

# KAJIAN SAMBUNGAN BATANG TEKAN DAN MOMEN LENTUR *LAMINATED VENEER LUMBER (LVL)* KAYU SENGON (*PARASERIANTHES FALCATARIA*) DENGAN ALAT PENGENCANG PAKU

Achmad Basuki<sup>1)</sup>, Sunarmasto<sup>2)</sup>, Ikhsan Debianto<sup>3)</sup>

<sup>1), 2)</sup> Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

<sup>3)</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jln Ir Sutami 36 A, Surakarta 57126

e-mail : ikhsandebianto@yahoo.com

## Abstract

A continuous exploitation of timber to provide the material needs for the construction activities results in a shortage availability of high-powered timber. *Laminated Veneer Lumber (LVL)* wood is an innovation as an alternative replacement for conventional wood because LVL is produced from a fast growing wood. Joint distributes structure load from one joint to another until it ends at the foundation. The joint must be designed to withstand at least the action force of the tied parts and elements, therefore a study about joint is necessary. This study is conducted by testing the compressive strength of joints with 2 nails, 3 nails and 4 nails. Moment resistance test is conducted by testing a load to the 8 nails joint and 16 nails joint. The test is performed by burdening the specimen slowly until the specimen could not withstand a given load. The results showed that the nail joint have an average compressive strength of 3.03 kN for 2 nails joint; 4.06 kN for 3 nails joint and 5.06 kN for 4 nails joint. The results of the moment resistance test show that the bending load average is 0.55 kN for the 8 nails joint and 1.2 kN for the 16 nails joint.

**Keywords** : *Laminated Veneer Lumber, Compressive Strength, Moment Resistant, Nail, Joint.*

## Abstrak

Eksplorasi kayu yang terus menerus untuk memenuhi kebutuhan material akan kegiatan konstruksi mengakibatkan berkurangnya ketersediaan kayu yang berkekuatan tinggi. Kayu *Laminated Veneer Lumber (LVL)* merupakan inovasi sebagai alternatif material pengganti kayu konvensional karena kayu LVL diproduksi dari kayu yang masa tumbuhnya cepat. Sambungan meneruskan beban dalam struktur dari satu sambungan ke sambungan yang lainnya sampai berakhir pada pondasi. Sambungan harus dirancang untuk menahan setidaknya aksi dari bagian-bagian dan unsur-unsur yang diikat, sehingga perlu adanya penelitian mengenai sambungan. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan pengujian tekan terhadap sambungan yang menggunakan 2 paku, 3 paku dan 4 paku. Pengujian Sambungan tahanan momen dilakukan dengan memberikan beban terhadap sambungan momen yang menggunakan 8 paku dan 16 paku. Pengujian ini dilakukan dengan membebani benda uji secara perlahan-lahan sampai benda uji tidak bisa menahan beban yang diberikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sambungan paku memiliki kuat tekan rata-rata sebesar 3,03 kN untuk sambungan yang menggunakan 2 paku ; 4,06 kN untuk sambungan yang menggunakan 3 paku dan 5,06 kN untuk sambungan yang menggunakan 4 paku. Hasil penelitian untuk tahanan momen yang menggunakan 8 paku memiliki beban lentur rata-rata sebesar 0,55 kN dan untuk benda uji tahanan momen yang menggunakan 16 paku memiliki beban lentur sebesar 1,2 kN.

**Kata Kunci** : *Laminated Veneer Lumber, kuat tekan, tahanan momen, paku, sambungan*

## PENDAHULUAN

*Laminated Veneer Lumber (LVL)* kayu sengon merupakan kayu yang diproduksi dari kayu yang masa tumbuhnya singkat sehingga dapat terjamin ketersediaannya. *Laminated Veneer Lumber (LVL)* kayu sengon dibuat dengan cara merekatkan lembaran-lembaran kayu dengan menggunakan adhesive sehingga terbentuk kayu utuh. Kayu LVL mempunyai kekuatan yang setara dengan kayu konvensional sehingga layak digunakan sebagai material bangunan. Pengembangan kayu olahan seperti *Laminated Veneer Lumber (LVL)* dengan bahan dasar kayu sengon ini memang sangat gencar dilakukan khususnya dalam pengembangan rumah praktis atau semacam backlog rumah yang memungkinkan dibangun dengan waktu singkat dan memanfaatkan kayu olahan dengan bahan dasar kayu yang memang dapat diproduksi dengan waktu yang singkat.

Sambungan kayu adalah dua batang kayu atau lebih yang disambungkan satu sama lain sehingga menjadi satu batang kayu yang panjang. Semua bagian struktur saling berhubungan karena semua bagian tersebut bersambungan menjadi satu kesatuan. Sambungan meneruskan beban dalam struktur dari yang satu ke yang lainnya sampai berakhir pada pondasi. Sambungan harus dirancang untuk menahan setidaknya aksi dari bagian-bagian dan unsur-unsur yang diikat. Sambungan merupakan suatu yang tidak bisa terelakkan pada saat kita membangun suatu konstruksi, baik konstruksi yang terbuat dari kayu, beton, baja maupun material bangunan yang lain. Sambungan bisa di definisikan adalah proses penyatuan dua atau lebih unsur atau material dalam rangka menambah suatu panjang atau bidang. Perkuatan utama suatu konstruksi terletak dari kekuatan sambungan pada simpul struktur-

nya selain dari bahan penyusun struktur tersebut. Desain sambungan di dasarkan pada nilai kekuatan pada sebuah alat penyambung yang telah dimodifikasi dengan geometri sambungan dan kondisi penggunaannya (Solitis et al. 1985).

### TAHANAN LATERAL ACUAN

Tahanan lateral acuan dari suatu sambungan yang menggunakan paku baja pada sambungan satu irisan yang dibebani tegak lurus terhadap sumbu alat pengencang dan dipasang tegak lurus terhadap sumbu komponen struktur, diambil sebagai nilai terkecil dari nilai-nilai yang dihitung menggunakan semua persamaan di bawah ini yang dikalikan dengan jumlah alat pengencang (nf). Untuk dua irisan tahanan lateral acuan diambil dari dua kali tahanan acuan satu irisan yang terkecil (SNI-5 Tata Cara Perencanaan Konstruksi Kayu, 2002).

$$\text{Moda Kelelahan I}_s \quad Z = \frac{3,3 D t_s F_{es}}{KD} \dots\dots\dots [1]$$

$$\text{Moda Kelelahan III}_m \quad Z = \frac{3,3k1DpF_{em}}{KD(1+2Re)} \quad k_1 = (-1) + \sqrt{2(1+Re) \frac{2F_{yb}(1+2Re)D^2}{3F_{emp}^2}} \dots\dots [2]$$

$$\text{Moda Kelelahan III}_s \quad Z = \frac{3,3k2DtsF_{em}}{KD(2+Re)} \quad k_2 = (-1) + \sqrt{\frac{2(1+Re)}{Re} + \frac{2F_{yb}(1+2Re)D^2}{3F_{em}t_s^2}} \dots\dots [3]$$

$$\text{Moda Kelelahan IV} \quad Z = \frac{3,3D^2}{KD} \sqrt{\frac{2F_{em}F_{yb}}{3(1+Re)}} \dots\dots\dots [4]$$

Keterangan :

- D = diameter paku (mm)
- $t_s$  = tebal kayu sekunder (mm)
- $F_e$  = kuat tumpu paku (N/mm<sup>2</sup>)
- $F_{em}$  = kuat tumpu paku kayu utama
- $F_{es}$  = kuat tumpu paku kayu sekunder
- $R_e = F_{em}/F_{es}$
- $F_{yb}$  = kuat lentur paku (N/mm<sup>2</sup>)
- $p$  = kedalaman penetrasi efektif batang alat pengencang pada komponen pemegang (mm)

### FAKTOR KOREKSI SAMBUNGAN PAKU

Tahanan lateral acuan (Z) harus dikalikan dengan faktor koreksi, sebagai berikut :

Kedalaman penetrasi ( $C_d$ ) dengan ketentuan berikut :

$$p \geq 12D \quad C_d = 1,00 \dots\dots\dots [5]$$

$$6D \leq p < 12D \quad C_d = p/12D \dots\dots\dots [6]$$

$$p < 6D \quad C_d = 0,00 \dots\dots\dots [7]$$

$$\text{Serat ujung} \quad C_{eg} = 0,67 \dots\dots\dots [8]$$

Sambungan paku miring ( $C_{tn}$ )

$$C_{tn} = 0,83 \text{ (untuk sambungan paku miring)} \dots\dots\dots [9]$$

$$C_{tn} = 1,00 \text{ (untuk sambungan paku tegak)} \dots\dots\dots [10]$$

$$\text{Sambungan Diafragma } C_{di} = 1,00 \dots\dots\dots [11]$$

### GEOMETRIK SAMBUNGAN KAYU

Jarak penempatan paku pada suatu sambungan didasarkan pada diameter paku (D) dengan ketentuan sebagai berikut :

$$\text{Jarak minimum dalam satu baris} \quad : 10D \text{ untuk pelat sisi dari kayu} \dots\dots\dots [12]$$

$$7D \text{ untuk pelat sisi dari baja} \dots\dots\dots [13]$$

$$\text{Jarak minimum antar baris} \quad : 5D \dots\dots\dots [14]$$

$$\text{Jarak minimum ujung : - Beban tarik} \quad : 15D \text{ untuk pelat sisi dari kayu} \dots\dots\dots [15]$$

$$5D \text{ untuk pelat sisi dari baja} \dots\dots\dots [16]$$

$$\text{- Beban tekan} \quad : 10D \text{ untuk pelat sisi dari kayu} \dots\dots\dots [17]$$

$$5D \text{ untuk pelat sisi dari baja} \dots\dots\dots [18]$$

$$\text{Jarak minimum tepi yang dibebani} \quad : 10D \dots\dots\dots [19]$$

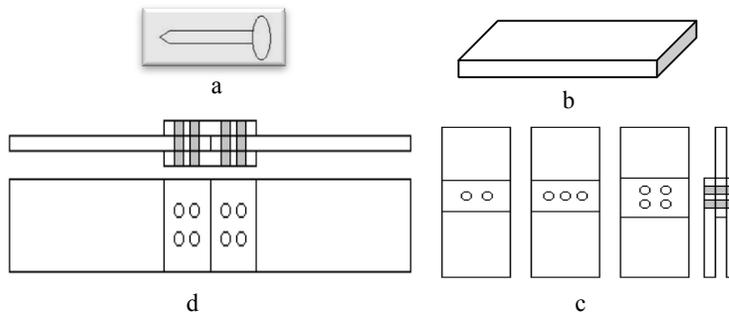
$$\text{Jarak minimum tepi yang tidak dibebani} \quad : 5D \dots\dots\dots [20]$$

D = diameter paku

### METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental laboratorium dan analisis. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kapasitas batang tekan dan momen lentur kayu *Laminated Veneer Lumber* (LVL)

dengan menggunakan sambungan paku. Pengujian dilakukan di Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret dan Laboratorium Struktur Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret. Pada proses pengujian pada paku dilakukan dengan memberikan beban aksial sentris tegak lurus dengan paku hingga mencapai batas kemampuan maksimum paku dalam menahan beban yang diberikan. Kemampuan maksimum paku dalam pengujian lentur dapat dilihat ketika didapatkan beban maksimum yang diterima paku, pada keadaan tersebut diambil sebagai kemampuan maksimal paku dalam menerima beban. Sedangkan kemampuan maksimum paku dalam pengujian geser di dapat ketika paku tidak dapat menahan beban dan mengalami patah, keadaan tersebut diambil sebagai kemampuan maksimum paku dalam menerima beban. Proses pengujian kuat tekan sambungan LVL kayu sengon dilakukan dengan memberikan beban aksial sentris yang tegak lurus dengan sambungan hingga mencapai kemampuan maksimum sambungan dalam menahan beban yang diberikan. Kemampuan maksimum sambungan dalam menahan beban dapat dilihat ketika posisi sambungan sudah bergeser dan beban yang diterima sambungan mulai berkurang. Proses pengujian kuat lentur sambungan dilakukan dengan memberikan beban aksial sentris yang tegak lurus dengan sambungan hingga mencapai kemampuan maksimum sambungan dalam menahan beban yang diberikan. Kemampuan maksimum sambungan dalam menahan beban dapat dilihat ketika posisi sambungan mengalami lentur dan beban yang diterima sambungan mulai berkurang. Benda uji yang digunakan dalam pengujian ini berupa struktur rangka kuda-kuda seperti yang terlihat pada Gambar 1. Keterangan mengenai benda uji dapat dilihat pada Tabel 1 sampai dengan Tabel 3.



Gambar 1. Benda Uji (a) Geser dan Lentur, (b) Kuat Tekan dan Kuat Tarik, (c) Kuat Tekan dan Kuat Tarik dan (d) Momen Lentur.

Tabel 1 Nama dan Spesifikasi Benda Uji Kuat Geser dan Kuat Lentur.

Kode	Panjang (mm)	Diameter (mm)	Jumlah	Pengujian
P-1	56	3,2	1	Kuat Geser dan Kuat Lentur
P-2	56	3,2	1	Kuat Geser dan Kuat Lentur
P-3	56	3,2	1	Kuat Geser dan Kuat Lentur
P-4	56	3,2	1	Kuat Geser dan Kuat Lentur
P-5	56	3,2	1	Kuat Geser dan Kuat Lentur

Tabel 2 Nama dan Spesifikasi Benda Uji Kuat Tekan.

Kode	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Jumlah
K-1	200	80	18	1
K-2	200	80	18	1

K-3	200	80	18	1
K-4	200	80	18	1
K-5	200	80	18	1
L-1	300	80	18	1
L-2	300	80	18	1
L-3	300	80	18	1
L-4	300	80	18	1
L-5	300	80	18	1
M-1	300	80	18	1
M-2	300	80	18	1
M-3	300	80	18	1
M-4	300	80	18	1
M-5	300	80	18	1

Tabel 3 Nama dan Spesifikasi Benda Uji Momen Lentur.

Kode	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Jumlah
N-1	1200	80	18	1
N-2	1200	80	18	1
N-3	1200	80	18	1
N-4	1200	80	18	1
N-5	1200	80	18	1

### ALAT UJI PENELITIAN

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- a) Gergaji Mesin
- b) Mesin bor
- c) Alat *double-shear bearing test*
- d) *Universal Testing Machine* (UTM)
- e) *Load Frame*
- f) *Load Cell*
- g) *Tranducer*

### PEMBUATAN BENDA UJI

Langkah-langkah pembuatan benda uji :

- a. Menyiapkan alat dan bahan.
- b. Mengukur dimensi paku dan kayu LVL sesuai standar perencanaan.
- c. Memotong paku dan kayu LVL sesuai standar perencanaan dengan gergaji mesin.
- d. Menyusun kayu LVL dan mengatur kedatarannya dengan *waterpass*, lalu memasang sambungan paku dengan palu.
- e. Merapikan sisa potongan dan sambungan, lalu memberi nama benda uji.

## PENGUJIAN KUAT GESER DAN KUAT LENTUR PAKU

Proses pengujian pada paku dilakukan dengan memberikan beban aksial sentris tegak lurus dengan paku hingga mencapai batas kemampuan maksimum paku dalam menahan beban yang diberikan. Kemampuan maksimum paku dalam pengujian lentur dapat dilihat ketika didapatkan beban maksimum yang diterima paku, pada keadaan tersebut diambil sebagai kemampuan maksimal paku dalam menerima beban. Sedangkan kemampuan maksimum paku dalam pengujian geser di dapat ketika paku tidak dapat menahan beban dan mengalami patah, keadaan tersebut diambil sebagai kemampuan maksimum paku dalam menerima beban.

## PENGUJIAN KUAT TEKAN SAMBUNGAN KAYU LVL

Proses pengujian kuat tekan sambungan LVL kayu sengon dilakukan dengan memberikan beban aksial sentris yang tegak lurus dengan sambungan hingga mencapai kemampuan maksimum sambungan dalam menahan beban yang diberikan. Kemampuan maksimum sambungan dalam menahan beban dapat dilihat ketika posisi sambungan sudah bergeser dan beban yang diterima sambungan mulai berkurang.

## PENGUJIAN KUAT LENTUR SAMBUNGAN PAKU LVL KAYU SENGON

Proses pengujian kuat lentur sambungan dilakukan dengan memberikan beban aksial sentris yang tegak lurus dengan sambungan hingga mencapai kemampuan maksimum sambungan dalam menahan beban yang diberikan. Kemampuan maksimum sambungan dalam menahan beban dapat dilihat ketika posisi sambungan mengalami lentur dan beban yang diterima sambungan mulai berkurang.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada pengujian ini terjadi kegagalan kekuatan sambungan 2 paku pada 3,03 kN ; 3 paku pada 4,06 kN dan 4 paku 5,06 kN. Pengujian kuat lentur sambungan terjadi kegagalan sambungan pada 0,55 kN pada sambungan 8 paku dan 1,2 kN pada sambungan 16 paku. Hasil pengujian tersaji pada Gambar 2 dan Gambar 3 serta Tabel 4 sampai dengan Tabel 8.

**Tabel 4** Hasil Pengujian Sambungan dengan 2 Paku

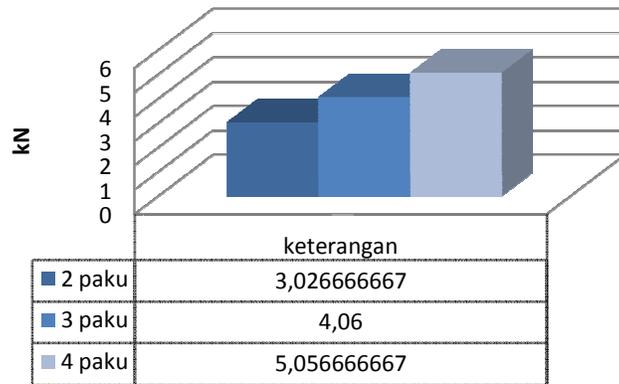
Benda Uji dengan menggunakan 2 paku		
Nama benda uji	Fo (kN)	Rata-Rata (kN)
Benda uji 1	3,18	
Benda uji 2	3,49	3,03
Benda uji 3	2,41	

**Tabel 5** Hasil Pengujian Sambungan dengan 3 Paku

Benda Uji dengan menggunakan 3 paku		
Nama benda uji	Fo (kN)	Rata-Rata (kN)
Benda uji 1	3,67	
Benda uji 2	3,58	4,06
Benda uji 3	4,93	

**Tabel 6** Hasil Pengujian Sambungan dengan 4 Paku

Benda Uji dengan menggunakan 4 paku		
Nama benda uji	Fo (kN)	Rata-Rata (kN)
Benda uji 1	5,28	
Benda uji 2	4,61	5,06
Benda uji 3	5,28	



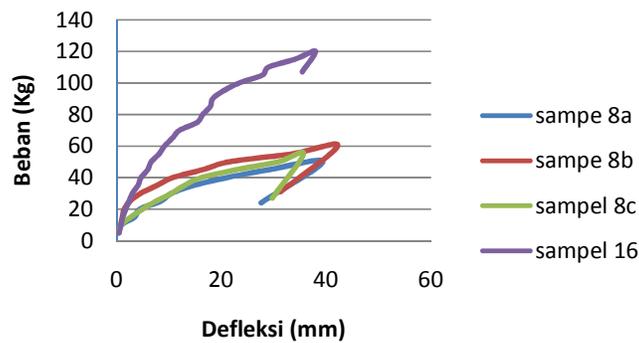
Gambar 2 Grafik Perbandingan Hasil Pengujian Kuat Tekan Sambungan

**Tabel 7** Tabel Hasil Pengujian Kuat Lentur Sambungan 8 paku

SAMPEL	BEBAN MAX (kN)	DEFLEKSI MAX (mm)	Rata2	
			(kN)	( mm)
A	0,5	39,4		
B	0,6	42,19	0,55	39,08
C	0,55	35,65		

**Tabel 8** Tabel Hasil Pengujian Kuat Lentur Sambungan 16 paku

SAMPEL	BEBAN MAX (kN)	DEFLEKSI MAX (mm)
A	1,2	37,98



Gambar 3 Grafik Perbandingan Tahanan Momen Sambungan Paku



Gambar 4. Kegagalan Struktur pada Sambungan Tekan



Gambar 5. Kegagalan Struktur pada Sambungan Momen

## SIMPULAN

Kesimpulan dari hasil pengujian dan analisis kapasitas sambungan kuat tekan dan momen lentur adalah sebagai berikut :

- Pengujian kuat lentur paku dihentikan ketika dalam proses pengujian kuat lentur telah didapat beban maksimum yang dapat ditahan oleh paku, sedangkan untuk pengujian kuat geser dihentikan ketika paku sudah mengalami patah ketika di uji.
- Berdasarkan penelitian yang dilakukan di laboratorium Teknik Mesin UNS, sambungan kayu dengan alat pengencang paku dengan menggunakan konfigurasi sambungan 2 paku, 3 paku, dan 4 paku masing-masing mempunyai tahanan lateral rata-rata sebesar 3,026 ; 4,06 ; 5,056 kN. Pada penelitian yang dilakukan di laboratorium struktur Teknik Sipil UNS, di dapat beban maksimum rata-rata yang dapat ditahan oleh benda uji sambungan momen dengan 8 alat pengencang paku sebesar 55 kg dan benda uji sambungan momen dengan 16 alat pengencang paku sebesar 120 kg
- Perbedaan antara hasil pengujian dan perhitungan teoritis terjadi dikarenakan paku yang digunakan dalam pengujian mempunyai nilai kuat yang berbeda dari hasil pengujian paku sehingga terjadi perbedaan hasil antara perhitungan teoritis dengan hasil pengujian.

## REKOMENDASI

Perlu dilakukan tinjauan mengenai pemasangan paku yang digunakan dalam sambungan serta perlu penelitian lebih lanjut tentang sambungan menggunakan paku khususnya untuk struktur bangunan yang menggunakan sambungan.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa, sehingga penelitian ini dapat terselesaikan. Terelesaikannya penyusunan penelitian ini berkat dukungan dan doa dari orang tua dan kakak saya, untuk itu saya ucapkan terima kasih. Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada Achmad Basuki, ST, MT dan Ir. Sunarmasto, MT selaku pembimbing yang dengan penuh kesabaran telah memberi koreksi dan arahan sehingga menyempurnakan penyusunan. Rasa terima kasih penulis sampaikan khusus untuk rekan saya Dyah Ayu atas dukungan dan semangatnya. Pada kesempatan ini saya mengucapkan terima kasih yang tulus kepada semua pihak yang telah berperan dalam mewujudkan penelitian ini secara langsung maupun tidak langsung khususnya mahasiswa sipil UNS 2010.

## REFERENSI

- Awaludin, Ali. 2005. *Konstruksi Kayu*. Biro Penerbit KMTS Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Awaludin, Ali. 2005. *Dasar-dasar Perencanaan Sambungan Kayu*. Biro Penerbit KMTS Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 1998. *Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung (SNI 03-1727-1998)*, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2002. *Tata Cara Perencanaan Konstruksi Kayu Indonesia*. SNI-5. Jakarta
- Bakar, E.S. 1996. *Kayu Laminasi Vinir Sejajar*. Buletin Teknologi Hasil Hutan, Vol. I. Hal 24-30. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Basuki, Achmad. 2012. *Kayu LVL Sebagai Altrnatif Elemen Konstruksi*. Achmadbasuki.wordpress.com

- Fitrida, Tiara Kenanga. 2012. *Pengaruh Konfigurasi Pasak dan Sudut Arab Serat Laminated Veneer Lumber Pada Desain Sambungan Pasak Bambu Laminasi*. Skripsi. Jurusan Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Haygreen, J.G. and J.L. Bowyer. 1982. *Forest Product And Wood Science*. An Introduction The Iowa State University Ames.
- Karnasudirdja, S. 1989. *Prospek Kayu Indonesia Sebagai Bahan Baku Industri Kayu Lamina*. Paper Pada Seminar Glued Laminated Timber di Departemen Kehutanan Indonesia. Jakarta. 15 Juni 1989.
- Kollman, F.F.P., E.W. Kuenzi and A.J. Stamm. 1975. *Principle of Wood Science and Technology, Wood Based Material*. Springs Verlag, Heidelberg. Germany.
- Sutigno, P., dan Masano. 1986. *Pengaruh Banyaknya Lapisan Terhadap Sifat Kayu Lamina Meranti (Shorea leprosula Miq)*. Duta Rimba (73-74): 22-26.