BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Berat Jenis dan Kerapatan Kayu

Kayu memiliki berat jenis yang berbeda-beda berkisar antara 0.2-1.28 gr/cm^3. Berat jenis kayu merupakan suatu petunjuk dalam menentukan kekuatan kayu tersebut. Berat jenis juga merupakan indeks yang paling baik dan paling sederhana dari kekuatan kayu bebas cacat. Dengan demikian, bila berat jenis kayu tinggi maka kekuatan kayu pun juga ikut naik. Ini disebabkan karena berat jenis atau kerapatan merupakan pengukur banyaknya zat kayu yang ada dalam kayu segar.

Kerapatan yang lebih tinggi berasal dari proporsi yang lebih besar dari sel– sel dengan dinding sel tebal dan rongga sel sempit. Ini memberikan kekuatan yang lebih besar pada kayu bebas cacat yang lebih padat. Kekuatan kayu yang efektif tergantung pada banyaknya zat dinding sel, proporsi dinding sel yang ada dalam kayu, dan banyaknya zat ekstraktif dalam rongga sel kayu.

Adapun beberapa faktor yang mempengaruhi berat jenis kayu dalam hubungan dengan kekuatan kayu tersebut :

1. Susunan dari masing-masing sel kayu tersebut
2. Ketebalan dinding sel, semakin tebal dinding sel semakin besar berat jenis kayu
3. Komposisi kimia dari dinding sel atau ukuran dan jumlah pori

Tabel 3.1 Kelas Kuat Berdasarkan Berat Jenis Kayu (PKKI, 1961)

Kelas Kuat Kayu	Berat Jenis Kayu (gr/cm^3)
I	>0.9
II	0.9 – 0.6
III	0.6 – 0.4
IV	0.4 – 0.3
V	>0.3

Berat Jenis Kayu di tentukan dengan rumus :

$$BJ = \frac{m}{volume} = \frac{m}{p.l.t} \quad (3.1)$$

Keterangan :
BJ = Berat jenis (gr/cm^3)
m = Berat Kayu (gr)
p = Panjang (cm)
l = Lebar (cm)
t = Tinggi (cm)

3.2 Momen Inersia Penampang Gabungan

Pelat Lantai Kayu menggabungkan beberapa lembaran kayu, disusun, dan disatukan. Penampang kayu yang digunakan terdiri dari beberapa lapis, perhitungan momen inersia dilakukan dengan rumus sebagai berikut :

$$Ix' = Ix + Ay^2 \quad (3.2)$$

Keterangan :
Ix' = Momen inersia terhadap x' (mm^4)
Ix = Momen inersia terhadap x (mm^4)
A = Luas penampang (mm^2)
y^2 = Jarak terhadap sumbu y (mm^2)

3.3 Kekuatan Pada Kayu

Pelat lantai yang digunakan dalam penelitian ini adalah pelat lantai satu arah, dengan tumpuan sendi-rol. Pelat lantai satu arah dapat diasumsikan sebagai balok kayu yang tertumpu sederhana, dan memiliki lebar lebih besar dibanding tingginya.

Dalam perencanaan kayu, dikenal banyak faktor koreksi, diantaranya adalah faktor koreksi suhu, waktu, lentur sumbu kuat, faktor stabilitas balok, dan sebagainya. Untuk merencanakan agar kayu aman digunakan sebagai pelat lantai, maka momen nominal kayu harus dikalikan faktor yang berpengaruh, dan harus memiliki nilai yang lebih besar dibanding momen luar yang bekerja akibat beban yang ada. Macam-macam kekuatan kayu adalah :

1) Kekuatan Lentur

Momen atau tegangan lentur aktual tidak boleh melebihi nilai desain lentur terkoreksi. Tegangan lentur akibat momen lentur "M" dihitung sebagai berikut :

$$fb = \frac{Mc}{I} = \frac{M}{S} \tag{3.3}$$

Keterangan :
fb = Tegangan Lentur Aktual (MPa)
M = Momen Lentur (Nmm)
S = Modulus penampang lentur (mm^3)

Untuk komponen struktur lentur persegi panjang dengan lebar "b" dan tinggi "d" menjadi :

$$fb = \frac{M}{S} = \frac{6M}{bd^2} \quad (3.4)$$

Keterangan:
fb = Tegangan Lentur Aktual (MPa)
M = Momen Lentur (Nmm)
S = Modulus penampang lentur (mm^3)
b = Lebar komponen struktur lentur persegi panjang (mm)
d^2 = Tinggi komponen struktur lentur (mm^2)

Untuk komponen struktur persegi panjang solid dengan sumbu netral tegak lurus tinggi penampang memiliki rumus momen inersia :

$$I = \frac{bd^3}{12} \quad (3.5)$$

Keterangan :
I = Momen Inersia (mm^4)
b = Lebar komponen struktur lentur persegi panjang (mm)
d^3 = Tinggi komponen struktur lentur (mm^3)

Dan untuk komponen struktur persegi panjang solid dengan sumbu netral tegak lurus tinggi penampang memiliki rumus modulus penampang :

$$S = \frac{I}{c} = \frac{bd^2}{6} \quad (3.6)$$

Keterangan :
S = Modulus penampang lentur (mm^3)
I = Momen Inersia (mm^4)
c = Jarak dari sumbu netral ke serat terluar (mm)
b = Lebar komponen struktur lentur persegi panjang (mm)
d^2 = Tinggi komponen struktur lentur (mm^2)

Untuk keperluan penelitian, pelat lantai direncanakan untuk dapat menahan beban sebesar mungkin dengan tetap menjaga berat sendiri yang ringan. Momen nominal pelat kayu tanpa faktor yang diperkirakan dapat ditahan adalah sebagai berikut :

$$\sigma_{t,b} = \frac{M.y}{I} \quad (3.7)$$

Keterangan :
$\sigma_{t,b}$ = tegangan (t = top/atas , b = bottom/bawah) (KN/m^2)
M = momen nominal (KNm)
y = lengan momen (m)
I = momen inersia (m^4)

2) Kekuatan Geser Sejajar Serat (Geser Horisontal)

Tegangan geser aktual sejajar serat atau gaya geser di setiap penampang komponen struktur lentur tidak boleh melebihi nilai desain geser terkoreksi. Pengecekkan kekuatan geser tegak turus serat komponen struktur lentur kayu tidak diisyaratkan. Tegangan geser aktual sejajar serat yang terjadi pada komponen struktur lentur kayu gergajian, *glulam structural*, kayu komposit *structural*, atau tiang dan pancang kayu harus dihitung sebagai berikut :

$$Fv = \frac{VQ}{lb} \tag{3.8}$$

Keterangan :
Fv = Tegangan geser actual sejajar serat (MPa)
V = Gaya geser (N)
Q = Momen statis terhadap smbu netral (mm^3)
lb = Panjang tumpu (mm)

Untuk komponen struktur lentur persegi panjang dengan lebar "b" dan tinggi "d", menjadi :

$$Fv = \frac{3V}{2bd} \tag{3.9}$$

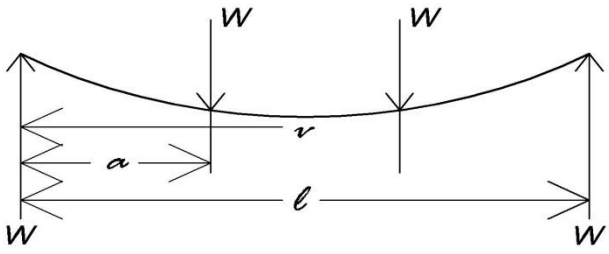
Keterangan :
Fv = Tegangan geser aktual sejajar serat (MPa)
V = Gaya geser (N)
b = Lebar komponen struktur lentur persegi panjang (mm)
d = Tinggi komponen struktur lentur (mm)

Berikut adalah tabel nilai desain acuan untuk kayu yang dipilah secara visual dan kayu yang dipilah secara mekanis sebagai berikut :

Tabel 3.2 Spesifikasi Desain untuk Konstruksi Kayu (SNI 7973:2013)

Kode Mutu	Nilai Desain Acuan (MPa)					Modulus Elastisitas Acuan (MPa)	
	Fb	Ft	Fc//	F v	Fc⊥	E	Emin
E25	26.0	22.9	18.0	3.06	6.11	25000	12500
E24	24.4	21.5	17.4	2.87	5.74	24000	12000
E23	23.2	20.5	16.8	2.73	5.46	23000	11500
E22	22.0	19.4	16.2	2.59	5.19	22000	11000
E21	21.3	18.8	15.6	2.50	5.00	21000	10500
E20	19.7	17.4	15.0	2.31	4.63	20000	10000
E19	18.6	16.3	14.5	2.18	4.35	19000	9500
E18	17.3	15.3	13.8	2.04	4.07	18000	9000
E17	16.5	14.6	13.2	1.94	3.89	17000	8500
E16	15.0	13.2	12.6	1.76	3.52	16000	8000
E15	13.8	12.2	12.0	1.62	2.24	15000	7500
E14	12.6	11.1	11.1	1.49	2.96	14000	7000
E13	11.8	10.4	10.4	1.39	2.78	13000	6500
E12	10.6	9.4	9.4	1.25	2.50	12000	6000
E11	9.1	8.0	8.0	1.06	2.13	11000	5500
E10	7.9	6.9	6.9	0.93	2.13	10000	5000
E9	7.1	6.3	6.3	0.83	1.67	9000	4500
E8	5.5	4.9	4.9	0.65	1.30	8000	4000
E7	4.3	3.8	3.8	0.51	1.02	7000	3500
E6	3.1	2.8	2.8	0.37	0.74	6000	3000
E5	2.9	1.7	1.7	0.23	0.46	5000	2500

3.4 Defleksi Struktur



Gambar 3.1 Defleksi Struktur akibat *Third Point Loading*

Perhitungan lendutan ditengah bentang, akibat *third point loading* secara teoritis dapat dengan menggunakan persamaan (3.10) :

$$y = \frac{Wa}{6EI}(3v(l-v) - a^2) \quad (3.10)$$

Keterangan :
y = Lendutan pada batas proporsional (mm)
W = Beban (kg)
l = Bentang bersih (mm)
v = Setengah bentang bersih (mm)
a = Jarak dari titik beban ke tumpuan (mm)
E = Modulus elastisitas (kg/mm2)
I = Momen Inersia (mm^4)

3.5 Kekakuan Struktur

Definisi dari kekakuan adakah nilai rasio dari beban terhadap lendutan. Kekakuan untuk struktur merupakan suatu yang penting. Pembatasan kekakuan berguna untuk menjaga konstruksi agar tidak melendut lebih dari lendutan yang diisyarakatkan. Makin kaku suatu struktur makin besar nilai kekakuannya. Secara matematis, rumus kekakuan struktur dapat ditulis :

$$k = \frac{P}{d} \quad (3.11)$$

Keterangan :
k = Kekuatan struktur (kg/mm)
P = Beban Maksimum saat kondisi *yield* (kg)
d = Defleksi Stuktur saat kondisi *yield* (mm)