

TUGAS AKHIR

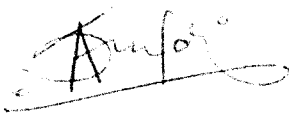
**PENGARUH JARAK ANTAR BAUT TERHADAP KEKUATAN
SAMBUNGAN KAYU
(STUDI EKSPERIMENTAL)**

Disusun oleh :

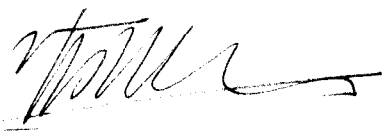
1. Nama : Singgih Bambang Kuncahyo
No. Mhs. : 95 310 042
N.I.R.M. : 950051013114120041
2. Nama : Siswo Raharjo
No. Mhs. : 95 310 064
N.I.R.M. : 950051013114120063

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. H. M. Samsudin, MT.
Dosen Pembimbing I


Tanggal : 8/3 - 2000

Ir. Fathkurrohman N, MT.
Dosen Pembimbing II


Tanggal : 07/3 - 2000

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum. Wr. Wb.

Puji syukur penyusun panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat melaksanakan dan menyelesaikan Tugas Akhir yang merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan jenjang Strata I 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 terimakasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Bapak Ir. H. M. Samsudin, MT, selaku Dosen Pembimbing I,
2. Bapak Ir. Fathkurrohman N, MT, selaku Dosen Pembimbing II,
3. Bapak Ir. H. Tadjuddin BMA, MS, 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 ataupun 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 2000

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR NOTASI	xii
INTISARI	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Manfaat Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Lokasi Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Hasil Penelitian yang Pernah Dilakukan	5
2.2 Bagian-bagian Kayu	6
2.3 Klasifikasi Kayu	7
2.4 Kadar Lengas Kayu	9
2.5 Modulus Elastis Kayu	9
2.6 Faktor Lamanya Pembebanan	10
2.7 Alat Sambung Baut	11
BAB III LANDASAN TEORI	13
3.1 Pengujian Laboratorium	13
3.1.1 Pengujian kadar lengas kayu	13

3.1.2 Pengujian tegangan desak kayu	14
3.1.3 Penentuan modulus elastis (E) kayu	15
3.1.4 Berat volume kayu	15
3.2 Sambungan Baut Tampang Dua	16
BAB IV METODE PENELITIAN	18
4.1 Bahan-bahan Penelitian	18
4.2 Model Benda Uji	19
4.3 Peralatan Penelitian	20
4.4 Tahapan Penelitian	21
BAB V HASIL PENELITIAN	24
5.1 Kadar Lengas Kayu	24
5.2 Berat Volume Kayu	25
5.3 Mutu Kayu	26
5.4 Modulus Elastis Kayu	26
5.5 Kuat Desak Benda Uji	35
BAB VI PEMBAHASAN	67
6.1 Kekuatan Sambungan Benda Uji	67
6.2 Kekuatan Sambungan Dengan Alat Sambung Pipa Besi	71
6.3 Pola Rusak Benda Uji	72
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	74
7.1 Kesimpulan	74
7.2 Saran	75
DAFTAR PUSTAKA	76
LAMPIRAN	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Grafik <i>spacing</i> sambungan cincin belah	5
Gambar 2.2	Potongan melintang pohon	6
Gambar 2.3	Pengukuran mutu kayu	9
Gambar 2.4	Grafik faktor lama pembebanan	11
Gambar 3.1	Sampel uji kuat desak kayu	14
Gambar 3.2	Grafik tegangan – regangan	15
Gambar 3.3	Sambungan baut tampang dua	17
Gambar 4.1.	(a) Model benda uji sambungan baut tanpa pipa besi	19
Gambar 4.1.	(b) Model benda uji sambungan baut dengan pipa besi	19
Gambar 4.2	Pengujian sampel terhadap gaya tekan sentris	22
Gambar 4.3	Grafik pengaruh jarak antar baut terhadap gaya tekan sentris ..	23
Gambar 5.1	Diagram tegangan – regangan kayu sampel 1	27
Gambar 5.2	Diagram tegangan – regangan kayu sampel 2	29
Gambar 5.3	Diagram tegangan – regangan kayu sampel 3	30
Gambar 5.4	Diagram tegangan – regangan kayu sampel 4	32
Gambar 5.5	Diagram tegangan – regangan kayu sampel 5	34
Gambar 5.6	Grafik P- δ diameter baut $\frac{1}{2}$ " jarak baut 2" sampel 1	36
Gambar 5.7	Grafik P- δ diameter baut $\frac{1}{2}$ " jarak baut 2" sampel 2	36
Gambar 5.8	Grafik P- δ diameter baut $\frac{1}{2}$ " jarak baut 3" sampel 1	38
Gambar 5.9	Grafik P- δ diameter baut $\frac{1}{2}$ " jarak baut 3" sampel 2	38
Gambar 5.10	Grafik P- δ diameter baut $\frac{1}{2}$ " jarak baut 5" sampel 1	40
Gambar 5.11	Grafik P- δ diameter baut $\frac{1}{2}$ " jarak baut 5" sampel 2	40
Gambar 5.12	Grafik P- δ diameter baut $\frac{1}{2}$ " jarak baut 7" sampel 1	42
Gambar 5.13	Grafik P- δ diameter baut $\frac{1}{2}$ " jarak baut 7" sampel 2	42
Gambar 5.14	Grafik P- δ diameter baut $\frac{1}{2}$ " jarak baut 9" sampel 1	44
Gambar 5.15	Grafik P- δ diameter baut $\frac{1}{2}$ " jarak baut 9" sampel 2	44
Gambar 5.16	Grafik P- δ diameter baut $\frac{1}{2}$ " jarak baut 11" sampel 1	46

Gambar 5.17	Grafik P- δ diameter baut $\frac{1}{2}$ " jarak baut 11" sampel 2	46
Gambar 5.18	Grafik P- δ diameter baut $\frac{3}{4}$ " jarak baut 3" sampel 1	48
Gambar 5.19	Grafik P- δ diameter baut $\frac{3}{4}$ " jarak baut 3" sampel 2	48
Gambar 5.20	Grafik P- δ diameter baut $\frac{3}{4}$ " jarak baut 5" sampel 1	50
Gambar 5.21	Grafik P- δ diameter baut $\frac{3}{4}$ " jarak baut 5" sampel 2	50
Gambar 5.22	Grafik P- δ diameter baut $\frac{3}{4}$ " jarak baut 7" sampel 1	52
Gambar 5.23	Grafik P- δ diameter baut $\frac{3}{4}$ " jarak baut 7" sampel 2	52
Gambar 5.24	Grafik P- δ diameter baut $\frac{3}{4}$ " jarak baut 9" sampel 1	54
Gambar 5.25	Grafik P- δ diameter baut $\frac{3}{4}$ " jarak baut 9" sampel 2	54
Gambar 5.26	Grafik P- δ diameter baut $\frac{3}{4}$ " jarak baut 11" sampel 1	56
Gambar 5.27	Grafik P- δ diameter baut $\frac{3}{4}$ " jarak baut 11" sampel 2	56
Gambar 5.28	Grafik P- δ diameter baut $\frac{1}{2}$ " + pipa jarak baut 3" sampel 1	58
Gambar 5.29	Grafik P- δ diameter baut $\frac{1}{2}$ " + pipa jarak baut 3" sampel 2	58
Gambar 5.30	Grafik P- δ diameter baut $\frac{1}{2}$ " + pipa jarak baut 5" sampel 1	60
Gambar 5.31	Grafik P- δ diameter baut $\frac{1}{2}$ " + pipa jarak baut 5" sampel 2	60
Gambar 5.32	Grafik P- δ diameter baut $\frac{1}{2}$ " + pipa jarak baut 7" sampel 1	62
Gambar 5.33	Grafik P- δ diameter baut $\frac{1}{2}$ " + pipa jarak baut 7" sampel 2	62
Gambar 5.34	Grafik P- δ diameter baut $\frac{1}{2}$ " + pipa jarak baut 9" sampel 1	64
Gambar 5.35	Grafik P- δ diameter baut $\frac{1}{2}$ " + pipa jarak baut 9" sampel 2	64
Gambar 5.36	Grafik P- δ diameter baut $\frac{1}{2}$ " + pipa jarak baut 11" sampel 1 ...	66
Gambar 5.37	Grafik P- δ diameter baut $\frac{1}{2}$ " + pipa jarak baut 11" sampel 2 ...	66
Gambar 6.1	Grafik hubungan beban rata-rata dengan jarak antar baut $\frac{1}{2}$ " ...	68
Gambar 6.2	Grafik hubungan beban rata-rata dengan jarak antar baut $\frac{3}{4}$ " ...	69
Gambar 6.3	Grafik hubungan beban rata-rata dengan jarak antar sambungan pipa + baut $\frac{1}{2}$ "	72

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tegangan ijin kayu mutu A	7
Tabel 2.2	Modulus elastis (E) kayu sejajar serat	10
Tabel 2.3	Diameter dan panjang baut	12
Tabel 5.1	Berat sampel untuk uji kadar lengas kayu	24
Tabel 5.2	Kadar lengas kayu	25
Tabel 5.3	Berat volume kayu	25
Tabel 5.4	Kuat desak kayu sampel 1	27
Tabel 5.5	Kuat desak kayu sampel 2	28
Tabel 5.6	Kuat desak kayu sampel 3	30
Tabel 5.7	Kuat desak kayu sampel 4	31
Tabel 5.8	Kuat desak kayu sampel 5	33
Tabel 5.9	Kuat desak benda uji diameter baut $\frac{1}{2}$ " jarak baut 2"	35
Tabel 5.10	Kuat desak benda uji diameter baut $\frac{1}{2}$ " jarak baut 3"	37
Tabel 5.11	Kuat desak benda uji diameter baut $\frac{1}{2}$ " jarak baut 5"	39
Tabel 5.12	Kuat desak benda uji diameter baut $\frac{1}{2}$ " jarak baut 7"	41
Tabel 5.13	Kuat desak benda uji diameter baut $\frac{1}{2}$ " jarak baut 9"	43
Tabel 5.14	Kuat desak benda uji diameter baut $\frac{1}{2}$ " jarak baut 11"	45
Tabel 5.15	Kuat desak benda uji diameter baut $\frac{3}{4}$ " jarak baut 3"	47
Tabel 5.16	Kuat desak benda uji diameter baut $\frac{3}{4}$ " jarak baut 5"	49
Tabel 5.17	Kuat desak benda uji diameter baut $\frac{3}{4}$ " jarak baut 7"	51
Tabel 5.18	Kuat desak benda uji diameter baut $\frac{3}{4}$ " jarak baut 9"	53
Tabel 5.19	Kuat desak benda uji diameter baut $\frac{3}{4}$ " jarak baut 11"	55
Tabel 5.20	Kuat desak benda uji diameter baut $\frac{1}{2}$ " + pipa jarak baut 3"	57
Tabel 5.21	Kuat desak benda uji diameter baut $\frac{1}{2}$ " + pipa jarak baut 5"	59
Tabel 5.22	Kuat desak benda uji diameter baut $\frac{1}{2}$ " + pipa jarak baut 7"	61
Tabel 5.23	Kuat desak benda uji diameter baut $\frac{1}{2}$ " + pipa jarak baut 9"	63
Tabel 5.24	Kuat desak benda uji diameter baut $\frac{1}{2}$ " + pipa jarak baut 11"	65
Tabel 6.1	Beban maksimum rata-rata sambungan dengan baut diameter $\frac{1}{2}$ "	68

Tabel 6.2 Beban maksimum rata-rata sambungan dengan baut diameter $\frac{3}{4}$ " . 69

Tabel 6.3 Beban maksimum rata-rata sambungan dengan pipa + baut $\frac{1}{2}$ " ... 71

DAFTAR LAMPIRAN

Kartu peserta tugas akhir	L1
Gambar pengujian sampel sambungan	L2
Gambar kerusakan sambungan pada kayu tepi (plat sambung)	L2
Gambar kerusakan sambungan pada kayu tengah	L3
Gambar kerusakan sambungan pada kayu tengah dan tepi	L3
Gambar kerusakan pada baut	L4
Gambar sambungan kayu dengan pipa + baut	L4

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 dan 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/cm^2
 σ_p : tegangan proporsional, kg/cm^2
 $\bar{\sigma}_{lt}$: tegangan lentur ijin kayu, kg/cm^2
 $\bar{\sigma}_{tk//}$: tegangan desak ijin sejajar arah serat kayu, kg/cm^2
 $\bar{\sigma}_{tk\perp}$: tegangan desak ijin tegak lurus arah serat kayu, kg/cm^2
 $\bar{\sigma}_{tr//}$: tegangan tarik ijin sejajar arah serat kayu, kg/cm^2
 $\bar{\tau}_{//}$: tegangan geser ijin sejajar arah serat kayu, kg/cm^2

INTISARI

Kayu banyak digunakan sebagai material struktur bangunan sipil seperti rumah, jembatan dan masih banyak lagi yang lain, tetapi karena kurangnya penelitian tentang kayu dibidang konstruksi termasuk sambungan kayu, maka penggunaan struktur kayu masih terbatas. Sambungan merupakan hal yang penting untuk diperhatikan karena sambungan merupakan titik terlemah dalam suatu struktur, termasuk struktur kayu. Oleh karena itu sambungan perlu dirancang dengan baik.

Penelitian Tugas Akhir ini merupakan usaha untuk mengetahui pengaruh jarak antar baut terhadap kekuatan sambungan kayu tampang dua yang menerima gaya desak searah serat, serta untuk mengetahui jarak efektifnya. Alat sambung yang digunakan adalah baut, dan dalam penelitian ini digunakan baut dengan diameter $\frac{1}{2}$ " dan $\frac{3}{4}$ ", serta jenis alat sambung baru yang menggunakan pipa besi dan baut yang digrouting dengan resin.

Penelitian ini dilakukan dengan cara menguji desak sampel sambungan kayu yang memiliki jarak antar baut yang berbeda-beda. Variasi jarak antar baut tersebut adalah 3", 5", 7", 9" dan 11".

Berdasarkan hasil pengujian desak sampel sambungan maka dapat disimpulkan bahwa untuk baut $\frac{1}{2}$ " dan $\frac{3}{4}$ " jarak efektif antar baut adalah $6d$ sesuai dengan ketentuan PKKI 1961, dan pada jarak antar baut diatas $6d$ menunjukkan kekuatan sambungan yang bervariasi. Sedangkan sambungan yang menggunakan alat sambung pipa dan baut, kekuatan maksimalnya dicapai pada jarak antar baut sebesar $8,5d$.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kayu banyak digunakan sebagai material struktur bangunan sipil seperti rumah, jembatan dan masih banyak lagi yang lain. Indonesia yang dikenal sebagai paru-paru dunia memiliki banyak jenis pohon yang tersebar di hutan-hutan kepulauan nusantara, tetapi karena kurangnya penelitian tentang kayu dibidang konstruksi termasuk sambungan kayu, maka penggunaan struktur kayu masih terbatas. Baja dan beton lebih banyak digunakan sebagai bahan konstruksi bangunan dibandingkan kayu, bahkan penggunaan kayu sebagai bahan konstruksi bangunan sudah mulai ditinggalkan. Hal-hal tersebut di atas merupakan suatu alasan mengapa teknologi kayu masih perlu untuk dikembangkan lagi.

Dalam suatu struktur bangunan, sambungan merupakan hal yang sangat penting untuk diperhatikan karena jika tidak dirancang dengan baik sambungan merupakan titik terlemah dalam suatu struktur, termasuk struktur kayu. Sambungan kayu biasanya berupa sambungan titik buhul dan sambungan perpanjangan. Sambungan titik buhul adalah sambungan pada pertemuan antar batang, sedangkan sambungan perpanjangan adalah sambungan pada batang apabila panjang batang tidak mencukupi panjang yang direncanakan dalam suatu konstruksi bangunan.

Kegagalan pada sambungan kayu dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu ukuran dan jenis alat sambung, jenis kayu yang digunakan, lama pembebanan (*duration of load*), kadar lengas kayu, lebar batang, tebal batang, jarak baut ke ujung dan tepi batang, jarak sejajar dan tegak lurus antar alat sambung terhadap serat, luas tampang bersih dan jumlah alat sambung dalam satu baris (*Faherty, 1989*).

Menurut Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia 1961 (PKKI 1961) jarak antar baut pada sambungan kayu searah maupun tegak lurus serat hanya berdasarkan diameter baut yang dipakai, sehingga sambungan kurang optimal dalam menahan beban. Dengan penelitian pengaruh jarak antar baut terhadap kekuatan sambungan kayu ini diharapkan dapat diketahui jarak antar baut yang efektif sehingga pemborosan penggunaan kayu dapat dikurangi.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian dilakukan dengan tujuan :

1. Untuk mempelajari dan mengetahui pengaruh jarak baut terhadap kekuatan sambungan baut yang menerima gaya searah serat.
2. Membandingkan kekuatan sambungan dengan alat sambung baut dan sambungan baut dengan penambahan pipa besi.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini antara lain adalah :

1. mengetahui jarak efektif antar baut yang diharapkan dapat menghindari pemborosan pemakaian kayu, menambah kekuatan dan keawetan dari sambungan kayu tersebut,

2. memberikan alternatif lain sebagai bahan pertimbangan apabila ditemukan permasalahan yang sama dengan penelitian ini sehingga keputusan yang diambil dapat lebih optimal,
3. menambah pengetahuan bagi pembaca dalam bidang konstruksi kayu khususnya sambungan baut.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini dapat terarah sesuai dengan maksud dan tujuan penelitian, maka diperlukan batasan-batasan yang antara lain adalah :

1. kayu yang digunakan adalah kayu keruing,
2. sambungan yang digunakan adalah sambungan baut tampang dua,
3. dimensi benda uji adalah (b/h) 6/10 cm untuk batang tengah dan 4/10 cm untuk plat sambung,
4. diameter baut yang digunakan adalah $\frac{1}{2}$ " dan $\frac{3}{4}$ ",
5. jumlah baut pada sambungan 2 buah,
6. variasi jarak antar baut adalah 3", 5", 7", 9" dan 11",
7. dipakai pipa besi dengan diameter dalam $\frac{3}{4}$ ", dan diameter luar $\frac{7}{8}$ ",
8. jarak baut ke ujung kayu (*end margin*) 4",
9. jumlah sampel terdiri dari 2 buah sampel setiap diameter baut dan variasi jarak antar baut sehingga jumlah total sampel adalah 30 buah,
10. benda uji hanya dibebani dengan gaya desak sentris,

1. 5 Lokasi Penelitian

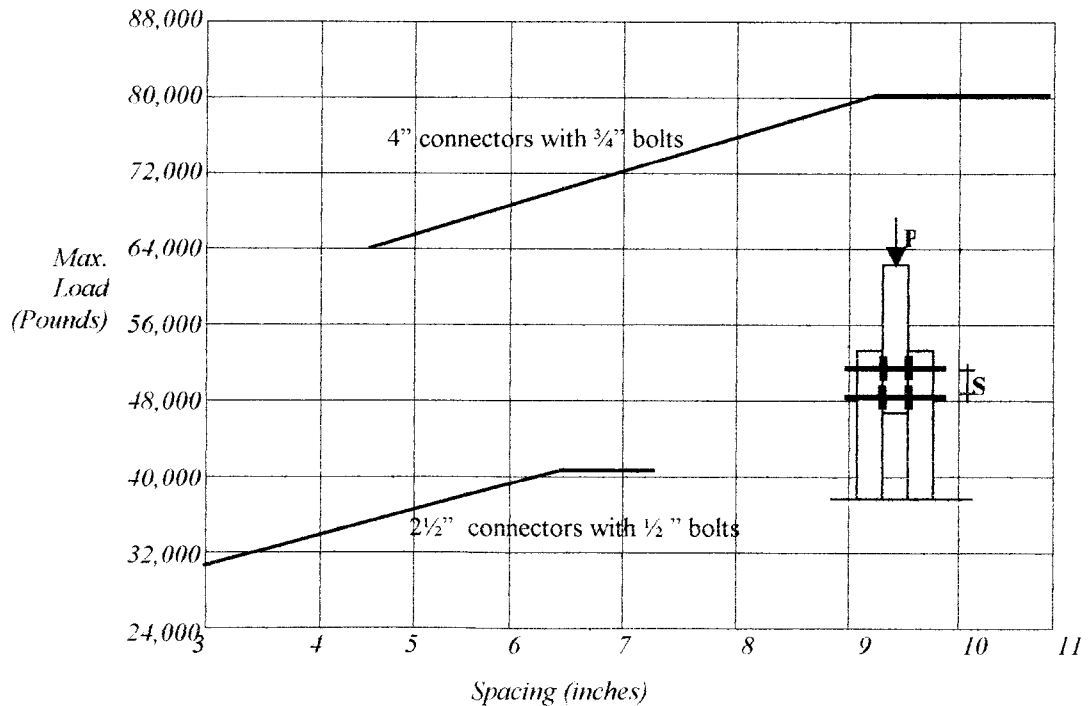
Lokasi penelitian dan pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hasil Penelitian yang Pernah Dilakukan

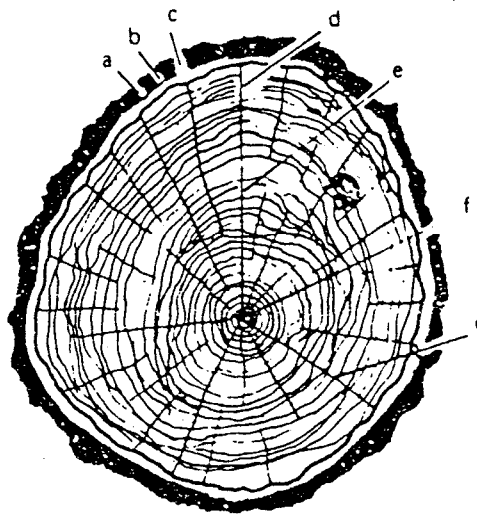
Penelitian yang pernah dilakukan oleh Keith F. Faherty tentang pengaruh jarak antar alat sambung yaitu alat sambung cincin belah (*split ring*) menunjukkan bahwa semakin besar jarak antar alat sambung maka semakin besar pula kekuatan sambungannya, dan pada jarak tertentu akan diperoleh kekuatan sambungan yang maksimal.



Gambar 2.1 Grafik *spacing* sambungan cincin belah

2.2 Bagian-bagian Kayu

Kayu bangunan adalah kayu olahan yang diperoleh dengan mengolah kayu bulat menjadi kayu berbentuk balok, papan atau bentuk lain yang sesuai dengan tujuan penggunaan. Pada penampang lintang dari pohon, akan terlihat bagian-bagiannya seperti terlihat pada Gambar (2.2).



Gambar 2.2 Potongan melintang pohon

Keterangan gambar (PKKI 1961) :

1. Kulit luar (*outer bark*), sebagai pelindung bagian dalam kayu,
2. Kulit dalam (*bast*), bagian ini lunak dan basah yang berfungsi sebagai pengangkut bahan makanan dari daun ke bagian lainnya,
3. Kambium (*cambium*), berada di sebelah dalam kulit dalam, bagian inilah yang membuat sel-sel kulit dan sel-sel kayu,
4. Kayu gubal (*sapwood*), warnanya keputih-putihan. Bagian ini mengangkut air (berikut zat-zat) dari tanah ke daun,

5. Kayu teras atau galih (*heartwood*), warnanya tua dan berasal dari kayu gubal yang tidak bekerja lagi,
6. Hati (*pith*),
7. Jari-jari teras (*rays*), yang menghubungkan berbagai bagian dari pohon untuk penyimpanan dan peralihan bahan makanan.

Kayu teras/galih terjadi dari perubahan kayu gubal secara perlahan-lahan. Kayu teras ini biasanya lebih tahan awet (terhadap serangan-serangan oleh serangga, bubuk dan jamur) dibanding kayu gubal. Walaupun begitu keawetan dari kayu gubal dapat dipertinggi dengan cara pengawetan, yaitu dengan memasukkan bahan-bahan kimia dalam kayu.

2.3 Klasifikasi Kayu

Kayu-kayu untuk struktur bangunan diklasifikasikan berdasarkan tingkat keawetan dan kekuatannya. Tingkat kekuatan kayu ditinjau dari kemampuan kayu tersebut menahan tegangan yang terjadi. Dibawah ini disajikan tabel tegangan ijin kayu mutu A sesuai dengan PKKI 1961.

Tabel 2.1 Tegangan ijin kayu mutu A

Tegangan (kg/cm ²)	Kelas Kuat					Jati (<i>Tectonagrandis</i>)
	I	II	III	IV	V	
$\bar{\sigma}_n$	150	100	75	50	-	130
$\bar{\sigma}_{ik} = \bar{\sigma}_{tr}$	130	85	60	45	-	110
$\bar{\sigma}_{ik\perp}$	40	25	15	10	-	30
$\bar{\tau}_v$	20	12	8	5	-	15

Tegangan ijin tersebut menurut PKKI 1961 dapat ditentukan dengan korelasi

berat jenis, yaitu : $\bar{\sigma}_{lt}$: 170 g

$\bar{\sigma}_{tk//} = \bar{\sigma}_{tr//}$: 150 g

$\bar{\sigma}_{tk\perp}$: 40 g

$\bar{\tau}_{//}$: 20 g

dengan : g = berat jenis kering udara, (kg/cm^3)

$\bar{\sigma}_{lt}$ = tegangan lentur ijin, (kg/cm^2)

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

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

$\bar{\sigma}_{tk\perp}$ = tegangan desak ijin tegak lurus arah serat, (kg/cm^2)

$\bar{\tau}_{//}$ = tegangan geser ijin sejajar arah serat, (kg/cm^2)

Untuk kayu mutu B harus digandakan dengan faktor 0,75.

Dalam menentukan mutu kayu, PKKI 1961 menyatakan bahwa mutu kayu dibagi menjadi dua, yaitu :

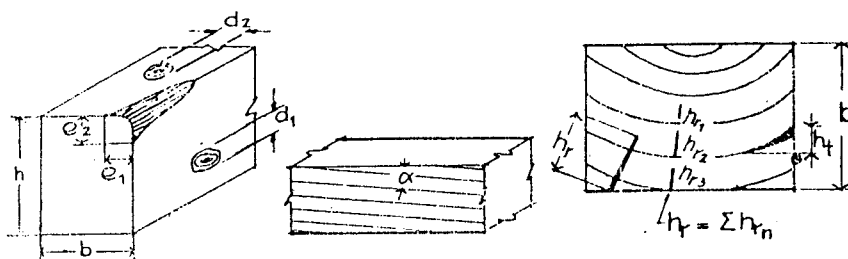
1. Mutu A

- a. Kadar lengas kering udara antara 12 ~ 18 %, rata-rata 15 %.
- b. Mata kayu $d_1 \leq 1/6 h$, $d_2 \leq 1/6 b$, $d_1 \leq 3,5 \text{ cm}$, $d_2 \leq 3,5 \text{ cm}$.
- c. Wanvlak $e_1 \leq 1/10 b$, $e_2 \leq 1/10 h$.
- d. Miring arah serat $\text{tg } \alpha \leq 1/10$.
- e. Retak-retak $h_r \leq 1/4 b$, $h_t \leq 1/5 b$.

2. Mutu B

- a. Kadar lengas kering udara $\leq 30 \%$.

- b. Mata kayu $d_1 \leq 1/4 h$, $d_2 \leq 1/4 b$, $d_1 \leq 5 \text{ cm}$, $d_2 \leq 5 \text{ cm}$.
- c. Wanvlak $e_1 \leq 1/10 b$, $e_2 \leq 1/10 h$.
- d. Miring arah serat $\text{tg } \alpha \leq 1/7$.
- e. Retak-retak $h_r \leq 1/3 b$, $h_t \leq 1/4 b$.



Gambar 2.3 Pengukuran mutu kayu

2.3 Kadar Lengas Kayu

Kadar lengas kayu adalah berat kandungan zat air dalam kayu, yang ditunjukkan dalam persentase terhadap berat kayu kering tungku (*oven dry*). 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*).

2.4 Modulus Elastis Kayu

Modulus elastis kayu merupakan suatu angka yang diperoleh dari batas sebanding antara tegangan dan regangan kayu. Batas sebanding adalah batas tertinggi yang masih menunjukkan perbandingan langsung antara tegangan dan regangan.

Besarnya modulus elastis kayu menurut PKKI 1961 ditunjukkan pada Tabel (2.2) dibawah ini.

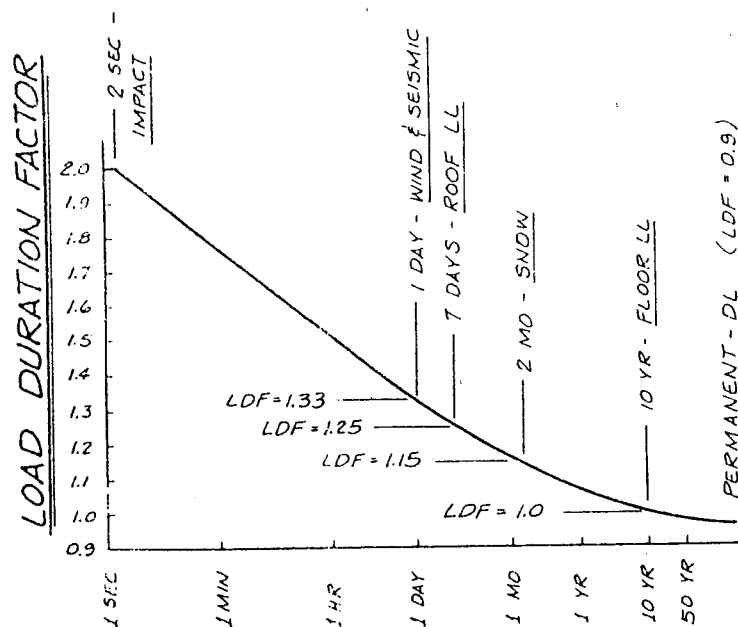
Tabel 2.2 Modulus elastis (E) kayu sejajar serat

Kelas Kuat	$E_{//}$ (kg/cm ²)
I	125.000
II	100.000
III	80.000
IV	60.000
V	-

2.5 Faktor Lamanya Pembebanan

Kayu memiliki sifat struktural yang unik. Kayu mampu mendukung tegangan yang lebih besar jika tegangan tersebut bekerja dalam waktu yang singkat. Sebatang kayu yang dibebani selama satu jam akan dapat mendukung tegangan yang lebih besar daripada apabila dibebani selama satu tahun.

Faktor lamanya pembebanan atau *load duration factor* (LDF) ditunjukkan dengan Gambar (2.4) (Breyer, 1980).



Gambar 2.4 Grafik faktor lama pembebanan

2.5 Alat Sambung Baut

Kenyataan yang ada di Indonesia, sambungan baut lebih banyak digunakan dalam suatu konstruksi, walaupun sambungan baut mempunyai kekuatan sambungan lebih kecil dibandingkan dengan sambungan modern (kokot bulldog, cincin belah, pasak kubler) tetapi sambungan baut cukup mudah didalam pengerjaannya.

Didalam PKKI 1961, dicantumkan syarat-syarat sambungan baut antara lain sebagai berikut :

1. alat sambung baut harus dibuat dari baja St 37 atau dari besi yang mempunyai kekuatan paling sedikit seperti St 37,
2. lubang baut harus dibuat secukupnya saja dan kelonggaran dan harus \leq 1,5 mm,

3. garis tengah baut harus ≥ 10 mm ($3/8''$) sedang untuk sambungan baik tampang satu atau tampang dua, dengan tebal kayu lebih besar dari 8 cm, harus dipakai baut dengan garis tengah $\geq 1/2''$.

Diameter dan panjang baut yang tersedia di pasaran ditunjukkan pada Tabel 2.3 dibawah ini (Faherty, 1989).

Tabel 2.3 Diameter dan panjang baut

Diameter, in	Panjang, in
1/4	1 sampai 8
5/6	1 sampai 8 dan 8½ sampai 10
3/8	1 sampai 8 dan 8½ sampai 11½
7/16	1 sampai 8 dan 8½ sampai 11½
1/2	1 sampai 8 dan 8½ sampai 11½
5/8	1 sampai 8 dan 8½ sampai 11½
3/4	1 sampai 8 dan 8½ sampai 11½
7/8	1¼ sampai 8 dan 8½ sampai 11½
1	1¼ sampai 8 dan 8½ sampai 11½
1⅛	1¼ sampai 8 dan 8½ sampai 11½
1¼	1¼ sampai 8 dan 8½ sampai 11½

BAB III
LANDASAN TEORI

3.1 Pengujian Laboratorium

Untuk mengetahui karakteristik kayu yang digunakan pada penelitian ini akan dilakukan pengujian yang meliputi pengujian kadar lengas kayu, modulus elastis kayu, berat volume kayu serta tegangan desak kayu. Sedangkan untuk karakteristik baut tidak akan dilakukan pengujian, dikarenakan panjang baut yang digunakan tidak memenuhi panjang minimal untuk pengujian tarik baut.

3.1.1 Pengujian kadar lengas kayu

Kadar lengas kayu (*moisture content*) adalah perbandingan antara berat kandungan zat cair dalam kayu dengan berat kayu kering tungku. Untuk mengetahui kandungan air dalam kayu, sejumlah potongan kecil kayu ditimbang (w_0) dan kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu $\pm 105^\circ \text{C}$ selama beberapa hari sampai berat kayu konstan, kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang kembali (w_1).

$$MC = \frac{w_0 - w_1}{w_1} \times 100 \% \dots\dots\dots (3.1)$$

3.1.2 Pengujian tegangan desak kayu

Tegangan akibat gaya aksial adalah besar gaya yang bekerja pada tiap satuan luas tampang benda. Untuk mengetahui besarnya tegangan kayu dapat diketahui dengan persamaan (3.2) dibawah ini

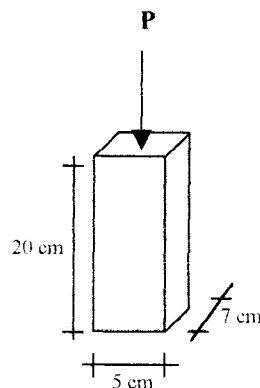
$$\sigma_{ds} = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (3.2)$$

dengan : σ_{ds} = tegangan desak, (kg/cm²)

P = gaya desak yang bekerja, (kg)

A = luas tampang, (cm²)

Pengujian dilakukan dengan cara memberikan gaya searah serat kayu. Kayu yang akan diuji kuat desaknya dipasang *dial gauge* untuk mengetahui regangan yang terjadi, kemudian dipasang pada mesin desak untuk diberi gaya desak. Dimensi kayu yang akan diuji kuat tekannya adalah 5x7x20 cm disesuaikan dengan ukuran *dial gauge*. Bentuk sampel kayu yang akan diuji kuat tekannya dapat dilihat pada Gambar (3.1) dibawah ini.

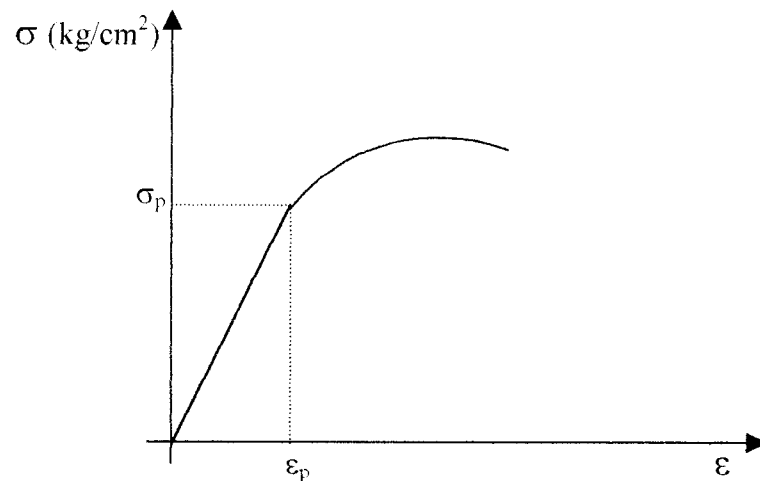


Gambar 3.1 Sampel uji kuat desak kayu.

3.1.3 Penentuan modulus elastis (E) kayu

Modulus elastis (E) kayu dapat diperoleh dari diagram tegangan-regangan uji desak kayu yaitu dengan cara membandingkan tegangan dengan regangan kayu pada batas proporsional.

$$E = \frac{\sigma_p}{\varepsilon_p} \dots\dots\dots (3.3)$$



Gambar 3.2 Grafik tegangan-regangan

dengan : E = Modulus elastis, (kg/cm^2)
 σ_p = Tegangan sebanding, (kg/cm^2)
 ε_p = Regangan sebanding.

3.1.4 Berat Volume Kayu

Berat volume adalah perbandingan antara berat benda dengan volume benda. Pengukuran berat volume kayu dilakukan pada kondisi kering udara. Kayu yang akan digunakan untuk sampel sambungan dipotong menjadi bagian kecil kemudian

diukur dimensi dan beratnya. Berat volume kayu ditentukan dengan persamaan (3.4) di bawah ini.

$$\gamma = \frac{w}{v} \dots\dots\dots (3.4)$$

dengan : γ = berat volume, (gr/cm³)

w = berat benda, (gr)

v = volume benda, (cm³)

3.2 Sambungan Baut Tampang Dua

Berdasarkan PKKI 1961 kekuatan sambungan baut tampang dua dihitung dengan persamaan-persamaan dibawah ini :

1. Golongan I $P = 125 d b_3 (1 - 0,6 \sin \alpha)$

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

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

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

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

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

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

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

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

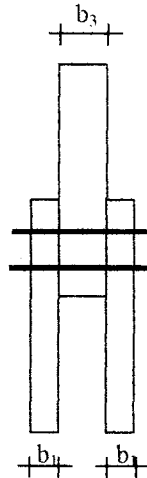
dengan : P = kekuatan sambungan, (kg),

α = sudut antara arah gaya dan serat kayu,

d = diameter baut, (cm),

b_1 = tebal kayu tepi, (cm), dan

b_3 = tebal kayu tengah, (cm),



Gambar 3.3 Sambungan baut tampang dua

Formula diatas merupakan fungsi dari $P = f(d, b_3, \alpha)$, $P = f(d, b_1, \alpha)$, dan $P = f(d, \alpha)$. Masing-masing variabel dalam fungsi tersebut dianggap variabel yang berpengaruh terhadap kekuatan sambungan. Sebagai contoh untuk fungsi $P = f(d, b_3, \alpha)$ maka yang dianggap berpengaruh terhadap kekuatan sambungan adalah ukuran kayu tengah (b_3) dan diameter baut yang dipakai (d) serta sudut antara arah gaya dan serat kayu (α). Untuk fungsi $P = f(d, b_1, \alpha)$ dianggap kekuatan dan kerusakan sambungan dipengaruhi oleh ukuran plat sambung (b_1) dan diameter baut (d) serta sudut antara arah gaya dan serat kayu (α). Sedangkan fungsi $P = f(d, \alpha)$ dianggap yang berpengaruh terhadap kekuatan sambungan adalah diameter baut (d) dan sudut antara arah gaya dan serat kayu (α) saja. Dari masing-masing golongan tersebut diambil nilai P yang terkecil karena dianggap kekuatan sambungan yang terlemah. Adapun yang termasuk dalam golongan I adalah kayu-kayu dengan kelas kuat I, begitu juga halnya dengan golongan II dan III.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Bahan-bahan Penelitian

Bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Kayu

Dalam penelitian ini digunakan kayu keruing yang umum dipakai sebagai bahan konstruksi.

2. Baut

Alat sambung menggunakan baut dengan garis tengah $\frac{1}{2}$ " dan $\frac{3}{4}$ ".

3. Pipa besi

Pipa besi ini dikombinasikan dengan baut yang mempunyai diameter luar $\frac{7}{8}$ " dan diameter dalam $\frac{3}{4}$ " yang diharapkan dapat menambah kekuatan sambungan.

4. Resin dan katalis

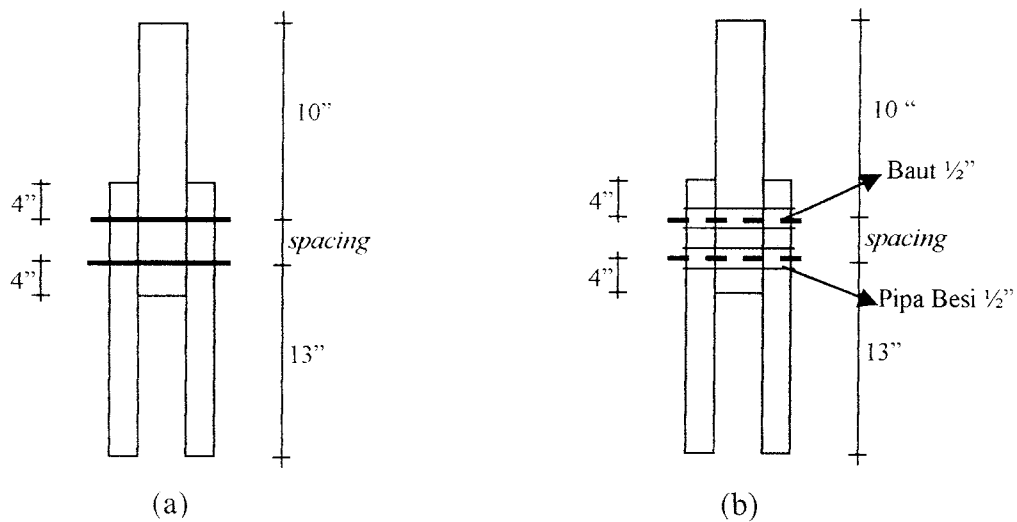
Resin adalah cairan yang digunakan sebagai bahan dalam pembuatan fiber. Sedangkan katalis adalah bahan pencampur resin agar resin dapat mengeras. Pada penelitian ini resin yang sudah dicampur dengan katalis dicor pada pipa besi agar tidak terjadi selip antara pipa dan baut.

4.2 Model Benda Uji

Model benda uji berupa sambungan kayu tampang dua dengan dimensi batang tengah 6/10 cm dan plat sambung 4/10 cm yang akan dibuat sebanyak 30 buah sampel yaitu :

1. dua buah sampel dengan diameter baut $\frac{1}{2}$ " per satu variasi jarak baut,
2. dua buah sampel dengan diameter baut $\frac{3}{4}$ " per satu variasi jarak baut,
3. dua buah sampel kombinasi pipa besi dan baut $\frac{1}{2}$ " per satu variasi jarak baut,

keseluruhan sampel diatas akan diuji dengan variasi jarak antar baut 3, 5, 7, 9 dan 11 inch.



Gambar 4.1 (a) Model benda uji sambungan baut tanpa pipa besi,

(b) Model benda uji sambungan baut dengan pipa besi

4.3 Peralatan Penelitian

Untuk kelancaran penelitian diperlukan beberapa peralatan yang akan digunakan sebagai sarana untuk mencapai maksud dan tujuan penelitian.

Adapun alat-alat yang digunakan adalah sebagai berikut ini.

1. Mesin uji kuat desak

Mesin uji kuat desak digunakan untuk mengetahui kuat desak kayu yang digunakan, didalam penelitian ini digunakan mesin uji kuat desak merk CONTROLS kapasitas 2000 KN.

2. Mesin tarik

Mesin tarik ini digunakan untuk menguji kuat desak sampel sambungan kayu. Mesin tarik yang digunakan bermerk SHIMADZU type UMH 30, kapasitas 30 ton.

3. Oven

Oven digunakan untuk mengeringkan kayu yang akan diuji kadar lengasnya.

4. *Dial gauge*

Dial gauge digunakan untuk mengukur regangan atau defleksi yang terjadi pada benda atau bahan yang diuji desak atau tariknya.

5. *Stop watch*

Digunakan untuk mengukur lama waktu pembebanan pada pengujian sampel.

6. Timbangan

Digunakan untuk menimbang benda uji dalam pengujian kadar lengas kayu.

7. Mistar dan kaliper

Mistar dari logam digunakan untuk mengukur jarak antar baut, dimensi sampel kayu, dan lain-lain. Sedangkan kaliper digunakan untuk mengukur diameter baut, dan lain-lainnya.

4.4 Tahapan penelitian

Prosedur dalam penelitian ini adalah sebagai berikut .

1. Tahap perumusan masalah

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

2. Tahap perumusan teori

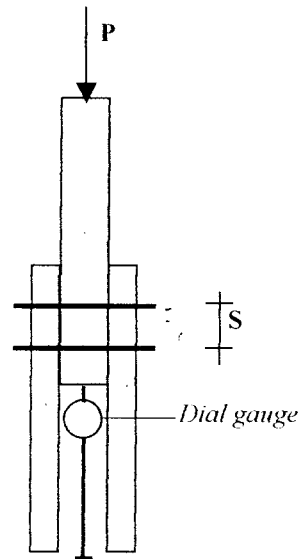
Pada tahap ini dilakukan pengkajian pustaka terhadap teori yang melandasi penelitian serta ketentuan-ketentuan yang dijadikan acuan dalam pelaksanaan penelitian.

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,

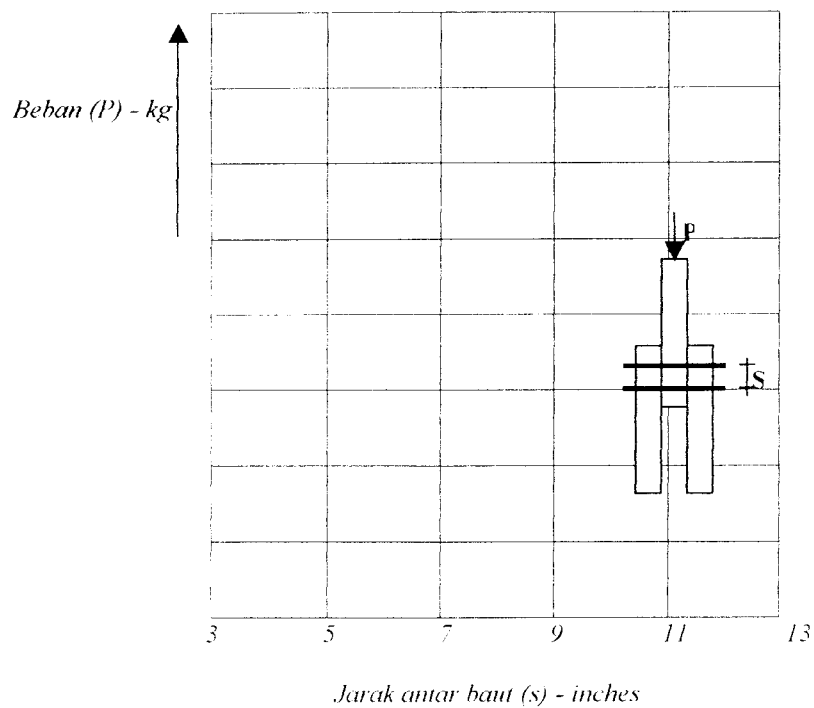
- d. pemeriksaan karakteristik kayu,
- e. pengujian model benda uji, pengujian dilakukan dengan cara memberikan gaya tekan sentris terhadap model benda uji secara perlahan sampai terjadi kerusakan pada benda uji tersebut,



Gambar 4.2 Pengujian sampel terhadap gaya tekan sentris

4. Tahap analisa dan pembahasan

Analisa dilakukan terhadap hasil pengujian laboratorium. Hasil pengujian laboratorium dicatat kemudian dibuat grafik korelasi antara variasi jarak antar baut terhadap gaya tekan sentris. Pembahasan dilakukan terhadap hasil penelitian ditinjau berdasarkan teori yang melandasi.



Gambar 4.1 Grafik pengaruh jarak antar baut terhadap gaya tekan sentris

5. Tahap penarikan kesimpulan

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

BAB V
HASIL PENELITIAN

5.1 Kadar Lengas Kayu

Dari sejumlah kayu yang digunakan untuk pembuatan sampel sambungan diambil beberapa potongan kayu secara acak yang akan digunakan untuk mengetahui karakteristik kayu tersebut. Tabel (5.1) dibawah ini didapat dari menimbang potongan kecil kayu yang akan dicari kadar lengasnya. Kadar lengas kayu ditentukan dengan menggunakan persamaan (3.1) dan besarnya kadar lengas kayu dapat dilihat pada Tabel (5.2).

Tabel 5.1 Berat sampel untuk uji kadar lengas kayu

Sampel	Dimensi (p x l x t) (cm)	Berat benda uji pada hari ke (gr)				
		I	II	III	IV	V
1	7,1 x 5,2 x 2,1	56,3	44,4	44,1	43,8	43,8
2	6,9 x 5,9 x 2,03	67,6	51,8	51,4	51,2	51,2
3	7 x 6 x 2	68	54,6	54,4	54,2	54,2
4	6,9 x 5,6 x 2	60,4	49,8	49,7	49,4	49,4
5	7,1 x 5,6 x 1,93	65,7	49,6	49,6	49,6	49,6

Tabel 5.2 Kadar lengas kayu

Sampel	Berat kering udara (w_0)	Berat kering tungku (w_1)	Kadar lengas (MC)
	(gr)	(gr)	(%)
1	56,3	43,8	28,5
2	67,6	51,2	32
3	68	54,2	25,5
4	60,4	49,4	22,3
5	65,7	49,6	32,5
Kadar lengas kayu rata-rata			28,16

5.2 Berat Volume Kayu

Dari pengukuran potongan kecil kayu didapat berat volume kayu seperti pada Tabel (5.3) di bawah ini. Pengukuran berat volume kayu dilakukan pada kondisi kayu kering udara dan ditentukan dengan persamaan (3.4).

Tabel 5.3 Berat volume kayu

Sampel	Dimensi (p x l x t)	Volume (v)	Berat (w)	Berat Volume (γ)
	(cm)	(cm^3)	(gr)	(gr/cm^3)
1	7,1 x 5,2 x 2,1	77,532	56,3	0,726
2	6,9 x 5,9 x 2,03	82,641	67,6	0,818
3	7 x 6 x 2	84	68	0,81
4	6,9 x 5,6 x 2	77,28	60,4	0,782
5	7,1 x 5,6 x 1,93	76,737	65,7	0,856
Berat volume kayu rata-rata				0,798

$$\gamma = \frac{w}{V}$$

Tabel 5.2 Kadar lengas kayu

Sampel	Berat kering udara (w_0) (gr)	Berat kering tungku (w_1) (gr)	Kadar lengas (MC) (%)
1	56,3	43,8	28,5
2	67,6	51,2	32
3	68	54,2	25,5
4	60,4	49,4	22,3
5	65,7	49,6	32,5
Kadar lengas kayu rata-rata			28,16

5.2 Berat Volume Kayu

Dari pengukuran potongan kecil kayu didapat berat volume kayu seperti pada Tabel (5.3) di bawah ini. Pengukuran berat volume kayu dilakukan pada kondisi kayu kering udara dan ditentukan dengan persamaan (3.4).

Tabel 5.3 Berat volume kayu

Sampel	Dimensi (p x l x t) (cm)	Volume (v) (cm ³)	Berat (w) (gr)	Berat Volume (γ) (gr/cm ³)
1	7,1 x 5,2 x 2,1	77,532	56,3	0,726
2	6,9 x 5,9 x 2,03	82,641	67,6	0,818
3	7 x 6 x 2	84	68	0,81
4	6,9 x 5,6 x 2	77,28	60,4	0,782
5	7,1 x 5,6 x 1,93	76,737	65,7	0,856
Berat volume kayu rata-rata				0,798

5.3 Mutu Kayu

Dilihat dari hasil pengujian karakteristik kayu diperoleh data sebagai berikut :

1. kadar lengas kayu rata – rata : 28,16 %
2. besar mata kayu : $d_1 = 0$, $d_2 = 0$
3. wanvlak : $e = 0$
4. miring arah serat : 0,4/10
5. retak – retak dalam arah radial : $h_r = 0$, $h_t = 0$

Dari data diatas, berdasarkan PKKI 1961 tentang mutu kayu, maka kayu tersebut termasuk kayu mutu B.

5.4 Modulus Elastis Kayu

Modulus Elastis kayu dapat dihitung dengan persamaan (3.3).

1. Sampel I

Hasil pengujian kuat desak kayu sampel I dapat dilihat pada Tabel (5.4) dan Gambar (5.1).

Panjang mula-mula (L_0) : 200 mm

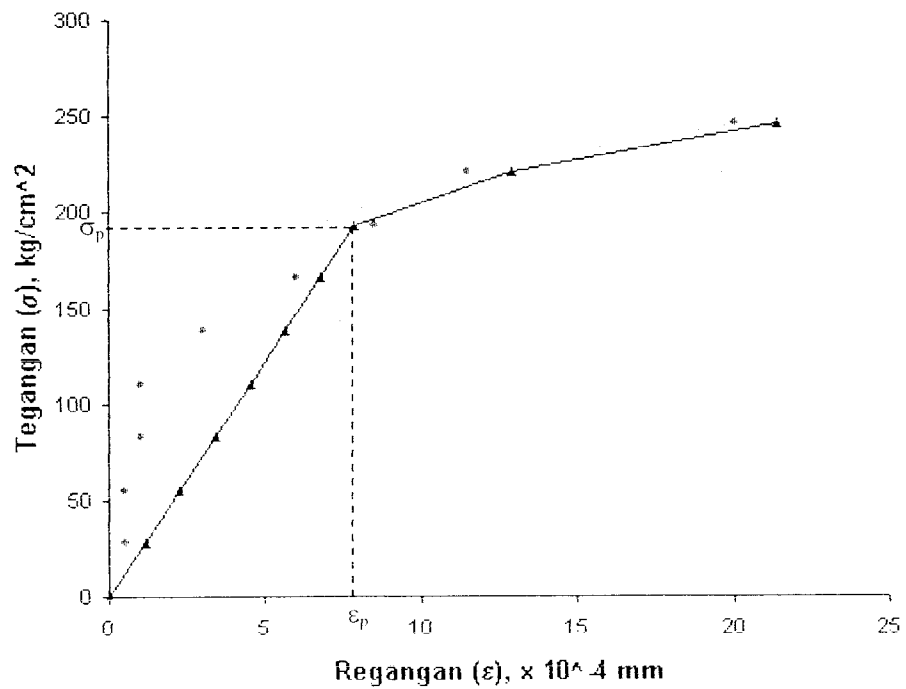
Luas : $l \times t$

: 5,2 x 7,1

: 36,92 cm²

Tabel 5.4 Kuat desak kayu sampel 1

Beban		ΔL (x 0,01 mm)	σ (kg/cm ²)	ϵ (x 10 ⁻⁴)	Regresi (x 10 ⁻⁴)	Koreksi (x 10 ⁻⁴)
KN	kg					
0	0	0	0	0	-1,375	0
10	1019,36799	1	27,61018	0,5	-0,25	1,125
20	2038,73598	1	55,22037	0,5	0,875	2,25
30	3058,10398	2	82,83055	1	2	3,375
40	4077,47197	2	110,4407	1	3,125	4,5
50	5096,83996	6	138,0509	3	4,25	5,625
60	6116,20795	12	165,6611	6	5,375	6,75
70	7135,57594	17	193,2713	8,5	6,5	7,875
80	8154,94393	23	220,8815	11,5	11,5	12,875
89	9072,37513	40	245,7306	20	20	21,375



Gambar 5.1 Diagram tegangan – regangan kayu sampel 1

Batas sebanding : $\sigma_p = 193,2713 \text{ kg/cm}^2$

$$\varepsilon_p = 7,875 \times 10^{-4}$$

Modulus Elastis kayu :

$$E = \frac{193,2713}{7,875 \cdot 10^{-4}}$$

$$= 245423,873 \text{ kg/cm}^2$$

2. Sampel II

Hasil pengujian kuat desak kayu sampel 2 dapat dilihat pada Tabel (5.5) dan Gambar (5.2).

Panjang mula-mula (L_0) : 200 mm

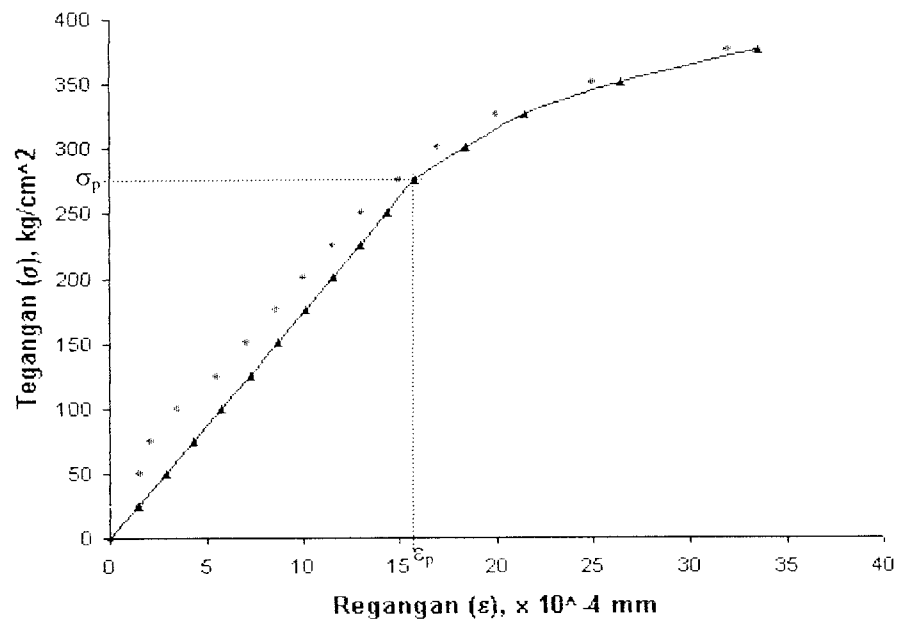
Luas : $l \times t$

: $5,9 \times 6,9$

: $40,71 \text{ cm}^2$

Tabel 5.5 Kuat desak kayu sampel 2

Beban		ΔL (x 0,01 mm)	σ (kg/cm ²)	ε (x 10 ⁻⁴)	Regresi (x 10 ⁻⁴)	Koreksi (x 10 ⁻⁴)
KN	kg					
0	0	0	0	0	-1,436	0
10	1019,36799	3	25,03974	1,5	0	1,436
20	2038,73598	3	50,07949	1,5	1,436	2,872
30	3058,10398	4	75,11923	2	2,873	4,309
40	4077,47197	7	100,159	3,5	4,309	5,745
50	5096,83996	11	125,1987	5,5	5,746	7,182
60	6116,20795	14	150,2385	7	7,182	8,618
70	7135,57594	17	175,2782	8,5	8,618	10,054
80	8154,94393	20	200,318	10	10,055	11,491
90	9174,31193	23	225,3577	11,5	11,491	12,927
100	10193,6799	26	250,3974	13	12,927	14,363
110	11213,0479	30	275,4372	15	14,364	15,8
120	12232,4159	34	300,4769	17	17	18,436
130	13251,7839	40	325,5167	20	20	21,436
140	14271,1519	50	350,5564	25	25	26,436
150	15290,5199	64	375,5962	32	32	33,436



Gambar 5.2 Diagram tegangan – regangan kayu sampel 2

Batas sebanding : $\sigma_p = 275,4372 \text{ kg/cm}^2$

$$\varepsilon_p = 15,80 \times 10^{-4}$$

Modulus Elastis kayu :

$$E = \frac{275,4372}{15,80 \cdot 10^{-4}}$$

$$= 174327,3418 \text{ kg/cm}^2$$

3. Sampel III

Hasil pengujian kuat desak kayu sampel 3 dapat dilihat pada Tabel (5.6) dan Gambar (5.3).

Panjang mula-mula (L_0) : 200 mm

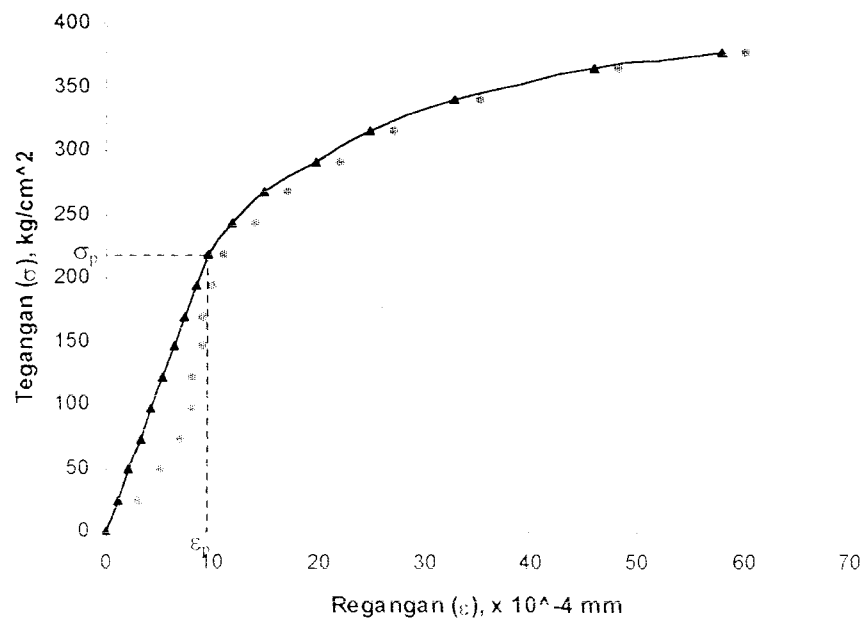
Luas : 1 x 1

: 6 x 7

: 42 cm²

Tabel 5.6 Kuat desak kayu sampel 3

Beban		ΔL (x 0,01 mm)	σ (kg/cm ²)	ϵ (x 10 ⁻⁴)	Regresi (x 10 ⁻⁴)	Koreksi (x 10 ⁻⁴)
KN	kg					
0	0	0	0	0	2,255	0
10	1019,36799	3	24,27067	3	3,309	1,054
20	2038,73598	5	48,54133	5	4,364	2,109
30	3058,10398	7	72,812	7	5,418	3,163
40	4077,47197	8	97,08267	8	6,473	4,218
50	5096,83996	8	121,3533	8	7,527	5,272
60	6116,20795	9	145,624	9	8,582	6,327
70	7135,57594	9	169,8947	9	9,636	7,381
80	8154,94393	10	194,1653	10	10,691	8,436
90	9174,31193	11	218,436	11	11,745	9,49
100	10193,6799	14	242,7067	14	14	11,745
110	11213,0479	17	266,9773	17	17	14,745
120	12232,4159	22	291,248	22	22	19,745
130	13251,7839	27	315,5187	27	27	24,745
140	14271,1519	35	339,7893	35	35	32,745
150	15290,5199	48	364,06	48	48	45,745
155	15800,2039	60	376,1953	60	60	57,745



Gambar 5.3 Diagram tegangan – regangan kayu sampel 3

Batas sebanding : $\sigma_p = 218,436 \text{ kg/cm}^2$

$$\varepsilon_p = 11,745 \times 10^{-4}$$

Modulus Elastis kayu :

$$E = \frac{218,436}{11,745 \cdot 10^{-4}}$$

$$= 185982,1201 \text{ kg/cm}^2$$

4. Sampel IV

Hasil pengujian kuat desak kayu sampel 4 dapat dilihat pada Tabel (5.7) dan Gambar (5.4).

Panjang mula-mula (L_0) : 200 mm

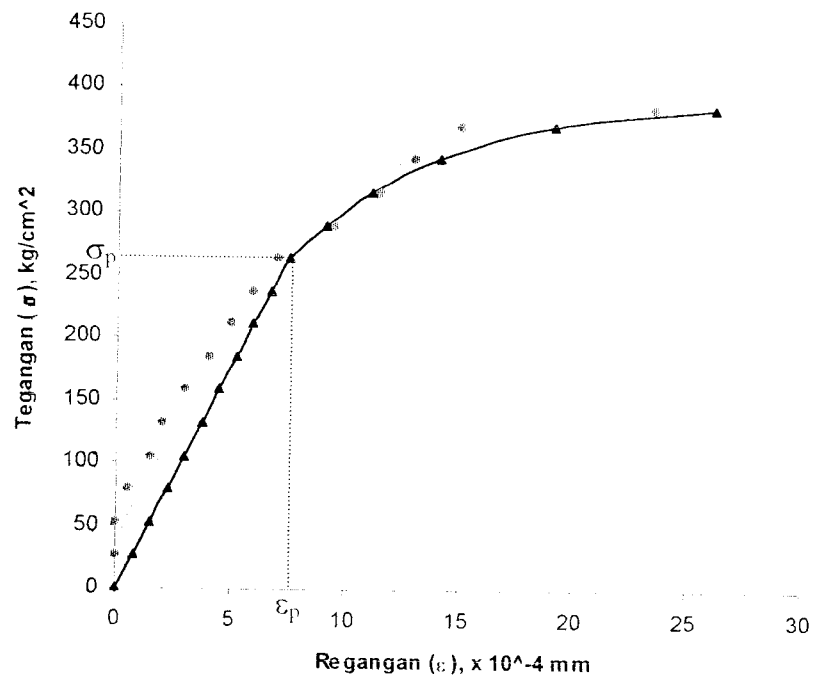
Luas : $l \times t$

: $5,6 \times 6,9$

: $38,64 \text{ cm}^2$

Tabel 5.7 Kuat desak kayu sampel 4

Beban		ΔL (x 0,01 mm)	σ (kg/cm ²)	ε (x 10 ⁻⁴)	Regresi (x 10 ⁻⁴)	Koreksi (x 10 ⁻⁴)
KN	kg					
0	0	0	0	0	-1,114	0
10	1019,36799	0	26,38116	0	-0,364	0,75
20	2038,73598	0	52,76232	0	0,386	1,5
30	3058,10398	1	79,14348	0,5	1,136	2,25
40	4077,47197	3	105,5246	1,5	1,886	3
50	5096,83996	4	131,9058	2	2,636	3,75
60	6116,20795	6	158,287	3	3,386	4,5
70	7135,57594	8	184,6681	4	4,135	5,249
80	8154,94393	10	211,0493	5	4,886	6
90	9174,31193	12	237,4304	6	5,636	6,75
100	10193,6799	14	263,8116	7	6,386	7,5
110	11213,0479	19	290,1928	9,5	8	9,114
120	12232,4159	23	316,5739	11,5	10	11,114
130	13251,7839	26	342,9551	13	13	14,114
140	14271,1519	30	369,3362	15	18	19,114
145	14780,8359	47	382,5268	23,5	25	26,114



Gambar 5.4 Diagram tegangan – regangan kayu sampel 4

Batas sebanding : $\sigma_p = 263,8116 \text{ kg/cm}^2$

$$\varepsilon_p = 7,5 \times 10^{-4}$$

Modulus Elastis kayu :

$$E = \frac{263,81165}{7,5 \cdot 10^{-4}}$$

$$= 351748,8 \text{ kg/cm}^2$$

5. Sampel V

Hasil pengujian kuat desak kayu sampel 5 dapat dilihat pada Tabel (5.8) dan Gambar (5.4).

Panjang mula-mula (L_0) : 200 mm

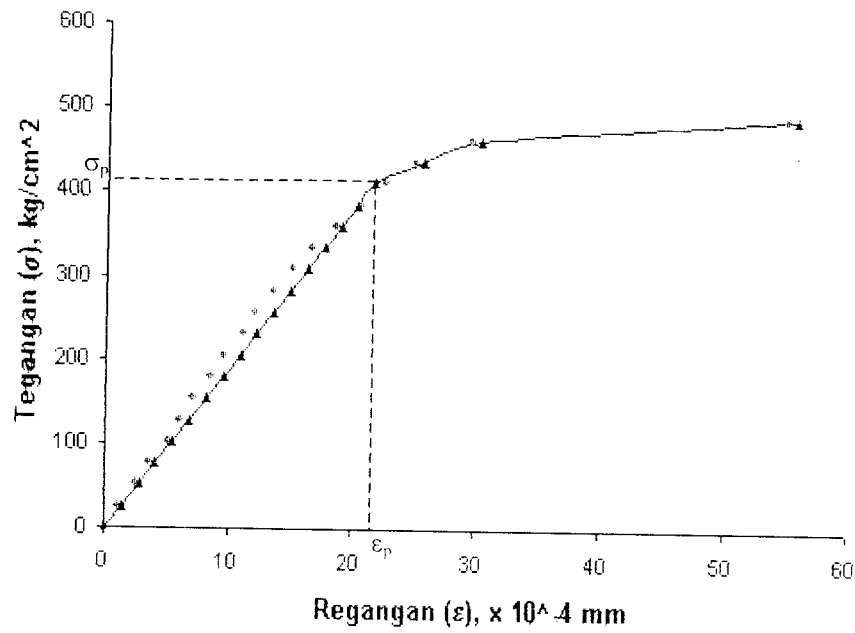
Luas : 1 x 1

: 5,6 x 7,1

: 39,76 cm²

Tabel 5.8 Kuat desak kayu sampel 5

Beban		ΔL (x 0,01 mm)	σ (kg/cm ²)	ϵ (x 10 ⁻⁴)	Regresi (x 10 ⁻⁴)	Koreksi (x 10 ⁻⁴)
KN	kg					
0	0	0	0	0	-0,686	0
10	1019,36799	2	25,63803	1	0,668	1,354
20	2038,73598	5	51,27606	2,5	2,022	2,708
30	3058,10398	7	76,91408	3,5	3,376	4,062
40	4077,47197	10	102,5521	5	4,73	5,416
50	5096,83996	12	128,1901	6	6,085	6,771
60	6116,20795	14	153,8282	7	7,439	8,125
70	7135,57594	17	179,4662	8,5	8,793	9,479
80	8154,94393	19	205,1042	9,5	10,147	10,833
90	9174,31193	22	230,7423	11	11,501	12,187
100	10193,6799	24	256,3803	12	12,855	13,541
110	11213,0479	27	282,0183	13,5	14,21	14,896
120	12232,4159	30	307,6563	15	15,564	16,25
130	13251,7839	33	333,2944	16,5	16,918	17,604
140	14271,1519	37	358,9324	18,5	18,272	18,958
150	15290,5199	41	384,5704	20,5	19,626	20,312
160	16309,8879	45	410,2084	22,5	20,98	21,666
170	17329,2559	50	435,8465	25	25	25,686
180	18348,6239	59	461,4845	29,5	29,5	30,186
190	19367,9918	110	487,1225	55	55	55,686



Gambar 5.5 Diagram tegangan – regangan kayu sampel 5

Batas sebanding : $\sigma_p = 410,2084 \text{ kg/cm}^2$

$$\epsilon_p = 21,666 \times 10^{-4}$$

Modulus Elastis kayu :

$$E = \frac{410,2084}{21,666 \cdot 10^{-4}}$$

$$= 189332,7795 \text{ kg/cm}^2$$

Modulus Elastis (E) kayu rata – rata :

$$E = \frac{1146814,9144}{5}$$

$$E = 229362,9829 \text{ kg cm}^2$$

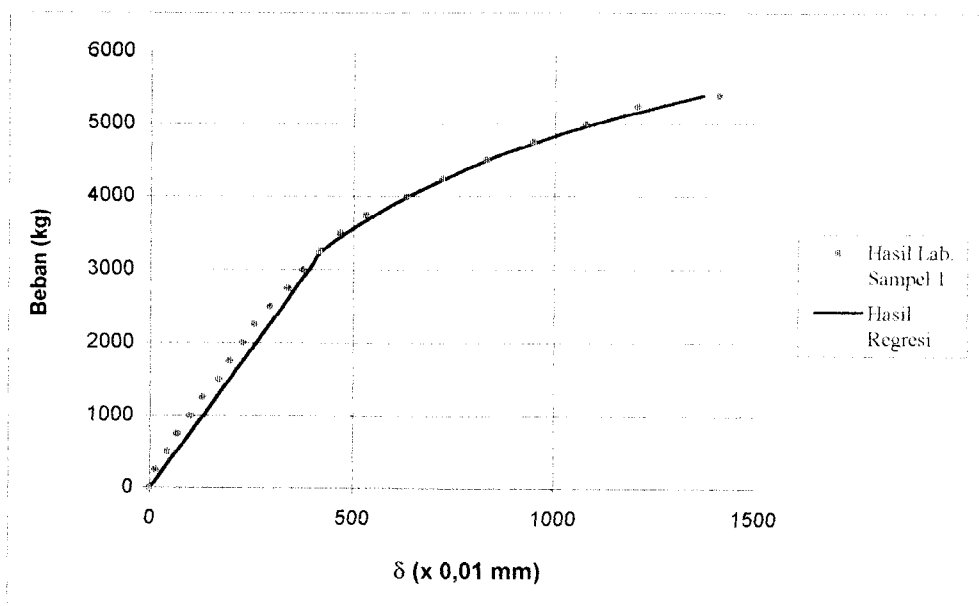
5.5 Kuat Desak Benda Uji

Setelah dilakukan pengujian desak terhadap benda uji, maka didapat grafik hubungan antara besarnya beban yang dapat ditahan (P) dengan defleksinya (δ), untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel (5.9) sampai Tabel (5.24) dan Gambar (5.6) sampai Gambar (5.37). Dari grafik-grafik P - δ tersebut, dapat dilihat kekuatan benda uji dalam menahan gaya desak.

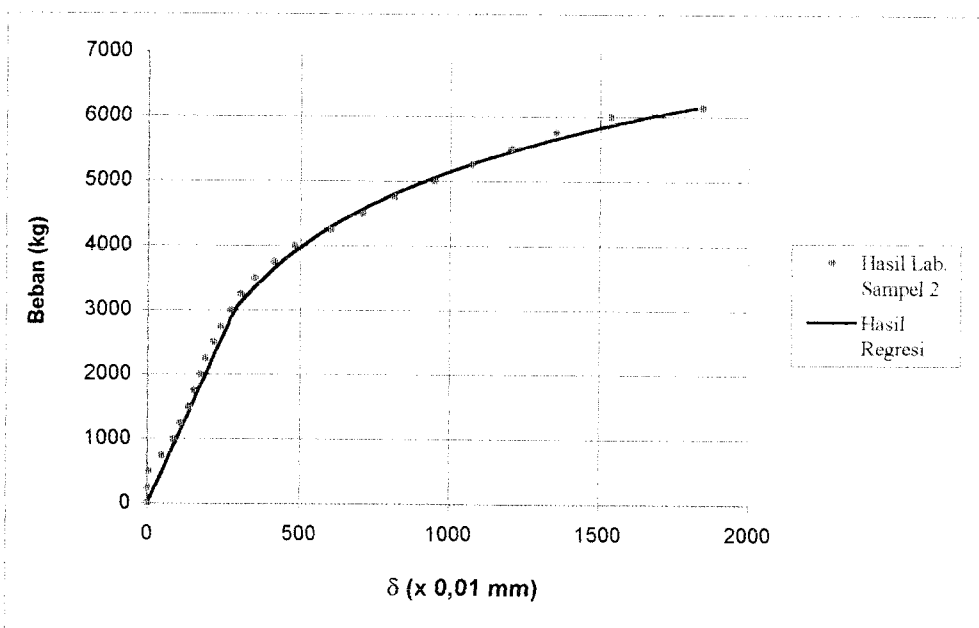
1. Diameter Baut : 1/2"
- Jarak antar baut : 2"
- Diuji Tanggal : 22-12-1999

Tabel 5.9 Kuat desak benda uji diameter baut 1/2" jarak baut 2"

Sampel 1			Sampel 2		
Beban (P) (kg)	Defleksi (δ) (x 0,01 mm)	Regresi (x 0,01 mm)	Beban (P) (kg)	Defleksi (δ) (x 0,01 mm)	Regresi (x 0,01 mm)
0	0	0	0	0	0
250	13	32,33	250	0	23,63
500	42	64,66	500	6	47,25
750	66	96,99	750	48	70,88
1000	98	129,31	1000	84	94,51
1250	128	161,64	1250	108	118,13
1500	167	193,97	1500	134	141,76
1750	193	226,3	1750	153	165,38
2000	225	258,62	2000	172	189,01
2250	255	290,95	2250	190	212,64
2500	292	323,28	2500	214	236,26
2750	336	355,61	2750	239	259,89
3000	374	387,93	3000	271	283,52
3250	416	420,26	3250	305	327,47
3500	466	481,57	3500	350	378,57
3750	530	552,03	3750	414	438
4000	632	633,04	4000	480	507,11
4250	720	726,16	4250	602	587,47
4500	830	833,21	4500	710	680,91
4750	946	956,26	4750	814	789,57
5000	1077	1097,71	5000	948	915,93
5250	1205	1260,32	5250	1072	1062,86
5400	1408	1369,34	5500	1205	1233,72
			5750	1355	1432,4
			6000	1538	1663,44
			6150	1840	1819,75



Gambar 5.6 Grafik P- δ diameter baut 1/2 " jarak baut 2" sampel 1

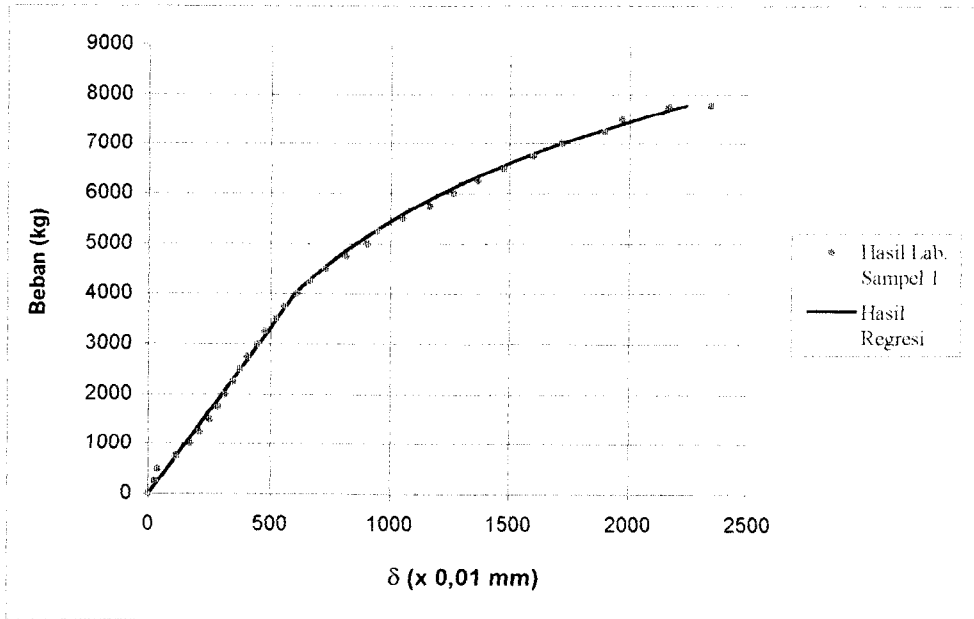


Gambar 5.7 Grafik P- δ diameter baut 1/2 " jarak baut 2" sampel 2

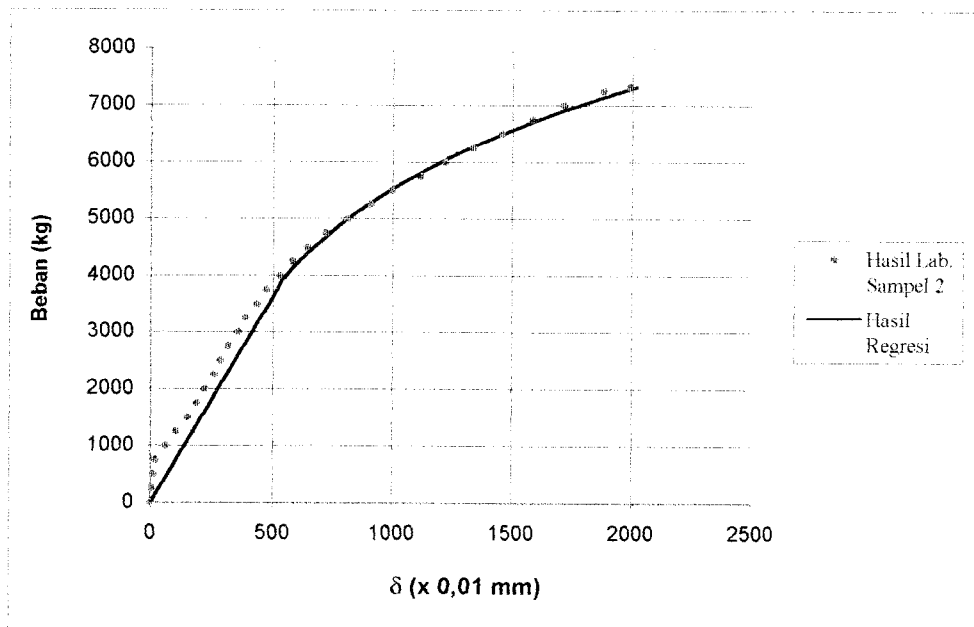
2. Diameter Baut : 1/2"
 Jarak antar baut : 3"
 Diuji Tanggal : 22-11-1999

Tabel 5.10 Kuat desak benda uji diameter baut 1/2" jarak baut 3"

Sampel 1			Sampel 2		
Beban (P) (kg)	Defleksi (δ) (x 0,01 mm)	Regresi (x 0,01 mm)	Beban (P) (kg)	Defleksi (δ) (x 0,01 mm)	Regresi (x 0,01 mm)
0	0	0	0	0	0
250	26	37,56	250	6	34,45
500	37	75,12	500	11	68,89
750	113	112,68	750	20	103,34
1000	172	150,23	1000	62	137,79
1250	209	187,79	1250	104	172,23
1500	251	225,35	1500	153	206,68
1750	283	262,91	1750	189	241,12
2000	314	300,47	2000	222	275,57
2250	347	338,03	2250	260	310,02
2500	373	375,59	2500	287	344,46
2750	404	413,15	2750	318	378,91
3000	448	450,7	3000	357	413,35
3250	477	488,26	3250	390	447,8
3500	522	525,82	3500	435	482,25
3750	557	563,38	3750	475	516,69
4000	610	600,94	4000	527	551,14
4250	664	656,47	4250	580	607,08
4500	730	716,93	4500	643	668,82
4750	813	782,78	4750	720	736,97
5000	904	854,48	5000	811	812,18
5250	946	932,57	5250	907	895,2
5500	1051	1017,59	5500	997	986,83
5750	1164	1110,18	5750	1118	1087,96
6000	1264	1211,01	6000	1220	1199,59
6250	1366	1320,81	6250	1336	1322,79
6500	1475	1440,37	6500	1457	1458,78
6750	1596	1570,57	6750	1586	1608,88
7000	1717	1712,35	7000	1713	1774,55
7250	1895	1866,74	7250	1880	1957,4
7500	1969	2034,87	7325	1990	2015,87
7750	2165	2217,95			
7775	2340	2237,13			



Gambar 5.8 Grafik P- δ diameter baut 1/2 " jarak baut 3" sampel 1

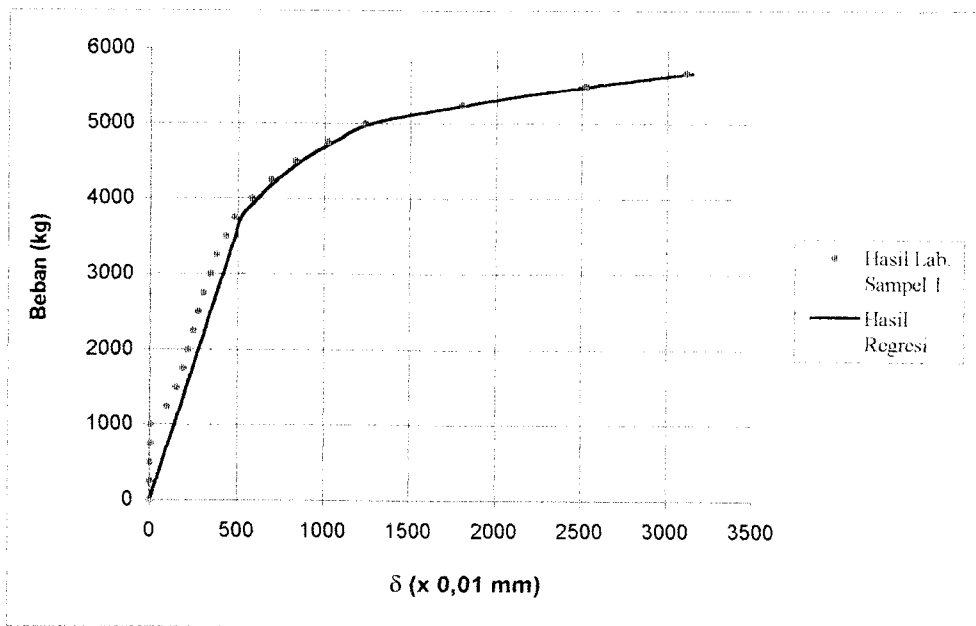


Gambar 5.9 Grafik P- δ diameter baut 1/2 " jarak baut 3" sampel 2

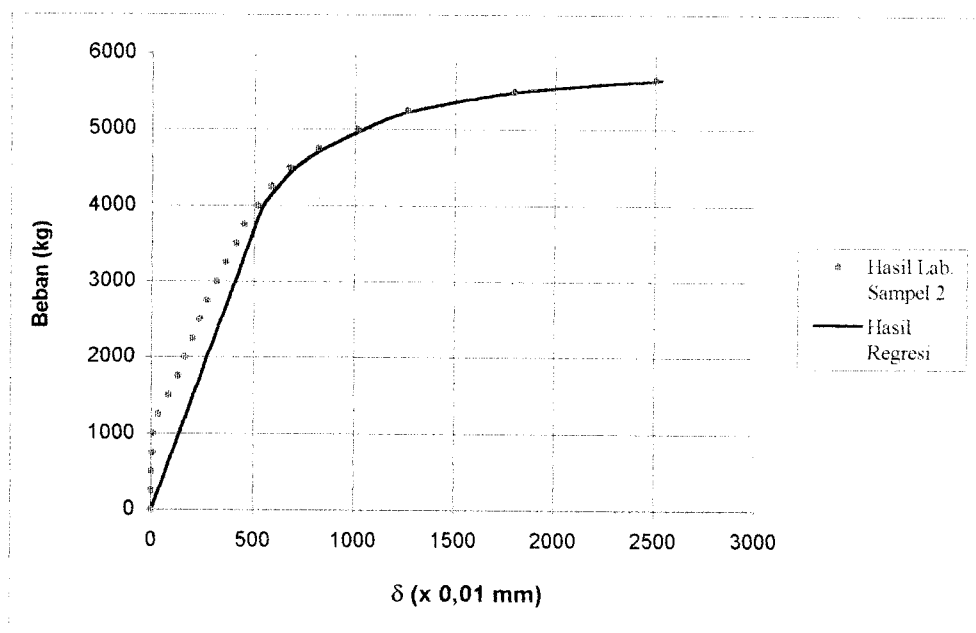
3. Diameter Baut : 1/2"
 Jarak antar baut : 5"
 Diuji Tanggal : 22-11-1999

Tabel 5.11 Kuat desak benda uji diameter baut 1/2" jarak baut 5"

Sampel 1			Sampel 2		
Beban (P) (kg)	Defleksi (δ) (x 0,01 mm)	Regresi (x 0,01 mm)	Beban (P) (kg)	Defleksi (δ) (x 0,01 mm)	Regresi (x 0,01 mm)
0	0	0	0	0	0
250	0	34,52	250	0	33,95
500	0	69,04	500	1	67,9
750	2	103,56	750	4	101,86
1000	3	138,08	1000	9	135,81
1250	95	172,6	1250	32	169,76
1500	151	207,12	1500	84	203,71
1750	190	241,64	1750	130	237,66
2000	218	276,16	2000	165	271,61
2250	249	310,68	2250	200	305,56
2500	275	345,2	2500	236	339,51
2750	304	379,72	2750	270	373,46
3000	345	414,24	3000	315	407,41
3250	380	448,76	3250	362	441,37
3500	431	483,28	3500	411	475,32
3750	485	517,8	3750	454	509,27
4000	578	610,8	4000	514	543,22
4250	690	722,8	4250	587	616,22
4500	829	861,8	4500	674	703,22
4750	1020	1052,8	4750	819	848,22
5000	1235	1267,8	5000	1015	1044,22
5250	1800	1832,8	5250	1262	1291,22
5500	2530	2562,8	5500	1797	1826,22
5675	3110	3142,8	5650	2500	2529,22



Gambar 5.10 Grafik P- δ diameter baut 1/2 " jarak baut 5" sampel 1

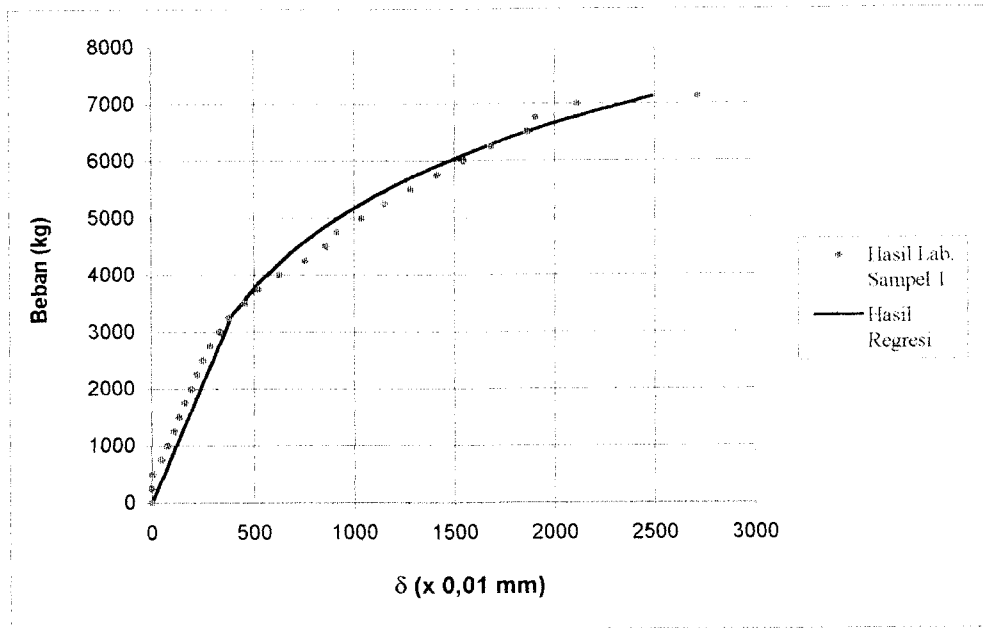


Gambar 5.11 Grafik P- δ diameter baut 1/2 " jarak baut 5" sampel 2

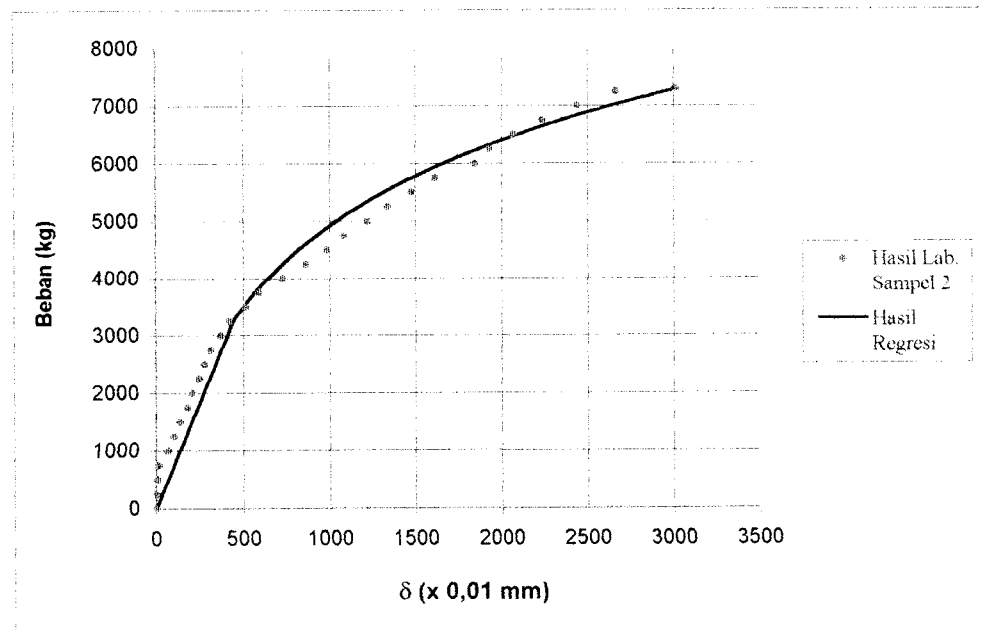
4. Diameter Baut : 1/2"
 Jarak antar baut : 7"
 Diuji Tanggal : 22-11-1999

Tabel 5.12 Kuat desak benda uji diameter baut 1/2" jarak baut 7"

Sampel 1			Sampel 2		
Beban (P) (kg)	Defleksi (δ) (x 0,01 mm)	Regresi (x 0,01 mm)	Beban (P) (kg)	Defleksi (δ) (x 0,01 mm)	Regresi (x 0,01 mm)
0	0	0	0	0	0
250	1	29,82	250	2	33,81
500	2	59,64	500	7	67,62
750	47	89,46	750	14	101,42
1000	77	119,28	1000	68	135,23
1250	108	149,1	1250	103	169,04
1500	136	178,92	1500	140	202,85
1750	162	208,74	1750	178	236,66
2000	195	238,56	2000	207	270,47
2250	219	268,38	2250	246	304,28
2500	249	298,2	2500	277	338,09
2750	287	328,02	2750	316	371,9
3000	333	357,84	3000	370	405,7
3250	380	387,66	3250	421	439,51
3500	455	440,28	3500	512	498,59
3750	521	499,2	3750	588	564,73
4000	626	565,19	4000	725	638,78
4250	755	639,08	4250	860	721,69
4500	862	721,82	4500	983	814,51
4750	913	814,48	4750	1080	918,44
5000	1036	918,25	5000	1218	1034,79
5250	1149	1034,45	5250	1335	1165,05
5500	1282	1164,58	5500	1474	1310,9
5750	1414	1310,3	5750	1612	1474,18
6000	1546	1473,49	6000	1843	1657
6250	1684	1656,23	6250	1931	1861,67
6500	1864	1860,87	6500	2070	2090,82
6750	1906	2090,03	6750	2238	2347,38
7000	2111	2346,65	7000	2439	2634,62
7125	2715	2486,28	7250	2665	2956,21
			7300	3010	3025



Gambar 5.12 Grafik P- δ diameter baut 1/2 " jarak baut 7" sampel 1

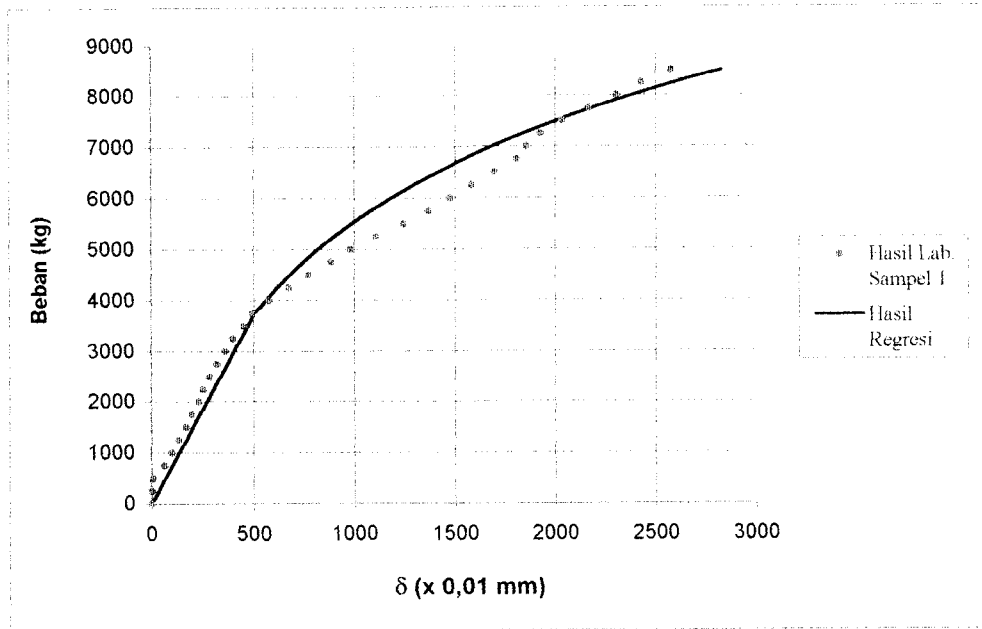


Gambar 5.13 Grafik P- δ diameter baut 1/2 " jarak baut 7" sampel 2

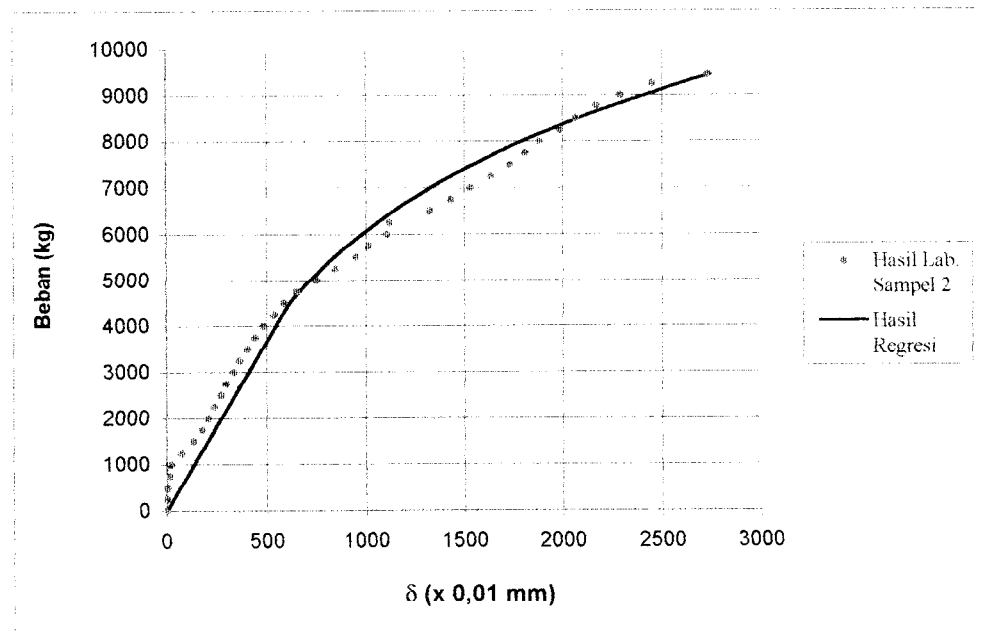
5. Diameter Baut : 1/2"
 Jarak antar baut : 9"
 Diuji Tanggal : 22-11-1999

Tabel 5.13 Kuat desak benda uji diameter baut 1/2" jarak baut 9"

Sampel 1			Sampel 2		
Beban (P) (kg)	Defleksi (δ) (x 0,01 mm)	Regresi (x 0,01 mm)	Beban (P) (kg)	Defleksi (δ) (x 0,01 mm)	Regresi (x 0,01 mm)
0	0	0	0	0	0
250	3	33,58	250	4	33,99
500	7	67,15	500	9	67,97
750	63	100,72	750	15	101,95
1000	101	134,3	1000	21	135,94
1250	133	167,87	1250	75	169,92
1500	170	201,44	1500	134	203,91
1750	199	235,02	1750	177	237,89
2000	229	268,59	2000	210	271,88
2250	255	302,17	2250	236	305,86
2500	284	335,74	2500	272	339,84
2750	319	369,31	2750	298	373,83
3000	361	402,89	3000	333	407,81
3250	397	436,46	3250	365	441,8
3500	452	470,03	3500	404	475,78
3750	497	503,61	3750	440	509,77
4000	574	556,5	4000	484	543,75
4250	673	613,91	4250	537	577,73
4500	772	676,23	4500	584	611,72
4750	882	743,89	4750	650	662,39
5000	981	817,32	5000	750	716,83
5250	1108	897,04	5250	845	775,32
5500	1245	983,58	5500	952	838,16
5750	1368	1077,52	5750	1015	905,67
6000	1476	1179,5	6000	1105	978,19
6250	1584	1290,19	6250	1120	1056,12
6500	1697	1410,36	6500	1325	1139,83
6750	1808	1540,8	6750	1430	1229,77
7000	1858	1682,39	7000	1533	1326,4
7250	1926	1836,1	7250	1635	1430,22
7500	2034	2002,95	7500	1732	1541,75
7750	2169	2184,08	7750	1810	1661,58
8000	2304	2380,69	8000	1880	1790,32
8250	2428	2594,12	8250	1985	1928,63
8500	2578	2825,81	8500	2065	2077,23
			8775	2167	2253,48
			9000	2288	2408,39
			9250	2452	2592,67
			9445	2730	2745,86



Gambar 5.14 Grafik P- δ diameter baut 1/2 " jarak baut 9" sampel 1

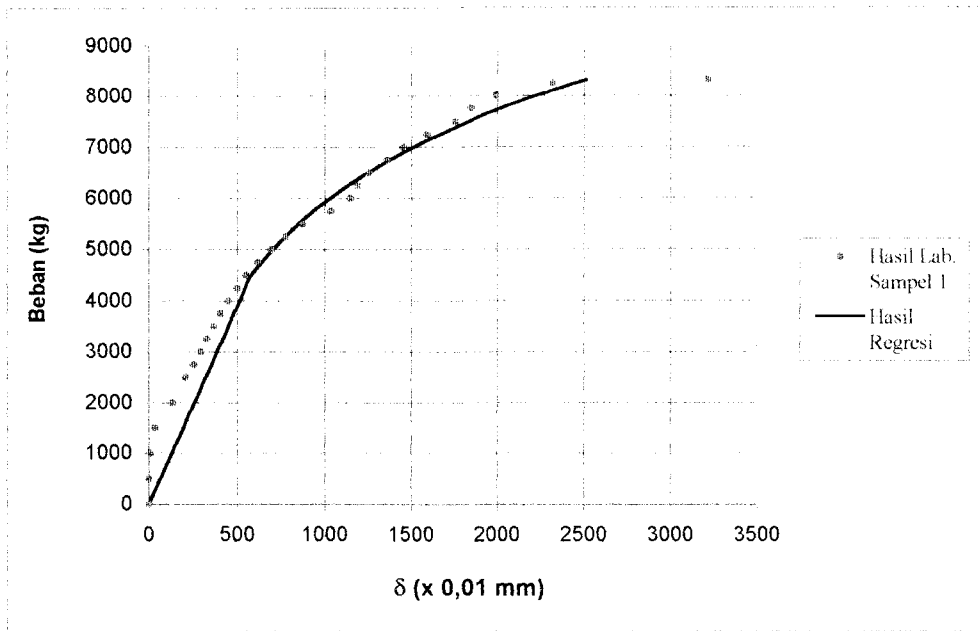


Gambar 5.15 Grafik P- δ diameter baut 1/2 " jarak baut 9" sampel 2

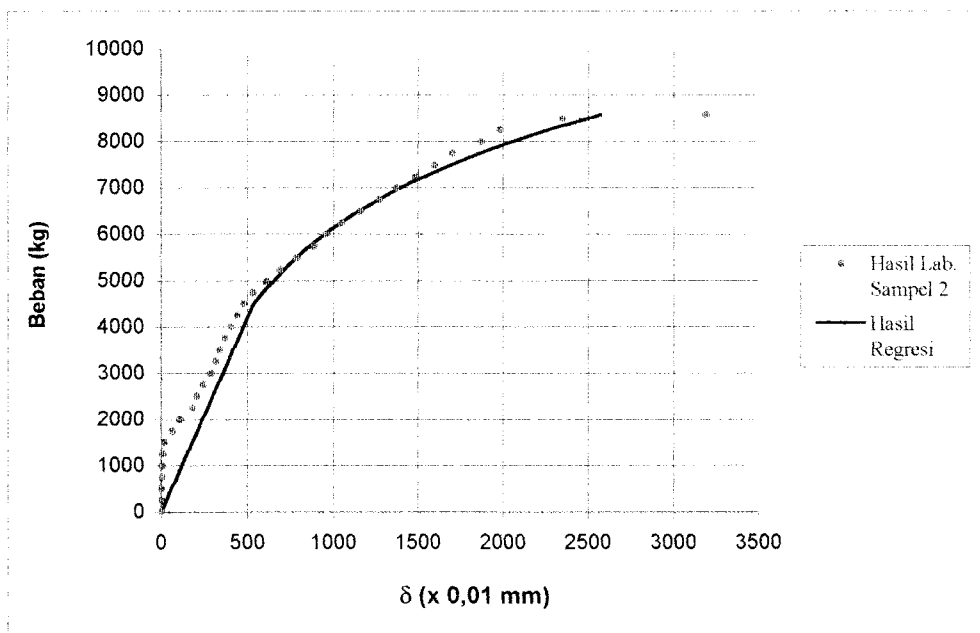
6. Diameter Baut : 1/2"
 Jarak antar baut : 11"
 Diuji Tanggal : 22-11-1999

Tabel 5.14 Kuat desak benda uji diameter baut 1/2" jarak baut 11"

Sampel 1			Sampel 2		
Beban (P) (kg)	Defleksi (δ) (x 0,01 mm)	Regresi (x 0,01 mm)	Beban (P) (kg)	Defleksi (δ) (x 0,01 mm)	Regresi (x 0,01 mm)
0	0	0	0	0	0
250		32,02	250	2	29,65
500	1	64,05	500	4	59,3
750		96,08	750	6	88,95
1000	9	128,1	1000	10	118,59
1250		160,13	1250	14	148,24
1500	34	192,16	1500	20	177,89
1750		224,18	1750	64	207,54
2000	132	256,21	2000	111	237,18
2250		288,24	2250	180	266,83
2500	206	320,26	2500	210	296,48
2750	251	352,29	2750	246	326,13
3000	296	384,32	3000	287	355,77
3250	325	416,34	3250	316	385,42
3500	365	448,37	3500	340	415,07
3750	409	480,39	3750	369	444,71
4000	448	512,42	4000	403	474,36
4250	500	544,45	4250	440	504,01
4500	550	576,47	4500	478	533,66
4750	618	635	4750	534	586,36
5000	694	699,42	5000	608	644,55
5250	773	770,31	5250	687	708,79
5500	876	848,33	5500	785	779,72
5750	1039	934,2	5750	886	858,02
6000	1147	1028,7	6000	957	944,48
6250	1191	1132,7	6250	1051	1039,94
6500	1256	1247,17	6500	1160	1145,32
6750	1361	1373,14	6750	1270	1261,68
7000	1455	1511,77	7000	1374	1390,14
7250	1589	1664,35	7250	1485	1531,98
7500	1757	1832,27	7500	1596	1688,57
7750	1847	2017,08	7750	1705	1861,46
8000	1990	2220,46	8000	1870	2052,34
8250	2318	2444,3	8250	1983	2263,09
8325	3216	2515,74	8500	2350	2495,76
			8575	3190	2570,18



Gambar 5.16 Grafik P- δ diameter baut 1/2 " jarak baut 11" sampel 1

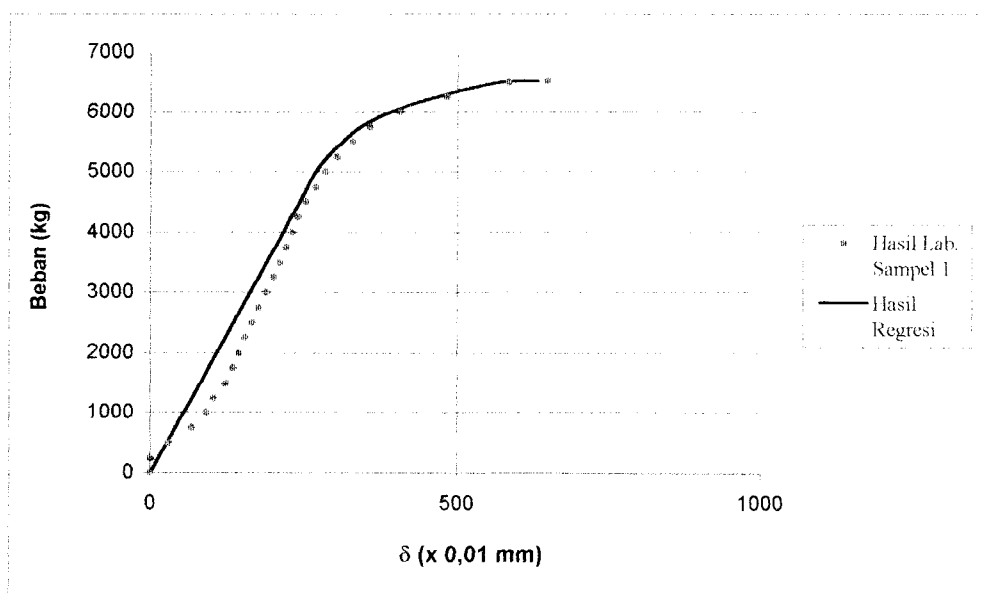


Gambar 5.17 Grafik P- δ diameter baut 1/2 " jarak baut 11" sampel 2

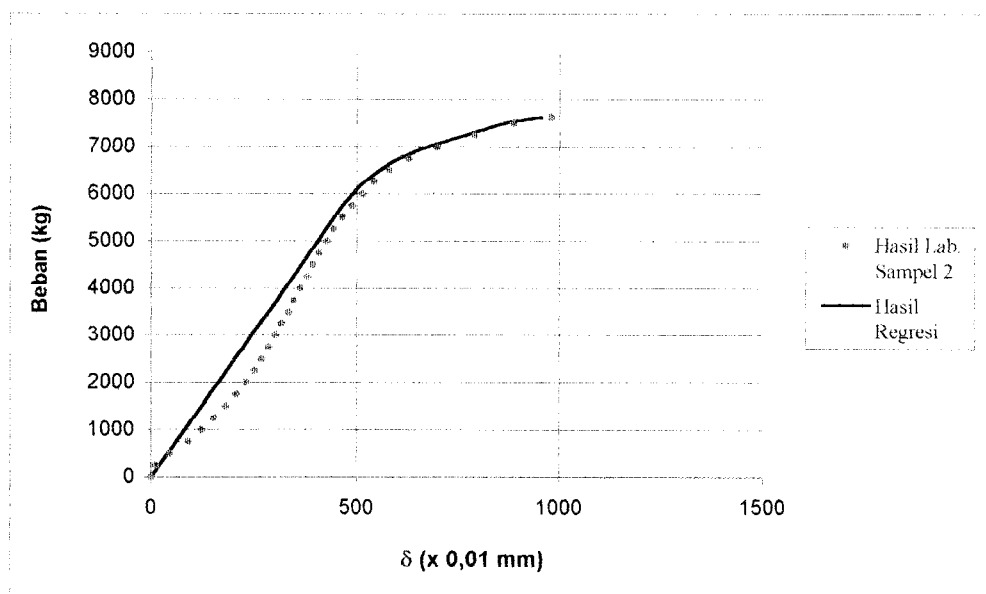
7. Diameter baut : 3/4"
 Jarak antar baut : 3"
 Diuji tanggal : 2 Desember 1999

Tabel 5.15 Kuat desak benda uji diameter baut 3/4" jarak baut 3"

Sampel 1			Sampel 2		
Beban (P) (kg)	Defleksi (δ) (x 0,01 mm)	Regresi (x 0,01 mm)	Beban (P) (kg)	Defleksi (δ) (x 0,01 mm)	Regresi (x 0,01 mm)
0	0	0	0	0	0
250	1	13,38	250	12	20,16
500	30	26,75	500	45	40,32
750	67	40,12	750	90	60,49
1000	90	53,49	1000	123	80,65
1250	102	66,86	1250	151	100,81
1500	121	80,23	1500	180	120,97
1750	134	93,6	1750	206	141,14
2000	143	106,98	2000	229	161,3
2250	152	120,35	2250	249	181,46
2500	165	133,72	2500	267	201,63
2750	174	147,09	2750	283	221,79
3000	187	160,46	3000	300	241,95
3250	198	173,83	3250	314	262,12
3500	209	187,2	3500	331	282,28
3750	219	200,58	3750	345	302,44
4000	229	213,95	4000	362	322,61
4250	239	227,32	4250	379	342,77
4500	252	240,69	4500	392	362,93
4750	268	254,06	4750	408	383,09
5000	284	267,43	5000	425	403,26
5250	303	286,43	5250	443	423,42
5500	328	311,43	5500	465	443,58
5750	357	340,43	5750	488	463,75
6000	406	389,43	6000	514	489,75
6250	483	466,43	6250	543	518,75
6500	585	568,43	6500	580	555,75
6525	650	633,43	6750	628	603,75
			7000	698	673,75
			7250	790	765,75
			7500	888	863,75
			7625	980	955,75



Gambar 5.18 Grafik P- δ diameter baut 3/4 " jarak baut 3" sampel 1

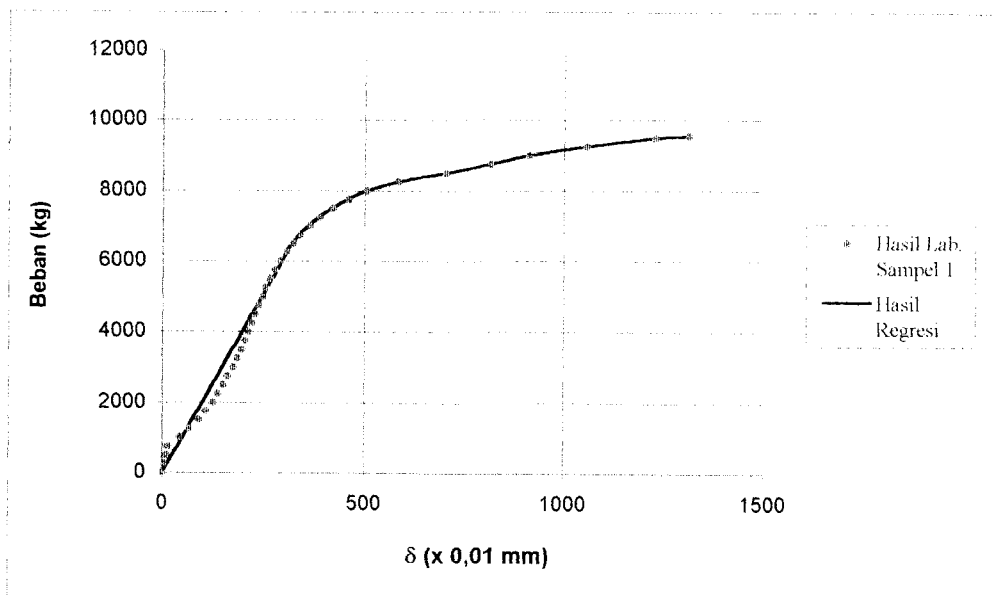


Gambar 5.19 Grafik P- δ diameter baut 3/4 " jarak baut 3" sampel 2

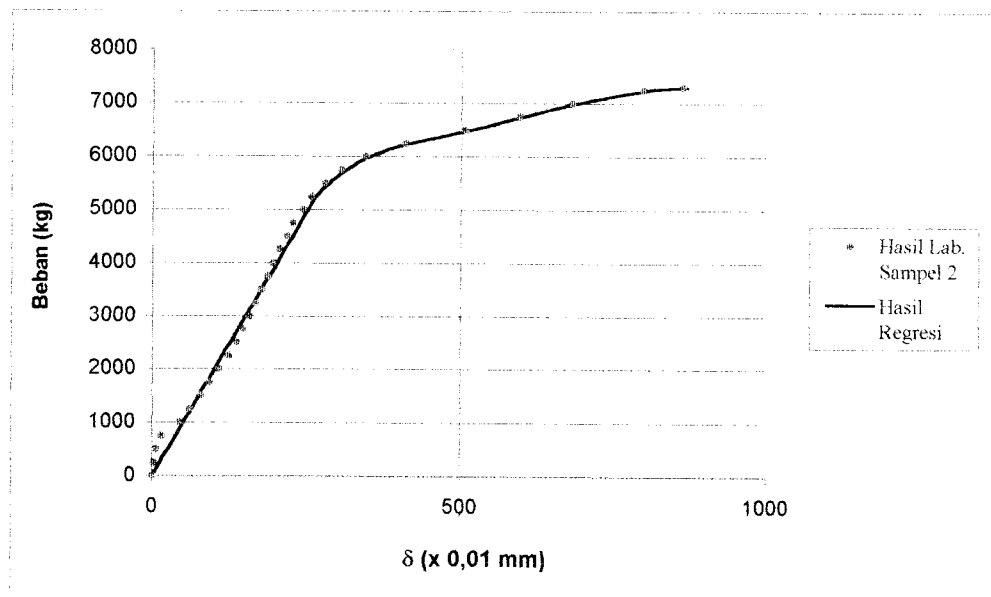
8. Diameter baut : 3/4"
 Jarak antar baut : 5"
 Diuji tanggal : 2 Desember 1999

Tabel 5.16 Kuat desak benda uji diameter baut 3/4" jarak baut 5"

Sampel 1			Sampel 2		
Beban (P) (kg)	Defleksi (δ) (x 0,01 mm)	Regresi (x 0,01 mm)	Beban (P) (kg)	Defleksi (δ) (x 0,01 mm)	Regresi (x 0,01 mm)
0	0	0	0	0	0
250	6	12,21	250	3	12,47
500	10	24,42	500	6	24,94
750	14	36,63	750	15	37,41
1000	43	48,84	1000	44	49,89
1250	67	61,05	1250	60	62,36
1500	90	73,26	1500	78	74,83
1750	107	85,47	1750	92	87,3
2000	124	97,67	2000	107	99,78
2250	137	109,88	2250	123	112,25
2500	151	122,09	2500	135	124,72
2750	160	134,3	2750	146	137,19
3000	174	146,51	3000	156	149,67
3250	185	158,72	3250	165	162,14
3500	196	170,93	3500	175	174,61
3750	204	183,14	3750	184	187,08
4000	211	195,34	4000	194	199,56
4250	220	207,55	4250	204	212,03
4500	228	219,76	4500	215	224,5
4750	236	231,97	4750	225	236,98
5000	246	244,18	5000	241	249,45
5250	254	256,39	5250	255	261,92
5500	265	268,6	5500	278	284,92
5750	277	280,81	5750	305	311,92
6000	290	293,02	6000	344	350,92
6250	306	305,22	6250	409	415,92
6500	322	317,43	6500	507	513,92
6750	339	334,43	6750	596	602,92
7000	364	359,43	7000	682	688,92
7250	389	384,43	7250	798	804,92
7500	421	416,43	7300	862	868,92
7750	460	455,43			
8000	506	501,43			
8250	585	580,43			
8500	703	698,43			
8750	814	809,43			
9000	912	907,43			
9250	1056	1051,43			
9500	1226	1221,43			
9550	1310	1305,43			



Gambar 5.20 Grafik P- δ diameter baut 3/4 " jarak baut 5" sampel 1

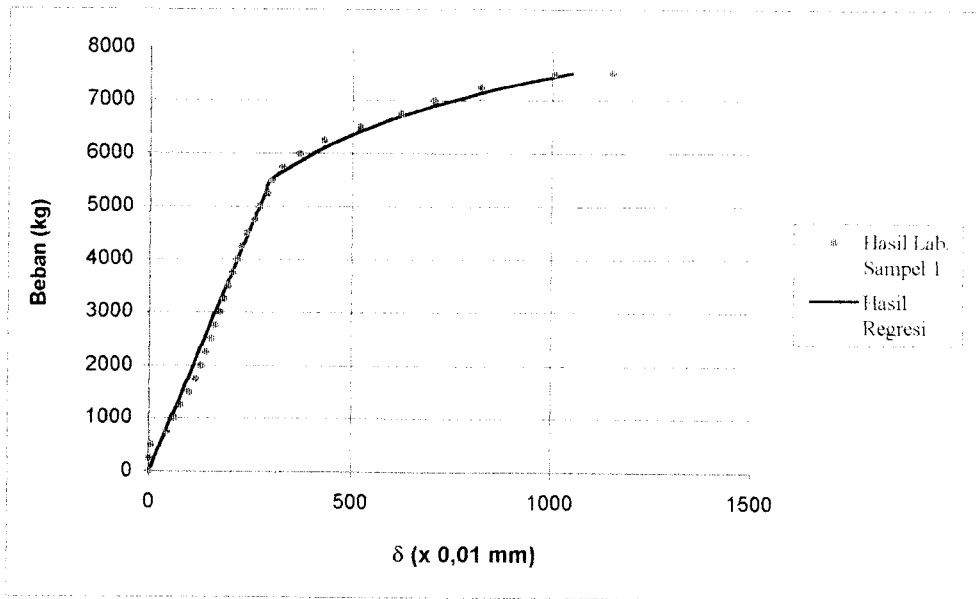


Gambar 5.21 Grafik P- δ diameter baut 3/4 " jarak baut 5" sampel 2

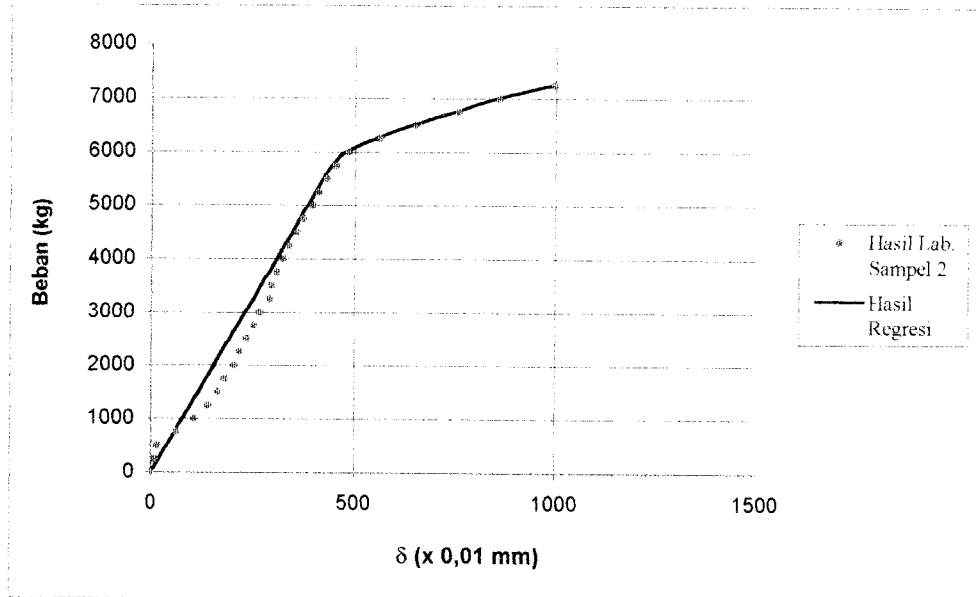
9. Diameter baut : 3/4"
 Jarak antar baut : 7"
 Diuji tanggal : 2 Desember 1999

Tabel 5.17 Kuat desak benda uji diameter baut 3/4" jarak baut 7"

Sampel 1			Sampel 2		
Beban (P) (kg)	Defleksi (δ) (x 0,01 mm)	Regresi (x 0,01 mm)	Beban (P) (kg)	Defleksi (δ) (x 0,01 mm)	Regresi (x 0,01 mm)
0	0	0	0	0	0
250	0	13,44	250	9	19,07
500	5	26,89	500	16	38,15
750	44	40,33	750	62	57,23
1000	64	53,78	1000	106	76,31
1250	79	67,22	1250	139	95,38
1500	99	80,67	1500	162	114,46
1750	114	94,11	1750	180	133,54
2000	128	107,55	2000	202	152,61
2250	139	121	2250	217	171,69
2500	152	134,44	2500	233	190,77
2750	162	147,89	2750	250	209,85
3000	173	161,33	3000	266	228,92
3250	183	174,78	3250	288	248
3500	194	188,22	3500	293	267,08
3750	204	201,67	3750	306	286,15
4000	215	215,11	4000	322	305,23
4250	226	228,56	4250	337	324,31
4500	238	242	4500	355	343,38
4750	258	255,45	4750	371	362,46
5000	268	268,89	5000	395	381,54
5250	288	282,34	5250	410	400,62
5500	300	295,78	5500	430	419,69
5750	325	344,45	5750	452	441,69
6000	368	401,7	6000	485	474,69
6250	428	469,05	6250	561	550,69
6500	519	548,28	6500	650	639,69
6750	623	641,47	6750	758	747,69
7000	704	751,08	7000	859	848,69
7250	820	880,03	7250	998	987,69
7500	1005	1031,71			
7525	1150	1048,28			



Gambar 5.22 Grafik P- δ diameter baut 3/4 " jarak baut 7" sampel 1



Gambar 5.23 Grafik P- δ diameter baut 3/4 " jarak baut 7" sampel 2

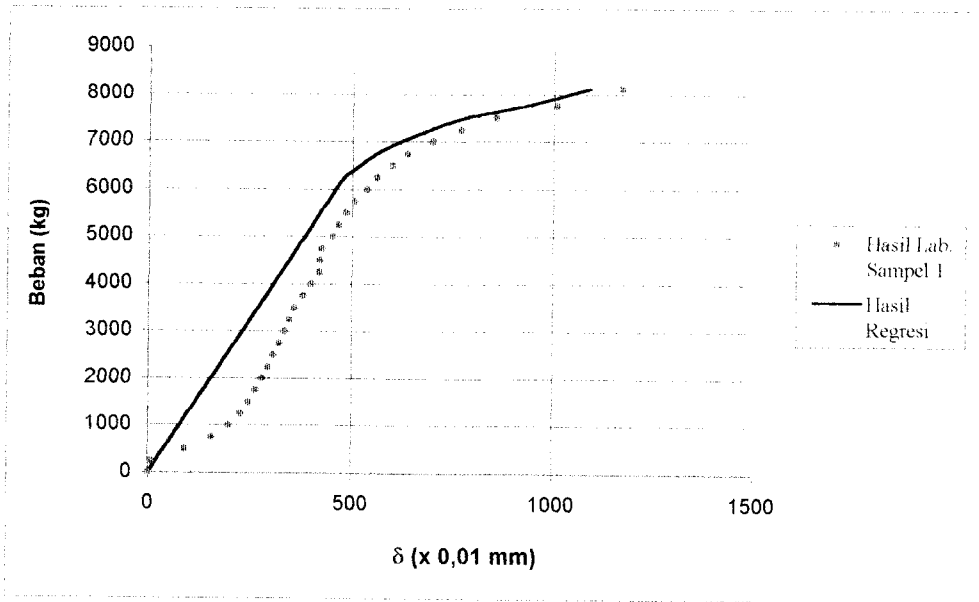
10. Diameter baut : 3/4"

Jarak antar baut : 9"

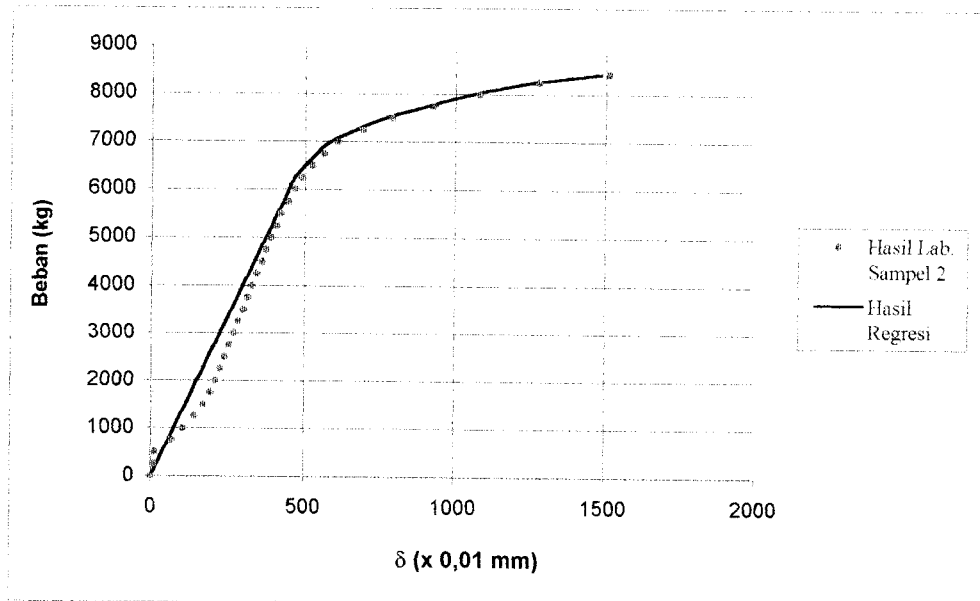
Diuji tanggal : 2 Desember 1999

Tabel 5.18 Kuat desak benda uji diameter baut 3/4" jarak baut 9"

Sampel 1			Sampel 2		
Beban (P) (kg)	Defleksi (δ) (x 0,01 mm)	Regresi (x 0,01 mm)	Beban (P) (kg)	Defleksi (δ) (x 0,01 mm)	Regresi (x 0,01 mm)
0	0	0	0	0	0
250	8	19,05	250	9	18,58
500	90	38,1	500	15	37,17
750	155	57,15	750	67	55,75
1000	198	76,2	1000	105	74,33
1250	225	95,25	1250	143	92,92
1500	245	114,3	1500	170	111,5
1750	263	133,35	1750	195	130,09
2000	278	152,4	2000	210	148,67
2250	292	171,45	2250	225	167,26
2500	305	190,5	2500	240	185,84
2750	320	209,55	2750	254	204,42
3000	331	228,6	3000	270	223,01
3250	344	247,65	3250	285	241,59
3500	356	266,7	3500	300	260,18
3750	378	285,75	3750	314	278,76
4000	399	304,8	4000	328	297,35
4250	419	323,85	4250	343	315,93
4500	420	342,9	4500	362	334,51
4750	425	361,95	4750	375	353,1
5000	450	381	5000	389	371,68
5250	465	400,05	5250	407	390,27
5500	485	419,1	5500	420	408,85
5750	505	438,15	5750	445	427,44
6000	537	457,2	6000	469	446,02
6250	560	480,2	6250	491	464,6
6500	597	517,2	6500	525	498,6
6750	638	558,2	6750	563	536,6
7000	699	619,2	7000	609	582,6
7250	770	690,2	7250	690	663,6
7500	857	777,2	7500	792	765,6
7750	1008	928,2	7750	927	900,6
8125	1170	1090,2	8000	1080	1053,6
			8250	1280	1253,6
			8425	1510	1483,6



Gambar 5.24 Grafik P- δ diameter baut 3/4 " jarak baut 9" sampel 1



Gambar 5.25 Grafik P- δ diameter baut 3/4 " jarak baut 9" sampel 2

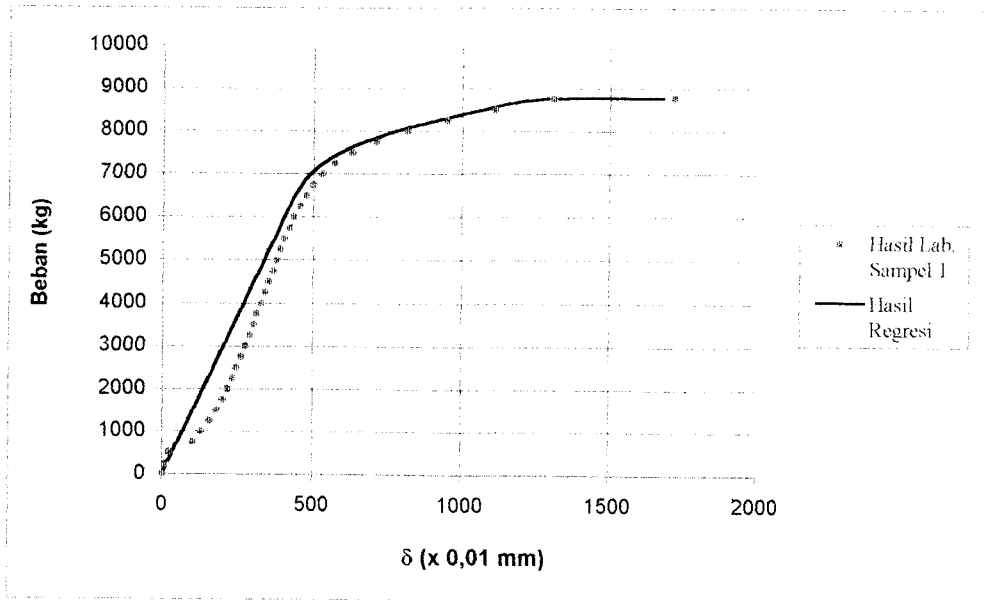
11. Diameter baut : 3/4"

Jarak antar baut : 11"

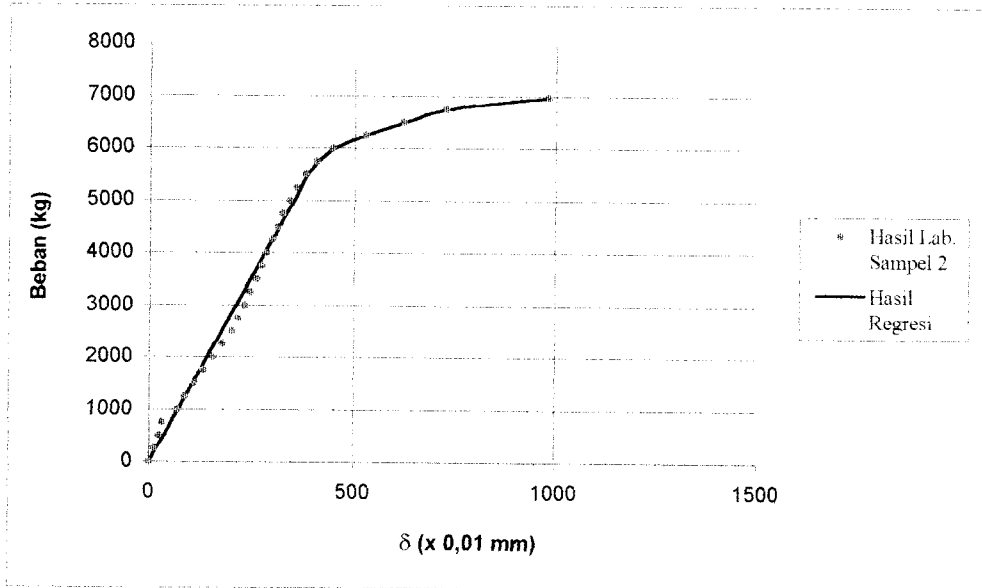
Diuji tanggal : 2 Desember 1999

Tabel 5.19 Kuat desak benda uji diameter baut 3/4" jarak baut 11"

Sampel 1			Sampel 2		
Beban (P) (kg)	Defleksi (δ) (x 0,01 mm)	Regresi (x 0,01 mm)	Beban (P) (kg)	Defleksi (δ) (x 0,01 mm)	Regresi (x 0,01 mm)
0	0	0	0	0	0
250	10	16,72	250	12	17,47
500	24	33,43	500	24	34,95
750	100	50,15	750	32	52,42
1000	128	66,86	1000	67	69,89
1250	157	83,57	1250	85	87,37
1500	180	100,29	1500	110	104,84
1750	199	117	1750	130	122,31
2000	216	133,71	2000	155	139,79
2250	232	150,43	2250	177	157,26
2500	242	167,14	2500	200	174,73
2750	261	183,86	2750	215	192,21
3000	275	200,57	3000	230	209,68
3250	289	217,28	3250	245	227,15
3500	300	234	3500	260	244,63
3750	310	250,71	3750	272	262,1
4000	325	267,42	4000	284	279,57
4250	338	284,14	4250	297	297,05
4500	350	300,85	4500	310	314,52
4750	365	317,56	4750	323	331,99
5000	377	334,28	5000	340	349,47
5250	390	350,99	5250	357	366,94
5500	400	367,71	5500	379	384,41
5750	420	384,42	5750	405	410,41
6000	435	401,13	6000	446	451,41
6250	454	417,85	6250	526	531,41
6500	475	434,56	6500	621	626,41
6750	500	459,56	6750	728	733,41
7000	530	489,56	6975	980	985,41
7250	571	530,56			
7500	630	589,56			
7750	713	672,56			
8000	815	774,56			
8250	952	911,56			
8500	1114	1073,56			
8750	1310	1269,56			
8775	1720	1679,56			



Gambar 5.26 Grafik P- δ diameter baut 3/4 " jarak baut 11" sampel 1



Gambar 5.27 Grafik P- δ diameter baut 3/4 " jarak baut 11" sampel 2

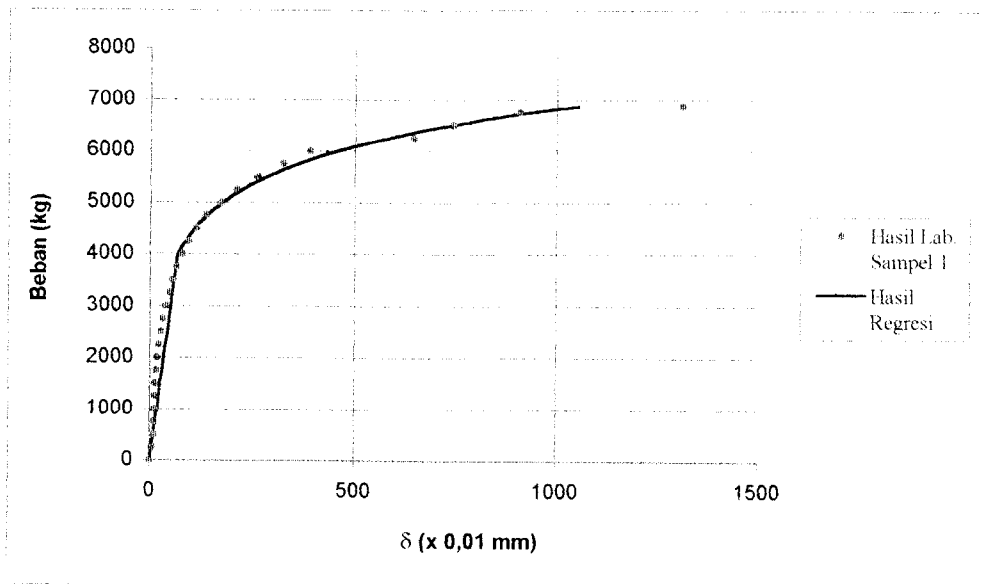
12. Diameter Baut : 1/2" + Pipa

Jarak antar baut : 3"

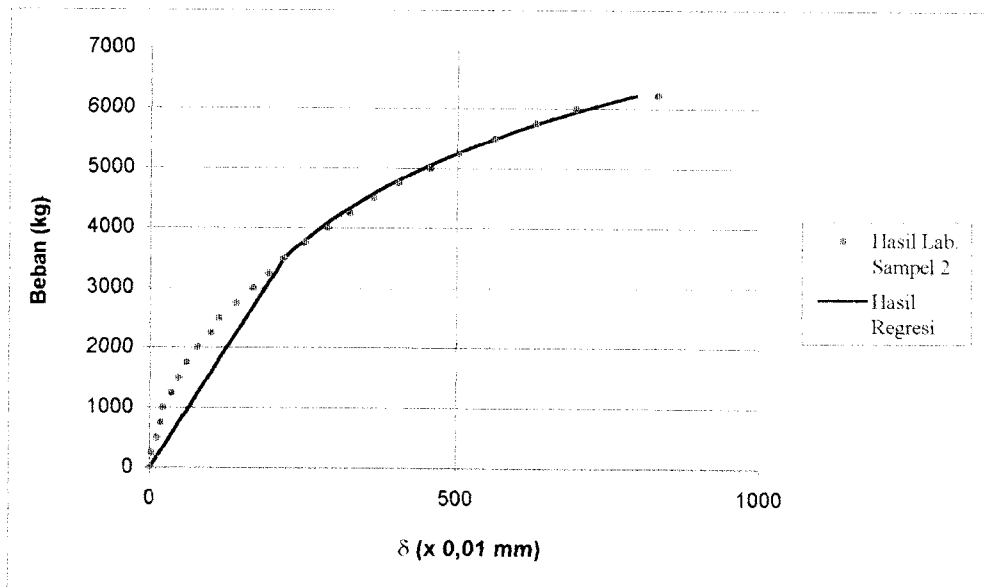
Diuji Tanggal : 2-12-1999

Tabel 5.20 Kuat desak benda uji diameter baut 1/2" + Pipa jarak baut 3"

Sampel 1			Sampel 2		
Beban (P) (kg)	Defleksi (δ) (x 0,01 mm)	Regresi (x 0,01 mm)	Beban (P) (kg)	Defleksi (δ) (x 0,01 mm)	Regresi (x 0,01 mm)
0	0	0	0	0	0
250	6	4,16	250	3	15,43
500	9	8,32	500	11	30,86
750	10	12,48	750	18	46,29
1000	11	16,65	1000	21	61,72
1250	12	20,81	1250	34	77,15
1500	13	24,97	1500	46	92,57
1750	15	29,13	1750	59	108
2000	18	33,29	2000	77	123,43
2250	21	37,46	2250	99	138,86
2500	26	41,62	2500	112	154,29
2750	32	45,78	2750	139	169,72
3000	38	49,94	3000	166	185,15
3250	47	54,1	3250	190	200,57
3500	55	58,26	3500	215	216
3750	65	62,43	3750	250	243,76
4000	78	66,59	4000	287	274,96
4250	94	85	4250	324	310,06
4500	112	108,35	4500	363	349,52
4750	136	137,95	4750	404	393,89
5000	171	175,48	5000	456	443,78
5250	209	223,06	5250	503	499,88
5500	260	283,39	5500	562	562,97
5750	322	359,89	5750	631	633,91
6000	390	456,87	6000	695	713,68
6250	645	579,84	6225	830	793,93
6500	744	735,76			
6750	909	933,44			
6875	1310	1051,34			



Gambar 5.28 Grafik P- δ diameter baut 1/2 " + pipa jarak 3" sampel 1



Gambar 5.29 Grafik P- δ diameter baut 1/2 " + pipa jarak 3" sampel 2

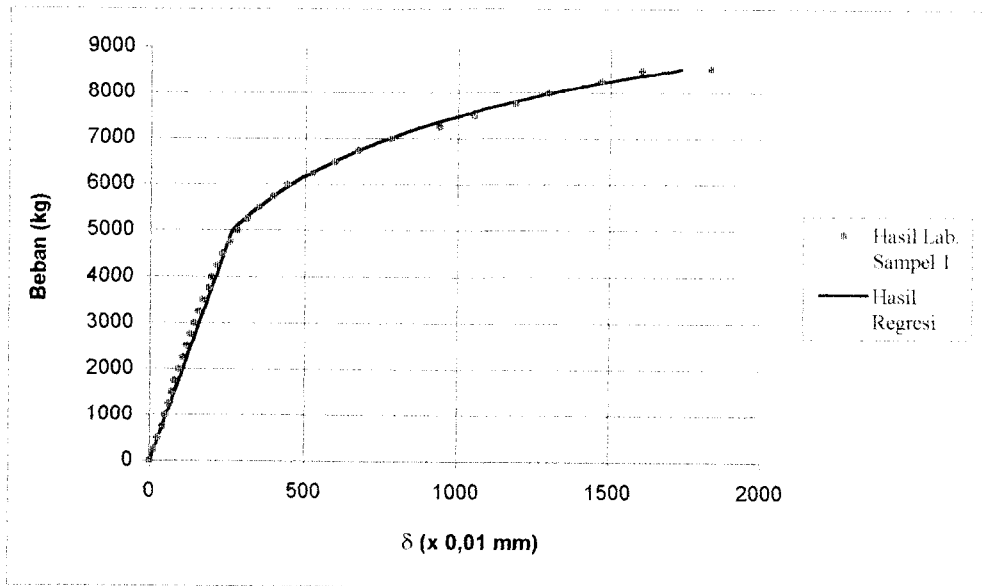
13. Diameter Baut : 1/2" + Pipa

Jarak antar baut : 5"

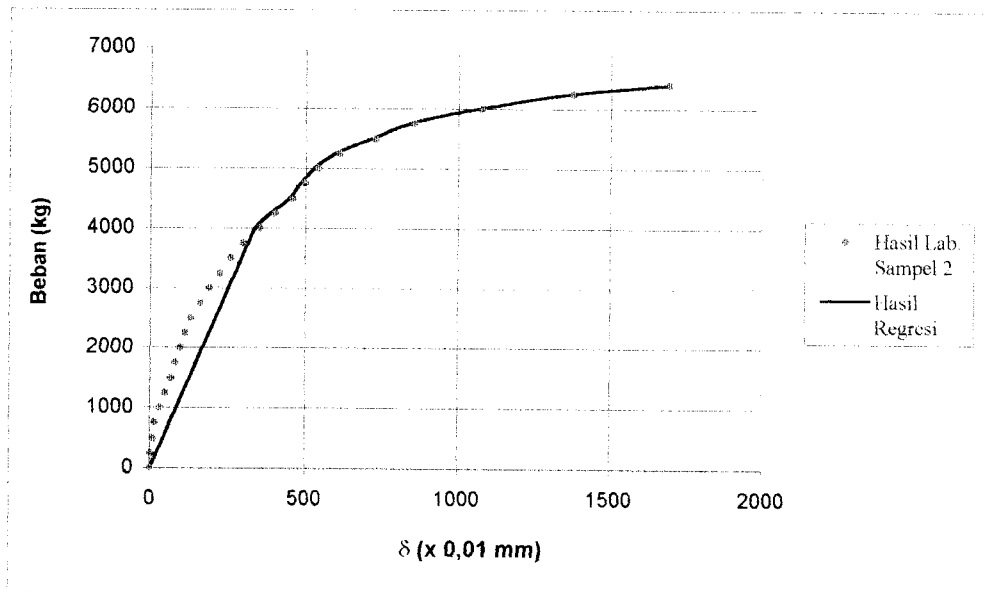
Diuji Tanggal : 2-12-1999

Tabel 5.21 Kuat desak benda uji diameter baut 1/2" + Pipa jarak baut 5"

Sampel 1			Sampel 2		
Beban (P) (kg)	Defleksi (δ) (x 0,01 mm)	Regresi (x 0,01 mm)	Beban (P) (kg)	Defleksi (δ) (x 0,01 mm)	Regresi (x 0,01 mm)
0	0	0	0	0	0
250	15	13,16	250	3	20,89
500	25	26,32	500	9	41,77
750	41	39,48	750	15	62,66
1000	50	52,64	1000	31	83,55
1250	59	65,8	1250	48	104,43
1500	70	78,96	1500	67	125,32
1750	81	92,12	1750	80	146,21
2000	92	105,27	2000	96	167,1
2250	104	118,43	2250	112	187,98
2500	117	131,59	2500	130	208,87
2750	129	144,75	2750	160	229,76
3000	142	157,91	3000	190	250,64
3250	155	171,07	3250	222	271,53
3500	169	184,23	3500	259	292,42
3750	188	197,39	3750	298	313,31
4000	198	210,55	4000	349	334,19
4250	213	223,71	4250	400	385,19
4500	233	236,87	4500	458	443,19
4750	256	250,03	4750	498	483,19
5000	282	263,19	5000	540	525,19
5250	312	301,46	5250	612	597,19
5500	347	345,1	5500	728	713,19
5750	395	394,9	5750	856	841,19
6000	441	451,7	6000	1079	1064,19
6250	524	516,5	6250	1377	1362,19
6500	596	590,43	6400	1692	1677,19
6750	674	674,76			
7000	780	770,96			
7250	940	880,7			
7500	1053	1005,9			
7750	1190	1148,72			
8000	1298	1311,64			
8250	1471	1497,5			
8500	1603	1709,53			
8525	1830	1732,31			



Gambar 5.30 Grafik P- δ diameter baut 1/2 " + pipa jarak 5" sampel 1

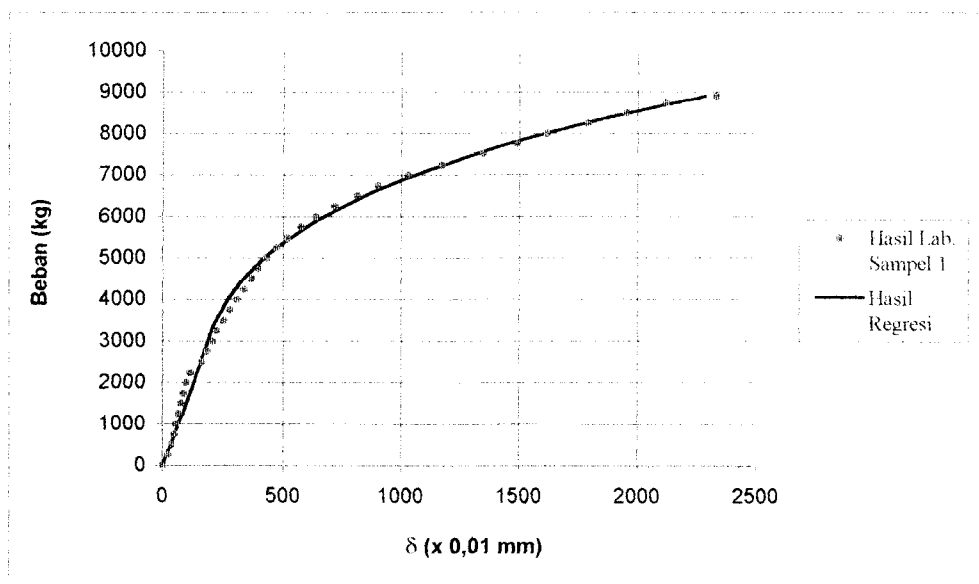


Gambar 5.31 Grafik P- δ diameter baut 1/2 " + pipa jarak 5" sampel 2

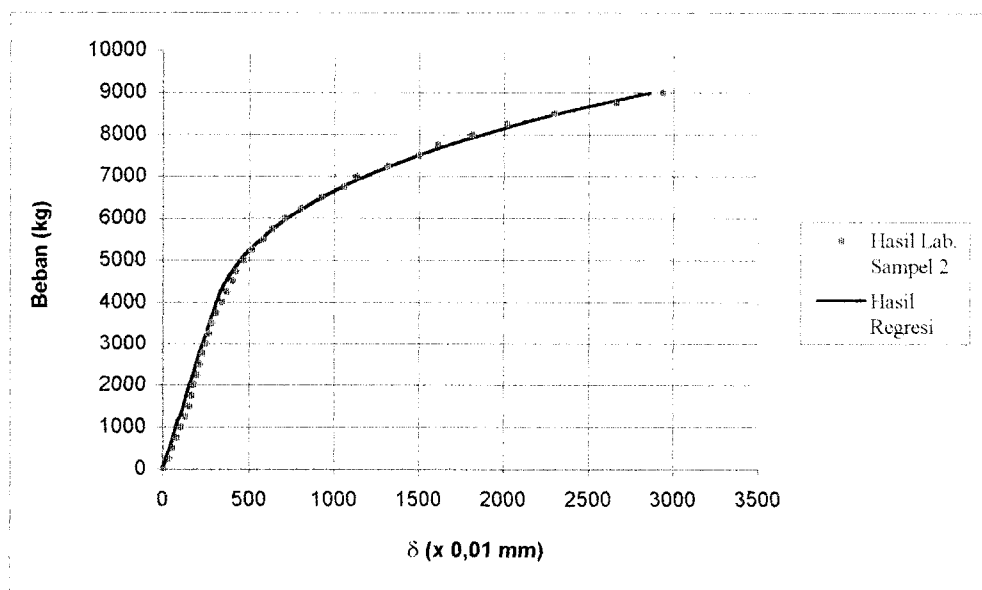
14. Diameter Baut : 1/2" + Pipa
 Jarak antar baut : 7"
 Diuji Tanggal : 2-12-1999

Tabel 5.22 Kuat desak benda uji diameter baut 1/2" + Pipa jarak baut 7"

Sampel 1			Sampel 2		
Beban (P) (kg)	Defleksi (δ) (x 0,01 mm)	Regresi (x 0,01 mm)	Beban (P) (kg)	Defleksi (δ) (x 0,01 mm)	Regresi (x 0,01 mm)
0	0	0	0	0	0
250	24	16,4	250	37	19,15
500	39	32,8	500	61	38,3
750	50	49,2	750	82	57,45
1000	58	65,6	1000	108	76,6
1250	67	82	1250	130	95,75
1500	77	98,4	1500	154	114,9
1750	87	114,8	1750	167	134,05
2000	98	131,2	2000	183	153,2
2250	115	141,6	2250	197	172,35
2500	163	159,51	2500	214	191,5
2750	187	172,33	2750	232	210,65
3000	210	186,7	3000	248	229,8
3250	225	203,14	3250	265	248,95
3500	255	222,18	3500	286	268,1
3750	278	244,35	3750	310	287,25
4000	309	270,17	4000	345	306,4
4250	339	300,17	4250	372	332,04
4500	370	334,89	4500	403	363,47
4750	398	374,84	4750	424	401,49
5000	434	420,56	5000	470	446,91
5250	474	472,57	5250	517	500,57
5500	519	531,41	5500	578	563,28
5750	574	597,6	5750	636	635,9
6000	640	671,66	6000	707	719,23
6250	717	754,13	6250	800	814,12
6500	813	845,53	6500	925	921,39
6750	902	946,39	6750	1057	1041,88
7000	1028	1057,25	7000	1128	1176,4
7250	1172	1178,62	7250	1316	1325,79
7500	1345	1311,03	7500	1498	1490,89
7750	1492	1455,02	7750	1608	1672,51
8000	1615	1611,11	8000	1813	1871,49
8250	1788	1779,83	8250	2020	2088,66
8500	1953	1961,7	8500	2300	2324,84
8750	2118	2157,26	8750	2660	2580,87
8900	2330	2281,39	9000	2937	2857,58



Gambar 5.32 Grafik P- δ diameter baut 1/2 " + pipa jarak 7" sampel 1

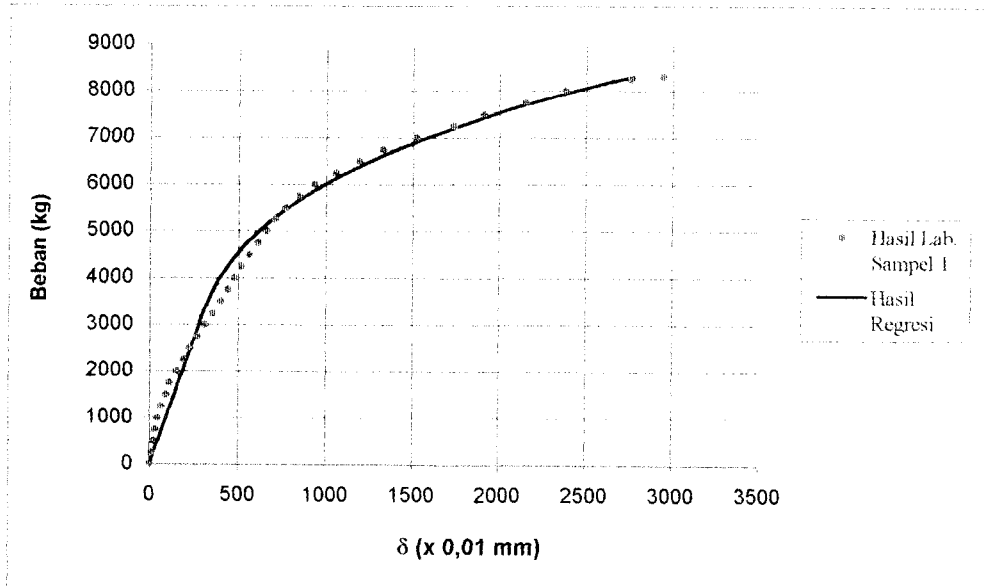


Gambar 5.33 Grafik P- δ diameter baut 1/2 " + pipa jarak 7" sampel 2

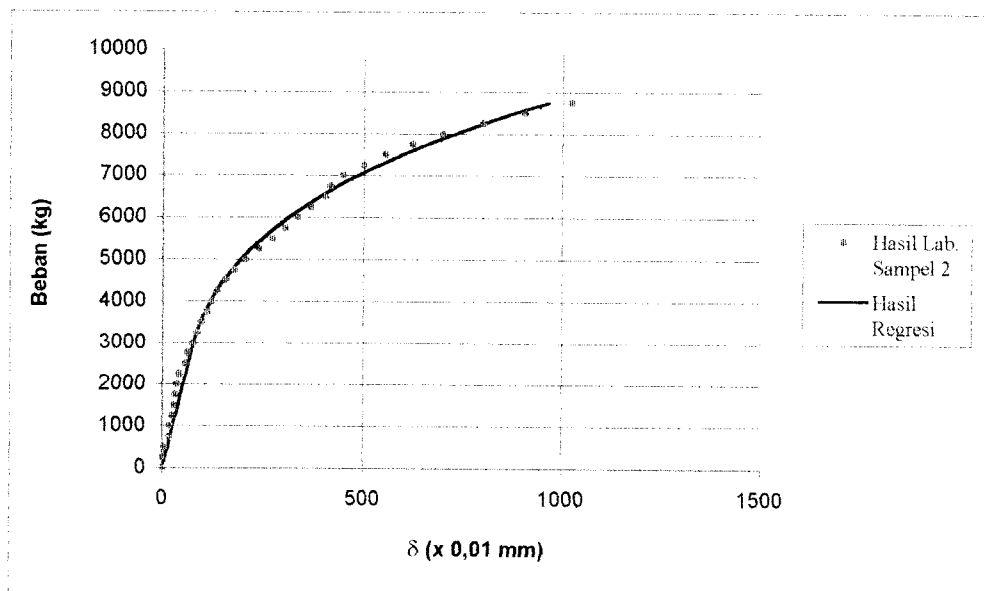
15. Diameter Baut : 1/2" + Pipa
 Jarak antar baut : 9"
 Diuji Tanggal : 2-12-1999

Tabel 5.23 Kuat desak benda uji diameter baut 1/2" + Pipa jarak baut 9"

Sampel 1			Sampel 2		
Beban (P) (kg)	Defleksi (δ) (x 0,01 mm)	Regresi (x 0,01 mm)	Beban (P) (kg)	Defleksi (δ) (x 0,01 mm)	Regresi (x 0,01 mm)
0	0	0	0	0	0
250	13	22,94	250	0	6,38
500	20	45,88	500	6	12,76
750	30	68,82	750	17	19,14
1000	42	91,76	1000	20	25,52
1250	65	114,7	1250	24	31,9
1500	91	137,64	1500	28	38,28
1750	113	160,58	1750	32	44,66
2000	149	183,52	2000	36	51,04
2250	189	206,46	2250	42	57,42
2500	228	229,4	2500	56	63,8
2750	267	252,34	2750	64	70,18
3000	312	275,28	3000	75	76,56
3250	355	298,22	3250	85	82,94
3500	398	324,88	3500	96	92,91
3750	438	356,33	3750	109	104,43
4000	480	393,36	4000	121	117,67
4250	516	436,81	4250	135	132,84
4500	562	487,53	4500	155	150,13
4750	611	546,34	4750	176	169,74
5000	657	614,08	5000	203	191,88
5250	707	691,61	5250	236	216,75
5500	768	779,76	5500	270	244,54
5750	844	879,36	5750	302	275,47
6000	934	991,26	6000	334	309,72
6250	1055	1116,3	6250	366	347,51
6500	1190	1255,32	6500	403	389,02
6750	1328	1409,16	6750	417	434,47
7000	1521	1578,65	7000	448	484,05
7250	1736	1764,64	7250	500	537,97
7500	1910	1967,97	7500	554	596,42
7750	2150	2189,48	7750	621	659,61
8000	2378	2430	8000	697	727,74
8250	2758	2690,38	8250	800	801
8325	2945	2772,5	8500	907	879,6
			8750	1022	963,74



Gambar 5.34 Grafik P- δ diameter baut 1/2 " + pipa jarak 9" sampel 1

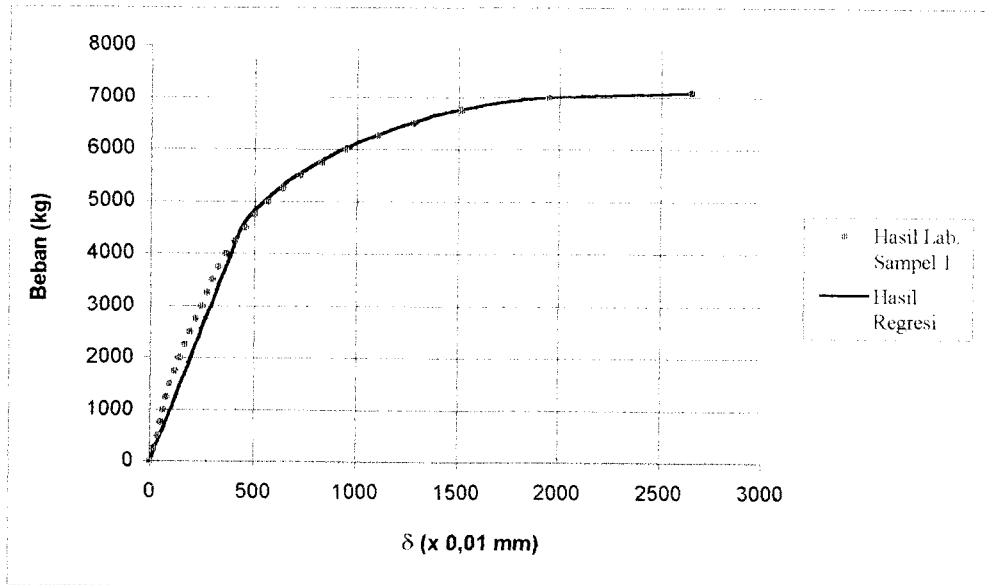


Gambar 5.35 Grafik P- δ diameter baut 1/2 " + pipa jarak 9" sampel 2

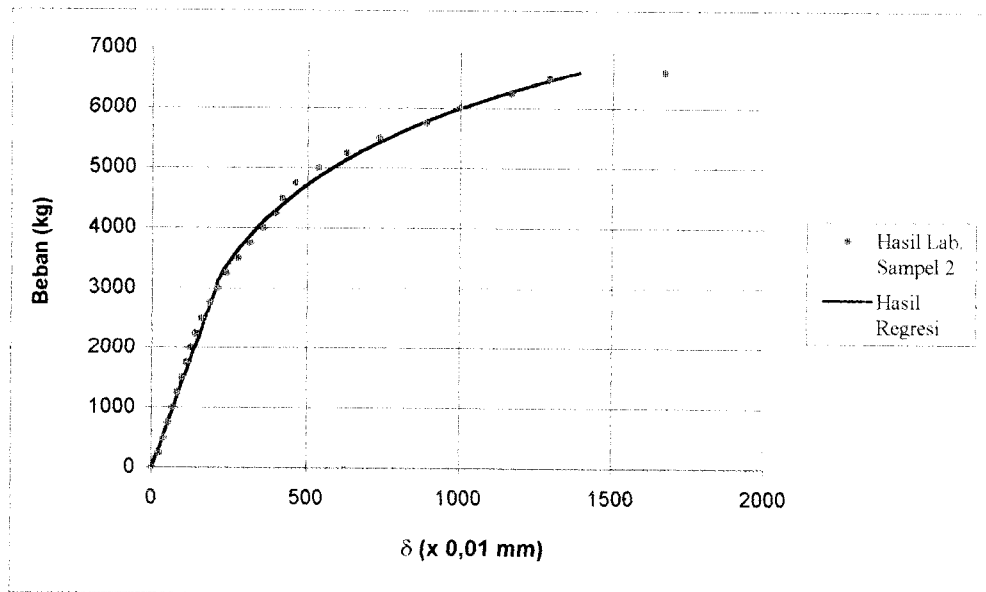
16. Diameter Baut : 1/2" + Pipa
 Jarak antar baut : 11"
 Diuji Tanggal : 2-12-1999

Tabel 5.24 Kuat desak benda uji diameter baut 1/2" + Pipa jarak baut 11"

Sampel 1			Sampel 2		
Beban (P) (kg)	Defleksi (δ) (x 0,01 mm)	Regresi (x 0,01 mm)	Beban (P) (kg)	Defleksi (δ) (x 0,01 mm)	Regresi (x 0,01 mm)
0	0	0	0	0	0
250	22	24,17	250	24	17,12
500	37	48,35	500	38	34,25
750	50	72,52	750	52	51,37
1000	63	96,69	1000	66	68,49
1250	77	120,86	1250	81	85,62
1500	95	145,03	1500	98	102,74
1750	119	169,21	1750	111	119,86
2000	141	193,38	2000	124	136,98
2250	168	217,55	2250	141	154,11
2500	192	241,72	2500	160	171,23
2750	220	265,89	2750	186	188,35
3000	247	290,07	3000	213	205,48
3250	273	314,24	3250	239	222,6
3500	298	338,41	3500	277	255,6
3750	327	362,58	3750	315	293,38
4000	364	386,75	4000	356	336,62
4250	405	410,93	4250	398	386,13
4500	455	435,1	4500	416	442,81
4750	503	483,1	4750	461	507,69
5000	563	543,1	5000	535	581,97
5250	635	615,1	5250	628	667,01
5500	724	704,1	5500	735	764,36
5750	827	807,1	5750	889	875,8
6000	949	929,1	6000	998	1003,39
6250	1104	1084,1	6250	1170	1149,44
6500	1282	1262,1	6500	1295	1316,65
6750	1516	1496,1	6600	1670	1390,13
7000	1947	1927,1			
7100	2650	2630,1			



Gambar 5.36 Grafik P- δ diameter baut 1/2 " + pipa jarak 11" sampel 1



Gambar 5.37 Grafik P- δ diameter baut 1/2 " + pipa jarak 11" sampel 2

BAB VI

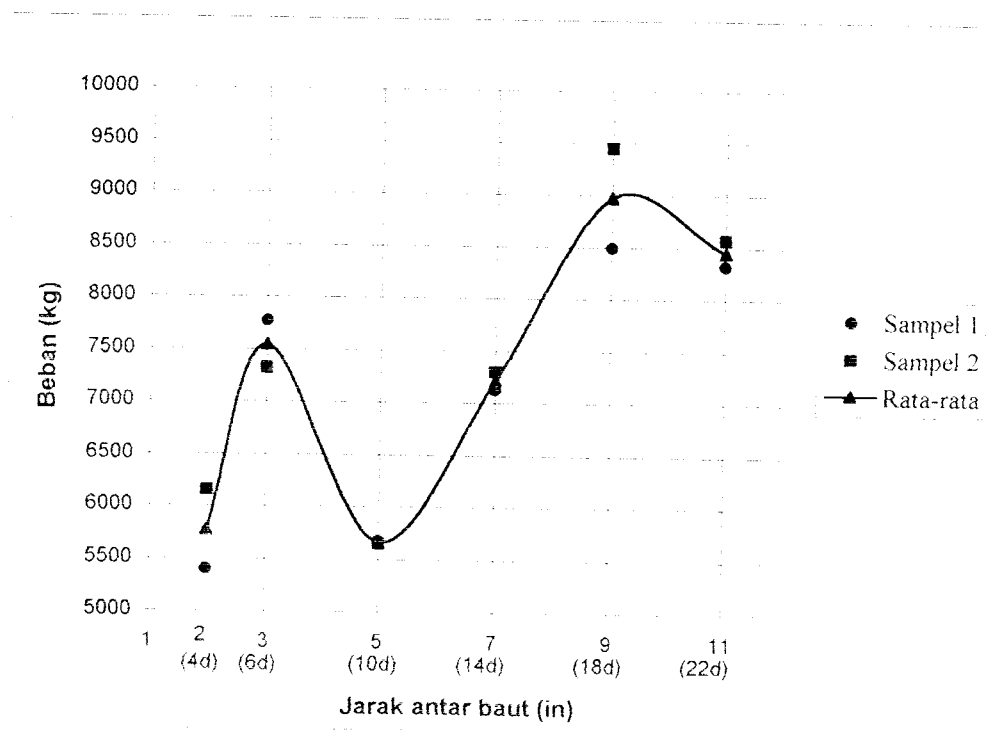
PEMBAHASAN

6.1 Kekuatan Sambungan Benda Uji

Setelah dilakukan pengujian terhadap benda uji maka kekuatan maksimal sambungan dapat dilihat dari tabel dan grafik hubungan antara beban maksimal (P) dan defleksi yang terjadi (δ). Jika dilihat pola yang terjadi pada grafik baik sampel sambungan kayu dengan menggunakan baut $\frac{1}{2}$ " pada Gambar (6.1) maupun menggunakan baut $\frac{3}{4}$ " pada Gambar (6.2) menunjukkan pola yang unik. Pada sampel sambungan kayu dengan menggunakan baut $\frac{1}{2}$ " pada jarak antar baut sebesar 2" kekuatan sambungan 5775 kg dan pada jarak 3" kekuatan sambungan meningkat. Tetapi setelah dilakukan penambahan jarak antar baut menjadi 5" kekuatan baut menurun kembali. Pada jarak antar baut sebesar 7" kekuatan sambungan meningkat lebih besar dibanding kekuatan sambungan pada jarak 5". Kekuatan sambungan mencapai maksimal pada jarak 9" dan kekuatan sambungan menurun kembali pada jarak 11". Grafik hubungan beban rata-rata ($P_{\text{rata-rata}}$) dengan jarak antar baut dari sampel sambungan kayu dengan baut diameter $\frac{1}{2}$ " dapat dilihat pada Gambar (6.1) dibawah ini.

Tabel 6.1 Beban maksimum rata-rata sambungan dengan baut diameter 1/2"

Jarak antar baut (in)		Beban (kg)		
		1	2	Rata-rata
2	(4d)	5400	6150	5775
3	(6d)	7775	7325	7550
5	(10d)	5675	5650	5662,5
7	(14d)	7125	7300	7212,5
9	(18d)	8500	9445	8972,5
11	(22d)	8325	8575	8450



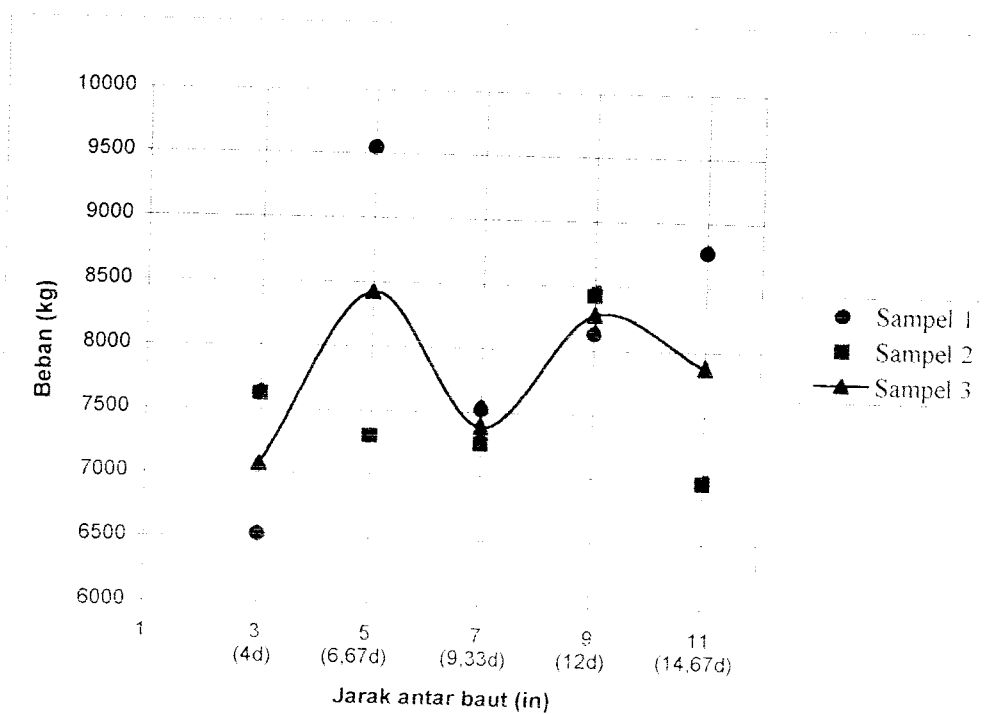
Gambar 6.1 Grafik hubungan beban rata-rata dengan jarak antar baut 1/2"

Untuk sampel sambungan kayu dengan menggunakan baut diameter 3/4" menghasilkan kekuatan maksimal yang lebih besar dibandingkan dengan sampel sambungan kayu dengan menggunakan baut diameter 1/2". Tetapi grafik yang terjadi

menunjukkan pola yang hampir sama. Pada jarak 5" kekuatan sambungan mencapai maksimal dan pada jarak 7" kekuatan sambungan justru menurun. Kemudian pada jarak 9" kekuatan sambungan mengalami kenaikan dan menurun kembali pada jarak 11". Grafik hubungan beban rata-rata ($P_{rata-rata}$) dengan jarak antar baut dari sampel sambungan kayu dengan baut diameter $\frac{3}{4}$ " dapat dilihat pada Gambar 6.2.

Tabel 6.2 Beban maksimum rata-rata sambungan dengan baut diameter $\frac{3}{4}$ "

Jarak antar baut (in)	Beban (kg)		
	1	2	Rata-rata
3 (4d)	6525	7625	7075
5 (6,67d)	9550	7300	8425
7 (9,33d)	7525	7250	7387,5
9 (12d)	8125	8425	8275
11 (14,67d)	8775	6975	7875



Gambar 6.2 Grafik hubungan beban rata-rata dengan jarak antar baut $\frac{3}{4}$ "

Dari data hasil pengujian sampel sambungan baik yang menggunakan baut diameter $\frac{1}{2}$ " maupun $\frac{3}{4}$ " menunjukkan bahwa kekuatan maksimal sambungan terjadi pada jarak antar baut sebesar $6d$. Dapat disimpulkan bahwa kekuatan sambungan pada jarak antar baut dibawah $6d$ mengalami kenaikan secara linier dan mencapai maksimal pada jarak $6d$. Diasumsikan bahwa kekuatan maksimal sambungan terjadi pada jarak antar baut sebesar $6d$ karena pada jarak diatas nilai tersebut grafik yang terjadi sudah tidak beraturan lagi. Dari Gambar (6.1) dan (6.2) menunjukkan bahwa hasil penelitian ini justru memperkuat peraturan yang sudah ada yaitu untuk memperoleh kekuatan sambungan yang maksimal diperlukan jarak antar baut yang efektif. Menurut PKKI 1961 jarak antar baut efektif dipakai sebesar $6d$.

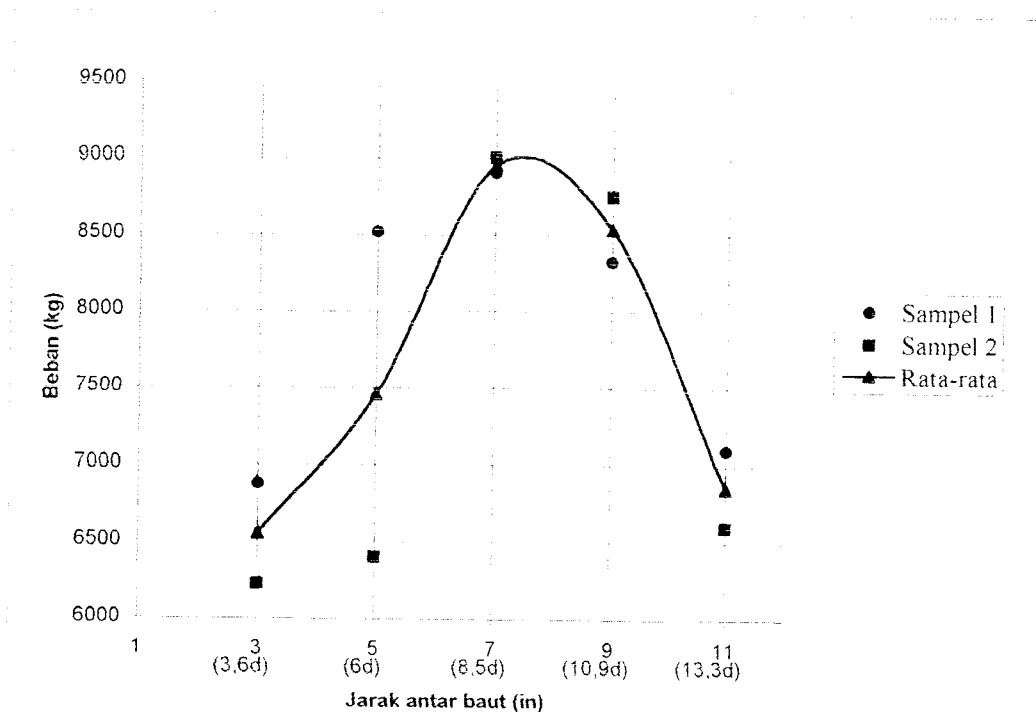
Semula diharapkan dengan penambahan jarak antar baut kekuatan sambungan akan meningkat secara linier dan pada jarak tertentu akan diperoleh kekuatan sambungan yang maksimal dan konstan seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Keith F. Faherty terhadap sambungan cincin belah, tetapi dari hasil pengujian menunjukkan grafik dengan pola yang lain. Kekuatan sambungan pada jarak antar baut diatas $6d$ sudah tidak beraturan lagi. Hal ini diantaranya dipengaruhi oleh jenis alat sambung yang berbeda dari alat sambung yang dilakukan oleh Keith F. Faherty. Sambungan dengan alat sambung baut menimbulkan sesaran yang besar bersamaan dengan bertambah besarnya gaya yang bekerja. Timbulnya sesaran dapat mengurangi kekuatan sambungan karena terjadi pengurangan luas tampang kayu yang disambung.

6.2 Kekuatan Sambungan Dengan Alat Sambung Pipa Besi

Pada Gambar (6.3) menunjukkan bahwa sambungan kayu dengan menggunakan alat sambung pipa besi dengan baut diameter $\frac{1}{2}$ " mempunyai kekuatan maksimal pada jarak 7" atau 8,5d sebesar 8950 kg. Pada jarak 3" sambungan mampu menahan beban sebesar 6550 kg dan pada jarak 5" kekuatan sambungan meningkat menjadi 7462,5 kg. Kekuatan sambungan menjadi 8537,5 kg pada jarak 9" dan pada jarak 11" kekuatan sambungan menurun lagi dan hanya mampu menahan beban sebesar 6850 kg. Jika dibandingkan dengan sampel sambungan kayu dengan menggunakan baut diameter $\frac{3}{4}$ ", alat sambung pipa dengan baut $\frac{1}{2}$ " masih mempunyai kekuatan yang lebih kecil walaupun pipa mempunyai diameter yang lebih besar. Hal ini karena kekuatan resin yang dipakai sebagai grouting antara baut dengan pipa mempunyai kekuatan yang lebih kecil dibanding kekuatan baut. Sehingga pada saat terjadi defleksi pada alat sambung resin mengalami kerusakan terlebih dahulu sehingga kekuatan antara pipa dan baut sebagai alat sambung menjadi berkurang.

Tabel 6.3 Beban maksimum rata-rata sambungan dengan pipa + baut $\frac{1}{2}$ "

Jarak antar baut (in)	Beban (kg)		
	1	2	Rata-rata
3 (3,6d)	6875	6225	6550
5 (6d)	8525	6400	7462,5
7 (8,5d)	8900	9000	8950
9 (10,9d)	8325	8750	8537,5
11 (13,3d)	7100	6600	6850



Gambar 6.3 Grafik hubungan beban rata-rata dengan jarak antar sambungan pipa + baut $\frac{1}{2}$ "

6.3 Pola Rusak Benda Uji

Pada pengujian terhadap benda uji kerusakan yang terjadi umumnya adalah kerusakan desak. Pada sampel sambungan kayu dengan baut diameter $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{4}$ ", maupun alat sambung pipa kerusakan kayu diikuti dengan membengkoknya baut. Umumnya baut yang membengkok pada bagian tengah dan bagian tepi tetap lurus, hal ini berarti momen yang timbul dibagian tengah telah mencapai maksimum sedangkan bagian tepi belum. Rusaknya kayu pada sampel sambungan kayu dengan baut diameter $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{4}$ ", maupun alat sambung pipa berbeda. Pada sampel sambungan dengan baut diameter $\frac{1}{2}$ " kerusakan terjadi pada kayu tengah dan plat sambung (kayu tepi). Pada sampel sambungan kayu dengan diameter $\frac{3}{4}$ " kebanyakan kerusakan terjadi pada kayu tengah, kerusakan ini dikarenakan sesaran yang terjadi pada kayu

tengah terlalu besar yang menyebabkan timbulnya tegangan sekunder sehingga pada saat alat sambung mencapai momen maksimal kayu tengah mengalami kerusakan.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah melakukan penelitian di laboratorium, penyusun merasa mendapat cukup banyak tambahan pengetahuan dalam bidang struktur kayu terutama mengenai sambungan kayu.

7.1 Kesimpulan

Dari pelaksanaan penelitian tentang pengujian sambungan kayu dengan alat sambung baut dan pipa, penyusun dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Kekuatan sambungan maksimal untuk sambungan yang menggunakan baut $\frac{1}{2}$ " dan $\frac{3}{4}$ " yang menerima gaya aksial diambil pada jarak antar baut berkisar $6d$ (puncak awal pada grafik). Penambahan jarak antar baut diatas $6d$ sudah tidak efektif lagi, dari Gambar (6.1) dan (6.2) grafik hasil penelitian menunjukkan penambahan jarak antar baut diatas $6d$ memperlihatkan pola yang tidak beraturan. Penambahan pada jarak tertentu justru kekuatan sambungan menjadi menurun.
2. Pola yang tidak beraturan pada jarak antar baut diatas $6d$ disebabkan karena kurang seragamnya kayu yang digunakan.

3. Kekuatan sambungan maksimal untuk sambungan yang menggunakan pipa dan baut dicapai pada jarak antar baut berkisar $8,5d$ seperti terlihat pada Gambar (6.3).
4. Kerusakan yang terjadi diawali dengan sesaran yang besar bersamaan dengan terjadinya defleksi pada sambungan akibat beban yang bekerja.

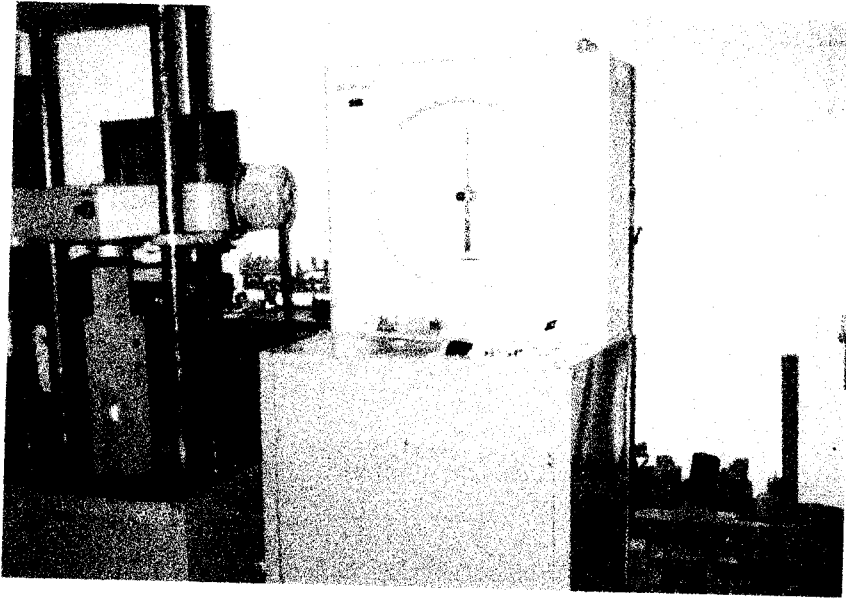
7.2 Saran

1. Penambahan variasi jarak antar baut diperkecil dibawah $2''$.
2. Pemeriksaan terhadap kadar lengas kayu sebaiknya dilakukan pada kayu yang mengalami kerusakan agar dapat diketahui pengaruh kadar lengas terhadap kerusakan sambungan.
3. Perlu dilakukan penelitian yang lebih mendalam dengan permasalahan yang sama tetapi digunakan jenis kayu dan alat sambung yang lain.

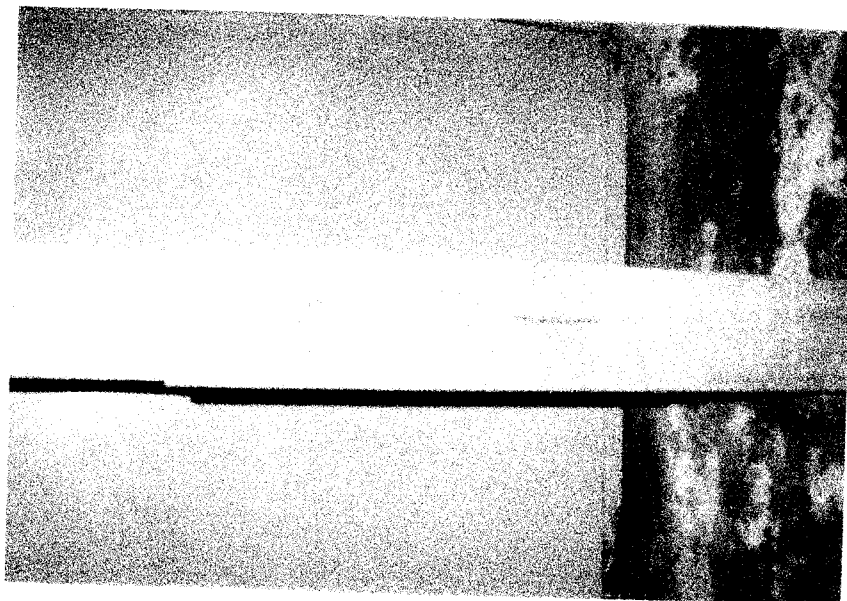
DAFTAR PUSTAKA

- _____, PERATURAN KONSTRUKSI KAYU INDONESIA 1961, Departemen Pekerjaan Umum RI, Jakarta, 1961.
- Donald E. Breyer, DESIGN OF WOOD STRUCTURES. McGraw – Hill Book Company, New York, 1980.
- Judith J. Stalnaker, STRUCTURAL DESIGN IN WOOD, Van Nostrand Reinhold, New York, 1989.
- Keith F. Faherty, WOOD ENGINEERING AND CONSTRUCTION HANDBOOK. McGraw – Hill Publishing Company, New York, 1989.
- K.H. Felix Yap, KONSTRUKSI KAYU, Binacipta, Bandung, 1984.
- Suwarno Wiryomartono, KONSTRUKSI KAYU. Universitas Gajah Mada, Yogyakarta, 1982.
- Timber Engineering Company, TIMBER DESIGN AND CONSTRUCTION HANDBOOK, McGraw – Hill, New York, 1956.

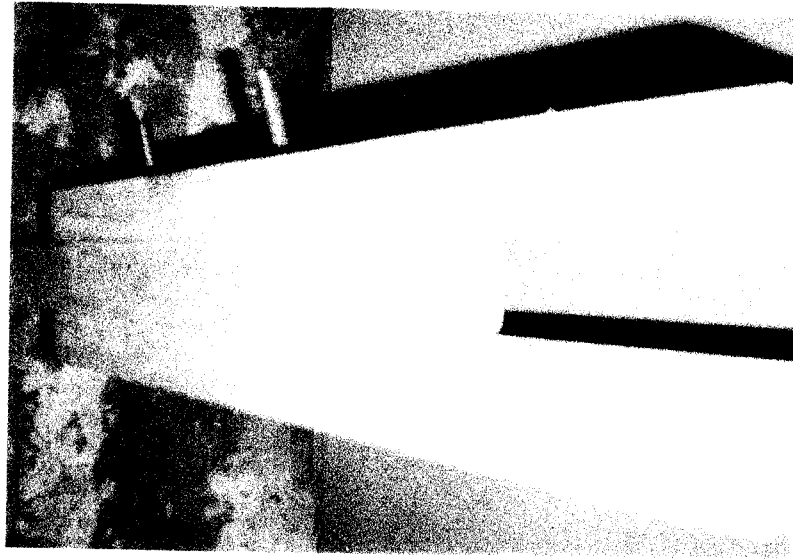
LAMPIRAN



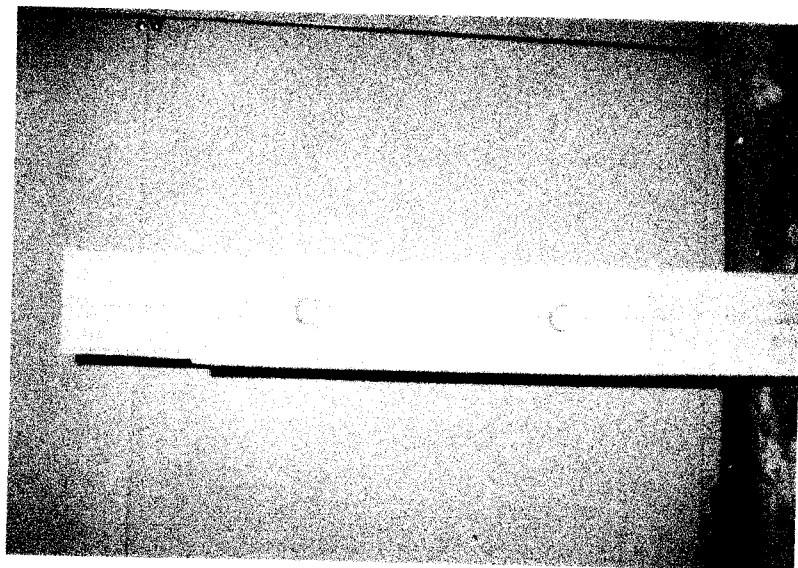
Gambar pengujian sampel sambungan



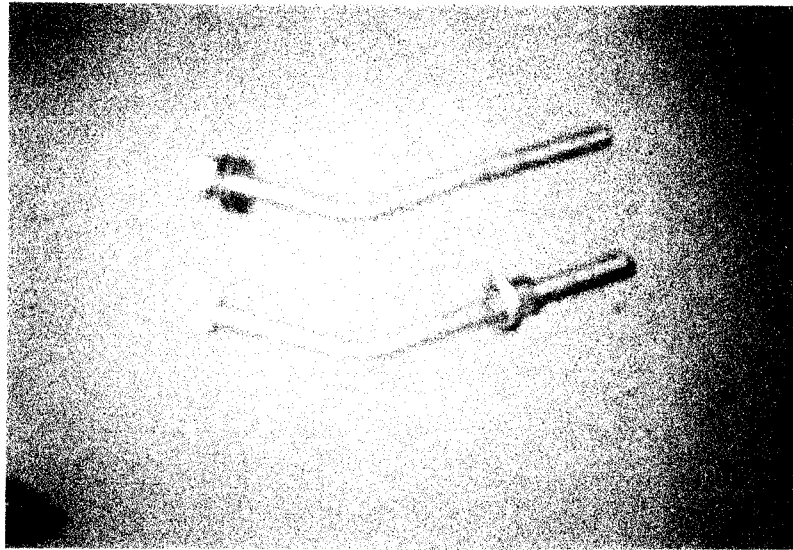
Gambar kerusakan sambungan pada kayu tepi (plat sambung)



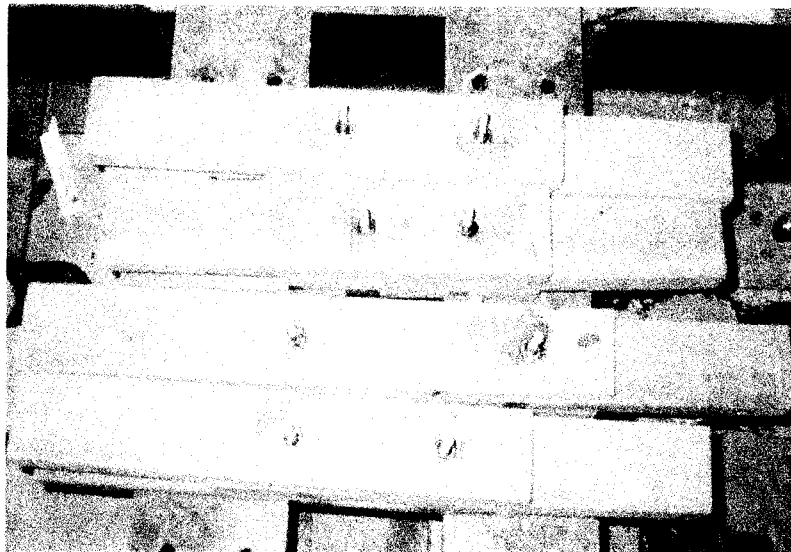
Kerusakan sambungan pada kayu tengah



Kerusakan sambungan pada kayu tengah dan tepi



Kerusakan pada baut



Sambungan kayu dengan pipa + baut

