

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

Kevin Jibran Alamsyah¹, Anis Rakhmawati², Ria Miftakhul Jannah³

¹Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tidar (Jalan Kapten Suparman No.39)

Corresponding Author:

kevinjibran19@gmail.com, anisrakhmawati@untidar.ac.id, riamifta@untidar.ac.id

INTISARI

Bambu merupakan bahan pengganti kayu yang digunakan di Indonesia untuk keperluan perancangan dan perabot. Penelitian ini menggunakan metode laminasi dengan menggunakan variasi kuat kempa untuk meningkatkan kuat lentur pada hasil akhir balok laminasi bambu. Pengkajian ini ditujukan untuk mengetahui kuat lentur laminasi benda uji dengan variasi kuat kempa.

Benda uji berupa bambu petung dan bambu ater yang di bilah kemudian direkatkan menggunakan lem presto DN menjadi balok dan dikempa dengan kuat kempa 1 Ton, 2 Ton, 3 Ton, dan 4 Ton. Pembuatan benda uji dilakukan di Rosse Bambu Sleman Yogyakarta. Uji kuat lentur balok laminasi dikerjakan di Laboratorium Teknik Sipil, Universitas Tidar serta mengacu pada standar SNI 03-3959-1995 dan SNI 03-3960-1995. Pengujian ini mempergunakan alat uji kuat lentur balok UTM (*Universal Testing Machine*) serta data dianalisis menggunakan metode *anova single factor*.

Kuat kempa tertinggi diperhatikan dari beragam indikator semacam elastisitas, daktilitas dan lenturnya, diperoleh kuat kempa 3 Ton. Hasil uji memperlihatkan nilai rata-rata kuat lentur dengan variasi kuat kempa 1 Ton, 2 Ton, 3 Ton, dan 4 Ton sebesar 35,868 MPa, 46,452 MPa, 56,067 MPa, dan 40,519 MPa. Penelitian ini disimpulkan hasil kuat lentur balok laminasi paling besar pada variasi kuat kempa 3 Ton sampel LB3A dengan nilai 59,964 MPa.

Kata Kunci : bambu laminasi, kuat lentur, pengempaan.

ABSTRACT

Bamboo was a substitute for wood that is widely used in buildings in Indonesia for construction and furniture needs. This study uses the laminate method by using variations in compression strength to increase the flexural strength of the final result of bamboo laminated beams. This study was aimed to determine the flexural strength of bamboo laminate with variations in compression strength.

The test object was in the form of petung bamboo and ater bamboo which was then glued using presto DN glue into a test beam and pressed with a strong compression of 1 Ton, 2 Ton, 3 Ton, and 4 Ton. The test object was made at Rosse Bambu, Sleman, Yogyakarta. The flexural strength test of laminated beams was carried out at the Civil Engineering Laboratory, Tidar University and referred to the standards of SNI 03-3959-1995 and SNI 03-3960-1995. This test used the UTM (Universal Testing Machine) flexural strength test equipment and the data was analyzed using the single factor anova method.

Optimum compression strength was seen from various parameters such as elasticity, ductility and flexural strength, obtained 3 Tons of compression strength. The test results show that the average value of flexural strength with variations in compression strength of 1 Ton, 2 Ton, 3 Ton, and 4 Ton was 35,868 MPa, 46,452 MPa, 56,067 MPa, and 40,519 MPa. This research could be concluded that the results of the flexural strength of laminated beams are the greatest at the 3 Ton compression strength variation sample LB3A with a value of 59,964 MPa.

Keywords : bamboo laminated, flexural strength, pressing force

1. PENDAHULUAN

Laminasi bambu merupakan cara alternatif untuk mengganti penggunaan kayu. Bahan baku kayu komersial dapat disusun dari bambu karena semakin lama kayu komersial akan menurun produksinya karena waktu tumbuh yang lama serta harga yang lebih mahal. Bambu mempunyai keunggulan yang lebih selain harganya yang lebih murah bambu juga mudah dikembangkan, ulet, elastisitas yang tinggi serta mudah dibentuk. Penggunaan bambu sebagai balok laminasi dapat menghemat penggunaan kayu kualitas tinggi dengan biaya yang dikeluarkan relatif murah. Karakteristik mekanik dari balok laminasi dengan bambu pada joint (lapisan atas dan lapisan bawah balok) belum banyak diketahui.

Penggunaan teknologi laminasi bambu ini juga dapat melestarikan hutan. Selain itu juga teknologi laminasi bambu ini dapat menekan sekecil mungkin penebangan hutan serta ramah lingkungan. Laminasi bambu dibuat dengan cara membuat bambu menjadi bilah bambu yang diambil sesuai ukuran yang ditentukan untuk mempermudah pengerjaan, selanjutnya direkatkan dengan sistem kempa lalu membentuk balok dengan dimensi ukuran yang dibutuhkan.

2. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Kadar air Balok Laminasi

Kadar air setelah bahan bambu di oven/dikeringkan sampai air dalam dinding sel dan lumen sel menguap seluruhnya. Kadar air dapat dihitung sesuai ISO 3130-1975 dengan rumus dibawah ini:

$$K_a = \frac{W_b - W_a}{W_a} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

K_a = Kadar air bambu (%)

W_a = Berat benda uji kering oven (gram)

W_b = Berat benda uji sebelum dioven (gram)

2.2 Kerapatan Balok Laminasi

Kerapatan adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Kerapatan dapat dihitung dengan rumus dibawah ini:

$$p = \frac{W_b}{V \cdot 1000} \quad (2)$$

Keterangan:

p = Kerapatan (gram/cm³)

W_b = berat awal benda uji (gram)

V = Volume benda uji (cm³)

2.3 Modulus of Rupture (MoR)

Kuat lentur beton merupakan percobaan sebuah benda uji balok beton yang diuji dengan alat kuat lentur yang diletakan pada dua buah peletakan yang bekerja dengan prosedur arah tegak lurus dari sumbu benda uji akan diberikan beban bekerja dengan tekanan hingga benda uji mengalami retak dan patah dengan kekuatan satuan MPa gaya per satuan luasnya sesuai dengan SNI 03-3959-1995 Kuat lentur beton atau modulus of rupture (MoR) dapat diketahui besar kuat lenturnya dapat dicari dengan pembebanan pada satu titik pembebanan di tengah bentang hasilnya dengan rumus yang ada dibawah ini:

$$\sigma = \frac{3 P L}{2 b h^2} \quad (3)$$

Keterangan :

P = beban maksimum (N)

σ = tegangan (MPa)

L = Panjang dari bentang tumpuan (mm)

d = tinggi benda uji rata-rata (mm)

h = lebar balok rata-rata (mm)

2.4 Modulus Elastisitas (MoE)

Modulus elastisitas atau modulus young merupakan kemiringan garis singgung dari diagram tegangan-regangan dalam batas daerah elastis linier dan harga bergantung pada jenis materialnya. Modulus elastisitas dapat diketahui dengan rumus dibawah ini:

$$E_b = \frac{p \cdot L^3}{4 \cdot y b h^3} \quad (4)$$

Keterangan :

E_b = modulus lentur (MPa)

b = lebar benda uji (mm)

h = tinggi benda uji (mm)

L = Jarak tumpuan (mm)

P = selisih pembebanan dari satu tahap pembebanan ke tahap pembebanan berikutnya (N)

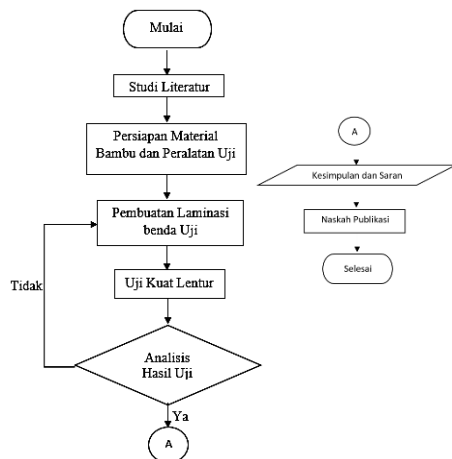
y = selisih lendutan dari satu tahap pembebanan ke tahap pembebanan berikutnya (mm)

2.5 Analysis Of Variance (ANNOVA)

Analysis of variance (anova) merupakan salah satu pengujian hipotesis dalam statistika parametrik, untuk menguji interaksi antara dua penyebab didalam suatu percobaan dengan membandingkan rerata lebih dari dua benda uji. (Ghozali, 2009)

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram alir Penelitian

3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi pembuatan benda uji di Rosse Bambu Yogyakarta. Lokasi pengujian laminasi bambu di Laboratorium Struktur Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tidar. Pengolahan data dilakukan di Universitas Tidar.

3.3 Alat dan Bahan

Alat yang dipergunakan pada penelitian ini yaitu:

1. Mesin Uji Kuat Lentur (UTM)
2. Alat kempa
3. Planner
4. Mesin Bilah Bambu
5. Mesin gergaji belah
6. Mesin gergaji potong
7. Alat ukur kadar air
8. Alat Circle Grenda
9. Gergaji
10. Klem
11. Kuas
12. Meteran
13. Jangka Sorong
14. Cetakan Laminasi bambu

Bahan-bahan yang akan digunakan untuk penelitian kuat lentur balok laminasi bambu yaitu:

1. Bambu Petung
2. Bambu Ater
3. Lem Presto DN

Metode yang dipergunakan dalam pengkajian ini mempergunakan teknik laminasi bambu, dengan cara membelah bambu menjadi ukuran yang disesuaikan kemudian di *planner* serta diukur kadar airnya setelah itu nanti direkatkan membentuk balok dengan ukuran 5 cm x 5 cm x 82 cm. Benda uji tersebut dibuat dengan melaminasi bambu petung dengan bambu *ater* yang variasi kuat kempunya seperti pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Variasi Benda Uji

No	Variasi	Kode Benda Uji	Ukuran (mm)			Gaya Kempa (Ton)	Jumlah Benda Uji
			Panjang	Lebar	Tinggi		
1	Variasi - 1	LB 1 A	820	49	50	1	3
2		LB 1 B	820	51	51		
3		LB 1 C	820	51	51		
4	Variasi - 2	LB 2 A	820	50	51	2	3
5		LB 2 B	820	51	51		
6		LB 2 C	820	51	51		
7	Variasi - 3	LB 3 A	820	51	48	3	3
8		LB 3 B	820	51	51		
9		LB 3 C	820	49	49		
10	Variasi - 4	LB 4 A	820	50	50	4	3
11		LB 4 B	820	50	48		
12		LB 4 C	820	51	48		

4. HASIL PENELITIAN

4.1 Hasil Pengujian Kadar Air

Hasil pengujian kadar air dapat dilihat pada Tabel 2. dibawah ini:

Tabel 2. Hasil Uji Kadar Air

No	Variasi	Kode Benda Uji	Ukuran (mm)			VOLUME (mm ³)	Berat awal (kg)	Berat akhir (kg)	Kadar air (%)
			Panjang	Lebar	Tinggi				
1	Variasi - 1	LB 1 A	820	49	50	2009000	1.415	1.311	7.933
2		LB 1 B	820	51	51	2132820	1.385	1.279	8.288
3		LB 1 C	820	51	51	2132820	1.385	1.208	14.652
4	Variasi - 2	LB 2 A	820	50	51	2091000	1.385	1.190	16.387
5		LB 2 B	820	51	51	2132820	1.465	1.338	9.492
6		LB 2 C	820	51	51	2132820	1.380	1.233	11.922
7	Variasi - 3	LB 3 A	820	51	48	2007360	1.385	1.211	14.368
8		LB 3 B	820	51	51	2132820	1.465	1.293	13.302
9		LB 3 C	820	49	49	1968820	1.380	1.197	15.288
10	Variasi - 4	LB 4 A	820	50	50	2050000	1.435	1.293	10.982
11		LB 4 B	820	50	48	1968000	1.505	1.342	12.146
12		LB 4 C	820	51	48	2007360	1.490	1.343	10.946
Kadar air rata-rata keseluruhan benda uji									12.142

Hasil pengujian yang sudah diketahui hasil rata-ratanya, kemudian dibuat grafik hubungan variasi kempa dengan kadar air rata-rata.

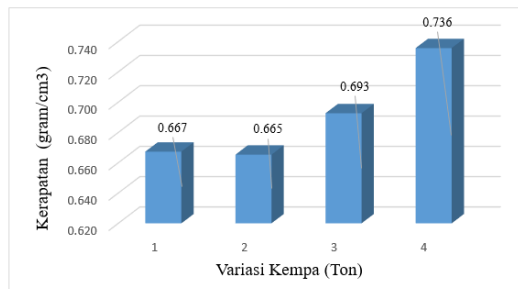
4.2 Hasil Pengujian Kerapatan

Hasil pengujian kadar air dapat dilihat pada Tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Hasil Uji kerapatan balok laminasi

Kode benda uji	Ukuran Penampang			Volume (mm ³)	Berat		Kerapatan (gram/cm ³)
	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Panjang (mm)		Awal (gram)	Akhir (gram)	
LB 1 A	820	49	50	2009000	1.415	1.311	0,704
LB 1 B	820	51	51	2132820	1.385	1.279	0,649
LB 1 C	820	51	51	2132820	1.385	1.208	0,649
LB 2 A	820	50	51	2091000	1.385	1.190	0,662
LB 2 B	820	51	51	2132820	1.465	1.338	0,687
LB 2 C	820	51	51	2132820	1.380	1.233	0,647
LB 3 A	820	51	48	2007360	1.385	1.211	0,690
LB 3 B	820	51	51	2132820	1.465	1.293	0,687
LB 3 C	820	49	49	1968820	1.380	1.197	0,701
LB 4 A	820	50	50	2050000	1.435	1.293	0,700
LB 4 B	820	50	48	1968000	1.505	1.342	0,765
LB 4 C	820	51	48	2007360	1.490	1.343	0,742

Hasil pengujian yang sudah diketahui hasil rata-ratanya, kemudian dibuat grafik hubungan variasi kempa dengan kerapatan rata-rata yang dapat dilihat pada Gambar 2 grafik uji kerapatan.



Gambar 2. Grafik Uji Kerapatan

4.3 Hasil Pengujian *Modulus of Rupture* (MoR)

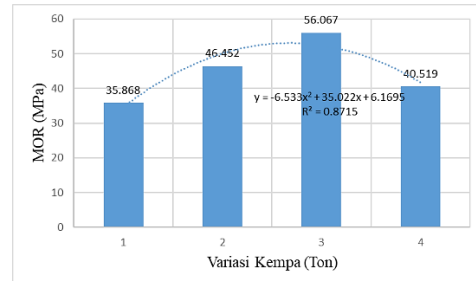
Pengujian penelitian ini berpedoman pada SNI 03-3959-1995 dengan pengujian balok sederhana untuk mengetahui kuat lentur pada satu beban terpusat. Nilai kuat lentur maksimal yang bekerja sebelum terjadi keruntuhan dari adanya pembebanan balok laminasi bambu yang diletakkan antara sendi dan rol dinamakan *Modulus of Rupture* (MoR). Hasil perhitungan hingga mendapatkan MoR dapat dilihat pada Tabel 4 sesuai variasi benda ujinya.

Tabel 4. Hasil Uji Kuat Lentur

No	Variasi	Kode Benda Uji	Ukuran (mm)			Berat (Kg)	Beban Maksimum (N)	Kuat Lentur (MPa)
			Panjang	Lebar	Tinggi			
1	Variasi - 1 (1 Ton)	LB 1 A	710	49	50	1.415	3940	34.254
2		LB 1 B	710	51	51	1.385	4770	38.296
3		LB 1 C	710	51	51	1.385	4366	35.053
4	Variasi - 2 (2 Ton)	LB 2 A	710	50	51	1.475	5478	44.860
5		LB 2 B	710	51	51	1.47	5934	47.642
6		LB 2 C	710	51	51	1.45	5836	46.855
7	Variasi - 3 (3 Ton)	LB 3 A	710	51	48	1.385	6616	59.964
8		LB 3 B	710	51	51	1.465	7332	58.866
9		LB 3 C	710	49	49	1.38	5454	49.372
10	Variasi - 4 (4 Ton)	LB 4 A	710	50	50	1.435	5412	46.110
11		LB 4 B	710	50	48	1.505	4157	38.431
12		LB 4 C	710	51	48	1.49	4084	37.015

Hasil pengujian yang sudah diketahui hasil rata-ratanya, kemudian dibuat grafik hubungan variasi penggunaan kuat kempa dengan kuat lentur rata-ratanya. Grafik hubungan variasi penggunaan kuat kempa

dapat dilihat pada Gambar 3 grafik hasil uji kuat lentur



Gambar 3. Grafik hasil uji kuat lentur

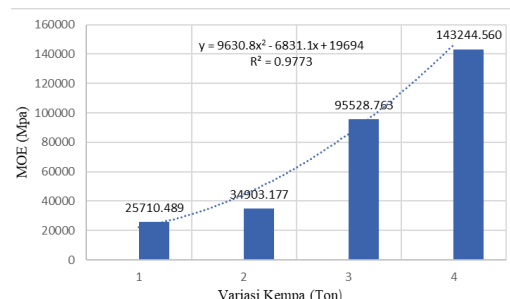
4.4 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas (MoE)

Modulus elastisitas ini dapat digunakan untuk mengukur tingkat keelastisitasan suatu bahan dengan membandingkan pembebanan yang diberikan terhadap perubahan bentuk benda uji per satuan pajangnya. Hasil dari perhitungan data modulus elastisitas dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil uji modulus elastisitas (MoE)

No	Variasi	Kode Benda Uji	Ukuran (mm)			Berat (Kg)	Lentutan Proporsio ml (mm)	P (N)	MoE (MPa)	MoE Rata-rata (MPa)
			Panjang	Lebar	Tinggi					
1	Variasi - 1 (1 Ton)	LB 1 A	710	49	50	1.415	2.5	3940	23023.17	25710.48
2		LB 1 B	710	51	51	1.385	2.5	4770	25255.54	
3		LB 1 C	710	51	51	1.385	2	4366	28872.74	
4	Variasi - 2 (2 Ton)	LB 2 A	710	50	51	1.475	2.75	5478	26873.47	34903.17
5		LB 2 B	710	51	51	1.470	2	5934	39242.06	
6		LB 2 C	710	51	51	1.450	2	5836	38593.98	
7	Variasi - 3 (3 Ton)	LB 3 A	710	51	48	1.385	1	6616	104948.27	95528.76
8		LB 3 B	710	51	51	1.465	1	7332	96974.33	
9		LB 3 C	710	49	49	1.380	1	5454	84653.68	
10	Variasi - 4 (4 Ton)	LB 4 A	710	50	50	1.435	0.75	5412	103307.43	143244.56
11		LB 4 B	710	50	48	1.505	1	4157	67266.89	
12		LB 4 C	710	51	48	1.490	0.25	4084	259159.35	

Hasil pengujian yang sudah diketahui hasil rata-ratanya, kemudian dibuat grafik hubungan variasi penggunaan kuat kempa dengan kuat lentur rata-ratanya.



Gambar 4. Grafik Hasil Uji MoE

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diberikan kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan gaya kempa 1 Ton menghasilkan kuat lentur tertinggi pada sampel LB1B dengan nilai 38,296 MPa; sedangkan gaya kempa 2 Ton menghasilkan kuat lentur tertinggi pada sampel LB2B dengan nilai 47,642 MPa; lalu pada gaya kempa 4 Ton menghasilkan kuat lentur tertinggi pada sampel LB4A dengan nilai 46,110 MPa; kuat kempa optimum dihasilkan pada gaya kempa 3 Ton yang memiliki nilai 59,964 MPa
2. Kuat lentur tertinggi variasi 1Ton pada benda uji LB1B yaitu 38,296 MPa mengalami kenaikan pada variasi 2 Ton yaitu pada benda uji LB2B yaitu 47,642 Mpa sebesar 24,40%, kuat lentur tertinggi variasi 2 Ton pada benda uji LB2B yaitu 47,642 mengalami kenaikan pada variasi 3 Ton pada benda uji LB3A yaitu 59,964 MPa sebesar 25,86%, sedangkan kuat lentur tertinggi variasi 3 pada benda uji LB3A yaitu 59,964 MPa mengalami penurunan pada variasi 4 Ton benda uji LB4B yaitu 46,110 MPa sebesar 23,10%. Jadi kenaikan kuat lentur tertinggi pada variasi ke 2 benda uji LB2B xyaitu sebesar 25,86%
2. Penelitian selanjutnya tentang pengempaan laminasi bambu mungkin masih harus meninjau pengaruh lama pengempaan terhadap kekuatan rekatannya sehingga diperoleh durasi pengempaan yang optimum.
3. Penelitian tentang laminasi bambu selanjutnya perlu diperhatikan kesempurnaan dari proses pencampuran, pengadukan dan pelaburan perekat.
4. Untuk penelitian tentang pengempaan laminasi bambu selanjutnya diperlukan alat pengempaan yang lebih akurat dalam memberikan tekanan kempa terukur pada laminasi bambu.

DAFTAR PUSTAKA

- Anshari, B., 2006. "Pengaruh Variasi Tekanan Terhadap Kuat Lentur Kayu Laminasi dari Kayu Meranti dan Keruing". Civil Engineering Dimension, Vol.8, No.1, 25-33. Mataram.
- Arsad, E., 2015. "Teknologi Pengolahan dan Manfaat Bambu". Jurnal Riset Industri. BanjarBaru.
- Arsina, L., 2009, "Pengaruh Rasio Bambu Petung dan Kayu Sengon Terhadap Kapasitas Tekan Kolom Laminasi" Teknologi Dan Kejuruan, Vol. 32, No. 1. Malang.
- Ghozali, I., 2009. " Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program SPSS". UNDIP. Semarang.
- Nugraha, H., 2014. "Pengolahan Material Bambu Dengan Menggunakan Teknik Laminasi dan Bending untuk Produk Furniture". Jurnal Universitas Pembangunan Jaya. Tangerang.

SARAN

Berdasarkan kesimpulan dan hasil penelitian, maka dapat dikemukakan saran sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini tidak ditinjau pengaruh sambungan pada balok laminasi karena memakai lapisan bambu yang panjang. Oleh karena itu diharapkan penelitian selanjutnya dapat meninjau pengaruh sambungan terhadap kinerja balok laminasi bambu.