

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

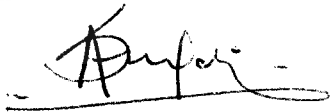
No. Mhs. : 89 310 110

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. | Tuat 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 Sharma (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 (Anonymous, 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 dikemukakan 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 berbentuk kelentapan dalam jaringan sel menjadi 4 tipe, yaitu:

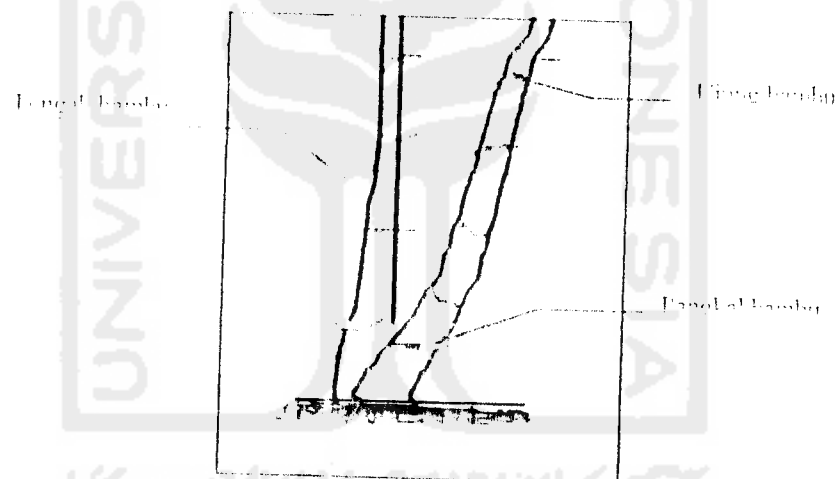
1. Tipe 1, terdiri dari 1 sistem pembuluh yang hanya didukung oleh sarung sklerenkim
2. Tipe 2, terdiri dari 1 sistem pembuluh yang hanya didukung oleh sarung sklerenkim dan adanya perkembangan yang menyolok pada salah satu diantara 3 protoxylem yang ada
3. Tipe 3, terdiri dari 2 bagian yaitu sistem 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 Jensen (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 melindungi 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-bundel penguat.

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 peredaran 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

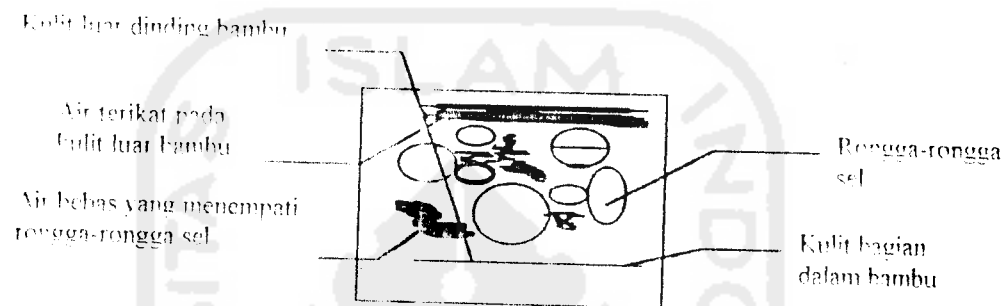
terhadap sifat-sifat kayu kemungkinan akan berpengaruh sama terhadap sifat-sifat bambu

2.3.1 Uptak 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

rendih 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

kelembaban dalam kayu, yang menentukan banyaknya air yang dapat diadsorpsi
a. Kelembaban 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 tegah lurus sumbu
memanjang serat di tengah-tengah bahan yang disangga pada kedua ujungnya.

Legangan 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

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

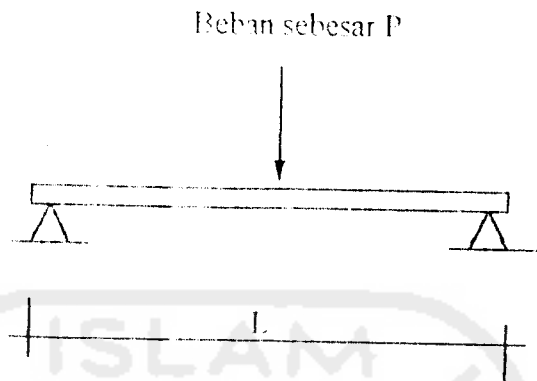
3. Posisi contoh uji di dalam batang.

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 (ImamSyaffi'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 berkanungan air 12% dan akan sama dengan bagian pangkal yang berkanungan air 4% apabila bambu bagian tengah tersebut berkanungan 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).

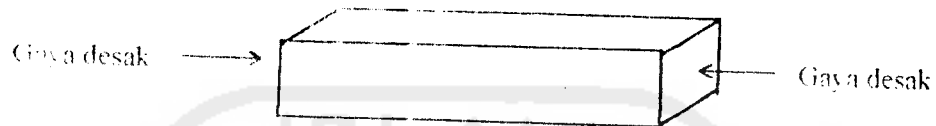
3. Kerapatan bambu

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 *Bambuse 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

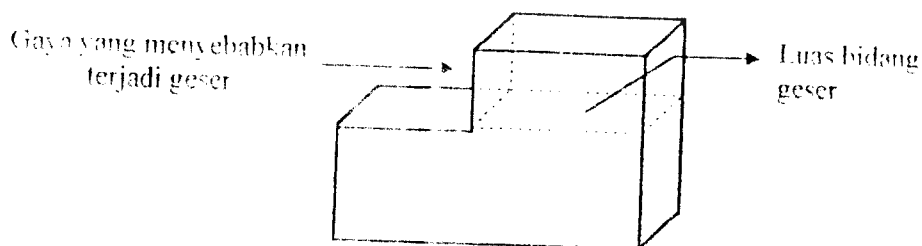
Ukuran panjang contoh uji yang memberikan kuat geser paling baik adalah 80 mm. Kurangnya kuat geser pada ukuran kurang dari 80 mm disebabkan adanya ketidakteraturan setempat. Sedangkan kurangnya kuat geser pada ukuran yang lebih dari 80 mm dikarenakan pada bagian tengah tidak memberikan reaksi seefektif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

$$\text{Kadar Air} = \frac{B_0 - B_i}{B_i} \times 100 \%$$

Keterangan :

B_0 = 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)

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

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 ± 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).

3.3.4 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 memepit 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 mendidihkan 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 ketupat 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 pampup 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 | 13,467 | 13,323 | 12,823 |
| Petung | Belah | 12,233 | 12,190 | 12,023 |
| | Bulat | 13,067 | 12,477 | 12,400 |
| 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 | 5.517 |
| 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 Geser 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 + b + c

$$J_{abc} = \frac{(39,20^2 + 40,40^2 + \dots + 31,90^2 + 37,68^2)}{3} - \frac{8507,394}{3} = 21,117$$

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

J_{ab} = jumlah kuadrat antara sel untuk daftar a + b

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

J_{ac} = jumlah kuadrat antara sel untuk daftar a + c

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

J_{bc} = jumlah kuadrat antara sel untuk daftar b + c

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

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 :

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

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

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

$$ABC_y = J_{abc} - A_y - B_y - C_y - AB_y - AC_y - BC_y$$

$$= 24,477 - 6,026 - 4,095 - 1,475 - 1,531 - 3,480 - 7,005$$

$$= 0,865$$

$$E_y = \sum Y^2 - R_y - A_y - B_y - C_y - AB_y - AC_y - BC_y - ABC_y$$

$$= 8543,903 - 8507,394 - 6,026 - 4,095 - 1,475 - 1,530 - 3,480 - 7,005 -$$

$$0,865$$

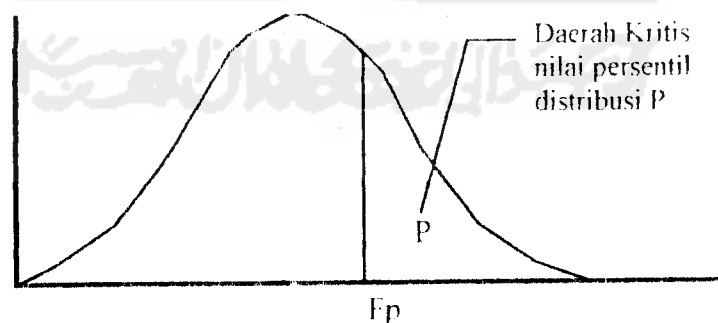
$$= 12,032$$

$$\begin{aligned}
 F \text{ statistik} &= \frac{\text{Kuadrat Tengah Variasi}}{\text{Kuadrat Tengah Error}} \\
 &= \frac{3,013}{0,334} = 9,015
 \end{aligned}$$

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 persentil 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 | 13.418 | 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 | FH | FI |
|---------------------|----|----------|----------|-----------|-------|
| 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 menunjukkan 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 | Belah | Bulat | Belah | Bulat | Belah | Bulat |
| Bentuk | | | | | | |
| Rata-rata | 0.592 | 0.588 | 0.698 | 0.717 | 0.743 | 0.746 |
| | 0.590 | | 0.707 | | 0.744 | |

Tabel 15 menunjukkan 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 | Belah | Bulat | Belah | Bulat | Belah | Bulat |
| Bentuk | | | | | | |
| 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 | 12208,46 | 12208,46 | 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 | 36933,31 | | | |

Keterangan : * beda pada taraf uji 0.01

Analisa varian menunjukkan jenis bambu, posisi, intraksi antara jenis dan posisi, media 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) | | | | | |
|-----------|---|---------|---------|---------|---------|---------|
| | Apus | | Petung | | Ori | |
| | 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) | | | | | |
|-----------|---|---------|---------|---------|---------|---------|
| | Pangkal | | Tengah | | Ujung | |
| | 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 | KI | 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 |
| Bentuk | 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 | FII | FI |
|-----------------------|----|----------|----------|-----------|-------|
| 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/cm ²) | | | | | |
|--------|--|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 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 menunjukkan 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/cm ²) | | |
|--------|--|---------|---------|
| | Pangkal | Tengah | Ujung |
| Posisi | 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 | KI | 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 | 115.7497 | 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) | | | | | |
|--------|--|-------|--------|--------|--------|--------|
| | Apus | | Petung | | Ori | |
| Jenis | | | | | | |
| 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) | | | | | |
|--------|--|--------|--------|--------|--------|--------|
| | Pangkal | | Tengah | | Ujung | |
| Posisi | | | | | | |
| 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) | | | | | |
|-----------|---|--------|--------|--------|--------|--------|
| | Apus | | Petung | | Ori | |
| Jenis | | | | | | |
| 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) | | | | | |
|-----------|---|--------|--------|--------|--------|--------|
| | Pangkal | | Tengah | | Ujung | |
| Posisi | | | | | | |
| 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 | KI | FII | 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 menunjukkan 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) | | | | | |
|--------|--|----------|----------|----------|----------|----------|
| | Petung | | Apus | | Ori | |
| | Tanpa | Ada | Tanpa | Ada | Tanpa | Ada |
| Jenis | 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) | | | | | |
|--------|--|----------|----------|----------|----------|----------|
| | Bawah | | Tengah | | Atas | |
| | Tanpa | Ada | Tanpa | Ada | Tanpa | Ada |
| Posisi | 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 bernoda dapat dilihat pada lampiran 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 menunjukkan bahwa tidak terdapat beda nyata pada jenis, posisi dan ada tidaknya nodia. Untuk interaksi posisi dan nodia terdapat perbedaan 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

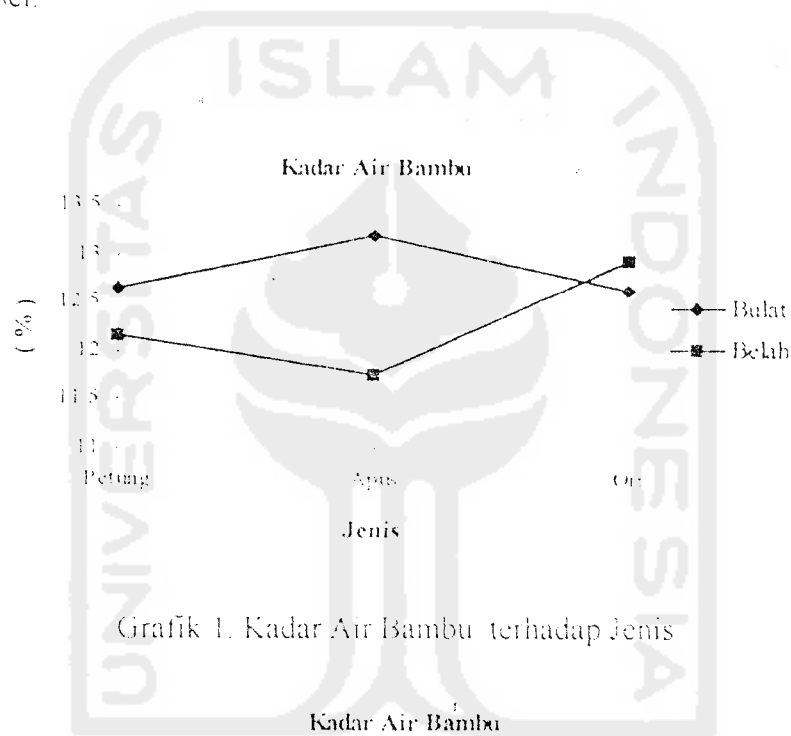
5.1 Kadar Air

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.

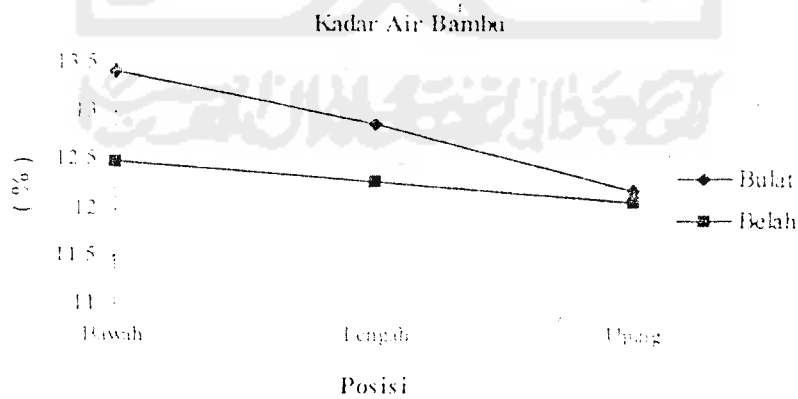
Jenis bambu dan posisi dalam batang tidak mempunyai pengaruh yang nyata terhadap besarnya kadar air kering angin dengan berdasarkan pada tabel 12. Ini berarti tidak sesuai dengan hipotesis yang ada. Adapun hasil penelitian kadar air kering angin untuk contoh uji belah dengan faktor jenis bambu (tabel 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

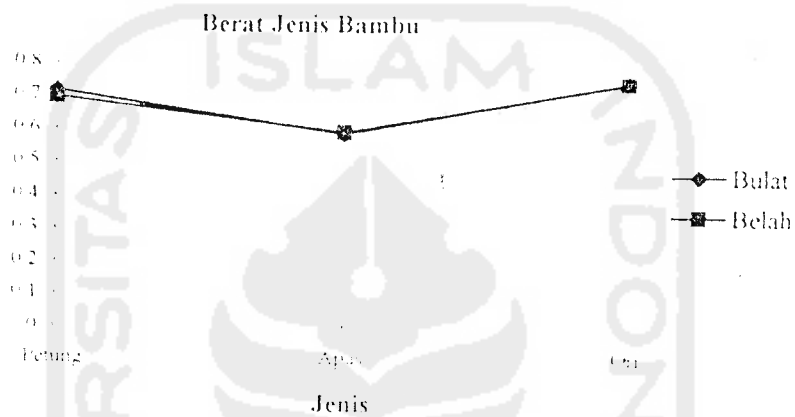
Analisis varian tabel 14 menunjukkan bahwa jenis bambu berpengaruh nyata terhadap berat jenis, dimana angka pada F hitung $8,838 \geq F$ tabel 5,33, yang berarti signifikan. Dari uji banding faktor jenis terhadap berat jenis tabel 15, dapat diketahui bahwa bambu Petung dan Ori berbeda nyata terhadap 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.

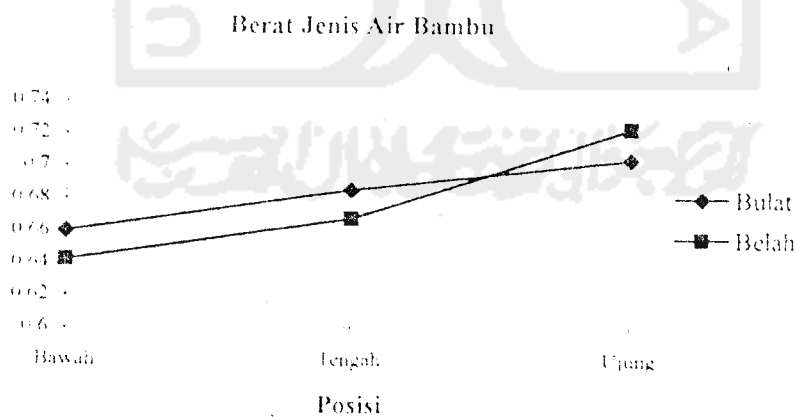
Jadi adanya hipotesis bahwa jenis bambu dan posisi di dalam batang mempengaruhi besarnya berat jenis terbukti.

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

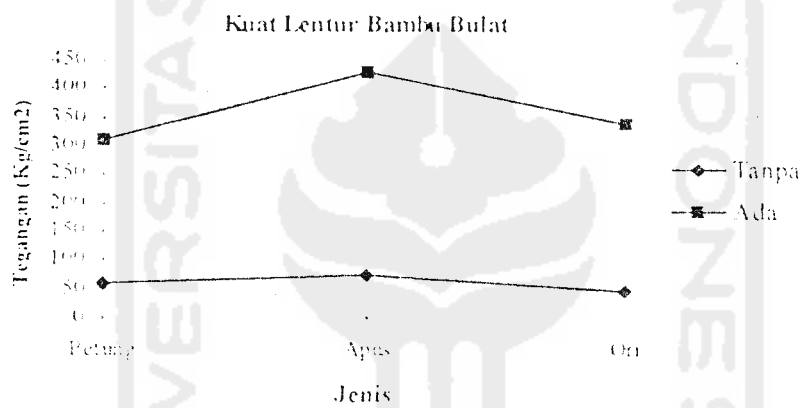
Analisis varian kuat lentur bambu bulat tabel 17 menunjukkan bahwa jenis bambu berpengaruh nyata terhadap kuat lentur statis maksimum, dimana angka pada F hitung $8,057 \geq F$ tabel $6,01$ yang berarti signifikan. Pengaruh jenis terhadap kuat lentur bambu bulat sangat nyata dapat diketahui dari uji 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 $57,014 \text{ Kg/cm}^2$.

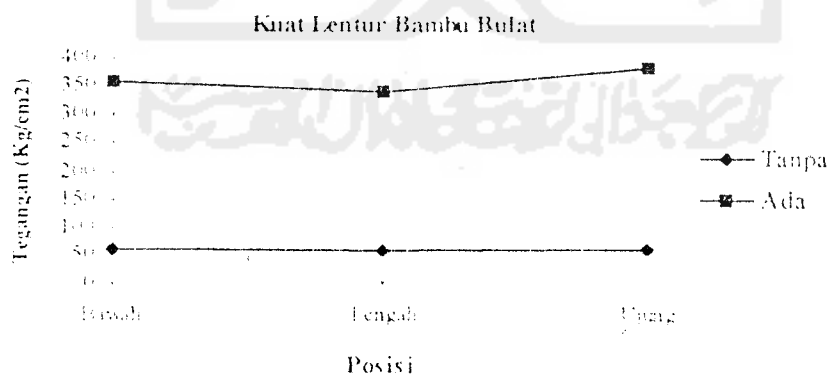
Dari perhitungan rata-rata kuat lentur bambu bulat dengan faktor jenis dan posisi, menunjukkan angka untuk contoh uji tidak beruas 58,74 Kg/cm², sedangkan ada ruas sebesar 359,461 Kg/cm².

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 5. Kuat Lentur Bambu Bulat terhadap Jenis



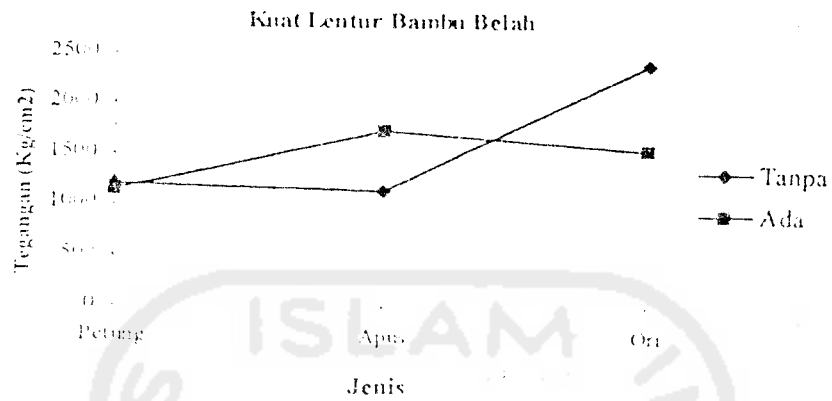
Grafik 6. Kuat Lentur Bambu Bulat terhadap Posisi

5.3.2 Kuat Lentur Bambu Belah

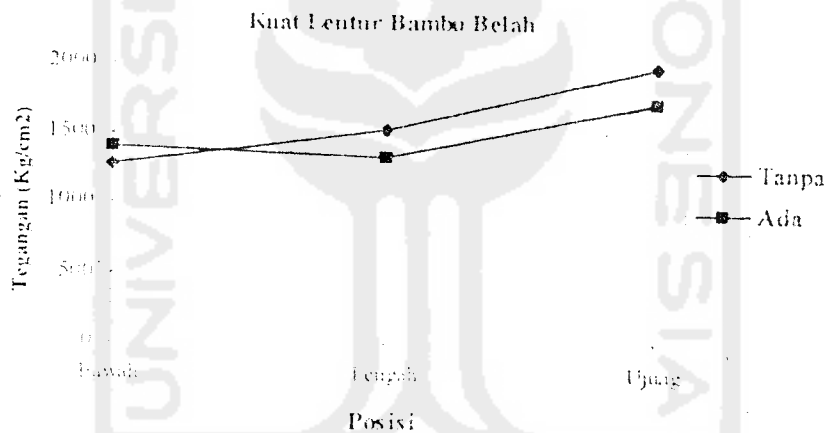
Analisis varian tabel 20 menunjukkan bahwa posisi berpengaruh nyata terhadap kuat lentur bambu belah, dimana angka pada F hitung $103,073 \geq F$ tabel 6,01 yang berarti signifikan. Pengaruh posisi ini dapat dilihat dari hasil uji banding tabel 21, pada kuat lentur bambu belah dengan ruas nilai terbesar 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



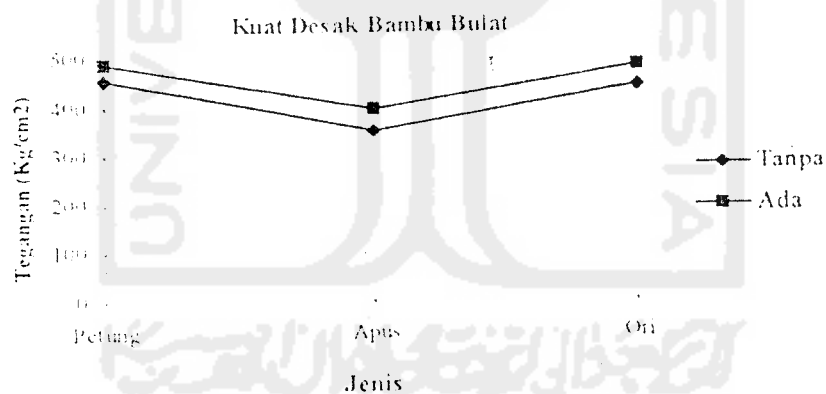
Grafik 8. Kuat Lentur Bambu Belah terhadap Posisi

5.4 Kuat Desak Sejajar Serat

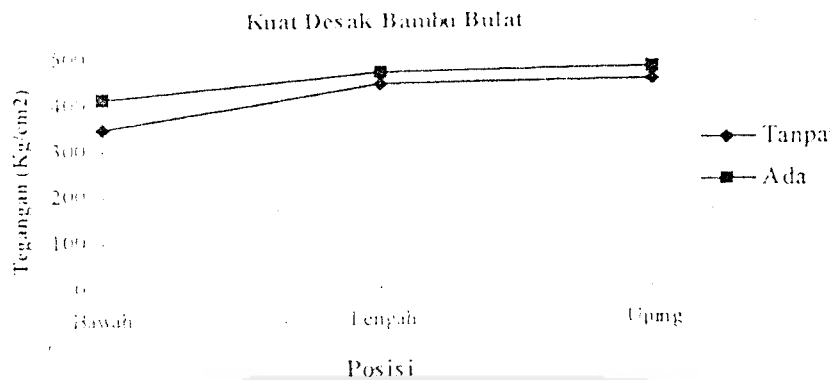
5.4.1 Kuat Desak Bambu Bulat

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



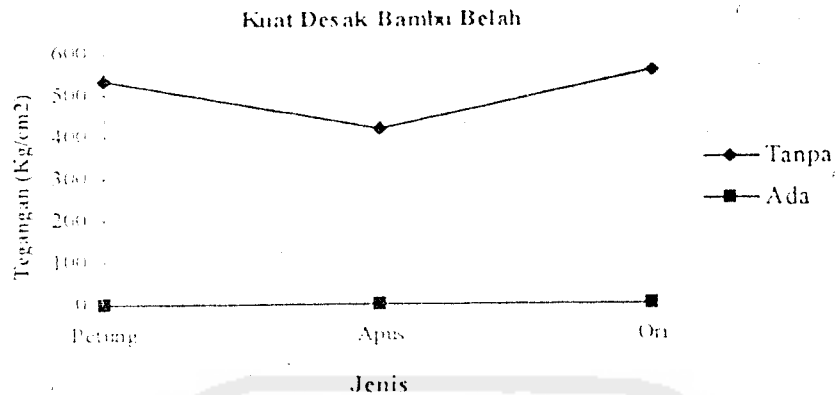
Grafik 10. Kuat Desak Bambu Bulat dengan dan tanpa ruas terhadap posisi

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

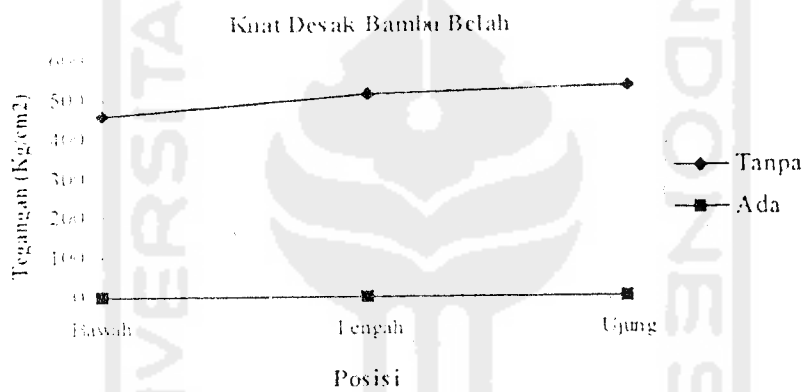
5.4.2 Kuat Desak Bambu Belah

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

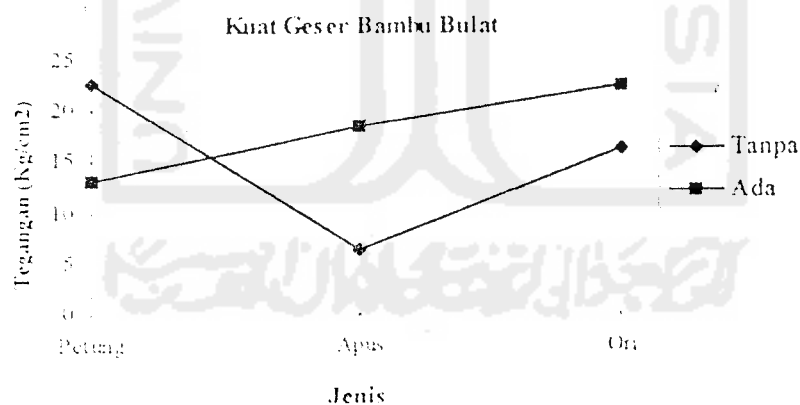
5.5 Kuat Geser Bambu Sejajar Serat

5.5.1 Kuat Geser Bambu Bulat

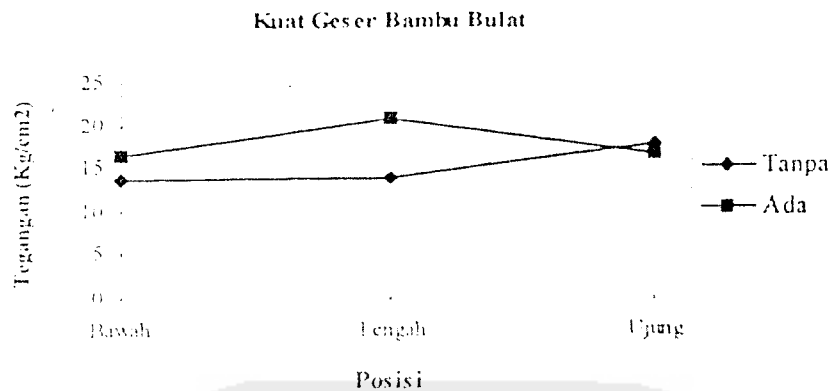
Analisis varian tabel 28, memperlihatkan jenis bambu tidak ada pengaruh nyata terhadap kuat geser bambu dimana untuk jenis, $F_{hitung} \leq F_{tabel}$, sedangkan posisi dalam batang, ada tidaknya ruas dan interaksi-interaksi lainnya ada pengaruh nyata dimana angka $F_{tabel} \leq F_{hitung}$. Kuat geser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

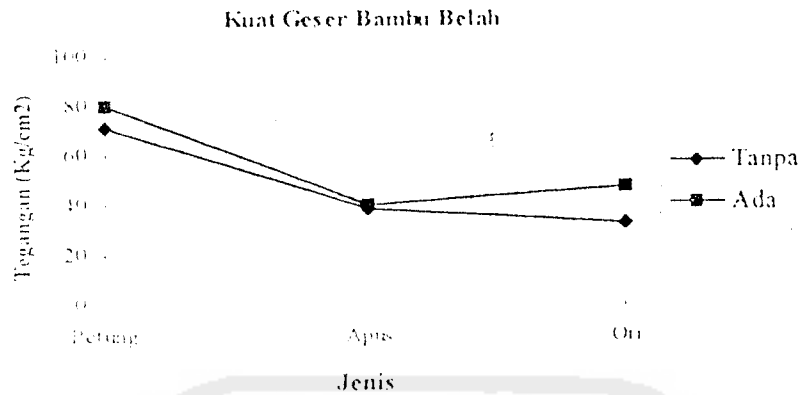


Grafik 14. Kuat Geser bambu Bulat dengan dan tanpa ruas terhadap Posisi

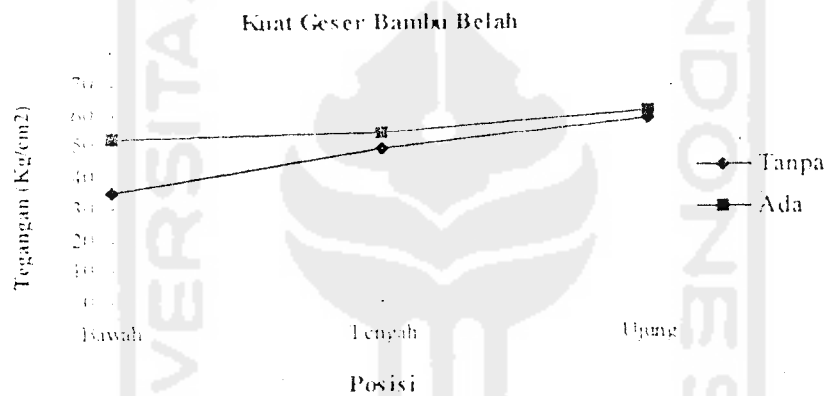
5.5.2 Kuat Geser Bambu Belah

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 34,824 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



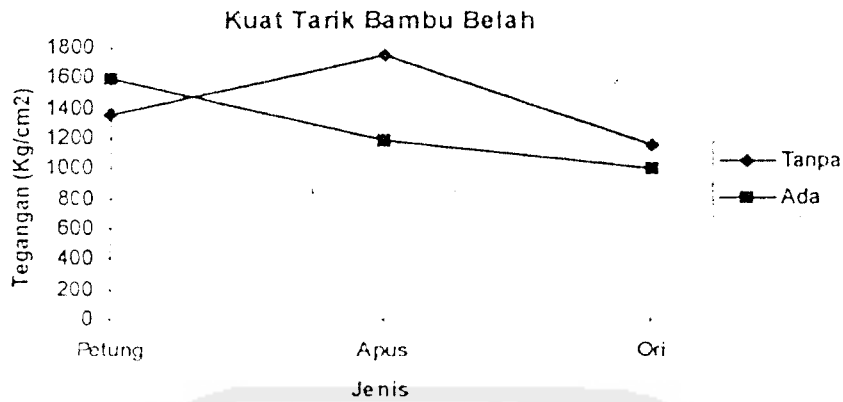
Grafik 16. Kuat Geser Bambu Belah dengan dan tanpa ruas terhadap posisi

5.6 Kuat Tarik Sejajar Serat Bambu Belah

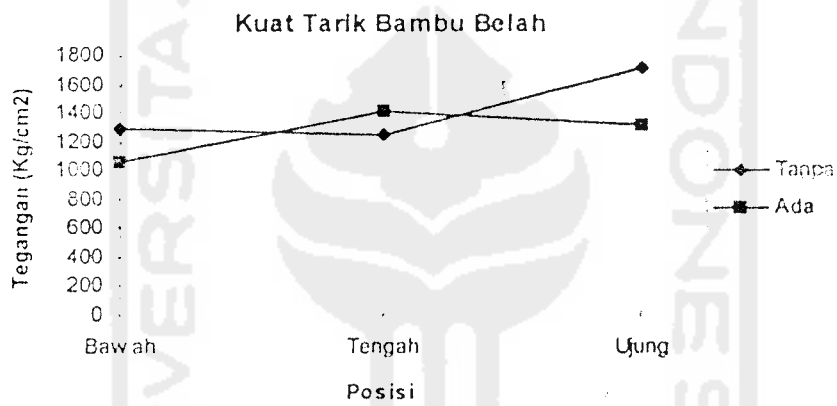
5.6.1 Kuat Tarik Maksimum

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.



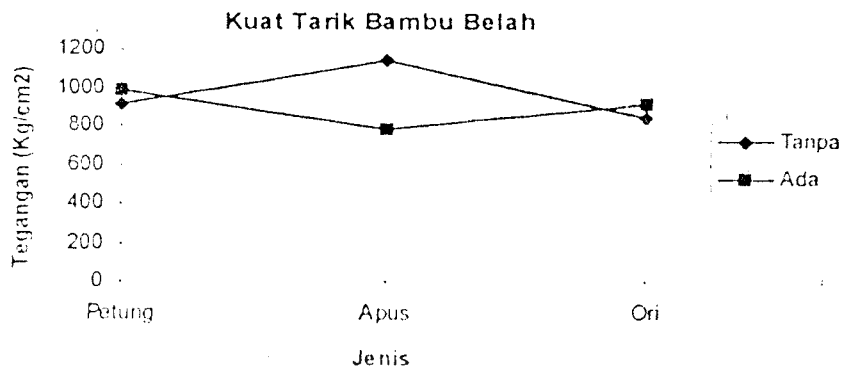
Grafik 17. Kuat Tarik Bambu Belah dengan dan tanpa ruas terhadap Jenis



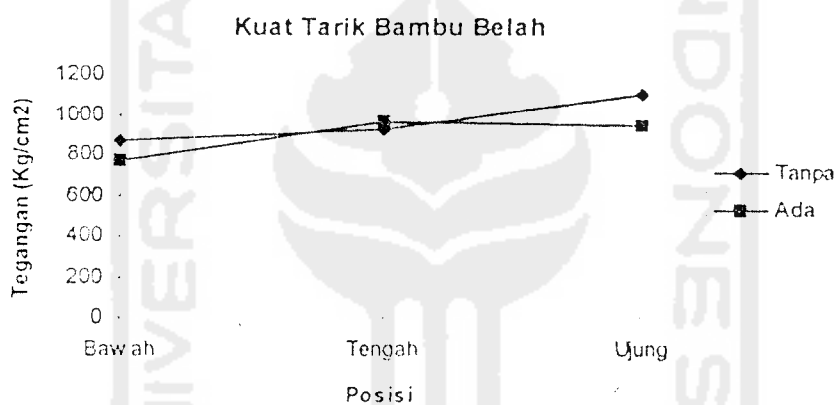
Grafik 18. Kuat tarik Bambu Belah dengan dan tanpa ruas terhadap Posisi

5.6.2 Kuat Tarik Pada Batas Elastics

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

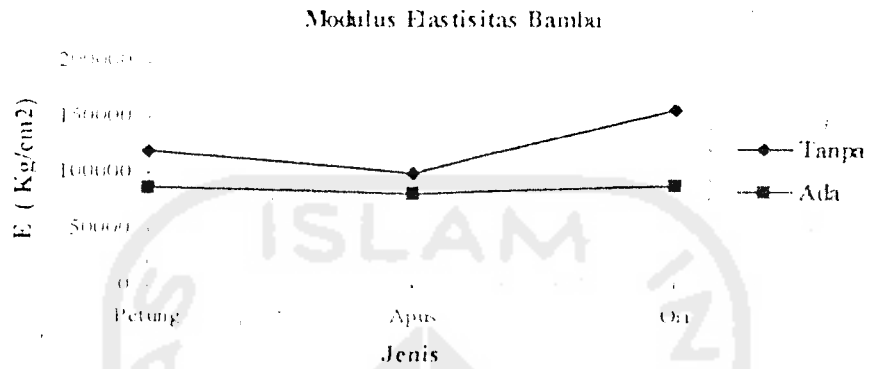


Grafik 20. Kuat tarik Bambu Belah batas elastis dengan dan tanpa ruas terhadap Posisi

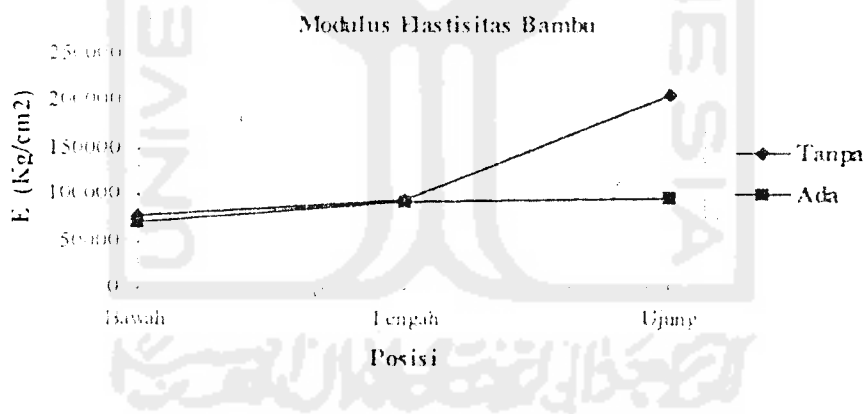
5.6.3 Modulus Elastisitas Kuat Tarik

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 :

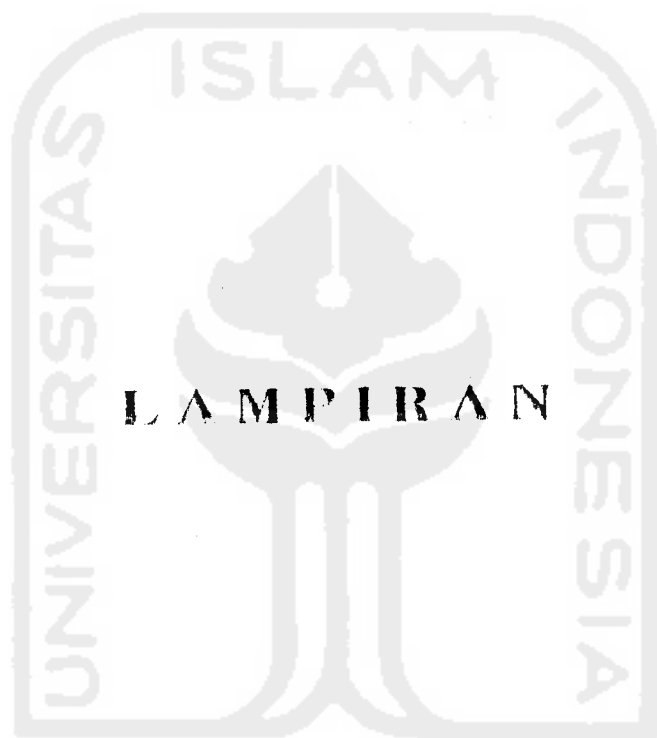
1. Dilakukan penelitian-penelitian lain untuk mendapatkan angka kekuatan rata-rata, untuk mewakili spesifikasi daerah tempat tumbuh.
2. Perbedaan/pengaruh dari umur bambu.
3. Perlakuan kecepatan tumbuh dan lain sebagainya.
4. Untuk keperluan konstruksi perlu diperhatikan waktu pemotongan bambu. Apabila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

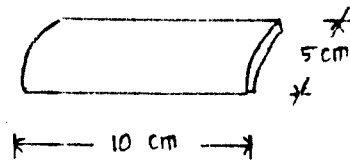
- Anonymous. 1977 . Beberapa jenis bambu. Lembaga Biologi Nasional Bogor.
- Lukman Imam Syafei, 1984 Pengujian beberapa sifat fisika dan mekanika bambu. Tesis. Fakultas Kehutanan, IPB, Bogor.
- Hotma Prawoto Sulistyadi, 1994. Konstruksi Kayu. Penerbit Sub Dinas Cipta Karya, Dinas Pekerjaan Umum Propinsi 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.



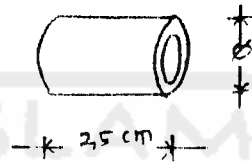
لَمْبِرَان

DAFTAR LAMPIRAN

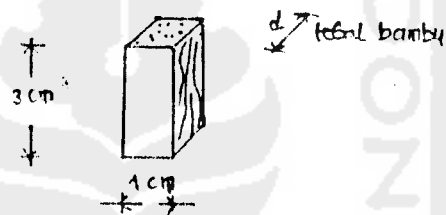
| Lampiran | Keterangan |
|----------|--|
| 1 | Bentuk contoh uji |
| 2 | Bentuk contoh uji |
| 3 | Bentuk contoh uji |
| 4 | Kadar air bambu |
| 5 | Berat jenis bambu |
| 6a | Kuat desak bambu bulat |
| 6b | Kuat desak bambu belah |
| 7a | Kuat lentur bambu bulat |
| 7b | Kuat lentur bambu belah |
| 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 |



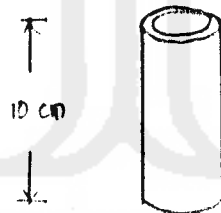
Gambar 3.1. Bentuk contoh uji Kadar air dan Berat Jenis bambu belah



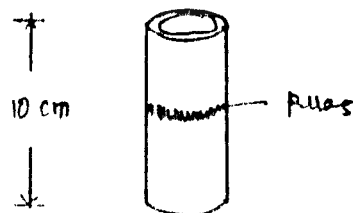
Gambar 3.2. Bentuk contoh uji Kadar air dan Berat Jenis bambu bulat



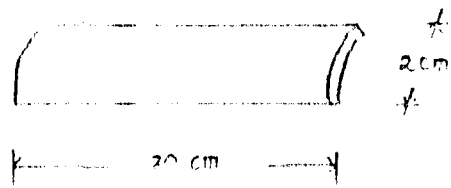
Gambar 3.3 Bentuk Contoh Uji Kuat desak bambu belah



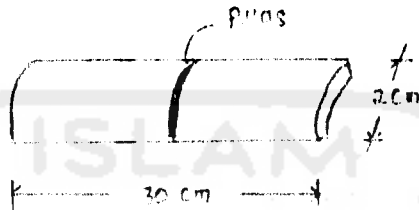
Gambar 3.4 Bentuk contoh uji Kuat desak bambu bulat tanpa ruas



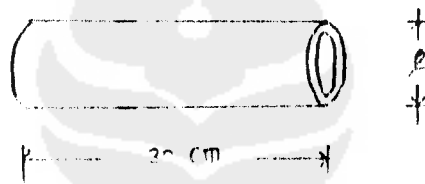
Gambar 3.5 Bentuk Contoh uji Kuat desak bambu bulat dengan ruas



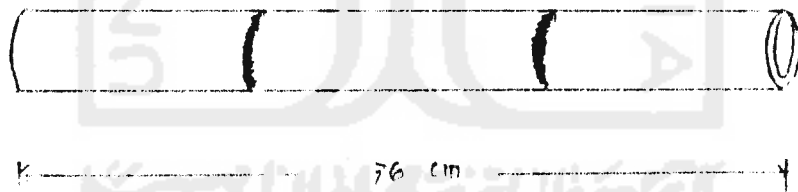
Gambar 3.6 Bentuk contoh uji kuat Lentur bambu belah



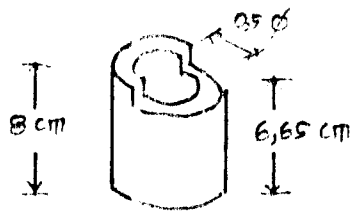
Gambar 3.7 Bentuk contoh uji kuat Lentur bambu belah dengan pias



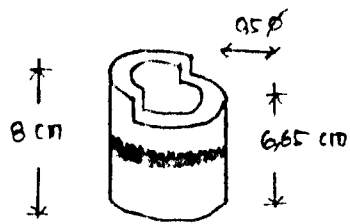
Gambar 3.8 Bentuk contoh uji kuat Lentur bambu Bulat



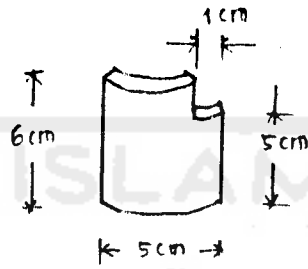
Gambar 3.9 Bentuk contoh uji kuat Lentur bambu Bulat dengan pias



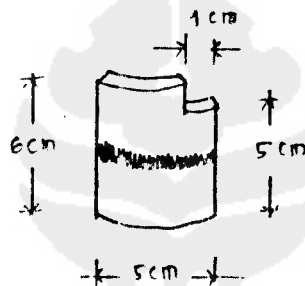
Gambar 3.10 Bentuk contoh uji Kuat Geser bambu bulat



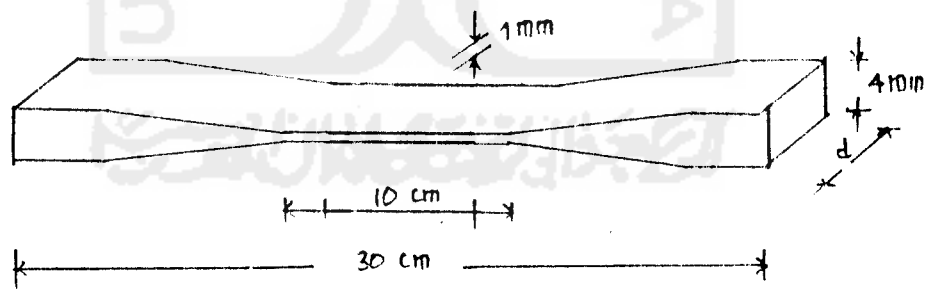
Gambar 3.11 Bentuk contoh uji Kuat Geser bambu bulat dengan ruas



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 (cm ²) | | | Legangan (Kg cm ²) | | |
|--------|-----|----------|----------|----------|-----------------------|--------|--------|--------------------------------|---------|---------|
| | | 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 (cm ²) | | | Legangan (Kg cm ²) | | |
|--------|-----|----------|----------|----------|-----------------------|--------|--------|--------------------------------|---------|---------|
| | | 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 Tanpa | Tengah Tanpa | Ujung Tanpa | Bawah Tanpa | Tengah Tanpa | Ujung Tanpa | Bawah Tanpa | Tengah Tanpa | Ujung 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 | Dl - 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 | 79.708 | 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 |
| | | 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 | 1789.90 | 10724.07 | 9.39 | 9.785 | 73.15 | 82.92 | 340.695 | 1265.149 | | |
| 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 | 421.716 | | |
| Petung | Ujung | 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 |
| | | 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 | 2726.21 | 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 | 7892.28 | 63431.41 | 12.655 | 16.565 | 888.41 | 1107.39 | 113.495 | 949.358 | | |
| x | 10.44-8.74 | 11.04-9.12 | 28 | 70 | 542.013 | 1208.217 | 2630.76 | 21143.80 | 4.218 | 5.522 | 296.137 | 369.13 | 37.832 | 316.453 | | |
| Petung | Tengah | 1 | 11.20-9.51 | 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 | 515.008 | 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 | 6.26 | 399.703 | 606.60 | 53.095 | 261.079 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|---------|-----------|------------|------------|-----|----------|----------|----------|----------|----------|--------|---------|---------|---------|----------|----------|
| Ort | Pangkal | 1 | 10-09-9-15 | 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 | |
| | Σ | | | 28 | 70 | 735.562 | 1617.696 | 5148.937 | 28309.69 | 5.128 | 5.872 | 353.997 | 481.513 | 74.35 | 351.285 | |
| | Ujung | 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 |
| | | Σ | | | 84 | 210 | 490.195 | 750.399 | 3431.36 | 13131.98 | 12.265 | 10.89 | 266.97 | 130.13 | 157.737 | 1099.489 |
| | Lengah | Σ | | | 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 | |
| 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 | |
| Pangkal | Σ | | | 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 | | | 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) | | Legangan (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 | 2350.889 | |
| | | 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 | 1184.079 | 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 | 1779.548 | |
| | 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 (cm ²) | | P (Kg) | | Legangan (Kg cm ²) | |
|--------|--------|-----|----------------------|----------|----------|----------|--------------------------------|----------|
| | | | 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 | 89.78465 |
| | | 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 | 36.74232 | 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 | 48.14837 | 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 Ha. Kuat Tarik Bambu Belah Tanpa 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 | 0.098 | 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 IIb. 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 | | | | | |
| Pating | 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 | 0.601 | 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 | 0.142 | 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 |