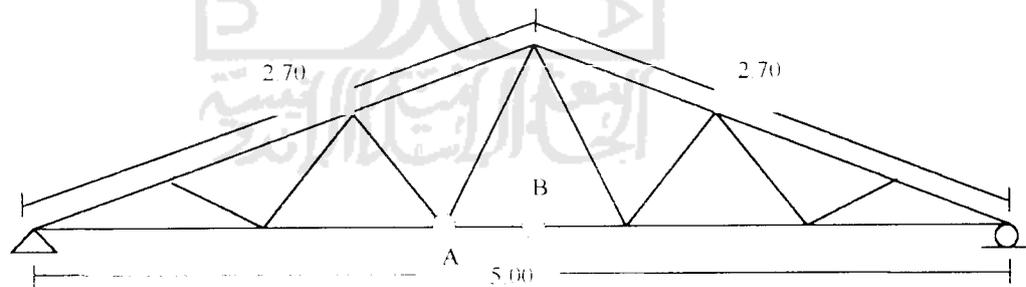


## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1 Kuda – Kuda Papan

Kuda kuda papan adalah rangka kuda kuda yang komponennya terbuat dari papan papan kayu yang didesain sedemikian rupa sehingga menjadi satu kesatuan struktur yang memiliki sifat stabil terhadap seluruh kondisi pembebanan. Jika kuda kuda tersebut menerima beban transversal maka komponen-komponennya akan menerima gaya aksial desak dan tarik, hal ini ditunjukkan pada tanda (+) untuk gaya tarik dan (-) untuk gaya tekan seperti pada gambar (3.1). komponen struktur tekan yang terbuat dari papan kekuatannya sering dibatasi oleh masalah instabilitas (tekuk).



**Gambar 3.1** Kerangka Kuda-Kuda

Sambungan A merupakan contoh sambungan yang disambung dengan menggunakan Claw Nailplate dimana pelaksanaannya dilakukan di Pabrik dan B

disambung dengan menggunakan nop ( nail on plate ) dimana pelaksanaannya dilakukan di lapangan.

### 3.2 Kepadatan Kayu

Kepadatan kayu berhubungan erat dengan Berat Jenis kayu dan kekuatan kayu. Semakin ringan kayu, semakin kurang kekuatannya dan begitupun sebaliknya.

#### 3.2.1 Berat Jenis

Berat jenis kayu ialah Berat jenis dari kayu sesudah dikeringkan (oven). Berat jenis kayu diperoleh dari perbandingan berat kayu sesudah dikeringkan (oven) terhadap volume kayu sesudah dikeringkan.

#### 3.2.2 Kekuatan Kayu

Setiap kayu memiliki susunan yang berbeda-beda. Oleh karena itu, Lembaga Pusat Penyelidikan Kehutanan membagi-bagi kekuatan kayu Indonesia dalam lima kelas kuat didasarkan kepada jenis kayu, seperti tabel berikut ini :

**Tabel 3.1 Kekuatan Kayu**

Kelas Kuat	Berat Jenis	Kekuatan Lengkung Absolut (kg/cm <sup>2</sup> )	Kekuatan Tekan Absolut (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

### 3.3 Penentuan Modulus Elastisitas ( E ) Kayu

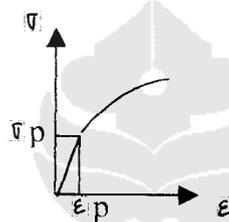
Modulus Elastisitas ( E ) kayu dapat diperoleh dari diagram tegangan - regangan uji desak kayu yaitu dengan cara membandingkan tegangan dengan regangan kayu pada daerah sebanding.

$$E = \frac{\sigma_p}{\varepsilon_p} \quad (3.1)$$

Keterangan: E = Modulus Elastisitas ( kg / cm<sup>2</sup> )

$\sigma_p$  = Tegangan sebanding ( kg / cm<sup>2</sup> )

$\varepsilon_p$  = Regangan sebanding



Gambar 3.2 Grafik Tegangan - Regangan

Tabel 3.2 Modulus Kenyal (E) kayu sejajar serat

Kelas kuat kayu	E// (kg/cm)
I	125.000
II	100.000
III	80.000
IV	60.000

### 3.4 Tegangan – Tegangan Ijin

Berdasarkan PKKI 1961, untuk keperluan perencanaan suatu konstruksi perlu diketahui tegangan yang diijinkan bagi setiap kayu berdasarkan kelas kuatnya seperti yang ditunjukkan pada tabel berikut ini :

**Tabel 3.3** Tegangan ijin kayu mutu A

Tegangan Ijin (kg/cm <sup>2</sup> )	Kelas Kuat					Jati
	I	II	III	IV	V	
$\sigma_{lt}$	150	100	75	50	-	130
$\sigma_{ds//} = \sigma_{tr//}$	130	85	60	45	-	110
$\sigma_{ds\perp}$	40	25	15	10	-	30
$\tau_{//}$	20	12	8	5	-	15

Korelasi tegangan yang diperkenankan untuk kayu mutu A:

$$\sigma_{lt} = 170 \text{ g}$$

$$\sigma_{ds//} = \sigma_{tr//} = 150 \text{ g}$$

$$\sigma_{ds\perp} = 40 \text{ g}$$

$$\tau_{//} = 20 \text{ g}$$

Keterangan : g = berat jenis kayu kering udara.

### 3.5 Alat Sambung Claw Nailplate

Claw Nailplate adalah alat sambung khusus produksi pryda yang berupa plat baja galvanis dan memiliki paku - paku dimana paku tersebut menjadi satu kesatuan di dalam plat dengan tebal paku 1 mm dan tinggi 8 mm.

Penamaan claw disesuaikan dengan ukuran panjang dan lebar plat.

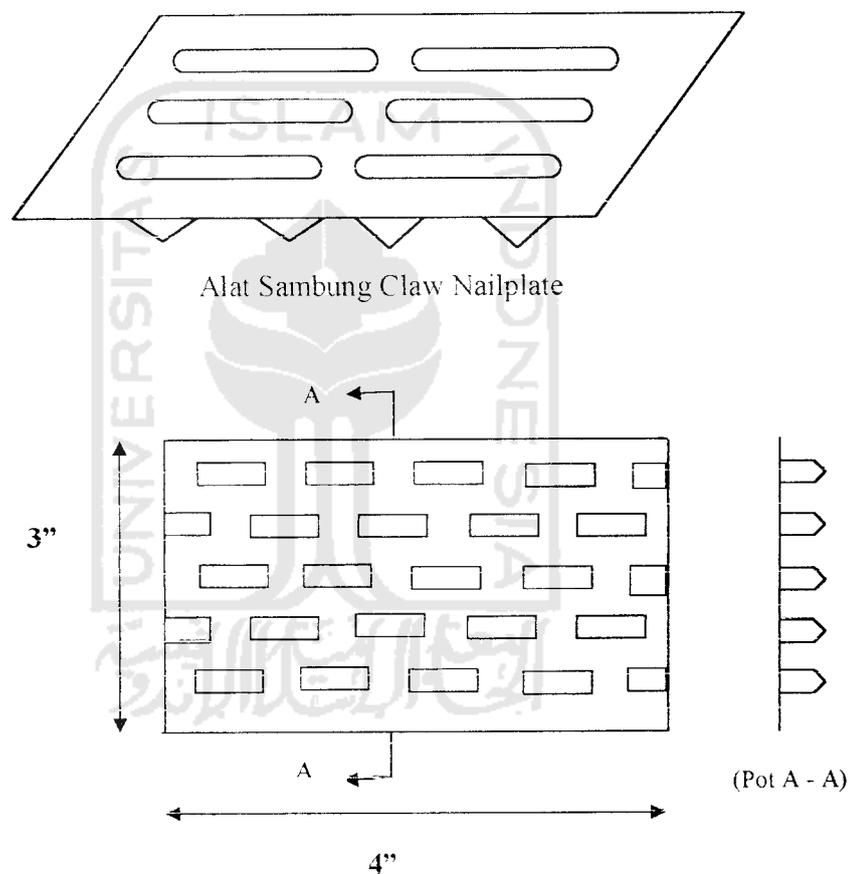
Contoh: - 3C1H; 3 adalah ukuran panjang plat (inci) = 3 inc x 25 mm = 75 mm

C menandakan jenis plat (claw)

1 adalah ukuran lebar plat (inci) = 1 inc x 25 mm = 25 mm

H adalah penambahan ukuran lebar plat yang nilainya 0.5 inci (12 mm)

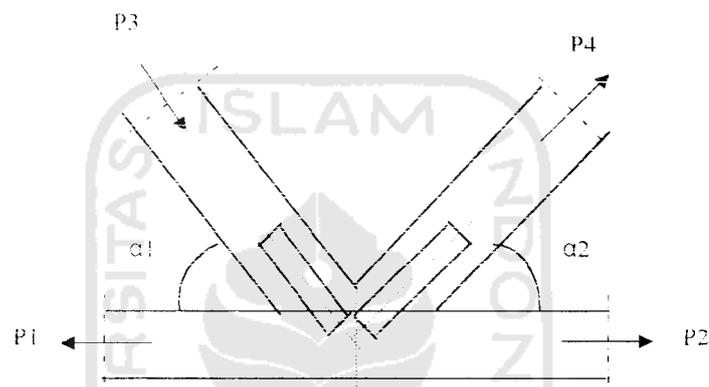
- 4C3 = plat jenis claw dengan ukuran 4 inc x 3 inc = 100 mm x 75 mm.



**Gambar 3.3** Contoh spesifikasi Claw Nailplate 4C3

Pada contoh alat sambung 4C3 seperti diatas, dapat dihitung jumlah paku yang terdapat pada alat sambung tersebut. Dalam satu lubang terdapat 2 paku dengan kedalaman 8 mm, sedangkan dalam 1 inc, terdapat 2 lubang sehingga jumlah paku yang terdapat pada satu plat alat sambung tersebut adalah 48 buah. Seluruh alat sambung *claw nailplate* memiliki ketebalan plat sebesar 1 mm dan kedalaman 8 mm.

Rumus yang digunakan dalam perhitungan plat sambung :



Gambar 3.4 Gaya Batang pada sambungan A Pada Gambar 3.1

$$\text{Lebar Plat/sisi} = \frac{\text{gaya batang terbesar}}{N_{tp} \times K} \times \frac{1}{2} \quad (3.2)$$

Untuk batang diagonal dan horizontal.

Digunakan rumus Hankinson untuk menentukan kekuatan satu paku pada  $\alpha n$ :

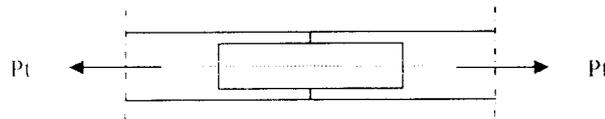
$$N_{\alpha n} = \frac{N_{p\text{sejajar}} \times N_{p\text{tegak lurus}}}{N_{p\text{sejajar}} (\sin \alpha n)^2 + N_{p\text{tegak lurus}} (\cos \alpha n)^2} \quad (3.3)$$

$$\text{Jumlah Paku/sisi} = \frac{P_s}{N_{\alpha n} \times K} \times \frac{1}{2} \quad (3.4)$$

Gaya geser pada joint antara batang diagonal dan batang bawah ( $\alpha$ ):

$$Ns\alpha = \frac{Ns \text{ Longitudinal} \times Ns \text{ Lateral}}{Ns \text{ Longitudinal} (\sin \alpha)^2 + Ns \text{ Lateral} (\cos \alpha)^2} \quad (3.5)$$

$$\text{Gaya geser/sisi} > \frac{P_1 - P_2}{Ns\alpha} \times \frac{1}{2} \quad (3.6)$$



Gambar 3.5 Gaya Batang pada sambungan B pada Gambar 3.1

Paku yang digunakan:

$$\text{Jumlah paku/sisi} > \frac{1,15 \times Pt}{Np \times K} \times \frac{1}{2} \quad (3.7)$$

Lebar Plat:

$$\text{Lebar Plat/sisi} > \frac{Pt}{Ntp \times K} \times \frac{1}{2} \quad (3.8)$$

Keterangan:

- P = Gaya batang ( N )
- Ntp = Kekuatan yang diijinkan pada plat ( N/mm )
- K = Faktor lamanya pembebanan ( 1.0 )
- Np = Perencanaan dasar pembebanan untuk desak ( N / Paku )
- Ns = Perencanaan dasar pembebanan untuk geser ( N / Paku )
- $\alpha$  = Sudut antara batang diagonal dan horizontal

### 3.6 Kuat Tekan

Dalam buku Konstruksi Kayu Jilid I, Ir Suwarno W, 1976, menurut Euler pada suatu batang dengan ujung-ujungnya bersendi dan tegangan pada batang tersebut berada di bawah tegangan elastik (batas kenyal dan batas sebanding) dapat dirumuskan:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L^2} \quad (3.9)$$

Karena  $I = A \cdot i^2$ , maka persamaan 3.11 dapat dinyatakan :

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot A \cdot i^2}{L^2} \quad (3.10)$$

Karena  $L/i = \lambda$ , maka persamaan 3.12 dapat dinyatakan:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot A}{\lambda^2} \quad (3.11)$$

atau bila dinyatakan dalam tegangan:

$$\sigma_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E}{\lambda^2} \quad (3.12)$$

Keterangan: E = Modulus Elastis kayu // serat (kg/cm<sup>2</sup>), L = Panjang bentang (cm), A = Luas tampang (cm<sup>2</sup>),  $\lambda$  = angka kelangsingan, I = Inersia minimum = 1/12. b<sup>3</sup>.h.

Rumus Euler tersebut dapat dipakai untuk  $\lambda > 100$ . Jika  $\lambda < 100$  digunakan rumus dari Tetmayer, yaitu sebagai berikut:

$\sigma_{ds} = \sigma_{ds \text{ maks}} (1 - a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2)$ , jika dipakai untuk kayu menjadi persamaan garis lurus dengan nilai  $a = 0,00662$  dan  $b = 0$ , sehingga persamaan menjadi :

$$\sigma_{cr} = \sigma_{ds \text{ maks}} \cdot (1 - 0,00662 \cdot \lambda) \quad (3.13)$$

$$P_{cr} = \sigma_{cr} \times A \quad (3.14)$$

### 3.7 Kuat Tarik

Dari hitungan mekanika, gaya batang untuk merancang batang tarik dapat diketahui besarnya.

$$\sigma_{tr} = \frac{P_{tr}}{A_n} < \bar{\sigma}_{tr} \quad (3.15)$$

Reduksi luas tampang pada batang tarik disebabkan oleh pemakaian alat sambung. Alat sambung tersebut memerlukan lubang pada kayu, sehingga luas tampang batang tarik menjadi berkurang. Perlemahan akibat lubang oleh alat sambung tersebut berbeda-beda besarnya tergantung dari alat sambung, penempatan alat sambung, ukuran kayu, dan lain sebagainya.

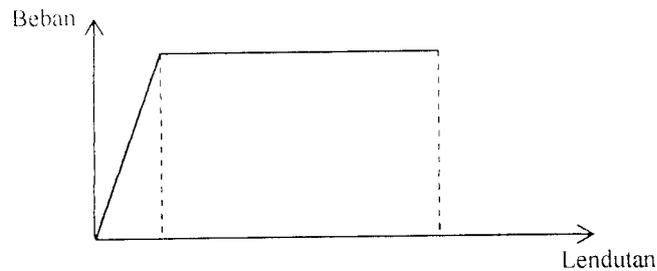
**Tabel 3.4** Perlemahan Tampang Akibat Alat Sambung

Jenis Alat Sambung	Angka Perlemahan (%)
Paku	10 – 15
Baut dan Gigi	20 – 25
Kokot dan Cincin Belah	20
Pasak Kayu	30
Perekat	0

### 3.8 Hubungan Beban – Lendutan

Lentur karena adanya beban akan menimbulkan lendutan secara langsung. Kayu tidak mempunyai batas kenyal melainkan batas proporsional dan dalam prakteknya, batas proporsional dianggap sebagai batas kenyal seperti pada baja (Suwarno, 1976).

Hubungan beban-lendutan pada balok yang dibebani lentur dapat disederhanakan menjadi bentuk bi-linier seperti pada Gambar 3.6.



**Gambar 3.6** Hubungan beban dan lendutan

Suatu balok dukungan sederhana yang diberi beban memiliki suatu titik dimana momen akan mencapai maksimum (Lynn S. Beedle, 1958).

Berdasarkan pernyataan tersebut dapat disimpulkan semakin besar beban yang diberikan, semakin besar pula momen yang terjadi. Jika beban semakin besar, maka material yang terdeformasi semakin cepat dan defleksi juga semakin besar.

### 3.9 Hipotesis

Pengaku yang diletakkan pada batang tekan terutama pada batang – batang tepi atas, dimaksudkan guna menghindari dan atau mengurangi tekuk yang timbul pada papan kayu sehingga didapatkan panjang tekuk dari batang tekan mengecil. Mengecilnya panjang tekuk akan diperoleh tegangan kritis yang besar. Hal ini berarti kuat tekan yang timbul akan semakin besar.