

KUAT LENTUR BALOK LAMINASI VARIASI KOMBINASI BAMBU PETUNG DAN APUS MENGUNAKAN LEM KAYU EPOXY

Arif Septianto¹, Anis Rakhmawati², Ali Murtopo³

Jurnal Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tidar

Jl. Kapten Supratman 39 Potrobangsari, Magelang Utara, Magelang, Jawa Tengah 56116

Email: arifseptianto219@gmail.com¹, anisarakhmawati@untidar.ac.id², a.m@untidar.ac.id³

ABSTRAK

Pendayagunaan bambu yang berkembang adalah teknik laminasi bambu salah satunya bambu petung (*Dendrocalamus Asper*) dan apus (*Gigantochloa Apus*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan lentur dari laminasi bambu dengan kempa dingin beban 5 ton, dengan cara penggabungan antar segmen menggunakan lem kayu epoxy.

Metode laminasi dengan susunan 3 variasi yaitu, 50% bambu apus dan 50% bambu petung, 60% bambu apus dan 40% bambu petung, 70% bambu apus dan 30% bambu petung. Pengujian menganalisa kadar air, kerapatan dan mengetahui variasi laminasi kekuatan yang lebih besar terhadap perilaku lentur. Penelitian ini mengacu pada standar SNI 03-3959-1995 dengan ketentuan dimensi 5 cm x 5 cm x 76 cm, menggunakan bambu dengan umur 3-4 tahun yang diperoleh dan dibuat di daerah Sleman, Yogyakarta. Pengujian dilakukan di Laboratorium Struktur, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tidar, Magelang. Lem yang digunakan adalah lem kayu epoxy.

Hasil dari pengujian perkuatan menggunakan variasi bambu apus dan petung berpengaruh terhadap kuat lentur dan kuat tekan balok laminasi. Nilai Rata-rata MOE balok laminasi tertinggi A, B, C berturut-turut sebesar 6097,232 MPa, 5821,396 MPa, 5760,64 MPa. Nilai Rata-rata MOR balok laminasi A, B, C berturut-turut sebesar 96,684 MPa, 88,346 MPa, 83,67MPa.

Kata kunci: balok laminasi, bambu petung, bambu apus, lem epoxy

ABSTRACT

*Utilization of bamboo that has developed is a bamboo lamination technique, one of which is petung bamboo (*Dendrocalamus Asper*) and apus (*Gigantochloa Apus*). This study aims to determine the flexural strength of bamboo laminate with a cold press of 5 tons, by joining the segments using epoxy wood glue.*

Lamination method with the arrangement of 3 variations, namely, 50% bamboo apus and 50% bamboo petung, 60% bamboo apus and 40% bamboo petung, 70% bamboo apus and 30% bamboo petung. The test analyzes the moisture content, density and determines the variation of the greater strength of the laminate on the flexural behavior. This study refers to the standard SNI 03-3959-1995 with dimensions of 5 cm x 5 cm x 76 cm, using bamboo with 3-4 years of age obtained and made in Sleman, Yogyakarta. The test was carried out at the Structural Laboratory, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Tidar University, Magelang. The glue used is epoxy wood glue.

The results of the reinforcement test using apus and petung bamboo variations affect the flexural strength and compressive strength of laminated beams. The highest average MOE values of laminated beams A, B, C were 6097.232 MPa, 5821.396 MPa, 5760.64 MPa, respectively. The average value of the MOR of laminated beams A, B, C is 96.684 MPa, 88.346 MPa, and 83.67 MPa, respectively.

Keywords: Laminate Beam, Petung Bamboo, Apus Bamboo, Epoxy Glue

PENDAHULUAN

Indonesia mengalami kerusakan hutan (*deforestasi*) karena penebangan liar besar-besaran, pemerintah dan masyarakat perlu melakukan inovasi untuk menekan angka penebangan liar. Keperluan kayu yang terus meningkat berimbas pada jumlah kayu yang tersedia di alam. Konstruksi bambu jadi salah satu solusi pengganti kayu karena mudah didapatkan, harga bambu yang cukup ekonomis, umur panen yg cukup singkat hanya 3,5-5 tahun, serta sangat berpotensi untuk dikembangkan pada konstruksi bangunan.

Bambu pada umumnya banyak dimanfaatkan karena berbatang kuat, keras, mudah dibelah, ulet, lurus, rata, mudah dibentuk dan ringan. Perkembangan teknologi yang pesat membuat bambu dapat diolah dan dimanfaatkan dalam berbagai hal. Pendayagunaan bambu yang sedang berkembang adalah teknik laminasi bambu, bambu laminasi terbuat dari bambu utuh yang masih berbentuk bulat kemudian diolah sehingga menjadi satu kesatuan berbentuk balok laminasi. Bambu yang sudah mendapat perlakuan ini dapat dibentuk sesuai ukuran yang di inginkan sehingga secara estetika lebih baik dan lebih kuat dari pada bambu yang tanpa perlakuan. (Riza, 2014).

Penelitian ini menggunakan bambu petung (*Dendrocalamus Asper*) dan bambu apus (*Gigantochloa apus*) berdiameter 2,5 cm hingga 15 cm, tebal 3 mm - 15 mm serta tinggi hingga 20 meter (Manik dkk, 2017). Bambu petung dan bambu apus dipilih karena stok bambu yang melimpah dengan harga yang cukup ekonomis khususnya di daerah pulau Jawa, Indonesia, serta bambu petung dan apus termasuk jenis bambu yang memiliki struktur kuat dan kokoh, diharapkan dapat mengembangkan nilai ekonomis dan nilai guna. Bambu dibuat menjadi balok laminasi dengan cara menyusun lamina atau sejumlah papan dengan yang lainnya lalu direkatkan, membentuk balok dengan ukuran yang diinginkan. Produksi laminasi membutuhkan perekat yang baik untuk memastikan bilah-bilah bambu yang direkatkan dapat menempel dengan baik dan

maksimal. Penelitian balok laminasi ini menggunakan lem kayu epoxy. Lem epoxy dipilih karena mudah digunakan, daya lekatnya kuat dan berkualitas tinggi (Kamal, 2017).

Riset ini bertujuan guna mendapatkan data berupa kekuatan lentur dari laminasi bambu dengan kempa dingin beban 5 ton, dimana cara pembuatannya dengan penggabungan antar segmen (lapis) menggunakan lem kayu epoxy. Penelitian ini menggunakan tiga variasi komposisi laminasi meliputi 50% apus dan 50% petung, 60% apus dan 40% petung, 70% apus dan 30% petung. Penelitian ini berpedoman pada SNI 03-3959-1995 dengan ketentuan ukuran 5 x 5 x 76 cm. Hasil uji *flexural strength* ini menjadi sumber acuan dalam perhitungan nilai *Modulus of Rupture* (MoR) dan *Modulus of Elasticity* (MoE).

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Penelitian terdahulu, mengetahui nilai kadar air, kerapatan, MoR, dan MoE menggunakan bambu apus dan petung dengan 3 varian presentase kombinasi bahan dengan acuan SNI 03-3959-1995. Nilai MoR dan MoE tertinggi dengan varian tebal bilah 0,2 cm sebesar 35,610 MPa dan 1764,560 MPa (Adnan dkk, 2021).

Penelitian ini menggunakan tiga variasi komposisi laminasi meliputi 50% apus dan 50% petung, 60% apus dan 40% petung, 70% apus dan 30% petung.

METODE PENELITIAN

Pembuatan benda uji balok laminasi kombinasi bambu petung dan bambu apus dilakukan di sekolah pengrajin bambu, Rosse Bambu, Sayegan, Sleman. Pembuatan benda uji balok laminasi dibutuhkan 3 variasi dengan 1 variasi 3 benda uji, sehingga dibutuhkan 9 benda uji. Perekat yang digunakan adalah lem epoxy. Variabel sampel yang digunakan pada penelitian ini menggunakan ukuran 5 x 5 x 76 cm, berikut beberapa sampel diantaranya:

Tabel 1 Varian Benda Uji Kelenturan dan Kerapatan

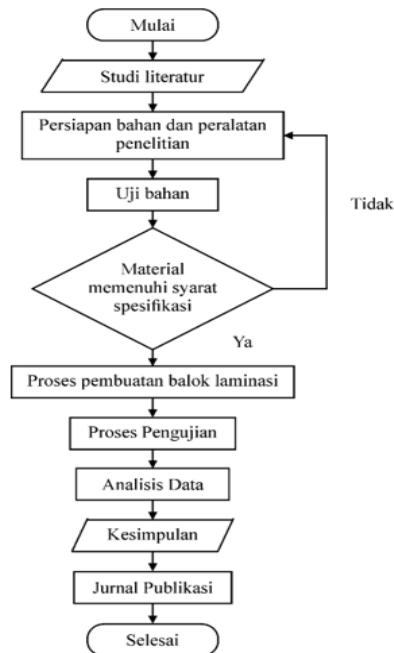
No.	Komposisi Laminasi	Jumlah benda uji (buah)	Dimensi (cm)	Kode Benda Uji
1.	50% Petung & 50% Apus	3	76 x 5 x 5	A1
				A2
				A3
2.	40% Petung & 60% Apus	3	76 x 5 x 5	B1
				B2
				B3
3.	30% Petung & 70% Apus	3	76 x 5 x 5	C1
				C2
				C3

A. Bahan dan Alat

Bahan sebagai pembuatan balok laminasi, yaitu: bambu apus, bambu petung, dan lem epoxy. Peralatan yang dipakai seperti *Universal Testing Machine* (UTM), Cetakan Balok Laminasi, Alat Pengepresan, Mesin belah bambu, Mesin *Planer*, Mesin Pemotong Kayu, Mesin Gergaji Potong (*Cutter Saw*), dan lain-lain.

B. Diagram Alir Penelitian

Pelaksanaan penelitian dan pengujian dilakukan di Laboratorium Struktur, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tidar, Magelang. Tahap-tahap proses riset yang dikerjakan dapat ditinjau dalam Gambar 1.



Gambar 1 Bagan Alir Penelitian

C. Tahap Pengujian Kuat Tekan

Berikut ialah tata cara pengujian kuat lentur pada balok laminasi kombinasi bambu apus dan petung :

1. Menyediakan benda uji berupa balok laminasi dengan jumlah dan ukuran yang telah ditentukan.
2. Memberi kode pada setiap benda uji balok laminasi.
3. Menyetting mesin UTM (*Universal Testing Machine*).
4. Meletakkan benda uji balok laminasi ke *Universal Testing Machine* (UTM).
5. Menjalankan mesin *Universal Testing Machine* (UTM).
6. Mencatat dan mendokumentasikan hasil pengujian yang telah dilakukan.
7. Mengolah data yang diperoleh dari pengujian menggunakan analisis ANOVA.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perhitungan pengujian balok laminasi sebagai berikut:

3.1 Hasil Perhitungan Kadar Air

Tabel 2 Hasil Pengujian Kadar Air

Kode Benda Uji	Kadar Air				Kadar air Rata-rata (%)	Kadar Air Rata-rata Per varian (%)
	Sampel 1 (%)	Sampel 2 (%)	Sampel 3 (%)	Sampel 4 (%)		
A1	11,200	12,700	12,400	12,200	12,125	12,050
A2	12,400	11,900	11,600	11,400	11,825	
A3	12,200	10,200	13,200	13,200	12,200	
B1	11,200	11,200	10,800	13,800	11,750	12,125
B2	13,800	11,100	13,400	10,800	12,275	
B3	12,800	12,500	12,700	11,400	12,350	
C1	13,200	12,900	13,400	11,000	12,625	11,817
C2	11,800	11,900	12,200	10,800	11,675	
C3	10,900	11,200	11,900	10,600	11,150	

Standar kadar air pada bambu lamina menurut SNI 7944:2014 yaitu maksimal 14%.

3.2 Hasil Perhitungan Berat Jenis

Tabel 3 Hasil Perhitungan Berat Jenis

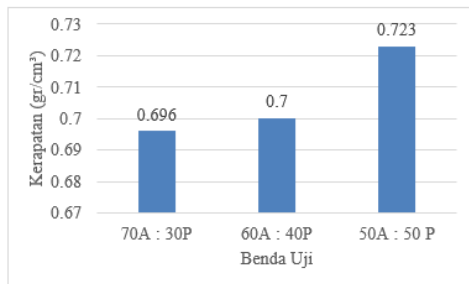
Kode Benda Uji	Ukuran			Berat (gram)	Volume (cm ³)	Berat Air (gram)	Berat Jenis	Berat Jenis Rata-rata
	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Panjang (cm)					
A1	5,151	5,091	77,000	1447	2019,228	12,125	0,639	0,645
A2	5,143	5,095	76,800	1473	2012,435	11,825	0,655	
A3	5,116	5,116	76,500	1440	2002,269	12,200	0,641	
B1	5,136	5,113	76,500	1483	2008,918	11,750	0,660	0,643
B2	5,197	5,245	76,800	1509	2093,435	12,275	0,642	
B3	5,190	5,232	76,800	1471	2085,433	12,350	0,628	
C1	5,128	5,255	76,800	1456	2069,579	12,625	0,625	0,638
C2	5,074	5,263	77,000	1465	2056,244	11,675	0,638	
C3	5,045	5,187	77,000	1459	2014,968	11,150	0,651	

3.3 Hasil Perhitungan Kerapatan

Pengujian kerapatan adalah perbandingan berat dan volume yang dilakukan pada benda uji kondisi kering udara.

Tabel 4 Hasil Pengujian Kerapatan

Benda uji	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Volume (cm ³)	Berat balok kering (gr)	Kerapatan (gr/cm ³)	Rata-rata kerapatan (gr/cm ³)
A1	50,510	49,600	50,910	127,544	90,700	0,711	0,723
A2	50,800	48,700	50,950	126,048	93,500	0,742	
A3	51,220	48,820	51,160	127,928	91,600	0,716	
B1	51,220	50,480	51,020	131,916	92,200	0,699	0,700
B2	52,040	48,240	51,610	129,562	93,800	0,724	
B3	51,980	51,330	51,280	136,821	92,700	0,678	
C1	51,440	49,120	51,640	130,480	91,100	0,698	0,696
C2	50,880	51,210	51,640	134,551	94,000	0,699	
C3	50,450	49,400	52,040	129,695	89,600	0,691	



Gambar 2 Grafik Kerapatan Balok Laminasi

Berdasarkan Gambar 2 hasil dari pengujian kerapatan bambu laminasi bambu apus dan bambu petung mengalami kenaikan pada nilai kerapatannya. Grafik di atas benda uji A dengan komposisi variasi 50% bambu apus dan 50% bambu petung memiliki nilai kerapatan tertinggi yaitu 0,723 gram/cm³, dan benda uji C dengan komposisi variasi 70% bambu apus dan 30% bambu petung memiliki nilai kerapatan paling rendah.

3.4 Hasil Uji Kuat Lentur

Balok laminasi yang terbuat dari kombinasi bambu petung dan bambu apus dilakukan pengujian mengenakan Universal Testing Machine (UTM) dengan benda uji yang berukuran 5 cm x 5 cm x 76 cm dan beban terpusat di tengah bentang, serta diambil 2,5 cm dari sisi ujung kanan dan kiri untuk jarak tumpuannya. Pengujian ini dilakukan guna menentukan ukuran modulus

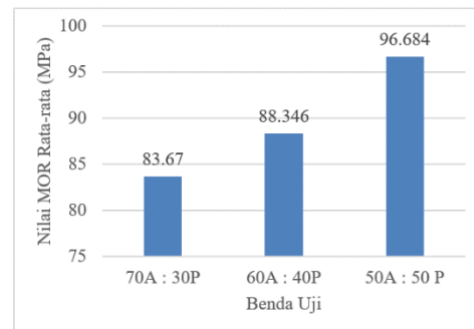
of elasticity (MoE) dan Modulus of Rupture (MoR).

1. Modulus of Rupture (MOR)

Hasil pengujian dan perhitungan balok laminasi ditampilkan pada Tabel 5..

Tabel 5 Perhitungan Modulus of Rupture (MoR)

Benda Uji	Panjang Balok (mm)	Lebar Balok (mm)	Tinggi Balok (mm)	P Maks (N)	Nilai MOR (MPa)	MOR Rata-rata (MPa)
A1	710	51,51	50,91	11,908,16	94,994	96,684
A2	710	51,43	50,95	12303,74	98,148	
A3	710	51,16	51,16	12184,68	96,911	
B1	710	51,36	51,13	11572,49	91,791	88,346
B2	710	51,97	52,45	12012,62	89,484	
B3	710	51,90	52,32	11173,84	83,762	
C1	710	51,28	52,55	10644,60	80,054	83,670
C2	710	50,74	52,63	10973,36	83,152	
C3	710	50,45	51,87	11190,73	87,804	



Gambar 3 Grafik Modulus of Rupture Balok Laminasi

Nilai MoR rata-rata untuk variasi A (50% bambu petung dan 50% bambu apus) sebesar 96,684 MPa, variasi B (40% bambu petung dan 60% bambu apus) sebesar 88,346 MPa, variasi C (30% bambu petung dan 70% bambu apus) sebesar 83,670 MPa, Nilai benda uji A memiliki nilai MoR paling tinggi karena semakin baik nilai kerapatan semakin baik pula nilai MoR yang dihasilkan.

2. Perhitungan Modulus of Elasticity (MoE)

Berikut data dan hasil perhitungan benda uji balok laminasi beserta perhitungan Momen Inersia dapat ditinjau dalam Tabel 6.

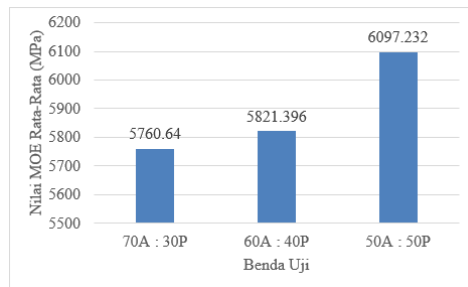
Tabel 6 Perhitungan Momen Inersia

Benda Uji	Panjang Balok (mm)	Lebar Balok (mm)	Tinggi Balok (mm)	Momen Inersia (mm ⁴)
A1	710	51,510	50,910	566395,240
A2	710	51,430	50,950	566849,598
A3	710	51,160	51,160	570874,832
B1	710	51,360	51,130	572098,945
B2	710	51,970	52,450	624896,293
B3	710	51,900	52,320	619425,839
C1	710	51,280	52,550	620133,127
C2	710	50,740	52,630	616409,505
C3	710	50,450	51,870	586716,995

Setelah hasil perhitungan momen inersia didapatkan, dapat dilanjutkan untuk perhitungan *Modulus of Elasticity (MoE)*.

Tabel 7 Perhitungan *Modulus of Elasticity (MoE)*

Benda Uji	Panjang Balok L (mm)	Lebar Balok b (mm)	Tinggi Balok d (mm)	Momen Inersia I (mm ⁴)	Lendutan δ (mm)	Beban Elastis P (N)	Nilai MOE (MPa)	MOE Rata-rata (MPa)
A1	710	51,510	50,910	566395,240	7,150	3350,0	6168,122	6097,232
A2	710	51,430	50,950	566849,598	7,100	3150,0	5836,039	
A3	710	51,160	51,160	570874,832	7,250	3490,0	6287,534	
B1	710	51,360	51,130	572098,945	7,500	3690,0	6412,506	5821,396
B2	710	51,970	52,450	624896,293	7,150	3200,0	5340,351	
B3	710	51,900	52,320	619425,839	6,850	3250,0	5711,330	
C1	710	51,280	52,550	620133,127	8,130	3500,0	5176,383	5760,640
C2	710	50,740	52,630	616409,505	7,250	3480,0	5806,384	
C3	710	50,450	51,870	586716,995	6,900	3420,0	6299,153	



Gambar 4 Grafik *Modulus of Elasticity (MoE)*

Dari grafik di atas disimpulkan bahwa perbedaan komposisi variasi benda uji B dan C tidak terlalu berpengaruh signifikan terhadap hasil *Modulus of Elasticity (MoE)*.

SIMPULAN

Dari analisa dan pembahasan yang dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan diantara lain :

1. Hasil rerata kadar air pada bambu laminasi 3 variasi benda uji sebesar 11,97%. Nilai rerata kadar air paling tinggi berada divariasi B dengan nilai 12,08%. Sedangkan hasil rata rata kerapatan pada bambu laminasi 3 variasi benda uji di A memiliki nilai kerapatan tertinggi sebesar 0,723 gr/cm³. Dapat disimpulkan bahwa proses perekatan antar bilah sangat berpengaruh pada tingkat kerapatan benda uji, semakin baik proses perekatan semakin tinggi juga nilai kerapatannya dengan standar kadar air sesuai standar menurut SNI 7944:2014 yaitu maksimal 14%.
2. Komposisi laminasi bambu terhadap *Modulus of Rupture (MoR)* dan *Modulus of Elasticity (MoE)* menghasilkan nilai tertinggi pada variasi A dengan nilai rata-rata 98,881

MPa dan nilai rata-rata tertinggi *Modulus of Elasticity (MoE)* adalah 6090.383 MPa. Pengaruh kombinasi bambu petung dan bambu apus dengan lem epoxy terbukti dapat meningkatkan nilai *Modulus of Rupture (MoR)*, dikarenakan sifat lem epoxy yang kaku dan keras. Variasi komposisi bambu petung dan apus dengan lem epoxy tidak berpengaruh besar terhadap MoE, dikarenakan perbedaan komposisi bambu petung yang cukup signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adnan, F., 2021, Kuat Lentur Balok Laminasi dari Bambu Apus Susunan Horizontal dengan Matriks Lem Kayu, Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tidar, Magelang.
- [2] Kamal, P., dkk, 2017, Analisa Teknis dan Ekonomis Penggunaan Bambu Laminasi Apus dan Petung Sebagai Material Alternatif Pembuatan Komponen Kapal Kayu, *Jurnal Teknik Perkapalan*, vol. 5, no. 2, Universitas Diponegoro, Semarang.
- [3] Manik, P., dkk, 2017, Pengaruh Susunan dan Ukuran Bilah Bambu Petung dan Ukurannya Terhadap Kekuatan Tarik, Kekuatan Tekan dan Kekuatan Lentur untuk Komponen Konstruksi Kapal, *KAPAL*, Vol. 14, No. 3, Semarang.
- [4] Metode Pengujian Kuat Lentur Kayu di Laboraturium , 1995, S.N.I 03-3959, Badan Standardisasi Nasional, Dinas Pekerjaan Umum, Bandung.
- [5] Riza, A., Z., dkk, 2014 Pengaruh Perbedaan Jenis dan Umur Bambu Terhadap Kualitasnya sebagai Bahan Mebel dan Kerajinan, Skripsi, Jurusan Teknologi Hasil, Fakultas Perhutanan, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.