

TUGAS AKHIR

**UJI EKSPERIMEN SAMBUNGAN BAUT
PADA KUDA-KUDA KAYU
DENGAN MENGGUNAKAN PLAT BUHUL BAJA**



MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UJI YOGYAKARTA

Disusun Oleh:

ALEXANDER

No. Mhs. 89310163
NIRM 890051013114120

TRI SAMBODHO

No. Mhs. 90310043
NIRM 900051013114120038

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2002**

TUGAS AKHIR

**UJI EKSPERIMEN SAMBUNGAN BAUT
PADA KUDA-KUDA KAYU
DENGAN MENGGUNAKAN PLAT BUHUL BAJA**

Disusun oleh:

ALEXANDER


No. Mhs. 89310163
NIRM 890051013114120

TRI SAMBODHO

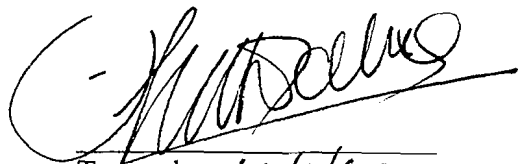
No. Mhs. 90310043
NIRM 900051013114120038

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. H. Susastrawan, MS
Dosen Pembimbing I


Tanggal : 4/1 2002

Ir. H. Suharyatmo, MT
Dosen Pembimbing II


Tanggal : 11/1/02

KATA PENGANTAR

Assallamu'alaikum Wr.Wb.

Puji syukur penyusun panjatkan kehadiran Allah S.W.T. yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat melaksanakan dan menyelesaikan Tugas Akhir yang merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan jenjang Strata 1 Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Selama proses penyusunan Tugas Akhir ini, tentunya tidak lepas dari rintangan dan hambatan. Namun demikian dengan bantuan dan dorongan dari berbagai pihak akhirnya hambatan dan rintangan tersebut dapat teratasi. Untuk itu pada kesempatan ini penyusun menyampaikan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Bapak Ir. H. Susastrawan, MS, selaku Dosen Pembimbing I,
2. Bapak Ir. H. Suharyatmo, MT, selaku Dosen Pembimbing II,
3. Bapak Ir. H. Munadhir, M.S, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia,
4. Bapak Ir. Widodo, MSCE, Phd, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia,
5. Segenap karyawan Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia,

6. Segenap anggota keluarga yang selama ini telah banyak memberikan dorongan, semangat, dan doa,
7. Rekan-rekan mahasiswa yang telah memberikan bantuan baik tenaga maupun pikiran, serta
8. Pihak-pihak lain yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Meskipun sudah berusaha untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini, namun karena keterbatasan pengetahuan dan waktu, tentu saja Tugas Akhir ini masih banyak membutuhkan masukan-masukan untuk dapat lebih sempurna.

Semoga apa yang penyusun usahakan ini dapat memberikan manfaat yang baik bagi semua pihak. Amin.

Wassalamu'alaikum. Wr. Wb.

Yogyakarta, Januari 2002

Penyusun

DAFTAR ISI

	<i>Halaman</i>
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR GRAFIK	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR NOTASI.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Keaslian Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
BAB III LANDASAN TEORI.....	8
3.1 Sambungan Baut.....	8

3.2	Hubungan Beban - Lendutan.....	9
3.3	Modulus Elastis (E).....	11
3.4	Faktor Tekuk Akibat Beban Desak.....	12
BAB IV	METODE PENELITIAN.....	15
4.1	Bahan-bahan Penelitian.....	15
4.2	Pembuatan Benda Uji.....	16
4.2.1	Pembuatan benda uji pendahuluan.....	16
4.2.2	Pembuatan benda uji sambungan pada batang kuda-kuda kayu.....	17
4.3	Peralatan Penelitian.....	19
4.4	Prosedur Penelitian.....	20
BAB V	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	22
5.1	Hasil Penelitian Pendahuluan.....	22
5.1.1	Hasil uji kadar lengas kayu.....	22
5.1.2	Kuat lentur kayu.....	23
5.1.3	Kuat desak sejajar serat kayu.....	23
5.1.4	Kuat desak tegak lurus serat kayu.....	24
5.1.5	Kuat tarik sejajar serat kayu.....	24
5.1.6	Kuat geser sejajar serat kayu.....	25

5.1.7	Kuat geser tegak lurus serat kayu.....	25
5.1.8	Berat volume kayu.....	26
5.1.9	Kuat geser baut.....	26
5.1.10	Kuat tarik plat baja.....	26
5.2	Analisa Gaya Batang dengan SAP 90.....	27
5.3	Hasil Uji Sambungan pada Batang Kuda-kuda Kayu.....	29
5.4	Pembahasan.....	30
5.4.1	Mutu bahan.....	30
5.4.2	Tegangan geser pada kayu.....	30
5.4.3	Tegangan lentur pada baut.....	31
5.4.4	Tekuk pada batang desak.....	32
5.4.5	Analisa data hubungan beban – lendutan.....	33
<hr/>		
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN.....	35
6.1	Kesimpulan.....	35
6.2	Saran-saran.....	36

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1	Skema pengambilan benda uji pada balok kayu.....	16
Gambar 4.2	Benda uji tarik plat baja.....	16
Gambar 4.3	Model uji sambungan baut pada batang desak searah serat kayu	18
Gambar 4.4	Model uji sambungan baut pada batang desak tegak lurus arah serat kayu.....	18
Gambar 4.5	Model uji sambungan baut pada batang desak searah sudut α° terhadap serat kayu.....	19
Gambar 5.1	Gaya batang kuda-kuda kayu.....	27
Gambar L.1	Gambar penampang sambungan dengan baut 4 buah.....	L14
Gambar L.2	Gambar penampang sambungan dengan baut 6 buah.....	L14
Gambar L.3	Jarak baut pada batang 29 kuda-kuda atap Blok B Unit VII.....	L14
Gambar L.4	Jarak baut pada batang 30 kuda-kuda atap Blok B Unit VII.....	L14
Gambar L.5	Pembebanan pada batang rangka kuda-kuda dengan arah gaya $\alpha = 0^\circ$ terhadap arah serat kayu.....	L20
Gambar L.6	Pembebanan pada batang rangka kuda-kuda dengan arah gaya $\alpha = 68^\circ$ terhadap arah serat kayu.....	L20
Gambar L.7	Pembebanan pada batang rangka kuda-kuda dengan arah gaya $\alpha = 90^\circ$ terhadap arah serat kayu.....	L20
Gambar L.8	Kerusakan pada batang rangka kuda-kuda dengan arah gaya $\alpha = 0^\circ$ terhadap arah serat kayu.....	L20
Gambar L.9	Kerusakan pada batang rangka kuda-kuda dengan arah gaya $\alpha = 62^\circ$ terhadap arah serat kayu.....	L20
Gambar L10	Kerusakan pada batang rangka kuda-kuda dengan arah gaya $\alpha =$	

Gambar L11	Kerusakan pada batang rangka kuda-kuda dengan arah gaya $\alpha = 90^\circ$ terhadap arah serat kayu.....	L20
Gambar L12	Kerusakan pada baut rangka kuda-kuda	L20
Gambar L13	Tampang plat baja rangka kuda-kuda dengan arah gaya $\alpha = 0^\circ$ terhadap arah serat kayu pasca pembebanan.....	L20
Gambar L14	Tampang plat baja rangka kuda-kuda dengan arah gaya $\alpha = 62^\circ$ terhadap arah serat kayu pasca pembebanan.....	L20
Gambar L15	Tampang plat baja rangka kuda-kuda dengan arah gaya $\alpha = 0^\circ$ terhadap arah serat kayu pasca pembebanan.....	L20
Gambar L16	Tampang plat baja rangka kuda-kuda dengan arah gaya $\alpha = 0^\circ$ terhadap arah serat kayu pasca pembebanan.....	L20

DAFTAR GRAFIK

Grafik 3.1	Grafik hubungan tegangan regangan pada kayu dan baja.....	10
Grafik 3.2	Grafik hubungan beban (P) dan lendutan (δ).....	10
Grafik 3.3	Grafik P_{ijin} pada baut.....	11
Grafik L.1	Hubungan beban slip sambungan baut DS // 01 pada $\alpha = 0^\circ$	L18
Grafik L.2	Hubungan beban slip sambungan baut DS // 02 pada $\alpha = 0^\circ$	L18
Grafik L.3	Hubungan beban slip sambungan baut DS // 03 pada $\alpha = 0^\circ$	L18
Grafik L.4	Hubungan beban slip sambungan baut DS α_1 01 pada $\alpha = 62^\circ$...	L18
Grafik L.5	Hubungan beban slip sambungan baut DS α_1 02 pada $\alpha = 62^\circ$...	L18
Grafik L.6	Hubungan beban slip sambungan baut DS α_1 03 pada $\alpha = 62^\circ$...	L18
Grafik L.7	Hubungan beban slip sambungan baut DS α_2 01 pada $\alpha = 68^\circ$...	L18
Grafik L.8	Hubungan beban slip sambungan baut DS α_2 02 pada $\alpha = 68^\circ$...	L18
Grafik L.9	Hubungan beban slip sambungan baut DS α_2 01 pada $\alpha = 68^\circ$...	L18
Grafik L.10	Hubungan beban slip sambungan baut DS \perp 01 pada $\alpha = 90^\circ$....	L18
Grafik L.11	Hubungan beban slip sambungan baut DS \perp 02 pada $\alpha = 90^\circ$	L18
Grafik L.12	Hubungan beban slip sambungan baut DS \perp 03 pada $\alpha = 90^\circ$	L18

DAFTAR TABEL

	<i>Halaman</i>
Tabel 2.1 Tegangan leleh baut mutu tinggi (<i>HTB</i>) menurut diameternya...	6
Tabel 2.2 Tegangan yang diperkenankan untuk kayu mutu A.....	6
Tabel 3.1 Faktor tekuk dan tegangan tekuk yang diperkenankan untuk batang desak.....	13
Tabel 4.1 Benda uji pendahuluan.....	17
Tabel 5.1 Hasil pengujian kadar lengas kayu.....	22
Tabel 5.2 Hasil pengujian kuat lentur kayu.....	23
Tabel 5.3 Hasil pengujian kuat desak sejajar serat kayu.....	23
Tabel 5.4 Hasil pengujian kuat desak tegak lurus serat kayu.....	24
Tabel 5.5 Hasil pengujian kuat tarik sejajar serat kayu.....	24
Tabel 5.6 Hasil pengujian kuat geser sejajar serat kayu.....	25
Tabel 5.7 Hasil pengujian kuat geser tegak lurus serat kayu.....	25
Tabel 5.8 Hasil pengujian berat volume kayu.....	26
Tabel 5.9 Hasil pengujian kuat geser baut ϕ 5/8".....	26
Tabel 5.10 Hasil pengujian kuat tarik plat baja 5 mm	27
Tabel 5.11 Gaya batang kuda-kuda kayu dengan SAP 90.....	27
Tabel 5.12 Beban maksimal pada batang kuda-kuda dengan perhitungan SAP 90.....	29
Tabel 5.13 Pembebanan maksimal batang kuda-kuda dengan arah pembebanan searah α° terhadap arah serat kayu.....	29

Tabel 5.14	Hitungan tegangan geser kayu pada batang 29, 30 dan hasil uji laboratorium.....	31
Tabel 5.15	Tegangan lentur baut pada batang 29, 30 dan hasil uji laboratorium.....	32
Tabel 5.16	Analisa beban – selip pada sambungan baut $\alpha = 0^\circ, 62^\circ, 68^\circ,$ dan 90°	33
Tabel 5.17	Analisa daktilitas simpangan pada kayu dengan alat sambung baut.....	34

DAFTAR LAMPIRAN

1. Kartu Peserta Tugas Akhir	L1
2. Data Pemeriksaan Kadar Lengas Kayu	L2
3. Data Pemeriksaan Tegangan Lentur Kayu	L3
4. Data Pemeriksaan Tegangan Desak // Serat Kayu	L4
5. Data Pemeriksaan Tegangan Desak \perp Serat Kayu	L5
6. Data Pemeriksaan Tegangan Tarik // Serat Kayu	L6
7. Data Pemeriksaan Tegangan Geser // Serat Kayu	L7
8. Data Pemeriksaan Tegangan Geser \perp Serat Kayu.....	L8
9. Data Pemeriksaan Berat Volume Kayu	L9
10. Data Pemeriksaan Tegangan Geser Baut.....	L10
11. Data Pemeriksaan Tegangan Tarik Plat Baja	L11
12. Hitungan modulus elastis kayu bangkirai.....	L12
13. Analisa Pembebanan dan Disain Struktur Rangka Kuda-kuda Kayu Blok B Proyek Pembangunan Kampus Terpadu Unit VII UII.....	L13
14. Hitungan Tegangan Geser yang Terjadi pada Kayu.....	L14
15. Hitungan Tegangan Lentur yang Terjadi pada Baut.....	L15
16. Hitungan Tekuk pada Batang Desak.....	L16
17. Hitungan kapasitas sambungan baut menurut PKKI-NI 1961.....	L17
18. Data pemeriksaan desak sambungan baut $\alpha = 0^\circ, 62^\circ, 68^\circ, \text{ dan } 90^\circ$...	L18

19. Gambar Kuda-kuda Atap Blok B Proyek Pembangunan Kampus Terpadu Unit VII Universitas Islam Indonesia.....	L19
20. Foto-foto Penelitian.....	L20

DAFTAR NOTASI

- A : luas penampang, cm^2
- b : lebar penampang kayu, cm
- b_1 : tebal kayu tepi (plat sambung), cm
- b_3 : tebal kayu tengah, cm
- d : diameter baut, inch
- E : modulus elastis, kg/cm^2
- g : berat jenis kayu kering udara, kg/cm^3
- h : tinggi penampang kayu, cm
- L_0 : panjang awal kayu, cm
- MC : kadar lengas kayu, %
- P : beban, kg
- v : volume, cm^3
- w : berat, gr
- w_0 : berat awal, gr
- w_1 : berat kering tungku, gr
-
- α : sudut antara arah gaya dengan serat kayu, $^\circ$
- ΔL : perubahan panjang, cm
- δ : defleksi, mm
- ϵ : regangan
- ϵ_p : regangan proporsional
- γ : berat volume, kg/cm^3

σ : tegangan, kg/cm³

σ_p : tegangan proporsional, kg/cm³

σ_{lt} : tegangan lentur ijin kayu, kg/cm³

$\sigma_{ds //}$: tegangan desak ijin sejajar serat kayu, kg/cm³

$\sigma_{ds \perp}$: tegangan desak ijin tegak lurus serat kayu, kg/cm³

$\sigma_{tr //}$: tegangan tarik ijin sejajar serat kayu, kg/cm³

$\tau //$: tegangan geser ijin sejajar serat kayu, kg/cm³

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kuda-kuda merupakan salah satu komponen dalam struktur bangunan yang berfungsi untuk melindungi struktur yang ada di bawahnya. Bahan struktur kuda-kuda atap suatu bangunan biasanya terbuat dari baja, beton maupun kayu. Dari ketiga bahan bangunan tersebut, masing-masing memiliki kelebihan maupun kekurangan sehingga dalam menentukan bahan yang akan digunakan harus mempertimbangkan beberapa faktor, baik itu ketersediaan, kekuatan, keperluan, daya tahan maupun metode pelaksanaannya.

Struktur rangka kuda-kuda tidak terlepas dari sambungan pada pertemuan titik buhul. Sambungan pada pertemuan titik buhul tersebut mungkin akan menimbulkan suatu kelemahan kekuatan pada struktur tersebut, sehingga kekuatan sambungan perlu ditingkatkan misalnya dengan adanya plat sambung baja. Penyambungan pada kayu dengan baut, sebenarnya tidak begitu baik karena efisiensinya rendah dan deformasinya cukup besar. Demikian halnya dengan data yang disajikan di PKKI-NI 1961 belum memberikan rincian data tegangan dan kekuatan dari kayu tetapi hanya memusatkan pada penggolongan kelas kuat kayu.

Dengan mempertimbangkan faktor-faktor tersebut mendorong peneliti untuk mengadakan suatu penelitian yang lebih mendalam berkaitan dengan hal tersebut di atas dengan mengacu pada struktur kayu pada kuda-kuda atap Proyek Pembangunan Kampus Terpadu UII Unit VII yang menggunakan bahan kayu Bangkirai dengan penyambung baut dan plat buhul baja.

1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan penelitian uji eksperimen ini dilakukan adalah untuk mengetahui kekuatan tarik dan desak dari struktur rangka atap khususnya sambungan pada batang kuda-kuda kayu.

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah memberikan masukan maupun informasi kepada semua pihak yang berkepentingan, khususnya kepada perencana struktur kayu, sehingga dapat digunakan sebagai salah satu acuan dalam perencanaan struktur kayu khususnya struktur rangka atap kayu.

1.3 Batasan Masalah

Mengingat terlalu banyaknya faktor yang terkait dalam penelitian ini, maka permasalahan yang akan ditinjau dan dilaksanakan pengujiannya perlu dibatasi dengan kriteria-kriteria tertentu dan menggunakan pendekatan yang sesuai dengan kenyataan di lapangan.

Batasan permasalahan pada penelitian ini meliputi:

1. data struktur yang dipakai mengacu pada data struktur kuda-kuda pada Proyek Pembangunan Kampus Terpadu UII Unit VII Blok B seperti berikut ini,
 - a. balok kayu bangkirai 8/12 cm,
 - b. plat buhul baja 2×5 mm dan baut baja 5/8 ",
 - c. bentang kuda-kuda 9 m,
 - d. jarak antar kuda-kuda 3 m.
2. pembebanan pada struktur kuda-kuda ini disesuaikan dengan Peraturan Pembebanan Indonesia 1983,
3. pelaksanaan pengujian dilakukan dengan uji elemen sebatas gaya maksimal yang menyebabkan sambungan mengalami retak atau patah,
4. berdasarkan asumsi di lapangan bahwa tegangan leleh baja baik itu plat maupun baut jauh di atas dari tegangan ijin kayu maka titik berat tinjauan masalah yang akan diteliti adalah pada pada titik lemah sambungan kayu, yaitu kekuatan kayu itu sendiri baik ditinjau dari tegangan tarik ataupun desaknya.

1.4 Keaslian Penelitian

Menurut sepengetahuan peneliti, penelitian mengenai uji eksperimen sambungan baut pada kuda-kuda kayu dengan menggunakan plat buhul baja belum pernah dilakukan maka penelitian ini asli.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Menurut **Suwarno Wiryomartono, 1976**, kekuatan sambungan dengan baut dipengaruhi oleh 3 faktor yaitu:

1. daya dukung baut itu sendiri terhadap lenturan,
2. geseran pada kampuh-kampuhnya dan geseran ini tergantung dari gaya tarik (gaya normal) yang timbul dalam baut itu,
3. kekuatan kayu.

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

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

Berdasarkan **PKKI 1961** kekuatan sambungan baut pada suatu sambungan kayu ditentukan dengan fungsi dari $P = f(d, b_3, \alpha)$, $P = f(d, b_1, \alpha)$, dan $P = f(d, \alpha)$.

Beban (P) yang diijinkan pada sambungan baut adalah $\frac{1}{3} P_{maks}$ atau beban patah, atau diambil beban sesaran 1,5 mm (**Suwarno Wiryomartono, 1976**).

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

Kayu mempunyai 2 sumbu, yaitu sejajar arah serat (aksial) 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 mendapat gaya desak menurut sumbu panjangnya (**Suwarno Wiryomartono, 1976**).

Tegangan yang diperkenankan untuk sambungan kayu yang arah gayanya membentuk sudut α terhadap serat kayu yaitu sebesar tegangan ijin gaya sejajar serat kayu yang dikurangi oleh selisih antara tegangan ijin gaya sejajar serat kayu dengan tegangan ijin gaya tegak lurus serat kayu yang dikalikan dengan sinus α (**PKKI, 1961**).

Kekuatan baut sebagai alat sambung tergantung dari diameter batang baut, semakin besar diameter baut semakin kecil kekuatannya (**PADOSBAJAYO, 1991**). Hubungan kekuatan baut dengan berbagai diameternya adalah seperti ditunjukkan pada Tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1 Tegangan leleh baut mutu tinggi (*HTB*) menurut diameternya

Diameter baut (inchi)	Tegangan tarik ultimate (Mpa)	Tegangan leleh minimal pada reg. 0,2% (Mpa)
$\frac{1}{2}$ s/d 1	825	635
$1\frac{1}{8}$ s/d $1\frac{1}{2}$	725	560

Tegangan yang diijinkan menurut **PKKI-NI 1961** pada berbagai kelas kuat kayu adalah seperti ditunjukkan pada Tabel 2.2 berikut ini.

Tabel 2.2 Tegangan yang diperkenankan untuk kayu mutu A

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

Tegangan ijin pada Tabel 2.1 berlaku untuk konstruksi terlindung dan yang menahan beban tetap. Selain Tabel 2.1, **PKKI 1961** mengemukakan bahwa tegangan ijin merupakan fungsi dari :

$$\sigma_{lt} : 170 \text{ g} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$\sigma_{tk} // = \sigma_{tr} // : 150 \text{ g} \dots\dots\dots(2.2)$$

$$\sigma_{tk} \perp : 40 \text{ g} \dots\dots\dots(2.3)$$

$$\tau // : 20 \text{ g} \dots\dots\dots(2.4)$$

dengan : g = berat jenis kering udara, (kg/cm³)

σ_{lt} = tegangan lentur ijin, (kg/cm²)

$\sigma_{tk //}$ = tegangan desak ijin sejajar arah serat, (kg/cm^2)

$\sigma_{tr //}$ = tegangan tarik ijin sejajar arah serat, (kg/cm^2)

$\tau_{tk \perp}$ = tegangan geser ijin sejajar arah serat, (kg/cm^2)

PKKI-NI 1961 dalam menentukan mutu kayu menyatakan bahwa mutu kayu dibagi menjadi mutu A dan mutu B. Untuk kayu mutu B, tegangan kayu pada mutu A direduksi sebesar 25% atau dikalikan dengan angka 0,75.

Semakin banyak kadar lengas kayu mengakibatkan berkurangnya kekuatan kayu (*Timber Engineering Company, 1956*).

Kayu yang dipakai sebagai bahan untuk konstruksi pada umumnya mempunyai kadar lengas kurang dari atau sama dengan 19%, biasanya berkisar antara 15%, (*Stalnaker, 1989*).

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Sambungan Baut

Berdasarkan **PKKI NI 1961** kekuatan sambungan baut tampang dua dihitung dengan Persamaan 3.1 sampai dengan Persamaan 3.9 di bawah ini :

$$1. \text{ Golongan I } P = 125 d b_3 (1 - 0,6 \sin \alpha) \dots\dots\dots (3.1)$$

$$P = 250 d b_1 (1 - 0,6 \sin \alpha) \dots\dots\dots (3.2)$$

$$P = 480 d^2 (1 - 0,35 \sin \alpha) \dots\dots\dots (3.3)$$

$$2. \text{ Golongan II } P = 100 d b_3 (1 - 0,6 \sin \alpha) \dots\dots\dots (3.4)$$

$$P = 200 d b_1 (1 - 0,6 \sin \alpha) \dots\dots\dots (3.5)$$

$$P = 430 d^2 (1 - 0,35 \sin \alpha) \dots\dots\dots (3.6)$$

$$3. \text{ Golongan III } P = 60 d b_3 (1 - 0,6 \sin \alpha) \dots\dots\dots (3.7)$$

$$P = 120 d b_1 (1 - 0,6 \sin \alpha) \dots\dots\dots (3.8)$$

$$P = 340 d^2 (1 - 0,35 \sin \alpha) \dots\dots\dots (3.9)$$

dengan : P = kekuatan sambungan, (kg) d = diameter baut, (cm)

b_1 = tebal kayu tepi, (cm), dan b_3 = tebal kayu tengah, (cm).

α = sudut antara arah gaya dan serat kayu, (derajat)

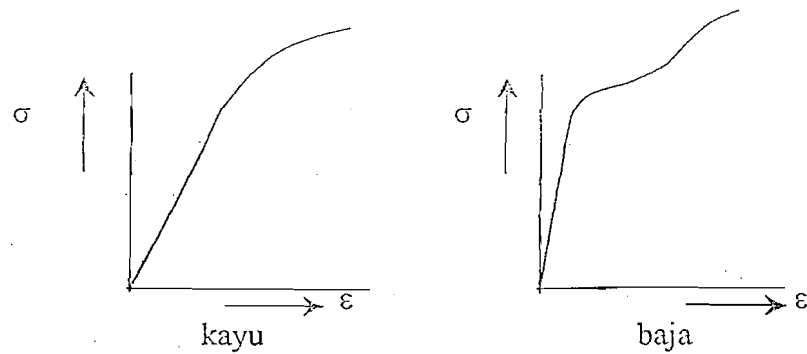
Yang termasuk dalam golongan I, kayu-kayu dengan kelas kuat I demikian pula seterusnya golongan II dan III. Nilai P yang terkecil yang dipakai sebagai P yang diijinkan karena dianggap kekuatan sambungan yang terlemah.

Apabila arah gaya yang bekerja pada bagian-bagian konstruksi menyimpang dengan sudut α terhadap arah serat kayu, maka tegangan ijin desak atau tarik kayu harus dihitung sebagai berikut (PKKI NI 1961).

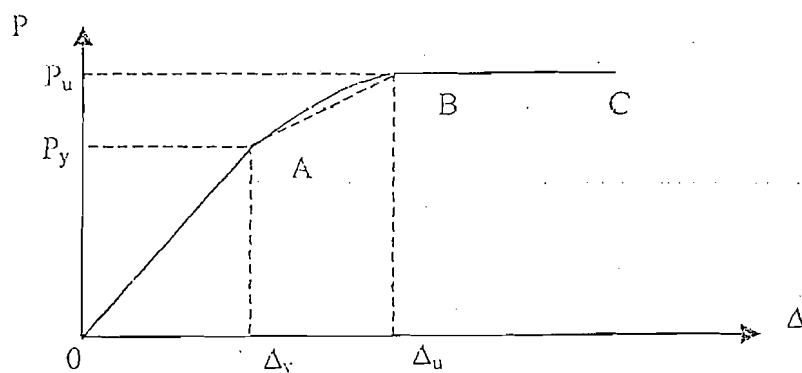
$$\bar{\sigma}_{\alpha} = \bar{\sigma}_{ds //} - (\bar{\sigma}_{ds //} - \bar{\sigma}_{ds \perp}) \cdot \sin \alpha \dots\dots\dots(3.10)$$

3.2 Hubungan Beban - Lendutan

Lentur yang disebabkan beban akan menimbulkan lendutan secara langsung. Apabila balok tersebut sangat fleksibel, maka bisa dikatakan tidak layak 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 mempunyai batas kenyal melainkan batas proporsional. Tetapi dalam praktek, batas proporsional itu dianggap batas kenyal seperti pada baja (Suwarno Wiryomartono, 1967).



Gambar 3.1 Grafik hubungan tegangan regangan pada kayu dan baja



Gambar 3.2 Grafik hubungan beban (P) dan lendutan (δ)

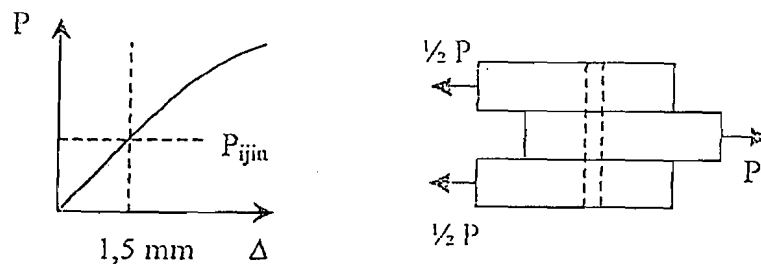
Lynn S. Beedle, 1958, membuat suatu kesimpulan bahwa balok dukungan sederhana yang diberi beban memiliki suatu titik dimana momen akan mencapai maksimum. Sedangkan besar beban yang diberikan, semakin besar pula momen yang terjadi. Jika beban semakin besar, maka material yang terdeformasi semakin cepat dan defleksi juga semakin besar.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh *American Society for Testing and Material* (ASTM) yang ditulis oleh Timoshenko, 1987, bahwa kekakuan rangka hingga beban patah dinyatakan oleh garis OA pada diagram beban-lendutan dari

Grafik 3.2 disebut juga dengan daerah elastis. Dengan penambahan beban pada rangka maka rangka akan menjadi plastis sebagian dimana ditunjukkan pada garis BC, setelah itu rangka atau struktur tidak mampu lagi memikul tambahan beban.

Pada keadaan elastis, balok sederhana memiliki suatu titik dimana terjadi nilai hubungan antara beban dan defleksi mencapai titik maksimum.

Dari diagram gaya sesaran ($P-\delta$) diambil beban ijin (P_{ijin}) adalah $\frac{1}{3}P_{maks}$. atau diambil beban sesaran 1,5 mm dari sumbu horisontal (δ).



Gambar 3.3 Grafik P_{ijin} pada baut

3.3 Modulus Elastis (E)

Modulus elastis (E) kayu dihitung dengan Persamaan (3.11), yang diperoleh dari diagram tegangan-regangan uji desak kayu yaitu dengan cara membandingkan tegangan dan regangan kayu pada batas proporsional.

$$E = \frac{\sigma_p}{\epsilon_p} \dots \dots \dots (3.11)$$

dengan : E = modulus elastis, (kg/cm^2),

σ_p = tegangan sebanding, (kg/cm^2),

ε_p = regangan sebanding, (kg/cm^2).

3.4 Faktor Tekuk Akibat Beban Desak

Untuk menghindari bahaya tekuk pada batang desak, gaya yang ditahan oleh batang tersebut harus digandakan dengan faktor tekuk ω , yang disesuaikan dengan nilai λ pada Tabel 3.1.

$$\lambda = \frac{l_{tk}}{i_{min}} \dots \dots \dots (3.12)$$

dengan : λ = angka kelangsingan,

l_{tk} = panjang tekuk, (cm),

i_{min} = jari-jari lembam minimum,

$$= \sqrt{\frac{I_{min}}{Fbr}}$$

I_{min} = momen lembam minimum,

= $1/12 b \cdot h^3$ (balok),

Fbr = luasampang bruto.

$$\sigma = \frac{P \times \omega}{Fbr} \leq \bar{\sigma}ds \dots \dots \dots (3.13)$$

dengan : σ = tegangan yang terjadi pada batang (kg/cm^2),

P = beban yang terjadi pada batang, (kg),

ω = faktor tekuk, yang disesuaikan dengan nilai λ pada Tabel 3.1,

Fbr = luasampang bruto.

Tabel 3.1 Faktor tekuk dan tegangan tekuk yang diperkenankan untuk batang desak *

λ	Faktor tekuk ω	Tegangan tekuk yang diperkenankan sesuai kelas kuat			
		I kg/cm ²)	II kg/cm ²)	III kg/cm ²)	IV kg/cm ²)
1	2	3	4	5	6
0	1,00	130	85	60	45
1	1,01	129	84	60	45
2	1,01	128	84	59	45
3	1,02	127	83	59	44
4	1,03	126	83	58	44
5	1,03	126	82	58	44
6	1,04	125	82	58	43
7	1,05	124	81	57	43
8	1,06	123	80	57	43
9	1,06	122	80	57	43
10	1,07	121	79	56	42
11	1,08	120	79	56	42
12	1,09	119	78	55	41
13	1,09	119	78	55	41
14	1,10	118	77	55	41
15	1,11	117	77	54	41
16	1,12	116	76	54	40
17	1,13	115	75	53	40
18	1,14	114	75	53	40
19	1,15	113	74	52	39
20	1,15	113	74	52	39
21	1,16	112	73	52	39
22	1,17	111	73	51	38
23	1,18	110	72	51	38
24	1,19	109	71	50	38
25	1,20	108	71	50	38
26	1,21	107	70	50	37
27	1,22	107	70	49	37
28	1,23	106	69	49	37
29	1,24	105	69	48	36
30	1,25	104	68	48	36

layang

1	2	3	4	5	6
31	1,26	103	67	48	36
32	1,27	102	67	47	35
33	1,28	102	66	47	35
34	1,29	101	66	47	35
35	1,30	100	65	46	35
36	1,32	99	64	46	34
37	1,33	98	64	45	34
38	1,34	97	63	45	34
39	1,35	96	63	44	33
40	1,36	95	62	44	33
41	1,38	94	62	44	33
42	1,39	94	61	43	32
43	1,40	93	61	43	32
44	1,42	92	60	42	32
45	1,43	91	59	42	31
46	1,44	90	59	42	31
47	1,46	89	58	41	31
48	1,47	88	58	41	31
49	1,49	87	57	40	30
50	1,50	86	57	40	30
51	1,52	85	56	39	30
52	1,53	85	56	39	29
53	1,55	84	55	39	29
54	1,56	83	55	38	29
55	1,58	82	54	38	28
56	1,60	81	53	38	28
57	1,61	81	53	37	28
58	1,63	80	52	37	28
59	1,65	79	52	36	27
60	1,67	78	51	36	27

* Disalin dari Daftar III PKKI 1961 halaman 10.

BAB IV

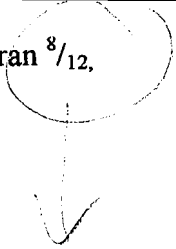
METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan berupa serangkaian pengujian di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik FTSP Universitas Islam Indonesia yang meliputi uji pendahuluan dan uji sambungan pada batang kuda-kuda kayu.

Sebelum penelitian dilaksanakan maka diperlukan persiapan-persiapan meliputi persiapan bahan, pembuatan benda uji, peralatan penelitian, dan tahapan penelitian.

4.1 Bahan-bahan Penelitian

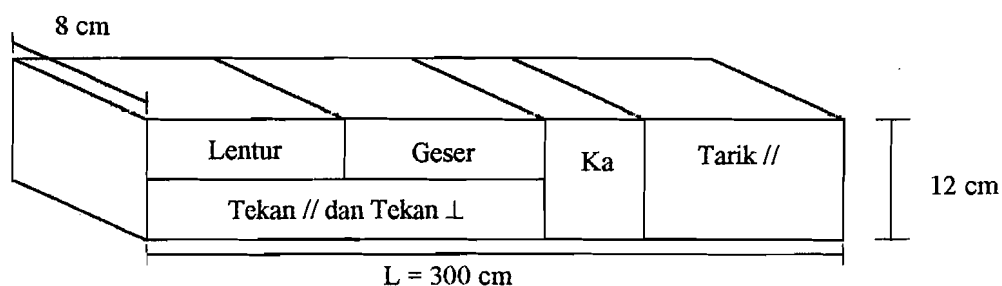
Bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini didapat dari sisa bahan pembuatan kuda-kuda kayu pada Proyek Pembangunan Kampus Terpadu Ull Unit VII yang diharapkan hasil penelitian tidak menyimpang dari spesifikasi bahan proyek tersebut, yaitu :

1. balok kayu bangkirai ukuran $\frac{8}{12}$,
 2. plat baja tebal 5 mm,
 3. baut baja $\frac{5}{8}$ "
- 

4.2 Pembuatan Benda Uji

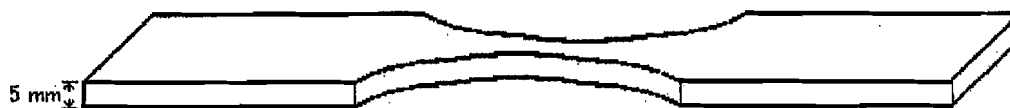
4.2.1 Pembuatan benda uji pendahuluan

Pembuatan benda uji untuk kayu berdasarkan syarat-syarat yang ada pada Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia NI 1961, masing-masing benda uji pendahuluan tersebut diambil dari balok kayu ukuran $8/12$ cm panjang 300 cm, untuk lebih jelasnya dapat dilihat Gambar 4.1, dan Tabel 4.1.



Gambar 4.1 Skema pengambilan benda uji pada balok kayu

Selain tersebut di atas juga diuji tegangan geser baut $\phi^{5/8}$ " dan plat baja tebal 5 mm yang dibuat menyesuaikan kapasitas alat uji, dan dibuat sedemikian sehingga titik patah terjadi pada tempat tertentu seperti pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Benda uji tarik plat baja

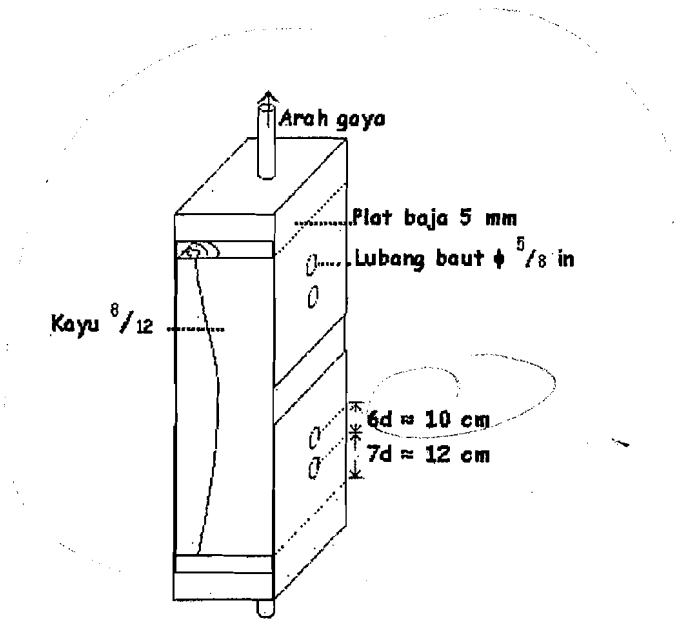
Tabel 4.1 Benda uji pendahuluan

No	Jenis Penelitian	Jumlah
1	Kadar lengas kayu (MC)	3
2	Berat volume kayu (γ)	3
3	Tegangan lentur (σ_{lt})	3
4	Tegangan desak tegak lurus serat kayu ($\sigma_{ds\perp}$)	3
5	Tegangan desak sejajar serat kayu ($\sigma_{ds//}$)	3
6	Tegangan geser tegak lurus serat kayu (τ_{\perp})	3
7	Tegangan geser sejajar serat kayu ($\tau_{//}$)	3
8	Tegangan tarik sejajar serat kayu ($\sigma_{tr//}$)	3
9	Tegangan geser baut $\frac{5}{8}$ "	3
10	Tegangan tarik plat baja tebal 5 mm	3

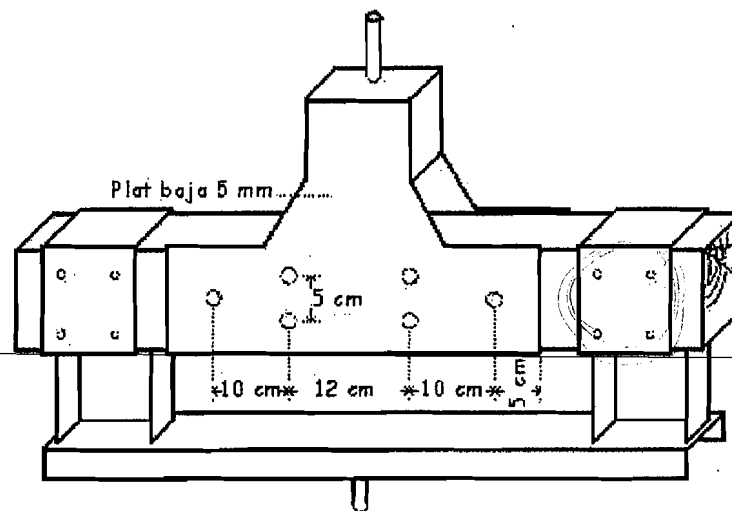
4.2.2 Pembuatan benda uji sambungan pada batang kuda-kuda kayu

Pembuatan benda uji sambungan titik buhul dibuat sesuai dengan bentuk sambungan yang dilaksanakan di lapangan dan dapat diuji di alat desak / tarik di laboratorium, seperti dapat dilihat pada Gambar 4.3, 4.4, dan Gambar 4.5. Benda uji berupa balok kayu yang diapit plat baja 5 mm di kedua sisinya dengan dimensi yang telah ditentukan, dibuat sebanyak 12 buah yaitu :

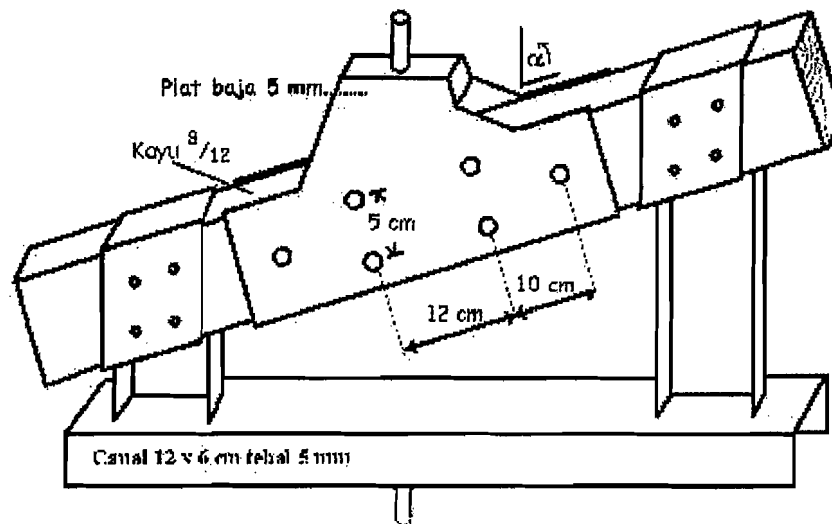
1. Tiga buah benda uji sambungan baut pada batang desak sejajar serat kayu,
2. Tiga buah benda uji sambungan baut pada batang desak searah sudut $\alpha = 62^\circ$ terhadap serat kayu,
3. Tiga buah benda uji sambungan baut pada batang desak searah sudut $\alpha = 68^\circ$ terhadap serat kayu,
4. Tiga buah benda uji sambungan baut pada batang desak tegak lurus serat kayu.



Gambar 4.3 Model uji sambungan baut pada batang desak searah serat kayu



Gambar 4.4 Model uji sambungan baut pada batang desak tegak lurus arah serat kayu



Gambar. 4.5 Model uji sambungan baut pada batang desak searah sudut α terhadap serat kayu

4.3 Peralatan Penelitian

Untuk kelancaran penelitian diperlukan beberapa peralatan yang akan digunakan sebagai sarana mencapai maksud dan tujuan penelitian. Adapun alat-alat yang akan digunakan adalah sebagai berikut ini.

1. Mesin uji kuat desak

Mesin uji kuat desak digunakan untuk mengetahui kuat geser kayu, kuat geser baut, untuk pengujian pendahuluan. Mesin uji yang digunakan merek *Controls* kapasitas 2000 kN,

2. Mesin uji kuat tarik

Mesin ini digunakan untuk menguji kuat tarik dan kuat leleh dengan *Universal Testing Material (UTM)*, tetapi dapat juga untuk menguji kuat

desak dan lentur yang bermerek *Shimadzu type UMH 30* kapasitas 30 ton.

Benda uji pendahuluan maupun sambungan titik buhul diuji dengan alat ini,

3. *Dial Gauge*

Dial gauge digunakan untuk defleksi yang terjadi pada benda uji (balok kuda-kuda kayu) pada pengujian dipakai *dial gauge* dengan kapasitas lendutan maksimum 30 mm dengan ketelitian 0,01 mm.

4. *Stop Watch*

Digunakan untuk mengukur lama waktu pembebanan pada pengujian benda uji.

5. *Oven*

Oven digunakan untuk mengeringkan kayu yang akan diuji kadar lengasnya

6. Alat ukur panjang seperti kaliper, penggaris maupun meteran

7. Timbangan.

4.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian adalah sebagai berikut:

1. Tahap perumusan masalah

Tahap ini meliputi perumusan terhadap topik penelitian, termasuk perumusan tujuan, serta pembahasan masalah,

2. Tahap perumusan teori

Pada tahap ini dilakukan pengkajian pustaka terhadap teori yang melandasi penelitian serta ketentuan-ketentuan yang dijadikan acuan dalam pelaksanaan penelitian.

3. Tahap pelaksanaan penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik UII, yang meliputi :

- a. pengumpulan bahan,
- b. pembuatan model benda uji,
- c. persiapan peralatan,
- d. pemeriksaan karakteristik kayu,
- e. pengujian model benda uji, pengujian dilakukan dengan cara memberikan gaya tekan sentris terhadap model benda uji secara perlahan sampai terjadi kerusakan pada benda uji tersebut, Tahap analisa dan pembahasan

4. Analisa dilakukan terhadap hasil pengujian laboratorium. Hasil pengujian laboratorium dicatat kemudian dibandingkan hasilnya dengan perhitungan gaya batang, yaitu gaya tarik maksimal maupun gaya desak maksima

5. Tahap penarikan kesimpulan

Dari hasil penelitian laboratorium dapat diambil kesimpulan berdasarkan teori yang digunakan untuk menjawab pemecahan terhadap permasalahan.

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian Pendahuluan

Sebelum dilakukan pengujian sambungan baut, terlebih dahulu dilakukan beberapa pengujian pendahuluan yang meliputi pengujian kadar lengas kayu, lentur kayu, desak sejajar serat kayu, desak tegak lurus serat kayu, geser sejajar serat kayu, geser tegak lurus serat kayu, tarik kayu, lentur baut dan tarik plat baja.

5.1.1 Hasil uji kadar lengas kayu

Hasil kadar lengas kayu ditentukan setelah benda uji dioven beberapa hari sampai beratnya konstan, dan hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 5.1. 8

Tabel 5.1 Hasil pengujian kadar lengas kayu

Benda uji	Berat kering udara (w_0) → gr	Berat kering tungku (w_1) → gr	Kadar lengas (MC) → %
1	86,5	72,0	16,76
2	86,5	72,5	16,18
3	88,5	74,5	15,82
Kadar lengas kayu rata-rata (MC) → %			16,25

5.1.2 Kuat lentur kayu

Hasil penelitian ketiga benda uji didapat tegangan lentur kayu rata-rata sebesar 884,0389 kg/cm², dan hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Hasil pengujian kuat lentur kayu

Benda uji	Beban maksimal P (kg)	Luas tampang b × h (cm ²)	Jarak tumpuan l (cm)	σ lt (kg/cm ²)
1	3985	5,05 × 7,05	39,5	940,6912
2	3710	5,09 × 7,03	39,5	873,8438
3	3515	5,06 × 7,01	39,5	837,5816
σlt rata-rata (kg/cm²)				884,0389

5.1.3 Kuat desak sejajar serat kayu

Hasil dari pengujian kuat desak sejajar serat kayu didapat tegangan desak sejajar serat kayu rata-rata sebesar 612,6209 kg/cm², dan hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Hasil pengujian kuat desak sejajar serat kayu

Benda uji	Beban maksimal P (Kg)	Luas tampang A (cm ²)	σds // (kg/cm ²)
1	12045,15	23,0040	523,6111
2	16163,15	22,9635	703,8626
3	13898,25	22,7695	610,3889
σds // rata-rata (kg/cm²)			612,6209

5.1.4 Kuat desak tegak lurus serat kayu

Rata-rata dari pengujian kuat desak tegak lurus serat kayu didapat hasil tegangan desak tegak lurus serat kayu sebesar 107,6091 kg/cm², dan hasil pengujiannya dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Hasil pengujian kuat desak tegak lurus serat kayu

Benda uji	Beban maksimal P (Kg)	Luas tampang A (cm ²)	$\sigma_{ds \perp}$ (kg/cm ²)
1	2676,7	4,13 x 5,71	113,5046
2	2264,9	4,03 x 5,72	98,2535
3	2573,75	4,03 x 5,75	111,0691
$\sigma_{ds \perp}$ (kg/cm ²)			107,6091

5.1.5 Kuat tarik sejajar serat kayu

Hasil dari pengujian kuat tarik sejajar serat kayu diperoleh tegangan tarik sejajar serat kayu rata-rata sebesar 610,9169 kg/cm², dan hasil pengujiannya dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Hasil pengujian kuat tarik sejajar serat kayu

Benda uji	Beban maksimal P (Kg)	Luas tampang patah A (cm ²)	$\sigma_{tr //}$ (kg/cm ²)
1	1900	2,7855	682,1038
2	1740	3,1116	559,1978
3	1180	1,9951	591,4490
$\sigma_{tr //}$ rata-rata (kg/cm ²)			610,9169

5.1.6 Kuat geser sejajar serat kayu

Uji pendahuluan pada kuat geser sejajar serat kayu menghasilkan tegangan geser sejajar serat kayu rata-rata sebesar $88,7940 \text{ kg/cm}^2$. Hasil pengujiannya dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Hasil pengujian kuat geser sejajar serat kayu

Benda uji	Beban maksimal P (kg)	Luas tampang A (cm ²)	τ ds // (kg/cm ²)
1	1970	3,92 x 5,55	90,5497
2	2030	4,00 x 5,55	91,4414
3	1925	4,11 x 5,55	84,3910
τ // rata-rata (kg/cm ²)			88,7940

5.1.7 Kuat geser tegak lurus serat kayu

Uji pendahuluan pada kuat geser tegak lurus serat kayu menghasilkan tegangan geser tegak lurus serat kayu rata-rata sebesar $128,2921 \text{ kg/cm}^2$, dan hasil pengujiannya dapat dilihat pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7 Hasil pengujian kuat geser tegak lurus serat kayu

Benda uji	Beban maksimal P (kg)	Luas tampang A (cm ²)	τ ds \perp (kg/cm ²)
1	2940	3,94 x 5,50	135,6714
2	2630	3,96 x 5,46	121,6376
3	2800	4,02 x 5,49	127,5673
τ \perp rata-rata (kg/cm ²)			128,2921

5.1.8 Berat volume kayu

Pengujian berat volume kayu dilakukan pada kondisi kayu kering udara. Hasil dari pengujian berat volume kayu dapat dilihat pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Hasil pengujian berat volume kayu

Benda uji	Berat (w) → gr	Volume (v) → cm ³	Berat volume (γ) → gr/cm ³
1	72,0	79,380	0,9070
2	72,5	84,456	0,8584
3	74,5	84,456	0,8821
Berat volume rata-rata (γ) → gr/cm³			0,8824

5.1.9 Kuat geser baut

Uji pendahuluan pada baut diperoleh tegangan geser rata-rata sebesar 2524,6008 kg/cm², dan hasil pengujiannya dapat dilihat pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Hasil pengujian kuat geser baut ϕ 5/8"

Benda uji	Beban maksimum P (Kg)	Luas tampang A (cm ²)	τ (kg/cm ²)
1	4079,1367	1,9793	2060,8986
2	5608,8129	1,9793	2833,7356
3	5302,8777	1,9793	2679,1682
τ rata-rata (kg/cm²)			2524,6008

5.1.10 Kuat tarik plat baja

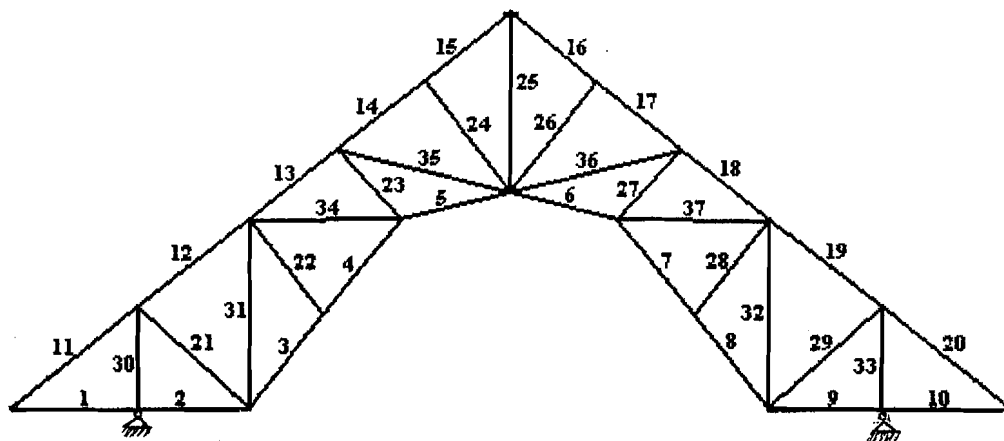
Uji pendahuluan pada kuat tarik plat baja 5 mm menghasilkan tegangan tarik rata-rata sebesar 3891,1077 kg/cm², dan hasil pengujiannya dapat dilihat pada Tabel

Tabel 5.10 Hasil pengujian kuat tarik plat baja 5 mm

Benda uji	Beban maksimal P (Kg)	Luas tampang A (cm ²)	σ_{tr} // (kg/cm ²)
1	2710	1,025 x 0,315	3614,7792
2	2780	1,025 x 0,34	3995,4010
3	3500	1,200 x 0,415	4063,1430
σ_{tr} // rata-rata (kg/cm²)			3891,1077

5.2 Analisa Gaya Batang dengan SAP 90

Hasil dari analisa gaya batang yang dikerjakan dengan SAP 90 ditunjukkan pada Gambar 5.1 dan Tabel 5.11 berikut ini.



Gambar 5.1 Gaya batang kuda-kuda kayu

Tabel 5.11 Gaya batang kuda-kuda kayu dengan SAP 90

BATANG	BH + BM (kg)	BH + BM + BS (kg)
1	2	3
1	-619,11	-689,56
2	-2216,62	-1949,48
3	-815,71	-555,92
4	-817,30	-557,01
5	-627,31	-385,15

1	2	3
6	-627,31	-869,47
7	-817,30	-1077,59
8	-815,71	-1075,49
9	-2216,62	-2483,76
10	-619,11	-548,65
11	782,13	828,49
12	-1250,64	-1206,54
13	-1526,33	-1553,50
14	-1015,37	-953,67
15	-644,97	-601,23
16	-644,97	-688,70
17	-1015,37	-1077,07
18	-1526,33	-1499,15
19	-1250,64	-1294,74
20	782,13	735,78
21	2048,97	1965,09
22	-53,16	-36,23
23	-247,34	-207,15
24	-461,97	-548,64
25	221,68	221,68
26	-461,97	-375,29
27	-247,34	-287,53
28	-53,16	-70,08
29	2048,97	2132,85
30	-3170,30	-3174,07
31	-786,05	-896,25
32	-786,05	-675,85
33	-3170,30	-3166,53
34	254,05	230,70
35	-276,10	-436,37
36	-276,10	-115,84
37	254,05	277,39

Data pada Tabel 5.11 menunjukkan bahwa beban tarik terbesar terjadi pada batang 29 dan beban desak terbesar terjadi pada batang 30, seperti ditunjukkan pada Tabel 5.12.

Tabel 5.12 Beban maksimal pada batang kuda-kuda dengan perhitungan SAP 90

BATANG	BH + BM (kg)	BH + BM +BS (kg)
29	2048,97	2132,85
30	-3170,30	-3174,07

5.3 Hasil Uji Sambungan pada Batang Kuda-kuda Kayu

Pengujian sambungan pada batang kuda-kuda kayu diperoleh hasil seperti pada Tabel 5.13, dilakukan dengan memberikan pembebanan tarik maupun desak pada batang sambungan kuda-kuda kayu tersebut yaitu gaya searah 0° , 62° , 68° , dan 90° dengan masing-masing variasi sebanyak 3 buah benda uji. Maksud pengujian ini adalah untuk memperoleh beban maksimal yang mampu didukung oleh balok kayu komponen kuda-kuda.

Tabel 5.13 Pembebanan maksimal batang kuda-kuda dengan arah pembebanan searah α° terhadap arah serat kayu

Benda uji	0°	62°	68°	90°
1	13125	11000	10250	7250
2	12900	10750	9700	6950
3	11750	10350	8850	6850
P maks. rata-rata (kg)	12591,67	10700	9600	7016,67

Hasil pembacaan *dial gauge* dari pengujian sambungan kayu dengan menggunakan baut dan plat buhul baja dapat dilihat pada Tabel L.5 sampai Tabel L.16 (lampiran 18).

5.4 Pembahasan

5.4.1 Mutu bahan

Menurut PKKI 1961 bahwa pada umumnya kayu di Indonesia yang kering udara mempunyai kadar lengas 12% – 18% atau rata-rata 15% , maka kayu bahan dari kuda-kuda dengan kadar lengas 16,25% ini cukup kering untuk dipakai sebagai bahan struktur kuda-kuda.

Hasil dari pengujian tegangan-tegangan pada kayu menunjukkan bahwa kayu ini memiliki tegangan lentur, tegangan desak, tegangan tarik maupun tegangan geser yang tinggi dan dapat dikelompokkan pada kelas kuat I.

Baut yang digunakan pada kuda-kuda ini mempunyai f_y rata-rata 6528,5772 kg/cm² atau 640,1923 Mpa, dengan demikian baut ini merupakan baut yang berkekuatan tinggi (HTB) yang direkomendasikan oleh ASTM yaitu mempunyai tegangan leleh minimal 635 Mpa.

Plat baja yang digunakan pada kuda-kuda ini mempunyai σ_{tr} rata-rata 3891,1077 kg/cm², dengan demikian mempunyai tegangan leleh rata-rata 5836,6615 kg/cm² atau 572,3430 Mpa, maka menurut ASTM plat baja ini disebut dengan *heat treated carbon and high-strength low alloy steels* dengan kisaran tegangan leleh 322 Mpa - 700 Mpa.

5.4.2 Tegangan geser pada kayu

Untuk mengetahui besar tegangan geser yang terjadi pada kayu batang kuda-kuda di lapangan diadakan perhitungan tegangan geser yang didapat dari perhitungan

SAP 90 dan sebagai perbandingan dilakukan pengujian pembebanan di laboratorium yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.14.

Tabel 5.14 Hitungan tegangan geser kayu pada batang 29, 30 dan hasil uji laboratorium

Jenis pengujian	Beban maksimal P (kg)	Bidang geser A (cm ²)	τ (kg/cm ²)
Batang 29	2132,85	512	4,1657
Uji laboratorium	12591,67	752	16,4118
Batang 30	3174,07	896	3,5425
Uji laboratorium	18512,505	1856	9,9744

Hasil uji pendahuluan pada Tabel 5.6 menunjukkan bahwa tegangan geser ijin rata-rata kayu sebesar 88,7940 kg/cm², sedangkan pada Tabel 5.14 menunjukkan bahwa tegangan geser kayu maksimal yang didapat dari beban tarik dan beban desak terbesar dari perhitungan SAP 90 pada batang 29 sebesar 4,1657 kg/cm² dan pada batang 30 sebesar 3,5425 kg/cm².

Pengujian di laboratorium pada batang tarik dengan menggunakan penyambung baut sebanyak 4 buah diperoleh tegangan geser sebesar 16,4118 kg/cm², sedangkan pada batang desak dengan menggunakan penyambung baut sebanyak 6 buah diperoleh tegangan geser sebesar 9,9744 kg/cm², dengan demikian kayu yang digunakan untuk struktur kuda-kuda kayu aman terhadap tegangan geser.

5.4.3 Tegangan lentur pada baut

Hasil pengujian sambungan batang kuda-kuda pada penelitian ini menunjukkan bahwa kerusakan yang terjadi pada baut adalah bukan dikarenakan kerusakan geser

tetapi akibat kerusakan lentur, ini ditunjukkan pada jenis kerusakan baut setelah pengujian di laboratorium. Besar tegangan lentur baut dapat dilihat pada Tabel 5.15.

Tabel 5.15 Tegangan lentur baut pada batang 29, 30 dan uji laboratorium

Jenis pengujian	Beban maksimal P (kg)	Tegangan lentur σ_{lt} (kg/cm²)
Batang 29	2132,85	1325,9907
Batang 30	3174,07	1315,5441
Uji laboratorium	12591,67	7828,2265

Hasil uji pendahuluan tegangan lentur ijin baut di laboratorium sebesar 4308,8609 kg/cm² ternyata menunjukkan bahwa tegangan lentur ijin baut lebih besar dari tegangan lentur yang terjadi di lapangan (perencanaan struktur kuda-kuda menggunakan SAP 90). Melalui pengujian model sambungan I dengan 4 baut, maka baut pada batang 29 akan terjadi kerusakan pada beban 12591,67 kg.

5.4.4 Tekuk pada batang desak

Untuk mengetahui besar tegangan desak yang telah dikalikan dengan ω untuk menghindari bahaya tekuk yang terjadi pada batang desak kuda-kuda dilakukan perhitungan tegangan tersebut dengan Persamaan (3.12) dan (3.13).

Hasil dari perhitungan tegangan desak akibat tekuk pada batang 30 sebesar 41,7853 kg/cm², menunjukkan bahwa batang desak dengan beban terbesar pada kuda-kuda tersebut aman dari bahaya tekuk.

5.4.5 Analisa data hubungan beban – lendutan

Dengan mengamati hasil-hasil pengujian terutama pada grafik beban – lendutan Grafik L.1 sampai dengan Grafik L.12 diperoleh kapasitas beban kayu dengan arah pembebanan $\alpha = 0^\circ$ terhadap arah serat kayu yang lebih besar, dengan nilai lendutan yang kecil jika dibandingkan dengan hasil pengujian pada α yang lebih besar, dan didapatkan nilai kekakuan yang berbeda seperti ditunjukkan pada Tabel 5.16.

Tabel 5.16 Analisa beban – selip pada sambungan baut $\alpha = 0^\circ, 62^\circ, 68^\circ, \text{ dan } 90^\circ$

α	P kg	Pp kg	δ $\times 10^{-2}$ mm	Kekakuan Pp/ δ $\times 10^{-2}$ (kg/mm)	Pp/ δ rata-rata $\times 10^{-2}$ (kg/mm)
0°	13125	6500	223	29,1480	27,9719
	12900	7000	244	28,6885	
	11750	7250	278	26,0791	
62°	11000	5500	225	24,4444	23,8904
	10750	6500	253	25,6917	
	10350	5750	267	21,5356	
68°	10250	5000	219	22,8310	21,4034
	9750	5250	242	21,6942	
	8850	5000	254	19,6850	
90°	7250	3500	217	16,1290	15,6341
	6950	4000	257	15,5642	
	6850	4000	263	15,2091	

Sambungan kayu dengan menggunakan baut memiliki beban selip sesuai dengan persyaratan PKKI NI 1961, yaitu $P_{ijin} = P_{max}/3$ dan $\delta = 1,5$ mm.

Grafik L.1 sampai dengan Grafik L.12 dapat diketahui pula daktilitas simpangan pada sambungan baut dengan melihat δ_y dan δ_{total} seperti pada Tabel 5.17.

Tabel 5.17 Analisa daktilitas simpangan pada kayu dengan alat sambung baut

α	δ_{total} $\times 10^{-2}$ (mm)	δy $\times 10^{-2}$ (mm)	$\delta_{total} / \delta y$	$\delta_{total} / \delta y$ rata-rata
0°	677	223	3,0359	3,0494
	741	244	3,0369	
	855	278	3,0755	
62°	1362	225	6,0533	5,9400
	1495	253	5,9091	
	1564	267	5,8577	
68°	1587	219	6,2466	6,4566
	1599	242	6,6074	
	1655	254	6,5157	
90°	1691	217	7,7926	7,7176
	1796	257	7,9344	
	1953	263	7,4258	

Hasil dari Tabel 5.17 menunjukkan bahwa semakin besar nilai α dari suatu arah pembebanan terhadap arah serat kayu semakin besar pula daktilitasnya.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut di bawah ini.

1. Kekuatan kayu Bangkirai yang digunakan untuk struktur kuda-kuda pada proyek Pembangunan Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia Unit VII memenuhi persyaratan karena dari semua hasil uji sambungan tidak ada yang di bawah persyaratan.
2. Kekuatan kuda-kuda kayu pada Proyek Pembangunan Kampus Terpadu UII Unit VII dapat disimpulkan memenuhi persyaratan dilihat dari beban rencana yaitu gaya batang terbesar adalah 3174,07 kg. sedangkan beban maksimum yang dapat ditahan kuda-kuda kayu pada penelitian di laboratorium rata-rata lebih besar dari 12591,67 kg.
3. Tegangan lentur baut yang terjadi pada sambungan baut struktur kuda-kuda lebih kecil dari tegangan lentur ijin baut yang disyaratkan.
4. Semakin besar arah pembebanan (α) terhadap arah serat kayu semakin kecil nilai kekakuan dan semakin besar defleksi yang terjadi. Semakin besar α semakin besar pula daktilitasnya.

6.2 Saran-saran

Pengujian ini banyak mempunyai keterbatasan, baik dari segi waktu, biaya dan material atau bahan, maka dapat dikatakan hasil pengujian ini kurang sempurna. Berkaitan dengan hal tersebut di atas saran-saran untuk melengkapi pengujian baik selama proses pembuatan maupun pengujian benda uji sambungan baut pada kuda-kuda kayu adalah sebagai berikut:

1. Untuk penelitian lebih lanjut sudut α dari pembebanan dibuat lebih variatif, sehingga didapat angka kekakuan maupun daktilitas yang lebih akurat.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui nilai dari modulus elastisitas baut.
3. Untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih akurat, sebaiknya jumlah benda uji ditambah.
4. Pemeriksaan kadar lengas kayu sebaiknya dilakukan pada kayu yang mengalami kerusakan sehingga dapat diketahui pengaruh kadar lengas terhadap kerusakan sambungan.

DAFTAR PUSTAKA

- _____, 1961, *Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia*, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- _____, 1983, *Peraturan Pembebanan Indonesia*, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- AISC, 1989, *ALLOWABLE STRESS DESIGN*, Ninth Edition, American Institute of Steel Construction, Inc, Chicago.
- Daniel L. Schodek, 1999, *STRUKTUR*, Edisi Kedua, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Judith J. Stalnaker dan Ernest C. Harris, 1989, *STRUCTURAL DESIGN IN WOOD*, Van Nostrand Reinhold, New York.
- K. H. Felix Yap, 1965, *KONSTRUKSI KAYU*, Edisi Kedua, Binatjipta, Bandung.
- PADOS BAJAYO, 1991, *BAHAN KULIAH PENGETAHUAN DASAR STRUKTUR BAJA I*, PT. Nafiri, Yogyakarta.
- Salmon C. G. & Johnson J. E., 1990, *DESAIN DAN PERILAKU STRUKTUR BAJA*, Edisi kedua, Jilid I, Biro Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Suwarno Wiryomartono, 1976, *KONSTRUKSI KAYU I*, Edisi Keduabelas, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Timber Engineering Company, 1956, *TIMBER DESIGN AND CONSTRUCTION HANDBOOK*, McGraw - Hill, New York.

LAMPIRAN



**Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia**

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp (0274) 895707, 895042 Sleman Yogyakarta

**DATA PEMERIKSAAN
KADAR LENGAS KAYU**

Tanggal pemeriksaan : 14 Maret 2001

Diperiksa oleh : Alexander 89310163

: Tri Sambodho 90310043

Jenis benda uji : Kayu Bangkirai

Benda uji	Dimensi (cm) $p \times l \times t$	Berat benda uji pada hari ke (gr)				
		I	II	III	IV	V
1	5,4 × 3,5 × 4,2	86,5	74,5	73,0	72,0	72,0
2	5,4 × 3,4 × 4,6	86,5	74,0	73,0	72,5	72,5
3	5,4 × 3,4 × 4,6	88,5	76,0	75,0	74,5	74,5

Benda uji	Berat kering udara (w_0) → gr	Berat kering tungku (w_1) → gr	Kadar lengas (MC) → %
1	86,5	72,0	16,76
2	86,5	72,5	16,18
3	88,5	74,5	15,82
Kadar lengas kayu rata-rata (MC) → %			16,25

Yogyakarta, 14 Maret 2001

Mengetahui:

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Petugas Laboratorium



**Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia**

Jl. Kaliurang Km .14,4 Telp (0274) 895707, 895042 Sleman Yogyakarta

**DATA PEMERIKSAAN
TEGANGAN LENTUR IJIN KAYU**

Tanggal pemeriksaan : 14 Maret 2001

Diperiksa oleh : Alexander 89310163
: Tri Sambodho 90310043

Jenis benda uji : Kayu Bangkirai

Benda uji	Beban maks. P (kg)	Luas tampang b × h (cm ²)	Jarak tumpuan l(cm)	Teg. lentur σ lt (kg/cm ²)
1	3985	5,05 × 7,05	39,5	940,6912
2	3710	5,09 × 7,03	39,5	873,8438
3	3515	5,06 × 7,01	39,5	837,5816
σ lt rata-rata (kg/cm²)				884,0389

Yogyakarta, 14 Maret 2001 .

Mengetahui:

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL
DAN PERENCANAAN

Petugas Laboratorium



**Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia**

Jl.Kaliurang Km .14,4 Telp (0274) 895707, 895042 Sleman Yogyakarta

**DATA PEMERIKSAAN
TEGANGAN DESAK IJIN // SERAT KAYU**

Tanggal pemeriksaan : 14 Maret 2001

Diperiksa oleh : Alexander 89310163
: Tri Sambodho 90310043

Jenis benda uji : Kayu Bangkirai

Benda uji	Beban maks. P (KN)	Beban maks. P (Kg)	Luas tampang A (cm ²)	Tegangan desak σ_{ds} // (kg/cm ²)
1	117	12045,15	4,05 x 5,68	523,6111
2	157	16163,15	4,05 x 5,67	703,8626
3	135	13898,25	4,03 x 5,65	610,3889
σ_{ds} // rata-rata (kg/cm ²)				612,6209

Yogyakarta, 14 Maret 2001

Mengetahui:
LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK

Petugas Laboratorium



**Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia**

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp (0274) 895707, 895042 Sleman Yogyakarta

**DATA PEMERIKSAAN
TEGANGAN DESAK \perp IJIN KAYU**

Tanggal pemeriksaan : 14 Maret 2001

Diperiksa oleh : Alexander 89310163
: Tri Sambodho 90310043

Jenis benda uji : Kayu Bangkirai

Benda uji	Beban maks. P (KN)	Beban maks. P (Kg)	Luas tampang A (cm ²)	Tegangan desak $\sigma_{ds \perp}$ (kg/cm ²)
1	26	2676,7	4,13 x 5,71	113,5046
2	22	2264,9	4,03 x 5,72	98,2535
3	25	2573,75	4,03 x 5,75	111,0691
$\sigma_{ds \perp}$ rata-rata (kg/cm ²)				107,6091

Yogyakarta, 14 Maret 2001

Mengetahui:

Petugas Laboratorium
LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK *[Signature]*



**Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia**

Jl. Kaliurang Km .14,4 Telp (0274) 895707, 895042 Sleman Yogyakarta

**DATA PEMERIKSAAN
TEGANGAN TARIK IJIN // SERAT KAYU**

Tanggal pemeriksaan : 14 Maret 2001

Diperiksa oleh : Alexander 89310163
: Tri Sambodho 90310043

Jenis benda uji : Kayu Bangkirai

Luas tampang A (cm ²)	Benda Uji		
	1	2	3
1	2,89 x 1,75	3,00 x 1,78	3,04 x 1,58
2	2,67 x 1,62	2,86 x 1,78	3,01 x 1,43
3	2,30 x 1,48	2,57 x 1,69	2,56 x 1,28
4	1,99 x 1,34	2,15 x 1,52	2,20 x 1,15
5	1,64 x 1,23	1,82 x 1,36	1,94 x 1,09
6	1,37 x 1,16	1,62 x 1,16	1,65 x 1,02
7	1,33 x 1,12	1,44 x 1,12	1,49 x 1,00
8	1,27 x 1,07	1,40 x 1,16	1,37 x 0,98
9	1,39 x 1,12	1,41 x 1,15	1,40 x 0,95
10	1,66 x 1,19	1,57 x 1,19	1,52 x 1,02
11	2,01 x 1,30	1,80 x 1,32	1,85 x 1,12
12	2,32 x 1,44	2,12 x 1,49	2,22 x 1,20
13	2,69 x 1,58	2,49 x 1,60	2,62 x 1,36
14	2,91 x 1,71	2,81 x 1,73	2,90 x 1,50
Titik patah	1 sampai 8	2 sampai 7	7 sampai 13
Luas tampang patah / A (cm ²)	2,7855	3,1116	1,9951
Beban maksimum / P (kg)	1900	1740	1180
Waktu pembebanan (detik)	01:20:12	00:40:80	01:03:44
$\sigma_{tr} // = P/A$ (kg/cm ²)	682,1038	559,1978	591,4490
$\sigma_{tr} //$ rata-rata P/A (kg/cm ²)	610,9169		

Yogyakarta, 14 Maret 2001

Mengetahui:

**LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK**
Perangsang Laboratorium



**Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia**

Jl. Kaliurang Km .14,4 Telp (0274) 895707, 895042 Sleman Yogyakarta

**DATA PEMERIKSAAN
TEGANGAN GESER IJIN // SERAT KAYU**

Tanggal pemeriksaan : 14 Maret 2001

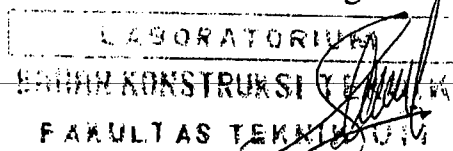
Diperiksa oleh : Alexander 89310163
: Tri Sambodho 90310043

Jenis benda uji : Kayu Bangkirai

Benda uji	Beban maks. (kg)	Luas tampang (cm ²)	Tegangan geser τ ds // (kg/cm ²)
1	1970	3,92 x 5,55	90,5497
2	2030	4,00 x 5,55	91,4414
3	1925	4,11 x 5,55	84,3910
τ // rata-rata (kg/cm ²)			88,7940

Yogyakarta, 14 Maret 2001 .

Mengetahui:



Petugas Laboratorium



**Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia**

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp (0274) 895707, 895042 Sleman Yogyakarta

**DATA PEMERIKSAAN
TEGANGAN GESER IJIN \perp SERAT KAYU**

Tanggal pemeriksaan : 14 Maret 2001

Diperiksa oleh : Alexander 89310163

: Tri Sambodho 90310043

Jenis benda uji : Kayu Bangkirai

Benda uji	Beban maks. (kg)	Luas tampang (cm ²)	Tegangan geser $\tau_{ds \perp}$ (kg/cm ²)
1	2940	3,94 x 5,50	135,6714
2	2630	3,96 x 5,46	121,6376
3	2800	4,02 x 5,49	127,5673
τ_{\perp} rata-rata (kg/cm ²)			128,2921

Yogyakarta, 14 Maret 2001 .

Mengetahui:

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK

Petugas Laboratorium



**Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia**

Jl. Kaliurang Km .14,4 Telp (0274) 895707, 895042 Sleman Yogyakarta

**DATA PEMERIKSAAN
BERAT VOLUME KAYU**

Tanggal pemeriksaan : 14 Maret 2001

Diperiksa oleh : Alexander 89310163
: Tri Sambodho 90310043

Jenis benda uji : Kayu Bangkirai

Benda uji	Dimensi (p × l × t) → cm ³	Volume (v) → cm ³	Berat Kering Oven (w) → gr	Berat Volume (γ) → gr/cm ³
1	5,4 × 3,5 × 4,2	79,380	72,0	0,9070
2	5,4 × 3,4 × 4,6	84,456	72,5	0,8584
3	5,4 × 3,4 × 4,6	84,456	74,5	0,8821
Berat volume rata-rata (γ) → gr/cm ³				0,8824

Yogyakarta, 14 Maret 2001

Mengetahui:

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK
Petugas Laboratorium





**Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia**

Jl. Kaliurang Km .14,4 Telp (0274) 895707, 895042 Sleman Yogyakarta

**DATA PEMERIKSAAN
TEGANGAN GESER IJIN BAUT**

Tanggal pemeriksaan : 14 Maret 2001

Diperiksa oleh : Alexander 89310163
: Tri Sambodho 90310043

Jenis benda uji : Baut HTB \varnothing 5/8 "

Benda uji	Beban geser maksimum P (kg)	Luas tampang A (cm ²)	Tegangan geser τ (kg/cm ²)
1	4079,1367	1,9793	2060,8986
2	5608,8129	1,9793	2833,7356
3	5302,8777	1,9793	2679,1682
τ rata-rata (kg/cm ²)			2524,6008

Yogyakarta, 14 Maret 2001

Mengetahui:

**LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII**

Petugas Laboratorium



**Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia**

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp (0274) 895707, 895042 Sleman Yogyakarta

**DATA PEMERIKSAAN
TEGANGAN TARIK IJIN PLAT BAJA**

Tanggal pemeriksaan : 14 Maret 2001

Diperiksa oleh : Alexander 89310163
: Tri Sambodho 90310043

Jenis benda uji : Plat baja 5 mm

Luas tampang A (cm ²)	Benda uji		
	1	2	3
1	3,95 x 0,49	3,05 x 0,49	3,42 x 0,59
2	2,77 x 0,49	2,56 x 0,49	2,72 x 0,59
3	1,90 x 0,49	1,82 x 0,49	2,02 x 0,59
4	1,46 x 0,49	1,40 x 0,49	1,63 x 0,59
5	1,53 x 0,49	1,42 x 0,49	1,48 x 0,59
6	1,49 x 0,49	1,42 x 0,49	1,46 x 0,59
7	1,85 x 0,49	1,68 x 0,49	1,75 x 0,59
8	2,73 x 0,49	2,35 x 0,49	2,36 x 0,59
9	3,27 x 0,49	3,16 x 0,49	3,26 x 0,59
Titik patah	5	5	6
Luas tampang patah	1,025 x 0,315	1,025 x 0,34	1,200 x 0,415
Beban maksimum / P (kg)	2710	2780	3500
Waktu pembebanan (detik)	00:08:56	00:08:28	00:06:48
$\sigma_{tr} // = P/A$ (kg/cm ²)	3614,7792	3995,4010	4063,1430
$\sigma_{tr} //$ rata-rata (kg/cm ²)	3891,1077		

Yogyakarta, 14 Maret 2001

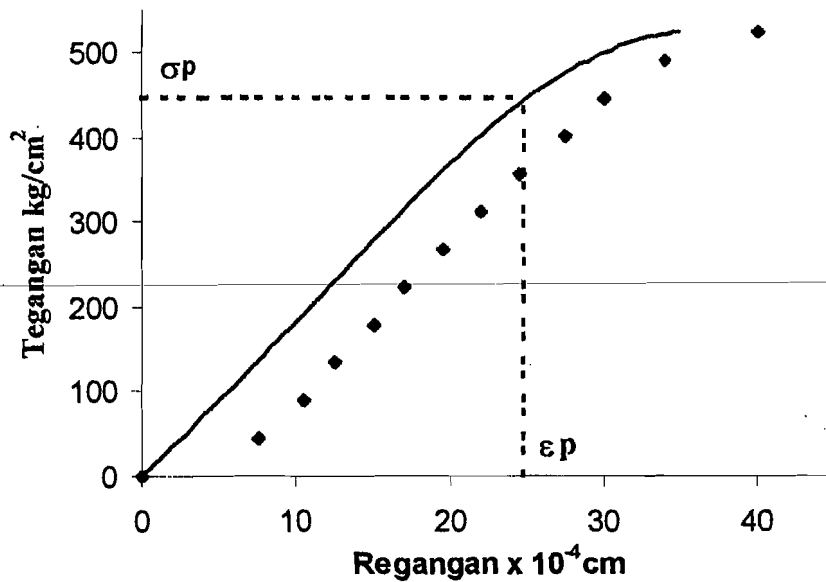
Mengetahui:

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK
Petugas Laboratorium

HITUNGAN MODULUS ELASTIS KAYU BANGKIRAI

Tabel L.1 Hasil uji desak // serat kayu bangkirai 01

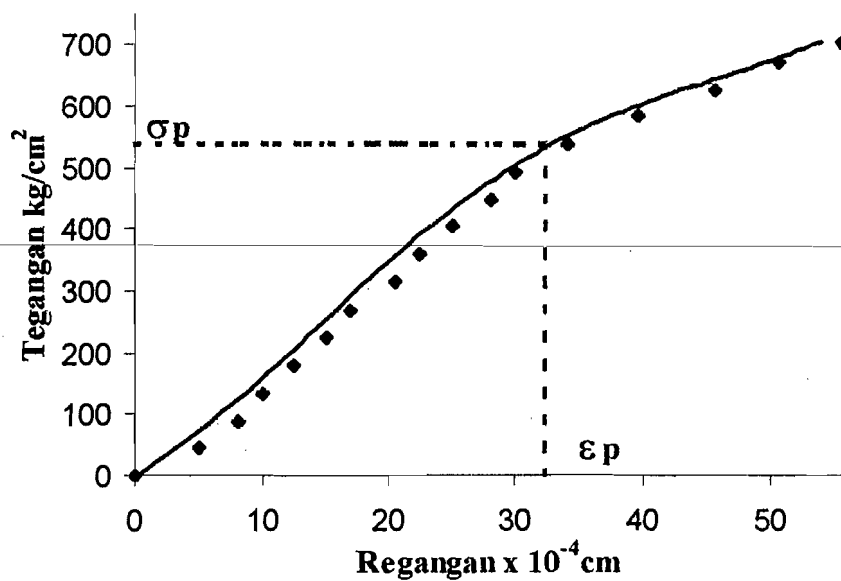
Beban P (kg)	ΔL $\times (10^{-2} \text{ mm})$	Tegangan $\sigma \text{ (kg/cm}^2\text{)}$	Regangan $\epsilon (\Delta L/t) \times 10^{-4}$	ϵ Koreksi $\times 10^{-4}$
0	0	0	0	0
1029,5	15	44,7531	7,5	2,5
2059	21	89,5062	10,5	5,5
3088,5	25	134,2592	12,5	7,5
4118	30	179,0123	15	10
5147,5	34	223,7654	17	12
6177	39	268,5185	19,5	14,5
7206,5	44	313,2716	22	17
8236	49	358,0247	24,5	19,5
9265,5	55	402,7777	27,5	22,5
10295	60	447,5308	30	25
11324,5	68	492,2839	34	29
12045,15	80	523,6111	40	35



Grafik L.1 Grafik regangan-tegangan hasil uji desak sejajar serat kayu bangkirai 01

Tabel L.2 Hasil uji desak // serat kayu bangkirai 02

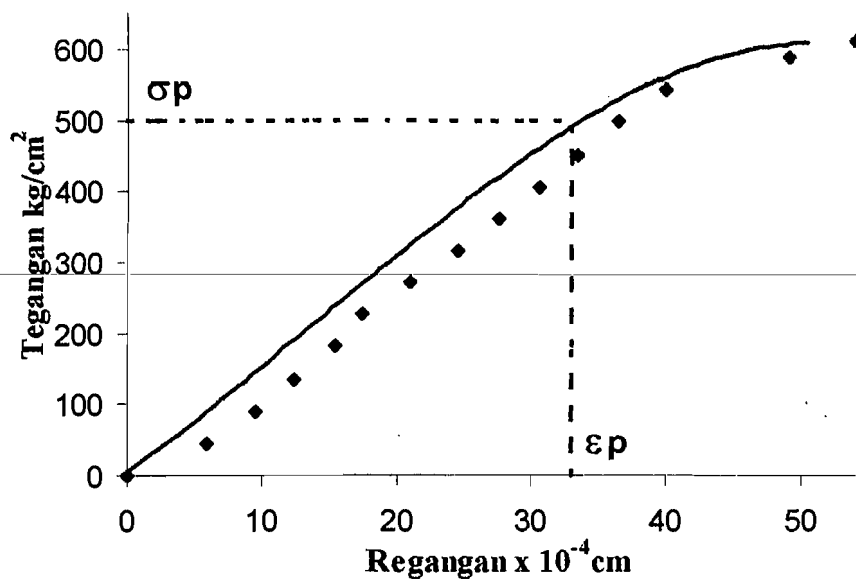
Beban P (kg)	ΔL $\times (10^{-2} \text{ mm})$	Tegangan σ (kg/cm ²)	Regangan ϵ ($\Delta L/t$) $\times 10^{-4}$	ϵ Koreksi $\times 10^{-4}$
0	0	0	0	0
1029,5	10	44,8320	5	3,4
2059	16	89,6640	8	6,4
3088,5	20	134,4960	10	8,4
4118	25	179,3280	12,5	10,9
5147,5	30	224,1601	15	13,4
6177	34	268,9921	17	15,4
7206,5	41	313,8241	20,5	18,9
8236	45	358,6561	22,5	20,9
9265,5	50	403,4881	25	23,4
10295	56	448,3201	28	26,4
11324,5	60	493,1521	30	28,4
12354	68	537,9841	34	32,4
13383,5	79	582,8161	39,5	37,9
14413	91	627,6481	45,5	43,9
15442,5	101	672,4801	50,5	48,9
16163,15	111	703,8626	55,5	53,9



Grafik L.2 Grafik regangan-tegangan hasil uji desak sejajar serat kayu bangkirai 02

Tabel L.3 Hasil uji desak // serat kayu bangkirai 03

Beban P (kg)	ΔL $\times (10^{-2} \text{ mm})$	Tegangan σ (kg/cm ²)	Regangan ϵ ($\Delta L/t$) $\times 10^{-4}$	ϵ Koreksi $\times 10^{-4}$
0	0	0	0	0
1029,5	12	45,2140	6	2,5
2059	19	90,4280	9,5	6
3088,5	25	135,6420	12,5	9
4118	31	180,8560	15,5	12
5147,5	35	226,0700	17,5	14
6177	42	271,2840	21	17,5
7206,5	49	316,4980	24,5	21
8236	55	361,7120	27,5	24
9265,5	61	406,9260	30,5	27
10295	67	452,1399	33,5	30
11324,5	73	497,3539	36,5	33
12354	80	542,5679	40	36,5
13383,5	98	587,7819	49	45,5
13898,25	108	610,3889	54	50,5



Grafik L.3 Grafik regangan-tegangan hasil uji desak sejajar serat kayu bangkirai 03

Hasil dari perhitungan modulus elastis dapat dilihat pada Tabel L.4 berikut ini:

Tabel L.4 Modulus elastis kayu bangkirai

Benda uji	Tegangan σ (kg/cm²)	Regangan terkoreksi ϵ ($\Delta L/t$) $\times 10^{-4}$	Modulus elastis $E \times 10^4$
1	447,5308	25,0	17,9012
2	493,1521	32,4	16,6044
3	497,3539	33,0	15,0713
Modulus elastis (E) rata-rata			16,5256

**ANALISA PEMBEBANAN DAN DISAIN
STRUKTUR RANGKA KUDA-KUDA BLOK B
PROYEK PEMBANGUNAN KAMPUS TERPADU UNIT VII
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**



Disusun Oleh:

ALEXANDER

No. Mhs. 89310163
NIRM 890051013114120

TRI SAMBODHO

No. Mhs. 90310043
NIRM 900051013114120038

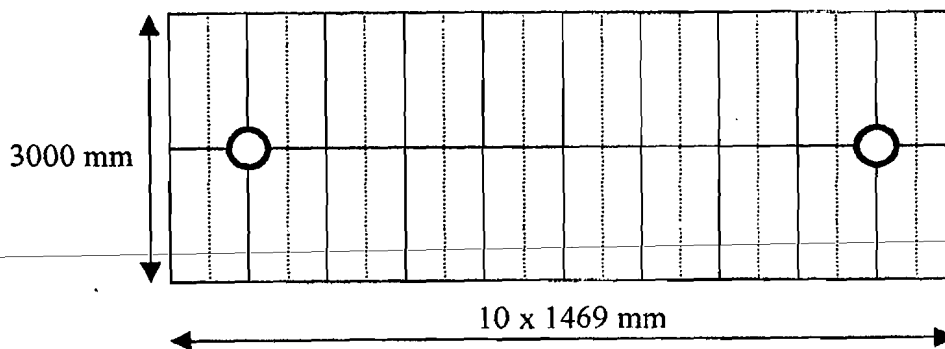
**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2001**

ANALISA PEMBEBANAN DAN DISAIN STRUKTUR RANGKA KUDA-KUDA

Spesifikasi pembebanan struktur rangka atap berdasarkan PBI 1983 :

BEBAN MATI		
1.	Penutup atap genteng dengan reng dan usuk / kaso	50 Kg/m ²
2.	Gording 8/12	9,6 Kg/m
3.	Berat sendiri kuda-kuda 8/12	9,6 Kg/m
BEBAN HIDUP		
1.	$q = (40 - 0,8 \alpha)$ $= (40 - 0,8 \cdot 40)$	8 Kg/m ²
2.	Orang pada gording	100 Kg
3.	Orang pada gording ujung atas	200 Kg
BEBAN SEMENTARA		
1.	Tekanan angin (lokasi jauh dari daerah pantai)	25 Kg/m ²
2.	Koefisien pengali :	
	Tekanan positif (tiup) = $(0,02 \alpha - 0,4)$ $= (0,02 \cdot 40 - 0,4)$	0,4
	Tekanan negatif (isap)	-0,4

Denah luasan pembebanan untuk satu buah kuda-kuda :



Rekapitulasi Perhitungan :

1. Beban Mati

No. Joint	Beban Gording (Kg.)	A Beban (M ²)	Beban Akibat Atap (Kg.)	Total Beban (Kg.)
1	28,8	2,2035	110,1750	138,9750
12, 13, 14, 15	28,8	4,4070	220,3500	249,1500
16	28,8	4,4070	220,3500	249,1500
17, 18, 19, 20	28,8	4,4070	220,3500	249,1500
11	57,6	2,2035	110,1750	138,9750

2. Beban Hidup

No. Joint	Beban Orang (Kg.)
1	200
12, 13, 14, 15	100
16	100
17, 18, 19, 20	100
11	200

3. Beban Sementara

No. Joint	A (M ²)	Tiup			Hisap		
		Fr (Kg)	Fx (Kg)	Fz (Kg)	Fr (Kg)	Fx (Kg)	Fz (Kg)
1	2.2035	22.035	16.880	14.164	-	-	-
12, 13, 14, 15	4.4070	44.070	33.760	28.328	-	-	-
16	2.2035, -2.2035	22.035	16.880	14.164	-22.035	-16.880	-14.164
17, 18, 19, 20	-4.4070	-	-	-	-44.070	-33.760	-28.328
11	-2.2035	-	-	-	-22.035	-16.880	-14.164

Analisa gaya batang dikerjakan dengan bantuan *software* "Structure Analysis Program '90" yang terdiri dari :

1. Listing Program,
2. File SAP,
3. File F3F,
4. Gambar dari Saplot.

Dari hasil analisa SAP 90 di atas dimensi batang dapat didisain dengan menggunakan gaya di bawah ini hasil kombinasi beban tetap (*Combo1*) sebesar:

Untuk batang tarik = 2048.97 Kg

Untuk batang tekan = 3170.3 Kg

Dan dikontrol dengan kombinasi beban sementara (*Combo2*)

Untuk batang tarik = 2132.85 Kg

Untuk batang tekan = 3174.07 Kg

ANALISA PEMBEBANAN STRUKTUR RANGKA KUDA-KUDA SATUAN (KG, M)

SYSTEM

L=3

JOINTS

1	X=0	Y=0	Z=0		
2	X=1.200				
3	X=2.330				
4	X=3.230	Z=0.728			
5	X=4.235	Z=1.438			
6	X=5.700	Z=2.278			
7	X=7.165	Z=1.438			
8	X=8.170	Z=0.728			
9	X=9.070	Z=0			
10	X=10.200	Z=0			
11	X=11.400	Z=0			
12	X=1.200	Z=0.9264			
16	X=5.700	Z=4.632	G=12	16	1
20	X=10.200	Z=-0.9264	G=16	20	1

RESTRAINT

1	20	1	R=0,1,0,1,0,1
2	10	8	R=1,1,1,1,0,1

FRAME

NM=1

1	A=0.0096	E=1000000000	W=9.6
1	1	2	G=9,1,1,1 M=1
11	1	12	M=1
12	12	13	G=3,1,1,1 M=1
16	16	17	G=3,1,1,1 M=1
20	20	11	M=1
21	3	12	G=3,1,1,1 M=1
25	6	16	M=1
26	6	17	G=3,1,1,1 M=1
32	9	19	G=1,1,1,1 M=1
30	2	12	G=1,1,1,1 M=1
34	13	5	G=1,1,1,1 M=1
36	6	18	G=1,1,1,1 M=1

LOADS

1	11	10	F=0,0,-138.975	L=1	: BEBAN MATI
12	20	1	F=0,0,-249.15	L=1	: BEBAN MATI
12	20	1	F=0,0,-100	L=2	: BEBAN HIDUP
1	11	10	F=0,1,-200	L=2	: BEBAN HIDUP
1			F=16.880,0,-14.164	L=3	: BEBAN ANGIN
12	15	1	F=33.760,0,-28.328	L=3	: BEBAN ANGIN
16			F=33.760,0,0	L=3	: BEBAN ANGIN
17	20	1	F=33.760,0,28.328	L=3	: BEBAN ANGIN
11			F=16.880,0,14.164	L=3	: BEBAN ANGIN

COMBO
1 C=1,1,0
2 C=1,1,1

STRUCTURAL ANALYSIS PROGRAMS

PROGRAM:SAP90/FILE:ALEXSAM.F3F

ANALISA PEMBEBANAN STRUKTUR RANGKA KUDA-KUDA SATUAN (KG,M)

FRAME ELEMENT FORCES

ELT LOAD ID COMB	AXIAL DIST FORCE ENDI	1-2 PLANE SHEAR	1-2 PLANE MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	1-3 PLANE MOMENT	AXIAL TORQ
1	-----					
1	-619.11					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.2	.00	.00	.00	.00	.00
2	-689.56					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.2	.00	.00	.00	.00	.00
2	-----					
1	-2216.62					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.1	.00	.00	.00	.00	.00
2	-1949.48					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.1	.00	.00	.00	.00	.00
3	-----					
1	-815.71					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.2	.00	.00	.00	.00	.00
2	-555.92					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.2	.00	.00	.00	.00	.00
4	-----					
1	-817.30					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.2	.00	.00	.00	.00	.00
2	-557.01					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.2	.00	.00	.00	.00	.00
5	-----					
1	-627.31					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.7	.00	.00	.00	.00	.00
2	-385.15					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.7	.00	.00	.00	.00	.00

ELT LOAD ID COMB	AXIAL DIST FORCE ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
6 -----						
1	-627.31					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.7	.00	.00	.00	.00	.00
2	-869.47					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.7	.00	.00	.00	.00	.00
7 -----						
1	-817.30					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.2	.00	.00	.00	.00	.00
2	-1077.59					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.2	.00	.00	.00	.00	.00
8 -----						
1	-815.71					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.2	.00	.00	.00	.00	.00
2	-1075.49					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.2	.00	.00	.00	.00	.00
9 -----						
1	-2216.62					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.1	.00	.00	.00	.00	.00
2	-2483.76					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.1	.00	.00	.00	.00	.00
10 -----						
1	-619.11					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.2	.00	.00	.00	.00	.00
2	-548.65					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.2	.00	.00	.00	.00	.00
11 -----						
1	782.13					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.5	.00	.00	.00	.00	.00
2	828.49					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.5	.00	.00	.00	.00	.00

ELT LOAD ID COMB	AXIAL DIST FORCE ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
12	-----					
1	-1250.64					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.5	.00	.00	.00	.00	.00
2	-1206.54					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.5	.00	.00	.00	.00	.00
13	-----					
1	-1526.33					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.5	.00	.00	.00	.00	.00
2	-1553.50					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.5	.00	.00	.00	.00	.00
14	-----					
1	-1015.37					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.5	.00	.00	.00	.00	.00
2	-953.67					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.5	.00	.00	.00	.00	.00
15	-----					
1	-644.97					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.5	.00	.00	.00	.00	.00
2	-601.23					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.5	.00	.00	.00	.00	.00
16	-----					
1	-644.97					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.5	.00	.00	.00	.00	.00
2	-688.70					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.5	.00	.00	.00	.00	.00
17	-----					
1	-1015.37					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.5	.00	.00	.00	.00	.00
2	-1077.07					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.5	.00	.00	.00	.00	.00

ELT LOAD	AXIAL DIST	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL
ID COMB	FORCE ENDI	SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	TORQ

18	-----					
	1 -1526.33					
		.0	.00	.00	.00	.00
		1.5	.00	.00	.00	.00
	2 -1499.15					
		.0	.00	.00	.00	.00
		1.5	.00	.00	.00	.00
19	-----					
	1 -1250.64					
		.0	.00	.00	.00	.00
		1.5	.00	.00	.00	.00
	2 -1294.74					
		.0	.00	.00	.00	.00
		1.5	.00	.00	.00	.00
20	-----					
	1 782.13					
		.0	.00	.00	.00	.00
		1.5	.00	.00	.00	.00
	2 735.78					
		.0	.00	.00	.00	.00
		1.5	.00	.00	.00	.00
21	-----					
	1 2048.97					
		.0	.00	.00	.00	.00
		1.5	.00	.00	.00	.00
	2 1965.09					
		.0	.00	.00	.00	.00
		1.5	.00	.00	.00	.00
22	-----					
	1 -53.16					
		.0	.00	.00	.00	.00
		1.4	.00	.00	.00	.00
	2 -36.23					
		.0	.00	.00	.00	.00
		1.4	.00	.00	.00	.00
23	-----					
	1 -247.34					
		.0	.00	.00	.00	.00
		1.6	.00	.00	.00	.00
	2 -207.15					
		.0	.00	.00	.00	.00
		1.6	.00	.00	.00	.00

ELT LOAD	AXIAL DIST	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL
ID COMB	FORCE ENDI	SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	TORQ

24 -----

1	-461.97					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.8	.00	.00	.00	.00	.00
2	-548.64					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.8	.00	.00	.00	.00	.00

25 -----

1	221.68					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	2.4	.00	.00	.00	.00	.00
2	221.68					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	2.4	.00	.00	.00	.00	.00

26 -----

1	-461.97					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.8	.00	.00	.00	.00	.00
2	-375.29					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.8	.00	.00	.00	.00	.00

27 -----

1	-247.34					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.6	.00	.00	.00	.00	.00
2	-287.53					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.6	.00	.00	.00	.00	.00

28 -----

1	-53.16					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.4	.00	.00	.00	.00	.00
2	-70.08					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.4	.00	.00	.00	.00	.00

29 -----

1	2048.97					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.5	.00	.00	.00	.00	.00
2	2132.85					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.5	.00	.00	.00	.00	.00

ELT LOAD	AXIAL DIST	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL
ID COMB	FORCE ENDI	SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	TORQ

30

1	-3170.30					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.9	.00	.00	.00	.00	.00
2	-3174.07					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.9	.00	.00	.00	.00	.00

31

1	-786.05					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.9	.00	.00	.00	.00	.00
2	-896.25					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.9	.00	.00	.00	.00	.00

32

1	-786.05					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.9	.00	.00	.00	.00	.00
2	-675.85					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.9	.00	.00	.00	.00	.00

33

1	-3170.30					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.9	.00	.00	.00	.00	.00
2	-3166.53					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	1.9	.00	.00	.00	.00	.00

34

1	254.05					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	2.0	.00	.00	.00	.00	.00
2	230.70					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	2.0	.00	.00	.00	.00	.00

35

1	-276.10					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	2.3	.00	.00	.00	.00	.00
2	-436.37					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	2.3	.00	.00	.00	.00	.00

ELT LOAD	AXIAL DIST	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL
ID COMB	FORCE ENDI	SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	TORQ

36 -----

1	-276.10					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	2.3	.00	.00	.00	.00	.00
2	-115.84					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	2.3	.00	.00	.00	.00	.00

37 -----

1	254.05					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	2.0	.00	.00	.00	.00	.00
2	277.39					
	.0	.00	.00	.00	.00	.00
	2.0	.00	.00	.00	.00	.00

STRUCTURAL ANALYSIS PROGRAMS

PROGRAM: SAP90/FILE: ALEXSAM.SAP

ANALISA PEMBEBANAN STRUKTUR RANGKA KUDA-KUDA SATUAN (KG,M)

SYSTEM DATA

EXECUTION CODE - - - - - 0
NUMBER OF LOAD CONDITIONS - - - - - 3
STEADY STATE LOAD FREQUENCY - - - - - .0000E+00
NUMBER OF EIGENVALUES - - - - - 0
EIGEN CONVERGENCE TOLERANCE - - - - - .1000E-03
EIGEN CUTOFF TIME PERIOD - - - - - .0000E+00

ANALISA PEMBEBANAN STRUKTUR RANGKA KUDA-KUDA SATUAN (KG,M)

GENERATED JOINT COORDINATES

JOINT	X	Y	Z
1	.000	.000	.000
2	1.200	.000	.000
3	2.330	.000	.000
4	3.230	.000	.728
5	4.235	.000	1.438
6	5.700	.000	2.278
7	7.165	.000	1.438
8	8.170	.000	.728
9	9.070	.000	.000
10	10.200	.000	.000
11	11.400	.000	.000
12	1.200	.000	.926
13	2.325	.000	1.853
14	3.450	.000	2.779
15	4.575	.000	3.706
16	5.700	.000	4.632
17	6.825	.000	3.706
18	7.950	.000	2.779
19	9.075	.000	1.853
20	10.200	.000	.926

RESTRAINT DATA

JOINT	RX	RY	RZ	RXX	RYY	RZZ
1	0	1	0	1	0	1
2	1	1	1	1	0	1
3	0	1	0	1	0	1
4	0	1	0	1	0	1
5	0	1	0	1	0	1
6	0	1	0	1	0	1

JOINT	RX	RY	RZ	RXX	RYY	RZZ
7	0	1	0	1	0	1
8	0	1	0	1	0	1
9	0	1	0	1	0	1
10	1	1	1	1	0	1
11	0	1	0	1	0	1
12	0	1	0	1	0	1
13	0	1	0	1	0	1
14	0	1	0	1	0	1
15	0	1	0	1	0	1
16	0	1	0	1	0	1
17	0	1	0	1	0	1
18	0	1	0	1	0	1
19	0	1	0	1	0	1
20	0	1	0	1	0	1

FRAME CONTROL DATA

NUMBER OF MEMBER SECTION PROPERTIES				1	
NUMBER OF SPAN LOADING PATTERNS				0	
LOAD	GRAVITATIONAL MULTIPLIERS		TEMPERATURE	PRESTRESS	
COND	X	Y	Z	MULTIPLIERS	MULTIPLIERS
1	.000	.000	.000	.000	.000
2	.000	.000	.000	.000	.000
3	.000	.000	.000	.000	.000

SECTION PROPERTY DATA

PROP ID	AREA	TORSIONAL INERTIA	MOMEN OF INERTIA		SHEAR AREAS	
			I33	I22	A2	A3
1	.960E-02	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.000E+00	.000+00

MATERIAL PROPERTY DATA

PROP ID	MODULUS OF ELASTICITY	SHEAR MODULUS	WEIGHT PER UNIT LEN	MASS PER UNIT LEN	THERMAL EXPANSION
1	.1000E+10	.384E+09	.9600E+01	.0000E+00	.0000E+00

FRAME ELEMENT DATA

ELT ID	JOINT END-I	JOINT END-J	LOCAL-AXIS		PROPERTY -ID			REL	REF	ELEMENT
			N1	N2	END-I	END-J	VAR	CODES	TEMP	LENGTH
1	1	2	1	0	1	1	0	000000	.00	1.20
2	2	3	1	0	1	1	0	000000	.00	1.13
3	3	4	1	0	1	1	0	000000	.00	1.16
4	4	5	1	0	1	1	0	000000	.00	1.23
5	5	6	1	0	1	1	0	000000	.00	1.69
6	6	7	1	0	1	1	0	000000	.00	1.69

ELT ID	JOINT END-I	JOINT END-J	LOCAL-AXIS N1	LOCAL-AXIS N2	PROPERTY END-I	PROPERTY END-J	-ID VAR	REL CODES	REF TEMP	ELEMENT LENGTH
7	7	8	1	0	1	1	0	000000	.00	1.23
8	8	9	1	0	1	1	0	000000	.00	1.16
9	9	10	1	0	1	1	0	000000	.00	1.13
10	10	11	1	0	1	1	0	000000	.00	1.20
11	11	12	1	0	1	1	0	000000	.00	1.52
12	12	13	1	0	1	1	0	000000	.00	1.46
13	13	14	1	0	1	1	0	000000	.00	1.46
14	14	15	1	0	1	1	0	000000	.00	1.46
15	15	16	1	0	1	1	0	000000	.00	1.46
16	16	17	1	0	1	1	0	000000	.00	1.46
17	17	18	1	0	1	1	0	000000	.00	1.46
18	18	19	1	0	1	1	0	000000	.00	1.46
19	19	20	1	0	1	1	0	000000	.00	1.46
20	20	11	1	0	1	1	0	000000	.00	1.52
21	3	12	1	0	1	1	0	000000	.00	1.46
22	4	13	1	0	1	1	0	000000	.00	1.44
23	5	14	1	0	1	1	0	000000	.00	1.55
24	6	15	1	0	1	1	0	000000	.00	1.82
25	6	16	1	0	1	1	0	000000	.00	2.35
26	6	17	1	0	1	1	0	000000	.00	1.82
27	7	18	1	0	1	1	0	000000	.00	1.55
28	8	19	1	0	1	1	0	000000	.00	1.44
29	9	20	1	0	1	1	0	000000	.00	1.46
32	9	19	1	0	1	1	0	000000	.00	1.85
33	10	20	1	0	1	1	0	000000	.00	.93
30	2	12	1	0	1	1	0	000000	.00	.93
31	3	13	1	0	1	1	0	000000	.00	1.85
34	13	5	1	0	1	1	0	000000	.00	1.95
35	14	6	1	0	1	1	0	000000	.00	2.31
36	6	18	1	0	1	1	0	000000	.00	2.31
37	7	19	1	0	1	1	0	000000	.00	1.95

TOTAL WEIGHTS AND MASSES

PROP	WEIGHT	MASS
1	542.2955	.0000
TOTAL	542.2955	.0000

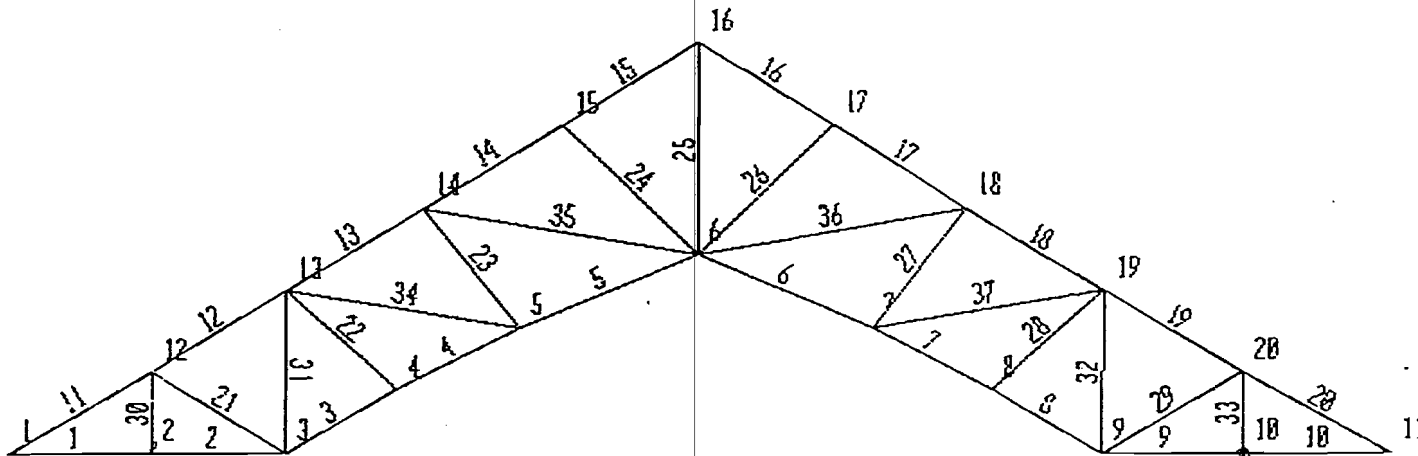
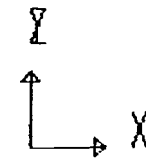
JOINT LOADS

JOINT	LOAD	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
1	1	.000E+00	.000E+00	-.139E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
11	1	.000E+00	.000E+00	-.139E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
12	1	.000E+00	.000E+00	-.249E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
13	1	.000E+00	.000E+00	-.249E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
14	1	.000E+00	.000E+00	-.249E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00

JOINT	LOAD	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
15	1	.000E+00	.000E+00	-.249E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
16	1	.000E+00	.000E+00	-.249E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
17	1	.000E+00	.000E+00	-.249E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
18	1	.000E+00	.000E+00	-.249E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
19	1	.000E+00	.000E+00	-.249E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
20	1	.000E+00	.000E+00	-.249E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
12	2	.000E+00	.000E+00	-.100E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
13	2	.000E+00	.000E+00	-.100E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
14	2	.000E+00	.000E+00	-.100E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
15	2	.000E+00	.000E+00	-.100E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
16	2	.000E+00	.000E+00	-.100E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
17	2	.000E+00	.000E+00	-.100E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
18	2	.000E+00	.000E+00	-.100E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
19	2	.000E+00	.000E+00	-.100E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
20	2	.000E+00	.000E+00	-.100E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	2	.000E+00	.000E+00	-.200E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
11	2	.000E+00	.000E+00	-.200E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
1	3	.169E+02	.000E+00	-.142E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
12	3	.338E+02	.000E+00	-.283E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
13	3	.338E+02	.000E+00	-.283E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
14	3	.338E+02	.000E+00	-.283E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
15	3	.338E+02	.000E+00	-.283E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
16	3	.338E+02	.000E+00	-.000E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
17	3	.338E+02	.000E+00	-.283E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
18	3	.338E+02	.000E+00	-.283E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
19	3	.338E+02	.000E+00	-.283E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
20	3	.338E+02	.000E+00	-.283E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
11	3	.169E+02	.000E+00	-.142E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00

LOAD CONDITION COMBINATION MULTIPLIERS

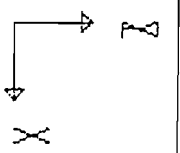
COMBINATION	CONDITION	FACTOR
1	1	1. 0 0 0
	2	1. 0 0 0
2	1	1. 0 0 0
	2	1. 0 0 0
	3	1. 0 0 0



BARUI
UNDEFORMED
SHAPE

OPTIONS
JOINT IDS
ELEMENT IDS
WIRE FRAME

SAP90

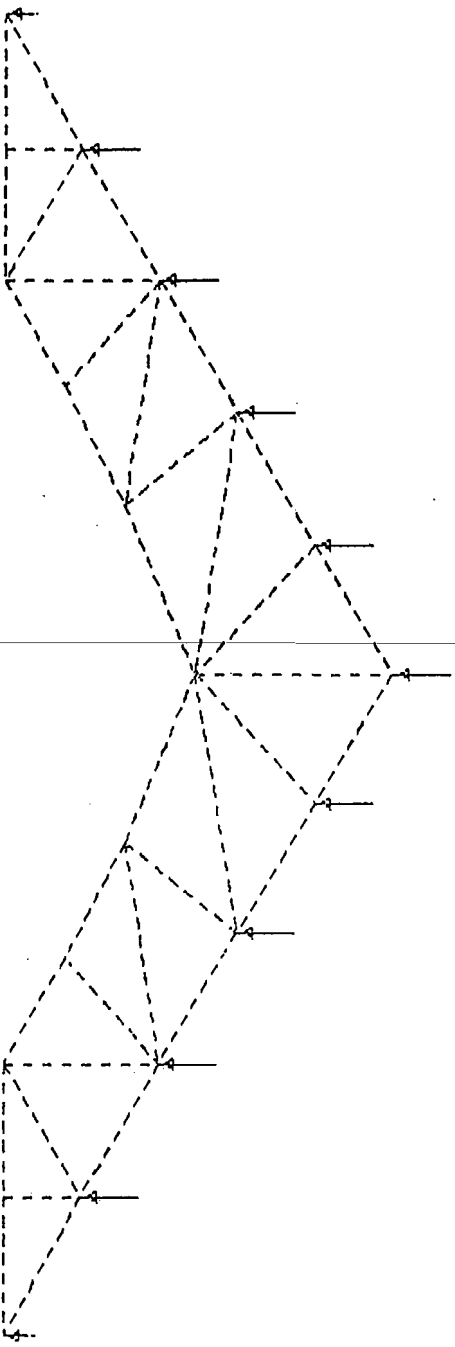


BARUUI

JOINT

LOADS

LOAD : 1



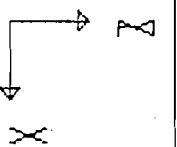
MINIMA

P-0.2491E+03

MAXIMA

P-0.1390E+03

SAP90

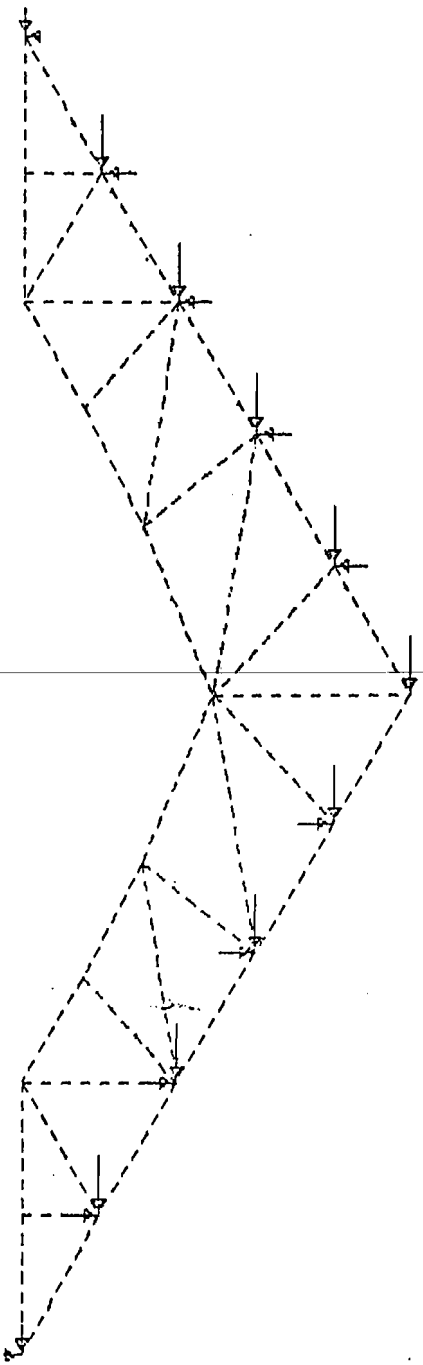


BARUJI

JOINT

LOADS

LOAD 3



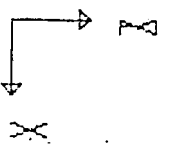
MINIMA

P-0.2833E+02

MAXIMA

P 0.3376E+02

SAP90



BARUIT

DEFORMED

SHAPE

LOAD 1

MINIMA

X-0.2609E-03

Y 0.0000E+00

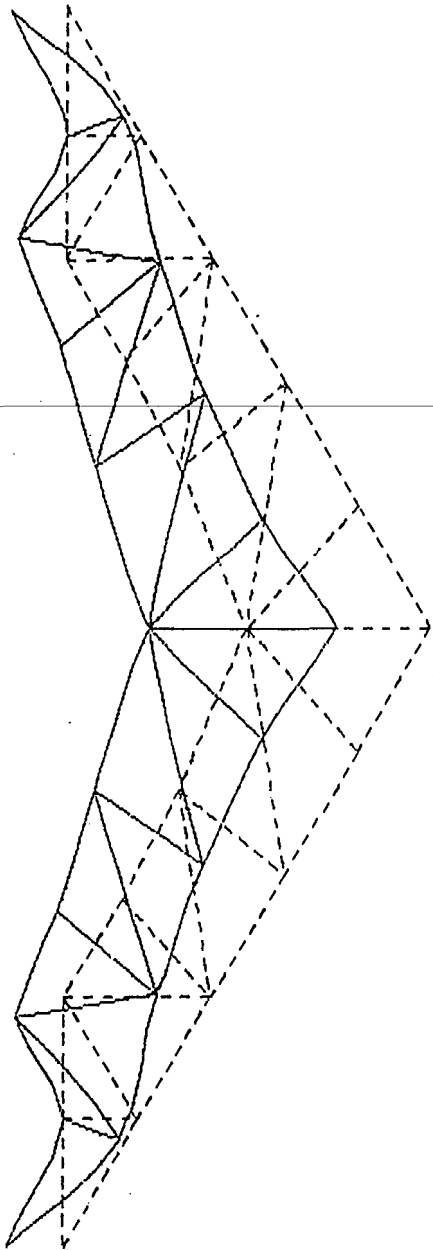
Z-0.1724E-02

MAXIMA

X 0.2609E-03

Y 0.0000E+00

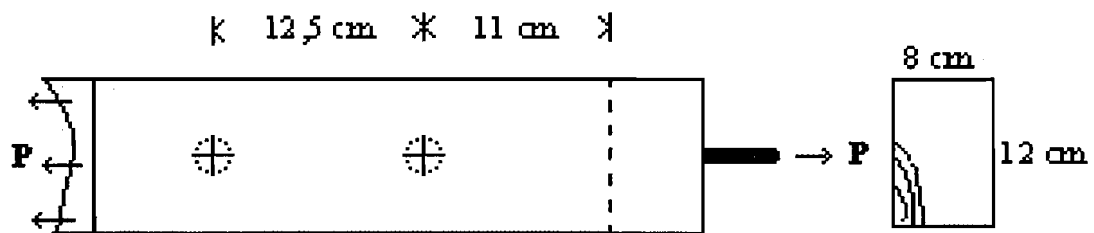
Z 0.0000E+00



SAP90

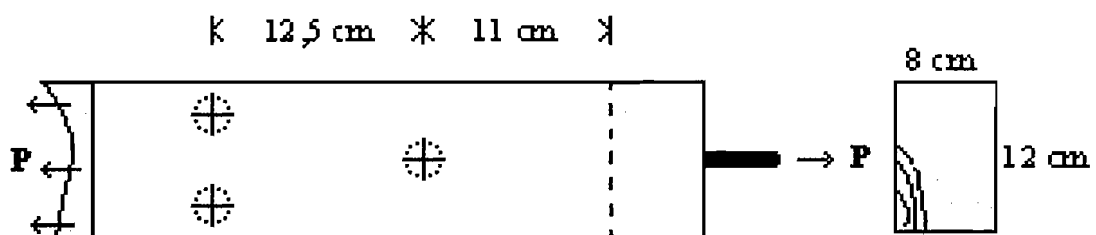
HITUNGAN TEGANGAN GESER YANG TERJADI PADA KAYU

Hasil uji laboratorium pada pembebanan tarik rata-rata searah serat kayu ($\alpha = 0^\circ$) pada sambungan batang kuda-kuda kayu menggunakan 4 buah baut sebesar 12341,67 kg



kg.

Gambar L.1 Penampang sambungan dengan baut 4 buah



Gambar L.2 Penampang sambungan dengan baut 6 buah

Luas bidang geser baut pada Gambar L.1 $((12,5 + 11) \times 8) \times 4 = 752 \text{ cm}^2$.

$$\begin{aligned}\tau &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{12341,67}{752} \\ &= 16,4118 \text{ kg/cm}^2.\end{aligned}$$

Tegangan geser kayu pada batang tarik dengan 4 baut sebesar 16,4118 kg/cm².

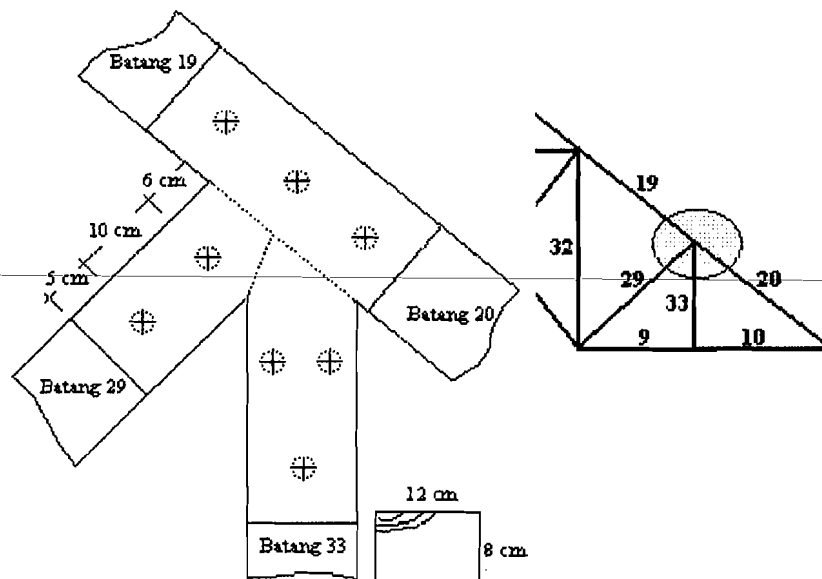
Dengan demikian kekuatan 6 baut untuk struktur sambungan yang sama (Gambar L.1 dan Gambar L.2):

$$P \text{ 6 baut} = \frac{12341,67}{4} \times 6 = 18512,505 \text{ kg}$$

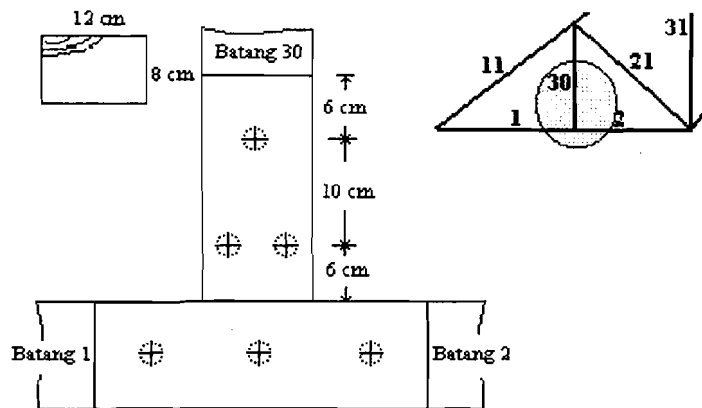
Luas bidang geser baut pada Gambar L.2 $((12,5 + 11) \times 8) + (11 \times 8) \times 4 = 1856 \text{ cm}^2$.

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{18512,505}{1856} \\ &= 9,9744 \text{ kg/cm}^2. \end{aligned}$$

Tegangan geser kayu pada batang desak dengan 6 baut sebesar $9,9744 \text{ kg/cm}^2$.



Gambar L.3 Jarak baut batang 29 kuda-kuda atap Blok B Unit VII



Gambar L.4 Jarak baut batang 30 kuda-kuda atap Blok B Unit VII

Luas bidang geser baut pada Gambar L.3 $((10 + 6) \times 8) \times 4 = 512 \text{ cm}^2$.

$$\begin{aligned}\tau &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{2132,85}{512} \\ &= 4,1657 \text{ kg/cm}^2.\end{aligned}$$

Tegangan geser kayu pada batang tarik 29 dengan 4 baut sebesar $4,1657 \text{ kg/cm}^2$.

Luas bidang geser baut pada Gambar L.4 $((10 + 6) \times 8) \times 4 + (6 \times 8) \times 8 = 896 \text{ cm}^2$.

$$\begin{aligned}\tau &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{3174,07}{896} \\ &= 3,5425 \text{ kg/cm}^2.\end{aligned}$$

Tegangan geser kayu pada batang desak 30 dengan 6 baut sebesar $3,5425 \text{ kg/cm}^2$.

HITUNGAN TEGANGAN LENTUR YANG TERJADI PADA BAUT

Rumus:

$$\sigma_{lt} = M/S$$

$$\sigma_{lt} = (1/8 q l^2) / (I/y); \quad q = P / L, \quad L = (n \times \theta \text{ baut}), \quad I = b \text{ balok kayu,}$$

$$I = 1/4 \pi R^4, \quad y = 1/2 \text{ diameter baut.}$$

$$\sigma_{lt} = \frac{(P / (n \times \theta \text{ baut}) \times l^2) \times R}{8 \times 1/4 \pi R^4}$$

1. Lentur baut pada batang 29 dan 30 SAP ' 90

Batang 29

$$\begin{aligned} \sigma_{lt} &= \frac{(2132,85 / (4 \times 1,5875)) \times (8)^2 \times 0,8}{8 \times 1/4 \times \pi \times 0,8^4} \\ &= 6682,1579 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Batang 30

$$\begin{aligned} \sigma_{lt} &= \frac{(3174,07 / (6 \times 1,5875)) \times (8)^2 \times 0,8}{8 \times 1/4 \times \pi \times 0,8^4} \\ &= 6629,5135 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

2. Lentur baut pada model sambungan I hasil dari pengujian batang kuda-kuda di laboratorium

Benda Uji 1

$$\begin{aligned} \sigma_{lt} &= \frac{(12900 / (4 \times 1,5875)) \times (8)^2 \times 0,8}{8 \times 1/4 \times \pi \times 0,8^4} \\ &= 40415,3300 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Benda Uji 2

$$\sigma_{lt} = \frac{(11000 / (4 \times 1,5875)) \times (8)^2 \times 0,8}{8 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 0,8^4} \\ = 34462,6845 \text{ kg/cm}^2$$

Benda Uji 3

$$\sigma_{lt} = \frac{(13125 / (4 \times 1,5875)) \times (8)^2 \times 0,8}{8 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 0,8^4} \\ = 41120,2486 \text{ kg/cm}^2$$

Beban maksimal rata-rata dari pembebanan pada model sambungan I (tarik 4 baut)

adalah : $(12900 + 11000 + 13125) / 3 = 12341,67 \text{ kg}$.

Tegangan lentur rata-rata baut pada model sambungan I (4 baut) hasil dari pengujian batang tarik kuda-kuda di laboratorium yaitu :

$$(40415,3300 + 34462,6845 + 41120,2486) / 3 = 38666,0877 \text{ kg/cm}^2$$

HITUNGAN TEKUK PADA BATANG DESAK

Tekuk kayu pada batang 30 akibat kuat desak :

Kuat desak (P_{ds}) = 3174,07 kg,

Panjang batang (l) = 108,70 cmstruktur rangka kuda-kuda $\rightarrow l_{tk} = l$,

$$\begin{aligned}i \text{ min} &= \sqrt{\frac{I_{\text{min}}}{F_{br}}} \\&= \sqrt{\frac{\frac{1}{12}bh^3}{b \times h}} \\&= \sqrt{\frac{\frac{1}{12} \times 8 \times 12^3}{8 \times 12}} \\&= 3,4641 \text{ cm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\lambda &= \frac{l_{tk}}{i_{\text{min}}} \\&= \frac{108,7}{3,4641} \\&= 31,379 \text{} \rightarrow \omega = 1,2638\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{ds} &= \frac{P \times \omega}{F_{br}} \\&= \frac{3174,07 \times 1,2638}{8 \times 12} \\&= 41,7853 \text{ kg/cm}^2 \text{} < \bar{\sigma}_{ds} \text{} \rightarrow \text{aman terhadap tekuk}\end{aligned}$$

HITUNGAN KAPASITAS SAMBUNGAN BAUT MENURUT PKKI-NI 1961

Kapasitas sambungan baut dari batang 29 dihitung terhadap batang 20 atau 19:

$$\begin{aligned}\bar{P} &= 125 d b_3 (1 - 0,6 \sin \alpha) \\ &= 125 \cdot 1,59 \cdot 8 \cdot (1 - 0,6 \sin 90) \\ &= 636 \text{ kg.}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\bar{P} &= 480 \cdot d^2 \cdot (1 - 0,35 \sin \alpha) \\ &= 480 \cdot 1,59^2 \cdot (1 - 0,35 \sin 90) \\ &= 788,7672 \text{ kg.}\end{aligned}$$

Batang 29 menahan beban tarik sebesar 2132,85 kg, jadi baut yang diperlukan :

$$n = \frac{2132,85}{636 \times 1,25}$$

= 2,7 , jadi jika dipasang 4 baut sambungan tersebut cukup aman.

Batang 29 jika ditinjau terhadap batang 9 akan membutuhkan baut :

$$\begin{aligned}\bar{P} &= 125 d b_3 (1 - 0,6 \sin \alpha) \\ &= 125 \cdot 1,59 \cdot 8 \cdot (1 - 0,6 \sin 45) \\ &= 915.4201 \text{ kg.}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\bar{P} &= 480 \cdot d^2 \cdot (1 - 0,35 \sin \alpha) \\ &= 480 \cdot 1,59^2 \cdot (1 - 0,35 \sin 45) \\ &= 913.1650 \text{ kg.}\end{aligned}$$

Batang 29 menahan beban tarik sebesar 2132,85 kg, jadi baut yang diperlukan:

$$n = \frac{2132,85}{913,1650 \times 1,25}$$

= 1,8 , jadi jika dipasang 4 baut sambungan tersebut cukup aman.

Kapasitas sambungan baut dari batang 30 dihitung terhadap batang 1 atau 2:

$$\begin{aligned}\bar{P} &= 125 \cdot d \cdot b_3 \cdot (1 - 0,6 \sin \alpha) \\ &= 125 \cdot 1,59 \cdot 8 \cdot (1 - 0,6 \sin 90) \\ &= 636 \text{ kg.}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\bar{P} &= 480 \cdot d^2 \cdot (1 - 0,35 \sin \alpha) \\ &= 480 \cdot 1,59^2 \cdot (1 - 0,35 \sin 90) \\ &= 788,7672 \text{ kg.}\end{aligned}$$

Batang 30 menahan beban desak sebesar 3174,07 kg, jadi baut yang diperlukan:

$$\begin{aligned}n &= \frac{3174,07}{636 \times 1,25} \\ &= 3,9, \text{ jadi jika dipasang 6 baut sambungan tersebut cukup aman.}\end{aligned}$$

Batang 30 jika ditinjau terhadap batang 11 akan membutuhkan baut :

$$\begin{aligned}\bar{P} &= 125 \cdot d \cdot b_3 \cdot (1 - 0,6 \sin \alpha) \\ &= 125 \cdot 1,59 \cdot 8 \cdot (1 - 0,6 \sin 50) \\ &= 859,236 \text{ kg.}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\bar{P} &= 480 \cdot d^2 \cdot (1 - 0,35 \sin \alpha) \\ &= 480 \cdot 1,59^2 \cdot (1 - 0,35 \sin 50) \\ &= 888,151 \text{ kg.}\end{aligned}$$

Batang 30 menahan beban desak sebesar 3174,07 kg, jadi baut yang diperlukan:

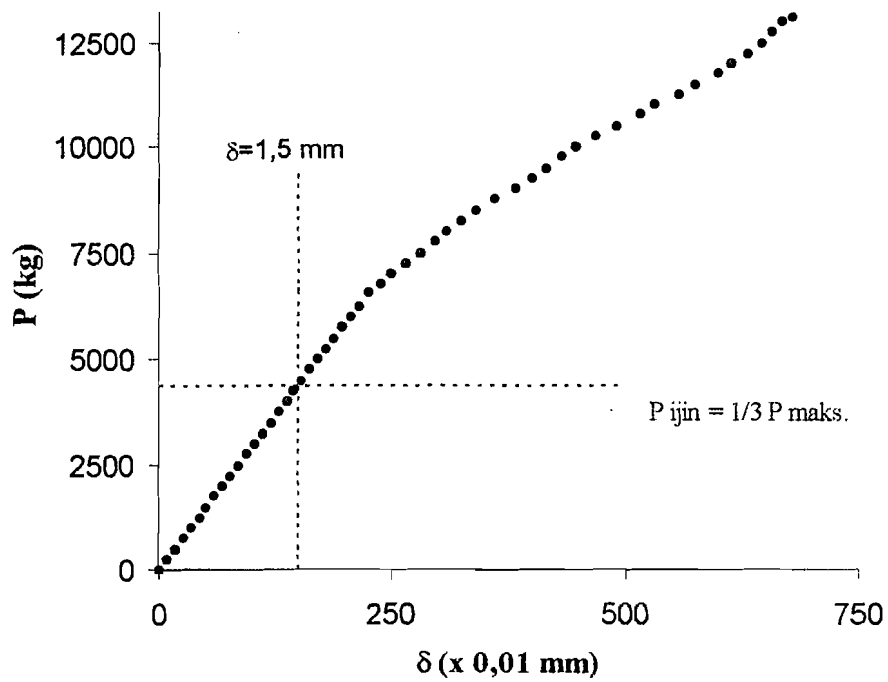
$$\begin{aligned}n &= \frac{3174,07}{859,236 \times 1,25} \\ &= 2,9, \text{ jadi jika dipasang dengan 6 baut sambungan tersebut cukup aman.}\end{aligned}$$

**DATA PEMERIKSAAN
DESAK SAMBUNGAN BAUT $\alpha = 0^\circ$**

Tanggal pemeriksaan : 16 April 2001
 Diperiksa oleh : Alexander 89310163
 : Tri Sambodho 90310043
 Kode benda uji : DS // 01
 Beban maksimal : 13125 kg.

BEBAN (kg)	δ x 0.01mm	BEBAN (kg)	δ x 0.01mm
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>1</i>	<i>2</i>
0	0	6750	241
250	8	7000	251
500	17	7250	284
750	26	7500	297
1000	36	7750	312
1250	43	8000	335
1500	51	8250	349
1750	60	8500	365
2000	69	8750	384
2250	77	9000	412
2500	86	9250	431
2750	94	9500	443
3000	103	9750	458
3250	111	10000	475
3500	120	10250	494
3750	129	10500	512
4000	137	10750	529
4250	146	11000	552
4500	154	11250	567
4750	163	11500	581
5000	171	11750	599
5250	180	12000	612
5500	189	12250	628
5750	197	12500	645
6000	206	12750	655
6250	214	13000	666
6500	223	13125	677

**DATA PEMERIKSAAN
DESAK SAMBUNGAN BAUT $\alpha = 0^\circ$
DS // 01 - 13125 kg.**



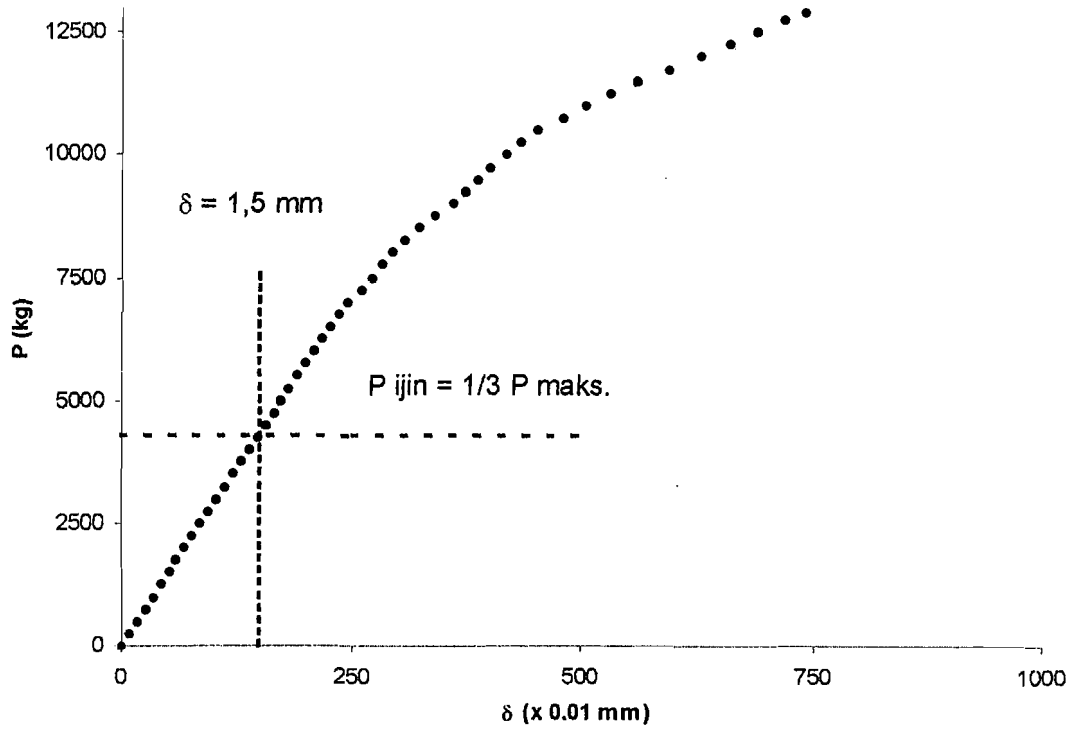
Grafik L.† Hubungan beban-slip sambungan baut DS // 01 pada $\alpha = 0^\circ$

**DATA PEMERIKSAAN
DESAK SAMBUNGAN BAUT $\alpha = 0^\circ$**

Tanggal pemeriksaan : 16 April 2001
 Diperiksa oleh : Alexander 89310163
 : Tri Sambodho 90310043
 Kode benda uji : DS // 02
 Beban maksimal : 12900 kg.

BEBAN (kg)	δ x 0.01mm	BEBAN (kg)	δ x 0.01mm
1	2	1	2
0	0	6750	235
250	9	7000	244
500	17	7250	260
750	26	7500	271
1000	34	7750	282
1250	44	8000	294
1500	52	8250	306
1750	61	8500	323
2000	70	8750	341
2250	78	9000	359
2500	87	9250	373
2750	96	9500	387
3000	105	9750	401
3250	113	10000	417
3500	122	10250	434
3750	130	10500	451
4000	139	10750	481
4250	148	11000	505
4500	157	11250	530
4750	166	11500	561
5000	174	11750	596
5250	183	12000	629
5500	192	12250	661
5750	201	12500	688
6000	209	12750	718
6250	218	12900	741
6500	227		

**DATA PEMERIKSAAN
DESAK SAMBUNGAN BAUT $\alpha = 0^\circ$
DS // 02 - 12900 kg.**



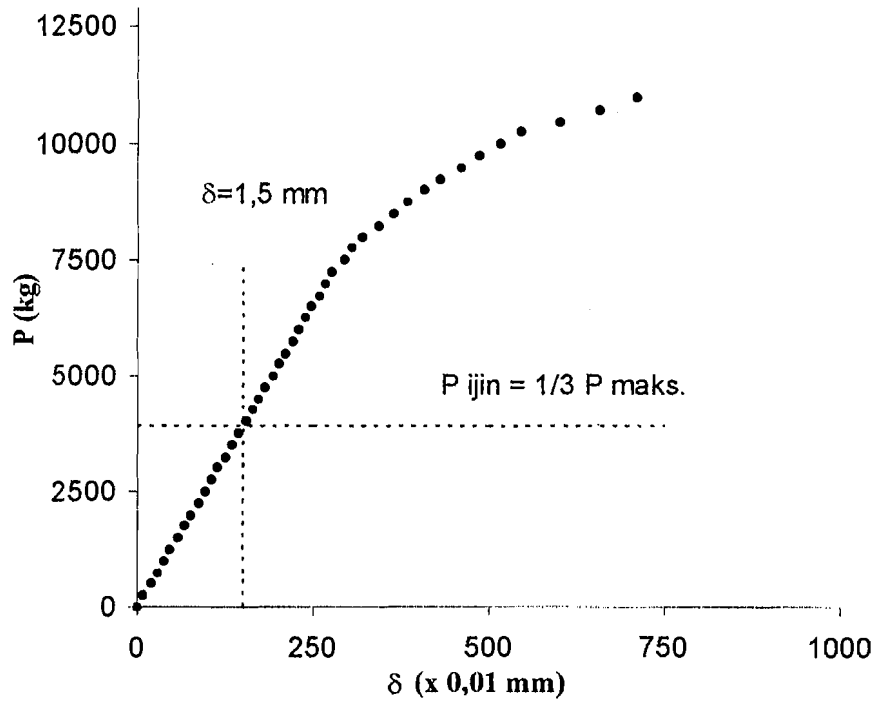
Grafik L.2 Hubungan beban-slip sambungan baut DS // 02 pada $\alpha = 0^\circ$

**DATA PEMERIKSAAN
DESAK SAMBUNGAN BAUT $\alpha = 0^\circ$**

Tanggal pemeriksaan : 16 April 2001
 Diperiksa oleh : Alexander 89310163
 : Tri Sambodho 90310043
 Kode benda uji : DS // 03
 Beban maksimal : 11750 kg.

BEBAN (kg)	δ x 0.01mm	BEBAN (kg)	δ x 0.01mm
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>1</i>	<i>2</i>
0	0	6750	258
250	10	7000	268
500	19	7250	278
750	29	7500	294
1000	38	7750	307
1250	48	8000	322
1500	57	8250	345
1750	67	8500	364
2000	77	8750	385
2250	86	9000	408
2500	96	9250	431
2750	105	9500	462
3000	115	9750	486
3250	124	10000	515
3500	134	10250	545
3750	144	10500	600
4000	153	10750	655
4250	163	11000	707
4500	172	11250	759
4750	189	11500	812
5000	191	11750	855
5250	201		
5500	211		
5750	220		
6000	230		
6250	239		
6500	249		

**DATA PEMERIKSAAN
DESAK SAMBUNGAN BAUT $\alpha = 0^\circ$
DS // 03 - 11750 kg.**



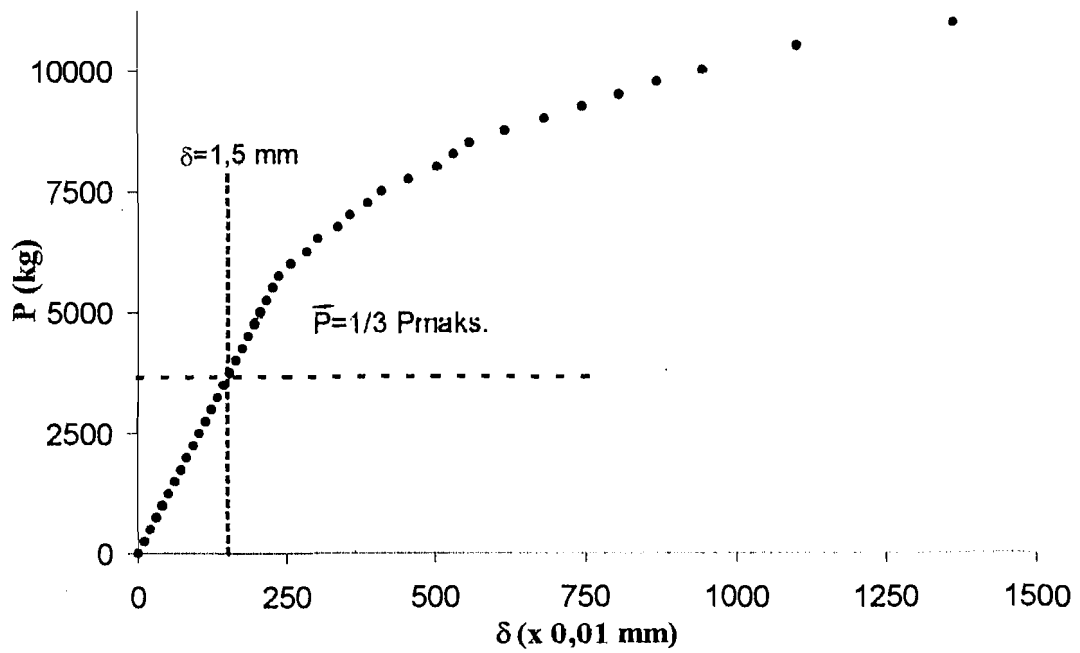
Grafik L.3 Hubungan beban-slip sambungan baut DS // 03 pada $\alpha = 0^\circ$

**DATA PEMERIKSAAN
DESAK SAMBUNGAN BAUT $\alpha = 62^\circ$**

Tanggal pemeriksaan : 16 April 2001
 Diperiksa oleh : Alexander 89310163
 : Tri Sambodho 90310043
 Kode benda uji : DS α 1 01
 Beban maksimal : 11000 kg.

BEBAN (kg)	δ x 0.01mm	BEBAN (kg)	δ x 0.01mm
1	2	1	2
0	0	6750	334
250	10	7000	350
500	20	7250	385
750	30	7500	411
1000	41	7750	456
1250	51	8000	501
1500	61	8250	529
1750	72	8500	558
2000	82	8750	616
2250	92	9000	679
2500	102	9250	742
2750	113	9500	803
3000	123	9750	865
3250	133	10000	913
3500	143	10250	1006
3750	153	10500	1099
4000	164	10750	1230
4250	174	11000	1362
4500	184		
4750	194		
5000	204		
5250	215		
5500	225		
5750	247		
6000	266		
6250	297		
6500	318		

**DATA PEMERIKSAAN
DESAK SAMBUNGAN BAUT $\alpha = 62^\circ$
DS α_1 01 - 11000 kg.**



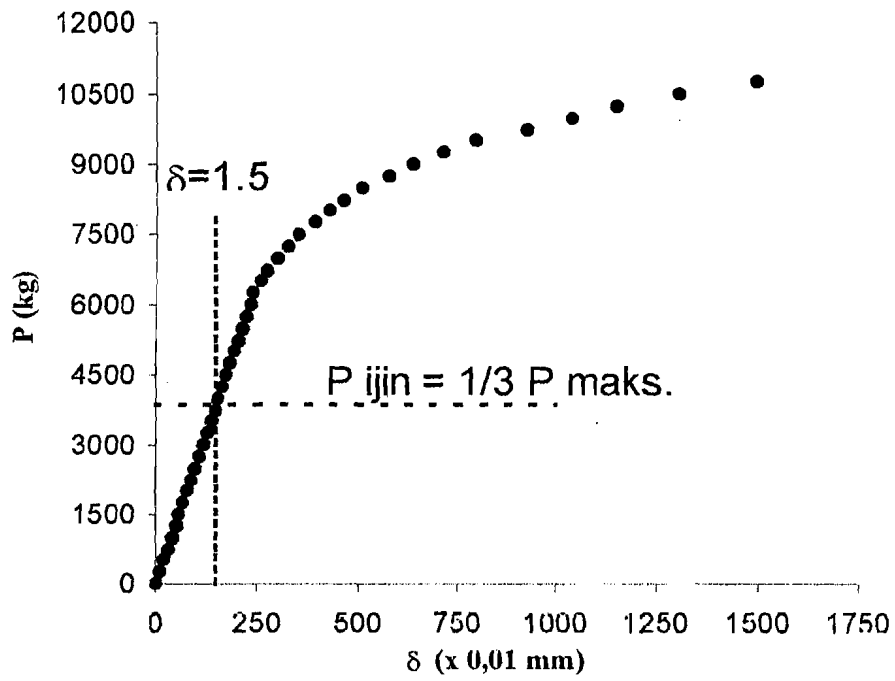
Grafik L.4 Hubungan beban-slip sambungan baut DS α_1 01 pada $\alpha = 62^\circ$

**DATA PEMERIKSAAN
DESAK SAMBUNGAN BAUT $\alpha = 62^\circ$**

Tanggal pemeriksaan : 16 April 2001
 Diperiksa oleh : Alexander 89310163
 : Tri Sambodho 90310043
 Kode benda uji : DS α 1 02
 Beban maksimal : 10750 kg.

BEBAN (kg)	δ x 0.01mm	BEBAN (kg)	δ x 0.01mm
1	2	1	2
0	0	6750	278
250	10	7000	304
500	19	7250	329
750	29	7500	355
1000	39	7750	394
1250	49	8000	431
1500	58	8250	467
1750	68	8500	514
2000	78	8750	576
2250	88	9000	638
2500	97	9250	718
2750	107	9500	798
3000	117	9750	927
3250	126	10000	1037
3500	136	10250	1153
3750	146	10500	1304
4000	156	10750	1495
4250	165		
4500	175		
4750	185		
5000	195		
5250	204		
5500	214		
5750	224		
6000	234		
6250	243		
6500	253		

**DATA PEMERIKSAAN
DESAK SAMBUNGAN BAUT $\alpha = 62^\circ$
DS α_1 02 - 10750 kg.**



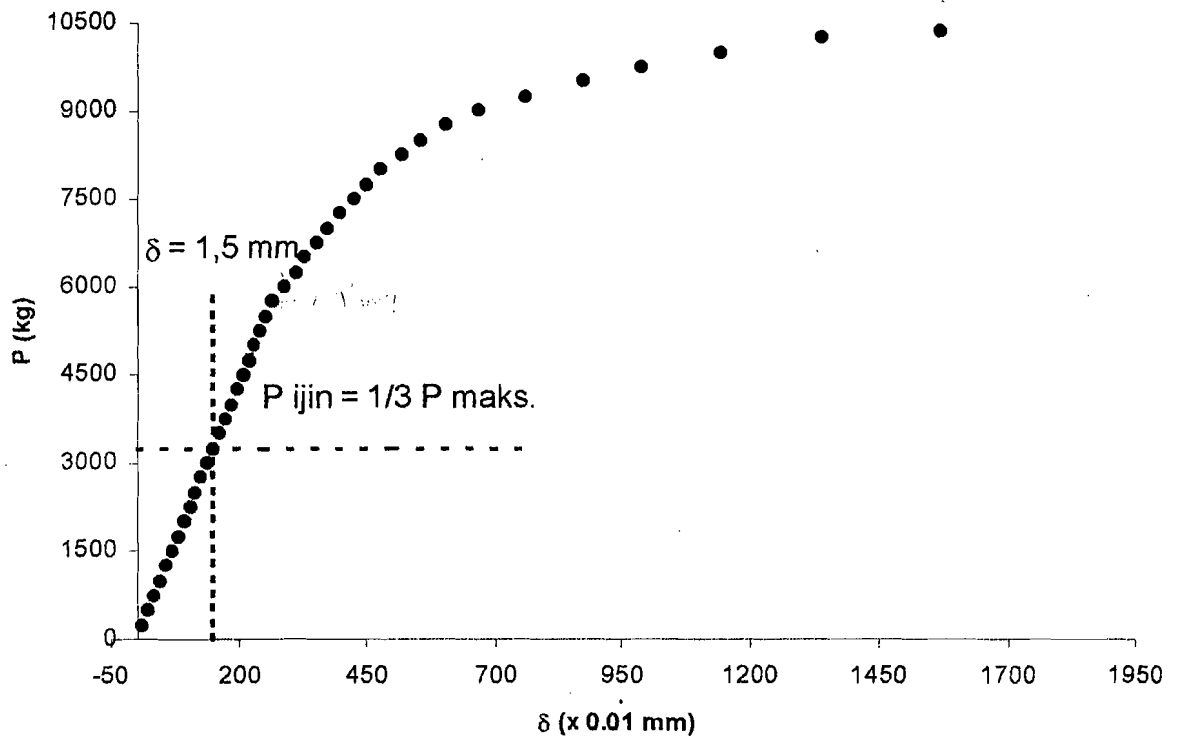
Grafik L.5 Hubungan beban-slip sambungan baut DS α_1 02 pada $\alpha = 62^\circ$

**DATA PEMERIKSAAN
DESAK SAMBUNGAN BAUT $\alpha = 62^\circ$**

Tanggal pemeriksaan : 16 April 2001
 Diperiksa oleh : Alexander 89310163
 : Tri Sambodho 90310043
 Kode benda uji : DS α 1 03
 Beban maksimal : 10350 kg.

BEBAN (kg)	δ x 0.01mm	BEBAN (kg)	δ x 0.01mm
1	2	1	2
0	0	6750	353
250	12	7000	373
500	23	7250	398
750	35	7500	424
1000	46	7750	450
1250	58	8000	479
1500	70	8250	518
1750	81	8500	554
2000	93	8750	602
2250	104	9000	666
2500	116	9250	759
2750	128	9500	872
3000	139	9750	986
3250	151	10000	1140
3500	162	10250	1338
3750	174	10350	1564
4000	186		
4250	197		
4500	209		
4750	220		
5000	232		
5250	243		
5500	225		
5750	267		
6000	289		
6250	313		
6500	331		

**DATA PEMERIKSAAN
DESAK SAMBUNGAN BAUT $\alpha = 62^\circ$
DS α_1 03 - 10350 kg.**



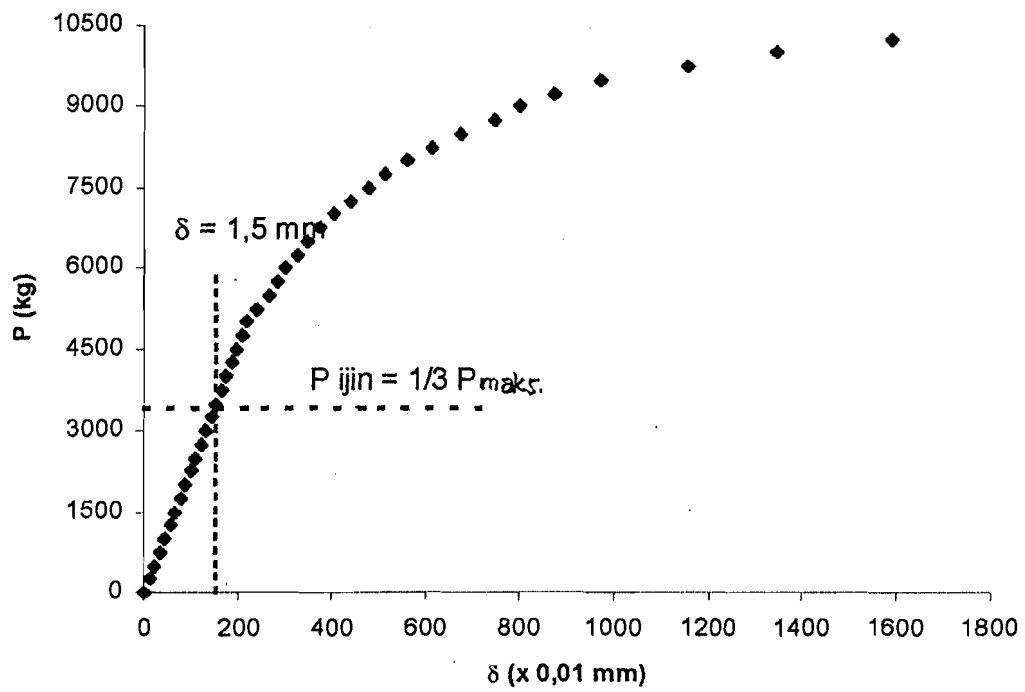
Grafik L.6 Hubungan beban-slip sambungan baut DS α_1 03 pada $\alpha = 62^\circ$

DATA PEMERIKSAAN
DESAK SAMBUNGAN BAUT $\alpha = 68^\circ$

Tanggal pemeriksaan : 16 April 2001
Diperiksa oleh : Alexander 89310163
: Tri Sambodho 90310043
Kode benda uji : DS α_2 01
Beban maksimal : 10250 kg.

BEBAN (kg)	δ x 0.01mm	BEBAN (kg)	δ x 0.01mm
1	2	1	2
0	0	6750	375
250	11	7000	404
500	23	7250	441
750	33	7500	477
1000	45	7750	514
1250	55	8000	562
1500	66	8250	611
1750	77	8500	676
2000	88	8750	749
2250	99	9000	799
2500	110	9250	874
2750	121	9500	971
3000	132	9750	1153
3250	143	10000	1345
3500	154	10250	1587
3750	165		
4000	176		
4250	187		
4500	198		
4750	208		
5000	219		
5250	241		
5500	264		
5750	282		
6000	298		
6250	324		
6500	349		

**DATA PEMERIKSAAN
DESAK SAMBUNGAN BAUT $\alpha = 68^\circ$
DS α_2 01 - 10250 kg.**



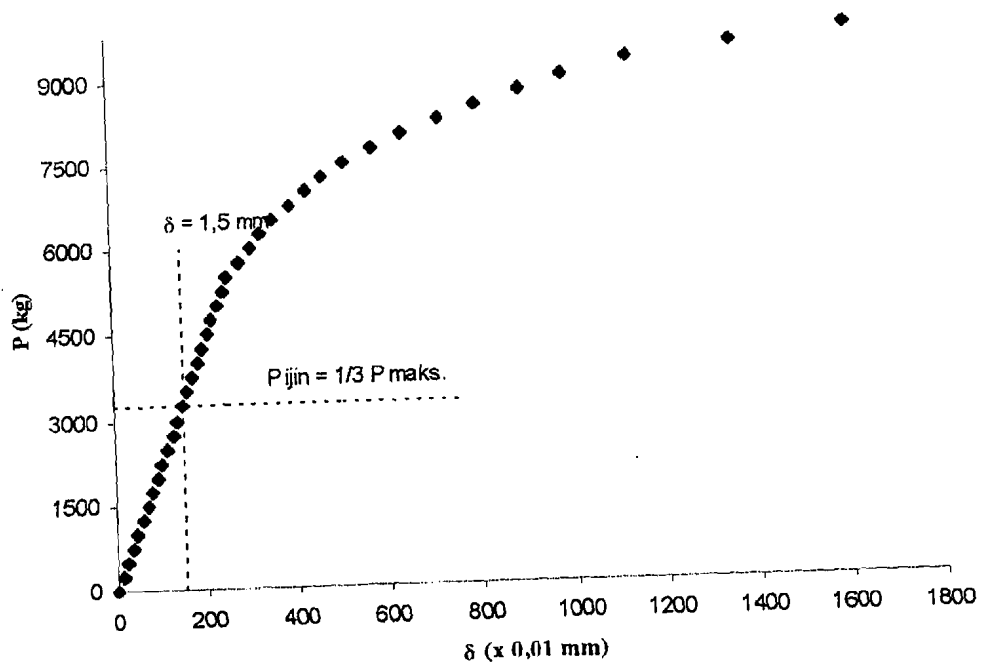
Grafik L.7 Hubungan beban-slip sambungan baut DS α_2 01 pada $\alpha = 68^\circ$

**DATA PEMERIKSAAN
DESAK SAMBUNGAN BAUT $\alpha = 68^\circ$**

Tanggal pemeriksaan : 16 April 2001
 Diperiksa oleh : Alexander 89310163
 : Tri Sambodho 90310043
 Kode benda uji : DS α_2 02
 Beban maksimal : 9750 kg.

BEBAN (kg)	δ x 0.01mm	BEBAN (kg)	δ x 0.01mm
1	2	1	2
0	0	6750	394
250	12	7000	431
500	23	7250	467
750	35	7500	514
1000	46	7750	576
1250	58	8000	638
1500	69	8250	718
1750	81	8500	798
2000	92	8750	889
2250	104	9000	986
2500	115	9250	1125
2750	127	9500	1354
3000	138	9750	1599
3250	150		
3500	161		
3750	173		
4000	185		
4250	196		
4500	208		
4750	219		
5000	231		
5250	242		
5500	253		
5750	278		
6000	304		
6250	329		
6500	355		

**DATA PEMERIKSAAN
DESAK SAMBUNGAN BAUT $\alpha = 68^\circ$
DS α_2 02 - 9750 kg.**



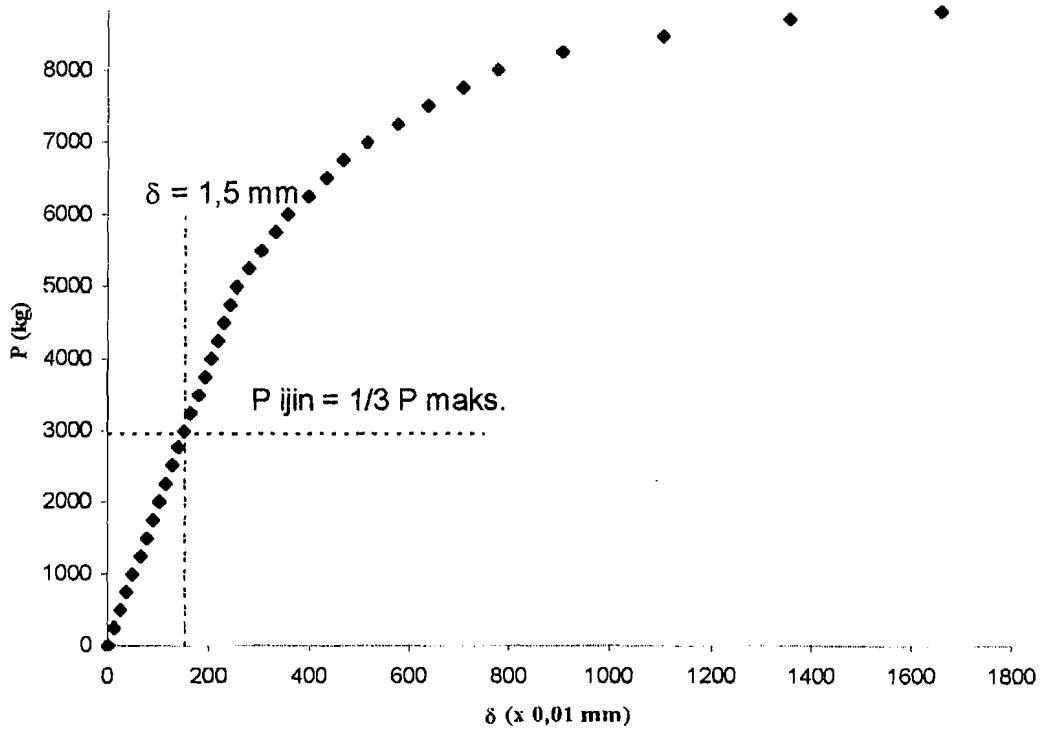
Grafik L.8 Hubungan beban-slip sambungan baut DS α_2 02 pada $\alpha = 68^\circ$

**DATA PEMERIKSAAN
DESAK SAMBUNGAN BAUT $\alpha = 68^\circ$**

Tanggal pemeriksaan : 16 April 2001
 Diperiksa oleh : Alexander 89310163
 : Tri Sambodho 90310043
 Kode benda uji : DS α_2 03
 Beban maksimal : 8850 kg.

BEBAN (kg)	δ x 0.01mm	BEBAN (kg)	δ x 0.01mm
1	2	1	2
0	0	6750	467
250	13	7000	514
500	25	7250	576
750	38	7500	638
1000	51	7750	705
1250	64	8000	775
1500	76	8250	902
1750	89	8500	1102
2000	102	8750	1351
2250	114	8850	1655
2500	127		
2750	140		
3000	152		
3250	165		
3500	178		
3750	191		
4000	203		
4250	216		
4500	229		
4750	241		
5000	254		
5250	278		
5500	304		
5750	329		
6000	355		
6250	394		
6500	431		

**DATA PEMERIKSAAN
DESAK SAMBUNGAN BAUT $\alpha = 68^\circ$
DS α_2 03 - 8850 kg.**



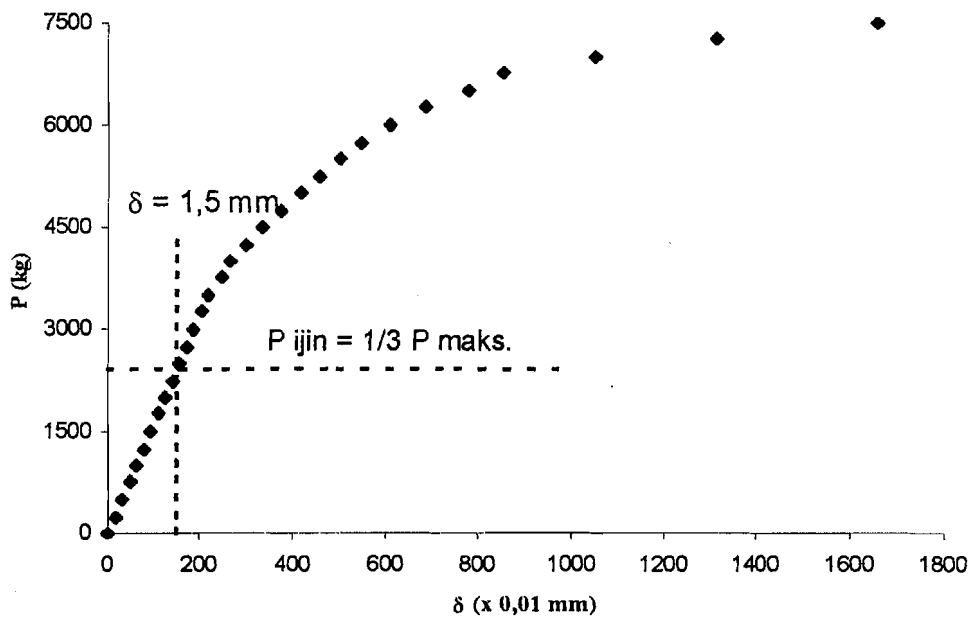
Grafik L.9 Hubungan beban-slip sambungan baut DS α_2 03 pada $\alpha = 68^\circ$

DATA PEMERIKSAAN
DESAK SAMBUNGAN BAUT $\alpha = 90^\circ$

Tanggal pemeriksaan : 16 April 2001
Diperiksa oleh : Alexander 89310163
: Tri Sambodho 90310043
Kode benda uji : DS \perp 01
Beban maksimal : 7250 kg.

BEBAN (kg)	δ x 0.01mm	BEBAN (kg)	δ x 0.01mm
1	2	1	2
0	0	6750	1016
250	15	7000	1297
500	31	7250	1691
750	46		
1000	62		
1250	78		
1500	93		
1750	109		
2000	124		
2250	140		
2500	155		
2750	171		
3000	186		
3250	202		
3500	217		
3750	248		
4000	264		
4250	298		
4500	335		
4750	374		
5000	421		
5250	457		
5500	504		
5750	546		
6000	609		
6250	685		
6500	795		

**DATA PEMERIKSAAN
DESAK SAMBUNGAN BAUT $\alpha = 90^\circ$
DS \perp 01 - 7250 kg.**



Grafik L.10 Hubungan beban-slip sambungan baut DS \perp 01 pada $\alpha = 90^\circ$

**DATA PEMERIKSAAN
DESAK SAMBUNGAN BAUT $\alpha = 90^\circ$**

Tanggal pemeriksaan : 16 April 2001
 Diperiksa oleh : Alexander 89310163
 : Tri Sambodho 90310043
 Kode benda uji : DS \perp 02
 Beban maksimal : 6950 kg.

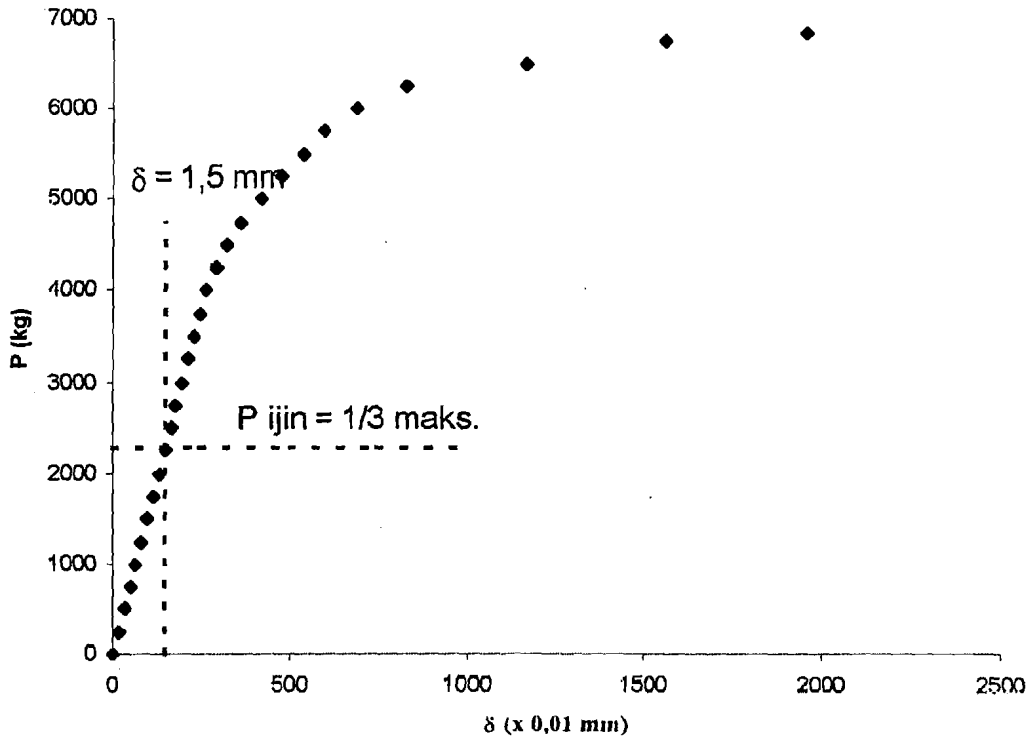
BEBAN (kg)	δ x 0.01mm	BEBAN (kg)	δ x 0.01mm
1	2	1	2
0	0	6750	1402
250	16	7000	1796
500	32		
750	49		
1000	65		
1250	81		
1500	97		
1750	113		
2000	129		
2250	146		
2500	162		
2750	178		
3000	194		
3250	210		
3500	227		
3750	243		
4000	259		
4250	299		
4500	345		
4750	392		
5000	433		
5250	498		
5500	568		
5750	670		
6000	774		
6250	899		
6500	1121		

DATA PEMERIKSAAN
DESAK SAMBUNGAN BAUT $\alpha = 90^\circ$

Tanggal pemeriksaan : 16 April 2001
 Diperiksa oleh : Alexander 89310163
 : Tri Sambodho 90310043
 Kode benda uji : DS \perp 03
 Beban maksimal : 6850 kg.

BEBAN (kg)	δ x 0.01mm	BEBAN (kg)	δ x 0.01mm
1	2	1	2
0	0	6750	1555
250	16	7000	1953
500	33		
750	49		
1000	66		
1250	82		
1500	98		
1750	115		
2000	131		
2250	148		
2500	164		
2750	181		
3000	197		
3250	213		
3500	230		
3750	246		
4000	263		
4250	291		
4500	320		
4750	365		
5000	423		
5250	479		
5500	539		
5750	600		
6000	689		
6250	827		
6500	1161		

**DATA PEMERIKSAAN
DESAK SAMBUNGAN BAUT $\alpha = 90^\circ$
DS \perp 03 - 6850 kg.**



Grafik L.12 Hubungan beban-slip sambungan baut DS \perp 03 pada $\alpha = 90^\circ$



BADAN WAHAF
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PEMBANGUNAN
KAMPUS TERPADU
UNIT VII
UNIVERSITAS ISLAM
INDONESIA

JUDUL GAMBAR

DETAIL
KUDA-KUDA
BLOK-B

KODE	NO	JML. LBR

DIRENCANAKAN

Tanggal :

Ir. Widada MSCE PhD
Koordinator Perencanaan

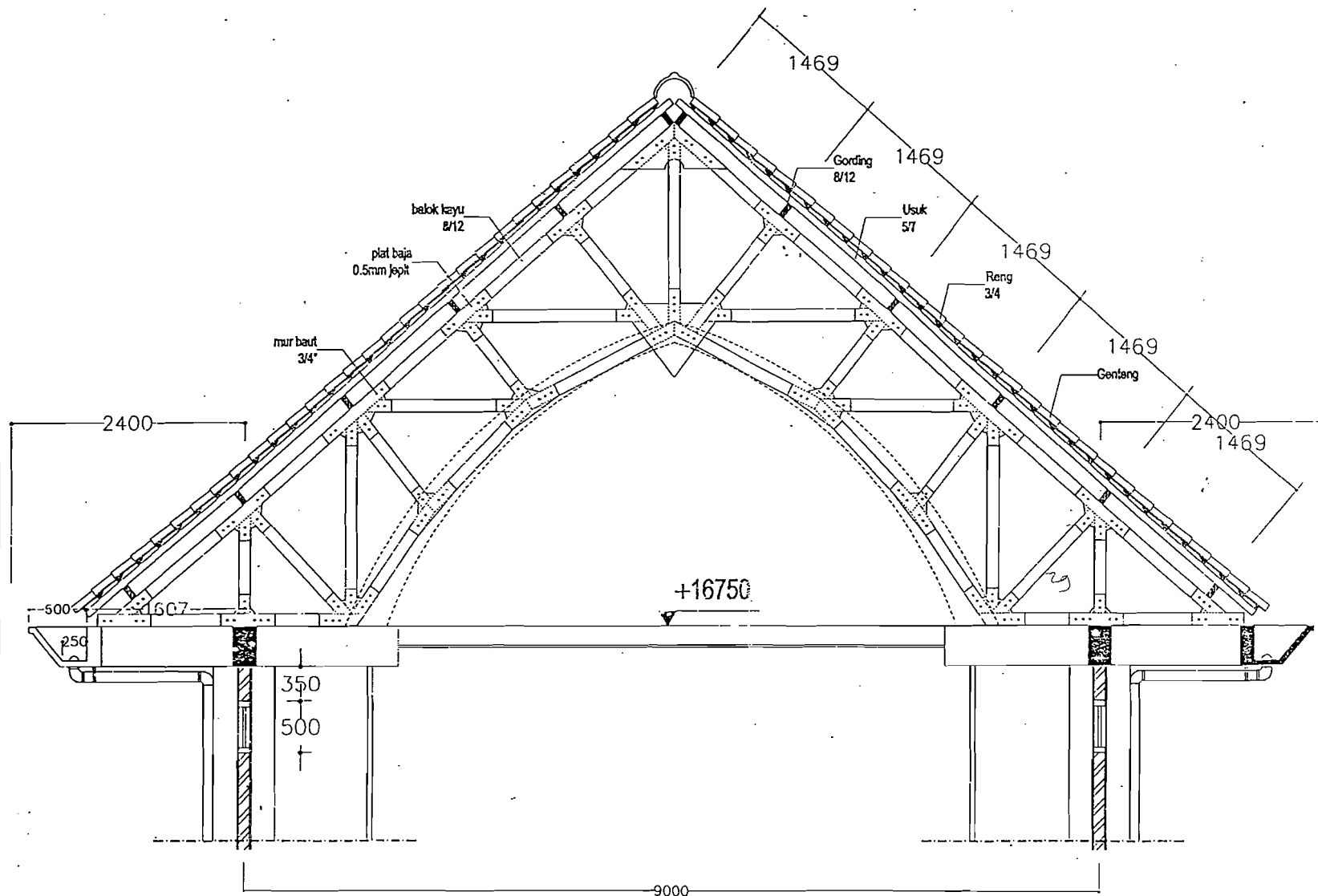
Konstruksi/Arsitek

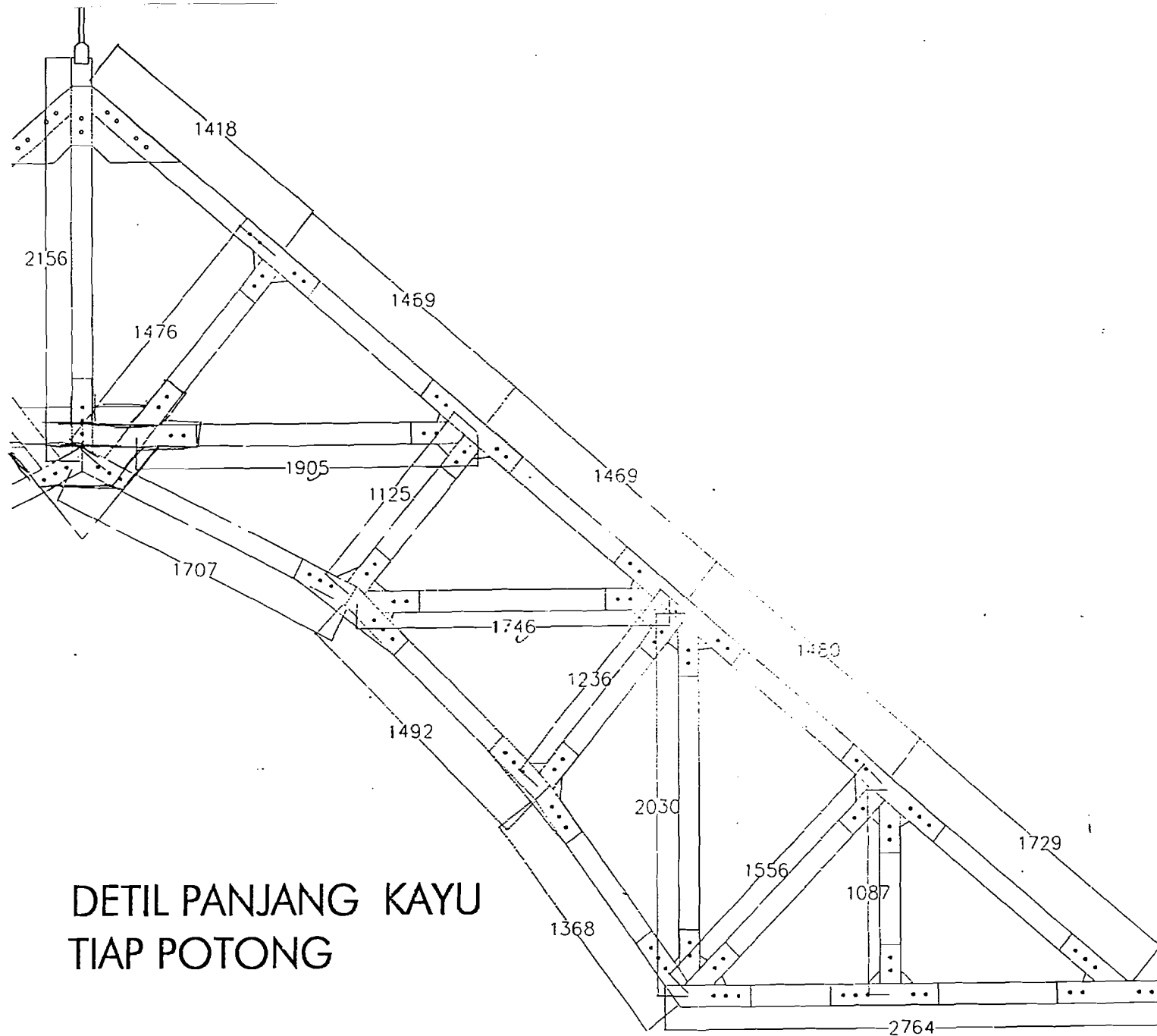
DIGAMBAR

DISETUJUI

Tanggal :

Ir. HM. Samudra, MT
Pemimpin Proyek





DETIL PANJANG KAYU
TIAP POTONG



BADAN WAKAF
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PEMBANGUNAN
KAMPUS TERPADU
UNIT VII
UNIVERSITAS ISLAM
INDONESIA

JUDUL GAMBAR

DETIL
KUDA-KUDA
BLOK B

KODE	NO	JML LBR
ARS		

ARS

DIRENCANAKAN

Tanggal:

Ir. Widodo, MSCE, PhD
Koordinator Perencanaan

Konstruksi/Analisis

DIGAMBAR

DISETUJUI

Tanggal:

Ir. H.M. Saemudin, MT,
Pemimpin Proyek



BADAN WAKAF
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PEMBANGUNAN
KAMPUS TERPADU
UNIT VII
UNIVERSITAS ISLAM
INDONESIA
JUDUL GAMBAR

DETIL
KUDA-KUDA
BLOK B

KODE NO JML. LBR

ARS

DIRENCANAKAN



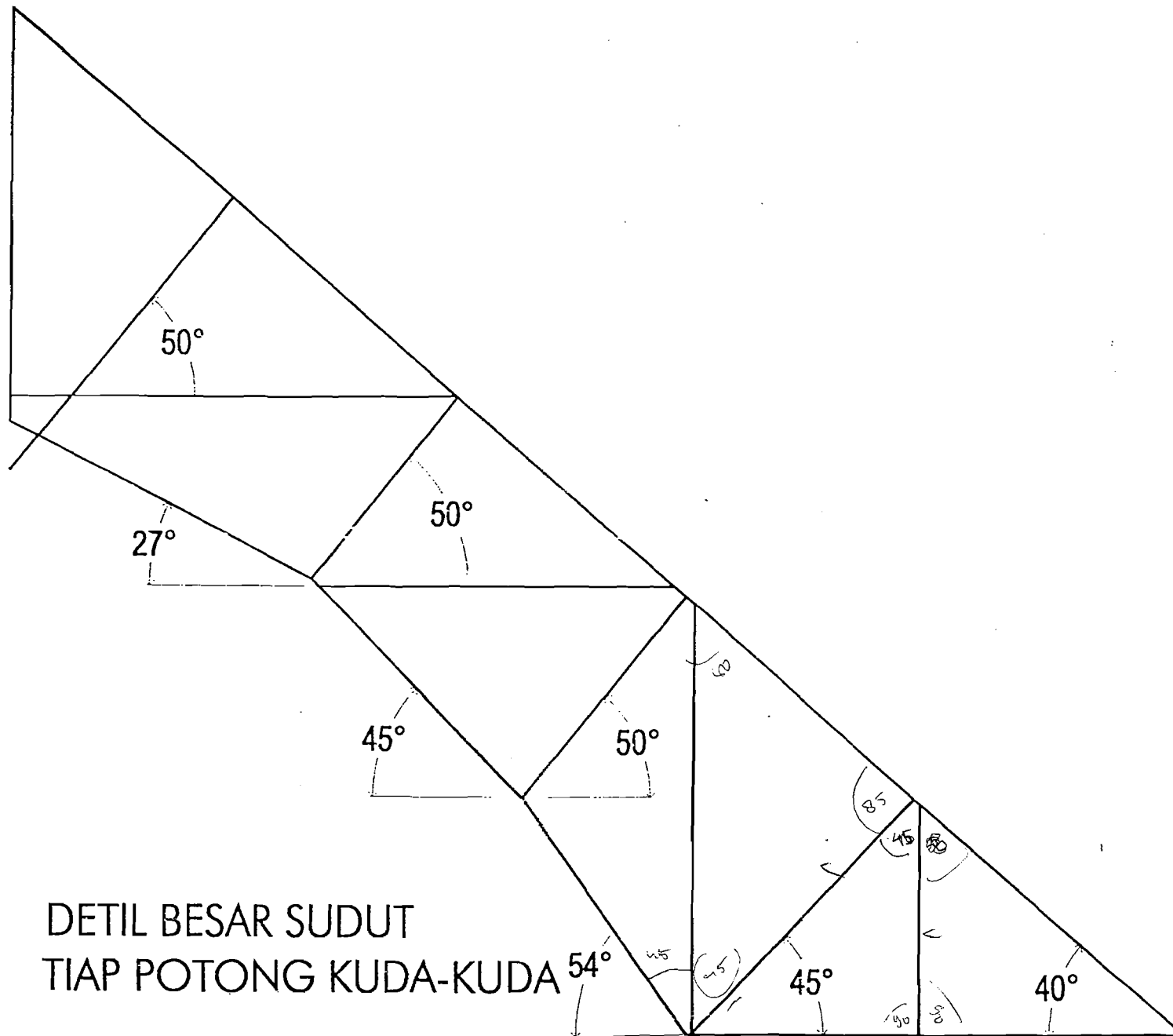
Ir. Widodo, MSCE, PhD
Koordinator Perencanaan

Konsep dan Analisa
DIGAMBAR

DISETUJUI

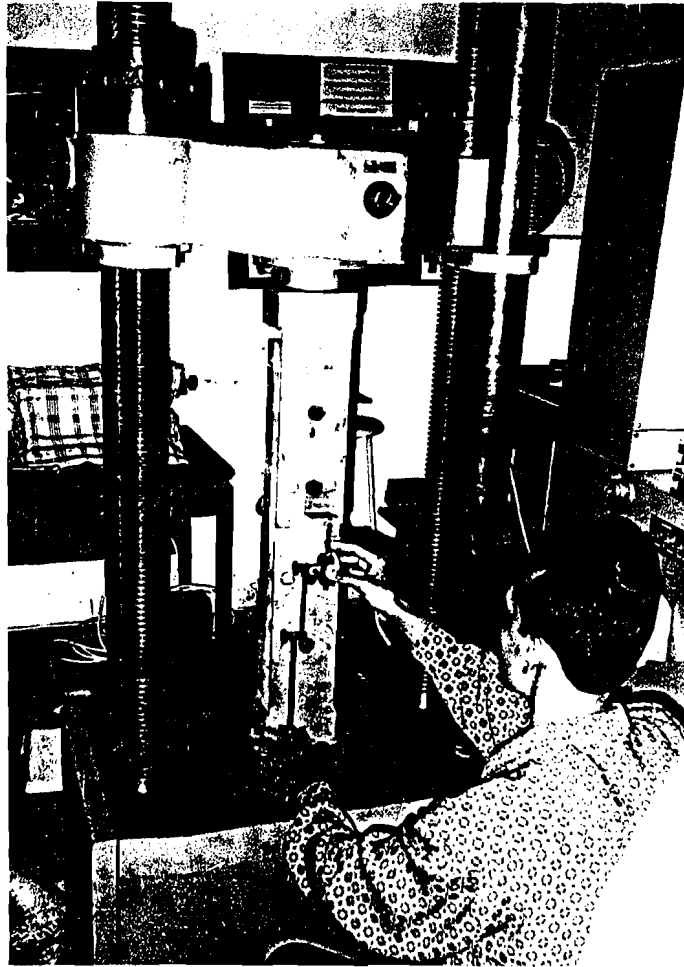
Tanggal:

Ir. H.M. Semaudin, MT.
Peminpin Proyek

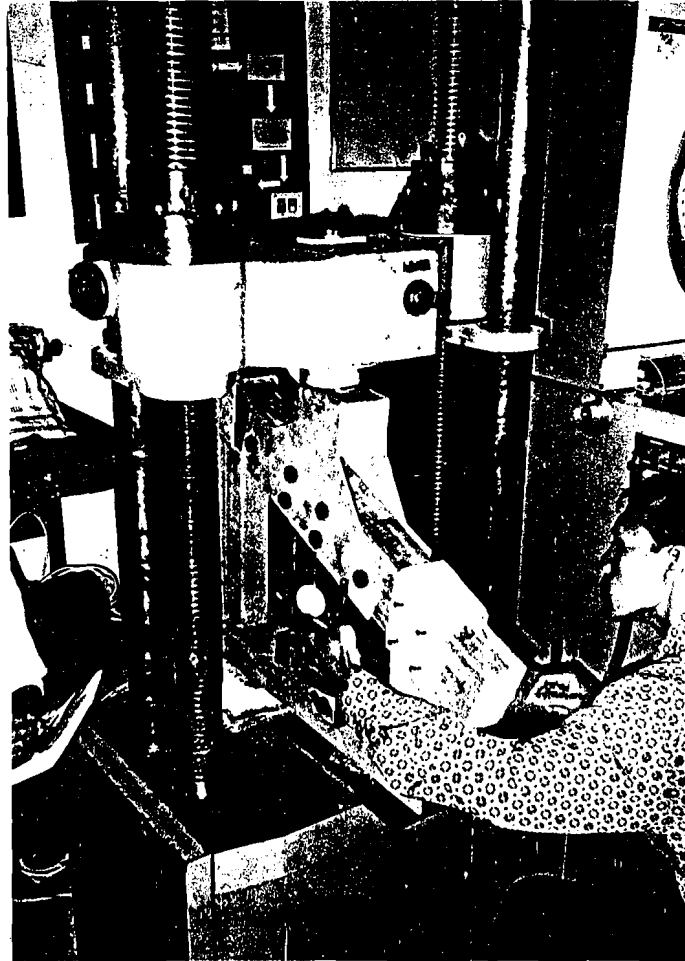


DETIL BESAR SUDUT
TIAP POTONG KUDA-KUDA

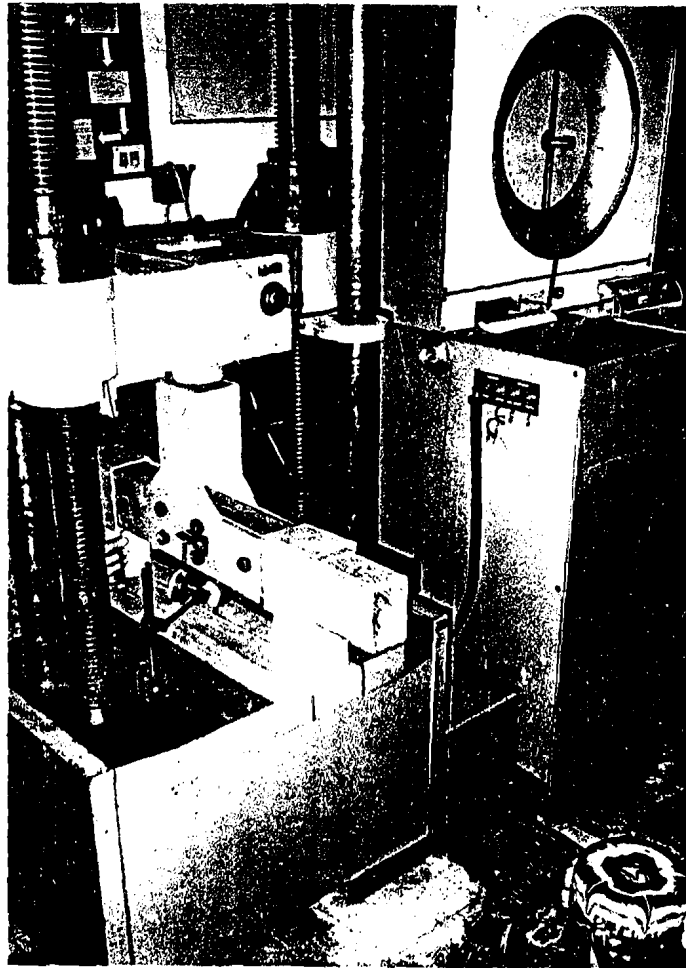
FOTO-FOTO PENELITIAN



Gambar L.5 Pembebanan pada batang kuda-kuda dengan arah gaya $\alpha = 0^\circ$ terhadap arah serat kayu



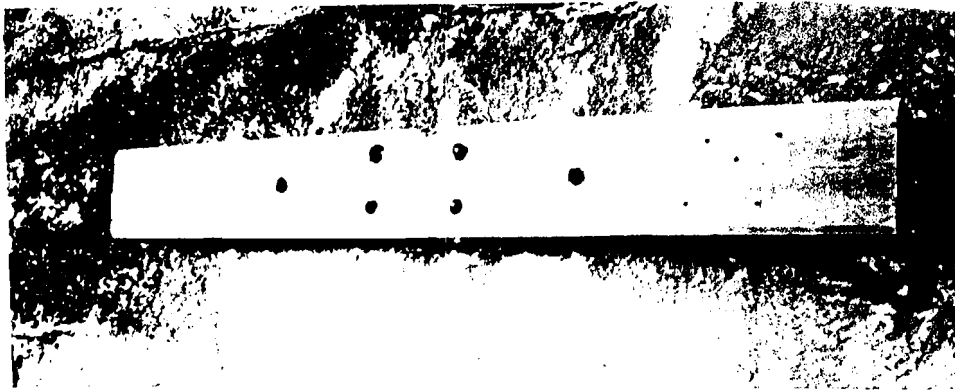
Gambar L.6 Pembebanan pada batang kuda-kuda dengan arah gaya $\alpha = 68^\circ$ terhadap arah serat kayu



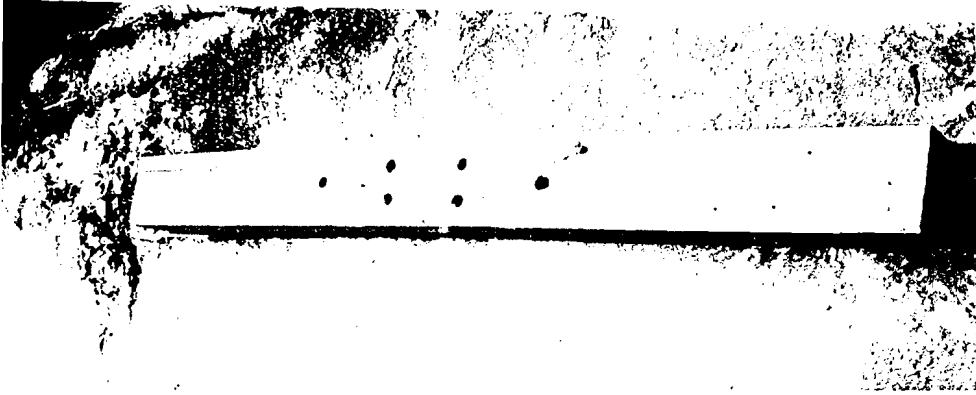
Gambar L.7 Pembebanan pada batang kuda-kuda dengan arah gaya $\alpha = 90^\circ$ terhadap arah serat kayu



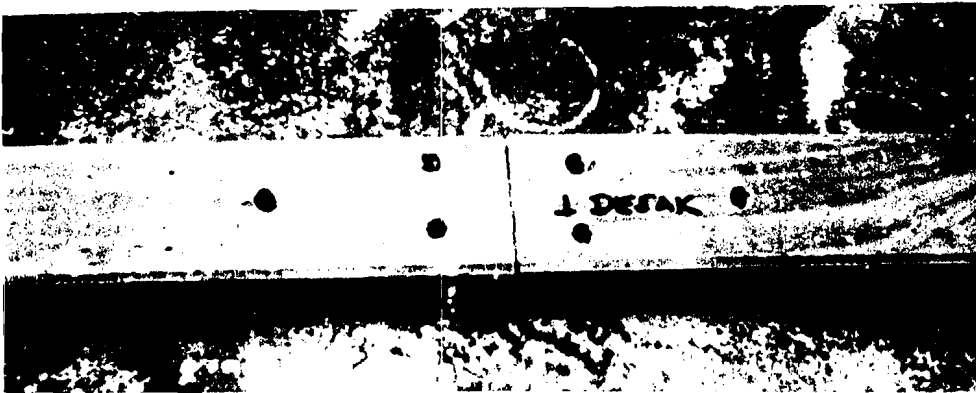
Gambar L.8 Kerusakan pada batang rangka kuda-kuda dengan arah gaya $\alpha = 0^\circ$ terhadap arah serat kayu



Gambar L.9 Kerusakan pada batang rangka kuda-kuda dengan arah gaya $\alpha = 62^\circ$ terhadap arah serat kayu



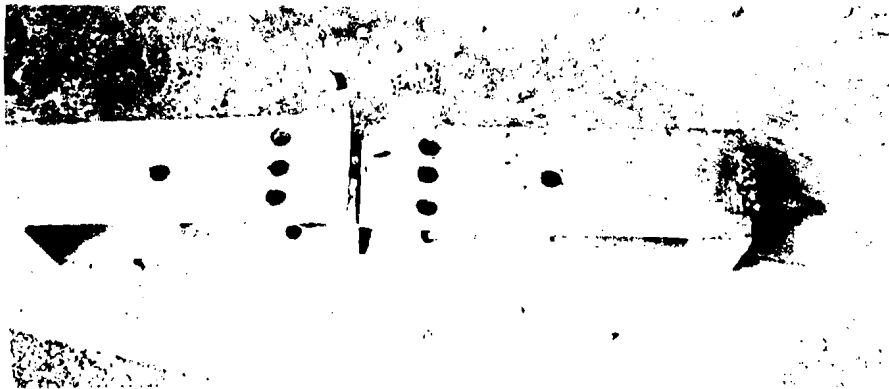
Gambar L10 Kerusakan pada batang rangka kuda-kuda dengan arah gaya $\alpha = 68^\circ$ terhadap arah serat kayu



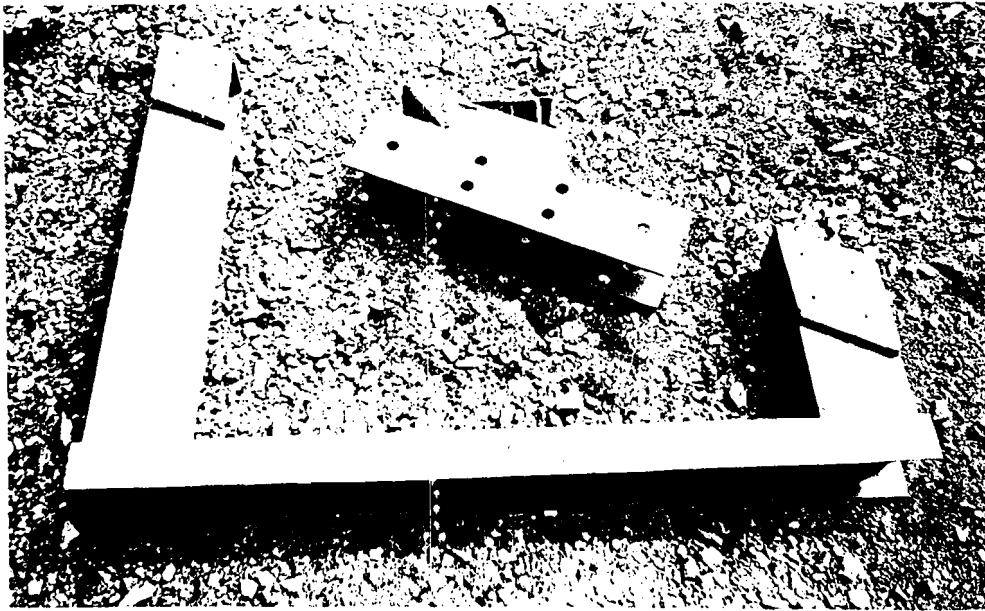
Gambar L11 Kerusakan pada batang rangka kuda-kuda dengan arah gaya $\alpha = 90^\circ$ terhadap arah serat kayu



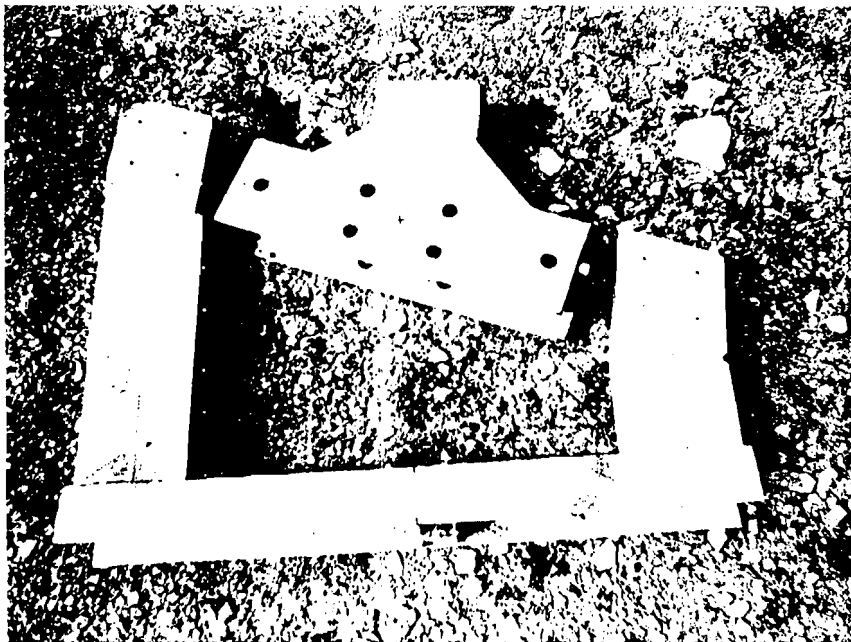
Gambar L12 Kerusakan pada baut rangka kuda-kuda pasca pembebanan



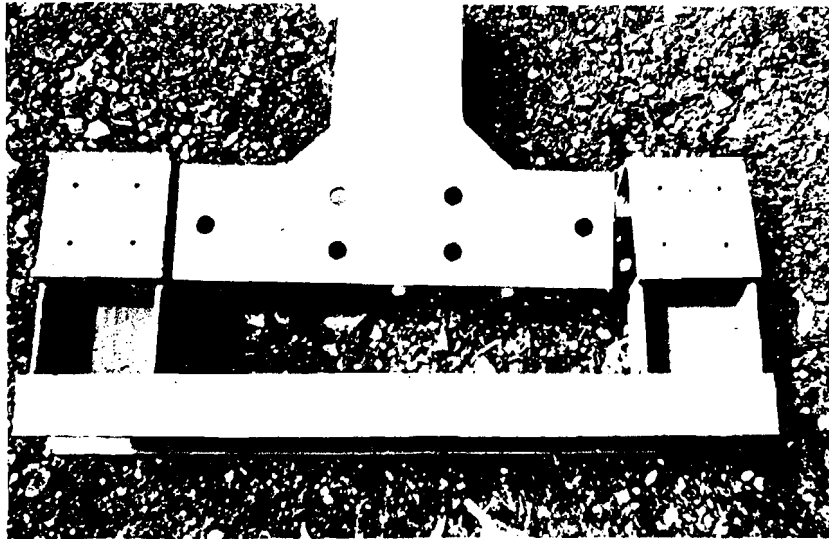
Gambar L13 Tampang plat baja rangka kuda-kuda pasca pembebanan $\alpha = 0^\circ$ terhadap arah serat kayu



Gambar L14 Tampang plat baja rangka kuda-kuda pasca pembebanan $\alpha = 62^\circ$ terhadap arah serat kayu



Gambar L15 Tampang plat baja rangka kuda-kuda pasca pembebanan $\alpha = 68^\circ$ terhadap arah serat kayu



Gambar L16 Tampang plat baja rangka kuda-kuda pasca pembebanan $\alpha = 90^\circ$ terhadap arah serat kayu