

Analisis Sifat Mekanik Lentur Papan Laminasi Kombinasi Bambu Petung dan Bambu Ater

Nur Noviana Belatrix^{a*}, Yudhi Arnandha^a, Dedy Firmansyah^a

^aJurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tidar, Magelang, 56116, Indonesia.

keywords:

ater bamboo
petung bamboo
flexural strength
laminated board
reinforcement

kata kunci:

bambu ater
bambu petung
kuat lentur
papan laminasi
perkuatan.

ABSTRACT

Technological advances have led to alternative building materials to replace wood, such as laminated bamboo. Bamboo lamination uses a combination of two types of bamboo, namely petung bamboo and ater bamboo. Petung bamboo has greater flexural strength than ater bamboo which can increase the MOR and MOE values. This study aims to determine the flexural strength, the effect of the arrangement of the layers of the laminate, the effect of adding petung bamboo to the laminated bamboo ater from the laminated combination of two types of bamboo. The flexural strength test of laminated boards measuring 55 cm x 10 cm x 2 cm refers to ASTM D1037-06a with a concentrated load in the middle of the span. Laminate board consists of 3 variations of the arrangement, each variation there are 4 layers with a thickness of 0.5 cm slats. Variation A consists of bamboo ater-ater-ater-ater, variation B consists of bamboo petung-ater-petung-ater, variation C consists of bamboo petung-petung-ater-ater. The results of the flexural strength test of laminated boards obtained the average value of Modulus of Rupture (MOR) for variation A of 89.462 MPa, variation B of 96.778 MPa, and variation of C of 79.173 MPa. The average value of the Modulus of Elasticity (MOE) for variation A is 13256.830 MPa, variation B is 14856.552 MPa, and variation C is 12981.294 MPa. The arrangement of variations in B petung-ater-petung-ater can increase the value of the Modulus of Rupture and the Modulus of Elasticity.

ABSTRAK

Kemajuan teknologi memunculkan alternatif bahan bangunan pengganti kayu, seperti bambu laminasi. Laminasi bambu menggunakan kombinasi dua jenis bambu yaitu bambu petung dan bambu ater. Bambu petung memiliki kuat lentur lebih besar dibandingkan bambu ater dapat meningkatkan nilai MOR dan MOE. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat lentur, pengaruh susunan lapisan laminasi, pengaruh penambahan bambu petung pada laminasi bambu ater dari laminasi kombinasi dua jenis bambu. Pengujian kuat lentur papan laminasi berukuran 55 cm x 10 cm x 2 cm yang mengacu pada ASTM D1037-06a dengan beban terpusat ditengah bentang. Papan laminasi terdiri dari 3 variasi susunan, setiap variasi ada 4 lapisan dengan tebal bilah 0,5 cm. Variasi A terdiri dari susunan bambu ater-ater-ater-ater, variasi B terdiri dari bambu petung-ater-petung-ater, variasi C terdiri dari bambu petung-petung-ater-ater. Hasil pengujian kuat lentur papan laminasi didapat nilai rata-rata Modulus of Rupture (MOR) variasi A sebesar 89,462 MPa, variasi B sebesar 96,778 MPa, dan variasi C sebesar 79,173 MPa. Nilai rata-rata Modulus of Elasticity (MOE) variasi A sebesar 13256,830 MPa, variasi B sebesar 14856,552 MPa, dan variasi C sebesar 12981,294 MPa. Susunan variasi B petung-ater-petung-ater dapat meningkatkan nilai Modulus of Rupture dan Modulus of Elasticity.



This is an open access article under the [CC-BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) license.

^{*}Corresponding author.
E-mail: noviasuryadwanti@uny.ac.id

1. Pendahuluan

Kebutuhan kayu di Indonesia bisa mencapai 58,86 juta m³ per tahun. Kayu digunakan sebagai furnitur, bahan bangunan, bahan bakar industri, maupun kesenian. Berdasarkan [1], kerusakan hutan hujan primer meningkat 12% dari tahun 2019 hingga tahun 2020. Hutan di Indonesia mengalami deforestasi oleh perbuatan manusia yang tidak bertanggung jawab seperti pembakaran hutan untuk pembukaan lahan, penebangan liar (*illegal logging*).

Kemajuan teknologi memunculkan alternatif bahan pengganti kayu seperti bambu laminasi. Bambu laminasi merupakan bambu yang dibuat menjadi bilah dengan ukuran yang sama, kemudian direkatkan dan dikempa menjadi sebuah balok, papan, ataupun bentuk yang diinginkan [2]. Laminasi bambu sebagai alternatif bahan bangunan pengganti kayu, perlu memenuhi syarat kualitas sesuai dengan pedoman. Bambu yang sudah dilaminasi akan jauh lebih kuat bahkan sama seperti kuat kayu dan dapat digunakan sebagai struktur utama.

Bambu dengan nama latin *Bambusoideae* merupakan tanaman dengan jenis rumput-rumputan mirip tanaman berkayu dari suku *Gramineae*. Bambu tumbuh relatif cepat dengan masa panen hanya membutuhkan waktu 3-5 tahun dan dapat dipanen terus menerus tanpa penanaman ulang [3]. Bambu petung dengan nama latin *Dendrocalamus asper* memiliki sifat mekanik seeperti yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kekuatan Bambu Petung [4]

No	Jenis Pengujian	Nilai (MPa)
1.	<i>Modulus of Rupture</i>	134.972
2.	Kuat Tekan Tegak Lurus Serat	24.185
3.	Kuat Tekan Sejajar Serat	49.206
4.	Kuat Geser	9.505
5.	Kuat Tarik Sejajar Serat	228
6.	Modulus Elastisitas Lentur	12888.477

Gigantochloa atter atau yang sering disebut bambu ater dengan batang berwarna hijau terang hingga hijau gelap serta berdiameter sekitar 5 – 10 cm, panjang ruas sekitar 40 – 50 cm dengan tinggi batang biasa mencapai 22 m. Bambu ater memiliki nilai rata-rata MoE sebesar 15375,026 MPa untuk kulit bambu berada dibawah (daerah tarik) sedangkan untuk kulit

bambu berada diatas (daerah tekan) memiliki nilai MoE sebesar 16256,181 MPa dan nilai kuat lentur rata-rata sebesar 111,473 MPa untuk kulit berada dibawah serta 118,204 MPa untuk kulit berada diatas [5].

Menurut [6], kadar air minimum untuk pengujian mekanik properties bambu yaitu 12%. Pengujian kadar air bambu dilakukan dengan menggunakan spesimen pengujian yang dikeringkan dengan oven pada temperatur $103 \pm 2^\circ\text{C}$ selama 24 jam. Sampel kemudian ditimbang kembali untuk mendapatkan berat kering bambu.

Kuat lentur atau lentur *Modulus of Rupture* (MOR) merupakan kekuatan untuk menahan gaya yang berusaha melengkungkan bambu atau menahan beban mati atau beban hidup sebagai beban pukulan, maka kondisi elastis akan terlewati dan menjadi kondisi plastis. Nilai modulus lentur dapat dihitung menggunakan [7] dengan rumus:

$$Fb = \frac{3 P L}{2 b h^2} \quad (1)$$

Dimana P merupakan beban maksimum (N), L adalah jarak bentang antar tumpuan (mm), b adalah lebar benda uji (mm), dan h adalah tinggi benda uji (mm).

Modulus elastisitas merupakan kekuatan lentur pada batas elastis suatu bahan. Sifat kelengkungan dapat dipergunakan menjadi indikator jumlah beban yang ditahan oleh luas penampang benda dan diikuti pembebanan panjang atau regangan (*strain*) benda tersebut.

$$\text{MoE} = \frac{P' L^3}{48 \delta I} \quad (2)$$

Dimana P' merupakan beban yang bekerja (N), L ialah jarak bentang antar tumpuan (mm), δ adalah defleksi (mm), dan I adalah momen inersia (mm⁴).

Laminasi menggunakan perekat PVAc tidak perlu dikempa panas, dalam penggunaan secara luas dapat menghasilkan kuat rekat yang baik. Perekat ini akan menghasilkan ikatan rekat yang cepat pada suhu kamar serta tidak memerlukan banyak biaya karena tidak memerlukan kempa panas. Lem presto DN didesain untuk kebutuhan perekatan antara kayu dengan kayu, kayu dengan HPL, kayu dengan MDF, veneer pada kayu dan sebagainya.

Penggunaan bambu petung dan bambu ater pada penelitian ini dipilih karena bambu petung memiliki dinding bambu yang tebal dan kuat, sedangkan bambu ater memiliki harga yang ekonomis dibandingkan bambu petung sehingga dapat menekan harga produksi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat lentur pada papan bambu laminasi kombinasi bambu petung dan bambu ater, pengaruh variasi susunan lapisan laminasi secara horizontal pada papan laminasi, dan pengaruh penambahan bambu petung terhadap papan laminasi bambu ater.

2. Metode

Penelitian ini merupakan eksperimental dengan menggunakan 3 variasi susunan papan laminasi yang terdiri dari 4 lapisan. Pembuatan benda uji di Rosse Bambu Yogyakarta dan pengujian kuat lentur menggunakan *Universal Testing Machine* di Laboratorium Struktur, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tidar. Pengujian ini mengacu [8] tentang standar pengujian kuat lentur pada papan berbasis kayu dengan ukuran papan laminasi 55 x 10 x 2 cm. Bilah bambu yang digunakan dalam pembuatan papan laminasi memiliki lebar 1 cm dan tebal 0,5 cm. Bahan utama yang digunakan yaitu bambu Petung dan bambu Ater yang diperoleh dari petani bambu di Seyegan, Yogyakarta. Bahan perekat yang digunakan yaitu lem PVAc merk Presto DN.

Tabel 2. Variasi Benda Uji

Variasi Benda Uji	Susunan Lapisan	Jumlah Sample
Variasi A	Ater-Ater-Ater-Ater	4
Variasi B	Petung-Ater-Petung-Ater	4
Variasi C	Petung-Petung-Ater-Ater	4

Pembuatan benda uji dilakukan dengan membelah bambu menjadi bilah dengan ukuran yang sesuai rencana dengan menambah ± 1 cm untuk mengantisipasi batang bambu yang tidak simetris. Pembelahan bambu menjadi bilah ini menggunakan alat pembelah bambu. Kemudian pengeringan secara alami yaitu dengan menjemur bilah di bawah sinar matahari untuk pengurangan kadar air. Tahap selanjutnya menghilangkan bagian ruas pada bilah bambu baik bagian dalam maupun luar agar

mempermudah saat proses *planer*. Permukaan bambu agar lurus sejajar dan halus, kemudian melakukan mengetam terlebih dahulu pada kedua permukaannya. Pengetaman dilakukan menggunakan *table planer* dengan ketebalan bilah sesuai rencana dengan menambah $\pm 0,1$ cm untuk mengantisipasi pada saat proses *finishing*.



Gambar 1. Proses Planer Bilah Bambu.

Memotong bilah bambu sesuai dengan ukuran rencana untuk memudahkan pada saat proses pengeleman dan pengeleman. Menyusun bilah sesuai dengan jumlah dan variasi bilah yang dibutuhkan secara vertikal agar setiap sisi bilah terlabur dengan lem, kemudian mengelem menggunakan lem presto DN.



Gambar 2. Proses Pengeleman Antar Bilah Bambu

Tahap selanjutnya, pengkleman menggunakan klem F dan klem kayu untuk merekatkan antar bilah bambu menjadi lapisan laminasi yang rata. Pengkleman ini

memakan waktu ± 12 jam untuk menghasilkan rekatan antar bilah yang kuat. Lapisan-lapisan laminasi ini selanjutnya disusun sesuai rencana, kemudian mengelem dengan melaburkan di kedua sisi lapisan laminasi dengan lem presto DN. Tahap selanjutnya yaitu pengkleman antar lapisan menggunakan plat baja dan klem F untuk meningkatkan daya rekat antar lapisan. Pengkleman ini membutuhkan waktu ± 4 jam untuk lem merekat dan agar lebih cepat kering, papan laminasi dapat menjemurnya dibawah sinar matahari.



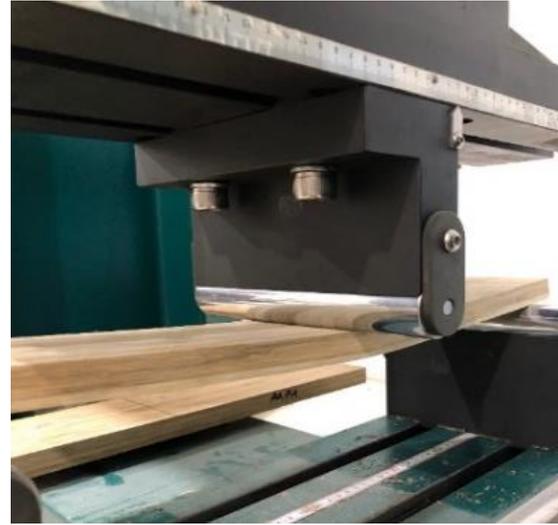
Gambar 3. Proses Pengkleman Antar Lapisan Laminasi

Tahap terakhir yaitu, *finishing* dengan meratakan setiap permukaan laminasi menggunakan *hand planer* untuk mendapatkan hasil permukaan laminasi yang rata dan rapi sesuai dengan ukuran rencana.

Pengujian kuat lentur ini menggunakan acuan [8] dengan ukuran spesimen benda uji yaitu jarak antar tumpuan benda uji yaitu $24 \times$ tebal benda uji (mm). Lebar benda uji yaitu $76 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$. Panjang benda uji = $24 \times$ tebal benda uji (mm) + 51 mm. Apabila $\Delta P/\Delta y$ hasilnya diantara 10 – 40% dari P_{max} maka menunjukkan hasil yang bagus. Ketentuan tersebut ditetapkan dimensi benda uji dibuat panjang 55 cm, lebar 10cm, ketebalan 2 cm. Jarak antar tumpuan yaitu 48 cm untuk pengujian kuat lentur.

Pada pengujian kuat lentur papan laminasi kombinasi bambu petung dan bambu ater diuji menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM). Jarak antar tumpuan sepanjang 48 cm dengan pemberian beban terpusat ditengah bentang. Tujuan dari pengujian ini yaitu untuk menentukan nilai *Modulus of Rupture* (MOR) dan *Modulus of Elasticity* (MOE). Pengujian kuat lentur dilakukan di Laboratorium Struktur

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tidar.



Gambar 4. Pengujian Kuat Lentur

3. Hasil

Pengukuran kadar air pada papan bambu laminasi menggunakan alat ukur kadar air (*moisture meter*), dalam pengujian ini dilakukan 3 kali tusukan pada setiap benda uji untuk mendapatkan rata-rata setiap variasi.

Tabel 3. Kadar Air

Benda Uji	Kadar Air			Kadar Air Rata-rata Per variasi (%)
	Tusukan 1 (%)	Tusukan 2 (%)	Tusukan 3 (%)	
A.1	13,50	13,20	13,70	12,58
A.2	12,20	11,90	11,70	
A.3	12,80	13,00	12,40	
A.4	11,90	12,10	12,50	
B.1	12,70	11,80	12,10	12,12
B.2	12,70	13,20	12,40	
B.3	11,50	12,30	12,30	
B.4	11,00	12,10	11,30	
C.1	12,70	12,80	12,50	11,85
C.2	11,60	12,00	12,40	
C.3	10,00	10,70	11,40	
C.4	11,50	12,30	12,30	

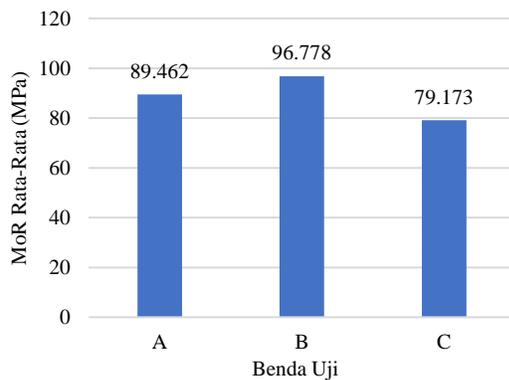
Berdasarkan hasil dari pengujian kadar air, papan laminasi memiliki nilai rata-rata yang memenuhi standar kadar air pada bambu lamina yaitu maksimal 14%.

Modulus of Rupture merupakan sifat mekanik yang menunjukkan kekuatan suatu bahan dalam menahan beban lawan yang bekerja. Hasil perhitungan *Modulus*

of Rupture (MOR) dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 5.

Tabel 4. *Modulus of Rupture*

Benda uji	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	MOR (MPa)	MOR Rata-rata (MPa)
A1	5447,5	480	100	21	88,939	89,462
A2	5979,04	480	101	22	88,064	
A3	5138,72	480	100	21	83,897	
A4	5386,06	480	100	20	96,949	
B1	6958,4	480	100	20	125,251	96,778
B2	5724,03	480	100	21	93,454	
B3	6182,6	480	104	21	97,058	
B4	4544,96	480	104	21	71,349	
C1	5697,14	480	102	22	83,089	79,173
C2	4859,13	480	102	21	77,777	
C3	5002	480	100	21	81,665	
C4	4678,62	480	103	21	74,161	



Gambar 5. Grafik *Modulus of Rupture*

Nilai MOR benda uji A dengan variasi susunan ater-ater-ater-ater diperoleh rata-rata sebesar 89,462 MPa, benda uji B dengan variasi susunan petung-ater-petung-ater diperoleh nilai rata-rata 96,778 MPa, dan benda uji C dengan variasi susunan petung-petung-ater-ater diperoleh nilai rata-rata 79,173 MPa. Hasil pengujian *Modulus of Rupture* rata-rata ketiga variasi benda uji menunjukkan nilai rata-rata MOR yang paling tinggi diperoleh benda uji B dengan variasi susunan petung-ater-petung-ater, sedangkan nilai rata-rata MOR paling rendah diperoleh benda uji C dengan variasi susunan petung-petung-ater-ater.

Tabel 5. Momen Inersia

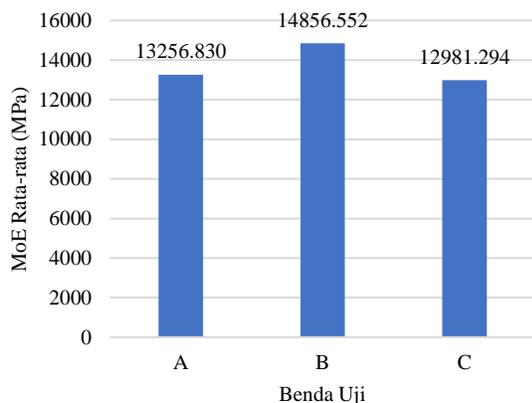
Benda uji	Panjang L (mm)	Lebar b (mm)	Tinggi h (mm)	Momen Inersia I (mm ⁴)
A1	480	102	22	90508
A2	480	102	21	78718
A3	480	100	21	77175
A4	480	103	21	79490
B1	480	100	21	77175
B2	480	101	22	89620
B3	480	100	21	77175
B4	480	100	20	66666
C1	480	100	20	66666
C2	480	100	21	77175
C3	480	104	21	80262
C4	480	104	21	80262

Berdasarkan hasil perhitungan Momen Inersia, selanjutnya menghitung besaran *Modulus of Elasticity*. Modulus elastisitas merupakan sifat mekanik yang menunjukkan tingkat elastisitas pada papan laminasi. Hasil perhitungan Momen Inersia untuk mencari besarnya nilai MOE dapat dilihat pada Tabel 6 dan Gambar 6.

Hasil perhitungan Momen Inersia dengan beban terpusat untuk mencari besarnya nilai *Modulus of Elasticity*.

Tabel 6. *Modulus of Elasticity*

Benda uji	P' (N)	L (mm)	δ (mm)	I (mm ⁴)	MOE (MPa)	MOE Rata-rata (MPa)
A1	3200	480	6,538	90508	12459,499	13256,830
A2	4250	480	7,78	78718,5	15988,768	
A3	3000	480	8,142	77175	11000,084	
A4	3054,54	480	6,52	79490,25	13578,970	
B1	3884,615	480	6,422	77175	18058,577	14856,552
B2	3500	480	7,85	89620,667	11462,324	
B3	4347,368	480	8,724	77175	14877,042	
B4	3000	480	6,899	66666,667	15028,265	
C1	3127,5	480	6,716	66666,67	16093,608	12981,294
C2	2800	480	7,598	77175	11001,821	
C3	3080,0	480	6,616	80262	13363,731	
C4	2800	480	7,01	80262	11466,015	



Gambar 6. Grafik *Modulus of Elasticity*

Hasil perhitungan *Modulus of Elasticity* (MOE) memiliki nilai yang berbeda untuk setiap variasi benda uji A, B dan C. Nilai MOE benda uji A dengan variasi susunan ater-ater-ater-ater diperoleh rata-rata sebesar 13256,830 MPa, benda uji B dengan variasi susunan petung-ater-petung-ater diperoleh nilai rata-rata 14856,552 MPa, dan benda uji C dengan variasi susunan petung-petung-ater-ater diperoleh nilai rata-rata 12981,294 MPa. Hasil pengujian *Modulus of Elasticity* rata-rata ketiga variasi benda uji 3 menunjukkan nilai rata-rata MOE yang paling tinggi diperoleh benda uji B dengan variasi susunan petung-

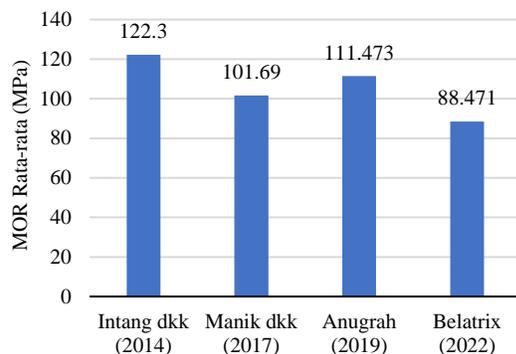
ater-petung-ater, sedangkan nilai rata-rata MOE paling rendah diperoleh benda uji C dengan variasi susunan petung-petung-ater-ater.

Berdasarkan hasil pengujian kuat lentur papan laminasi kombinasi bambu petung dan bambu ater untuk bentuk kegagalan disetiap variasi benda uji jenis kegagalan yang terjadi sama yaitu kegagalan lentur. Papan laminasi mengalami kegagalan lentur, pola kerusakannya berada di bagian tengah tepatnya di titik pusat pembebanan. Hal ini terjadi karena pada saat pengujian lentur momen terbesar terjadi di tengah bentang yang mengakibatkan kegagalan yang terjadi di titik yang sama.

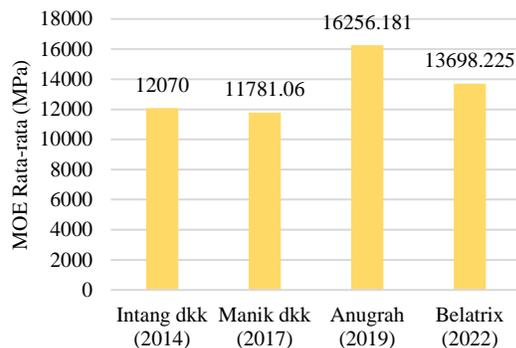


Gambar 7. Bentuk Kegagalan Benda Uji

Perbandingan nilai kuat lentur pada papan laminasi kombinasi bambu petung dan bambu ater dilakukan guna mengetahui perbedaan hasil kuat lentur dari penelitian lainnya. [9] tentang Sifat Mekanika Bambu Petung Laminasi. [10] tentang Pengaruh Susunan dan Ukuran Bilah Bambu Petung (*Dendrocalamus asper*) dan Bambu Apus (*Gigantochloa apus*) terhadap Kekuatan Tarik Kekuatan Tekan dan Kekuatan Lentur untuk Komponen Konstruksi Kapal. Penelitian [5] tentang Pengujian Sifat Fisis dan Mekanis Bilah Bambu Ater (*Gigantochloa atter* Kurz). Hal yang dibandingkan dari penelitian lain yaitu perbandingan nilai *Modulus of Rupture* (MOR) dan *Modulus of Elasticity* (MOE).



Gambar 8. Perbandingan Nilai Rata-rata MOR dengan Penelitian Sejenis



Gambar 9. Perbandingan Nilai Rata-rata MOE dengan Penelitian Sejenis

Berdasarkan gambar grafik diatas, terdapat perbedaan nilai rata-rata *Modulus of Rupture* (MOR) dan *Modulus of Elasticity* (MOE) dibandingkan dengan penelitian [9] terdapat perbedaan nilai rata-rata MOR dan MOE disebabkan oleh jenis bambu yang digunakan hanya terdiri dari satu jenis yaitu bambu petung, perekat yang digunakan yaitu *urea formaldehyde-UA 181* yang diproduksi dari PT. PAI Probolinggo, dan benda uji pada penelitian ini

berbentuk balok, serta susunan bilah terdiri dari susunan arah radial dan susunan arah tangensial. Perbandingan nilai rata-rata MOR dan MOE pada penelitian [10] disebabkan oleh jenis bambu yang digunakan yaitu bambu petung dan bambu apus, susunan bilah yang dibuat seperti susunan bata, tebal bilah yang digunakan 7 mm, matriks lem *polyvinyl astat* serta benda uji berbentuk balok. Pada penelitian ini menggunakan variasi bambu petung dan bambu ater dengan tebal bilah 5 mm, dengan susunan bilah horizontal dan benda uji yang berbentuk papan. Pada penelitian [5] yang disebabkan oleh perbedaan bahan yang digunakan yaitu bambu ater dan bagian bambu yang diuji merupakan bambu untuk kulit berada di bawah serta bambu ini tidak dilaminasi, hanya dibuat bilah rata dengan dimensi 30 cm x 2 cm x 2 cm. Kesimpulan yang dapat diambil yaitu, nilai kuat lentur pada balok atau papan laminasi dapat dipengaruhi oleh jenis bambu yang digunakan, susunan bilah laminasi, jenis perekat yang digunakan, jumlah perekat terlabur, variasi tebal bilah, serta penyusunan setiap lapisan laminasi.

4. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, perhitungan, dan analisis serta pembahasan maka didapat kesimpulan bahwa: (1) Hasil pengujian sifat mekanik lentur pada papan laminasi kombinasi bambu petung dan bambu ater didapat nilai rata-rata *Modulus of Rupture* (MOR) variasi A dengan susunan ater-ater-ater-ater sebesar 89,462 MPa, variasi B dengan susunan petung-ater-petung-ater sebesar 96,778 MPa, dan variasi C dengan susunan petung-petung-ater-ater sebesar 79,173 MPa. Hasil perhitungan didapat nilai rata-rata *Modulus of Elasticity* (MOE) variasi A sebesar 13256,830 MPa, variasi B sebesar 14856,552 MPa, dan variasi C sebesar 12981,294 MPa. Variasi benda uji B memiliki nilai rata-rata MOR dan MOE yang paling tinggi dibandingkan variasi A dan C; (2) Pada susunan variasi B bambu petung berfungsi sebagai perkuatan bambu ater terhadap nilai MOR dan MOE yang disusun secara selang-seling. Sedangkan pada variasi C ada potensi ketidakseimbangan kekuatan antara bambu petung dan bambu ater dalam penerimaan beban sehingga nilai MOR dan MOE yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan variasi A dan B; (3) Berdasarkan analisis anova, variasi B terhadap variasi A tidak memberikan perbedaan yang signifikan terhadap nilai MOR dan MOE. Sebaliknya, variasi C terhadap variasi A memberikan perbedaan yang

signifikan terhadap nilai MOR dan tidak signifikan terhadap nilai MOE. Hal ini dikarenakan tidak ada penambahan atau pengurangan baik bambu petung maupun bambu ater.

Daftar Rujukan

- [1] World Resources Institute Indonesia (2021), *Pantau Jejak Penebangan Hutan Ilegal*. <https://wri-indonesia.org/id/blog-tags/10051>
- [2] Putri R, R. (2012). *Keberterimaan Masyarakat Terhadap Inovasi Teknologi Bambu Laminasi sebagai Alternatif Pengganti Kayu Konstruksi*. Jurnal Sosek Pekerjaan Umum, 12-22.
- [3] Asmah, A. E., Daitey, S. T., & Steiner, R. (2016). *Locally Produced Laminated bamboo Lumber: A Potential Substitute for Traditional Wood Carving in Ghana*. European Journal of Research and Reflection in Arts and Humanities Vol 4 No.1 ISSN 2056-5887.
- [4] Irawati, I. S., & Saputra, A. (2012, Januari 30). *Analisis Statistik Sifat Mekanika Bambu Petung*. Simposium Nasional Rekayasa dan Budidaya Bambu I, Rekayasa Bambu sebagai Solusi Pelestarian Lingkungan ISBN: 978-602-95687-6-9.
- [5] Anugrah, F. N. (2019). *Pengujian Sifat Fisis dan Mekanis Bilah Bambu Ater (Gigantochloa atter Kurz)*. Skripsi Institut Pertanian Bogor.
- [6] ISO 22157 (2019). Bamboo structures Determination of physical and mechanical properties of bamboo culms — Test methods. International Standard.
- [7] Standar Nasional Indonesia. (1995). Nomor 03-3959-1995. Metode pengujian kuat lentur kayu di laboratorium. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional Indonesia .
- [8] American Society for Testing and Materials, (1994). Standard Methods for Testing Small Clear Specimens of Timber, ASTM D 143 – 94. West Conshohocken, Pennsylvania, United State of America.
- [9] Intang, dkk. (2014). Sifat Mekanika Bambu Petung Laminasi. *Dinamika Rekayasa*, Vol 10, No.1 ISSN 1858-3075.
- [10] Manik, dkk. (2017). Pengaruh Susunan dan Ukuran Bilah Bambu Petung (*Dendrocalamus asper*) dan Bambu Apus (*Gigantochloa apus*) terhadap Kekuatan Tarik, Kekuatan Tekan dan Kekuatan Lentur untuk Komponen Konstruksi Kapal. *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan*, Vol. 14, No.3, 94-101.