

**TUGAS AKHIR
PENELITIAN LABORATORIUM**

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



**NAMA : ACHID BUDIYONO
NO. MHS. : 98 511 117**

**NAMA : ADITYA WAHYU ERLANGGA
NO. MHS. : 98 511 128**

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

2003

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
PENELITIAN LABORATORIUM**

**UJI EKSPERIMEN SAMBUNGAN PAKU 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 : Achid Budiyo
No. Mhs : 98511117
2. Nama : Aditya Wahyu Erlangga
No. Mhs : 98511128

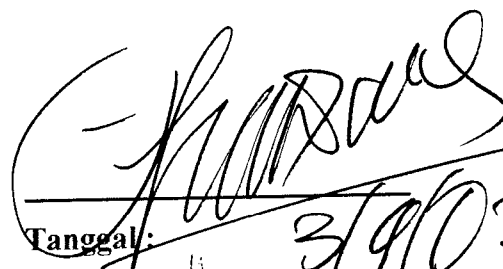
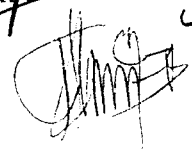
Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. H. Suharyatmo, MT

Dosen Pembimbing I

Ir. Tri Fajar Budiyo, MT

Dosen Pembimbing II


Tanggal: 3/9/03


Tanggal: 3/9/03

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji dan syukur kehadiran 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. H. Widodo, MSCE, PhD, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta,
2. Bapak Ir. H. Munadhir, Ms, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta,
3. Bapak Ir. Suharyatmo, MT, selaku dosen pembimbing tugas akhir 1,
4. Bapak Ir. Tri Fajar Budiyono, MT ,selaku dosen pembimbing tugas akhir 2,
5. Bapak Ir. Ilman Noor, MSCE , selaku dosen penguji,
6. Mas Darussalam dan mas Warno, staf Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik,
7. Mas Aries, selaku staf Laboratorium Mekanika Rekayasa,
8. Bapak Parno dan seluruh stafnya dibengkel las Parno Jaya,

9. Kedua Orang Tua kami yang telah memberikan bantuan dan dorongan baik moril maupun materiil,
10. My girl friends (Intan Cahyaningrum dan Fitri) yang menambah rona-rona kehidupanku menjadi indah dan hangat, dan
11. Pihak-pihak lain (Dian, Didik, Andrio Cs, Hasan Cs, Berti Cs) 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, Agustus 2003

LEMBAR MOTTO

*“Sesungguhnya didalam kesulitan pasti ada kemudahan”
(QS Asy Syarh : 5)*

*“Barang siapa menempuh jalan untuk menuntut ilmu maka Allah akan
memudahkan baginya jalan ke surga”
(Hadist Rasulullah SAW)*

LEMBAR PERSEMBAHAN

R semoga aku menutup mataku dengan beriman kepadaMu ...

Kupersembahkan Tugas Akhir ini ...

- ⊕ Kagem Bapak kalih Mami wonten ning Klaten, matur sembah nuwun kagem sedaya donga lan harapanipun. Mugi-mugi kulō saged mujudaken sedaya harapan lan keinginan panjenengan sami.
- ⊕ Kang Shower ning Sleman (Mugo-mugo kakangku cepet keangkat pegawai negeri), Kang Aryanto di Korea Selatan (Ayo cepet gek mulih sampun tak siapke cewek kagem njenengan lho disana mboten sempat kan!!!!) trus keponakanku Icha Kecil (ngko nek Om Achid Boy wis kerja pengen ditumbaske nopo ...?, O iya jaga ojo nganti pacaran gebablasan nggih dhoso lho).
- ⊕ Buat Mama, makasih ya telah mendukung dari segi materi hingga TA-ku rampung kabeh. *I can do this because of you ...* Jadikanlah keluarga kita sebagai manusia yang berguna dan berakhlak mulia. Ocre ?
- ⊕ Anak-anak kost, Sipil Didik Cs “PSCe (*Dokter Suryono Cost*)”. Mbooth dan *specially the corner room* (semoga aku masih bisa bersabar menghadapimu ...).
- ⊕ *All my friends Civil community '98 UII and my partner* (jangan biarkan waktu mengaturnu, kamulah yang harus mengatur waktu).
- ⊕ Konco kampung kosku Giri Rupo yang setia selalu mendukungku wektu kubutuhkan, O iyo sego kucenk ngaarep kosku thank's yo wetengku warek terus.

Achid Boy “Saragih”

“Ayah & Ibu” tercinta

Terima kasih Engkau telah mengasuh dan membimbingku sehingga aku lebih menghargai arti hidup. Budi dan jasamu akan Aku kenang sepanjang hidup.

Adikku Risa & Andi tersayang

Terima kasih atas dukunganmu selama ini. Gunakan waktumu sebaik-baiknya, karena waktu tak kan berulang kembali.

Temen-temen sipil 98

Terima kasih temen-temen sipil 98 yang telah memberi masukan dan saran untukku “Danang, Rifi, Rendra, Botel, Hasbi, Andi, Tuha, Ali, Lilik, Agus, Anang, Siswo, Ilham, Andika, Alek, Bebek, Sokib, Buntoro, Giyo, Javid, Memet, Black, Pupung, Ibnu, Andri, Ari, Siget, Tutut, Wening, Windri, Purwanto, Bambang,.....dll”

Temen-temen “Malapa Unisi”

Engkau telah memberi inspirasi hidup sehingga hidupku menjadi lebih bermakna. Terima kasih atas dukungan dari temen-temen sehingga aku lebih semangat dalam menjalani segala rintangan dan cobaan hidup.

“Pantang Kembali Sebelum Tercapai Puncak Idaman ”

Aditya “Baong”

NPA.00.1683 / MPL-UH

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
LEMBAR MOTTO	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	Xi
DAFTAR GAMBAR	Xii
DAFTAR GRAFIK	Xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
ABSTARKSI	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Manfaat Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Keaslian Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
BAB III LANDASAN TEORI	

3.1	Sifat - Sifat Kayu	8
3.1.1	Sifat fisik	8
3.1.2	Sifat mekanik	9
3.2	Alat Sambung Paku	13
3.3	Sifat - Sifat Sambungan Paku	13
3.4	Kekuatan Sambungan Paku	14
3.5	Batang Tarik	17
3.6	Batang Tekan	19
3.7	Hubungan Beban - Lendutan	20
3.8	Jumlah paku dalam Sambungan	23
3.9	Hipotesa	23

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1	Bahan - Bahan Uji Penelitian	24
4.2	Pembuatan Benda Uji	24
4.2.1	Pembuatan benda uji pendahuluan	25
4.2.2	Pembuatan benda uji sambungan pada batang kuda – kuda kayu	26
4.3	Peralatan Penelitian	28
4.4	Prosedur Penelitian	30

BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1	Hasil Uji Pendahuluan	32
5.1.1	Hasil uji desak kayu sejajar serat	32
5.1.2	Hasil uji geser kayu sejajar serat	33

5.1.3 Hasil uji tarik kayu	33
5.1.4 Hasil pengujian berat jenis kayu	34
5.1.5 Hasil uji kadar lengas kayu	34
5.1.6 Hasil uji kuat tarik pelat baja	35
5.2 Hasil Pengujian Elemen Sambungan dengan Variasi Jumlah dan Perletakan Paku	35
5.3 Hasil Pengamatan Uji Eksperimen Sambungan Paku Pada Kuda – Kuda Menggunakan Profil Tabung Baja	37
5.4 Pembahasan	39
5.4.1 Mutu bahan	39
5.4.2 Kelangsingan pada batang desak	39
5.4.3 Analisa tegangan tarik baja	39
5.4.4 Analisa uji eksperimen sambungan paku pada kuda-kuda kayu menggunakan profil tabung baja	40
5.4.5 Analisa uji elemen sambungan dengan variasi jumlah paku	40

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan	43
6.2 Saran-saran	43

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Pembagian Klas Kuat Kayu	5
Tabel 3.1	Modulus Kenyal Kayu Sejajar Serat	11
Tabel 3.2	Perlemahan Tampang Akibat Alat Sambung	18
Tabel 4.1	Variasi Jumlah dan Letak Paku	27
Tabel 5.1.1	Hasil Pengujian Desak Kayu Searah Serat	32
Tabel 5.1.2	Ukuran Sampel Uji dan Hasil Uji Geser Kayu // Serat	33
Tabel 5.1.3	Hasil Uji Tarik Kayu // Serat	33
Tabel 5.1.4	Hasil Pengujian Berat Jenis Kayu	34
Tabel 5.1.5	Hasil Pengujian Kadar Lengas Kayu	34
Tabel 5.1.6	Hasil Pengujian Kuat Tarik Pelat Baja	35
Tabel 5.7	Kekuatan Sambungan Berdasarkan Hasil Pengujian Dengan $B_j = 0.79$	36
Tabel 5.13	Hasil pembebanan pada gaya batang	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Arah gaya pada kayu	9
Gambar 3.2	Grafik tegangan dan regangan	10
Gambar 3.3	Tegangan regangan gaya tarik, desak, dan lentur kayu	10
Gambar 3.4	Model paku	13
Gambar 3.6	Lendutan akibat beban (P)	21
Gambar 4.1	Skema pengambilan benda uji pada balok kayu	25
Gambar 4.2	Benda uji geser kayu, desak kayu, dan tarik kayu searah serat	25
Gambar 4.3	Benda uji tarik pelat baja	26
Gambar 4.4	Rangka atap <i>howe truss</i>	26
Gambar 4.5	Pengujian elemen sambungan dengan variasi jumlah paku	27
Gambar 4.6	Mesin tarik shimadzu type UMH kapasitas 30 ton	28
Gambar 4.7	<i>Dial Gauge</i>	28
Gambar 4.8	<i>Hidraulik Jack</i>	29
Gambar 4.9	<i>Loading Frame</i>	30
Gambar 5.1	Grafik tegangan regangan uji desak	35

DAFTAR GRAFIK

Grafik 3.2	Grafik tegangan regangan	10
Grafik 3.3	Tegangan regangan gaya tarik, desak dan lentur kayu	10
Grafik 3.5	Grafik Pijin pada paku	17
Grafik 3.7	Grafik hubungan beban dan lendutan dengan kurva trilinear	22

DAFTAR NOTASI

A	= Luas, cm^2
b	= Lebar, cm
d	= Diameter paku, cm
E	= Modulus elastis, kg/cm^2
F_n	= Luas netto, cm^2
F_{br}	= Luas bruto, cm^2
G	= Berat jenis
l	= Tebal kayu muka, cm
l_p	= Panjang paku
m	= Tebal kayu tengah, cm
n	= Faktor jumlah paku
\bar{P}	= Kekuatan ijin paku, kg
p	= Panjang, cm
σ_{kd}	= Konstanta kuat kayu, kg/cm^2
σ_{ds}	= Tegangan desak, kg/cm^2
σ_{tr}	= Tegangan tarik, kg/cm^2
τ	= Tegangan geser, kg/cm
σ_p	= Tegangan proporsional, kg/cm^2
ε_p	= Regangan proporsional
λ	= Angka kelangsingan
γ	= Faktor jenis pembebanan
β	= Faktor jenis konstruksi
i	= Jari-jari kelembaman
I	= Inersia kelembaman
L_k	= Panjang tekuk
P_{tk}	= Gaya tekuk
F_y	= Tegangan leleh
σ_u	= Tegangan ultimit
Δx	= Jarak antar dial

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 paku 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 paku pada profil tabung baja untuk mengetahui pengaruh tampang terhadap pembebanan pada suatu elemen.

Dari hasil penelitian didapatkan bahwa metode penyambungan paku dengan profil tabung baja pada kuda-kuda kayu mampu menahan beban rata-rata sebesar 1675 kg. Dalam uji elemen dengan variasi jumlah paku didapatkan bahwa variasi pemasangan paku tegak lurus terhadap lebar tampang kayu mampu menahan beban yang lebih besar dibandingkan dengan pemasangan paku dengan variasi lainnya.

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran I** Kartu Peserta Tugas Akhir dan Lembar Konsultasi
- Lampiran II** Perhitungan Analisis dan SAP
- Lampiran III** Uji Pendahuluan
- Lampiran IV** Hasil Pengamatan Uji Elemen Sambungan Paku Pada Kuda-Kuda
Menggunakan Profil Tabung Baja dengan Variasi Jumlah
- Lampiran V** Hasil Pengamatan Uji Eksperimen Sambungan Paku Pada Kuda-Kuda
Menggunakan Profil Tabung Baja
- Lampiran VI** Perhitungan Per

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang Masalah

Kebutuhan manusia akan perumahan selalu akan bertambah seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk yang semakin pesat. Perumahan merupakan kebutuhan manusia yang senantiasa berkembang, baik dari segi jumlah maupun variasinya. Sejalan dengan itu maka diperlukan inovasi baru dalam bidang perumahan.

Salah satu komponen penting yang harus diperhatikan dalam bangunan gedung adalah struktur kuda-kuda. Struktur kuda-kuda merupakan komponen struktur bangunan gedung yang berfungsi menahan beban dari atap. Bahan struktur kuda-kuda biasanya terbuat dari kayu, beton, atau baja yang masing-masing bahan tersebut memiliki kelebihan maupun kekurangan masing-masing. Dalam menentukan bahan struktur kuda-kuda yang akan dipakai harus mempertimbangkan beberapa faktor, baik faktor ketersediaan bahan, kekuatan bahan, keperluan, daya tahan bahan, maupun metode pelaksanaannya. Tuntutan seni suatu bangunan juga menjadi pertimbangan dalam pemilihan bahan. Dalam hal ini kayu mampu memuaskan tuntutan seni menurut pandangan sebagian orang. Namun apakah kuda-kuda kayu masih cukup efektif untuk menahan beban atap

dengan bentang yang relatif lebar. Untuk itu struktur kuda-kuda harus didesain agar mampu menahan beban diatas.

Salah satu penunjang kekuatan struktur kuda-kuda dalam menahan beban adalah sambungannya. Struktur kuda-kuda tidak terlepas dari sambungan pada pertemuan titik buhul. Untuk menyambung kayu biasanya digunakan alat sambung baut, paku, atau pasak. Sambungan pada titik buhul mungkin akan menimbulkan perlemahan kekuatan struktur, sehingga kekuatan sambungan perlu ditingkatkan, misalnya dengan adanya plat sambungan. Namun tuntutan seni juga menjadi pertimbangan dalam pembuatan kuda-kuda kayu, sehingga untuk memuaskan tuntutan seni dan meningkatkan kekuatan sambungan kayu pada stuktur kuda-kuda digunakan terobosan baru, yaitu alat sambung paku pada kuda-kuda kayu dengan menggunakan profil tabung baja.

Dengan mempertimbangkan faktor-faktor tersebut, mendorong peneliti untuk mengadakan penelitian yang lebih mendalam berkaitan dengan hal tersebut.

1.2 Tujuan penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan tarik dan desak dari elemen struktur kuda-kuda dengan menggunakan sambungan profil tabung baja dan mengetahui kekuatan sambungan desak dan tarik sambungan dengan variasi jumlah.

1.3 Manfaat penelitian

Manfaat penelitian ini adalah memberi masukan maupun informasi kepada semua pihak yang berkepentingan khususnya kepada perencana struktur kayu agar alat sambungan paku pada kuda-kuda kayu dengan menggunakan profil tabung baja

dapat digunakan sebagai acuan dalam perencanaan struktur kayu. Dan memberikan masukan dalam bidang arsitektur untuk menambah nilai keindahan dalam perencanaan sambungan kayu.

1.4 Batasan masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Sambungan paku dianggap hanya menerima gaya geser,
2. Pembebanan struktur kuda-kuda disesuaikan dengan Peraturan Pembebanan Indonesia 1983,
3. Balok kayu yang dipakai yaitu kayu Kruwing ukuran $\frac{6}{12}$ cm,
4. Paku yang dipakai adalah paku bulat dengan menggunakan ukuran dengan diameter panjang $\frac{0.52}{11.4}$ cm,
5. Profil tabung baja dengan tebal 1,2 mm,
6. Diteliti kuat tekan dan tarik pada sambungan kayu dengan variasi jumlah paku pada profil tabung baja,
7. Dalam percobaan ini diambil satu asumsi bahwa tegangan leleh baja pada pelat dan paku jauh diatas tegangan ijin maka tinjauan masalah dalam pengujian ini difokuskan pada titik lemah sambungan kayu.

1.5 Keaslian penelitian

Penelitian uji eksperimen sambungan paku pada kuda-kuda kayu dengan menggunakan profil tabung baja belum pernah diuji dan dilakukan sebelumnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Kayu mempunyai beberapa sifat antara lain sifat fisik dan sifat mekanik. Kayu mempunyai dua sumbu, yaitu searah serat (*axial*) dan tegak lurus arah serat (*tangensial* dan *radial*). Kayu tidak mempunyai batas kenyal, tetapi mempunyai batas proporsional. Jika kayu mendapat desakan menurut arah panjangnya, sel-selnya akan mendapat gaya desak menurut sumbu panjangnya (Suwarno,1976).

Di Indonesia paku yang banyak digunakan adalah paku tampang bulat, walaupun daya dukungnya kecil. Keuntungan menggunakan konstruksi kayu dengan sambungan paku adalah sebagai berikut (Suwarno,1976) :

1. Konstruksi kaku (berarti sambungan baik), karena geseran didalam sambungan hanya kecil,
2. Pembuatan konstruksi beserta sambungannya tidak memerlukan tenaga ahli,
3. Pekerjaan dapat dijalankan dengan cepat,
4. Perlemahan kayu karena paku-paku itu kecil.

Kelas kuat digunakan untuk menggolongkan jenis kayu berdasarkan berat jenisnya. Hubungan antara kuat dan berat jenis kayu ditunjukkan pada Tabel 2.1 (Felik, 1964).

Tabel 2.1 Pembagian kelas kuat kayu

Klas Kuat	I	II	III	IV	V
Berat Jenis	> 0,9	0,6-0,89	0,4-0,59	0,3-0,39	<0,3

Semakin dekat jarak antar paku maka bahaya terjadi retak pada kayu akan semakin besar (Karlsel,1967).

Paku digunakan pada bermacam-macam sambungan, dengan beban yang dipikul sambungan paku relatif kecil, sehingga untuk menahan gaya yang lebih besar digunakan sambungan yang lain (Breyer,1980).

Perbedaan jenis paku ditentukan oleh beberapa karakteristik, yaitu kepala paku, leher paku, ujung paku, tipe material dan kondisi permukaan paku (Breyer,1980).

Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan sambungan paku adalah sebagai berikut (Brayer,1980) :

1. Jumlah, ukuran dan jenis paku yang dipakai,
2. Jenis dan ketebalan kayu yang dipakai,
3. Berat jenis kayu yang dipakai,
4. Gaya yang diterima sambungan,
5. Arah pemakuan (sisi serat, ujung serat atau punggung serat),
6. Kondisi penggunaan (kandungan air saat pemakuan dan saat pemakaian),
7. Jenis plat pengaku dan jarak antar paku,
8. Lama pembebanan.

Sambungan harus dapat mentransfer gaya dari batang ke batang tanpa terjadi kerusakan pada material sambungan itu sendiri dan juga tanpa merusak join batang kayu tersebut. Kekuatan sambungan paku dipengaruhi oleh berat jenis dan diameter paku (**Stalnaker, 1989**).

Kekuatan sambungan paku dipengaruhi beberapa faktor jenis serta ukuran paku, kedalaman paku, kerapatan paku, kadar air kayu dan berat jenis kayu. Semakin besar berat jenis kayu maka kekuatan semakin besar (**Ram Chandra, 1992**).

Berat jenis kayu dapat ditentukan berdasar kadar lengas kayu dalam keadaan kering udara, sehingga berat jenis yang digunakan adalah berat jenis kering udara. Berat jenis dan mutu kayu menentukan mutu kayu (**Tjoa Pwee Hong, 1994**).

Isheru A dan Rahmadi B (2001), menyatakan bahwa kayu dengan alat sambung Claw Nailplate memiliki kemampuan diatas Pijin untuk paku dan kekuatan yang terjadi pada kuda-kuda Pryda dipengaruhi oleh kelas kuat kayu dan dimensi batang yang dipakai.

Puhita Dwianata dan Dedi Arman (2001), menyatakan bahwa kekuatan dan kekakuan sambungan dalam keadaan elastis meningkat apabila jumlah paku diperbanyak, tetapi kekuatan dan kekakuan perpakunya semakin berkurang. Untuk kekuatan sambungan paku dengan berat jenis kayu 0,8 lebih kuat dari sambungan paku dengan berat jenis yang lebih kecil. Pola kerusakan pada sambungan pakuterjadi patah atau bengkok pada paku

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Sifat-sifat Kayu

Dalam hal ini membicarakan berat tiap satuan isi atau kerapatan dan hubungan arah serat dengan arah gaya. Sifat kayu ada beberapa macam antara lain yaitu sifat fisik dan sifat mekanik (suwarno,1976).

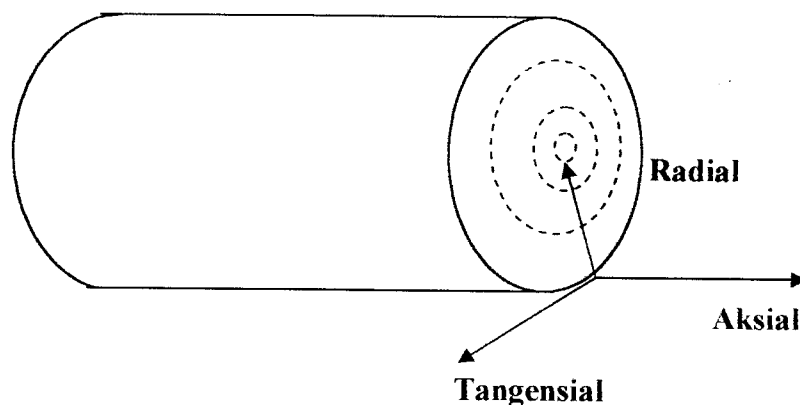
3.1.1 Sifat Fisik

Berat jenis kayu banyak dipengaruhi oleh karena itu agak sukar dalam membicarakan berat jenis kayu, dalam hubungan sifat mekanik dan lainnya.. Angka rapat adalah hasil bagi berat kering tungku (*oven dry*) dan isi potong kayu itu. Kerapatan ini merupakan indikator yang terbaik tentang kekuatan kayu meskipun sifat-sifat lain juga ada pengaruhnya, seperti kadar lengas, arah serat, adanya mata kayu dan sebagainya.

Angka rapat itu tergantung daripada banyaknya zat dinding sel tiap-tiap satuan isi. Kayu yang berserat kasar mengandung sedikit sel-sel tiap-tiap satuan isi, yang berarti sedikit dinding selnya, jadi rapatnya rendah pula. Semakin kecil angka rapat suatu kayu, semakin kuat kekuatan kayu. Pada temperatur besar, angka muai linier kayu dalam arah sejajar serat adalah rendah sekali dibandingkan dengan besi, dan lain-lain. Untuk arah serat adalah besar

tetapi lebih lagi perubahannya karena pengaruh kadar lengas kayu, sehingga untuk arah serat akibat perubahan temperatur dapat diabaikan.

3.1.2 Sifat Mekanik



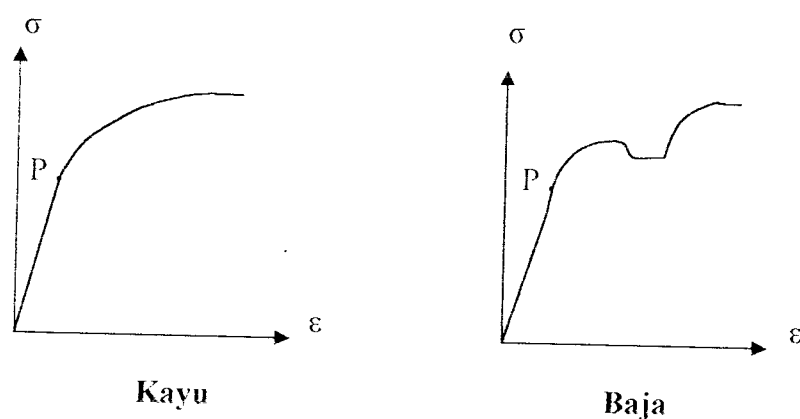
Gambar 3.1 Arah gaya pada kayu

1. Hubungan arah serat dengan arah gaya

Kayu adalah benda anisotropis, karenanya sifat mekanik ke berbagai arah tidak sama. Untuk membedakan sifat mekanik kayu, Kayu mempunyai tiga arah sumbu yang tegak lurus sesamanya, yaitu searah serat (*axial*), arah ke kambium (*radial*) dan berimpit lingkaran tahun (*tangensial*) seperti terlihat pada Gambar 3.1. Sifat-sifat mekanik ke arah tangensial dan radial tidak banyak bedanya.

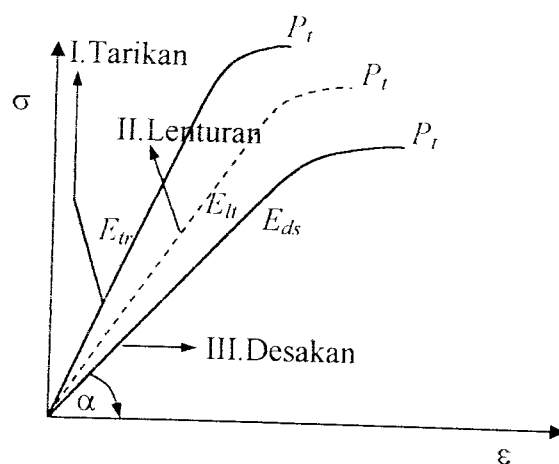
Kayu tidak mempunyai batas kenyal seperti baja, tetapi diagram tegangan (σ) dan regangan (ϵ) untuk satu arah (sejajar atau tegak lurus) mempunyai bagian yang lurus sebelum membengkok seperti terlihat pada Gambar 3.2.

Oleh karena itu kayu tidak mempunyai batas kenyal, tetapi mempunyai batas proporsional yaitu suatu titik pertemuan pada diagram tegangan (σ) dan regangan (ϵ) antara bagian yang lurus dan yang membengkok (titik P). Di dalam praktek proporsional itu dianggap sebagai batas kenyal seperti pada konstruksi baja (Suwarno, 1976).



Gambar 3.2 Grafik tegangan (σ) dan regangan (ϵ)

Daya dukung kayu terhadap lentur akan lebih besar daripada desakan, tetapi lebih kecil daripada tarikan seperti pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Tegangan-regangan gaya tarik, desak dan lentur kayu

Seperti terlihat pada Gambar 3.3, boleh dikatakan tidak ada batas kenyal pada batang tarik. Untuk batang terdesak dan terlentur, batas kenyal terletak kira-kira 65% dan 70% dari tegangan patah (P_t).

Pada balok lentur yaitu menahan momen, serat-serat terluar akan menderita tegangan terbesar. Dibandingkan yang terdesak serat-serat ini dibantu oleh serat-serat dibagian dalam yang menahan tegangan yang lebih kecil.

Modulus kenyal menurut arah serat baik untuk batang tarik, batang desak, batang lentur dianggap sama karena perbedaan sangat kecil.

2. Modulus elastis

Modulus elastis (E) kayu dihitung dengan persamaan, yang diperoleh dari diagram tegangan-regangan uji desak kayu yaitu dengan cara membandingkan tegangan dan regangan kayu pada batas proporsional.

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

Tabel 3.1 Modulus Kenyal (E) Kayu Sejajar Serat

Kelas Kuat Kayu	$E //$ (kg/cm^2)
I	125.000
II	100.000
III	80.000
IV	60.000

3. Pengaruh Kadar Lengas Kayu

Kadar lengas kayu sangat berpengaruh pada kekuatan daya dukung kayu, semakin kecil kadar lengas kayu, maka daya dukung kayu menjadi semakin kuat. Sebelum kayu dipergunakan pada suatu bangunan perlu dilakukan pengeringan pada kayu untuk mengurangi kadar lengas.

4. Pengaruh Cara dan Lama Pembebanan

Kayu dapat dibebani dengan cara yaitu:

1. Dengan sekonyong-konyong seperti pada halnya pada tiang tumbuk, jadi beban ini hanya terjadi beberapa detik saja,
2. Dalam jangka pendek, artinya pembebanan dilakukan dalam beberapa menit seperti halnya dalam pengujian-pengujian kekuatan kayu dilaboratorium yang memakan waktu kira-kira 4 menit untuk setiap benda uji,
3. Dalam jangka pendek, kayu dibebani selama setahun atau lebih, misalnya pada pekerjaan perancah,
4. Dalam jangka panjang, kayu dibebani dalam beberapa tahun, lebih dari 10 tahun, seperti dalam bangunan biasa.

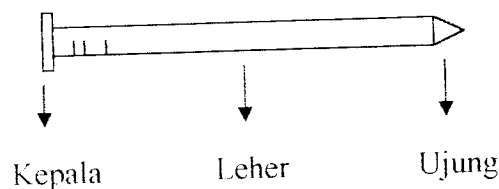
Sifat yang khusus bagi kayu adalah semakin cepat kayu itu dibebani, (semakin pendek waktu pembebanan), semakin besar tegangan yang dapat didukung. Kayu yang dibebani selama 1 jam akan dapat mendukung tegangan lebih besar daripada kayu yang dibebani selama 1 tahun. Oleh karena itu kayu merupakan bahan yang sangat baik untuk mendukung tegangan-tegangan yang timbul dalam waktu yang pendek.

Cara pembebanan pada alat sambung menurut (Stalnaker, 1989) dapat dibagi menjadi 4 macam :

- 1 Dibebani geseran misalnya perekat, baut, paku, pasak,
- 2 Dibebani lenturan diataranya adalah baut, paku dan pasak,
- 3 Dibebani jungkitan adalah pasak,
- 4 Dibebani desakan misalnya kokot, cicin belah dan sebagainya.

3.2 Alat Sambung Paku

Perbedaan jenis paku ditentukan oleh beberapa karakteristik, yaitu kepala paku, leher paku, ujung paku, jenis material dan kondisi permukaan paku (Breyer,1980).



Gambar 3.4 Model paku

Paku yang digunakan dalam penelitian ini adalah paku tampang bulat. Dalam praktek angka kelangsingan paku umumnya besar, sehingga paku-paku itu ikut membengkok jika gaya yang didukung melampaui batas kekuatan sambungan.

3.3 Sifat-Sifat Sambungan Paku

Diameter paku dan ketebalan kayu mempengaruhi pecah pada kayu sesaat dilakukan pemukulan. Semakin besar diameter paku dan semakin tipis kayu yang digunakan maka semakin besar bahaya pecah yang akan terjadi pada kayu saat

dilakukan pemukulan. Sehingga diameter paku tidak boleh lebih dari $\frac{1}{4}$ tebal kayu (Karlsel, 1967).

Sifat sambungan paku pada konstruksi paku ada beberapa hal seperti (Felix, 1964) :

1. Memiliki efisiensi yang cukup baik dibandingkan dengan sambungan baut, yaitu kira-kira 50%,
2. Memberi perlemahan yang cukup kecil baik dibanding dengan sambungan baut kira-kira 10%,
3. Kekuatan tidak tergantung arah serat dan cacat kayu juga kurang berpengaruh,
4. Sambungan cukup kaku,
5. Beban beban pada penampang lebih merata,
6. Untuk kayu yang tidak terlalu keras dan tebal tidak perlu di bor.

Jenis pembebanan pada paku adalah sebagai berikut (Faherty, 1989) :

1. Beban geser yang disebabkan gaya atau komponen gaya yang bekerja tegak lurus poros paku,
2. Beban tarik yang dibebankan gaya atau komponen yang bekerja sejajar poros paku,
3. Paku sebaiknya dibebani geser, tidak dibebani tarik jika mungkin,
4. Ujung serat tarik tidak disarankan.

3.4 Kekuatan Sambungan Paku

Kekuatan sambungan tampang satu ditunjukkan dalam tabel PKKI 1961. Apabila pada sambungan paku digunakan paku yang memenuhi syarat untuk

sambungan tampang dua, maka kekuatan paku pada tabel tersebut dapat dikalikan dua.

Panjang Paku tampang satu diambil sebagai berikut (tjoa Pwee Hong, 1994) :

$$l_p \geq 2.5 b \quad (3.2)$$

Dari tabel PKKI 1961 tampak bahwa kayu muka tempat awal kayu masuk dibatasi 2 - 4 cm. Sehingga tabel tebal kayu muka lebih dari 4 cm, maka tebal kayu tidak dapat dihitung berdasarkan tabel PKKI, 1961.

Jadi apabila tidak menggunakan tabel PKKI, 1961 kekuatan paku dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Tampang satu : } \bar{P} = 0,5.b.d.\sigma_{kd} \quad \text{untuk } b \leq 7.d \quad (3.4)$$

$$\bar{P} = 3,5.d^2.\sigma_{kd} \quad \text{untuk } b \geq 7.d \quad (3.5)$$

$$\text{Tampang dua : } \bar{P} = m.d.\sigma_{kd} \quad \text{untuk } m \leq 7.d \quad (3.6)$$

$$\bar{P} = 7.d^2.\sigma_{kd} \quad \text{untuk } m \geq 7.d \quad (3.7)$$

Dengan \bar{P} = Kekuatan paku σ_{kd} = Konstanta kuat kayu

d = Diameter paku

b = Tebal kayu muka

m = Tebal kayu tengah

Berdasarkan rumus sambungan paku tampang satu dan tampang dua diketahui bahwa paku dengan tebal kayu lebih besar dari $7d$ (kayu tebal) kekuatan sambungan tidak dipengaruhi oleh ketebalan kayu, tetapi dipengaruhi oleh kelangsingan paku.

Harga $\sigma_{k d}$ untuk kayu dengan berat jenis lebih dari 0,6 nilai $\sigma_{k d}$ dapat dinyatakan (PKKI, 1961) :

$$\sigma_{k d} = 250.G \quad ; \text{ dengan } G = \text{Berat jenis kayu} \quad (3.8)$$

dengan $\sigma_{k d} = \text{konstanta kuat kayu kg/cm}^2$

Dapat disimpulkan bahwa semakin besar berat jenis kayu maka nilai $\sigma_{k d}$ semakin besar pula. Nilai $\sigma_{k d}$ dapat ditulis sebagai fungsi berat jenis.

$$\sigma_{k d} = f(G) \quad (3.9)$$

$$\text{Tampang satu : } \bar{P} = 0,5.b.d.f(G) \quad \text{untuk } b \leq 7.d \quad (3.10)$$

$$\bar{P} = 3,5.d^2.f(G) \quad \text{untuk } b \geq 7.d \quad (3.11)$$

$$\text{Tampang dua : } \bar{P} = m.d.f(G) \quad \text{untuk } m \leq 7.d \quad (3.12)$$

$$\bar{P} = 7.d^2.f(G) \quad \text{untuk } m \geq 7.d \quad (3.13)$$

Apabila tebal kayu dan diameter paku dianggap konstan maka berdasarkan rumus diatas dapat dicari bahwa semakin besar berat jenis kayu, kekuatan sambungan paku semakin bertambah.

Karena kelangsingan adalah $\lambda = lp/d$ dapat ditulis dalam bentuk lain yaitu:

$$\text{Tampang satu : } \bar{P} = 0,5.lp/\lambda.d.f(G) \quad \text{untuk } b \leq 7.d \quad (3.14)$$

$$\bar{P} = 3,5.(lp/\lambda)^2.f(G) \quad \text{untuk } b \geq 7.d \quad (3.15)$$

$$\text{Tampang dua : } \bar{P} = m.lp/\lambda.f(G) \quad \text{untuk } m \leq 7.d \quad (3.16)$$

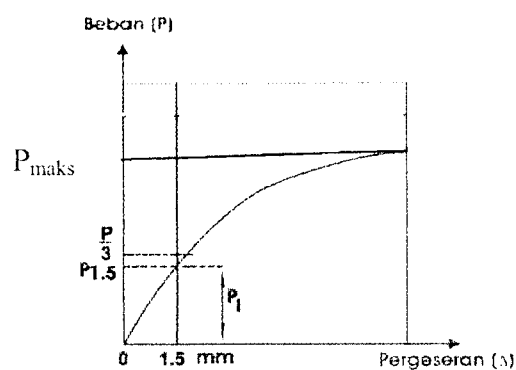
$$\bar{P} = 7.(lp/\lambda)^2.f(G) \quad \text{untuk } m \geq 7.d \quad (3.17)$$

Dengan $lp = \text{Panjang paku}$

$f(G) = \text{Berat jenis kayu}$

$\lambda = \text{Angka kelangsingan}$

Beban (P) yang di ijin pada sambungan paku adalah $\frac{1}{3}P_{maks}$ atau beban patah, atau diambil beban sasaran sebesar 1,5 mm, hal ini dapat dilihat dalam Gambar 3.5 di bawah (Suwarno , 1977).



Gambar 3.5 Grafik P_{ijin} pada paku

Sambungan paku mutu tinggi dapat direncanakan sebagai sambungan tipe geser dan sambungan tipe tumpu. Pada sambungan tipe geser paku 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 menumpu pada batang paku (Padasbajayo, 1994) .

3.5 Batang Tarik

Untuk batang yang menahan gaya tarik perlu diperhitungkan perlemahan-perlemahan akibat alat-alat sambung. Untuk itu dalam hitungan tampang tarik dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut (**kayu untuk struktur Soehendrajati**) :

$$\sigma_w = \frac{P_{tr}}{A_n} < \sigma_{tr}$$

$$\text{Jadi, } \sigma_n > \frac{P_{tr}}{A_r} \quad (3.18)$$

Reduksi luas tampang pada batang tarik disebabkan oleh pemakaian alat sambung paku dll. Alat sambung tersebut memerlukan lubang pada kayu, sehingga luas tampang batang tarik menjadi berkurang. Perlemahan akibat lubang oleh alat sambung tergantung jenis alat sambung, penempatan alat sambung, ukuran kayu dll.

Dengan adanya lubang-lubang yang ditempati alat sambung itu, tegangan pada tampang kayu menjadi tidak merata lagi, dan akan terjadi pemusatan tegangan disekitar lubang alat sambung paku. Di sekitar lubang tersebut tegangan yang terjadi akan menjadi lebih tinggi dibandingkan tegangan di bagian tepi tampang. Untuk hitungan luas tampang batang tarik, perlemahan akibat pemakaian berbagai alat sambung dapat diambil seperti pada tabel 3.2. Ditinjau dari kekuatannya batang tunggal maupun rangkap tak ada bedanya, sebab yang penting luas tampangnya.

Tabel 3.2 Perlemahan Tampang Akibat Alat Sambung

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

3.6 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 (F_{br}). 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 (λ) ≤ 150 . Kelangsingan batang (λ) merupakan perbandingan antara panjang tekuk (l_{tk}) dengan jari-jari lembam minimum (i_{min}), sehingga dapat ditulis dengan rumus sebagai berikut (**kayu untuk struktur Soehendrajati**) :

$$\lambda = \frac{l_{tk}}{i_{min}} \quad (3.19)$$

dengan nilai jari-jari lembam minimum sesuai dengan persamaan di bawah ini :

$$i_{min} = \sqrt{\frac{I_{min}}{F_{br}}} \quad (3.20)$$

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

$$I_{min} = \frac{1}{12} \times h \times b^3 \quad (3.21)$$

dari persamaan di atas dapat diketahui tegangan desak yang terjadi sebesar,

$$\sigma_{tk} = \frac{Px}{F_{br}} \leq \sigma_{tk//} \text{ (tegangan ijin)} \quad (3.22)$$

Dari gaya batang yang telah diketahui selanjutnya dipilih ukuran tampang yang memadai. Secara umum dipakai rumus Euler bila kelangsingan $\lambda > 57$, jika

$\lambda < 57$ rumus Euler tidak dapat digunakan karena tegangan tekuk yang terjadi telah melampaui tegangan batas elastik, anggapan awal untuk memilih tampang batang desak biasanya memakai rumus Euler (**kayu untuk struktur Sohendrajati**).

$$\text{Menurut Euler, } P_{tk} = \frac{\pi^2 x E x I_{min}}{lk^2} \quad (3.23)$$

Dimana : P_{tk} = Gaya tekuk

lk = Panjang tekuk

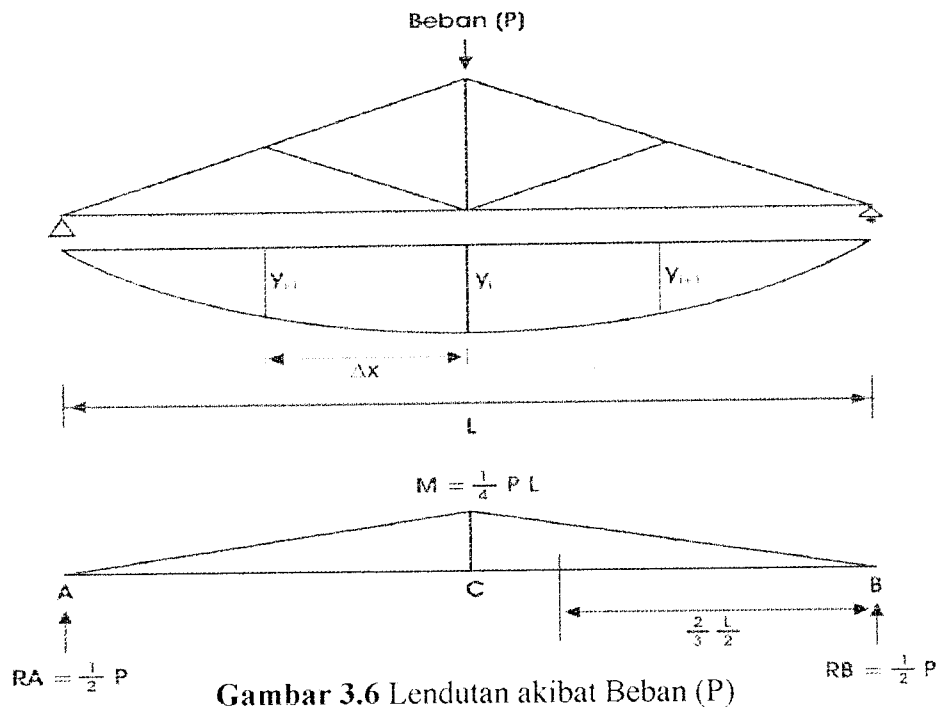
I_{min} = Inersia kelembaman

$$\text{Menurut Tetmayer, } \sigma_{tk} = \sigma_{ds \text{ maks}} \times (1 - 0.00662 \times \lambda) \quad (3.24)$$

3.7 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 3.6, beban (P) akan menimbulkan lendutan yang terjadi sepanjang bentang, dengan bertambahnya beban maka lendutan yang terjadi juga akan semakin besar.



Melalui analisis teorema luas-momen (**Daniel, L. Schodek**) maka dengan memperhatikan model pembebanan yang terjadi pada tengah bentang (Gambar 3.6) didapatkan momen maksimum yang terjadi sebesar :

$$M = \text{Gaya} \times \text{Lengan Gaya} \quad (3.25)$$

$$M = \frac{1}{2} P \times \frac{1}{2} L \quad (3.26)$$

$$M = \frac{1}{4} P L \quad (3.27)$$

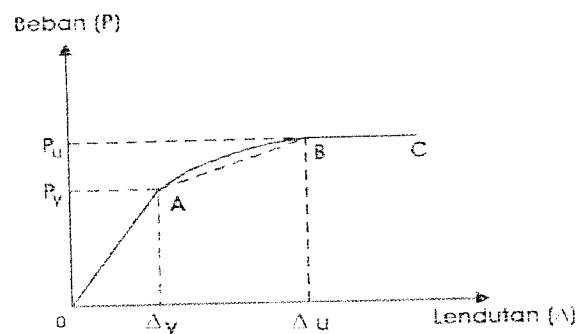
Dari Gambar 3.5, kemiringan garis singgung di kedua tumpuan tidak sama dengan nol namun kemiringan di tengah bentang sama dengan nol karena lendutan simetris

$$y = \frac{M}{EI} \times \text{Luas} \times \text{Lengan Momen terhadap B} \quad (3.28)$$

$$y = \frac{PL}{4EI} \times \frac{L}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{2}{3} \times \frac{L}{2} \quad (3.29)$$

$$y = \frac{1}{EI} \times \frac{1}{48} P L^3 \quad (3.30)$$

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 (Δ) dapat dilihat pada Gambar 3.7 berikut ini,



Gambar 3.7 Grafik Hubungan Beban (P) dan Lendutan (Δ) 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 3.6 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.

3.8 Jumlah Paku dalam Sambungan

Jumlah alat sambung mempunyai pengaruh yang penting. Semakin banyak alat sambung maka semakin kuat sambungan, apabila terlalu banyak alat sambung yang digunakan dapat menimbulkan ketidak efektifan pada sambungan, yaitu terjadi penurunan kemampuan mulai 10% - 15% dari kekuatan sebenarnya (Stalnaker,1989).

3.9 Hipotesa

Ada pengaruh sambungan paku dengan menggunakan profil tabung baja terhadap kuat tarik dan desak kayu pada struktur kuda-kuda. Struktur kuda-kuda kayu menggunakan sambungan paku dengan perkuatan profil tabung baja akan menghasilkan sambungan yang lebih kuat menahan gaya tarik dan desak. 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 paku 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-sampel benda uji, peralatan yang akan dipakai dalam pengujian dan tahapan-tahapan uji penelitian.

4.1 Bahan-bahan uji penelitian

1. balok kayu kruwing ukuran $\frac{6}{12}$ cm,
2. pelat baja dengan ketebalan 1,2 mm, dan
3. paku baja yang dipakai $\frac{0.52}{11.4}$ cm, dipotong panjang paku menjadi 2,5 cm

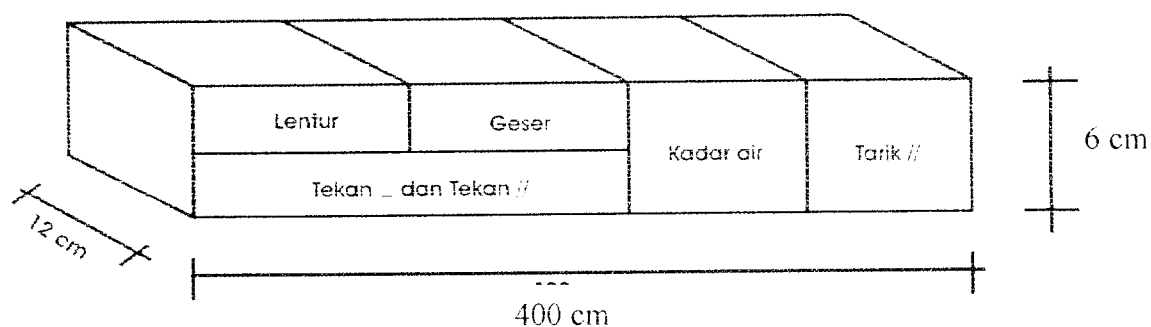
4.2 Pembuatan Benda Uji

Pada pembuatan benda uji ini dibagi menjadi tiga tahap yang meliputi pembuatan benda uji pendahuluan, pembuatan benda uji sambungan kayu.

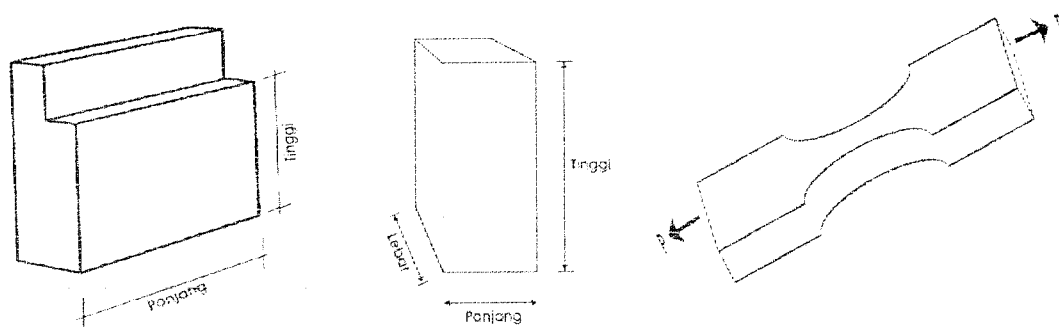
dengan profil tabung baja dan pembuatan benda uji sambungan pada batang kuda-kuda kayu yang merupakan tahap akhir dari penelitian sambungan paku pada kuda-kuda kayu dengan menggunakan profil tabung baja. Penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik dan di Laboratorium Mekanika Teknik Universitas Islam Indonesia.

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 $\frac{3}{2}$ cm dengan panjang 400 cm. Skema pengambilan benda uji pada balok dan detail benda uji dapat dilihat pada gambar 4.1 dan 4.2 di bawah ini:



Gambar 4.1 Skema pengambilan benda uji pada balok kayu



Gambar 4.2 Benda uji geser kayu, desak kayu dan tarik kayu searah serat

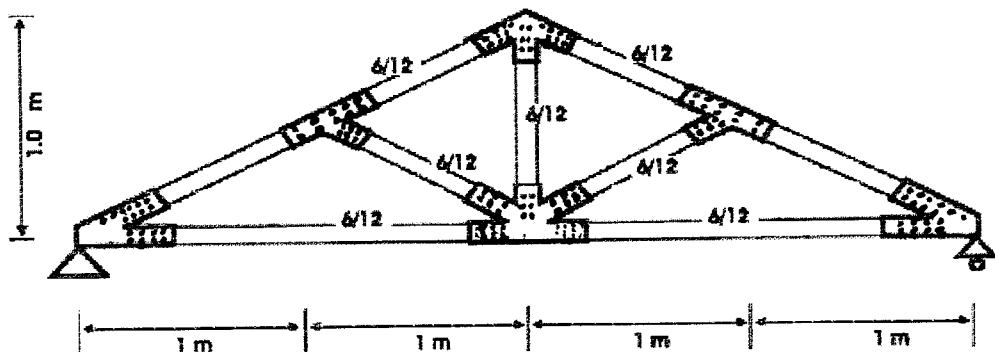
Untuk pengujian alat sambung paku dilakukan dengan uji geser rangkap pada paku berukuran $0.52 \frac{1}{2} \frac{1}{5}$ cm. Pengujian pelat baja tebal 1,2 mm dilakukan dengan cara menguji tegangan tarik baja yang meliputi tegangan leleh awal, leleh akhir, tegangan maksimum dan tegangan putus. Pada pengujian ini perlu disesuaikan dengan kapasitas alat uji yang digunakan. Pengujian pelat baja dapat dilihat pada gambar 4.3 di bawah ini :



Gambar 4.3 Benda uji tarik pelat baja

4.2.2 Pembuatan benda uji sambungan pada batang kuda-kuda kayu

Dalam uji eksperimen ini digunakan rangka atap *Howe Truss* dengan menggunakan sambungan paku pada profil tabung baja yang menyesuaikan dengan profil kayu yang digunakan.

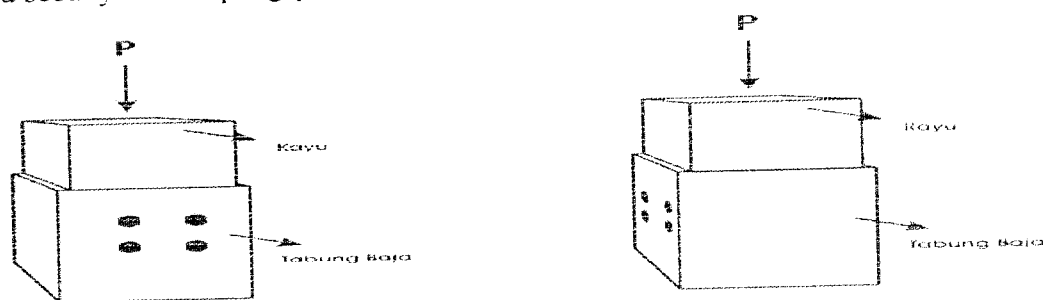


Gambar 4.4 Rangka atap *howe truss*

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 20 cm. Deformasi yang terjadi dihitung dengan menggunakan dial yang dipasang dua buah pada masing-masing kuda-kuda.

Uji sambungan kuda-kuda dengan profil tabung baja dilakukan dengan menggunakan variasi jumlah paku. Dalam percobaan ini digunakan variasi jumlah paku sebanyak lima pengujian dengan jumlah yang berbeda.



Gambar 4.5 Pengujian Elemen Sambungan dengan Variasi Letak Paku

Jarak penempatan paku :

12d jarak dengan tepi kayu yang dibebani

10d jarak antara paku dalam satu barisan

5d jarak paku dengan tepi samping

5d jarak antar baris

(4.31)

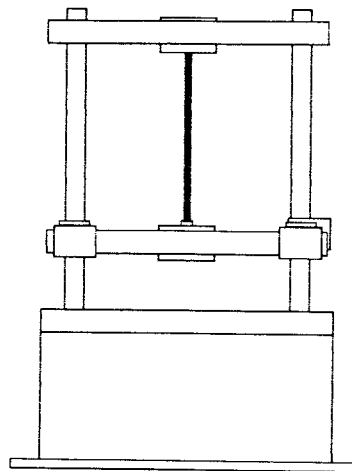
Tabel 5.1 Variasi jumlah paku

No.	Jenis	Jumlah Paku
1	Sampel I	8
2	Sampel II	12
3	Sampel III	16
4	Sampel IV	20
5	Sampel V	24

4.3 Peralatan penelitian

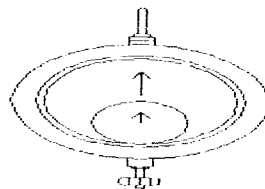
Untuk dapat melakukan uji eksperimen ini diperlukan beberapa peralatan yang dapat mengakomodasi maksud dan tujuan penelitian. Adapun peralatan yang dipergunakan adalah sebagai berikut :

1. mesin uji kuat desak, merek *Controls* kapasitas 2000 kN, digunakan untuk mengetahui kuat desak kayu dan kuat geser paku,
2. 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,



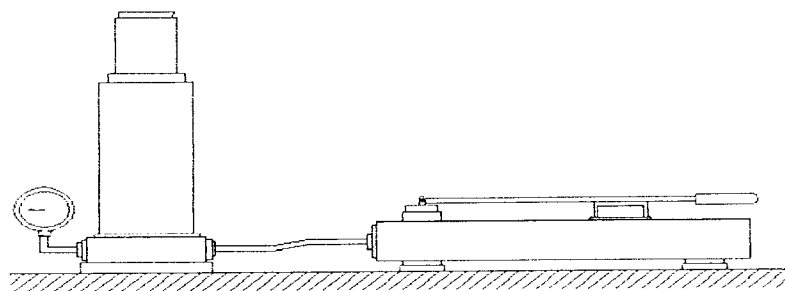
Gambar 4.6 Mesin tarik shimadzu type UMH kapasitas 30 ton

3. dial *Gauge*, digunakan untuk mengetahui defleksi yang terjadi pada balok kuda-kuda kayu,



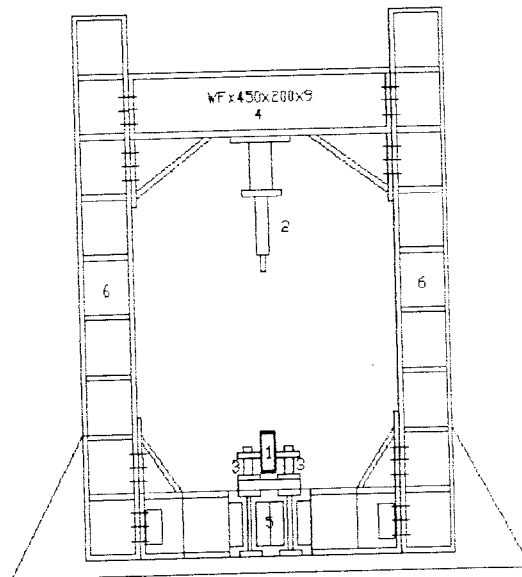
Gambar 4.9 Dial Gauge

4. *stop watch*, digunakan untuk mengukur waktu pembebanan saat pengujian,
5. *hidraulik jack*, alat ini dipakai untuk memberikan pembebanan pada pengujian lentur kuda-kuda. Dengan kapasitas maksimum 30 ton dan ketelitian pembacaan sebesar 200 kg ,



Gambar 4.10 Hidraulik Jack

6. oven, digunakan untuk mengeringkan kayu sehingga didapatkan kadar lengas pada kayu uji,
7. *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 paku,



Gambar 4.11 Loading Frame

8. alat ukur panjang seperti kaliper, meteran, penggaris dan siku, dan
9. timbangan, untuk mengetahui berat benda uji yang diteliti.

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 pengujian model benda uji yang meliputi :
 - a. pengumpulan bahan,
 - b. pembuatan model benda uji,

- c. persiapan peralatan,
 - d. pemeriksaan karakteristik kayu, dan
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 Paku 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, dan uji tarik pelat baja.

5.1.1 Hasil Uji Desak Kayu Sejajar Serat

Dalam pengujian desak kayu searah serat digunakan tiga buah benda uji dari kayu kruwing. Dari hasil pengujian didapat kuat desak kayu rata-rata sebesar 559.102 kg/cm² perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.1. Diperoleh hasil modulus elastisitas 324877.028 kg/cm².

Tabel 5.1 Hasil Pengujian Desak Kayu Searah Serat

Benda Uji	Beban Maksimal		Luas Tampang (cm ²)	$\sigma_{ds//}$ (kg/cm ²)	Modulus Elastis (kg/cm ²)
	KN	kg			
1	138	14081.6	25,247	557,7547	346078,381
2	155	15816.3	25,247	626,464	323006,000
3	122	12449	25,247	493,0875	305546,703
Rata-Rata				559,102	324877,028

5.1.2 Hasil Uji Geser Kayu Sejajar Serat

Dalam pengujian geser searah serat digunakan tiga buah benda uji dari kayu kruwing.

.Dari hasil pengujian didapat kuat geser kayu rata-rata sebesar $80,909 \text{ kg/cm}^2$, dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Ukuran sampel uji dan hasil uji geser kayu // serat

Sampel	Panjang (cm)	Tinggi (cm)	Luas Geser (cm^2)	Gaya Geser (kg)	$\tau_{//}$ (kg/cm^2)	$(\tau_{//})$ rata-rata (kg/cm^2)
1	5,5	4,0	22,0	1760	80	
2	5,5	4,0	22,0	1720	78,181818	80,909
3	5,5	4,0	22,0	1860	84,545455	

5.1.3 Hasil Uji Tarik Kayu

Dalam pengujian tarik kayu searah serat digunakan tiga buah benda uji dari kayu kruwing. Dari hasil pengujian didapat kuat tarik kayu rata-rata sebesar $862,276 \text{ kg/cm}^2$ perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Hasil Uji Tarik Kayu // Serat

Sampel	Luas rata-rata (cm^2)	Beban Maksimum (kg)	Patah pada titik	(σ_{tr}) rata-rata (kg/cm^2)
1	1,68878	1400	7 s/d 11	829,001
2	1,69474	1450	6 s/d 10	855,589
3	1,7512	1580	9 s/d 13	902,239
		Rata-rata		862,276

5.1.4 Hasil Pengujian Berat Jenis Kayu

Hasil pengujian berat jenis kayu yang dilakukan dengan tiga sampel seperti dalam tabel 5.4 berikut ini:

Tabel 5.4 Hasil Pengujian Berat Jenis Kayu

Benda Uji	Volume (cm ³)	Berat Kering Kayu (gr)	Berat Jenis Kayu (gr/cm ³)	BJ Rata-rata (gr/cm ³)
1	115	90,75	0,789	
2	115	90,50	0,787	0,79
3	115	91,35	0,794	

5.1.5 Hasil Uji Kadar Lengas Kayu

Dalam pengujian kadar lengas kayu digunakan tiga buah sampel. Dari hasil pengujian didapatkan kadar lengas kayu sebesar 14.168%, perhitungan dapat dilihat pada tabel 5.5 sebagai berikut.

Tabel 5.5 Hasil Pengujian Kadar Lengas Kayu

Benda Uji	Berat		Kadar Air (%)
	Sebelum di oven (gr)	Sesudah di oven (gr)	
Sampel I	137,4	118,2	13,974
Sampel II	136,9	117,6	14,098
Sampel III	137,2	117,4	14,431
Rata-rata			14,168

untuk hasil eksperimen diperoleh kekuatan ijin paku sebesar 90,824

Dilihat dari hasil penelitian yang kami lakukan bisa disimpulkan bahwa untuk kekuatan ijin paku ternyata hasil dari uji eksperimen lebih kecil dibandingkan dengan hasil secara analisis yang diambil dari PKKI,1961.

5.3 Hasil Pengamatan Uji Eksperimen Sambungan Paku Pada Kuda-Kuda

Menggunakan Profil Tabung Baja

Pada uji eksperimen sambungan paku pada kuda-kuda menggunakan profil tabung baja digunakan pembebanan pada sepasang kuda-kuda dengan diberi pengaku yang berupa kayu reng $\frac{3}{4}$ cm. Jarak antar kuda-kuda yang digunakan sebesar 20 cm dengan pembebanan menggunakan *hidraulik jack* kapasitas 30 ton dengan pembacaan dial dilakukan pada setiap kenaikan beban 200 kg.

Tabel 5.8 Hasil Pengujian Kuda-Kuda

Benda Uji	Beban Maksimum (kg)
1	1950
2	1400
Rata-Rata	1675

Tabel 5.13 Hasil Pembebanan Pada Gaya Batang

No. Btg	Gaya Batang (kg)	Pcr (kg)	Kekuatan SambunganPaku (kg)	P Paku	Σ paku	Kerusakan
1	- 2433,210	- 17037,388	1816,480	90,824	20	Plat Baja dan paku pada sambungan
2	+ 2163,609	+ 9312,581	1453,184	90,824	16	Plat Baja dan paku pada sambungan
3	- 120,870	- 17037,388	1089,888	90,824	12	Aman / Tidak terjadi kerusakan
4	- 2326,560	- 17037,388	1816,480	90,824	20	Plat Baja dan paku pada sambungan
5	+ 329,624	+ 9312,581	1089,888	90,824	12	Aman/ Tidak terjadi kerusakan
6	- 2326,560	- 17037,388	1816,480	90,824	20	Plat Baja dan paku pada sambungan
7	- 120,870	- 17037,388	1089,480	90,824	12	Aman/ Tidak terjadi kerusakan
8	+ 2163,609	+ 9312,581	1453,184	90,824	16	Plat Baja dan paku pada sambungan
9	- 2433,210	- 17037,388	1816,480	90,824	20	Plat Baja dan paku pada sambungan
10	+12,096	+9312,581	-		-	

Perhitungan Pcr untuk Batang 1

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \times EI}{lk^2} \quad \text{Rumus Euler karena } \lambda > 57 \quad (3.23)$$

$$= \frac{3,14^2 \times 100000 \times 216}{111,803^2} = 17037,388 \text{ kg}$$

perhitungan yang lain ada di lampiran VI.

5.4 Pembahasan

5.4.1 Mutu Bahan

Berdasarkan PKKI 1961, pada umumnya kayu-kayu di Indonesia mempunyai kadar lengas antara 12-20% dari kayu kering mutlak (kering mutlak ini hanya dapat dicapai dalam tempat pemanasan / droogoven). Dari hasil uji pendahuluan tarik, desak dan geser didapatkan kadar lengas kayu sebesar 14.6677%, ini berarti bahwa kayu tersebut sudah cukup kering untuk digunakan sebagai bahan konstruksi teknik sipil.

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

5.4.2 Kelangsingan pada Batang Desak

Berdasarkan hasil perhitungan dan hasil penelitian maka didapatkan angka kelangsingan (λ) sebesar 70. Menurut PKKI NI-5 1961, bahwa di dalam suatu konstruksi tiap-tiap batang bertekan harus mempunyai kelangsingan (λ) ≤ 150 . dari hasil perhitungan tersebut maka batang tekan uji eksperimen sambungan paku pada kuda-kuda kayu dengan menggunakan profil tabung baja memiliki kelangsingan yang sesuai dengan yang disyaratkan.

5.4.3 Analisis Tegangan Tarik Baja

Pada pengujian tegangan tarik pelat baja dengan tebal 1,2 mm, didapatkan tegangan leleh awal rata-rata pelat baja (f_y) sebesar 1471,612 kg/cm².

Diambil dari pengujian Laboratorium uji tiori baja dari rata-rata 3 kali percobaan. Pengambilan hasil bukan disaat patah tetapi disaat leleh pertama kali.

5.4.4 Analisa Uji Eksperimen Sambungan Paku pada Kuda-Kuda Kayu Menggunakan Profil Tabung Baja

Pengujian sambungan paku pada kuda-kuda kayu menggunakan profil tabung baja dilakukan dengan menggunakan dua pasang benda uji yang diberikan beban statis monotonik sampai pada beban maksimum. Untuk mengetahui defleksi yang terjadi digunakan 6 buah dial gauge yang dipasang masing-masing 3 buah pada satu kuda-kuda. Pengujian dilakukan dengan memberikan beban statis monotonik dengan pembacaan dial tiap kenaikan 200,000 kg. Kayu merupakan material yang sangat getas sehingga pada saat pengujian kayu telah mengalami kerusakan maka pengujian dihentikan untuk mengurangi resiko yang tidak diinginkan. Dalam pengujian ini didapatkan beban pertama kekuatannya sebesar 1950 kg untuk kekuatan kuda-kuda kedua sebesar 1400kg, jadi rata-rata yang dapat ditahan oleh kuda-kuda dengan spesifikasi yang telah ditentukan sebesar 1675 kg.

Dari hasil analisa didapatkan hasil gaya yang terjadi pada masing-masing batang lebih kecil dari kapasitas batang tersebut maka dari itu batang – batang kayu tidak terjadi kerusakan, Keruntuhan kuda-kuda diakibatkan oleh kegagalan sambungan paku.

5.4.5 Analisa Uji Elemen Sambungan dengan Variasi jumlah Paku

Dalam analisis uji elemen sambungan dengan variasi jumlah paku didapatkan hasil seperti yang terlampir dalam Tabel 5.7. Dari beberapa variasi yang digunakan

dapat dilihat bahwa pemasangan jumlah paku semakin banyak akan mengurangi kekuatan sambungan dikarenakan ada pengurangan luas tampang pada kayu akibat pemasangan paku. Dari tabel didapatkan kuat desak maksimum untuk pemasangan paku dengan jumlah **8 paku** pada sisi tegak lurus terhadap panjang pada tampang kayu sebesar 2890,00 kg, kuat desak untuk pemasangan paku dengan jumlah **12 paku** pada sisi tegak lurus terhadap panjang pada tampang kayu sebesar 3920,00 kg, kuat desak untuk pemasangan paku dengan jumlah **16 paku** pada sisi tegak lurus terhadap panjang pada tampang kayu sebesar 4450,00 kg, kuat desak untuk pemasangan paku dengan jumlah **20 paku** pada sisi tegak lurus terhadap panjang pada tampang kayu sebesar 4490,00 kg, kuat desak untuk pemasangan paku dengan jumlah **24 paku** pada sisi tegak lurus terhadap panjang pada tampang kayu sebesar 4100,00 kg.

Penurunan nilai kekuatan perpaku yang terjadi antara lain disebabkan oleh beberapa hal berikut:

1. Paku yang digunakan adalah paku yang tersedia dipasaran, ternyata berdasarkan hasil penelitian di Laboratorium kekuatan perpaku untuk satu jenis paku yang sama kekuatannya tidak sama besar. Akibat ketidakseragaman kekuatan paku ini dapat menyebabkan penyimpangan kekuatan pada sambungan, Sehingga kekuatan hasil pengujian tidak sesuai dengan kekuatan sambungan yang diharapkan berdasarkan teori PKKI,1961.
2. Pada sampel dengan jumlah paku yang besar dengan diameter yang sama, pola kerusakan yang terjadi pada plat baja. Ini menunjukkan bahwa

kekuatan paku pada sambungan tersebut belum mencapai nilai maksimal namun baja sudah mengalami rusak dengan mengembang atau paku bengkok.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. sambungan paku pada kuda-kuda kayu menggunakan profil tabung baja mampu menahan beban maksimum rata-rata sebesar 1675 kg, pada beban tersebut profil sambungan paku dengan tabung baja telah mengalami kerusakan (terutama pada pelat baja),
2. Kekuatan kayu kruwing yang digunakan untuk struktur kuda-kuda dengan sambungan paku menggunakan profil tabung baja memenuhi persyaratan karena dari semua hasil uji sambungan tidak ada yang dibawah persyaratan.
3. Semakin banyak paku yang dipakai dalam sambungan akan mengurangi kekuatan sambungan, dikarenakan ada pengurangan luas tampang akibat pemasangan paku dengan syarat tidak terjadi perbandingan antara kekuatan yang lain.

6.2 Saran-saran

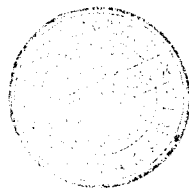
Dalam pengujian ini tentunya masih banyak terdapat banyak keterbatasan, baik itu dari segi materi, waktu, bahan, dan biaya. Berdasarkan hal tersebut maka

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. 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
4. untuk pengujian elemen dapat dilakukan dengan menambah lebih banyak lagi variasi jumlah paku, tebal pelat, dan diameter paku yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- _____, 1961, *Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia*, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- K.H. Felix Yap, 1965, *KONSTRUKSI KAYU*, Edisi Kedua, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Edwin H. Gaylord Jr, Charles N. Gaylord, 1971. *DESIGN OF STEEL STRUCTURES*, James E. Stallmeyer, Third edition, McGraw-Hill publishing-co, New York.
- Suwarno Wiryomartono, 1976, *KONSTRUKSI KAYU I*, edisi Ke-12, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Keith F. Faherty dan Thomas G. Williamson, P.E., 1978, *WOOD ENGINEERING AND CONSTRUCTION HANDBOOK*, McGraw-Hill publishing-co, New York.
- German Gurfinkel, 1981, *WOOD ENGINEERING*, Second Edition, Kendall/Hunt Pub,co, Illionis.
- _____, 1983, *Peraturan Pembebanan Indonesia*, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- Salmon C. G. & Johnson J.E., 1990, *DESAIN DAN PERILAKU STRUKTUR BAJA*, Edisi kedua, Jilid I, Biro Penerbit Erlangga, Jakarta.
- PADOSBAJAYO, 1991, *BAHAN KULIAH PENGETAHUAN DASAR STRUKTUR BAJA I*. PT. Nafiri, Yogyakarta.
- Bambang Triatmojo, 1992, *METODE NUMERIK*, Beta Offset, Yogyakarta



LAMPIRAN

SURAT BIMBINGAN TUGAS AKHIR

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO.	N A M A	NO. MHS.	BID.STUDI
1	Aditya Wahyu Erlangga	98511128	Teknik Sipil
2	Achid Budiyo	98511117	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR :

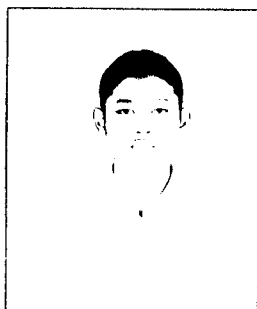
.....
 Eksperimen sambungan paku pada kuda kuda kayu dengan menggunakan profil tabung
 baja

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		■	■	12		
5.	Konsultasi Penyusunan TA.			■	■	■	
6.	Sidang-Sidang					■	■
7.	Pendadaran.						■

DOSEN PEMBIMBING I : ...Ir. H. Suharyatmo, MT.
 DOSEN PEMBIMBING II : ...Ir. Tri Fajar Budiono, MT.



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

a.n. Dekan,

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

Seminar : Senin / 17-03-2003
 Sidang : Rabu / 13-08-2003
 Pendadaran :



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN
KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440. Fax: 895330
Email : dekanat@ftsp.uui.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

Nomor : 39/Kajur.TS.20/FTSP./XII/2002
Lamp. : -
Hal : BIMBINGAN TUGAS AKHIR
Periode : II (Desember – Mei 2003)

FM-UII-AA-FPU-09
Yogyakarta, 30 Desember 2002

Kepada Yth. :
Bapak/Ibu. : **Ir. H. Suharyatmo, MT.**
Di - Yogyakarta.

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dengan ini kami mohon dengan hormat kepada Bapak/Ibu agar mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan tersebut dibawah ini :

- 1 Nama : **Aditya Wahyu Erlangga**
No. Mhs. : **98511128**
Bidang Studi : **TS.**
Tahun akademi : **2002/2003**
- 2 Nama : **Achid Budiyo**
No. Mhs. : **98511117**
Bidang Studi : **TS.**
Tahun akademi : **2002/2003**

Dapat diberikan petunjuk-petunjuk, pengarahan serta bimbingan dalam melaksanakan Tugas Akhir.

Dosen pembimbing sbb :

Dosen Pembimbing I : **Ir. H. Suharyatmo, MT.**
Dosen Pembimbing II : **Ir. Tri Fajar Budiono, MT.**

Dengan mengambil Topik/Judul :
Eksperimen sambungan paku pada kuda kuda kayu dengan menggunakan profil tabung baja

Demikian atas bantuan serta kerjasamanya diucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

An. Dekan
Ketua Jurusan Teknik Sipil

Ir. H. Munadhir, MS.



Tembusan :

1. Dosen Pembimbing ybs.
2. Mahasiswa ybs.
3. Arsip/Jurusan Teknik Sipil.

Lampiran II
Perhitungan Analisis Dan SAP

Lampiran II

Perhitungan Pembebanan

L.2.1 Perhitungan Kapasitas Kayu

Pada uji eksperimen sambungan paku pada kuda-kuda menggunakan profil tabung baja, digunakan kayu kruing 6/12, kelas II, dengan tegangan ijin tarik/desak sebesar 85 kg/cm^2 .

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

L.2.2 Perhitungan Kapasitas Pelat dan Paku

Pada sambungan digunakan tipe tumpu, sehingga :

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{ijin tumpu}} &= 2 \times \sigma_{\text{ijin dasar}} \\&= 2 \times 1400 \\&= 2800 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

Untuk desain sambungan digunakan kekeatan pelat = kekuatan kayu

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{ijin tumpu}} \times \text{keliling pelat} \times \text{tebal pelat} &= A \times \sigma_{\text{ijin tarik}} \\2800 \times (12+6+12+6) \times \text{tebal pelat} &= 6 \times 12 \times 85 \\2800 \times 36 \times \text{tebal pelat} &= 6120 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{tebal pelat} &= \frac{6120}{2800 \times 36} \\ &= 0.0607 \text{ cm} \sim 1.2 \text{ mm}\end{aligned}$$

digunakan paku dengan diameter 52 mm (0,52 cm),

$$\begin{aligned}\bar{P}_{\text{paku}} &= 3,5 \times d^2 \times \sigma_{kd} \\ &= 3,5 \times 0,52 \times 250 \times 0,79 \\ &= 186,914 \text{ kg}\end{aligned}$$

Dari pengujian sambungan paku dengan menggunakan profil tabung baja didapatkan kekuatan per paku, $\bar{P}_{\text{paku}} = 90,82 \text{ kg}$

L.2.3 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 , tegangan maksimum terjadi pada batang desak, maka pendekatan perhitungan dilakukan pada batang desak maksimum tersebut.

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

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

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

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

Jari-jari lembam maksimum,

$$\begin{aligned}i_{\min} &= \sqrt{\frac{I_{\min}}{F_{br}}} &= \sqrt{\frac{216}{72}} \\ & &= 1.732 \text{ cm}\end{aligned}$$

Kelangsingan diambil dari batang terpanjang yang menerima beban desak.

$$\lambda = \text{panjang batang} \times l_{tk} / i \text{ min}$$

$$\lambda = 111,8 \times 1 / 1,732$$

$$\lambda = 65 \sim 70$$

pada desain kuda-kuda diambil kelangsingan (λ) batang desak sebesar 70

dari daftar III PKKI, halaman 10-13, untuk nilai kelangsingan (λ) = 70 didapatkan faktor tekuk (ω) sebesar 1.87, sehingga diperoleh tegangan desak ijin,

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

$$85 = \frac{P_x \cdot 1.87}{72}$$

$$P = 85 \times 72 / 1,87$$

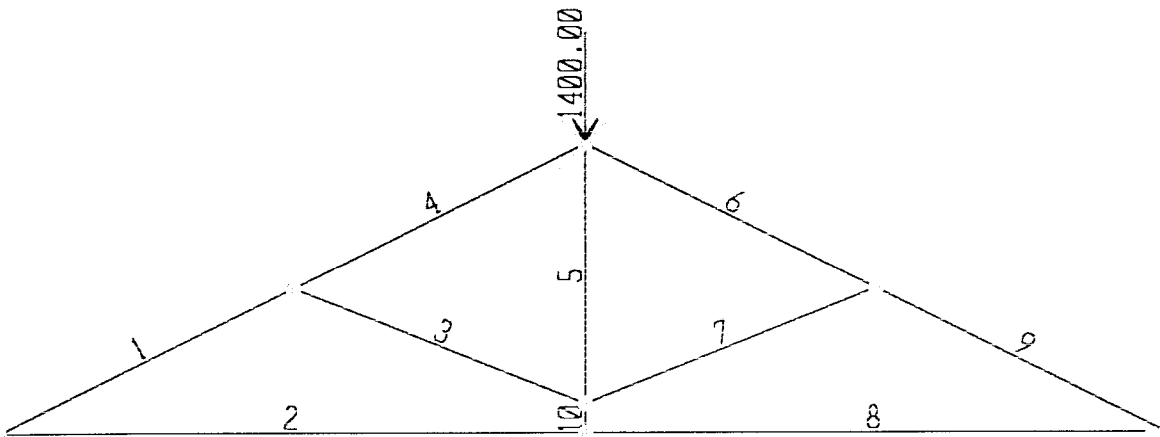
$$= 3272,727 \text{ kg} \sim 3273 \text{ kg}$$

Untuk menuntukan kekuatan sambungan paku dengan menggunakan profil tabung baja pada kuda-kuda, maka kekuatan sambungan direncanakan lebih kecil dari kekuatan profil yang disambung. Hal ini untuk menentukan kekuatan dari sambungan paku dengan menggunakan profil tabung baja.

Maka beban rencana yang diaplikasikan pada rangka *howe truss* sebesar 1400 kg untuk satu buah kuda-kuda.

Dalam pengujian yang dilakukan digunakan sepasang kuda-kuda sehingga beban rencana (PK) yang diaplikasikan menjadi $2 \times 1400 = 2800 \text{ kg}$.

L.2.4 Perhitungan Analisis Dengan SAP Beban 1400 kg dan 1675 kg



ACHID SAP

STATIC LOAD CASES

STATIC CASE	CASE TYPE	SELF WT FACTOR
MATI	DEAD	1.0000

ACHID SAP

JOINT DATA

JOINT	GLOBAL-X	GLOBAL-Y	GLOBAL-Z	RESTRAINTS	ANGLE-A	ANGLE-B	ANGLE-C
1	-2.00000	0.00000	0.00000	1 1 1 0 0 0	0.000	0.000	0.000
2	0.00000	0.00000	1.00000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
3	2.00000	0.00000	0.00000	0 0 1 0 0 0	0.000	0.000	0.000
4	0.00000	0.00000	0.00000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
5	-1.00000	0.00000	0.50000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
6	1.00000	0.00000	0.50000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
7	0.00000	0.00000	0.10000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000

ACHID SAP

FRAME ELEMENT DATA

FRAME	JNT-1	JNT-2	SECTION	ANGLE	RELEASES	SEGMENTS	R1	R2	FACTOR	LENGTH
1	1	5	K612	0.000	000033	2	0.000	0.000	1.000	1.118
2	4	1	K612	0.000	000033	4	0.000	0.000	1.000	2.000
3	5	7	K612	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.077
4	5	2	K612	0.000	000033	2	0.000	0.000	1.000	1.118
5	7	2	K612	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	0.900
6	2	6	K612	0.000	000033	2	0.000	0.000	1.000	1.118
7	6	7	K612	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.077
8	3	4	K612	0.000	000033	4	0.000	0.000	1.000	2.000
9	6	3	K612	0.000	000033	2	0.000	0.000	1.000	1.118
10	7	4	K612	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	0.100

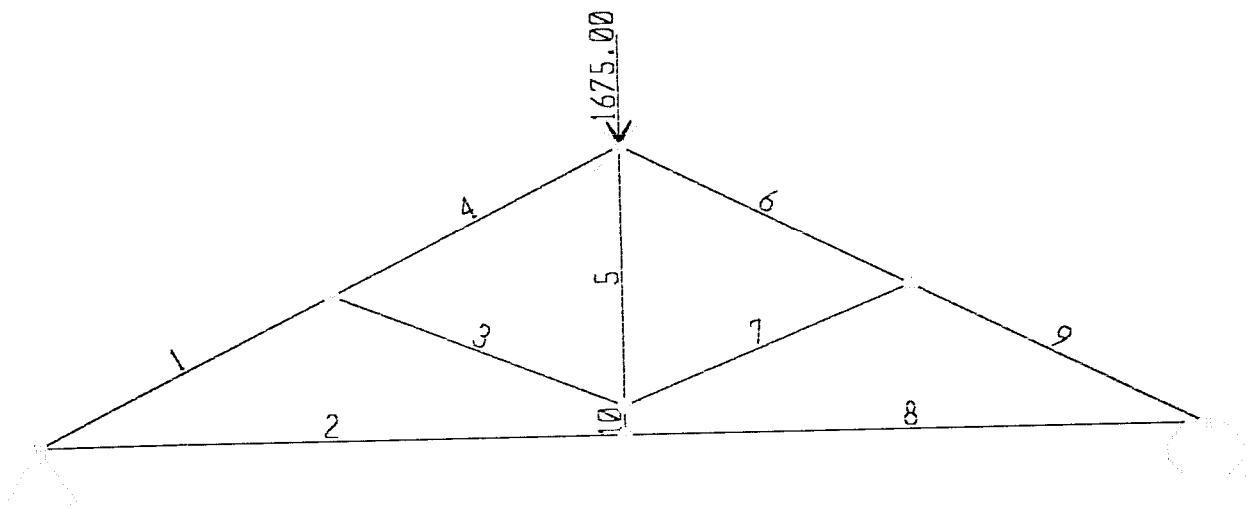
ACHID SAP

JOINT FORCES Load Case MATI

JOINT	GLOBAL-X	GLOBAL-Y	GLOBAL-Z	GLOBAL-XX	GLOBAL-YY	GLOBAL-ZZ
2	0.000	0.000	-1400.000	0.000	0.000	0.000

FRAME	LOAD	STATION	P	V2	V3	T	M2	M3
1	MATI	0	-1621.48	-2.88	3.49E-16	0	0	0
1	MATI	0.559017	-1620.04	1.11E-15	-7.5E-32	0	-9.7E-17	0.804984
1	MATI	1.118034	-1618.6	2.88	-3.5E-16	0	8.03E-32	-1.3E-15
1	COMBI	0	-1621.48	-2.88	3.49E-16	0	0	0
1	COMBI	0.559017	-1620.04	1.11E-15	-7.5E-32	0	-9.7E-17	0.804984
1	COMBI	1.118034	-1618.6	2.88	-3.5E-16	0	8.03E-32	-1.3E-15
2	MATI	0	1449.007	-5.76	6.98E-16	0	0	0
2	MATI	0.5	1449.007	-2.88	3.49E-16	0	-2.6E-16	2.16
2	MATI	1	1449.007	8.88E-16	9.86E-32	0	-3.5E-16	2.88
2	MATI	1.5	1449.007	2.88	-3.5E-16	0	-2.6E-16	2.16
2	MATI	2	1449.007	5.76	-7E-16	0	-1.8E-31	-1.8E-15
2	COMBI	0	1449.007	-5.76	6.98E-16	0	0	0
2	COMBI	0.5	1449.007	-2.88	3.49E-16	0	-2.6E-16	2.16
2	COMBI	1	1449.007	8.88E-16	9.86E-32	0	-3.5E-16	2.88
2	COMBI	1.5	1449.007	2.88	-3.5E-16	0	-2.6E-16	2.16
2	COMBI	2	1449.007	5.76	-7E-16	0	-1.8E-31	-1.8E-15
3	MATI	0	-15.6975	-8.98974	5.39E-16	0	4.96E-17	0
3	MATI	0.538516	-16.8495	-6.10974	1.9E-16	0	-1.5E-16	4.065661
3	MATI	1.077033	-18.0015	-3.22974	-1.6E-16	0	-1.5E-16	6.580396
3	COMBI	0	-15.6975	-8.98974	5.39E-16	0	4.96E-17	0
3	COMBI	0.538516	-16.8495	-6.10974	1.9E-16	0	-1.5E-16	4.065661
3	COMBI	1.077033	-18.0015	-3.22974	-1.6E-16	0	-1.5E-16	6.580396
4	MATI	0	-1601.45	-2.88	3.49E-16	0	0	0
4	MATI	0.559017	-1600.01	1.11E-15	-7.5E-32	0	-9.7E-17	0.804984
4	MATI	1.118034	-1598.57	2.88	-3.5E-16	0	8.03E-32	-1.3E-15
4	COMBI	0	-1601.45	-2.88	3.49E-16	0	0	0
4	COMBI	0.559017	-1600.01	1.11E-15	-7.5E-32	0	-9.7E-17	0.804984
4	COMBI	1.118034	-1598.57	2.88	-3.5E-16	0	8.03E-32	-1.3E-15
5	MATI	0	19.4697	-6.4E-14	0	0	0	-4.3E-14
5	MATI	0.45	22.0617	-6.4E-14	0	0	0	-1.4E-14
5	MATI	0.9	24.6537	-6.4E-14	0	0	0	1.49E-14
5	COMBI	0	19.4697	-6.4E-14	0	0	0	-4.3E-14
5	COMBI	0.45	22.0617	-6.4E-14	0	0	0	-1.4E-14
5	COMBI	0.9	24.6537	-6.4E-14	0	0	0	1.49E-14
6	MATI	0	-1598.57	-2.88	3.49E-16	0	0	0
6	MATI	0.559017	-1600.01	1.11E-15	-7.5E-32	0	-9.7E-17	0.804984
6	MATI	1.118034	-1601.45	2.88	-3.5E-16	0	8.03E-32	-1.3E-15
6	COMBI	0	-1598.57	-2.88	3.49E-16	0	0	0
6	COMBI	0.559017	-1600.01	1.11E-15	-7.5E-32	0	-9.7E-17	0.804984
6	COMBI	1.118034	-1601.45	2.88	-3.5E-16	0	8.03E-32	-1.3E-15
7	MATI	0	-15.6975	-8.98974	5.39E-16	0	4.96E-17	-2.8E-14
7	MATI	0.538516	-16.8495	-6.10974	1.9E-16	0	-1.5E-16	4.065661
7	MATI	1.077033	-18.0015	-3.22974	-1.6E-16	0	-1.5E-16	6.580396
7	COMBI	0	-15.6975	-8.98974	5.39E-16	0	4.96E-17	-2.8E-14
7	COMBI	0.538516	-16.8495	-6.10974	1.9E-16	0	-1.5E-16	4.065661
7	COMBI	1.077033	-18.0015	-3.22974	-1.6E-16	0	-1.5E-16	6.580396
8	MATI	0	1449.007	-5.76	6.98E-16	0	0	0
8	MATI	0.5	1449.007	-2.88	3.49E-16	0	-2.6E-16	2.16
8	MATI	1	1449.007	8.88E-16	9.86E-32	0	-3.5E-16	2.88

8	MAT1	1.5	1449.007	2.88	-3.5E-16	0	-2.6E-16	2.16
8	MAT1	2	1449.007	5.76	-7E-16	0	-1.8E-31	-1.8E-15
8	COMB1	0	1449.007	-5.76	6.98E-16	0	0	0
8	COMB1	0.5	1449.007	-2.88	3.49E-16	0	-2.6E-16	2.16
8	COMB1	1	1449.007	8.88E-16	9.86E-32	0	-3.5E-16	2.88
8	COMB1	1.5	1449.007	2.88	-3.5E-16	0	-2.6E-16	2.16
8	COMB1	2	1449.007	5.76	-7E-16	0	-1.8E-31	-1.8E-15
9	MAT1	0	-1618.6	-2.88	3.49E-16	0	0	0
9	MAT1	0.559017	-1620.04	1.11E-15	-7.5E-32	0	-9.7E-17	0.804984
9	MAT1	1.118034	-1621.48	2.88	-3.5E-16	0	8.03E-32	-1.3E-15
9	COMB1	0	-1618.6	-2.88	3.49E-16	0	0	0
9	COMB1	0.559017	-1620.04	1.11E-15	-7.5E-32	0	-9.7E-17	0.804984
9	COMB1	1.118034	-1621.48	2.88	-3.5E-16	0	8.03E-32	-1.3E-15
10	MAT1	0	12.096	-1.8E-12	0	0	0	-2.3E-13
10	MAT1	0.05	11.808	-1.8E-12	0	0	0	-1.4E-13
10	MAT1	0.1	11.52	-1.8E-12	0	0	0	-4.5E-14
10	COMB1	0	12.096	-1.8E-12	0	0	0	-2.3E-13
10	COMB1	0.05	11.808	-1.8E-12	0	0	0	-1.4E-13
10	COMB1	0.1	11.52	-1.8E-12	0	0	0	-4.5E-14



ACHID SAP

STATIC LOAD CASES

STATIC CASE	CASE TYPE	SELF WT FACTOR
MATI	DEAD	1.0000

ACHID SAP

JOINT DATA

JOINT	GLOBAL-X	GLOBAL-Y	GLOBAL-Z	RESTRAINTS	ANGLE-A	ANGLE-B	ANGLE-C
1	-2.00000	0.00000	0.00000	1 1 1 0 0 0	0.000	0.000	0.000
2	-1.00000	0.00000	0.50000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
3	0.00000	0.00000	0.10000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
4	0.00000	0.00000	0.00000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
5	0.00000	0.00000	1.00000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
6	1.00000	0.00000	0.50000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
7	2.00000	0.00000	0.00000	0 0 1 0 0 0	0.000	0.000	0.000

ACHID SAP

FRAME ELEMENT DATA

FRAME	JNT-1	JNT-2	SECTION	ANGLE	RELEASES	SEGMENTS	R1	R2	FACTOR	LENGTH
1	1	2	K612	0.000	000013	2	0.000	0.000	1.000	1.118
2	4	1	K612	0.000	000013	4	0.000	0.000	1.000	2.000
3	2	3	K612	0.000	000010	2	0.000	0.000	1.000	1.077
4	2	5	K612	0.000	000013	2	0.000	0.000	1.000	1.118
5	3	5	K612	0.000	000010	2	0.000	0.000	1.000	0.900
6	5	6	K612	0.000	000013	2	0.000	0.000	1.000	1.118
7	6	3	K612	0.000	000010	2	0.000	0.000	1.000	1.077
8	7	4	K612	0.000	000013	4	0.000	0.000	1.000	2.000
9	6	7	K612	0.000	000013	2	0.000	0.000	1.000	1.118
10	3	4	K612	0.000	000010	2	0.000	0.000	1.000	0.100

ACHID SAP

JOINT FORCES Load Case MATI

JOINT	GLOBAL-X	GLOBAL-Y	GLOBAL-Z	GLOBAL-XX	GLOBAL-YY	GLOBAL-ZZ
5	0.000	0.000	-1675.000	0.000	0.000	0.000

FRAME	LOAD	STATION	P	V2	V3	T	M2	M3
1	MATI	0	-1928.94	-2.88	3.49E-16	0	0	0
1	MATI	0.559017	-1927.5	1.11E-15	-7.5E-32	0	-1E-16	0.80498
1	MATI	1.118034	-1926.06	2.88	-3.5E-16	0	8E-32	-1.3E-15
1	COMBI	0	-1928.94	-2.88	3.49E-16	0	0	0
1	COMBI	0.559017	-1927.5	1.11E-15	-7.5E-32	0	-1E-16	0.80498
1	COMBI	1.118034	-1926.06	2.88	-3.5E-16	0	8E-32	-1.3E-15
2	MATI	0	1724.01	-5.76	6.98E-16	0	0	0
2	MATI	0.5	1724.01	-2.88	3.49E-16	0	-3E-16	2.16
2	MATI	1	1724.01	8.88E-16	9.86E-32	0	-3E-16	2.88
2	MATI	1.5	1724.01	2.88	-3.5E-16	0	-3E-16	2.16
2	MATI	2	1724.01	5.76	-7E-16	0	-2E-31	-1.8E-15
2	COMBI	0	1724.01	-5.76	6.98E-16	0	0	0
2	COMBI	0.5	1724.01	-2.88	3.49E-16	0	-3E-16	2.16
2	COMBI	1	1724.01	8.88E-16	9.86E-32	0	-3E-16	2.88
2	COMBI	1.5	1724.01	2.88	-3.5E-16	0	-3E-16	2.16
2	COMBI	2	1724.01	5.76	-7E-16	0	-2E-31	-1.8E-15
3	MATI	0	-16.8535	-10.2903	5.79E-16	0	5E-17	-1.4E-14
3	MATI	0.538516	-18.0055	-7.41027	2.3E-16	0	-2E-16	4.76602
3	MATI	1.077033	-19.1575	-4.53027	-1.2E-16	0	-2E-16	7.98111
3	COMBI	0	-16.8535	-10.2903	5.79E-16	0	5E-17	-1.4E-14
3	COMBI	0.538516	-18.0055	-7.41027	2.3E-16	0	-2E-16	4.76602
3	COMBI	1.077033	-19.1575	-4.53027	-1.2E-16	0	-2E-16	7.98111
4	MATI	0	-1907.17	-2.88	3.49E-16	0	0	0
4	MATI	0.559017	-1905.73	1.11E-15	-7.5E-32	0	-1E-16	0.80498
4	MATI	1.118034	-1904.29	2.88	-3.5E-16	0	8E-32	-1.3E-15
4	COMBI	0	-1907.17	-2.88	3.49E-16	0	0	0
4	COMBI	0.559017	-1905.73	1.11E-15	-7.5E-32	0	-1E-16	0.80498
4	COMBI	1.118034	-1904.29	2.88	-3.5E-16	0	8E-32	-1.3E-15
5	MATI	0	17.9134	-4.3E-14		0	0	-3.9E-14
5	MATI	0.45	20.5054	-4.3E-14		0	0	-2E-14
5	MATI	0.9	23.0974	-4.3E-14		0	0	-7.1E-16
5	COMBI	0	17.9134	-4.3E-14		0	0	-3.9E-14
5	COMBI	0.45	20.5054	-4.3E-14		0	0	-2E-14
5	COMBI	0.9	23.0974	-4.3E-14		0	0	-7.1E-16
6	MATI	0	-1904.29	-2.88	3.49E-16	0	0	0
6	MATI	0.559017	-1905.73	1.11E-15	-7.5E-32	0	-1E-16	0.80498

6	MATI	1.118034	-1907.17	2.88	-3.5E-16	0	8E-32	-1.3E-15
6	COMB1	0	-1904.29	-2.88	3.49E-16	0	0	0
6	COMB1	0.559017	-1905.73	1.11E-15	-7.5E-32	0	-1E-16	0.80498
6	COMB1	1.118034	-1907.17	2.88	-3.5E-16	0	8E-32	-1.3E-15
7	MATI	0	-16.8535	-10.2903	5.79E-16	0	5E-17	-2.8E-14
7	MATI	0.538516	-18.0055	-7.41027	2.3E-16	0	-2E-16	4.76602
7	MATI	1.077033	-19.1575	-4.53027	-1.2E-16	0	-2E-16	7.98111
7	COMB1	0	-16.8535	-10.2903	5.79E-16	0	5E-17	-2.8E-14
7	COMB1	0.538516	-18.0055	-7.41027	2.3E-16	0	-2E-16	4.76602
7	COMB1	1.077033	-19.1575	-4.53027	-1.2E-16	0	-2E-16	7.98111
8	MATI	0	1724.01	-5.76	6.98E-16	0	0	0
8	MATI	0.5	1724.01	-2.88	3.49E-16	0	-3E-16	2.16
8	MATI	1	1724.01	8.88E-16	9.86E-32	0	-3E-16	2.88
8	MATI	1.5	1724.01	2.88	-3.5E-16	0	-3E-16	2.16
8	MATI	2	1724.01	5.76	-7E-16	0	-2E-31	-1.8E-15
8	COMB1	0	1724.01	-5.76	6.98E-16	0	0	0
8	COMB1	0.5	1724.01	-2.88	3.49E-16	0	-3E-16	2.16
8	COMB1	1	1724.01	8.88E-16	9.86E-32	0	-3E-16	2.88
8	COMB1	1.5	1724.01	2.88	-3.5E-16	0	-3E-16	2.16
8	COMB1	2	1724.01	5.76	-7E-16	0	-2E-31	-1.8E-15
9	MATI	0	-1926.06	-2.88	3.49E-16	0	0	0
9	MATI	0.559017	-1927.5	1.11E-15	-7.5E-32	0	-1E-16	0.80498
9	MATI	1.118034	-1928.94	2.88	-3.5E-16	0	8E-32	-1.3E-15
9	COMB1	0	-1926.06	-2.88	3.49E-16	0	0	0
9	COMB1	0.559017	-1927.5	1.11E-15	-7.5E-32	0	-1E-16	0.80498
9	COMB1	1.118034	-1928.94	2.88	-3.5E-16	0	8E-32	-1.3E-15
10	MATI	0	12.096	-1.8E-12	0	0	0	-1.7E-13
10	MATI	0.05	11.808	-1.8E-12	0	0	0	-8E-14
10	MATI	0.1	11.52	-1.8E-12	0	0	0	1.1E-14
10	COMB1	0	12.096	-1.8E-12	0	0	0	-1.7E-13
10	COMB1	0.05	11.808	-1.8E-12	0	0	0	-8E-14
10	COMB1	0.1	11.52	-1.8E-12	0	0	0	1.1E-14

Lampiran III
Uji Pendahuluan

Lampiran III

L.3.1.1 Hasil Pengujian Desak Kayu // Serat Sampel I

Panjang Awal (Po) = 5.712 cm

Lebar Awal = 4.420 cm

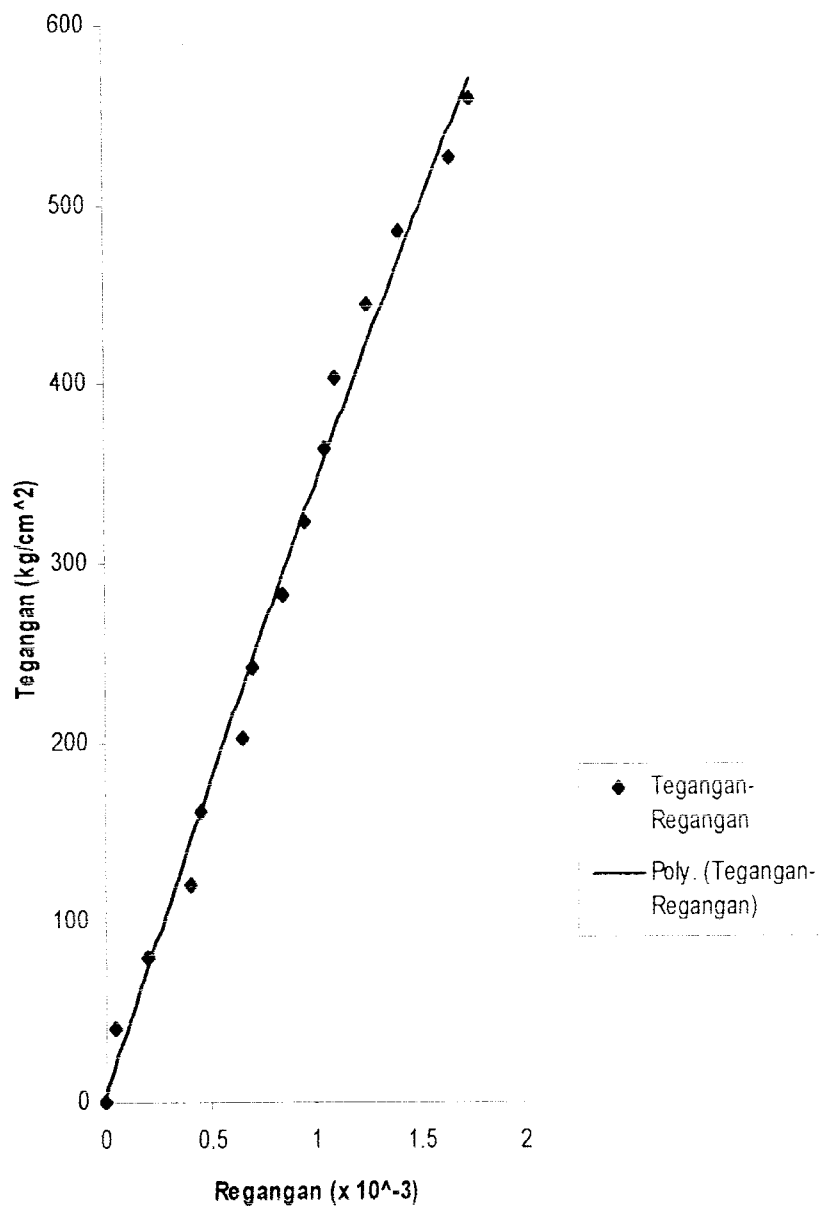
Tinggi Awal (To) = 20 cm

Luas Tampang Desak = 25.247 cm²

Tabel Hasil Pengujian Desak Kayu // Serat Sampel I

Beban		Pemb. Dial	Tegangan	Regangan (ε)	ε Koreksi
KN	Kg	(x 10 ⁻² mm)	(Kg/cm ²)	(x 10 ⁻³)	(x 10 ⁻³)
0	0	0	0	0	0
10	1019.37	1	40.37581	0.05	0.05
20	2038.74	4	80.75161	0.2	0.2
30	3058.1	8	121.1274	0.4	0.4
40	4077.47	9	161.5032	0.45	0.45
50	5096.84	13	201.879	0.65	0.65
60	6116.21	14	242.2548	0.7	0.7
70	7135.58	17	282.6307	0.85	0.85
80	8154.94	19	323.0065	0.95	0.95
90	9174.31	21	363.3823	1.05	1.05
100	10193.7	22	403.7581	1.10	1.10
110	11213	25	444.1339	1.25	1.25
120	12232.4	28	484.5097	1.4	1.4
130	13251.8	33	524.8855	1.65	1.65
138	14081.6	35	557.7547	1.75	1.75

Tegangan Vs Regangan



Grafik Tegangan Vs Regangan Sampel II

L.3.1.2 Hasil Pengujian Desak Kayu // Serat Sampel II

Panjang Awal (P_0) = 5.712 cm

Lebar Awal = 4.420 cm

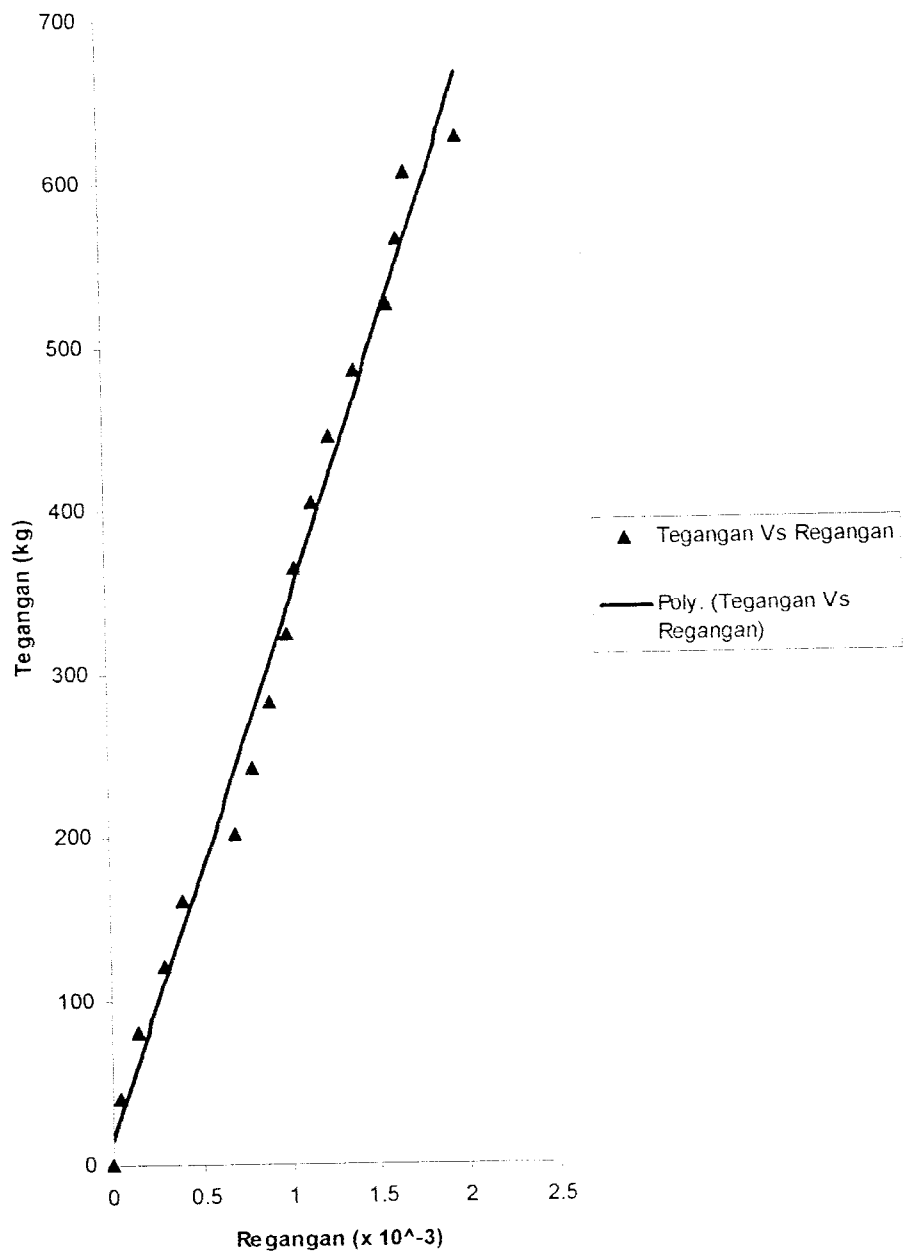
Tinggi Awal (T_0) = 20 cm

Luas Tampang Desak = 25.247 cm²

Tabel Hasil Pengujian Desak Kayu // Serat Sampel II

Beban		Pemb. Dial	Tegangan	Regangan (ϵ)	ϵ Koreksi
KN	Kg	($\times 10^{-2}$ mm)	(Kg/cm ²)	($\times 10^{-3}$)	($\times 10^{-3}$)
0	0	0	0	0	0
10	1019.37	1	40.3758	0.05	0.05
20	2038.74	3	80.7516	0.15	0.15
30	3058.1	6	121.127	0.3	0.3
40	4077.47	8	161.503	0.4	0.40
50	5096.84	14	201.879	0.70	0.70
60	6116.21	16	242.255	0.80	0.80
70	7135.58	18	282.631	0.90	0.90
80	8154.94	20	323.006	1.00	1.00
90	9174.31	21	363.382	1.05	1.05
100	10193.7	23	403.758	1.15	1.15
110	11213	25	444.134	1.25	1.25
120	12232.4	28	484.51	1.4	1.4
130	13251.8	32	524.885	1.6	1.6
140	14271.2	33	565.261	1.65	1.65
150	15290.5	34	605.637	1.7	1.7
155	15816.3	40	626.464	2	2

Tegangan Vs Regangan



Grafik Tegangan Vs Regangan Benda Uji Desak II

L.3.1.3 Hasil Pengujian Desak Kayu // Serat Sampel III

Panjang Awal (Po) = 5.712 cm

Lebar Awal = 4.420 cm

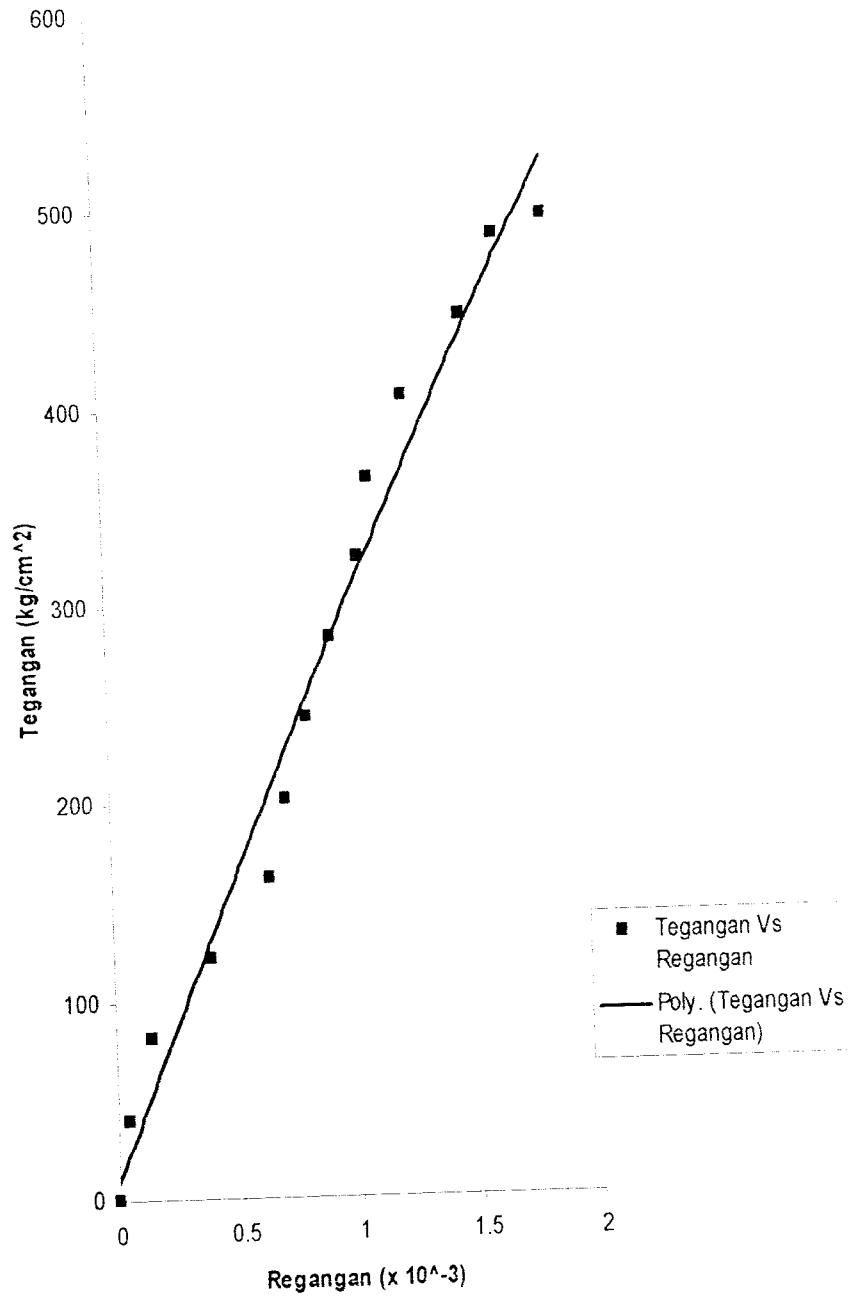
Tinggi Awal (To) = 20 cm

Luas Tampang Desak = 25.247 cm²

Tabel Hasil Pengujian Desak Kayu // Serat Sampel III

Beban		Pemb. Dial	Tegangan	Regangan (ε)	ε Koreksi
KN	Kg	(x 10 ⁻² mm)	(Kg/cm ²)	(x 10 ⁻³)	(x 10 ⁻³)
0	0	0	0	0	0
10	1019.37	1	40.37581	0.05	0.05
20	2038.74	3	80.75161	0.15	0.15
30	3058.1	8	121.1274	0.40	0.40
40	4077.47	13	161.5032	0.65	0.65
50	5096.84	14.5	201.879	0.725	0.725
60	6116.21	16.5	242.2548	0.825	0.825
70	7135.58	18.5	282.6307	0.925	0.925
80	8154.94	21	323.0065	1.05	1.05
90	9174.31	22	363.3823	1.1	1.1
100	10193.7	25	403.7581	1.25	1.25
110	11213	30	444.1339	1.5	1.5
120	12232.4	33	484.5097	1.65	1.65
122	12449	37	493.0875	1.85	1.85

Tegangan Vs Regangan



Grafik Tegangan Vs Regangan Uji Desak Sampel III



LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN
 PERCOBAAN DESAK KAYU SEARAH SERAT

I. BENDA UJI

I

1. Kayu jenis cfuwing
 2. Kayu teras % , Kayu gubal %
 3. Ukuran : Panjang 5,712 Cm, Lebar 4,42 Cm Tebal 2,0 cm
 4. Luas lampang terukur Cm² (bagian teruji)

II. ALAT - ALAT

1. Mesin desak merk CONTROLS kapasitas 200 TON
 2. Kaliper
 3. Ekstensometer
 4. Mistar siku
 5. Alat regangan khusus desak kayu
 6. Stop wacth

$$L_0 = 5,64 \cdot \sqrt{A_0}$$

III. PENGAMATAN

Beban (KN)	Ektensometer x 10 ⁻² mm
0	0
10	1
20	4
30	8
40	9
50	13
60	14
70	17
80	19
90	21
100	22
110	25
120	28
130	33
140	35
160	
170	
180	
190	
200	
210	
220	
230	
240	
250	
260	
270	
280	
290	

138

IV. HASIL PERCOBAAN

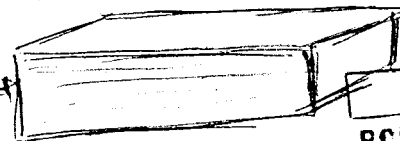
Potongan kecil setelah di uji

Ukuran	Sebelum di oven	Setelah di oven
Panjang	..... cm	..... cm
Lebar	..... Cm	..... Cm
Tebal	..... Cm	..... Cm
Grs. Tangensial	..... Cm	..... Cm
Grs. Radial	..... Cm	..... Cm
Grs. Aksial	..... cm	..... cm
Berat	..... gram	..... gram
Gelang tahun	..... buah/cm	..... buah/cm

Beban maksimum KN
 Waktu patah menit
 Jenis patah

V. KETERANGAN

Sket benda uji



**LABORATORIUM
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK UIN**

Diperiksa :

Laboran

Asisten

..... Tanggal

..... Tanggal :



LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN
 PERCOBAAN DESAK KAYU SEARAH SERAT

I. BENDA UJI

III

1. Kayu jenis Meruwing
2. Kayu teras %, Kayu gubal %
3. Ukuran : Panjang ~~44.0~~ Cm, Lebar 4.720 Cm Tebal 3.0 cm
4. Luas tarmpang teruku: 5.712 Cm² (bagian teruji)

II. ALAT - ALAT

1. Mesin desak merk CONTROLS kapasitas 200 TON
2. Kaliper
3. Ekstensometer
4. Mistar siku
5. Alat regangan khusus desak kayu
6. Stop wacth

III. PENGAMATAN

Beban (KN)	Ektensometer x 10 ⁻² mm
0	0
10	1
20	3
30	8
40	13
50	14.5
60	16.5
70	18.5
80	21
90	22
100	25
110	30
120	33
130	37
140	
150	
160	
170	
180	
190	
200	
210	
220	
230	
240	
250	
260	
270	
280	
290	

IV. HASIL PERCOBAAN

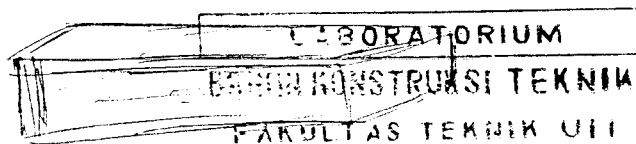
Potongan kecil setelah di uji

Ukuran	Sebelum di oven	Setelah di oven
Panjang	..... cm	..... cm
Lebar	..... Cm	..... Cm
Tebal	..... Cm	..... Cm
Grs. Tangensial	..... Cm	..... Cm
Grs. Radial	..... Cm	..... Cm
Grs. Aksial	..... cm	..... cm
Berat	..... gram	..... gram
Gelang tahun	..... buah/cm	..... buah/cm

Beban maksimum KN
 Waktu patah menit
 Jenis patah

V. KETERANGAN

Sket benda uji



Di periksa :

Laboran

Tanggal :

Asisten

Tanggal :

Hasil Pengujian Kuat Tarik kayu // serat

No.	S.I			S.II			S.III		
	Lebar Ttk (cm)	Tebal (cm)	Luas (cm ²)	Lebar (cm)	Tebal (cm)	Luas (cm ²)	Lebar (cm)	Tebal (cm)	Luas (cm ²)
1	3.03	1.98	5.9994	3.02	1.98	5.9796	3.02	1.98	5.9796
2	3.01	1.98	5.9598	2.96	1.98	5.8608	2.98	1.94	5.7812
3	2.82	1.86	5.2452	2.76	1.91	5.2716	2.77	1.94	5.3738
4	2.42	1.63	3.9446	2.48	1.62	4.0176	2.49	1.85	4.6065
5	2.1	1.41	2.961	2.18	1.34	2.9212	2.26	1.59	3.5934
6	1.95	1.15	2.2425	1.87	1.31	2.4497	1.95	1.29	2.5155
7	1.63	0.98	1.5974	1.68	1.08	1.8144	1.79	0.97	1.7363
8	1.57	0.94	1.4758	1.58	0.97	1.5326	1.62	0.95	1.539
9	1.53	0.95	1.4535	1.36	0.87	1.1832	1.58	0.87	1.3746
10	1.62	1.07	1.7334	1.54	0.97	1.4938	1.64	0.89	1.4596
11	1.79	1.22	2.1838	1.62	1.08	1.7496	1.75	0.93	1.6275
12	2.05	1.38	2.829	1.76	1.18	2.0768	1.18	1.09	1.2862
13	2.4	1.69	4.056	1.97	1.26	2.4822	2.27	1.34	3.0418
14	2.68	1.87	5.0116	2.28	1.06	2.4168	2.58	1.57	4.0506
15	2.95	1.95	5.7525	2.56	1.82	4.6592	2.79	1.86	5.1894
16	3.04	1.98	6.0192	2.76	1.94	5.3544	2.98	1.98	5.9004
17	3.1	1.98	6.138	2.89	1.98	5.7222	3.02	1.98	5.9796

Dari penelitian didapat beban tarik maksimal (P_{tarik}) dan daerah patah, yaitu:

- Sampel 1 patah diantara titik 7 dan titik 11 dengan luas penampang rata-rata (A_{rt}) =
 $(1,5974+1,4758+1,4535+1,7334+2,1838)/5 = 1,68878$
- Sampel 2 patah diantara titik 6 dan titik 10 dengan luas penampang rata-rata (A_{rt}) =
 $1,69474$
- Sampel 3 patah diantara titik 9 dan titik 13 dengan luas penampang rata-rata (A_{rt}) =
 $1,7512$



LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN
PERCOBAAN DESAK KAYU SEARAH SERAT

I. BENDA UJI

I

1. Kayu jenis cfuwing
2. Kayu teras %, Kayu gobal %
3. Ukuran : Panjang 5,712 Cm, Lebar 4,42 Cm, Tebal 2,0 cm
4. Luas lampang terukur Cm² (bagian teruji)

II. ALAT - ALAT

1. Mesin desak merk CONTROLS kapasitas 200 TON
2. Kaliper
3. Ekstensometer
4. Mistar siku
5. Alat regangan khusus desak kayu
6. Stop watch

$$L_0 = 5,64 \cdot \sqrt{A_0}$$

III. PENGAMATAN

Beban (kN)	Ektensometer x 10 ⁻² mm
0	0
10	1
20	4
30	8
40	7
50	13
60	14
70	17
80	19
90	21
100	22
110	25
120	28
130	33
140	35
160	
170	
180	
190	
200	
210	
220	
230	
240	
250	
260	
270	
280	
290	

138

IV. HASIL PERCOBAAN

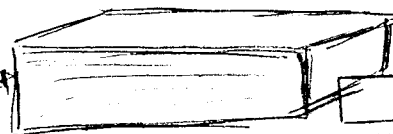
Potongan kecil setelah di uji

Ukuran	Sebelum di oven	Setelah di oven
Panjang	..... cm	..... cm
Lebar	..... Cm	..... Cm
Tebal	..... Cm	..... Cm
Grs. Tangensial	..... Cm	..... Cm
Grs. Radial	..... Cm	..... Cm
Grs. Aksial	..... cm	..... cm
Berat	..... gram	..... gram
Gelang tahun	..... buah/cm	..... buah/cm

Beban maksimum KN
 Waktu patah menit
 Jenis patah

V. KETERANGAN

Sket benda uji



LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Di periksa :

Laboran Tanggal
 Asisten Tanggal

Di
 Lat
 Asi

L.3.2 Hasil Pengujian Kuat Tarik kayu // serat

No.	S.I			S.II			S.III		
	Lebar (cm)	Tebal (cm)	Luas (cm ²)	Lebar (cm)	Tebal (cm)	Luas (cm ²)	Lebar (cm)	Tebal (cm)	Luas (cm ²)
1	3.03	1.98	5.9994	3.02	1.98	5.9796	3.02	1.98	5.9796
2	3.01	1.98	5.9598	2.96	1.98	5.8608	2.98	1.94	5.7812
3	2.82	1.86	5.2452	2.76	1.91	5.2716	2.77	1.94	5.3738
4	2.42	1.63	3.9446	2.48	1.62	4.0176	2.49	1.85	4.6065
5	2.1	1.41	2.961	2.18	1.34	2.9212	2.26	1.59	3.5934
6	1.95	1.15	2.2425	1.87	1.31	2.4497	1.95	1.29	2.5155
7	1.63	0.98	1.5974	1.68	1.08	1.8144	1.79	0.97	1.7363
8	1.57	0.94	1.4758	1.58	0.97	1.5326	1.62	0.95	1.539
9	1.53	0.95	1.4535	1.36	0.87	1.1832	1.58	0.87	1.3746
10	1.62	1.07	1.7334	1.54	0.97	1.4938	1.64	0.89	1.4596
11	1.79	1.22	2.1838	1.62	1.08	1.7496	1.75	0.93	1.6275
12	2.05	1.38	2.829	1.76	1.18	2.0768	1.18	1.09	1.2862
13	2.4	1.69	4.056	1.97	1.26	2.4822	2.27	1.34	3.0418
14	2.68	1.87	5.0116	2.28	1.06	2.4168	2.58	1.57	4.0506
15	2.95	1.95	5.7525	2.56	1.82	4.6592	2.79	1.86	5.1894
16	3.04	1.98	6.0192	2.76	1.94	5.3544	2.98	1.98	5.9004
17	3.1	1.98	6.138	2.89	1.98	5.7222	3.02	1.98	5.9796

Dari penelitian didapat beban tarik maksimal (P_{tarik}) dan daerah patah, yaitu:

- Sampel 1 patah diantara titik 7 dan titik 11 dengan luas penampang rata-rata (A_{rt}) = $(1,5974+1,4758+1,4535+1,7334+2,1838)/5 = 1,68878$
- Sampel 2 patah diantara titik 6 dan titik 10 dengan luas penampang rata-rata (A_{rt}) = 1,69474
- Sampel 3 patah diantara titik 9 dan titik 13 dengan luas penampang rata-rata (A_{rt}) = 1,7512



LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN
 PERCOBAAN TARIK KAYU SEARAH SERAT

I. BENDA UJI I

- 1. Kayu jenis Kruweng
- 2. Kayu teras % Kayu goba! %

II ALAT - ALAT

- 1. Mesin tarik merk SHIMSDZHU UMH 3C kapasitas 30 TON
- 2. Kaliper
- 3. Mistar siku
- 4. Stop watch

III. PENGUKURAN

Titik	Lebar (cm)	Tebal (cm)
1	3.03	1.98
2	3.01	1.98
3	2.82	1.86
4	2.72	1.63
5	2.1	1.41
6	1.95	1.15
7	1.63	0.98
8	1.57	0.94
9	1.53	0.95
10	1.62	1.07
11	1.79	1.22
12	2.05	1.38
13	2.14	1.67
14	2.68	1.87
15	2.98	1.95
16	3.04	1.98
17	3.1	1.98
18	.....	.....
19	.....	.....
20	.....	.....

IV. HASIL PERCOBAAN

Beban maksimum Kg
 Waktu patah menit
 Pulus diantara titik S/d
 Luas tampang rata - rata cm²

Potongan kecil setelah di uji

Ukuran	Sebelum di oven	Setelah di oven
Panjang	..... cm	..... cm
Lebar	..... Cm	..... Cm
Tebal	..... Cm	..... Cm
Grs. Tangensial	..... Cm	..... Cm
Grs. Radial	..... Cm	..... Cm
Grs. Aksial	..... cm	..... cm
Berat	..... gram	..... gram
Gelang tahun	..... buah/cm	..... buah/cm

V. KETERANGAN

patah pada titik 7 dan titik 11

Sket benda uji



LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Di periksa,

Laboran : tgl :
 Asisten : tgl :

**LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN
PERCOBAAN TARIK KAYU SEARAH SERAT**

I. BENDA UJI II

1. Kayu jenis Kayu jati
2. Kayu teras %, Kayu gobal %

II. ALAT - ALAT

1. Mesin tarik merk SHIMSDZHU UMH 30 kapasitas 30 TON
2. Kaliper
3. Mistar siku
4. Stop watch

III. PENGUKURAN

Titik	Lebar (cm)	Tebal (cm)
1	3.03	1.98
2	2.96	1.98
3	2.76	1.91
4	2.76	1.62
5	2.18	1.34
6	1.87	1.31
7	1.62	1.08
8	1.58	0.97
9	1.36	0.87
10	1.54	0.97
11	1.62	1.06
12	1.76	1.18
13	1.97	1.26
14	2.78	1.06
15	2.56	1.22
16	2.76	1.94
17	2.89	1.98
18		
19		
20		

IV. HASIL PERCOBAAN

Beban maksimum Kg
Waktu patah menit
Putus diantara titik S/d
Luas tampang rata - rata cm²

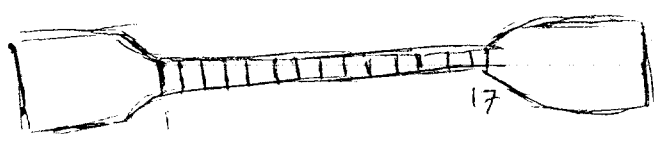
Potongan kecil setelah di uji

Ukuran	Sebelum di oven	Setelah di oven
Panjang	..... cm	..... cm
Lebar	..... Cm	..... Cm
Tebal	..... Cm	..... Cm
Grs. Tangensial	..... Cm	..... Cm
Grs. Radial	..... Cm	..... Cm
Grs. Aksial	..... cm	..... cm
Beret	..... gram	..... gram
Gelang tahun	..... buah/cm	..... buah/cm

V. KETERANGAN

patah pada titik 6 dan titik 10

Sket benda uji



Di periksa

Laboran : tgl :
Asisten : tgl :

**LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII**



LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN
PERCOBAAN DESAK KAYU SEARAH SERAT

I. BENDA UJI II

- Kayu jenis keruing
- Kayu teras %, Kayu gobal %
- Ukuran. Panjang 57,72 Cm, Lebar 4,72 Cm Tebal 20 cm
- Luas tampang terukur Cm² (bagian leruji)

II. ALAT - ALAT

- Mesin desak merk CONTROLS kapasitas 200 TON
- Kaliper
- Ektensometer
- Mistar siku
- Alat regangan khusus desak kayu
- Stop watch

III. PENGAMATAN

Beban (KN)	Ektensometer x 10 ⁻² mm
0	0
10	1
20	2
30	3
40	4
50	5
60	6
70	7
80	8
90	9
100	10
110	11
120	12
130	13
140	14
150	15
160	16
170	17
180	18
190	19
200	20
210	21
220	22
230	23
240	24
250	25
260	26
270	27
280	28
290	29

IV. HASIL PERCOBAAN

Potongan kecil setelah di uji

Ukuran	Sebelum di oven	Setelah di oven
Panjang	..... cm	..... cm
Lebar	..... cm	..... cm
Tebal	..... cm	..... cm
Grs. Tangensial	..... cm	..... cm
Grs. Radial	..... cm	..... cm
Grs. Aksial	..... cm	..... cm
Berat	..... gram	..... gram
Gelang tahun	..... buah/cm	..... buah/cm

Beban maksimum KN
 Waktu patah menit
 Jenis patah

V. KETERANGAN

Sket benda uji

LABORATORIUM
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL

Di periksa :

Laboran

Asisten

Tanggal :

Tanggal :

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN
PERCOBAAN TARIK KAYU SEARAH SERAT

I. BENDA UJI III

1. Kayu jenis Kayu jati
 2. Kayu teras %, Kayu gobal %

II. ALAT - ALAT

1. Mesin tarik merk SHIMSDZHU UMH 30 kapasitas 30 TON
 2. Kaliper
 3. Mistar siku
 4. Stop watch

III. PENGUKURAN

Titik	Lebar (cm)	Tebal (cm)
1	3.02	1.90
2	2.90	1.94
3	2.77	1.94
4	2.49	1.85
5	2.76	1.59
6	1.95	1.29
7	1.79	0.97
8	1.62	0.95
9	1.50	0.87
10	1.64	0.89
11	1.75	0.93
12	1.18	1.09
13	2.27	1.34
14	2.58	1.57
15	2.79	1.86
16	2.98	1.98
17	3.02	1.98
18	.....	.....
19	.....	.....
20	.....	.....

IV. HASIL PERCOBAAN

Beban maksimum Kg
 Waktu patah menit
 Putus diantara titik S/d
 Luas tampang rata - rata cm²

Potongan kecil setelah di uji

Ukuran	Sebelum di oven	Setelah di oven
Panjang	..... cm	..... cm
Lebar	..... Cm	..... Cm
Tebal	..... Cm	..... Cm
Grs. Tangensial	..... Cm	..... Cm
Grs. Radial	..... Cm	..... Cm
Grs. Aksial	..... cm	..... cm
Berat	..... gram	..... gram
Gelang tahun	..... buah/cm	..... buah/cm

V. KETERANGAN

Patah pada titik 9 dan titik 13

Sket benda uji



LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

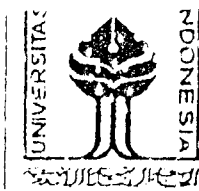
Di periksa,

Laboran : tgl :

Asisten : tgl :

Hasil Uji Geser Kayu Sejajar Serat

Sampel	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Luas Geser (cm ²)	Gaya Geser (kg)	(τ) (kg/cm ²)	(τ) rata-rata (kg/cm) ²
1	5,5	4,0	22,0	1760	80	
2	5,5	4,0	22,0	1720	78.181818	80.909
3	5,5	4,0	22,0	1860	84.545455	



LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN
PERCOBAAN GESER KAYU SEARAH SERAT

I. BENDA UJI **I**

- 1. Kayu jenis **E. suwina**
- 2. Kayu teras %, Kayu gobal %

II. ALAT – ALAT

- 1. Mesin tarik merk SHIMSDZHU UMH 30 kapasitas 30 TON
- 2. Kaliper
- 3. Alat khusus geser kayu
- 4. Penggaris siku
- 5. Stop wath

III. PENGUKURAN

- Panjang sejajar serat cm
- Lebar tegak lurus serat cm
- Luas tanpang bidang uji cm²

IV. HASIL PERCOBAAN

Beban rata simum **1760** Kg
Waktu patah menit

Potongan kecil setelah di uji

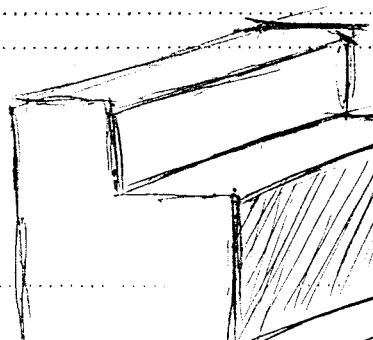
Ukuran	Sebelum di oven	Setelah di oven
Panjang tinggi	5,5 cm	..... cm
Lebar	4,0 cm	..... cm
Tebal	..... cm	..... cm
Grs. Tangensial	..... cm	..... cm
Grs. Radial	..... cm	..... cm
Grs. Aksial	..... cm	..... cm
Berat	..... gram	..... gram
Gelang tahun	..... buah/cm	..... buah/cm

V. KETERANGAN

Sket benda uji

Di periksa

Laboran



LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UJI

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN
 PERCOBAAN GESER KAYU SEARAH SERAT

I. BENDA UJI **II**

1. Kayu jenis Kruwing
 2. Kayu teras %, Kayu gobal %

II. ALAT - ALAT

- Mesin tarik merk SHIMSDZHU UMH 30 kapasitas 30 TON
- Kaliper
- Alat khusus geser kayu
- Penggaris siku
- Stop wacth

III. PENGUKURAN

- Panjang sejajar serat cm
- Lebar tegak lurus serat cm
- Luas tampang bidang uji cm²

IV. HASIL PERCOBAAN

Beban maksimum 1720 Kg
 Waktu patah menit

Potongan kecil setelah di uji

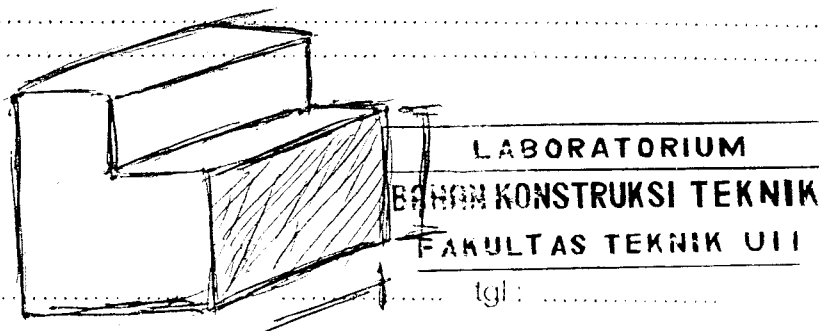
Ukuran	Sebelum di oven	Setelah di oven
Panjang <u>ujung</u>	<u>5,5</u> cm	..... cm
Lebar	<u>4,0</u> cm	..... cm
Tebal	..... cm	..... cm
Grs. Tangensial	..... cm	..... cm
Grs. Radial	..... cm	..... cm
Grs. Aksial	..... cm	..... cm
Berat	..... gram	..... gram
Gelang tahun	..... buah/cm	..... buah/cm

V. KETERANGAN

Sket benda uji

Di periksa

Laboran : tgl :



LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN
PERCOBAAN GESER KAYU SEARAH SERAT

I. BENDA UJI II

1. Kayu jenis Kruwings
2. Kayu teras %, Kayu gubal %

II. ALAT – ALAT

1. Mesin tarik merk SHIMSDZHU UMH 30 kapasitas 30 TON
2. Kaliper
3. Alat khusus geser kayu
4. Penggaris siku
5. Stop watch

III. PENGUKURAN

- Panjang sejajar serat cm
- Lebar tegak lurus serat cm
- Luas tampang bidang uji cm²

IV. HASIL PERCOBAAN

Beban maksimum 1860 Kg
Waktu patah menit

Potongan kecil setelah di uji

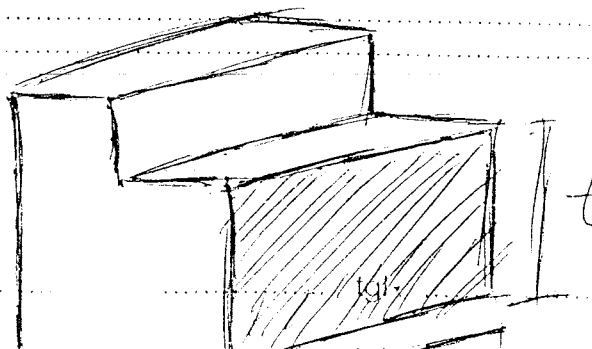
Ukuran	Sebelum di oven	Setelah di oven
Panjang <u>tinggi</u>	<u>57,5</u> cm	..... cm
Lebar	<u>4,0</u> cm	..... cm
Tebal	..... cm	..... cm
Grs. Tangensial	..... cm	..... cm
Grs. Radial	..... cm	..... cm
Grs. Aksial	..... cm	..... cm
Berat	..... gram	..... gram
Gelang tahun	..... buah/cm	..... buah/cm

V. KETERANGAN

Sket benda uji

Di pengsa,

Laburan



Lampiran IV

Hasil Uji Elemen Sambungan Dengan Variasi Jumlah Paku

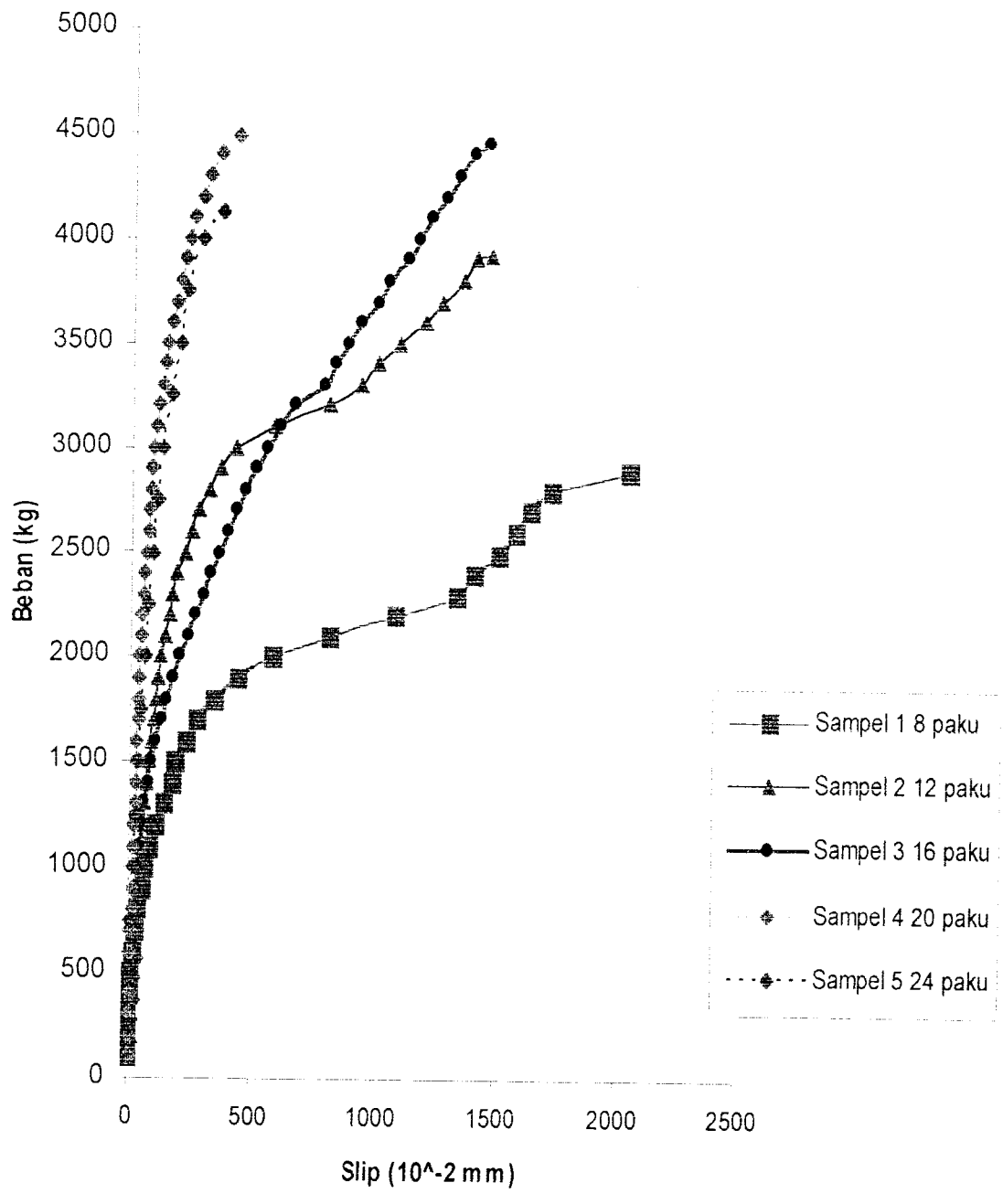
Lampiran IV

L.4.1 Hasil Uji Elemen Sambungan Dengan Variasi Jumlah Paku

Beban	8 paku	Beban	12 paku	Beban	16 paku	Beban	20 paku	Beban	24 paku
kg	Δ slip 10^{-2} (mm)	kg	Δ slip 10^{-2} (mm)	kg	Δ slip 10^{-2} (mm)	kg	Δ slip 10^{-2} (mm)	kg	Δ slip 10^{-2} (mm)
100	1	100	13	100	7	100	6	250	5
200	2	200	17	200	8	200	7	500	9
300	4	300	21	300	10	300	7.5	750	12
400	8	400	26	400	11	400	9	1000	21
500	12	500	29	500	13	500	10	1250	28
600	19	600	35	600	15	600	11	1500	37
700	25	700	39	700	21	700	13	1750	42
800	37	800	41	800	27	800	15	2000	57
900	48	900	47	900	32	900	16	2250	72
1000	61	1000	52	1000	36	1000	19	2500	91
1100	81	1100	55	1100	44	1100	20	2750	108
1200	107	1200	59	1200	52	1200	21	3000	125
1300	142	1300	64	1300	61	1300	23	3250	161
1400	172	1400	71	1400	76	1400	25	3500	189
1500	181	1500	77	1500	89	1500	27	3750	222
1600	226	1600	84	1600	108	1600	28	4000	278
1700	272	1700	92	1700	128	1700	38	4125	357
1800	341	1800	101	1800	147	1800	34		
1900	432	1900	111	1900	172	1900	36		
2000	575	2000	125	2000	203	2000	39		
2100	812	2100	138	2100	232	2100	42		
2200	1082	2200	158	2200	261	2200	47		

L.4.1 Hasil Uji Elemen Sambungan Dengan Variasi Jumlah Paku

Beban	8 paku	Beban	12 paku	Beban	16 paku	Beban	20 paku	Beban	24 paku
kg	Δ slip 10^{-2} (mm)	kg	Δ slip 10^{-2} (mm)	kg	Δ slip 10^{-2} (mm)	kg	Δ slip 10^{-2} (mm)	kg	Δ slip 10^{-2} (mm)
2300	1332	2300	167	2300	292	2300	51		
2400	1402	2400	187	2400	325	2400	54		
2500	1511	2500	215	2500	361	2500	61		
2600	1573	2600	240	2600	393	2600	66		
2700	1635	2700	270	2700	431	2700	71		
2800	1726	2800	312	2800	462	2800	76		
2890	2045	2900	358	2900	503	2900	82		
		3000	415	3000	546	3000	91		
		3100	572	3100	597	3100	97		
		3200	805	3200	661	3200	108		
		3300	934	3300	785	3300	119		
		3400	1005	3400	831	3400	131		
		3500	1087	3500	883	3500	143		
		3600	1192	3600	936	3600	156		
		3700	1265	3700	1005	3700	174		
		3800	1350	3800	1048	3800	193		
		3900	1405	3900	1122	3900	206		
		3920	1460	4000	1168	4000	227		
				4100	1223	4100	247		
				4200	1284	4200	276		
				4300	1332	4300	304		
				4400	1398	4400	348		
				4450	1457	4490	416		



Grafik elemen hubungan beban – slip (Δ) paku

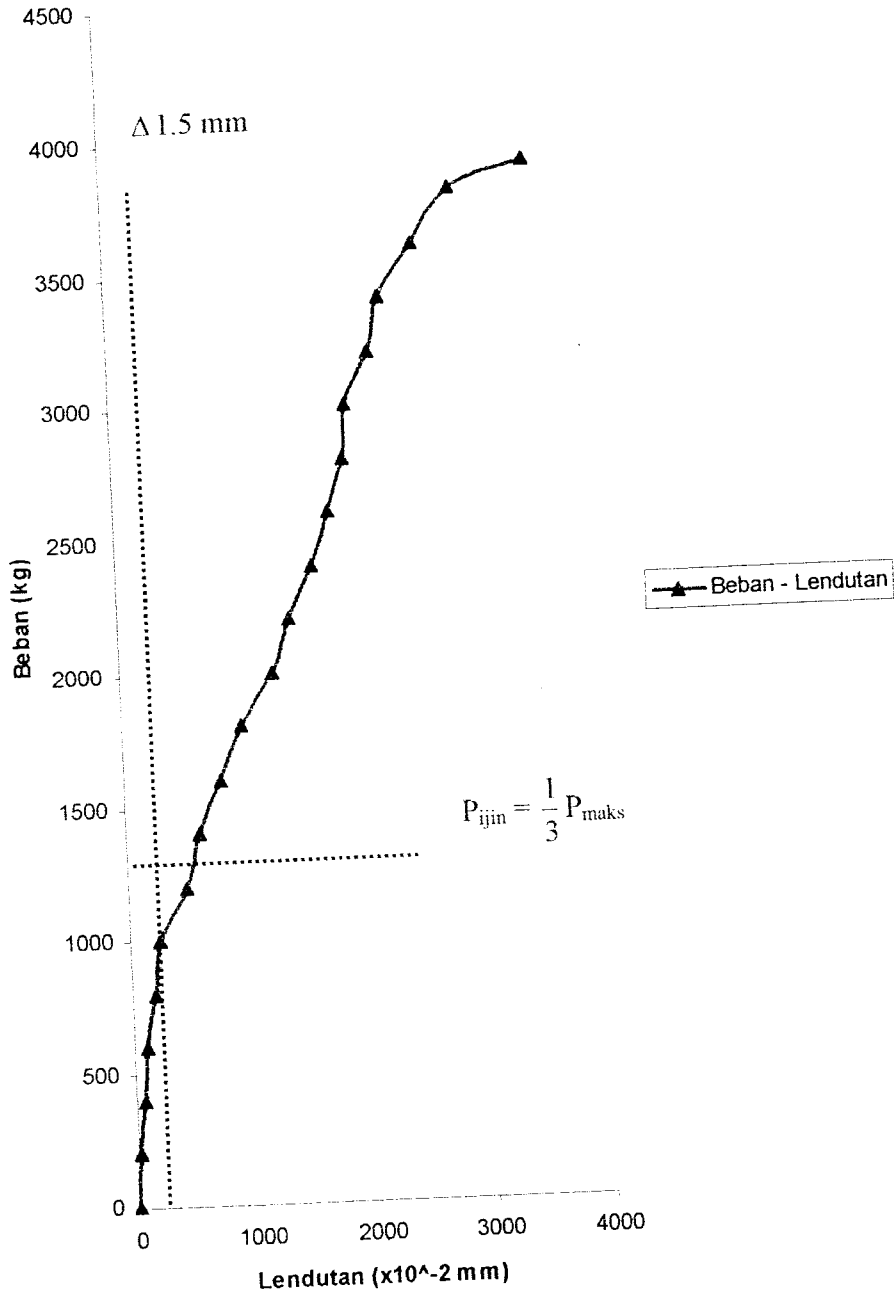
Lampiran V

Hasil Pengamatan Uji Eksperimen Sambungan Paku Pada Kuda-Kuda Kayu Menggunakan Profil Tabung Baja

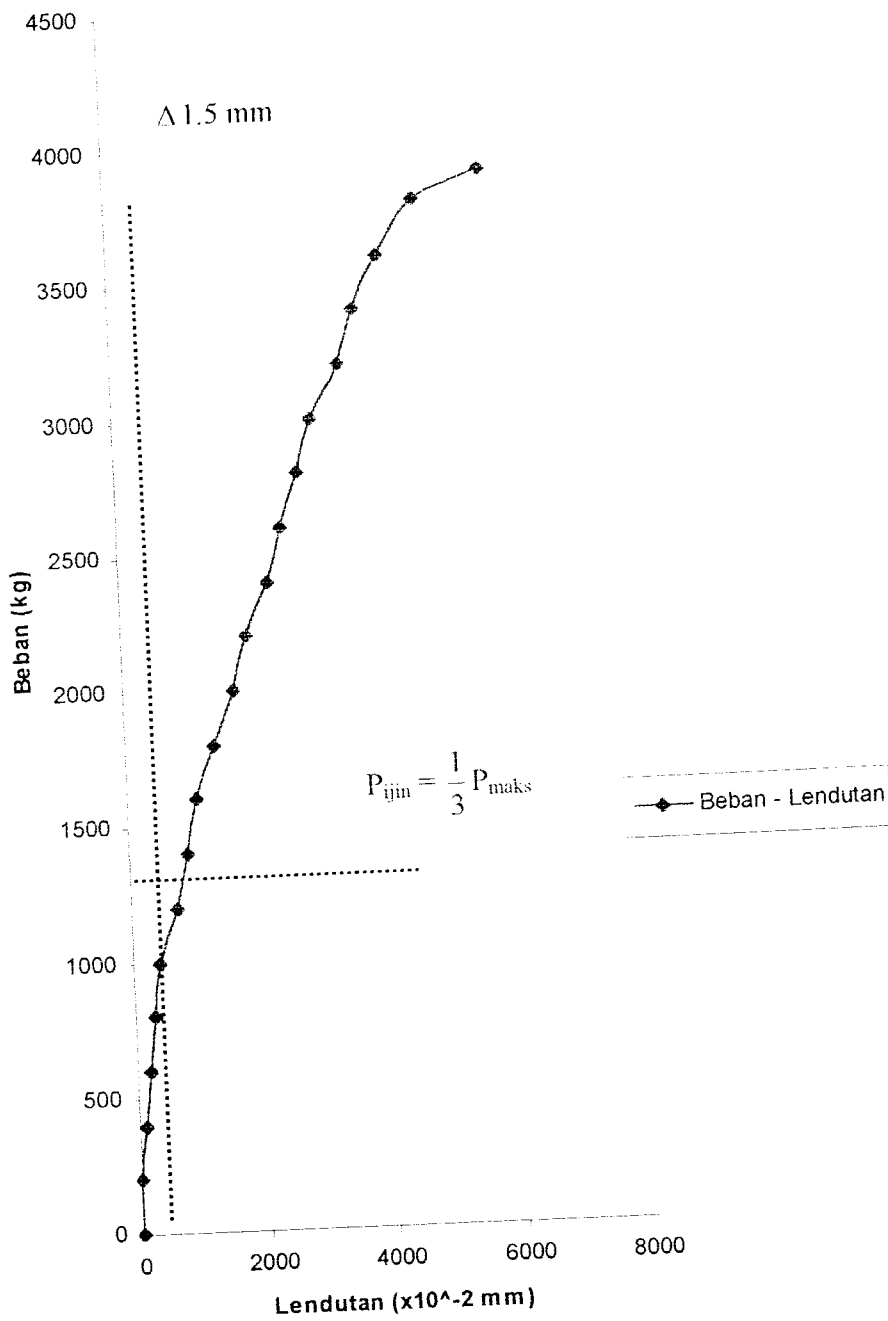
Lampiran V

L.5.1 Pengamatan benda uji I

Beban (kg)	Pengamatan Dial								
	Dial A	Dial A'	A _{Rata}	Dial B	Dial B'	B _{Rata}	Dial C	Dial C'	C _{Rata}
	Δ 10 ⁻² (mm)	Δ 10 ⁻² (mm)	Δ 10 ⁻² (mm)	Δ 10 ⁻² (mm)	Δ 10 ⁻² (mm)	Δ 10 ⁻² (mm)	Δ 10 ⁻² (mm)	Δ 10 ⁻² (mm)	Δ 10 ⁻² (mm)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
200	14	15	14.5	3	22	12.5	2	39	20.5
400	49	77	63	150	80	115	20	143	81.5
600	85	117	101	237	142	189.5	60	212	136
800	172	198	185	349	272	310.5	135	317	226
1000	202	287	244.5	418	414	416	215	433	324
1200	506	455	480.5	741	638	689.5	336	633	484.5
1400	605	598	601.5	950	849	899.5	451	785	618
1600	826	771	798.5	1125	1040	1082.5	552	935	743.5
1800	972	1012	992	1432	1272	1352	671	1142	906.5
2000	1133	1389	1261	1830	1548	1689	820	1382	1101
2200	1268	1564	1416	2119	1772	1945.5	944	1560	1252
2400	1444	1810	1627	2539	2080	2309.5	1125	1788	1456.5
2600	1594	1975	1784.5	2723	2355	2539	1288	1961	1624.5
2800	1730	2110	1920	3042	2595	2818.5	1413	2106	1759.5
3000	1820	2089	1954.5	3272	2865	3068.5	1574	2246	1910
3200	2025	2310	2167.5	3680	3385	3532.5	1792	2576	2184
3400	2185	2355	2270	3987	3610	3798.5	1952	3021	2486.5
3600	2378	2760	2569	4381	4005	4193	2156	3676	2916
3800	2702	3090	2896	4985	4605	4795	2691	4334	3512.5
3900	3275	3780	3527.5	6123	5535	5829	3754	5758	4756

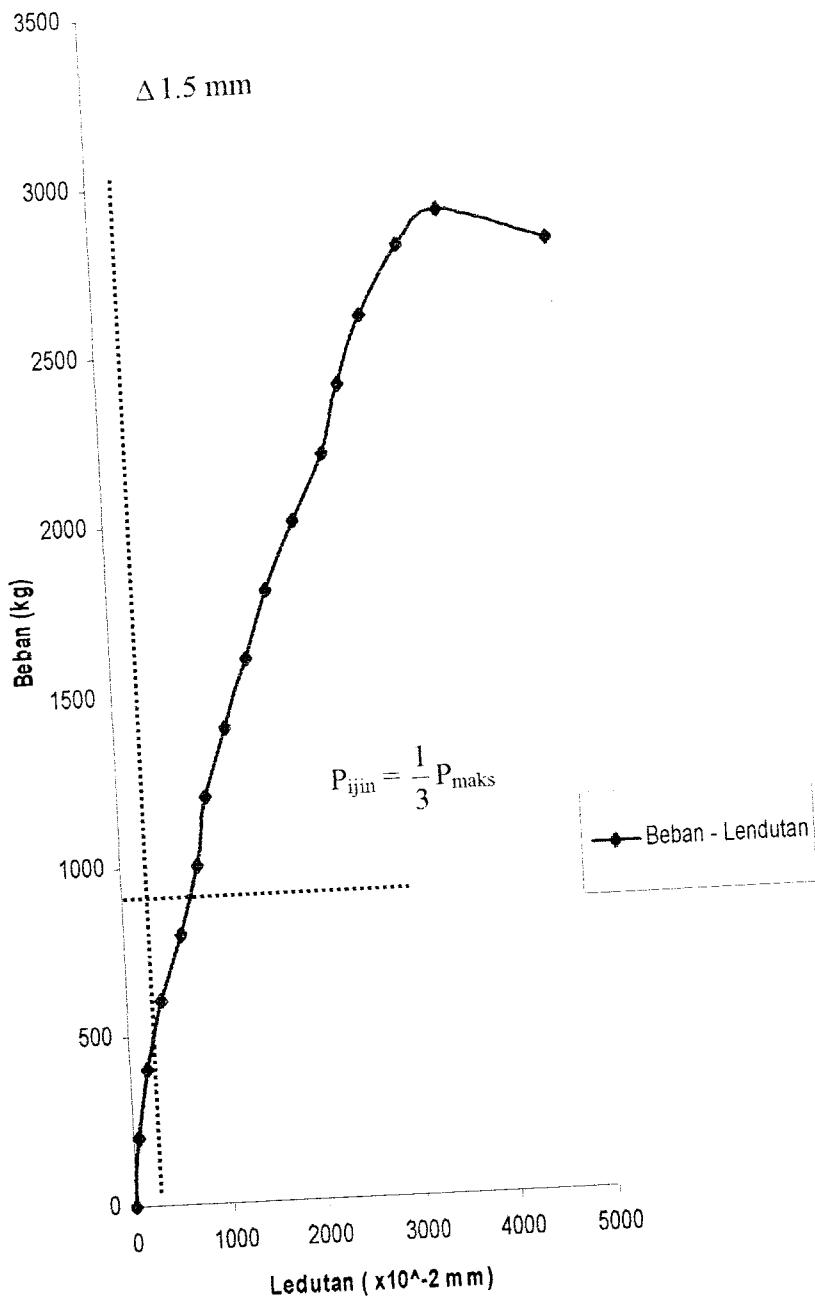


Grafik Beban – Lendutan Benda Uji I Dial $A_{Rata-rata}$

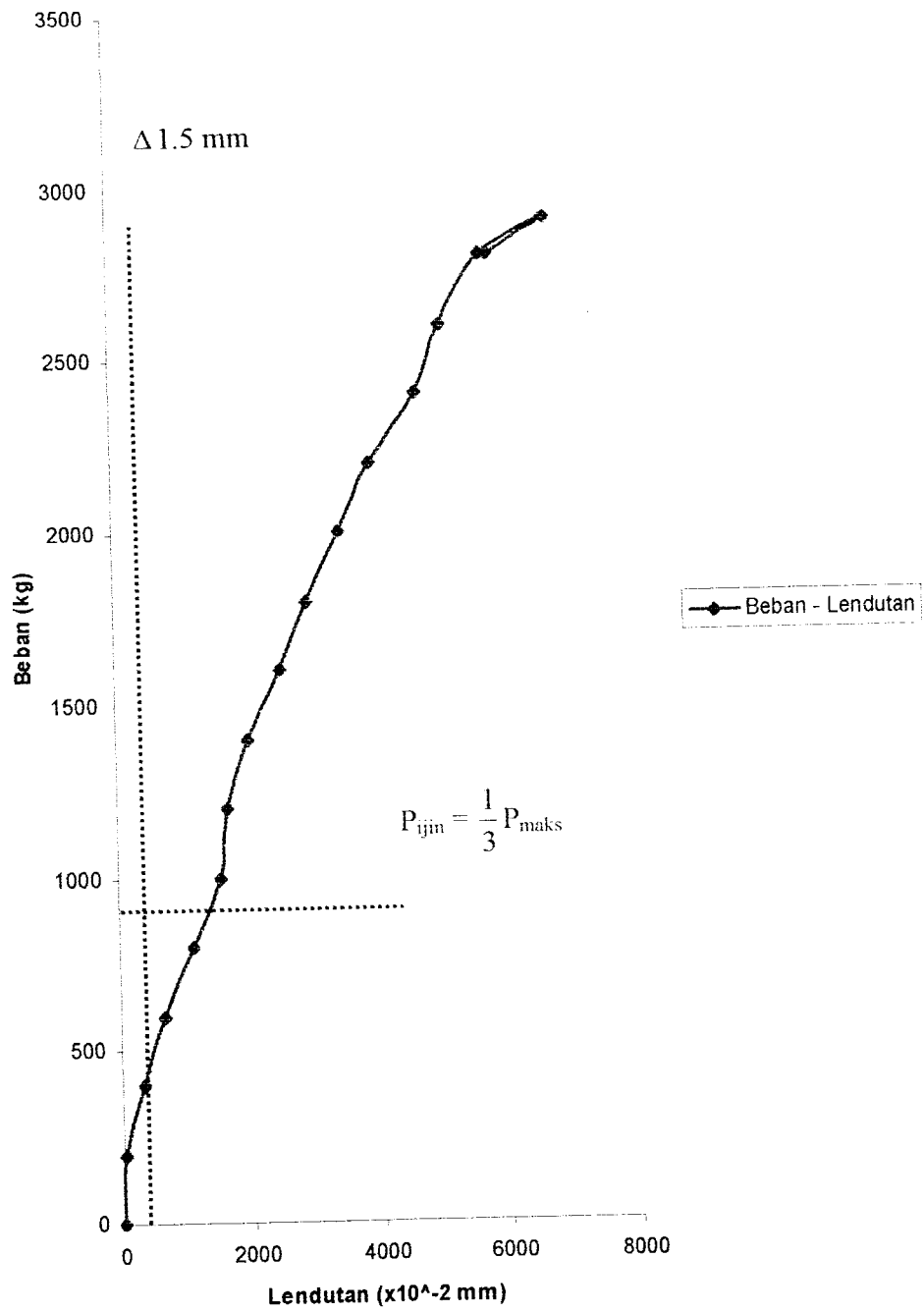


Grafik Beban – Lendutan Benda Uji I Dial $B_{Rata-rata}$





Grafik Beban – Lendutan Benda Uji II Dial $A_{Rata-rata}$



Grafik Beban – Lendutan Benda Uji II Dial B_{Rata-rata}

Lampiran VI

L.6.1 Perhitungan Pcr Batang Tarik dan Batang Desak

1. Batang 1 (Desak)

$$\begin{aligned} P_{cr} &= \frac{\pi^2 x E x I}{l k^2} && \text{Rumus Euler karena } \lambda > 57 && (3.23) \\ &= \frac{3.14^2 x 100000 x 216}{111.803^2} \\ &= 17037.388 \text{ kg} \end{aligned}$$

2. Batang 2 (Tarik)

$$P_{cr} = \sigma_{t//} \times A_n \quad (3.18)$$

dimana : A_n = Perlemahan x Fbruto

$$= 15\% \times 6 \times 12$$

$$= 10.8 \text{ cm}^2$$

$$P_{cr} = 862.276 \times 10.8$$

3. Batang 3 (Desak)

$$\begin{aligned} P_{cr} &= \frac{\pi^2 x E x I}{l k^2} \\ &= \frac{3.14^2 x 100000 x 216}{111.803^2} \\ &= 17037.388 \text{ kg} \end{aligned}$$

4. Batang 4 (Desak)

$$\begin{aligned} P_{cr} &= \frac{\pi^2 x EI}{lk^2} \\ &= \frac{3.14^2 x 100000 x 216}{111.803^2} \\ &= 17037.388 \text{ kg} \end{aligned}$$

5. Batang 5 (Tarik)

$$P_{cr} = \sigma_{tr} \times A_n$$

dimana : $A_n = \text{Perlemahan} \times \text{Fbruto}$

$$= 15\% \times 6 \times 12$$

$$= 10.8 \text{ cm}^2$$

$$P_{cr} = 862.276 \times 10.8$$

$$= 9312.581 \text{ kg}$$

6. Batang 6 (Desak)

$$\begin{aligned} P_{cr} &= \frac{\pi^2 x EI}{lk^2} \\ &= \frac{3.14^2 x 100000 x 216}{111.803^2} \\ &= 17037.388 \text{ kg} \end{aligned}$$

7. Batang 7 (Desak)

$$\begin{aligned} P_{cr} &= \frac{\pi^2 x E x I}{lk^2} \\ &= \frac{3.14^2 x 1000000 x 216}{111.803^2} \\ &= 17037.388 \text{ kg} \end{aligned}$$

8. Batang 8 (Tarik)

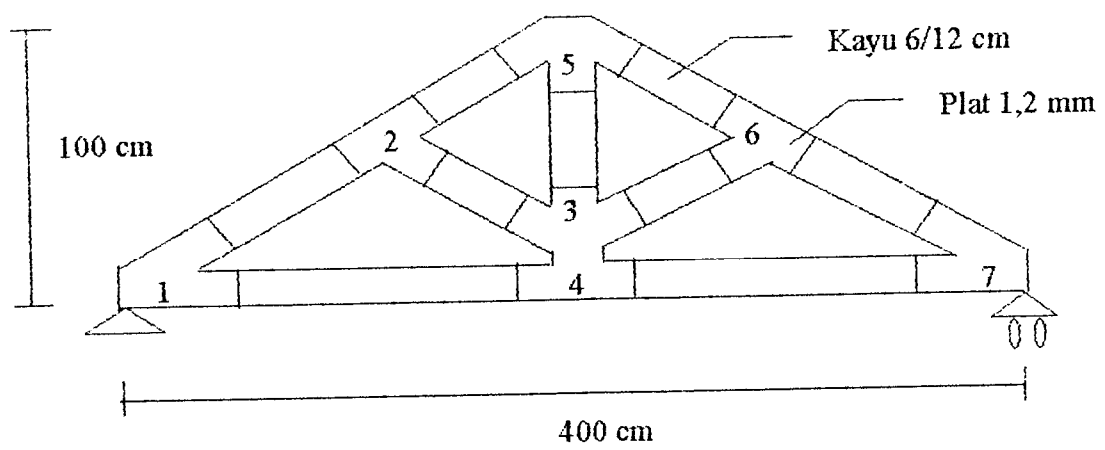
$$\begin{aligned} P_{cr} &= \sigma_{\text{tr}} \times A_n && \text{dimana : } A_n = \text{Perlemahan} \times \text{Fbruto} \\ & && = 15\% \times 6 \times 12 \\ & && = 10.8 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{cr} &= 862.276 \times 10.8 \\ &= 9312.581 \text{ kg} \end{aligned}$$

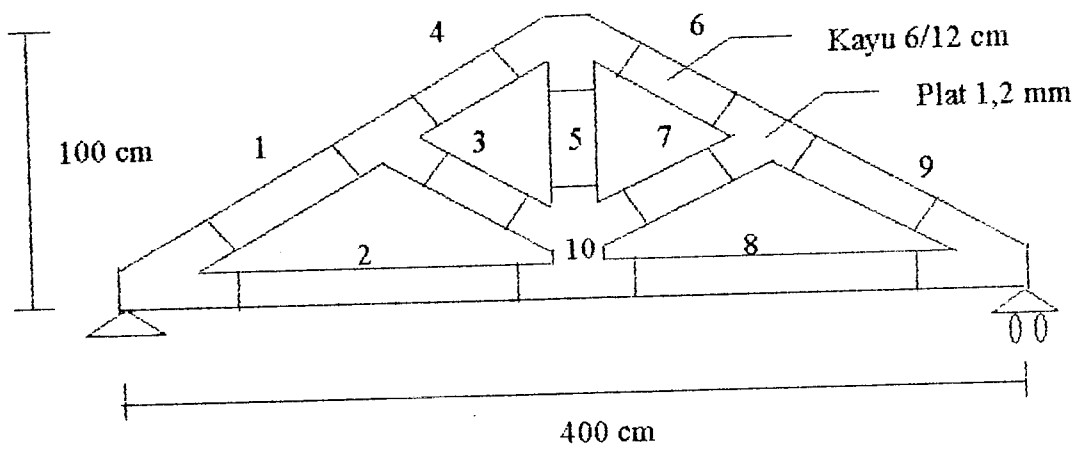
9. Batang 9 (Desak)

$$\begin{aligned} P_{cr} &= \frac{\pi^2 x E x I}{lk^2} \\ &= \frac{3.14^2 x 1000000 x 216}{111.803^2} \\ &= 17037.388 \text{ kg} \end{aligned}$$

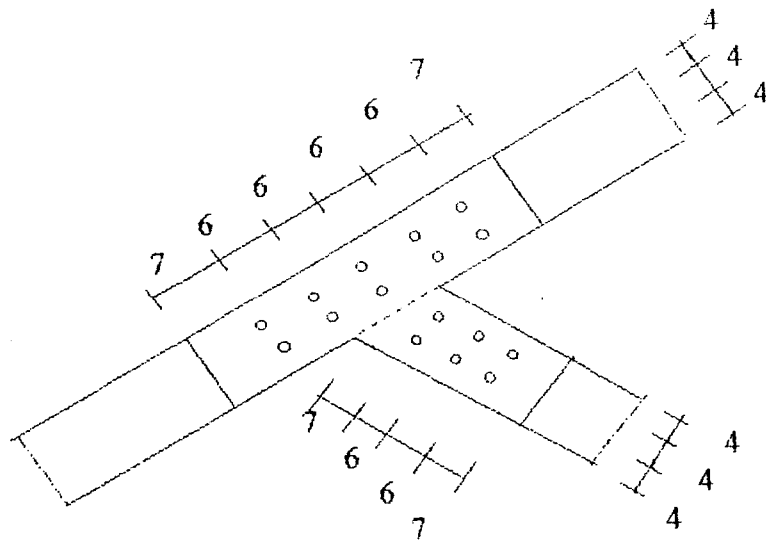
GAMBAR DETAIL SAMBUNGAN
&
FOTO UJI LABORATORIUM



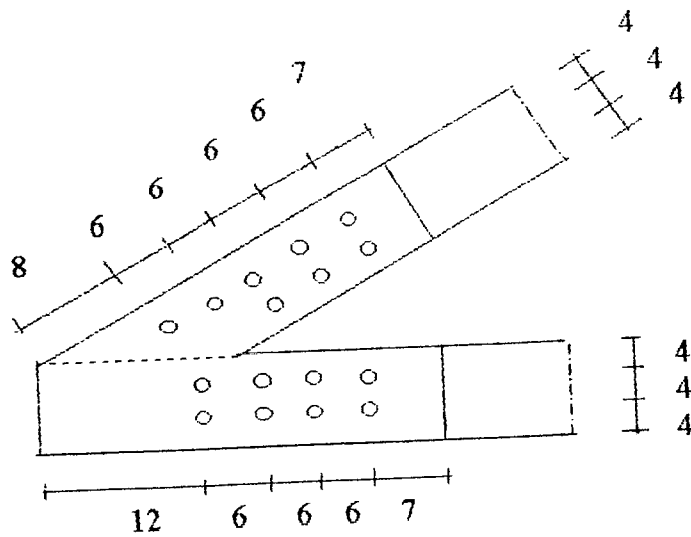
Gambar nama join stuktur kuda-kuda



Gambar nama elemen stuktur kuda-kuda

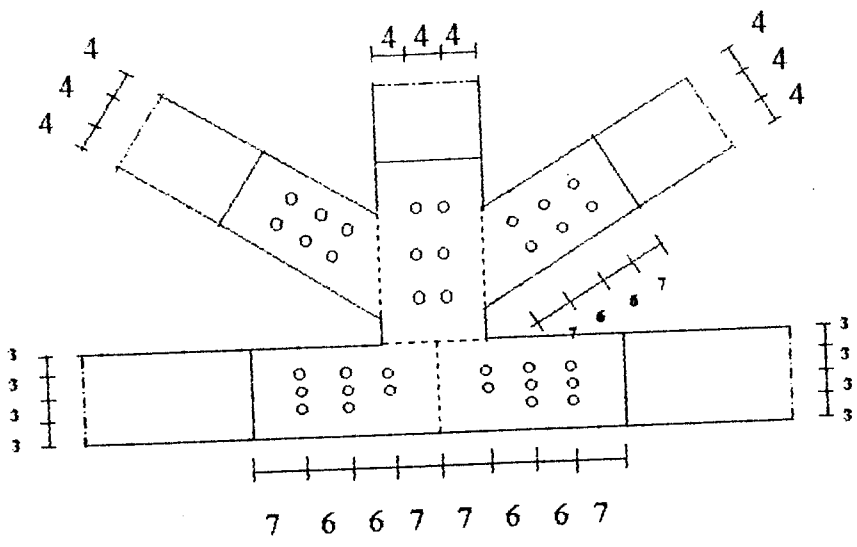


Gambar detail join 2

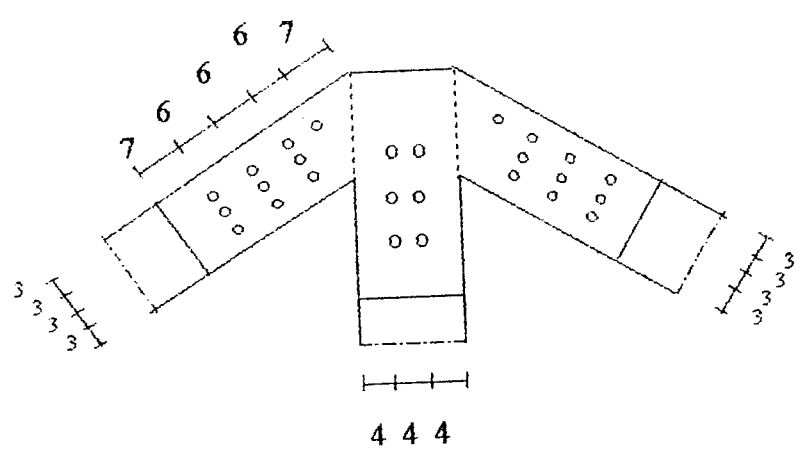


Gambar detail join 1

Satuan gambar dalam cm

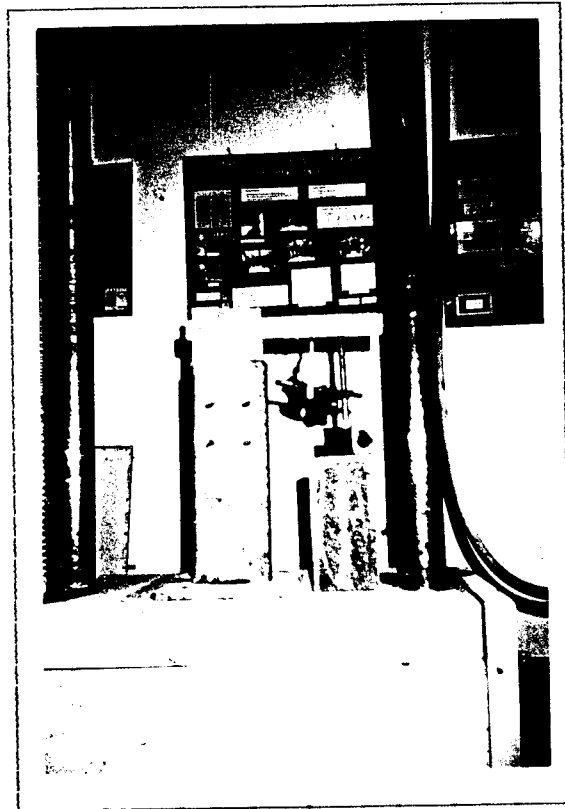


Gambar detail join 3 dan join 4

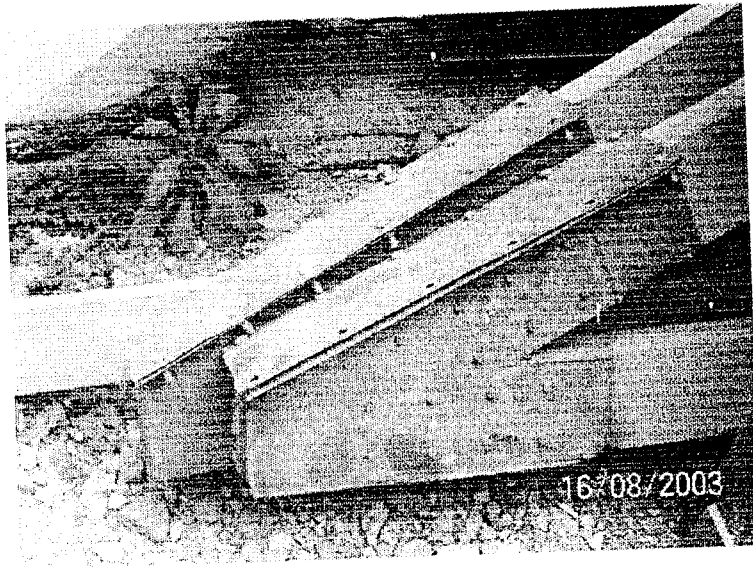


Gambar detail join 5

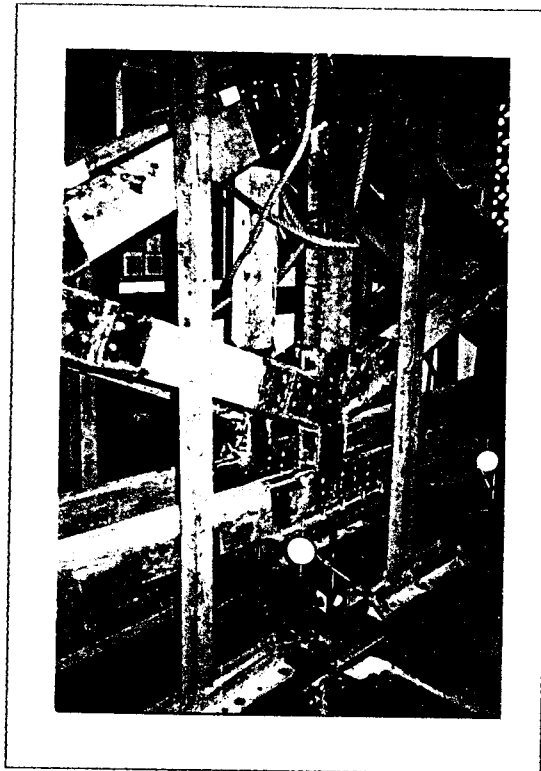
Satuan gambar dalam cm



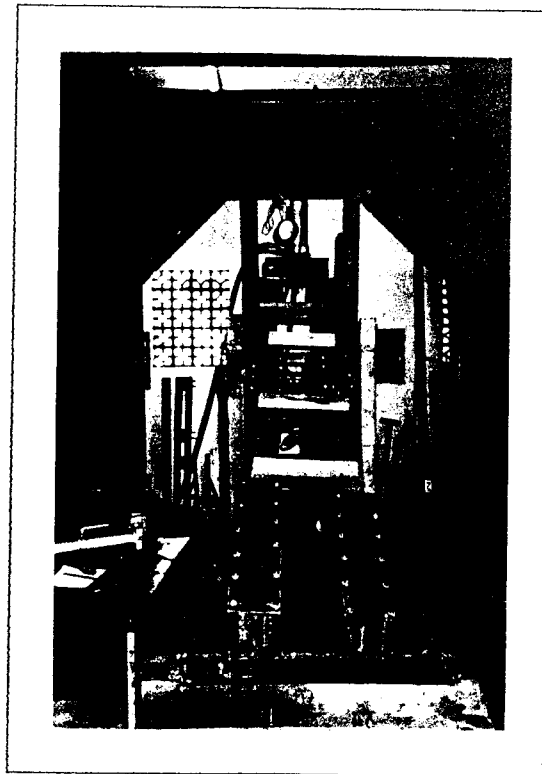
Gambar uji kekuatan paku pada elemen kayu menggunakan profil tabung baja



Gambar kerusakan sambungan kuda-kuda



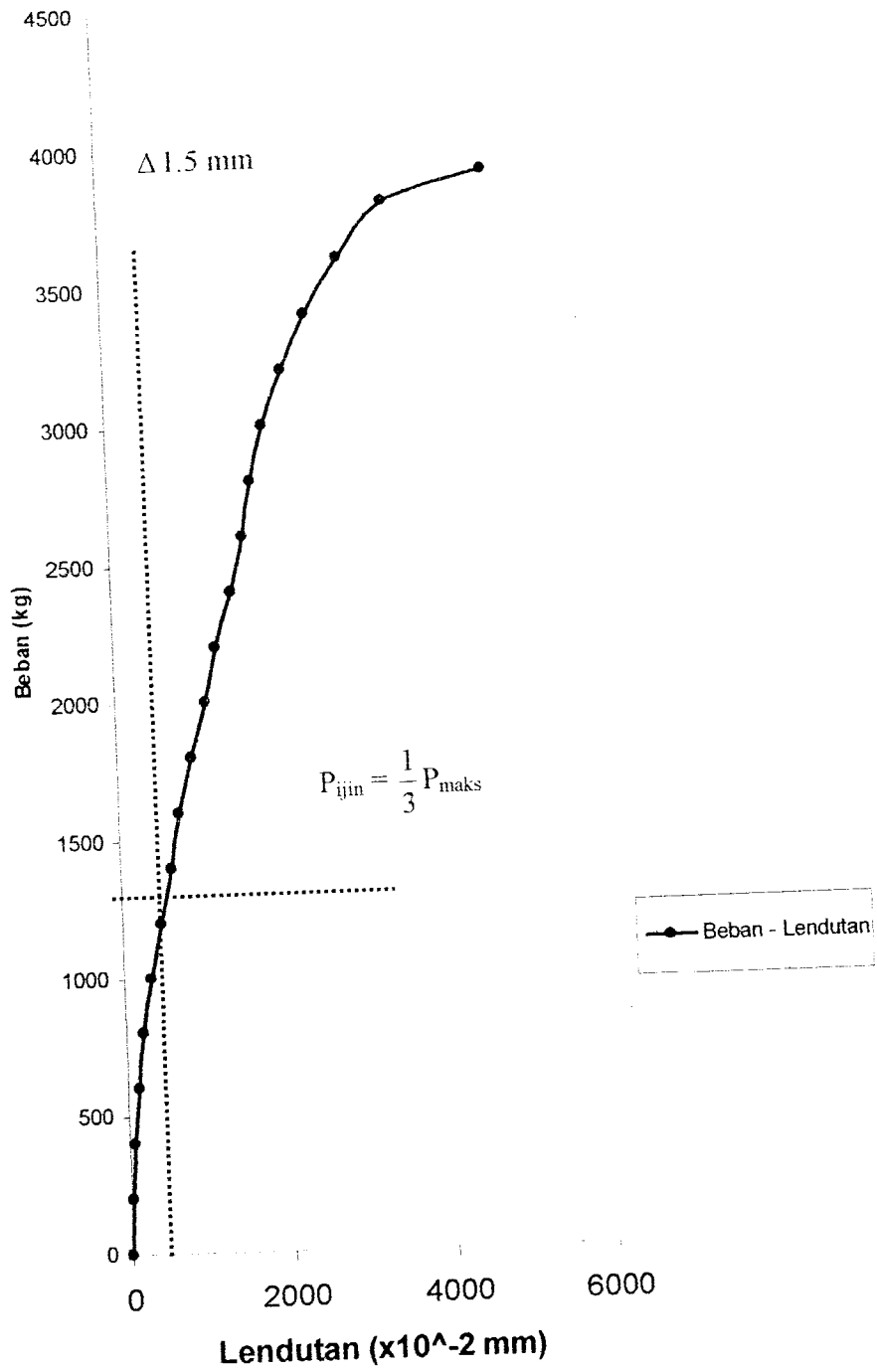
Gambar pemasangan *dial*



Gambar pemasangan *hidrolik jack*

L.5.2 Pengamatan benda uji II

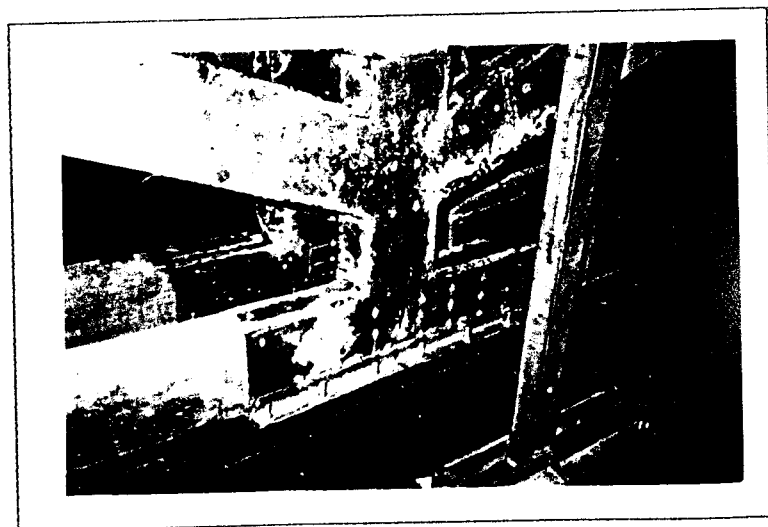
Beban (kg)	Pengamatan Dial								
	Dial A	DialA'	A _{Rata}	Dial B	DialB'	B _{Rata}	Dial C	DialC'	C _{Rata}
	Δ 10 ⁻² (mm)	Δ 10 ⁻² (mm)	Δ 10 ⁻² (mm)	Δ 10 ⁻² (mm)	Δ 10 ⁻² (mm)	Δ 10 ⁻² (mm)	Δ 10 ⁻² (mm)	Δ 10 ⁻² (mm)	Δ 10 ⁻² (mm)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
200	16	90	53	32	58	45	10	60	35
400	109	258	183.5	178	490	334	91	265	178
600	248	472	360	415	911	663	205	516	360.5
800	450	728	589	725	1506	1115.5	497	829	663
1000	632	934	783	1304	1775	1539.5	580	1039	809.5
1200	711	1116	913.5	1340	2000	1670	705	1203	954
1400	979	1306	1142.5	1631	2411	2021	895	1364	1129.5
1600	1238	1585	1411.5	2090	2930	2510	1112	1632	1372
1800	1468	1825	1646.5	2505	3375	2940	1385	1880	1632.5
2000	1765	2147	1956	3025	3930	3477.5	1688	2141	1914.5
2200	2033	2556	2294.5	3460	4462	3961	3675	2421	3048
2400	2285	2704	2494.5	4330	5025	4677.5	3881	2672	3276.5
2600	2527	2957	2742	4750	5385	5067.5	4179	2928	3553.5
2800	2878	3433	3155.5	5360	6085	5722.5	4484	3287	3885.5
2900	3398	3810	3604	6504	6965	6734.5	4785	3744	4264.5
2800	3708	5746	4727	6954	4740	5847	5084	3988	4536



Grafik Beban – Lendutan Benda Uji I Dial C_{Rata-rata}



Gambar pengujian sampel kuda-kuda



Gambar detail sambungan pada kuda-kuda