

PERILAKU KEGAGALAN GESER PADA BALOK LAMINASI JABON-BAMBU

SHEAR FAILURE BEHAVIOR OF LAMINA JABON-BAMBOO BEAM

Kundari Rahmawati^{1*}, Ernawati Sri S¹, Roemintoyo¹

Email: kundari.rahmawati@staff.uns.ac.id

Abstract

*The development of engineering timber technology such as laminated veneer lumber, cross-laminated timber, and others proposes to satisfy the timber demand deficit in terms of both strength and material dimensions. In addition to green and sustainable, timber has a higher mass strength ratio than concrete or steel materials. Jabon (*Anthocephalus cadamba* miq.) is fast-growing species timber produced by community plantations commonly used for furniture. Jabon timber including classified as strength timber IV causes this type of timber is not used as a structural element. To increase the strength of Jabon wood, researchers assembled the timber with Petung bamboo (*Dendrocalamus asper*) which mechanically has a better toughness. This is what underlies the researchers made an innovation to make the timber laminated beam of bamboo-Jabon. The purpose of this research was to determine the mechanical behavior of bamboo-Jabon lamination due to shear failure. The method used in this study is experimental. The dimensions of the beam in this research are 60 x 120 mm with a length of 900 mm, a static bending test is performed. There are three variations in this research, namely variations in the thickness of timber slabs 10 mm, 15 mm, 20 mm, and bamboo thickness of 5 mm. The results of this research show that the shear stress of the laminated beam experimental results of jabon-bamboo is 1.9 times, 1.67 times, 1.71 times greater compared to the analysis of sequential appearance transformations for the thickness variation of 10 mm, 15 mm and 20 mm. When compared with the analysis using SNI 7973:2013, the jabon-bamboo laminate beam has a greater shear stress value of 1.89 times, 1.45 times, and 1.31 times respectively for variations in the thickness of the blade of jabon timber 10 mm, 15 mm and 20 mm.*

Keywords: *lamina, jabon, bamboo, share failure*

Abstrak

Perkembangan teknologi kayu rekayasa (*engineering wood*) seperti *laminated veneer lumber*, *cross laminated timber* dan lainnya bertujuan memenuhi defisit kebutuhan kayu baik dari segi kekuatan maupun dimensi material. Selain green dan sustainable, kayu mempunyai rasio kekuatan massa yang lebih besar daripada material beton dan baja. Kayu jenis jabon (*anthocephalus cadamba* miq.) merupakan jenis *fast growing species* yang dihasilkan hutan tanaman rakyat yang biasa digunakan untuk mebel. Kayu jabon termasuk kayu kuat IV, hal ini menyebabkan kayu jenis ini tidak digunakan sebagai elemen struktur. Untuk meningkatkan kekuatan kayu jabon peneliti mengompositkan kayu tersebut dengan bambu petung (*dendrocalamus asper*) yang secara mekanik memiliki keteguhan yang lebih baik. Hal tersebut yang mendasari peneliti melakukan inovasi membuat balok laminasi kayu jabon dan dengan bambu petung. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui perilaku mekanik laminasi jabon bambu akibat keruntuhan geser. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Dimensi balok dalam penelitian ini adalah 60 x 120 mm dengan panjang 900 mm, dilakukan pengujian *static bending test*. Terdapat tiga variasi dalam penelitian ini yaitu variasi ketebalan bilah kayu jabon 10 mm, 15 mm, 20 mm dan ketebalan bambu 5 mm. Hasil penelitian ini menunjukkan tegangan geser balok laminasi hasil eksperimental jabon-bambu lebih besar 1,9 kali, 1,67 kali, 1,71 kali lebih besar dibandingkan dengan analisis transformasi tampang secara berurutan untuk variasi tebal bilah jabon 10 mm, 15 mm dan 20 mm. Jika dibandingkan dengan analisis menggunakan SNI 7973, balok laminasi jabon-bambu memiliki nilai tegangan geser lebih besar 1,89 kali, 1,45 kali dan 1,31 kali secara berurutan untuk variasi tebal bilah jabon 10 mm, 15 mm dan 20 mm.

Kata kunci: laminasi, jabon, bambu, kegagalan geser.

¹Pengajar Pendidikan Teknik Bangunan FKIP Universitas Sebelas Maret

PENDAHULUAN

Hal yang mendasari peneliti melakukan inovasi membuat balok kayu untuk memenuhi kebutuhan balok dengan dimensi panjang dan tinggi yang besar. Dalam penelitian ini akan membuat balok laminasi dengan bahan dasar kayu Jabon (*Anthocephalus Cadamba Miq.*). Dipilih kayu jabon karena kayu jenis tersebut memiliki pertumbuhan yang cepat, waktu panen yang singkat dan ketersediaannya berasal dari hutan rakyat sehingga tidak mengganggu kelestarian hutan alam serta kayu Jabon (*Anthocephalus Cadamba Miq.*) dengan kelas kuat IV sehingga jarang sekali digunakan sebagai elemen penahan struktur. Kayu jabon disebutkan dalam Hardjodarsono, 2004 memiliki MOE sebesar 68.000 kg/cm² atau 6668,52 MPa. Guna meningkatkan besarnya nilai MOE penulis melakukan inovasi balok laminasi jabon yang dikombinasikan dengan material bambu. Pemilihan bambu sebagai bahan bangunan dapat didasarkan pada harga yang rendah serta kemudahan untuk memperolehnya. Selain pertimbangan kesediaan di pasaran, sifat mekanik bambu juga dipertimbangkan dalam penelitian ini. Haris (2008) melakukan pengujian terhadap tiga jenis bambu yaitu bambu andong, bambu betung dan bambu tali memiliki nilai rata-rata MOE sebesar 205.306 kg/cm².

Dari uraian latar belakang di atas maka peneliti melakukan penelitian ini bertujuan mengetahui perilaku geser dari laminasi jabon bambu dengan menggunakan metode penelitian eksperimental yang dilakukan di laboratorium.

Penelitian tentang *engineering wood* sudah banyak dilakukan oleh peneliti yang lain. Hasil penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa *engineering wood* dalam bentuk *laminated veneer lumber*, *cross laminated timber* dan bentuk lain efektif meningkatkan kualitas kayu atau bambu. Pelapisan bambu pada papan jabon yang dilakukan oleh Achmad Supriadi (2017) dapat meningkatkan nilai kerapatan produknya sebesar 10%, modulus elastisitas 71%, modulus patah 34% dan keteguhan tekan 20% dibanding papan jabon tanpa laminasi. Papan jabon lapis Bambu baik yang dibuat dari bambu mayan maupun bambu andong memiliki sifat mekanis atau kekuatan setara dengan kayu kelas kuat III. Namun pada penelitian yang dilakukan sebelumnya terbatas pada papan jabon solid dengan pelapisan bambu searah serat papan

kayu jabonnya. Oleh karena itu, penelitian ini asli dan belum pernah dilakukan.

METODE PENELITIAN

1. Tahap persiapan

Langkah awal yang dilakukan dalam riset ini adalah tahapan persiapan material bahan baku balok laminasi yaitu kayu jabon dan bambu petung. Dalam tahapan persiapan ini meliputi tahap pembilahan material, pengawetan (untuk bambu) dan pengeringan. Bambu petung yang digunakan adalah bambu petung tanpa kulit luar. Nilai kadar air maksimum yang digunakan dalam pembuatan balok laminasi ini adalah 15%. Material bambu petung dan kayu jabon tersebut dibentuk bilah dengan dimensi sesuai dengan yang sudah ditentukan. Proses perekatan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah proses pengempaan dingin menggunakan perekat polyvinyl acetate dengan merk dagang Lem Presto DN dengan tekanan kempa 1,5 MPa dan jumlah perekat yang digunakan 0,4MDGL.

2. Tahap pengujian pendahuluan

Langkah ini dilakukan sebagai dasar penentuan panjang kritis balok laminasi jabon-bambu. Pengujian pendahuluan secara keseluruhan mengacu pada ASTM D143. Rata-rata hasil pengujian pendahuluan material dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Hasil pengujian pendahuluan

Jenis Pengujian	Material	
	Kayu Jabon	Bambu Petung
Kuat lentur	52,47	93,41
Kuat Geser	4,33	7,32
MOE	7026,19	9434,56
Berat Jenis	0,35	0,62

Penentuan panjang kritis balok laminasi menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$L_{cr} = \frac{6\sigma h}{8\tau} \quad (1)$$

Dimana :

σ = tegangan lentur (MPa)

τ = tegangan geser (MPa)

h = tinggi penampang (mm)

Karena dalam penelitian ini menggunakan dua jenis material yang berbeda, maka tinggi penampang (h) ditransformasikan terlebih dahulu dalam penentuan panjang kritis (L_{cr}). Tinggi penampang (h) bambu

ditransformasikan menjadi penampang kayu dengan dikalikan nilai N sesuai persamaan sebagai berikut.

$$N = \frac{E_b}{E_k} \quad (2)$$

Dimana :

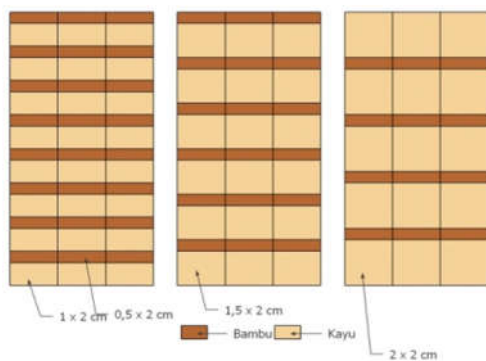
E_b = modulus elastisitas bambu

E_k = modulus elastisitas kayu

Dari persamaan di atas didapatkan besaran panjang kritis (L_{cr}) 1032,6 mm. Untuk mengetahui besarnya keruntuhan geser balok laminasi tersebut maka balok yang digunakan dalam pengujian ini kurang dari panjang kritis (L_{cr}), dalam hal ini peneliti menggunakan panjang 900 mm.

3. Tahap pengujian utama

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dengan geometri balok skala penuh. Bentuk geometri benda uji seperti terlihat pada gambar 2 dibawah ini:



Gambar 1. Model spesimen laminasi jabon bambu.

Material bambu petung dan kayu jabon tersebut dibuat bentuk bilah dengan dimensi sesuai dengan yang sudah ditentukan seperti pada gambar 2. Terdapat tiga variasi dalam penelitian ini yaitu variasi ketebalan bilah kayu jabon 10 mm, 15 mm, 20 mm dan ketebalan bambu 5 mm. Secara keseluruhan dimensi spesimen pengujian balok laminasi ini 60x120mm.

Setting pengujian *static bending* balok laminasi menggunakan *flexural bending machine* dengan menggunakan dua titik beban, defleksi balok laminasi pada saat pengujian

diukur dengan menggunakan dial guage yang diletakkan pada tengah bentang seperti terlihat pada gambar 3 dibawah ini.



Gambar 2. *Setting* pengujian lentur balok laminasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil pengujian lentur balok laminasi jabon-bambu berupa nilai beban maksimum dan lendutan. Dari data primer tersebut kemudian diolah untuk mendapatkan nilai keruntuhan geser. Perhitungan nilai keruntuhan geser menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\tau = \frac{V \cdot Q}{I \cdot b} \quad (3)$$

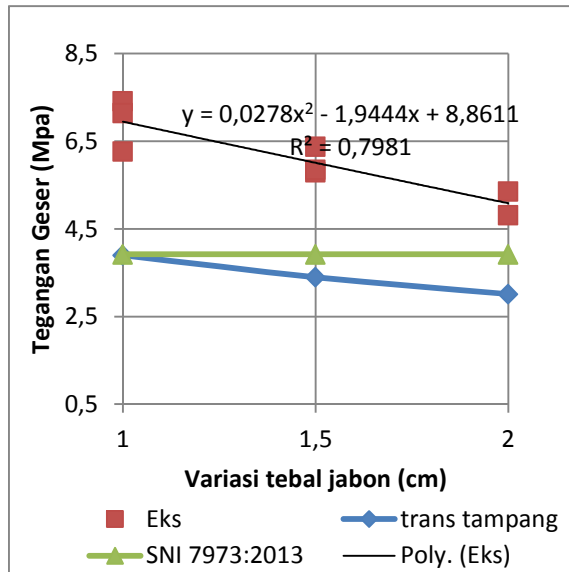
Keterangan :

- τ = Tegangan normal akibat geser (MPa)
- V = gaya geser (N)
- Q = statis momen penampang (mm)
- I = momen inersia (mm³)
- b = lebar balok (mm)

Hasil perhitungan keruntuhan geser dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Hasil pengujian balok laminasi jabon-bambu

Kode	P_{max} (kN)	Q (mm)	I (mm ³)	τ_{maks} (MPa)
LJB1	35,6	1,1E+05	8,6E+06	7,42
LJB1	36,5	1,1E+05	8,6E+06	7,60
LJB1	34,3	1,1E+05	8,6E+06	7,15
LJB1,5	30,6	1,1E+05	8,6E+06	6,38
LJB1,5	27,8	1,1E+05	8,6E+06	5,79
LJB1,5	28,1	1,1E+05	8,6E+06	5,85
LJB2	25,7	1,1E+05	8,6E+06	5,35
LJB2	23,1	1,1E+05	8,6E+06	4,81
LJB2	25,4	1,1E+05	8,6E+06	5,29



Gambar 3. Grafik perbandingan tegangan geser balok laminasi hasil eksperimen dan analisis teoritis

Grafik di atas menunjukkan perbandingan tegangan geser balok laminasi jabon-bambu berdasarkan hasil eksperimen, analisis transformasi tampang dan analisis perhitungan tegangan geser menggunakan yang berpedoman pada SNI7973:2013. Grafik pada hasil eksperimen dan analisis transformasi tampang menunjukkan trend yang seirama. Tegangan geser pada balok laminasi dengan variasi ketebalan kayu jabon 1 cm memiliki nilai tertinggi dan semakin menurun tegangan gesernya jika bilah kayu jabonnya semakin tebal. Hal ini berkaitan dengan jumlah bilah bambu penyusun balok laminasi ini. Seperti diuraikan di atas bahwa bambu petung memiliki tegangan geser 1,7 kali lebih besar dibandingkan dengan tegangan geser kayu jabon. Hal ini yang mengakibatkan tegangan geser pada balok laminasi jabon bambu lebih besar hingga 1,9 kali jika dibandingkan dengan balok kayu jabon tanpa laminasi. Tabel 2 di bawah ini menunjukkan rasio perbandingan nilai tegangan geser rata-rata hasil eksperimen dengan teori transformasi tampang dan SNI 7973:2013.

Tabel 2. Ratio nilai tegangan geser balok jabon bambu

Variasi	Trans Tampang	SNI 7973	Rata2 Eks	Ratio Eks/Trns	Ratio Eks/SNI
LJB 1	3,90	3,92	7,39	1,90	1,89
LJB 1,5	3,40	3,92	5,67	1,67	1,45
LJB2	3,01	3,92	5,15	1,71	1,31

Bentuk kegagalan yang terjadi pada balok laminasi saat pengujian ini adalah gagal geser pada perekat yang digunakan seperti terlihat pada gambar 4 dibawah ini. (Gunawan, 2010) Proses perekatan memang sangat dan jenis perekat yang digunakan sangat berpengaruh terhadap kinerja balok laminasi.



Gambar 4. Pola kegagalan geser balok laminasi jabon bambu

Jika dikategorikan berdasarkan tegangan normal akibat geser tersebut, maka laminasi balok jabon bambu ini dapat direkomendasikan penggunaannya sebagai elemen struktur. Namun perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk dapat mengetahui perilaku balok laminasi ini terhadap keruntuhan lentur dan perilaku balok laminasi ini jika difungsikan sebagai elemen tekan berupa kolom ataupun rangka batang kuda-kuda serta perilaku balok laminasi jabon-bambu sebagai elemen tarik.

KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan atas dapat disimpulkan bahwa:

1. Tegangan geser balok laminasi hasil eksperimen jabon-bambu lebih besar 1,9 kali, 1,67 kali, 1,71 kali lebih besar dibandingkan dengan analisis transformasi tampang secara berurutan untuk variasi tebal bilah jabon 10 mm, 15 mm dan 20 mm.
2. Dibandingkan dengan analisis menggunakan SNI 7973, balok laminasi jabon-bambu memiliki nilai tegangan geser lebih besar 1,89 kali, 1,45 kali dan 1,31 kali secara berurutan untuk variasi tebal bilah jabon 10 mm, 15 mm dan 20 mm.
3. Pola kegagalan geser dalam penelitian ini adalah kegagalan pada perekat balok laminasi. Diperlukan penelitian lebih lanjut dengan jenis perekat yang ideal untuk komposisi balok laminasi jabon-bambu.

4. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk dapat mengetahui perilaku balok laminasi ini terhadap keruntuhan lentur dan perilaku balok laminasi ini jika difungsikan sebagai elemen tekan berupa kolom ataupun rangka batang kuda-kuda serta perilaku balok laminasi jabon-bambu sebagai elemen tarik.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2013. **SNI 7973-2013** . *Spesifikasi Desain untuk Konstruksi Kayu*.
- Abdurachman & Hadjib, N. (2005). Kekuatan dan kekakuan papan lamina dari dua jenis kayu kurang dikenal. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 23(2), 87-100.
- Abdurachman & Hadjib, N. (2009). Sifat fisik dan mekanik kayu lamina campuran kayu mangium dan sengon. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 27(3), 191-100.
- Abdurachman, Hadjib, N., Jasni, & Balfas, J. (2015). Sifat papan komposit kombinasi bambu dan kayu. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 27(3), 191-100. Ahmad, M. & Kamke, F.A. (2011). Properties of parallel strand lumber from Calcutta bamboo (*Dendrocalamus strictus*). *Wood ScienceTechnology*, 45, 63-72.
- ASCE, 2003, *Annual Book of ASTM Standards* Section 4, Philaladelphia.
- Awaludin, Ali dan S.I. Inggar., 2005, *Konstruksi Kayu*, Biro Penerbit Teknik Sipil UGM, Yogyakarta.
- British Standart, BS 373:1957. 1999 *Methods of Testing Small Clear Specimens of Timber*, London.
- Gere,J.M., Ttimoshenko, S.P. 2000. *Mekanika Bahan Jilid 1* (edisi keempat ed.). (Suryoatmono, Penerj.) Jakarta. Penerbit Erlangga.
- Gere,J.M.,Ttimoshenko, S.P. 2000. *Mekanika Bahan Jilid 2* (edisi keempat ed.). (Suryoatmono, Penerj.) Jakarta. Penerbit Erlangga.
- Gunawan, A. (2010) ‘Perilaku Tekuk (Buckling) Pada Bambu Petung Bentuk Bilah’, *Jurnal Teknik Sipil Inersia*, 2(2), pp. 1–11.
- Martawijaya, A., Kartasudjana, I., Mandang, Y.I., Kadir, K., & Prawira, S. A. (2005). *Atlas Kayu Indonesia Jilid II (edisi revisi)*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan.
- Morisco, 2006, *Teknologi Bambu*, Bahan Kuliah, Sekolah Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Oka, G.M., 2004, *Pengaruh Pengempaan Terhadap Keruntuhan Geser Balok Laminasi Horizontal Bambu Petung*, Thesis, Fakultas teknik UGM, Yogyakarta.
- Prayitno, T. A., 1995, *Pengujian Sifat Fisika dan Mekanika menurut ISO (Terjemahan)*, Fakultas Kehutanan UGM, Yogyakarta.(Pranata and Suryoatmono, 2019)
- Pranata, Y. A. and Suryoatmono, B. (2019) *Struktur Kayu Analisis dan Desain dengan LRFD*. bandung.