

PERENCANAAN BATANG MENAHAN TEGANGAN TEKAN

TUJUAN:

1. Dapat menerapkan rumus tegangan tekuk untuk perhitungan batang tekan.
2. Dapat merencanakan dimensi batang tekan.

PENDAHULUAN

Perencanaan batang tekan dapat ditempuh:

Pertama: menghitung beban dan segala faktor yang mempengaruhi tegangan, kemudian dihitung besarnya dimensi batang yang kuat menahan tegangan tersebut.

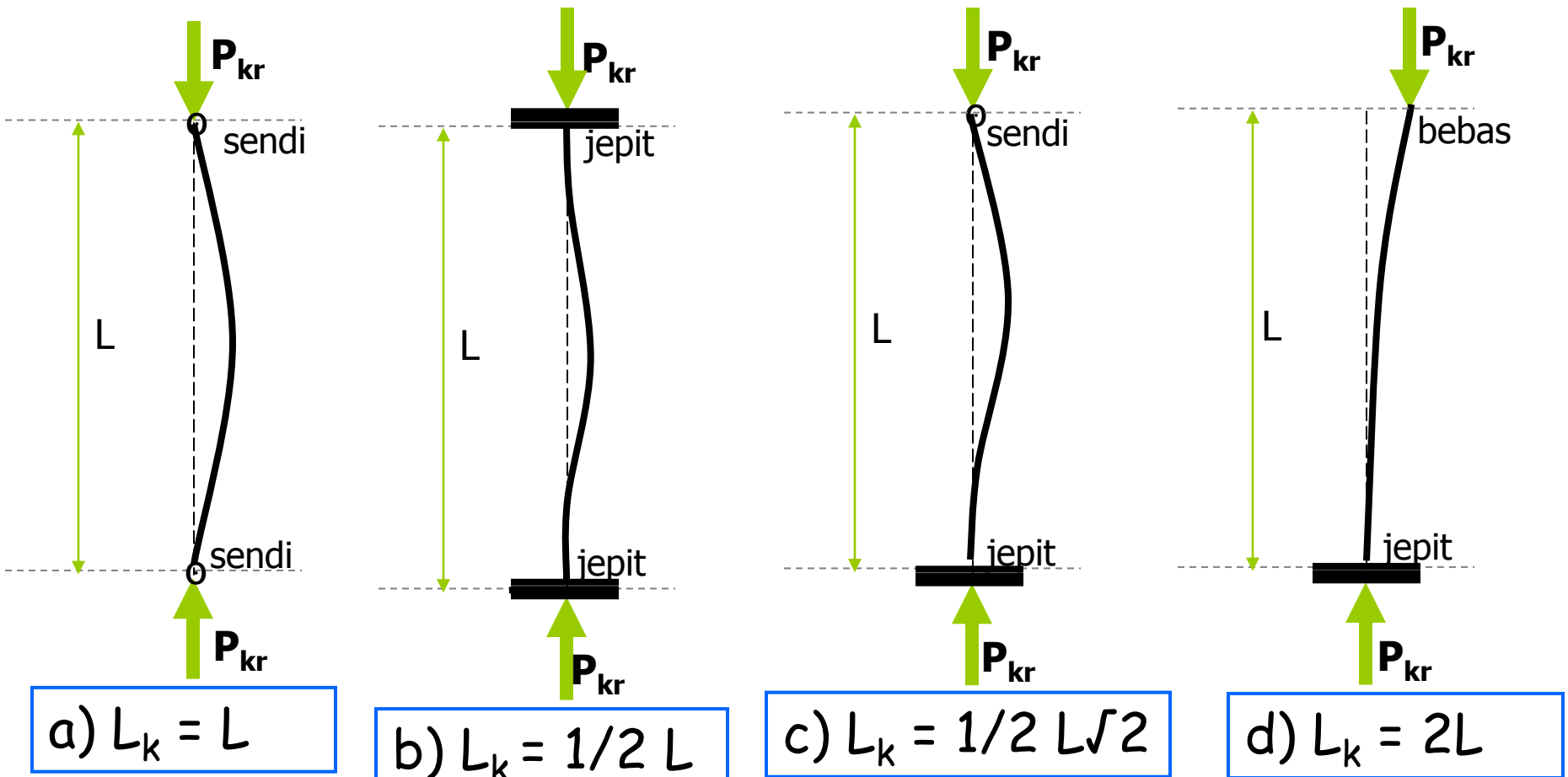
Kedua : Menafsir ukuran penampang batang, kemudian dikontrol kekuatannya

Saat ini yang akan dibicarakan hanya yang pertama.

1. Faktor yang Perlu Diperhatikan

a. Panjang Lengkuk (L_k)

- Panjang lekuk dipengaruhi oleh panjang awal (L) dan jenis tumpuan pada kedua ujungnya.



b. Angka kelangsingan (λ)

$$\lambda = \frac{L_k}{I_{\min}}$$

$$\text{Sedangkan } i_{\min} = \sqrt{\frac{I_{\min}}{F_{br}}}$$

L_k = Panjang lekuk

F_{br} = Luas penampang bruto

I_{\min} = Momen Inersia minimum

i_{\min} = jari-jari inersia minimum

Dalam suatu konstruksi setiap batang tertekan harus mempunyai

$\lambda \leq 150$.

c. Faktor tekuk (ω)

Pada batang tekan, untuk menghindari bahaya tekuk gaya batang yang ditahan harus digandakan dengan faktor tekuk (ω), sehingga:

$$\sigma = \frac{S \cdot \omega}{F_{br}} \leq \tilde{\sigma}_{tk//}$$

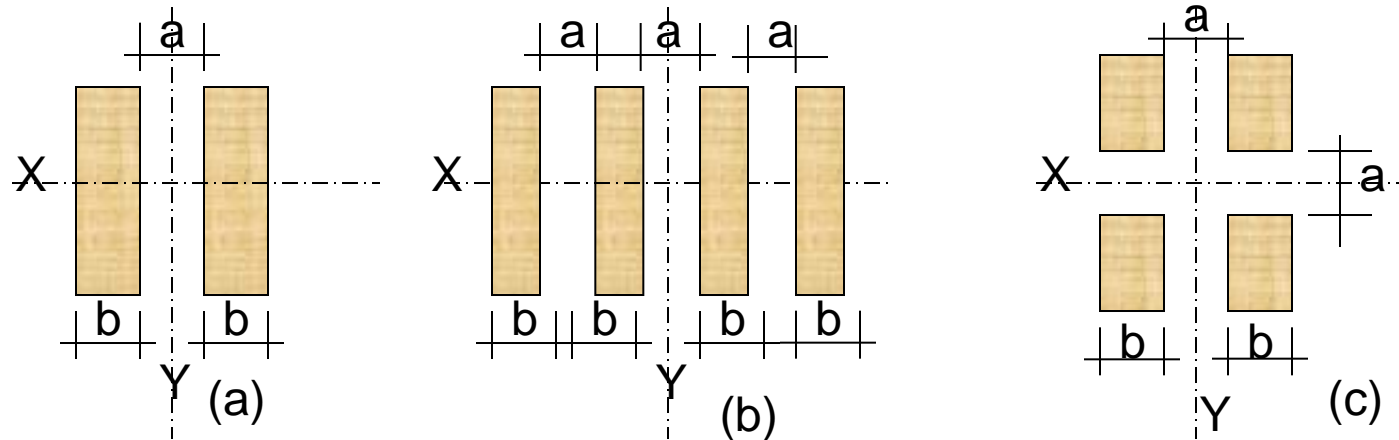
σ = tegangan yang timbul

S = gaya yang timbul

ω = faktor tekuk

- Besarnya ω harus diambil dari daftar III PKKI, yang sesuai dengan nilai λ dari batang tersebut.
- Besarnya $\tilde{\sigma}_{tk//}$ harus diambil dari daftar 2 PKKI.
- Untuk kayu-kayu yang sudah diketahui kelas kekuatannya, tegangan tekuk yang diperkenankan pada batang tertekan yang λ -nya sudah diketahui, dapat diambil dari daftar.

- Pada batang berganda, dalam menghitung momen Inersia terhadap sumbu-sumbu bahan (sumbu X) kita dapat menganggap sebagai batang tunggal dengan lebar sama dengan jumlah lebar masing-masing bagian-bagian sehingga terdapat: $i_x = 0,289 h$.



Untuk menghitung momen lembam terhadap sumbu bebas bahan (sumbu X dalam gbr (c) dan sumbu Y dalam gambar (a) dan (b), harus dipakai rumus:

$$I_r = \frac{1}{4} (I_t + 3 I_g)$$

dimana: I_r = Momen Inersia reduksi (yang diperhitungkan

I_t = Momen Inersia teoritis

I_g = Momen Inersia geser hingga berimpitan satu sama lain.

Daftar faktor tekuk dan tegangan tekuk yang diperkenankan untuk batang tertekan dilihat pada daftar III PKKI.

2. Rumus - Rumus yang Dipergunakan

Ada dua rumus yang dipergunakan pada perhitungan batang tekan, yaitu:

TETMAYER, bila $\lambda \leq 100$

Tetmayer dari hasil percobaannya memberikan rumus:

$$\sigma_{tk} = (293 - 1,94 \lambda) \text{ kg/cm}^2$$

EULER, bila $\lambda \geq 100$

Euler memberikan rumus:

$$Pk = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_{\min}}{N \cdot L_k^2} \quad \text{atau} \quad I_{\min} = \frac{n \cdot Pk \cdot L_k^2}{\pi \cdot E}$$

n = faktor keamanan

E = modulus kenyal bahan

- Untuk kayu kelas I dengan $E = 125.000 \text{ kg/cm}^2$, dan $n = 5$, rumus menjadi: $I_{\min} = 40 P_k \cdot L_k^2$
- Untuk kayu kelas II dengan $E = 100.000 \text{ kg/cm}^2$, dan $n = 5$, rumus menjadi: $I_{\min} = 50 P_k \cdot L_k^2$
- Untuk kayu kelas III dengan $E = 80.000 \text{ kg/cm}^2$, dan $n = 5$, rumus menjadi: $I_{\min} = 60 P_k \cdot L_k^2$

Catatan: P dalam ton

L_k dalam meter, dan

I_{\min} dalam cm^4

Dalam merencanakan ukuran batang tekan, kita belum tahu rumus mana yang akan dipakai, karena belum tahu berapa besarnya λ .

Umumnya kita hitung terlebih dahulu dengan rumus Euler, kemudian bila diperlukan dapat diubah.

Kita tidak bisa menentukan lebar balok (b) dan tinggi balok (h) secara bersama-sama, melainkan salah satu harus kita tentukan terlebih dahulu. Lebar (b) biasanya yang di tentukan terlebih dahulu, diserasikan dengan lebar batang yang lain dengan mempertimbangkan teknik penyambungan.

Contoh perhitungan:

Contoh 1. Perencanaan ukuran penampang

Suatu batang dari kuda-kuda rangka batang, mendapat beban tekan $S = 7$ ton.

Panjang batang $L = 2,5$ m. Dipergunakan kayu kelas II. Berapa ukuran tinggi penampang balok h , bila tebal $b = 10$ cm. Angka keamanan $n = 5$.

Penyelesaian:

Konstruksi kuda-kuda, tumpuan dianggap sendi-sendi.

Panjang lekuk (L_k) = $L = 2,5$ m.

Dianggap mengikuti rumus Euler: $I_{\min} = 50 P_k \cdot L_k^2$ (kayu kelas II)

Untuk balok persegi $I_{\min} = 1/12 b^3h$,

Rumus menjadi:

$$\frac{1}{12 \cdot b^3h} = 50 P_k \cdot L_k^2 \quad \longrightarrow \quad \frac{1000}{12} h = 50 \cdot 7 \cdot (2,5)^2$$

Jadi $h = 26,25$ cm ~ 26 cm.

Kontrol terhadap tegangan tekan

$$\sigma_{tk} \text{ kayu kelas II} = 85 \text{ kg/cm}^2$$

$$i_{\min} = 0,289 b = 0,289 \cdot 10 = 2,89 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{L_k}{i_{\min}} = \frac{250}{2,89} = 86,50 \rightarrow \text{daftar didapat faktor tekuk } \omega = 2,36$$

Tegangan yang timbul:

$$\sigma_{tk} = \frac{Pk \cdot \omega}{F_{br}} = \frac{7000 \cdot 2,36}{10 \cdot 27} = 61,19 \text{ kg/cm}^2 < \tilde{\sigma}_{tk} = 85 \text{ kg/cm}^2$$

Jadi $h = 27\text{cm}$ dapat dipergunakan, dan ukuran kayu menjadi $10/27\text{cm}$.

Contoh 2. Menghitung kekuatan batang tunggal

Sebuah batang tekan (tunggal) pada konstruksi kuda-kuda mempunyai ukuran penampang 8cm x 16cm. Panjang bentang $L = 3\text{m}$, terbuat dari kayu kelas II. Berapa besarnya gaya P_k yang dapat ditahan bila bersifat permanen dan angka keamanan $n = 4$.

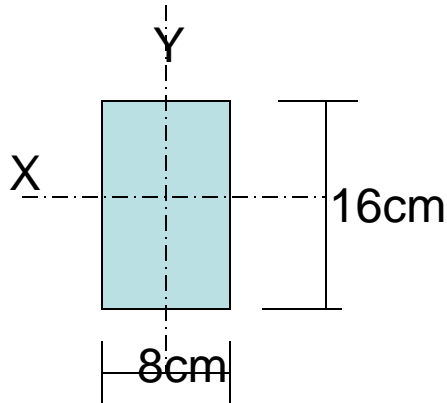
Penyelesaian:

Untuk Konstruksi kuda-kuda (rangka batang) tumpuan dianggap sendi-sendi, jadi $L_k = L = 3\text{m}$.

Konstruksi terlindung $\rightarrow \beta = 1$; beban permanen $\rightarrow \partial = 1$

Kayu kelas II, maka $\sigma_{tk} = 85 \text{ kg/cm}^2$.

$$\tilde{\sigma}_{tk} = 85 \cdot \beta \cdot \partial = 85 \cdot 1 \cdot 1 = 85 \text{ kg/cm}^2$$



$$I_x = 1/12 \cdot b \cdot h^3 = 1/12 \cdot 8 \cdot 16^3 = 2730,7 \text{ cm}^4$$

$$I_y = 1/12 \cdot b^3 \cdot h = 1/12 \cdot 8^3 \cdot 16 = 682,6 \text{ cm}^4$$

Batang akan melentur ke arah yang momen Inersianya kecil, dalam kasus ini yang kecil adalah I_y , jadi yang dipakai dalam perhitungan adalah I_y .

$$i_{\min} = \sqrt{\frac{I_{\min}}{F_{br}}} = \sqrt{\frac{682,6}{8 \times 16}} = 2,31 \text{ cm.}$$

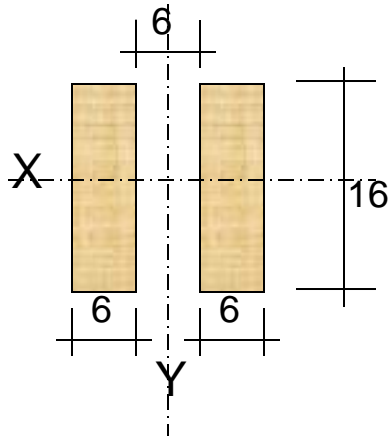
$$\lambda = \frac{L_k}{i_{\min}} = \frac{300}{2,31} = 129$$

Menurut daftar, untuk $\lambda = 129 \rightarrow$ didapat $\omega = 5,38$

$$\sigma_{tk} = \frac{P_k \cdot \omega}{F_{br}} \quad \text{atau} \quad P_k = \frac{\sigma_{tk} \cdot F_{br}}{\omega} = \frac{85 (8 \times 16)}{5,38} = 2022 \text{ kg.}$$

$$\tilde{P} = \frac{P_k}{n} = \frac{2022}{4} = 505,5 \text{ kg}$$

Contoh 3. Batang berpenampang ganda



Sebuah batang berpenampang ganda seperti terlihat dalam gambar samping, dipergunakan pada konstruksi kuda-kuda, menerima beban sebesar S bersifat permanen.

Panjang batang = 3m.

Berapa S_{\max} , bila dipakai kayu jati

Penyelesaian:

Konstruksi terlindung $\rightarrow \beta = 1$; beban permanen $\rightarrow \partial = 1$

Kayu jati, $\tilde{\sigma}_{tk} = \sigma_{tk} \cdot \beta \cdot \partial =$

Konstruksi kuda-kuda, maka tumpuan dianggap sendi-sendi, jadi $L_k = 300$ cm.

$I_x = \dots\dots$

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{F_{br}}} = \dots\dots\dots \text{ atau dapat langsung } i_x = 0,289 \cdot h$$

Momen Inersia secara teori:

$I_t = \dots\dots$

Momen Inersia geser (anggapan batang menjadi satu)

$$I_g = \dots$$

Momen Inersia reduksi: $I_r = \dots$

$$i_y = \dots$$

$$i_{\min} = \dots$$

$$\lambda = \frac{L_k}{i_{\min}} =$$

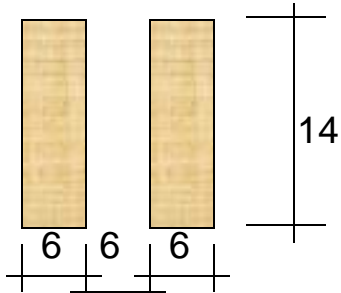
Dalam daftar untuk $\lambda = \rightarrow \omega = \dots$

$$\tilde{\sigma}_{tk} = \dots \text{ Kg/cm}^2$$

Besarnya $S_{maks} = \tilde{\sigma}_{tk} \cdot F_{br} .$

Soal Latihan:

- Sebuah tiang pada bangunan terlindung, menahan beban $P = 4$ ton, terdiri beban tetap dan angin. Tumpuan bawah jepit dan atas bebas. Rencanakan penampang batang tersebut jika:
 - kayu yang digunakan kayu kelas 1
 - penampang batang berbentuk bujur sangkar
 - panjang batang $L = 3$ m; angka keamanan $n = 4$
- Batang tekan pada konstruksi kuda-kuda berukuran $8/14$ cm, Panjang $L = 3$ m dan terbuat dari kayu jati.
Besarnya gaya $S = 2$ ton bersifat permanen. Angka keamanan ditentukan $n = 4$.
Apakah konstruksi tersebut cukup aman?
- Sebuah balok kayu dengan $BJ = 0,6$ ujung-ujungnya ditumpu sendi. Panjang batang $L = 3$ m. Konstruksi tidak terlindung, dan beban S bersifat permanen. Ukuran penampang seperti gambar berikut.



- Hitung tegangan tekan yang terjadi
- Hitung besarnya gaya S yang terjadi