

Kajian Eksperimental Perilaku Lentur Balok Laminasi Lengkung dari Kayu Jabon

ERMA DESMALIANA

Institut Teknologi Nasional Bandung
Email: edesmaliana@gmail.com

ABSTRAK

*Kayu laminasi merupakan salah satu produk kayu rekayasa berupa kayu komposit sebagai representasi yang baik dalam efisiensi penggunaan sumber daya alam yang tersedia dari HTI dan HTR. Penggunaan kayu laminasi bertujuan untuk mengatasi keterbatasan dimensi kayu untuk aplikasi komponen struktural. Pada penelitian ini dibuat balok kayu laminasi menggunakan kayu Jabon (kayu cepat tumbuh) dengan dimensi 50 mm * 50 mm * 760 mm (dengan tebal tiap lamina 5 mm) dan tinggi pelengkung 5 cm, serta variasi bentuk yaitu horizontal dan lengkung. Perekat yang digunakan yaitu perekat sintesis tipe Poly Urethane merek Excel One. Pembebanan pada balok dilakukan di atas tumpuan sederhana dengan metode one point loading. Hasil pengujian memperlihatkan kapasitas lentur balok kayu glulam lengkung dalam memikul beban maksimum meningkat sebesar 18,67% dibandingkan dengan balok kayu glulam horizontal.*

Kata kunci: kayu cepat tumbuh, kayu laminasi, lengkung, Jabon, HTI, HTR

ABSTRACT

*Laminate wood is one of wood engineering products in the form of composite wood as a good representation in the efficient use of natural resources available from HTI and HTR. The use of laminated wood aims to overcome the limitations of wood dimensions for the application of structural components. In this study, laminated wooden beams using Jabon wood (fast growing tree) with dimensions of 50 mm * 50 mm * 760 mm (with a thickness of 5 mm each lamina) and 5 cm high arch and horizontal and curved shape variations. The adhesive used is Poly Urethane type synthesized adhesive of Excel One. The loading on the beam is done on a simple pedestal with one point loading method. The test results show that the flexural capacity of the arched laminated beam in carrying peak load is increased by 18.67% compared to the horizontal laminated wooden beam.*

Keywords: fast growing tree, laminated wood, arch, Jabon, HTI, HTR

1. PENDAHULUAN

Kayu merupakan sumber daya alam yang sangat potensial untuk digunakan dan dibudidayakan sebagai material utama dalam bidang konstruksi di Indonesia. Hal ini dikarenakan di seluruh wilayah Indonesia tumbuh kurang lebih 4.000 jenis pohon. Penggunaan kayu sebagai material konstruksi menjadi pilihan karena memiliki nilai estetika yang menarik secara fisik, serta memiliki nilai kuat tarik dan kuat geser yang relatif lebih tinggi dari kuat tarik dan kuat geser beton secara mekanik sehingga penggunaan kayu untuk komponen struktur rumah tinggal di daerah rawan gempa relatif lebih aman. Kebutuhan kayu yang semakin meningkat seiring dengan berkembangnya pembangunan di Indonesia menyebabkan industri pengolahan kayu mengalami krisis bahan baku untuk kayu solid berdiameter besar di pasaran. Oleh karena itu, penggunaan kayu secara efisien penting dilakukan untuk pemanfaatan jenis-jenis kayu cepat tumbuh hasil produksi baik dari hutan tanam industri (HTI) maupun hutan tanam rakyat (HTR) yang umumnya berdiameter kecil dan bermutu rendah. Salah satu langkah yang dapat dilakukan untuk meningkatkan sifat mekanik jenis kayu bermutu rendah dengan teknologi kayu rekayasa seperti kayu laminasi. Hal ini menjadikan representasi yang baik dalam penggunaan sumber daya alam yang tersedia dari HTI dan HTR secara efisien. Salah satu keuntungan dari penggunaan kayu laminasi, yaitu dapat dibuat struktur lengkung. Penelitian ini mengkaji kapasitas lentur balok laminasi lengkung dari kayu cepat tumbuh bermutu rendah dalam memikul beban, sehingga dapat diketahui beban maksimum yang nantinya akan diaplikasikan struktural.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Balok Laminasi

Balok laminasi adalah cara efektif dalam penggunaan kayu berkekuatan tinggi dengan dimensi terbatas menjadi elemen struktural yang besar dalam berbagai bentuk ukuran (CWC, 2000). Balok laminasi adalah balok yang dibuat dari lapis-lapis papan yang diberi perekat secara bersama-sama pada arah serat yang sama dengan ketebalan maksimum yang diizinkan sebesar 50 mm (Moody 1999). Dengan mengikuti konsep di atas, balok laminasi diperoleh dari pengolahan batang kayu yang dimulai dengan pemotongan dengan ketebalan tertentu, perekatan dengan bahan perekat tertentu dan pengempaan/pengkleman sampai membentuk balok dengan dimensi yang diinginkan.

2.2 Balok Laminasi Lengkung

Penggunaan balok laminasi untuk struktur lengkung pada konstruksi bangunan telah banyak dijumpai. Struktur lengkung biasa digunakan pada struktur bentang panjang karena perilakunya yang unik yaitu mampu meminimalisir momen lentur yang terjadi. Balok laminasi lengkung secara umum diasumsikan berperilaku elastis tanpa mempertimbangkan kemungkinan kebutuhan kapabilitas deformasi inelastik. Perencanaan balok laminasi lengkung umumnya hampir sama dengan balok laminasi horizontal, dengan jari-jari kelengkungan yang berpotensi menghasilkan tegangan residual selama pembuatan yang mampu mempengaruhi kapasitasnya dalam memikul beban. Pasa saat konstruksi struktur lengkung juga akan menimbulkan tegangan tangensial sehingga tegangan lentur tidak akan didistribusikan secara linier dan seragam ke sekeliling penampang melintang. Menurut Suryoatmono dan Bukhari (2010) kapasitas pemikul beban balok laminasi lengkung dapat meningkat akibat pengaruh rasio tinggi per bentangnya sebesar 16%.

2.3 Karakteristik Kayu Jabon

Dalam bahasa latin, kayu Jabon disebut *Anthocephalus cadamba*, yang merupakan salah satu jenis kayu cepat tumbuh yang populer di Indonesia. Pertumbuhan kayu Jabon cukup cepat sehingga sudah dapat dipanen pada usia $\pm 4-5$ tahun masa penanaman. Penyebaran

pertumbuhan kayu Jabon di wilayah Sumatera, Jawa Barat, Jawa Timur, Kalimantan Selatan, seluruh Sulawesi, Nusa Tenggara Barat dan Papua. Kayu Jabon, produk hutan tanam industri (HTI), termasuk jenis kayu berdaun lebar ringan dengan berat jenis kering udara rata-rata 0,42. Kayu Jabon termasuk golongan kelas kuat III hingga IV dan kelas awet IV hingga V. Daya tahan kayu Jabon terhadap rayap kayu kering termasuk dalam kelas II dan daya tahan terhadap jamur pelapuk kayu termasuk dalam kelas IV hingga V. Penyusutan ke arah radial 0,8% sedangkan penyusutan ke arah tangensial 2,1%. Tekstur kayu agak halus hingga agak keras, dengan arah serat lurus kadang agak terpadu. Kayu Jabon memiliki serat halus, bagian teras dan gubal berwarna putih semu-semu kuning muda secara fisik.

2.4 Bahan Perekat *Poly Urethane* (PU)

Dalam proses pembuatan balok laminasi diperlukan bahan perekat/lem untuk merekatkan antara lamina kayu Jabon yang satu dengan lamina kayu Jabon yang lainnya. Menurut Prayitno (1996) perekatan merupakan usaha penggabungan dua buah permukaan bahan dengan dua ikatan permukaan yang terdiri atas bermacam-macam ikatan. Sebagai bahan perekat, terdapat banyak jenis perekat kayu untuk pembuatan balok laminasi baik perekat sintesis maupun perekat alami. Dalam penelitian ini bahan perekat yang digunakan adalah bahan perekat sintesis berupa *Poly Urethane* (PU) merek Excel One. Penggunaan bahan perekat PU sangat mudah dalam pengaplikasiannya pada bahan, apalagi untuk peruntukkan aplikasi ikatan kayu yang khusus. Perekat PU sangat mudah dijumpai ketersediannya di pasaran. Selain itu, perekat PU memang cocok digunakan untuk aplikasi struktural pada lingkungan layan eksterior. Kelebihan perekat ini mampu memberikan ikatan yang baik pada kayu basah (kadar air >20%).

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi yang digunakan pada penelitian ini adalah metode deskriptif eksperimental. Langkah-langkah yang dilakukan pada saat penelitian dilaksanakan adalah sebagai berikut:

- a. Pengadaan bahan baku, yaitu kayu Jabon asal Desa Cibugel Sumedang dan lem *Poly Urethane*.
- b. Proses pengolahan kayu, membuat benda uji kayu Jabon sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan. Proses pemotongan kayu Jabon dilakukan di bengkel kayu Teknik Sipil Politeknik Negeri Bandung. Selama kegiatan ini dilakukan juga kegiatan persiapan peralatan.
- c. Proses pembuatan kayu laminasi, kayu Jabon sebagai bahan utama, perekatan dengan lem Polyurethane.
- d. Proses pengujian, benda uji akan diuji keteguhan lentur.
- e. Menganalisis data yang diperoleh dari pengujian tersebut.
- f. Menyusun hasil penelitian.

3.1 Pembuatan Benda Uji

Balok laminasi dibuat sebanyak 3 buah untuk setiap benda uji dengan ukuran 50 mm * 50 mm * 760 mm menggunakan ketebalan tiap lamina 5 mm baik untuk balok horizontal maupun balok lengkung. Semua benda uji direkatkan dengan pengolesan lem *Poly Urethane* secara merata di antara lamina-lamina kayu (**Gambar 1**). Demikian selanjutnya lamina-lamina kayu tersebut segera disusun dan diklem karena ikatan pengerasan antara lem dengan kayu terjadi cukup cepat. Lakukan pengkleman selama 24 jam agar terjadi pengerasan secara sempurna. Selanjutnya balok laminasi tersebut dibentuk kontur lengkung melalui proses penekanan dengan mesin (**Gambar 2**) sehingga terbentuk benda uji balok laminasi lengkung seperti diilustrasikan pada **Gambar 3**.

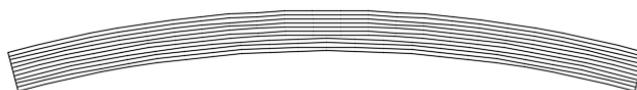
Balok benda uji yang tidak melalui proses laminasi (kayu solid) dengan ukuran yang sama disiapkan sebagai balok kontrol dan perhitungan teoritis perencanaan pembebanan balok laminasi. Benda uji tersebut berukuran 50 mm * 50 mm * 760 mm sebanyak 3 buah yang dipotong dari suatu balok lurus dan tanpa cacat pada kondisi kering udara (*surface saturated dry / SSD*) dengan kadar air <16%.



Gambar 1. Proses perekatan benda uji



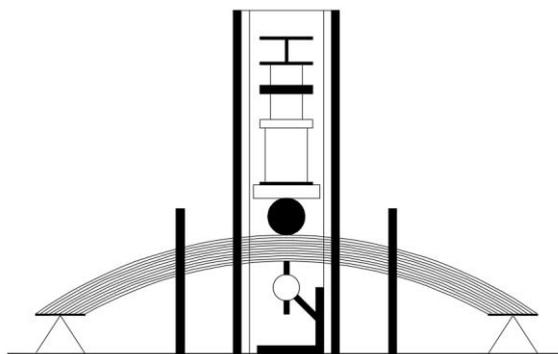
Gambar 2. Proses pembuatan benda uji balok laminasi lengkung



Gambar 3. Benda uji balok laminasi lengkung Jabon

3.2 Pelaksanaan Pengujian Benda Uji

Benda uji berupa balok laminasi diletakkan pada *loading frame* dengan jarak tumpuan 70 cm dan batang pelentur diletakkan di tengah-tengah bentang benda uji di bawah batang pelentur (**Gambar 4**). *Loading* diberikan dengan kecepatan mesin 2,5 mm/menit dengan simpangan lebih 25%. Data *load cell* beban maksimum yang mampu ditahan balok kemudian dicatat.



Gambar 4. *Setting up* benda uji balok laminasi lengkung Jabon

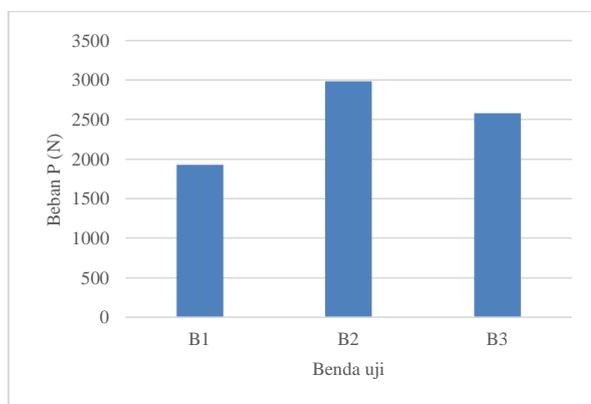
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Keteguhan Lentur Balok Solid Kayu Jabon

Dari pengujian kuat lentur pada balok kayu solid didapatkan nilai kuat lentur terbesar adalah 25,39 MPa dan terkecil adalah 16,44 MPa dengan kuat lentur rata-rata tiga buah benda uji adalah 21,27 MPa.

Berdasarkan hasil pengujian bahwa benda uji B1 menerima beban maksimum sebesar 1.930 N dengan lendutan 8,78 mm. Beban maksimum yang diterima benda uji B2 sebesar 2.980 N dengan lendutan 12,10 mm. Beban maksimum yang diterima benda uji B3 sebesar 2.580 N dengan lendutan 13,48 mm.

Adanya beban maksimum yang diterima oleh ketiga benda uji (B1, B2, B3) mengakibatkan retak miring (*cross grain tension*) dengan kerusakan pada bagian bawah kayu yang mengalami tegangan tarik maksimum. Hal ini merupakan kerusakan umum yang terjadi pada balok kayu tanpa perkuatan.



Gambar 5. Hasil pengujian balok solid kayu Jabon

4.2 Keteguhan Lentur Balok Laminasi Kayu Jabon

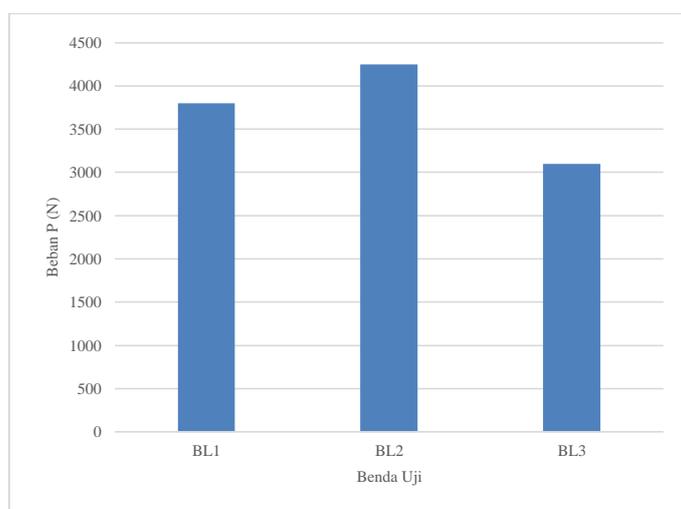
Dari pengujian kuat lentur pada balok kayu laminasi didapatkan nilai kuat lentur terbesar adalah 36,21 MPa dan terkecil adalah 32,38 MPa dengan kuat lentur rata-rata dua buah benda uji adalah 34,29 MPa.

Berdasarkan hasil pengujian bahwa benda uji BL1 menerima beban maksimum sebesar 3.800 N (**Gambar 6**) dengan lendutan 20,64 mm. Pada saat pengujian benda uji BL1 sudah mengalami retak miring pada bagian tarik, namun setelah terjadi keruntuhan benda uji BL1 tidak sampai mengalami lepas bidang perekat.

Beban maksimum yang diterima benda uji BL2 sebesar 4.250 N (**Gambar 6**) dengan lendutan 20,80 mm. Pada benda uji BL2 tampak mengalami retak mendatar (*horizontal tension*). Pola keruntuhan yang terjadi pada balok laminasi hampir sama sehingga menandakan lem/perekat bekerja secara baik pada lamina kayu tanpa terjadi lepasnya ikatan antar lamina.

Beban maksimum yang diterima benda uji BL3 sebesar 3.200 N (**Gambar 6**) dengan lendutan 18,72 mm. Pada benda uji BL3 tampak mengalami retak mendatar (*horizontal tension*). Pola keruntuhan yang terjadi pada balok laminasi hampir sama tetapi pada lamina kayu terjadi lepasnya ikatan antar lamina, sehingga terdapat pengurangan nilai beban maksimum dari BL1 dan BL2.

Adapun beban maksimum rata-rata tiga buah benda uji adalah 3.750 N dengan lendutan 20,05 mm.



Gambar 6. Hasil pengujian balok laminasi Jabon

4.3 Keteguhan Lentur Balok Laminasi Lengkung Kayu Jabon

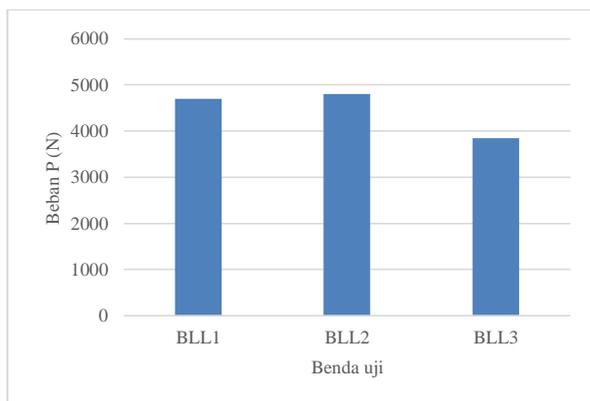
Berdasarkan hasil pengujian bahwa benda uji BLL1 menerima beban maksimum sebesar 4.700 N (**Gambar 7**) dengan lendutan 25,38 mm. Pada saat pengujian, benda uji BLL1 mengalami pola keruntuhan yang terjadi di tengah bentang balok, hal ini menunjukkan terjadinya kegagalan lentur dengan adanya rekatan antar lamina yang terlepas (**Gambar 8.a**).

Beban maksimum yang diterima benda uji BLL2 sebesar 4.800 N (**Gambar 7**) dengan lendutan 25 mm. Pada benda uji BLL2 tampak mengalami retak mendatar (*horizontal*

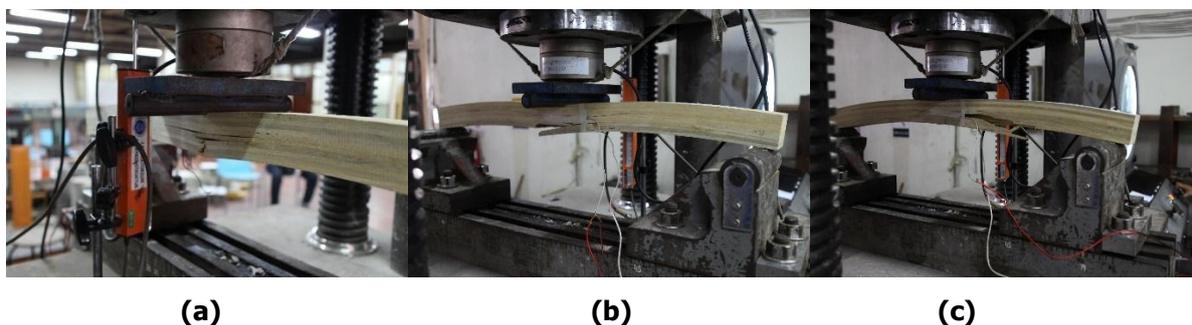
tension) (**Gambar 8.b**). Pola keruntuhan yang terjadi pada balok laminasi lengkung hampir sama yaitu kegagalan lentur.

Beban maksimum yang diterima benda uji BLL3 sebesar 3.850 N (**Gambar 7**) dengan lendutan 19,5 mm. Pada benda uji BLL3 tampak mengalami retak mendatar (**Gambar 8.c**) (*horizontal tension*). Pola keruntuhan yang terjadi pada balok laminasi lengkung hampir sama yaitu kegagalan lentur.

Adapun beban maksimum rata-rata tiga buah benda uji adalah 4.450 N dengan lendutan 23,43 mm.



Gambar 7. Hasil pengujian balok laminasi Jabon



Gambar 8. Hasil pengujian balok laminasi Jabon, yaitu: (a) benda uji BLL1; (b) benda uji BLL2; (c) benda uji BLL3

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa kuat lentur balok solid kayu Jabon terbesar adalah 25,39 MPa, terkecil adalah 16,44 MPa dan rata-rata sebesar 21,27 MPa. Kuat lentur balok laminasi kayu Jabon dengan perekat *Poly Urethane* (PU) terbesar adalah 36,21 MPa, terkecil adalah 32,38 MPa dan rata-rata sebesar 34,29 MPa.

Beban maksimum rata-rata tiga buah benda uji balok laminasi Jabon adalah 3.750 N dengan lendutan 20,05 mm sedangkan beban maksimum rata-rata tiga buah benda uji balok laminasi lengkung Jabon adalah 4.450 N dengan lendutan 23,43 mm. Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa pengujian terhadap balok laminasi lengkung kayu Jabon sesuai dengan hipotesis (adanya peningkatan kemampuan memikul beban maksimum sebesar 18,67% dari balok laminasi horizontal Jabon), sehingga kayu tersebut dapat digunakan untuk aplikasi struktural.

DAFTAR RUJUKAN

- Canadian Wood Council. (2000). *Wood Reference Handbook: A Guide to Architectural Use of Wood in Building Construction (4th Edition)*. Ottawa: Canadian Wood Council.
- Moody, R. C., Hernandez, R., & Liu, J. Y. (1999). Glued Structural Member. Dalam Forest Service US Dept. of Agriculture, *Wood Handbook, Wood as an Engineering Material* (pp. 19.1-19.14). Madison: USDA, Forest
- Prayitno. (1995). *Perekatan Kayu*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.