

KARAKTERISTIK BAMBU ATER BANYUWANGI SEBAGAI LAMINASI SUSUNAN LURUS BERDASARKAN KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR

Mirza Ghulam Rifqi^{1*}, M. Shofi'ul Amin², Riza Rahimi Bachtiar³, Erna Suryani⁴, Riko Murdani⁵

^{1,2,4,5}) Jurusan Teknik Sipil, Program Studi D-III Teknik Sipil, Politeknik Negeri Banyuwangi
Jl. Raya Jember KM 13, Kawang, Labanasem, Kec. Kabat, Kab. Banyuwangi, Jawa Timur 68461

³) Program Studi D-IV Agribisnis, Politeknik Negeri Banyuwangi
Jl. Raya Jember KM 13, Kawang, Labanasem, Kec. Kabat, Kab. Banyuwangi, Jawa Timur 68461

^{*})email: mirza@poliwangi.ac.id

Diterima : 28 Oktober 2021
Direvisi : 21 Februari 2022

Disetujui : 23 Februari 2022
Diterbitkan : 31 Mei 2022

Abstract: Laminated bamboo is a building material using a manufacturing technique which is made by bonding several pieces of bamboo. Laminated bamboo has higher characteristic strength compared to natural bamboo and is more mechanical in nature. For lamination treatment arranged straight on the lamination. Pertaining to SNI-03-3958-1995, SNI-03-3399-1994, SNI 03-3959-1995 and ISO 22157-1; 2019 for the manufacturing and testing procedures for ater banyuwangi bamboo laminate test specimens. The purpose of this study was to work out the characteristics of bamboo ater lamination. The characteristics of bamboo include tensile strength, compressive strength and bending strength. The thickness of bamboo slats of the lamina is 7 mm with a horizontal straight arrangement and uses PVA adhesive. In this study, bamboo originating from the Genteng area in Banyuwangi was used, which was 3-5 years old. The bamboo soaked in borax for five days for preservation. Bamboo is dried within the sun to dry the air and reduce moisture content (Water content uses 12.5% -15%). Bamboo that has been dried is laminated during a straight arrangement. Testing of bamboo for the lamina using one point load. The results showed that the compressive strength, bending strength and tensile strength of laminated bamboo without preservation were 279,40 kg/cm², 933,04 kg/cm² dan 4.700,23 kg/cm² Mpa respectively, and while the value of compressive strength, bending strength and tensile strength of laminated bamboo with preservation were respectively were 231,62 kg/cm², 739,94 kg/cm² dan 4.263,96 kg/cm². Based on the results of compress strength values, bending strength and tensile strength, the characteristics of bamboo ater banyuwangi laminate are classified with a strong class approach of wood and wood quality code including in strong class II according to PKKI NI-5 1961 and quality code E25 according to SNI 7973 2013..

Keywords : laminated bamboo, water content, bending strength, compressive strength, tensile strength.

Abstrak: Bambu laminasi merupakan bahan bangunan dengan teknik pembuatan yang dibuat dengan mengikat beberapa batang bambu. Bambu laminasi memiliki karakteristik kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan bambu alami dan lebih bersifat mekanis. Untuk perawatan laminasi diatur langsung pada laminasi. Terkait dengan SNI-03- 3958-1995, SNI-03-3399-1994, SNI 03-3959-1995 dan ISO 22157-1; 2019 untuk prosedur pembuatan dan pengujian benda uji laminasi bambu ater banyuwangi Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik laminasi ater bambu. Karakteristik bambu meliputi kuat tarik, kuat tekan dan kuat lentur. Ketebalan bilah bambu untuk lamina 7 mm dengan susunan lurus horizontal dan menggunakan perekat PVA. Penelitian ini menggunakan bambu yang berasal dari daerah Genteng di Banyuwangi yang berumur 3 - 5 tahun. Bambu direndam dalam boraks selama lima hari untuk pengawetan. Bambu dikeringkan di bawah sinar matahari untuk mengeringkan udara dan mengurangi kadar air (Kadar air menggunakan 12,5% -15%). Bambu yang sudah dikeringkan dilaminasi dengan penataan lurus. Metode pengujian untuk lamina menggunakan pembebanan satu titik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan, kuat lentur dan kuat tarik bambu laminasi tanpa pengawetan masing-masing adalah 279,40

kg/cm², 933,04 kg/cm² dan 4.700,23 kg/cm², sedangkan nilai kuat tekan, kuat lentur dan kuat tarik bambu laminasi dengan pengawetan masing-masing sebesar 231,62 kg/cm², 739,94 kg/cm² dan 4.263,96 kg/cm². Berdasarkan hasil nilai kuat tekan, kuat lentur dan kuat tarik maka karakteristik bambu ater banyuwangi laminasi diklasifikasikan dengan pendekatan kelas kuat kayu serta kode mutu kayu termasuk pada kelas kuat II menurut PKKI NI-5 1961 dan kode mutu E25 menurut SNI 7973 2013.

Kata kunci : bambu laminasi, kadar air, kuat lentur, kuat tekan, kuat tarik

1. PENDAHULUAN

Material kayu sudah banyak digunakan sebagai bahan bangunan, seperti contoh adalah pada pembuatan atap rumah sederhana ataupun gedung. Selain digunakan sebagai bahan konstruksi, kayu juga digunakan sebagai bahan untuk pembuatan mebel, seperti contohnya digunakan untuk pembuatan meja, kursi dan lain-lain. Dalam hal ini menjadi sebuah masalah serius, dimana pertumbuhan masyarakat yang semakin melonjak bukan tidak mungkin menggunakan kayu sebagai pembuatan bangunan ataupun mebel. Hal ini memicu sebuah produksi dari kayu sendiri di Indonesia akan melonjak pula dan ketersediaan kayupun berkurang. Sedangkan pertumbuhan pohon yang kayunya bisa digunakan sebagai bahan perabotan ataupun bahan konstruksi relatif lama. Dalam hal ini perlu dilakukan substitusi/pengganti kayu sebagai bahan mebel ataupun sebagai bahan konstruksi bangunan, sehingga dapat meminimalisir penggunaan kayu yang sangat berlebihan di alam.

Bambu merupakan tumbuhan dengan pertumbuhan yang paling cepat tumbuh yang bisa dimanfaatkan sebagai material pengganti kayu. Di Indonesia bambu dapat dijumpai di banyak daerah, salah satunya di daerah Banyuwangi, hal ini dikarenakan bambu dapat tumbuh dimanapun dan dilokasi apapun, mudah ditanam serta tidak memerlukan perawatan secara khusus. Daerah Banyuwangi sendiri banyak memanfaatkan bambu sebagai salah satu material bangunan seperti kerangka atap atau sebagai kolom pada rumah tinggal sederhana. Selain itu, Bambu juga diterapkan menjadi dinding anyaman. Kebanyakan bambu yang digunakan oleh masyarakat Banyuwangi hanya menerapkan bambu secara utuh tanpa ada pengolahan, sehingga kualitasnya tidak bertahan lama. Seperti penggunaan kolom dan usuk sebagai material konstruksi bangunan, masyarakat Banyuwangi lebih menggunakan bambu tersebut masih dalam bentuk batangan yang hanya dijemur saja, tanpa ada perlakuan khusus lain. Bambu yang hanya melakukan perlakuan hanya dijemur saja bukan hal yang tidak mungkin lagi jika

bambu tersebut bisa dimakan organisme atau mengalami patahan karena kurangnya perlakuan khusus dari bambu tersebut. Teknologi yang sesuai sangat dibutuhkan untuk memperlakukan bambu tersebut sebagai material yang kuat dan tahan lama sekaligus digunakan sebagai pengganti kayu.

Teknologi laminasi adalah perlakuan yang dilakukan untuk merubah suatu sifat mekanik dari sebuah objek yang dilakukan laminasi serta dengan menyatukan sejajar searah serat menggunakan perekat [1]. Dengan melakukan laminasi pada bambu, maka sifat mekanik dari bambu sendiri akan berubah dan memungkinkan berubah menjadi lebih kuat. Persyaratan untuk menjadi substitusi/pengganti kayu juga harus diperhatikan, melihat bentuk bambu adalah silinder serta memiliki banyak jenis. Untuk pembuatan bahan substitusi/pengganti kayu, bambu yang memiliki bentuk silinder harus diubah menjadi sebuah papan ataupun balok, karena bambu sendiri memiliki ketebalan yang relatif tipis, sehingga perlu dilakukan proses laminasi bertujuan menambah ketebalan ataupun menambah lebar permukaan bambu. Perubahan sifat mekanik bambu setelah laminasi dapat diketahui melalui uji coba. Maka dari itu sebuah uji coba untuk menguji kekuatan tekan dan lentur dibutuhkan untuk mengetahui karakteristik dari bambu sendiri.

Pada pembuatan uji coba bambu laminasi, menggunakan jenis bambu ater yang terdapat di daerah Genteng, Banyuwangi. Bambu ater (*Gigantochloa atter*), memiliki batang berwarna hijau sampai hijau gelap dengan diameter 5-10 cm. Panjang ruasnya antara 40-50 cm dan tinggi tanaman mencapai 22m [2]. Bambu ater memiliki potensi besar untuk digunakan sebagai bambu laminasi melihat dari segi ukurannya tersebut. Selain itu, bambu ater juga termasuk dalam bambu yang baik digunakan laminasi karena memiliki kombinasi ketebalan, diameter serta kuat tarik yang tinggi untuk di daerah Banyuwangi [3]. Penggunaan perekat dalam laminasi bambu ater menggunakan perekat PVAC (*Polivinyl Acetate*). Metode penyusunan laminasi dalam uji coba ini

menggunakan susunan lurus, karena pada penelitian sebelumnya penyusunan lurus menggunakan bambu bagian kulit yang dihilangkan menunjukkan bahwa balok bambu laminasi yang dibuat menggunakan lamina persegi yang disusun vertikal lurus lebih kuat dan kaku daripada susunan horizontal [4]. Penelitian proyek akhir ini menggunakan laminasi susunan lurus dengan jenis bambu ater untuk mengetahui karakteristik dari laminasi tersebut. Bambu laminasi sendiri belum diketahui nilai uji karakteristik sebelum melakukan pengujian. Bambu laminasi belum bisa dikatakan sesuai dengan spesifikasi pengganti kayu jika nilai karakteristik sebelumnya belum didapatkan dalam pengujian. Nilai karakteristik meliputi nilai kuat tekan, nilai kuat tarik dan nilai kuat lentur. Pengujian karakteristik dimaksudkan untuk mengetahui nilai karakteristik bambu ater laminasi susunan lurus yang didapat dari pengujian kuat tekan, kuat tarik dan kuat lentur. Pengujian dari tiga karakteristik itu dapat menunjukkan nilai karakteristik dari bambu laminasi susunan lurus, yakni nilai kuat tekan, nilai kuat tarik dan nilai kuat lentur.

Standart pengujian untuk bambu laminasi ini menggunakan SNI untuk uji kuat tekan, kuat lentur dan tarik. Dengan diketahuinya karakteristik bambu ater Banyuwangi laminasi susunan lurus berdasarkan kuat tekan dan kuat lentur, diharapkan dapat digunakan sebagai substitusi/pengganti material kayu dalam bidang konstruksi.

2. METODE PENELITIAN

Bambu memiliki Batang kecil dan berlubang, jadi jika penggunaannya untuk tujuan yang lebih lebar, lebih panjang, lebih tebal atau rata, harus menerapkan teknik perekatan. Teknik perekatan ini disebut dengan laminasi. Dalam pengertiannya, bambu laminasi merupakan suatu rekayasa struktur bambu yang berfungsi sebagai perbaikan dari sifat mekanik bambu [5]. Bambu yang digunakan adalah bambu umur 3-5 tahun, dan bambu umur 3-5 tahun bercirikan bercak putih, karena lumut dan batang tidak akan menyusut setelah dikeringkan. Saat memilih bambu, bambu yang digunakan adalah bambu dengan ciri visual lurus dan panjang sekitar 4-5 meter [6]. Sifat fisis bambu sangat dipertimbangkan dalam pemilihan bambu yang akan digunakan laminasi. Sifat fisis bambu merupakan perilaku fisik bambu sebagai tanggapan terhadap perubahan kondisi udara di sekitar tempat tumbuh bambu. Kualitas bambu sangat tergantung dari nilai sifat fisika bambu. Semakin tinggi kualitas bambu akan ditunjukkan oleh nilai berat jenis yang tinggi, kadar air yang rendah dan kembang susut yang rendah. Kadar air dan berat jenis merupakan sifat fisika bambu yang dapat mempengaruhi sifat mekanika

bambu. batang bambu yang baru dipotong kadar air berkisar antara 50-99% dan pada bambu kering sekitar 12-18%. Berat jenis bambu berkisar antara 600-900 kg/cm³ [7].

Pada penelitian Mujiman tahun 2015 tentang “pengaruh bentuk dan tebal lamina pada kekuatan lentur dan geser balok laminasi vertikal bambu petung yang dibebani tangensial” untuk lamina yang disusun secara persegi, zig-zag, dan lengkung dengan tebal 7 mm dan 9 mm yang disusun vertikal pola susunan lurus dan brick type dan dengan lebar 20 mm [8].

Pengawetan Bambu

Pengawetan bambu dilakukan untuk memperpanjang masa pakai bambu, mengurangi biaya pemeliharaan bangunan, meningkatkan kualitas bangunan serta untuk menambah nilai ekonomis dalam bambu sendiri. Pengawetan bambu harus dilakukan karena bambu sendiri merupakan material yang mudah lapuk serta mudah pula dimakan oleh organisme. Jadi apapun jenis bambunya, pengawetan harus tetap dilakukan.

Proses pengawetan ini menggunakan bahan kimia yaitu borax, cara pengawetan bambu ater menggunakan borax dengan persentase 2,5% dari volume air yaitu dengan metode perendaman bambu minimal selama 5 hari [9].

Pengujian Bambu Laminasi

Dalam pengujian bambu laminasi mengacu pada SNI 03-3958-1995 (Tentang kuat tekan), SNI 03-3959-1995 (Tentang kuat lentur) dan SNI-03-3399-1945 (Tentang kuat tarik).

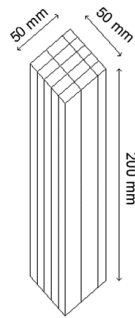
Pengujian Kuat Tekan

Kuat tekan sejajar arah serat adalah kekuatan kayu memikul beban yang bekerja padanya yang arah beban sejajar dengan arah serat kayu [10]. Dimensi balok bambu laminasi yang digunakan untuk pengujian tekan adalah 50/50 mm × 200 mm seperti yang terlihat pada **Gambar 1**, serta untuk perhitungan kuat tekan dapat dihitung dengan **Persamaan 1**.

$$f_{c//} = \frac{p}{b \times h} \quad (1)$$

Keterangan :

$f_{c//}$ = Kuat tekan sejajar serat,
 p = Beban uji maksimum,
 b = Lebar benda uji,
 h = Tinggi benda uji,



Gambar 1. Benda Uji Kuat Tekan

Pengujian Kuat Tarik

Pengujian kuat tarik yang dilakukan pada bambu laminasi mengacu pada SNI-03-3399-1945. Dimensi balok laminasi yang digunakan adalah $2,5 \times 2,5 \text{ cm} \times 46 \text{ cm}$ serta untuk rumus perhitungan yang disesuaikan dengan persamaan di SNI [11]. Ukuran benda uji dan persamaan perhitungan bisa di lihat pada **Gambar 2** dan **Persamaan 2**.

$$f_t = \frac{P}{b.h} \quad (2)$$

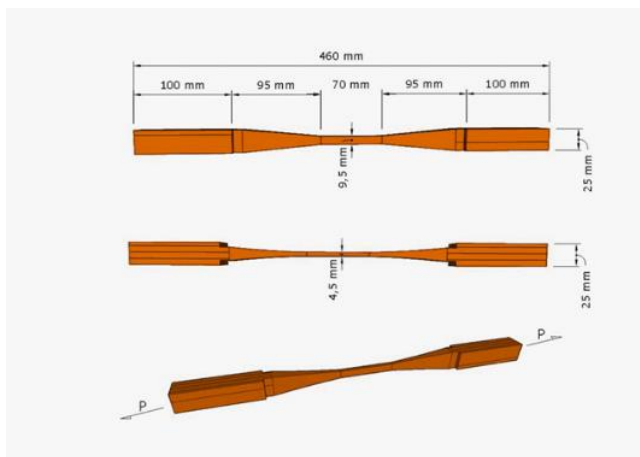
Keterangan :

f_t = Kuat tarik

P = Beban maksimum

b = Lebar dalam mm

h = Tinggi dalam mm



Gambar 2. Benda Uji Kuat Tarik

Pengujian Kuat Lentur

Pengujian kuat lentur yang dilakukan pada bambu laminasi mengacu pada SNI 03-3959-1995. Dimensi balok laminasi yang digunakan adalah $50/50 \text{ mm} \times 760 \text{ mm}$ [12], yang dapat dilihat pada **Gambar 3**, untuk perhitungan kuat lentur bisa dilakukan dengan **Persamaan 3**.

$$f_b = \frac{3PL}{2bh^2} \quad (3)$$

Keterangan :

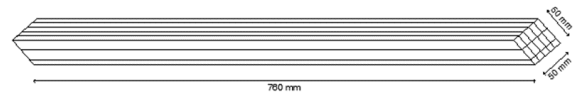
P = beban uji maksimum,

L = jarak tumpuan,

b = lebar benda uji,

h = tinggi benda uji,

fb = kuat lentur.



Gambar 3. Benda Uji Kuat Lentur

Nilai MOE Lentur

Pengujian kuat lentur yang dilakukan pada bambu laminasi mengacu pada SNI 03-3959-1995. Dimensi balok laminasi yang digunakan adalah $5/5 \text{ cm} \times 76 \text{ cm}$ diambil dari hasil uji kuat lentur. Perhitungan MOE lentur dapat dihitung dengan rumus pada **Persamaan 4**.

$$E_b = \frac{p.L^3}{4.ybh^3} \quad (4)$$

Keterangan :

E_b = Modulus elastisitas lentur

p = Selisih pembebanan dari tahap beban pertama ke tahap beban berikutnya

y = Selisih lendutan dari tahap beban pertama ke tahap beban berikutnya

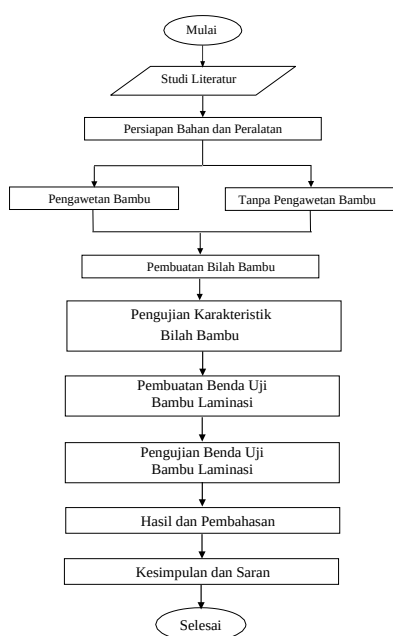
L = Jarak Tumpuan

b = Lebar benda uji

h = Tinggi benda uji

Klasifikasi Bambu

Klasifikasi bambu laminasi menggunakan Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia PKKI NI-5 1961 yang mengklasifikasikan kayu menjadi 4 kelas berdasarkan kekuatannya [13]. Kelas kuat kayu pada PKKI-NI 5 serta menggunakan SNI 7973 Tahun 2013 penggolongan kelas kuat kayu dikenal dengan sebutan kode mutu, yang diberikan kode E5 sampai E25 [14]. Tabel kode mutu kayu tersebut dapat dilihat pada *flowchart* penelitian.



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

3. HASIL PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Kuat Tekan Laminasi

Data hasil pengujian kuat tekan balok laminasi dapat dilihat dari **Tabel 1** dan **Tabel 2** serta untuk grafik ditunjukkan pada **Gambar 5** dan **Gambar 6**. Hasil rata-rata nilai kuat tekan bambu ater laminasi berdasarkan **Tabel 1** dan **Tabel 2** serta pada grafik ya g ditunjukkan pada **Gambar 5** dan **Gambar 6**, untuk yang tanpa pengawetan sebesar 28,06 MPa sedangkan untuk yang pengawetan sebesar 21,46 MPa. Nilai kuat tekan laminasi bambu ater dengan pengawetan memiliki nilai kuat tekan lebih kecil sebesar 23,52% dari tanpa pengawetan. Bambu ater laminasi tanpa pengawetan dapat menerima beban rata-rata dari pengujian kuat tekan secara maksimal sebesar 68,74 kN sedangkan untuk bambu ater laminasi dengan pengawetan dapat menerima beban rata-rata maksimal sebesar 53,76 kN.

Penerimaan beban rata-rata maksimum terbesar didapatkan oleh laminasi bambu ater tanpa pengawetan dengan selisih rata-ratanya yakni sebesar 21,79%. Keretakan pada benda uji tekan dapat di lihat pada **Gambar 4**.

Tabel 1. Hasil Kuat Tekan Balok laminasi Bambu Ater Tanpa Pengawetan

No	Benda Uji	Dimensi			Beban (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan (kg/cm ²)	Standar Deviasi	Koefisien Variasi (%)
		Lebar (mm)	Tebal (mm)	Panjang (mm)					
1	BUT 1	50	50	200	73,14	29,15	297,25	2,94	10,5
2	BUT 2	50	50	200	75,78	30,20	307,95		
3	BUT 3	50	50	200	57,54	22,93	233,82		
4	BUT 4	50	50	200	63,24	25,18	256,76		
5	BUT 5	50	50	200	74,12	29,54	301,22		
Rata-rata						28,06	279,40		

Tabel 2. Hasil Kuat Tekan Balok laminasi Bambu Ater Pengawetan

No	Benda Uji	Dimensi			Beban (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan (kg/cm ²)
		Lebar(mm)	Tebal(mm)	Panjang(mm)			
1	BUTP 1	50	50	200	55,19	22,08	225,15
2	BUTP 2	50	50	200	48,18	19,27	196,50
3	BUTP 3	50	50	200	53,91	21,56	219,85
4	BUTP 4	50	50	200	50,24	20,10	256,76
5	BUTP 5	50	50	200	61,26	24,50	259,83
Rata-rata						21,49	231,62

Hasil Pengujian Kuat Tekan Laminasi

Berdasarkan hasil pengujian kuat tarik, nilai rata-rata kuat tarik bambu ater laminasi dapat dilihat

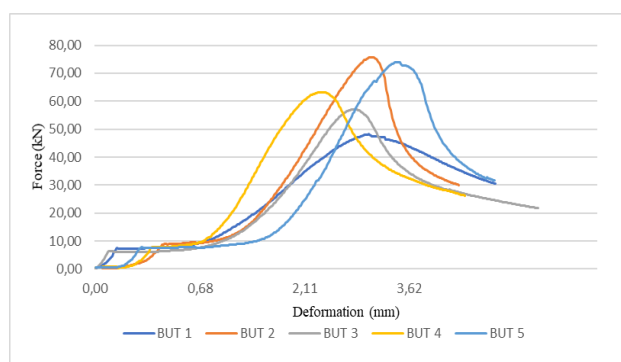
pada **Tabel 3** dan **Tabel 4** serta dapat dilihat pada grafik pada **Gambar 8** dan **Gambar 9**.

Tabel 3. Hasil Kuat Tarik Balok laminasi Bambu Ater Tanpa Pengawetan

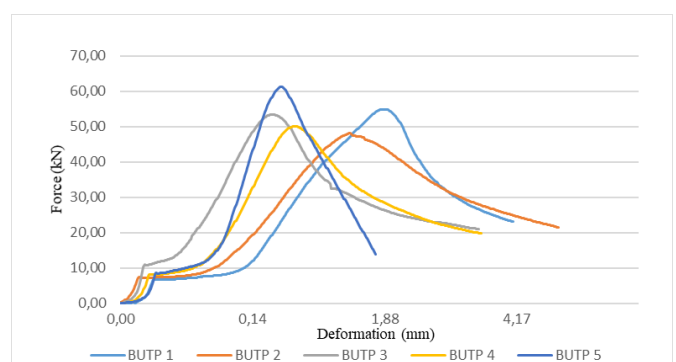
Benda Uji	Dimensi		Area (mm ²)	Beban Maks (kN)	Kuat Tarik (MPa)	Kuat Tarik (kg/cm ²)	Standar Deviasi	Koefisien Variasi (%)
	Lebar (mm)	Tebal (mm)						
UT 1	9,50	4,80	45,60	20,73	454,61	4.637,02	7,62	1,66
UT 2	9,50	4,80	45,60	21,38	468,86	4.782,37		
UT 3	9,50	4,80	45,60	21,06	462,02	4.771,31		
UT 4	9,50	4,80	45,60	13,60	298,25	3.042,15		
UT 5	9,50	4,80	45,60	20,61	451,98	4.610,20		
Rata-rata					459,38	4.700,23		

4. Hasil Kuat Tarik Balok laminasi Bambu Ater Pengawetan

Benda Uji	Dimensi		Area (mm ²)	Beban Maks (kN)	Kuat Tarik (MPa)	Kuat Tarik (kg/cm ²)	Standar Deviasi	Koefisien Variasi (%)
	Lebar (mm)	Tebal (mm)						
UTP 1	9,50	4,80	45,60	20,98	460,09	4691,63	6,64	2,00
UTP 2	9,50	4,80	45,60	18,97	416,09	4242,95		
UTP 3	9,50	4,80	45,60	19,41	425,58	4.339,71		
UTP 4	9,50	4,80	45,60	15,80	346,65	3534,86		
UTP 5	9,50	4,80	45,60	18,82	412,79	4209,30		
Rata-rata					418,15	4.263,96		



Gambar 5. Grafik Hubungan Beban dan Perpendekan Kuat Tekan Laminasi Tanpa Pengawetan



Gambar 6. Grafik Hubungan Beban dan Perpendekan Kuat Tekan Laminasi Pengawetan

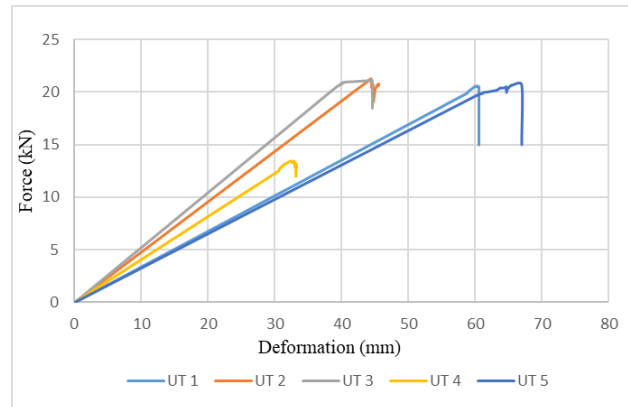
Berdasarkan hasil pengujian kuat tarik bambu ater laminasi pada **Tabel 3** dan **Tabel 4** serta dapat dilihat pada grafik pada **Gambar 8** dan **Gambar 9**, maka nilai rata-rata untuk kuat tarik tanpa pengawetan sebesar 459,38 MPa sedangkan untuk yang dengan pengawetan memiliki nilai kuat tarik sebesar 418,15 MPa. Nilai kuat tarik bambu ater laminasi dengan pengawetan lebih kecil 8,97% dari nilai kuat tarik yang tanpa pengawetan.

Proses pembebanan tarik pada benda uji tarik akan membuat putus serat-serat pada benda uji. Pengujian kuat tarik bambu ater laminasi mengalami kegagalan pada *necking* yang diartikan bahwa uji tarik bambu ater

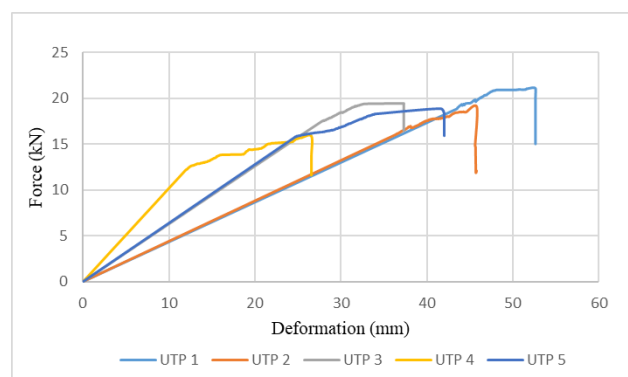
laminasi mengalami kegagalan dengan baik. Kerusakan serat pada *necking* dikarenakan dengan adanya beban maksimal yang diterima oleh benda uji. Kuat tarik bambu ater laminasi tanpa pengawetan dapat menahan rata-rata beban maksimal 20,95 kN sedangkan untuk yang kuat tarik bambu ater laminasi dapat menahan rata-rata beban maksimal sebesar 19,07 kN. Pengujian tarik akan mengalami kenaikan beban dan perpanjangannya. Beban maksimal yang berlawanan arah serat dari benda uji mengakibatkan perpanjangan dan membuat benda uji putus pada bagian *necking*. Benda uji kuat tarik bambu ater laminasi setelah uji dapat dilihat pada **Gambar 10**.



Gambar 7. Keretakan Benda uji Tekan



Gambar 8. Grafik Hubungan Beban dan Perpanjangan Kuat tarik Laminasi Tanpa Pengawetan



Gambar 9. Grafik Hubungan Beban dan Perpanjangan Kuat tarik Laminasi Pengawetan



Gambar 10. Benda uji Kuat Tarik Setelah Pengujian

Hasil Pengujian Kuat Lentur laminasi

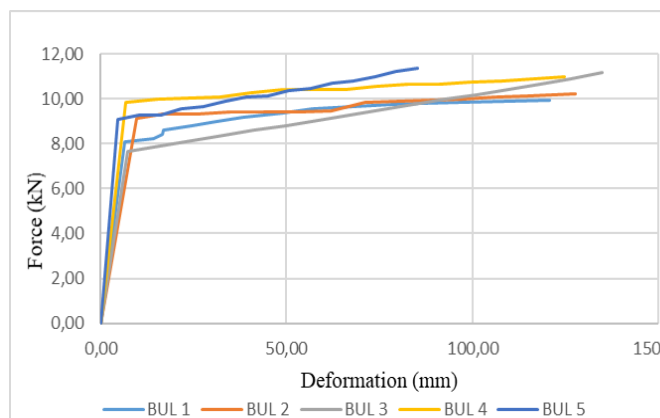
Hasil Pengujian kuat lentur bambu ater laminasi tanpa pengawetan dan dengan pengawetan dapat diketahui pada **Tabel 5** dan **Tabel 6** serta grafik yang ditunjukkan pada **Gambar 11** dan **Gambar 12**.

Tabel 5. Hasil Kuat Lentur Balok laminasi Bambu Ater Tanpa Pengawetan

Benda Uji	Dimensi			Jarak Tumpuan (mm)	Beban Maks. (kN)	Kuat Lentur (MPa)	Kuat Lentur (kg/cm ²)
	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Panjang (mm)				
BULP 1	50	50	760	710	9,93	84,60	862,68
BULP 2	50	50	760	710	10,25	87,33	890,52
BULP 3	50	50	760	710	11,2	95,42	973,02
BULP 4	50	50	760	710	10,99	93,63	954,76
BULP 5	50	50	760	710	11,38	96,96	988,72
Rata-rata						95,33	947,99

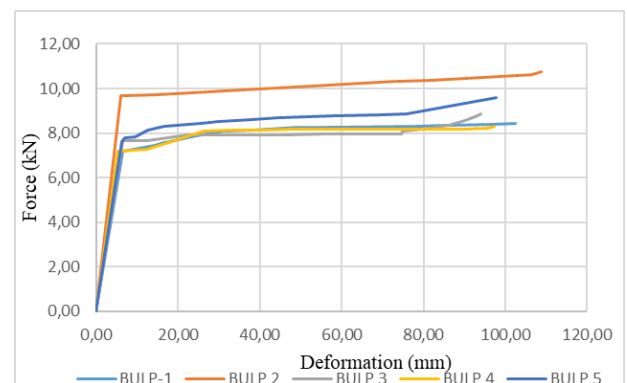
Tabel 6. Hasil Kuat Lentur Balok laminasi Bambu Ater Pengawetan

Benda Uji	Dimensi			Jarak Tumpuan (mm)	Beban Maks. (kN)	Kuat Lentur (MPa)	Kuat Lentur (kg/cm ²)
	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Panjang (mm)				
BULP 1	50	50	760	710	8,42	71,74	731,55
BULP 2	50	50	760	710	10,74	91,50	933,04
BULP 3	50	50	760	710	8,84	75,32	768,05
BULP 4	50	50	760	710	8,29	70,63	720,23
BULP 5	50	50	760	710	9,58	81,62	832,31
Rata-rata						72,56	739,94



Gambar 11. Grafik Hubungan Beban dan Lendutan Kuat Lentur Laminasi Tanpa Pengawetan

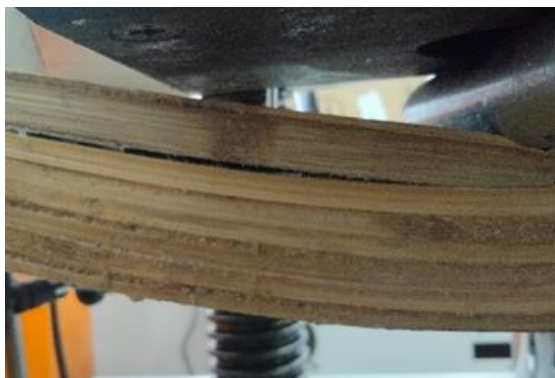
Hasil nilai kuat lentur bambu ater laminasi yang ditunjukkan pada **Tabel 5** dan **Tabel 6** serta pada grafik yang ditunjukkan pada **Gambar 11** dan **Gambar 12**. Nilai rata-rata kuat lentur tanpa pengawetan sebesar 95,33 MPa sedangkan untuk yang pengawetan memiliki nilai kuat lentur sebesar 72,56 MPa, hal ini menyimpulkan untuk nilai rata-rata kuat lentur bambu ater laminasi pengawetan lebih kecil 23,88% dari nilai rata-rata kuat lentur tanpa pengawetan.



Gambar 12. Grafik Hubungan Beban dan Lendutan Kuat Lentur Laminasi Pengawetan

Pengujian kuat lentur bambu ater laminasi, benad uji mengalami kerusakan yang diakibatkan oleh beban maksimal yang diberikan oleh alat Universal testing machine. Benda uji kuat lentur memiliki kerusakan yakni kerusakan mendatar serta kerusakan akibat tekan yang dapat dilihat pada **Gambar 13** dan **Gambar 14**. Kerusakan pada **Gambar 13**, menunjukkan kerusakan mendatar yang disebabkan *delaminasi* atau lepasnya laminate-laminate pada bambu akibat beban vertikal. Kerusakan pada **Gambar 14**, menunjukkan keruskan akibat tekan, dikarenakan beban maksimal yang ditimpa

dilakukan tegak lurus dengan serat, sehingga tekanan beban maksimal membuat serat mengalami lendutan dan serat mengalami tarikan yang berada tepat dibawah titik beban.



Gambar 13. Retak Mendatar



Gambar 14. Retak Akibat Tekan

Nilai MOE Lentur

Nilai MOE lentur disajikan dalam bentuk tabel yang ditunjukkan pada **Tabel 7** dan **Tabel 8**.

Tabel 7. MOE Lentur Bambu Ater Laminasi Tanpa Pengawetan

Benda Uji	Dimensi			Jarak Tumpuan (mm)	Selisih Pembebanan (kN)	Selisih Lendutan (mm)	MOE	Koefisien Variasi (%)
	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Panjang (mm)					
BUL 1	50	50	760	710	8,07	6,55	17.638,7	11
BUL 2	50	50	760	710	9,15	9,74	13.449,2	
BUL 3	50	50	760	710	7,68	7,23	15.207,5	
BUL 4	50	50	760	710	9,87	6,81	20.749,4	
BUL 5	50	50	760	710	9,11	4,49	29.047,4	
Rata-rata							19.218,0	

Tabel 8. MOE Lentur Bambu Ater Laminasi Pengawetan

Benda Uji	Dimensi			Jarak Tumpuan (mm)	Selisih Pembebanan (kN)	Selisih Lendutan (mm)	MOE	Koefisien Variasi (%)
	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Panjang (mm)					
BULP 1	50	50	760	710	7,20	6,47	15.931,7	7
BULP 2	50	50	760	710	9,66	6,02	22.972,9	
BULP 3	50	50	760	710	7,68	6,39	17.206,6	
BULP 4	50	50	760	710	7,20	5,32	19.375,6	
BULP 5	50	50	760	710	7,63	6,13	17.819,6	
Rata-rata							18.661,3	

Nilai MOE berdasarkan **Tabel 7** dan **Tabel 8** rata-rata terbesar didapat oleh bambu ater laminasi

tanpa pengawetan yakni sebesar 19.218,0 MPa sedangkan untuk yang bambu ater laminasi

pengawetan memiliki nilai MOE sebesar 18.661,3 MPa. Pengujian kuat lentur, bambu mengalami lendutan saat terkena beban maksimal, akan tetapi jika beban maksimal dilepaskan bambu laminasi akan kembali ke bentuk semula. Kembalinya bambu laminasi ke bentuk semula meunjukkan bahwa bambu memiliki sifat elastisitas yang baik.

Klasifikasi Balok Bambu Laminasi

Klasifikasi bambu didapatkan dari hasil uji kuat tekan, kuat lentur dan kuat tarik serta perhitungan MOE. Klasifikasi bambu mengacu pada peraturan PKKI NI 5-1961 untuk klasifikasi berdasarkan kuat kelas serta SNI 7973 2013 klasifikasi berdasarkan kode mutunya. Klasifikasi bambu dapat dilihat pada **Tabel 9** dan **Tabel 10**.

Tabel 9. Klasifikasi Berdasarkan Kuat Kelas

No	Jenis pengujian	Nilai rata-rata (kg/cm ²)		Kuat Kelas PKKI NI 5-1961	
		Tanpa Pengawetan	Pengawetan	Tanpa Pengawetan	Pengawetan
1.	Uji Kuat Tekan	279,40	231,62	IV	IV
2.	Uji Kuat Lentur	947,99	739,94	II	II
3.	Uji Kuat Tarik	4.700,23	4.263,96	II	II

Tabel 10. Klasifikasi Berdasarkan Kode Mutu

No	Jenis pengujian	Nilai rata-rata (MPa)		Kode Mutu SNI 7973 2013	
		Tanpa Pengawetan	Pengawetan	Tanpa Pengawetan	Pengawetan
1.	Uji Kuat Tekan	28,06	21,49	E14	E11
2.	Uji Kuat Lentur	95,33	72,56	E25	E25
3.	Uji Kuat Tarik	459,38	418,15	E25	E25
4.	MOE Lentur	19.218,00	18.661,30	E19	E18

Berdasarkan **Tabel 9** dan **Tabel 10**, klasifikasi bambu laminasi menurut kelas dan kode mutu, dapat disimpulkan bahwa bambu ater laminasi susunan lurus dengan pendekatan kelas dan kode mutu kayu memiliki kelas kuat nomor II dan kode mutu E25. Nilai karakteristik bambu laminasi sangat dipengaruhi dari beda jenis bambu yang digunakan serta perlakuan dalam melakukan pengujian. Hasil nilai karakteristik bambu ater laminasi serta hasil nilai dari penelitian yang digunakan sebagai referensi ditunjukkan pada **Tabel 11**.

Tabel 11 menunjukkan hasil nilai karakteristik bambu laminasi dengan jenis bambu yang berbeda. Pengujian bambu petung laminasi mendapatkan hasil kuat tekan, kuat tarik dan kuat lentur masing-masing sebesar 65,886 Mpa, 300,22 Mpa dan 131,890 Mpa[15]. Pengujian bambu kuning laminasi mendapatkan hasil kuat tekan, kuat tarik dan kuat lentur masing-masing sebesar 61,31 Mpa, 272,87 Mpa dan 148,73 Mpa[16]. Ketiga jenis bambu yang dilaminasi masing-masing hanya

menunjukkan nilai karakteristiknya saja. Nilai karakteristik dapat dipengaruhi pada jenis bambu yang dimana masing-masing jenis bambu memiliki susunan serat yang berbeda, jadi dapat mempengaruhi nilai karakteristik. Perbedaan nilai kuat lentur juga bisa dipengaruhi oleh metode pembuatan balok laminasi. Metode model pembuatan balok laminasi memberi pengaruh yang besar pada nilai kuat lentur[17].

Tabel 11. Nilai Karakteristik Bambu Laminasi

Karakteristik	Bambu Ater Laminasi	Bambu Petung Laminasi (Muhimatusakdiyah,2020)	Bambu Kuning Laminasi (Maghfiroh,2020)
Kuat Tekan rata-rata (Mpa)	28,06 (Tanpa Pengawetan) 21,49 (Pengawetan)	65,886 (Pengawetan)	61,31 (Tanpa Pengawetan)
Kuat Tanik rata-rata (Mpa)	459,38 (Tanpa Pengawetan) 418,15 (Pengawetan)	300,22 (pengawetan)	272,87 (Tanpa Pengawetan)
Kuat Lentur rata-rata (Mpa)	95,33 (Tanpa Pengawetan) 72,56 (pengawetan)	131,890 (Pengawetan)	148,73 (tanpa Pengawetan)

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil pengujian karakteristik yang telah dilakukan yakni mulai dari kuat tekan, kuat lentur dan kuat tarik memunculkan hasil yang bisa digunakan untuk membandingkan bambu laminasi dengan kayu. Hasil pengujian untuk kuat tekan tanpa pengawetan dan pengawetan menghasilkan nilai kuat tekan berturut-turut sebesar 279,40 kg/cm² dan 231,62 kg/cm². Kuat lentur laminasi tanpa pengawetan dan dengan pengawetan menghasilkan nilai kuat lentur berturut-turut sebesar 947,99 kg/cm² dan 739,94 kg/cm². Pengujian kuat tarik laminasi tanpa pengawetan dan dengan pengawetan menghasilkan nilai berturut-turut sebesar 4.700,23 kg/cm² dan 4.263,96 kg/cm². Nilai modulus elastisitas dari pengujian lentur didapatkan sebesar 19.218,00 Mpa untuk yang tanpa pengawetan sedangkan untuk yang pengawetan memiliki nilai sebesar 18.661,30 Mpa. Penurunan mutu pada bambu laminasi pengawetan dikarenakan adanya dekomposisi pada serat bambu, serat bambu mengalami perenggangan dikarenakan bahan organik pada serat-serat bambu mengalami pemecahan sehingga terdapat rongga antara serat-serat bambu. Berdasarkan hasil nilai kuat tekan, kuat lentur dan kuat tarik maka karakteristik bambu ater banyuwangi laminasi diklasifikasikan dengan pendekatan kelas kuat kayu serta kode mutu kayu termasuk pada kelas kuat II dan kode mutu E25. Sesuai dengan nilai karakteristik dan pengklasifikasian berdasarkan kelas kuat serta kode mutu, bambu ater laminasi sendiri bisa digunakan untuk menggantikan kayu tetapi penggunaannya masih terbatas dan pengujian masih sebatas karakteristik dari bambu ater laminasi.

Saran

Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut dengan melakukan pengawetan pada bambu sebagai pembanding dengan perlakuan tanpa pengawetan.

Pada saat pengetaman bilah lebih perhatikan

lagi pada bagian nodia, karena bagian nodia lebih menonjol jika tidak diratakan dengan baik dapat menyebabkan celah pada saat perekatan bilah. Perlu dilakukan penelitian lanjutan terhadap jenis bambu yang sama atau berbeda dengan penggunaan alat kempa atau alternatif lain agar tekanan pada saat perekatan lebih maksimal.

Dari penelitian ini dapat pula dilakukan penelitian lanjutan dengan bentuk dan susunan yang berbeda untuk mengetahui karakteristiknya. Dapat pula dilanjutkan dengan perlakuan yang sama tetapi dengan penggunaan jenis perekat kayu yang berbeda.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. A. Pradana, E. S. Sunarsih, and A. H. Setyawan, "Pengaruh Variasi Lebar Bilah Bambu Susunan Horizontal Terhadap Perilaku Mekanika Balok Bambu Laminasi Yang Mengalami Keruntuhan Lentur," *Indones. J. Civ. Eng. Educ.*, 2019, doi: 10.20961/ijcee.v5i1.34600.
- [2] E. Eskak, "BAMBU ATER (Gigantochloa Atter) SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI KAYU PADA UKIRAN ASMAT," *Din. Kerajinan dan Batik Maj. Ilm.*, 2016, doi: 10.22322/dkb.v33i1.1039.
- [3] M. G. Rifqi, M. S. Amin, and R. R. Bachtiar, "Mechanical Properties of Culm Bamboo Endemic Banyuwangi Based on Tensile Strength Test," vol. 198, no. Issat, pp. 399–406, 2020.
- [4] I. G. L. B. Eratodi, *ABSTRAK PENELITIAN BAMBU MAHASISWA S1 DAN S2 PROF. MORISCO: Todi: Intang Desain Cover: Aje Penerbit*.
- [5] N. I. S. H, I. Satyarno, D. Sulistyono, and T. A. Prayitno, "Sifat Mekanika Bambu Petung Laminasi Mechanical Properties of Laminated Bamboo Petung," pp. 6–13, 2006.
- [6] SNI 8020:2014, "Kegunaan Bambu," 2014.
- [7] I Gusti Lanang Bagus Eratodi, *Struktur dan Rekayasa Bambu*. 2017.
- [8] Mujiman, "Lamina Pada Kekuatan Lentur Dan Geser Balok Laminasi-Vertikal Bambu Petung yang Dibebedani Tangensial," 2015.
- [9] Sumawa, I. M, "Bambu Laminasi (Laminated Bamboo: The Future Wood) ," Denpasar: Kementrian PUPR, 2015.
- [10] BSN, "SNI 03-3958-1994 mengenai Metode Pengujian Kuat Tarik Kayu di Laboratorium," pp. 1–9, 1995.
- [11] BSN, "SNI 03-3399-1994 mengenai Metode

- Pengujian Kuat Tarik Kayu di Laboratorium,” pp. 1–9, 1994.
- [12] S. N. Indonesia and B. S. Nasional, “Metode pengujian kuat lentur kayu di laboratorium,” 1995.
- [13] BSN, “RSNI3. Tata Cara Perencanaan Konstruksi Kayu Indonesia (PKKI NI-5).” p. 122, 2002.
- [14] SNI 7973-2013, “Spesifikasi desain untuk konstruksi kayu SNI 7973-2013,” *Badan Stand. Nas.*, 2013.
- [15] Muhimatusakdiyah, “Karakteristik Laminasi Bambu Petung Banyuwangi Ditinjau dari Kuat Tekan, Lentur dan Tarik,”. 2020.
- [16] Maghfiroh, E. A, “K Karakteristik Balok Laminasi dari Bambu Kuning Ditinjau Berdasarkan Kekuatan Tekan dan Lentur,”. 2020
- [17] Biancha, S. Q, “Kuat Lentur dan Tekan Balok Bambu Petung Laminasi Dengan Tiga Variasi Laminasi,”.2019.