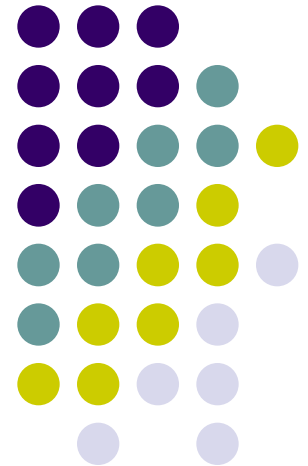


STRUKTUR KAYU

**Dosen Pengampu:
Drs. DARMONO, M.T.**



KAYU



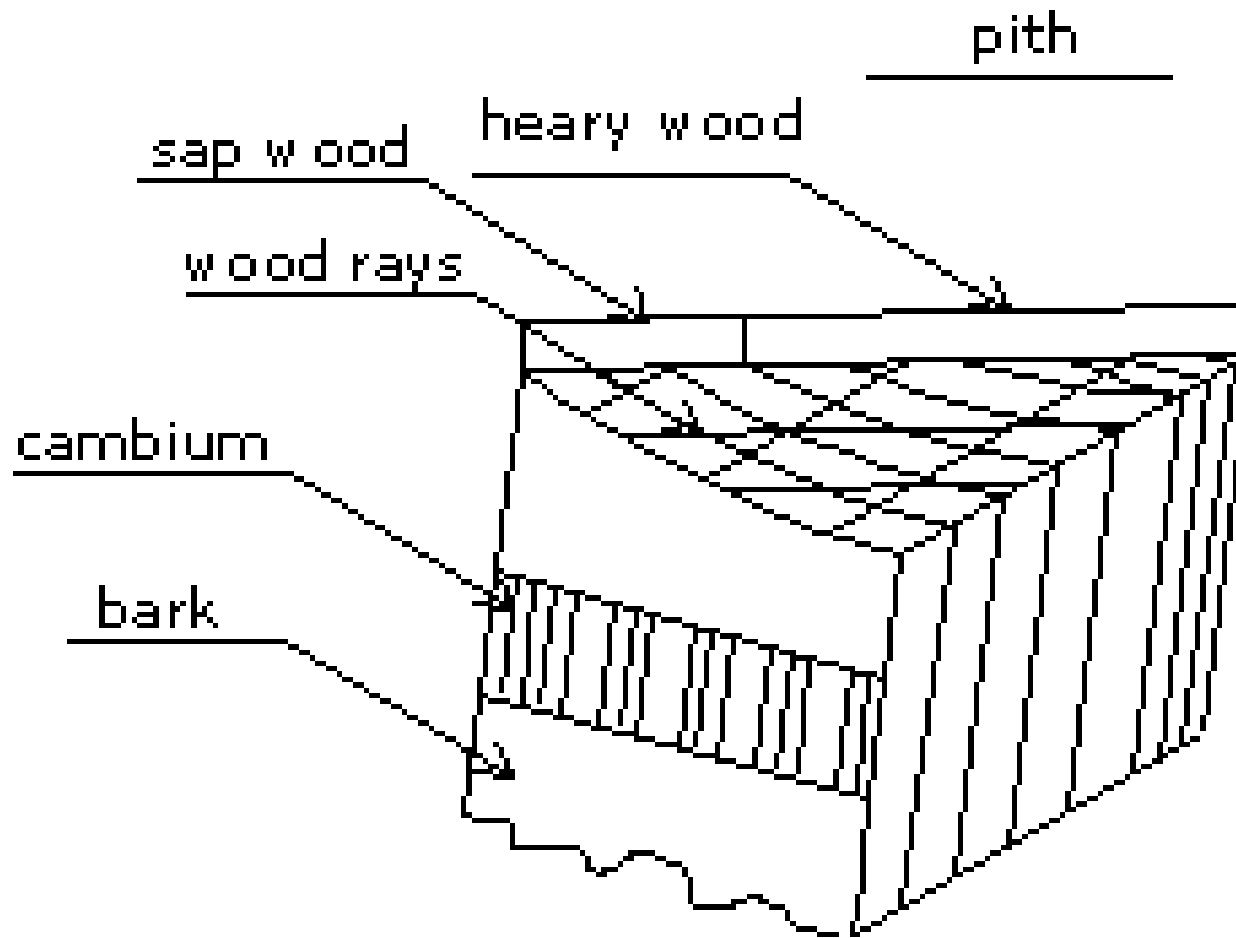
Sebagai Negara tropis Indonesia kaya akan kayu sebagai hasil hutanya. Terdapat beberapa ribu jenis yang ada di nusantara ini.

Ada beberapa macam sifat kayu yang perlu di fahami dan dipertimbangkan untuk digunakan sebagai bahan bangunan :

Sifat Fisik

Pengaruh temperatur dan daya hantar panas

- Akibat dari pengaruh temperatur kayu lebih mengalami kembang susut dibandingkan dengan bahan lain. Maka dari itu kayu menurut macamnya kayu dibedakan menjadi dua jenis :
- Kayu lunak
- Sel penyusunnya adalah : Traceids, Parenchima, Pipa dammar
- Kayu keras
- Sel penyusunnya adalah : fibre (serat), Parenchima, Pori atau pipa-pipa





Kulit luar (bark)

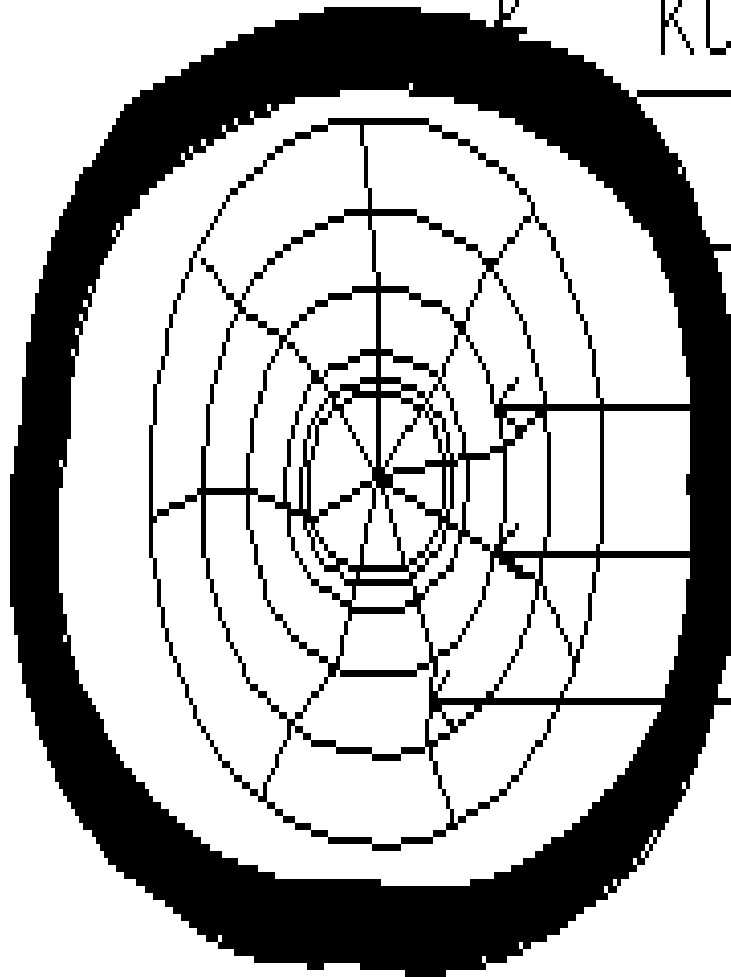
Kulit dalam (inter bark)

Kayu gubal (sap wood)

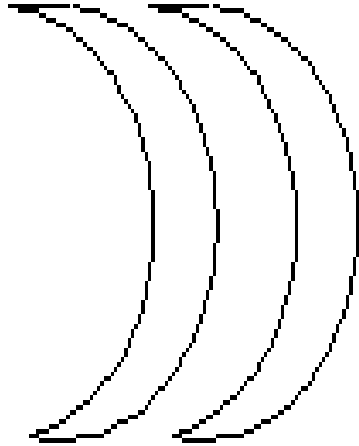
Kayu teras/galih (heart wood)

Hati kayu (pith)

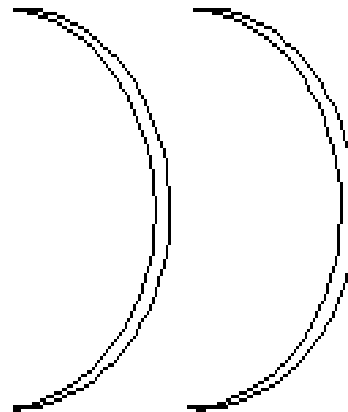
Jari-jari teras (wood rays)



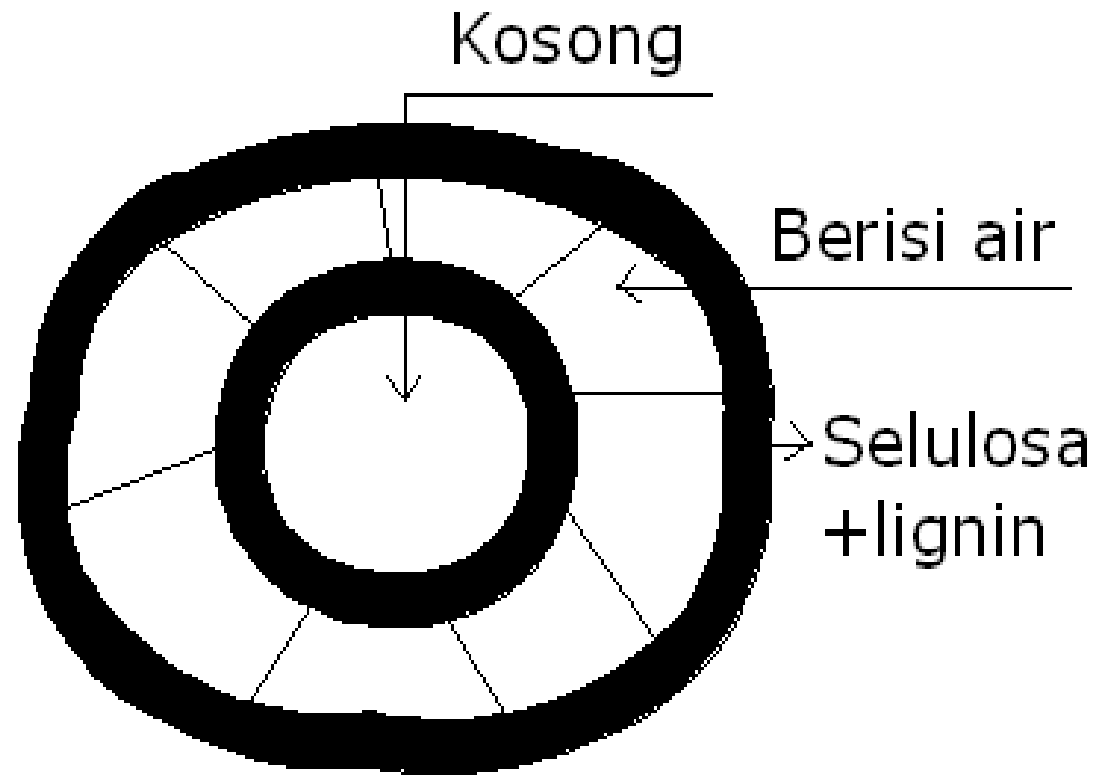
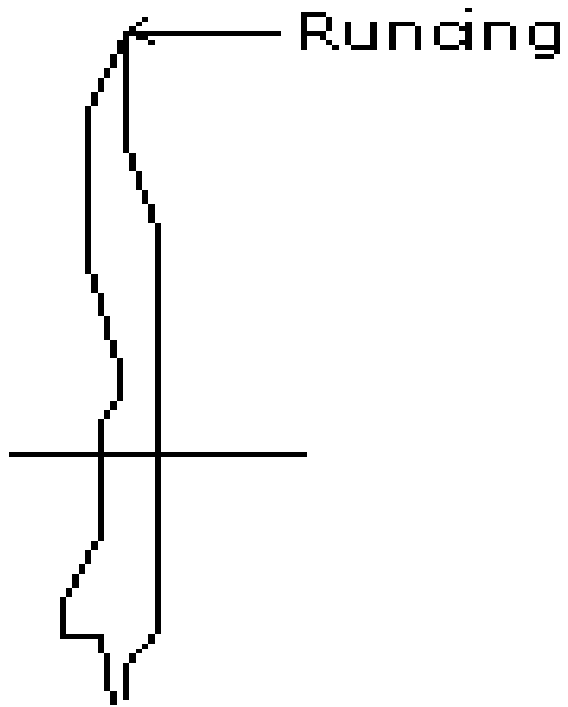
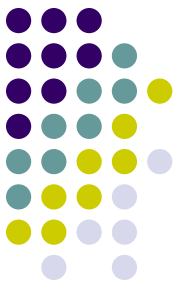
Pertumbuhan sel kayu Sel Kayu



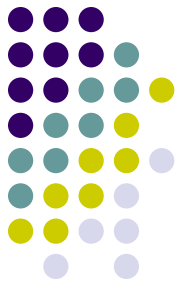
musim panas/
kemarau



musim hujan/dingin
kecil dinding



Macamnya :



Pada kayu lunak :

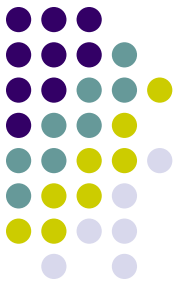
1. Tracheids
2. Parenchima
3. Pipa damar
(resin duct)

Lihat halaman 5.
(Soewarno)

Pada kayu keras :

1. Serat (fiber)
2. Parenchime
3. Pori atau pipa-pipa

Halaman 5.



Komposisinya:

- Selulosa = $\pm 60\%$

Rumus kimianya $(C_6H_{10}O_5)_x$.

- Liqnin = $\pm 28\%$

Karbon (C) : Zat air (H_2O); Oksigen (O_2) dll.

- Zat lain = $\pm 12\%$

{seperti : zat gula dll }.



● **Sifat Hidroskopis.**

- Kadar lengas yang menyebabkan mengembang dan menyusutnya kayu.
- Apabila kadar lengasnya semakin rendah maka makin kuat mutu kayu tersebut, begitu pula sebaliknya.
- Titik jenuh serat yaitu : suatu kondisi apabila kadar lengasnya antara 24% sampai dengan 30%, tergantung jenisnya (kayu jati 28%).
- Kayu kering dapur (bilakadar lengasnya 0%), hal tersebut dapat tercapai apabila mengeringkan kayu tersebut pada suhu 105° C sampai beratnya tetap.

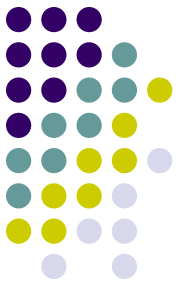
Catatan :

$$BJ = \frac{\text{Berat Kering Udara}}{\text{Volume}}$$

Kayu kering udara : apabila kadar lengasnya 15% s/d 18%

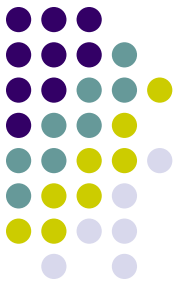
$$BJ = \frac{\text{Berat Kering Udara}}{\text{Volume}}$$

Semakin tinggi BJ (berat jenis kayu) maka akan semakin tinggi kekuatannya



1. Sifat Mekanik

Diagram tegangan – regangan





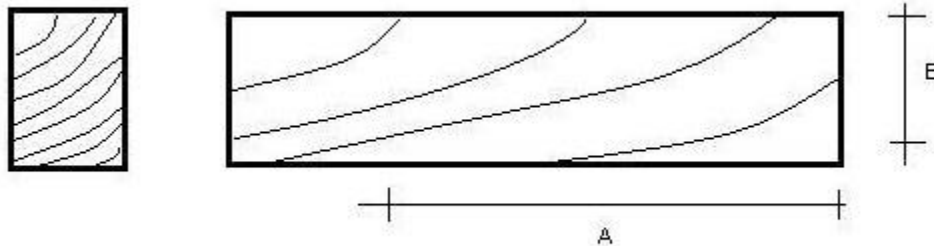
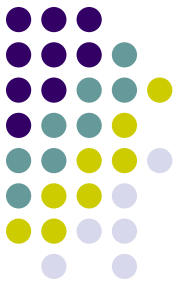
Sifat mekanik yang menonjol dari kayu

- $\sigma_{tr//} > \sigma_{tr \perp}$
- Menurut seratnya $\sigma_{tr //} > \sigma_{tk //}$
- Perbandingannya $\frac{\sigma_{tr //}}{\sigma_{tr \perp}} = \pm 2 - 2,5$ kali
- $\sigma_{tk//} > \sigma_{tk \perp}$
- Pada batas kenyal $\sigma_{tk //} = \pm 1,2 \sigma_{tk \perp}$
- $\tau_{\perp} > \tau_{//}$

Catatan : Kekuatan kayu dipengaruhi oleh

- **Arah serat**
- **Mata kayu**
- **Lama pembebanan**
- **Berat Jenis kayu tersebut**

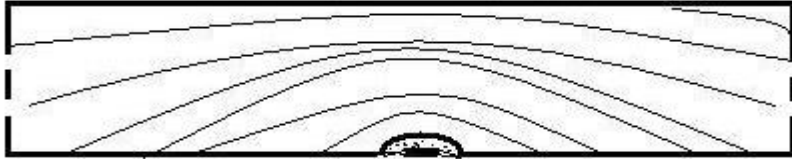
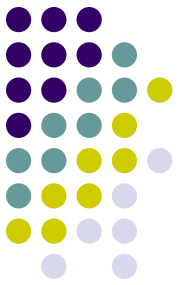
- **Pengaruh arah serat kayu**



Bila $B : A \leq 1 : 20$ maka tidak berpengaruh terhadap kekuatan balok.

Bila $B : A > 1 : 20$ maka kekuatan balok akan berkurang.

Pengaruh Mata Kayu



Akibatnya :

Balok tersebut kekuatannya akan berkurang karena luas penampang (F) menjadi lebih kecil (berkurang) dan arah serat kayu menyimpang terhadap arah sumbu batang.

Contoh :

Pada pertemuan titik buhul jika batang A disambung dengan batang tekan B maka dipakai rumus SINNUSOIDA

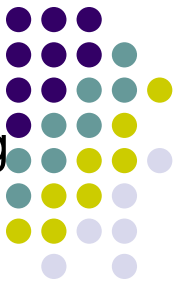
$$\sigma_{ijin \alpha} = \sigma_{ijin //} - (\sigma_{ijin //} - \sigma_{ijin \perp}) \sin \alpha$$

Missal kayu kelas 2 dengan (contoh 1)

$$\sigma_{ijin tk //} = 85 \text{ kg/cm}^2$$

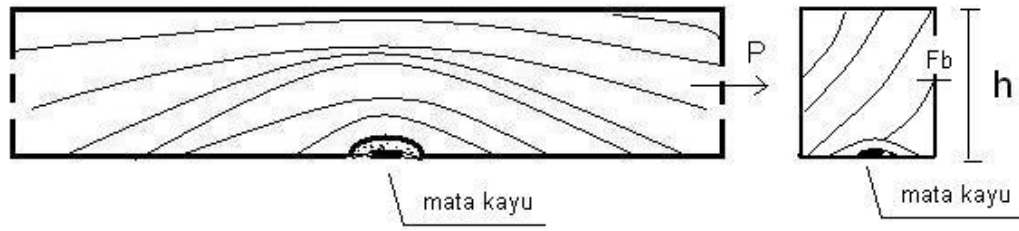
$$\sigma_{ijin tk \perp} = 25 \text{ kg/cm}^2 \text{ dan } \alpha = 30^\circ$$

$$\text{Maka } \sigma_{ijin \alpha} = (85-25) \sin 30^\circ = 55 \text{ kg/cm}^2$$





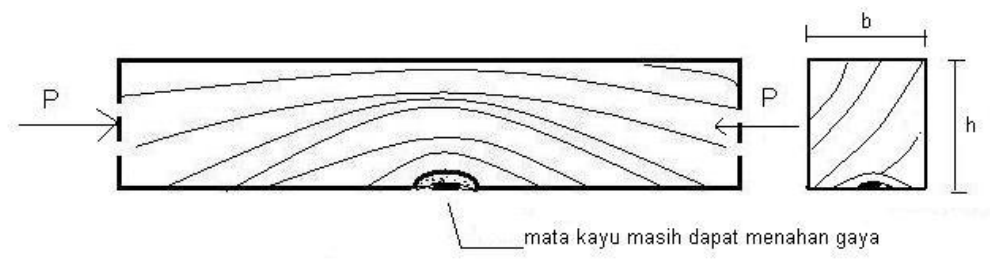
Batang menerima gaya tarik



Maka : $\sigma_{tr} = \frac{P}{F_n}$

$$F_n = F_b - A$$
$$F_b = b \times h$$

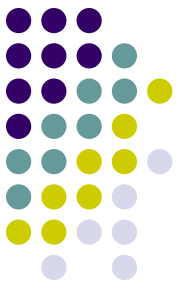
Batang menerima gaya tekan



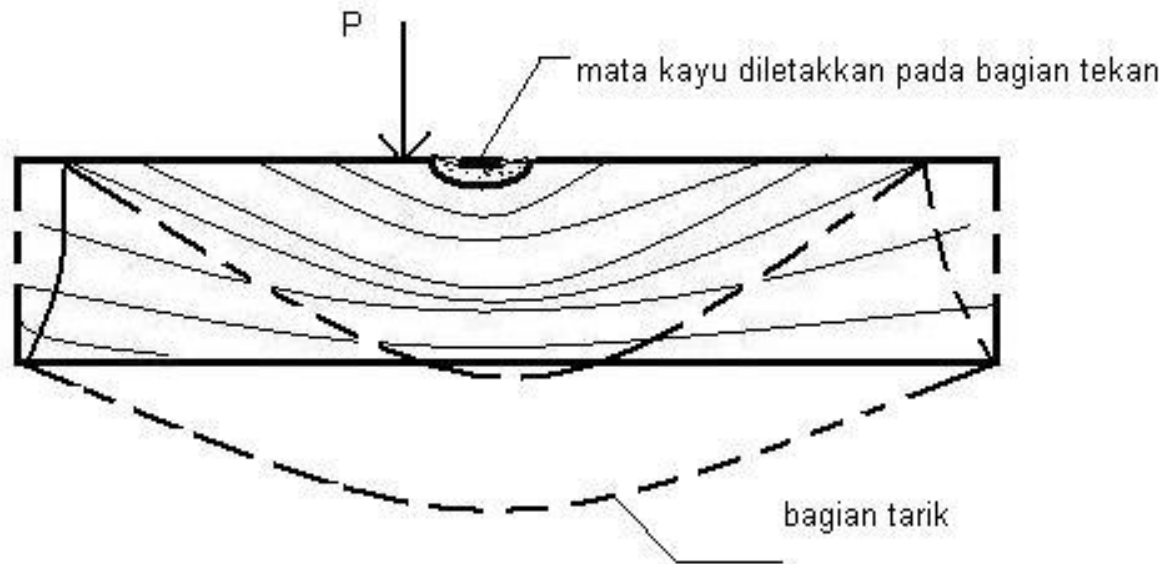
Maka :

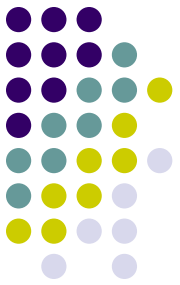
$$\sigma_{tk} = \frac{P}{F_b}$$

$$F_b = b \times h$$



Batang menahan momen





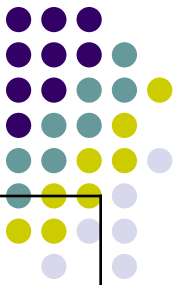
Tiga pengaruh lama pembebanan

- Sebelumnya akan dibicarakan tentang :
- Modulus kenyal (E) kayu
- Tegangan ijin kayu (σ)

Modulus kenyal (E)

Kelas Kuat Kayu	E // (kg/cm²)
I	125.000
II	100.000
III	80.000
IV	60.000

Tegangan ijin (σ) kayu mutu A kayu jati



No	TEGANGAN	Kelas Kuat				
	(kg/cm ²)	I	II	III	IV	V
1	σ ijin lt	150	100	75	50	-
2	σ ijintk// = σ ijintr//	130	85	60	45	-
3	σ ijintk//	40	25	15	10	-
4	σ ijin//	20	12	8	5	-



Koreksi : Untuk kayu kering udara

$$\sigma \text{ ijin It} = 170 \text{ g}$$

$$\sigma \text{ ijintk//} = \sigma \text{ ijintr//} = 150 \text{ g}$$

$$\sigma \text{ ijintk//} = 40 \text{ g}$$

$$\sigma \text{ ijin//} = 20 \text{ g}$$

catatan :

- Untuk kayu mutu B angka tegangan ijin dalam tabel harus digandakan 0,75
- Syarat kayu mutu A dan mutu B dapat di baca pada PKKI halaman 1-2

Tegangan ijin kayu dalam daftar harus dikalikan dengan koefesien (γ) jika beban yang bekerja sbb :

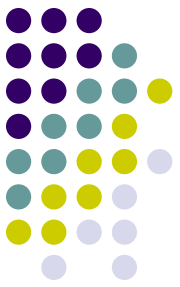
- beban tetap (γ) yang dipakai = 1
- beban sementara (γ) yang dipakai = 1,25
- beban kejut (γ) yang dipakai = 2

Tegangan ijin kayu dalam daftar harus dikalikan dengan koevesien (β) jika jika kondisi bangunan tersebut :

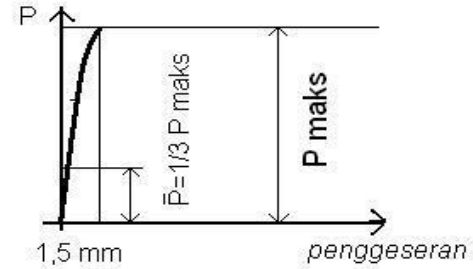
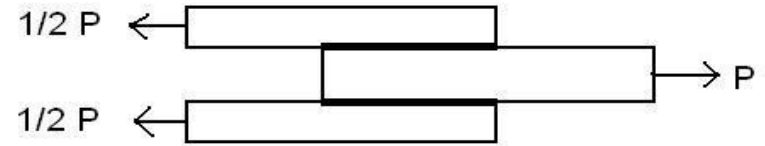
- Bangunan terlindung (β) yang dipakai = 1
- Contoh : kuda-kuda dan tiang rumah
- Bangunan tidak terlindung tapi cepat mengering (β) yang dipakai = $5/6$
- Contoh : jembatan, perancah dsb
- Bangunan tidak terlindung dan selalu lembab (β) yang dipakai = $2/3$
- Contoh : terowongan, turap dll

Macam-macam alat penyambung kayu

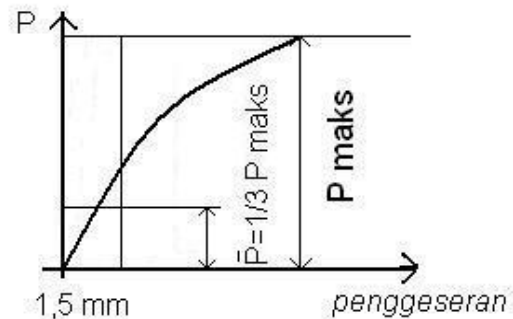
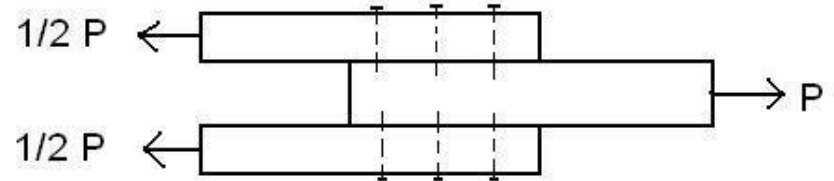
- Perekat
- Paku
- Kokot
- Baut



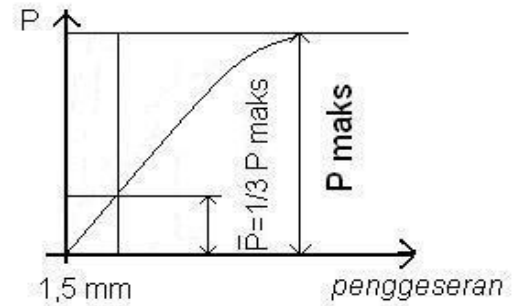
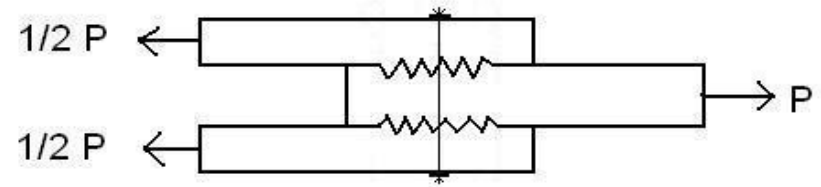
a. Sambungan kayu dengan perekat



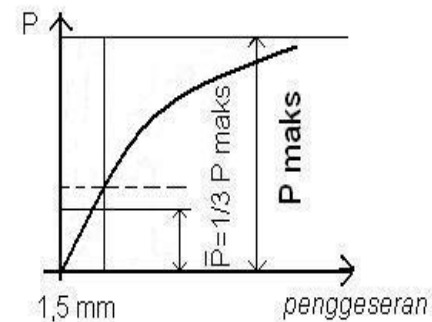
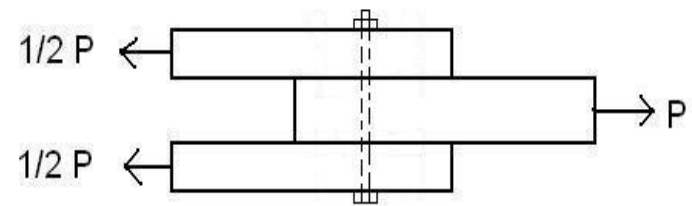
b. Sambungan kayu dengan paku



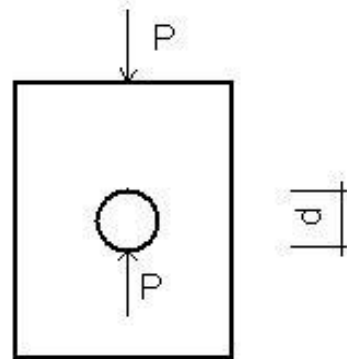
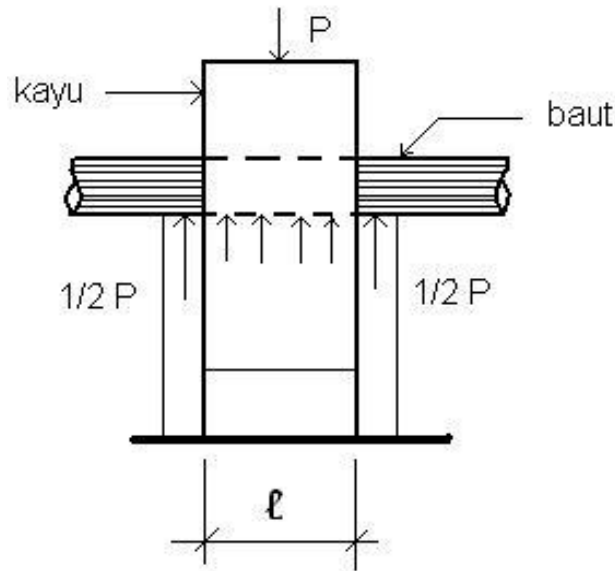
c. Sambungan kayu dengan kokot



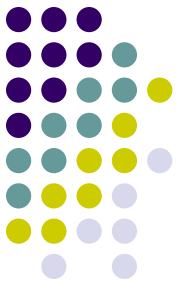
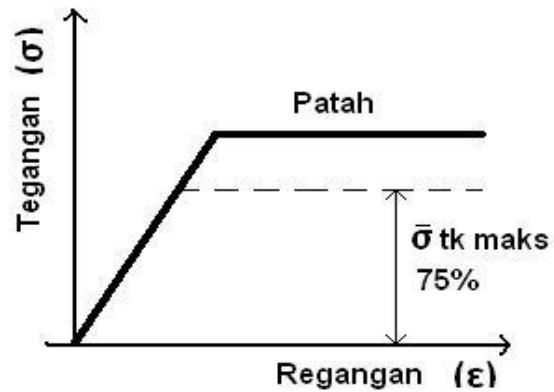
d. Sambungan kayu dengan baut



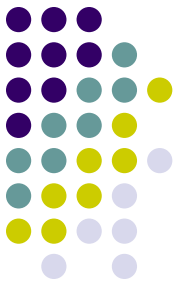
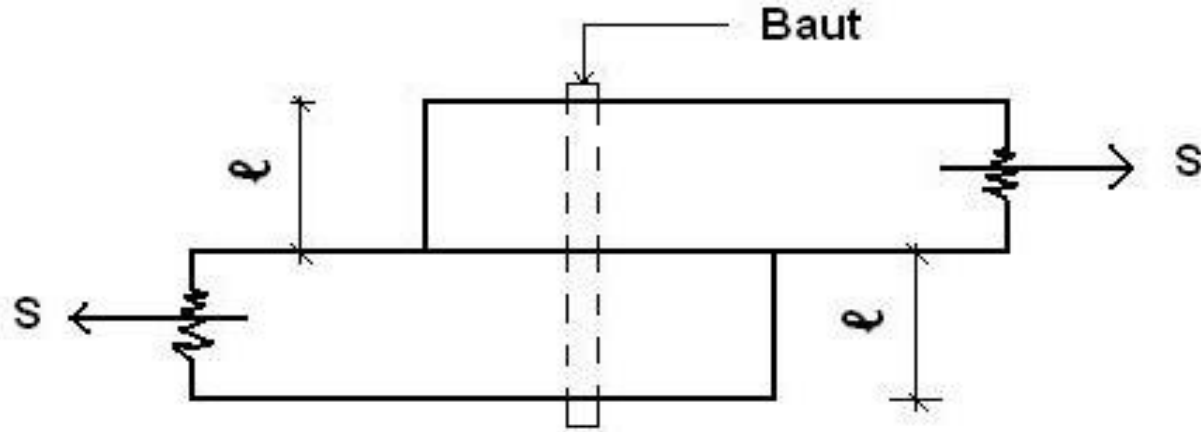
- **Sambungan dengan Baut Tanpa Mui**

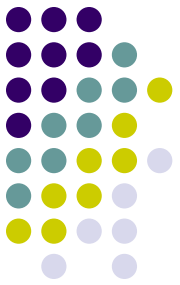


Pengujian kuat tekan

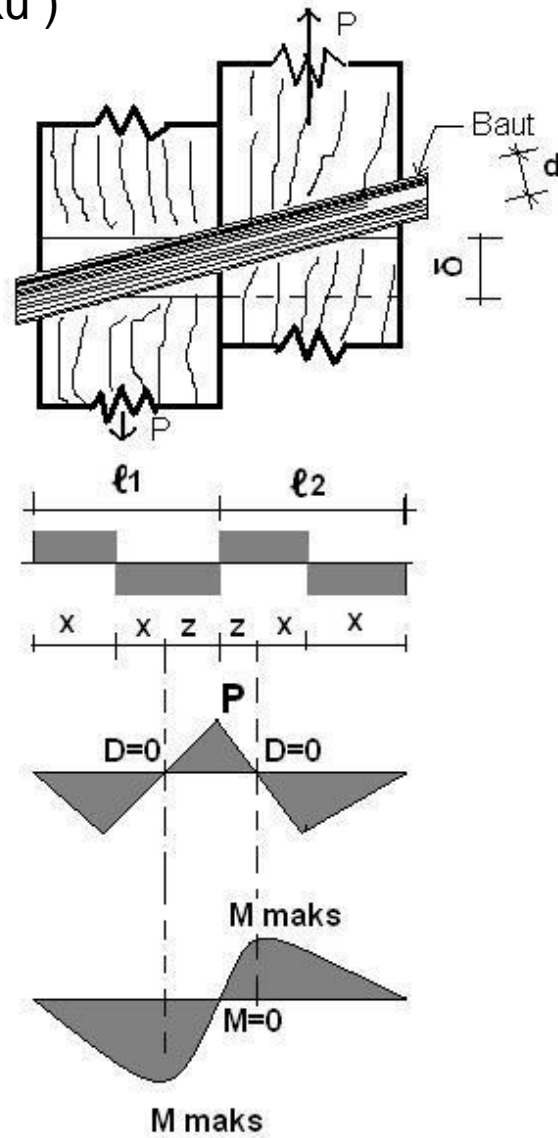


- **Sambungan dengan alat sambung baut**
 - Sambungan tumpang satu

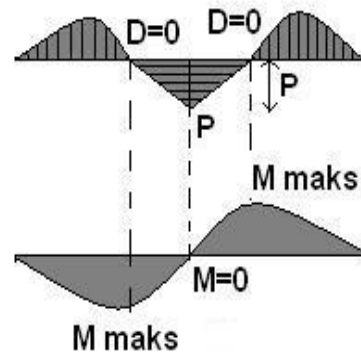
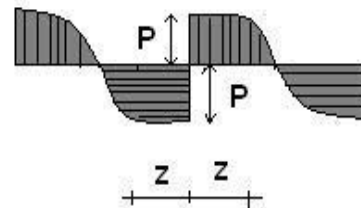
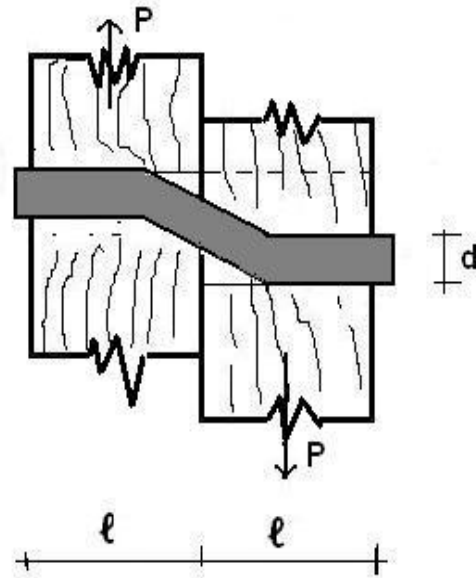




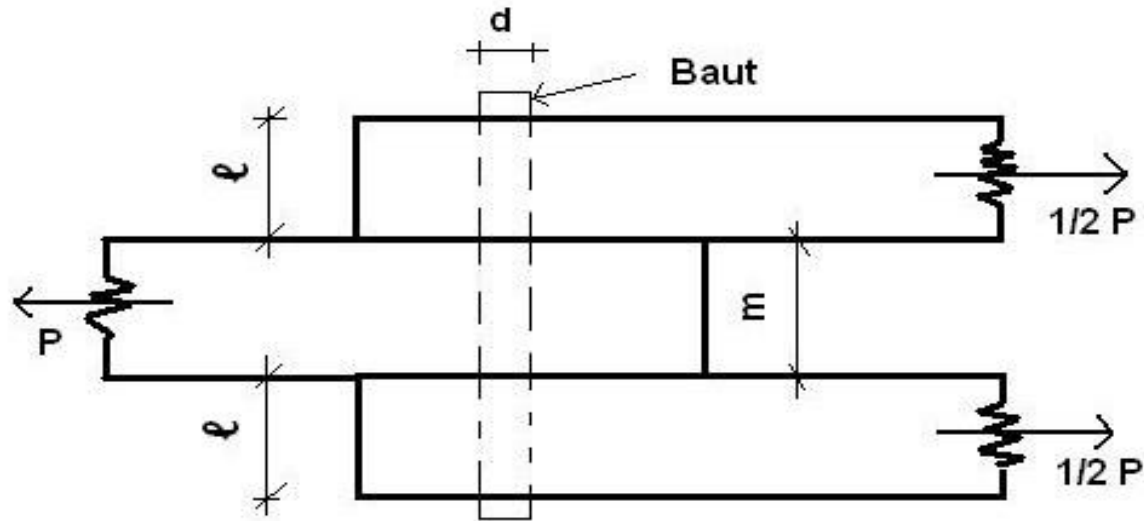
Ada dua kemungkinan :
Baut tidak membengkok (kaku)



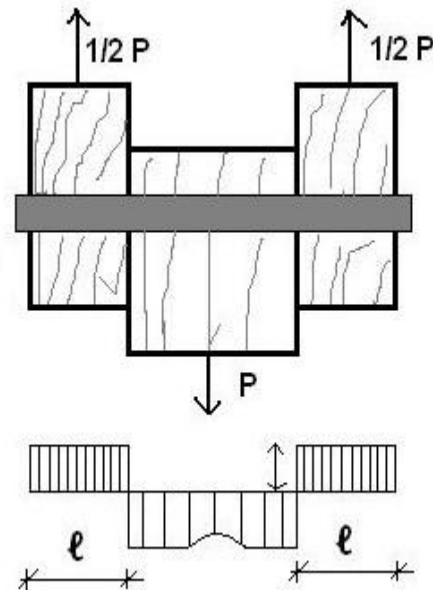
baut membengkok



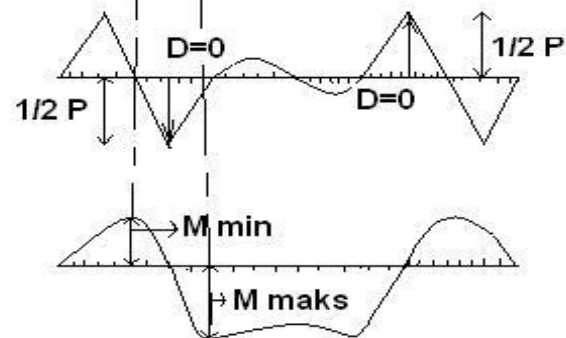
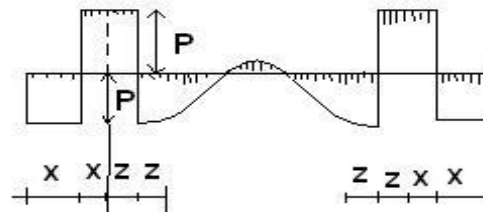
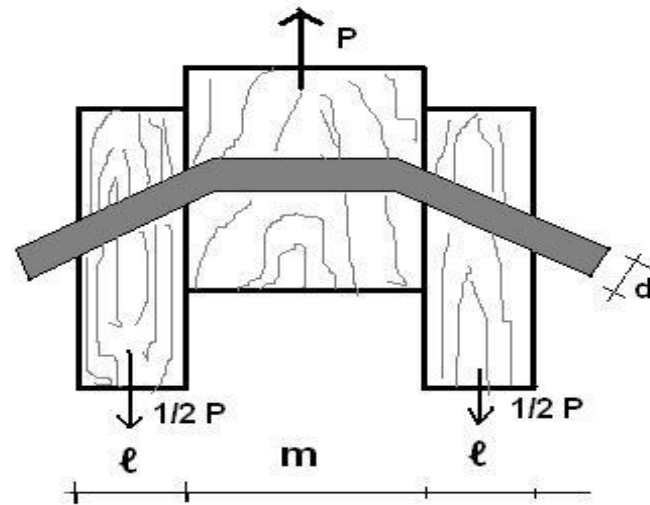
Sambungan tumpang dua



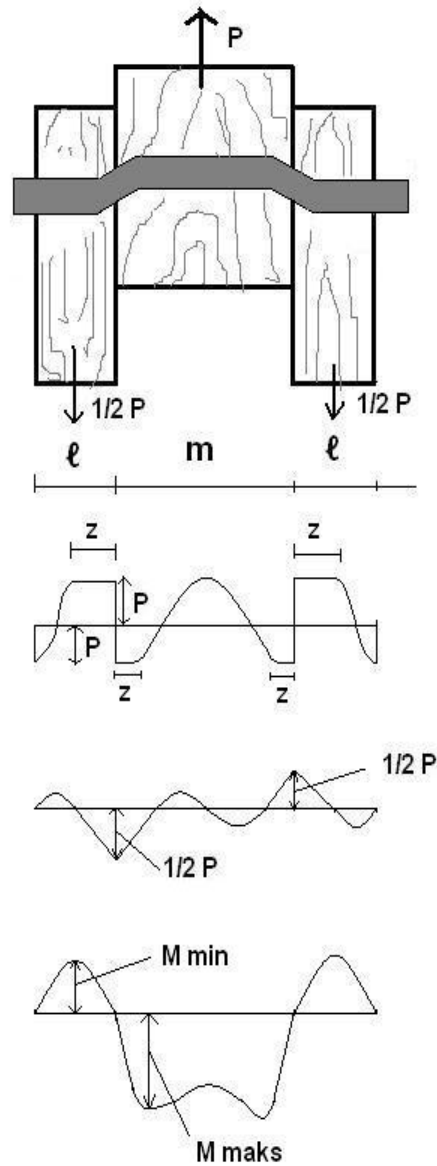
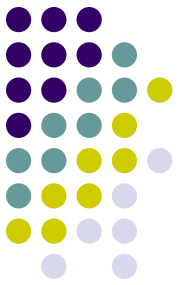
Ada kemungkinan yang terjadi :
Baut tidak membengkok (kaku)



Baut membengkok dibagian tengah-tengah

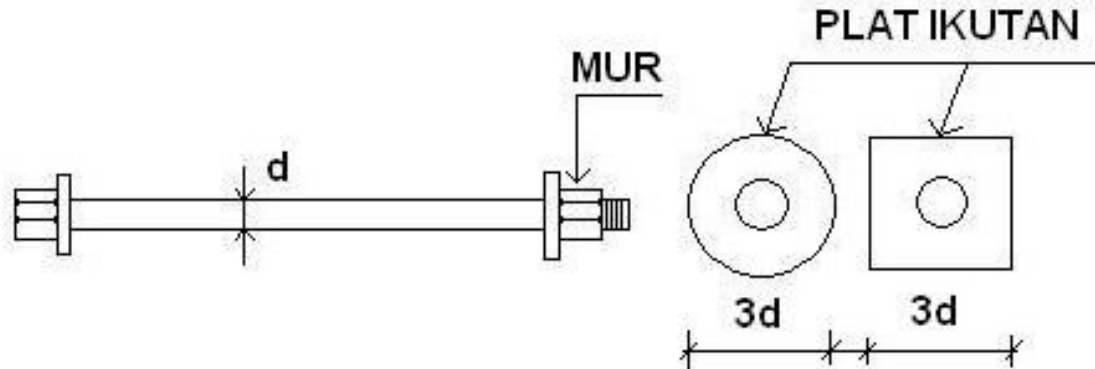


Baut membengkok di bagian tengah dan tepi



Sambungan dengan alat sambung baut dan mur

Yang lazim digunakan sambungan dengan baut selalu diikuti oleh mur dan plat ikutan (cincin tutup).



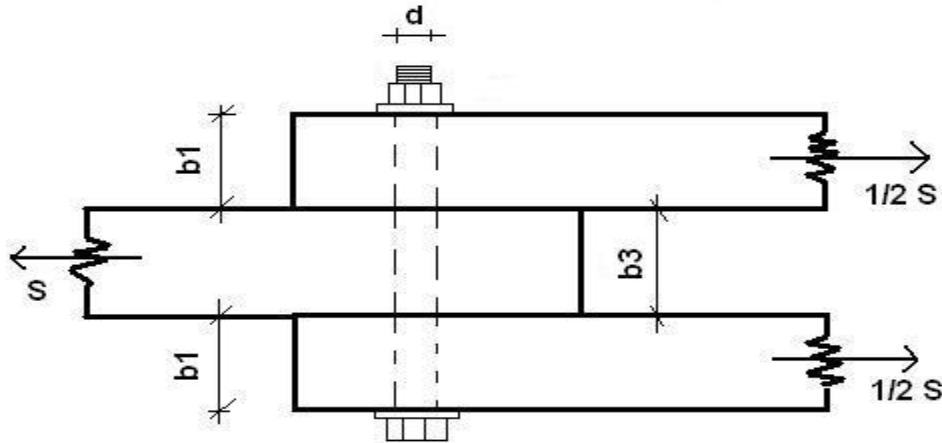
Jadi bila ada istilah sambungan dengan baut yang di maksud adalah sambungan kayu dengan baut yang dilengkapi mur dan plat ikutan.

Selanjutnya sambungan dengan baut yang dilengkapi mur dan plat ikutan kita sebut dengan "sambungan dengan baut"

Sambungan ini akan lebih kuat dibandingkan dengan sambungan dngan baut dan mur.



- Sambungan tumpang satu



Desakan kayu merata dan mencapai maksimal di seluruh lubang sekitar baut.
Besarnya : $Pl = p \cdot l$

$$Pl = tk \cdot d \cdot l$$

Maka : $M = \frac{1}{2} Pl \cdot l$

$$M = \frac{1}{2} tk \cdot d \cdot l^2$$

Tetapi rumus diatas berlaku apabila

$$M \leq \pi / 32 \cdot d^3 \cdot t_b$$

Tetapi bila : $d/l < 2,26 \sqrt{(t_k : t_b)}$

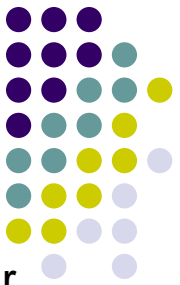
maka baut akan membengkok < serupa dengan sambungan baut tanpa mur besarnya :

$$P_i = 0.443 \cdot d^2 \sqrt{t_k \cdot t_b}$$

☺ Fungsi mur dan plat ikutan dalam sambungan ini adalah sebagai penjangkar, sehingga : sambungan menjadi lebih kuat.

Hal ini akan memperbesar daya geser sebesar:

$$D = \int \frac{\Pi}{4} d_1^2 \cdot t_b$$



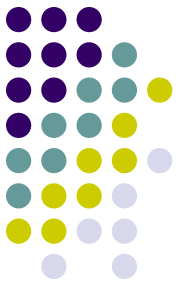
Dengan :

D = Gaya tarik yang dapat ditahan baut

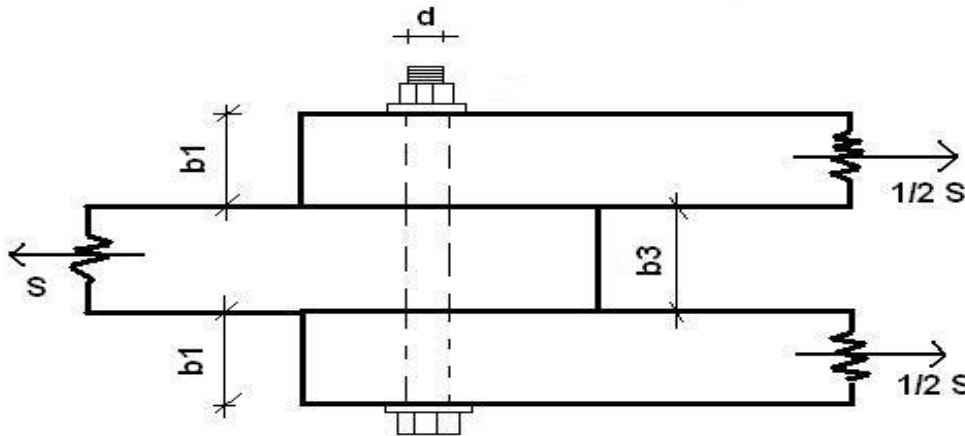
F = Angka geser yang besarnya 0.66 (dari hasil penelitian)

D1 = Diameter baut netto.

$$P \text{ maks} = 0.443 d^2 \sqrt{tk.tb + f \frac{\Pi}{4} d_1^2 .tb}$$



A. SAMBUNGAN TAMPANG DUA



Besar P_{maks} = P_I + sambungan baut tanpa mur + dua gaya geser yang terjadi pada kampuh sambungan.

$$P_{maks} = 0,886 d^2 \sqrt{(t_k : t_b)} + 2 f (\pi : 4) . D12 . t_b$$

Oleh karena sering terjadi mur dan plat ikutan tidak dapat bekerja secara sempurna, karena kurang keras / akibat penyusutan kayu, maka:

Sambungan ini perhitungannya didasarkan pada rumus seperti baut tanpa mur.

Tegangan ijin t_k beberapa jenis kayu:



Jenis kayu	Tk (kg/cm ²)
Jati	470
Rosamala	550
Penus	330
Damar	300
Suren	240

Hasil penelitian tekanan baut (tb) sebesar ± 5400 Kg/cm

Dan untuk lebih sederhananya, kayu di indonesia dikelompokan menjadi 3 golongan yaitu :

- Golongan I , tk = ± 500 Kg/cm²
- Golongan II, tk = \pm Kg/cm²
- Golongan III, tk = ± 300 Kg/cm²

& bila nilai angka keamanan = 4
nb = 2.25

MAKA

Golongan I

Tampang satu / penggal satu

$$PL = 0.414 \text{ tk.d.I (dari rumus)} = 0414 .$$

$$PL = 51,75 \text{ d. I}$$

☺ Tampang dua/ penggal dua

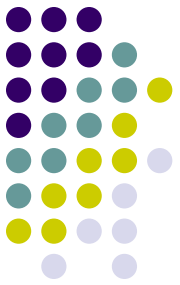
$$PI = 2 \text{ tk. d. I (dari rumus 3)}$$

$$= 2. 500/4 . \text{ d. I}$$

$$PI = \text{tk.d.m (dari rumus 4)}$$

$$PI = 0,886 \text{ d } \sqrt[2]{tk.tb} \text{ (dari rumus 5)}$$

$$= 0,886 \text{ d } \sqrt[2]{\frac{500}{4} \cdot \frac{5400}{2,25}}$$





Akhirnya setelah dimasukan pengaruh sudut penyimpangan terhadap serat (α) dengan mengganti beberapa nitasi yaitu:

PI menjadi S.

I menjadi b_1 .

m menjadi b_3 .

Maka rumus rumus diatas menjadi sebagai berikut:

Golongan I (untuk semua kayu kelas kuat I dan kayu rasamala)

Tampang Satu:

$$\lambda b = 4,8 \quad S \text{ ijin} = 50 \cdot d \cdot b_1 (1 - 0,6 \sin \alpha)$$

$$S \text{ ijin} = 240 \cdot d_2 (1 - 0,6 \sin \alpha)$$

Tampang dua

$$\lambda b = 3,8 \quad S \text{ ijin} = 125 \cdot d \cdot b_3 (1 - 0,6 \sin \alpha)$$

$$S \text{ ijin} = 250 \cdot d \cdot b_1 (1 - 0,6 \sin \alpha)$$

$$S \text{ ijin} = 480 \cdot d_2 (1 - 0,35 \sin \alpha)$$

Golongan II (Untuk semua kayu klas kuat II dan kayu jati)

Tampang Satu

$$\lambda b = 5,4 \quad S_{\text{ijin}} = 40 \cdot d \cdot b_1 (1 - 0,6 \sin \alpha).$$

$$S_{\text{ijin}} = 215 \cdot d_2 (1 - 0,6 \sin \alpha).$$

Tampang dua

$$\lambda b = 3,8 \quad S_{\text{ijin}} = 100 \cdot d \cdot b_3 (1 - 0,6 \sin \alpha).$$

$$S_{\text{ijin}} = 200 \cdot d \cdot b_1 (1 - 0,6 \sin \alpha).$$

$$S_{\text{ijin}} = 430 \cdot d_2 (1 - 0,35 \sin \alpha).$$

Golongan III

Tampang Satu

$$\lambda b = 6,8 \quad S_{\text{ijin}} = 25 \cdot d \cdot b_1 (1 - 0,6 \sin \alpha)$$

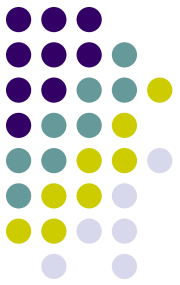
$$S_{\text{ijin}} = 170 \cdot d_2 (1 - 0,35 \sin \alpha)$$

Tampang dua

$$\lambda b = 5,7 \quad S_{\text{ijin}} = 60 \cdot d \cdot b_3 (1 - 0,6 \sin \alpha)$$

$$S_{\text{ijin}} = 120 \cdot d \cdot b_1 (1 - 0,6 \sin \alpha)$$

$$S_{\text{ijin}} = 340 \cdot d_2 (1 - 0,35 \sin \alpha)$$



Keterangan:

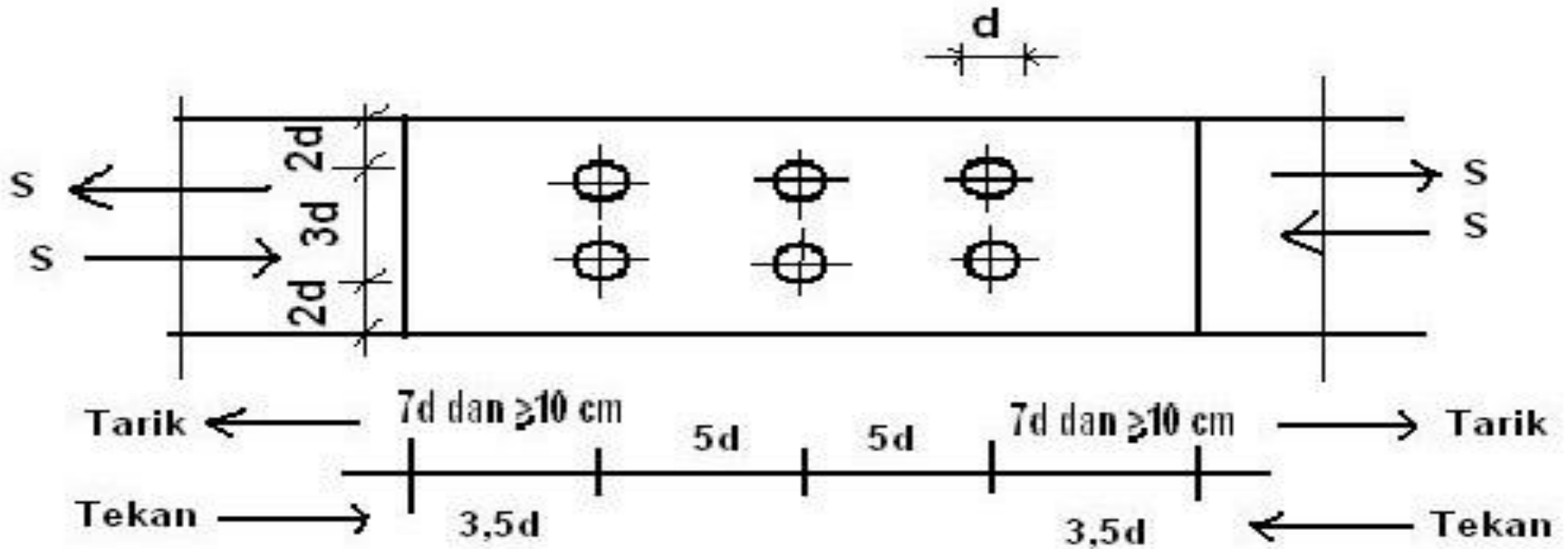
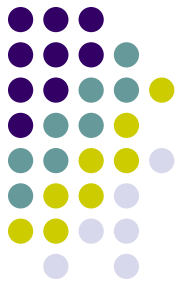
- S ijin = kekuatan sambungan dalam (kg).
 α = sudut antara gaya dengan serat kayu
b1 = tebal kuyu tepi dalam (m).
b3 = tebal kayu tengah dalam (cm).
d = garis tengah baut dalam (cm).

Dalam perhitungan harga S ijin untuk tiap golongan baik tampang satu maupun tampang dua dipilih yang terkecil.

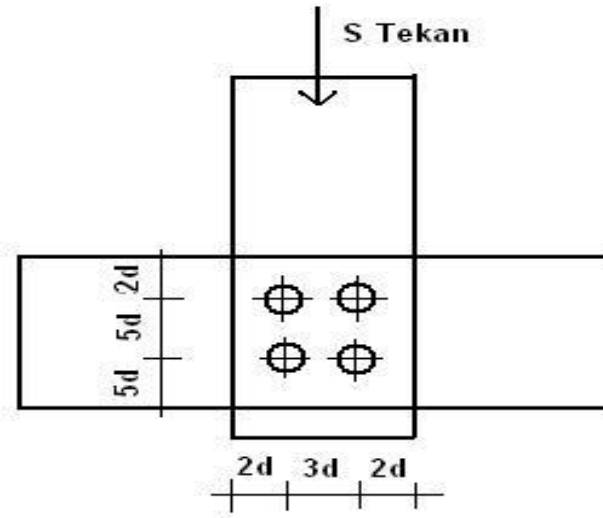
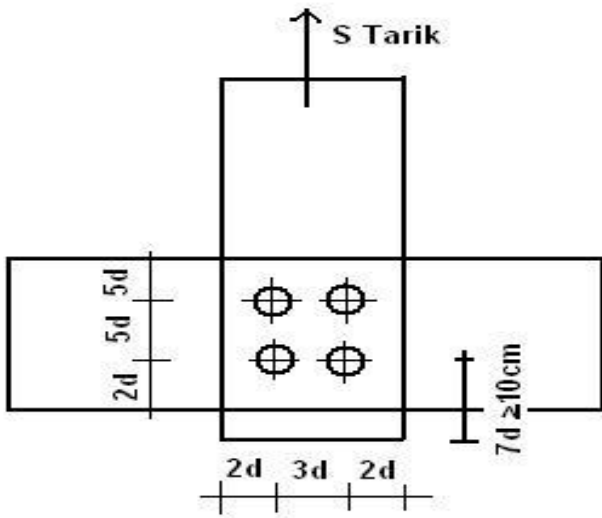


- **Penempatan Baut**

Bila Arah Gaya Sejajar Arah Serat Kayu:



Bila Arah Gaya Tegak Lurus Arah Serat Kayu:



Bila arah gaya berbebtuk sudut α dengan arah serat kayu

