

ANALISIS SIFAT MEKANIK LENTUR BALOK LAMINASI HORIZONTAL BAMBU ATER DENGAN PERKUATAN BAMBU PETUNG

Alfa Fachmi Zukhrifatul Jinan¹, Yudhi Arnandha², Ali Murtopo³

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tidar

Jl. Kapten Suparman 39 Potrobangsari, Magelang Utara, Magelang, Jawa Tengah 56116 Email:
alfajinan@gmail.com, yudhiarnandha@untidar.ac.id, a.m@untidar.ac.id

INTISARI

Bambu mempunyai kelebihan yaitu material bangunan yang dapat diperbaharui, masa panen yang sangat pendek, serta bambu memiliki kuat lentur yang tinggi. Bambu dapat digunakan menjadi material pengganti kayu dengan memakai metode laminasi bambu. Laminasi bambu menggunakan kombinasi dua jenis bambu yaitu bambu petung dan bambu ater. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat lentur, dan pengaruh perkuatan bambu petung pada laminasi bambu ater dari laminasi kombinasi dua jenis bambu. Benda uji balok laminasi berukuran panjang 76 cm, tinggi 5 cm dan lebar 5 cm dengan spesifikasi dan metode pengujian kuat lentur yang mengacu pada SNI 03-3959-1995 dengan beban terpusat pada tengah bentang. Balok laminasi terdiri dari 4 variasi dengan masing-masing 3 sampel pada penelitian ini. Variasi A terdiri dari ater 100%, variasi B terdiri dari ater 70%:petung 30%, variasi C terdiri dari ater 60%:petung 40% dan variasi D terdiri dari ater 50%:petung 50%. Hasil dari pengujian kuat lentur balok laminasi didapat nilai rata-rata MoR balok laminasi variasi A, B, C, D berturut-turut sebesar 66,981 MPa, 65,839 MPa, 55,585 MPa, 60,860 MPa. Nilai rata-rata MoE balok laminasi variasi A, B, C, D berturut-turut sebesar 10226,27 MPa, 9255,58 MPa, 11229,30 MPa, 10497,24 MPa. **Kata kunci:** balok laminasi, bambu ater, bambu petung, kuat lentur, perkuatan.

ABSTRACT

Bamboo has some advantages in some aspects such as it's a renewable building material, a very short harvest period, and has a high flexural strength. Bamboo can be used as a substitution for wood uses with using bamboo lamination method. Bamboo lamination uses a combination of two types of bamboo those are petung bamboo and ater bamboo. This study aims to determine the flexural strength, and the effect of petung bamboo reinforcement on ater bamboo lamination from a combination of two types of those bamboos. The laminated beam test object is 76 cm long, 5 cm high and 5 cm width with specifications and testing methods for flexural strength referring to SNI 033959-1995 with a concentrated load at the center of the span. Laminated beams consist of 4 variations with 3 samples each in this study. Variation A consists of ater 100%, variation B consists of ater 70%:petung 30%, variation C consists of ater 60%:petung 40% and variation D consists of 50%:petung ater 50%. The results of the flexural strength test of laminated beams obtained that the average value of MOR of laminated beams with variations A, B, C, D was 66.981 MPa, 65.839 MPa, 55.585 MPa, 60.860 MPa. The average MOE values of laminated beams with variations of A, B, C, D were 10226.27 MPa, 9255.58 MPa, 11229.30 MPa, 10497.24 MPa.

Keywords: laminated beam, ater bamboo, petung bamboo, flexural strength, reinforcement.

PENDAHULUAN

Bambu tumbuh lebih dari 75 negara dan terdapat 1250-1350 spesies bambu, kuantitas bambu yang ada di Asia Selatan dan Asia Tenggara sekitar 80% dari keseluruhan bambu yang ada di dunia (Huzaemah dkk, 2016). Genus Bambusa mempunyai jumlah

spesies paling banyak dan tersebar di daerah tropis, termasuk Indonesia yang merupakan salah satu negara yang mempunyai sumber daya bambu yang cukup potensial.

Bambu mempunyai kelebihan yaitu material bangunan yang dapat diperbaharui, masa panen yang sangat pendek, serta bambu

memiliki kuat lentur yang tinggi. Bambu dapat digunakan sebagai bahan konstruksi bangunan seperti kuda-kuda, usuk, reng, tiang, hingga papan dan balok. Bambu memiliki banyak kelebihan jika digunakan sebagai bahan bangunan salah satunya dapat dilihat dari segi ekonomi, harga bambu lebih terjangkau dibandingkan kayu, mudah didapat, serta cukup kuat untuk menahan beban. Aset bambu harus dimaksimalkan pemanfaatannya agar digunakan menjadi material pengganti kayu dengan pemakaiannya membuat produk lapisan bambu atau dikenal dengan nama laminasi bambu.

Laminasi bambu dibentuk dengan cara membelah bambu menjadi bilah bambu yang dibagi berdasarkan kesamaan skala guna melancarkan pengerjaan, lalu direkatkan melalui sistem kempa serta membuat bentuk balok dimana ukuran serta dimensinya bisa dilakukan penyesuaian sesuai kebutuhan (Sumarno & Widodo, 2016). Adanya teknik laminasi harapannya pemakaian bambu bisa menjadi masif dalam penggunaan struktur. Pemilihan bambu laminasi ini karena bambu memiliki sifat elastis yang cukup besar dibandingkan kayu maupun kekakuannya lebih rendah dibanding kayu tetapi memiliki kekuatan tarik yang tinggi sehingga cocok untuk dibuat sebagai bahan baku konstruksi. Selain itu, laminasi bambu dapat menggantikan kayu dan dapat mengurangi intensitas penebangan hutan secara liar.

Bambu petung memiliki batang dinding ukuran tebal, dan diameter yang besar. Bambu ater memiliki nilai retensi yang tinggi dibandingkan dengan bambu petung, pelepah batang dari bambu ater mudah gugur dikarenakan bambu ater mudah terserang hama misalnya kumbang bubuk yang bisa membuat lemah strukturnya. Perpaduan dua jenis bambu bertujuan, untuk mengetahui daya dukung laminasi campuran antara bambu ater dengan perkuatan bambu petung maka dilakukan pengujian dengan membuat sejumlah benda uji. Pengujian yang dilaksanakan yakni uji kuat lentur pada balok laminasi campuran tersebut.

Berdasarkan uraian tersebut, maka dilakukan penelitian mengenai balok laminasi dari bambu ater dengan perkuatan bambu

petung. Bambu ater dipilih karena harganya relatif terjangkau, selain itu bambu ater dipilih karena bambu ater banyak dipakai sebagai material kerajinan tangan ataupun alat musik. Pemilihan bambu petung karena bambu petung mempunyai dinding yang tebal dan kuat, selain itu bambu petung dipilih lantaran bambu tersebut merupakan bambu yang mudah dijumpai di pasaran.

LANDASAN TEORI

1. Bambu Ater

Bambu ater mempunyai batang dengan warna hijau hingga hijau gelap pada diameter sekitar 5 – 10 cm memiliki nama latin *Gigantochloa atter*. Bambu ini memiliki panjang sekitar 40 – 50 cm dengan ukuran batang hingga 22 m dan pelepah pada batang gampang jatuh. Pada tiap ruasnya terlihat sejajar dengan garis putih yang melingkar pada bekas lekatan pelepah buluh. Panjang pelepah bambu ini bisa mencapai 21 – 36 cm serta memiliki bentuk seperti segitiga dan ujung yang lancip (Eskak, 2016).

Bambu ater dapat tumbuh dengan baik pada dataran rendah namun bisa pula tumbuh pada dataran tinggi dengan tinggi 750 mdpl. Kegunaan bambu ini di masyarakat biasanya untuk pembuatan dinding rumah, alat musik seperti angklung, hingga dijadikan kuliner rebung yang baik untuk dikonsumsi (Ediningtyas dkk, 2012).

2. Bambu Petung

Dendrocalamus asper atau yang disebut bambu petung banyak tumbuh di Indonesia. Jenis bambu ini berkembang pada daerah rendah hingga dataran tinggi 2000 meter diatas permukaan laut pada yang tak cukup kering. Batang pada bambu petung ini dapat tumbuh sepanjang 10 – 14 meter dengan ukuran ruas sekitar 40 – 60 cm dengan tebal dinding 10 – 15 mm serta diameter sebesar 6 – 15 cm.

Bambu petung dewasa bukannya tumbuh seperti akar kecil yang mengumpul. Bambu petung dapat dimanfaatkan sebagai bahan konstruksi karena tebal yang dimiliki cukup besar. Selain itu, bambu petung juga sering digunakan untuk kebutuhan furnitur seperti kursi, meja, saluran air serta berbagai jenis kerajinan bambu. (Sutiyono & Wardani, 2011).

3. 7070-2005 **Balok**
$$W_{air} = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\%$$

Laminasi

Balok laminasi yaitu balok yang terbuat dari lapisan-lapisan kayu atau bambu yang relatif tipis yang dapat digabungkan dan direkatkan antara satu dengan yang lain dengan arah serat yang sejajar sehingga tercipta balok laminasi. Balok laminasi bisa dibentuk melengkung, lurus, atau pada rupa lain menyesuaikan kebutuhan (Nurmalasari & Gostav, 2020).

4. Lem Kayu PVAc

Perekat PVAc adalah kelompok lem yang cukup mudah dalam penggunaannya. Lem perekat yang dipakai adalah merek lem Presto DN. Menurut Sarito (2012) lem jenis ini memiliki sifat adhesive solvent base, alias tahan air dan perubahan suhu, inilah yang membuat lem kayu jenis ini lebih kental dan bening. Penggunaan lem Presto DN ini paling sering dijumpai dalam industri sepatu dan sandal, karena durabilitas dan daya rekatnya yang tinggi.

5. Sifat Fisik dan Mekanik Bambu

a. Kadar Air Bambu

Bambu termasuk bahan higroskopis, yang berarti bambu memiliki korelasi sangat erat dengan air dalam bentuk cairan maupun uap. Dumanauw (1990) menyebutkan, kayu memiliki sifat higroskopis yang artinya kayu mempunyai kekuatan tarik pada air, baik berupa uap atau cairan. Perhitungan kadar air kayu bisa dilakukan dengan mengacu pada SNI 08-

Keterangan :

W_{air} = Kadar air kayu (%)

W_1 = Berat spesimen bambu awal (gram)

W_2 = Berat spesimen bambu akhir (gram)

b. Kerapatan

Kerapatan kayu dinyatakan sebagai berat per unit volume (Awaludin, 2005). Fungsi dari pengukuran ini untuk mengetahui persentase atau porositas rongga dalam kayu.

Kerapatan kayu (density) dinyatakan pada berat kayu dibagi jumlah volume kayu. Persamaan yang dipakai untuk mendapatkan

nilai kerapatan yang berdasarkan SNI ISO 9427:2008

$$\rho = \frac{W_g}{V_g}$$

Keterangan:

ρ = Kerapatan kayu (gr/cm^3) W_g

= Berat kayu basah (gr)

V_g = Volume kayu basah (cm^3)

6. Kuat Lentur

Menurut Iensufrie (2009), kelenturan kayu adalah kemampuan atau keahlian kayu dalam melengkungkan diri ketika menahan tekanan di atasnya, pengujian kuat lentur *Modulus of Rupture* (MoR) dan *Modulus of Elasticity* (MoE) dilakukan dengan memakai mesin *Universal Testing Machine* (UTM) pada benda uji yang sama.

a. *Modulus of Rupture* Dalam menghitung angka *Modulus of Rupture* (MoR) berpedoman pada SNI 033959-1995 dengan rumus sebagai berikut:

$$F_b = \frac{3PL}{2bh^2}$$

Keterangan:

F_b = *Modulus of Rupture* (MPa)

P = Beban uji maksimum

(N) L = Jarak antar tumpuan

(mm) b = Lebar benda uji (mm)

h = Tinggi benda uji (mm)

b. *Modulus of Elasticity*

Dalam menghitung nilai *Modulus of Elasticity* (MoE) berpedoman pada SNI 033959-1995 dengan rumus sebagai berikut:

$$E_{a\ pp} = \frac{\delta p L^3}{48I\delta y}$$

Keterangan:

$E_{a\ pp}$ = *Modulus of Elasticity* (MPa)

Δp = Kenaikan tambahan beban (N)

L = Bentang bersih (mm)

Δy = Defleksi (mm)

I = Momen inersia (mm^4)

7. Analysis of Variance (ANOVA)

Analysis of Variance atau Anova adalah teknik analisis multivariat yang berfungsi sebagai pembeda rata-rata lebih dari dua kelompok data dengan cara membandingkan tiap variasinya. Setelah memenuhi beberapa asumsi data melalui uji homogenitas dan uji

normalitas, berikutnya dilakukan uji Anova (Arsanty, 2015).

METODE PENELITIAN



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

1. Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Rosse Bambu Yogyakarta dan pengujian dilakukan di Laboratorium Struktur Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tidar.

2. Tahap Pembuatan Benda Uji

Berikut adalah langkah pembuatan benda uji balok laminasi:

1. Pembuatan laminasi dilakukan dengan membuat bambu menjadi bilah sesuai dengan ukuran yang sudah ditentukan.
2. Pengeringan bambu dilakukan secara alami yaitu dengan menjemur dibawah sinar matahari dan menggunakan oven dengan suhu $\pm 103^{\circ}\text{C}$.
3. Tahap selanjutnya bambu disusun sesuai rencana susunan dan diketam pada kedua permukaannya agar permukaan bambu lurus sejajar dan bersih.
4. Kemudian tahap selanjutnya ialah tahap perekatan. Setelah bilah bambu diketam, bilah disusun sesuai dengan variasi yang sudah ditentukan dan di lem menggunakan lem kayu PVAc.
5. Proses selanjutnya adalah pengempaan. Bilah bambu yang sudah di lem kemudian di kempa agar antar bilah bambu merekat dengan maksimal.

6. Tahap terakhir yaitu pengecekan. Setelah proses pengempaan, permukaan balok laminasi di serut untuk menghilangkan perekat yang keluar dari tiap lamina dan untuk meratakan sisi dari tiap lamina.

Tabel 1. Benda Uji Balok Laminasi

Variasi Benda Uji	Susunan Lapisan	Jumlah Sample
Variasi A	Ater 100%	3
Variasi B	Ater 70%-Petung 30%	3
Variasi C	Ater 60%-Petung 40%	3
Variasi D	Ater 50%-Petung 50%	3

3. Tahap Pengujian

Berikut adalah tata cara pengujian kuat lentur pada balok laminasi:

1. Menyediakan benda uji sesuai dengan ketentuan ukuran yaitu 50 x 50 x 760 mm.
2. Memberi nomor kode pengujian pada setiap sampel balok laminasi, sebelum dipasangkan pada alat uji, balok laminasi di ukur tinggi dan lebarnya sesuai dengan ketentuan.
3. Memasang benda uji pada alat uji dengan jarak tumpuan sebesar 710 mm.
4. Meletakkan bantalan penekan di atas benda uji di tengah bentang.
5. Menjalankan mesin UTM (*Universal Testing Machine*) dengan kecepatan gerakan beban 2,5 mm per menit dan diperbolehkan ada penyimpangan $\pm 25\%$.
6. Menentukan bentuk keretakan atau kegagalan yang terjadi pada benda uji.
7. Menghitung kuat lentur dari benda uji
8. Mencantumkan semua hasil perhitungan ke dalam formulir perhitungan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kadar Air dan Kerapatan

Hasil kadar air dan kerapatan benda uji balok laminasi dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Kadar Air Balok Laminasi

Benda Uji	Kadar Air Rata-rata (%)
-----------	-------------------------

Variasi A	12,77
Variasi B	12,16
Variasi C	12,19
Variasi D	12,31

Tabel 3. Kerapatan Balok Laminasi

Benda Uji	Kerapatan Rata-rata (gr/cm ³)
Variasi A	0,718
Variasi B	0,681
Variasi C	0,709
Variasi D	0,675

2. Modulus of Rupture (MoR)

Hasil *Modulus of Rupture* (MoR) dapat dilihat pada Tabel 4

Tabel 4. Hasil Pengujian MoR

Benda Uji	Nilai MoR Rata-rata (MPa)
Variasi A	66,981
Variasi B	65,839
Variasi C	12,19
Variasi D	12,31

Nilai MoR yang berbeda disebabkan karena persentase atau banyaknya bambu petung pada balok laminasi juga berbeda. Selain itu, nilai MoR yang berbeda juga disebabkan karena kerapatan tiap benda uji berbeda dan kadar air bambu petung yang masih tinggi pada waktu pembuatan benda uji, sehingga pada saat pengujian terjadi penurunan daya rekat tiap lapisan balok laminasi dan mempengaruhi kegagalan balok laminasi.



Gambar 2. Pengujian Kuat Lentur

3. Modulus of Elasticity (MoE)

Hasil *Modulus of Rupture* (MoR) dapat dilihat pada Tabel 4

Tabel 5. Hasil Pengujian MoE

Benda Uji	Nilai MoE Rata-rata (MPa)
Variasi A	10226,27
Variasi B	9255,58

Variasi C	11229,30
Variasi D	10497,24

Nilai MoE rata-rata yang berbeda disebabkan karena persentase atau banyaknya bambu petung pada balok laminasi juga berbeda. Selain itu, nilai MoE yang berbeda juga disebabkan karena kerapatan tiap benda uji berbeda dan kadar air bambu petung yang masih tinggi pada waktu pembuatan benda uji, sehingga pada saat pengujian terjadi penurunan daya rekat tiap lapisan balok laminasi dan mempengaruhi kegagalan balok laminasi.



Gambar 3. Bentuk Kegagalan Benda Uji

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

- Nilai *Modulus of Rupture* (MoR) rata-rata untuk variasi A (Ater 100%) sebesar 66,981 MPa, variasi B (Ater 70%-Petung 30%) sebesar 65,839 MPa, variasi C (Ater 60%-Petung 40%) sebesar 55,585 MPa, dan variasi D (Ater 50%-Petung 50%) sebesar 60,860 MPa. Nilai *Modulus of Elasticity* (MoE) rata-rata untuk variasi A (Ater 100%) sebesar 10226,27 MPa, variasi B (Ater 70%Petung 30%) sebesar 9255,58 MPa, variasi C (Ater 60%-Petung 40%) sebesar 11229,30 MPa, dan variasi D (Ater 50%-Petung 50%) sebesar 10497,24 MPa. Variasi A memiliki nilai MoR tertinggi dan variasi C memiliki nilai MoE tertinggi.
- Penambahan bambu petung sebagai perkuatan balok laminasi dari bambu ater tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kuat lenturnya. Penambahan bambu petung sebagai perkuatan pada balok laminasi tidak

dapat meningkatkan nilai *Modulus of Rupture* (MoR) dan *Modulus of Elasticity* (MoE). Meskipun penambahan bambu petung dengan bambu ater pada persentase 60% ater:40% petung (variasi C) memiliki nilai *Modulus of Elasticity* (MoE) rata-rata yang paling tinggi.

2. Saran

- a. Untuk meningkatkan kuat lentur yang lebih tinggi sebaiknya dikombinasikan menggunakan perkuatan kayu dengan mutu yang lebih tinggi dibandingkan bambu ater ataupun bambu petung.
- b. Jenis perekat pada penelitian ini menggunakan lem PVac, maka dapat digantikan dengan lem yang lainnya seperti resin ataupun epoxy

DAFTAR PUSTAKA

Arsad, E., (2015), Teknologi Pengolahan dan Manfaat Bambu, *Jurnal Riset Industri Vol.7 No.1*, 1-2.

Awaludin, A., (2005), Konstruksi Kayu, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Eskak, E., (2016), Bambu Ater (*Gigantochloa Atter*) sebagai Substitusi Kayu pada Ukiran Asmat, *Dinamika Kerajinan dan Batik Vol.33 No.1 p-ISSN 2087-4294*, 5556.

Huzaemah, M., T., & Aryanti, E., (2016), Identifikasi Bambu pada Daerah Aliran Sungai Tiupupus Kabupaten Lombok Utara, *Jurnal Biologi Tropis Volume 16 ISSN: 1411-9587*, 23-26.

.Walker, J., C., (1993), *Primary Wood Processing Principle and Practice Chapman and Hall, Springer Science & Business Media, London.*