



Pengaruh Suhu Kempa Terhadap Kualitas Balok Laminasi Kombinasi Bambu Petung Dengan Bambu Apus Untuk Komponen Kapal

Parlindungan Manik^{1*)}, Sarjito Joko Sisworo¹⁾, Guntur Sadewo¹⁾

¹⁾Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

Abstrak

Penggunaan kayu untuk industri terus mengalami peningkatan baik untuk pemakai structural maupun non structural. Permintaan akan kayu tersebut tidak dapat terpenuhi akibat kurangnya kualitas kayu yang baik. Disisi lain pemanfaatan bambu selama ini belum optimal walapun hasil beberapa penelitian menunjukkan bahwa bamboo memiliki kekuatan dan keunggulan dibandingkan dengan material bangunan lainnya. Maka dilakukan penelitian tentang laminasi bambu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kadar air, kerapatan, kuat Tarik, MOR, modulus elastisitas dari laminasi bambu petung kombinasi bambu apus akibat pengaruh suhu kempa (80°C, 100°C, 120°C, 130°C, 140°C). Dalam penelitian ini dibuat balok laminasi bambu petung kombinasi bambu apus untuk uji kuat tarik mengacu pada standar SNI 03-3399-1994 dan uji kuat lentur mengacu pada standar SNI 03- 3960- 1995. Hasil penelitian untuk untuk pengujian Tarik memiliki kadar air rata-rata 11.81 %, berat jenis terbesar 0.7294 g/cm³ untuk suhu kempa 140°C, kekuatan tarik rata-rata sebesar 97.84 Mpa untuk suhu kempa 120°C. untuk laminasi bambu untuk pengujian lentur memiliki nilai kadar air rata – rata sebesar 11.58%, berat jenis sebesar 0.7219 g/cm³ untuk suhu kempa 140°C, modulus of repture sebesar 101.59 Mpa untuk suhu kempa 140°C , modulus elastisitas 9171 Mpa untuk suhu kempa 140°C.

Copyright © 2017, **KAPAL**, 1829-8370(p), 2301-9069(e)

Kata Kunci : laminasi, bambu apus, bambu petung, suhu kempa, kuat tarik, kuat lentur.

1. PENDAHULUAN

Melihat kondisi dimasa sekarang ini, bahwa untuk mendapatkan kayu mutu tinggi semakin sulit, terlebih untuk mendapatkan mutu kayu dengan kualitas yang baik akan menghabiskan biaya yang besar, maka salah satu cara adalah dengan teknik laminasi. Bila jenis bambu petung dan bambu lainnya dimanfaatkan sebagai balok laminasi, maka diharapkan dapat menghemat penggunaan kayu kualitas tinggi dan biaya yang dikeluarkan lebih murah.

Keadaan ini ditunjang oleh kenyataan bahwa Indonesia kaya akan jenis bambu yang berpotensi ekonomi baik secara lingkup local, nasional

maupun internasional. Potensi bambu di Indonesia meliputi lebih dari 143 jenis bambu dan 9 jenis diantaranya merupakan bambu yang hidup endemik di Jawa [1].

Dari berbagai pengujian bahan di laboratorium, diketahui bahwa bambu mempunyai kekuatan tarik sangat tinggi, mendekati kuat tarik baja struktural. Selain itu bambu berbentuk pipa, sehingga momen lembamnya besar, tetapi ringan. Dengan adanya ruas-ruas maka bahaya tekuk lokal cukup rendah dan sifat bambu yang ringan dan lentur [2].

Balok laminasi atau dikenal dengan sebagai glulam (*glued-laminated timber*) merupakan salah satu produk kayu rekayasa tertua. Balok laminasi terbuat dari dua atau lebih kayu gergajian yang direkat dengan arah sejajar satu sama lain, berbentuk lurus atau lengkung terdiri peruntukanya

*) Penulis Korespondensi :
Email : parlin1974@yahoo.com.

[3]. Pada dasarnya balok laminasi adalah produk yang dihasilkan dengan menyusun sejumlah papan atau lamina diatas satu dengan yang lainnya dan merekatkannya sehingga membentuk penampang balok yang diinginkan [4].

Berdasarkan posisi pembebanan, balok laminasi dibedakan menjadi balok laminasi horizontal dan vertical. Sedangkan berdasarkan penampangnya balok laminasi dibagi menjadi balok I, balok T, balok I ganda, balok pipa/kotak dan *stressed-skin panel*. Bentuk-bentuk balok laminasi terdiri atas balok laminasi lurus dan lengkung yang masing-masing memiliki banyak variasi.

Penelitian terdahulu mengenai laminasi bambu petung telah dilakukan dengan cara mengkombinasikan bambu tersebut dengan kayu keruing [7], kayu meranti [8] dan kayu kelapa (glugu) [9]. Selain bambu, penelitian mengenai kekuatan sambungan laminasi kayu pada kapal tradisional laban juga telah dilakukan [10].

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kadar air, kerapatan, kuat Tarik, *MOR*, *modulus elastisitas* dari laminasi bambu petung kombinasi bambu apus akibat pengaruh suhu kempa sebagai bentuk inovasi untuk mengganti bahan baku kayu yang selama ini digunakan pada kapal kayu.

2. METODE

Penelitian ini difokuskan untuk mencari nilai kekuatan lentur dan kekuatan Tarik dari paduan bambu petung dan bambu apus setelah proses laminasi diuji.

1. Parameter Tetap

➤ Balok Laminasi

Balok laminasi glulam yang terdiri dari bambu apus dan bambu petung yang direkatkan menggunakan perekat *Phenol Formaldehyde*.

➤ Dimensi ukuran menurut SNI 03- 3960- 1995 tentang pengujian lentur bambu di laboratorium. Pengujian ini menggunakan SNI 03- 3960- 1995 mengenai : Metode Pengujian Modulus Elastisitas Lentur Bambu di Laboratorium. Dalam pengujian ini menggunakan prosedur pembebanan tegak lurus dengan garis rekatan dengan pembebanan terpusat. Dengan ukuran benda uji 50 x 50 x 460 mm. [5]

➤ Dimensi ukuran menurut SNI 03-3399-1994 tentang pengujian tarik bambu di laboratorium. Pengujian ini menggunakan standar SNI 03-3399-1994 mengenai : Metode Pengujian Kuat Tarik Bambu di Laboratorium. [6]

2. Parameter Perubahan

Parameter perubahan ditentukan akibat perlakuan suhu kempa pada balok laminasi sebesar 80°C, 100°C, 120°C, dan 140°C.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kadar Air

Kadar air dari bambu petung dan bambu apus mempunyai pengaruh signifikan terhadap sifat fisik dan mekanik. Kadar air berpengaruh pada bambu laminasi. Menggunakan standarisasi ISO 22157-I-2004 dengan benda uji t x 25 x 25 mm^[6]. Kadar air yang baik 12 %. Kadar air bambu dapat dihitung dengan menggunakan persamaan dibawah ini.

$$M_c = \frac{m - m_o}{m_o} \times 100 \%$$

Dengan M_c : kadar air (%); m : massa benda uji sebelum kering oven (gram); m_o : massa benda uji setelah kering oven (gram).

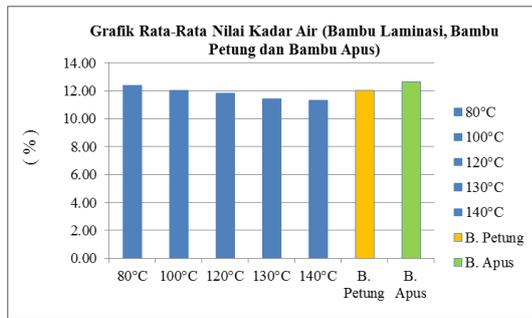


Gambar 1. Proses Pengeringan Laminasi Bambu Menggunakan Oven

3.2. Kadar Air Spesimen Pengujian Tarik

Hasil perhitungan kadar air bambu laminasi rata – rata berkisar dari 11.33 % - 12.40 % seperti terlihat pada gambar 4.1 Kadar air rata-rata laminasi bambu terendah pada suhu kempa 140°C dan tertinggi pada suhu kempa 80°C dengan lama waktu kempa 15 menit. Tetapi kadar air laminasi yang dikempa pada suhu 140°C, relative tidak jauh berbeda dengan kadar air laminasi yang dikempa pada suhu 130°C.

Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu yang digunakan, kadar air laminasi semakin berkurang, tetapi pengurangannya tidak efektif lagi jika telah mencapai titik tertentu.



Gambar 2. Nilai rata – rata Kadar Air Pengujian Tarik

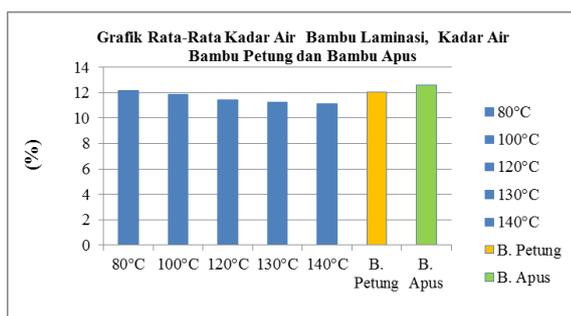
Nilai kadar air untuk bambu petung kering oven sebesar 12.05 %. Nilai kadar apus kering oven sebesar 12.63 %.

Tabel 1. Nilai Kadar Air Laminasi Bambu

Ukuran Lamina (460 x 25 x 25 mm)						
No	Kode Uji	Berat Awal (gr)	berat akhir (gr)	volume (cm ³)	Kadar Air (%)	berat jenis
1		150.30	133.38	188.93	12.69%	0.7060
2		149.94	134.05	188.21	11.85%	0.7122
3	Suhu 80 °C	148.97	131.90	187.32	12.94%	0.7041
4		146.29	130.34	188.09	12.24%	0.6930
5		147.20	131.10	187.02	12.28%	0.7010
	Rata-Rata	148.54	132.15	187.91	12.40%	0.7033
6		150.39	134.45	189.02	11.86%	0.7113
7		150.98	134.59	188.01	12.18%	0.7159
8	Suhu 100 °C	151.43	134.48	189.04	12.60%	0.7114
9		150.39	134.74	189.10	11.61%	0.7125
10		150.29	134.30	187.03	11.91%	0.7181
	Rata-Rata	150.70	134.51	188.44	12.03%	0.7138
11		151.79	135.26	184.90	12.22%	0.7315
12		152.98	136.44	186.02	12.12%	0.7335
13	Suhu 120 °C	150.02	134.56	184.39	11.49%	0.7298
14		149.17	134.46	185.32	10.94%	0.7256
15		149.92	133.36	185.56	12.42%	0.7187
	Rata-Rata	150.78	134.82	185.24	11.84%	0.7278
16		149.30	134.62	187.02	10.90%	0.7198
17		148.94	133.98	188.03	11.17%	0.7125
18	Suhu 130 °C	149.97	134.44	187.10	11.55%	0.7185
19		149.29	133.02	188.02	12.23%	0.7075
20		149.20	134.00	187.03	11.34%	0.7165
	Rata-Rata	149.34	134.01	187.44	11.44%	0.7150
21		150.01	134.80	186.00	11.28%	0.7247
22		150.48	134.72	185.12	11.70%	0.7277
23	Suhu 140 °C	149.97	134.94	186.32	11.14%	0.7242
24		152.29	136.98	187.00	11.18%	0.7325
25		152.20	136.70	185.32	11.34%	0.7376
	Rata-Rata	150.99	135.63	185.95	11.33%	0.7294

3.3. Kadar Air Spesimen Pengujian Lentur

Hasil perhitungan kadar air bambu laminasi rata – rata berkisar dari 11.12 % - 12.19 %. Kadar air rata-rata laminasi bambu terendah pada suhu kempa 140°C sebesar 11.12 % dan tertinggi pada suhu kempa 80°C sebesar 12.19 % dengan lama waktu kempa 15 menit.



Gambar 3. Nilai rata – rata Kadar Air Pengujian Lentur

Hasil pada gambar 3 menunjukkan bahwa tingginya suhu berpengaruh nyata terhadap kadar air laminasi. Laminasi dengan suhu pengempaan 80°C jauh berbeda nyata dengan laminasi suhu kempa 100°C, 120°C, 130°C, dan 140°C. Laminasi dengan suhu kempa 130°C tidak jauh berbeda dengan suhu 140°C. Hal ini mengindikasikan bahwa peningkatan suhu lebih efektif mengeluarkan uap air yang terdapat pada partikel selama proses pengempaan.

Tabel 2. Nilai Kadar Air Laminasi Bambu

Ukuran Lamina (760 x 50 x 50 mm)						
No	Kode Uji	Berat Awal (gr)	berat akhir (gr)	Volume (cm ³)	Kadar Air (%)	Berat Jenis
1		1280.94	1140.44	1699.21	12.32%	0.6712
2		1290.90	1149.58	1670.32	12.29%	0.6882
3	Suhu 80 °C	1289.21	1148.44	1650.89	12.26%	0.6956
4		1309.08	1164.28	1690.32	12.44%	0.6888
5		1289.90	1155.58	1699.21	11.62%	0.6801
	Rata-Rata	1292.01	1151.66	1681.99	12.19%	0.6848
6		1279.32	1143.58	1690.37	11.87%	0.6765
7		1318.94	1174.92	1629.21	12.26%	0.7212
8	Suhu 100 °C	1279.12	1140.37	1699.56	12.17%	0.6710
9		1279.12	1141.61	1630.22	12.05%	0.7003
10		1299.94	1170.98	1630.09	11.01%	0.7184
	Rata-Rata	1291.29	1154.29	1655.89	11.87%	0.6975
11		1297.79	1160.11	1604.11	11.87%	0.7232
12		1290.17	1153.41	1610.71	11.86%	0.7161
13	Suhu 120 °C	1287.44	1152.32	1601.11	11.73%	0.7197
14		1290.90	1164.28	1610.89	10.88%	0.7228
15		1279.12	1154.02	1600.87	10.84%	0.7209
	Rata-Rata	1289.08	1156.83	1605.538	11.43%	0.7205
16		1299.94	1170.88	1618.21	11.02%	0.7236
17		1279.15	1140.44	1608.89	12.16%	0.7088
18	Suhu 130 °C	1279.22	1149.27	1634.11	11.31%	0.7033
19		1289.21	1165.35	1607.56	10.63%	0.7249
20		1279.38	1150.58	1594.11	11.19%	0.7218
	Rata-Rata	1285.38	1155.30	1612.576	11.26%	0.7165
21		1309.29	1175.55	1630.09	11.38%	0.7212
22		1279.21	1150.89	1581.11	11.15%	0.7279
23	Suhu 140 °C	1274.90	1149.27	1600.89	10.93%	0.7179
24		1293.89	1165.35	1600.11	11.03%	0.7283
25		1279.12	1149.50	1609.87	11.28%	0.7140
	Rata-Rata	1287.28	1158.11	1604.414	11.15%	0.7219

3.4. Berat Jenis

Pada Biro Klasifikasi Indonesia kapal kayu menetapkan standar kelas kapal kayu 0.60 – 0.90 masuk dalam kelas kuat II.

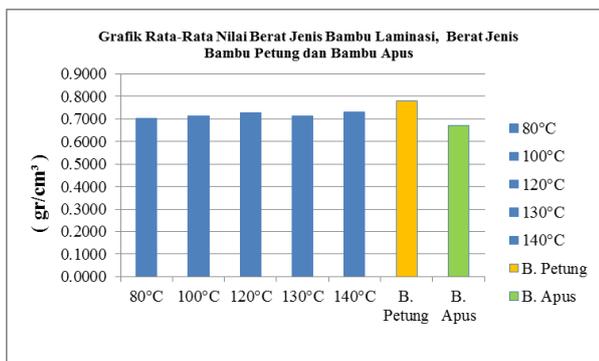
Untuk kerapatan kayu antara 0.55 – 0.72 gr/cm³, digolongkan kedalam kayu berat. Kerapatan Bamboo petung 0.78, bambu petung 0.67 menggunakan perekat phenol pormaldyde.



Gambar 4. Proses Menghitung Berat Laminasi Bambu Menggunakan Timbangan

3.5. Berat Jenis Spesimen Pengujian Tarik

Hasil berat jenis laminasi bambu pada table 4.1 memiliki rata – rata yang diperoleh berkisar dari 0.7033 gr/cm³ - 0.7294 gr/cm³ seperti terlihat pada table 4.1. Nilai berat jenis terendah pada laminasi bambu dengan suhu kempa 80°C sebesar 0.7033 gr/cm³ dan tertinggi dengan suhu kempa 140°C sebesar 0.7294 gr/cm³.

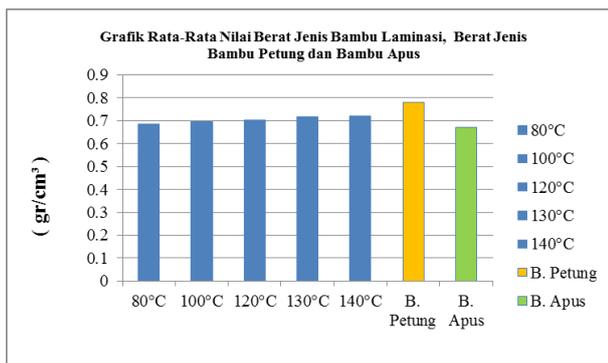


Gambar 5. Nilai rata – rata Berat Jenis Spesimen Pengujian

Pengaruh pengempaan berpengaruh nyata pada terhadap berat jenis laminasi, dimana berat jenis laminasi yang dikempa pada suhu 100°C, 120°C, 130°C dan 140°C tidak jauh berbeda, tetapi berbeda nyata dengan laminasi yang dikempa pada suhu 80°C. Hal ini mengindikasikan bahwa suhu yang dibutuhkan oleh perekat phenol formaldehyde untuk dapat bereaksi dengan baik pada suhu sekitar 120°C, penambahan suhu pada diatas sudah tidak efektif lagi. Ini sesuai dengan penelitian untuk perekatan panas 115 - 150°C.

3.6. Berat Jenis Spesimen Pengujian Lentur

Hasil berat jenis laminasi bambu pada grafik 4.2 memiliki rata – rata yang diperoleh berkisar dari 0.6848 gr/cm³ - 0.7249 gr/cm³ seperti terlihat pada gambar 4.4. nilai berat jenis terendah pada laminasi bambu dengan suhu kempa 80°C dan tertinggi dengan suhu kempa 140°C.



Gambar 6. Nilai rata – rata Berat Jenis Spesimen Pengujian

Pengaruh pengempaan berpengaruh nyata pada terhadap berat jenis laminasi, dimana berat jenis laminasi yang dikempa pada suhu 100°C, 120°C, 130°C dan 140°C tidak jauh berbeda, tetapi berbeda nyata dengan laminasi yang dikempa pada suhu 80°C. Hal ini mengindikasikan bahwa suhu yang dibutuhkan oleh perekat Phenol formaldehyde untuk dapat bereaksi dengan baik pada suhu sekitar 120°C, Penambahan suhu pada diatas sudah tidak efektif lagi. Ini sesuai dengan penelitian untuk perekatan panas 115 - 150°C.

3.7. Pengujian Tarik

Pengujian Tarik adalah pengujian yang dilakukan dengan menggunakan alat uji tarik "Universal Testing Machine". Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai kuat Tarik.

Tabel 3. Nilai Kuat Tarik Laminasi Bambu

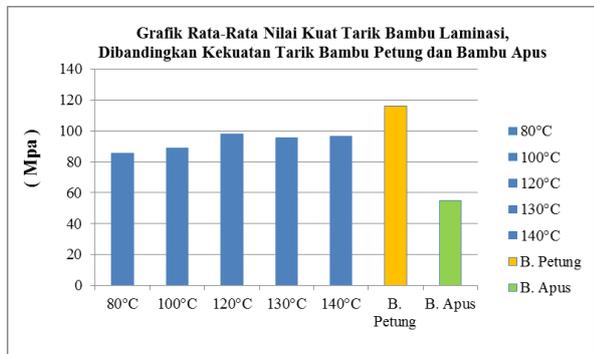
Variasi Laminasi	Spesimen	P max (N)	σ	σ	Δl	ϵ	ϵ Rata - rata
			max (Mpa)	Rata - rata (Mpa)	(mm)		
Suhu 80 C	1	21407.54	85.63		3.0	0.0065	
	2	21101.39	84.41		3.0	0.0065	
	3	20958.57	83.83	85.45	3.0	0.0065	0.0067
	4	21591.20	86.36		3.0	0.0065	
	5	21754.46	87.02		3.5	0.0076	
Suhu 100 C	1	22547.15	90.19		3.0	0.0065	
	2	22913.45	91.65		2.5	0.0054	
	3	22064.28	88.26	88.85	3.5	0.0076	0.0065
	4	22193.56	88.77		3.0	0.0065	
	5	21344.39	85.38		3.0	0.0065	
Suhu 120 C	1	24787.43	99.15		2.5	0.0054	
	2	24240.18	96.96		3.0	0.0065	
	3	24621.77	98.49	97.84	3.0	0.0065	0.0061
	4	24435.30	97.74		2.5	0.0054	
	5	24215.31	96.86		3.0	0.0065	
Suhu 130 C	1	23829.27	95.32		2.5	0.0054	
	2	23799.51	95.20		2.5	0.0054	
	3	23851.75	95.41	95.40	2.8	0.0061	0.0056
	4	23820.59	95.28		2.5	0.0054	
	5	23952.83	95.81		2.5	0.0054	
Suhu 140 C	1	24516.97	98.07		2.5	0.0054	
	2	24561.10	98.24		2.6	0.0057	
	3	23105.38	92.42	96.63	2.0	0.0043	0.0050
	4	24910.00	99.64		2.3	0.0050	
	5	23688.59	94.75		2.0	0.0043	

dimana Δl adalah pertambahan panjang (mm), ϵ adalah Elongation / Regangan, P_{max} adalah besar gaya pengujian (N) dan σ_{max} adalah tegangan tarik maksimum (Mpa).

Nilai kekuatan Tarik laminasi rata - rata yang dihasilkan berkisar dari 85.45 Mpa – 97.84 Mpa. Nilai kekuatan Tarik laminasi tertinggi pada suhu kempa 120°C sebesar 85.45 Mpa dan terendah pada laminasi dengan suhu kempa 80°C sebesar 97.84 Mpa.

Hasil analisa memperlihatkan bahwa tingginya suhu berpengaruh nyata terhadap kekuatan Tarik laminasi bambu. Pada laminasi yang dikempa pada suhu 120°C dan 140°C tidak

berbeda nyata, hal ini terjadi karena laminasi yang dihasilkan pada pengempaan 120°C, 130°C, 140°C perekat yang digunakan sudah mencapai suhu yang dibutuhkan agar perekat menempel secara sempurna. Dari penelitian yang dilakukan kekuatan Tarik bambu petung kering oven sebesar 116 Mpa dan bambu apus 55 Mpa.



Gambar 7. Nilai rata – rata Kuat Tarik Spesimen Pengujian Tarik

3.8. Pengujian Lentur

Pada data hasil pengujian tekuk diambil dari sample hasil yang menunjukkan besarnya harga gaya beban max saat menekuk. Pengujian tekuk tersebut didapatkan harga gaya beban (P_{beban}) dan tegangan lentur max (σ_{max}). dari tiap variable pengujian terdapat nilai terdapat lima sample specimen yang masing – masing sample berbeda – beda suhu kempanya.

Tabel 4. Nilai Kuat Lentur Laminasi Bambu

Variasi Laminasi	Spesimen	P max (N)	MOE (Mpa)	MOE Rata -rata (Mpa)	MOR (Mpa)	MOR Rata -rata (Mpa)
80 °C	1	12441.3	8224.4	8327.3	89.6	90.82
	2	12432.8	8150.2		89.5	
	3	12840.6	8488.3		92.5	
	4	12831.1	8514.6		92.4	
	5	12522.2	8258.9		90.2	
100 °C	1	12940.6	8667.2	8867.2	93.2	96.08
	2	13317.6	8703.8		95.9	
	3	13506.0	8907.8		97.2	
	4	12988.8	8699.5		93.5	
	5	13971.9	9357.9		100.6	
120 °C	1	14225.0	9639.5	9476.1	102.4	100.39
	2	13718.9	9174.2		98.8	
	3	13957.2	9435.9		100.5	
	4	13983.7	9720.0		100.7	
	5	13833.2	9410.9		99.6	
130 °C	1	13825.0	9049.1	9438.6	99.5	100.27
	2	13718.9	9103.8		98.8	
	3	13958.2	9663.4		100.5	
	4	14293.7	10032.3		102.9	
	5	13833.2	9344.7		99.6	
140 °C	1	14438.8	9323.7	9517.9	104.0	101.59
	2	14039.3	9536.1		101.1	
	3	14374.6	9951.6		103.5	
	4	13831.4	9178.4		99.6	
	5	13866.4	9599.8		99.8	

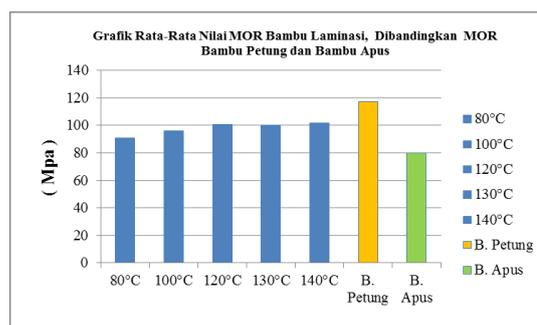
Dimana MOE adalah Modulus Elastisitas (Mpa), MOR adalah Modulus Of Repture (Mpa). P_{max}

adalah besar gaya pengujian (N) σ_{max} adalah tegangan tarik max (Mpa)

3.9. Nilai Keteguhan Patah (MOR)

Nilai keteguhan patah laminasi bambu yang dihasilkan berkisar dari 90.82 Mpa – 101.59 Mpa. Nilai keteguhan patah laminasi bambu tertinggi pada suhu kempa 140°C sebesar 101.59 Mpa dan terendah pada laminasi bambu pada suhu kempa 80°C sebesar 90.82 Mpa. faktor suhu kempa sangat berpengaruh terhadap keteguhan patah laminasi bambu. Dimana laminasi bambu dengan suhu kempa 80°C berbeda dengan lainnya. Sementara laminasi yang dikempa pada suhu 120°C dan 140°C tidak berbeda. Hal ini terjadi karena suhu yang dibutuhkan untuk mengerasakan perekat sudah tercapai sehingga menghasi kekuatan rekat yang baik.

Pengujian dilakukan setelah kering udara 10 % - 20 % memiliki kekuatan lentur untuk bambu petung sebesar 117 Mpa, sedangkan bambu apus memiliki rata – rata kuat lentur sebesar 80 Mpa.

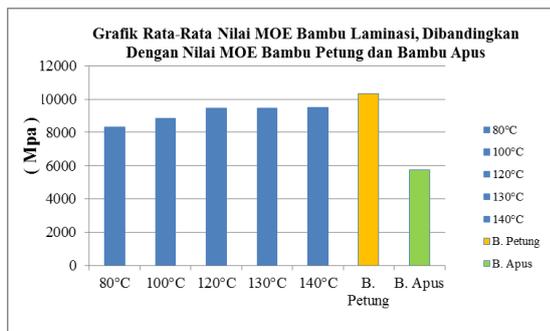


Gambar 8. Nilai rata – rata MOR

3.10. Nilai Keteguhan Modulus Elastisitas (MOE)

Nilai Modulus Elastisitas laminasi bambu yang dihasilkan berkisar dari 8327.3 Mpa – 9517.9 Mpa. Nilai keteguhan patah laminasi bambu tertinggi pada suhu kempa 140°C sebesar 9517.9 Mpa dan terendah pada laminasi bambu pada suhu kempa 80°C sebesar 8327.3 Mpa. Faktor pengaruh suhu kempa sangat berpengaruh terhadap keteguhan patah laminasi bambu. Dimana laminasi bambu dengan suhu kempa 80°C berbeda dengan lainnya. Sementara laminasi yang dikempa pada suhu 120°C dan 140°C tidak berbeda. Hal ini terjadi karena suhu yang dibutuhkan untuk mengerasakan perekat sudah tercapai sehingga menghasi kekuatan rekat yang baik.

Pengujian dilakukan setelah kering udara 10 % - 20 % memiliki kekuatan lentur untuk bambu petung sebesar 10329 Mpa, sedangkan bambu apus memiliki rata – rata kuat lentur sebesar 5751 Mpa.



Gambar 9. Nilai rata – rata MOE

3.11. Perbandingan Hasil Pengujian Dengan Syarat Bahan Kapal Kayu Dari Biro Klasifikasi Indonesia (BKI)

Berdasarkan kuat kelas kapal kayu menurut peraturan Biro Klasifikasi Indonesia 1996 didapatkan persyaratan sebagai berikut:

Tabel 5 Nilai Kuat Kelas Kapal Kayu

Kelas Kuat	Berat Jenis	Kukuh Lentur	Kukuh Tekan
	Kering Udara	Mutlak dalam Kg/cm ²	Mutlak
I	≥ 0,90	≥ 1100	≥ 650
II	0,90 - 0,60	1100 - 725	650 - 450
III	0,60 - 0,40	725 - 500	425 - 300
IV	0,40 - 0,30	500 - 360	300 - 215
V	≤ 0,30	≤ 360	≤ 215

*Biro Klasifikasi Indonesia 1996

Untuk membuat komponen – komponen pada kapal kayu secara umum dapat menggunakan kayu seperti kayu Rengas. Kayu Rengas menurut Biro Klasifikasi Indonesia 1996 masuk dalam Kelas Kuat II dan Kelas Awet II. Kayu Rengas sering digunakan untuk membuat komponen kapal seperti gading, galar, kulit, papan geladak, balok geladak.

Berdasarkan hasil pengujian nilai berat jenis laminasi bambu yang dihasilkan untuk pengujian tarik berkisar antara 0.7033 – 0.7294. Sedangkan nilai berat jenis laminasi bambu untuk pengujian lentur berkisar antara 0.6848 – 0.7219. Berdasarkan peraturan Biro Klasifikasi Indonesia Vol. VI tentang kapal kayu laminasi bambu petung dengan bambu apus masuk dalam kriteria Kelas Kuat II.

Nilai Modulus Of Repture laminasi bambu petung dengan bambu apus akibat perlakuan suhu kempa yang dihasilkan antara 90.82 Mpa – 101.59 Mpa atau dikonversikan sesuai satuan kg/cm² menjadi 867.37 kg/cm² - 1066.83 kg/cm². Dalam table 4.5 tentang kelas kuat kayu nilai Modulus Of

Repture laminasi bambu petung dengan bambu apus akibat pengaruh suhu kempa masuk kedalam Kelas Kuat II. Menurut peraturan Biro Klasifikasi Indonesia tentang klasifikasi dan konstruksi kapal kayu, bahwa kapal kayu dapat menggunakan kayu yang mempunyai kerapatan yang lebih rendah atau lebih tinggi tetapi diikuti dengan penambahan atau pengurangan dimensi sampai 30 %.

Dari hasil pengujian untuk balok laminasi bambu petung dengan bambu apus akibat pengaruh suhu kempa dapat direkomendasikan untuk dipakai dalam komponen kapal untuk penganti kayu, hal ini mengacu pada table jenis – jenis kayu yang dapat dipakai untuk pembuatan kapal sesuai dengan peraturan Biro Klasifikasi Indonesia Vol. VI tahun 1996.

Tabel 7. Rekomendasi Laminasi Bambu Untuk Komponen Menurut Biro Klasifikasi Indonesia Kapal Kayu 1996

Pemakaian	Kelas		Berat Jenis
	Awet	Kuat	
Gading	–	✓	✓
Galar	✓	✓	✓
Geladak	–	✓	✓
Kulit	–	✓	✓
Tiang Layar	✓	✓	✓
Rangka - rangka	–	✓	✓
sentra	–	✓	–
Lunas	–	–	–
Balok Geladak	–	✓	✓
Papan Geladak	–	✓	✓
Linggi	–	✓	✓
Dudukan Mesin	–	–	–
Pondasi Mesin	–	✓	–
Rumah Geladak	–	✓	✓
Konstruksi Diatas Garis Air	✓	✓	✓
Bantalan Poros Baling - Baling	–	–	–
Balok Konstruksi Diatas Garis Air	✓	✓	✓
Papan	✓	✓	✓

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisa dari penelitian ini, yang mengacu kepada hasil eksperimen dengan hasil pengujian tarik dan pengujian lentur maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

Nilai tertinggi pada suhu kempa 140°C sebesar 101.59 Mpa untuk pengujian lentur. Terjadi Kenaikan Kuat Lentur sebesar 3.14 % dibandingkan kuat lentur bambu petung dan bambu apus. Nilai tertinggi pada suhu kempa 120°C sebesar 97.84 Mpa untuk pengujian tarik. Terjadi kenaikan kuat tarik sebesar 10.43 % di bandingkan dengan kuat tarik bambu petung dan bambu apus. Hal ini menunjukkan laminasi bambu yang dikempa pada suhu 80° mempunyai sifat fisik dan mekanik yang lebih rendah dibandingkan laminasi yang dikempa pada suhu 100°C, 120°C, 130°C dan 140°C.

Pengaruh suhu kempa mempengaruhi besar kecilnya kekuatan tarik dan kekuatan lentur karena makin tinggi proses pengempaan laminasi bambu memiliki kerapatan yang semakin baik. Suhu 120°C pada pengujian Tarik dan suhu 140°C pengujian lentur merupakan suhu yang optimal untuk jenis perekat phenol Formaldehida untuk mengeras dan matang.

Nilai Berat Jenis pengujian Tarik Tertinggi sebesar 0.7294, sedangkan berat jenis untuk pengujian lentur sebesar 0.7219. Dalam penelitian ini masuk dalam Kelas Kuat II. Mengacu pada Kelas Kuat Kayu Biro Klasifikasi Indonesia 1996 laminasi bambu direkomendasikan untuk pembuatan bagian – bagian kapal seperti gading, galar, kulit, papan geladak dan balok geladak dan papan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Widjaja, E. A., 1995. Plant resources of South-east Asia, no. 7: Bambus. Prosea, Bogor, Indonesia.
- [2] Morisco, 1999, *Rekayasa Bambu*, Nafiri Offset, Yogyakarta.
- [3] Prayitno, T.A., 1996. *Perekatan Kayu*, Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [4] Serrano, E. 2003. Mechanical performance and modelling of glulam. didalam: thelandersson S, Larsen hj, editor. *timber engineering*. west Sussex: Jhon Wiley dan Sons, ltd. hlm 67-79.
- [5] Standar Nasional Indonesia (SNI), 1995. Metode Pengujian Kuat Tekan Kayu di Laboratorium, SNI 03-3958-1995, Indonesia.
- [6] Standar Nasional Indonesia (SNI), 1994. Metode Pengujian Kuat Tekan Kayu di Laboratorium, SNI 03-3399-1994, Indonesia.
- [7] A. A. Zul Zihni, P. Manik, B. A. Adietya, "Analisa Kekuatan Tekan dan Kekuatan Tarik Balok Laminasi Kayu Keruing Dan Bambu Petung Untuk Komponen Kapal Kayu", *Jurnal Teknik Perkapalan*, vol. 5, No. 1, 2017.
- [8] P. Nugroho, P. Manik, B. A. Adietya, " Analisa Kekuatan Tekan dan Kekuatan Tarik Pada Balok Laminasi Kayu Meranti Merah dan Bambu Petung Untuk Komponen Kapal Kayu", *Jurnal Teknik Perkapalan*, vol. 5, No. 1, 2017.
- [9] R. C. Arrahman, P. Manik, S. Jokosisworo, " Analisa Kekuatan Lentur dan Kekuatan Tarik Pada Balok Laminasi Bambu Petung dan Kayu Kelapa (Glugu) Untuk Komponen Kapal", *Jurnal Teknik Perkapalan*, vol. 5, No. 1, 2017.
- [10] E. Juniawan, A. W. B. Santosa, S. Jokosisworo, "Analisa Kekuatan Sambungan Kayu Laban (*Vitex Pinnata L.*) Pada Konstruksi Gading Kapal Tradisional", *Jurnal Teknik Perkapalan*, vol. 3, No. 1, 2015.