta_{pi} + \delta_D + \delta_G + \delta_L \\ &= -146,2320 + 73,8593 + 65,8824 + 36,6273 \\ &= 30,1370 \text{ mm } (\downarrow)\end{aligned}$$

Kontrol lendutan yang terjadi menggunakan lampiran 1.d, tabel 1.9, yaitu :

$$\frac{L}{240} = \frac{25000}{240} = 104,1667 \text{ mm} > \delta_T = 30,1370 \text{ mm} \text{ (aman)}$$

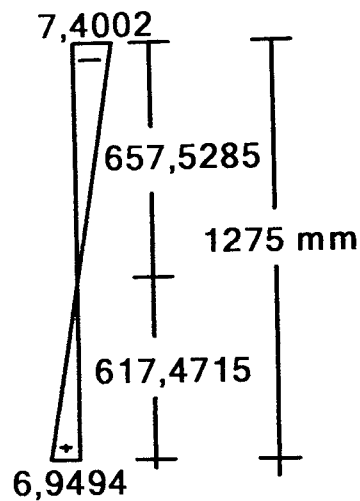
Jadi lendutan yang terjadi sebesar 30,1370 mm' ke arah bawah.

$$\text{jadi, } f_{b's} = 6,9494 \text{ MPa} \leq f_{cs} = -20,25 \text{ MPa} \quad (\text{OK})$$

Seluruh tegangan yang terjadi  $\leq$  dari tegangan ijin.

$$y_2 = \frac{f_t}{f_t + f_b} \cdot h = \frac{7,4002}{7,4002 + 6,9494} \cdot 1275 = 657,5285 \text{ mm}$$

$$y_1 = 1275 - 657,5285 = 617,4715 \text{ mm}$$



Gambar 5.11 Diagram Tegangan Beton Akibat Baja Non-Prategang

3). Tegangan total yang terjadi

a). Serat atas

$$\begin{aligned} f'_{t} &= f'_{ps} + f'_{s} \\ &= -14,1632 + (-7,4002) \\ &= 21,5634 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$f'_{t} = 21,5634 \text{ MPa} < f_{cs} \text{ seluruh} = 27,0000 \text{ MPa} \quad (\text{Ok})$$

b). Serat bawah

$$\begin{aligned} f'_{b} &= f_{b,ps} + f_{b,s} \\ &= -1,6056 + 6,9494 \\ &= 5,3438 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$f'_{b} = 5,3438 \text{ MPa} > f_{is} = 3,3541 \text{ MPa}$$