

KAJIAN SAMBUNGAN BATANG TEKAN DAN MOMEN LENTUR LAMINATED VENEER LUMBER (LVL) KAYU SENGON (*Paraserianthes falcataria*) DENGAN PENGENCANG PASAK BAMBU LAMINASI

Achmad Basuki S.T., M.T.¹⁾, Ir. Agus Supriyadi M.T.²⁾, Sri Praba Aditya³⁾

^{1),2)} Pengajar Fakultas Teknik, Jurusan teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

³⁾ Mahasiswa Fakultas Teknik, Jurusan teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126; Telp. 0271-634524. Email: civiluns@uns.ac.id

Abstract

Demand for wood as a construction material is generally provided by felling the timber that has a good quality and the age old wood. One alternative to overcome this problem is the use of Sengon Laminated Veneer Lumber (LVL) wood because this is a short timber harvest time is 5-10 years so it can be guaranteed availability. Joint connector usually use nail or bolt. Laminated Bamboo Dowel substitutes of nail or bolt in connecting joint. This research was conducted with the specimen bending test and shear test laminated bamboo dowel, compressive test connection LVL and bending moment connection LVL sengon wood. The specimen is 18 samples consist of 6 laminated bamboo dowels, 9 compressive test connections LVL sengon wood, and 3 bending moment connections LVL sengon wood. The results experiment laminated bamboo dowel showed flexural strength of 131.5152 MPa and shear strength of 32.7859 MPa. Capacity of compressive connection with 2, 3, 4 dowels were 5326.7 N; 9453.3 N; 13363.3 N, and bending moment LVL resulted were 234.858 Nm. Maximum load of experimental compression and bending moment connection resulted LVL sengon wood more lower than result of theory.

Keywords: *Laminated Veneer Lumber, Paraserianthes falcataria, laminated bamboo dowel, bending moment, connection.*

Abstrak

Kebutuhan kayu sebagai material konstruksi umumnya dipenuhi dari penebangan kayu yang mempunyai kualitas yang baik dan umur kayu yang tua. Salah satu alternatif untuk mengatasi masalah tersebut yaitu penggunaan kayu *Laminated Veneer Lumber* (LVL) kayu sengon karena kayu sengon ini merupakan kayu yang masa panennya singkat yaitu 5-10 tahun sehingga dapat terjamin ketersediaannya. Sambungan pada umumnya menggunakan konektor paku atau baut. Pasak bambu laminasi sebagai pengganti dalam paku atau baut dalam sambungan. Penelitian ini dilakukan dengan menguji tekan dan geser pasak bambu laminasi, serta menguji sambungan tekan dan momen lentur LVL kayu sengon. Jumlah benda uji yang digunakan 18 buah yang terdiri dari 6 pasak bambu laminasi, 9 sambungan tekan LVL kayu sengon, dan 3 sambungan momen lentur LVL kayu sengon. Dari hasil pengujian pasak bambu laminasi diperoleh nilai kuat lentur sebesar 131,5152 MPa dan kuat geser sebesar 32,7859 MPa. Nilai tahanan lateral sambungan tekan 2, 3, 4 pasak sebesar 5326,7 N; 9453,3 N; 13363,3 N, sedangkan nilai uji momen lentur sambungan LVL kayu sengon sebesar 234,858 Nm. Beban maksimum hasil pengujian sambungan tekan dan momen lentur sambungan LVL kayu sengon lebih kecil daripada beban maksimum hasil perhitungan teoritis.

Kata Kunci : *Laminated Veneer Lumber, Sengon (Paraserianthes falcataria), pasak bambu laminasi, momen lentur, sambungan*

PENDAHULUAN

Kayu merupakan material yang diperoleh secara alami dari pohon. Kebutuhan kayu sebagai material konstruksi selama ini dipenuhi dari penebangan kayu yang umumnya memiliki kualitas yang baik dan umur kayu yang tua. Penebangan kayu secara terus menerus akan menyebabkan penggundulan hutan karena kecepatan pertumbuhan pohon kayu tidak sebanding dengan pemanfaatan kayu. Hal ini juga berdampak pada harga kayu yang memiliki kualitas baik akan semakin mahal. Salah satu produk yang dapat mengatasi masalah tersebut yaitu dengan *Laminated Veneer Lumber* (LVL) kayu sengon yang masa panennya pendek yaitu 5-10 tahun. *Laminated Veneer Lumber* (LVL) kayu sengon dibuat dengan cara merekatkan lembaran kayu-kayu dengan menggunakan adhesive sehingga terbentuk kayu utuh. Bambu merupakan bahan baku ekonomis yang dapat diperbaharui, memerlukan energi yang sedikit dalam pengolahannya serta bersahabat dan aman bagi lingkungan. Bambu laminasi dikenal sebagai produk olahan bambu yang memiliki kekuatan lebih tinggi daripada bambu biasa, karena pada proses pembuatannya bambu tersebut sudah disortir terlebih dahulu untuk mengurangi bagian yang tidak bagus. Pada penelitian ini dilakukan percobaan dengan menggunakan kayu laminasi sebagai pengganti kayu dan bambu laminasi sebagai bahan pasak pada sambungan. Kinerja yang diamati adalah kapasitas sambungan batang tekan dan momen lentur.

LANDASAN TEORI

Laminated Veneer Lumber (LVL)

LVL adalah kayu olahan yang terdiri dari lapisan tipis atau vinir kayu yang direkatkan menjadi satu. Dimensi LVL yang sudah umum diproduksi di Indonesia untuk elemen konstruksi rangka mempunyai ukuran tebal 8-12 mm, lebar 80-100 mm dan panjang 200-300 cm. Untuk elemen balok mempunyai ketebalan sekitar 80-120 mm (Basuki, 2012). Jenis kayu yang digunakan umumnya adalah kayu sengon dan karet, namun pada penelitian ini digunakan kayu LVL yang berasal dari kayu sengon.

Bambu

Bambu memiliki sifat-sifat yang baik dalam pemanfaatannya, antara lain batangnya kuat, ulet, lurus, rata, keras, ringan, mudah dibelah, mudah dibentuk dan mudah dikerjakan serta relatif murah dibandingkan dengan bahan bangunan lain. Namun bambu juga memiliki kekurangan baik secara mekanis, variasi dimensi dan panjang ruas yang tidak seragam serta mudah diserang oleh organisme perusak seperti bubuk, rayap dan jamur. Untuk menghitung *Yield Moment* pasak bambu digunakan rumus berdasarkan Eurocode EN 408 (2003) sesuai Persamaan

$$Yield\ Moment = \frac{M_{yb}}{5} \dots\dots\dots [1]$$

$$S = \frac{1}{32} \pi D^3 \dots\dots\dots [2]$$

$$M_{yb} = \frac{P_{yb}}{2} \times \frac{L}{3} \dots\dots\dots [3]$$

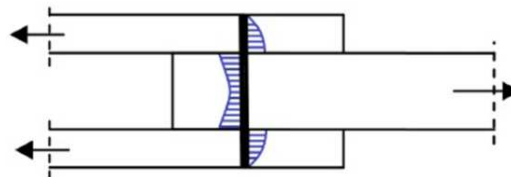
Dengan :

- D = Diameter bambu
- S = Modulus penampang
- P_{yb} = Tahanan maksimum
- L = Panjang bentang bambu.

Sambungan

Sambungan merupakan bagian terlemah dari konstruksi kayu. Kegagalan konstruksi kayu sering diakibatkan oleh gagalnya sambungan daripada kegagalan material kayu. Analisis tahanan sambungan dengan menggunakan teori model kelelahan seperti pada SNI-5 Tata Cara Perancangan Konstruksi Kayu (2002) menjelaskan bahwa salah satu sifat mekanik alat sambung baut, paku, dan pasak yang perlu diketahui adalah tegangan lentur (*Bending yield stress*).

Kekuatan sambungan ditentukan oleh kuat tumpu LVL, tegangan lentur pasak, dan angka kelangsingan (nilai banding antara panjang pasak pada kayu utama dengan diameter pasak). Ketika angka kelangsingan kecil, pasak menjadi sangat kaku dan distribusi tegangan tumpu LVL di bawah pasak akan terjadi secara merata. Semakin tinggi angka kelangsingan pasak, maka pasak mulai mengalami tekuk dan tegangan tumpu LVL terdistribusi secara tidak merata. Distribusi tegangan tumpu kayu pada sambungan pasak dapat dilihat pada Gambar 1. Tahanan lateral acuan (Z) satu pasak pada sambungan dua irisan menurut SNI-5 (2002) dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 1. Distribusi tegangan tumpu kayu pada sambungan pasak

Tabel 1. Tahanan lateral acuan satu pasak (Z) pada sambungan dua irisan yang menyambung tiga komponen

Moda Kelelahan	Tahanan Lateral (Z)
I_m	$Z = \frac{0,83D t_m F_{Em}}{K_g}$
I_s	$Z = \frac{1,66D t_s F_{Es}}{K_g}$
III_s	$Z = \frac{2,08k_4 D t_s F_{Em}}{(2 + R_e)K_g}$
IV	$Z = \left(\frac{2,08D^2}{K_g} \right) \sqrt{\frac{2F_{Em} f_{yb}}{3(1 + R_e)}}$

Sumber: SNI-5 (2002).

$$k_4 = (-1) + \sqrt{\frac{2(1+R_e)}{R_e} + \frac{f_{yb}(2+R_e)D^2}{3F_{Em}t_s^2}} \dots\dots\dots [4]$$

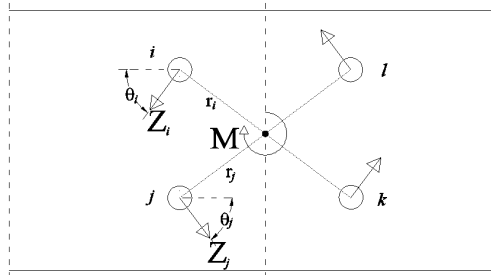
$$R_t = \frac{t_m}{t_s} \dots\dots\dots [5]$$

$$R_e = \frac{F_{Em}}{F_{Es}} \dots\dots\dots [6]$$

$$K_{\theta} = 1 + \left(\frac{\theta}{360} \right) \dots \dots \dots [7]$$

Sambungan Momen

Tahanan momen pada sambungan merupakan hasil perkalian antara tahanan lateral alat sambung dengan jarak alat sambung ke pusat kelompok. Tahanan momen sangat dipengaruhi oleh konfigurasi kelompok alat sambung. Sambungan dengan jumlah alat sambung yang sama, tetapi memiliki konfigurasi kelompok alat sambung yang berbeda mengakibatkan nilai tahanan momen yang berbeda pula. Tahanan momen dapat dihitung dengan Persamaan [8] dimana Z_i dan r_i adalah tahanan lateral dan jarak alat sambung i ke pusat kelompok.



Gambar 2. Idealisasi Sambungan Momen

$$M = \sum_{i=1}^n Z_i r_i \dots \dots \dots [8]$$

METODE PENELITIAN

Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 6 buah pasak bambu laminasi untuk pengujian kuat lentur dan kuat geser, 9 sambungan tekan LVL kayu sengon, dan 3 sambungan momen lentur LVL kayu sengon. Pengujian dilakukan di Laboratorium Struktur Jurusan Teknik Sipil dan Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret. Pada pengujian kuat lentur pasak bambu laminasi, kuat geser pasak bambu laminasi dan sambungan tekan kayu LVL menggunakan UTM yang dapat langsung mencatat hasil dalam bentuk grafik dan data. Pada pengujian sambungan momen LVL kayu sengon dilakukan dengan cara memberikan pembebanan sentris perlahan-lahan menggunakan *Load Cell* dan diklem untuk menghindari terjadinya puntir pada benda uji sehingga pembebanan dapat sepenuhnya mendesak kebawah. Pembebanan ini dilakukan sampai batas kemampuan benda uji dalam menerima beban desak diindikasikan dengan adanya kerusakan struktur dan benda uji tidak mampu lagi dalam menerima beban tambahan. Pada tahap terakhir, diambil kesimpulan dan saran dari analisis pengujian yang berhubungan dengan tujuan penelitian.

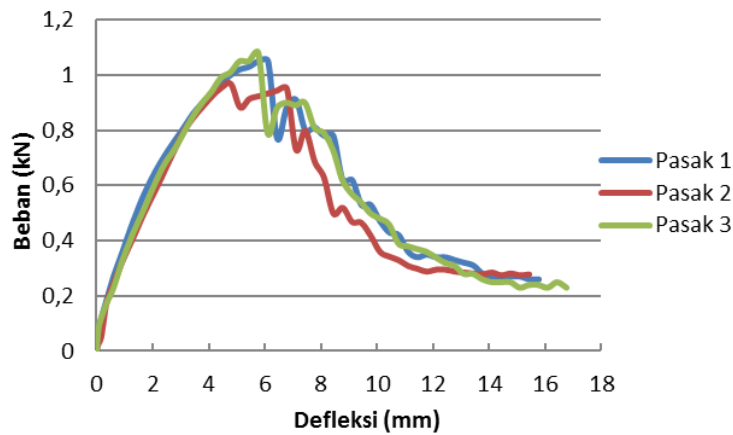
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Kuat Lentur Pasak Bambu Laminasi

Pengujian ini dilakukan pada 3 buah pasak bambu laminasi untuk mengetahui P_{yb} maksimum, dari hasil pengujian diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil Pengujian Kuat Lentur Pasak Bambu Laminasi

\emptyset (mm)	L (mm)	P_{yb} (kN)	f_{yb} (MPa)	f_{yb} Rerata (MPa)
	50	1,05	133,636	
10	50	0,97	123,455	131,5152
	50	1,08	137,455	



Gambar 3. Grafik Hubungan Pembebanan dan Defleksi yang terjadi pada Pengujian Kuat Lentur Pasak Bambu Laminasi Ø 10 mm.



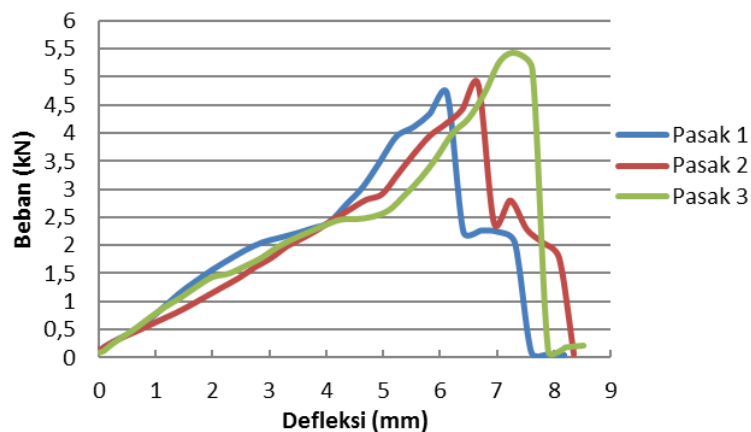
Gambar 4. Hasil Pengujian Kuat Lentur Pasak

Hasil Pengujian Kuat Geser Pasak Bambu Laminasi

Pengujian ini dilakukan pada 3 buah pasak bambu laminasi dengan menggunakan UTM untuk mengetahui P_{max} , dari hasil pengujian diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil Pengujian Kuat Geser Pasak Bambu Laminasi

\varnothing (mm)	A (mm ²)	P_{max} (kN)	f_v (MPa)	f_v Rerata (MPa)
10	78,54	2,505	31,895	32,7859
		2,485	31,640	
		2,735	34,825	



Gambar 5. Grafik Hubungan Pembebanan dan Defleksi yang terjadi pada Pengujian Kuat Geser Pasak Bambu Laminasi Ø 10 mm.



Gambar 6. Hasil Pengujian Kuat Geser Pasak

Hasil Pengujian Sambungan Tekan LVL Kayu Sengon

Pengujian sambungan tekan dilakukan pada benda uji sambungan tekan LVL untuk 2, 3, dan 4 pasak dengan *Universal Testing Machine* untuk mendapatkan beban maksimum (P_{max}). Hasil pengujian sambungan tekan LVL sengon dapat dilihat pada Gambar 7. dan Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Sambungan Tekan LVL Kayu Sengon dengan Diameter Pasak 10 mm

Jumlah Pasak (buah)	Beban Maksimum (kN)	Rerata Beban Mak- simum (kN)
2	4,73	5,3267
	6,26	
	4,99	
3	11,62	9,4533
	9,47	
	7,47	
4	14,23	13,3633
	13,37	
	12,49	

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh kapasitas sambungan tekan untuk 2, 3, 4 pasak sebesar 5326,7 N; 9453,3 N; 13363,3 N. Mode kelelahan yang terjadi mode kelelahan tipe I_m , dimana kegagalan sambungan pada kuat tumpu kayu primer. Sambungan tekan pada penelitian ini belum memenuhi persyaratan perhitungan sesuai SNI-5 (2002).



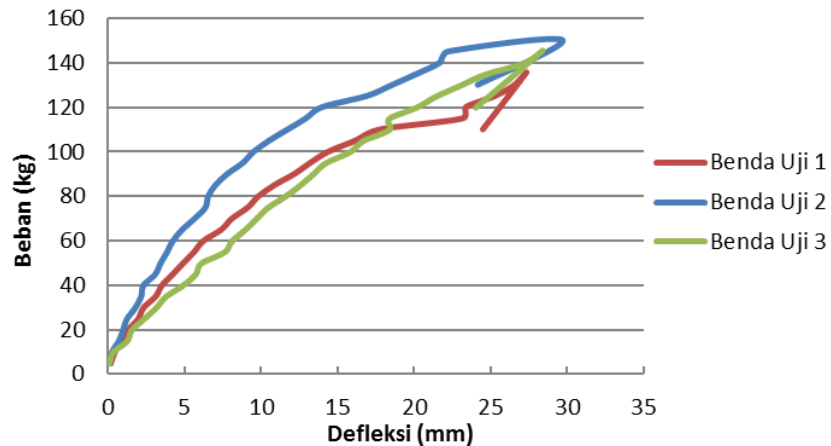
Gambar 7. Hasil Pengujian Sambungan Tekan

Hasil Pengujian Momen Lentur Sambungan LVL Kayu Sengon

Berdasarkan hasil pengujian momen lentur sambungan diperoleh data sebagai berikut :

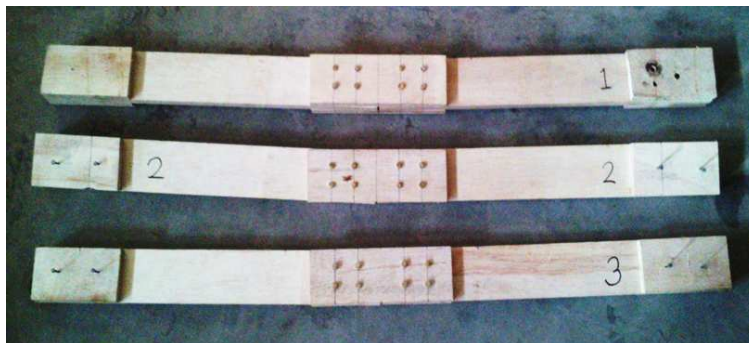
Tabel 5. Hasil Pengujian Momen Lentur Sambungan LVL Kayu Sengon

Benda Uji	P_{max} (kg)	q (kg/m)	L (m)	Mu (Nm)	Mu Rerata (Nm)
1	135			220,791	
2	150	0,48	1	245,307	234,858
3	145			237,135	



Gambar 8. Grafik Hubungan Pembebanan dan Defleksi Hasil Pengujian Momen Lentur

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh nilai momen lentur sambungan LVL kayu sengon rerata sebesar 234,858 Nm. Pada pengujian ini sambungan gagal pada kuat tumpu kayu. Pengujian momen lentur sambungan ini sudah memenuhi persyaratan perhitungan sesuai SNI-5 (2002).



Gambar 9. Hasil Pengujian Momen Lentur Sambungan

SIMPULAN

Kesimpulan dari hasil pengujian dan analisis pasak bambu laminasi dan sambungan LVL kayu sengon adalah sebagai berikut :

1. Nilai kuat lentur pasak bambu laminasi sebesar 131,5152 MPa. Nilai uji kuat geser pasak bambu laminasi sebesar 32,7859 MPa.
2. Kapasitas sambungan tekan LVL dengan jumlah pasak 2, 3, dan 4 sebesar 5326,7 N; 9453,3 N; 13363,3 N. Kapasitas sambungan ini belum memenuhi persyaratan perhitungan tahanan lateral sesuai pada SNI - 5 (2002).
3. Kapasitas momen lentur sambungan LVL sebesar 234,858 Nm. Momen lentur sambungan pengujian ini belum memenuhi persyaratan perhitungan sesuai pada SNI - 5 (2002).

SARAN

Saran yang dapat diberikan untuk menindaklanjuti hasil penelitian ini adalah

1. Kecepatan alat UTM yang dipakai dalam penelitian ini sebaiknya diatur terlebih dahulu agar memudahkan dalam pengujian dan memberikan ketepatan angka penurunan dengan lebih jelas pada saat pembacaan grafik hubungan antara beban dan penurunan.
2. Pengujian sambungan momen lentur diharap untuk memperhatikan tumpuan benda uji agar pembebanan dan pembacaan grafik lebih akurat.
3. Perlu penelitian lebih lanjut mengenai pengujian dengan variasi konfigurasi dan penambahan jumlah pasak serta sambungan pada joint untuk hubungan balok dan kolom.

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa, sehingga penelitian ini dapat terselesaikan. Terelesainya penyusunan penelitian ini berkat dukungan dan doa dari orang tua, untuk itu saya ucapkan terima kasih. Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada Achmad Basuki, S.T., M.T. dan Ir. Agus Supriyadi, M.T. selaku pembimbing yang dengan penuh kesabaran telah memberi koreksi dan arahan sehingga menyempurnakan penyusunan. Rasa terima kasih penulis sampaikan pada 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Kristiawan, S.A., Basuki, A., Priyantono, H.K., 2011b. *Kekuatan tekuk batang LVL kayu sengon*. Laporan Penelitian Kerjasama JTS FT UNS dengan PT Sumber Graha Sejahtera, Tangerang.
- Ma'ali, Muhammad Rosa. 2013. *Analisis Perilaku Prototip Struktur Rangka Kuda-Kuda Laminated Veneer Lumber (LVL) Kayu Sengon*. Skripsi. Jurusan Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Morisco. 2006. Rangkuman Hasil Penelitian. Pemberdayaan Bambu untuk Kesejahteraan Rakyat dan Kelestarian Lingkungan. Fakultas Teknik. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia (PKKI). 1961. Departemen Pekerjaan Umum. Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan. Bandung.
- Prosiding PPI Standardisasi. 2009. Standardisasi Bambu Laminasi Sebagai Alternatif Pengganti Kayu Konstruksi. Jakarta.
- Surjokusomo, S. Bachtiar, E.T., dan Nugroho, N., 2003. Pemberdayaan kayu konstruksi. Seminar Nasional Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Trisakti, Jakarta.
- Sutigno, P., dan Masano. 1986. *Pengaruh Banyaknya Lapisan Terhadap Sifat Kayu Lamina Meranti (Shorea leprosula Miq)*. Duta Rimba (73-74): 22-26
- Youngquist, J.A dan B.S. Bryant. 1979. *Production and Marketing Feasibility of Parallel Laminated Veneer Product*. *Forest Products Journal* 29 (8) : 45