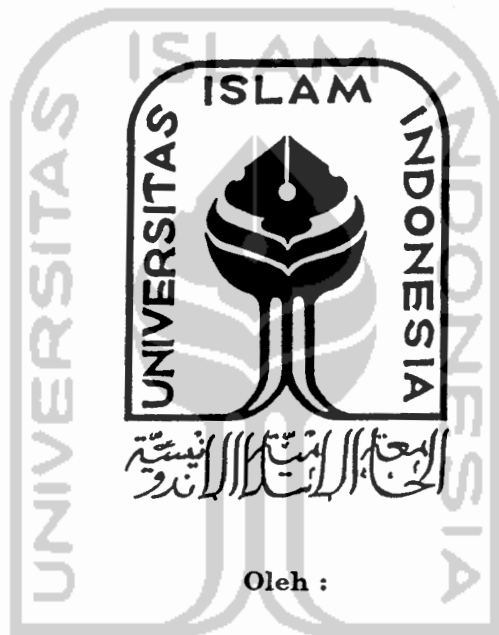


TUGAS AKHIR

PERILAKU MEKANIKA BAMBU

**Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia
untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh
derajat Sarjana Teknik Sipil**



Oleh :

M. DUDY ISMAWANTO

No. Mhs. : 89 310 096
NIRM : 890051013114120093

M. ALI HUSNI

No. Mhs. : 89 310 110
NIRM : 890051013114120107

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
1997**

TUGAS AKHIR

PERILAKU MEKANIKA BAMBU

Disusun Oleh :

M. DUDY ISMAWANTO

No. Mhs. : 89 310 096

NIRM : 890051013114120093

M. ALI HUSNI

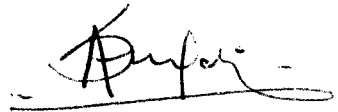
No. Mhs. : 89 310 110

NIRM : 890051013114120107

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. H.M. Samsudin

Dosen Pembimbing I


Tanggal : 5-8-97.

Ir. Faisol AM., MS.

Dosen Pembimbing II


Tanggal 4-8-1997

KATA PENGANTAR

Dengan rahmat Alloh SWT dan mengucapkan syukur Alhamdulillah, akhirnya selesailah penulisan Tugas Akhir ini, walaupun masih banyak terdapat kekurangan. Hal ini penulis sadari, karena penulis hanyalah manusia biasa dengan segala keterbatasannya.

Tugas akhir dengan judul Perilaku Mekanika Bambu ini, untuk memenuhi persyaratan dalam memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil pada Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Dengan selesainya penulisan Tugas Akhir ini, penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih atas bantuannya yang tak ternilai kepada :

1. Bapak Ir. Susastrawan, MS selaku dekan Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. H.M. Samsudin, selaku dosen pembimbing I pada Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Faisol AM, MS, selaku dosen pembimbing II pada Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
4. Laboratorium Mekanika Bahan Pusat Antar Universitas (PAU), Universitas Gajah Mada Yogyakarta.

5. Bapak Prapto Harjono beserta ibunda, selaku orang tua tercinta yang telah banyak memberikan bantuan moril dan materil.
6. Bapak Letkol Pol. H. Sriyono, SH, MBA beserta ibu mertua yang saya hormati, yang telah memberikan segala fasilitas dan prasarana dalam penulisan Tugas Akhir ini.
7. Lies Setyorini, SH istri tercinta yang telah mendorong, memacu dan mencambuk semangat penulis agar terus mencapai keberhasilan.
8. Ananda tersayang Rifki Muhammad (Diego) Arbian yang melecut papa dan memberikan inspirasi, serta motivasi untuk meraih sukses.
9. Ir. Hendik Setianto, selaku kakak ipar yang telah memacu keberhasilan penulis dengan rivalitasnya.
10. Maman Setiawan dan Marsudi Agus Setiawan yang telah banyak membantu penulis dalam menyiapkan bahan penulisan Tugas Akhir.
11. Semua Pihak yang telah banyak membantu penulisan Tugas Akhir ini dan tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhir kata, semoga penulisan Tugas Akhir ini dapat memberikan sumbangan pengetahuan pada masyarakat luas umumnya dan khususnya dalam membuat konstruksi bangunan, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan oleh penulis.

PENULIS

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GRAFIK.....	xii
ABSTRAKSI.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Pokok Masalah.....	2
1.3 Tujuan dan Manfaat.....	3
1.4 Metodologi Penelitian.....	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Deskriptif Bambu.....	5
2.2 Anatomi Bambu.....	6
2.3 Sifat Fisika Bambu.....	9
2.4 Sifat Mekanika Bambu.....	12
2.5 Landasan Teori.....	20
HIPOTESIS.....	24

BAB III	PELAKSANAAN DAN HASIL PENELITIAN.....	25
3.1	Bahan Penelitian.....	25
3.2	Pembuatan Contoh Uji.....	26
3.3	Cara Pelaksanaan Penelitian.....	29
3.3.1	Penentuan Kadar Air.....	29
3.3.2	Penentuan Berat Jenis.....	29
3.3.3	Penentuan Kuat Lentur Statis.....	30
3.3.4	Penentuan Kuat Desak Sejajar Serat.....	30
3.3.5	Penentuan Kuat Geser Sejajar Serat.....	31
3.3.6	Penentuan Kuat Tarik Sejajar Serat.....	31
3.4	Hasil Penelitian.....	32
3.4.1	Hasil Kadar Air Rata-Rata.....	32
3.4.2	Hasil Berat Jenis Rata-Rata.....	32
3.4.3	Hasil Kuat Lentur Rata-Rata.....	32
3.4.4	Hasil Kuat Desak Sejajar Serat Rata-Rata.....	33
3.4.5	Hasil Kuat Geser Sejajar Serat Rata-Rata.....	33
3.4.6	Hasil Kuat Tarik Sejajar Serat Rata-Rata.....	32
BAB IV	ANALISIS.....	35
4.1	Kadar Air.....	35
4.2	Berat Jenis.....	41
4.3	Kuat Lentur Statis.....	42
4.3.1	Kuat Lentur Bambu Bulat.....	42

4.3.2	Kuat Lentur Bambu Belah.....	43
4.4	Kuat Desak Sejajar Serat.....	45
4.4.1	Kuat Desak Bambu Bulat.....	45
4.4.2	Kuat Desak Bambu Belah.....	46
4.5	Kuat Geser Sejajar Serat.....	47
4.5.1	Kuat Geser Bambu Bulat.....	47
4.5.2	Kuat Geser Bambu Belah.....	48
4.6	Kuat Tarik Sejajar Serat Bambu Belah.....	49
4.6.1	Kuat Tarik Maksimum.....	49
4.6.2	Kuat Tarik Pada Batas Elastis.....	50
4.6.3	Modulus Elastisitas Kuat Tarik.....	51
BAB V	PEMBAHASAN.....	52
5.1	Kadar Air.....	52
5.2	Berat Jenis.....	54
5.3	Kuat Lentur Statis.....	56
5.3.1	Kuat Lentur Bambu Bulat.....	56
5.3.2	Kuat Lentur bambu Belah.....	58
5.4	Kuat Desak Sejajar Serat Bambu.....	59
5.4.1	Kuat Desak Bambu Bulat.....	59
5.4.2	Kuat Desak Bambu Belah.....	61
5.5	Kuat Geser Bambu Sejajar Serat.....	62
5.5.1	Kuat Geser Bambu Bulat.....	62

5.5.2	Kuat Geser Bambu Belah.....	64
5.6	Kuat Tarik Sejajar Serat Bambu Belah.....	65
5.6.1	Kuat Tarik Maksimum.....	65
5.6.2	Kuat Tarik Pada Batas Elastis.....	66
5.6.3	Modulus Elastisitas Kuat Tarik	67
BAR VI	KESIMPULAN DAN SARAN.....	69
6.1	Kesimpulan.....	69
6.2	Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		



DAFTAR TABEL

No	Label	Hal
1	Kadar air bambu rata-rata (%)	32
2	Berat jenis bambu rata-rata	32
3	Kuat lentur bambu bulat dengan dan tanpa ruas (kg cm ²)	32
4	Kuat lentur bambu belah dengan dan tanpa ruas (kg cm ²).....	33
5	Kuat desak bambu bulat (kg cm ²).....	33
6	Kuat desak bambu belah tanpa ruas (kg cm ²)	33
7	Kuat geser bambu bulat dengan dan tanpa ruas (kg cm ²)	33
8	Kuat geser bambu belah dengan dan tanpa ruas (kg cm ²)	34
9	Kuat tarik maksimum bambu belah (kg cm ²).....	34
10	Kuat tarik bambu belah pada batas elastis (kg cm ²).....	34
11	Modulus elastisitas kuat tarik pada batas elastis (kg cm ²).....	34
12	Analisis variasi kadar air bambu.....	40
13	Kadar air terhadap interaksi posisi dan bentuk.....	40
14	Analisis varian berat jenis bambu.....	41
15	Berat jenis terhadap faktor jenis	41
16	Berat jenis terhadap faktor posisi.....	42
17	Analisis varian kuat lentur bambu bulat dengan dan tanpa ruas	42
18	Kuat lentur bambu bulat dengan dan tanpa ruas terhadap faktor jenis.....	43

No	Label	Hal
19.	Kuat lentur bambu bulat dengan dan tanpa ruas terhadap faktor posisi	43
20.	Analisis varian kuat lentur bambu belah dengan dan tanpa ruas	43
21.	Kuat lentur bambu belah terhadap faktor posisi.....	44
22.	Kuat lentur bambu belah terhadap faktor jenis.....	44
23.	Uji banding faktor bentuk terhadap kuat lentur sejajar serat.....	
24.	Analisis varian kuat desak sejajar serat bambu bulat.....	44
25.	Kuat desak bambu bulat dengan dan tanpa ruas terhadap faktor jenis dan posisi	45
26.	Analisis varian kuat desak bambu belah tanpa ruas.....	45
27.	Kuat desak bambu belah terhadap faktor posisi.....	46
28.	Analisis varian kuat geser bambu bulat dengan dan tanpa ruas...	46
29.	Kuat geser bambu bulat terhadap faktor jenis	47
30.	Kuat geser bambu bulat terhadap faktor posisi.....	47
31.	Analisis varian kuat geser bambu belah dengan dan tanpa ruas...	47
32.	Kuat geser bambu belah terhadap faktor jenis.....	48
33.	Kuat geser bambu belah terhadap faktor posisi.....	48
34.	Analisis kuat tarik maksimum bambu belah dengan dan tanpa ruas.....	48
35.	Kuat tarik sejajar serat bambu belah terhadap faktor jenis	49
36.	Kuat tarik sejajar serat bambu belah terhadap faktor posisi.....	49

No	Tabel	Hal
37.	Analisis kuat tarik bambu belah dengan dan tanpa ruas pada batas elastis.....	50
38.	Kuat tarik bambu belah pada batas elastis terhadap faktor jenis dan posisi	50
39.	Analisis modulus elastisitas kuat tarik bambu belah.....	51
40.	Modulus elastisitas kuat tarik terhadap faktor jenis dan posisi	51



DAFTAR GRAFIK

No	Keterangan	Hal
1	Kadar air bambu terhadap jenis	53
2	Kadar air bambu terhadap posisi	53
3	Berat jenis bambu bulat dan belah terhadap jenis.....	55
4	Berat jenis bambu bulat dan belah terhadap posisi.....	55
5	Kuat lentur bambu bulat terhadap jenis.....	57
6	Kuat lentur bambu bulat terhadap posisi	57
7	Kuat lentur belah bulat terhadap jenis.....	59
8	Kuat lentur belah bulat terhadap posisi.....	59
9	Kuat desak bambu bulat dengan dan tanpa ruas terhadap jenis.....	60
10	Kuat desak bambu bulat dengan dan tanpa ruas terhadap posisi.....	61
11	Kuat desak bambu belah dengan dan tanpa ruas terhadap jenis.....	62
12	Kuat desak bambu belah dengan dan tanpa ruas terhadap posisi.....	62
13	Kuat geser bambu bulat dengan dan tanpa ruas terhadap jenis.....	63
14	Kuat geser bambu bulat dengan dan tanpa ruas terhadap posisi.....	64

No	Keterangan	Hal
15.	Kuat geser bambu belah dengan dan tanpa ruas terhadap jenis	65
16.	Kuat geser bambu belah dengan dan tanpa ruas terhadap posisi	65
17.	Kuat tarik bambu belah dengan dan tanpa ruas terhadap jenis	66
18.	Kuat tarik bambu belah dengan dan tanpa ruas terhadap posisi	66
19.	Kuat tarik bambu belah pada batas elastis dengan dan tanpa ruas terhadap jenis	67
20.	Kuat tarik bambu belah pada batas elastis dengan dan tanpa ruas terhadap posisi	67
21.	Modulus elastisitas kuat tarik bambu belah dengan dan tanpa ruas terhadap jenis	68
22.	Modulus elastisitas kuat tarik bambu belah dengan dan tanpa ruas terhadap posisi	68

ABSTRAKSI

Di Indonesia, khususnya di daerah pedesaan banyak didapat atau ditemukan bambu. Bambu ini digunakan sebagai bahan bangunan sederhana, karena harganya yang murah, dengan masa tanam yang singkat, dan dapat dimanfaatkan untuk konstruksi bangunan, sebagai alternatif dari kayu.

Dalam penelitian ini dipakai obyek tiga jenis bambu yaitu : bambu Apus, Petung dan Ori, dengan variasi posisi pada ujung, tengah dan pangkal serta kombinasi dari bentuk contoh uji baik belah atau bulat dengan memperhitungkan ada tidaknya ruas/nodia, dengan tujuan untuk mendapatkan nilai-nilai dari sifat fisika dan sifat mekanika bambu, meliputi kadar air, berat jenis dan uji tegangan baik tarik, desak, geser dan lentur melalui pengujian laboratorium.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis bambu banyak berpengaruh terhadap berat jenis, kuat lentur bambu bulat dan belah, kuat desak bambu belah, kuat geser bambu bulat dan belah dan kuat tarik bambu, posisi banyak berpengaruh terhadap kadar air, berat jenis, kuat geser bambu belah dan kuat tarik bambu, nodia atau ruas berpengaruh terhadap kuat desak bambu bulat dan bentuk contoh uji banyak berpengaruh terhadap kuat lentur bambu.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam rangka memenuhi kebutuhan masyarakat akan papan, pemerintah pada saat ini berusaha dengan keras agar didapatkan suatu bahan bangunan yang murah, tetapi memenuhi persyaratan teknis. Untuk mendapatkan bahan bangunan tersebut diutamakan memakai bahan bangunan lokal yang harganya murah dan tersedia cukup banyak di daerah-daerah. Salah satu bahan bangunan tersebut adalah bambu, yang merupakan jenis tanaman rumput-rumputan yang tumbuh hampir diseluruh dunia, kecuali Eropa. Jumlah yang ada di daerah Asia Selatan dan Asia Tenggara kira-kira 80% dari keseluruhan yang ada di dunia. Bambu-bambu tersebut tergolong ke dalam 50 generasi yang terbagi menjadi 700 jenis.

Bagi masyarakat di pedesaan bambu merupakan bagian penting di dalam kehidupan mereka. Bambu dikenal sebagai bahan bangunan tradisional yang sampai saat ini masih dipertahankan kehidupannya, (Anonymous, 1981). Manfaat yang diperoleh dari bambu banyak sekali, diantaranya yaitu: bahan konstruksi bangunan, perabot rumah tangga, meubel, bahan baku kerajinan, alat musik, alat transportasi, bahan pembuat pulp dan kertas, pipa air, bahan

pelengkap makanan sehari-hari, dan lain-lain. Beberapa alasan yang menyebabkan bambu dipakai antara lain: mudah didapat, mempunyai batang yang lurus, harganya relatif murah, mempunyai kekuatan yang cukup untuk bangunan sederhana, dan keawetannya mudah ditingkatkan dengan cara yang sederhana, serta selalu tersedia cukup banyak karena masa tanam yang singkat (6-36 bulan), dibandingkan dengan kayu yang masa tanamnya bertahun-tahun.

Mengingat betapa besar manfaat bambu dalam kebutuhan hidup, maka berbagai upaya untuk mengenal bambu lebih dalam sangat diperlukan dengan melalui penelitian. Penelitian terhadap tiga jenis bambu, yaitu: Apus, Petung dan Ori. Penelitian terhadap bambu tersebut dimaksudkan agar penggunaannya sebagai bahan konstruksi bangunan dapat dilakukan secara optimal dan efisien.

Dengan berbagai variasi posisi letak bambu di dalam batang, bentuk contoh uji, dan ada tidaknya ruas di dalam contoh uji maka akan diketahui pengaruh jenis bambu, pengaruh posisi, bentuk contoh uji, dan ruas terhadap sifat-sifat yang diteliti. Pengaruh tersebut dapat diketahui dari analisis data yang disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

1.2 Pokok Masalah

Dalam bidang ilmu Konstruksi Kayu, bambu jarang disinggung permasalahannya, oleh karena dalam perhitungan kekuatan kayu sering dipakai jenis-jenis kayu yang mempunyai bentuk padat, mudah dibentuk, dan berserat halus. Untuk bambu mempunyai karakter spesifik bulat, dengan bagian tengah kosong, mempunyai serat yang kasar, dan tidak mudah untuk dibentuk seperti kayu. Bambu juga belum diketahui dengan pasti, berapa kekuatan yang

dikandungnya, seperti: desak, tarik, lentur, dan gesernya. Berbagai jenis bambu yang ada dan letak posisinya yaitu: bagian atas, tengah, dan bawah, belum diketahui kekuatan tegangan yang terbesar.

Penelitian terhadap bambu ini mengambil bahan uji berupa tiga jenis bambu, yaitu: Apus, Petung, dan Ori, yang diambil dari daerah Banguntapan, Bantul, DIY. Pelaksanaan pengujian tiga jenis bambu ini meliputi: uji kadar air, dan uji tegangan yang terdiri dari: tegangan tarik searah serat bambu, tegangan desak searah serat bambu, tegangan geser searah serat bambu, dan tegangan lentur.

1.3 Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan dan mengetahui karakteristik tegangan dari sifat-sifat fisika dan mekanika bambu, meliputi: besar kadar air, berat jenis, kuat desak, kuat tarik, kuat geser, dan kuat lentur, melalui uji laboratorium. Manfaat yang dapat diambil dari hasil penelitian ini adalah memberi acuan atau petunjuk bagi perencana dan pembaca dalam memilih bambu, baik dari jenis, posisi dalam batang, bentuk bambu bulat atau belah , dan ada tidaknya nodia/ruas, sebagai pilihan bahan bangunan selain kayu untuk perencanaan konstruksi bangunan sederhana.

1.4 Metodologi

Metode yang digunakan dalam penelitian bambu ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Bahan Uji

Benda uji berupa 3 jenis bambu, yaitu: Apus, Petung, dan Ori, yang diambil dari daerah Banguntapan Bantul, DIY.

2. Pembuatan Benda Uji

Jumlah dan pembuatan benda uji direncanakan mengikuti syarat-syarat yang ada, dan disesuaikan dengan ketentuan yang ada pada PKKI-NI 1961.

Tabel Benda Uji dan Jenis Pengujian.

Jenis Pengujian	Bambu			Jumlah Pengujian
	Apus	Ori	Petung	
Kuat Tarik Searah Serat	18	18	18	54
Kuat Desak	24	24	24	72
Kuat Geser	24	24	24	72
Kuat Lentur	24	24	24	54
Berat Jenis	18	18	18	54
Kadar Air	18	18	18	54

3. Peralatan Uji

Pengujian kadar air, berat jenis, kuat tarik, kuat desak, kuat geser, dan kuat lentur menggunakan peralatan dari Laboratorium Mekanika Bahan PAU Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Deskripsi Bambu

Bambu merupakan jenis tanaman rumput-rumputan yang tumbuh hampir diseluruh belahan dunia, terutama di Afrika, Amerika, Asia, dan Australia. Pada saat sekarang telah diketahui terdapat 50 generasi yang tergolong ke dalam 750 jenis. Dari jumlah tersebut kira-kira 80% tumbuh di Asia Selatan dan Asia Tenggara (Uchimura, 1980). Menurut Sharina (1980), negara-negara penghasil bambu terkemuka di Asia adalah India, Myanmar, Thailand, dan Indonesia.

Bambu dapat ditanam dengan biji, buluh-buluh batangnya maupun dengan potongan-potongan batangnya. Pada umumnya penanaman dengan biji jarang dilakukan, karena biji bambu dihasilkan dalam waktu bertahun-tahun. Penanaman yang sering dilakukan adalah dengan pemindahan buluh-buluh batangnya (Lessard dan Chuinard, 1980).

Bambu dapat tumbuh di daerah rendah sampai ke daerah pegunungan yang mempunyai ketinggian sampai 3.000 m dari permukaan laut. Tempat-tempat yang terbuka dan yang bebas dari genangan air sangat cocok untuk

pertumbuhan bambu (Anonymus.1977). Menurut Limaye (1952), pertumbuhan bambu sangat cepat, pada umur 2 - 3 tahun, bambu sudah dapat dianggap masak tebang.

Batang bambu seperti halnya tanaman tebu, terdiri dari ruas-ruas dan buku-buku. Pada ruas-ruasnya tumbuh cabang-cabang yang ukurannya jauh lebih kecil bila dibandingkan dengan buluhnya sendiri. Pada ruas-ruasnya juga dapat tumbuh akar (Anonymous. 1977).

Menurut Nasruchan dan Newoto (1981), bambu dapat digolongkan menurut peraturan bangunan ke dalam tiga golongan, yaitu: bambu jenis kecil, sedang, dan besar. Sebagai contoh dari yang terkecil sampai terbesar adalah bambu Apus, Ori, dan Petung. Limaye (1952), menyebutkan bahwa ketebalan dinding batang bambu ada yang sangat tipis tetapi ada pula yang dapat mencapai lebih dari 0.5 inchi. Lebih jauh dikenukakan bahwa batang bambu pada umumnya berlubang yang ukurannya ditentukan oleh kondisi tanah dan kondisi iklim tempat bambu tersebut tumbuh.

2.2 Anatomi Bambu

Penggunaan bambu terutama sebagai komponen material untuk membuat rumah adalah sangat penting, mengingat bambu mudah didapat dan harganya cukup murah. Berkaitan dengan itu, maka segala aspek yang berkaitan dengan sifat-sifat bambu dan penggunaannya perlu dipelajari, agar

didapatkan efisiensi di dalam penggunaan. Sifat mendasar yang berhubungan dengan penggunaan bambu adalah sifat-sifat anatominya (Epsiloy, 1985).

Bambu termasuk salah satu anggota famili Graminae yang mempunyai ciri-ciri anatomi antara lain pertumbuhan primer yang sangat cepat tanpa diikuti pertumbuhan sekunder. Batang bambu terdiri atas ruas-ruas dan buku-buku. Di dalam internodia, sel-selnya berorientasi ke arah sumbu aksial, sedang dalam nodia, sel-selnya mengarah pada sumbu transversal. Pada batangnya tidak terdapat elemen-elemen radial seperti jari-jari. Kulit bagian luar terbentuk dari satu lapis sel epidermis, sedangkan kulit bagian dalam terbentuk dari lapisan sel sklerenkim (Liese, 1980).

Dilihat dari potongan melintang, struktur anatomi internodia bambu dapat diketahui. Struktur anatomi batang bambu tersebut ditentukan oleh bentuk, ukuran, susunan, dan jumlah dari berkas pengangkutan. Parenkim jaringan dasar sangat berbeda dengan berkas pengangkutan yang warnanya lebih terang. Jumlah atau kerapatan berkas pengangkutan pada bagian luar lebih besar dari pada bagian dalam. Bentuk berkas pengangkutan pada bagian luar bulat telur dan ukurannya kecil, sedangkan pada bagian dalam berbentuk bulat dan ukurannya lebih besar dari pada bagian luar. Secara keseluruhan berkas-berkas pengangkutan makin sedikit ke arah ujung batang dan satu sama lainnya makin rapat (Liese, 1980).

Selanjutnya, Liese (1980), membagi berkas pengangkutan yang membentuk kelengkapan dalam jaringan sel menjadi 4 tipe, yaitu:

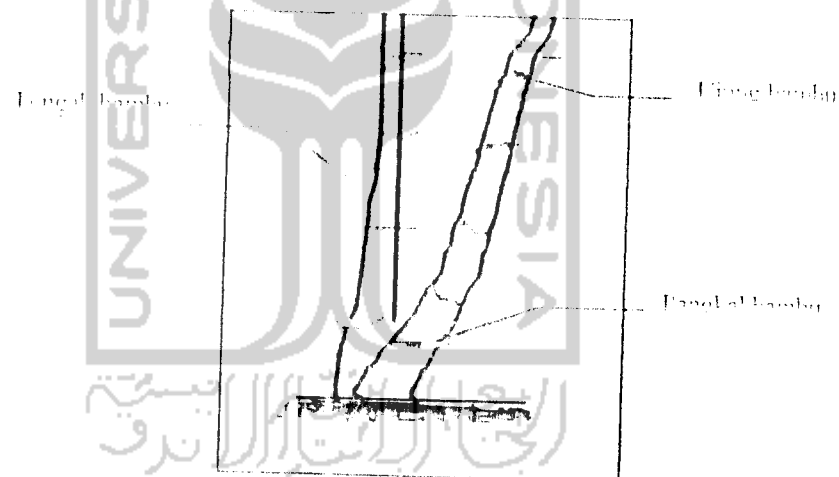
1. Tipe 1, terdiri dari 1 sistem pembuluh yang hanya didukung oleh sarung sklerenkim.
2. Tipe 2, terdiri dari 1 sistem pembuluh yang hanya didukung oleh sarung sklerenkim dan adanya perkembangan yang menonjol pada salah satu diantara 3 protoxylem yang ada.
3. Tipe 3, terdiri dari 2 bagian yaitu sistem pembuluh dengan sarung sklerenkim dan satu unit berkas serabut yang terdiri atas sel-sel serabut.
4. Tipe 4, terdiri dari 3 bagian yaitu sistem pembuluh dengan sarung sklerenkim dan 2 unit berkas serabut yang masing-masing menempati sisi dalam dan sisi luar dari sistem pembuluh.

Menurut Jansen (1981) yang mengutip tulisan Grosser dan Liese (1971) berkas pengangkutan pada batang bambu tersusun atas beberapa jenis sel, yaitu:

1. Sel serabut yang melindungi sistem pembuluh pada 2 sisi yang saling berhadapan.
2. Sel sklerenkim yang membentuk sarung sklerenkim. Sarung sklerenkim mengelilingi sistem pembuluh dan sarung ini terbentuk dari sel-sel yang tebal mati, panjang dan berdinding tebal.
3. Sistem pembuluh yang terdiri atas floem dan xylem.

1. Sel parenkim yang merupakan pembentuk jaringan dasar yang mengelilingi bundel berkas pengangkutan

Batang bambu tersusun atas sel-sel parenkim, sel-sel serat dan sel-sel pembuluh. Komposisi sel-sel tersebut berturut-turut 50%, 40%, dan 10%. Di dalam batang bambu persebaran sel-sel tidak sama untuk setiap kedudukan baik arah melintang maupun arah memanjang batang. Pada arah memanjang (pangkal ke ujung), sel-sel serat jumlahnya meningkat, tetapi jumlah sel-sel serat lebih banyak terdapat pada 1/3 bagian tebal batang sebelah luar, sedangkan sel-sel parenkim dan sel-sel pembuluh lebih banyak terdapat pada 1/3 bagian tebal batang sebelah dalam (Liese, 1980).



Gambar 1. Potongan memanjang bambu

2.3 Sifat Fisika Bambu

Liese (1980), mengemukakan bahwa secara anatomi dan kimiawi bambu dan kayu hampir sama. Oleh karena itu, faktor-faktor yang berpengaruh

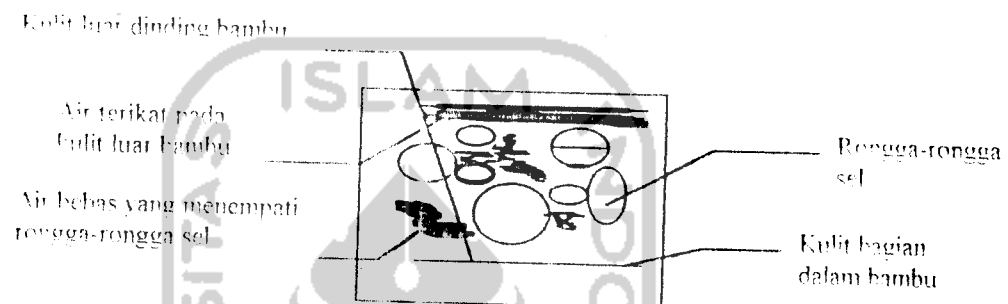
terhadap sifat-sifat kayu kemungkinan akan berpengaruh sama terhadap sifat-sifat bambu

2.3.1 Ladar Air

Bambu seperti halnya kayu, merupakan zat higroskopis, artinya bambu mempunyai respon terhadap air, baik dalam bentuk uap maupun cairan. Kemampuan kayu atau bambu untuk menyerap atau mengeluarkan air tergantung pada suhu dan kelembaban atmosfer dimana kayu atau bambu berada. Banyaknya air yang diserap dan dikeluarkan oleh kayu tergantung luas permukaan kayu atau bambu yang digunakan untuk penyerapan, tekanan uap nisbi zat yang diserap, suhu dan susunan kimia kayu atau bambu. Luas permukaan serap kayu atau bambu dibedakan menjadi 2 permukaan, yaitu: permukaan rongga sel dan permukaan mikrofibril-mikrofibril dalam dinding sel (Soenardi, 1976). Lebih jauh oleh Soenardi (1976) dikemukakan bahwa keadaan air di dalam kayu atau bambu, dapat dibedakan menjadi 2 golongan, yaitu sebagai air terikat dan air bebas. Sebagai air terikat, karena air tersebut terikat pada dinding sel yang kering dengan ikatan hidrogen, sedangkan sebagai air bebas karena air tersebut hanya menempati rongga sel.

Menurut Liese (1980), kandungan air di dalam batang bambu bervariasi baik arah memanjang maupun arah melintang batang. Hal ini tergantung pada umur, waktu penebangan dan jenis bambu. Pada umur 1 tahun batang bambu mempunyai kandungan air relatif tinggi yaitu kurang lebih 120% hingga 130% baik pada pangkal maupun ujungnya. Pada bagian ruas kandungan airnya lebih

rendah dari pada bagian buku-buku. Kandungan air pada arah melintang, yaitu bagian dalam lebih tinggi bila dibandingkan bagian luar. Selanjutnya oleh Liese (1980) dinyatakan batang bambu yang telah berumur 3-4 tahun kandungan air pada bagian pangkal lebih tinggi dari pada bagian ujung. Pengaruh waktu penebangan juga disebutkan bahwa batang bambu yang ditebang pada waktu musim kering mempunyai kandungan air minimum.



Gambar 2. Kandungan air dalam bambu

2.3.2. Berat Jenis Bambu

Berat jenis kayu atau bambu yaitu perbandingan berat bambu atau kayu terhadap berat suatu volume air yang sama dengan volume kayu atau bambu itu. Menurut Soenardi (1976b), untuk kayu atau bambu, berat yang digunakan adalah berat kering tanur.

Berat jenis dan kerapatan kayu atau bambu merupakan faktor-faktor yang menentukan sifat-sifat fisika dan mekanika kayu atau bambu. Hal ini disebabkan karena nilai berat jenis dan kerapatan kayu atau bambu ditentukan oleh banyaknya zat kayu. Soenardi (1976b) mengemukakan banyaknya zat kayu atau bambu merupakan petunjuk tentang :

- a. Kekuatan kayu, sifat pengerjaan dan penyelesaian akhirnya

ke rongga dalam kayu yang menentukan banyaknya air yang dapat diadsorpsi
d. Rapat kayu menentukan dimensi kayu atau bambu, sedangkan
perubahan dimensi kayu atau bambu disebabkan perubahan kandungan air

Menurut Ir. Soewarno Wiryomartono (Konstruksi kayu I, 1976), angka
rapat itu tergantung daripada banyaknya zat dinding sel tiap-tiap satuan
volume. Kayu yang berserat kasar mengandung sedikit sel-sel tiap-tiap satuan
volume, yang berarti sedikit dinding selnya, jadi angka rapatnya makin rendah
pula. Maka teranglah, bahwa semakin kecil angka rapat sesuatu kayu, semakin
kecil pula kekuatan kayu.

2.4 Sifat Mekanika Bambu

Bambu sebagai pengganti kayu dalam konstruksi bangunan adalah
penting. Oleh karena itu sifat-sifat bambu dalam kaitannya sebagai bahan
konstruksi bangunan perlu dipelajari, agar penggunaannya dapat efisien dan
optimal.

2.4.1 Kuat Lentur Statis Bambu

Di dalam kaitannya bambu sebagai bahan bangunan, maka pengetahuan
tentang kuat lentur statis bambu perlu diketahui

Imam Syafii (1984) mengartikan kuat lentur statis sebagai ukuran
kemampuan bahan untuk menahan beban yang bekerja tegak lurus sumbu
memanjang serat di tengah-tengah bahan yang disangga pada kedua ujungnya.

Tegangan patah terjadi pada saat bahan menerima beban maksimum dan pada saat tersebut bahan patah atau rusak. Sifat ini dinyatakan dengan besaran Modulus of Rupture (MOR).

Sebelum bahan patah pada saat menerima gaya maksimum, bahan menerima gaya sedemikian rupa, sehingga bila beban tersebut dihilangkan, maka bahan tersebut masih mampu untuk kembali ke bentuk semula. Dalam keadaan tersebut bahan berada dalam batas proporsi. Ukuran kemampuan bahan untuk menahan lenturan tanpa terjadi perubahan bentuk yang tetap dinyatakan dalam Modulus of Elasticity (MOE).

Janssen (1981) mengemukakan tingkah laku bambu dalam hal lenturan dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

1. Kandungan air

Menurut Janssen (1981) yang mengutip hasil penelitian Limaye (1952) dan Sekar (1962) terhadap *Dendrocalamus strictus* Ness, bambu dengan kandungan air 12% mempunyai kekuatan lentur statis sebesar 1,5 kali kekuatan lentur statis bambu dengan kandungan air 80%. Dengan demikian, penurunan kandungan air akan meningkatkan kekuatan lentur statis.

2. Buku-buku batang

Janssen (1981) menyatakan, pengaruh adanya nodia terhadap kuat lentur statis bambu telah dilakukan oleh Limaye (1952). Oleh Limaye (1981) disimpulkan bahwa kuat lentur statis bambu dengan nodia lebih besar dari pada yang tidak bernodia, tetapi mempunyai harga kekenyalan yang lebih

rendah. Kesimpulan tersebut diambil dari hasil percobaannya yang dilakukan terhadap *Dendrocalamus striemus* Ness.

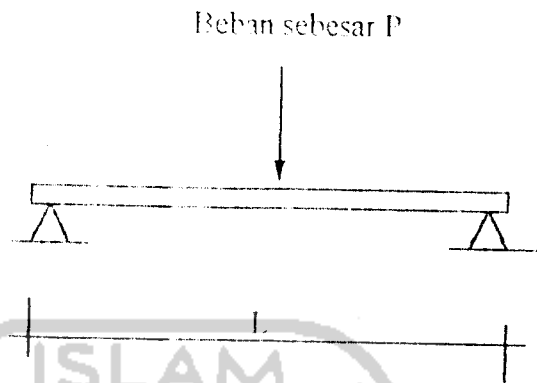
3. Posisi contoh uji di dalam batang.

Penelitian pengaruh posisi sepanjang batang terhadap kuat lentur statis bambu, menurut Janssen (1981) telah dilakukan oleh Limaye (1952) dan Suzuki (1984). Hasil penelitian tersebut memberikan harga kuat lentur statis pada bagian pangkal, tengah, dan ujung berturut-turut adalah 73, 65, dan 66 N/mm², sedangkan harga modulus elastisitasnya pada bagian pangkal, tengah dan ujung berturut-turut sebesar 10.700, 11.850 dan 13.800 N/mm². Dari hasil tersebut oleh Janssen (1981) disimpulkan bahwa ada suatu penurunan kuat lentur statis dari pangkal menuju ujung, sedang harga modulus elastisitasnya mengalami kenaikan. Hal itu sejalan dengan naiknya persentase serabut sklerenkim.

4. Bentuk dan ukuran contoh uji

Menurut Janssen (1981) bidang netral (lateral) contoh uji bambu utuh akan menerima gaya sorong yang paling besar. Bagian atas (dorsal) contoh uji akan menerima gaya lentur yang paling besar. Gaya lentur tersebut akan menghasilkan strain lateral yang arahnya melintang terhadap serabut contoh uji menjadi lebih besar. Strain lateral akan menyebabkan resiko terhadap kerusakan contoh uji menjadi lebih besar. Pada contoh uji kecil atau pipih yang terdiri dari bilah-bilah bambu, strain lateral tersebut akan kecil, sehingga resiko terhadap kerusakan lebih kecil dan contoh uji menjadi fleksibel. Dengan

demikian, kekuatan lentur pada bambu belah lebih besar apabila dibandingkan dengan bambu utuh



Gambar 3. Kuat lentur statis bambu

2.1.2 Kuat Desak Sejajar Serat Bambu

Kuat desak sejajar serat bambu merupakan kemampuan benda untuk menahan gaya dari luar yang datang pada arah sejajar serat yang cenderung memperpendek atau menekan bagian-bagian benda secara bersama-sama (ImamSyaff'i, 1984).

Menurut Janssen (1981), kuat desak sejajar serat dipengaruhi oleh:

1. Kandungan air

Janssen (1981) menyebutkan bahwa terjadi peningkatan kuat tekan sejajar serat dari pangkal menuju bagian ujung. Selanjutnya dinyatakan bambu pada bagian tengah yang berkan lung air 4% akan mempunyai kuat tekan yang sama dengan bagian ujung yang berkandungan air 12% dan akan sama dengan bagian pangkal yang berkandungan air 4% apabila bambu bagian tengah tersebut berkandungan air 12%. Dari hasil penelitian Limaye (1952), Motoi

Ota dan Sekar (1962) oleh Janssen (1981) disimpulkan bahwa ada hubungan yang terbalik antara kandungan air dengan kuat desak sejajar serat.

2. Posisi contoh uji di sepanjang batang

Kuat desak sejajar serat makin tinggi dari pangkal menuju ujung. Hal ini sesuai dengan meningkatnya jumlah serat sklerenkim, yang merupakan pendukung utama kekuatan bambu (Janssen, 1981).

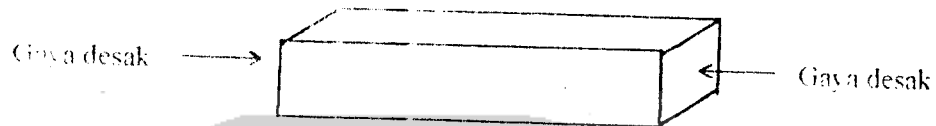
3. Kerapatan bambu

Janssen (1981) mengemukakan semakin besar massa persatuan volume, semakin besar pula kuat desak sejajar serat bambu. Untuk mengetahui hubungan antara kerapatan dengan kuat desak sejajar serat bambu, maka Janssen (1981) memperbandingkan ratio antara kuat desak sejajar serat maksimum dengan massa per satuan volume. Massa yang dipergunakan sebagai pembanding yaitu massa selulosa. Ratio pada bambu memberikan angka 0,094, sedang pada kayu hanya memberikan angka 0,081. Ratio tersebut memberikan angka yang lebih besar pada bambu. Hal ini karena kandungan selulosa bambu mencapai 55%, sedang pada kayu hanya mencapai 50%.

4. Persentase serabut sklerenkim

Menurut Janssen (1981), adanya serabut sklerenkim di dalam batang bambu, menyebabkan bambu mempunyai kekuatan dalam kaitannya bambu sebagai bahan bangunan. Uji coba yang telah dilakukan dengan *Bambusa blumeana*, menunjukkan adanya peningkatan kuat desak sejajar serat dari pangkal ke arah ujung. Selanjutnya Janssen (1981) menyajikan angka-angka

persentase serabut sklerenkim yang dikutip dari Grosser dan Liese (1974) sesuai dengan posisinya yang berturut-turut dari bagian pangkal, tengah, dan ujung adalah 32,6%, 40,4% dan 41,4%. Dengan demikian, kenaikan persentase serabut sklerenkim akan menyebabkan kenaikan kuat desak sejajar serat maksimumnya



Gambar 4. Kuat desak sejajar serat bambu

2.1.3 Kuat Geser Sejajar Serat Bambu

Kuat geser kayu bambu adalah suatu ukuran kemampuan kayu bambu untuk menahan gaya-gaya yang cenderung menyebabkan sebagian kayu bambu bergeser dengan bagian lain yang berdekatan (Wangaard, 1950).

Janssen (1981) mengemukakan bahwa kuat geser bambu perlu diperhatikan karena merupakan titik terlemah dari penggunaannya. Meyer dan Ekelund (1922) yang dikutip oleh Janssen (1981) menyimpulkan bahwa kuat lentur statis dan kuat geser bambu tidak sekuat kayu. Lebih jauh oleh Janssen (1981) dijelaskan, kuat geser bambu yang rendah bukan disebabkan telah dilewatinya titik maksimum kuat tarik sejajar serat, melainkan hilangnya keterpaduan antar serat. Hal tersebut dikarenakan keterpaduan antar serat memegang peranan yang sangat penting dalam kuat geser bambu.

Menurut Janssen (1981) faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kuat geser, adalah sebagai berikut:

1. Kandungan air

Kuat geser bambu akan menurun dengan meningkatnya kandungan air.

2. Ukuran contoh uji

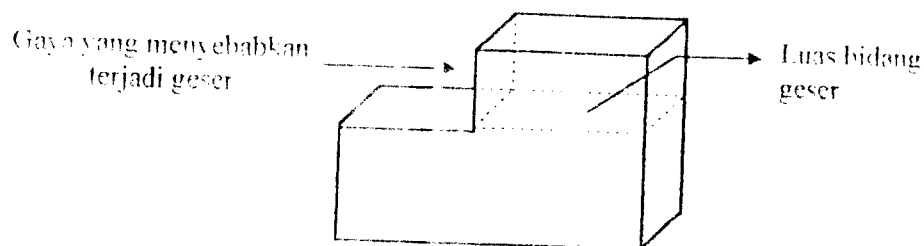
Ukuran panjang contoh uji yang memberikan kuat geser paling baik adalah 80 mm. Kurangnya kuat geser pada ukuran kurang dari 80 mm disebabkan adanya ketidakteraturan setempat. Sedangkan kurangnya kuat geser pada ukuran yang lebih dari 80 mm dikarenakan pada bagian tengah tidak memberikan reaksi seefektif pada bagian ujung.

3. Ada tidaknya nodia

Contoh uji yang bernodia mempunyai kuat geser yang lebih tinggi dari pada yang tidak bernodia. Hal tersebut dikarenakan di dalam nodia serat-serat saling berpaut satu sama lain, sedangkan di dalam buku-buku (internodia), serat-serat tidak saling berpaut. Serat-serat di dalam buku-buku mempunyai arah sejajar.

1. Posisi contoh uji di dalam batang

Hubungan antara kuat geser dan posisi contoh uji di dalam batang menunjukkan bahwa kuat geser semakin menurun dari posisi pangkal menuju ke arah ujung.



Gambar 5. Kuat geser sejajar serat bambu

2.1.1. Kuat Tarik Sejajar Serat Bambu

Menurut Wangaard (1950), kuat tarik kayu atau bambu adalah ukuran kekuatan kayu atau bambu yang diakibatkan oleh suatu gaya yang cenderung untuk memisahkan sebagian kayu atau bambu dengan gaya tarik.

Sifat kuat tarik dan modulus elastisitas adalah penting untuk penggunaan bambu sebagai bahan jembatan sederhana dan sebagai campuran beton ringan. Kuat tarik dan modulus elastisitas sangat berkaitan dengan struktur anatomi. Telah diketahui bahwa kuat tarik dan modulus elastisitas tarik umumnya didapat dari persentase serat-serat sklerenkim dan persentase selulosa (Janssen, 1981).

Berikut gambar kuat tarik sejajar serat bambu belah.



Gambar 6. Kuat tarik sejajar serat bambu

2.5 Landasan Teori

2.5.1 Perhitungan Kadar Air

Adapun persamaan untuk menentukan kadar air dipergunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kadar Air} = \frac{B_o - B_i}{B_i} \times 100 \%$$

Keterangan :

B_o = Berat benda uji sebelum masuk oven (gr)

B_i = Berat benda uji setelah masuk oven (gr).

2.5.2 Perhitungan Berat jenis Bambu

Adapun persamaan yang dipakai untuk menentukan berat jenis adalah sebagai berikut:

$$\text{Berat Jenis} = \frac{B_i}{V}$$

Keterangan :

B_i = Berat Jenis (gram/cm³)

B_i = Berat kering oven

V = Volume contoh uji

2.5.3 Penentuan Kuat Lentur Statis

Adapun persamaan yang dipergunakan untuk menentukan kekuatan lentur statis bambu belah adalah sebagai berikut :

$$\sigma_{lt} = \frac{3 P L}{2 b h^2}$$

Keterangan :

σ_{lt} = Tegangan lentur sejajar serat bambu belah

P = Beban maksimum (kg)

L = Bentang bebas contoh uji (cm)

b = Lebar contoh uji (cm)

h = Tebal contoh uji (cm)

Untuk menentukan besar kekuatan lentur sejajar serat pada bambu bulat dipakai rumus :

$$\sigma_{lt} = \frac{M \cdot C}{I}$$

Keterangan:

σ_{lt} = Tegangan lentur sejajar serat bambu bulat

M = Momen maksimum yang dialami ($\frac{1}{2} P \times \frac{1}{2} L$)

C = Konstanta (jari-jari lingkaran luar) = $\frac{1}{2} D$

L = Panjang bentangan (cm)

I = Momen Inertia (cm⁴)

$$I = \frac{\pi (D^4 - d^4)}{64}$$

2.5.4 Penentuan Kuat Desak Sejajar Serat

Pengujian untuk menentukan kuat desak sejajar serat baik contoh uji berbentuk belah maupun bulat dilakukan dengan persamaan sebagai berikut.

Untuk mengetahui kekuatan desak pada muatan maksimum dipakai persamaan :

$$\sigma_{ds} = \frac{P}{A}$$

Keterangan:

σ_{ds} = Tegangan desak sejajar serat bambu (Kg/cm²)

P = Beban maksimum (Kg)

A = Luas tampang benda uji (cm²)

2.5.5 Penentuan Kuat Geser Sejajar Serat

Penentuan kuat geser sejajar serat baik pada contoh uji berbentuk belah maupun utuh dilakukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\tau = \frac{P}{A}$$

Keterangan:

τ = Tegangan geser bambu searah serat (Kg/cm²)

P = Beban maksimum (Kg)

A = Luas tampang benda uji bidang geser (cm²)

2.5.6 Penentuan Kuat Tarik Sejajar Serat

Untuk mengetahui berbagai kekuatan tarik sejajar arah serat bambu belah tidak bernodia ruas digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\sigma_{tr} = \frac{P}{A}$$

$$E = \frac{\sigma_{tr}}{\epsilon}$$

Keterangan :

σ_{tr} // = Tegangan tarik maksimum (Kg/cm²)

E = Modulus Elastisitas (Kg/m²)

P = Beban tarik maksimum (Kg)

A = Luas tampang benda uji (cm²)

ϵ = Regangan

2.5.7 Model dan Anava Desain Eksperimen Faktorial

Dasar dipakainya analisa eksperimen faktorial ini, karena adanya beberapa faktor yang berlainan, misalnya efek posisi, jenis, ruas dan faktor bentuk contoh uji. Apabila tiap faktor terdiri atas beberapa taraf, maka kombinasi tertentu dari taraf tiap faktor menentukan sebuah kombinasi perlakuan. Jika semua, atau hampir semua kombinasi antara taraf setiap faktor kita perhatikan, maka eksperimen yang terjadi karenanya dinamakan eksperimen faktorial. Dikatakan dengan kata lain, eksperimen faktorial adalah eksperimen yang semua (hampir semua) taraf sebuah faktor tertentu, dikombinasikan atau disilangkan dengan semua (hampir semua) taraf tiap faktor lainnya yang ada dalam eksperimen itu.

2.6 HIPOTESIS

Di dalam penelitian ini diajukan beberapa hipotesis sebagai berikut :

1. Jenis bambu dan posisi dalam batang berpengaruh terhadap besar kadar air.
2. Jenis bambu dan posisi di dalam batang berpengaruh terhadap berat jenis.
3. Jenis bambu dan posisi di dalam batang berpengaruh terhadap besarnya
 Luat desak sejajar serat bambu.
4. Jenis bambu dan posisi di dalam batang berpengaruh terhadap besarnya
 Luat lentur sejajar serat bambu.
5. Jenis bambu dan posisi di dalam batang berpengaruh terhadap besarnya
 Luat geser sejajar serat bambu.
6. Jenis bambu dan posisi di dalam batang berpengaruh terhadap besarnya
 Luat tarik sejajar serat bambu.
7. Adanya ruas nodia akan memberikan angka kekuatan geser yang berbeda.
8. Adanya ruas nodia akan memberikan angka kekuatan lentur yang berbeda.
9. Adanya ruas nodia akan memberikan angka kekuatan desak yang berbeda.
10. Contoh uji berbentuk bulat akan memberikan angka kekuatan geser dan
 lentur yang berbeda dengan contoh uji berbentuk belah.

BAB III

PELAKSANAAN DAN HASIL PENELITIAN

3.1 Bahan Penelitian

Di dalam penelitian ini dipergunakan 3 (tiga) jenis bambu yang berumur berkisar 2 - 3 tahun, dalam keadaan segar. Karena setelah dipotong, di jemur atau di angin-anginkan, selama 1 (satu) bulan. Ketiga jenis bambu itu adalah : bambu Apus, bambu Petung dan bambu Ori. Bambu-bambu tersebut diambil dari desa Karangduren Banguntapan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta.

Tiap-tiap batang bambu yang diteliti dibagi menjadi 3 (tiga) bagian yang sama panjang , sehingga didapatkan posisi pangkal, tengah dan ujung.

Memilih batang-batang yang akan diteliti. Batang bambu yang dipilih dalam keadaan sehat, batangnya lurus , dan pertumbuhannya baik.

Permasalahan yang akan diteliti meliputi sifat fisika dan sifat mekanika dari bambu. Adapun dari sifat fisika yang diteliti adalah kadar air, sedangkan dari sifat mekanika meliputi : Kekuatan lentur statik, kekuatan desak sejajar serat, kekuatan tarik sejajar serat dan kekuatan geser sejajar serat bambu.

3.2 Pembuatan Contoh Uji

- Pengukuran Kadar Air Bambu Belah

Contoh uji untuk kadar air dibuat dengan ukuran 10 cm x 5 cm x tebal bambu. Berdasarkan Penelitian Janssen (1981) dengan modifikasi. Bentuk contoh uji seperti pada gambar 3.1 (lamp.1)

- Pengukuran Kadar Air Bambu Bulat

Contoh uji pengukuran kadar air bambu bulat dibuat dengan ukuran panjang 2.5 cm dan diambil bambu yang bebas cacat. Bentuk pembuatan contoh uji berdasarkan Penelitian Janssen (1981) dengan modifikasi. Bentuk contoh uji seperti pada gambar 3.2 (lamp.1).

- Pengujian Berat jenis Bambu

Contoh uji pembuatan berat jenis bambu belah dan bambu bulat seperti pada pembuatan contoh uji kadar air. Bentuk contoh uji berdasarkan Penelitian Janssen (1981) dengan modifikasi. Bentuk contoh uji seperti pada gambar 3.3 dan 3.4 (lampiran 1).

- Pengujian Kuat Desak Bambu Belah

Contoh uji dibuat dari bambu yang tidak beruas. Ukuran uji 3 cm x 1 cm x tebal bambu. Pembuatan contoh uji berdasarkan Penelitian Janssen (1981). Bentuk contoh uji seperti gambar 3.3 (lamp.1)

- Pengujian Kuat Desak Bambu Bulat

Contoh uji untuk kuat desak bambu bulat tanpa ruas dibuat dengan panjang 10 cm. Contoh uji ini seperti pada gambar 3.4 (lamp.1)

- Pengujian Kuat Desak Bambu Bulat dengan Ruas

Hampir sama dengan pengujian kuat desak bambu utuh tanpa ruas. Letak ruas diusahakan ditengah. Contoh benda uji seperti gambar 3.5 (lamp.2).

- Pengujian Kuat Lentur Bambu Belah

Contoh uji dibuat dengan ukuran 30 cm x 2 cm x tebal bambu. Berdasarkan Penelitian Janssen (1981) dengan modifikasi. Bentuk dan contoh uji seperti gambar 3.6 (lampiran 2)

- Pengujian Kuat Lentur Bambu Belah Dengan Ruas

Ukuran contoh uji sama dengan kuat lentur tanpa ruas. Letak ruas diusahakan ditengah. Bentuk contoh uji seperti pada gambar 3.7 (lamp. 2)

- Pengujian Kuat Lentur Bambu Utuh

Contoh uji dibuat dengan panjang 30 cm. Pembuatan contoh uji berdasarkan Penelitian Janssen (1981), seperti gambar 3.8 (lamp 2).

- Pengujian Kuat Lentur Bambu Utuh dengan Ruas

Contoh uji dibuat dengan panjang 76 cm, Letak ruas diusahakan berada ditengah-tengah. Bentuk contoh uji seperti pada gambar 3.9 (lampiran 2).

- Pengujian Kuat Geser Bambu Utuh

Contoh uji dibuat dengan ukuran panjang 8 cm, berdasarkan penelitian Janssen (1981). Benda contoh uji seperti pada gambar 3.10 (lampiran 2).

- Pengujian Kuat Geser Bambu Utuh dengan ruas

Contoh uji dibuat dengan panjang 8 cm, letak ruas berada ditengah. Bentuk contoh uji seperti gambar 3.11 (lampiran 3).

- Pengujian Kuat Geser Bambu Belah

Contoh uji dibuat dengan 6 cm x 5 cm. Berdasarkan Penelitian Janssen (1981). Bentuk contoh uji seperti pada gambar 3.12 (lampiran 3).

- Pengujian Kuat Geser Bambu Belah dengan Ruas

Bentuk dan ukuran contoh uji sama dengan bambu belah tanpa ruas. Posisi ruas diusahakan ditengah. Bentuk uji kuat geser bambu belah dengan ruas, seperti pada gambar 3.13 (lampiran 3)

- Pengujian Kuat Tarik Bambu Belah

Contoh uji dibuat dengan panjang 30 cm, tebal bagian tepi 4 mm sedang tebal bagian tengah 1 mm. Pembuatan contoh uji ini berdasarkan percobaan diulang-ulang dan modifikasi dari contoh uji kuat tarik kayu lapis. Bentuk contoh uji seperti pada gambar 3.14 (lampiran 3).

3.3 Cara Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Penentuan Kadar Air

Prosedur pengujian untuk menentukan kadar air bambu basah berbentuk bulat atau belah adalah sebagai berikut :

1. Menimbang contoh uji potongan bambu segar pada neraca elektronik. Berat contoh uji ini merupakan berat awal (B_0).
2. Mengeringkan contoh uji pada oven pengering pada suhu 100°C - 105°C .
3. Mendinginkan contoh uji pada desikator selama $\pm 7,5$ menit, sampai berat contoh uji konstan yaitu setelah dicapai berat kering tanur. Hasil penimbangan contoh uji, ditetapkan sebagai Berat kering oven (B_i).

3.3.2 Penentuan Berat Jenis

Untuk menentukan berat jenis terlebih dahulu diukur volume dan berat contoh uji. Volume diukur pada dimensi maksimum contoh uji, sedang berat diukur dari berat kering tanur.

Adapun prosedur pengujian untuk menentukan berat jenis bambu baik berbentuk bulat atau belah adalah sebagai berikut :

1. Contoh uji direndam dalam air sampai mencapai kadar air maksimum, selama ± 3 hari.
2. Disiapkan sebuah bejana yang diisi dengan air, kemudian bejana yang diisi air ini ditimbang (berat = A).

3. Agar contoh uji ini tidak bergerak-gerak maka digunakan statip dan penjepit untuk menepit jarum pada contoh uji.
4. Bejana yang berisi air dan contoh uji tersebut ditimbang (Berat = B)
5. Volume contoh uji dapat dihitung dengan dengan menghitung selisih berat antara A dan B ($V = B-A$)

Pengukuran contoh uji dilakukan dengan mengeringkan contoh uji didalam tanur dengan suhu $100^{\circ}\text{C} - 105^{\circ}\text{C}$. Langkah selanjutnya adalah mendidinkan contoh uji didalam desikator selama ± 7.5 menit, kemudian melakukan penimbangan

3.3.3 Penentuan Kuat Lentur Statis

Prosedur pengujian untuk menentukan keteguhan lentur statik bambu belah adalah sebagai berikut

1. Meletakkan contoh uji pada dua penyangga yang berjarak 28 cm. Letak kulit luar berada disebelah atas.
2. Memberikan pembebanan pada contoh uji tepat ditengah-tengahnya. Pembebanan dilakukan hingga mencapai muatan maksimum.
3. Mencatat besarnya muatan pada skala muatan.
4. Pembebanan dihentikan pada saat jarum pada skala muatan berhenti.

3.3.4 Penentuan Kuat Desak Sejajar Serat

Pengujian untuk menentukan kuat desak sejajar serat baik contoh uji berbentuk belah maupun bulat utuh dilakukan dengan meletakkan contoh uji diatas suatu panumpu pada mesin penguji dengan kekuatan tegak (arah serat tegak lurus

mesin penumpu). Selanjutnya dilakukan pembebanan dengan kecepatan penambahan beban 0,18 mm/detik atau 7 (tujuh) skala, skala beban 2400 LBS. Pengujian dihentikan setelah mencapai muatan maksimum.

3.3.5. Penentuan Kuat Geser Sejajar Serat

Pengujian kuat geser sejajar serat baik pada contoh uji berbentuk belah maupun utuh dilakukan dengan proses sebagai berikut :

1. Memasang contoh uji pada alat uji geser.
2. Melakukan Pembebanan dengan kecepatan mesin penguji konstan sebesar 12 Skala.
3. Pembebanan dihentikan setelah dicapai beban maksimum pada contoh uji (jarum skala beban pada contoh penguji berhenti).
4. Menghitung kuat geser.

3.3.6 Penentuan Kuat Tarik Sejajar Serat

Prosedur pengujian kekuatan tarik sejajar serat bambu belah tidak bernoda adalah sebagai berikut :

1. Menjepitkan contoh uji pada mesin penguji. Contoh uji berkedudukan tegak (arah serat bambu tegak lurus bidang horisontal).
2. Melakukan tarikan pada contoh uji dengan kecepatan tarikan 8 skala.
3. Melakukan pengamatan beban tarik dan regangan. Pengamatan beban tarik dilakukan pada skala tarikan, sedangkan pengamatan regangan dilakukan pada Ektensiometer.
4. Menghentikan pengujian setelah dicapai beban tarikan maksimum.

3.1 Hasil Penelitian

3.1.1 Hasil rata-rata kadar air (%)

Tabel 4. Kadar Air Bambu (%)

Jenis Bambu	Bentuk Contoh Uji	Posisi Contoh Uji		
		Pangkal	Tengah	Ujung
Apus	Belah	11,683	11,923	11,633
	Bulat	13,167	13,323	12,823
Petung	Belah	12,233	12,190	12,023
	Bulat	13,067	12,477	12,100
Ori	Belah	13,520	12,720	12,560
	Bulat	13,720	12,820	11,347

3.1.2 Hasil rata-rata berat jenis

Tabel 2. Berat Jenis Bambu (gram/cm³)

Jenis Bambu	Bentuk Contoh Uji	Posisi Contoh Uji		
		Pangkal	Tengah	Ujung
Apus	Belah	0,533	0,563	0,680
	Bulat	0,550	0,610	0,603
Petung	Belah	0,663	0,700	0,730
	Bulat	0,693	0,703	0,753
Ori	Belah	0,733	0,740	0,760
	Bulat	0,737	0,743	0,757

3.1.3 Hasil Pengujian Kuat Lentur Statis

Tabel 3. Kuat Lentur Bambu Bulat dengan dan tanpa Ruas

Jenis Bambu	Bentuk contoh uji	Ada tidak ruas	σ (Kg/cm ²)		
			Ujung	Tengah	Pangkal
Apus	Bulat	Ruas	456,886	403,625	403,142
		Tidak	79,66	75,76	57,41
Petung	Bulat	Ruas	317,879	260,218	323,410
		Tidak	46,22	52,85	80,12
Ori	Bulat	Ruas	367,562	338,248	316,030
		Tidak	52,37	37,78	43,67

Tabel 4. Kuat Lentur Bambu Belah dengan dan tanpa ruas (Kg cm²)

Jenis Bambu	Bentuk contoh uji	Ada tidak ruas	σ (Kg/cm ²)		
			Pangkal	Tengah	Ujung
Apus	Belah	Ruas	1383.21	1623.09	2227.47
		Tidak	858.260	1163.73	1452.76
Petung	Belah	Ruas	1096.86	1024.72	1277.09
		Tidak	1067.54	1244.96	1296.91
Ori	Belah	Ruas	1648.23	1382.21	1674.73
		Tidak	1848.55	2123.11	3181.96

3.4.4 Hasil Pengujian Kuat Desak Sejajar Serat

Tabel 5. Kuat Desak Bambu Bulat

Jenis Bambu	Bentuk contoh uji	Ada tidak ruas	σ (Kg/cm ²)		
			Pangkal	Tengah	Ujung
Apus	Bulat	Ruas	370.783	404.030	405.897
		Tidak	337.443	366.887	343.390
Petung	Bulat	Ruas	435.907	519.727	507.867
		Tidak	405.837	491.213	468.433
Ori	Bulat	Ruas	430.911	480.421	521.932
		Tidak	300.197	476.497	542.497

Tabel 6. Kuat desak Bambu Belah Tanpa ruas

Jenis Bambu	Bentuk contoh uji	σ (Kg/cm ²)		
		Pangkal	Tengah	Ujung
Apus	Belah	401.234	424.877	430.066
Petung	Belah	514.945	523.660	566.152
Ori	Belah	464.126	579.500	602.706

3.4.5 Hasil Pengujian Kuat Geser Bambu Sejajar Serat

Tabel 7. Kuat Geser Bambu Bulat dengan dan tanpa ruas

Jenis Bambu	Bentuk contoh uji	Ada tidak ruas	τ (Kg/cm ²)		
			Pangkal	Tengah	Ujung
Apus	Bulat	Ruas	11.047	23.872	20.690
		Tidak	8.555	4.887	5.547
Petung	Bulat	Ruas	10.534	20.818	8.410
		Tidak	16.550	19.180	31.910
Ori	Bulat	Ruas	27.826	17.092	22.404
		Tidak	4.029	8.759	18.870

Tabel 8. Kuat Gesir Bambu Belah dengan dan tanpa ruas

Jenis bambu	Bentuk Contoh Uji	Ada Tidak Nodia	τ (Kg/cm ²)		
			Pangkal	Tengah	Ujung
Apus	Belah	Ruas	22.171	30.648	66.804
		Tidak	20.611	36.742	57.778
Petung	Belah	Ruas	93.209	89.758	57.610
		Tidak	67.898	80.068	66.295
Ori	Belah	Ruas	40.991	34.352	59.772
		Tidak	16.332	29.689	51.631

3.4.6 Hasil Pengujian Kuat Tarik Bambu Belah

Tabel 9. Kuat Tarik Maksimum Bambu Belah

Jenis	Bentuk	Ruas	σ (kg/cm ²)		
			Bawah	Tengah	Ujung
Petung	Belah	Tanpa	1635.43	1101.77	1336.60
		Ada	1263.87	1929.60	1572.60
Apus	Belah	Tanpa	1035.27	2122.00	2422.93
		Ada	992.633	1316.30	1269.90
Ori	Belah	Tanpa	1206.67	861.233	1396.67
		Ada	923.167	1002.53	1095.60

Tabel 10. Kuat tarik bambu belah pada batas elastis

Jenis	Bentuk	Ruas	σ (Kg/cm ²)		
			Bawah	Tengah	Ujung
Petung	Belah	Tanpa	1128.33	778.333	823.333
		Ada	850.000	1166.50	923.333
Apus	Belah	Tanpa	661.667	1318.33	1426.67
		Ada	618.333	823.333	912.100
Ori	Belah	Tanpa	2447.90	676.033	1043.33
		Ada	831.333	904.533	994.200

Tabel 11. Modulus Elastisitas Bambu Belah pada batas elastis

Jenis	Bentuk	Ruas	E (Kg/cm ²)		
			Bawah	Tengah	Ujung
Petung	Belah	Tanpa	82257.20	100975.00	105025.00
		Ada	71520.90	98654.000	89655.600
Apus	Belah	Tanpa	70575.40	113435.00	117278.00
		Ada	61653.70	92865.500	93894.200
Ori	Belah	Tanpa	77595.80	67804.800	328247.00
		Ada	76039.70	86497.800	105845.00

BAB IV

ANALISIS

4.1 Kadar Air

Hasil lengkap pengujian kadar air pada kondisi kering angin, yaitu bambu Apus, Petung dan Ori untuk sampel bulat dan belah dapat dilihat pada tabel M, sedang cara perhitungannya seperti pada contoh berikut ini.

Suatu eksperimen yang menyangkut empat buah faktor terdiri dari jenis bambu, posisi dalam batang, bentuk contoh uji dan tiga kali ulangan, telah dilakukan dan merupakan eksperimen faktorial $3 \times 3 \times 2 \times 3$ dengan desain acak sempurna: ini berarti Ruas tiga taraf untuk faktor jenis, tiga taraf faktor posisi, dua taraf faktor bentuk dan tiga taraf untuk faktor eksperimen ulangan.

Daftar M

Data Hasil Observasi Eksperimen Faktorial $3 \times 3 \times 2 \times 3$

	Pangkal		Tengah		Ujung	
	bulat	belah	bulat	belah	bulat	belah
Apus	11,76	11,64	11,18	12,55	11,60	11,80
	13,60	12,70	12,45	12,32	12,36	11,34
	13,84	12,36	13,80	11,70	13,24	12,93
Jumlah	39,2	36,7	37,43	36,57	37,2	36,07
Petung	13,50	11,49	13,05	12,62	12,71	11,60
	13,40	11,96	13,20	12,10	13,16	11,80
	13,50	11,60	13,72	11,05	12,60	11,50
Jumlah	40,4	35,05	39,97	35,77	38,47	34,90
Ori	13,57	13,58	12,92	12,55	11,30	12,98
	13,80	13,55	12,73	12,67	11,22	12,44
	13,79	13,43	12,81	12,94	11,52	12,26
Jumlah	41,16	40,56	38,46	38,16	35,04	37,68

Untuk menghitung jumlah Kuadrat (JK) tiap sumber variasi, sebaiknya dibuat daftar $a \times b \times c$, daftar $a \times b$, daftar $a \times c$ dan daftar $b \times c$. Berturut-turut keempat daftar dapat dilihat dalam daftar: N, O, P dan Q.

Daftar N. $a \times b \times c$ (data dari daftar M)

	Pangkal (a1)		Tengah (a2)		Ujung (a3)	
	bulat	belah	bulat	belah	bulat	belah
Apus	39,20	36,70	37,43	36,57	37,20	36,07
Petung	40,40	35,05	40,97	35,77	37,47	34,90
Ori	41,16	40,56	38,46	38,16	35,04	37,68

Daftar O. $a \times b$ (data dari daftar M)

	a1	a2	a3
bulat (b1)	120,76	117,11	109,76
belah (b2)	112,31	111,32	108,65
jumlah	233,07	226,36	218,36

Daftar P. $a \times c$ (data dari daftar M)

	a1	a2	a3	jumlah
c1	75,90	74,00	73,27	223,17
c2	75,45	75,74	73,37	224,56
c3	81,72	76,62	71,72	230,06

Daftar Q. $b \times c$ (data dari daftar M)

	b1	b2
c1	113,83	109,34
c2	118,84	105,72
c3	113,66	116,40
jumlah	346,33	331,46

Dari daftar M, dapat dihitung :

ΣY^2 = jumlah kuadrat (JK) semua nilai pengamatan

$$\Sigma Y^2 = 11,76^2 + 13,60^2 + 13,81^2 + \dots + 12,44^2 + 12,26^2 = 8543,903$$

R_y = jumlah kuadrat (JK) untuk rata-rata

$$R_y = \frac{701,25^2}{3 \times 2 \times 3 \times 3} = 8507,394$$

J_{abc} = jumlah kuadrat (JK) antara sel untuk daftar a $\times$ b $\times$ c

$$J_{abc} = \frac{(39,20^2 + 40,40^2 + \dots + 34,90^2 + 37,68^2)}{3} - 8507,394 = 21,147$$

Dari tab. L, O, P dan Q bisa diperoleh

J_{ab} = jumlah kuadrat antara sel untuk daftar a $\times$ b

$$J_{ab} = \frac{(120,76^2 + 112,31^2 + \dots + 109,76^2 + 108,65^2)}{3 \times 3} - 8507,394 = 11,651$$

J_{ac} = jumlah kuadrat antara sel untuk daftar a $\times$ c

$$J_{ac} = \frac{(75,90^2 + 75,45^2 + \dots + 73,37^2 + 71,72^2)}{2 \times 3} - 8507,394 = 11,66$$

J_{bc} = jumlah kuadrat antara sel untuk daftar b $\times$ c

$$J_{bc} = \frac{(113,83^2 + 118,81^2 + \dots + 105,72^2 + 116,40^2)}{3 \times 3} - 8507,394 = 10,981$$

Selanjutnya kita dapatkan harga-harga sebagai berikut :

Jumlah kuadrat-kuadrat untuk sumber variasi perlakuan A adalah

$$A_y = \frac{(233,07)^2 + (226,36)^2 + (218,36)^2}{2 \times 3 \times 3} - 8507,394 = 6,026$$

Jumlah kuadrat-kuadrat untuk sumber variasi perlakuan B adalah

$$B_y = \frac{(346,33)^2 + (331,46)^2}{3 \times 3 \times 3} - 8507,394 = 4,095$$

Jumlah kuadrat-kuadrat untuk sumber variasi perlakuan C adalah:

$$C_y = \frac{(223,17)^2 + (224,56)^2 + (230,06)^2}{3 \times 2 \times 3} - 8507,394 = 1,475$$

interaksi faktor-faktor yang lain :

$$AB_y = J_{ab} - A_y - B_y = 11,651 - 6,026 - 4,095 = 1,531$$

$$AC_y = J_{ac} - A_y - C_y = 10,981 - 6,026 - 1,475 = 3,480$$

$$BC_y = J_{bc} - B_y - C_y = 12,575 - 4,095 - 1,475 = 7,005$$

$$\begin{aligned} ABC_y &= J_{abc} - A_y - B_y - C_y - AB_y - AC_y - BC_y \\ &= 24,477 - 6,026 - 4,095 - 1,475 - 1,531 - 3,480 - 7,005 \\ &= 0,865 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_y &= \sum Y^2 - R_y - A_y - B_y - C_y - AB_y - AC_y - BC_y - ABC_y \\ &= 8543,903 - 8507,394 - 6,026 - 4,095 - 1,475 - 1,530 - 3,480 - 7,005 - \\ &\quad 0,865 \\ &= 12,032 \end{aligned}$$

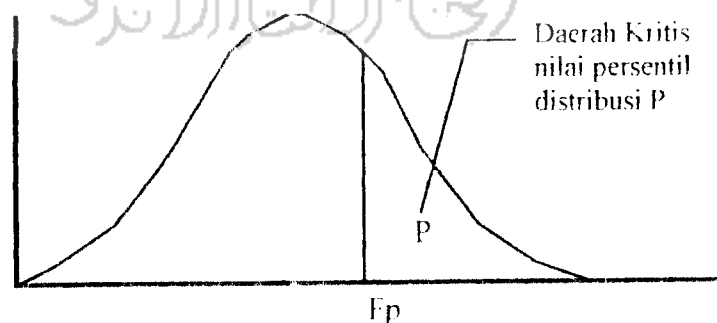
$$F \text{ statistik} = \frac{\text{Kuadrat Tengah Variasi}}{\text{Kuadrat Tengah Error}}$$

$$= \frac{3,013}{0,334} = 9,015$$

Daerah kritis untuk signifikan α 0,01 (tingkat ketelitian 99%) dari tabel nilai persentil daftar F didapatkan persentil 5,21 sebagai batas kiri dan nilai derajat kebebasan dari sumber variasi Error 36 sebagai batas kanan. Apabila ternyata tidak masuk, maka dilakukan lagi untuk tingkat signifikan (tingkat ketelitian 95%), di dapatkan nilai persentil 3,27.

Melihat hasil dari hitungan diatas maka, jenis bambu tidak menimbulkan pengaruh yang signifikan untuk α 0,01 dan α 0,05 terhadap kadar air. Untuk selanjutnya cara perhitungan dilakukan seperti diatas, hasil dari hitungan dimasukan dalam tabel 12 analisis varian faktorial.

Berikut gambar kurva daerah kritis nilai presentil distribusi F



Tabel 12. Analisis variasi Kadar Air Bambu

Sumber Variasi	D B	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel
Jenis (A)	2	5.0446	2.5223	0.2247	3.27
Posisi (C)	2	40.2987	20.1494	1.7950	3.27
Jenis x Posisi (AB)	4	27.9172	6.9793	0.6217	2.64
Bentuk (B)	1	25.0376	25.0376	2.2304	4.12
Jenis x Bentuk (AC)	2	10.9877	5.4938	0.4894	3.27
Posisi x Bentuk (BC)	2	8.5459	4.2429	0.3806	3.27
J x P x Bentuk (ABC)	4	37.6902	9.4226	0.8394	2.64
Error	36	404.1159	11.2254	---	---
Total	54	9666.148			

Keterangan : berpengaruh pada taraf uji 0.05

Analisis varian menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh nyata terhadap taraf uji 0.05.

Untuk lebih mengetahui pengaruh dari interaksi posisi dan bentuk contoh uji bambu ini dilanjutkan dengan uji banding sebagai berikut :

Tabel 13. Kadar Air terhadap interaksi posisi dan bentuk

Faktor	Kadar Air Rata-rata (%)					
	Pangkal		Tengah		Ujung	
Posisi						
Bentuk	belah	bulat	belah	bulat	belah	bulat
Rata-rata	12.479	13.118	12.278	12.873	12.072	12.070
	12.948		12.575		12.075	

Dari tabel 13 ada perbedaan nyata pada posisi pangkal dan tengah, untuk contoh uji bentuk bulat dan belah pada taraf uji 0.05.

Untuk mendapatkan nilai-nilai statistik F yang lain, dipergunakan perbitungan dan analisis varian seperti pada contoh kadar air diatas.

4.2 Berat Jenis

Hasil lengkap pengujian berat jenis bambu Apus, Petung dan Ori dapat dilihat pada lampiran 5. Adapun analisis variannya pada tabel 14 di bawah ini.

Tabel 14. Analisis Varian Berat Jenis Bambu

SV	DB	JK	KT	FI	FT
Jenis (A)	2	0.035878	0.017939	8.838504*	5.33
Posisi (C)	2	0.233878	0.116939	57.61588*	7.41
Jenis X Posisi (AC)	4	0.008478	0.002119	1.044252	5.33
Bentuk (B)	1	0.000417	0.000417	0.205292	5.33
Jenis X Ruas (AB)	2	0.004033	0.002017	0.993613	3.91
Posisi X Ruas (BC)	2	0.0013	0.00065	0.320255	5.33
J X P X R	4	0.009033	0.002258	1.112682	3.91
Error	36	0.073067	0.00203		
Total	54	25.3765			

Keterangan : * berpengaruh pada taraf uji 0.01

Dari analisis varian menunjukan ada pengaruh nyata pada jenis dan posisi bambu pada taraf uji 0.01. Dengan adanya pengaruh yang nyata ini maka pengujian selanjutnya dilakukan uji banding faktor-faktor sebagai berikut :

Tabel 15. Berat jenis terhadap faktor Jenis

Faktor	Berat Jenis Rata-rata					
	Apus		Petung		Ori	
Jenis						
Bentuk	Belah	Bulat	Belah	Bulat	Belah	Bulat
Rata-rata	0.592	0.588	0.698	0.717	0.743	0.746
	0.590		0.707		0.744	

Tabel 15 menunjukan perbedaan nyata bahwa antara jenis Apus terhadap Petung dan Ori, sedang antara jenis Petung dan Ori tidak ada perbedaan nyata.

Tabel 16. Berat jenis terhadap faktor Posisi

Faktor	Rata-rata hasil Berat jenis					
	Pangkal		Tengah		Ujung	
Posisi						
Bentuk	Belah	Bulat	Belah	Bulat	Belah	Bulat
Rata-rata	0,642	0,660	0,668	0,686	0,723	0,704
	0,651		0,677		0,713	

Tabel 16 menunjukkan ada perbedaan nyata antara posisi ujung batang bambu terhadap posisi pangkal dan tengah batang bambu.

4.3 Kuat Lentur Statis

4.3.1 Kuat Lentur Bambu Bulat

Hasil rata-rata pengujian kuat lentur bambu bulat dengan ruas dan tanpa ruas, dapat dilihat pada lampiran 7a, dan hasil analisis pada tabel 17 di bawah ini.

Table 17. Analisis Varian Kuat Lentur Bambu Bulat dengan dan tanpa ruas.

SV	DB	JK	KT	FH	FT
Jenis (A)	2	4819,225	2409.612	8,057433*	6,01
Posisi (C)	2	48350.6	24175.3	80,83908*	6,01
Jenis X Posisi (AC)	4	14309.72	3577.431	11,96247*	4,58
Ruas (B)	1	1220846	1220846	4082,35*	8,29
Jenis X Ruas (AB)	2	4015,383	2007.692	6,713461*	6,01
Posisi X Ruas (BC)	2	25977.4	12988,7	43,43253*	6,01
J X P X R	4	3206,255	801,5638	2,680326	4,58
Error	36	10765.97	299,0546		
Total	54	3693331			

Keterangan : * beda pada taraf uji 0.01

Analisa varian menunjukkan jenis bambu, posisi, intraksi antara jenis dan posisi, nodia ruas, interaksi antara jenis dan ruas, serta interaksi antara posisi dan ruas berpengaruh nyata pada taraf uji 0,01. Dengan adanya pengaruh nyata dari posisi dan ruas ini maka dilakukan pengujian lebih lanjut dengan uji faktor sebagai berikut :

Tabel 18. Kuat lentur bambu bulat dengan dan tanpa ruas terhadap faktor jenis

Faktor	Kuat Lentur Bambu Bulat Maks Kg.cm ²					
Jenis	Apus		Petung		Ori	
Ruas	Tidak	Ada	Tidak	Ada	Tidak	Ada
Rata-rata	72.551	429.862	59.198	309.606	44.468	338.915
	251.208		181.402		191.691	

Tabel 19. Kuat lentur bambu bulat dengan dan tanpa ruas terhadap faktor posisi

Faktor	Kuat Lentur Bambu Bulat Maks Kg.cm ²					
Posisi	Pangkal		Tengah		Ujung	
Ruas	Tidak	Ada	Tidak	Ada	Tidak	Ada
Rata-rata	59.887	356.074	57.014	339.247	59.319	383.061
	207.980		198.130		221.190	

Tabel 18 menunjukkan perbedaan nyata jenis bambu Apus terhadap bambu Petung dan bambu Ori. Untuk tabel 19 tidak terdapat perbedaan nyata antara posisi pangkal, tengah dan ujung.

4.3.2 Kuat Lentur Bambu Belah

Hasil rata-rata pengujian kuat lentur bambu belah dengan dan tanpa ruas dapat dilihat pada Lampiran 7b, dan analisis variannya terdapat pada tabel 20.

Tabel 20. Analisis Varian Kuat Lentur Bambu Belah dengan dan tanpa ruas.

SV	DB	JK	KT	FH	FI
Jenis (A)	2	2698989	1349495	46,2339*	6,01
Posisi (C)	2	6017094	3008547	103,0733*	6,01
Jenis X Posisi (AC)	4	741803,6	185450,9	6,353577*	4,58
Ruas (B)	1	155026,2	155026,2	5,311223	8,29
Jenis X Ruas (AB)	2	363009,4	181504,7	6,21838*	6,01
Posisi X Ruas (BC)	2	4623093	2311501	79,1924*	6,01
J X P X R	4	1034525	258631,4	8,860751*	4,58
Error	36	1050783	29188,42		
Total	54	1.43E+08			

Keterangan : * berpengaruh nyata pada taraf uji 0,01

Dari analisis varian kuat lentur bambu belah menunjukkan jenis, posisi, interaksi antara jenis dan posisi, interaksi antara jenis dan ruas, interaksi antara posisi dan ruas, serta interaksi antara jenis, posisi, dan ruas menunjukkan pengaruh yang nyata pada taraf uji 0,01. Dengan adanya pengaruh yang nyata ini maka dilanjutkan dengan uji banding antara faktor-faktor tersebut.

Tabel 21. Kuat lentur bambu belah terhadap posisi

Faktor	Kuat Lentur Rata-rata (Kg/cm ²)					
	Pangkal		Tengah		Ujung	
	Ada	Tidak	Ada	Tidak	Ada	Tidak
Posisi	1388,024	1265,876	1325,792	1517,654	1715,549	1967,318
Ruas	1326,950		1421,723		1841,433	

Tabel 22. Kuat lentur bambu belah terhadap jenis bambu

Faktor	Kuat Lentur Rata-rata (Kg/cm ²)					
	Apus		Petung		Ori	
	Ada	Tidak	Ada	Tidak	Ada	Tidak
Jenis	1739,411	1150,907	1136,913	1203,700	1553,041	2396,241
Ruas	1445,159		1220,306		1974,641	

Dari tabel 21 dapat diketahui bahwa masing-masing posisi mempunyai perbedaan yang nyata antara pangkal, tengah dan ujung batang. Untuk tabel 22 menunjukkan perbedaan, tetapi tidak signifikan secara analisis varian.

Tabel 23. Uji banding faktor bentuk terhadap kuat lentur sejajar serat

Faktor	Kuat Lentur Rata-rata (Kg/cm ²)	
	Bulat	Belah
	209,100	1530,036

Dari tabel 23 dapat diketahui bahwa contoh uji berbentuk bulat dan belah mempunyai perbedaan yang nyata.

4.4 Kuat Desak Sejajar Serat

4.4.1 Kuat Desak Bambu Bulat

Hasil rata-rata pengujian dan pengukuran kekuatan desak sejajar serat bambu bulat dapat dilihat pada lampiran 6a. Adapun hasil analisis varian kekuatan desak sejajar serat dapat dilihat pada tabel 24.

Tabel 24. Analisis varian kuat desak sejajar serat bambu bulat

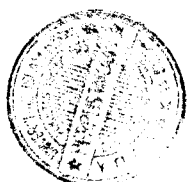
SV	DB	JK	KT	FH	F1
Jenis (A)	2	78521.42	39260.71	11,14985*	3.55
Posisi (C)	2	106853.7	53426.85	15,17297*	3.55
Jenis X Posisi (AC)	4	35312.56	8828.141	2,507149	2.93
Ruas (B)	1	19846.78	19846.78	5,636389*	4.41
Jenis X Ruas (AB)	2	4727.122	2363.561	0,67124	3.55
Posisi X Ruas (BC)	2	306.4645	153.2323	0,043517	3.55
J X P X R	4	15912.28	3978.07	1,129753	4.41
Error	36	126762.7	3521,187		
Total	54	10553914			

Keterangan: * beda nyata pada taraf uji 0,05

Dari tabel 24 analisis varian kuat desak sejajar serat bambu bulat menunjukkan bahwa jenis, posisi, dan ruas bambu mempunyai pengaruh nyata pada taraf uji 0,05. Dengan adanya pengaruh yang nyata ini maka diadakan uji lanjut dengan dilakukan faktor banding sebagai berikut :

Tabel 25. Kuat Desak Bambu bulat dengan dan tanpa ruas terhadap faktor Jenis dan Posisi

Faktor	Kuat desak bambu bulat (Kg/cm2)					
	Petung		Apus		Ori	
Ruas	tidak	ada	tidak	ada	tidak	ada
	455,16	487,33	349,24	393,57	439,73	477,75
Posisi	Pangkal		Tengah		Ujung	
	tidak	ada	tidak	ada	tidak	ada
Ruas	347,83	412,53	444,87	468,06	451,44	478,56



4.4.2 Kuat Desak Bambu Belah

Hasil rata-rata pengujian kuat bambu belah tanpa ruas dapat dilihat pada lampiran 6b. Adapun analisisnya dapat dilihat pada tabel 26 dibawah ini

Tabel 26. Analisis varian kuat desak bambu belah tanpa ruas

SV	DB	JK	KT	FH	FT
Jenis (A)	2	13722.95	6861.476	1.708026	4.41
Posisi (C)	2	48964.37	24482.19	6.094345*	4.41
Jenis X Posisi (AC)	4	8451.314	2112.828	0.525946	2.93
Error	18	72309.55	4017.197		
Total	27	7047460			

Keterangan : * beda nyata pada taraf uji 0.05

Analisis varian menunjukan posisi mempunyai pengaruh yang nyata pada taraf uji 0.05. Sedang untuk jenis dan interaksi antara jenis x posisi tidak terdapat beda yang nyata.

Tabel 27. Kuat desak bambu belah terhadap faktor posisi

Faktor	Kuat desak bambu bulat sejajar serat (Kg/cm2)		
Posisi	Pangkal	Tengah	Ujung
	460.101	512.679	536.400

Dari tabel 26 dapat dilihat terdapat perbedaan nyata antara posisi pangkal terhadap posisi tengah dan ujung.

4.5 Kuat Geser Sejajar Serat

4.5.1 Kuat Geser Bambu Bulat

Hasil rata-rata pengujian kuat geser bambu bulat sejajar serat baik bambu bulat bernoda atau tidak bernoda dapat dilihat dilihat pada lampiran 8a. Adapun hasil analisa variannya dapat dilihat pada tabel 28 dibawah ini.

Tabel 28. Analisis varian Kuat Geser Bambu Bulat dengan dan tanpa ruas

SV	DB	JK	KT	FH	FT
Jenis (A)	2	59.35158	29.67579	1.885843	3.55
Posisi (C)	2	488.9421	244.471	15.53569*	3.55
Jenis X Posisi (AC)	4	235.857	58.96425	3.747072*	2.93
Ruas (B)	1	115.7197	115.7497	7.355685*	4.41
Jenis X Ruas (AB)	2	144.7072	72.35362	4.597943*	3.55
Posisi X Ruas (BC)	2	1106.173	553.0864	35.14765*	3.55
J X P X R	4	743.6507	185.9127	11.81442*	2.93
Error	36	566.4991	15.73609		
Total	54	18191.48			

Keterangan : * beda nyata pada taraf uji 0.05

Dari tabel 28 dapat diketahui bahwa tidak terdapat pengaruh nyata pada jenis, tetapi berpengaruh nyata pada posisi, dan interaksi-interaksi yang lain pada taraf uji 0.05

Tabel 29. Kuat Geser bambu bulat terhadap faktor jenis

Faktor	Kuat geser rata-rata bambu bulat (Kg/cm ²)					
Jenis	Apus		Petung		Ori	
Ruas	Ada	tidak	Ada	tidak	Ada	tidak
	18.373	6.332	13.129	22.543	22.439	16.281
	12.352		17.836		19.360	

Tabel 30. Kuat Geser bambu bulat terhadap faktor posisi

Faktor	Kuat geser rata-rata bambu bulat (Kg/cm ²)					
Posisi	Pangkal		Tengah		Ujung	
Ruas	Ada	tidak	Ada	tidak	Ada	tidak
	16.467	13.601	20.764	13.796	17.710	17.760
	15.034		17.280		17.735	

4.5.2 Kuat Geser Bambu Belah

Hasil rata-rata pengujian kuat geser geser bambu belah dapat dilihat pada lampiran 8b dan analisis variannya dapat dilihat pada tabel 31 dibawah ini.

Tabel 31. Analisis varian Kuat Geser Bambu Belah dengan dan tanpa ruas

SV	DB	JK	KT	FH	FT
Jenis (A)	2	2442,291	1221,146	7,798157*	3,55
Posisi (C)	2	15813,18	7906,591	50,49097*	3,55
Jenis X Posisi (AC)	4	6976,231	1744,058	11,13744*	2,93
Ruas (B)	1	932,2989	932,2989	5,9536*	4,41
Jenis X Ruas (AB)	2	555,894	277,947	1,774951	3,55
Posisi X Ruas (BC)	2	403,5745	201,7873	1,2886	3,55
J X P X R	4	724,7765	181,1941	1,157094	2,93
Error	36	5637,39	156,5942		
Total	54	177312,9			

Keterangan : * Ruas beda nyata pada taraf uji 0,05

Dari analisa varian tabel 31 dapat diketahui, jenis, posisi, dan interaksi antara jenis dan posisi, serta ruas berpengaruh nyata pada taraf uji 0,05. Untuk ruas/nodia mempunyai pengaruh, tetapi tidak signifikan menurut analisis varian.

Tabel 32. Kuat Geser bambu belah terhadap faktor jenis

Faktor	Kuat geser rata-rata bambu belah (Kg/cn2)					
Jenis	Apus		Petung		Ori	
Ruas	ada	tidak	ada	tidak	ada	tidak
	39.764	38.379	80.201	71.408	47.327	32.574
rata-rata	39.071		75.804		39.950	

Tabel 33. Kuat Geser bambu belah terhadap faktor posisi

Faktor	Kuat geser Rata-rata bambu belah (Kg/cn2)					
Posisi	Pangkal		Tengah		Ujung	
Ruas	ada	tidak	ada	tidak	ada	tidak
	52.118	34.824	53.879	48.949	61.294	58.588
rata-rata	43.471		51.414		59.941	

4.6 Kuat Tarik Sejajar Serat Bambu Belah

4.6.1 Kuat Tarik Maksimum

Hasil rata-rata pengujian kuat tarik maksimum bambu belah dengan dan tanpa ruas dapat dilihat pada lampiran 11 dan analisa variannya pada tabel 34.

Tabel 34. Analisis kuat tarik pada beban maksimum dengan dan tanpa ruas (dikalikan 1000)

SV	DB	JK	KT	FI	FT
Jenis (A)	2	1039517	519759	7.87226	5.21*
Posisi (C)	2	1836056	918028	13.9044	5.21*
Jenis X Posisi (AC)	4	1414127	353532	5.35459	3.86*
Ruas (B)	1	335609	335609	5.08313	3.86*
Jenis X Ruas (AB)	2	773056	386528	5.85435	5.21*
Posisi X Ruas (BC)	2	1393418	696709	10.5523	5.21*
J X P X R	4	1434635	358659	5.43224	3.86*
Error	45	2971084	66024.1		
Total	54	1.1E+08			

Keterangan : * beda nyata pada taraf uji 0.01

Analisis varian kuat tarik menunjukan bahwa Jenis, posisi dan ruas memperlihatkan perbedaan yang nyata.

Tabel 35. Kuat Tarik sejajar serat bambu belah terhadap faktor jenis

Faktor	Tegangan rata-rata (Kg/cm ²)					
Jenis	Petung		Apus		Ori	
	Tanpa	Ada	Tanpa	Ada	Tanpa	Ada
	1357.933	1588.689	1748.956	1192.944	1154.856	1007.100

Tabel 36. Kuat Tarik sejajar serat bambu belah terhadap faktor posisi

Faktor	Tegangan rata-rata (Kg/cm ²)					
Posisi	Bawah		Tengah		Atas	
	Tanpa	Ada	Tanpa	Ada	Tanpa	Ada
	1292.456	1059.889	1259.556	1416.144	1718.733	1312.700

4.6.2 Kuat tarik pada batas elastis

Hasil rata-rata pengujian kuat tarik bambu belah pada batas elastis dapat dilihat pada lampiran 12 dan analisa variannya terdapat pada tabel 37 di bawah ini.

Tabel 37. Analisis kuat tarik bambu belah dengan dan tanpa ruas pada batas elastis (dikalikan 1000)

SV	DB	JK	KT	FH	FT
Jenis (A)	2	378254	189127	6.99924	5.21*
Posisi (C)	2	69472.1	34736.1	1.28552	5.21
Jenis X Posisi (AC)	4	802706	200676	7.42666	3.86*
Ruas (B)	1	70056	70056	2.59264	3.86
Jenis X Ruas (AB)	2	91764.1	45882	1.69801	5.21
Posisi X Ruas (BC)	2	525219	262609	9.71868	5.21*
J X P X R	4	519992	129998	4.81098	3.86*
Error	45	1215950	27021.1		
Total	54	5E+07			

Keterangan : * Ruas beda nyata pada taraf uji 0,01

Analisis varian kuat tarik bambu belah dengan dan tanpa ruas pada batas elastis terlihat jenis dan posisi terdapat perbedaan yang nyata.

Tabel 38. Kuat Tarik bambu belah pada batas elastis terhadap faktor jenis dan posisi

Faktor	Tegangan rata-rata (Kg/cm ²)					
	Petung		Apus		Ori	
Jenis	Tanpa	Ada	Tanpa	Ada	Tanpa	Ada
	910.000	979.944	1135.556	784.589	845.111	910.022
Posisi	Bawah		Tengah		Ujung	
	Tanpa	Ada	Tanpa	Ada	Tanpa	Ada
	868.656	766.556	924.233	964.789	1097.778	943.211

4.6.3 Modulus Elastisitas Kuat Tarik

Hasil rata-rata pengujian modulus elastisitas bambu belah tidak bernodia dapat dilihat pada lampirn 12. Adapun analisis variannya dapat dilihat pada tabel 39 dibawah ini.

Tabel 39. Analisis modulus elastisitas kuat tarik
pada batas elastis

SV	DB	JK	KT	FH	FT
Jenis (A)	2	6E+10	3E+10	3.40883	5.21
Posisi (C)	2	9.4E+09	4.7E+09	0.53477	5.21
Jenis X Posisi (AC)	4	3.4E+10	8.5E+09	0.96157	3.86
Ruas (B)	1	2.1E+10	2.1E+10	2.41098	7.39
Jenis X Ruas (AB)	2	3.5E+10	1.7E+10	1.98253	5.21
Posisi X Ruas (BC)	2	6.1E+09	3.1E+09	0.34797	5.21
J X P X R	4	2.6E+10	6.5E+09	0.7387	3.86
Error	45	4E+11	8.8E+09		
Total	54	1.2E+12			

Keterangan : Ruas beda nyata pada taraf uji 0,01

Analisis varian modulus elastisitas kuat tarik menunjukan bahwa tidak terdapat beda nyata pada jenis, posisi dan ada tidaknya nodia. Untuk interaksi posisi dan nodia terdapat perdedaan nyata.

Tabel 40. Modulus elastisitas kuat tarik terhadap Jenis dan Posisi

Faktor	Tegangan rata-rata (Kg/cm ²)					
	Petung		Apus		Ori	
Jenis	Tanpa	Ada	Tanpa	Ada	Tanpa	Ada
	120465.9	87643.48	100429.3	82804.40	157882.5	89460.68
Posisi	Bawah		Tengah		Ujung	
	Tanpa	Ada	Tanpa	Ada	Tanpa	Ada
	76809.46	70738.11	94071.30	92705.68	207898.9	96464.77

BAB V

PEMBAHASAN

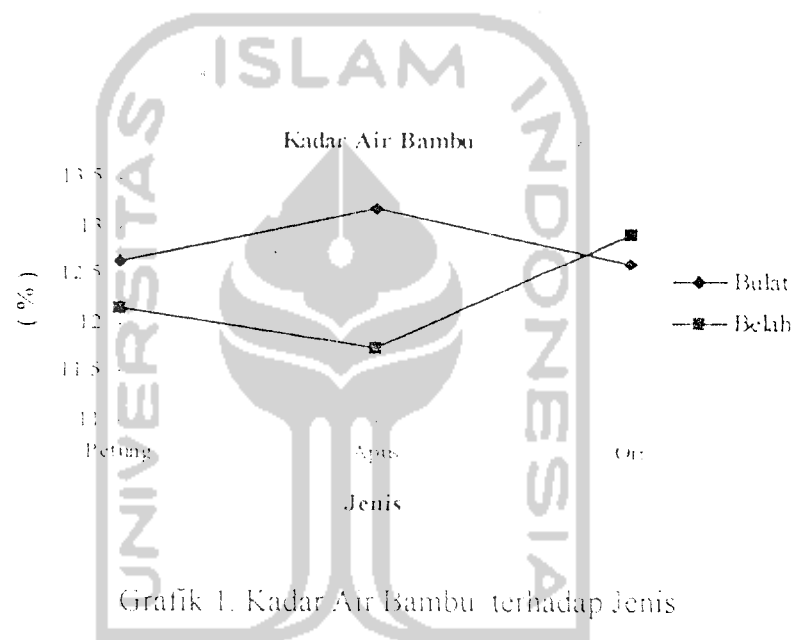
5.1 Kadar Air

Analisis varian dari tabel 12 menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh nyata terhadap kadar air, dimana angka pada F tabel $\geq$ pada F hitung yang berarti tidak signifikan atau tidak mempunyai pengaruh nyata. Hal ini akan nampak semakin jelas setelah dilakukan uji lanjutan seperti pada tabel 12b, dimana interaksi di posisi ujung antara contoh uji belah 12,072%; posisi tengah 12,278%; dan posisi pangkal 12,479. Untuk contoh uji bulat dari ujung, tengah dan pangkal adalah 12,079% ; 12,873%; dan 13,418%. Dari analisis tabel 13 terlihat ada perbedaan pada posisi tengah dan pangkal terhadap posisi ujung untuk contoh uji belah dan bulat.

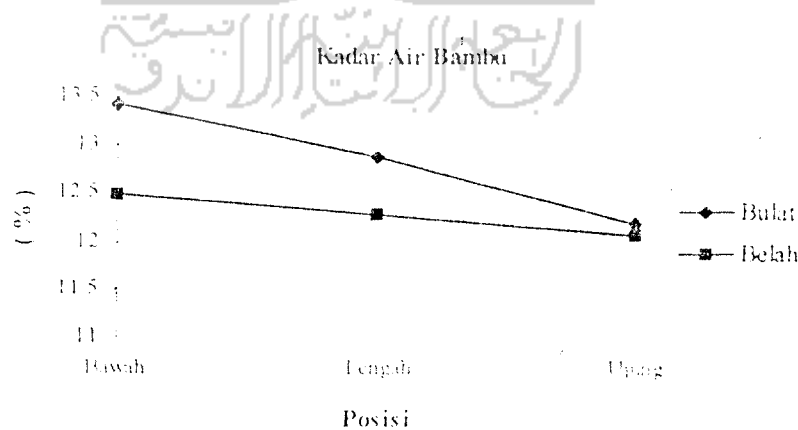
Jenis bambu dan posisi dalam batang tidak mempunyai pengaruh yang nyata terhadap besarnya kadar air kering angin dengan berdasarkan pada tabel 12. Ini berarti tidak sesuai dengan hipotesis yang ada. Adapun hasil penelitian kadar air kering angin untuk contoh uji belah dengan faktor jenis bambu (tabel 1), terbesar sampai terkecil dimiliki oleh Ori 12,933%; Petung 12,143% dan Apus 11,746%. Untuk contoh uji bulat terbesar sampai terkecil berurutan adalah Apus 13,204%, Petung 12,648% dan Ori 12,629%.

Perbedaan ini disebabkan oleh adanya perbedaan sifat anatomi bambu tersebut. Sifat-sifat anatomi tersebut adalah tebal bambu, tebal dinding sel dan

penyebaran sel-sel penyusun bambu. Hal lain yang mempengaruhi kadar air, adalah kemampuan bambu untuk menyerap atau mengeluarkan air tergantung pada suhu, kelembaban dan luas permukaan bambu, dimana luas permukaan penyerapan bambu dibedakan menjadi tiga permukaan yaitu permukaan bambu luar, permukaan rongga sel dan permukaan mikrofibril-mikrofibril dinding sel.



Grafik 1. Kadar Air Bambu terhadap Jenis



Grafik 2. Kadar Air Bambu terhadap posisi

5.1 Berat Jenis

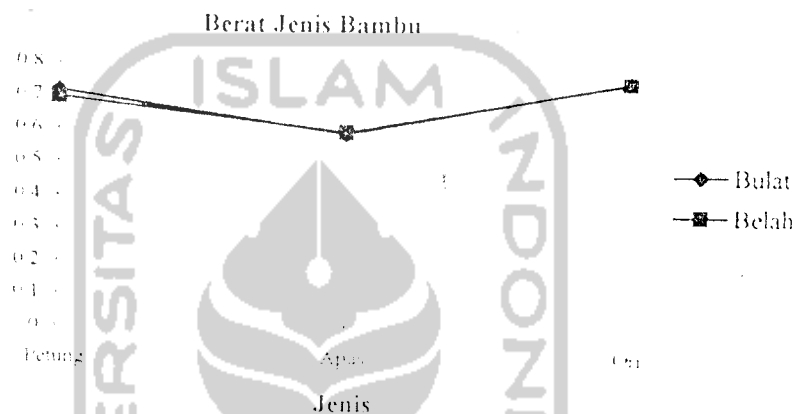
Analisis varian tabel 14 menunjukkan bahwa jenis bambu berpengaruh nyata terhadap berat jenis, dimana angka pada F hitung $8,838 \geq F$ tabel 5,33, yang berarti signifikan. Dari uji banding faktor jenis terhadap berat jenis tabel 15, dapat diketahui bahwa bambu Petung dan Ori berbeda nyata terhadap bambu Apus. Di dalam penelitian ini untuk contoh uji belah dengan faktor jenis bambu diperoleh berat jenis terbesar sampai terkecil dimiliki oleh Ori 0,743; Petung 0,693; dan Apus 0,592. Untuk contoh uji bulat berat jenis terbesar Ori 0,746, lalu Petung 0,717 dan terkecil Apus 0,588.

Dari analisis varian tabel 14 menunjukkan adanya pengaruh nyata pada posisi dalam batang, dimana angka pada F hitung $57,616 \geq F$ tabel 7,41, yang berarti signifikan. Hasil analisis ini diperkuat dengan uji banding seperti pada tabel 16, dimana hasil terkecil sampai terbesar untuk bambu belah dimiliki oleh posisi pangkal 0,642, tengah 0,668 dan ujung 0,723, sedangkan untuk bambu bulat berurutan dari pangkal 0,6607, tengah 0,6763 dan ujung 0,704.

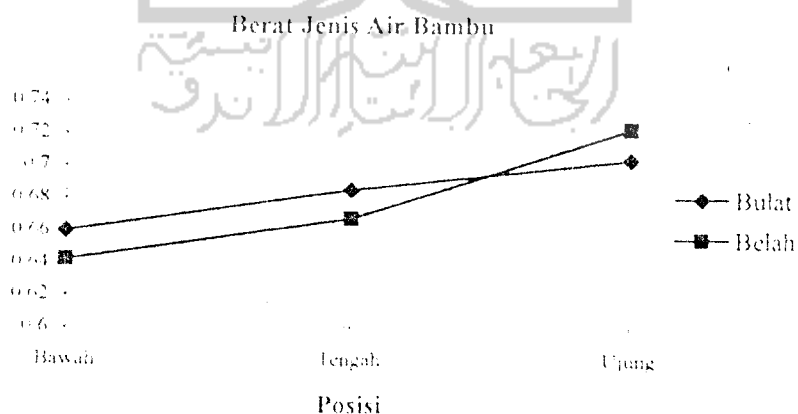
Jadi adanya hipotesis bahwa jenis bambu dan posisi di dalam batang mempengaruhi besarnya berat jenis terbukti.

Berat jenis tergantung dari pada banyaknya zat dinding sel tiap-tiap satuan isi. Semakin rapat sel-selnya maka kandungan airnya makin sedikit. Selanjutnya jumlah zat kayu ditentukan oleh beberapa faktor antara lain tebal dinding sel, besarnya sel, jumlah sel berdinding tebal. Bambu dalam kondisi segar seluruh rongga akan terisi oleh air, sehingga banyaknya air akan

menentukan banyaknya zat kayu dan ekstraktif. Kandungan air yang tinggi akan mengurangi berat zat kayu dan zat ekstraktif, yang bersama-sama sebagai penyusun berat kayu atau bambu. Dengan demikian semakin tinggi kadar air, semakin kecil kandungan zat kayu dan ekstraktifnya. Dengan kata lain semakin besar kadar air semakin kecil berat jenisnya.



Grafik 3. Berat Jenis Bambu Bulat dan Belah terhadap Jenis



Grafik 4. Berat jenis Bambu Bulat dan Belah terhadap Posisi

5.3 Kuat Lentur Statis

5.3.4 Kuat Lentur Bambu Bulat

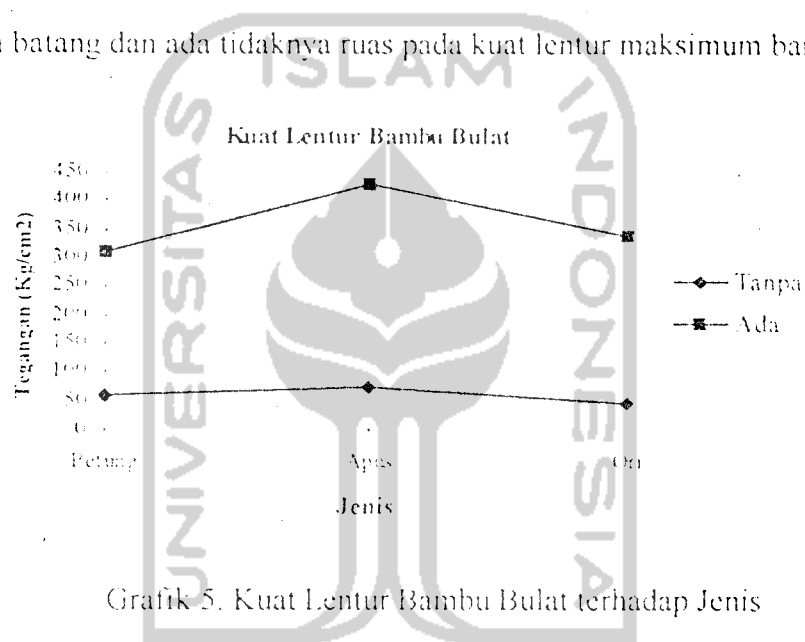
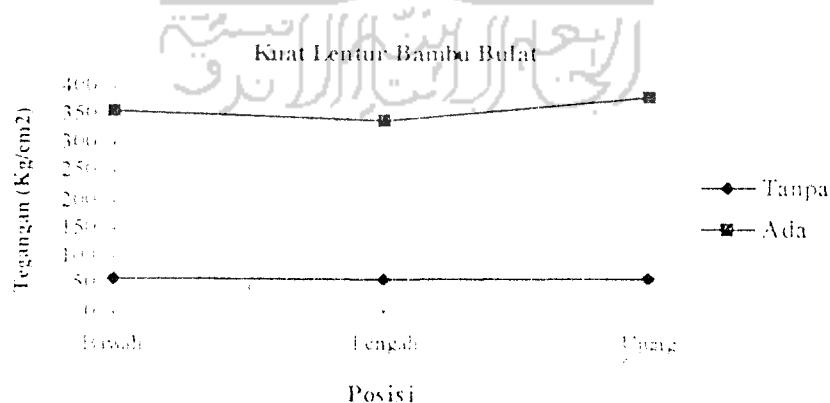
Analisis varian kuat lentur bambu bulat tabel 17 menunjukkan bahwa jenis bambu berpengaruh nyata terhadap kuat lentur statis maksimum, dimana angka pada F hitung $8,057 \geq F$ tabel $6,01$ yang berarti signifikan. Pengaruh jenis terhadap kuat lentur bambu bulat sangat nyata dapat diketahui dari uji banding tabel 18, berdasarkan hasil pengujian didapatkan harga rata-rata kuat lentur maksimum bambu bulat dengan ruas dan dengan faktor jenis, terendah sampai tertinggi adalah Petung $309,606 \text{ Kg/cm}^2$, Ori $338,915 \text{ Kg/cm}^2$, dan Apus $429,862 \text{ Kg/cm}^2$. Untuk bambu bulat tanpa ruas kuat lentur maksimum terbesar sampai terkecil adalah Apus $72,554 \text{ Kg/cm}^2$, Petung $59,198 \text{ Kg/cm}^2$ dan Ori $44,468 \text{ Kg/cm}^2$. Terlihat bambu Apus, mempunyai beda nyata terhadap bambu Petung dan bambu Ori.

Hasil analisis tabel 17 dapat diketahui pengaruh nyata terhadap ada tidaknya ruas, dimana angka pada F hitung $4082,35 > F$ tabel $8,29$ yang berarti signifikan. Pengaruh posisi terhadap kuat lentur bambu bulat sangat nyata dapat diketahui dari uji banding tabel 18, berdasarkan hasil pengujian didapatkan harga rata-rata kuat lentur maksimum bambu bulat ada ruas dan dengan faktor jenis, terendah sampai tertinggi adalah Ujung $383,061 \text{ Kg/cm}^2$, Pangkal $356,074 \text{ Kg/cm}^2$, dan Tengah $339,247 \text{ Kg/cm}^2$. Untuk bambu bulat tanpa ruas kuat lentur maksimum terbesar sampai terkecil adalah Pangkal $59,887 \text{ Kg/cm}^2$, Ujung $59,319 \text{ Kg/cm}^2$ dan Tengah $57,014 \text{ Kg/cm}^2$.

Dari perhitungan rata-rata kuat lentur bambu bulat dengan faktor jenis dan posisi, menunjukkan angka untuk contoh uji tidak beruas 58,74 Kg/cm², sedangkan ada ruas sebesar 359,461 Kg/cm².

Hipotesis mengenai jenis bambu, posisi asal batang, dan ada tidaknya ruas mempengaruhi kuat lentur bambu bulat terbukti.

Berikut grafik yang menunjukkan hubungan antara jenis bambu, posisi dalam batang dan ada tidaknya ruas pada kuat lentur maksimum bambu bulat.



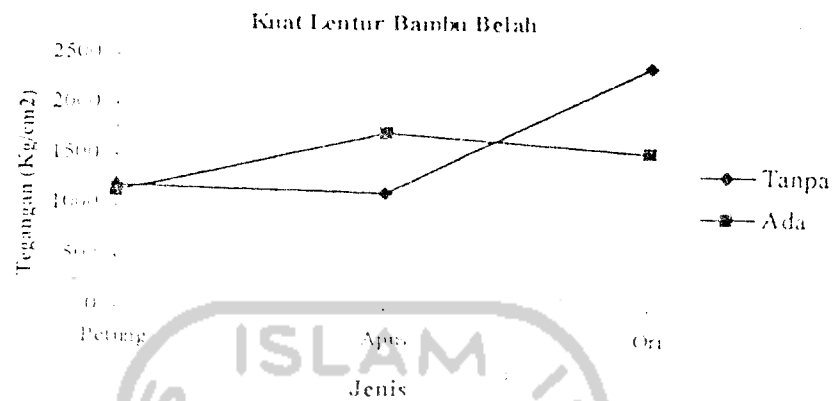
Grafik 6. Kuat Lentur Bambu Bulat terhadap Posisi

5.3.2 Kuat Lentur Bambu Belah

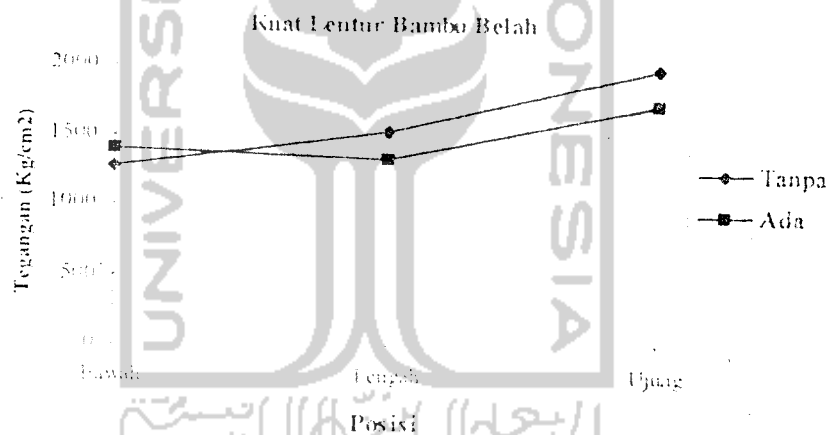
Analisis varian tabel 20 menunjukkan bahwa posisi berpengaruh nyata terhadap kuat lentur bambu belah, dimana angka pada F hitung $103,073 \geq F$ tabel 6,01 yang berarti signifikan. Pengaruh posisi ini dapat dilihat dari hasil uji banding tabel 21, pada kuat lentur bambu belah dengan ruas nilai terbesar samapi terkecil adalah ujung 1715,549 Kg/cm², pangkal 1388,024 Kg/cm², dan tengah 1325,792 Kg/cm². Untuk kuat lentur bambu belah tanpa ruas terbesar sampai terkecil adalah ujung 1967,318 Kg/cm², tengah 1517,654 Kg/cm², dan pangkal 1265,876 Kg/cm². Dari hasil perhitungan diatas menunjukkan kebenaran hipotesis bahwa posisi berpengaruh terhadap kuat lentur maksimum bambu belah. Jenis berpengaruh nyata terhadap kuat lentur bambu belah, dimana angka pada F hitung $46,234 \geq F$ tabel 6,01 yang berarti signifikan. Pengaruh jenis ini dapat dilihat dari hasil uji banding tabel 22, pada kuat lentur bambu belah dengan ruas terbesar sampai terkecil adalah Apus 1739,411 Kg/cm²; Ori 1553,041 Kg/cm²; Petung 1136,913 Kg/cm², sedangkan untuk yang tanpa ruas adalah Ori 2396,241 Kg/cm²; Petung 1203,700 Kg/cm²; Apus 1150,907 Kg/cm².

Hasil rata-rata diatas nampak bahwa bambu bulat mempunyai kuat lentur maksimum yang lebih rendah dari pada bambu belah. Hal ini membuktikan kebenaran hipotesis yaitu contoh uji belah dan bulat akan memberikan angka kekuatan yang berbeda. Dan ini diperkuat dengan uji banding faktor bentuk

bambu pada tabel 23, dimana contoh uji bulat sebesar 209,100 Kg/cm², sedang contoh uji belah sebesar 1530,036 Kg/cm².



Grafik 7. Kuat Lentur Bambu Belah terhadap Jenis



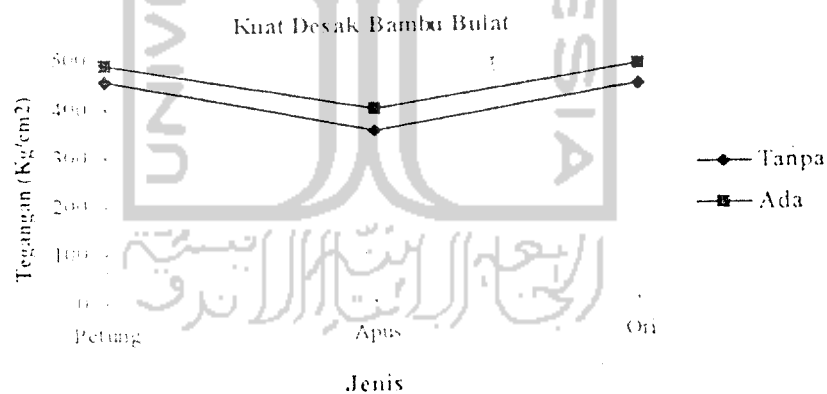
Grafik 8. Kuat Lentur Bambu Belah terhadap Posisi

5.4 Kuat Desak Sejajar Serat

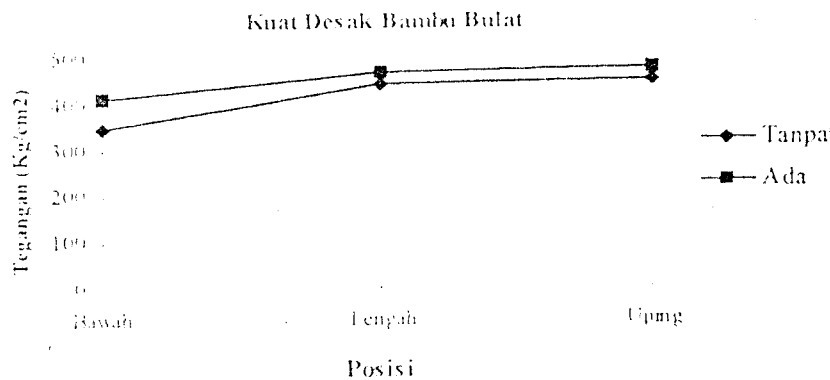
5.4.1 Kuat Desak Bambu Bulat

Analisis varian tabel 24 memperlihatkan bahwa ruas berpengaruh terhadap kuat desak bambu bulat, dimana angka pada F hitung $5,636 \geq F$ tabel 4,41 yang berarti signifikan. Dari uji banding tabel 25, dapat diketahui

perbedaan dari contoh uji dengan ruas dan tanpa ruas. Kuat desak bambu bulat ada ruas dengan faktor jenis dari terbesar sampai terkecil adalah Petung 487,833 Kg/cm², kemudian Ori 477,755 Kg/cm², dan Apus 393,570 Kg/cm². Untuk kuat desak bambu bulat tidak beruas mempunyai nilai terbesar sampai terkecil adalah Petung 455,161 Kg/cm², lalu Ori 439,730 Kg/cm², dan Apus 349,240 Kg/cm². Kuat desak bambu bulat ada ruas dengan faktor posisi dari terbesar sampai terkecil adalah Ujung 478,565 Kg/cm², Tengah 468,059 Kg/cm², dan Pangkal 412,534 Kg/cm². Untuk kuat desak bambu bulat tidak beruas mempunyai nilai terbesar sampai terkecil adalah Ujung 451,440 Kg/cm², Tengah 444,866 Kg/cm², dan Pangkal 347,826 Kg/cm².



Grafik 9. Kuat Desak Bambu Bulat dengan dan tanpa ruas terhadap Jenis



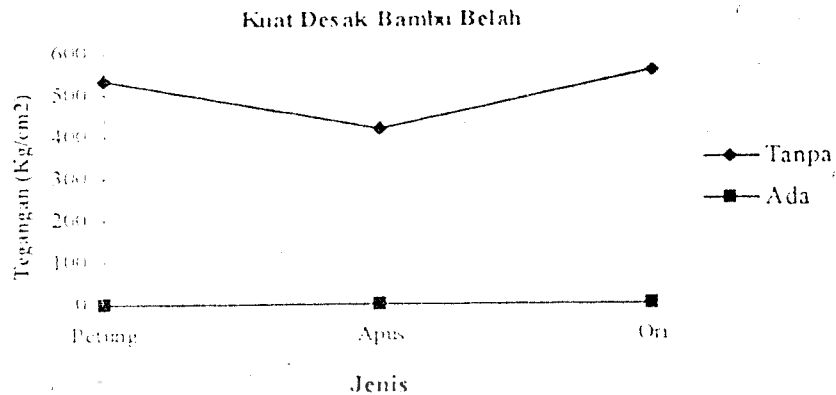
Grafik 10. Kuat Desak Bambu Bulat dengan dan tanpa ruas terhadap posisi

Jadi hipotesis mengenai jenis, posisi, dan ruas berpengaruh terhadap besarnya kuat desak bambu bulat terbukti.

5.4.2 Kuat Desak Bambu Belah

Dari analisis varian tabel 26 terlihat bahwa posisi asal bambu mempunyai pengaruh yang nyata terhadap kuat desak bambu belah, dimana angka pada F hitung $6,094 \geq F$ tabel $4,41$. Hasil uji banding tabel 27 menunjukkan rata-rata kekuatan desak bambu belah tanpa ruas dengan faktor jenis bambu yang terkecil sampai terbesar adalah Apus $418,726 \text{ Kg/cm}^2$, Petung $534,919 \text{ Kg/cm}^2$, dan Ori $557,536 \text{ Kg/cm}^2$. Bambu Apus berbeda nyata terhadap bambu Petung dan bambu Ori. Untuk faktor posisi asal bambu yang terkecil sampai terbesar adalah Ujung $536,400 \text{ Kg/cm}^2$, Tengah $512,679 \text{ Kg/cm}^2$, dan Pangkal $460,101 \text{ kg/cm}^2$.

Jadi hipotesis posisi berpengaruh terhadap besarnya kuat desak bambu belah terbukti, tetapi untuk jenis tidak terbukti.



Grafik 11. Kuat Desak Bambu Belah tanpa ruas terhadap Jenis



Grafik 12. Kuat Desak Bambu Belah tanpa ruas terhadap Posisi

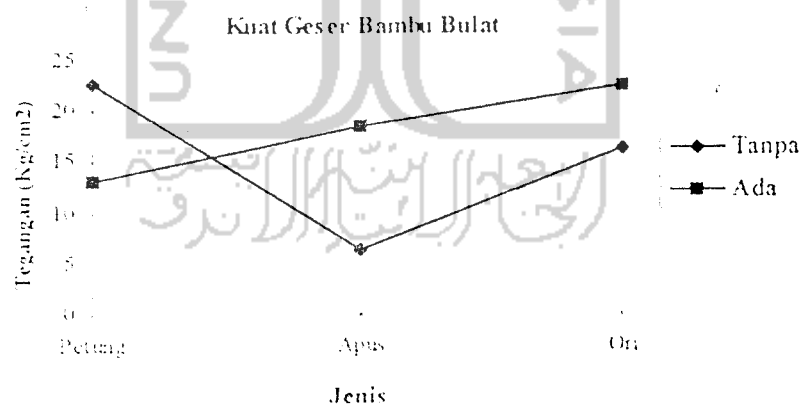
5.5 Kuat Geser Bambu Sejajar Serat

5.5.1 Kuat Geser Bambu Bulat

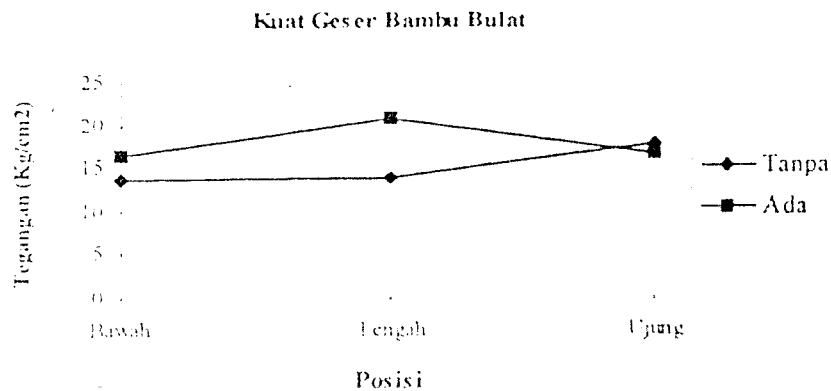
Analisis varian tabel 28, memperlihatkan jenis bambu tidak ada pengaruh nyata terhadap kuat geser bambu dimana untuk jenis, $F_{hitung} \leq F_{tabel}$, sedangkan posisi dalam batang, ada tidaknya ruas dan interaksi-interaksi lainnya ada pengaruh nyata dimana angka $F_{tabel} \leq F_{hitung}$. Kuat geser rata-rata bambu bulat ada ruas dengan faktor posisi dari yang terbesar

sampai terkecil adalah Tengah 20,764 Kg/cm², Ujung 17,710 Kg/cm², Pangkal 16,467 Kg/cm². Untuk yang tanpa ruas dari yang terbesar sampai terkecil adalah Ujung 17,760 Kg/cm², Tengah 13,796 Kg/cm², Pangkal 13,601 Kg/cm². Kuat geser rata-rata bambu bulat ada ruas dengan faktor jenis dari yang terbesar sampai terkecil adalah Ori 22,439 Kg/cm², Apus 18,373 Kg/cm², Petung 13,129 Kg/cm². Untuk yang tanpa ruas dari yang terbesar sampai terkecil adalah Petung 22,543 Kg/cm², Ori 13,281 Kg/cm², Apus 6,332 Kg/cm².

Dengan demikian adanya hipotesis mengenai jenis berpengaruh terhadap besarnya kuat geser bambu bulat tidak terbukti. Untuk posisi asal batang mempunyai angka kekuatan yang berbeda adalah terbukti.



Grafik 13. Kuat Geser Bambu Bulat dengan dan tanpa ruas terhadap Jenis

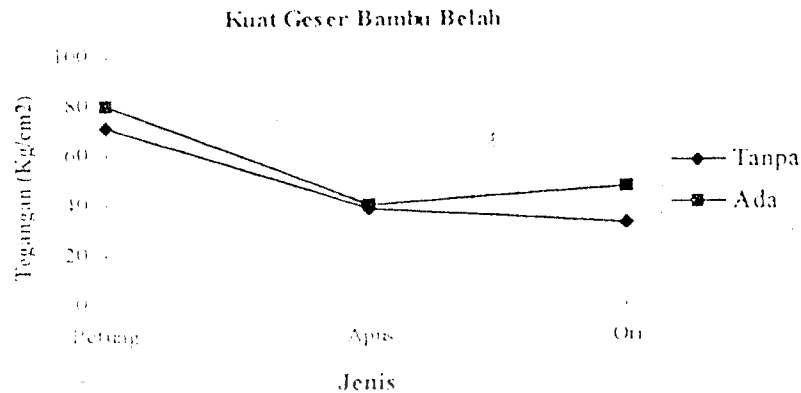


Grafik 14. Kuat Geser bambu Bulat dengan dan tanpa ruas terhadap Posisi

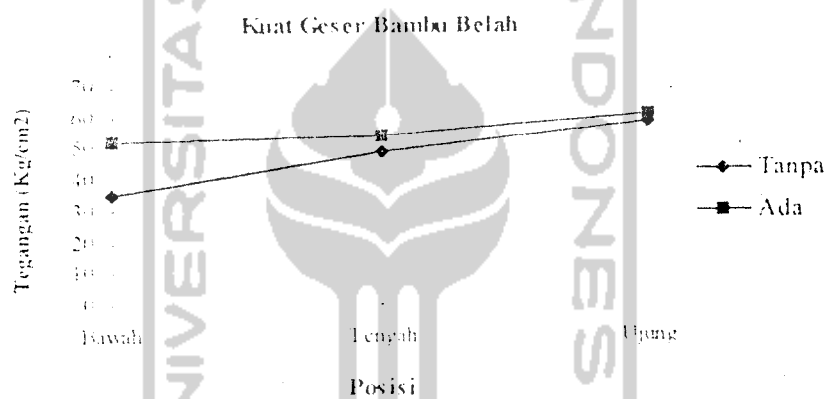
5.5.2 Kuat Geser Bambu Belah

Analisis varian tabel 31 memperlihatkan $F_{hitung} \geq F_{tabel}$ untuk jenis bambu, posisi dalam batang, interaksi antara jenis dan posisi, serta ada tidaknya ruas. Ini berarti ada pengaruh nyata. Kuat geser rata-rata bambu belah ada ruas dengan faktor posisi dari yang terbesar sampai terkecil adalah Ujung 61,294 Kg/cm², Tengah 53,879 Kg/cm², Pangkal 52,118 Kg/cm². Untuk yang tanpa ruas dari yang terbesar sampai terkecil adalah Ujung 58,588 Kg/cm², Tengah 48,949 Kg/cm², Pangkal 54,824 Kg/cm². Kuat geser rata-rata bambu belah ada ruas dengan faktor jenis dari yang terbesar sampai terkecil adalah Petung 80,201 Kg/cm², Ori 47,327 Kg/cm², Apus 39,764 Kg/cm². Untuk yang tanpa ruas dari yang terbesar sampai terkecil adalah Petung 71,408 Kg/cm², Apus 38,379 Kg/cm², Ori 32,574 Kg/cm².

Dengan demikian adanya hipotesis mengenai jenis, posisi, dan ruas berpengaruh terhadap besarnya kuat geser untuk bambu bulat terbukti.



Grafik 15. Kuat Geser Bambu Belah dengan dan tanpa ruas terhadap Jenis



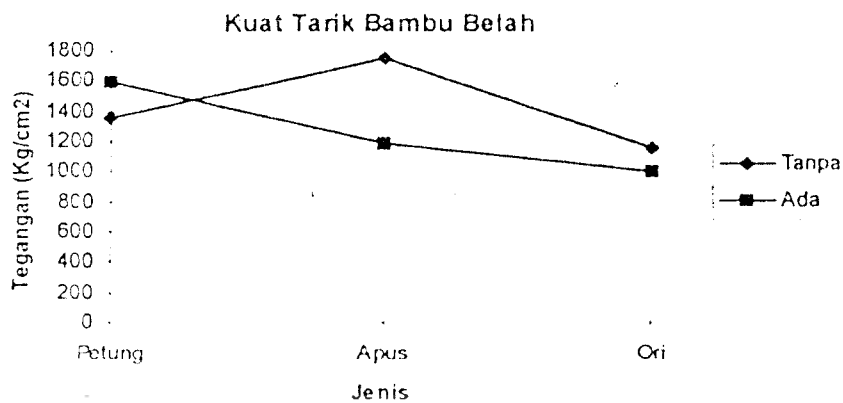
Grafik 16. Kuat Geser Bambu Belah dengan dan tanpa ruas terhadap posisi

5.6 Kuat Tarik Sejajar Serat Bambu Belah

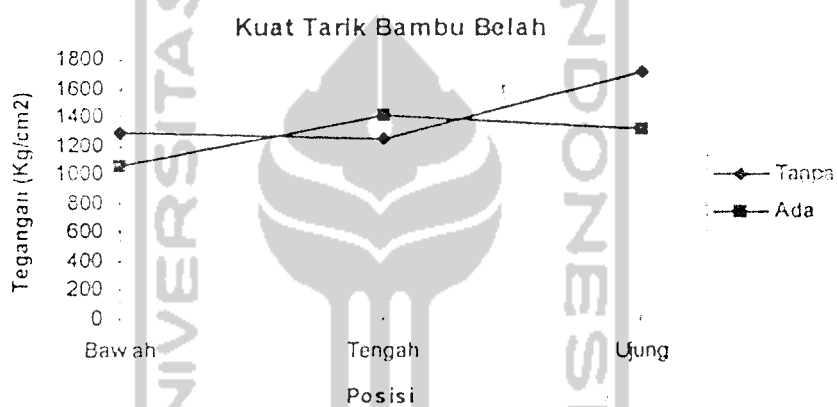
5.6.1 Kuat Tarik Maksimum

Analisis varian tabel 34 menunjukkan, $F_{hitung} \geq F_{tabel}$ untuk jenis bambu, posisi dalam batang, dan ruas, berarti berpengaruh nyata terhadap kuat tarik maksimum bambu belah.

Dengan demikian hipotesis mengenai jenis dan posisi berpengaruh nyata terhadap kuat tarik benar.



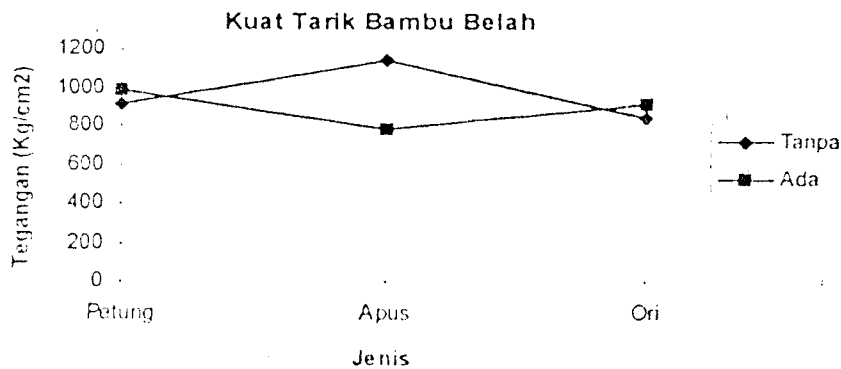
Grafik 17. Kuat Tarik Bambu Belah dengan dan tanpa ruas terhadap Jenis



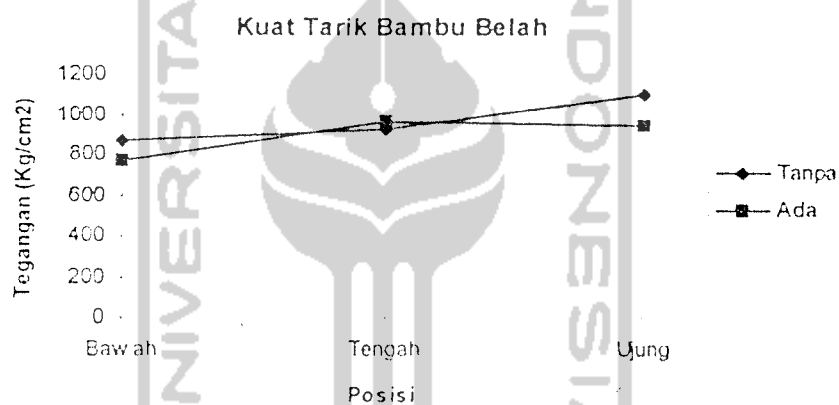
Grafik 18. Kuat tarik Bambu Belah dengan dan tanpa ruas terhadap Posisi

5.6.2 Kuat Tarik Pada Batas Elastis

Analisis varian tabel 37 menunjukkan, $F_{hitung} \geq F_{tabel}$ untuk jenis bambu, dan posisi dalam batang, serta interaksi antara jenis dan posisi, ini berarti Jenis dan posisi berpengaruh nyata terhadap kuat tarik bambu belah pada batas proporsi. Hal ini membuktikan hipotesis mengenai jenis dan posisi berpengaruh nyata terhadap kuat tarik benar.



Grafik 19. Kuat Tarik Bambu Belah batas elastis dengan dan tanpa ruas terhadap Jenis

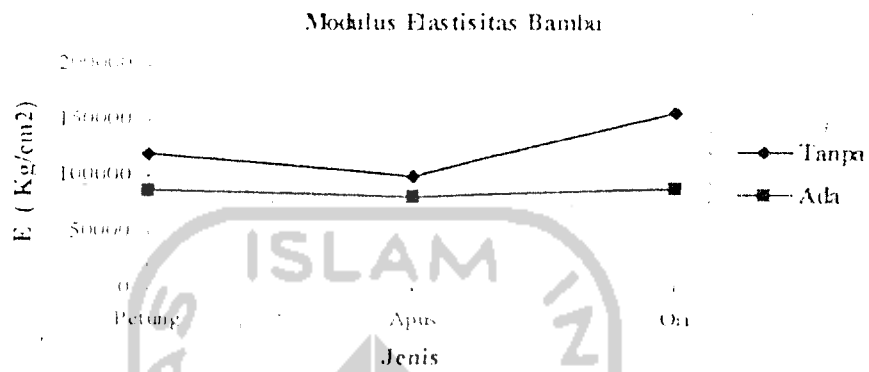


Grafik 20. Kuat tarik Bambu Belah batas elastis dengan dan tanpa ruas terhadap Posisi

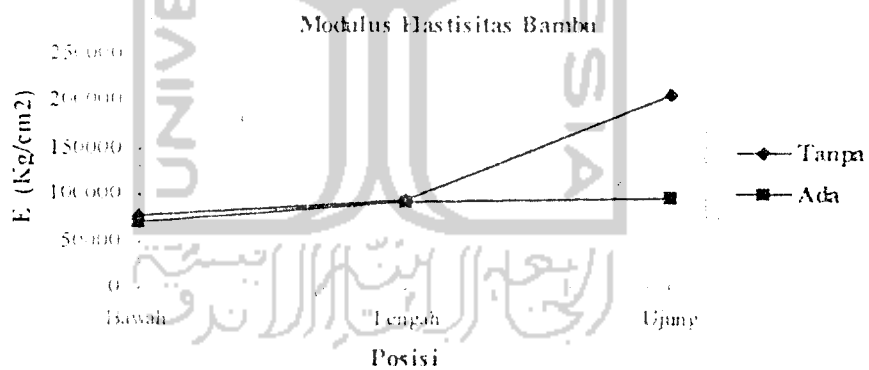
5.6.3 Modulus Elastisitas Kuat Tarik

Analisis varian tabel 39 menunjukkan bahwa jenis, posisi bambu dan ruas tidak berpengaruh nyata terhadap Modulus elastisitas bambu belah, dimana angka pada F hitung $\leq F$ tabel. Dalam pengujian ini, terlihat tidak ada kesamaan antara jenis bambu satu dengan jenis bambu lainnya, juga ketidaksamaan untuk masing-masing posisi bambu. Hal ini karena dipengaruhi oleh umur, tebal dinding sel, besarnya sel, dan jumlah sel

berdinding tebal. Jumlah sel berdinding tebal pada bambu berarti jumlah sel sklerenkim pada bambu itu. Kenyataan ini menunjukkan adanya perbedaan antara teori dengan praktek/ pengujian di laboratorium.



Grafik 21. Modulus Elastisitas kuat tarik bambu belah dengan dan tanpa ruas terhadap Jenis



Grafik 22. Modulus Elastisitas kuat tarik bambu belah dengan dan tanpa ruas terhadap posisi

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian tentang pengujian sifat fisika dan sifat mekanika tiga jenis bambu yaitu Apus, Petung, dan Ori yang dilakukan dari bulan Desember 1996 sampai Januari 1997, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut

1. Bambu Ori mempunyai nilai lebih besar dari bambu Apus dan Petung dalam kadar air bambu belah, berat jenis bambu belah dan bulat, kuat desak bambu bulat dan belah, kuat lentur bambu belah tanpa ruas, kuat geser bambu bulat dan kuat tarik bambu belah dengan ruas.
2. Bambu Petung mempunyai nilai lebih besar dari bambu Apus dan Ori dalam kadar air bambu bulat, dan kuat geser bambu belah.
3. Bambu Apus mempunyai nilai lebih besar dari bambu Petung dan Ori dalam kuat lentur bambu bulat dengan dan tanpa ruas, kuat lentur bambu belah dengan ruas dan kuat tarik bambu belah tanpa ruas.
4. Nodia atau ruas berpengaruh terhadap kuat lentur bambu bulat dan kuat desak bambu bulat.

5. Jenis bambu berpengaruh terhadap berat jenis, kuat lentur bambu belah dan bulat, kuat desak bambu belah, kuat geser bambu belah dan bulat serta kuat tarik bambu belah.
6. Posisi asal batang (pangkal, tengah, ujung) berpengaruh terhadap kadar air, berat jenis, kuat geser bambu belah, dan kuat tarik bambu belah
7. Bentuk contoh uji berpengaruh terhadap kuat lentur bambu.

6.8 Saran-saran

Untuk lebih menunjang tujuan diadakannya penelitian ini sehingga lebih mengena dalam pemanfaatan objek bambu sebagai bahan konstruksi bangunan sederhana, maka penulis mengajukan beberapa saran-saran sebagai bahan pertimbangan sebagai berikut :

1. Dilakukan penelitian-penelitian lain untuk mendapatkan angka kekuatan rata-rata, untuk mewakili spesifikasi daerah tempat tumbuh.
2. Perbedaan/pengaruh dari umur bambu.
3. Perlakuan kecepatan tumbuh dan lain sebagainya.
4. Untuk keperluan konstruksi perlu diperhatikan waktu pemotongan bambu.

Apabila bambu dipotong pada saat musim penghujan maka bambu sangat peka terhadap serangan serangga yang dapat menurunkan kekuatannya, sebaliknya kekuatan dan keawetan bambu akan lebih baik bila dilakukan pemotongan pada musim kemarau.

5. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal, pembuatan benda uji semaksimal mungkin benar-benar sesuai dengan ukuran yang telah ditetapkan, dengan memperhatikan keadaan lama penjemuran setelah bambu dipotong untuk

menghindari bambu yang masih basah yang dapat mengakibatkan bambu menyusut, serat bambu pada saat membuat benda uji searah serat bambu, cacat-cacat yang terdapat pada bambu, dan ketelitian pada saat pengujian berlangsung dan pembacaan hasil uji. Ketelitian ini diharapkan dapat meminimalkan faktor-faktor kesulitan yang dihadapi pada saat pembuatan benda uji dan pengujian, sehingga didapatkan hasil yang maksimal.



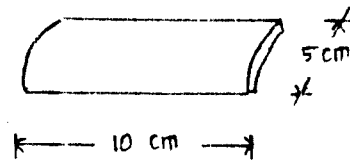
DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 1977 . Beberapa jenis bambu. Lembaga Biologi Nasional Bogor.
- Lukman Imam Syafei. 1984. Pengujian beberapa sifat fisika dan mekanika bambu. Tesis. Fakultas Kehutanan. IPB. Bogor.
- Hotma Prawoto Sulistyadi. 1994. Konstruksi Kayu. Penerbit Sub Dinas Cipta Karya. Dinas Pekerjaan Umum Propinsi DIY.
- Janssen, J.J.A. 1981 Bamboo in building structures. Disertatie Drukkerij. Wibro. Helmod. Eindhoven. University of Tecnology Nedherlands.
- Soewarno Wiryomartono. 1976. Konstruksi Kayu. jilid I. Penerbit Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Soenardi. 1976a. Sifat-sifat Mekanika Kayu . Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan, UGM Yogyakarta.
- Soenardi. 1976b. Sifat-sifat Fisika Kayu. Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan, UGM Yogyakarta.
- Sudjana. 1982. Desain dan Analisa Eksperimen. Tarsito. Bandung.
- -----, 1961. Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia NI-1961. Penerbit Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Cipta Karya. Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. Bandung.

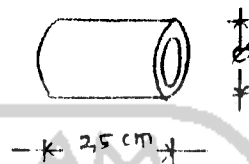


DAFTAR LAMPIRAN

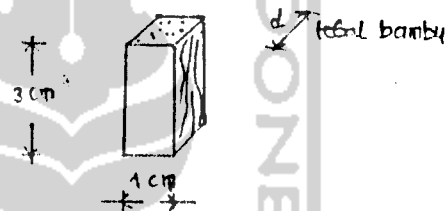
Lampiran	Keterangan
1	Bentuk contoh uji
2	Bentuk contoh uji
3	Bentuk contoh uji
4	Kadar air bambu
5	Berat jenis bambu
6a	Kuat desak bambu bulat
6b	Kuat desak bambu belah
7a	Kuat lentur bambu bulat
7b	Kuat lentur bambu belah
8a	Kuat geser bambu bulat
8b	Kuat geser bambu belah
11a	Kuat tarik bambu belah tanpa ruas
11b	Kuat tarik bambu belah dengan ruas
12a	Kuat tarik bambu belah tanpa ruas pada batas elastis
12b	Kuat tarik bambu belah tanpa ruas pada batas elastis



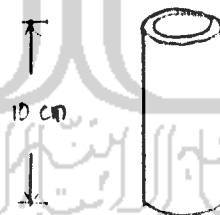
Gambar 3.1. Bentuk contoh uji Kadar air dan Berat jenis bambu belah



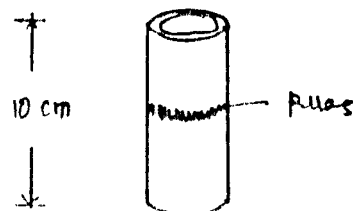
Gambar 3.2. Bentuk contoh uji Kadar air dan Berat jenis bambu bulat



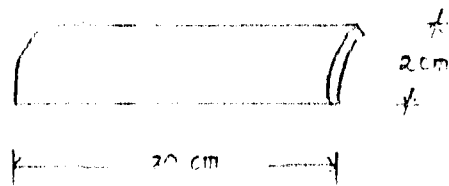
Gambar 3.3 Bentuk Contoh Uji Kuat desak bambu belah



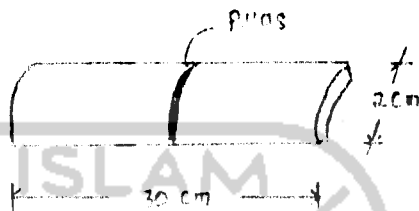
Gambar 3.4 Bentuk contoh uji Kuat desak bambu bulat tanpa ruas



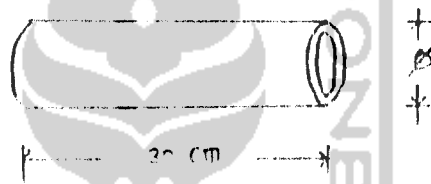
Gambar 3.5 Bentuk Contoh uji Kuat desak bambu bulat dengan ruas



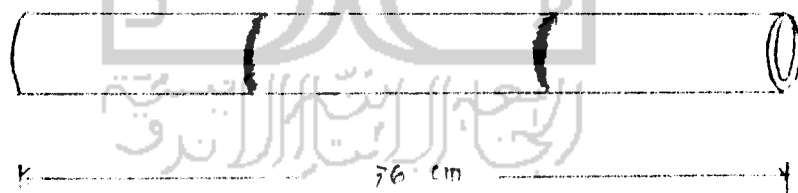
Gambar 3.6 Bentuk contoh uji kuat Lentur bambu belah



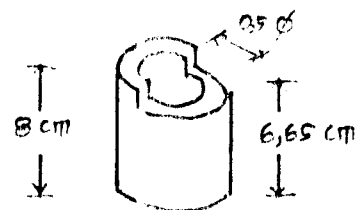
Gambar 3.7 Bentuk contoh uji kuat Lentur bambu belah dengan ruas



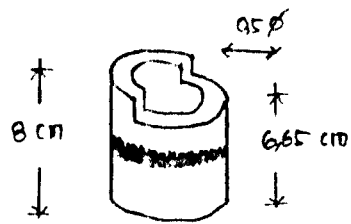
Gambar 3.8 Bentuk contoh uji kuat Lentur bambu Bulat



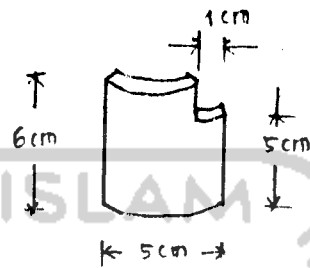
Gambar 3.9 Bentuk contoh uji kuat Lentur bambu Bulat dengan ruas



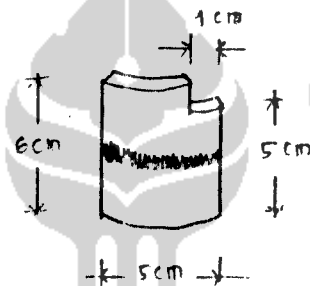
Gambar 3.10 Bentuk contoh uji Kuat Geser bambu bulat



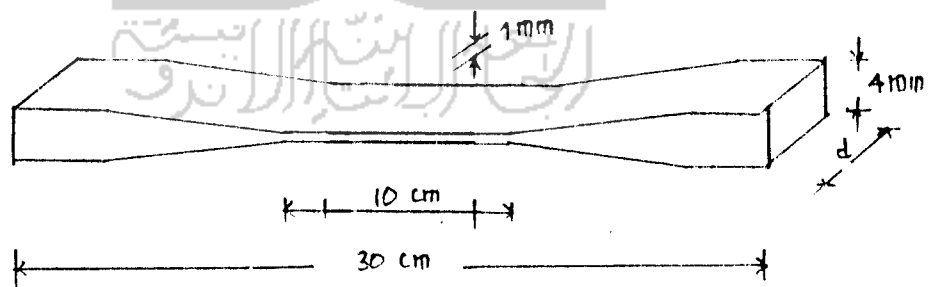
Gambar 3.11 Bentuk contoh uji Kuat Geser bambu bulat dengan ruas



Gambar 3.12 Bentuk contoh uji Kuat Geser bambu belah



Gambar 3.13 Bentuk contoh uji Kuat Geser bambu belah dengan ruas



Gambar 3.14 Bentuk contoh uji Kuat Tarik bambu belah

Lampiran 4. Hasil Uji Kadar Air Bambu (%)

Jenis Bambu	No. Uji	Posisi					
		Bawah		Tengah		Ujung	
		Bulat	Belah	Bulat	Belah	Bulat	Belah
Petung	1	11.76	11.64	11.18	12.55	11.6	11.8
	2	13.6	12.7	12.45	12.32	12.36	11.34
	3	13.84	12.36	13.8	11.7	13.24	12.93
	Jumlah	39.2	36.7	37.43	36.57	37.2	36.07
	x	13.06667	12.23333	12.47667	12.19	12.4	12.02333
Apus	1	13.5	11.49	13.05	12.62	12.71	11.6
	2	13.4	11.96	13.2	12.1	13.16	11.8
	3	13.5	11.6	13.72	11.05	12.6	11.5
	Jumlah	40.4	35.05	39.97	35.77	38.47	34.9
	x	13.46667	11.68333	13.32333	11.92333	12.82333	11.63333
Ori	1	13.57	13.58	12.92	12.55	11.3	12.98
	2	13.8	13.55	12.73	12.67	11.22	12.44
	3	13.79	13.43	12.81	12.94	11.52	12.26
	Jumlah	41.16	40.56	38.46	38.16	34.04	37.68
	x	13.72	13.52	12.82	12.72	11.34667	12.56

Lampiran 5. Hasil Uji Berat Jenis Bambu

Jenis Bambu	No. Uji	Posisi					
		Bawah		Tengah		Ujung	
		Bulat	Belah	Bulat	Belah	Bulat	Belah
Petung	1	0.68	0.69	0.71	0.73	0.79	0.74
	2	0.75	0.64	0.72	0.68	0.78	0.72
	3	0.65	0.66	0.68	0.69	0.69	0.73
	Jumlah	2.08	1.99	2.11	2.1	2.26	2.19
	x	0.693333	0.663333	0.703333	0.7	0.753333	0.73
Apus	1	0.52	0.53	0.52	0.49	0.6	0.68
	2	0.59	0.56	0.66	0.64	0.61	0.75
	3	0.54	0.51	0.65	0.56	0.6	0.61
	Jumlah	1.65	1.6	1.83	1.69	1.81	2.04
	x	0.55	0.533333	0.61	0.563333	0.603333	0.68
Ori	1	0.76	0.69	0.74	0.73	0.75	0.73
	2	0.77	0.79	0.74	0.78	0.75	0.83
	3	0.68	0.71	0.75	0.71	0.77	0.72
	Jumlah	2.21	2.19	2.23	2.22	2.27	2.28
	x	0.736667	0.73	0.743333	0.74	0.756667	0.76

Lampiran 6a. Hasil Uji Kuat Desak Bambu Bulat Tanpa Ruas

Jenis	No.	P (Kg)			A (cm2)			Tegangan (Kg cm2)		
		Bawah	Tengah	Ujung	Bawah	Tengah	Ujung	Bawah	Tengah	Ujung
Petung	1	6831.81	3296.55	4360.85	18.85	7.55	9.08	367.89	436.63	480.27
	2	7806.37	5572.83	4642.99	16.97	9.24	8.83	460.01	603.12	525.82
	3	6716.88	3649.01	3389.29	17.24	8.41	8.49	389.61	433.89	399.21
	E	21355.06	12518.39	12393.13	53.06	25.2	26.4	1217.51	1473.64	1405.3
	x	7118.353	4172.797	4131.043	17.687	8.4	8.8	405.837	491.213	468.433
Apus	1	1563.46	790.93	560.28	5.94	2.105	9.985	263.21	375.74	282.26
	2	1624.55	817.09	601.36	4.35	2.31	1.698	373.46	353.72	354.16
	3	1607.82	764.67	608.74	4.28	2.061	1.546	375.66	371.2	393.75
	E	4795.83	2372.69	1770.38	14.57	6.476	13.229	1012.33	1100.66	1030.17
	x	1598.61	790.8967	590.1267	4.857	2.159	4.410	337.443	366.887	343.39
Ori	1	1737.18	1581.96	806.128	6.835	3.142	1.539	254.16	503.49	523.8
	2	2362.03	2043.45	1217.02	6.241	4.214	2.105	378.47	484.92	578.16
	3	2015.86	1905.9	997.98	7.523	4.321	1.899	267.96	441.08	525.53
	E	6115.07	5531.31	3021.128	20.599	11.677	5.543	900.59	1429.49	1627.49
	x	2038.357	1843.77	1007.043	6.866	3.892	1.848	300.197	476.497	542.497

Lampiran 6a. Hasil Uji Kuat Desak Bambu Bulat Dengan Ruas

Jenis	No.	P (Kg)			A (cm2)			Tegangan (Kg cm2)		
		Bawah	Tengah	Ujung	Bawah	Tengah	Ujung	Bawah	Tengah	Ujung
Petung	1	7191.05	4354.45	2979.29	21.24	10.78	5.73	342.04	427.83	520.4
	2	10762.73	5279.05	2104.39	19.4	8.35	4.21	554.78	632.07	499.85
	3	7387.98	4723.18	2843.93	17.98	9.46	5.65	410.9	499.28	503.35
	E	25341.76	14356.68	7927.61	58.62	28.59	15.59	1307.72	1559.18	1523.6
	x	8447.253	4785.56	2642.537	19.54	9.53	5.1967	435.907	519.727	507.867
Apus	1	2497.16	884.34	653.52	6.214	2.32	1.75	401.86	381.18	373.44
	2	1963.94	823.19	685.03	6.582	2.18	1.67	298.38	377.61	410.2
	3	2515.93	902.07	685.78	6.105	1.99	1.58	412.11	453.3	434.05
	E	6977.03	2609.6	2024.33	18.901	6.49	5	1112.35	1212.09	1217.69
	x	2325.677	869.8667	674.7767	6.3003	2.1633	1.6667	370.783	404.03	405.897
Ori	1	3156.59	1255.11	587.72	7.306	2.835	1.227	432.054	442.72	478.991
	2	3463.32	1210.27	1015.83	7.823	2.462	2.01	442.71	491.58	505.392
	3	3154	1140.66	1151.19	7.55	2.25	1.98	417.97	506.962	581.413
	E	9773.91	3606.04	2754.74	22.679	7.547	5.217	1292.73	1441.26	1565.79
	x	3257.97	1202.013	918.2467	7.5597	2.5157	1.739	430.911	480.421	521.932

Lampiran 6b. Hasil Uji Kuat Desak Bambu Belah

Jenis	No.	P (Kg)			A (cm ²)			Tegangan (Kg cm ²)		
		Bawah	Tengah	Ujung	Bawah	Tengah	Ujung	Bawah	Tengah	Ujung
		Tanpa	Tanpa	Tanpa	Tanpa	Tanpa	Tanpa	Tanpa	Tanpa	Tanpa
Petung	1	1107.56	699.28	892.41	2.25	1.45	1.42	492.25	482.26	628.46
	2	1114.57	844.1	80.95	2.34	1.62	1.32	476.31	521.05	606.78
	3	1181.36	857.18	574.39	2.05	1.51	1.24	576.27	567.67	463.22
	E	3403.49	2400.56	1547.75	6.64	4.58	3.98	3403.49	2400.56	2267.75
	x	1134.497	800.187	515.917	2.2133	1.5267	1.3267	1134.49	800.187	755.9167
Apus	1	604.21	323.23	268.96	1.25	0.83	0.68	483.37	389.43	395.53
	2	373.12	317.08	350.48	1.1	0.78	0.72	339.2	406.52	486.78
	3	400.19	378.16	261.05	1.05	0.79	0.64	381.13	478.68	407.89
	E	1377.52	1018.47	880.49	3.4	2.4	2.04	1377.52	1018.47	880.49
	x	459.173	339.49	293.497	1.133	0.8	0.68	459.173	339.49	293.497
Ori	1	525.5	530.42	436.42	1.3	0.95	0.7	404.23	588.34	624.28
	2	837.97	531.29	466.16	1.42	0.92	0.81	590.12	577.49	639.16
	3	589.08	662.94	475.14	1.48	1.1	0.78	398.03	602.67	575.5
	E	1952.55	1724.65	1377.72	4.2	2.97	2.29	1952.55	1724.65	1377.72
	x	650.85	574.883	459.24	1.4	0.99	0.7633	650.85	574.883	459.24



Lampiran 7a. Hasil Uji Kuat Lentur Bambu Bulat

Jenis	Posisi	No	DI - Dd (cm)		L (cm)		P (Kg)		M (Kgcm)		C (cm)		I (cm ⁴)		tegangan (Kg/cm ²)	
			Tanpa	Ada	Tanpa	Ada	Tanpa	Ada	Tanpa	Ada	Tanpa	Ada	Tanpa	Ada	Tanpa	Ada
Apus	Ujung	1	5.59-4.94	5.94-4.94	28	70	76.27	149.25	533.89	2611.875	2.795	2.745	18.7	15.36	79.798	466.771
		2	5.47-4.82	5.51-4.97	28	70	72.95	149.365	510.65	2613.888	2.735	2.755	17.45	15.30	80.036	470.671
		3	5.61-4.9	5.52-4.96	28	70	76.157	151.46	533.099	2650.55	2.805	2.76	19.15	15.86	78.086	461.256
	Σ			84	210	225.377	450.075	1577.639	7876.313	8.335	8.26	55.30	46.52	237.92	1398.697	
	Tengah	x	5.56-4.9	5.52-4.96	28	70	75.126	150.025	525.88	2625.438	2.778	2.753	18.433	15.507	79.307	466.232
		1	6.24-5.85	6.53-5.95	28	70	80.52	202.159	563.64	3537.783	3.12	3.265	16.93	27.73	103.872	416.547
		2	6.24-5.56	6.51-5.94	28	70	88.155	196.397	617.085	3436.948	3.12	3.255	27.51	27.05	69.986	413.577
		3	6.3-5.61	6.53-5.94	28	70	87.025	214.248	609.175	3749.34	3.15	3.265	28.71	28.14	66.837	435.025
		Σ			84	210	255.70	612.804	1789.60	10724.07	9.39	9.785	73.15	82.92	240.695	1265.149
	Petung	Pangkal	x	6.26-5.67	6.52-5.94	28	70	85.233	204.268	596.633	3574.69	3.13	3.262	24.383	27.64	80.232
1			7.17-6.13	7.71-6.47	28	70	128.371	307.163	898.597	5375.353	3.585	3.605	60.42	46.63	53.318	415.572
2			7.22-6.16	7.01-6.25	28	70	141.255	274.56	988.785	4804.80	3.61	3.505	62.71	43.53	56.921	386.879
3			7.19-6.12	7.14-6.29	28	70	150.698	327.00	1054.886	5722.50	3.595	3.57	62.32	51.74	60.852	394.846
Σ					84	210	420.324	908.723	2942.268	15902.65	10.79	10.68	185.45	141.90	171.091	1197.297
Ujung		x	7.19-6.14	7.12-6.34	28	70	140.108	302.908	980.756	5300.884	3.597	3.56	61.817	47.30	57.03	399.099
		1	10.40-8.72	10.97-9.11	28	70	389.463	1250.294	2726.24	21880.15	5.20	5.485	290.44	372.78	48.81	321.939
		2	10.45-8.73	11.01-9.10	28	70	365.225	1050.248	2566.58	18379.34	2.225	5.505	300.26	321.49	19.019	314.717
		3	10.46-8.77	11.15-9.16	28	70	871.351	1324.11	2599.46	23171.93	5.23	5.575	297.71	413.12	45.666	312.702
		Σ			84	210	1626.039	3624.652	7802.28	63431.41	12.655	16.565	888.41	1107.39	113.495	949.358
Tengah	x	10.44-8.74	11.04-9.12	28	70	842.613	1208.217	2630.76	21143.80	4.218	5.522	296.137	369.13	37.832	316.453	
	1	11.20-9.54	12.19-10.22	28	70	812.763	1322.11	3589.34	23142.18	5.60	6.095	365.80	548.37	54.949	257.22	
	2	11.45-9.84	13.17-11.22	28	70	537.115	1440.789	3759.81	25213.81	5.725	6.585	383.50	698.84	56.127	237.584	
	3	12.03-10.42	12.20-10.12	28	70	515.908	1547.114	3605.06	27074.50	6.015	6.10	449.81	572.59	48.208	288.434	
	Σ			84	210	1564.886	4310.313	10954.21	75430.48	17.34	18.78	1199.11	1819.8	159.284	783.237	
	x	11.56-9.93	12.52-10.52	28	70	521.629	1436.771	3651.403	25143.49	5.78	9.26	399.703	606.60	53.095	261.079	

Ort	Pangkal	1	10-00-9 15	11-54-9 42	28	70	765 865	1647 114	5361 06	28824 50	4 45	5 77	348 83	484 03	68 391	343 61
		2	10-86-9 10	11-08-9 54	28	70	717 116	1658 055	5019 81	29015 96	5 43	5 84	351 22	406 97	77 608	416 378
		3	11-01-9 25	12-01-9 88	28	70	723 705	1547 92	5065 94	27088 60	5 505	6 005	361 94	553 54	77 051	293 867
		Σ			84	210	2206 686	4853 089	15446 81	84929 06	15 385	17 615	1061 99	1444 54	223 05	1053 854
	Ujung	Σ	10-92-9 17	11-74-9 61	28	70	735 562	1617 696	5148 937	28309 69	5 128	5 872	353 997	481 513	74 35	351 285
		1	8-07-7 08	7-25-6 55	28	70	159 092	259 447	1113 64	4540 323	4 045	3 625	86 92	45 27	51 825	363 567
		2	8-32-7 33	7-29-6 56	28	70	166 186	275 121	1163 30	4814 618	4 16	3 645	93 51	47 73	51 752	367 678
		3	8-12-7 13	7-24-6 68	28	70	164 917	215 831	1154 42	3777 043	4 06	3 62	86 54	37 13	54 159	368 244
	Lengah	Σ			84	210	490 195	750 399	3431 36	13131 98	12 265	10 89	266 97	130 13	157 737	1099 489
		Σ	8-18-7 18	7-26-6 60	28	70	163 398	250 133	1143 787	4377 328	4 088	3 63	88 99	43 377	52 579	366 496
		1	9-05-7 83	8-07-7 35	28	70	174 046	305 215	1218 32	5341 263	4 525	4 035	144 77	64 93	38 081	331 927
		2	9-16-7 90	8-02-7 30	28	70	180 166	310 136	1261 16	5427 38	4 58	4 01	154 39	63 68	37 412	341 768
Pangkal		3	8-12-7 13	8-04-7 33	28	70	184 218	298 478	1256 34	5223 365	4 595	4 02	151 81	63 41	38 027	331 145
		Σ			84	210	538 43	913 829	3735 82	15992 01	13 70	12 065	450 97	192 02	113 52	1004 84
		Σ	9-13-7 88	8-04-7 33	28	70	179 477	304 61	1245 273	5330 669	4 567	4 022	150 323	64 007	37 84	334 947
		1	8-76-7 46	8-85-7 72	28	70	181 672	521 002	1271 70	9117 535	4 38	4 425	137 03	126 76	40 649	318 279
		2	8-72-7 38	8-80-7 68	28	70	198 336	507 105	1388 35	8874 338	4 36	4 4	138 20	123 60	43 80	315 915
		3	8-94-7 63	8-81-7 66	28	70	211 77	512 41	1482 39	8967 175	4 105	4 405	147 19	126 72	41 343	311 714
		Σ			84	210	591 778	1540 517	4142 44	26959 05	12 845	13 23	422 42	377 08	125 791	945 908
		Σ	8-81-7 49	8-82-7 69	28	70	197 259	513 506	1380 813	8986 349	4 282	4 41	140 807	125 693	41 93	315 303

Lampiran 7b. Hasil Uji Kuat Lentur Bambu Berlah

Jenis	Posisi	No	L (cm)		b (cm)		h (cm)		P (Kg)		Regangan (Kg cm ²)		
			Tanpa	Ada	Tanpa	Ada	Tanpa	Ada	Tanpa	Ada	Tanpa	Ada	
Apus	Ujung	1	28	28	2.00	2.00	0.66	0.56	30.531	26.169	1471.88	1752.388	
		2	28	28	2.07	2.04	0.665	0.57	31.611	40.36	1450.354	2557.520	
		3	28	28	2.02	2.01	0.657	0.565	28.785	35.915	1386.543	2350.880	
		Σ	84	84	6.09	6.05	1.982	1.695	90.927	102.444	4308.777	6660.807	
		x	28	28	2.03	2.017	0.661	0.565	30.309	34.148	1436.259	2220.269	
	Tengah	1	28	28	2.00	2.00	0.68	0.69	27.623	44.654	1254.505	1969.616	
		2	28	28	2.02	2.10	0.681	0.689	25.116	35.515	1126.041	1496.247	
		3	28	28	2.01	2.15	0.685	0.686	24.974	34.141	1112.142	1417.225	
		Σ	84	84	6.03	6.25	2.046	2.065	77.713	114.31	3492.688	4883.088	
		x	28	28	2.01	2.083	0.682	0.688	25.904	38.103	1164.229	1627.696	
	Pangkal	1	28	28	2.00	2.00	1.01	0.94	44.031	60.439	906.432	1436.418	
		2	28	28	2.12	1.98	1.052	0.936	48.781	57.158	873.238	1383.915	
		3	28	28	2.15	1.985	1.069	0.939	46.168	55.218	789.217	1325.068	
		Σ	84	84	6.27	5.965	3.131	2.815	138.98	172.815	2568.887	4145.401	
		x	28	28	2.09	1.988	1.044	0.938	46.327	57.605	856.296	1381.80	
	Petung	Ujung	1	28	28	2.00	2.00	1.65	1.85	170.167	173.423	1312.583	1064.10
			2	28	28	2.11	1.995	1.702	1.855	185.662	213.16	1275.765	1304.14
			3	28	28	2.15	2.01	1.694	1.865	191.127	240.714	1301.086	1446.095
			Σ	84	84	6.26	6.005	5.046	5.57	546.956	627.297	3889.434	3814.336
			x	28	28	2.087	2.002	1.682	1.857	182.319	209.099	1296.478	1271.445
Tengah		1	28	28	2.09	2.00	1.60	1.90	160.962	186.30	1263.532	1083.74	
		2	28	28	2.12	2.00	1.307	1.94	168.612	193.29	1955.468	1078.513	
		3	28	28	2.26	2.15	1.61	2.05	165.155	198.60	1181.079	923.171	
		Σ	84	84	6.47	6.15	4.517	5.89	494.729	578.19	4403.08	3085.424	
		x	28	28	2.157	2.05	1.506	1.963	164.91	192.73	1467.693	1028.475	
Pangkal		1	28	28	2.00	2.10	1.75	2.10	163.454	246.12	1120.827	1116.19	
		2	28	28	2.17	2.105	1.759	2.105	168.164	221.16	1051.94	995.863	
		3	28	28	2.12	2.12	1.754	2.12	165.016	227.97	1062.626	1004.892	
		Σ	84	84	6.29	6.325	5.263	6.325	496.634	695.25	3235.393	3116.945	
		x	28	28	2.097	2.108	1.754	2.108	165.545	231.75	1078.464	1038.982	
Ori		Ujung	1	28	28	2.01	2.00	0.98	0.65	161.27	33.854	3508.768	1682.684
			2	28	28	2.05	1.99	0.987	0.665	140.51	35.198	2955.074	1679.852
			3	28	28	2.025	2.09	0.991	0.698	144.126	40.12	3043.822	1654.829
			Σ	84	84	6.085	6.08	2.958	2.013	445.906	109.172	9507.664	5017.364
			x	28	28	2.028	2.027	0.986	0.671	148.635	36.391	3169.221	1672.455
	Tengah	1	28	28	2.06	2.00	1.21	0.70	159.29	26.169	2218.196	1121.529	
		2	28	28	2.02	2.00	1.232	0.71	151.66	34.967	2077.531	1456.669	
		3	28	28	2.15	1.985	1.24	0.939	163.26	55.218	2074.184	1325.068	
		Σ	84	84	6.23	5.985	3.682	2.349	474.21	116.354	6369.911	3903.266	
		x	28	28	2.077	1.995	1.227	0.783	158.07	38.785	2123.304	1301.089	
	Pangkal	1	28	28	2.06	1.988	1.29	1.10	171.231	92.84	2097.901	1620.999	
		2	28	28	2.32	2.11	1.315	1.105	168.112	102.191	1759.983	1665.923	
		3	28	28	2.22	2.10	1.326	1.118	159.162	111.215	1712.571	1779.518	
		Σ	84	84	6.60	6.198	3.931	3.323	498.505	306.246	5570.456	5066.47	
		x	28	28	2.20	2.066	1.31	1.108	166.168	102.082	1856.819	1688.823	

Lampiran 8a. Hasil Uji Kuat Geser Bambu Bulat

Jenis	Posisi	No.	A (cm ²)		P(Kg)		Tegangan(Kg cm ²)	
			Tanpa	Ada	Tanpa	Ada	Tanpa	Ada
Petung	Bawah	1	27.342	34.5	268.027	204.369	9.802758	5.923739
		2	27.305	34.315	491.05	490.152	17.98389	14.2839
		3	27.309	34.41	597.105	392.113	21.86477	11.39532
		E	81.956	103.225	1356.182	1086.634	49.65141	31.60296
		x	27.31867	34.40833	452.0607	362.2113	16.55047	10.53132
	Tengah	1	21.157	25.407	143.688	562.015	6.791511	22.12048
		2	21.21	25.41	469.155	535.21	22.11952	21.06297
		3	21.191	25.416	606.655	489.815	28.62796	19.27192
		E	63.558	76.233	1219.498	1587.04	57.53899	62.45536
		x	21.186	25.411	406.4993	529.0133	19.17966	20.81845
	Ujung	1	16.042	20.297	591.779	82.973	36.88935	4.087044
		2	16.102	20.351	479.118	205.199	29.75519	10.08299
		3	16.081	20.362	467.718	225.214	29.08513	11.0605
		E	48.225	61.01	1538.615	513.386	95.72967	25.23144
		x	16.075	20.33667	512.8717	171.1287	31.90989	8.410481
Apus	Bawah	1	11.8	12.36	81.874	107.432	6.938475	8.691909
		2	11.795	12.512	105.891	147.115	8.977618	11.75791
		3	11.815	12.624	115.2	160.217	9.750317	12.69146
		E	35.41	37.496	302.965	414.764	25.66641	33.14128
		x	11.80333	12.49867	100.9883	138.2547	8.55547	11.04709
	Tengah	1	9.242	7.589	9.674	155.938	1.016743	20.42931
		2	9.26	7.61	60.101	201.124	6.490389	26.42891
		3	9.251	7.605	65.91	188.29	7.124635	24.75871
		E	27.753	22.804	135.685	544.452	14.66177	71.61693
		x	9.251	7.601333	45.22833	181.484	4.887256	23.87231
	Ujung	1	6.36	7.497	6.365	138.491	1.000786	18.47286
		2	6.352	7.501	50.126	160.923	7.891373	21.45354
		3	6.35	7.521	49.199	166.541	7.747874	22.14346
		E	19.062	22.519	105.69	465.955	16.64003	62.06986
		x	6.354	7.506333	35.23	155.3183	5.546678	20.68995
Ori	Bawah	1	19.656	16.899	77.495	460.662	3.942562	27.25972
		2	19.646	16.86	80.015	448.178	4.072839	26.58233
		3	19.64	16.912	79.965	501.2	4.071538	29.63576
		E	58.942	50.671	237.475	1410.04	12.08694	83.47781
		x	19.64733	16.89033	79.15833	470.0133	4.02898	27.82594
	Tengah	1	11.314	11.328	98.264	163.662	8.685169	14.44756
		2	11.305	11.201	100.311	202.215	8.873153	18.0533
		3	11.305	11.5	98.553	215.919	8.717647	18.77557
		E	33.924	34.029	297.128	581.796	26.27597	51.27643
		x	11.308	11.343	99.04267	193.932	8.758656	17.09214
	Ujung	1	9.055	9.966	162.26	216.415	17.91938	21.71533
		2	9.15	10.176	178.168	231.113	19.17191	22.71158
		3	9.115	10.1	175.168	230.121	19.21755	22.78426
		E	27.32	30.242	515.596	677.649	56.60885	67.21117
		x	9.106667	10.08067	171.8653	225.883	18.86962	22.40372

Lampiran 8b. Hasil Uji Kuat Geser Bambu Belah

Jenis	Posisi	No.	A(cm2)		P(Kg)		Tegangan(Kg cm2)	
			Tanpa	Ada	Tanpa	Ada	Tanpa	Ada
Petung	Bawah	1	10.877	12.818	734.192	434.596	67.49949	33.90513
		2	10.863	12.82	730.223	1634.162	67.22112	127.4697
		3	10.877	12.821	750.217	1516.11	68.97279	118.2521
		E	32.617	38.459	2214.632	3584.868	203.6934	279.627
		x	10.87233	12.81967	738.2107	1194.956	67.8978	93.20898
	Tengah	1	6.676	9.36	544.413	841.673	81.54778	89.92233
		2	6.689	9.357	524.124	840.115	78.35611	89.78165
		3	6.69	9.358	537.215	838.169	80.3012	89.56711
		E	20.055	28.075	1605.752	2519.957	240.2051	269.2741
		x	6.685	9.358333	535.2507	839.9857	80.06836	89.75803
	Ujung	1	5.797	8.33	381.635	467.308	65.83319	56.0994
		2	5.807	8.332	382.565	480.188	65.87997	57.63178
		3	5.81	8.31	390.276	491.103	67.17315	59.09783
		E	17.414	24.972	1154.476	1438.599	198.8863	172.829
		x	5.804667	8.324	384.8253	479.533	66.29544	57.60967
Apus	Bawah	1	4.26	4.61	88.98	101.577	20.88732	22.03406
		2	4.262	4.624	92.19	105.017	21.63069	22.71129
		3	4.259	4.587	82.261	99.855	19.31463	21.76913
		E	12.781	13.821	263.431	306.449	61.83264	66.51448
		x	4.260333	4.607	87.81033	102.1497	20.61088	22.17149
	Tengah	1	2.54	4.371	98.767	96.995	38.88465	22.19057
		2	2.55	4.381	80.169	146.166	31.43882	33.36362
		3	2.549	4.375	101.714	159.2	39.90349	36.38857
		E	7.639	13.127	280.65	402.361	110.227	91.94276
		x	2.546333	4.375667	93.55	134.1203	36.71232	30.64759
	Ujung	1	2.538	3.013	124.216	189.826	48.91247	63.00232
		2	2.535	3.017	155.116	201.566	61.18974	66.81008
		3	2.535	3.013	160.215	212.713	63.20118	70.59841
		E	7.608	9.043	439.547	604.105	173.3334	200.4108
		x	2.536	3.014333	146.5157	201.3683	57.7778	66.8036
Ori	Bawah	1	4.79	6.317	77.495	256.5	16.1785	40.60172
		2	4.91	6.321	80.015	259.625	16.29633	41.07341
		3	4.84	6.323	79.965	261.109	16.52169	41.29511
		E	14.54	18.961	237.475	777.234	48.99653	122.9732
		x	4.846667	6.320333	79.15833	259.078	16.33218	40.99108
	Tengah	1	3.335	4.876	98.264	187.702	29.46447	38.49508
		2	3.331	4.822	100.311	211.19	30.11438	43.79718
		3	3.342	4.843	98.553	100.56	29.48923	20.76399
		E	10.008	14.541	297.128	499.452	89.06808	103.0562
		x	3.336	4.847	99.04267	166.484	29.68936	34.35208
	Ujung	1	3.37	3.69	162.26	221.062	48.11837	59.9084
		2	3.32	3.92	178.168	233.602	53.66506	59.59235
		3	3.3	3.85	175.168	230.287	53.08121	59.81481
		E	9.99	11.46	515.596	684.951	154.8946	179.3156
		x	3.33	3.82	171.8653	228.317	51.63155	59.77185

Lampiran 11a. Kuat Tarik Bambu Belah Tanpa Ruas

Jenis	Posisi	No	Ukuran (cm)			Luas (cm ²)	σ (kg/cm ²)	ΔL (cm)	ϵ	P (kg)
			L	t	d					
Petung	Bawah	1	10	0.098	1.384	0.136	1980.7	0.399	0.010	269.375
		2	10	0.101	1.386	0.139	1211.4	0.26	0.026	168.385
		3	10	0.102	1.486	0.152	1714.2	0.24	0.024	260.558
		E	30	0.301	4.256	0.427	4906.3	0.899	0.090	698.318
		X	10	0.100	1.419	0.142	1635.43	0.299	0.030	232.773
	Tengah	1	10	0.086	0.944	0.081	1412.2	0.251	0.025	114.388
		2	10	0.09	0.948	0.085	835.9	0.096	0.010	71.051
		3	10	0.092	0.946	0.087	1057.2	0.107	0.011	91.976
		E	30	0.268	2.838	0.253	3305.3	0.454	0.015	277.416
		X	10	0.089	0.946	0.084	1101.77	0.151	0.015	92.472
	Ujung	1	10	0.092	0.916	0.084	1109.7	0.137	0.014	93.215
		2	10	0.08	0.778	0.062	1037.8	0.103	0.010	64.344
		3	10	0.096	0.81	0.078	1862.3	0.206	0.021	145.259
		E	30	0.268	2.504	0.224	4009.8	0.416	0.015	302.818
		X	10	0.089	0.835	0.075	1336.6	0.149	0.015	100.939
Apus	Bawah	1	10	0.088	0.682	0.06	1235.4	0.226	0.023	74.124
		2	10	0.08	0.616	0.049	1012.5	0.17	0.017	49.612
		3	10	0.10	0.88	0.088	857.9	0.187	0.019	75.495
		E	30	0.268	2.178	0.197	3105.8	0.583	0.058	199.232
		X	10	0.089	0.726	0.066	1035.27	0.194	0.019	66.411
	Tengah	1	10	0.094	0.52	0.049	1836.6	0.197	0.020	89.993
		2	10	0.09	0.592	0.053	1858.4	0.21	0.021	98.495
		3	10	0.08	0.51	0.041	2671	0.138	0.014	109.511
		E	30	0.264	1.622	0.143	6366	0.545	0.054	298.00
		X	10	0.088	0.541	0.048	2122	0.182	0.018	99.333
	Ujung	1	10	0.108	0.46	0.049	2300.4	0.321	0.032	112.72
		2	10	0.112	0.436	0.049	2139.4	0.263	0.026	104.831
		3	10	0.08	0.368	0.029	2829	0.207	0.021	82.041
		E	30	0.30	1.264	0.127	7268.8	0.791	0.079	299.591
		X	10	0.10	0.421	0.042	2422.93	0.264	0.026	99.864
Ori	Bawah	1	10	0.092	0.57	0.052	1360.5	0.222	0.022	70.746
		2	10	0.082	0.536	0.044	637.9	0.091	0.009	28.068
		3	10	0.084	0.608	0.051	1621.6	0.218	0.022	82.702
		E	30	0.258	1.714	0.147	3620	0.531	0.053	181.515
		X	10	0.086	0.571	0.049	1206.67	0.177	0.018	60.505
	Tengah	1	10	0.092	0.501	0.046	833.1	0.125	0.012	38.323
		2	10	0.082	0.468	0.038	902.5	0.132	0.013	34.295
		3	10	0.084	0.508	0.043	848.1	0.111	0.011	36.468
		E	30	0.258	1.477	0.127	2583.7	0.368	0.037	109.086
		X	10	0.086	0.492	0.042	861.233	0.123	0.012	36.362
	Ujung	1	10	0.09	0.434	0.039	1636.4	0.207	0.021	63.820
		2	10	0.082	0.42	0.034	1432.3	0.151	0.015	48.698
		3	10	0.118	0.394	0.046	1121.3	0.162	0.016	51.580
		E	30	0.29	1.248	0.119	4190	0.52	0.052	164.098
		X	10	0.097	0.416	0.040	1396.67	0.173	0.017	54.699

Lampiran 11b. Kuat Tarik Belah Dengan Ruas

Jenis	Posisi	No	Ukuran (cm)			Luas (cm ²)	σ (kg/cm ²)	AL (cm)	ϵ	P (kg)
			L	t	d					
Petung	Bawah	1	10	0.13	1.15	0.188	1082	0.164	0.016	203.116
		2	10	0.166	1.256	0.208	1537.1	0.567	0.057	319.717
		3	10	0.124	1.59	0.197	1172.5	0.168	0.017	230.983
		E	30	0.42	4.296	0.593	3791.6	0.899	0.090	751.115
		X	10	0.14	1.432	0.198	1263.87	0.30	0.030	251.372
	Tengah	1	10	0.13	1.00	0.13	2022.6	0.256	0.026	262.938
		2	10	0.142	1.054	0.149	2056.6	0.357	0.036	306.433
		3	10	0.13	1.02	0.132	1709.6	0.206	0.021	225.667
		E	30	0.402	3.074	0.411	5788.8	0.819	0.082	795.039
		X	10	0.134	1.025	0.137	1929.6	0.273	0.027	265.013
	Ujung	1	10	0.102	0.816	0.083	1524.7	0.151	0.015	126.55
		2	10	0.118	0.866	0.102	1805.8	0.209	0.021	181.192
		3	10	0.12	0.844	0.101	1387.3	0.133	0.013	140.117
		E	30	0.34	2.526	0.286	4717.8	0.493	0.049	450.859
		X	10	0.113	0.842	0.095	1572.6	0.164	0.016	150.286
Apus	Bawah	1	10	0.11	0.91	0.100	993.1	0.232	0.023	99.409
		2	10	0.102	0.87	0.089	946.7	0.197	0.020	84.256
		3	10	0.104	0.808	0.084	1038.1	0.172	0.017	87.200
		E	30	0.316	2.588	0.273	2977.9	0.691	0.060	270.866
		X	10	0.105	0.863	0.091	992.633	0.200	0.020	90.289
	Tengah	1	10	0.084	0.536	0.045	1260.5	0.204	0.020	56.722
		2	10	0.074	0.548	0.04	1265.7	0.145	0.014	50.628
		3	10	0.096	0.598	0.057	1422.7	0.21	0.021	81.094
		E	30	0.254	1.682	0.112	3948.9	0.559	0.056	188.444
		X	10	0.085	0.561	0.047	1316.3	0.186	0.019	62.815
	Ujung	1	10	0.102	0.448	0.046	1545.3	0.127	0.013	71.084
		2	10	0.072	0.504	0.036	1493.1	0.142	0.014	53.752
		3	10	0.074	0.476	0.035	771.3	0.075	0.007	26.995
		E	30	0.248	1.428	0.117	3809.7	0.344	0.034	151.831
		X	10	0.083	0.476	0.039	1269.9	0.115	0.011	50.610
Ori	Bawah	1	10	0.104	0.68	0.071	940.5	0.172	0.017	66.775
		2	10	0.098	0.652	0.064	1156.4	0.132	0.013	74.01
		3	10	0.094	0.648	0.061	672.6	0.108	0.011	41.029
		E	30	0.296	1.98	0.196	2769.5	0.412	0.041	181.814
		X	10	0.099	0.66	0.065	923.167	0.137	0.014	60.605
	Tengah	1	10	0.096	0.446	0.043	635.6	0.066	0.007	27.331
		2	10	0.094	0.504	0.047	998.4	0.131	0.013	46.925
		3	10	0.08	0.46	0.037	1373.6	0.162	0.016	50.823
		E	30	0.27	1.41	0.127	3007.6	0.359	0.036	125.079
		X	10	0.09	0.47	0.042	1002.53	0.12	0.012	41.693
	Ujung	1	10	0.084	0.394	0.033	1107.6	0.134	0.013	36.551
		2	10	0.086	0.406	0.035	1134.6	0.105	0.010	39.711
		3	10	0.08	0.402	0.032	1044.6	0.108	0.011	33.427
		E	30	0.25	1.202	0.100	3286.8	0.347	0.035	109.689
		X	10	0.083	0.401	0.033	1095.6	0.116	0.012	36.563

Lampiran 12a. Kuat Tarik Belah Tanpa Ruas pada Batas Elastis

Jenis	Posisi	No	Ukuran (cm)			Luas (cm ²)	σ (kg cm ²)	ΔL (cm)	ϵ	P (kg)	E (kg cm ²)
			L	t	d						
Petung	Bawah	1	10	0.098	1.384	0.136	1100	0.125	0.012	149.6	88000
		2	10	0.101	1.386	0.139	915	0.13	0.013	127.185	70384.6
		3	10	0.102	1.486	0.152	1370	0.155	0.015	208.24	88387.1
		E	30	0.301	4.256	0.427	3385	0.41	0.041	485.025	246772
		X	10	0.100	1.419	0.142	1128.33	0.137	0.011	161.675	82257.2
	Tengah	1	10	0.086	0.944	0.081	995	0.095	0.009	80.595	104737
		2	10	0.09	0.948	0.085	615	0.065	0.006	52.275	94615.4
		3	10	0.092	0.946	0.087	725	0.07	0.007	63.075	103571
		E	30	0.268	2.838	0.253	2335	0.23	0.023	195.945	302924
		X	10	0.089	0.946	0.084	778.333	0.077	0.008	65.315	100975
	Ujung	1	10	0.092	0.916	0.084	675	0.06	0.006	56.7	112500
		2	10	0.08	0.778	0.062	695	0.065	0.006	43.09	106923
		3	10	0.096	0.81	0.078	1100	0.115	0.011	85.8	95652.2
		E	30	0.268	2.504	0.224	2470	0.24	0.024	185.59	315075
		X	10	0.089	0.835	0.075	823.333	0.08	0.008	61.863	105025
Apus	Bawah	1	10	0.088	0.682	0.06	550	0.085	0.008	33	64705.9
		2	10	0.08	0.616	0.049	820	0.09	0.009	40.18	91111.1
		3	10	0.092	0.912	0.084	615	0.11	0.011	51.66	55909.1
		E	30	0.26	2.21	0.193	1985	0.285	0.028	124.84	211726
		X	10	0.087	0.737	0.064	661.667	0.095	0.009	41.613	70575.4
	Tengah	1	10	0.094	0.52	0.049	1225	0.115	0.011	60.025	106522
		2	10	0.09	0.592	0.053	1320	0.125	0.012	69.96	105600
		3	10	0.08	0.51	0.041	1410	0.11	0.011	57.81	128182
		E	30	0.264	1.622	0.143	3955	0.35	0.035	187.795	340304
		X	10	0.088	0.541	0.048	1318.33	0.117	0.012	62.598	113435
	Ujung	1	10	0.108	0.46	0.049	1450	0.125	0.012	71.05	116000
		2	10	0.098	0.454	0.045	1120	0.12	0.012	50.4	93333.3
		3	10	0.08	0.368	0.029	1710	0.12	0.012	49.59	142500
		E	30	0.286	1.282	0.123	4280	0.365	0.036	171.04	351833
		X	10	0.095	0.427	0.041	1426.67	0.122	0.012	57.0133	117278
Ori	Bawah	1	10	0.092	0.57	0.052	985	0.13	0.013	51.22	75769.2
		2	10	0.082	0.536	0.044	637.9	0.091	0.009	28.068	70176
		3	10	0.084	0.608	0.051	825	0.095	0.009	42.075	86842.1
		E	30	0.258	1.714	0.147	2447.9	0.316	0.032	121.363	232787
		X	10	0.086	0.571	0.049	815.967	0.105	0.010	40.454	77595.8
	Tengah	1	10	0.108	0.446	0.048	640	0.145	0.014	30.72	44137.9
		2	10	0.082	0.468	0.038	540	0.065	0.006	20.52	83076.9
		3	10	0.084	0.508	0.043	848.1	0.111	0.011	36.468	76199.5
		E	30	0.274	1.422	0.129	2028.1	0.321	0.032	87.708	203414
		X	10	0.091	0.474	0.043	676.033	0.107	0.011	29.236	67804.8
	Ujung	1	10	0.092	0.408	0.037	865	0.135	0.013	32.005	64074.1
		2	10	0.09	0.434	0.039	1225	0.015	0.001	47.775	816667
		3	10	0.082	0.42	0.034	1040	0.1	0.01	35.36	104000
		E	30	0.264	1.262	0.11	3130	0.25	0.025	115.14	984741
		X	10	0.088	0.421	0.037	1043.33	0.083	0.008	38.38	328247

Lampiran 12b. Kuat Tarik Belah Dengan Ruas pada Batas Elastis

Jenis	Posisi	No	Ukuran (cm)			Luas (cm ²)	σ (kg/cm ²)	ΔL (cm)	ϵ	P (kg)	E (kg/cm ²)
			l	t	d						
Petung	Bawah	1	10	0.13	1.45	0.188	750	0.095	0.009	141	78947.4
		2	10	0.166	1.256	0.208	840	0.13	0.013	174.72	64615.4
		3	10	0.124	1.59	0.197	960	0.12	0.012	189.12	80000
		E	30	0.42	4.296	0.593	2550	0.345	0.034	504.84	223563
		X	10	0.14	1.432	0.198	850	0.115	0.011	168.28	74520.9
	Tengah	1	10	0.142	1.01	0.143	1062.5	0.11	0.011	151.938	96590.9
		2	10	0.142	1.054	0.149	1187	0.115	0.011	176.863	103217
		3	10	0.13	1.02	0.132	1250	0.13	0.013	165	96153.8
		E	30	0.414	3.084	0.424	3499.5	0.355	0.03	493.801	295962
		X	10	0.138	1.028	0.141	1166.5	0.118	0.012	164.6	98654
	Ujung	1	10	0.128	0.86	0.11	725	0.135	0.013	79.75	53703.7
		2	10	0.118	0.866	0.102	1125	0.095	0.009	114.75	118421
		3	10	0.12	0.844	0.101	920	0.095	0.009	92.92	96842.1
		E	30	0.366	2.57	0.313	2770	0.325	0.032	287.42	268967
		X	10	0.122	0.857	0.104	923.333	0.108	0.011	95.807	89655.6
Apus	Bawah	1	10	0.102	0.87	0.089	710	0.135	0.013	63.19	52592.6
		2	10	0.1	0.93	0.093	545	0.095	0.009	50.685	57368.4
		3	10	0.104	0.808	0.084	600	0.08	0.008	50.4	75000
		E	30	0.306	2.608	0.266	1855	0.31	0.031	164.275	184961
		X	10	0.102	0.869	0.089	618.333	0.103	0.010	54.758	61653.7
	Tengah	1	10	0.084	0.536	0.045	840	0.1	0.01	37.8	81000
		2	10	0.074	0.548	0.04	810	0.095	0.009	32.4	85263.2
		3	10	0.098	0.601	0.059	820	0.075	0.007	48.38	109333
		E	30	0.256	1.685	0.144	2470	0.27	0.027	118.58	278596
		X	10	0.085	0.562	0.048	823.333	0.09	0.009	39.527	92865.5
	Ujung	1	10	0.102	0.448	0.046	985	0.155	0.015	45.31	63548.4
		2	10	0.072	0.504	0.036	980	0.085	0.008	35.28	115294
		3	10	0.074	0.476	0.035	771.3	0.075	0.007	26.995	102840
		E	30	0.248	1.428	0.117	2736.3	0.315	0.031	107.586	281683
		X	10	0.083	0.476	0.039	912.1	0.105	0.010	35.862	93894.2
Ori	Bawah	1	10	0.104	0.68	0.071	665	0.085	0.008	47.215	78235.3
		2	10	0.098	0.652	0.064	1156.4	0.132	0.013	74.009	87606.1
		3	10	0.094	0.648	0.061	672.6	0.108	0.011	41.029	62277.8
		E	30	0.296	1.98	0.196	2494	0.325	0.032	162.253	228119
		X	10	0.099	0.66	0.065	831.333	0.108	0.011	54.084	76039.7
	Tengah	1	10	0.094	0.504	0.047	850	0.12	0.012	39.95	70833.3
		2	10	0.096	0.446	0.043	653.6	0.066	0.007	28.105	99030.3
		3	10	0.08	0.46	0.037	1210	0.135	0.013	44.77	89629.6
		E	30	0.27	1.41	0.127	2713.6	0.321	0.032	112.82	259493
		X	10	0.09	0.47	0.042	904.533	0.107	0.011	37.608	86497.8
	Ujung	1	10	0.084	0.402	0.034	898	0.092	0.009	30.532	97608.7
		2	10	0.086	0.406	0.035	1134.6	0.105	0.010	39.711	108160
		3	10	0.08	0.402	0.032	950	0.085	0.008	30.4	111765
		E	30	0.25	1.21	0.101	2982.6	0.282	0.028	100.643	317534
		X	10	0.083	0.403	0.034	994.2	0.094	0.009	33.548	105845