

BATANG GANDA DENGAN KLOS

A. TUJUAN PERKULIAHAN

1. TUJUAN UMUM PERKULIAHAN (TUP)

Setelah mempelajari materi tentang batang ganda dengan klos, secara umum anda diharapkan :

Mampu menjelaskan pengertian batang majemuk, batang ganda dan batang tersusun

Mampu menghitung batang ganda dengan klos

Mampu menggambar hasil perhitungan batang ganda dengan klos

2. TUJUAN KHUSUS PERKULIAHAN (TKP)

Setelah mempelajari materi tentang batang ganda dengan klos, secara khusus anda diharapkan :

1. dapat menjelaskan kembali pengertian batang majemuk
2. dapat menjelaskan kembali pengertian batang ganda
3. dapat menjelaskan kembali pengertian batang tersusun
4. dapat menjelaskan kembali pengertian sumbu bahan
5. dapat menjelaskan kembali pengertian sumbu bebas bahan
6. dapat menentukan alat penghubung berdasarkan jarak 'a'
7. dapat menjelaskan fungsi batang ganda dengan klos
8. dapat menghitung angka kelangsingan
9. dapat menggunakan syarat-syarat kelangsingan untuk perhitungan klos
10. dapat menghitung ukuran klos
11. dapat menggambar hasil perhitungan klos

3. PRASYARAT

Untuk mempermudah pencapaian tujuan perkuliahan di atas, paling sedikit anda dituntut :

sudah mengetahui materi Konstruksi Kayu I

sudah menguasai garis pengaruh dan cara castigliano

B. KONSTRUKSI BATANG MAJEMUK

Suatu kenyataan yang harus diterima pada penggunaan kayu sebagai bahan struktur adalah *terbatasnya ukuran penampang dan panjang kayu* yang tersedia, karena kayu merupakan produk alam. Keterbatasan tersebut menyebabkan untuk suatu struktur yang mempunyai *bentang yang cukup besar dengan pembebanan berat*, ukuran penampang kayu yang diperlukan sebagai batang tunggal tidak tersedia lagi.

Beberapa contoh untuk mengatasi keterbatasan tersebut diatas antara lain sebagai berikut :

Pertama, pemilihan sistem struktur; misalnya digunakan struktur rangka-batang di mana gaya-gaya yang bekerja pada elemen-elemen struktur bisa dianggap sebagai gaya-gaya normal tarik atau tekan saja.

Kedua, memperbesar ukuran penampang; dengan jalan dibuat konstruksi balok kayu lapis (Glued Laminated Beam), yaitu balok kayu yang tersusun dari kayu-kayu lapis yang dipersatukan oleh perekat. Penentuan dimensi kayu dengan cara ini lebih leluasa.

Sehubungan dengan masalah diatas, penanggulangan dapat juga dilaksanakan berdasarkan pemikiran sederhana, sebagai berikut :

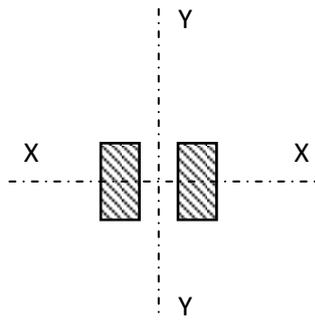
- Bagaimana keletakan (susunan) batang-batang tersebut ?
- Bagaimana merangkai (menghubungkan) batang-batang tersebut agar secara keseluruhan dapat *bekerja sebagai suatu kesatuan* ?

Istilah yang dipergunakan dalam buku ini, batang yang terdiri atas lebih dari satu batang tunggal disebut sebagai *batang majemuk*.

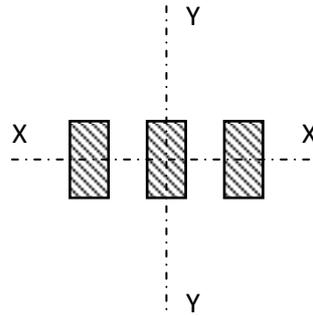
Berdasarkan susunan dan cara merangkai bagian-bagiannya dibedakan sebagai berikut :

Batang berganda (spaced columns/Beams)

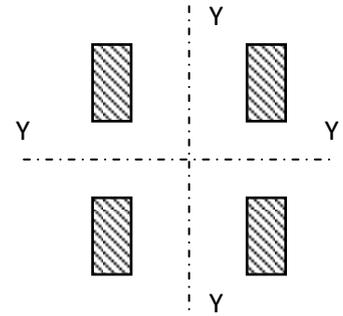
Bagian-bagian batang disusun dengan berjarak satu sama lain dan dirangkai setempat-setempat.



(a)



(b)



(c)

Sebagai alat penyambung dapat digunakan:

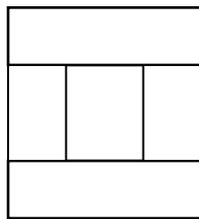
- paku atau bout
- perekat (jarang digunakan karena pelaksanaanya sulit)

Batang berganda lebih umum dipergunakan sebagai kolom (gaya normal dominan)

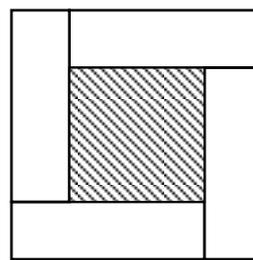
Batang tersusun (Built up Columns/Beams)

Bagian-bagian batang disusun rapat satu sama lain dan dihubungkan pada sepanjang batangnya.

a. Kolom

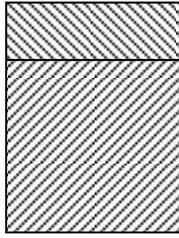


(a)

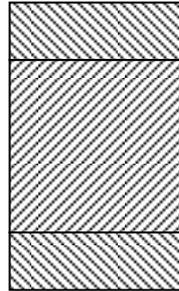


(b)

b. Balok

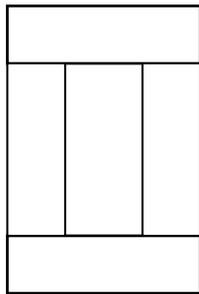


(a)

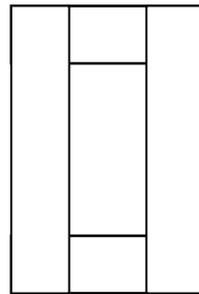


(b)

Box Section :

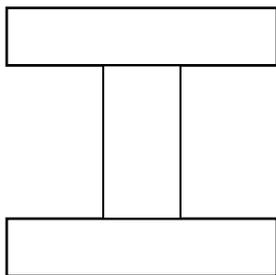


(a)

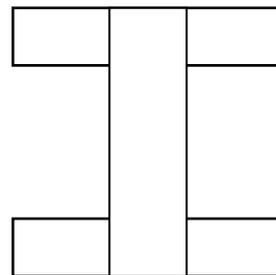


(b)

I Section :

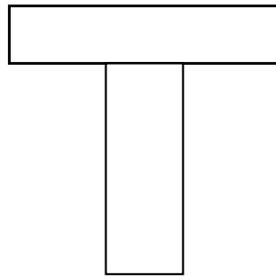


(a)

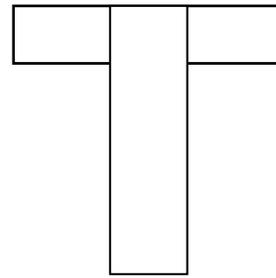


(b)

T Section :



(a)

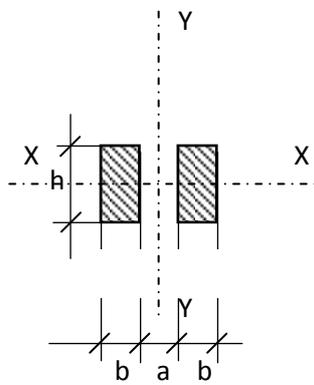


(b)

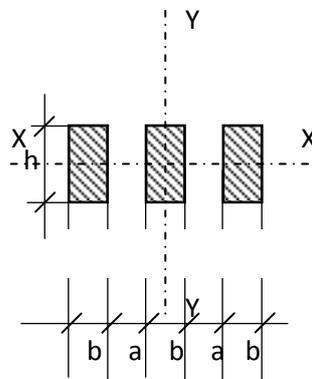
C. BATANG BERGANDA (SPACE COLUMN/BEAMS)

Batang Berganda terdiri atas beberapa batang tunggal yang dihubungkan satu sama lain pada beberapa tempat.

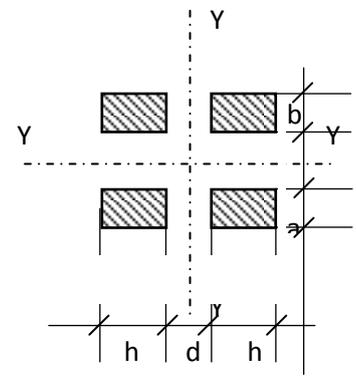
Bentuk penampang :



(a)



(b)



(c)

Pengertian sumbu :

- Sumbu utama* adalah sumbu x dan y
- Sumbu bahan* adalah sumbu yang memotong semua penampang kayu; yakni sumbu x-x pada gambar a dan gambar b

c. Sumbu bebas bahan adalah :

- Sumbu yang tidak memotong semua penampang kayu, misalnya sumbu y-y pada gambar a dan sumbu x-x pada gambar c
- Sumbu yang hanya memotong sebagian penampang misalnya sumbu y-y pada gambar b.

Penghubung dan alat penghubung

Penghubung pada struktur kayu dapat dipergunakan :

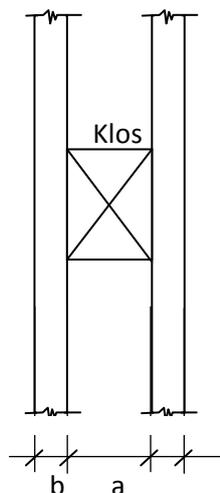
- klos kayu
- pelat kopel
- Batang diagonal teralis

Adapun alat penyambung bisa digunakan :

- Paku
- Bout
- Perekat

Pemilihan jenis penghubung ditentukan oleh jarak kosong (a)

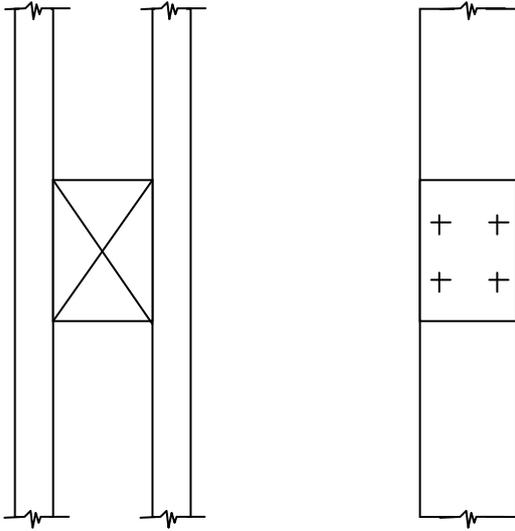
1) Jika $a < 3b$, dimana : a = jarak kosong dan b = lebar kayu, maka dipergunakan KLOS KAYU sebagai penghubung. Klos dibuat dari kayu utuh, dipasang diantara bagian-bagian batang dengan arah serat kayu tegak lurus sumbu batang



Kekuatan klos :

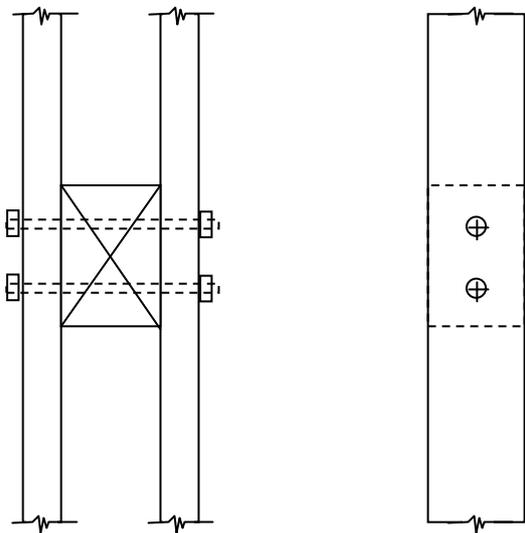
Untuk $a < 2b$, kekuatan klos cukup diperhitungkan terhadap gaya geser saja, pengaruh momen boleh diabaikan

Untuk $2b < a < 3b$, kekuatan klos harus diperhitungkan terhadap gaya geser



Alat penyambung paku

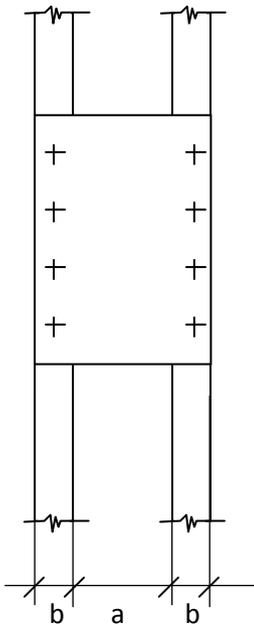
Dipasang minimum 4 (empat) buah paku bertampang Satu



Alat penyambung bout.

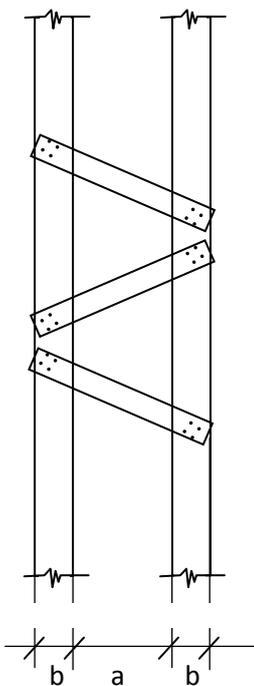
Dipasang minimum 2 buah bout. Harus dilengkapi dengan cincin ikutan (ring), baik pada kepala about maupun pada mur.

- 2) Jika $3b < a < 6b$; dipergunakan alat penghubung pelat kopel. Pelat kopel dibuat dari papan dan dipasang pada sisi bagian-bagian batang dengan arah serat melintang terhadap sumbu batangnya.



Alat penyambung dipergunakan paku

- 3) Jika $a > 6b$, dipergunakan alat penghubung batang diagonal (teralis)

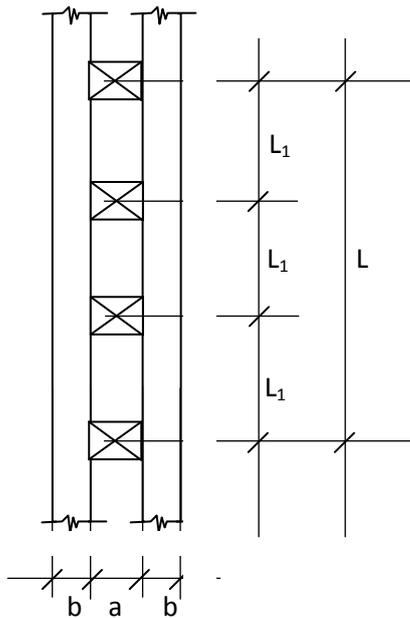


Alat penyambung dipergunakan paku. Minimal dipasang 8 buah paku pada 2 pihak sambungan

D. BATANG BERGANDA DENGAN KLOS

1. Pendahuluan.

Pemasangan alat penghubung klos dibuat sedemikian rupa sehingga membagi batang menjadi beberapa medan, dengan jarak yang sama besar (di dalam gambar dinyatakan dengan L_1).



Ket :

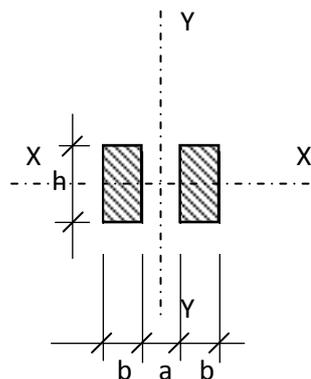
L = Panjang batang

N = jumlah medan, minimal 3

Klos berfungsi untuk mengusahakan agar semua bagian batang dapat bekerja sama sebagai satu kesatuan atau sebagai batang utuh.

Konstruksi batang berganda biasa dipergunakan sebagai kolom (menahan gaya normal tekan di samping menahan pengaruh momen lentur) sehingga stabilitas batang terhadap tekuk perlu diperhitungkan.

Berikut ini kita tinjau suatu kolom yang terdiri atas dua buah batang ; proses tekuk ditinjau pada kedua sumbu utama, yaitu sumbu bahan x-x dan sumbu bebas bahan y-y.



(a)

2. Angka kelangsingan

Angka kelangsingan ada 2 yaitu ; kelangsingan terhadap sumbu bahan disebut λ_x , dan kelangsingan terhadap sumbu bebas bahan, disebut λ_w .

Menentukan λ_x :

$$\lambda_x = \frac{Lk}{ix} \quad (Lk = \text{panjang tekuk cm})$$
$$ix = \sqrt{\frac{Ix}{F}} \quad (ix = \text{jari - jari inersia terhadap sumbu } x - x \text{ cm})$$

Menentukan λ_w :

Untuk menentukan harga λ_w digunakan asumsi ENGESSER :

- hubungan harus kaku
- Penghubung harus kaku

Rumus ENGESER

$$\lambda_w = \sqrt{\lambda_\gamma^2 + \frac{M}{2} \lambda_1^2}$$

Rumus tersebut diatas berlaku untuk konstruksi baja. Pada konstruksi kayu syarat bahwa hubungan harus baku dengan mempergunakan alat penyambung bout atau paku tidak dapat terpenuhi. Oleh karena itu maka rumus ENGESER yang berlaku pada konstruksi kayu perlu diberi faktor koreksi.

Rumus ENGESER menjadi sebagai berikut :

$$\lambda_w = \sqrt{\lambda_\gamma^2 + \frac{M}{2} \lambda_1^2 \cdot f}$$

dimana :

λ_γ = angka kelangsingan seluruh batang terhadap sumbu y-y

λ_1 = angka kelangsingan dari satu bagian saja

m = banyaknya bagian yang membentuk kolom

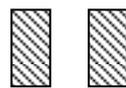
f = faktor koreksi, yang besarnya tergantung pada jenis alat penyambung dan jenis penghubung

$$\lambda_1 = \frac{L_1}{i_1} \quad (L_1 = \text{panjang tekuk satu medan, } i_1 = \text{jari - jari inersia minimum dari satu bagian})$$

Harga faktor koreksi (f) adalah sebagai berikut :

| Alat Penyambung | Klos | Pelat Kopel |
|-----------------|------|-------------|
| Perekat | 1 | 3 |
| Paku | 3 | 4,5 |
| Bout | 3 | - |

Contoh menentukan banyaknya bagian (m) :



m = 2



m = 3

Syarat-syarat kelangsingan :

Syarat kelangsingan harus dipenuhi dalam konstruksi kayu :

$$30 \leq \lambda_1 \leq 60$$

jika $30 \leq \lambda_1$, ambil saja $\lambda_1 = 30$

jika $\lambda_1 > 60$, disain di ubah satu bagian terlalu langsing

menentukan λ_y :

$$\lambda_y = \frac{L}{i}$$

dimana:

λ_y = kelangsingan seluruh batang terhadap sumbu y - y

L = panjang tekuk seluruh batang

i_1 = jari - jari inersia terhadap sumbu minimum y - y

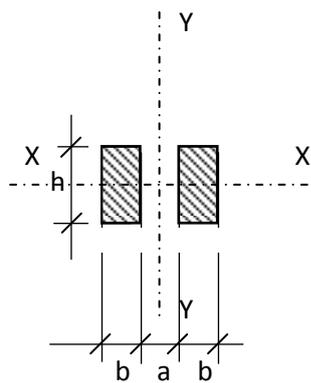
$$i_x = \sqrt{\frac{I_y}{F}}$$

Untuk menghitung I_y dipergunakan rumus STEINER sebagai berikut :

$$I_y = 2 \left[\frac{1}{12} bh^3 \right] + 2bh \left[\frac{1}{2} a + \frac{1}{2} b \right]^2$$

untuk batang ganda dengan penghubung klos dan alat penyambung paku, harus dipenuhi syarat sebagai berikut :

$$\lambda_{\max} = 175$$



(a)

Pada perencanaan, peninjauan selalu dilakukan terhadap sumbu utama yakni sumbu bahan dan sumbu bebas bahan. Jadi kita mesti mencari harga-harga λ_x dan λ_w

Untuk mempermudah, usahakan (rencanakan) agar proses tekuk terjadi terhadap sumbu bahan, jadi x yang menentukan. Dengan kata lain kita mesti mengusahakan agar :

$$\lambda_x \geq \lambda_w$$

$$\lambda_x \leq 175$$

Dengan memenuhi syarat di atas, batang berganda dapat dihitung sebagai batang yang utuh.

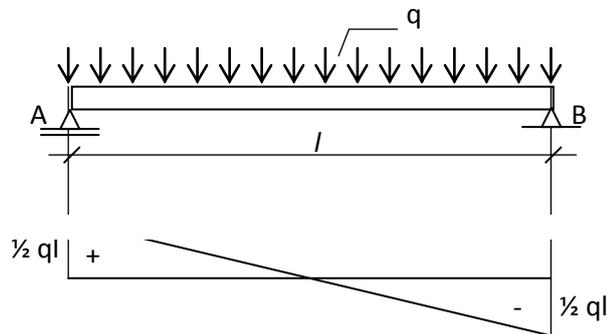
3. Perhitungan Klos

Klos berfungsi sebagai penghubung semua bagian agar dapat bekerja sama sebagai satu kesatuan. Dengan demikian klos harus menahan semua gaya yang timbul antara masing-masing bagian. Gaya tersebut adalah :

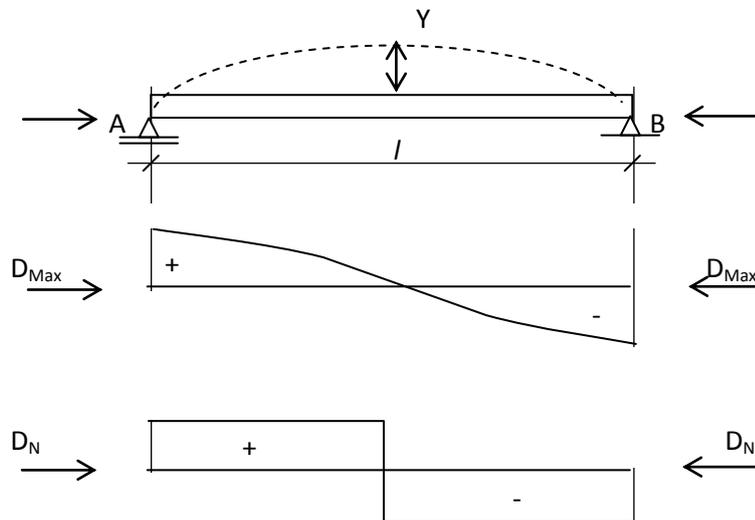
- Gaya geser yang timbul akibat gaya lintang dari balok terlentur
- Gaya lintang semu dari balok tertekan

Berikut ini diuraikan tentang kedua gaya tersebut diatas ;

a. Gaya lintang pada *balok terlentur*



b. Gaya lintang semu akibat *gaya normal tekan*



Persamaan garis elastis :

$$y = f \sin \left(\pi \frac{x}{L} \right)$$

Diagram gaya lintang :

$$D = EI \cdot f \left(\frac{\pi}{L} \right)^3 \cos \left(\pi \frac{x}{L} \right) \text{ gambar (b)}$$

Gaya lintang yang sudah disederhanakan adalah gambar (c)

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = - \frac{Mx}{EI} \rightarrow Mx = - EI \frac{d^2 y}{dx^2}$$

$$D = \frac{d Mx}{dx} = - EI \frac{d^3 y}{dx^3}$$

$$= E \cdot I \cdot f \frac{\pi^3}{L} \cos \left(\pi \frac{x}{L} \right)$$

$$D_{\max} = E \cdot I \cdot f \frac{\pi^3}{L}$$

Untuk perhitungan dalam disain konstruksi kayu dengan pertimbangan keamanan konstruksi dan kemudahan perhitungan, diagram gaya lintang yang berbentuk fungsi cosinus di atas disederhanakan. Adapun gaya lintang semua yang bekerja sepanjang batang ditentukan sebagai berikut :

a. Jika $\lambda w = 60$, maka

$$DN = \frac{Ww}{60} P$$

b. Jika $\lambda w < 60$, maka

$$DN = \left[\frac{Ww}{60} P \right] \frac{\lambda w}{60}$$

Dimana $\frac{\lambda w}{60} = \frac{1}{2}$

jadi gaya lintang yang harus diperhitungkan

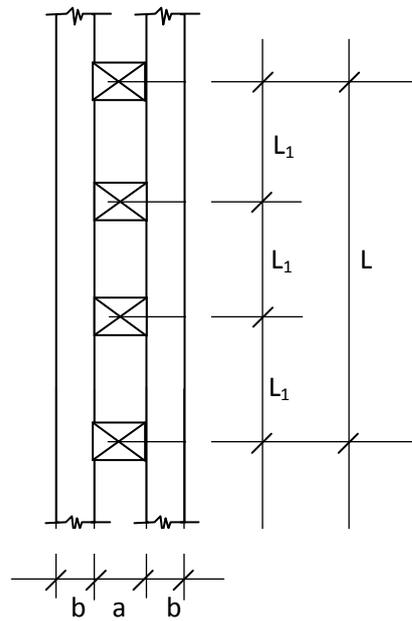
$$D = Dm + DN$$

dimana :

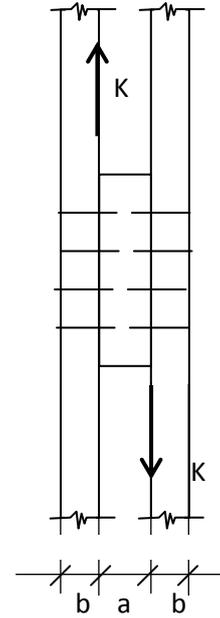
DM = gaya lintang akibat momen lentur

DN = gaya lintang semu akibat gaya normal tekan

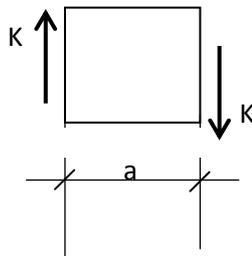
Niali D dianggap konstan pada seluruh panjang batang. Gaya geser persatuan panjang $t = \tau \cdot b$ juga konstan dan berbanding lurus dengan jaraknya. Jika dalam 1 cm gayanya = t kg, maka dalam n cm = n . t kg



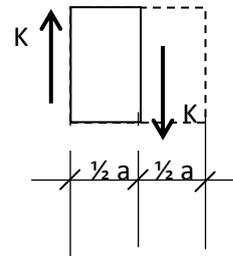
Gambar a



Gambar b



Gambar



Gambar

Gaya geser yang dipikul oleh klos (lihat gambar b) :

$$K = \left[\frac{1}{2} L_1 + \frac{1}{2} L_1 \right] t$$

$$= L_1 t \text{ kg}$$

Jadi, kekuatan klos harus diperhitungkan terhadap (lihat gambar d) :

- gaya geser K
- Momen $M = K.a$

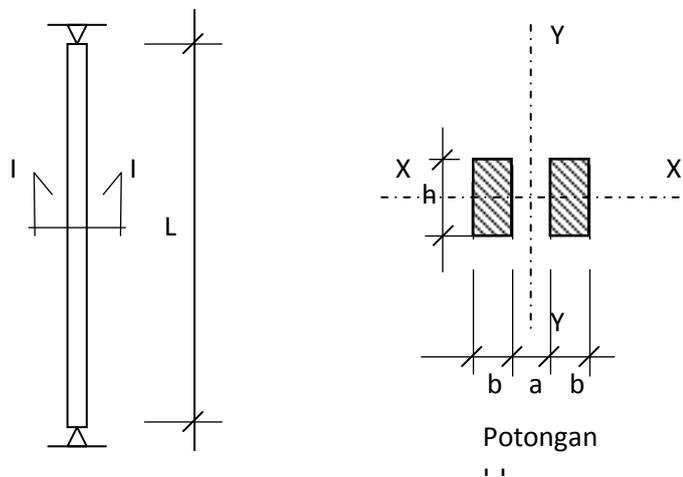
Jika $a < 2b$: pengaruh momen kecil sekali, jadi boleh diabaikan.

Jika klos dipasang dengan alat penyambung paku (lihat gambar c), maka gaya geser K bekerja pada bidang irisan paku.

Gaya dalam yang terjadi di tengah-tengah klos adalah :

- Momen $M= 0$
- Hanya terjadi gaya geser K

E. Contoh Perhitungan.

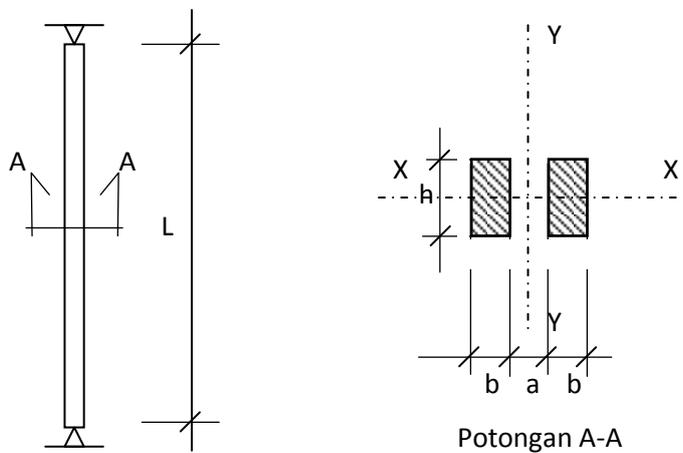


Diketahui : Kolom seperti tergambar

$L= 3,60$ m, $b = 6$ cm, $h = 12$ cm

Alat penyambung : klos, Alat penyambung : paku, Kayu kelas kuat II mutu kayu A.

Rencanakan kolom tersebut !



Rencanakan kolom seperti tergambar dengan :

- penghubung klos
- alat penyambung paku

Penyelesaian :

1. Menentukan jarak kosong : a

Dengan alat penghubung klos didapat

$$a \leq 3h \rightarrow a \leq 18 \text{ cm}$$

2. Peninjauan seluruh batang

Proses tekuk harus terjadi terhadap sumbu bahan : $\lambda_x \geq \lambda_w$

$$\begin{aligned} i_x &= 0,289 h \\ &= 0,289 (12) = 3,468 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\lambda_x = \frac{Lk_x}{i_x} = \frac{360}{3,468} = 103,81 \text{ cm}$$

jadi sebaiknya: $\lambda_w \leq 103,81 \text{ cm}$

3. Peninjauan satu bagian batang

Angka kelangsingan satu bagian batang : λ_1

Syarat : $30 \leq \lambda_1 \leq 60$

Dimana : $\lambda_1 = \frac{L_1}{i_{\min}}$

Karena $h > b$, maka :

$$i_{\min} = 0,289 b = 0,289 \cdot 6 = 1,734 \text{ cm}$$

$$\lambda_{\max} = 60 \rightarrow 60 = \frac{L_1}{1,734}$$

$$L_1 \max = 1,734 (60) = 104,04 \text{ cm}$$

$$\lambda_{\min} = 30 \rightarrow 30 = \frac{L_1}{1,734}$$

$$L_1 \max = 1,734 (30) = 52,02 \text{ cm}$$

Jadi $52,02 \text{ cm} \leq L_1 \leq 104,04 \text{ cm}$

jika n = jumlah medan, maka :

$$L1 = \frac{L}{n}$$

$$n = 3 \rightarrow L1 = \frac{360}{3} = 120 \text{ cm} > L1 \text{ max}$$

$$n = 4 \rightarrow L1 = \frac{360}{4} = 90 \text{ cm} < L1 \text{ max} \left. \vphantom{\frac{360}{4}} \right\} \text{ok}$$
$$> L1 \text{ min}$$

$$n = 5 \rightarrow L1 = \frac{360}{5} = 72 \text{ cm} < L1 \text{ max} \left. \vphantom{\frac{360}{5}} \right\} \text{ok}$$
$$> L1 \text{ min}$$

4. Menentukan harga λ_x dan λ_w

Misalnya : ambil $n = 4 \rightarrow L1 = 90 \text{ cm}$

Panjang $a = 8 \text{ cm} < 3b$

$$\lambda_l = \frac{L1}{i \text{ min}} = \frac{90}{1,734} = 51,87$$

$$\lambda_w = \sqrt{\pi y^2 + f \frac{m}{2} \cdot \lambda_l^2} \leq \lambda_x = 103,81$$

dimana :

m = banyak bagian yang membentuk kolom = 2 buah

f = faktor koreksi $\rightarrow 3$ (untuk klos dan paku)

$$\lambda_w \leq \lambda_x$$

$$\lambda_w = \sqrt{\pi y^2 + f \frac{2}{2} \cdot \lambda_l^2} \leq 103,81$$

$$\pi y^2 + 3 \lambda_l^2 \leq 103,81^2$$

$$\pi y^2 + 3 (51,87)^2 \leq 103,81^2$$

$$\pi y^2 \leq 3 (51,87)^2 - 103,81^2$$

$$\pi \leq 52$$

ingat :
$$\lambda_y = \frac{Lky}{i_y} \leq 52$$

$$iy \geq \frac{Lky}{52} = \frac{360}{42} = 6,92 \text{ cm}$$

sedangkan : $iy = \sqrt{\frac{Iy}{F}}$

selanjutnya, cari dulu harga-harga Iy dan F !

$$\begin{aligned} Iy &= 2 \left[\frac{1}{12} hb^3 \right] + 2 \left[(bh) \left(\frac{1}{2}a + \frac{1}{2}b \right)^2 \right] \\ &= 2 \left[\frac{1}{12} 12 \cdot 6^3 \right] + 2 \left[(6 \cdot 12) \left(\frac{1}{2}a + 3 \right)^2 \right] \\ &= 432 + 144 \left(\frac{1}{2}a + 3 \right)^2 \end{aligned}$$

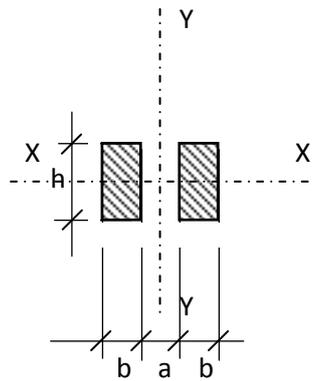
$$F = 2 (bh) = 2(6 \cdot 12) = 144 \text{ cm}^2$$

diatas sudah dihitung : $iy \geq 6,92$

$$iy \sqrt{\frac{Iy}{F}} = \sqrt{\frac{432 + 144 \left(\frac{1}{2}a + 3 \right)^2}{144}} \geq 6,92$$

$$\frac{432 + 144 \left(\frac{1}{2}a + 3 \right)^2}{144} \geq 6,92^2$$

$$\left(\frac{1}{2}a + 3 \right)^2 \geq \frac{(6,92)^2 (144) - 432}{144} = 44,886$$



$$a = 7,4 \text{ cm}$$

$$\lambda_x = \frac{360}{0,289 (12)} = 103,81$$

$$\lambda_w = \sqrt{\lambda_y^2 + 3 \lambda_1^2}$$

$$\lambda_1 = \frac{L1}{i \min} = \frac{90}{0,289(b)} = 51,87$$

$$I_y = 2 \left[\frac{1}{12} h b^3 \right] + 2 \left[(b h) \left(\frac{1}{2} a + \frac{1}{2} b \right)^2 \right]$$

$$= 2 \left[\frac{1}{12} 12 \cdot 6^3 \right] + 2 \left[(6 \cdot 12) (4 + 3)^2 \right] = 7488 \text{ cm}^4$$

$$F = 2 (b h) = 2 (6 \cdot 12) = 144 \text{ cm}^2$$

$$i_y \sqrt{\frac{I_y}{F}} = \sqrt{\frac{7488}{144}} = 7,21 \text{ cm}^2$$

$$\lambda_y = \frac{360}{7,21} = 49,93$$

$$\lambda_w = \sqrt{49,93^2 + 3(51,87)^2} = 102,78$$

Ternyata $\lambda_w < \lambda_x$, jadi proses tekuk terjadi terhadap sumbu bahan x-x

5. Mencari ukuran klos

Ukuran klos ditentukan oleh kekuatan klos dan juga oleh penempatan alat penyambung.

Ukuran berdasarkan kekuatan klos

$$\lambda_x = 103,81 \rightarrow \omega_w = 3,24$$

$$\lambda_w = 102,78 \rightarrow \omega_w = 3,18$$

$\lambda_x > \lambda_w \rightarrow$ harga P_x yang menentukan.

$$P_{\max} = P_x = F \frac{\bar{\sigma} t k //}{\omega_x} = 2 (6.12) \frac{85}{3,24} = 3778 \text{ kg}$$

$D = D_M + D_N \rightarrow D_m = 0$, karena tidak ada lentur.

$$\lambda_w = 102,78 > 60$$

$$D_N = \frac{\omega_w}{60} P = \frac{3,18}{60} 3778 = 200,23 \text{ kg}$$

$$\tau = \frac{D_N \cdot S_y}{b I_y}$$

$$t = \tau \cdot b = \frac{D_N \cdot S_y}{I_y}$$

$$S_y = bh \left(\frac{1}{2} a + \frac{1}{2} b \right) = 6.12(7) = 504 \text{ cm}^3$$

$$I_y = 2 \left[\frac{1}{12} h b^3 \right] + 2 \left[(bh) \left(\frac{1}{2} a + \frac{1}{2} b \right)^2 \right]$$

$$= 2 \left[\frac{1}{12} 12 \cdot 6^3 \right] + 2 \left[(6 \cdot 12) (4 + 3)^2 \right] = 7488 \text{ cm}^4$$

$$t = \frac{D_N \cdot S_y}{I_y} = \frac{200,23 \cdot (504)}{748} = 13,48 \text{ kg/cm}$$

gaya geser pada klos ;

$$K = t \cdot l_1$$

$$= 13,40 (90) = 1213,20 \text{ kg}$$

Oleh karena $a < 2b$, maka dalam menghitung ukuran klos hanya diperhitungkan terhadap gaya geser saja.

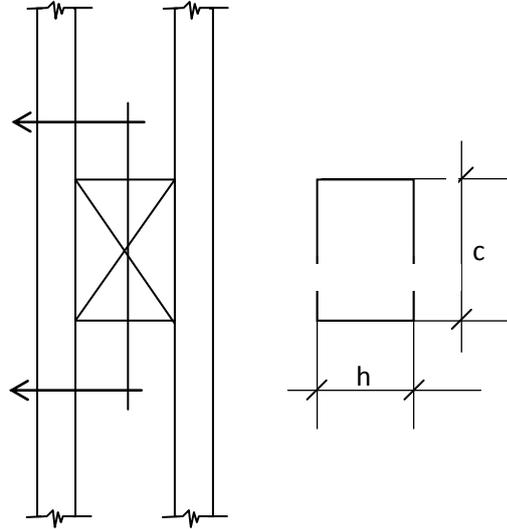
$$K = 1213,20 \text{ kg}$$

$$\tau = \frac{3}{2} \cdot \frac{K}{h \cdot c} \leq \bar{\tau} = 12 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{3}{2} \cdot \frac{K}{h \cdot c} \leq 12$$

$$\frac{3}{2} \cdot \frac{1213,20}{12 \cdot c} \leq 12$$

$$c \geq 12,64 \text{ cm}$$



Ukuran berdasarkan syarat penempatan alat penyambung.

Misalnya, kita gunakan alat penyambung paku.

Jika dibor dulu :

$$\lambda = \frac{b}{d} \geq 6$$

$$d \leq \frac{1}{7} b$$

$$\leq \frac{1}{7} (60) = 8,57 \text{ mm}$$

Untuk penampang satu : ambil paku 46 x 130

$$I_{\text{min}} = 12 \cdot 4,6 + 60 = 115,20 < I_{\text{ada}} = 130 \text{ mm}$$

Kekuatan paku :

$$N_1 = 1,25 \frac{500 d^2}{1+d} = 1,25 \frac{500 (0,46)^2}{1+0,46} = 90,58 \text{ kg}$$

jumlah paku yang dibutuhkan :

$$n = \frac{K}{N1} = \frac{1213,20}{90,58} = 13,39 \text{ buah}$$

Jarak paku tegak lurus serat kayu :

$$f_{\min} = 5d = 2,3 \text{ cm}$$

$$f_{\max} = 20d = 9,2 \text{ cm}$$

$$\text{jadi, ambil saja} = f = 3 \text{ cm}$$

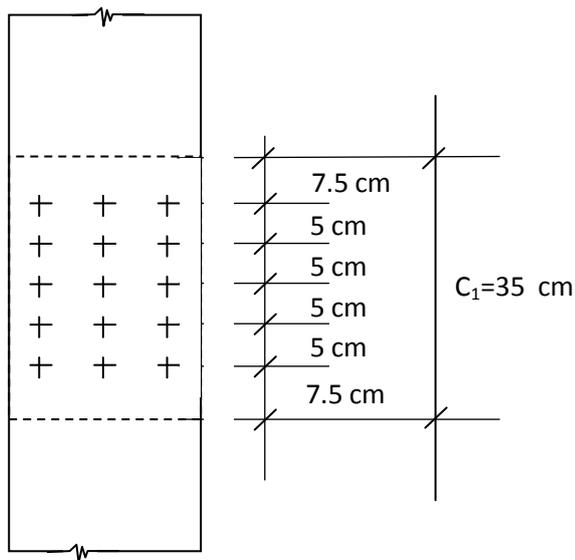
$$\text{jumlah baris} = \frac{12}{3} - 1 = 3 \text{ baris}$$

$$\text{jumlah paku} = 5 \cdot 3 = 15 \text{ buah}$$

$$\text{Panjang klos} = 2(7,5) + 4(5) = 35$$

$$C1 = 35 \text{ cm} > C = 12,64 \text{ cm}$$

Jadi yang menentukan adalah $C1$ (lihat gambar)



Tes Formatif

Jelaskan pengertian Batang majemuk, batang berganda dan batang tersusun

Sebutkan dan gambar penampang batang berganda

Sebutkan perbedaan sumbu bahan dan sumbu bebas bahan

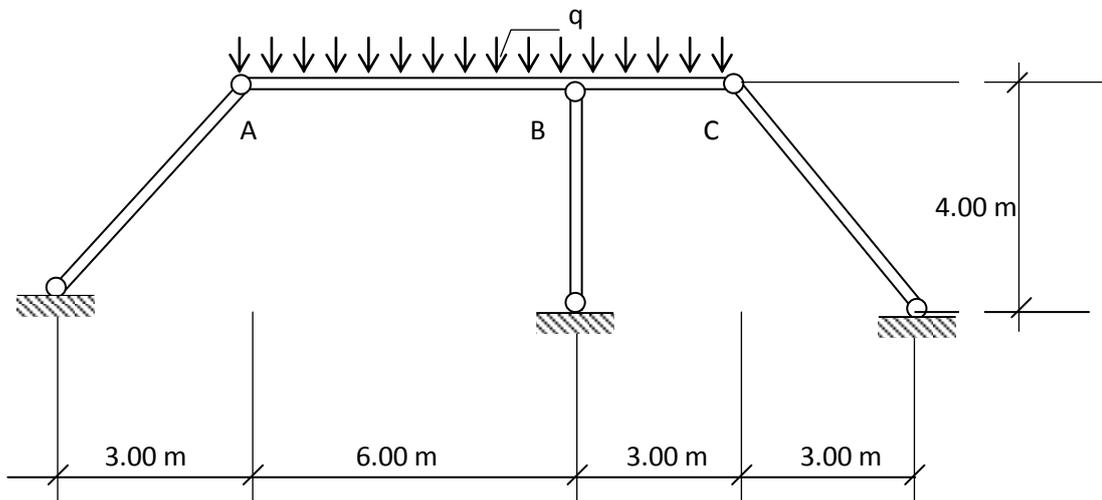
Sebutkan cara memilih jenis alat penghubung

Sebutkan fungsi dari batang Berganda dengan klos

Jelaskan cara mencari angka kelangsingan λ_x dan λ_w

Jelaskan langkah-langkah perhitungan batang berganda dengan klos

Tugas terstruktur



Diketahui Struktur balok ABC di atas, 3 pendel

Beban mati = $q = 200 \text{ kg/m}$

Beban hidup = $P_p = 100 \text{ kg/m}$

Ukuran konstruksi seperti gambar

Kayu kelas kuat II, mutu kayu A

Ketentuan lain, tentukan sendiri.

Rencanakan dimensi balok ABC dan pendel-pendel (balok ABC = balok ganda dan pendel = bebas)

Hitung klos pada balok ABC

Hitung dan gambar detail di A,B dan C dengan skala yang benar dan rapi

Tugas Mandiri :

Pelajari buku konstruksi kayu dan Mekanika Teknik yang berkaitan dengan materi Batang Berganda dengan klos

DAFTAR PUSTAKA

- Bambang Suryoatmono, *Struktur Kayu*, Fakultas Teknik, Universitas Parahyangan, Bandung.
- Danasasmita, E.Kosasih, *Struktur Kayu I*, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, UPI, 2004.
- Danasasmita, E.Kosasih, *Struktur Kayu II*, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, UPI, 2004.
- DPMB. Dirjen Cipta Karya, *Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia*, DPMB, Dirjen Cipta Karya, DPUTL, 1978.
- D.T Gunawan, *Diktat Kuliah Konstruksi Kayu*, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Parahyangan, Bandung.
- Felix Yap, K.H., *Konstruksi Kayu*, Bina Cipta, Bandung, 1965.
- Frick, Heinz, *Ilmu Konstruksi Kayu*, Yayasan Kanisius, Yogyakarta, 1977.
- Sadji, *Konstruksi Kayu*, Fakultas Teknik Sipil, Institut Teknologi 10 November, Surabaya.
- Soeryanto Basar Moelyono, *Pengantar perkayuan*, Yayasan Kanisius, Yogyakarta, 1974.
- Susilohadi, *Struktur kayu*, Teknik Sipil, Universitas Jenderal Ahmad Yani, Bandung.
- Soedibyo, *Konstruksi Kayu*, Teknik Sipil Universitas Winaya Mukti, Bandung