

Pertemuan IX, X, XI
IV. Elemen-Elemen Struktur Kayu

IV.1 Batang Tarik



Gambar 4.1 Batang tarik

Elemen struktur kayu berupa batang tarik ditemui pada konstruksi kuda-kuda. Batang tarik merupakan suatu elemen struktur yang menerima gaya normal berupa gaya tarik. Komponen struktur tarik harus direncanakan untuk memenuhi ketentuan sebagai berikut :

$$T_u \leq \lambda \cdot \phi_t \cdot T' \dots\dots\dots 4.1)$$

Dimana T_u adalah gaya tarik terfaktor, beban mati = $1,2D$, beban hidup = $1,6D$, λ adalah faktor waktu sesuai dengan jenis kombinasi pembebanan, ϕ_t adalah faktor tahanan tarik sejajar serat, $\phi_t = 0,8$, T' adalah tahanan tarik terkoreksi. Tahanan tarik terkoreksi adalah hasil perkalian tahanan acuan dengan faktor-faktor koreksi.

Sebagai pertimbangan khusus komponen-komponen struktur tarik tidak boleh ditakik, karena akan mengurangi tahanan tarik, dimana tahanan tarik ada dua macam, yaitu :

1. Tahanan tarik sejajar serat

Tahanan tarik terkoreksi komponen struktur tarik konsentris, T' ditentukan pada penampang tarik kritis :

$$T' = F_t' \cdot A_n \dots\dots\dots 4.1a)$$

Dimana F_t' adalah kuat tarik sejajar serat terkoreksi sesuai jenis dan mutu kayu, A_n adalah luas penampang netto karena alat sambung yang diperoleh dari luas bruto dikurangi dengan jumlah material kayu yang hilang karena adanya lubang paku, baut dan takikkan.

Bilamana, akibat adanya alat sambung, letak titik berat penampang netto menyimpang dari titik berat penampang bruto sebesar 5% dari ukuran lebar atau lebih, maka eksentrisitas lokal harus ditinjau sesuai dengan prinsip baku mekanika dan prosedur yang berlaku.

2. Tahanan tarik tegak lurus serat

Bilamana gaya tarik tegak lurus serat tidak dapat dihindari, maka perkuatan mekanis harus diadakan untuk mampu memikul gaya tarik yang terjadi. Tarik radial yang timbul pada komponen struktur lengkung dan komponen struktur bersudut serta komponen struktur yang diiris miring harus dibatasi dengan ketentuan-ketentuan yang berlaku.

IV.2 Batang Tekan



Gambar 4.2 Batang tekan

Elemen struktur kayu berupa batang tekan ditemui pada konstruksi kuda-kuda. Batang tekan merupakan suatu elemen struktur yang menerima gaya normal berupa gaya tekan. Komponen struktur tekan harus direncanakan untuk memenuhi ketentuan sebagai berikut :

$$P_u \leq \lambda \cdot \phi_c \cdot P' \quad \dots\dots\dots 4.2)$$

Dimana P_u adalah tekan terfaktor, beban mati = $1,2D$, beban hidup = $1,6D$, λ adalah faktor waktu sesuai dengan jenis kombinasi pembebanan, ϕ_c adalah faktor tahanan tekan, $\phi_c = 0,9$, P' adalah tahanan tekan terkoreksi.

Komponen struktur yang memikul gaya-gaya aksial setempat harus mendapatkan pendetailan tahanan dan kestabilan yang cukup pada daerah bekerjanya gaya-gaya tersebut. Begitu pula komponen struktur harus memiliki tahanan rencana lokal dan stabilitas pelat badan yang cukup pada tumpuan balok dan pada lokasi gaya-gaya transversal bekerja.

Perhitungan batang tekan harus memenuhi ketentuan berikut :

1. Panjang efektif batang :

Panjang batang tekan tak-terkekang atau panjang bagian batang tak-terkekang, l harus diambil sebagai jarak pusat-kepusat pengekang lateral. Panjang batang tak-terkekang harus ditentukan baik terhadap sumbu kuat maupun terhadap sumbu lemah dari batang tersebut.

Panjang efektif batang tekan l_e untuk arah yang ditinjau harus diambil sebagai $K_e l$. Dimana K_e adalah faktor panjang tekuk untuk komponen struktur tekan. K_e tergantung pada kondisi ujung batang dan atau tidak adanya goyangan. Untuk kolom tanpa goyangan pada arah yang ditinjau, faktor panjang tekuk K_e harus diambil sama dengan satu kecuali jika analisis memperlihatkan bahwa kondisi kekangan ujung kolom memungkinkan digunakannya faktor panjang tekuk yang lebih kecil dari pada satu.

Untuk kolom dengan goyangan pada arah yang ditinjau, faktor panjang tekuk K_e harus lebih besar dari pada satu dan ditentukan berdasarkan analisis mekanika dengan memperhitungkan kondisi kekangan ujung kolom. Nilai K_e untuk beberapa jenis kondisi kekangan ujung dan untuk keadaan dengan goyangan serta tanpa goyangan dapat ditentukan menggunakan hubungan pada Gambar 4.3.

Garis terputus menunjukkan diagram kolom tertekuk	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
Nilai K_e teoritis	0,5	0,7	1,0	1,0	2,0	2,0
Nilai K_e yang dianjurkan untuk kolom yang mendekati kondisi ideal	0,65	0,80	1,2	1,0	2,10	2,4
Kode ujung						

Gambar 4.3 Nilai faktor panjang tekuk

2. Kelangsingan batang :

Kelangsingan batang adalah perbandingan antara panjang efektif batang pada arah yang ditinjau terhadap jari-jari girasi, i_x penampang batang pada arah itu. Kelangsingan = $K_e l / i_x$. Jari-jari girasi dihitung berdasarkan luas penampang bruto dan menggunakan penampang transformasi jika digunakan penampang komposit.

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} \dots\dots\dots 4.3)$$

dan $i_x = 0,289.h$ (untuk penampang empat persegi), dimana I_x adalah momen inersia penampang dan A adalah luas penampang. Nilai kelangsingan batang tidak boleh melebihi 175, atau :

$$\frac{K_e L}{i_x} \leq 175 \dots\dots\dots 4.4)$$

Dimana K_e adalah koefisien tekuk, L adalah panjang batang, i_x adalah jari-jari girasi

3. Tahanan tekan batang :

Tahanan tekan batang terkoreksi ditetapkan sebagai berikut :

$$P' = C_p \cdot P_o' = C_p \cdot A \cdot F_c' \dots\dots\dots 4.5)$$

Dimana C_p adalah faktor kestabilan batang tekan dan P_o' adalah tahanan tekuk aksial terkoreksi sejajar serat pada kelangsingan batang sama dengan nol (N), A adalah luas penampang, dan F_c' adalah kuat tekan terkoreksi sejajar serat setelah dikalikan dengan semua faktor koreksi. Nilai C_p dihitung sebagai persamaan :

$$C_p = \frac{1 + \alpha_c}{2c} - \sqrt{\left(\frac{1 + \alpha_c}{2c}\right)^2 - \frac{\alpha_c}{c}} \dots\dots\dots 4.6)$$

Selanjutnya c adalah konstanta batang tekan, dengan ketentuan : $c = 0,8$ untuk batang massif, $c = 0,85$ untuk tiang pancang bundar, dan $c = 0,9$ untuk kayu

laminasi struktural (glulam) dan kayu komposit struktural. α_c dihitung dengan persamaan berikut :

$$\alpha_c = \frac{\phi_s \cdot P_e}{\lambda \cdot \phi_c \cdot P_o'} \dots\dots\dots 4.7)$$

Dimana ϕ_s adalah tahanan stabilitas = 0,85; P_e adalah tahanan tekuk kritis (Euler) pada arah yang ditinjau (N); λ adalah faktor waktu; ϕ_c adalah tahanan tekan = 0,9; dan P_o' adalah tahanan tekuk aksial terkoreksi sejajar serat pada kelangsingan batang sama dengan nol (N). Nilai P_e dihitung dengan persamaan :

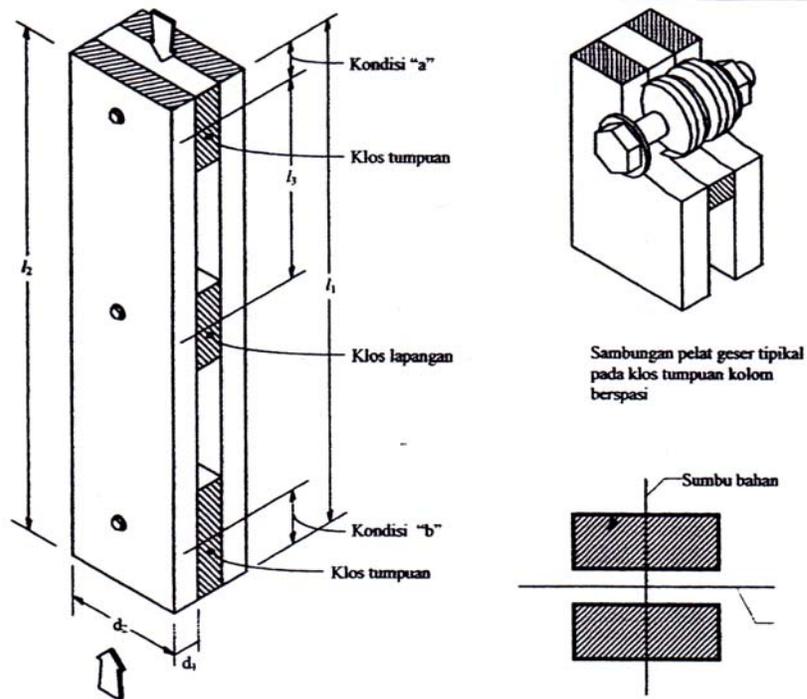
$$P_e = \frac{\pi^2 \cdot E'_{05} \cdot I}{(K_e \cdot L)^2} = \frac{\pi^2 \cdot E'_{05} \cdot A}{\left(K_e \cdot \frac{L}{i_x} \right)^2} \dots\dots\dots 4.8)$$

Dengan $E'_{05} = E_{05} \cdot faktor\ koreksi$, dan $E_{05} = 0,67 \cdot E_w$ (MPa), *faktor koreksi* : faktor layan basah, $C_m = 0,67$ dan faktor temperatur, $C_t = 0,8$. E_w adalah modulus elastisitas lentur kayu yang digunakan. I adalah momen inersia penampang, A adalah luas penampang, dan $K_e \cdot L/i_x$ adalah kelangsingan batang.

4. Tahanan kolom berspasi

Pada kolom berspasi ada dua sumbu utama yang melalui titik berat penampang, yaitu sumbu bebas bahan dan sumbu bahan. Sumbu bebas bahan adalah sumbu yang arahnya sejajar muka yang berspasi (biasanya muka yang lebih besar) pada kolom, dan sumbu bahan adalah sumbu yang arahnya tegak lurus arah sumbu bebas bahan dan memotong kedua komponen struktur kolom, seperti diperlihatkan pada Gambar 3.4.

Pada kolom berspasi yang merupakan komponen struktur tekan dari suatu rangka batang, titik kumpul yang dikekang secara lateral dianggap sebagai ujung dari kolom berspasi, dan elemen pengisi pada titik kumpul tersebut dipandang sebagai klos tumpuan.



Gambar 4.4 Geometrik kolom berspasi

Dimana l_1 adalah panjang total dalam bidang sumbu bebas bahan, l_2 adalah panjang total dalam bidang sumbu bahan, l_3 adalah jarak yang terbesar dari pusat alat sambung pada klos tumpuan ke pusat klos berikutnya, d_1 adalah dimensi kolom tunggal pada bidang sumbu bahan pada kolom berspasi, d_2 adalah dimensi kolom tunggal pada bidang sumbu bebas bahan pada kolom berspasi.

Klos tumpuan dengan tebal minimum sama dengan ketebalan kolom tunggal harus diadakan pada atau dekat ujung kolom berspasi. Klos tumpuan harus mempunyai lebar dan panjang yang memadai. Sedikitnya satu klos lapangan, klos yang terletak diantara klos-klos tumpuan, dengan lebar sama dengan lebar klos tumpuan harus dipasang di tengah atau didaerah tengah kolom berspasi sedemikian, sehingga $l_3 \leq 0,5l_1$.

Perbandingan panjang terhadap lebar maksimum ditentukan sebagai berikut; pada bidang sumbu bahan l_1 / d_1 tidak boleh melampaui 80, pada bidang sumbu bahan l_3 / d_1 tidak boleh melampaui 40, pada bidang sumbu bebas bahan l_2 / d_2 tidak boleh melampaui 50.

Kolom berspasi yang tidak memenuhi ketentuan dalam butir ini harus direncanakan dengan meninjau masing-masing komponen struktur sebagai kolom berpenampang masif yang terpisah, kecuali bila digunakan analisis rasional yang memperhitungkan kondisi penjepitan ujung kolom berspasi. Tahanan tekan terkoreksi kolom berspasi harus diambil sebagai nilai yang terkecil diantara tahanan tekan terkoreksi terhadap sumbu bebas bahan dan terhadap sumbu bahan.

Momen inersia terhadap sumbu bebas bahan yang digunakan adalah momen inersia untuk komponen struktur tunggal terhadap sumbu bebas bahan dikalikan dengan banyaknya komponen struktur. Apabila komponen-komponen tersebut mempunyai ukuran, tahanan, atau kekakuan bahan yang berbeda, maka harus digunakan nilai-nilai I , E_w , dan atau F_c yang terkecil di dalam prosedur di atas, kecuali kalau dilakukan analisis yang lebih rinci. Ketentuan tersebut juga berlaku terhadap sumbu bahan.

5. Tahanan kolom tersusun

Tahanan kolom tersusun harus ditetapkan dengan memperhitungkan geometrik setiap elemen dan keefektifan alat pengencang yang menghubungkan setiap elemen penyusun komponen struktur tersusun. Sebagai alternatif, tahanan kolom tersusun dapat ditetapkan sebagai jumlah dari tahanan masing-masing elemen penyusun yang bekerja secara mandiri.

6. Tahanan tumpu pada ujung komponen struktur

Tahanan tumpu pada ujung komponen struktur ditetapkan sebagai berikut :

$$P_u \leq \lambda \cdot \phi_c \cdot P_g' \dots\dots\dots 4.9)$$

Dengan P_u adalah gaya tekan terfaktor, λ adalah faktor waktu, $\phi_c = 0,9$ adalah faktor tahanan tekan sejajar serat, dan P_g' adalah tahanan tekan tumpu terkoreksi sejajar serat yang besarnya :

$$P_g' = A_n \cdot F_g' \dots\dots\dots 4.10)$$

Dimana A_n adalah luas tumpu netto dan F_g' adalah kuat tumpu terkoreksi pada ujung kolom. Tahanan terkoreksi adalah hasil dari perkalian tahanan acuan dengan faktor-faktor koreksi. Bila beban tekan terfaktor melebihi $0,75\lambda\phi_cP_g'$,

maka pada bidang tumpu harus dipasang pelat baja atau material lainnya dengan tahanan yang setara.

Ujung-ujung kolom yang masing-masing memikul beban tumpu harus dipotong secara seksama dan sejajar satu terhadap lainnya, sehingga bidang-bidang tumpu termasuk pelat penumpu bila ada dapat dipasang dengan baik. Masing-masing dari kedua ujung kolom tersebut juga harus dikekang secara lateral pada kedua arah yang saling tegak lurus.

7. Tahanan tumpu pada sisi komponen struktur

Tahanan tumpu rencana pada sisi komponen struktur harus memenuhi persamaan berikut ;

$$P_u \leq \lambda \cdot \phi_c \cdot P_{\perp'} \dots\dots\dots 4.11)$$

Dengan P_u adalah gaya tekan terfaktor, λ adalah faktor waktu, $\phi_c = 0,9$ adalah faktor tahanan tekan sejajar serat, dan $P_{\perp'}$ adalah tahanan tekan tumpu terkoreksi tegak lurus serat yang besarnya :

$$P_{\perp'} = A_n \cdot F_{c\perp'} \dots\dots\dots 4.12)$$

Dimana A_n adalah luas tumpu netto tegak lurus serat dan $F_{c\perp'}$ adalah kuat tumpu terkoreksi tegak lurus serat. Tahanan terkoreksi adalah hasil dari perkalian tahanan acuan dengan faktor-faktor koreksi.

Bila panjang bidang tumpu l_b dalam arah panjang komponen stuktur tidak melebihi dari 150 mm dan jarak ke bidang tumpu lebih dari pada 75 mm dari ujung kolom maka nilai $P_{\perp'}$ yang dihitung dengan persamaan (4.12) dapat dikalikan dengan faktor berikut :

$$C_b = (l_b + 9,5) / l_b \dots\dots\dots 4.13)$$

Dengan satuan l_b dalam mm, faktor waktu λ harus ditinjau dalam semua perhitungan tahanan tumpu komponen struktur.

8. Bidang tumpu yang membuat sudut terhadap arah serat

Tahanan tumpu rencana pada sisi komponen struktur harus memenuhi persamaan ;

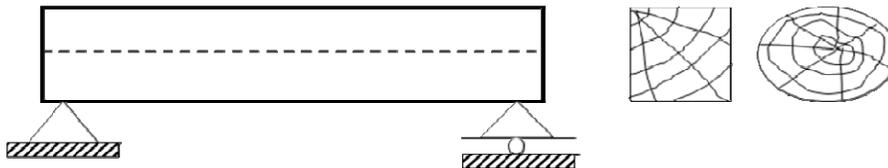
$$P_u \leq \lambda \phi_c \cdot P_o' \dots\dots\dots 4.14)$$

Dengan P_u adalah gaya tekan terfaktor, λ adalah faktor waktu, $\phi_c = 0,9$ adalah faktor tahanan tekan sejajar serat, dan P_o' adalah tahanan tumpu terkoreksi dimana gaya tumpunya membuat sudut sebesar θ_b terhadap serat kayu, dan nilainya sama dengan :

$$P_o' = A_n \frac{F_g' F_{c\perp}'}{F_g' \sin^2 \theta_b + F_{c\perp}' \cos^2 \theta_b} \dots\dots\dots 4.15)$$

Dimana A_n adalah luas tumpu netto dan F_g' adalah kuat tumpu terkoreksi pada ujung kolom, $F_{c\perp}'$ adalah kuat tumpu terkoreksi tegak lurus serat, dan θ_b adalah sudut antara gaya tumpu dengan arah serat kayu, dimana $\theta_b = 90^\circ$ untuk gaya tumpu yang membuat sudut tegak lurus terhadap arah serat kayu. Bila $\theta_b = 80^\circ$ atau lebih, maka bidang tumpu dapat dianggap tegak lurus terhadap arah serat kayu.

IV.3 Balok Lentur



Gambar 4.5 Balok lentur

Elemen struktur kayu berupa balok lentur ditemui pada konstruksi jembatan dan bekisting. Balok lentur merupakan suatu elemen struktur yang menerima gaya lentur atau beban tegak. Komponen struktur lentur harus direncanakan untuk memenuhi ketentuan sebagai berikut,

Untuk momen lentur : $M_u \leq \lambda \phi_b \cdot M' \dots\dots\dots 4.16)$

Dimana M_u adalah momen terfaktor, λ adalah faktor waktu, $\phi_b = 0,85$ adalah faktor tahanan lentur, dan M' adalah tahanan lentur terkoreksi.

Untuk geser lentur : $V_u \leq \lambda \phi_v \cdot V' \dots\dots\dots 4.17)$

Dimana V_u adalah gaya geser terfaktor, λ adalah faktor waktu, $\phi_v = 0,75$ adalah faktor tahanan geser, dan V' adalah tahanan geser terkoreksi.

$$\text{Untuk puntir : } M_{tu} \leq \lambda \cdot \phi_b \cdot M_t' \quad \dots\dots\dots 4.18)$$

Dimana M_{tu} adalah komponen puntir terfaktor, λ adalah faktor waktu, $\phi_v = 0,75$ adalah faktor tahanan geser, dan M_t' adalah tahanan puntir terkoreksi.

Bentang rencana harus digunakan dalam menghitung geser, momen, dan lendutan pada komponen struktur. Untuk komponen struktur berbentuk sederhana yang tidak menyatu dengan tumpuan-tumpuannya, maka bentang rencana adalah bentang bersih ditambah setengah kali panjang landasan tumpuan pada masing-masing ujung komponen struktur, sesuai persamaan berikut :

$$L_{th} = L + 0,05.L \quad \dots\dots\dots 4.19)$$

Tahanan lentur terkoreksi ditentukan dengan persamaan :

$$M' = F_b' \cdot W \cdot C_f \quad \dots\dots\dots 4.20)$$

Dimana M' adalah tahanan lentur terkoreksi, F_b' adalah kuat lentur terkoreksi, W adalah momen tahanan ; $W = 1/6 \cdot b \cdot h^2$ (untuk penampang empat persegi), $W = 1/32 \cdot \pi \cdot D^3$ (untuk penampang bundar), dan C_f adalah faktor bentuk penampang ; $C_f = 1,4$ (untuk penampang empat persegi), $C_f = 1,15$ (untuk penampang bundar).

Tahanan geser terkoreksi ditentukan dengan persamaan berikut :

$$V' = \frac{F_v' \cdot I \cdot b}{Q} \quad \dots\dots\dots 4.21)$$

Dimana : F_v' adalah kuat geser terkoreksi, I adalah momen inersia, b adalah lebar penampang balok, Q adalah momen statis penampang terhadap sumbu netral.

Untuk penampang persegi panjang, tahanan geser terkoreksi ditentukan dengan persamaan :

$$V' = \frac{2}{3} F_v' \cdot b \cdot d \quad \dots\dots\dots 4.22)$$

Dengan b adalah lebar penampang balok, dan d adalah tinggi penampang balok.

IV.4 Contoh-Contoh Soal dan Pembahasan

Soal 1. Sebuah batang tarik mendukung beban tarik dari beban mati sebesar 65 kN. Kayu yang digunakan dengan kode E_{16} dari mutu A. Bila pada batang tarik tersebut terdapat sambungan baut, tentukan dimensi balok.

Penyelesaian :

Kayu kode E_{16} dari mutu A, diperoleh $F_t' = 36 \times 0,8 = 28,8$ MPa

Faktor tahanan tarik $\Phi_t = 0,8$; faktor waktu $\lambda = 0,8$ (beban mati)

Luas penampang netto :

$$A_n \geq \frac{T_u}{\lambda \cdot \phi_t \cdot F_t'} \rightarrow A_n \geq \frac{1,2(65000)}{(0,8) \cdot (0,8) \cdot (28,8)}$$

$$A_n \geq 4232 \text{ mm}^2$$

Untuk balok persegi, dengan asumsi $h = 2b$, maka :

$$b \cdot h \geq 4232$$

$$b \cdot (2b) \geq 4232$$

$$2b^2 \geq 4232$$

$$b \geq 46 \text{ mm} \approx 50 \text{ mm}$$

$$h = 2b = 2(50) = 100 \text{ mm}$$

Jadi dimensi kayu balok persegi yang diperlukan adalah 5/10

Untuk balok bundar, maka :

$$\frac{1}{4}\pi D^2 \geq 4232$$

$$D \geq 73,41 \text{ mm} \approx 75 \text{ mm}$$

Jadi dimensi kayu balok bundar diameter yang diperlukan adalah 7,5 cm

Soal 2. Sebuah batang tekan dengan ukuran 8 x 12 dan panjang 3,5 m, terbuat dari kayu dengan kode E_{21} dari mutu A. Ujung yang satu terjepit dan ujung lainnya sendi. Apabila batang tekan tersebut menahan beban mati dan beban hidup, tentukanlah beban maksimum yang mampu ditahan balok tersebut.

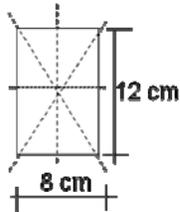
Penyelesaian :

Kayu kode E_{21} mutu A, diperoleh $F'_c = 0,8 \cdot 47 = 37,6$ MPa; $E_w = 21000$ MPa

Faktor tahanan tekan, $\phi_c = 0,9$; faktor waktu, $\lambda = 0,8$ (beban mati dan beban hidup)

Kedua ujung : jepit – sendi, sehingga diperoleh K_e teoritis = 0,7 dan K_e idiil = 0,8.

Luas penampang dan momen inersia :



Luas , $A = 8 \times 12 = 96 \text{ cm}^2$

Momen inersia, $I = 1/12 \cdot b \cdot h^3$
 $= 1/12 \cdot 8 \cdot 12^3$
 $= 1152 \text{ cm}^4$

Jari-jari girasi :

$$i_x = \sqrt{\frac{1152}{96}} = 3,46 \text{ cm}$$

$$i_x = 0,289 \cdot 12 = 3,47 \text{ cm}$$

diambil nilai terkecil, yaitu 3,46 cm

Kelangsingan batang tekan, untuk K_e teoritis = 0,7

$$\frac{(0,7) \cdot (350)}{3,46} \leq 175$$

$$70,81 \leq 175 \rightarrow \text{memenuhi}$$

Kelangsingan batang tekan, untuk K_e idiil = 0,8

$$\frac{(0,8) \cdot (350)}{3,46} \leq 175$$

$$80,92 \leq 175 \rightarrow \text{memenuhi}$$

Modulus elastisitas lentur presentil ke lima:

$$E_{05} = 0,67 \cdot (21000) = 14070 \text{ MPa}$$

Faktor koreksi : layan basah, $C_m = 0,67$, temperatur, $C_t = 0,8$

Tahanan tekuk kritis (Euler)

$$: P_e = \frac{\pi^2 \cdot (7542) \cdot (9600)}{\left((0,7) \cdot \frac{(3500)}{34,6} \right)^2} = 142521 \text{ N}$$

Tahanan tekuk aksial terkoreksi sejajar pada kealangsingan batang :

$$P'_o = (9600) \cdot (37,6) = 360960 \text{ N}$$

Faktor kestabilan batang :

$$\alpha_c = \frac{(0,8) \cdot (142521)}{(0,8) \cdot (0,9) \cdot (360960)} = 0,44$$

$$C_P = \frac{1 + 0,44}{2 \cdot (0,8)} - \sqrt{\left(\frac{1 + 0,44}{2 \cdot (0,8)} \right)^2 - \frac{0,44}{0,8}} = 0,39$$

Gaya tekan terfaktor :

$$P_u \leq (0,8) \cdot (0,9) \cdot (0,39) \cdot (9600) \cdot (37,6)$$

$$P_u \leq 101357 \text{ N}$$

Jadi gaya tekan yang mampu dipikul batang tekan tersebut adalah sebesar 101 kN.

Soal 3. Suatu balok kayu diletakkan langsung di atas pasangan batu kali, dengan panjang bentang harian 4 m. Digunakan kayu dengan kode E_{25} . Balok memikul beban terbagi rata sebesar 5 kN/m (sudah termasuk berat sendiri balok). Tentukan dimensi balok tersebut.

Penyelesaian :

Kayu kode E_{25} , diperoleh $F_b = 67 \text{ MPa}$

Kuat lentur terkoreksi, $F_b' = 0,85 \cdot 67 = 56,95 \text{ Mpa}$

Bentang rencana, $L_{th} = 4 + (0,05 \cdot 4) = 4,2 \text{ m}$

Momen terfaktor :

$$M_u = 1/8 \cdot (5) \cdot (4,2)^2 = 11,025 \text{ kNm} = 11,025 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

Tahanan lentur terkoreksi , penampang empat persegi :

$$M' = 56,95 \cdot W \cdot 1,4 = 79,73W$$

Momen lentur :

$$11,025 \times 10^6 \leq (0,8) \cdot (0,85) \cdot (79,73W)$$

$$W \geq 203352$$

Untuk penampang empat persegi, direncanakan $h = 2b$

$$203352 \leq 1/6 \cdot b \cdot (2b)^2$$

$$2/3 \cdot b^3 \geq 203352$$

$$b \geq 67 \text{ mm} \approx 70 \text{ mm}$$

$$h = 2(70) = 140 \text{ mm}$$

Jadi dimensi kayu balok persegi yang diperlukan adalah 7/14

Tahanan lentur terkoreksi , penampang bundar :

$$M' = 56,95 \cdot W \cdot 1,15 = 65,50W$$

Momen lentur :

$$11,025 \times 10^6 \leq (0,8) \cdot (0,85) \cdot (65,50W)$$

$$W \geq 24753,03$$

Untuk penampang bundar, diameter :

$$24753,03 \leq 1/32 \pi D^3$$

$$D^3 \geq 252132,30$$

$$D \geq 63 \text{ mm} \approx 65 \text{ mm}$$

Jadi dimensi kayu balok bundar diameter yang diperlukan adalah 6,5 cm