



ISSN 2338-0322

JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

Analisa Kekuatan Lentur dan Kekuatan Tarik Pada Balok Laminasi Bambu Petung dan Kayu Kelapa (Glugu) Untuk Komponen Kapal

Rizka Cholif Arrahman¹⁾, Parlindungan Manik¹⁾, Sarjito Joko Sisworo¹⁾
¹⁾Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Email: rizkacholif@gmail.com, sarjito@kapal.ft.undip.ac.id

Abstrak

Seiring dengan bertambahnya kebutuhan kayu sebagai bahan baku pembuat kapal, menyebabkan persediaan kayu menjadi semakin berkurang. Teknik laminasi menjadi solusi untuk mengembangkan sebuah produk kayu yang memiliki struktur dan sifat mekanik lebih kuat dan awet. Prosedur pembuatan dan pengujian spesimen kayu laminasi bambu petung dan glugu mengacu pada SNI-03-3959-1995 dan SNI-03-3399-1994. Pembuatan balok laminasi melewati beberapa tahap, pertama: persiapan serta pemotongan bambu petung dan glugu menjadi bilah-bilah lamina, kedua: pengeringan bilah lamina, ketiga: perekatan bilah lamina menjadi balok laminasi atau glulam (*glue - laminated timber*) dan terakhir *finishing*. Balok laminasi yang telah siap, kemudian diuji sesuai dengan standar SNI. Pada penelitian yang telah dilakukan terhadap spesimen kayu laminasi bambu petung dan kayu kelapa (glugu) berupa pengujian lentur dan tarik di laboratorium, didapatkan data bahwa laminasi kayu dengan komposisi 50% bambu petung dan 50% kayu kelapa (glugu) memiliki kekuatan paling tinggi, yakni kuat lentur sebesar 95,98 MPa dengan nilai lendutan ($\Delta\ell$) 10 mm dan *MOE* sebesar 11568,68 MPa serta kuat tarik sebesar 157,21 MPa dengan nilai regangan 0,0222 dan modulus young (*E*) sebesar 7090,38 MPa. Balok laminasi tersebut memiliki berat jenis sebesar 0,6458 dengan kadar air 13,08%. Nilai tersebut memenuhi persyaratan kayu lapis sebagai bahan material kapal kayu menurut BKI dan termasuk dalam kelas kuat II sehingga dapat digunakan sebagai material konstruksi galar balok, papan geladak kapal dan balok geladak kapal pada kapal kayu.

Kata Kunci : kayu laminasi, kapal kayu, kekuatan lentur, kekuatan tarik

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia dikenal sebagai negara kepulauan atau archipelagic state dengan luas sekitar 587.000 km² dan terdiri dari 17.508 pulau besar dan kecil. Dalam aktifitasnya masyarakat Indonesia banyak menggunakan perahu atau kapal kayu sebagai sarana transportasi [1]. Pada umumnya proses pembuatan perahu atau kapal yang berkembang di Indonesia menggunakan teknik-teknik yang sederhana dan peralatan yang sangat terbatas serta biasanya dilakukan ritual-ritual khusus pada setiap proses pembuatannya.

Kayu dan bambu banyak digunakan sebagai bahan baku konstruksi bangunan. Selain untuk konstruksi kapal, kayu dan bambu juga digunakan untuk konstruksi rumah dan jembatan tradisional. Hal ini karena kayu dan bambu merupakan bahan yang murah dan mudah diperoleh [2]. Perlu ada pengembangan produk kayu komposit untuk mengatasi kelangkaan bahan baku kayu serta meminimalkan pengeluaran, namun tetap mendapatkan karakteristik kayu yang kuat dan

awet. Salah satu solusinya adalah dengan cara laminasi [3].

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan pokok permasalahan yang terdapat pada latar belakang, maka penelitian ini diambil beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Menghitung kekuatan lentur dan kekuatan tarik dari tiap spesimen lamina yang berbeda.
2. Membandingkan kekuatan lentur dan kekuatan tarik dari tiap spesimen lamina.
3. Menentukan fungsi dan penggunaan balok laminasi bambu petung dan glugu serta letaknya pada konstruksi kapal kayu.

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan sebagai arahan serta acuan dalam penulisan penelitian ini agar sesuai dengan permasalahan serta tujuan yang diharapkan adalah :

1. Parameter bebas yang akan diteliti adalah letak lamina bambu petung pada *joint* (lapisan atas dan bawah) balok glugu.
2. Penelitian ini tidak meneliti tentang uji blok geser laminasi bambu petung dan balok glugu.
3. Parameter lain dibuat tetap yakni konstan pada volume balok laminasi (glulam) meliputi lebar balok (*b*), tinggi balok (*d*), dan panjang balok (*l*).
4. Standar yang digunakan adalah SNI-03-3959-1995 tentang Metode Pengujian Kuat Lentur Kayu di Laboratorium dan SNI-03-3399-1994 tentang Metode Pengujian Kuat Tarik Kayu di Laboratorium.
5. Pengujian eksperimental dilakukan uji laboratorium dengan menggunakan Universal Testing Machine (UTM).
6. Pengujian dilakukan dengan pemberian beban secara kontinyu sampai spesimen patah/putus.
7. Variasi campuran balok laminasi yang akan diuji meliputi :
 - 70% glugu dan 30% bambu petung
 - 60% glugu dan 40% bambu petung
 - 50% glugu dan 50% bambu petung
 - 40% glugu dan 60% bambu petung
 - 30% glugu dan 70% bambu petung

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang di atas maka maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui komposisi campuran balok laminasi yang memiliki nilai kekuatan lentur dan kekuatan tarik paling maksimal.
2. Mengetahui berat jenis dan kelas kuat dari balok laminasi bambu petung dan kayu kelapa (glugu).
3. Mengetahui fungsi dan penggunaan balok lamina pada konstruksi kapal sesuai dengan standar BKI Kapal Kayu 1996.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kayu Kelapa (Glugu)

Kelapa memiliki nama latin *Cocos Nucifera* dan merupakan anggota tunggal dari marga *Cocos* yang berasal dari suku aren-arenan atau *Arecacea*. Berdasarkan penelitian, diketahui bahwa peningkatan kadar air kayu kelapa berbanding terbalik dengan kuat tekan dan kuat tariknya, namun berbanding lurus dengan kuat gesernya. Terjadi penambahan kekuatan yang besar pada kayu kelapa dari kadar air 20% menuju 0% kecuali untuk kekuatan gesernya.

Berdasarkan berat jenis rata-rata yang diperoleh sebesar 0,83, maka kayu kelapa berumur 70 tahun termasuk kategori kayu kelas kuat II dan kayu kelapa berumur 20 tahun dengan berat jenis rata-rata 0,58 termasuk kategori kayu kelas kuat III. Perbedaan kekuatan kayu kelapa pada kondisi kadar air 20% untuk umur 20 tahun dan 70 tahun terbesar terjadi pada kekuatan tekan [4].

Tabel 1. Data Kekuatan Glugu 20 Th & 70 Th

Umur	Berat Jenis (Kg/cm ³)	Kuat Lentur (MPa)	Kuat Tarik (MPa)
20 Th	0,58	34,22	168,44
70 Th	0,83	39,53	187,91
Selisih (%)	23,82	13,42	10,37

2.2. Bambu Petung

Bambu petung memiliki nama botani *Dendrocalamus asper (schult. F) Backer ex Heyne*. Bambu banyak tumbuh di daerah tropis, membentuk rumpun kecil berkelompok. Pertumbuhan bambu relatif cepat dan berkembang secara maksimal pada musim penghujan. Proses pengkayuan dicapai pada umur 2-5 tahun, bambu disebut tua atau masak bila berumur 6-7 tahun. Bambu petung banyak dipakai sebagai bahan bangunan, perahu, kursi, dipan, saluran air,

penampung air aren hasil endapan, dinding (gedeg) dan berbagai jenis kerajinan.

Tabel 2. Data Kekuatan Bambu Petung [5]

No	Jenis Pengujian	Nilai (MPa)
1	Kuat Lentur	124
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	116
6	MOE	10329

2.3. Polyvinyl Acetate (PVAc)

Polyvinyl Acetate (PVAc) merupakan polimer yang mempunyai sifat kerekatan yang sangat kuat sehingga sering digunakan sebagai bahan dasar pembuatan lem kain, kertas dan kayu. PVAc memiliki sifat tidak berbau, tidak mudah terbakar dan lebih cepat solid. Di samping itu, PVAc (atau lebih dikenal dengan lem PVAc) dapat juga difungsikan sebagai matriks beberapa material komposit. Dengan dasar itulah, PVAc ini dianggap sangat tepat digunakan sebagai matriks dalam pembuatan balok laminasi penelitian ini dan diharapkan memiliki sifat kuat [6].



Gambar 1. *Polyvinyl Acetate (PVAc)*.

2.4. Teknologi Laminasi Kayu

Balok laminasi terbuat dari dua atau lebih kayu gergajian yang direkatkan dengan arah serat sejajar satu sama lain, berbentuk lurus atau lengkung tergantung peruntukannya. Beberapa kelebihan balok laminasi adalah dalam hal ukuran, bentuk arsitektural, penampang lintang, pengeringan, penggunaan kayu yang lebih efisien, dan ramah lingkungan.

Prose pembuatan balok laminasi terdiri atas: pembuatan lamina (meliputi proses pengolahan bambu petung dan kayu kelapa), pengeringan dan pemilihan lamina, perekatan/pengeleman dan penyelesaian akhir (*finishing*). Jika balok laminasi akan digunakan pada kondisi lingkungan dengan

kadar air tinggi maka perlu diberi perlakuan pengawetan [7].

- a. Pembuatan Lamina. Kayu atau bilah bambu yang akan digunakan untuk membuat lamina dipotong dan dibentuk menurut ukuran yang telah ditentukan atau sesuai standar yang dipakai.



Gambar 2. Pemotongan Glugu Dan Bambu

- b. Pengeringan dan Pemilihan Lamina. Pengeringan secara alami dapat dilakukan dengan cara diangin-anginkan di alam bebas dengan menyusun papan yang akan dikeringkan dengan cara disandarkan di suatu tempat atau dengan menyusun papan secara berlapis di atas landasan yang berada sekitar 30 cm di atas tanah. Sedangkan pengeringan buatan dilakukan dengan memasukkan kayu ke dalam suatu ruangan dan selanjutnya dihembuskan udara panas.



Gambar 3. Pengeringan Lamina

- c. Perekatan/Pengeleman. Penyusunan lamina menjadi elemen dengan ukuran yang ditentukan merupakan tahap kritis yang lain dalam proses pembuatan balok laminasi. Untuk memperoleh permukaan yang bersih, sejajar dan dapat direkat, lamina harus diketam pada kedua permukaannya sebelum proses perekatan. Ada beberapa jenis lem yang dapat digunakan untuk laminasi, salah satunya

adalah lem kayu jenis *resorcinil phenol formaldehyde* adhesive.



Gambar 4. Proses Pengeleman Lamina

d. *Finishing*. Setelah balok laminasi dikeluarkan dari sistem pengempaan, permukaan diketam untuk menghilangkan perekat yang keluar antara lamina yang berdekatan dan untuk meratakan sisi lamina.



Gambar 5. Balok Laminas

2.5. Penggunaan Kayu dalam Perkapalan

Penggunaan kayu untuk suatu tujuan pemakaian tertentu tergantung dari sifat-sifat kayu yang bersangkutan dan persyaratan teknis yang diperlukan. Jenis- jenis kayu yang mempunyai persyaratan untuk tujuan pemakaian dalam pembangunan kapal antara lain dapat dikemukakan sebagai berikut [8]:

- a. Penggunaan kayu untuk Lunas
 - Persyaratan teknis : tidak mudah pecah, tahan binatang laut
 - Jenis kayu : ulin, kapur
- b. Penggunaan kayu untuk Gading
 - Persyaratan teknis : kuat, liat, tidak mudah pecah, tahan binatang laut
 - Jenis kayu : bangkirai, bungur, kapur
- c. Penggunaan kayu untuk Senta
 - Persyaratan teknis : kuat, liat, tidak mudah pecah, tahan binatang laut
 - Jenis kayu : bangkirai, bungur, kapur

- d. Penggunaan kayu untuk Kulit
 - Persyaratan teknis : kuat, liat, tidak mudah pecah, tahan binatang laut
 - Jenis kayu : bangkirai, bungur, meranti merah
- e. Bangunan dan dudukan Mesin
 - Persyaratan teknis : ringan, kuat dan awet, tidak mudah pecah karena getaran mesin.
 - Jenis kayu : kapur, meranti merah, medang, ulin, bingkirai.
- f. Pembungkus as baling- baling
 - Persyaratan teknis : liat, lunak sehingga tidak merusak logam
 - Jenis kayu : nangka, bungur, sawo

Tabel 3. Data Kelas Kuat Kayu

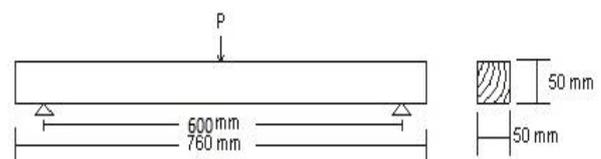
Kelas Kuat	Berat Jenis Kering Udara	Kuat Lentur (MPa)
I	$\geq 0,90$	$\geq 107,87$
II	0,60 - 0,90	71,10 - 107,87
III	0,40 - 0,60	49,03 - 71,10
IV	0,30 - 0,40	35,30 - 49,03
V	$\leq 0,30$	$\leq 35,30$

2.6. Pengujian Lentur Kayu

Pengujian ini menggunakan ketentuan SNI 03-3959-1995 mengenai metode pengujian kuat lentur kayu di laboratorium. Metode ini bertujuan untuk mengetahui nilai kuat lentur dari balok laminasi yang akan diuji. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM) [9].



Gambar 6. Pengujian Lentur Kayu



Gambar 7. Pembebanan Pengujian Lentur

Perhitungan menggunakan rumus:

- Kuat Lentur

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

- Modulus Elastisitas

$$\text{MOE} = \frac{PL^3}{4ybh^3} \text{ (MPa)}$$

Keterangan:

- f_b : Kuat Lentur (MPa)
- MOE** : Modulus of Elasticity (MPa)
- P** : Beban Gaya (N)
- L** : Panjang Tumpuan (mm)
- b** : Lebar Spesimen (mm)
- h** : Tebal Spesimen (mm)
- y (Δl)** : Lendutan/Defleksi (mm)

2.7. Pengujian Tarik Kayu

Pengujian ini menggunakan ketentuan SNI 03-3399-1994 mengenai metode pengujian kuat tarik kayu di laboratorium. Metode ini bertujuan untuk mengetahui nilai kuat tarik dari balok laminasi yang akan diuji. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM) [10].



Gambar 8. Pengujian Tarik Kayu



Gambar 9. Jarak Penjepit Pengujian Tarik

Perhitungan menggunakan rumus:

- Kuat Tarik

$$\sigma_{\text{tr//}} = \frac{P \text{ max}}{A}$$

- Regangan (ϵ)

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$$

- Modulus Young

$$E = \frac{\sigma_{\text{tr}}}{\epsilon}$$

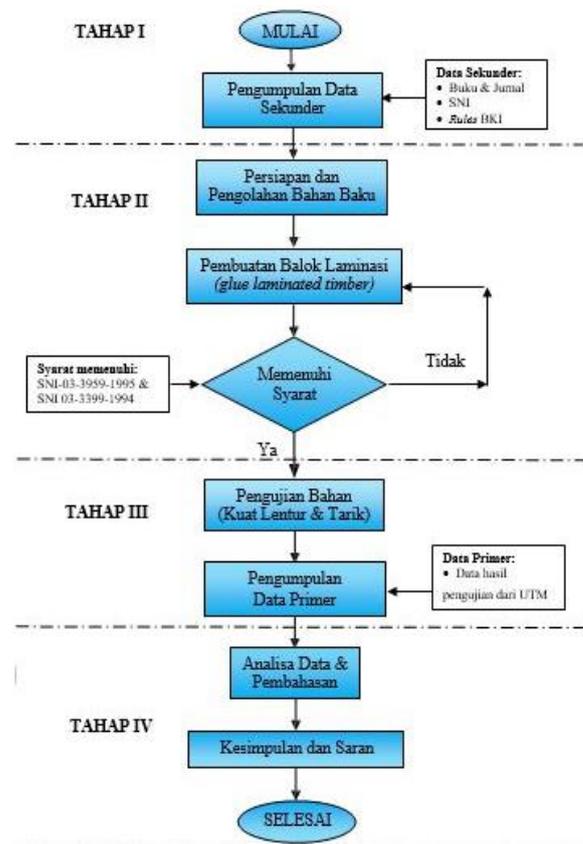
Keterangan:

- $\sigma_{\text{tr//}}$: Kuat Tarik Sejajar Serat (MPa)
- P** : Beban Maksimal (N)
- ϵ : Regangan
- L₀** : Panjang Awal (mm)
- ΔL : Deformasi/Pertambahan Panjang (mm)
- E** : Modulus Young (MPa)

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tahap Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap kerja yang dapat dibuat flow chart atau diagram alir seperti di bawah ini:



Gambar 10. Diagram Alir Penelitian

3.2. Ukuran Spesimen

Spesimen dibuat dengan ukuran sesuai standar yang digunakan, yaitu 760 mm × 50 mm × 50 mm untuk uji lentur dan 460 mm × 25 mm × 25 mm untuk uji tarik. Spesimen yang akan diuji berjumlah 5 buah untuk setiap variasi lamina. Pengujian dilakukan dengan memberikan beban secara kontinyu hingga benda uji mengalami patah atau putus.

Tabel 4 Daftar Spesimen Uji Lentur

Kode Spesimen	Keterangan	Jumlah
UKL 01	70% Glugu 30 % B. Petung	5 buah
UKL 02	60% Glugu 40 % B. Petung	5 buah
UKL 03	50% Glugu 50 % B. Petung	5 buah
UKL 04	40% Glugu 60 % B. Petung	5 buah
UKL 05	30% Glugu 70 % B. Petung	5 buah

Tabel 5. Ukuran Tebal Pada Uji Lentur

Kode Spesimen	Bambu Petung	Glugu
UKL 01	1,5 cm	3,5 cm
UKL 02	2,0 cm	3,0 cm
UKL 03	2,5 cm	2,5 cm
UKL 04	3,0 cm	2,0 cm
UKL 05	3,5 cm	1,5 cm

Tabel 6. Daftar Spesimen Uji Tarik

Kode Spesimen	Keterangan	Jumlah
UKT 01	70% Glugu 30 % B. Petung	5 buah
UKT 02	60% Glugu 40 % B. Petung	5 buah
UKT 03	50% Glugu 50 % B. Petung	5 buah
UKT 04	40% Glugu 60 % B. Petung	5 buah
UKT 05	30% Glugu 70 % B. Petung	5 buah

Tabel 7. Ukuran Tebal Lamina Pada Uji Tarik

Kode Spesimen	Bambu Petung	Glugu
UKL 01	0,75 cm	1,75 cm
UKL 02	1,0 cm	1,5 cm
UKL 03	1,25 cm	1,25 cm
UKL 04	1,5 cm	1,0 cm
UKL 05	1,75 cm	0,75 cm

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Hasil Pengujian

a. Perhitungan Kadar air (KA) dan Berat Jenis (BJ)

Dari penelitian yang telah dilakukan, didapatkan data kadar air dan berat jenis kayu laminasi bambu petung dan glugu sebagai berikut:

Tabel 8. Perhitungan KA dan BJ Uji Lentur

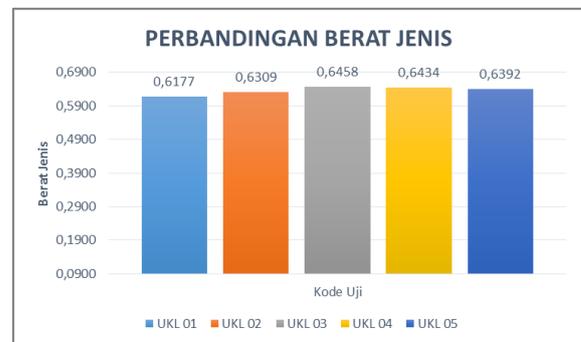
Kode	m (gr)	M ₀ (gr)	V (cm ³)	KA (%)	BJ
UKL 01	1266,17	1118,89	1823,00	13,16	0,6138
UKL 02	1292,10	1142,07	1823,89	13,14	0,6262
UKL 03	1323,71	1170,05	1819,68	13,14	0,6430
UKL 04	1322,99	1171,25	1822,58	12,96	0,6426
UKL 05	1302,79	1149,83	1820,34	13,30	0,6317

Data tersebut menunjukkan bahwa spesimen dengan kode UKL 03 memiliki berat jenis paling tinggi, yaitu 0,6430 dengan kadar air 13,14 %.

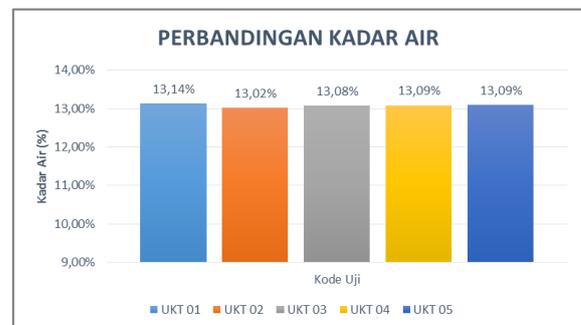
Tabel 9. Perhitungan KA dan BJ Uji Tarik

Kode	m (gr)	M ₀ (gr)	V (cm ³)	KA (%)	BJ
UKT 01	137,74	121,77	195,91	13,11	0,6216
UKT 02	140,10	124,09	195,24	12,90	0,6356
UKT 03	143,19	126,69	195,35	13,09	0,6485
UKT 04	143,11	126,41	196,24	13,22	0,6442
UKT 05	142,55	126,28	195,24	12,89	0,6468

Data tersebut menunjukkan bahwa spesimen dengan kode UKL 03 memiliki berat jenis paling tinggi, yaitu 0,6485 dengan kadar air 13,08 %.



Gambar 11. Perbandingan Berat Jenis Rata-Rata



Gambar 12. Perbandingan Kadar Air Rata-Rata

Dari data yang tertera pada kedua tabel di atas dapat kita simpulkan besarnya berat jenis dan kadar air rata-rata tertinggi, yaitu untuk spesimen UKL 03 & UKT 03, dengan nilai berat jenis sebesar 0,6458 dan kadar air sebesar 13,08%. Ini tergolong kedalam kelas kuat II dengan kerapatan sedang.

b. Pengujian Kuat Lentur

Spesimen uji lentur terdiri dari 5 variasi, masing-masing terdiri dari 5 buah spesimen. yaitu

SP1, SP2, SP3, SP4 dan SP5. Dari pengujian yang telah dilakukan kita peroleh nilai rata-rata lendutan (y), beban, nilai MOE serta nilai kuat tarik (f_b) dari masing-masing variasi, sebagai berikut:

Tabel 10. Data Hasil Pengujian Lentur

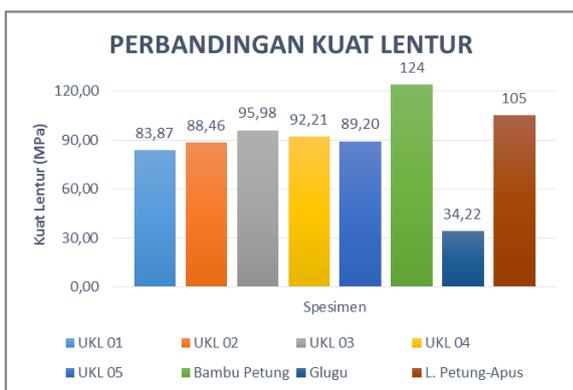
Kode	P Maks. (N)	Defleksi Δl (mm)	MOE (Mpa)	MOR (Mpa)
UKL 01	11648,80	12,6	8000,26	83,87
UKL 02	12286,47	11,4	9330,66	88,46
UKL 03	13330,22	10	11568,68	95,98
UKL 04	12806,43	11,2	9925,57	92,21
UKL 05	12389,03	11,8	9105,94	89,20

Tabel di atas menunjukkan bahwa nilai beban maksimal rata-rata pada pengujian lentur terbesar yaitu pada spesimen UKL 03 (dengan komposisi lamina 50% bambu petung dan 50% glugu) sebesar 13330,22 N.



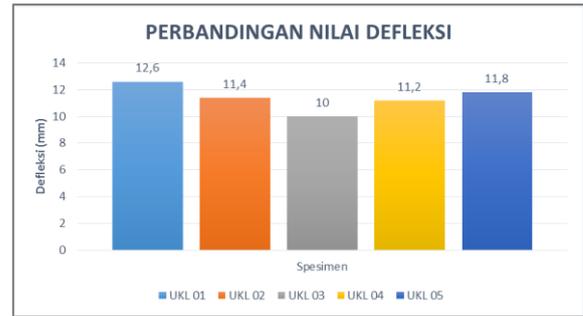
Gambar 13. Perbandingan Beban Lentur

Dan spesimen dengan nilai kuat lentur terbesar yaitu UKL 03 (dengan komposisi lamina 50% bambu petung dan 50% glugu), sebesar 95,98 MPa.



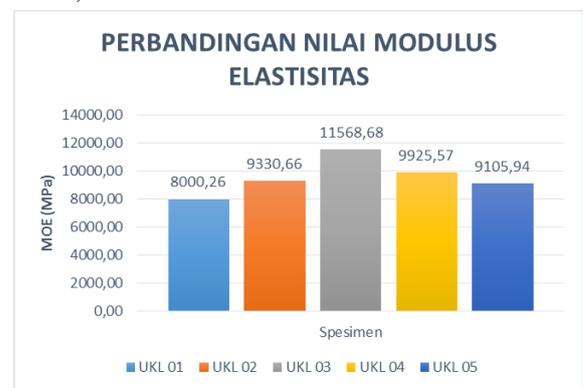
Gambar 14. Perbandingan Kuat Lentur

Nilai lendutan (Δl) yang terbesar terjadi pada spesimen UKL 01 (dengan komposisi lamina 30% bambu petung dan 70% glugu) yaitu 12,6 mm.



Gambar 15. Perbandingan Besar Lendutan

Spesimen UKL 03 (dengan komposisi lamina 50% bambu petung dan 50% glugu) memiliki nilai *Modulus of Elasticity* (MOE) terbesar yaitu 11568,68 MPa.



Gambar 16. Perbandingan *Modulus of Elasticity*

c. Pengujian Kuat Tarik

Spesimen uji Tarik terdiri dari 5 variasi, masing-masing terdiri dari 5 buah spesimen. yaitu SP1, SP2, SP3, SP4 dan SP5. Dari pengujian yang telah dilakukan, diperoleh nilai beban, kuat tarik (σ_{tr}) serta modulus young (E), sebagai berikut:

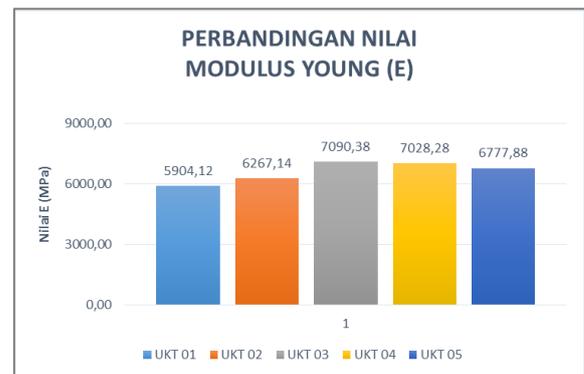
Tabel 11. Data Hasil Pengujian Tarik

Kode	P Maks. (N)	Kuat Tarik (Mpa)	ϵ	Mod. Young (Mpa)
UKL 01	35689,00	142,76	0,0242	5904,12
UKL 02	36960,29	147,84	0,0236	6267,14
UKL 03	39301,35	157,21	0,0222	7090,38
UKL 04	38253,18	153,01	0,0218	7028,28
UKL 05	36898,97	147,60	0,0218	6777,88

Pada tabel di atas dapat dilihat bahwa pembebanan maksimal rata-rata terbesar terjadi pada spesimen UKT 03 (dengan komposisi lamina 50% bambu petung dan 50% glugu), yaitu sebesar 39301,35 N.

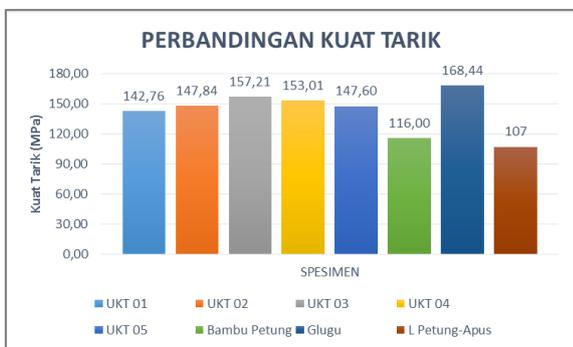


Gambar 17. Perbandingan Beban Tarik



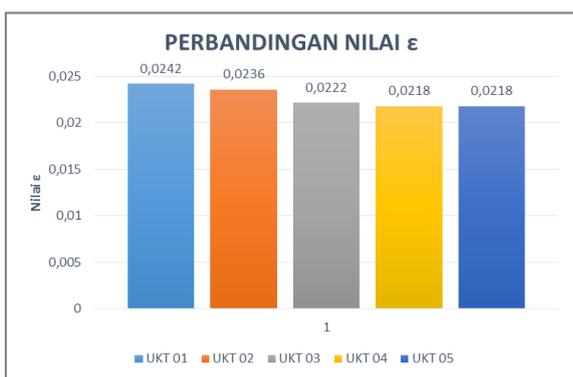
Gambar 20. Perbandingan *Modulus Young*

Dan nilai kuat tarik rata-rata terbesar yaitu pada spesimen UKT 03 (dengan komposisi lamina 50% bambu petung dan 50% glugu) sebesar 157,21 MPa.



Gambar 18. Perbandingan Kuat Tarik

Nilai regangan (ϵ) yang terbesar terjadi pada spesimen UKL 01 (dengan komposisi lamina 30% bambu petung dan 70% glugu) yaitu 0,0242.



Gambar 19. Perbandingan Besar Regangan

Spesimen UKL 03 (dengan komposisi lamina 50% bambu petung dan 50% glugu) memiliki nilai modulus young terbesar yaitu 7090,38 MPa.

4.2. Pengkelasan Kayu dan Fungsinya

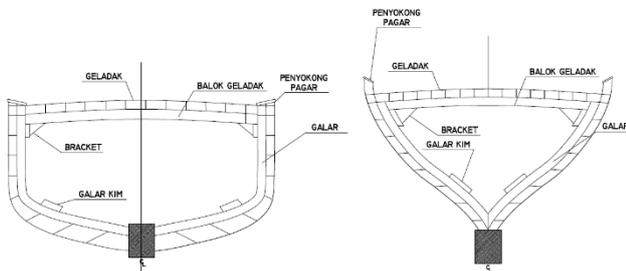
Menurut BKI dalam Buku Peraturan Klasifikasi Dan Konstruksi Kapal Laut (Kapal Kayu) dijelaskan bahwa untuk konstruksi yang penting dalam kapal kayu harus menggunakan kayu dengan mutu minimum Kelas Kuat III Dan Kelas Awet III. Dan untuk kayu lapis harus direkat dengan lem yang disetujui, tahan air serta telah diuji dan distempel oleh BKI, atau dibuat sesuai standar yang diakui dan harus mempunyai kuat tarik minimum 430 kg/cm² pada arah memanjang dan 320 kg/cm² pada arah melintang.

Berdasarkan hasil pengujian balok laminasi bambu petung dan glugu, dengan besar kuat lentur minimal 83,87 MPa atau setara dengan 855,25 Kgf/cm² dan kuat lentur maksimal 95,98 MPa atau setara dengan 978,70 Kgf/cm², kayu laminas ini masuk kedalam kelas kuat II dan III.

Tabel 12. Rekomendasi Penggunaan Kayu Laminasi

Konstruksi Kapal	Kelas Awet	Kelas Kuat	Berat Jenis
Gading	V	V	-
Galar Balok	V	V	V
Galar Bilga	-	V	V
Kulit	V	V	V
Geladak	V	V	V
Senta	-	V	-
Lunas	-	-	-
Balok Geladak	V	V	V
Balok Buritan	V	V	-
Linggi	-	V	-
Dudukan Mesin	-	-	V
Lutut Balok	-	V	V
Penumpu Geladak	-	V	V

Tabel di atas menunjukkan bahwa kayu laminasi bambu petung dan kayu kelapa (glugu) memenuhi syarat untuk digunakan sebagai material beberapa bagian kapal.



Gambar 21. Konstruksi Melintang Kapal Kayu [11]

5. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian lentur dan pengujian tarik balok laminasi bambu petung dan kayu kelapa (glugu) yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan beberapa informasi, sebagai berikut :

1. Dari pengujian yang dilakukan pada 5 varian spesimen dengan komposisi lamina yang berbeda didapatkan bahwa nilai kuat rata-rata paling besar yaitu pada spesimen dengan lamina 50% bambu petung dan 50% glugu, yaitu kuat lentur sebesar 95,98 MPa atau 978,70 Kg/cm², dengan lendutan (Δl) sebesar 10 mm dan *modulus of elasticity (MOE)* sebesar 11568,68 MPa, serta kuat tarik sebesar 157,21 MPa atau 1603,05 Kg/cm² dengan nilai regangan 0,0222 dan modulus young sebesar 7090,38 MPa.
2. Balok laminasi dengan komposisi 50% bambu petung dan 50% glugu memiliki berat jenis 0,6458 dengan kadar air 13,08 %. Dan dengan nilai kekuatan lentur 95,98 MPa atau 978,70 Kg/cm² dan kekuatan tarik sebesar 157,21 MPa atau 1603,05 Kg/cm², berarti kayu laminasi bambu petung dan kayu kelapa (glugu) memenuhi persyaratan BKI tentang kayu laminasi sebagai material kapal kayu dan termasuk kelas kuat II.
3. Dari data yang telah didapat kita dapat mengetahui bahwa kayu laminasi ini dapat digunakan sebagai material konstruksi galar balok, kulit, papan geladak kapal dan balok geladak kapal pada kapal kayu.

5.2. Saran

Penelitian yang dilakukan penulis ini masih mempunyai keterbatasan dan kekurangan. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan penelitian ini dapat dikembangkan lagi secara mendalam dengan kajian yang lebih lengkap.

Adapun saran penulis untuk penelitian lebih lanjut (*future research*) antara lain :

1. Adanya penelitian untuk kekuatan lentur dan kekuatan tarik dari material campuran bambu dan petung dengan susunan lamina yang berbeda.
2. Perlu dilakukan pengujian kuat tekan sejajar serat pada balok laminasi bambu petung dan kayu kelapa (glugu).
3. Perlu memperhatikan proses pengeringan dan pengeleman lamina bambu dan glugu, karena hal ini sangat mempengaruhi hasil pengujian di laboratorium.
4. Perlu menambahkan pengaruh pengawetan kayu, untuk kayu yang terletak di bawah permukaan air.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suroyo, Djuliaty, M. A., Dkk, 2007. *SEJARAH MARITIM INDONESIA I: Menelusuri Jiwa Bahari Bangsa Indonesia Hingga Abad ke-17*. Penerbit Jeda. Semarang.
- [2] Morisco, 1999. *Rekayasa Bambu*. Nafiri Offset. Yogyakarta.
- [3] Widodo, A.B., 2006. *Analisa Sifat Fisis Dan Sifat Mekanis Komposit Sebagai Material Alternatif Pembangunan Kapal Kayu*. Jurnal Teknologi Kelautan. Institut Teknologi Sepuluh November (ITS).
- [4] Indrosaptono, Djoko, Dkk, 2014. *Kayu Kelapa (Glugu) Sebagai Alternatif Bahan Konstruksi Bangunan*. ISBN: 0853-2877, Modul Vol. 14 No. 1 Januari-Juni 2014. Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang.
- [5] Irawati, I. S. Dab Saputra, A. 2012. *Analisis Statistik Sifat Mekanika Bambu Petung*, Prosiding Simposium Nasional Rekayasa Dan Budidaya Bambu I 2012, Rekayasa Bambu Sebagai Solusi Pelestarian Lingkungan. ISBN: 978-602-95687-6-9, 30 Januari 2012, JTSL FT UGM, Yogyakarta.

- [6] Purnama, Edi. *Studi Pengaruh Penambahan PVAc (Polyvinyl Acetate) dan Ukuran Butir Terhadap Kuat Tekan Bahan Target Karbon untuk Deposisi Lapisan Tipis Diamond Like Carbon (DLC)*. FMIPA, Universitas Brawijaya, Malang.
- [7] Herawati, Evalina, 2008. *Balok Laminasi Sebagai Bahan Struktural*. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara.
- [8] Biro Klasifikasi Indonesia, 1996. *Buku Peraturan Klasifikasi dan Konstruksi Kapal Laut, Peraturan Kapal Kayu*, Bina Hati. Jakarta.
- [9] Standar Nasional Indonesia (SNI), 1995. *Metode Pengujian Kuat Lentur Kayu di Laboratorium*, SNI 03-3959-1995, Indonesia.
- [10] Standar Nasional Indonesia (SNI), 1994. *Metode Pengujian Kuat Tarik Kayu di Laboratorium*, SNI 03-3399-1994, Indonesia.
- [11] Widodo, A. B., 2004. *Pengembangan Komposit Kayu dan Bambu Sebagai Material Alternatif Untuk Pembangunan Kapal Kayu*. Prosiding Pertemuan Ilmiah Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Bahan. Serpong.