

PERBANDINGAN KEKUATAN SAMBUNGAN BAMBU MENGGUNAKAN PENGISI MORTAR DENGAN ISIAN UJUNG DAN ISIAN SAMPING

Ida Nugroho Saputro

Prodi. Pendidikan Teknik Bangunan, Jurusan Pendidikan Teknik Kejuruan, FKIP, UNS
Kampus UNS Pabelan Jl. Ahmad Yani 200, Surakarta, Tlp (0271)718419 Fax. (0271)716266

ABSTRACT

This research about strength of bamboo connection using mortar filler to its tension strength using 1 bolt with 12 mm diameter. Mortar filler has ratio of cement to sand 1 : 3 with water cement ratio 0,6. Testing of connection strength conducted with angle of pulling 0°, 30°, 60°, and 90° to bamboo fiber direction. In addition, to identify effect of clamp usage and filler hole position. The testing conducted with hydraulic jack that installed to loading frame. Result of this research showed that clamp usage lead to strength increase 13,82%. Connection strength decrease happened as the angle of pulling more and more. The lowest strength with angle 90° is 8,34 KN for side filler connection and 9,81 KN for edge filler connection. The highest of connection strength with angle 0° is 25,51 KN for side filler connection and 28,45 KN for edge filler connection. The mortar filler hole position did not influence connection strength. Comparison between theory and experiment was adjacent, therefore proposed equation can be used.

Keywords: tension strength, connection, bamboo wulung, filler hole,

PENDAHULUAN

Di Indonesia penggunaan bambu sebagai bahan bangunan sudah cukup menonjol. Hal ini bisa dilihat pada masyarakat jaman dulu hampir 80% menggunakan bambu sebagai bahan konstruksi bangunan rumah tinggal. Peranan bambu pada masa yang akan datang diperkirakan akan meningkat sesuai dengan peningkatan jumlah penduduk dan kegiatan pembangunan.

Penggunaan bambu sebagai bahan bangunan cukup beralasan karena harganya yang relatif murah dan mudah didapat. Struktur dari bambu cukup ringan dan lentur sehingga bangunan dari struktur bambu mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap gempa. Bambu mempunyai serat yang sejajar mengakibatkan kekuatannya terhadap gaya normal cukup tinggi. Bambu berbentuk pipa sehingga momen lembannya besar dan dengan adanya ruas-ruas maka bahaya tekuknya cukup rendah.

Berbagai alternatif sambungan bambu antara lain dengan sambungan baut dan pengisi rongga bambu dengan mortar. Pelaksanaan sambungan ini dilakukan pada bambu masih segar, sehingga pada saat bambu kering akan terjadi penyusutan yang mengakibatkan cengkaman bambu terhadap beton menjadi kuat. Selain pengisian dengan mortar, pemasangan klem pada sambungan akan meningkatkan kekuatan dari sambungan tersebut.

Penelitian sebelumnya tentang sambungan tarik bambu dengan isian samping. Pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan

isian ujung. Dalam penelitian ini akan meninjau perilaku mekanika terhadap uji tarik sambungan bambu dengan arah penarikan 0°, 30°, 60°, dan 90° terhadap arah serat bambu serta membandingkan pengaruh lubang isian samping dan ujung bambu serta pengaruh penggunaan klem.

Persamaan yang telah dimodifikasikan menjadi persamaan usulan untuk sambungan tampang dua pada struktur bambu dengan pengaruh penyimpangan arah gaya serat dengan sudut α . Ada beberapa kegagalan yang akan terjadi :

1. Kegagalan tipe I

Bila tegangan tumpu yang berlebihan terjadi antara baut dengan bahan pengisinya (grouting), maka kekuatan dapat diperoleh:

$$P_1 = (d_2 - 2.t_1) \cdot \phi_{\text{baut}} \cdot \sigma_{\text{beton}} + 2.t_1 \cdot \phi_{\text{baut}} \cdot \sigma_{\text{bambu}} (1 - 0,6 \sin \alpha)$$

2. Kegagalan tipe II

Bila tegangan tumpu yang berlebihan terjadi antara baut dengan plat buhul, maka kekuatan dapat diperoleh ;

$$P_1 = [(d_1 - 2.t_1) \cdot \phi_{\text{baut}} \cdot \sigma_{\text{mortar}} + 2.t_1 \cdot \phi_{\text{baut}} \cdot \sigma_{\text{bambu}} (1 - 0,6 \sin \alpha)] + [(d_3 - 2.t_3) \cdot \phi_{\text{baut}} \cdot \sigma_{\text{mortar}} + 2.t_3 \cdot \phi_{\text{bambu}} \cdot \sigma_{\text{bambu}} (1 - 0,6 \sin \alpha)]$$

3. Kegagalan tipe III

Pada keadaan ini kekuatan sambungan baut dapat diperoleh ;

$$P_3 = \frac{8\phi_{\text{baut}}^3 \cdot \sigma_{\text{baut}}}{3d_2}$$

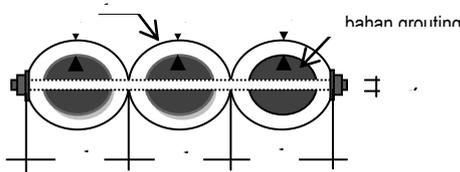
4. Kegagalan tipe IV

Kegagalan baut yang lain disebabkan oleh tegangan geser baut yang melampaui

kekuatan, sehingga terjadi 2 bidang geser pada baut. Kekuatan sambungan dapat diperoleh ;

$$P_4 = 2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \phi_{baut}^2 \cdot f \cdot \sigma_{baut}$$

Kekuatan sambungan dipakai nilai terkecil dari persamaan-persamaan diatas



Gambar 1. Sambungan bambu dengan pengisi

METODE PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian dilakukan dalam beberapa tahap yaitu tahap persiapan bahan dan peralatan, pembuatan benda uji, uji pendahuluan, pengujian benda uji sambungan, analisis data, dan kesimpulan

Bahan Penelitian

Bambu yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis bambu Wulung yang didatangkan dari desa Banjaraum, Kalibawang, Kulonprogo, Yogyakarta. Untuk alat sambung digunakan baut dengan diameter 1/2" sebagai penghubung. Bahan pengisi yang digunakan adalah mortar dengan perbandingan semen dan pasir ; 1 : 3 dengan faktor air semen 0,6. Pipa PVC digunakan untuk melapisi baut agar tidak langsung mengena mortar. Klem untuk merekatkan sambungan bambu agar tidak pecah pada waktu pengujian.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dikelompokkan dalam tiga bagian, yaitu :

1. Alat utama, dipakai dalam pengujian benda uji antara lain *Loading Frame, Hydraulic Jack, Load Cell, Strain Indicator, Transducer Indicator* dan *Linier Variable Differential Transformer (LVDT)*.
2. Alat bantu, dipakai dalam pengujian pendahuluan antara lain *Universal Testing Machine (UTM), Compression Testing Machine*, dan Timbangan
3. Alat bantu, digunakan selama proses pembuatan benda uji antara lain Mesin Bor, Gergaji dan Kaliper.

Benda Uji Pendahuluan

Benda uji pendahuluan dimaksudkan untuk mengetahui karakteristik bahan yang akan digunakan pada benda sambungan bambu. Benda

uji pendahuluan yang dilakukan adalah uji tarik bambu, uji geser bambu, uji tekan bambu, uji tekan mortar dan uji tarik baut.

Benda Uji Sambungan Bambu

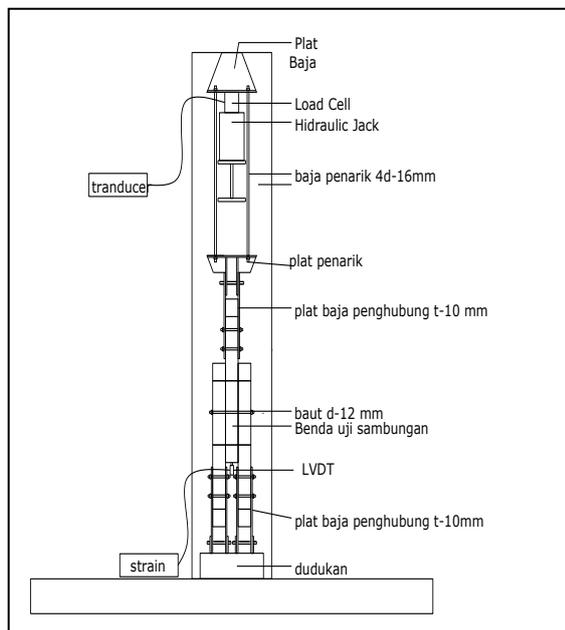
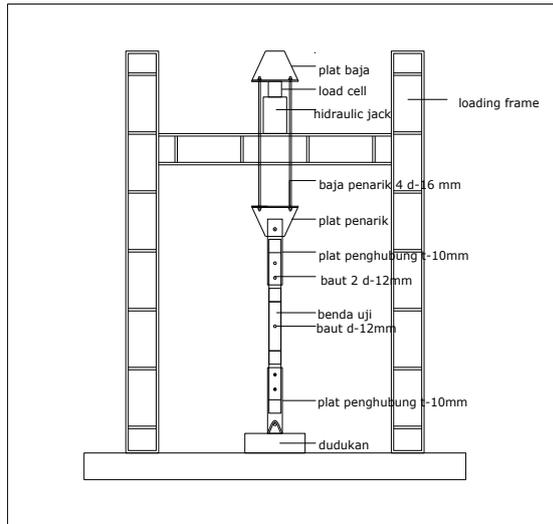
Benda uji sambungan bambu yang digunakan dalam penelitian ini ada 5 model untuk isian samping dan 5 model isian ujung. Tiap model masing-masing terdiri 3 benda. Jumlah benda uji 30 sampel dilihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Model dan Jumlah Benda Uji

Model sambungan	Isian Samping	Isian Ujung
0 tanpa klem	3	3
0 klem	3	3
30 klem	3	3
60 klem	3	3
90 klem	3	3

Pengujian Sambungan

Pengujian dilakukan dengan menempatkan benda uji padaudukannya dan dijepit agar bambu tidak bergeser ketika pembebanan berlangsung, penarikan benda uji menggunakan *hydraulic jack* dan untuk mengetahui beban yang diberikan digunakan *load cell* dihubungkan ke *transducer indicator* sedangkan untuk mengukur pergeseran benda uji digunakan LVDT dihubungkan dengan *strain indikator*. Pembebanan secara bertahap dan dicatat besarnya beban dan pergeserannya sampai mencapai beban maksimum. Pengujian ini dilakukan berulang terhadap sudut yang lain.



Gambar 2. Setting up Pengujian Tarik

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Pendahuluan

Hasil uji pendahuluan meliputi pengujian karakteristik bambu (kuat tarik bambu, kuat tekan, kuat geser), pengujian tarik baut dan pengujian tekan mortar

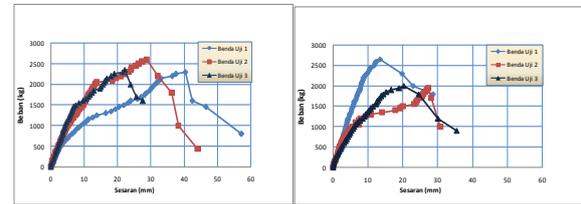
Hasil uji kuat tarik bambu rerata 321,57 MPa, kuat tekan bambu rerata 41,94 MPa, kuat geser bambu 8,84MPa, kuat tekan mortar rerata 11,99 MPa dan kuat tarik baut 525,59 MPa.

Hasil Pengujian Tarik Sambungan

1. Hasil Pengujian Kekuatan Tarik Sambungan Bambu Menggunakan Baut dengan Pengisi Mortar Tanpa Klem untuk Arah Gaya 0°.

Dari hasil pengamatan pada pengujian kuat tarik sambungan bambu menggunakan baut dengan pengisi mortar melalui lubang isian samping dan isian ujung tanpa menggunakan

klem didapatkan bahwa kerusakan pada mortar terlebih dahulu dan diikuti dengan rusak (retak memanjang) pada bambu bagian tengah (bambu 2). Hasil pengujian kuat tarik disajikan pada Tabel 2 dan Gambar 3



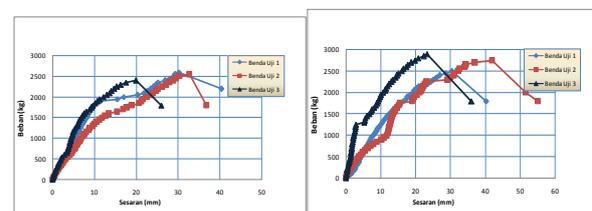
Isian Samping Isian Ujung
Gambar 3. Beban dan Sesaran 0° tanpa Klem.

Tabel 2. Besaran Beban Maksimum 0° tanpa Klem

Sampel	Isian Samping (kg)	Isian Ujung (kg)
1	2300	2650
2	2600	1950
3	2350	2000
Rerata	2417	2200

2. Hasil Pengujian Kekuatan Tarik Sambungan Bambu Menggunakan Baut dengan Pengisi Mortar dan Klem untuk Arah Gaya 0°.

Dari hasil pengamatan pada pengujian kuat tarik sambungan bambu menggunakan baut dengan pengisi mortar melalui lubang isian samping dan isian ujung menggunakan klem didapatkan bahwa kerusakan pada mortar terlebih dahulu dan diikuti dengan rusak (retak memanjang) pada bambu bagian tengah (bambu 2). Hasil pengujian kuat tarik disajikan pada Tabel 3 dan Gambar 4.



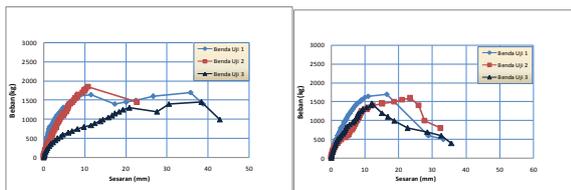
Isian Samping Isian Ujung
Gambar 4. Beban dan Sesaran 0° dengan Klem.

Tabel 3. Besaran Beban Maksimum 0° dengan Klem

Sampel	Isian Samping (kg)	Isian Ujung (kg)
1	2600	2500
2	2550	2750
3	2400	2900
Rerata	2517	2717

3. Hasil Pengujian Kekuatan Tarik Sambungan Bambu Menggunakan Baut dengan Pengisi Mortar dan Klem untuk Arah Gaya 30°.

Dari hasil pengamatan pada pengujian kuat tarik sambungan bambu menggunakan baut dengan pengisi mortar melalui lubang isian samping menggunakan klem didapatkan bahwa kerusakan pada mortar terlebih dahulu dan diikuti dengan rusak (retak memanjang) pada bambu bagian tepi (bambu 1 dan 3). Hasil pengujian kuat tarik disajikan pada Tabel 4 dan Gambar 5.



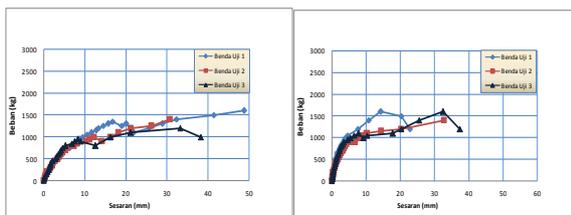
Gambar 5. Beban dan Sesaran 30° dengan Klem.

Tabel 4. Besaran Beban Maksimum 30° dengan Klem.

Sampel	Isian Samping (kg)	Isian Ujung (kg)
1	1750	1700
2	1850	1600
3	1450	1450
Rerata	1667	1453

4. Hasil Pengujian Kekuatan Tarik Sambungan Bambu Menggunakan Baut dengan Pengisi Mortar untuk Arah Gaya 60°.

Dari hasil pengamatan pada pengujian kuat tarik sambungan bambu menggunakan baut dengan pengisi mortar melalui lubang isian samping dan isian ujung menggunakan klem didapatkan bahwa kerusakan pada mortar terlebih dahulu dan diikuti dengan rusak (retak memanjang) pada bambu bagian tepi (bambu 1 dan 3). Hasil pengujian kuat tarik disajikan pada Tabel 4 dan Gambar 6.



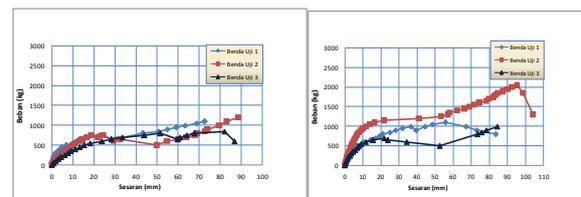
Gambar 6. Beban dan Sesaran 60° dengan Klem.

Tabel 5. Besaran Beban Maksimum dengan Klem

Sampel	Isian Samping (kg)	Isian Ujung (kg)
1	1600	1600
2	1200	1400
3	1400	1600
Rerata	1400	1533

5. Hasil Pengujian Kekuatan Tarik Sambungan Bambu Menggunakan Baut dengan Pengisi Mortar untuk Arah Gaya 90°.

Dari hasil pengamatan pada pengujian kuat tarik sambungan bambu menggunakan baut dengan pengisi mortar melalui lubang isian samping menggunakan klem didapatkan bahwa kerusakan pada mortar terlebih dahulu dan diikuti dengan rusak (retak memanjang) pada bambu bagian tepi (bambu 1 dan 3). Hasil pengujian kuat tarik disajikan pada Tabel 6 dan Gambar 7.



Gambar 7. Beban dan Sesaran 90° dengan Klem.

Tabel 6. Besaran Beban Maksimum dengan Klem

Sampel	Isian Samping (kg)	Isian Ujung (kg)
1	1100	1100
2	1200	2050
3	850	1000
Rerata	1050	1383

Berdasarkan hasil eksperimen dapat diketahui kekuatan sambungan tarik menggunakan pengisi mortar yang dibedakan oleh penggunaan klem dan letak lubang isian. Dalam penelitian ini perilaku sambungan tanpa klem hanya dilakukan pada sudut arah gaya 0°. Pada Tabel 8 ditunjukkan prosentase kenaikan kekuatan sambungan dengan arah gaya 0° didapatkan rata-rata kenaikan kekuatan 13,82 %.

Tabel 8 Tabel Prosentase Kenaikan Kekuatan Sambungan

Perilaku benda uji	Kekuatan Sambungan	
	Isian samping (kg)	Isian ujung (kg)
Tanpa klem	2417	2200
Klem	2517	2717
Prosentase	4,13 %	23,5 %
Rerata	13,82 %	

Hasil perbandingan antara teoritis dan eksperimen terhadap berbagai sudut 0° , 30° , 60° , 90° dengan masing – masing sudut 3 benda uji pada isian samping dan isian ujung. Pada isian samping diperoleh rata-rata perbandingan teoritis dengan eksperimen untuk sudut 0° tanpa klem sebesar 78,05%, sudut 0° klem sebesar 65,75%, sudut 30° klem sebesar 87,28, sudut 60° klem sebesar 91,84% dan sudut 90° sebesar 125,12% (penelitian sebelumnya). Sedangkan isian ujung diperoleh rata-rata perbandingan teoritis dengan eksperimen untuk sudut 0° tanpa klem sebesar 91,12%, sudut 0° klem sebesar 76,42%, sudut 30° klem sebesar 90,21%, sudut 60° klem sebesar 83,66% dan sudut 90° sebesar 108,81%. Hal ini menunjukkan ada kecocokan antara teori dan eksperimen, maka persamaan dapat digunakan.

Pada penelitian ini dan penelitian sebelumnya dapat diketahui perbandingan kekuatan sambungan isian samping dan isian ujung tidak berpengaruh pada kekuatan sambungan bambu, hal ini terlihat pada kerusakan yang terjadi pada sambungan tidak pada lubang isian.

Kekuatan sambungan bambu menggunakan baut dengan pengisi mortar mengalami penurunan baik terjadi pada kegagalan tipe I, dan tipe II sedangkan kegagalan tipe III dan kegagalan tipe IV nilainya tetap. Kekuatan sambungan tertinggi terdapat pada tipe IV sudut joint 0° sebesar 76,93 KN, terendah pada tipe I pada sudut joint 90° sebesar 10,58 MPa.

Berdasarkan eksperimen dan teoritis makin membesarnya sudut arah gaya makin kecil kekuatan sambungan yang diperoleh. Hal ini diakibatkan oleh kerusakan pada bahan atau baut tetap kaku akan mengalami pelenturan pada bagian tengah. Sedangkan untuk untuk kerusakan pada baut mengalami pelenturan pada bagian tepi dan tengah tidak terpengaruh terhadap arah gaya.

SIMPULAN

Berdasarkan pembahasan dan tujuan terhadap penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengujian karakteristik bahan diperoleh kuat tekan bambu rata-rata 41,94 MPa, kuat tekan mortar 11,99 MPa dan kuat tarik baut 525,29 MPa.
2. Adanya peningkatan kekuatan tarik sambungan dengan penambahan klem pada sambungan bambu sebesar 13,82 %, hal ini menunjukkan peningkatan yang tidak terlalu besar.
3. Kekuatan tarik sambungan bambu menggunakan baut dengan pengisi mortar cenderung menurun kekuatannya sejalan dengan bertambahnya sudut arah gaya.
4. Letak lubang isian mortar tidak berpengaruh pada kekuatan sambungan bambu, hal ini terlihat pada kerusakan yang terjadi pada sambungan tidak pada lubang isian.

REKOMENDASI

Perbandingan antara hasil teoritis dengan eksperimen sesuai dengan persamaan usulan rumus, maka persamaan usulan rumus dapat digunakan untuk menghitung kekuatan sambungan. Letak lubang isian mortar tidak berpengaruh pada kekuatan sambungan bambu.

UCAPAN TERIMAKASIH

Pada kesempatan ini saya ucapkan terima kasih ada bapak Morisco atas arahan dan bimbingannya, dan Laboratorium Struktur UGM atas dukungan peralatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Gina H. Dan Surjono S., 2005, *Sambungan Pasak Berbaji Sebagai Alat Sambung pada Konstruksi Bambu*, Prosiding Seminar Nasional Perkembangan Perbambuan di Indonesia, Perbindo, Yogyakarta.
- Hendrawan N.K., 2002, *Kekuatan Sambungan Bambu Menggunakan Baut dengan Pengisi Mortar terhadap Gaya Tekan*, Tugas Akhir Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.
- Ida Nugroho S., 2008, *Kajian Kekuatan Tarik Sambungan Bambu Menggunakan Isian Mortar*, Prosiding Seminar Internasional Hasil-hasil Penelitian, Tahun 2009, LPPM UMP, Purwokerto.

- ISO 22517, 2004, *Bamboo-Determination of Physical and Mechanical Properties*, Switzerland.
- Janssen, J.J.A., 1990, *The Importance of Bamboo as a Building Material* : 235-249, In Rao, I.V.R., Gnanaharan, R. & Shastry, C.B., *Bamboos Current Research*, The Kerala Forest Research Institute-India, and IDRC Canada.
- Morisco, 1996, *Bambu Sebagai Bahan Rekayasa*, Pidato Pengukuhan Jabatan Lektor UGM, Yogyakarta.
- Morisco, 1999, *Rekayasa Bambu*, Naviri Offset, Yogyakarta.
- Pathurrahman, 1998, *Aplikasi Bambu Pada Struktur Gable Frame*, Thesis, Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.
- Prayitno, T.A., 1995, *Pengujian Sifat Fisika dan Mekanika menurut ISO* (Terjemahan), Fakultas Kehutanan UGM, Yogyakarta.
- Prawirohatmodjo, S, 1990, *Comparative Strength of Green and Air-dry Bamboo*: 215-222. In Rao, I.V.R., Gnanaharan, R. & Shastry, C.B., *Bamboos Current Research*, The Kerala Forest Research Institute-India, and IDRC Canada.
- Prawirohatmodjo, S, 1976, *Sifat Mekanika Kayu*, Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan UGM, Yogyakarta.
- Siswanto, M.F. 2000, *Sifat Fisik, Mekanik dan Cara Pengawetan Bambu*, disampaikan dalam *Kursus Singkat Teknologi Lokal dan Aplikasinya di Bidang Teknik Sipil*, Pusat Antar Universitas Ilmu Teknik UGM, Yogyakarta.
- Sulthoni. A, 1994, *Permasalahan Sumber Daya Bambu di Indonesia*, Yayasan Bambu Lingkungan Lestari.
- Wirjomartono, S., 1976, *Konstruksi Kayu*, Bahan-bahan kuliah Jilid I, Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.