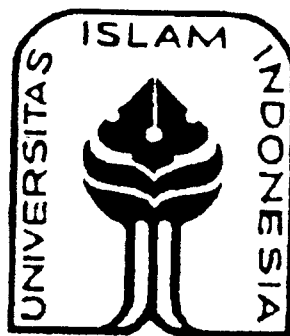


PRAPUSTAKAWATI E-BOOK  
MADINAH/TELE  
TGL TERIMA : 04-08-2003  
NO. JUDUL : 000575  
NO. INV. : 5120000575001  
NO. BUKU :

**TUGAS AKHIR**

**UJI EKSPERIMEN SAMBUNGAN BAUT PADA KUDA-KUDA  
KAYU MENGGUNAKAN PROFIL TABUNG BAJA**



الجامعة الإسلامية في  
إندونيسيا



**NAMA : ERY PURNOMO RAHARJO**

**NO. MHS. : 98 511 130**

**NAMA : AKBAR AMILUHUR DANARDONO**

**NO. MHS. : 98 511 041**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
JOGJAKARTA**

**2003**



**TUGAS AKHIR**

**UJI EKSPERIMEN SAMBUNGAN BAUT PADA KUDA-KUDA  
KAYU MENGGUNAKAN PROFIL TABUNG BAJA**



**NAMA : ERY PURNOMO RAHARJO**

**NO. MHS. : 98 511 130**

**NAMA : AKBAR AMILUHUR DANARDONO**

**NO. MHS. : 98 511 041**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
JOGJAKARTA**

**2003**

**LEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR**

**UJI EKSPERIMEN SAMBUNGAN BAUT PADA KUDA-KUDA  
KAYU MENGGUNAKAN PROFIL TABUNG BAJA**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Teknik Sipil pada jurusan Teknik sipil,  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia


Disusun oleh :

1. **Nama** : Ery Purnomo Raharjo  
**No. Mhs** : 98511130
2. **Nama** : Akbar Amiluhur Danardono  
**No. Mhs** : 98511041

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

**Ir. H. Suharyatmo, MT**  
Dosen Pembimbing I

**Ir. Fatkhurrahman N, MT**  
Dosen Pembimbing II



Tanggal :

9/2/03



Tanggal :

1-07-2003

## **MOTTO**

**“Suatu Keberhasilan dan Kesuksesan Menjadi Tidak Berarti Bila  
Tidak Dilandasi dengan Niat Baik dan Kejujuran”**

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya. Shalawat serta salam dijunjung kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa ummat manusia ke jalan yang lurus.

Tugas Akhir ini merupakan syarat dalam menempuh jenjang Strata 1 (S1) sesuai dengan kurikulum di jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.

Pada kesempatan ini, tak lupa diucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan tugas akhir ini, terutama kepada :

1. Bapak Ir. Suharyatmo, MT, selaku dosen pembimbing tugas akhir 1,
2. Bapak Ir. Fatkhurrahman N, selaku dosen pembimbing tugas akhir 2,
3. Bapak Ir. H. Widodo, MSCE, PhD, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta,
4. Bapak Ir. H. Munadhir, Ms, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta,
5. Mas Darussalam dan mas Warno, staf Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik,
6. Mas Aries, selaku staf Laboratorium Mekanika Rekayasa,

7. Bapak Parno dan seluruh stafnya dibengkel las Parno Jaya,
8. Kedua Orang Tua, Adik, Kakak dan Saudara kami yang telah memberikan bantuan dan dorongan baik moril maupun materiil,
9. Bimo, Upiek, Fitri, YunA, A\_S3D, AudY, Dewa, Ari Lasso, Iwan Fals, Naff, dan EpurA\_SkiN sebagai teman, sahabat dan personil yang selalu memberikan motivasi serta semangat untuk tetap hidup dan melangkah ke depan,
10. Dwi Magdalena sebagai seorang pendamping, teman dan sahabat yang selalu memberikan semangat hidup yang tak pernah padam,
11. Zaky, Dona, Ithonk, Widy, Pupung, Dody, Jahury, serta teman-teman angkatan 98 lainnya yang telah membantu dalam pelaksanaan tugas akhir ini, dan
12. Pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan secara keseluruhan, yang telah membantu hingga selesainya tugas akhir ini.

Semoga Allah SWT membalas segala amal baik yang telah diberikan hingga tugas akhir ini dapat diselesaikan, penyusun mengharapkan tugas akhir ini dapat berguna sepanjang masa.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Juni 2003

Penyusun

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN MOTTO .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xi
DAFTAR NOTASI .....	xii
ABSTRAKSI .....	xiv
BAB I Pendahuluan .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Manfaat Penelitian .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Keaslian Penelitian .....	4
BAB II Tinjauan Pustaka .....	5
BAB III Landasan Teori .....	9
3.1 Sambungan Baut .....	9
3.2 Modulus Elastis .....	12
3.3 Modulus Tangen .....	14
3.3 Batang Tarik .....	15
3.4 Batang Tekan .....	17
3.5 Hubungan Beban dan Lendutan .....	19
3.6 Analisa Regresi .....	22

3.6.1 Regresi Kuadrat Terkecil dengan Kurva Linear.....	22
3.6.2 Regresi Polinomial.....	23
3.7 Hipotesa.....	24
 BAB IV Metode Penelitian .....	25
4.1 Bahan-bahan uji penelitian .....	25
4.2 Pembuatan Benda Uji .....	25
4.2.1 Pembuatan Benda Uji Pendahuluan .....	26
4.2.1.1 Pembuatan benda uji pendahuluan desak kayu searah serat .....	26
4.2.1.2 Pembuatan benda uji pendahuluan tarik kayu searah serat .....	27
4.2.1.3 Pembuatan benda uji pendahuluan geser kayu searah serat .....	27
4.2.1.4 Pembuatan benda uji pendahuluan berat jenis kayu .....	28
4.2.1.5 Pembuatan benda uji pendahuluan kadar lengas kayu .....	29
4.2.1.6 Pembuatan benda uji pendahuluan kuat tarik pelat baja .....	29
4.2.1.7 Pembuatan benda uji pendahuluan geser baut .....	30
4.2.2 Pembuatan Benda Uji Sambungan Pada Batang Kuda-Kuda Kayu ...	30
4.2.3 Pembuatan benda uji elemen dengan variasi perletakan dan jumlah baut .....	32
4.3 Peralatan Penelitian .....	34
4.4 Prosedur Penelitian .....	37
 BAB V Hasil Penelitian dan Pembahasan .....	39
5.1 Hasil Uji Pendahuluan .....	39
5.1.1 Hasil Uji Desak Kayu Sejajar Serat .....	39
5.1.2 Hasil Uji Tarik Kayu .....	40
5.1.3 Hasil Uji Geser Kayu Sejajar Serat .....	40
5.1.4 Hasil Uji Berat Volume Kayu .....	40
5.1.5 Hasil Uji Kadar Lengas Kayu .....	41
5.1.6 Hasil Uji Kuat Tarik Pelat Baja .....	42
5.1.7 Hasil Uji Kuat Geser Baut .....	42



5.2 Hasil Uji Eksperimen Sambungan Baut pada Kuda- kuda kayu dengan menggunakan profil Tabung Baja .....	43
5.3 Hasil Pengujian Sambungan dengan Variasi Jumlah dan Perletakan Baut ..	46
5.4 Pembahasan .....	47
5.4.1 Analisis Mutu Kayu .....	47
5.4.1 Analisis Kapasitas Batang .....	47
5.4.3 Analisis Tegangan Geser ( $f_v$ ), Lentur ( $f_b$ ) dan Tumpu Baut ( $f_{Tumpu}$ )....	49
5.4.4 Analisis Tegangan Tarik Baja .....	50
 BAB VI Kesimpulan dan Saran .....	 51
6.1 Kesimpulan .....	51
6.2 Saran-saran .....	51
 Daftar Pustaka .....	 xv

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 3.1</b> Modulus kenyal (E) kayu sejajar serat .....	13
<b>Tabel 3.2</b> Tegangan yang diperkenankan untuk kayu mutu A .....	14
<b>Tabel 5.1</b> Hasil Pengujian Desak Kayu Searah Serat .....	39
<b>Tabel 5.2</b> Hasil Pengujian Tarik Kayu Searah Serat .....	40
<b>Tabel 5.3</b> Hasil Pengujian Geser Kayu Searah Serat .....	40
<b>Tabel 5.4</b> Hasil Pengujian Berat Volume Kayu .....	41
<b>Tabel 5.5</b> Hasil Pengujian Kadar Lengas Kayu .....	42
<b>Tabel 5.6</b> Hasil Pengujian Kuat Tarik Pelat Baja .....	42
<b>Tabel 5.7</b> Hasil Pengujian Kuat Geser Baut $\frac{1}{2}$ " .....	43
<b>Tabel 5.8</b> Hasil Pengujian Kuat Geser Baut $\frac{1}{16}$ " .....	43
<b>Tabel 5.9</b> Hasil Pengujian Kuda-Kuda .....	43
<b>Tabel 5.10</b> Perhitungan Kapasitas Kayu (Pcr) .....	44
<b>Tabel 5.11</b> Hasil Analisis Tegangan Geser Baut Pengujian Kuda-Kuda .....	45
<b>Tabel 5.12</b> Hasil Analisis Tegangan Tumpu Baut Pengujian Kuda-Kuda .....	45
<b>Tabel 5.13</b> Hasil Analisis Tegangan Lentur Baut Pengujian Kuda-Kuda .....	46
<b>Tabel 5.14</b> Uji Elemen Sambungan dengan Variasi jumlah dan Perletakan Baut.....	47

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 3.1</b> Grafik $P_{ijin}$ Pada Baut .....	11
<b>Gambar 3.2</b> Grafik Tegangan Vs Regangan (A. Kayu dan B. Baja) .....	13
<b>Gambar 3.3</b> Grafik Hubungan $\sigma$ - $\epsilon$ dan $\sigma$ -E.....	15
<b>Gambar 3.4</b> Tegangan Konsentrasi Pada Batang Tarik .....	16
<b>Gambar 3.5</b> Lendutan akibat Beban (P) .....	20
<b>Gambar 3.6</b> Grafik Hubungan Beban (P) dan Lendutan ( $\Delta$ ) dengan Kurva Trilinear...	21
<b>Gambar 4.1</b> Benda Uji Pendahuluan Desak Kayu Searah Serat.....	26
<b>Gambar 4.2</b> Benda Uji Tarik Kayu Searah Serat.....	27
<b>Gambar 4.3</b> Benda Uji Geser Kayu Searah Serat.....	28
<b>Gambar 4.4</b> Benda Uji Tarik Pelat Baja .....	29
<b>Gambar 4.5</b> Rangka Atap <i>Howe Truss</i> .....	30
<b>Gambar 4.6</b> Model Pengujian Pembebanan Kuda-Kuda .....	31
<b>Gambar 4.7</b> Deformasi Akibat Pembebanan Pada Kuda-Kuda.....	32
<b>Gambar 4.8</b> Pengujian Elemen Sambungan Variasi 2 Baut .....	33
<b>Gambar 4.9</b> Pengujian Elemen Sambungan Variasi 3 Baut .....	33
<b>Gambar 4.10</b> Pengujian Elemen Sambungan Variasi 4 Baut .....	34
<b>Gambar 4.11</b> Mesin Tarik Shimadzu type UMH Kapasitas 30 ton .....	35
<b>Gambar 4.11</b> <i>Dial Gauge</i> .....	35
<b>Gambar 4.12</b> <i>Hidraulik Jack</i> .....	36
<b>Gambar 4.13</b> <i>Loading Frame</i> .....	37
<b>Gambar 5.1</b> Penomoran Batang Kuda-Kuda .....	44

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran I.** Perhitungan Pembebanan
- Lampiran II.** Uji Pendahuluan
- Lampiran III.** Hasil Pengamatan Uji Eksperimen Sambungan Baut Pada Kuda-Kuda Kayu Menggunakan Profil Tabung Baja
- Lampiran IV.** Kartu Peserta Tugas Akhir
- Lampiran V.** Analisis SAP2000 Non-Linier
- Lampiran VI.** Foto-Foto Penelitian

## DAFTAR NOTASI

$A_{Baut}$	: Luas penampang baut ( $\text{cm}^2$ )
$b$	: Tebal/lebar tampang kayu yang disambung (cm)
$c$	: Nilai koefisien dipengaruhi oleh golongan kayu dan tampang sambungan kayu
$d$	: Diameter baut (cm)
$E$	: Modulus Elastis ( $\text{kg/cm}^2$ )
$f$	: Tegangan tarik ( $\text{kg/cm}^2$ )
$f_l$	: Tegangan yang terjadi apabila tidak terdapat lubang ( $\text{kg/cm}^2$ )
$f_b$	: Tegangan lentur ( $\text{kg/cm}^2$ )
$f_v$	: Tegangan geser ( $\text{kg/cm}^2$ )
$f_{TumpuBau}$	: Tegangan tumpu baut ( $\text{kg/cm}^2$ )
$f_y$	: Tegangan leleh baja ( $\text{kg/cm}^2$ )
$F_n$	: Luas tampang netto ( $\text{cm}^2$ )
$F_{br}$	: Luas tampang brutto ( $\text{cm}^2$ )
$g$	: Berat jenis kayu kering udara ( $\text{kg/cm}^3$ )
$h$	: Tinggi (cm)
$i_{\min}$	: Jari-jari lembam minimum (cm)
$I_{\min}$	: Nilai inersia minimum ( $\text{cm}^4$ )
$k$	: Koefisien
$l$	: Panjang (cm)
$l_{tk}$	: Panjang tekuk (cm)
$M$	: Momen (kg cm)
$n$	: Jumlah baut yang digunakan pada suatu elemen sambungan
$P_{cr}$	: Beban kritis/Kapasitas kayu ( $\text{kg/cm}^2$ )
$P$	: Beban (kg)
$r$	: Radius (cm)
$S$	: Momen penahan netto ( $\text{cm}^3$ )
$x$	: Jarak (cm)

$\Delta$	: Lendutan (cm)
$\alpha$	: Sudut antara arah gaya dengan arah serat kayu ( $^{\circ}$ )
$\tau$	: Tegangan geser ( $\text{kg/cm}^2$ )
$\bar{\tau}$	: Tegangan geser ijin ( $\text{kg/cm}^2$ )
$\sigma_{\text{Ijin Tarik}}$	: Tegangan ijin tarik ( $\text{kg/cm}^2$ )
$\sigma_{\text{tk}}$	: Tegangan tekan ( $\text{kg/cm}^2$ )
$\sigma_{\text{tk}\alpha}$	: Tegangan tekuk kayu membentuk sudut $\alpha$ ( $\text{kg/cm}^2$ )
$\sigma_{\text{tk}\parallel}$	: Tegangan tekan kayu sejajar serat ( $\text{kg/cm}^2$ )
$\sigma_{\text{tk}\perp}$	: Tegangan tekan kayu tegak lurus arah serat ( $\text{kg/cm}^2$ )
$\sigma_p$	: Tegangan proporsional/sebanding ( $\text{kg/cm}^2$ )
$\varepsilon_p$	: Regangan proporsional/sebanding
$\lambda$	: Angka kelangsingan
$\omega$	: Nilai faktor tekuk

## ABSTRAKSI

Kuda-kuda merupakan suatu elemen struktur bangunan sipil yang berfungsi untuk melindungi elemen struktur lain yang berada di bawahnya. Sebagai elemen struktur maka perlu dilakukan inovasi untuk mendapatkan suatu elemen yang dapat berfungsi dengan baik dengan beberapa pertimbangan seperti tingkat efektifitas, ekonomis, maupun artistik.

Penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui pengaruh penggunaan sambungan baut dengan profil tabung baja pada kuda-kuda kayu. Sebagai penunjang dilakukan juga penelitian pendahuluan untuk mengetahui karakteristik bahan yang digunakan dalam uji eksperimen ini serta penelitian uji elemen dengan variasi jumlah dan perletakan baut pada profil tabung baja untuk mengetahui pengaruh tampang terhadap pembebanan pada suatu elemen.

Dari hasil penelitian didapatkan bahwa metode penyambungan baut dengan profil tabung baja pada kuda-kuda kayu mampu menahan beban rata-rata sebesar 12266,660 kg. Dalam uji elemen dengan variasi jumlah dan perletakan baut didapatkan bahwa variasi pemasangan baut tegak lurus terhadap lebar tampang kayu mampu menahan beban yang lebih besar dibandingkan dengan pemasangan baut dengan variasi lainnya.

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kayu banyak digunakan sebagai komponen struktur bangunan sipil contohnya kuda-kuda yang berfungsi untuk melindungi komponen struktur yang berada di bawahnya. Dalam perencanaan konstruksi kayu selalu mempertimbangkan beberapa faktor yaitu ketersediaan bahan, harga, kekuatan bahan, keperluan, daya tahan maupun metode pelaksanaan yang digunakan. Dalam struktur rangka kuda-kuda tidak lepas dari sambungan, baik itu sambungan pada pertemuan titik buhul ataupun sambungan yang disebabkan ketersediaan bahan yang tidak dapat mengakomodasi bentang yang digunakan pada kuda-kuda tersebut. Sambungan pada pertemuan titik buhul mungkin dapat mengakibatkan perlemahan kekuatan, sehingga kekuatan sambungan perlu ditingkatkan.

Alat sambung yang umum digunakan dalam suatu pekerjaan konstruksi yaitu perekat, kokot, paku dan baut. Pada penggunaan alat sambung perekat tidak terjadi pengurangan luas tampang sehingga sambungan dengan perekat merupakan sambungan yang paling kuat dan kokoh. Sambungan dengan menggunakan baut kurang baik karena deformasi yang terjadi cukup besar dan efisiensi yang terjadi



rendah. Selain itu penggunaan alat sambung baut juga mengalami pengurangan luas tampang kayu yang akan disambung yang mengakibatkan kekuatan sambungan kayu menjadi lemah. Pada kondisi itu, sambungan baut dapat ditingkatkan kekuatannya dengan penambahan alat penyambung yang berupa kayu atau pelat baja. Di Indonesia, baut merupakan alat sambung yang paling banyak dipergunakan sehingga penggunaan baut sebagai alat sambung pada kayu harus diberi pelat penyambung agar dapat mengakomodasi gaya yang bekerja.

Pada batang tarik dan bagian konstruksi kayu yang dibebani dengan tegangan lentur, perlemahan akibat lubang baut sebagai alat penyambung harus diperhitungkan, oleh karena itu dalam penelitian ini akan digunakan profil tabung baja untuk menutupi perlemahan sambungan baut. Hal ini dilakukan untuk dapat menciptakan metode sambungan yang kaku serta dapat menahan gaya-gaya yang bekerja.

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian uji eksperimen ini dilakukan adalah sebagai berikut :

1. mengetahui beban maksimum sambungan baut pada kuda-kuda kayu menggunakan profil tabung baja, dan
2. mengetahui hubungan beban ( $P$ ) – lendutan ( $\Delta$ ) pada sambungan baut kuda-kuda kayu menggunakan profil tabung baja.

### **1.3 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. hasil penelitian dapat digunakan untuk menentukan gaya yang diperkenankan pada sambungan baut menggunakan profil tabung baja pada kuda-kuda kayu,
2. memberikan masukan maupun informasi kepada semua pihak yang berkepentingan, khususnya kepada perencana struktur kayu, sehingga dapat digunakan sebagai salah satu acuan dalam perencanaan struktur kayu khususnya struktur rangka atap, dan
3. memberikan masukan dalam bidang arsitektur untuk menambah nilai estetis/keindahan dalam perencanaan sambungan kayu.

### **1.4 Batasan Masalah**

1. sambungan baut dianggap hanya menerima gaya geser,
2. struktur kuda-kuda menerima pembebanan statis monotonik,
3. pembebanan statis monotonik terjadi pada puncak kuda-kuda,
4. pengukuran lendutan ( $\Delta$ ) pada kuda-kuda menggunakan dial gauge, dan
5. dalam percobaan ini ditinjau tegangan desak yang terjadi pada elemen sambungan kayu dengan variasi jumlah dan perletakan baut pada profil tabung baja.

### **1.5 Keaslian Penelitian**

Menurut sepengetahuan peneliti, penelitian mengenai uji eksperimen sambungan baut pada kuda-kuda kayu dengan menggunakan profil tabung baja belum pernah dilakukan maka berdasarkan hal tersebut laporan ini asli.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Kekuatan sambungan baut pada suatu sambungan kayu ditentukan dengan fungsi koefisien sambungan, garis tengah baut, tebal kayu, sudut antara arah gaya dengan arah serat kayu, golongan kayu dan tampang sambungan. Secara matematis kekuatan sambungan baut pada sambungan kayu dapat ditulis dengan persamaan  $P = f(d, b_3, \alpha)$ ,  $P = f(d, b_1, \alpha)$ , dan  $P = f(d, \alpha)$ . **(PKKI, 1961)**

Beban ( $P$ ) yang diijinkan pada sambungan baut adalah  $\frac{1}{3}P_{maks}$  atau beban patah, atau diambil beban sasaran 1,5 mm. **(Suwarno, 1977)**

Kekuatan baut sebagai alat sambung tergantung dari diameter batang baut, semakin besar diameter batang baut maka semakin kecil kekuatannya. **(Padosbajayo, 1994)**

Kayu tidak memiliki batas kenyal yang terang, tetapi diagram  $\sigma/\varepsilon$  untuk sesuatu arah (sejajar/tegak lurus) mempunyai bagian yang lurus sebelum membengkok, bagian inilah yang disebut sebagai batas proporsional. **(Suwarno, 1977)**

Teori tangen modulus membahas tentang kemiringan kurva di atas batas proporsional, tangen modulus selalu berubah-ubah seiring dengan kenaikan tegangan.

**(Timoshenko and Gere, 1961)**

Batang-batang kayu dalam konstruksi rangka batang (*vakwerk*) harus mempunyai ukuran  $\geq 4$  cm, sedang luas tampang  $\geq 32$  cm<sup>2</sup>. Pada batang-batang tarik dan bagian-bagian konstruksi yang dibebani dengan tegangan lentur, perlemahan-perlemahan akibat lubang-lubang untuk alat-alat penyambung dan lainnya harus diperhitungkan. Untuk batang tekan perlemahan akibat alat-alat penyambung tidak perlu diperhitungkan. Tetapi apabila di dalam kenyataannya pada batang-batang kayu tersebut terdapat lubang-lubang kayu tidak tertutup maka lubang-lubang tersebut harus diperhitungkan sebagai perlemahan. **(PKKI NI 1961)**

**Solmon dan Johnson, 1990**, mengemukakan bahwa pada batang tarik yang menggunakan sambungan baut akan terjadi pengurangan luas akibat lubang baut, sehingga beban tarik yang diijinkan berkurang sesuai dengan ukuran dan letak lubang.

Batang tarik adalah batang yang mendukung tegangan tarik aksial yang diakibatkan oleh bekerjanya gaya tarik aksial pada ujung-ujung batang, sedangkan batang tekan merupakan elemen struktur yang mendukung gaya tekan aksial. **(Padosbajayo, 1994)**

Penggunaan baut sebagai alat sambung pada struktur kayu tidak begitu baik dikarenakan efisiensi yang terjadi rendah dan deformasi besar. **(K. H. Felix Yap, 1964)**

Pelat baja pada suatu sambungan diasumsikan meneruskan gaya dan momen yang terjadi pada sistem pertemuan titik buhul. **(Keith F. Faherty, Ph.D., P.E. and Thomas G. W., P.E.)**

Pada sambungan yang menahan gaya tarik, pelat-pelat penyambung harus diletakkan setangkup terhadap sumbu batang yang disambung. Lebar atau tinggi pelat harus sama dengan lebar atau tinggi batang kayu yang disambung. **(PKKI NI, 1961)**

Pelat yang mengelilingi kayu bertujuan untuk mentransfer beban. **(German Gurfinkel, 1981)**

Penggunaan kuda-kuda dalam suatu konstruksi pada dasarnya tidak lepas dari penggunaan sambungan. Berbagai macam alat dan metode untuk menyambung kayu digunakan untuk dapat mengakomodasi gaya-gaya yang bekerja pada kayu tersebut. Dibandingkan dengan konstruksi baja di mana praktis dihitung dengan sambungan-sambungan dan titik-titik buhul yang kaku, maka karakteristik dalam konstruksi kayu adalah juga adanya deformasi-deformasi atau pergeseran-pergeseran pada sambungan-sambungan sehingga untuk sambungan-sambungan dalam konstruksi kayu tidak cukup memandang beban patah dan mengambil suatu safety faktor  $n$  tetapi perlu diketahui pergeseran-pergeseran yang terjadi juga harus dibatasi. **(Felix Yap, 1964)**

Jika kurva lendutan balok mempunyai kemiringan yang besar, maka hasil pendekatan differensial dengan dasar hukum *Hooke* tidak dapat terpakai. Hukum *Hooke* digunakan apabila kemiringan kurva lendutan relatif kecil. **(Timoshenko, 1987)**

Balok dukungan sederhana yang diberi beban memiliki suatu titik yang momennya mencapai maksimum. Semakin besar beban yang diberikan, semakin besar pula momen yang terjadi. Jika beban semakin besar, maka material yang terdeformasi akan semakin cepat dan defleksinya akan semakin besar. **(Lynn S. Beedle, 1958)**

Dalam penelitian, apabila data menunjukkan adanya kesalahan yang cukup besar, maka dilakukan regresi kuadrat terkecil. Untuk itu dibuat kurva tunggal yang mempresentasikan trend secara umum dari data. Karena dari beberapa data mungkin kurang benar, maka kurva tidak dipaksakan untuk melewati titik. Kurva dibuat mengikuti pola dari sekelompok titik. Bentuk yang paling sederhana dari regresi kuadrat terkecil adalah apabila kurva yang mewakili titik percobaan merupakan garis lurus. Regresi polinomial menghasilkan kurva lengkung yang persamaannya dapat diturunkan dengan melakukan transformasi data asli ke bentuk lain yang sesuai. **(Bambang Triatmojo, 1992)**

**BAB III**  
**LANDASAN TEORI**

**3.1. Sambungan Baut**

Berdasarkan PKKI NI 1961 kekuatan sambungan baut dipengaruhi oleh tebal kayu, diameter kayu, koefisien, golongan kayu, tampang sambungan dan sudut antara gaya yang bekerja dengan arah serat kayu. Dari pernyataan tersebut dapat ditulis dengan persamaan 3.1-3.15 sebagai berikut :

1. Golongan I

a. sambungan bertampang satu

$$P = 50 d b_1 (1 - 0.6 \sin \alpha) \dots\dots\dots (3.1)$$

$$P = 240 d^2 (1 - 0.35 \sin \alpha) \dots\dots\dots (3.2)$$

b. sambungan bertampang dua

$$P = 125 d b_3 (1 - 0.6 \sin \alpha) \dots\dots\dots (3.3)$$

$$P = 250 d b_1 (1 - 0.6 \sin \alpha) \dots\dots\dots (3.4)$$

$$P = 480 d^2 (1 - 0.35 \sin \alpha) \dots\dots\dots (3.5)$$

2. Golongan II

a. sambungan bertampang satu

$$P = 40 d b_1 (1 - 0.6 \sin \alpha) \dots\dots\dots (3.6)$$



$$P = 215 d^2 (1 - 0.35 \sin \alpha) \dots\dots\dots (3.7)$$

b. sambungan bertampang dua

$$P = 100 d b_3 (1 - 0.6 \sin \alpha) \dots\dots\dots (3.8)$$

$$P = 200 d b_1 (1 - 0.6 \sin \alpha) \dots\dots\dots (3.9)$$

$$P = 430 d^2 (1 - 0.35 \sin \alpha) \dots\dots\dots (3.10)$$

3. Golongan III

a. sambungan bertampang satu .

$$P = 25 d b_1 (1 - 0.6 \sin \alpha) \dots\dots\dots (3.11)$$

$$P = 170 d^2 (1 - 0.35 \sin \alpha) \dots\dots\dots (3.12)$$

b. sambungan bertampang dua

$$P = 60 d b_3 (1 - 0.6 \sin \alpha) \dots\dots\dots (3.13)$$

$$P = 120 d b_1 (1 - 0.6 \sin \alpha) \dots\dots\dots (3.14)$$

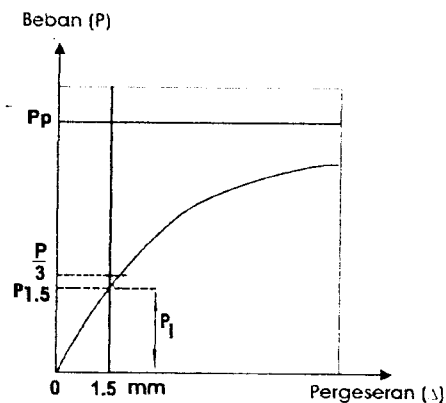
$$P = 340 d^2 (1 - 0.35 \sin \alpha) \dots\dots\dots (3.15)$$

dengan P merupakan kekuatan sambungan kayu,  $\alpha$  adalah sudut antara arah gaya dan arah serat kayu,  $b_1$  merupakan tebal kayu tepi dalam,  $b_3$  adalah tebal kayu bagian tengah, dan d adalah garis tengah baut.

Dari persamaan di atas dapat diambil kesimpulan semakin kecil sudut yang dibentuk antara arah gaya dengan arah serat kayu maka kekuatan sambungan (P) yang terjadi semakin tinggi atau gaya yang dipikul oleh sambungan semakin kecil. Dari persamaan di atas diambil nilai kekuatan sambungan (P) yang terkecil.

Jika pada sambungan bertampang satu, salah satu batangnya adalah dari besi (baja), maka harga-harga  $P$  dalam rumus di atas dapat dinaikkan 25%. Yang termasuk kayu dalam golongan I adalah kayu-kayu dengan kelas kuat I ditambah kayu rasamala, begitu pula dengan kayu golongan II dan golongan III.

Beban ( $P$ ) yang di ijin pada sambungan baut adalah  $\frac{1}{3}P_{maks}$  atau beban patah, atau diambil beban sesaran sebesar 1,5 mm, hal ini dapat dilihat dalam Gambar 3.1 di bawah (Suwarno, 1977),



Gambar 3.1 Grafik  $P_{ijin}$  Pada Baut

Sambungan baut mutu tinggi dapat direncanakan sebagai sambungan tipe geser dan sambungan tipe tumpu. Pada sambungan tipe geser baut dikencangkan sampai batas yang ditetapkan sehingga antara kedua elemen yang disambung timbul gesekan yang mampu menahan tergelincirnya masing-masing elemen tersebut. Sedangkan pada sambungan tipe tumpu, tergelincirnya masing-masing elemen yang disambung mungkin terjadi sampai batas tepi-tepi lubang telah menumpu pada batang baut. (Padosbajayo, 1994)

Adapun persamaan tegangan-tegangan yang terjadi pada satu baut dapat ditulis pada persamaan 3.16–3.19 di bawah ini (**Padosbajayo, 1994**), dengan tegangan geser sebesar

$$\tau = \frac{P}{A_{\text{Baut}}} \dots\dots\dots (3.16)$$

dengan tegangan ijin geser baut dapat ditulis dalam persamaan 3.17 di bawah ini,

$$\bar{\tau} = \frac{1}{3} \tau \dots\dots\dots (3.17)$$

tegangan ijin tumpu satu baut ditulis dalam persamaan 3.18 di bawah ini,

$$f_{\text{Tumpu Baut}} = \frac{P}{D \times \text{Tebal Pelat}} \dots\dots\dots (3.18)$$

dan tegangan lentur yang terjadi pada 1 baut ditulis melalui persamaan 3.19 sebagai berikut ini,

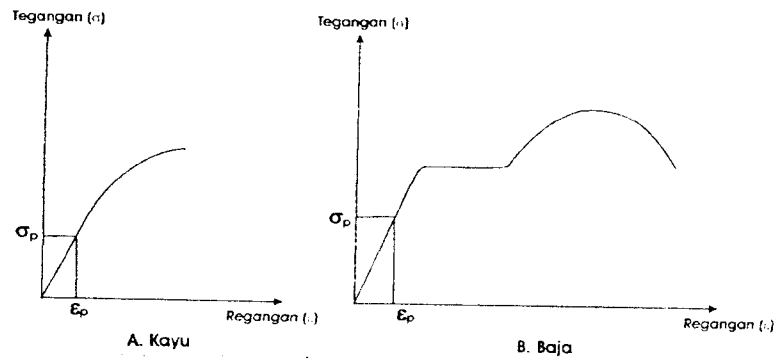
$$fb = \frac{M}{S} = \frac{\frac{1}{8} ql^2}{\frac{1}{32} \pi D^3 n} \dots\dots\dots (3.19)$$

variabel D pada persamaan tersebut merupakan diameter baut yang digunakan dan n merupakan jumlah baut yang digunakan pada suatu elemen sambungan. Dari persamaan di atas dapat diambil kesimpulan bahwa semakin besar diameter baut maka tegangan lentur yang ditahan oleh baut akan semakin kecil.

### 3.2. Modulus Elastis

Modulus elastis (E) kayu dihitung dengan persamaan (3.20) yang diperoleh dari diagram tegangan-regangan uji desak kayu yaitu dengan cara membandingkan

tegangan dan regangan kayu pada batas proporsional. Grafik tegangan regangan untuk material kayu dan baja dapat dilihat dalam Gambar 3.2 sebagai berikut,



Gambar 3.2 Grafik Tegangan Vs Regangan (A. Kayu dan B. Baja)

$$E = \frac{\sigma_p}{\epsilon_p} \dots\dots\dots (3.20)$$

Tegangan merupakan gaya per satuan luas, regangan merupakan deformasi panjang terhadap panjang awal. Semakin tinggi tegangan yang terjadi maka deformasi yang terjadi semakin besar hingga mencapai batas maksimum. Dalam aplikasi di lapangan batas proporsional pada kayu sering dianggap sebagai batas kenyal seperti pada baja. Modulus kenyal dapat dilihat dalam Tabel 3.1 sebagai berikut (PKKI, 1961),

Tabel 3.1 Modulus kenyal (E) kayu sejajar serat

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

Berdasarkan **PKKI NI 1961** tegangan yang di ijinan pada berbagai kelas kayu dapat ditunjukkan pada Tabel 3.2 :

**Tabel 3.2** Tegangan yang diperkenankan untuk kayu mutu A

Tegangan Ijin Kayu (kg/cm <sup>2</sup> )	Kelas Kuat				Kayu Jati
	I	II	III	IV	
$\sigma_{lt}$	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

dari Tabel 3.2 di atas dapat diambil kesimpulan bahwa semakin tinggi kelas kuat kayu maka kekuatan lentur, desak sejajar serat, tarik sejajar serat, desak tegak lurus serat dan geser sejajar serat, semakin tinggi.

Korelasi tegangan yang diijinkan untuk kayu mutu A berdasarkan berat jenis kering udara dapat ditulis dalam persamaan 3.21 sebagai berikut (**Hukum Hooke**),

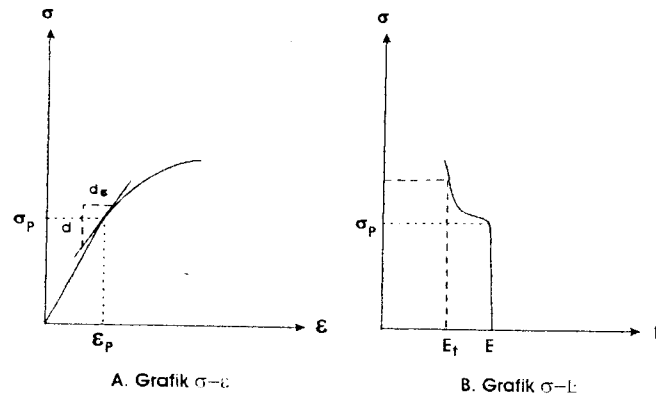
$$\sigma = c \cdot g \dots\dots\dots (3.21)$$

dengan c merupakan nilai koefisien untuk berbagai jenis tegangan dan g merupakan berat jenis kayu kering udara. Untuk nilai koefisien berbagai jenis tegangan untuk kayu mutu A adalah  $\sigma_{lt} = 170$ ,  $\sigma_{ds//} = \sigma_{tr//} = 150$ ,  $\sigma_{ds \perp} = 40$  dan  $\tau // = 20$ .

### 3.3 Modulus Tangen

Hubungan antara pertambahan panjang dan pertambahan kecil regangan dinyatakan dengan kemiringan diagram tegangan-regangan seperti yang terlihat pada Gambar 3.3 A di bawah ini. Kemiringan garis singgung pada kemiringan diagram tegangan-regangan akan konstan sampai pada batas proporsional, di atas batas

proporsional akan berubah-ubah dan semakin lama akan semakin mengecil seiring dengan penambahan tegangan seperti yang terlihat dalam Gambar 3.3 B. Kemiringan kurva di atas batas proporsional disebut sebagai modulus tangen ( $E_t$ ). (Timoshenko and Gere, 1961)



**Gambar 3.3** Grafik Hubungan  $\sigma-\epsilon$  dan  $\sigma-E$

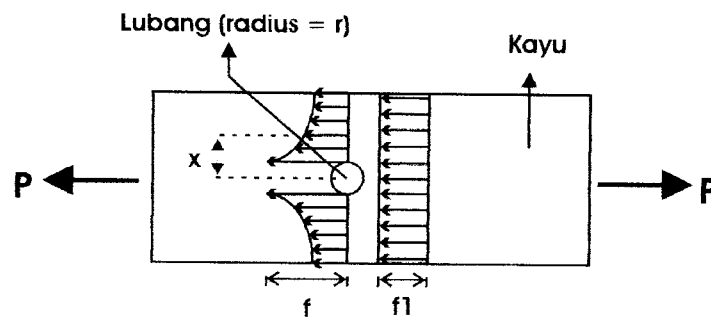
Nilai modulus tangensial ( $E_t$ ) lebih kecil dari modulus elastis ( $E$ ), hal ini menyebabkan nilai beban kritis diatas batas proporsional ( $P_{t Cr}$ ) menjadi lebih kecil dibandingkan dengan beban kritis pada batas proporsional ( $P_{Cr}$ ). (Timoshenko dan Gere, 1961)

### 3.4 Batang Tarik

Untuk batang yang menahan gaya tarik perlu diperhitungkan perlemahan-perlemahan akibat alat-alat sambung. Setiap alat sambung memerlukan lubang pada kayu, hal tersebut menyebabkan luas tampang batang kayu menjadi berkurang sehingga luas tampang yang digunakan merupakan luas tampang neto ( $F_n$ ). Setiap perlemahan yang terjadi bervariasi tergantung dari alat sambung yang digunakan

karena masing-masing alat sambung memiliki faktor reduksi yang berbeda-beda, banyaknya barisan, dan ukuran batang kayu yang digunakan.

Dengan adanya lubang yang ditempati alat sambung maka tegangan kayu menjadi tidak merata lagi sehingga terjadi pemusatan tegangan di sekitar lubang tersebut. Tegangan di sekitar lubang lebih tinggi dibandingkan tegangan di tepi batang. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 3.4 sebagai berikut,



**Gambar 3.4** Tegangan Konsentrasi pada Batang Tarik

Tegangan tarik ( $f$ ) yang terjadi pada setiap jarak ( $x$ ) terhadap lubang alat sambung dengan radius ( $r$ ) dapat dihitung dengan persamaan 3.22,  $f_1$  merupakan tegangan yang terjadi apabila tidak terdapat lubang, (Gaylord, 1971).

$$f = f_1 \times \left[ 1 + \frac{1}{2} \cdot \left( \frac{r}{x} \right)^2 + \frac{3}{2} \cdot \left( \frac{r}{x} \right)^4 \right] \dots \dots \dots (3.22)$$

dari persamaan di atas dapat disimpulkan bahwa semakin besar radius lubang maka tegangan yang terjadi akan semakin besar, namun semakin jauh jarak tinjauan tegangan ( $x$ ) terhadap lubang maka tegangan yang terjadi akan semakin kecil.

Tegangan tarik yang diperkenankan dapat dilihat pada persamaan 3.23 di bawah ini,

$$\sigma_{\text{tarik}} = \frac{P}{Fn} \dots\dots\dots (3.23)$$

Dari persamaan di atas dapat diambil kesimpulan, semakin besar luas tampang netto (Fn) maka tegangan yang ditahan tiap satuan luas akan menjadi semakin kecil.

### 3.5 Batang Tekan

Pada batang tekan memiliki prinsip yang berbeda dengan batang tarik sebab pada batang tekan pengurangan tampang akibat lubang yang dibuat untuk alat penyambung tidak diperhitungkan sehingga luas tampang yang digunakan merupakan luas tampang bruto (Fbr) atau luas tampang penuh. Pada batang tekan, yang perlu diperhitungkan adalah tekuk yang terjadi akibat pembebanan yang diterima oleh batang tersebut, oleh karena itu dalam PKKI disyaratkan bahwa batang tekan harus memiliki nilai kelangsingan batang ( $\lambda$ )  $\leq 150$ . Angka kelangsingan ( $\lambda$ ) merupakan perbandingan antara panjang tekuk (ltk) dengan jari-jari lembam minimum ( $i_{\min}$ ), sehingga dapat ditulis dengan persamaan 3.24:

$$\lambda = \frac{ltk}{i_{\min}} \dots\dots\dots (3.24)$$

dengan nilai jari-jari lembam minimum sesuai dengan persamaan 3.25 :

$$i_{\min} = \sqrt{\frac{I_{\min}}{Fbr}} \dots\dots\dots (3.25)$$

nilai inersia minimum yang digunakan merupakan nilai inersia minimum dengan tampang persegi sehingga persamaan inersia menjadi,

$$I_{\min} = \frac{1}{12} \times h \times b^3 \dots\dots\dots (3.26)$$



dengan  $h$  adalah tinggi dan  $b$  adalah lebar penampang kayu, ( $b < h$ ). Dari persamaan di atas dapat diketahui tegangan tekan yang terjadi sebesar,

$$\sigma_{\text{tekan}} = \frac{P \times \omega}{F_{br}} \leq \sigma_{tk} \dots\dots\dots (3.27)$$

Dari persamaan 3.27 dapat disimpulkan bahwa nilai tegangan tekan dipengaruhi oleh nilai faktor tekuk ( $\omega$ ). Nilai faktor tekuk ( $\omega$ ) dipengaruhi oleh angka kelangsingan ( $\lambda$ ), semakin tinggi angka kelangsingan maka nilai faktor tekuk yang terjadi semakin besar sehingga tegangan tekan yang terjadi juga semakin besar. Nilai faktor tekuk dapat diambil dari Daftar III PKKI-NI, 1961.

Apabila terdapat arah gaya yang membentuk sudut  $\alpha$  dengan arah serat kayu, maka tegangan yang diperkenankan harus dihitung menurut persamaan berikut ini,

$$\sigma_{tk\alpha} = \sigma_{tk//} - (\sigma_{tk//} - \sigma_{tk\perp}) \sin \alpha \dots\dots\dots (3.28)$$

dengan  $\sigma_{tk\alpha}$  merupakan tegangan tekan membentuk sudut  $\alpha$  terhadap serat,  $\alpha$  adalah sudut antara arah gaya dengan serat kayu,  $\sigma_{tk//}$  merupakan tegangan tekan sejajar serat, dan  $\sigma_{tk\perp}$  adalah tegangan tekan tegak lurus arah serat. Semakin besar sudut yang dibentuk antara arah gaya dengan arah serat kayu ( $\alpha$ ) maka tegangan yang dihasilkan ( $\sigma_{tk\alpha}$ ) semakin kecil.

Pada keadaan kritis, kolom sederhana memiliki hubungan seperti yang terdapat dalam persamaan 3.29 berikut ini (Timoshenko dan Gere, 1961) :

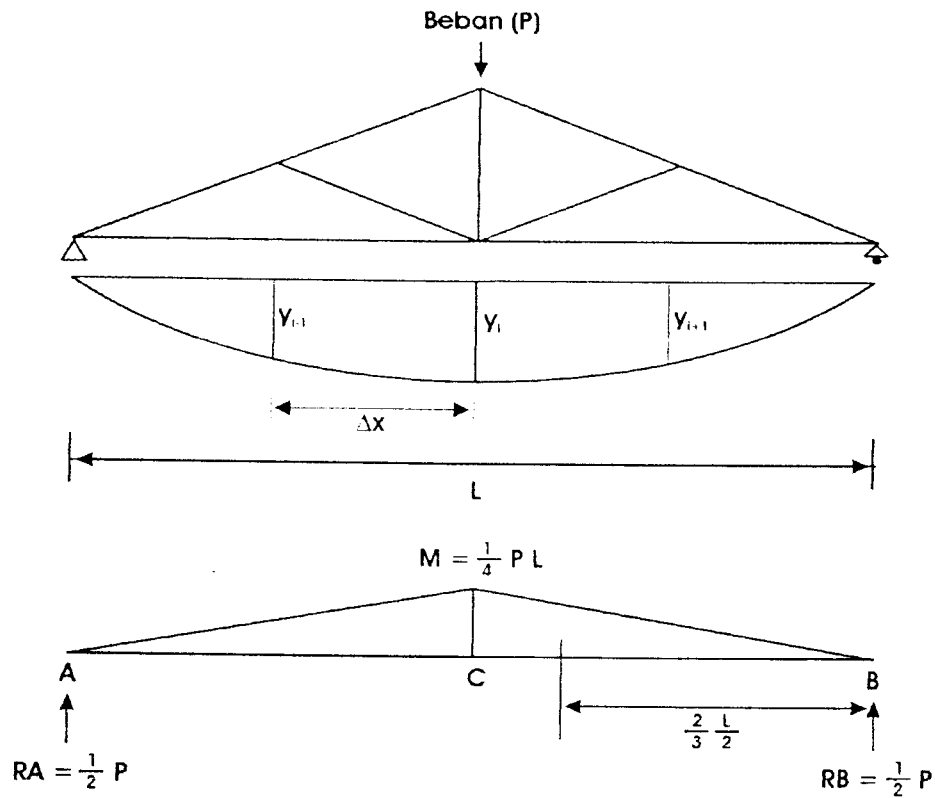
$$P_{cr} = \frac{k^2 \cdot \pi^2 \cdot E \cdot I}{l^2} \dots\dots\dots (3.29)$$

Karena persamaan 3.29 merupakan persamaan *Euler* yang selalu menggunakan modulus elastis, maka persamaan tersebut hanya berlaku sampai pada batas proporsional, di atas batas tersebut persamaan tersebut tidak berlaku. Pada persamaan tersebut dianggap untuk nilai kelangsingan ( $\lambda$ )  $\leq 30$  bahaya tekuk tidak dapat terjadi (De Vries dan P. Potma, 1984).

### 3.6 Hubungan Beban-Lendutan

Lentur yang disebabkan beban akan menimbulkan lendutan secara langsung. Apabila balok tersebut sangat fleksibel, maka bisa dikatakan tidak layak untuk digunakan meskipun secara matematis nilai keamanan dari lentur dan geser memenuhi syarat. Pada dasarnya kayu dan baja memiliki sifat yang hampir sama, kalau pada kayu tidak memiliki batas kenyal melainkan batas proporsional. Tetapi dalam praktek batas proporsional ini sering dianggap sebagai batas kenyal seperti pada baja (Suwarno, 1977).

Pada pengujian rangka kuda-kuda seperti yang terlihat dalam Gambar 3.5, beban ( $P$ ) akan menimbulkan lendutan yang terjadi sepanjang bentang, dengan bertambahnya beban maka lendutan yang terjadi juga akan semakin besar.



**Gambar 3.5** Lendutan akibat Beban ( $P$ )

Melalui analisis teorema luas-momen (**Daniel, L. Schodek**) maka dengan memperhatikan model pembebanan yang terjadi pada tengah bentang (Gambar 3.5) didapatkan momen maksimum yang terjadi sebesar :

$$M = \text{Gaya} \times \text{Lengan Gaya} \dots\dots\dots (3.30)$$

$$M = \frac{1}{2} P \times \frac{1}{2} L \dots\dots\dots (3.31)$$

$$M = \frac{1}{4} P L \dots\dots\dots (3.32)$$

Dari Gambar 3.5, kemiringan garis singgung di kedua tumpuan tidak sama dengan nol namun kemiringan di tengah bentang haruslah sama dengan nol karena lendutan yang terjadi adalah simetri, sehingga persamaan lendutan

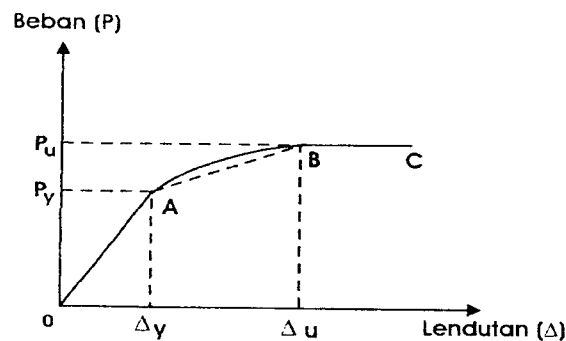
$$y = \frac{M}{EI} \times \text{Luas} \times \text{Lengan Momen terhadap B} \dots\dots\dots (3.33)$$

$$y = \frac{PL}{4EI} \times \frac{L}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{2}{3} \times \frac{L}{2} \dots\dots\dots (3.34)$$

$$y = \frac{1}{EI} \times \frac{1}{48} PL^3 \dots\dots\dots (3.35)$$

Balok dukungan sederhana yang diberi beban memiliki suatu titik yang menyebabkan momen menjadi maksimum. Semakin besar beban yang diberikan maka momen yang terjadi akan semakin besar sehingga material yang terdeformasi semakin cepat dan defleksi yang terjadi juga semakin besar. **(Lynn S. Beedle, 1958).**

Hubungan Beban (P) dan Lendutan ( $\Delta$ ) dapat dilihat pada Gambar 3.6 berikut ini,



**Gambar 3.6** Grafik Hubungan Beban (P) dan Lendutan ( $\Delta$ ) dengan Kurva Trilinear

Menurut penelitian yang dilakukan oleh *American Society for Testing and Material (ASTM)* yang ditulis oleh **Timoshenko, 1987**, bahwa kelakuan rangka hingga beban patah dinyatakan oleh garis OA pada diagram beban-lendutan dari Gambar 3.5 atau disebut juga dengan daerah elastis. Dengan penambahan beban pada rangka maka rangka akan menjadi plastis seperti ditunjukkan pada garis AB, hingga pada akhirnya rangka akan menjadi plastis sempurna seperti ditunjukkan pada garis BC, setelah itu rangka atau struktur tidak mampu lagi memikul tambahan beban. Pada keadaan elastis, balok sederhana memiliki suatu titik yang menggambarkan hubungan antara beban dan lendutan mencapai titik maksimum.

### 3.7 Analisa Regresi

#### 3.7.1 Regresi Kuadrat Terkecil dengan Kurva Linear

Mengutip dari **Bambang Triatmodjo, 1992**, bentuk sederhana dari regresi kuadrat terkecil adalah apabila kurva yang mewakili titik-titik percobaan merupakan garis lurus, sehingga dapat ditulis dalam persamaan 3.36 berikut ini :

$$g(x) = a + bx \dots\dots\dots (3.36)$$

jumlah kuadrat dari kesalahan dihitung dengan persamaan 3.37 di bawah ini:

$$D^2 = \sum_{i=1}^n Ei^2 = \sum_{i=1}^n \{y_i - a - bx_i\}^2 \dots\dots\dots (3.37)$$

Agar nilai  $D^2$  minimum, persamaan 3.37 diturunkan terhadap parameter a dan b, kemudian disama dengankan 0. turunan pertama parameter a :

$$\sum y_i - \sum a - \sum bx_i = 0 \dots\dots\dots (3.38)$$

turunan pertama dari parameter b :

$$\sum y_i x_i - \sum a x_i - \sum b x_i^2 = 0 \dots\dots\dots (3.39)$$

Penjumlahan masing-masing suku pada persamaan 3.38 dan 3.39 adalah dari 1 sampai dengan n. Kedua persamaan tersebut dapat ditulis dalam bentuk :

$$na + \sum x_i b = \sum y_i \dots\dots\dots (3.40)$$

$$\sum x_i a + \sum x_i^2 b = \sum x_i y_i \dots\dots\dots (3.41)$$

dengan  $\sum a = na$  disubstitusi dengan persamaan 3.38 menjadi :

$$a = \frac{1}{n} (\sum y_i - \sum x_i b) \dots\dots\dots (3.42)$$

Interpolasi antara persamaan 3.40 dan 3.41 dengan variabel  $a = \bar{y} - b\bar{x}$  menjadi :

$$b = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \dots\dots\dots (3.43)$$

### 3.7.2 Regresi Polinomial

Regresi ini menghasilkan kurva lengkung yang persamaan tersebut dapat diturunkan dengan melakukan transformasi data asli ke dalam bentuk lain yang sesuai. Penurunan persamaan dilakukan dengan metode kuadrat terkecil. Persamaan polinomial orde r mempunyai bentuk seperti yang ditulis dalam persamaan 3.44 sebagai berikut,

$$y = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \dots + a_r x^r \dots\dots\dots (3.44)$$

Jumlah kuadrat kesalahan ditulis dalam persamaan 3.45 sebagai berikut:

$$D^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - a_0 - a_1 x_i - a_2 x_i^2 - \dots - a_r x_i^r) \dots \dots \dots (3.45)$$

### 3.8 Hipotesa

Pada pengujian, grafik beban-lendutan menggambarkan hubungan deformasi terhadap pembebanan yang dilakukan sampai pada batas plastis.

## **BAB IV**

### **METODE PENELITIAN**

Pengujian yang akan dilakukan oleh peneliti meliputi pengujian pendahuluan dari bahan penyusun kuda-kuda yang meliputi kayu, pelat baja dan baut itu sendiri. Setelah dilakukan pengujian pendahuluan lalu dilanjutkan dengan pengujian sambungan kayu batang kuda-kuda kayu serta pengujian rangka atap kuda-kuda kayu.

Sebelum pengujian dilakukan oleh peneliti diperlukan beberapa persiapan agar pengujian dapat berjalan lancar. Persiapan yang akan dilakukan meliputi persiapan bahan uji, pembuatan sampel benda uji, peralatan yang akan dipakai dalam pengujian dan tahapan-tahapan uji penelitian.

#### **4.1 Bahan-bahan uji penelitian**

1. balok kayu bangkirai ukuran  $\frac{6}{12}$  cm,
2. pelat baja dengan ketebalan 1,4 mm, dan
3. baut baja  $\frac{1}{2}$ ".

#### **4.2 Pembuatan Benda Uji**

Pada pembuatan benda uji ini dibagi menjadi tiga bagian yang meliputi pembuatan benda uji pendahuluan, pembuatan benda uji sambungan pada batang



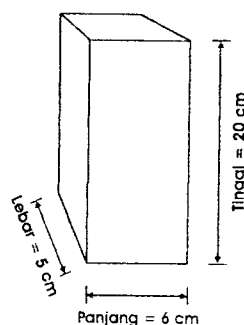
kuda-kuda kayu, dan pembuatan benda uji elemen dengan variasi perletakan dan jumlah baut.

#### 4.2.1 Pembuatan benda uji pendahuluan

Pembuatan benda uji untuk kayu dilaksanakan berdasarkan syarat-syarat yang terdapat pada Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia NI 1961, masing-masing benda uji pendahuluan tersebut diambil dari balok kayu yang berukuran  $6/12$  cm dengan panjang 300 cm. Pembuatan benda uji pendahuluan didasarkan atas buku Petunjuk Praktek Pemeriksaan Bahan Bangunan 1, **D. Hidayat dan Suparmin, 1979**. pembuatan benda uji pendahuluan ini meliputi pembuatan benda uji desak kayu searah serat, geser kayu searah serat, tarik kayu searah serat, pengujian berat volume kayu, pengujian kadar air, pengujian kuat tarik pelat baja, dan pengujian geser baut.

##### 4.2.1.1 Pembuatan benda uji pendahuluan desak kayu searah serat

Pada uji pendahuluan desak kayu searah serat dibuat tiga buah benda uji seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4.1. Dari ketiga benda uji tersebut kemudian di uji untuk mengetahui rata-rata kuat desak kayu searah serat dan modulus elastis kayu yang selanjutnya akan digunakan dalam analisis.

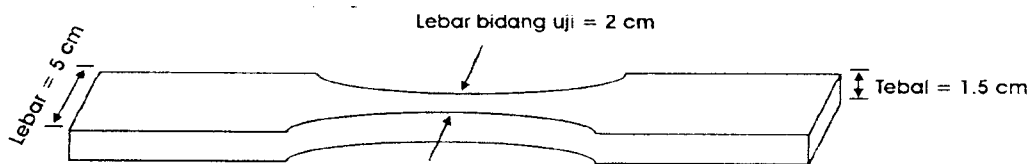


**Gambar 4.1** Benda Uji Pendahuluan Desak Kayu Searah Serat

Pengujian dilakukan dengan cara memberikan beban statis monotonik pada tampang desak kayu setiap kenaikan beban 10 kN, kemudian dicatat defleksi yang terjadi pada tiap kenaikan 10 kN sampai beban mencapai maksimum.

#### 4.2.1.2 Pembuatan benda uji pendahuluan tarik kayu searah serat

Pada uji pendahuluan tarik kayu searah serat dibuat tiga buah benda uji seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4.2. Dari ketiga benda uji tersebut kemudian di uji untuk mengetahui rata-rata kuat tarik kayu searah serat yang selanjutnya akan digunakan dalam analisis.

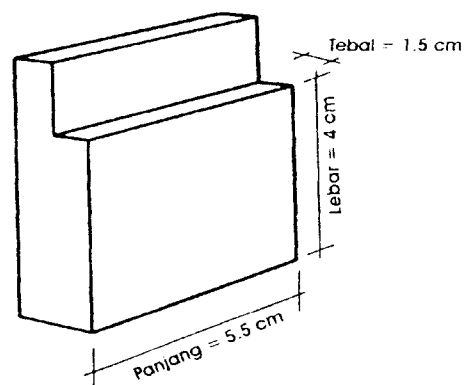


**Gambar 4.2** Benda Uji Tarik Kayu Searah Serat

Pengujian dilakukan dengan cara memberikan beban tarik pada masing-masing benda uji sampai pada beban maksimum, kemudian dicari tegangan tarik kayu yang terjadi dengan cara membandingkan kuat tarik kayu yang terjadi dengan luas tampang patah rata-rata dari masing-masing kayu.

#### 4.2.1.3 Pembuatan benda uji pendahuluan geser kayu searah serat

Pada uji pendahuluan geser kayu searah serat dibuat tiga buah benda uji seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4.3. Dari ketiga benda uji tersebut kemudian di uji untuk mengetahui rata-rata geser kayu searah serat.



**Gambar 4.3** Benda Uji Geser Kayu Searah Serat

Pengujian geser kayu searah serat dilakukan dengan cara memberikan beban geser pada masing-masing benda uji dengan bantuan *shear tools* sampai pada beban maksimum, kemudian dihitung tegangan geser kayu yang terjadi dengan cara membandingkan kuat geser kayu yang terjadi dengan luas tampang geser dari masing-masing benda uji.

#### **4.2.1.4 Pembuatan benda uji pendahuluan berat jenis kayu**

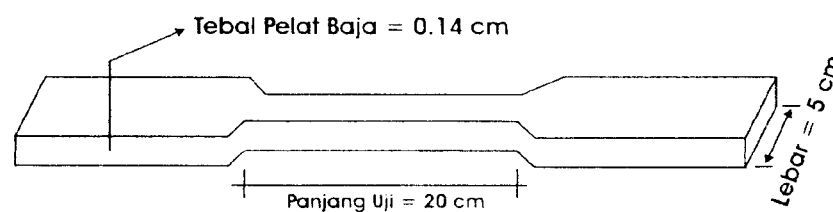
Pembuatan benda uji pendahuluan berat jenis kayu diambil dari masing-masing potongan kecil berbentuk kubus dari benda uji desak kayu searah serat, tarik kayu searah serat dan geser kayu searah serat. Potongan kecil tadi kemudian diukur dimensi dan beratnya lalu dimasukkan ke dalam oven selama 36 jam. Setelah itu potongan kecil tadi diukur kembali dimensi dan beratnya kemudian dapat diketahui berat jenis kayu kering udara dan berat jenis kayu kering oven dari masing-masing benda uji.

#### 4.2.1.5 Pembuatan benda uji pendahuluan kadar lengas kayu

Pembuatan benda uji pendahuluan kadar lengas kayu diambil dari masing-masing potongan kecil berbentuk kubus dari benda uji desak kayu searah serat, tarik kayu searah serat dan geser kayu searah serat. Potongan kecil tadi kemudian diukur beratnya sebelum dimasukkan ke dalam oven, lalu dimasukkan ke dalam oven selama 36 jam. Setelah itu potongan kecil tadi diukur kembali beratnya kemudian dapat diukur kadar lengas kayu tersebut.

#### 4.2.1.6 Pembuatan benda uji pendahuluan kuat tarik pelat baja

Pada pembuatan benda uji pendahuluan kuat tarik pelat baja dibuat tiga buah benda uji seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4.4.



**Gambar 4.4** Benda Uji Tarik Pelat Baja

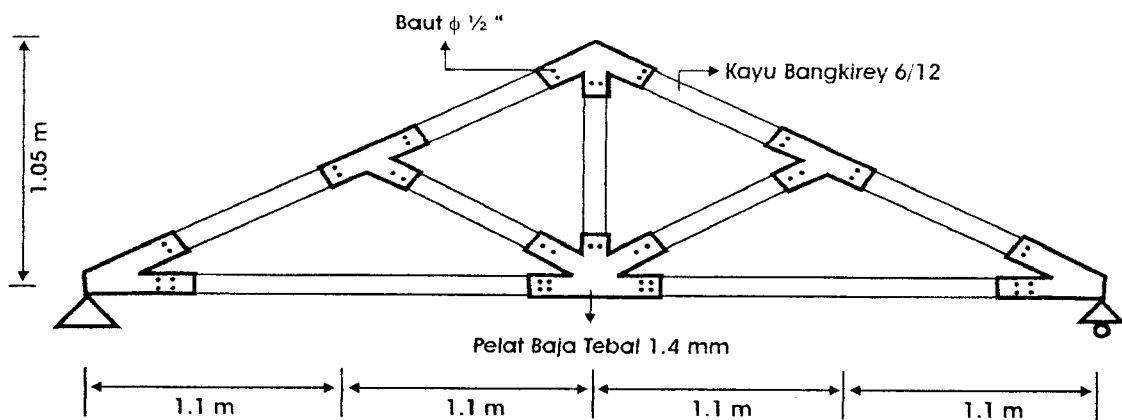
Pengujian dilakukan dengan cara memberikan beban tarik secara statis monotonik menggunakan alat tarik pada pelat baja kemudian dicatat beban luluh awal, luluh akhir, dan tegangan maksimum/ultimate yang terjadi dari masing-masing benda uji. Dari masing-masing benda uji tersebut lalu dianalisis untuk mendapatkan rata-rata dari tegangan luluh awal, luluh akhir dan tegangan maksimum/ultimate.

#### 4.2.1.7 Pembuatan benda uji pendahuluan geser baut

Pada pengujian pendahuluan geser baut dilakukan dengan menguji masing-masing tiga buah contoh baut dengan diameter  $\frac{1}{2}$  " dan  $\frac{7}{16}$  " yang digunakan dalam pembuatan benda uji. Pada pengujian ini dilakukan dengan memberikan pembebanan secara statis monotonik pada masing-masing baut dengan diameter yang telah ditentukan kemudian dicari tegangan ultimate rata-rata dari masing-masing benda uji baut.

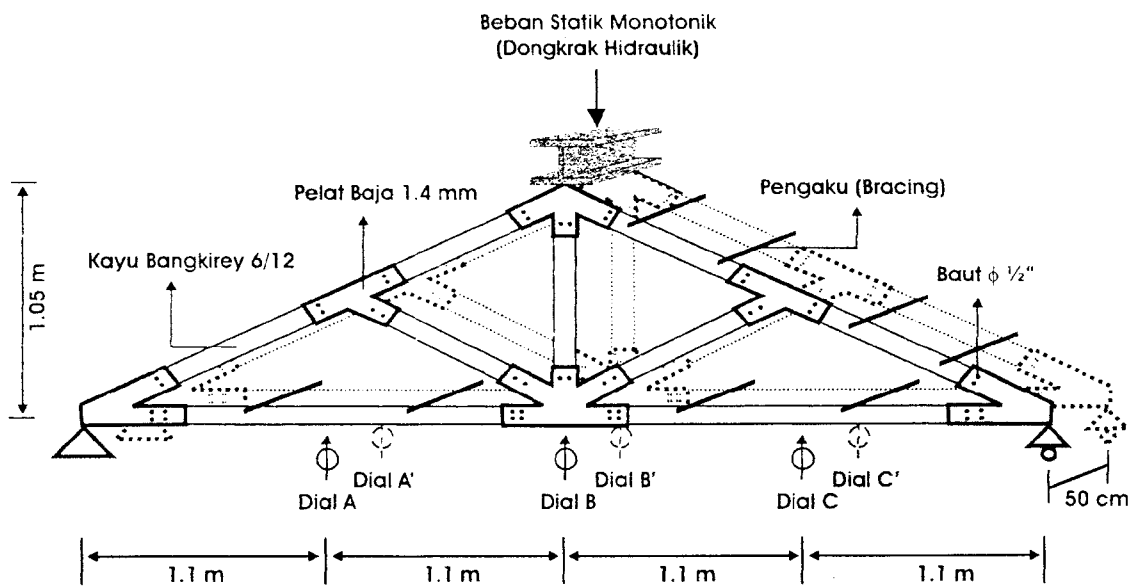
#### 4.2.2 Pembuatan benda uji sambungan pada batang kuda-kuda kayu

Dalam uji eksperimen ini digunakan model rangka atap *Howe Truss* dengan menggunakan sambungan baut pada profil tabung baja yang menyesuaikan dengan profil kayu yang digunakan. Rangka atap yang digunakan, seperti dalam Gambar 4.5:



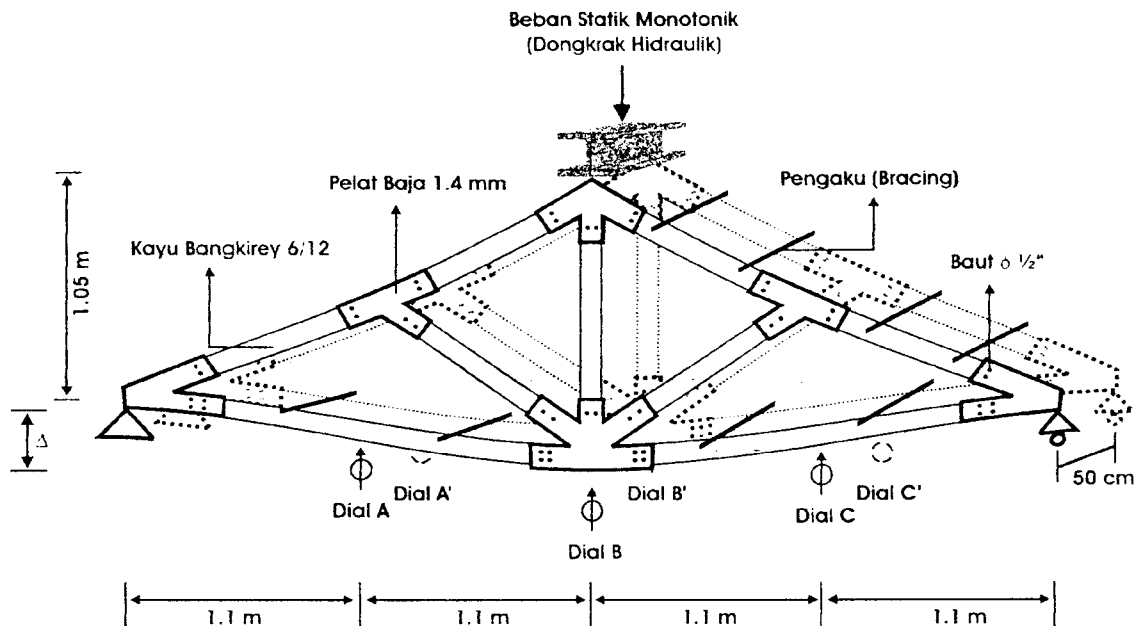
Gambar 4.5 Rangka Atap *Howe Truss*

Pengujian rangka atap/kuda-kuda *Howe Truss* dilakukan dengan memberikan beban statis monotonik pada puncak kuda-kuda. Pembebanan dilakukan dengan menggunakan dongkrak hidrolik (*Hidrolik Jack*) dengan kapasitas 30 Ton. Dalam pengujian digunakan sepasang kuda-kuda yang diberi pengaku (*Bracing*) dengan jarak antar kuda-kuda sebesar 50 cm. Deformasi yang terjadi dihitung dengan menggunakan dial yang dipasang sebanyak tiga buah pada masing-masing kuda-kuda. Metode pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.6 sebagai berikut.



**Gambar 4.6** Model Pengujian Pembebanan Kuda-Kuda

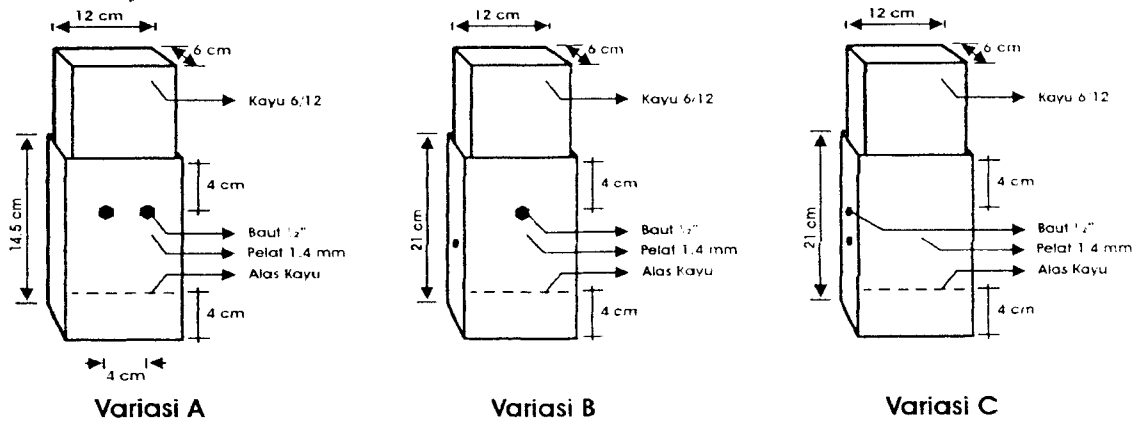
Setelah dilakukan pembebanan maka akan tampak deformasi akibat pembebanan pada kuda-kuda seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4.7 di bawah ini.



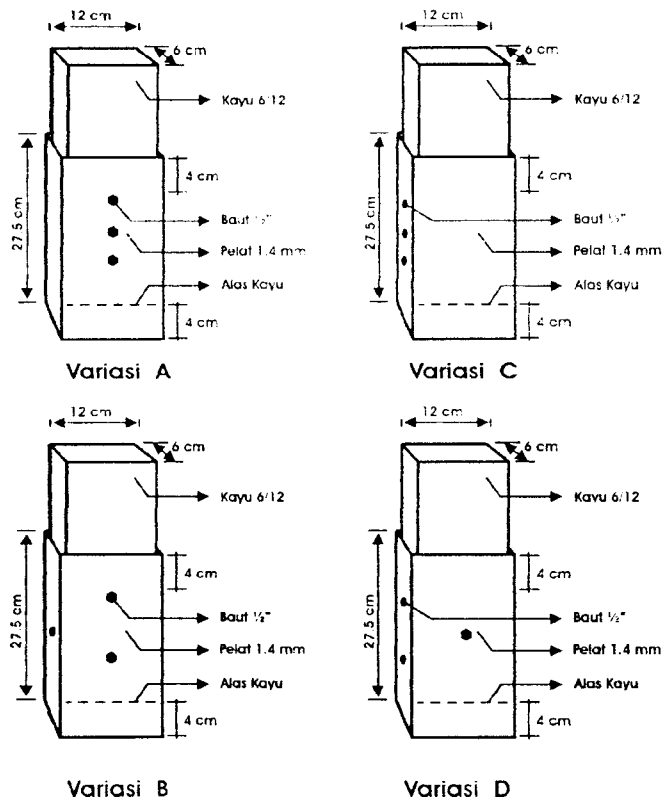
Gambar 4.7 Deformasi Akibat Pembebanan Pada Kuda-Kuda

#### 4.2.3 Pembuatan benda uji elemen dengan variasi perletakan dan jumlah baut

Pada Pengujian ini juga dilakukan uji elemen sambungan dengan profil tabung baja menggunakan variasi jumlah dan perletakan baut. Dalam percobaan ini digunakan variasi perletakan untuk jumlah baut sebanyak 2, 3, dan 4 buah. Detail benda uji elemen sambungan dapat dilihat pada Gambar 4.8 - 4.10 sebagai berikut.

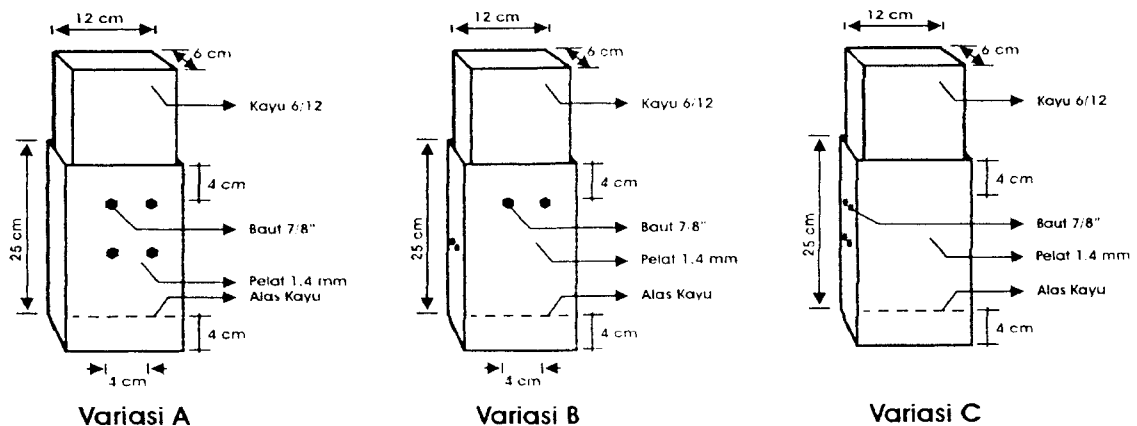


Gambar 4.8 Pengujian Elemen Sambungan Variasi 2 Baut



Gambar 4.9 Pengujian Elemen Sambungan Variasi 3 Baut





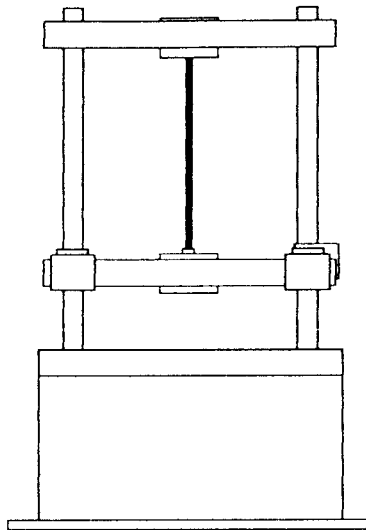
Gambar 4.10 Pengujian Elemen Sambungan Variasi 4 Baut

### 4.3 Peralatan penelitian

Untuk dapat melakukan uji eksperimen ini diperlukan beberapa peralatan yang dapat mengakomodasi maksud dan tujuan penelitian. Adapun peralatan yang dipergunakan adalah sebagai berikut :

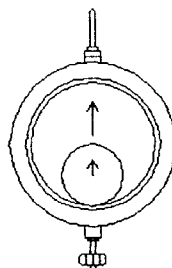
1. mesin uji kuat desak, merek *Controls* kapasitas 2000 kN, digunakan untuk mengetahui kuat desak kayu dan kuat geser baut,
2. *stop watch*, digunakan untuk mengukur waktu pembebanan saat pengujian,
3. oven, digunakan untuk mengeringkan kayu sehingga didapatkan kadar lengas pada kayu uji,
4. alat ukur panjang seperti kaliper, meteran, penggaris dan siku,
5. timbangan, untuk mengetahui berat benda uji yang diteliti,
6. mesin uji kuat tarik, merek Shimadzu type UMH 30 kapasitas 30 ton, digunakan untuk mengetahui kuat tarik kayu, kuat geser kayu dan kuat

tarik pelat baja, Mesin tarik dapat dilihat dalam Gambar 4.11 sebagai berikut,



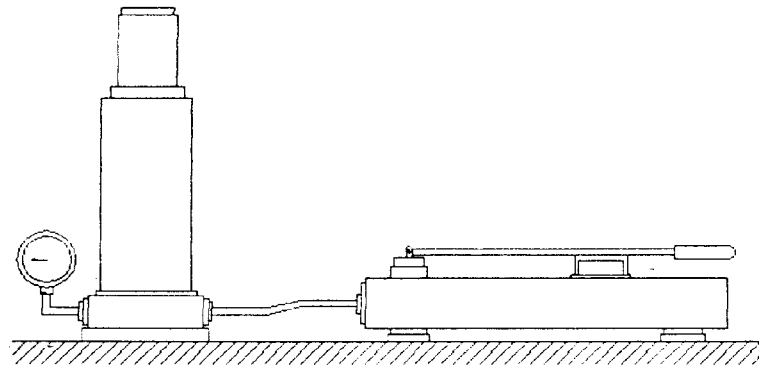
**Gambar 4.11** Mesin Tarik Shimadzu type UMH Kapasitas 30 ton

7. *dial gauge*, digunakan untuk mengetahui defleksi yang terjadi pada balok kuda-kuda kayu, seperti dalam Gambar 4.12 di bawah ini,



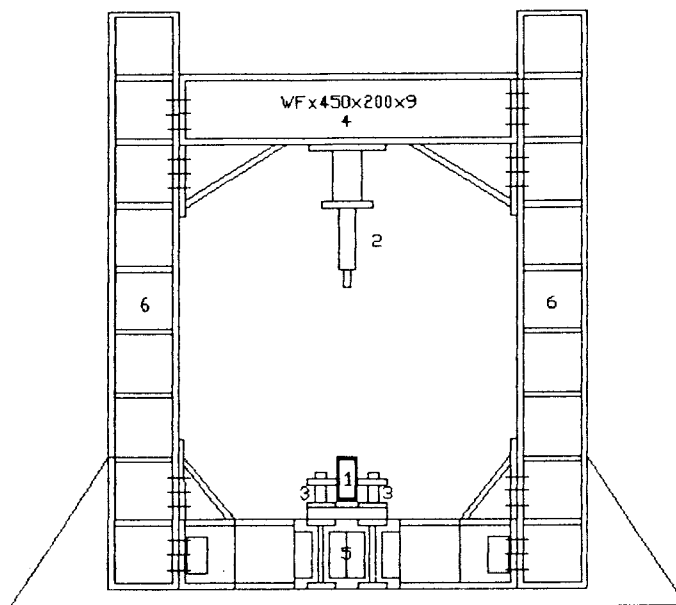
**Gambar 4.12** *Dial Gauge*

8. *hidraulik jack*, alat ini dipakai untuk memberikan pembebanan pada pengujian lentur kuda-kuda dengan kapasitas maksimum 30 ton, *hidraulik jack* dapat ditunjukkan pada Gambar 4.13 di bawah ini, dan



**Gambar 4.13 Hidraulik Jack**

9. *loading frame*, adalah alat yang terbuat dari baja profil WF 450x200x9x14 mm. Bentuk dasar *Loading Frame* berupa portal segi empat yang berdiri diatas lantai beton (*rigid floor*) dengan perantara dari besi setebal 14 mm. Agar alat tetap stabil, pelat dasar di baut ke lantai beton dan kedua kolomnya dihubungkan oleh balok WF 450 x 200 x 9 x 14 mm. Posisi balok portal dapat diatur untuk menyesuaikan dengan bentuk dan ukuran model yang akan diuji dengan cara melepas sambungan baut, dapat dilihat dalam Gambar 4.14 sebagai berikut.



**Gambar 4.13 Loading Frame**

#### **4.4 Prosedur Penelitian**

Prosedur penelitian adalah sebagai berikut :

1. tahap perumusan masalah, meliputi perumusan topik penelitian, termasuk perumusan tujuan, serta pembahasam masalah,
2. tahap perumusan teori, meliputi pengkajian pustaka terhadap teori yang melandasi penelitian serta ketentuan-ketentuan yang dijadikan acuan dalam pelaksanaan penelitian,
3. pelaksanaan penelitian, pelaksanaan ini dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik UII yang meliputi :
  - a. pengumpulan bahan,

- b. pembuatan model benda uji,
  - c. persiapan peralatan,
  - d. pemeriksaan karakteristik kayu, dan
  - e. pengujian model benda uji.
4. analisa dilakukan dari hasil pengujian laboratorium. Hasil pengujian laboratorium dicatat kemudian dibandingkan hasilnya dengan perhitungan gaya batang, dan
5. tahap penarikan kesimpulan, kesimpulan ini diambil berdasarkan teori yang digunakan untuk menjawab pemecahan terhadap permasalahan.

## BAB V

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Hasil Uji Pendahuluan

Sebelum dilakukan uji eksperimen sambungan baut pada kuda-kuda kayu dengan menggunakan profil tabung baja maka terlebih dahulu dilakukan uji pendahuluan yang meliputi uji desak kayu searah serat, tarik kayu searah serat, geser kayu searah serat, berat volume kayu, kadar lengas kayu, uji tarik pelat baja, dan uji geser baut.

##### 5.1.1 Hasil Uji Desak Kayu Sejajar Serat

Dalam pengujian desak kayu searah serat digunakan tiga buah benda uji dari kayu bangkirai. Dari hasil pengujian didapat kuat desak kayu rata-rata sebesar 681,906 kg/cm<sup>2</sup>. Beban ijin dari uji desak kayu diambil sebesar  $\frac{1}{3}$  dari beban maksimal, perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.1 sebagai berikut.

Tabel 5.1 Hasil Pengujian Desak Kayu Searah Serat

Benda Uji	Beban Maksimal		L. Tampang (cm <sup>2</sup> )	Beban Ijin (kg)	$\sigma_{ds// maks}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Modulus Elastis (kg/cm <sup>2</sup> )
	KN	Kg				
1	188,000	19164,118	28,934	6388,040	662,332	391453,333
2	202,000	20591,233	28,934	6863,670	711,655	352302,857
3	186,000	18960,245	28,266	6320,000	671,730	240761,333
Rata-rata				6523,092	681,096	328172,077

### 5.1.2 Hasil Uji Tarik Kayu

Dalam pengujian tarik kayu searah serat digunakan tiga buah benda uji dari kayu bangkirai. Dari hasil pengujian didapat kuat tarik kayu rata-rata sebesar  $874,609\text{kg/cm}^2$ , perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.2 di bawah ini.

**Tabel 5.2** Hasil Pengujian Tarik Kayu Searah Serat

Benda Uji	Beban Maksimum (kg)	Patah Pada Titik	Luas Tampang Rata-Rata ( $\text{cm}^2$ )	$\sigma_{tr//}$ ( $\text{kg/cm}^2$ )
1	3095,000	1 s/d 17	3,115	993,523
2	2600,000	5 s/d 17	3,060	849,673
3	2300,000	1 s/d 15	2,946	780,631
<b>Rata-rata</b>				874,609

### 5.1.3 Hasil Uji Geser Kayu Sejajar Serat

Dalam pengujian geser kayu searah serat digunakan tiga buah benda uji dari kayu bangkirai. Dari hasil pengujian didapat kuat geser kayu rata-rata sebesar  $67,030\text{kg/cm}^2$ , perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.3 di bawah ini.

**Tabel 5.3** Hasil Pengujian Geser Kayu Searah Serat

Benda Uji	Beban Maksimum (kg)	Luas Tampang ( $\text{cm}^2$ )	$\tau//$ ( $\text{kg/cm}^2$ )
1	1460,000	21,863	66,781
2	1350,000	21,175	63,754
3	1530,000	21,686	70,552
<b>Rata-rata</b>			67,029

### 5.1.4 Hasil Uji Berat Volume Kayu

Dalam pengujian berat volume kayu digunakan sembilan buah benda uji yang masing-masing diambil dari sampel desak kayu searah serat, tarik kayu searah serat

dan geser kayu searah serat. Dari hasil pengujian didapatkan rata-rata berat volume kayu kering udara sebesar  $1,017 \text{ gr/cm}^3$ , dan berat volume kayu kering oven sebesar  $0,945 \text{ gr/cm}^3$ , perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.4 di bawah ini.

**Tabel 5.4** Hasil Pengujian Berat Volume Kayu

Benda Uji	Berat (gram)		Volume ( $\text{cm}^3$ )		Berat Volume ( $\text{gram/cm}^3$ )	
	Sbl. Oven	Sth Oven	Sbl. Oven	Sth Oven	Udara	Oven
Desak 1	147,400	125,500	137,985	123,933	1,068	1,013
Desak 2	145,500	124,500	137,004	121,757	1,062	1,023
Desak 3	138,650	117,500	143,372	130,405	0,967	0,901
Tarik 1	19,850	16,500	20,580	18,862	0,965	0,875
Tarik 2	38,700	31,700	35,663	32,522	1,085	0,975
Tarik 3	35,500	28,600	35,486	32,039	1,000	0,893
Geser 1	10,900	9,100	11,099	9,565	0,982	0,951
Geser 2	29,000	24,000	29,331	26,018	0,989	0,922
Geser 3	6,300	5,000	6,092	5,245	1,034	0,953
<b>Rata-rata</b>					1,017	0,945

### 5.1.5 Hasil Uji Kadar Lengas Kayu

Dalam pengujian kadar lengas kayu digunakan sembilan buah benda uji yang masing-masing diambil dari sampel desak kayu searah serat, tarik kayu searah serat dan geser kayu searah serat. Analisa kadar lengas kayu dilakukan dengan cara membandingkan selisih berat antara berat benda uji sebelum di oven terhadap berat benda uji sesudah di oven dengan berat benda uji sebelum di oven. Dari hasil pengujian didapatkan kadar lengas kayu sebesar 17,037 %, perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.5 sebagai berikut.



Tabel 5.5 Hasil Pengujian Kadar Lengas Kayu

Benda Uji	Berat		Kadar Lengas (%)
	Sebelum di oven	Sesudah di oven	
Desak 1	147,400	125,500	14,858
Desak 2	145,500	124,500	14,433
Desak 3	138,650	117,500	15,254
Tarik 1	19,850	16,500	16,877
Tarik 2	38,700	31,700	18,088
Tarik 3	35,500	28,600	19,437
Geser 1	10,900	9,100	16,514
Geser 2	29,000	24,000	17,241
Geser 3	6,300	5,000	20,635
Rata-rata			17,037

### 5.1.6 Hasil Uji Kuat Tarik Pelat Baja

Dalam pengujian kuat tarik pelat baja digunakan tiga buah sampel/benda uji.

Dari hasil pengujian didapatkan kuat tarik pelat baja seperti yang terdapat pada Tabel 5.6 berikut ini.

Tabel 5.6 Hasil Pengujian Kuat Tarik Pelat Baja

Benda Uji	Luas (cm <sup>2</sup> )	P (kg)			Tegangan (kg/cm <sup>2</sup> )		
		Pa	Pb	Pu	<i>fya</i>	<i>fyb</i>	<i>fu</i>
1	0,280	495,000	495,000	660,000	1767,857	1767,857	2357,142
2	0,280	450,000	460,000	615,000	1607,142	1642,857	2196,428
3	0,280	530,000	535,000	655,000	1892,857	1910,714	2339,285
Rata-rata					1755,952	1773,809	2297,619

### 5.1.7 Hasil Uji Kuat Geser Baut

Dalam pengujian kuat geser baut pelat baja digunakan tiga buah benda uji baut dengan diameter  $\frac{1}{2}$ " dan tiga buah benda uji baut  $\frac{3}{16}$ ". Dari hasil pengujian didapatkan tegangan geser rata-rata baut  $\frac{1}{2}$ " sebesar 5059,009 kg/cm<sup>2</sup> dan tegangan

geser rata-rata baut  $\frac{1}{2}$  " sebesar 4586,583 kg/cm<sup>2</sup>. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.7 dan 5.8 berikut ini.

**Tabel 5.7 Hasil Pengujian Tegangan Baut  $\frac{1}{2}$  "**

Benda Uji	P Maksimum (KN)	P Maksimum (kg)	Tegangan (kg/cm <sup>2</sup> )
1	60.000	6116,208	4870,623
2	65.000	6625,892	5233,722
3	63.000	6422,018	5072,684
<b>Rata-rata</b>	62.667	6388,039	5059,009

**Tabel 5.8 Hasil Pengujian Tegangan Baut  $\frac{1}{16}$  "**

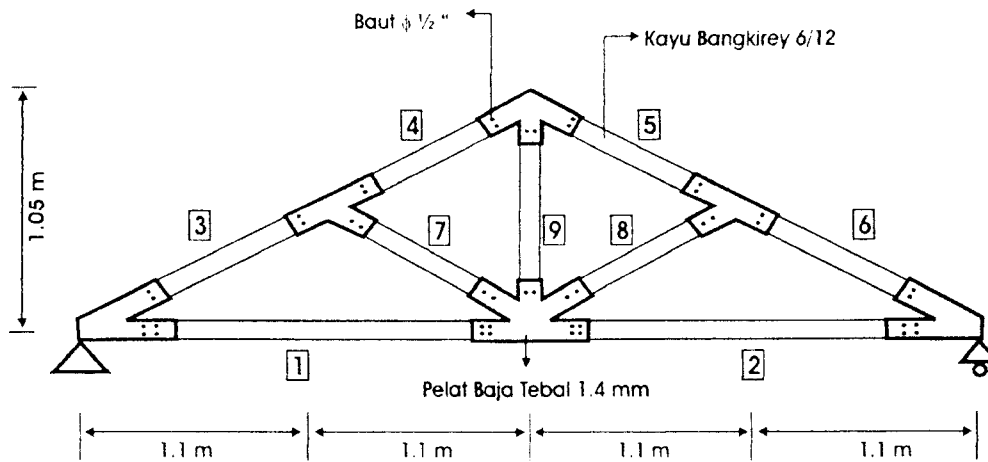
Benda Uji	P Maksimum (KN)	P Maksimum (kg)	Tegangan (kg/cm <sup>2</sup> )
1	50.000	5096,840	4586,583
2	52.000	5300,714	4770,046
3	48.000	4892,966	4403,119
<b>Rata-rata</b>	50.000	5096,840	4586,583

## 5.2 Hasil Uji Eksperimen Sambungan Baut pada Kuda-Kuda Kayu Menggunakan Profil Tabung Baja

Dalam uji eksperimen sambungan baut pada kuda-kuda kayu menggunakan profil tabung baja, digunakan tiga pasang benda uji seperti yang terlihat dalam Gambar 4.5. Hasil pengujian dapat dilihat dalam Tabel 5.9 berikut ini.

**Tabel 5.9 Hasil Pengujian Kuda-Kuda**

Benda Uji	P <sub>Maksimum</sub> (kg)
1	11200,000
2	12400,000
3	13200,000
<b>Rata-rata</b>	12266,660



**Gambar 5.1** Penomoran Batang Kuda-Kuda

Proses pengujian dilakukan dengan memberikan beban statis monotonik pada puncak kuda-kuda sampai pada batas plastis. Hasil analisis pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.10 – 5.13 di bawah ini:

Dari analisis Sap2000 didapatkan gaya batang dan kapasitas kayu hasil hitungan seperti yang terdapat pada Tabel 5.10 sebagai berikut.

**Tabel 5.10** Perhitungan Kapasitas Kayu (Pcr)

Batang		Gaya		Pcr (kg)
No	Panjang (cm)	Jenis	P (kg)	
1	220,000	Tarik	6120,000	14440,089
2	220,000	Tarik	6120,000	14440,089
3	122,000	Desak	6800,000	46956,485
4	122,000	Desak	6900,000	46956,485
5	122,000	Desak	6900,000	46956,485
6	122,000	Desak	6800,000	46956,485
7	122,000	Tarik	124,920	46956,485
8	122,000	Tarik	124,920	46956,485
9	105,000	Desak	122,380	63392,319

Dari hasil analisis hitungan di atas dapat dilihat bahwa kapasitas yang dimiliki oleh kayu (Pcr) lebih besar dibandingkan dengan gaya yang terjadi. Berdasarkan hasil hitungan tersebut maka kerusakan pada pengujian tidak terjadi pada kayu, maka analisis selanjutnya dilakukan pada analisis kapasitas alat sambung yang digunakan.

**Tabel 5.11** Hasil Analisis Tegangan Geser Baut Pengujian Kuda-Kuda

No	Batang	P <sub>Baut</sub> (kg)	Jumlah Baut	fv Terjadi (kg/cm <sup>2</sup> )	fv Maks (kg/cm <sup>2</sup> )	fy (kg/cm <sup>2</sup> )
	P (kg)					
1	6120,000	6388,039	4	604,205	2522,670	1755,952
2	6120,000	6388,039	4	604,205	2522,670	1755,952
3	6800,000	6388,039	2	1342,678	2522,670	1755,952
4	6900,000	6388,039	2	1362,423	2522,670	1755,952
5	6900,000	6388,039	2	1362,423	2522,670	1755,952
6	6800,000	6388,039	2	1342,678	2522,670	1755,952
7	124,920	6388,039	2	24,666	2522,670	1755,952
8	124,920	6388,039	2	24,666	2522,670	1755,952
9	122,380	6388,039	2	24,164	2522,670	1755,952

**Tabel 5.12** Hasil Analisis Tegangan Tumpu Baut Pengujian Kuda-Kuda

No	Batang	P <sub>Baut</sub> (kg)	Jumlah Baut	ft Terjadi (kg/cm <sup>2</sup> )	ft Maks (kg/cm <sup>2</sup> )	fy (kg/cm <sup>2</sup> )
	P (kg)					
1	6120,000	6388,039	4	1075.647	4491.029	1755,952
2	6120,000	6388,039	4	1075.647	4491.029	1755,952
3	6800,000	6388,039	2	4780.652	4491.029	1755,952
4	6900,000	6388,039	2	4850.956	4491.029	1755,952
5	6900,000	6388,039	2	4850.956	4491.029	1755,952
6	6800,000	6388,039	2	4780.652	4491.029	1755,952
7	124,920	6388,039	2	87.823	4491.029	1755,952
8	124,920	6388,039	2	87.823	4491.029	1755,952
9	122,380	6388,039	2	86.038	4491.029	1755,952



**Tabel 5.13** Hasil Analisis Tegangan Lentur Baut Pengujian Kuda-Kuda

Batang		$P_{Baut}$ (kg)	Jumlah Baut	$fb$ Terjadi (kg/cm <sup>2</sup> )	$fb$ Maks (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_y$ (kg/cm <sup>2</sup> )
No	P (kg)					
1	6120,000	6388,039	4	26971,766	112612.220	1755,952
2	6120,000	6388,039	4	26971,766	112612.220	1755,952
3	6800,000	6388,039	2	59937,259	112612.220	1755,952
4	6900,000	6388,039	2	60818,689	112612.220	1755,952
5	6900,000	6388,039	2	60818,689	112612.220	1755,952
6	6800,000	6388,039	2	59937,259	112612.220	1755,952
7	124,920	6388,039	2	1101,082	112612.220	1755,952
8	124,920	6388,039	2	1101,082	112612.220	1755,952
9	122,380	6388,039	2	1078,694	112612.220	1755,952

Dari hasil analisis di atas dapat dilihat bahwa pada uji eksperimen sambungan baut pada kuda-kuda kayu menggunakan profil tabung baja terjadi kerusakan pada sambungan pada batang 1 sampai 6. Kerusakan yang terjadi merupakan kerusakan yang diakibatkan oleh kegagalan profil pelat tabung baja karena tegangan-tegangan baut yang terjadi memiliki kapasitas yang lebih besar dibandingkan dengan kapasitas profil tabung baja.

### **5.3 Hasil Pengujian Elemen Sambungan dengan Variasi Jumlah dan Perletakan Baut**

Pengujian elemen sambungan dengan variasi jumlah dan perletakan baut dilakukan dengan memberikan beban statis monotonik dengan pembacaan dial tiap kenaikan beban 200 kg sampai pada beban maksimum. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.14 berikut ini.

**Tabel 5.14** Uji Elemen Sambungan dengan Variasi Jumlah dan Perletakan Baut

Benda Uji		Beban Maksimum (kg)
Jumlah Baut	Variasi	
2	A	4715,000
	B	2760,000
	C	5960,000
3	A	5180,000
	B	5420,000
	C	4930,000
	D	6175,000
4	A	4610,000
	B	4140,000
	C	5340,000

## 5.4 Pembahasan

### 5.4.1 Analisis Mutu Kayu

Berdasarkan PKKI 1961, pada umumnya kayu-kayu di Indonesia mempunyai kadar lengas antara 12-18% atau rata-rata 15%. Dari hasil uji pendahuluan didapatkan kadar lengas kayu sebesar 17,037%, ini berarti bahwa kayu tersebut sudah cukup kering untuk digunakan sebagai bahan konstruksi teknik sipil.

Dari pengujian pendahuluan kayu yang meliputi pengujian tegangan desak kayu searah serat, tegangan tarik kayu searah serat, tegangan geser kayu searah serat, kadar lengas kayu dan berat volume kayu, maka kayu bangkirai yang digunakan dapat dikelompokkan sebagai kayu kelas kuat I.

### 5.4.2 Analisis Kapasitas Batang

Berdasarkan hasil perhitungan dari analisis SAP2000 Non-Linear yang digunakan untuk menganalisa gaya batang yang terjadi pada masing-masing batang

kuda-kuda kayu menggunakan profil tabung baja didapatkan angka kelangsingan ( $\lambda$ ) sebesar 70 untuk batang desak yang menerima gaya desak maksimum, perhitungan dapat dilihat dalam Lampiran I. Menurut PKKI NI-5 1961, bahwa di dalam suatu konstruksi tiap-tiap batang bertekan harus mempunyai kelangsingan ( $\lambda$ )  $\leq 150$ . Dari hasil perhitungan tersebut maka batang tekan uji eksperimen sambungan baut pada kuda-kuda kayu dengan menggunakan profil tabung baja memiliki kelangsingan yang sesuai dengan yang disyaratkan.

Perhitungan kapasitas batang menggunakan rumus Euler yang terdapat pada persamaan 3.17 dengan  $P_{cr} = \frac{k^2 \pi^2 E I}{l^2}$ . Perhitungan kapasitas batang pada persamaan 3.17 di atas tidak berlaku untuk nilai kelangsingan ( $\lambda$ )  $\leq 30$ . Dari persamaan tersebut dianalisis panjang kayu efektif yang masih berpengaruh terhadap perhitungan kapasitas kayu.

$$\begin{aligned} I_{\min} &= \frac{1}{12} \times h \times b^3 \\ &= \frac{1}{12} \times 12 \times 6^3 = 216 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

Pada batang desak, luas tampang yang digunakan merupakan luas tampang kotor/bruto ( $F_{\text{bruto}}$ ),

$$\begin{aligned} F_{\text{bruto}} &= b \times h &&= 6 \times 12 \\ &&&= 72 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Jari-jari lembam maksimum,

$$\begin{aligned} i_{\min} &= \sqrt{\frac{I_{\min}}{F_{br}}} &&= \sqrt{\frac{216}{72}} \\ &&&= 1,732 \text{ cm} \end{aligned}$$

maka dari persamaan kelangsingan :

$$\lambda = \frac{lk}{i_{\min}}$$

$$lk = \lambda \times i_{\min} = 30 \times 1,732 = 51,962 \text{ cm} \approx 52 \text{ cm}$$

dari hasil analisis didapatkan panjang tekuk minimum yang berpengaruh terhadap persamaan Euler sesuai dengan spesifikasi profil yang digunakan sebesar 52 cm, sehingga batang desak yang memiliki ukuran panjang > 52 cm akan mengalami tekuk. Kapasitas kayu dihitung berdasarkan kapasitas masing-masing batang pada kuda-kuda, hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 5.10.

#### 5.4.3 Analisis Tegangan Geser ( $f_v$ ), Tumpu ( $f_{Tumpu}$ ) dan Lentur Baut ( $f_b$ )

Pada pengujian geser baut maksimum didapatkan untuk baut dengan diameter  $\frac{1}{2}$ " sebesar 5059,009 kg/cm<sup>2</sup> atau 496 Mpa dan tegangan geser rata-rata baut  $\frac{1}{16}$ " sebesar 4586,583 kg/cm<sup>2</sup> atau 449 Mpa.

Gaya desak yang diterima tiap elemen kayu menyebabkan terjadinya tegangan geser rangkap baut, tegangan lentur baut dan tegangan tumpu baut. Dari hasil pengujian didapatkan kuat geser rangkap rata-rata satu baut sebesar 6388,039 kg, maka tegangan geser rangkap 1 baut ( $f_v$ ) didapatkan sebesar :

$$f_v = \frac{P}{A} = \frac{6388,039}{2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi D^2} = 2522,670 \text{ kg/cm}^2$$

$$\bar{f}_v = \frac{1}{3} f_v = 840,890 \text{ kg/cm}^2$$

Tegangan tumpu yang terjadi pada setiap baut dapat dihitung melalui persamaan 3.6,



$$f_{tumpu} = \frac{P}{D \times \text{TebalPelat} \times n} \leq \frac{P}{A_{\text{baja}}}. \text{ Apabila terjadi } f_{tumpu\text{baut}} > f_y \text{ maka kerusakan}$$

yang terjadi merupakan kerusakan akibat tumpu pada profil tabung baja.

Tegangan lentur yang terjadi pada setiap baut dalam elemen sambungan dapat

dihitung melalui persamaan 3.7,  $f_b = \frac{M}{S} = \frac{\frac{1}{8} q l^2}{\frac{1}{32} \pi D^3 n}$ , dengan  $q = \frac{P}{D}$  dan  $n$

merupakan jumlah baut pada tiap elemen sambungan.

#### 5.4.4 Analisis Tegangan Tarik Baja

Pada pengujian tegangan tarik pelat baja dengan tebal 1,4 mm, didapatkan tegangan leleh rata-rata pelat baja ( $f_y$ ) sebesar 1755,952 kg/cm<sup>2</sup> atau sebesar 172,189 Mpa. Dari hasil pengujian di atas maka didapatkan kuat tarik pelat tabung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P_{\text{Plat Tabung}} &= f_y \times (\text{tebal pelat} \times \text{keliling}) \\ &= 1755,952 \times (0,14 \times 36) \\ &= 8849,998 \text{ kg} \approx 8850 \text{ kg} \end{aligned}$$

Hasil analisis tegangan geser ( $f_v$ ), tumpu ( $f_{tumpu}$ ), lentur baut ( $f_b$ ) dan tegangan tarik baja dapat dilihat pada tabel 5.11-5.13.

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Dari hasil pengujian dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. sambungan baut pada kuda-kuda kayu menggunakan profil tabung baja menghasilkan beban maksimum rata-rata sebesar 12266,666 kg, pada beban tersebut profil sambungan baut dengan tabung baja telah mengalami kerusakan, dan
2. grafik hubungan beban ( $P$ ) – lendutan ( $\Delta$ ) menggambarkan hubungan pembebanan yang dilakukan pada benda uji sampai pada batas plastis.

#### **6.2 Saran-saran**

Dalam pengujian ini tentunya masih banyak terdapat banyak keterbatasan, baik itu dari segi materi, waktu, bahan, dan biaya. Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukan penelitian yang lebih mendalam dan lebih dan lebih luas lagi sehingga data-data yang dihasilkan lebih akurat dan dapat digunakan untuk melengkapi kekurangan pada laporan ini. Oleh karena itu dalam penelitian ini perlu dikembangkan dengan penelitian lebih lanjut dengan memperhatikan hal-hal sebagai berikut ini:

1. penelitian dengan menggunakan profil tabung baja dengan sambungan paku,
2. penelitian dengan profil tabung baja dengan melepas salah satu sisi atas atau bawah,
3. penelitian dengan profil tabung baja dengan menggunakan model rangka/ *truss* yang berbeda,
4. untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat maka perlu diadakan penambahan benda uji, baik itu untuk benda uji pendahuluan, benda uji kuda-kuda ataupun pada benda uji elemen sambungan, dan
5. untuk pengujian elemen dapat dilakukan dengan menambah lebih banyak lagi variasi jumlah baut, tebal pelat, perletakan baut, dan diameter baut yang digunakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- \_\_\_\_\_, 1961, *Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia*, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- \_\_\_\_\_, 1983, *Peraturan Pembebanan Indonesia*, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- K.H. Felix Yap, 1965, *KONSTRUKSI KAYU*, Edisi Kedua, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- PADOSBAJAYO, 1991, *BAHAN KULIAH PENGETAHUAN DASAR STRUKTUR BAJA I*, PT. Nafiri, Yogyakarta.
- Suwarno Wiryomartono, 1976, *KONSTRUKSI KAYU I*, edisi Ke-12, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Salmon C. G. & Johnson J.E., 1990, *DESAIN DAN PERILAKU STRUKTUR BAJA*, Edisi kedua, Jilid I, Biro Penerbit Erlangga, Jakarta.
- German Gurfinkel, 1981, *WOOD ENGINEERING*, Second Edition, Kendall/Hunt Pub,co, Illionis.
- Keith F. Faherty dan Thomas G. Williamson, P.E., 1978, *WOOD ENGINEERING AND CONSTRUCTION HANDBOOK*, McGraw-Hill publishing-co, New York.
- Bambang Triatmojo, 1992, *METODE NUMERIK*, Beta Offset, Yogyakarta
- DeVries dan P. Potma, 1984, *KONSTRUKSI BAJA*, Edisi Kedua, Prandiya Paramita, Jakarta.
- Hidayat.D dan Sarino. S, 1979, *PETUNJUK PRAKTEK PEMERIKSAAN BAHAN BANGUNAN*, Edisi Pertama, DEPDIKNAS, Jakarta.
- Gere dan Timoshenko, 1987, *MEKANIKA BAHAN*, Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta
- Gere dan Timoshenko, 1961, *THEORY OF ELASTIC STABILITY*, Second Edition, McGraw-Hill publishing-co, New York.

**LAMPIRAN**

## LAMPIRAN I

### L.1 Perhitungan Pembebanan

#### L.1.1 Perhitungan Kapasitas Kayu

Pada uji eksperimen sambungan baut pada kuda-kuda menggunakan profil tabung baja, digunakan kayu bangkirai 6/12, kelas II, dengan tegangan ijin tarik/desak sebesar  $85 \text{ kg/cm}^2$ .



Gambar L.1.1 Tampang Kayu Bangkirai

$$\begin{aligned}P_{\text{ijin tarik}} &= A \times \sigma_{\text{ijin tarik}} \\&= p \times l \times \sigma_{\text{ijin tarik}} \\&= 6 \times 12 \times 85 \\&= 6120 \text{ kg}\end{aligned}$$

#### L.1.2 Perhitungan Kapasitas Pelat dan Baut

Pada sambungan digunakan tipe tumpu, sehingga :

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{ijin tumpu}} &= 1,5 \times \sigma_{\text{ijin dasar}} \\&= 1,5 \times 1600 &= 2400 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

Untuk desain sambungan digunakan kebutuhan pelat = kebutuhan kayu

$$\begin{aligned} \sigma_{ijin \text{ tumpu}} \times \text{keliling pelat} \times \text{tebal pelat} &= A \times \sigma_{ijin \text{ tarik}} \\ 2400 \times (12+6+12+6) \times \text{tebal pelat} &= 6 \times 12 \times 85 \\ 2400 \times 36 \times \text{tebal pelat} &= 6120 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{tebal pelat} &= \frac{6120}{2400 \times 36} \\ &= 0,071 \text{ cm} \quad \sim 1,4 \text{ mm} \\ &\quad \sim 0,14 \text{ cm} \end{aligned}$$

Kebutuhan Baut

$$\begin{aligned} \sigma_{ijin \text{ tumpu}} &= 1,5 \times \sigma_{ijin \text{ dasar}} &= 1,5 \times 1600 \\ & &= 2400 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

digunakan baut dengan diameter  $\frac{1}{2}$  "(1,27 cm),

$$\begin{aligned} P_{\text{baut}} &= 2 \times d \times \text{tebal pelat} \times \sigma_{ijin \text{ tumpu}} \\ &= 2 \times 1,27 \times 0,14 \times 2400 \\ &= 853,440 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{baut}} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times \sigma_{ijin \text{ tumpu}} \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 1,27^2 \times 2400 \\ &= 3038,704 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{baut}} &= 125 \times d \times b \times (1-0,6 \sin \alpha) \\ &= 125 \times 1,27 \times 6 \times (1-0,6 \sin 0) \\ &= 952 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{baut}} &= 480 \times d^2 \times (1-0,35 \sin \alpha) \\ &= 480 \times 1,27^2 \times (1-0,35 \sin 0) \\ &= 774,192 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{baut}} &= 250 \times d \times b \times (1-0,6 \sin \alpha) \\ &= 250 \times 127 \times 6 \times (1-0,6 \sin 0) \\ &= 1905 \text{ kg} \end{aligned}$$

dari perhitungan kekuatan baut di atas digunakan kekuatan baut yang terkecil yaitu sebesar  $P_{\text{baut}} = 774,192 \text{ kg}$ .

### L.1.3 Perhitungan Beban Rencana

Perhitungan pada desain kuda-kuda di dasarkan atas beban maksimum yang terjadi pada masing-masing elemen. Pada tipe kuda-kuda *Howe Truss* seperti yang terlampir pada Gambar 4.5, tegangan maksimum terjadi pada batang desak, maka pendekatan perhitungan dilakukan pada batang desak tersebut.

Inersia minimum ( $I_{\text{min}}$ ) yang terjadi sebesar,

$$\begin{aligned} I_{\text{min}} &= \frac{1}{12} \times h \times b^3 \\ &= \frac{1}{12} \times 12 \times 6^3 = 216 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

Pada batang desak luas tampang yang ada merupakan luas tampang bruto ( $F_{\text{bruto}}$ ),

$$\begin{aligned} F_{\text{bruto}} &= b \times h &= 6 \times 12 \\ & &= 72 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Jari-jari lembam maksimum,

$$\begin{aligned} i_{\text{min}} &= \sqrt{\frac{I_{\text{min}}}{F_{\text{br}}}} &= \sqrt{\frac{216}{72}} \\ & &= 1,732 \text{ cm} \end{aligned}$$

pada desain kuda-kuda diambil kelangsingan ( $\lambda$ ) batang desak sebesar 70 s/d 100, maka dicoba kelangsingan ( $\lambda$ ) = 70.

$$\begin{aligned} L_{\text{tk}} &= \lambda \times i_{\text{min}} \\ &= 70 \times 1,732 = 121,24 \text{ cm} \sim 122 \text{ cm} \end{aligned}$$

dari Daftar III PKKI, halaman 10-13, untuk nilai kelangsingan ( $\lambda$ ) = 70 didapatkan faktor tekuk ( $\omega$ ) sebesar 1,87, sehingga diperoleh tegangan desak ijin,

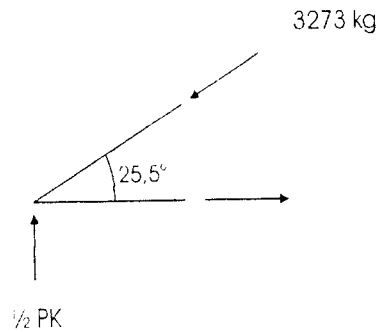
$$\sigma_{\text{ijin}} = \frac{P_x \omega}{F_{\text{br}}}$$



$$85 = \frac{P \times 1,87}{72}$$

$$P = \frac{85 \times 75}{1,87}$$

$$= 3272,727 \text{ kg} \sim 3273 \text{ kg}$$



**Gambar L.1.2** Pembebanan Batang Tekan Pada Kuda-Kuda *Howe Truss*

$$\frac{1}{2} PK = P \times \sin \alpha$$

$$PK = 2 \times P \times \sin \alpha$$

$$= 2 \times 3273 \times \sin 25,5^\circ$$

$$= 2819 \text{ kg}$$

Dari hasil perhitungan maka beban rencana yang diaplikasikan pada rangka *howe truss* sebesar 2819 kg untuk satu buah kuda-kuda, namun dalam pengujian yang dilakukan digunakan sepasang kuda-kuda sehingga beban rencana (PK) yang diaplikasikan menjadi  $2 \times 2819 = 5638 \text{ kg}$ .

## LAMPIRAN II

### L.2 Uji Pendahuluan

#### L.2.1 Uji Pendahuluan Kuat Desak Kayu

##### L.2.1.1 Uji Pendahuluan Kuat Desak Kayu Benda Uji 1

Panjang Awal ( $P_0$ ) = 5,875 cm  
 Lebar Awal = 4,925 cm  
 Tinggi Awal ( $T_0$ ) = 20,000 cm  
 Luas Tampang Desak = 28,934 cm<sup>2</sup>

**Tabel L.2.1** Hasil Uji Pendahuluan Desak Kayu Benda Uji 1

Beban		Pemb. Dial ( $\times 10^{-2}$ mm)	Tegangan (Kg/cm <sup>2</sup> )	Regangan ( $\epsilon$ ) ( $\times 10^{-3}$ )	$\epsilon$ Koreksi ( $\times 10^{-3}$ )
KN	Kg				
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	1019,37	1,00	35,23	0,05	0,05
20	2038,74	3,00	70,46	0,15	0,15
30	3058,10	5,00	105,69	0,25	0,25
40	4077,47	7,00	140,92	0,35	0,35
<b>50</b>	<b>5096,84</b>	<b>9,00</b>	<b>176,15</b>	<b>0,45</b>	<b>0,45</b>
60	6116,21	13,00	211,38	0,65	0,65
70	7135,58	15,00	246,62	0,75	0,75
80	8154,94	19,00	281,85	0,95	0,95
90	9174,31	21,00	317,08	1,05	1,05
100	10193,68	23,00	352,31	1,15	1,15
110	11213,05	25,00	387,54	1,25	1,25
120	12232,42	28,00	422,77	1,40	1,40
130	13251,78	31,00	458,00	1,55	1,55
140	14271,15	32,00	493,23	1,60	1,60
150	15290,52	35,00	528,46	1,75	1,75
160	16309,89	38,00	563,69	1,90	1,90

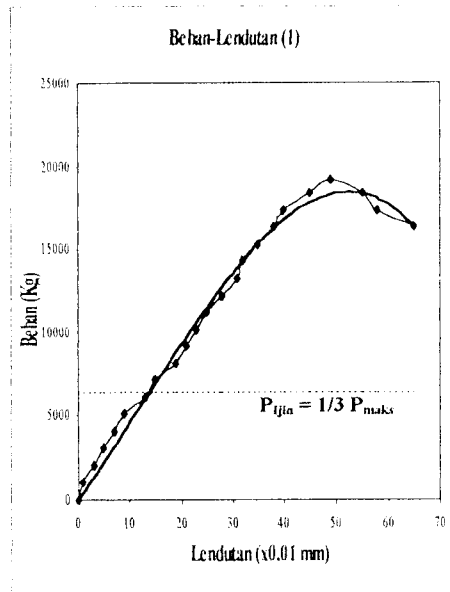
Lanjutan **Tabel L.2.1** Hasil Uji Pendahuluan Desak Kayu Benda Uji 1

170	17329,26	40,00	598,92	2,00	2,00
180	18348,62	45,00	634,15	2,25	2,25
188	19164,12	49,00	662,34	2,45	2,45
180	18348,62	55,00	634,15	2,75	2,75
170	17329,26	58,00	598,92	2,90	2,90
160	16309,89	65,00	563,69	3,25	3,25

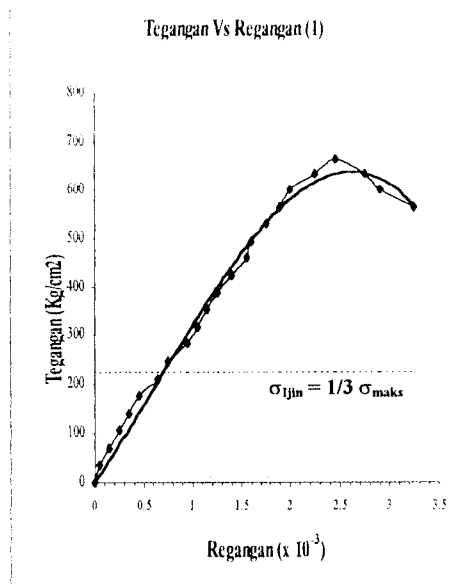
$$\text{Kuat Desak Maksimum} = \frac{\text{Beban Maksimum}}{\text{Luas Tampang}} = \frac{19164,118}{28,9343} = 662,339 \text{ Kg/cm}^2$$

**Tabel L.2.2** Hasil Uji Pendahuluan Desak Kayu, Potongan Kecil Benda Uji 1

Tinjauan		Potongan Kecil Kayu	
		Sebelum Masuk Oven	Sesudah Masuk Oven
Panjang	cm	5,915	5,525
Lebar	cm	4,860	4,850
Tinggi	cm	4,800	4,625
G. Tangensial	cm	5,890	5,525
G. Radial	cm	4,910	4,800
G. Aksial	cm	4,860	4,850
Berat	gram	147,400	125,500
Gelang Tahun	buah	7	7
Berat Jenis	gr/cm <sup>3</sup>	1,070	1,013
Kadar Air		$\frac{147,4 - 125,5}{147,4} = 14,857 \%$	



**Gambar L.2.1** Grafik Beban-Lendutan Benda Uji Desak I



**Gambar L.2.2** Grafik Tegangan-Regangan Benda Uji Desak I

### L.2.1.2 Uji Pendahuluan Kuat Desak Kayu Benda Uji 2

Panjang Awal (Po)	= 5,875	cm
Lebar Awal	= 4,925	cm
Tinggi Awal (To)	= 20,000	cm
Luas Tampang Desak	= 28,934	cm <sup>2</sup>

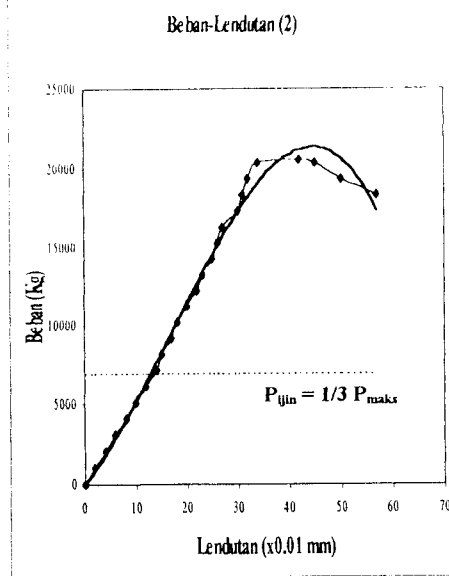
**Tabel L.2.3** Hasil Uji Pendahuluan Desak Kayu Benda Uji 2

Beban		Pemb. Dial ( x 10 <sup>-2</sup> mm)	Tegangan (Kg/cm <sup>2</sup> )	Regangan (ε) ( x 10 <sup>-3</sup> )	ε Koreksi ( x 10 <sup>-3</sup> )
KN	Kg				
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	1019,37	2,00	35,23	0,10	0,10
20	2038,74	4,00	70,46	0,20	0,20
30	3058,10	6,00	105,69	0,30	0,30
40	4077,47	8,00	140,92	0,40	0,40
50	5096,84	10,00	176,15	0,50	0,50
60	6116,21	12,00	211,38	0,60	0,60
70	7135,58	14,00	246,61	0,70	0,70
80	8154,94	15,00	281,84	0,75	0,75
90	9174,31	17,00	317,07	0,85	0,85
100	10193,68	18,00	352,30	0,90	0,90
110	11213,05	20,00	387,53	1,00	1,00
120	12232,42	22,00	422,76	1,10	1,10
130	13251,78	23,00	457,99	1,15	1,15
140	14271,15	25,00	493,22	1,25	1,25
150	15290,52	26,00	528,46	1,30	1,30
160	16309,89	27,00	563,69	1,35	1,35
170	17329,26	30,00	598,92	1,50	1,50
180	18348,62	31,00	634,15	1,55	1,55
190	19367,99	32,00	669,38	1,60	1,60
200	20387,36	34,00	704,61	1,70	1,70
202	20591,23	42,00	711,65	2,10	2,10
200	20387,36	45,00	704,61	2,25	2,25
190	19367,99	50,00	669,38	2,50	2,50
180	18348,62	57,00	634,15	2,85	2,85

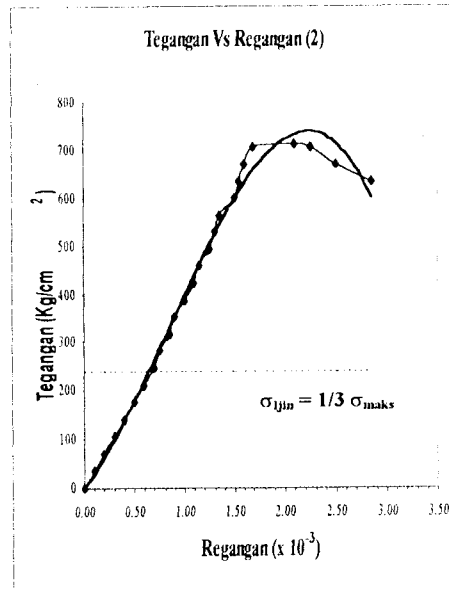
$$\text{Kuat Desak Maksimum} = \frac{\text{Beban Maksimum}}{\text{Luas Tampang}} = \frac{20591.233}{28.9343} = 711,653 \text{ Kg/cm}^2$$

**Tabel L.2.4** Hasil Uji Pendahuluan Desak Kayu Benda Uji 2

Tinjauan		Potongan Kecil Kayu	
		Sebelum Masuk Oven	Sesudah Masuk Oven
Panjang	cm	5,825	5,425
Lebar	cm	4,800	4,750
Tinggi	cm	4,900	4,725
G. Tangensial	cm	5,890	5,650
G. Radial	cm	5,090	4,950
G. Aksial	cm	4,800	4,750
Berat	gram	145,500	124,500
Gelang Tahun	buah	5	5
Berat Jenis	gr/cm <sup>3</sup>	1,062	1,023
Kadar Air		$\frac{145.5 - 124.5}{145.5} = 14,443 \%$	



**Gambar L.2.3** Grafik Beban-Lendutan Benda Uji Desak II



**Gambar L.2.4** Grafik Tegangan Vs Regangan Benda Uji Desak II

### L.2.1.3 Uji Pendahuluan Kuat Desak Kayu Benda Uji 3

Panjang Awal (Po)	= 5,850	cm
Lebar Awal	= 4,825	cm
Tinggi Awal (To)	= 20,000	cm
Luas Tampang Desak	= 28,226	cm <sup>2</sup>

Tabel L.2.5 Hasil Uji Pendahuluan Desak Kayu Benda Uji 3

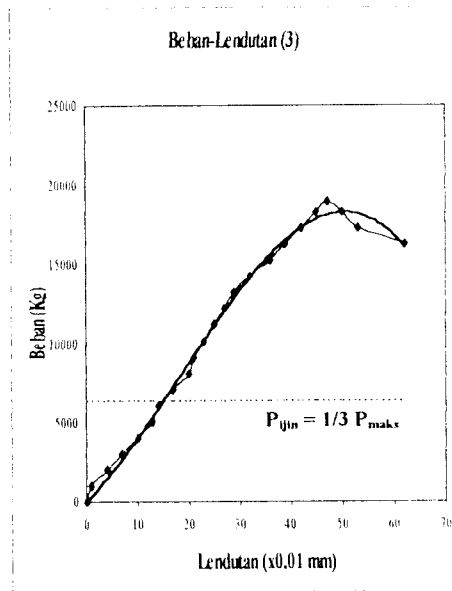
Beban		Pemb. Dial ( x 10 <sup>-2</sup> mm)	Tegangan (Kg/cm <sup>2</sup> )	Regangan (ε) ( x 10 <sup>-3</sup> )	ε Koreksi ( x 10 <sup>-3</sup> )
KN	Kg				
0	0,00	0,00	0,00	-0,10	0,00
10	1019,37	1,00	36,11	0,05	0,15
20	2038,74	4,00	72,23	0,20	0,30
30	3058,10	7,00	108,34	0,35	0,45
40	4077,47	10,00	144,46	0,50	0,60
50	5096,84	13,00	180,57	0,65	0,75
60	6116,21	14,00	216,69	0,70	0,80
70	7135,58	17,00	252,80	0,85	0,95
80	8154,94	20,00	288,91	1,00	1,10
90	9174,31	21,00	325,03	1,05	1,15
100	10193,68	23,00	361,14	1,15	1,25
110	11213,05	25,00	397,26	1,25	1,35
120	12232,42	27,00	433,37	1,35	1,45
130	13251,78	29,00	469,48	1,45	1,55
140	14271,15	32,00	505,60	1,60	1,70
150	15290,52	36,00	541,71	1,80	1,90
160	16309,89	39,00	577,83	1,95	2,05
170	17329,26	42,00	613,94	2,10	2,20
180	18348,62	45,00	650,06	2,25	2,35
186	18960,24	47,00	671,72	2,35	2,45
180	18348,62	50,00	650,06	2,50	2,60
170	17329,26	53,00	613,94	2,65	2,75
160	16309,89	62,00	577,83	3,10	3,20



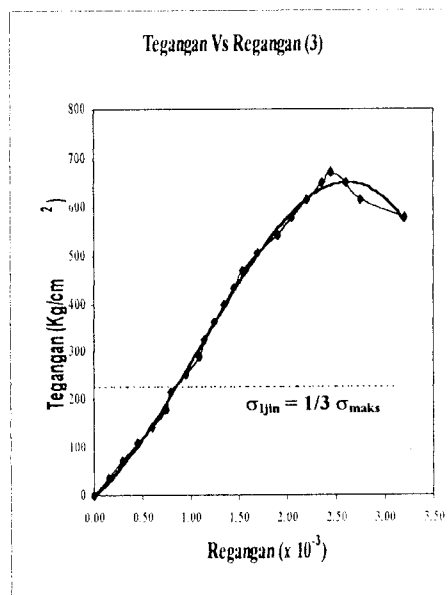
$$\text{Kuat Desak Maksimum} = \frac{\text{Beban Maksimum}}{\text{Luas Tampang}} = \frac{18960 \cdot 245}{28.226} = 671,724 \text{ Kg/cm}^2$$

**Tabel L.2.6** Hasil Uji Pendahuluan Desak Kayu, Potongan Kecil Benda Uji 3

Tinjauan		Potongan Kecil Kayu	
		Sebelum Masuk Oven	Sesudah Masuk Oven
Panjang	cm	5,935	5,725
Lebar	cm	4,930	4,925
Tinggi	cm	4,900	4,625
G. Tangensial	cm	5,31	4,900
G. Radial	cm	6,455	6,250
G. Aksial	cm	4,930	4,925
Berat	gram	138,650	117,500
Gelang Tahun	buah	4	4
Berat Jenis	gr/cm <sup>3</sup>	0,967	0,901
Kadar Air		$\frac{138.65 - 117.5}{138.65} = 15,254 \%$	



Gambar L.2.5 Beban-Lendutan Benda Uji Desak III



Gambar L.2.6 Grafik Tegangan Vs Regangan Benda Uji Desak III

Dari ketiga uji pendahuluan desak kayu yang telah dilakukan maka diambil kuat desak rata-rata sebagai berikut,

$$\begin{aligned}\text{Kuat Desak Rata-rata} &= \frac{K1+ K2+ K3}{3} = \frac{662.339+711.653 + 671.724}{3} \\ &= 681,905 \text{ Kg/cm}^2\end{aligned}$$

## L.2.2 Uji Pendahuluan Kuat Geser Kayu Searah Serat

### L.2.2.1 Uji Pendahuluan Kuat Geser Kayu Searah Serat Benda Uji I

Panjang Awal (Po) = 5,545 cm  
Lebar Awal = 3,975 cm  
Luas Tampang Geser = 21,8625 cm<sup>2</sup>  
Beban Maksimum = 1460,000 Kg  
Kuat Geser Kayu =  $\frac{1460}{21.8625} = 66,781 \text{ Kg/cm}^2$

Tabel L.2.7 Hasil Uji Pendahuluan Geser Kayu, Potongan Kecil Benda Uji I

Tinjauan		Potongan Kecil Kayu	
		Sebelum Masuk Oven	Sesudah Masuk Oven
Panjang	cm	5,545	5,450
Lebar	cm	1,390	1,300
Tinggi	cm	1,440	1,350
G. Tangensial	cm	1,790	1,590
G. Radial	cm	1,790	1,590
G. Aksial	cm	1,490	1,300
Berat	gram	10,900	9,100
Gelang Tahun	buah	5	5
Berat Jenis	gr/cm <sup>3</sup>	0,982	0,951
Kadar Air		$\frac{10.9 - 9.1}{10.9} = 16,514 \%$	

### L.2.2.2 Uji Pendahuluan Kuat Geser Kayu Searah Serat Benda Uji II

Panjang Awal (Po) = 5,520 cm  
 Lebar Awal = 3,850 cm  
 Luas Tampang Geser = 21,175 cm<sup>2</sup>  
 Beban Maksimum = 1350,000 Kg

$$\text{Kuat Geser Kayu} = \frac{1350}{21.175} = 62,069 \text{ Kg/cm}^2$$

**Tabel L.2.8** Hasil Uji Pendahuluan Geser Kayu, Potongan Kecil Benda Uji II

Tinjauan		Potongan Kecil Kayu	
		Sebelum Masuk Oven	Sesudah Masuk Oven
Panjang	cm	5,515	5,380
Lebar	cm	3,925	3,900
Tinggi	cm	1,355	1,240
G. Tangensial	cm	1,95	1,900
G. Radial	cm	1,56	1,500
G. Aksial	cm	3,925	3,900
Berat	gram	29,000	24,000
Gelang Tahun	buah	6	6
Berat Jenis	gr/cm <sup>3</sup>	0,989	0,951
Kadar Air		$\frac{10.9 - 9.1}{10.9} = 16,514 \%$	

### L.2.2.3 Uji Pendahuluan Kuat Geser Kayu Searah Serat Benda Uji III

Panjang Awal (Po) = 5,525 cm  
 Lebar Awal = 3,925 cm  
 Luas Tampang Geser = 21,686 cm<sup>2</sup>  
 Beban Maksimum = 1530,000 Kg  
 Kuat Geser Kayu =  $\frac{1350}{21.686} = 70,552 \text{ Kg/cm}^2$

**Tabel L.2.9** Hasil Uji Pendahuluan Geser Kayu, Potongan Kecil Benda Uji III

Tinjauan		Potongan Kecil Kayu	
		Sebelum Masuk Oven	Sesudah Masuk Oven
Panjang	cm	3,000	2,775
Lebar	cm	1,425	1,400
Tinggi	cm	1,425	1,350
G. Tangensial	cm	1,500	1,400
G. Radial	cm	1,780	1,725
G. Aksial	cm	1,425	1,400
Berat	gram	6,300	5,000
Gelang Tahun	buah	6	6
Berat Jenis	gr/cm <sup>3</sup>	1,034	0,953
Kadar Air		$\frac{10.9 - 9.1}{10.9} = 16,514 \%$	

$$\text{Kuat Geser Rata-rata} = \frac{G1 + G2 + G3}{3} = \frac{66.781 + 62.069 + 70.552}{3} = 66,467 \text{ Kg/cm}^2$$

### L.2.3 Uji Pendahuluan Kuat Tarik Kayu Searah Serat

#### L.2.3.1 Uji Pendahuluan Kuat Tarik Kayu Searah Serat Benda Uji I

Tabel L.2.10 Hasil Uji Pendahuluan Tarik Kayu Benda Uji I

Titik	Lebar (cm)	Tebal (cm)	Luas Tampang (cm <sup>2</sup> )
1	1,875	1,500	2,813
2	2,025	1,525	3,088
3	2,025	1,525	3,088
4	2,050	1,500	3,075
5	2,050	1,500	3,075
6	2,040	1,500	3,060
7	2,040	1,510	3,080
8	2,040	1,510	3,080
9	2,035	1,510	3,073
10	2,050	1,500	3,075
11	2,055	1,500	3,083
12	2,055	1,590	3,267
13	2,050	1,590	3,260
14	2,055	1,590	3,267
15	2,050	1,595	3,270
16	2,035	1,595	3,246
17	2,025	1,510	3,058

Patah Pada Titik 1 s/d 17

Luas Tampang Rata-rata = 3,115 cm<sup>2</sup>

Beban Maksimum = 3095,000 kg

Tegangan Tarik Kayu = 993,523 kg/cm<sup>2</sup>

Tabel L.2.11 Hasil Uji Pendahuluan Tarik Kayu, Potongan Kecil Benda Uji II

Tinjauan		Potongan Kecil Kayu	
		Sebelum Masuk Oven	Sesudah Masuk Oven
Panjang	cm	4,900	4,650
Lebar	cm	3,000	2,950
Tinggi	cm	1,400	1,375
G. Tangensial	cm	1,220	1,075
G. Radial	cm	2,000	1,900
G. Aksial	cm	3,000	2,950
Berat	gram	19,850	16,500
Gelang Tahun	buah	4	4
Berat Jenis	gr/cm <sup>3</sup>	1,070	1,013
Kadar Air		$\frac{19.85 - 16.5}{19.85} = 16,877 \%$	



### L.2.3.2 Uji Pendahuluan Kuat Tarik Kayu Searah Serat Benda Uji II

Tabel L.2.12 Hasil Uji Pendahuluan Tarik Kayu Benda Uji II

Titik	Lebar (cm)	Tebal (cm)	Luas Tampang (cm <sup>2</sup> )
1	2,015	1,510	3,043
2	1,980	1,515	3,000
3	2,020	1,500	3,030
4	2,015	1,590	3,204
5	2,025	1,510	3,058
6	2,010	1,510	3,035
7	2,015	1,495	3,012
8	2,020	1,495	3,020
9	2,025	1,500	3,038
10	2,025	1,500	3,038
11	2,025	1,500	3,038
12	2,015	1,500	3,023
13	2,025	1,495	3,027
14	2,025	1,500	3,038
15	2,025	1,515	3,068
16	2,015	1,510	3,043
17	1,975	1,490	2,943

Patah Pada Titik 5 s/d 17

Luas Tampang Rata-rata = 3,060 cm<sup>2</sup>

Beban Maksimum = 2600,000 kg

Tegangan Tarik Kayu = 849,673 kg/cm<sup>2</sup>

**Tabel L.2.13** Hasil Uji Pendahuluan Tarik Kayu, Potongan Kecil Benda Uji II

Tinjauan		Potongan Kecil Kayu	
		Sebelum Masuk Oven	Sesudah Masuk Oven
Panjang	cm	4,890	4,600
Lebar	cm	5,100	5,050
Tinggi	cm	1,430	1,400
G. Tangensial	cm	1,700	1,600
G. Radial	cm	1,900	1,850
G. Aksial	cm	5,100	5,050
Berat	gram	38,700	31,700
Gelang Tahun	buah	4	4
Berat Jenis	gt/cm <sup>3</sup>	1,085	0,975
<b>Kadar Air</b>		$\frac{38.7-31.7}{38.7} = 18,088 \%$	

### 1.2.3.3 Uji Pendahuluan Kuat Tarik Kayu Searah Serat Benda Uji III

Tabel 1.2.14 Hasil Uji Pendahuluan Tarik Kayu Benda Uji III

Titik	Lebar (cm)	Tebal (cm)	Luas Tampang (cm <sup>2</sup> )
1	1,580	1,475	2,331
2	2,020	1,475	2,980
3	2,015	1,490	3,002
4	2,025	1,490	3,017
5	2,025	1,490	3,017
6	2,035	1,485	3,022
7	2,015	1,490	3,002
8	2,010	1,485	2,985
9	2,010	1,475	2,965
10	2,000	1,475	2,950
11	2,000	1,475	2,950
12	2,015	1,475	2,972
13	2,015	1,490	3,002
14	2,020	1,495	3,020
15	2,000	1,490	2,980
16	2,000	1,500	3,000
17	2,000	1,500	3,000

Patah Pada Titik 1 s/d 15

Luas Tampang Rata-rata = 2,946 cm<sup>2</sup>

Beban Maksimum = 2300,000 kg

Tegangan Tarik Kayu = 780,630 kg/cm<sup>2</sup>

Tabel L.2.15 Hasil Uji Pendahuluan Tarik Kayu, Potongan Kecil Benda Uji III

Tinjauan		Potongan Kecil Kayu	
		Sebelum Masuk Oven	Sesudah Masuk Oven
Panjang	cm	4,900	4,600
Lebar	cm	5,100	4,975
Tinggi	cm	1,420	1,400
G. Tangensial	cm	2,700	2,600
G. Radial	cm	1,900	1,850
G. Aksial	cm	5,100	4,975
Berat	gram	35,500	28,600
Gelang Tahun	buah	4	4
Berat Jenis	gr/cm <sup>3</sup>	1,001	0,893
Kadar Air		$\frac{10.9 - 9.1}{10.9} = 16,514 \%$	

$$\text{Kuat Tarik Rata-rata} = \frac{T1 + T2 + T3}{3} = 874,609 \text{ kg/cm}^2$$

## LAMPIRAN III

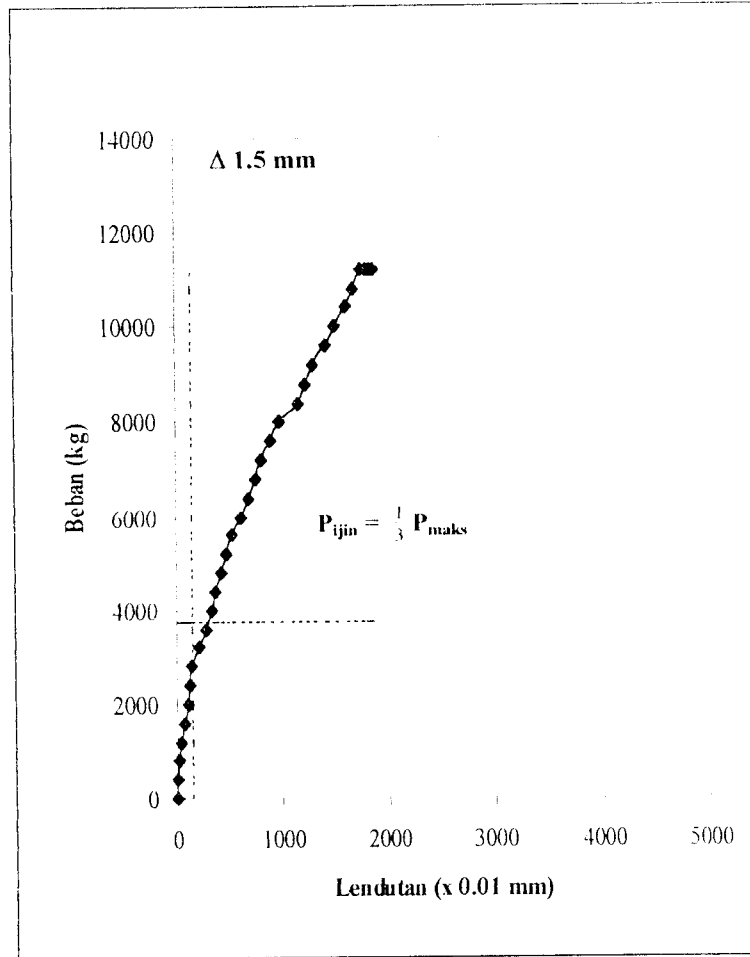
### L.3 Hasil Pengamatan Uji Eksperimen Sambungan Baut Pada Kuda-Kuda

#### Menggunakan Profil Tabung Baja

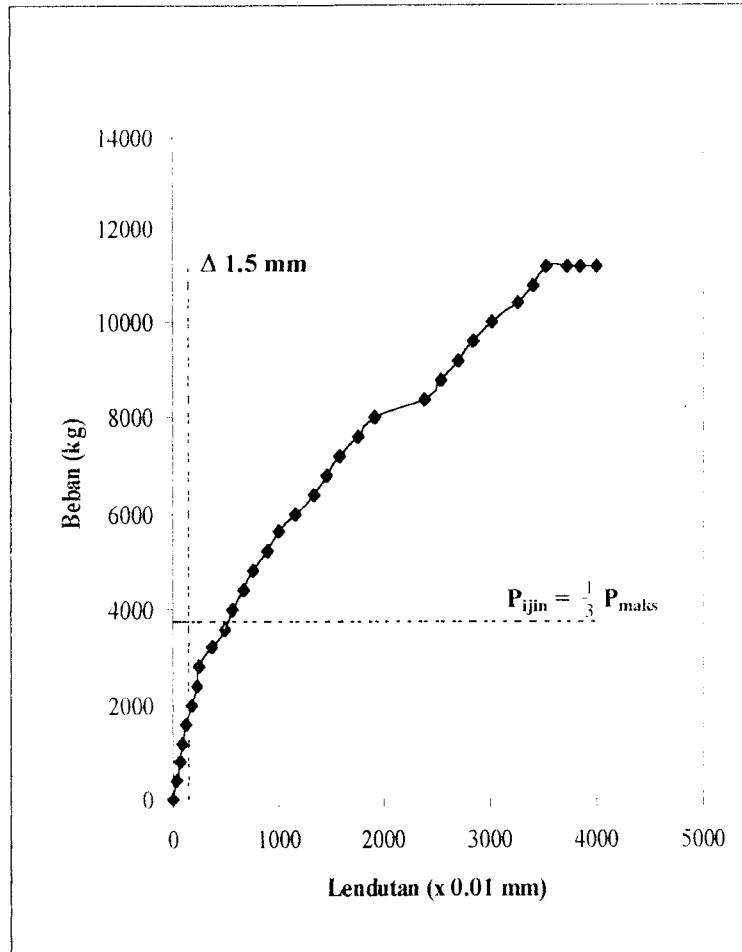
#### L.3.1 Pengamatan Benda Uji 1

Tabel L.3.1 Pengamatan Benda Uji 1

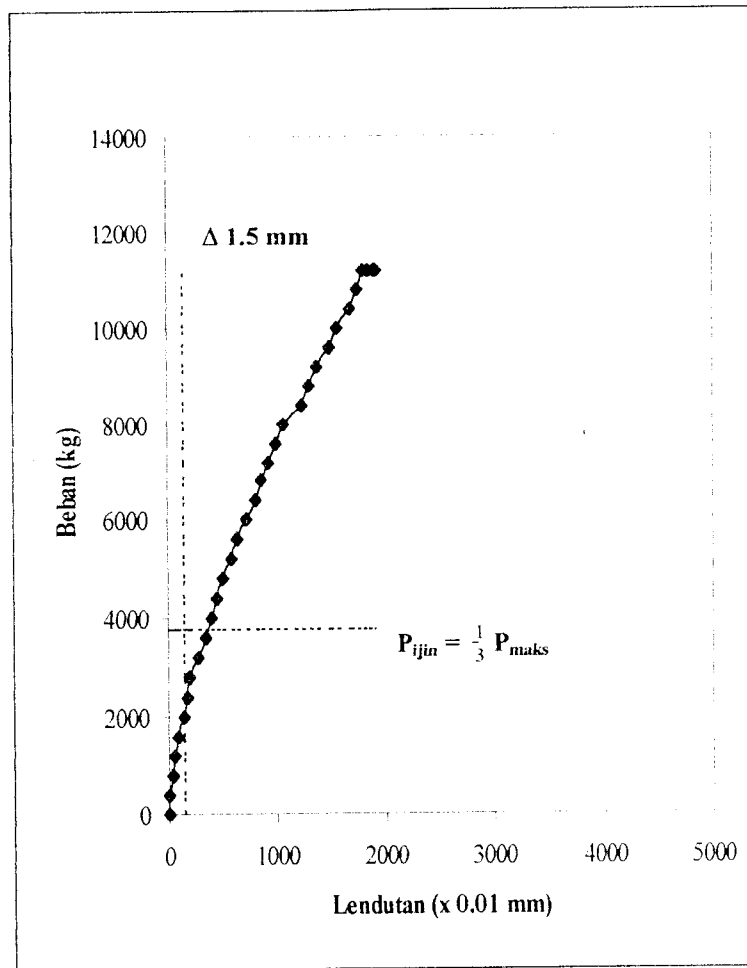
Beban (kg)	Pengamatan Dial								
	Dial A	Dial A'	A <sub>Rata</sub>	Dial B	Dial B'	B <sub>Rata</sub>	Dial C	Dial C'	C <sub>Rata</sub>
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
400	4,00	6,00	5,00	18,00	44,00	31,00	7,00	4,40	5,70
800	20,00	14,00	17,00	68,00	84,00	76,00	35,00	42,00	38,50
1200	36,00	36,00	36,00	78,00	106,00	92,00	53,00	62,00	57,50
1600	62,00	66,00	64,00	112,00	148,00	130,00	86,00	95,00	90,50
2000	96,00	96,00	96,00	162,00	192,00	177,00	126,40	132,00	129,20
2400	130,00	124,00	127,00	220,00	234,00	227,00	166,00	163,00	164,50
2800	146,00	142,00	144,00	240,00	266,00	253,00	186,00	184,00	185,00
3200	208,00	208,00	208,00	364,00	382,00	373,00	276,00	260,00	268,00
3600	288,00	276,00	282,00	454,00	518,00	486,00	336,00	334,00	335,00
4000	340,00	312,00	326,00	526,00	604,00	565,00	386,00	402,00	394,00
4400	392,00	352,00	372,00	620,00	714,00	667,00	443,00	460,00	451,50
4800	438,00	386,00	412,00	702,00	814,00	758,00	497,00	512,40	504,70
5200	510,00	430,00	470,00	844,00	928,00	886,00	572,00	578,00	575,00
5600	574,00	484,00	529,00	954,00	1056,00	1005,00	628,00	648,00	638,00
6000	644,00	562,00	603,00	1090,00	1228,00	1159,00	686,00	745,00	715,50
6400	728,00	644,00	686,00	1256,00	1406,00	1331,00	762,00	840,00	801,00
6800	796,00	696,00	746,00	1384,00	1514,00	1449,00	818,00	896,00	857,00
7200	868,00	752,00	810,00	1524,00	1636,00	1580,00	884,00	952,00	918,00
7600	954,00	830,00	892,00	1704,00	1790,00	1747,00	959,00	1029,00	994,00
8000	1026,00	908,00	967,00	1862,00	1960,00	1911,00	1021,00	1112,00	1066,50
8400	1190,00	1102,00	1146,00	2190,00	2590,00	2390,00	1147,00	1321,00	1234,00
8800	1254,00	1170,00	1212,00	2330,00	2746,00	2538,00	1198,00	1398,00	1298,00
9200	1328,00	1254,00	1291,00	2476,00	2922,00	2699,00	1252,00	1484,00	1368,00
9600	1430,00	1384,00	1407,00	2680,00	3008,00	2844,00	1338,00	1631,00	1484,50
10000	1496,00	1488,00	1492,00	2808,00	3222,00	3015,00	1392,00	1736,00	1564,00
10400	1590,00	1626,00	1608,00	2996,00	3532,00	3264,00	1464,00	1890,00	1677,00
10800	1654,00	1704,00	1679,00	3122,00	3690,00	3406,00	1506,00	1978,00	1742,00
11200	1710,00	1758,00	1734,00	3240,00	3826,00	3533,00	1544,00	2036,00	1790,00
11200	1764,00	1828,00	1796,00	3556,00	3900,00	3728,00	1588,00	2116,00	1852,00
11200	1800,00	1868,00	1834,00	3610,00	4058,00	3834,00	1638,00	2160,00	1899,00
11200	1826,00	1900,00	1863,00	3670,00	4330,00	4000,00	1642,00	2190,00	1913,00



Gambar L.3.1 Grafik Beban-Lendutan Benda Uji I Dial  $A_{Rata}$



Gambar L.3.2 Grafik Beban-Lendutan Benda Uji I Dial B<sub>Rata</sub>



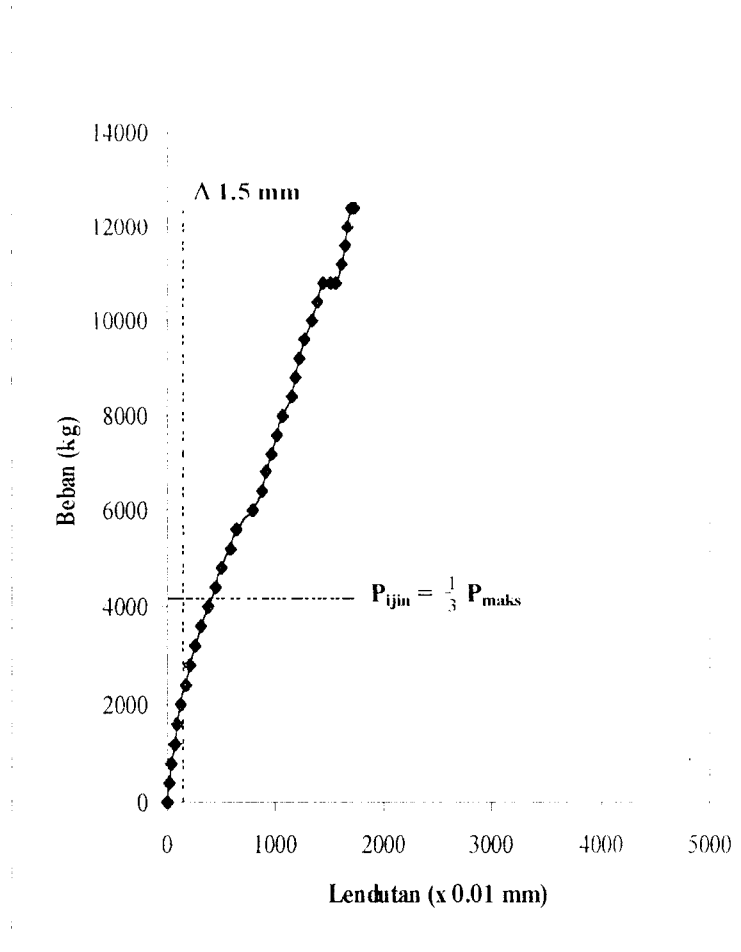
Gambar L.3.3 Grafik Beban-Lendutan Benda Uji I Dial  $C_{Rata}$



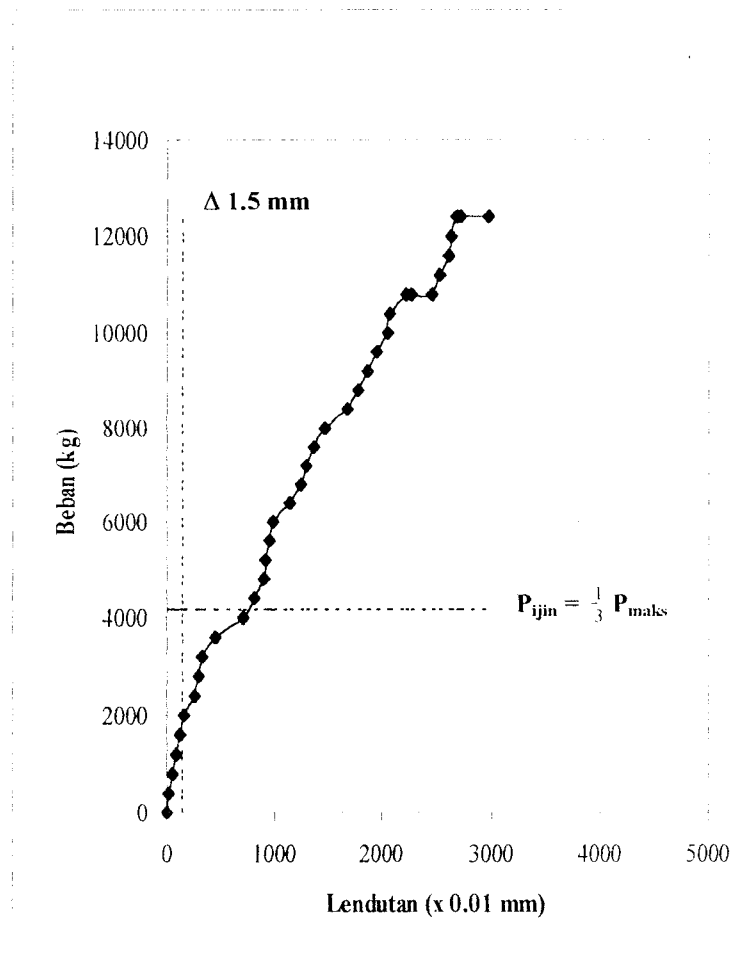
### 1.3.2 Pengamatan Benda Uji 2

Tabel L.3.2 Pengamatan Benda Uji 2

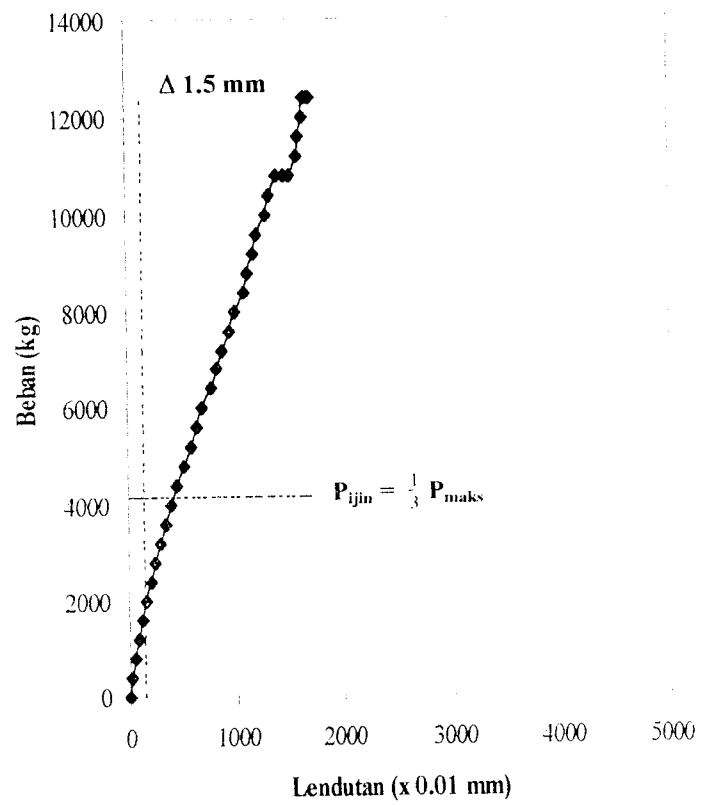
Beban (kg)	Pengamatan Dial'								
	Dial A	Dial A'	A <sub>Rata</sub>	Dial B	Dial B'	B <sub>Rata</sub>	Dial C	Dial C'	C <sub>Rata</sub>
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
400	14,00	6,00	10,00	2,00	38,00	20,00	6,00	31,00	18,50
800	36,00	42,00	39,00	22,00	92,00	57,00	35,00	78,00	56,50
1200	56,00	68,00	62,00	40,00	132,00	86,00	66,00	114,00	90,00
1600	90,00	90,00	90,00	56,00	171,00	113,50	98,00	146,00	122,00
2000	130,00	116,00	123,00	98,00	214,00	156,00	135,00	180,00	157,50
2400	182,00	146,00	164,00	242,00	266,00	254,00	183,00	218,00	200,50
2800	230,00	170,00	200,00	260,00	308,00	284,00	224,00	248,00	236,00
3200	298,00	200,00	249,00	298,00	362,00	330,00	284,00	286,00	285,00
3600	380,00	250,00	315,00	464,00	438,00	451,00	353,00	334,00	343,50
4000	452,00	292,00	372,00	706,00	702,00	704,00	413,00	373,00	393,00
4400	538,00	336,00	437,00	860,00	766,00	813,00	484,00	416,00	450,00
4800	628,00	380,00	504,00	932,00	838,00	885,00	566,00	460,00	513,00
5200	708,00	446,00	577,00	978,00	840,00	909,00	651,00	516,00	583,50
5600	768,00	506,00	637,00	1032,00	860,00	946,00	717,00	567,00	642,00
6000	814,00	748,00	781,00	1064,00	890,00	977,00	770,00	602,00	686,00
6400	904,00	830,00	867,00	1242,00	1012,00	1127,00	878,00	678,00	778,00
6800	950,00	870,00	910,00	1420,00	1070,00	1245,00	933,00	712,00	822,50
7200	1008,00	916,00	962,00	1440,00	1140,00	1290,00	1002,00	752,00	877,00
7600	1064,00	964,00	1014,00	1490,00	1218,00	1354,00	1076,00	798,00	937,00
8000	1118,00	1012,00	1065,00	1642,00	1288,00	1465,00	1150,00	837,00	993,50
8400	1190,00	1090,00	1140,00	1918,00	1422,00	1670,00	1244,00	906,00	1075,00
8800	1230,00	1130,00	1180,00	2058,00	1498,00	1778,00	1296,00	944,00	1120,00
9200	1268,00	1172,00	1220,00	2082,00	1620,00	1851,00	1342,00	980,00	1161,00
9600	1310,00	1212,00	1261,00	2242,00	1634,00	1938,00	1393,00	1018,00	1205,50
10000	1388,00	1292,00	1340,00	2318,00	1772,00	2045,00	1485,00	1092,00	1288,50
10400	1434,00	1338,00	1386,00	2256,00	1858,00	2057,00	1525,00	1138,00	1331,50
10800	1478,00	1390,00	1434,00	2498,00	1944,00	2221,00	1583,00	1186,00	1384,50
10800	1548,00	1460,00	1504,00	2466,00	2074,00	2270,00	1659,00	1258,00	1458,50
10800	1602,00	1518,00	1560,00	2720,00	2184,00	2452,00	1713,00	1320,00	1516,50
11200	1658,00	1568,00	1613,00	2760,00	2282,00	2521,00	1768,00	1378,00	1573,00
11600	1692,00	1594,00	1643,00	2882,00	2330,00	2606,00	1798,00	1410,00	1604,00
12000	1714,00	1612,00	1663,00	2910,00	2362,00	2636,00	1818,00	1430,00	1624,00
12400	1748,00	1640,00	1694,00	2950,00	2410,00	2680,00	1848,00	1460,00	1654,00
12400	1776,00	1658,00	1717,00	2980,00	2442,00	2711,00	1874,00	1482,00	1678,00
12400	1798,00	1678,00	1738,00	3050,00	2480,00	2765,00	1898,00	1502,00	1700,00



Gambar L.3.4 Grafik Beban-Lendutan Benda Uji II Dial  $A_{Rata}$



Gambar L.3.5 Grafik Beban-Lendutan Benda Uji II Dial B<sub>Rata</sub>

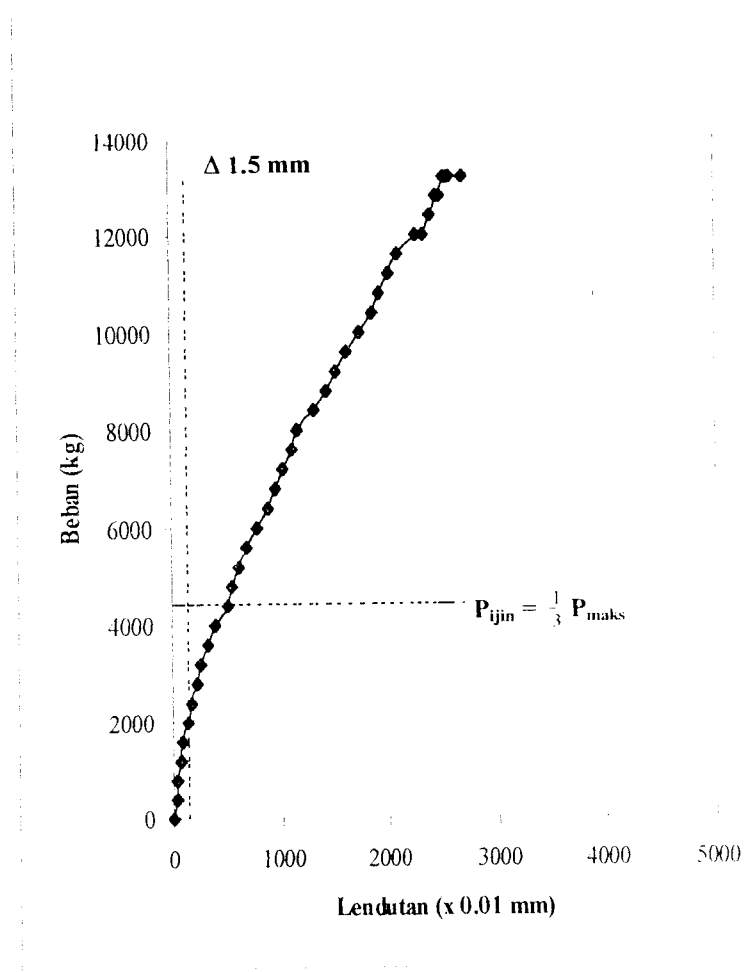


**Gambar L.3.6** Grafik Beban-Lendutan Benda Uji II Dial  $C_{R_{10}}$

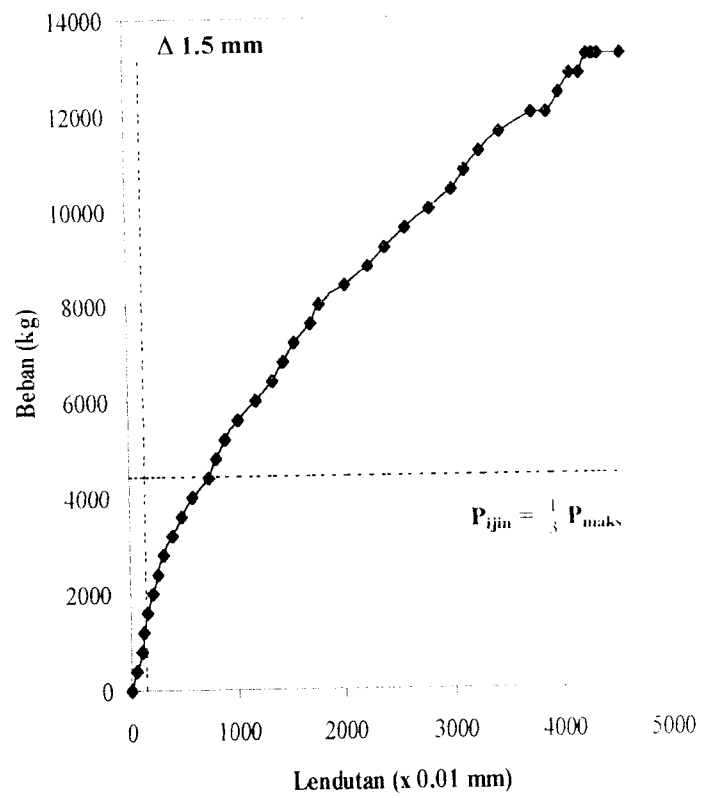
### L.3.3 Pengamatan Benda Uji 3

Tabel L.3.3 Pengamatan Benda Uji 3

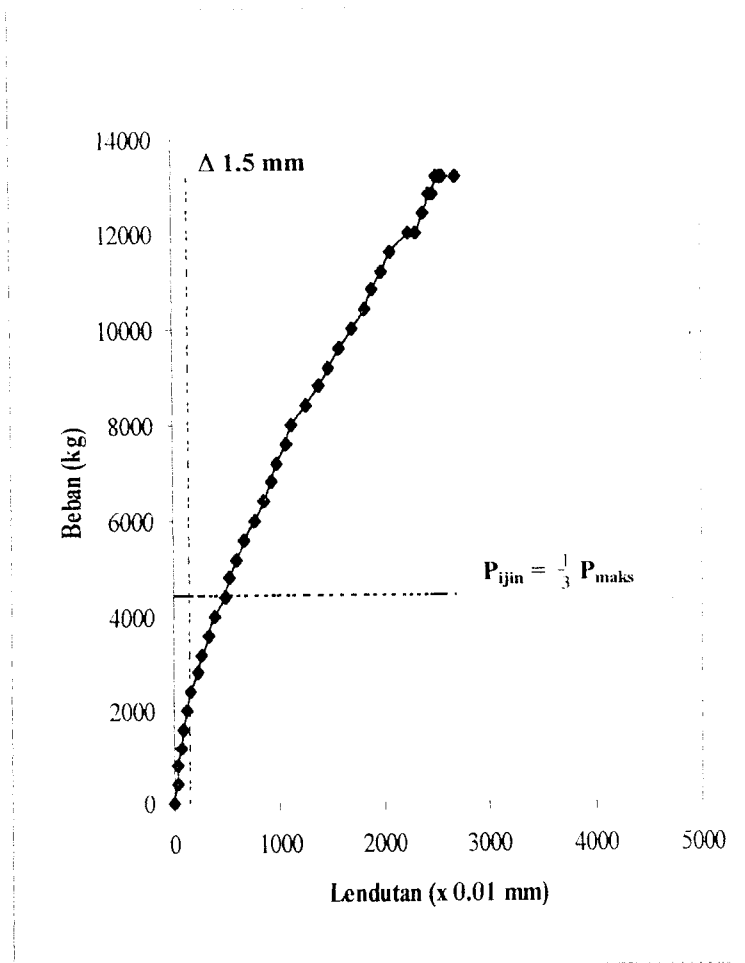
Beban (kg)	Pengamatan Dial								
	Dial A	Dial A'	A <sub>Rata</sub>	Dial B	Dial B'	B <sub>Rata</sub>	Dial C	Dial C'	C <sub>Rata</sub>
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
400	46,00	28,00	37,00	40,00	46,00	43,00	30,00	36,00	33,00
800	50,00	32,00	41,00	144,00	59,00	101,50	34,00	38,00	36,00
1200	86,00	56,00	71,00	162,00	88,00	125,00	68,00	68,00	68,00
1600	108,00	72,00	90,00	196,00	110,00	153,00	90,00	90,00	90,00
2000	152,00	110,00	131,00	226,00	170,00	198,00	126,00	138,00	132,00
2400	196,00	158,00	177,00	266,00	240,00	253,00	162,00	172,00	167,00
2800	230,00	212,00	221,00	306,00	326,00	316,00	196,00	246,00	221,00
3200	256,00	258,00	257,00	376,00	400,00	388,00	224,00	294,00	259,00
3600	296,00	358,00	327,00	416,00	550,00	483,00	266,00	388,00	327,00
4000	340,00	458,00	399,00	470,00	710,00	590,00	310,00	482,00	396,00
4400	408,00	612,00	510,00	542,00	952,00	747,00	370,00	620,00	495,00
4800	434,00	662,00	548,00	576,00	1036,00	806,00	396,00	672,00	534,00
5200	476,00	740,00	608,00	628,00	1166,00	897,00	440,00	746,00	593,00
5600	532,00	834,00	683,00	702,00	1324,00	1013,00	496,00	836,00	666,00
6000	618,00	968,00	793,00	822,00	1550,00	1186,00	574,00	960,00	767,00
6400	696,00	1062,00	879,00	976,00	1718,00	1347,00	656,00	1052,00	854,00
6800	770,00	1138,00	954,00	1042,00	1842,00	1442,00	740,00	1118,00	929,00
7200	836,00	1210,00	1023,00	1142,00	1964,00	1553,00	794,00	1182,00	988,00
7600	916,00	1312,00	1114,00	1266,00	2124,00	1695,00	876,00	1272,00	1074,00
8000	964,00	1368,00	1166,00	1346,00	2220,00	1783,00	930,00	1322,00	1126,00
8400	1098,00	1514,00	1306,00	1576,00	2470,00	2023,00	1078,00	1454,00	1266,00
8800	1208,00	1656,00	1432,00	1768,00	2722,00	2245,00	1200,00	1580,00	1390,00
9200	1284,00	1760,00	1522,00	1906,00	2918,00	2412,00	1288,00	1676,00	1482,00
9600	1380,00	1874,00	1627,00	2070,00	3118,00	2594,00	1390,00	1782,00	1586,00
10000	1496,00	2002,00	1749,00	2276,00	3346,00	2811,00	1518,00	1906,00	1712,00
10400	1608,00	2126,00	1867,00	2478,00	3578,00	3028,00	1642,00	2028,00	1835,00
10800	1674,00	2192,00	1933,00	2592,00	3700,00	3146,00	1716,00	2094,00	1905,00
11200	1756,00	2264,00	2010,00	2742,00	3822,00	3282,00	1804,00	2162,00	1983,00
11600	1848,00	2360,00	2104,00	2926,00	4018,00	3472,00	1910,00	2252,00	2081,00
12000	2018,00	2512,00	2265,00	3244,00	4296,00	3770,00	2096,00	2404,00	2250,00
12000	2086,00	2590,00	2338,00	3368,00	4432,00	3900,00	2170,00	2476,00	2323,00
12400	2148,00	2654,00	2401,00	3486,00	4562,00	4024,00	2240,00	2540,00	2390,00
12800	2194,00	2708,00	2451,00	3576,00	4660,00	4118,00	2294,00	2590,00	2442,00
12800	2236,00	2748,00	2492,00	3662,00	4756,00	4209,00	2340,00	2634,00	2487,00
13200	2268,00	2782,00	2525,00	3720,00	4822,00	4271,00	2378,00	2668,00	2523,00
13200	2294,00	2810,00	2552,00	3772,00	4876,00	4324,00	2406,00	2694,00	2550,00
13200	2318,00	2834,00	2576,00	3822,00	4930,00	4376,00	2432,00	2722,00	2577,00
13200	2430,00	2948,00	2689,00	4030,00	5158,00	4594,00	2554,00	2836,00	2695,00



Gambar L.3.7 Grafik Beban-Lendutan Benda Uji III Dial  $A_{Rata}$



**Gambar L.3.8** Grafik Beban-Lendutan Benda Uji III Dial B<sub>Rata</sub>



Gambar L.3.9 Grafik Beban-Lendutan Benda Uji III Dial C<sub>Rata</sub>



**KARTU PESERTA TUGAS AKHIR**

NO.	N A M A	NO. MHS.	BID.STUDI
1	Ery Purnomo Raharjo	98511130	Teknik Sipil
2	Akbar Amiluhur Danardono	98511041	Teknik Sipil

**JUDUL TUGAS AKHIR :**

.....  
 Uji eksperimen sambungan baut pada kuda-kuda kayu dengan menggunakan profil tabung  
 Baja.....

**PERIODE II : DESEMBER - MEI****TAHUN : 2002 / 2003**

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		Des.	Jan.	Peb.	Mar.	Apr.	Mei.
1.	Pendaftaran	■					
2.	Penentuan Dosen Pembimbing	■					
3.	Pembuatan Proposal		■				
4.	Seminar Proposal		■	■			
5.	Konsultasi Penyusunan TA.			■	■	■	
6.	Sidang-Sidang					■	■
7.	Pendadaran.						■

DOSEN PEMBIMBING I : ...Ir. H. Suharyatno, MT.

DOSEN PEMBIMBING II : ...Ir. Fatkhurrohman N., MT.



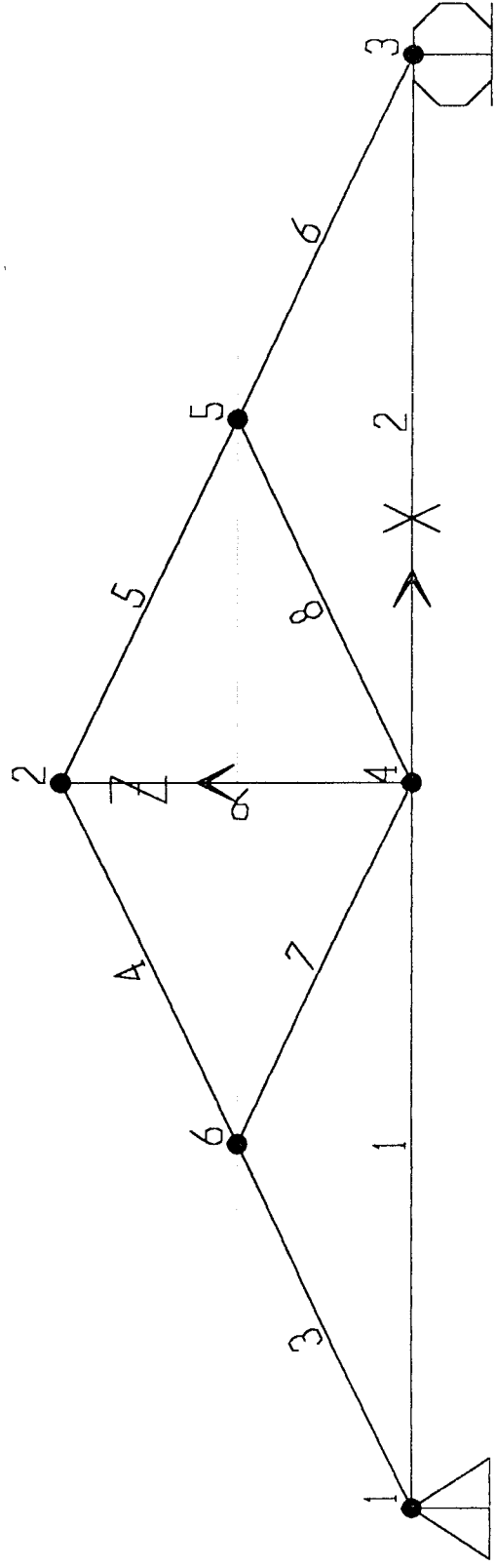
Yogyakarta, ... 30. Des 2002...

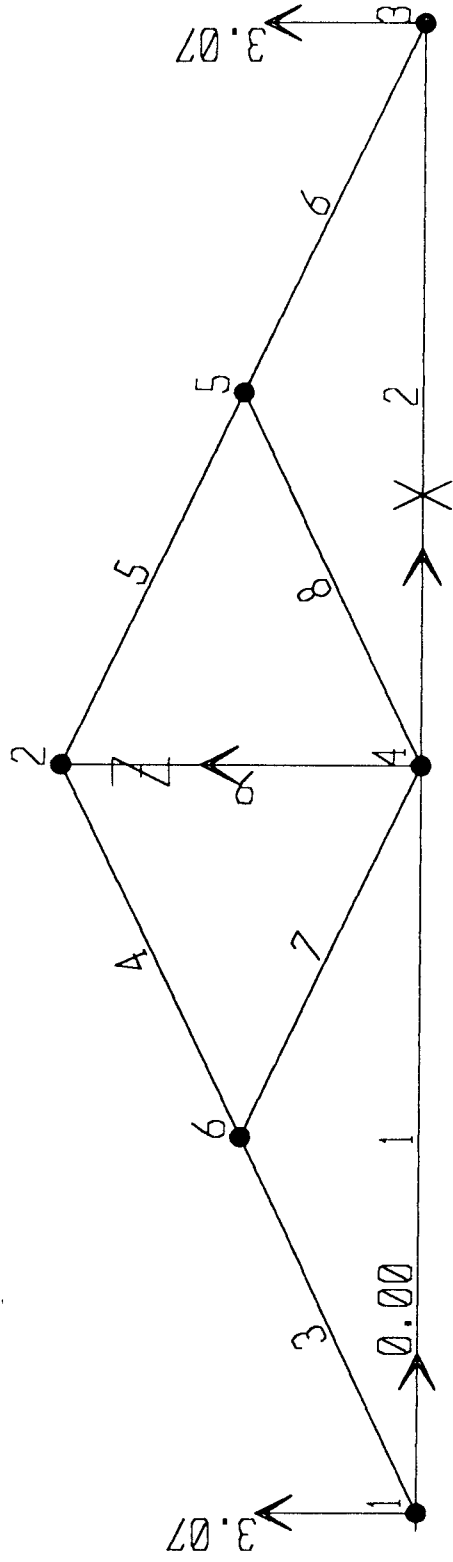
a.n. Dekan,

  
 (..... Ir. H. Munadhir, MS ..... )
**Catatan.**

Seminar : 30 January 2003 ✓  
 Sidang : 26 MEY 2003 ✓  
 Pendadaran : 2 July 2003 ✓

**Lampiran V**  
**Analisis SAP2000 Non-Linier**





ypn.Co MataramCity [Epura\_Skin]

W I N D C O M B I N A T I O N M U L T I P L I E R S

FRAME	TYPE	CASE	FACTOR	TYPE	TITLE
1	ADD	WIND	1.0000	STATIC(DEAD)	COMBI

ypn.Co MataramCity [Epura\_Skin]

W I N D C O M B I N A T I O N P L A C E M E N T S

POINT	LOAD	U1	U2	U3	R1	R2	R3
1	P6K133T	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.973E-03	0.0000
2	P6K133T	5.920E-04	0.0000	-2.905E-03	0.0000	0.0000	0.0000
3	P6K133T	1.164E-03	0.0000	0.0000	0.0000	-1.973E-03	0.0000
4	P6K133T	5.920E-04	0.0000	-2.900E-03	0.0000	0.0000	0.0000
5	P6K133T	1.164E-04	0.0000	-2.472E-03	0.0000	-9.247E-04	0.0000
6	P6K133T	7.777E-04	0.0000	-2.472E-03	0.0000	9.247E-04	0.0000

ypn.Co MataramCity [Epura\_Skin]

W I N D C O M B I N A T I O N R E A C T I O N S

POINT	LOAD	F1	F2	F3	M1	M2	M3
1	P6K133T	0.0000	0.0000	3.0667	0.0000	0.0000	0.0000
3	P6K133T	0.0000	0.0000	3.0667	0.0000	0.0000	0.0000

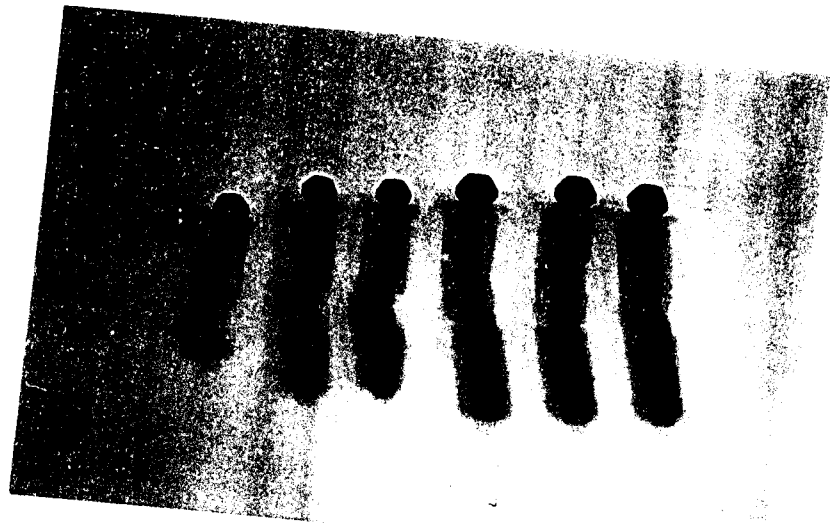
ypn.Co MataramCity [Epura\_Skin]

W I N D C O M B I N A T I O N E L E M E N T F O R C E S

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
1	P6K133T	0.00	6.25	-2.311E-02	0.00	0.00	0.00	0.00
		5.5E-01	6.25	-2.311E-02	0.00	0.00	0.00	1.271E-02
		1.10	6.25	-2.311E-02	0.00	0.00	0.00	2.542E-02
		1.65	6.25	-2.311E-02	0.00	0.00	0.00	3.814E-02
		2.20	6.25	-2.311E-02	0.00	0.00	0.00	5.085E-02
2	P6K133T	0.00	6.25	-2.311E-02	0.00	0.00	0.00	0.00
		5.5E-01	6.25	-2.311E-02	0.00	0.00	0.00	1.271E-02
		1.10	6.25	-2.311E-02	0.00	0.00	0.00	2.542E-02
		1.65	6.25	-2.311E-02	0.00	0.00	0.00	3.814E-02
		2.20	6.25	-2.311E-02	0.00	0.00	0.00	5.085E-02

3	P6K133T	0.00	-6.95	-6.735E-02	0.00	0.00	0.00	0.00
		6.1E-01	-6.95	-6.735E-02	0.00	0.00	0.00	4.101E-01
		1.22	-6.95	-6.735E-02	0.00	0.00	0.00	8.202E-00
4	P6K133T	0.00	-7.05	4.698E-02	0.00	0.00	0.00	5.015E-00
		6.1E-01	-7.05	4.698E-02	0.00	0.00	0.00	2.149E-02
		1.22	-7.05	4.698E-02	0.00	0.00	0.00	-7.163E-03
5	P6K133T	0.00	-7.05	-4.698E-02	0.00	0.00	0.00	-7.162E-03
		6.1E-01	-7.05	-4.698E-02	0.00	0.00	0.00	2.149E-02
		1.22	-7.05	-4.698E-02	0.00	0.00	0.00	5.015E-00
6	P6K133T	0.00	-6.95	6.735E-02	0.00	0.00	0.00	8.202E-00
		6.1E-01	-6.95	6.735E-02	0.00	0.00	0.00	4.101E-01
		1.22	-6.95	6.735E-02	0.00	0.00	0.00	0.00
7	P6K133T	0.00	1.277E-01	1.699E-02	0.00	0.00	0.00	3.188E-00
		6.1E-01	1.277E-01	1.699E-02	0.00	0.00	0.00	2.153E-02
		1.22	1.277E-01	1.699E-02	0.00	0.00	0.00	1.118E-02
8	P6K133T	0.00	1.277E-01	-1.699E-02	0.00	0.00	0.00	1.118E-02
		6.1E-01	1.277E-01	-1.699E-02	0.00	0.00	0.00	2.153E-02
		1.22	1.277E-01	-1.699E-02	0.00	0.00	0.00	3.188E-00
9	P6K133T	0.00	-1.251E-01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		5.3E-01	-1.251E-01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.05	-1.251E-01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

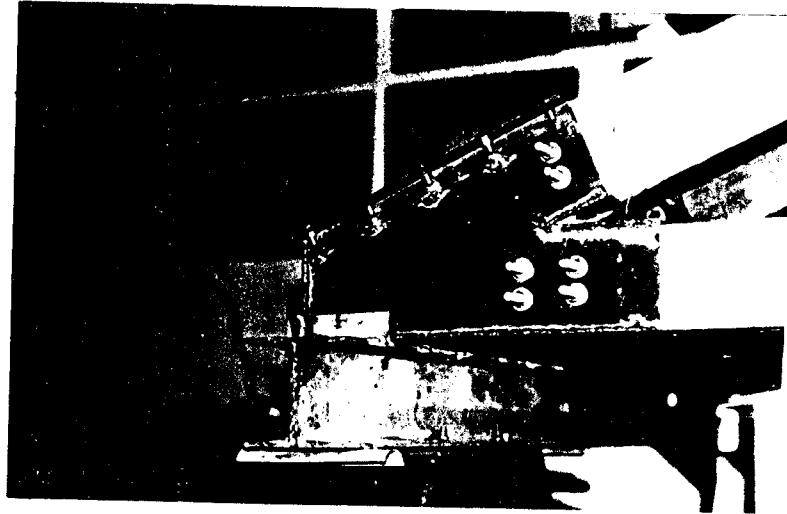
**LAMPIRAN VI**  
**Foto-Foto Penelitian**



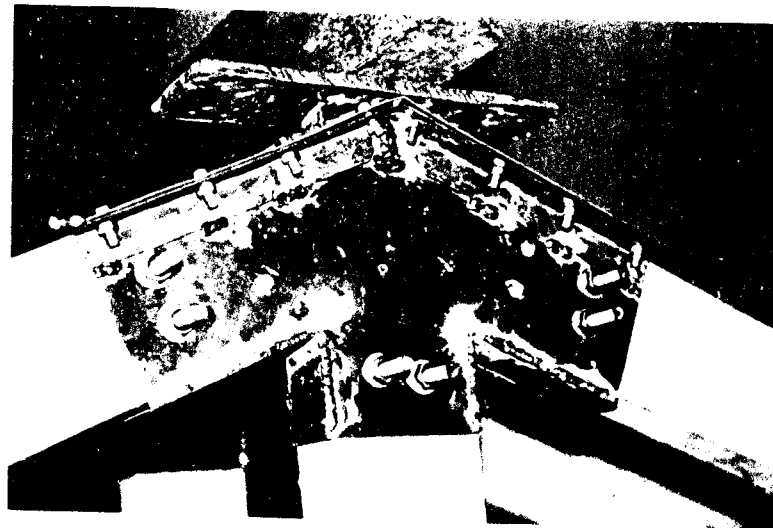
**Gambar L.6.1 Foto Uji Pendahuluan Geser Baut**



**Gambar L.6.2 Foto Uji Pendahuluan Kuat Las Baja**

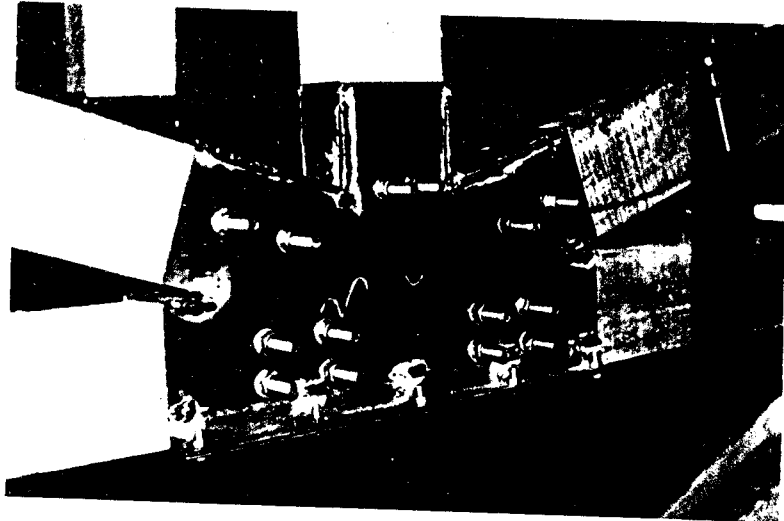


**Gambar L.6.3 Foto Perletakan Kuda-Kuda Pada Dukungan Sendi**

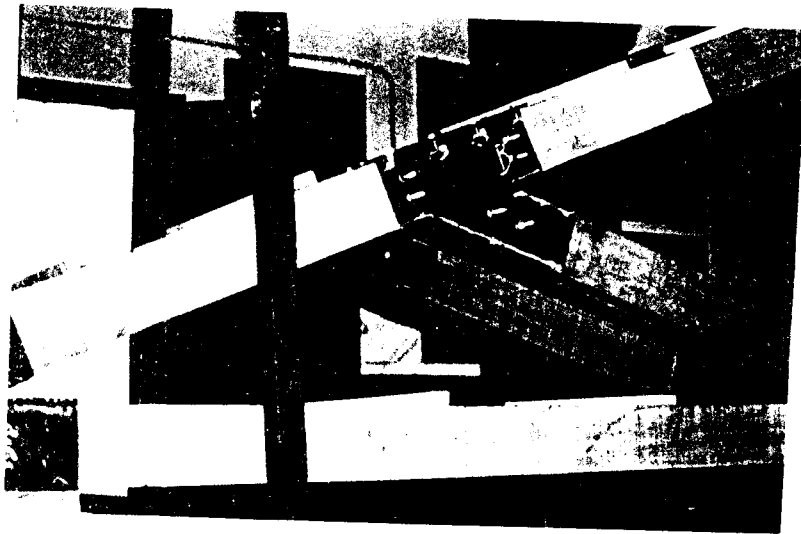


**Gambar L.6.4 Foto Detail Sambungan Pada Puncak Kuda-Kuda**





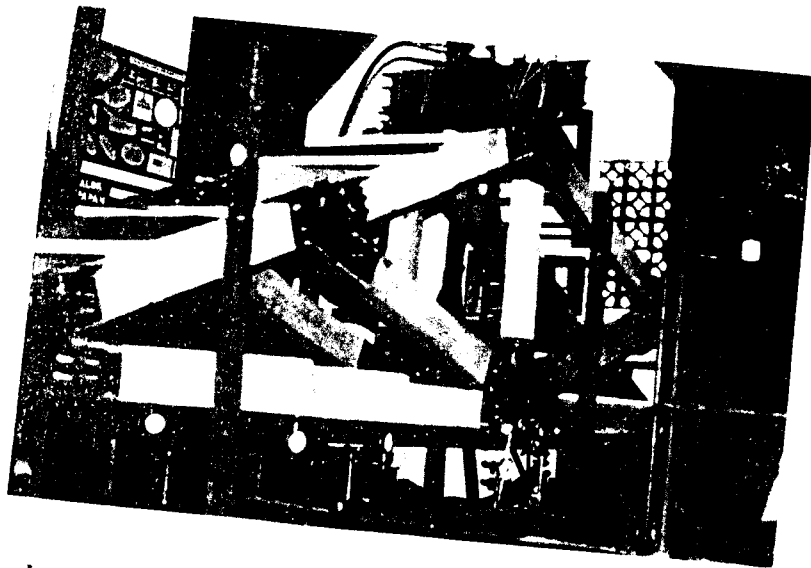
**Gambar L.6.5 Foto Detail Sambungan Pada Tengah Bentang Kuda-Kuda**



**Gambar L.6.6 Foto Detail Sambungan Pada Batang Diagonal Kuda-Kuda**



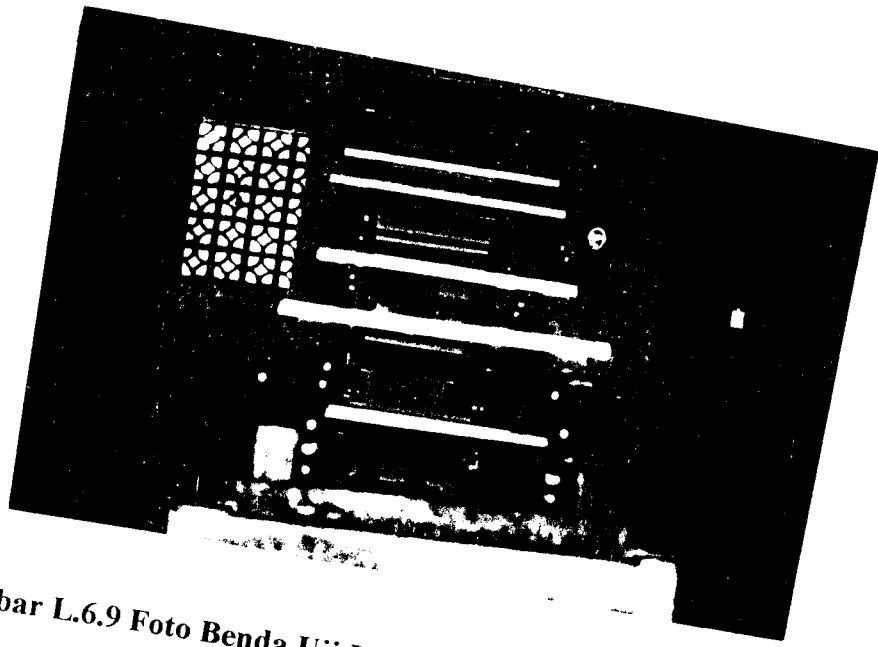
**Gambar L.6.7 Foto Benda Uji Kuda-Kuda Kayu Profil Tabung Baja**



**Gambar L.6.8 Foto Benda Uji Kuda-Kuda Kayu Saat Pengujian**



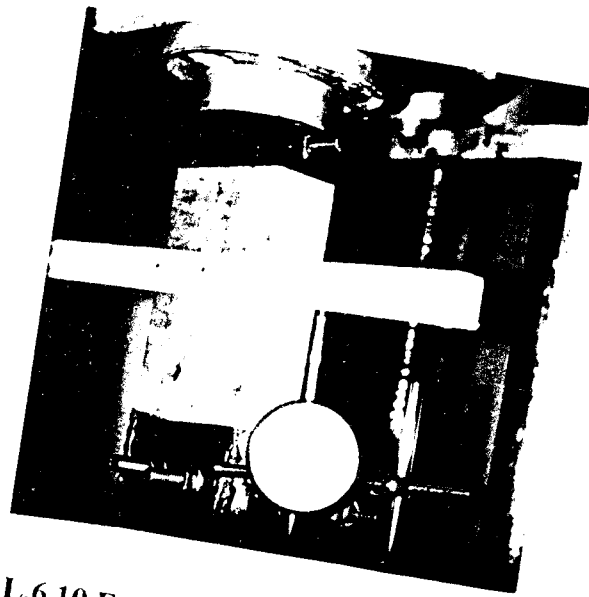
bar L.6.



Gambar L.6.9 Foto Benda Uji Kuda-Kuda Kayu Sesudah Pengujian



6.12 F



Gambar L.6.10 Foto Detail Pengujian Pada Uji Elemen