

## DASAR-DASAR STRUKTUR KAYU

### A. MENGENAL KAYU

#### 1. Pengertian kayu

Kayu adalah bahan yang kita dapatkan dari tumbuh-tumbuhan (dalam) alam dan termasuk vegetasi hutan. Tumbuh-tumbuhan yang dimaksud disini adalah pohon-pohonan (*trees*). Terdapat perbedaan pengertian antara pohon dan tanam-tanaman (*plant*). Secara umum dari tanaman tidak diharapkan hasil berupa kayu, tetapi dari pohon (hutan) yang diharapkan adalah hasil kayunya.

Kayu memiliki 4 unsur yang esensial bagi manusia antara lain :

##### 1) Selulosa

Unsur ini merupakan komponen terbesar pada kayu, meliputi  $\pm 70$  % berat kayu. Salah satu bahan yang dapat diperoleh dari selulosa adalah Alpha-selulosa yang merupakan dasar utama pembuatan kertas, tekstil, plastik dan bahkan bahan peledak.

##### 2) Lignin

Lignin merupakan komponen pembentuk kayu yang meliputi 18% - 28% dari berat kayu. Komponen tersebut bertugas sebagai pengikat satuan struktural kayu dan memberikan sifat keteguhan kepada kayu.

##### 3) Bahan-bahan Ekstrasi

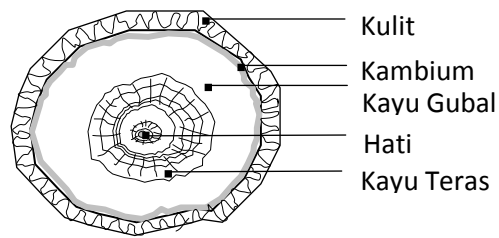
Komponen pembentuk kayu ini memberikan sifat-sifat tertentu pada kayu seperti : bau, warna, rasa dan keawetan. Selain itu, karena adanya bahan ekstrasi ini, maka dari kayu bisa didapatkan hasil yang lain misalnya : tannin, zat warna, minyak, getah, lemak, malam, dan lain sebagainya.

##### 4) Mineral pembentuk abu

Komponen ini tertinggal setelah lignin dan selulosa terbakar habis. Banyaknya komponen ini  $\pm 0.2$  % - 1 % dari berat kayu.

#### 2. Bagian-bagian Kayu

Jika sebatang pohon dipotong melintang, maka dari luar ke dalam akan diperoleh gambaran yang secara kasar dapat dinamakan bagian-bagian kayu dari pohon yang bersangkutan. Perhatikan gambar dibawah ini !



**Gb. 1.1**

1) Kulit

Kulit adalah bagian terluar dari kayu, kulit berfungsi sebagai berikut :

- a. Sebagai pelindung bagian-bagian yang lebih dalam pada kayu dari pengaruh iklim, serangga atau jamur dan lain sebagainya.
- b. Sebagai jalan lewatnya cairan bahan makanan dari akar di dalam tanah ke daun di pucuk-pucuk pohon.

2) Kambium

Kambium yaitu jaringan yang berupa lapisan tipis dan kering, yang melingkari pohon.

Tugas kambium adalah : ke dalam membentuk kayu yang baru, sedangkan ke luar membentuk kulit yang baru untuk mengganti kulit lama yang telah rusak. Dengan adanya kambium ini maka pohon bertambah lama bertambah besar.

3) Kayu

Kayu merupakan daging dari suatu pohon.

a) Kayu Gubal

Adalah bagian kayu yang terdiri dari sel-sel yang masih hidup, masih berfungsi. Tugasnya adalah mengalirkan bahan makanan dari daun ke bagian-bagian pohon yang lain

b) Kayu Teras

Adalah bagian kayu yang terdiri dari sel-sel yang sudah tua atau mati, kayu ini berasal dari kayu gubal yang karena ketuaanya menjadi mati dan tidak berfungsi lagi. Biasanya bagian-bagian sel yang sudah tua dan kosong ini terisi zat-zat lain yang berupa zat-zat ekstrasi

4) Hati

Hati merupakan bagian kayu yang berada di pusat. Hati berasal dari kayu awal, yaitu kayu yang pertama-tama dibentuk oleh kambium dan bersifat rapuh.

## B. KEUNTUNGAN DAN KERUGIAN

Pada Umumnya keuntungan dan kerugian dari kayu sebagai bahan konstruksi adalah sebagai berikut :

### 1. Keuntungan

- Relatif mempunyai kekuatan yang tinggi, dan berat sendiri yang rendah
- Memiliki daya tahan yang cukup tinggi terhadap pengaruh kimia dan listrik
- Mudah dikerjakan
- Relatif murah dan mudah didapat (di Indonesia)
- Mudah diganti dalam waktu singkat

### 2. Kerugian

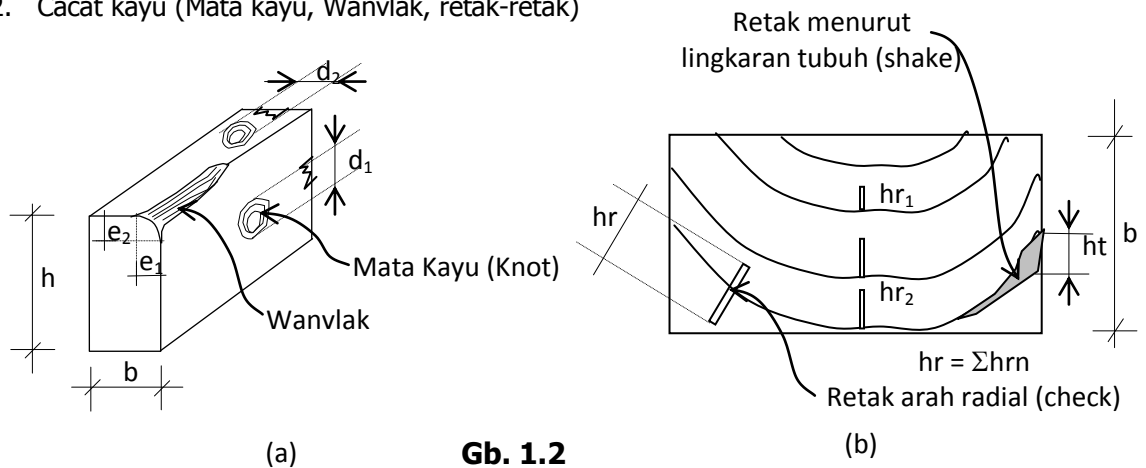
- Kurang homogen dengan cacat-cacat alam seperti arah serat yang membentuk penampang, spiral dan diagonal, mata kayu dan lain sebagainya  
Homogenitas (sifat keserbasamaan) artinya tiap-tiap bagian mempunyai sifat fisik yang sama
- Daya muai dan susut yang besar
- Kurang awet
- Pada pembebanan jangka panjang, lendutan cukup besar.

## C. FAKTOR YANG MEMPENGARUHI

### 1. Struktur Kayu

Kayu tersusun dari sel-sel dan sel-sel tersebut tersusun dari selulosa. Sel tersebut dipersatukan oleh lignin, sel-sel kayu berbentuk bundar memanjang atau persegi memanjang dimana panjang sel jauh lebih besar dari lebarnya. Jika terjadi keretakan sel selalu terjadi pada bagian panjang yang sejajar dengan arah pertumbuhan kayu. Perbedaan-perbedaan susunan sel-sel ini menyebabkan perbedaan sifat-sifat dari berbagai jenis kayu.

### 2. Cacat kayu (Mata kayu, Wanvlak, retak-retak)

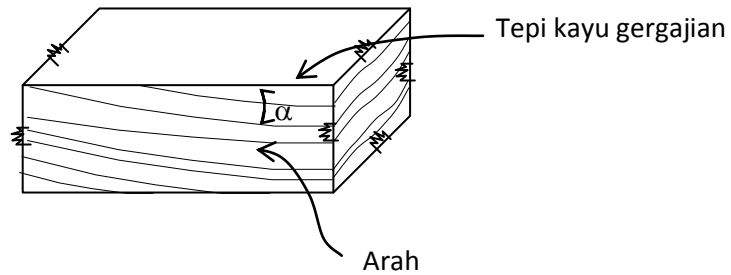


**Gb. 1.2**

## **Cacat Kayu**

### 3. Miring arah serat

Arah serat kayu tergantung dari pertumbuhan pohon. Apabila arah serat kayu tidak sejajar dengan tepi kayu gergajian disebut serat miring.



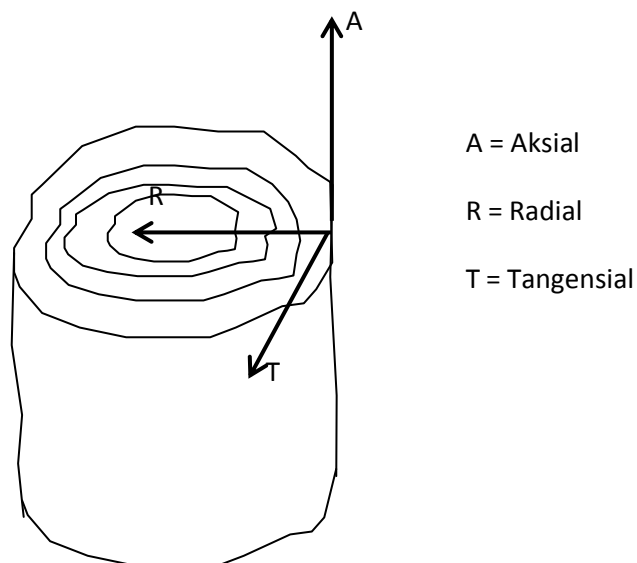
**Gb. 1.3**  
**Arah serat**

### 4. Kadar lengas

- Kadar lengas kayu berat : 40%
- Kadar lengas kayu ringan : 200%
- Fiber Saturation Point (FSP) 24%-30%.

Sesudah FSP, pada pengeringan selanjutnya kayu akan memperlihatkan perbaikan sifat-sifat mekanisnya, disertai penyusutan arah tangensial  $\pm 7\%$ , arah radial 5% dan arah axial kecil sekali.

- Kadar lengas kayu kering udara : 12% - 18% rata-rata 15%
- Kadar lengas kering mutlak (kering oven) adalah 0%



**Gb. 1.4**  
**Arah**  
**Penvusutan**

5. Berat jenis kayu kering udara

Kadar lengas kayu kering udara 12%-18%, rata-rata 15%

B.J berbanding lurus dengan kekuatan dengan kekuatan, kekerasan maupun kepadatan kayu.

Kayu berat memiliki karakteristik sebagai berikut : kekuatan tinggi, keras dan padat.

6. Isotropis

Suatu bahan yang isotropis artinya mempunyai sipat-sipat elastis yang sama dalam semua arah, misalnya baja.

Kayu bukan bahan yang isotropis tetapi orthotropis artinya mempunyai tiga bidang simetri elastis yang tegak lurus satu sama lain yaitu dalam arah axial, tangensial dan radial.

- ORTHOTROPIS →
- AXIAL
  - TANGENSIAL
  - RADIAL

D. MUTU KAYU

Mutu kayu dibagi menjadi dua jenis mutu yakni mutu A dan mutu B

MUTU A	MUTU B
1. Kadar lengas kering udara 12-18%; rata-rata 15%	1. Kadar lengas ≤ 30%
2. Mata kayu $d_1 \leq 1/6 h$ ; $d_2 \leq 1/6 b$ $d_1 \leq 3,5 \text{ cm}$ ; $d_2 \leq 3,5 \text{ cm}$	2. Mata Kayu $d_1 \leq 1/4 h$ ; $d_2 \leq 1/4 b$ $d_1 \leq 5\text{cm}$ ; $d_2 \leq 5\text{cm}$
3. Wanvlak $e_1 \leq 1/10 b$ ; $e_2 \leq 1/10 h$ $b_2$ tinggi balok $h$ tinggi balok	3. Wanvlak $e_1 \leq 1/10 b$ ; $e_2 \leq 1/10 h$
4. Miring arah serat $Tg \alpha \leq 1/10$	4. Miring arah serat $Tg \alpha \leq 1/7$
5. Retak-retak $Hr \leq 1/4 b$ ; $ht \leq 1/5 b$	5. Retak-retak $H \leq 1/3 b$ ; $ht \leq 1/4 b$

E. TEGANGAN IJIN KAYU

a. Tegangan yang diperkenankan (ijin) untuk kayu mutu A : (kayu mutu B dikalikan dengan  $f = 0,75$ )

Tegangan	Kelas Kuat					Jati
	I	II	III	IV	V	
$\bar{\sigma}_{lt} \left( \frac{kg}{cm^2} \right)$	150	100	75	50	-	130
$\bar{\sigma}_{tk //} = \bar{\sigma}_{tr //} \left( \frac{kg}{cm^2} \right)$	130	85	60	45	-	110
$\bar{\sigma}_{tk \perp} \left( \frac{kg}{cm^2} \right)$	40	25	15	10	-	30
$\bar{\tau} // \left( \frac{kg}{cm^2} \right)$	20	12	8	5	-	15

b. Korelasi tegangan yang diperkenankan (tegangan ijin) untuk kayu mutu A →  
dihubungkan dengan harga  $g = B.J$

$$\bar{\sigma}_{lt} = 170 g$$

$$\bar{\sigma}_{tk //} = \bar{\sigma}_{tr //} = 150 g$$

$$\bar{\sigma}_{tk \perp} = 40 g$$

$$\bar{\tau} // = 20 g$$

Dimana :

$g$  = berat jenis kayu kering udara

$\bar{\sigma}_{lt}$  = Tegangan ijin untuk lentur

$\bar{\sigma}_{tk //}$  = Tegangan ijin sejajar serat untuk tekan

$\bar{\sigma}_{tr //}$  = Tegangan ijin sejajar serat untuk tarik

$\bar{\sigma}_{tk \perp}$  = Tegangan ijin tegak lurus serat untuk tekan

$\bar{\tau} //$  = Tegangan ijin sejajar serat untuk geser

Catatan :

BJ kayu berbanding lurus dengan :

- kekuatan
- kekerasan

- kepadatan
- c. Angka-angka diatas digandakan dengan faktor tertentu antara lain :
- Faktor 0.75 untuk kayu mutu B
  - Faktor 2/3 :
    - Untuk konstruksi yang selalu terendam air
    - Untuk bagian konstruksi yang tidak terlindungi dan kemungkinan besar kadar lengas kayu selalu tinggi
  - Faktor 5/6 :
    - Untuk bagian konstruksi yang tidak terlindungi tetapi kayu itu dapat mengering dengan cepat
  - Faktor 5/4 :
    - Untuk bagian konstruksi yang tegangannya diakibatkan oleh muatan tetap dan angin
    - Untuk bagian konstruksi yang tegangannya diakibatkan oleh muatan tetap dan tidak tetap

F. Modulus Elastisitas dan modulus geser

Berikut adalah tabel modulus elastisitas kayu // serat dan modulus geser kayu // serat.

Kelas Kuat Kayu	E // (kg/cm <sup>2</sup> )	C // (kg/cm <sup>2</sup> )
I	125.000	10.000
II	100.000	5.000
III	80.000	5.000
IV	60.000	-

Ket : E = Modulus Elastisitas kayu

C = Modulus Geser kayu

G. KEKUATAN KAYU

Kelas Kuat Kayu	Berat Jenis kering udara	Kukuh lentur mutlak (kg/cm <sup>2</sup> )	Kukuh tekan mutlak (kg/cm <sup>2</sup> )
I	≥ 0,90	≥ 1100	≥ 650
II	0,90 – 0,60	1100 – 725	650 – 425
III	0,60 – 0,40	725 – 500	425 – 300
IV	0,40 – 0,30	500 – 360	300 – 215
V	≤ 0,30	≤ 360	≤ 215

Tabel : Tegangan dasar (basic stress) untuk kayu basah dan kering → SII.0458-81

No.	Uraian	Tegangan	Kayu basah	Kayu Kering
1	Modulus Elastisitas (1000xKg/cm <sup>2</sup> )	dasar	97,3 C + 13,1	105,1 C + 14,1
2	Tegangan lentur (Kg/cm <sup>2</sup> )	dasar	303,2 C	340,8 C
3	Tegangan tekan dan tarik // serat (Kg/cm <sup>2</sup> )	dasar	297,5 C – 6,2	341,3 C – 7,11
4	Tegangan tekan ⊥ serat (Kg/cm <sup>2</sup> )	dasar	126,6 C – 37,4	143,5 C – 42,4
5	Tegangan geser // serat (Kg/cm <sup>2</sup> )	dasar	48,5 C – 7,3	51,1 C – 7,7

Keterangan :

Kayu basah = kadar air diatas 20 %

Kayu kering = kadar air maksimum 20 %

C = berat jenis kayu kering udara (gr/cm<sup>3</sup>)

Tegangan ijin :

- Untuk kayu mutu A = 61% x tegangan dasar
- Untuk kayu mutu B = 46% x tegangan dasar

Permisalan :

Kayu BJ = 0,8 gr/cm<sup>3</sup> (kayu kering) mutu A

PKKI 1961	SII 0456-81
$\bar{\sigma}_{lt} = 170 \times 0,80 = 136 \text{ kg/cm}^2$	$0,61(340,8 \times 0,80) = 166 \text{ kg/cm}^2$
$\bar{\sigma}_{tk //} = \bar{\sigma}_{tr //} = 150 \times 0,80 = 120 \text{ kg/cm}^2$	$0,61(341,3 \times 0,80 - 7,11) = 162 \text{ kg/cm}^2$
$\bar{\sigma}_{tk \perp} = 40 \times 0,80 = 32 \text{ kg/cm}^2$	$0,61(143,5 \times 0,80 - 42,4) = 44 \text{ kg/cm}^2$
$\bar{\tau} // = 20 \times 0,80 = 16 \text{ kg/cm}^2$	$0,61(51,1 \times 0,80 - 7,7) = 20 \text{ kg/cm}^2$



Rumus mencari kadar lengas :

$$x = \frac{1,15 G_x - G_u}{G_u} \cdot 100 \%$$

dimana :

x = kadar lengas kayu (%)

$G_x$  = berat benda coba-coba permulaan

$G_u$  = berat benda coba-coba setelah kering udara

## H. ANGGAPAN-ANGGAPAN DALAM PERHITUNGAN

### 1. Homogenitas

Homogenitas (sifat keserbasamaan) kayu biasa dibandingkan dengan baja.

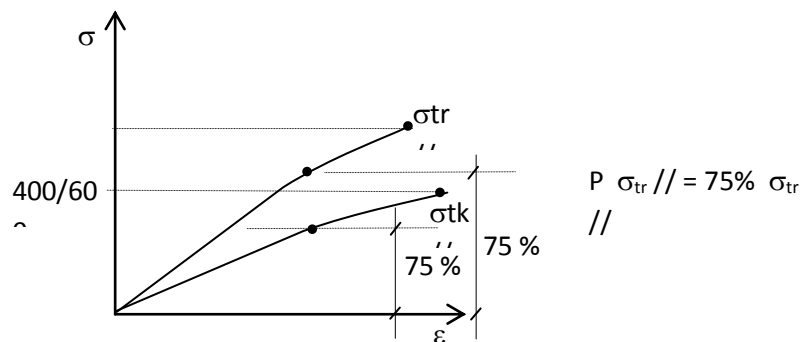
Dalam keperluan-keperluan praktis, baja dianggap homogen artinya : bagian-bagian dalam suatu benda baja mempunyai sifat-sifat fisik yang sama. Akan tetapi mikroskopis baja tidak homogen karena terdiri atas bermacam-macam kristal dengan sifat yang berlainan. Walaupun kayu tidak dapat disebut homogen seperti baja, tapi dalam praktek konstruksi kayu, ia masih dapat dianggap sebagai bahan yang homogen

### 2. Hukum Hook

Hukum Hook berlaku untuk kayu sampai batas proporsional

Batas proporsional untuk kayu pada pembebanan tekan adalah 75% tegangan patah.

Pada pembebanan tarik, batas proporsional memiliki harga yang lebih besar lagi. (batas proporsional baja 50% tegangan leleh)  $\sigma_y$  = Tegangan leleh



**Gb. 1.5**  
**Diagram Tegangan-Regangan (kayu)**

### 3. Plastisitas

Untuk pembebanan tekan pada kayu masih elastis sampai dengan batas proporsional, adapun pada pembebanan tarik tergantung dari kadar lengas kayu .

Kayu kering memperlihatkan batas elastisitas yang rendah.

Kayu dengan kadar lengas tinggi menunjukkan perubahan bentuk permanen terhadap beban relatif kecil/ringan sekalipun. Kekuatan tarik kayu (2-2,5) kali lebih besar daripada kekuatan tekannya.

4. Hipotesis Bernoulli

Anggapan bahwa pada balok-balok terlentur tampang-tampang tetap rata. Hal tersebut berlaku pada kayu

I. CONTOH SOAL

1. Suatu konstruksi gording menahan beban permanen terbagi rata sebesar 50 kg/m. Gording terbuat dari kayu dengan B.J = 0.6 Diminta untuk menghitung tegangan-tegangan ijinnya.

Penyelesaian :

Konstruksi gording terlindungi,  $\beta = 1$ , pembebanan permanen  $\gamma = 1$ , B.J = 0.6, maka :

$$\begin{aligned} \sigma_{lt} \text{ reduksi} &= \bar{\sigma}_{lt} \cdot r &= 170 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 1 &= 102 \text{ kg/cm}^2 \\ \bar{\sigma}_{ds//} \cdot r &= \bar{\sigma}_{tr//} \cdot r &= 150 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 1 &= 90 \text{ kg/cm}^2 \\ \bar{\sigma}_{ds\perp} \cdot r & &= 40 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 1 &= 24 \text{ kg/cm}^2 \\ \bar{\tau}_{//} \cdot r & &= 20 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 1 &= 12 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Catatan : Apabila pada soal tidak disebut lain maka mutu kayu adalah mutu A

2. Apabila pada soal-1 ditentukan panjang gording 3m dengan perletakan sendi-rol pada ujung-ujungnya, serta diketahui dimensi gording 6/8, maka diminta untuk mengontrol apakah konstruksi tersebut aman. Lentutan dan berat sendiri gording diabaikan.

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} M_{maksimum} (M_{maks}) &= 1/8 \cdot q \cdot l^2 &= 1/8 \cdot 50 \cdot 3^2 &= 56,25 \text{ kgm} \\ & & &= 5625 \text{ kgcm} \\ \text{Tahanan momen (W)} &= 1/6 \cdot b \cdot h^2 &= 1/6 \cdot 6 \cdot 6 \cdot 8^2 &= 64 \text{ cm}^3 \\ \sigma_{lt} &= \frac{M_{maks}}{W} = \frac{5625}{64} &= 87,89 \text{ kg/cm}^2 &< \bar{\sigma}_{lt} \cdot r = 102 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{Gaya lintang maksimum (Dmaks)} &= 1/2 \cdot q \cdot l &= 1/2 \cdot 50 \cdot 3 &= 75 \text{ kgm} \\ \tau &= \frac{3}{2} \cdot \frac{D}{b \cdot h} = \frac{3 \cdot 75}{2 \cdot 6 \cdot 6} &= 2,34 \text{ kg/cm}^2 &< \bar{\tau}_{//} \cdot r = 12 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

3. Apabila pada soal-2 ditentukan mutu kayu adalah mutu B dan gording direncanakan untuk menahan beban angin serta lendutan ijin =  $1/300 \cdot L$ , Diminta untuk mengontrol apakah konstruksi tersebut masih aman.

Penyelesaian :

Konstruksi gording terlindungi,  $\beta = 1$ , beban angin  $\gamma = 5/4$ , kayu mutu B, maka :

$$\bar{\sigma}_{lt} \cdot r = 102 \cdot 5/4 \cdot 0,75 = 95,625 \text{ kg/cm}^2$$

$$\bar{\tau}_{//} \cdot r = 12 \cdot 5/4 \cdot 0,75 = 11,25 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{ijin} = 1/300 \cdot L = 1/300 \cdot 300 = 1 \text{ cm}$$

B.J = 0,6  $\rightarrow$  klas kuat II, dari daftar I PKKI 1961,  $E = 10^5 \text{ kg/cm}^2$

Momen lembam (I) =  $1/12 \cdot b \cdot h^3 = 1/12 \cdot 6 \cdot 8^3 = 256 \text{ cm}^4$

$$\sigma_{lt} = \frac{M_{maks}}{W} = \frac{5625}{64} = 87,89 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}_{lt} \cdot r = 95,625 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau = \frac{3}{2} \frac{D}{b \cdot h} = \frac{3}{2} \frac{75}{6 \cdot 6} = 2,34 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\tau}_{//} \cdot r = 11,25 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{maksimum} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I} = \frac{5}{384} \cdot \frac{50 \cdot 10^{-2} \cdot 300^4}{10^5 \cdot 256}$$

$$= 2,06 \text{ cm} > f_{ijin} = 1 \text{ cm}$$

$\therefore$  Konstruksi tidak aman

## 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 per kayuan*, Yayasan Kanisius, Yogyakarta, 1974.
- Susilohadi, *Struktur kayu*, Teknik Sipil, Universitas Jenderal Ahmad Yani, Bandung.
- Soedibyoy, *Konstruksi Kayu*, Teknik Sipil Universitas Winaya Mukti, Bandung