

## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1. Klasifikasi Kayu

Kayu Bangunan dibagi dalam 3 (tiga) golongan pemakaian yaitu :

1. Kayu Bangunan Struktural :

Kayu Bangunan yang digunakan untuk bagian struktural Bangunan dan penggunaannya memerlukan perhitungan beban;

2. Kayu Bangunan Non-Struktural:

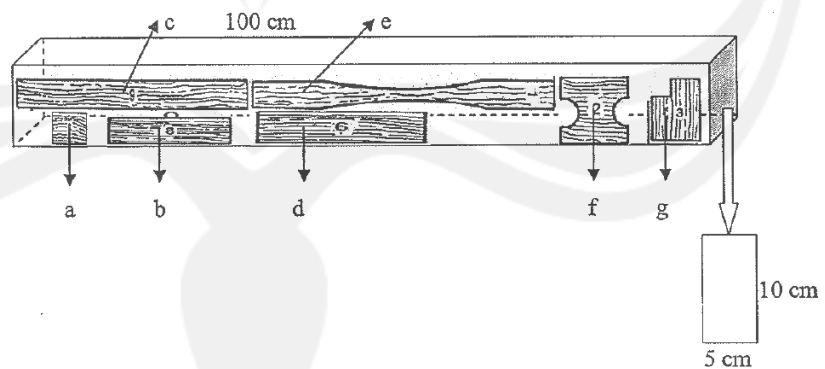
Kayu Bangunan yang digunakan dalam bagian Bangunan, yang penggunaannya tidak memerlukan perhitungan beban;

3. Kayu bangunan untuk keperluan lain:

Kayu Bangunan yang tidak termasuk kedua penggolongan di atas, tetapi dapat diperlukan sebagai bahan Bangunan penolong ataupun Bangunan sementara.

#### 3.2. Standar Pengujian Kayu

Balok contoh uji :



Gambar 3.1 Bentuk dan ukuran benda uji

Keterangan :

a = Contoh uji kadar air (5x5x5) cm

b = Contoh uji kekerasan (5x5x15) cm

c = Contoh uji lentur (5x5x76) cm

d = Contoh uji tekan sejajar serat (5x5x20) cm

e = Contoh uji tarik sejajar serat (5x5x46) cm

f = Contoh uji tarik tegak lurus serat (5x5x15) cm

g = Contoh uji geser sejajar serat (5x5x8) cm

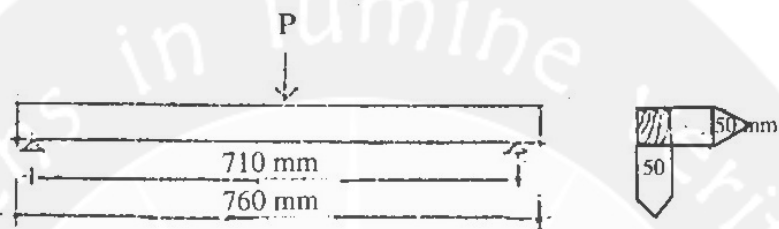
### 3.2.1. Metode Pengujian Kuat Lentur Kayu

#### a) Benda Uji

Benda uji harus memenuhi ketentuan :

- 1) Bentuk dan ukuran (50 x 50 x 760) mm.

**Gambar 3.2 Bentuk dan Ukuran Benda Uji Kuat Lentur**



*Sumber : SNI 03-3959-1995*

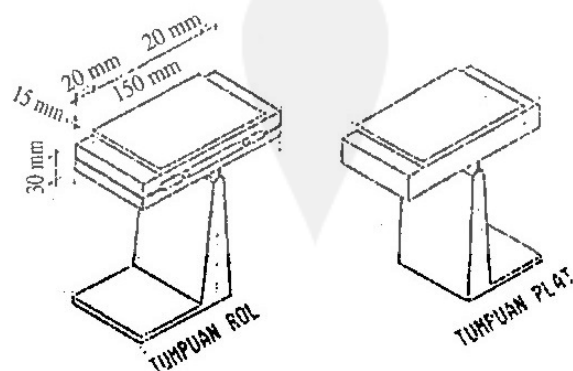
- 2) Ketelitian ukuran benda uji pada tengah bentang  $\pm 0,25$  mm;
- 3) Kadar air kayu maksimum 20%.

#### b) Peralatan

Peralatan harus memenuhi ketentuan :

- 1) Kedua tumpuan pelat dan rol yang terbuat dari baja harus mempunyai bentuk dan ukuran seperti Gambar 2 dan harus memungkinkan benda uji bisa bergerak dalam arah horizontal;

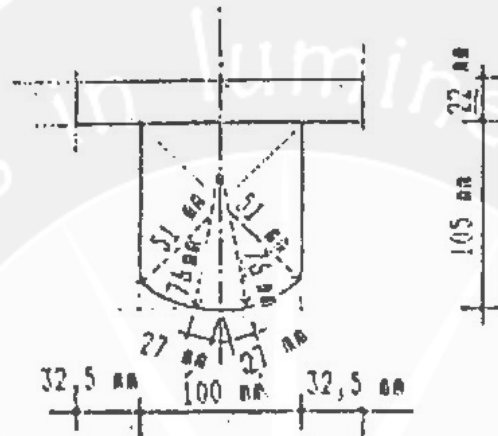
**Gambar 3.3 Bentuk dan Ukuran Tumpuan Plat dan Rol**



*Sumber : SNI 03-3959-1995*

- 2) Bantalan penekan untuk pemberian beban terbuat dari bahan baja, harus mempunyai bentuk dan ukuran seperti pada

**Gambar 3.4 Bentuk dan Ukuran Bantalan Penekan**



*Sumber : SNI 03-3959-1995*

- 3) Mesin uji yang digunakan untuk pengujian kuat lentur harus memenuhi ketentuan yang berlaku, dan juga harus memenuhi persyaratan kecepatan pembebanan sebagaimana yang diatur pada Pasal 3.5.
- c) **Jarak Tumpuan**  
Benda uji diletakkan di atas kedua tumpuan pelat dan rol, dengan jarak tumpuan 710 mm.
- d) **Letak Beban**  
Pembebanan pada benda uji dilaksanakan dengan meletakkan bantalan penekan di tengah bentang.
- e) **Kecepatan Pembebanan**

Kecepatan pembebanan harus memenuhi ketentuan, yaitu kecepatan gerakan beban 2,5 mm per menit dengan diperbolehkan ada penyimpangan  $\pm 25\%$ .

f) Besar Beban Uji

Besarnya beban uji harus memenuhi ketentuan, yaitu besarnya beban maksimum sampai benda uji mengalami patah.

g) Perhitungan Kuat Lentur:2

Kuat Lentur dari benda uji dihitung dengan rumus :

$$f_b = \frac{3PL}{2bh^2} (\text{MPa})$$

Keterangan :

P	=	beban uji maksimum
L	=	jarak tumpuan
b	=	lebar benda uji
h	=	tinggi benda uji
$f_b$	=	kuat lentur

Selain itu, untuk mengukur Besarnya Modulus Of Elasticity :

Besarnya *Modulus of Elasticity* (MOE) ditentukan oleh rumus:

$$MOE = \frac{\Delta PL^3}{4\Delta ybh^3}$$

dimana :

MOE = *Modulus of Elasticity* (kg/cm<sup>2</sup>)

$\Delta P$  = perubahan beban yang terjadi dibawah batas proporsi (kg)

L = jarak sangga (cm)

$\Delta Y$  = perubahan defleksi akibat beban (cm)

b = lebar contoh uji (cm)

h = tebal contoh uji (cm)

Selain itu, untuk mengukur Besarnya Modulus Of Rupture :

Besarnya *Modulus of Rupture* (MOR) diperoleh dengan rumus:

$$MOR = \frac{3PL}{2bh^2}$$

dimana :

MOR = *Modulus of Rupture* (kg/cm<sup>2</sup>)

P = beban maksimum (kg)

L = jarak sangga (cm)

b = lebar contoh uji (cm)

h = tebal contoh uji (cm)

### 3.2.2. Pengujian Kadar Air Pada Kayu

Kadar air dalam kayu sangat mempengaruhi kekuatan kayu dalam menopang beban. Apabila kayu tersebut memiliki kadar air yang sedikit, maka kayu tersebut akan memiliki kekuatan yang besar. Untuk itu agar kayu kuat dan awet kayu tersebut harus dikeringkan terlebih dahulu. Tujuan lainnya kayu dikeringkan agar regangan yang terjadi pada kayu tidak terlalu besar. (Sumber : PPKI 1961)

Menurut PPKI 1961 ada 3 jenis kadar air pada kayu yaitu :

1. Kadar air kering oven, dimana kadar airnya 0%.
2. Kadar air kayu kering udara < 24%.
3. Kadar air kayu jenuh serat berkisar antara 24-30%.
4. Kadar air kayu basah berkisar antara 20-400%.

Untuk menentukan kadar air kayu dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$\omega = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\%$$

Dimana :

$W_1 =$  Berat awal (gr)

$W_2 =$  Berat kering oven (gr)

### 3.2.3. Pengujian Berat Jenis Pada Kayu

Pengujian kekerasan pada kayu berdasarkan sumber PKKI 1961, ASTM D 143 – 52 (Reapproved 1978), book of ASTM Standards, 1982, Pedoman pengujian sifat fisik dan mekanik kayu, Publikasi khusus LPHH Bogor, 1974, Job Sheet Uji Bahan.

Berat jenis adalah perbandingan antara kerapatan kayu tersebut dengan kerapatan air pada suhu 4 C, dimana pada suhu standar tersebut kerapatan air sebesar 1 gr/cm<sup>3</sup> (Haygreen et al.2003).

Dalam penggunaannya kayu harus di perhatikan kekuatannya, agar sesuai dalam penggunaannya. Kekuatan kayu tersebut diklasifikasikan agar dapat digunakan secara tepat sesuai dengan kegunaannya dalam konstruksi. Kekerasan kayu berbanding lurus dengan kepadatannya. Maka semakin keras kayu tersebut makin padat pula kayu tersebut. Sehingga makin padat kayu maka kekuatan kayu tersebut makin besar untuk menopang beban.

**Tabel 3.1 PKKI. 1961 Kekuatan Kayu Berdasarkan Kekuatan Absolut.**

Kelas kuat	Bj kering udara
I	>0.9
II	0.9-0.6
III	0.6-0.4
IV	0.4-0.3

V	< 0.3
---	-------

Rumus Berat jenis berdasarkan ukuran dimensi:

$$BJ = \frac{B}{V}$$

Diman a: B = berat kering udara (gr)

$$V = P \times L \times t \text{ ( cm}^3\text{)}$$

#### 3.2.4. Pengujian Kekerasan Pada Kayu

Pengujian kekerasan pada kayu berdasarkan sumber PKKI 1961, ASTM D 143 – 52 (Reapproved 1978), book of ASTM Standards, 1982, Pedoman pengujian sifat fisik dan mekanik kayu, Publikasi khusus LPHH Bogor, 1974, Job Sheet Uji Bahan.

Kayu yang digunakan di bidang konstruksi harus memenuhi standar dan diantaranya kekerasan kayu. Kekerasan adalah kemampuan kayu untuk menahan gaya yang membuat takik atau lekukan atau kikisan (abrasi). Bersama-sama dengan keuletan, kekerasan merupakan suatu ukuran tentang ketahanan terhadap pengausan kayu. Kekerasan kayu atau 'density' diukur dalam satuan kg/m<sup>3</sup>. Rata-rata kekerasan kayu yang ada adalah sekitar 320 - 720 kg/M<sup>3</sup>. Ada beberapa jenis kayu yang sangat lunak hingga 160 kg/m<sup>3</sup> dan paling tinggi kekerasan kayu pada level 1.000 kg/m<sup>3</sup>. Semua ukuran kekerasan kayu tersebut diukur pada level MC sekitar 12%. Kayu yang memiliki kekerasan yang tinggi akan memiliki kekuatan yang tinggi pula. Kekuatan kayu dapat di ukur dari arah radial, tangensial dan aksial kayu. Dengan uji coba di laboratorium kita dapat mengetahuinya. Kayu ditekan dengan mesin penekan sampai bola baja masuk ke kayu sedalam ½ dari diameter bola baja.

### 3.2.5. Pengujian Kuat Tekan Tegak Lurus Serat Kayu

Pengujian kekerasan pada kayu berdasarkan sumber PKKI 1961, ASTM D 143 – 52 (Reapproved 1978), book of ASTM Standards, 1982, Pedoman pengujian sifat fisik dan mekanik kayu, Publikasi khusus LPHH Bogor, 1974, Job Sheet Uji Bahan.

Kekuatan Tekan adalah kekuatan kayu untuk menahan muatan jika kayu tersebut dipergunakan untuk suatu konstruksi. Ada 2 macam, yaitu kuat tekan sejajar dan tegak lurus arah serat. Kuat tekan sejajar > tegak lurus arah serat. Kuat tekan sejajar menentukan kemampuan kayu dalam menahan beban. Kekuatan kayu dapat di ukur dengan cara menguji dari kuat tekan lurus seratnya ( $\sigma_{tkn \perp}$ ), yaitu kekuatan kayu dalam menopang beban yang bekerja dalam arah tegak lurus serat kayu.

Untuk menghitung kuat tekan tegak lurus serat ( $\sigma_{tkn \perp}$ ) digunakan

$$\text{rumus: } \sigma_{tkn \perp} = \frac{P_{\max}}{A}$$

dimana :  $\sigma_{tkn \perp}$  = kuat tekan/tegangan tegak lurus serat ( $\text{kg/cm}^2$ ).

$P_{\max}$  = beban maksimum hingga terjadi deforkasi terhadap kayu sebesar 2,5 mm (kg).

$A$  = luas bidang tekan ( $\text{cm}^2$ ).

Karena didalam pedoman PKKI 1961, tidak ada tegangan tekan tegak lurus absolut  $\sigma_{tkn \perp}$ , maka dilakukan dengan cara pendekatan, maka didapat tabel tegangan tekan tegak lurus serat absolut sesuai dengan kelas kuatnya, sebagai berikut :



**Tabel 3.2. PKKI 1961 Kekuatan Kayu Berdasarkan Kekuatan Absolut.**

Kelas kuat kayu	$\sigma_{\text{tkn} \perp}$ absolut (kg/cm <sup>2</sup> )	Elastisitas (E) (kg/cm <sup>2</sup> )
I	> 200	125.000
II	125 – 200	10.000
III	75 – 125	80.000
IV	47,78 – 75	60.000
V	< 47,78	–

### 3.2.6. Pengujian Kuat Tekan Sejajar Serat Kayu

Pengujian kekerasan pada kayu berdasarkan sumber PKKI 1961, ASTM D 143 – 52 (Reapproved 1978), book of ASTM Standards, 1982, Pedoman pengujian sifat fisik dan mekanik kayu, Publikasi khusus LPHH Bogor, 1974, Job Sheet Uji Bahan.

Kuat tekan sejajar serat ( $\sigma_{\text{tkn} //}$ ) pun perlu diperhatikan yaitu kekuatan kayu dalam menopang beban yang bekerja dalam arah sejajar serat kayu, serta kayu pun harus memenuhi standar yang sesuai dengan kegunaannya. Kayu yang memiliki kuat tekan yang baik akan menentukan kelas kuat kayu.

Selain dari pada itu, sifat mekanis suatu jenis kayu, juga tidak sama untuk beberapa arah. Di dalam pengetahuan kayu dibedakan atas 3 arah sumbu, yaitu:

- Arah Tangensial, menurut arah garis singgung lingkaran batangnya.
- Arah Axial, arah sejajar serat /batang.
- Arah Radial, arah menuju kepusat/hati kayu.

Kelas kuat kayu dan tegangan tekan // serat ( $\sigma_{\text{tkn} //}$ ), menurut PKKI 1961 :

**Tabel 3.3. Kekuatan Tekan Kayu Menurut PPKI .**

Kelas kuat kayu	Tegangan tekan // serat ( $\sigma_{tkn //}$ ) (kg/cm <sup>2</sup> )	Elastisitas (E) (kg/cm <sup>2</sup> )
I	> 650	125.000
II	650 – 425	100.000
III	425 – 300	80.000
IV	300 – 215	60.000
V	< 215	–

Untuk mengetahui besarnya kuat tekan // serat ( $\sigma_{tkn //}$ ) kayu maksimum, digunakan rumus :

$$\sigma_{tkn // \max} = \frac{P_{\max}}{A}$$

dimana :  $\sigma_{tkn // \max}$  = tegangan tekan // serat (kg/cm<sup>2</sup>) .  
 $P_{\max}$  = beban maksimum yang diberikan sampai benda uji mengalami keruntuhan (kg) .  
 $A$  = luas permukaan bidang tekan (cm<sup>2</sup>)

$P_{prop \max}$  adalah beban terbesar yang dapat diterima oleh kayu tanpa menyebabkan deformasi plastis pada kayu tersebut .  $P_{prop \max}$  biasanya didapat dari grafik hubungan antara  $P$  dan  $\Delta l$  .  $\sigma_{tkn // prop \max}$  dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\sigma_{tkn // prop \max} = \frac{P_{prop}}{A}$$

dimana :  $\sigma_{\text{tkn //prop max}}$  = beban terbesar yang dapat diterima oleh kayu tanpa menyebabkan deformasi plastis pada kayu (kg) .

$A$  = luas permukaan bidang tekan ( $\text{cm}^2$ ) .

Untuk menghitung modulus elastis (E) dapat digunakan rumus :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

$$= \frac{P/A}{\Delta l/l}$$

dimana :  $P$  =beban tekan (kg) .

$A$  = luas permukaan bidang tekan ( $\text{cm}^2$ ) .

$\Delta l$  = deformasi kayu (cm) .

$l$  = panjang kayu (cm)

### 3.2.7. Pengujian Kuat Geser Pada Kayu

Dalam konstruksi kayu,kayu harus dilakukan penyambungan sesuai kebutuhan yang diinginkan dikarnakan dimensi panjang kayu yang terbatas sesua. Pada daerah sambungan tersebut terjadi geser yang diakibatkan oleh adanya gaya geser yang bekerja, karena itu dilakukan pengujian kuat geser kayu dan besarnya beban geser yang dapat ditahan oleh bidang geser kayu. Kuat geser kayu sangat berpengaruh terhadap kekuatan kayu dalam menopang beban. Terutama di daerah sambungan kayu,agar kayu dapat menopang beban lebih besar maka kayu harus memiliki besar kuat geser yang besar pula.

Untuk menghitung kuat geser kayu digunakan rumus :

$$\tau_{//} = \frac{P_H}{A}$$

dimana :  $\tau_{//}$  = tegangan geser // serat kayu (kg/cm<sup>2</sup>)

PH = beban/gaya geser yang bekerja (kg)

A = luas bidang geser (cm<sup>2</sup>)

Karena didalam pedoman PKKI 1961, tidak ada tegangan geser absolut maka dilakukan dengan cara pendekatan, maka didapat tabel tegangan geser absolut sesuai dengan kelas kuatnya , sebagai berikut :

**Tabel 3.4. Tegangan Geser Kayu .**

Kelas kuat kayu	$\tau_{//}$ absolut (kg/cm <sup>2</sup> )	Elastisitas (E) (kg/cm <sup>2</sup> )
I	> 100	125.000
II	60 – 100	10.000
III	40 – 60	80.000
IV	23,89 – 40	60.000
V	< 23,89	–