

# ANALISA TEKNIS BAMBU LAMINASI SEBAGAI MATERIAL KONSTRUKSI PADA LUNAS KAPAL PERIKANAN

Khusnul Khotimah

Parlindungan Manik, S.T.,M.T.  
Ir. Sarjito Jokosisworo, M.Si.

Program Studi S1 Teknik Perkapalan Fakultas Teknik UNDIP  
e-mail : khotimahk38@gmail.com

## ABSTRAK

Kapal kayu merupakan sarana transportasi tradisional yang hingga saat ini masih banyak digunakan oleh masyarakat Indonesia dalam kehidupan sehari-hari, baik untuk sarana transportasi, niaga maupun sarana rekreasi. Dalam produksinya kapal kayu banyak menggunakan kayu berjenis kayu jati. Namun seiring berjalannya waktu kayu jati mulai mengalami kelangkaan selain itu harga kayu jati relatif mahal. Maka dilakukan penelitian bambu laminasi sebagai alternatif material lunas kapal perikanan terutama kayu jati.

Dalam penelitian ini membuat lunas balok laminasi dengan perbandingan 2 jenis susunan bilah bambu petung, yaitu susunan bilah vertikal dan susunan bilah horisontal yang kemudian di uji tekan tegak lurus dengan standart SNI 03-3958-1995, uji kuat tarik serat memanjang dengan menggunakan standart ISO 22157, uji berat jenis dan kadar air menggunakan standart ISO 22157-1. Dari hasil uji tekan tegak lurus serat memanjang dilakukan analisa kukuh kuat mutlak kemudian digolongkan dalam BKI Kapal Kayu 1996, kemudian dibandingkan dengan standart yang diijinkan kayu jati pada BKI Kapal Kayu 1996 bagian lunas kapal.

Berdasarkan hasil pengujian bambu laminasi susunan horisontal memiliki kadar air rata-rata 13%, dengan berat jenis 0,78, dan uji tekan tegak lurus serat dengan susunan horisontal memperoleh hasil tegangan rata-rata 16,528 Mpa atau 165,28 kg/cm<sup>2</sup> dan memiliki lendutan rata-rata 5,662. Pada pengujian bambu laminasi susunan vertikal memiliki kadar air 13%, dengan berat jenis 0,76, dan uji tekan tegak lurus serat susunan vertikal memperoleh hasil tegangan rata-rata 18,056 Mpa atau 180,56kg/cm<sup>2</sup> dan memiliki lendutan rata-rata 4,7248. Kuat tarik sejajar serat dengan ruas memiliki rata-rata 246,37 Mpa, dan kuat tarik sejajar serat tanpa ruas memiliki rata-rata 102,062 Mpa.

Kata kunci : Bambu laminasi, kapal perikanan, lunas, uji kuat tarik, uji tekan tegak lurus

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi di Negara Indonesia sangat berkembang pesat, terutama di bidang konstruksi, yaitu dengan ditemukannya material alternative pengganti kayu sebagai bahan baku konstruksi, terutama dibidang perkapalan. Dalam dunia konstruksi kayu merupakan salah satu bahan material yang paling dominan digunakan selain beton dan baja. Pada dunia perkapalan khususnya kapal kayu, dimana kapal kayu membutuhkan bahan baku dari kayu yang dewasa ini kayu sangat mahal dan sulit dicari.

Kebutuhan kayu sangat besar berdampak pada ketersediaan kayu yang semakin berkurang setiap tahunnya akibat eksploitasi yang dilakukan secara besar-besaran. Menurut penelitian pada tahun 1950 hutan berkurang sehingga menjadi sebesar 162 juta hektar, pada tahun 1985 hutan berkurang lagi dan menjadi luas hutan 120 juta hektar, sedangkan tahun 2009 hutan berkurang menjadi luas 87 juta hektar, sedangkan pada tahun 2020 diperkirakan luas hutan tinggal 16 juta hektar (10%) (Kementrian P.U, 2000).

Salah satu alternative pengganti kayu saat ini adalah bambu laminasi, bambu yang dapat

dipilih sebagai alternatif material pengganti kayu adalah menggunakan jenis bambu betung/petung (*Dendrocalamus asper*). Alasan penggunaan bambu betung sebagai material pengganti dalam struktur kapal perikanan adalah : bambu betung memiliki sifat mekanis yang baik, ringan, memiliki dinding yang tebal dan kokoh, mudah dalam penanganan dan pengerjaannya, mudah didapatkan serta murah harganya (Morrisco, 1999 dan Hafid 2011).

### 1.2. Perumusan Masalah

Sekarang ini diperlukan material yang ramah lingkungan, yang salah satunya adalah bambu. Pada penelitian ini komposit Penguatan Laminasi (*Laminate Composite*) menggunakan bambu digunakan sebagai komponen pembuatan kapal pada bagian lunas kapal. Diharapkan penelitian ini dapat menjadi terobosan baru material utama penyusun komponen kapal yang ramah lingkungan Berikut perumusan masalah dalam penelitian ini:

1. Apakah susunan bilah bambu laminasi mempengaruhi kekuatan tekan tegak lurus serat?
2. Bagaimana kekuatan uji tarik bilah bambu laminasi dengan menggunakan ruas?
3. Bagaimana sifat fisika bambu laminasi setelah pengujian?

### 1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang serta permasalahannya maka maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui kekuatan tekan tegak lurus serat susunan bilah bambu vertikal dan susunan bilah bambu horisontal pada balok bambu laminasi.
2. Untuk mengetahui kekuatan ruas pada uji kuat tarik bilah bambu laminasi.
3. Untuk mengetahui sifat fisika bambu laminasi setelah pengujian.

### 1.4. Pembatasan Masalah

Batasan masalah di gunakan sebagai arahan serta acuan dalam penulisan penelitian sehingga sesuai dengan permasalahan serta tujuan yang di harapkan. Batasan permasalahan yang di bahas dalam penelitian ini adalah :

1. Dalam analisa ini bambu yang digunakan merupakan jenis bambu petung.
2. Bambu akan dipotong dengan cara manual, sehingga perbedaan tidak dapat dihindari. Dalam kasus ini maka ketebalan dianggap sama sesuai dengan ukuran bilah yang ditentukan.
3. Pembuatan benda uji hanya terfokus pada variasi susunan pada spesimen tanpa variabel pembeda, hanya terfokus pada jenis komponen konstruksi lunas kapal.
4. Analisa teknis dilakukan dengan mengacu kepada BKI Kapal Kayu 1996.
5. Pembuatan spesimen untuk benda uji tarik bambu laminasi mengacu pada standar ISO 22157 dan untuk benda uji kuat tekan tegak lurus serat mengacu pada standar SNI 03-3958-1995
6. Hasil karakteristik bahan bambu laminasi hanya berupa data pengujian tekan tegak lurus serat dan kuat tarik sejajar serat.
7. Pengujian sifat fisis dimensi mengacu pada standar ISO 22157-1-2004

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Tinjauan Umum

Saat ini kayu yang berkualitas semakin sulit diperoleh di pasaran, sehingga perlu dicari bahan lain sebagai penggantinya. Bambu adalah salah satu jenis yang dapat digunakan karena dalam pertumbuhan bambu mempunyai masa panen 3 sampai 5 tahun, potensinya pun cukup besar di beberapa daerah dan sangat sesuai dengan kebutuhan industri. Beberapa aspek sifat bambu lebih baik daripada kayu, antara lain batangnya kuat, ulet, lurus, rata, keras, mudah dibelah, mudah dibentuk dan mudah dikerjakan serta ringan. Selain itu bambu juga relatif murah dibandingkan dengan

bahan bangunan lain karena potensinya banyak dan mudah ditemukan di seluruh daerah yg beriklim tropis seperti negara Indonesia. Bambu juga memiliki sifat tidak polutif karena seluruh bagian dari bambu berguna, missal batangnya untuk bangunan, daunnya untuk obat dan dibuat kompos, dan sisa industry bisa disulap menjadi arang. Terdapat beranekaragam jenis bambu, sekitar 1250 jenis bambu di dunia, 140 jenis bambu atau 11% nya adalah asli Indonesia (Handayani, 2009).

## **2.2. Tinjauan Umum Kapal Perikanan**

### **2.2.1. Pengertian dan Batasan kapal Perikanan**

Kapal adalah kendaraan pengangkut barang, penumpang di laut, pada semua daerah yang mempunyai perairan tertentu. Kapal dengan bentuk dan konstruksinya mempunyai fungsi tertentu yang tergantung, pada tiga faktor utama, yaitu jenis (macam) kargo yang di bawa, bahan baku kapal, daerah operasi (pelayaran) kapal. (Indra Kusuma, 2008)

### **2.2.2. Lunas Kapal**

Lunas kapal adalah bagian terbawah dari kapal yang mempunyai peran besar dalam memberikan kekakuan pada konstruksi alas dan juga kapal secara keseluruhan. pada lunas kapal terdiri dari lunas luar dan dalam (Wikimedia). Pada penelitian ini menganalisa pada kapal perikanan tradisional bagian lunas luar dengan menggunakan laminasi bambu yang nanti hasilnya dapat dilihat dapat menggantikan kayu sebagai bahan utama kapal perikanan tradisional dengan menggunakan acuan BKI kapal kayu 1996.

### **2.2.3. Kegunaan Bambu**

Bambu merupakan salah satu sumber daya alam tropis, oleh Karena itu penyebarannya luas, mudah didapat, cepat pertumbuhannya, mudah dikerjakan dan telah digunakan bagi kehidupan sehari-hari masyarakat sebagai sumber yang berkelanjutan (Kurt, 1867 dalam Widjaya, 1995).

Penggunaan penting bambu di Asia Tenggara adalah sebagai bahan bangunan dan berbagai macam keranjang sayuran, penggunaan lainnya adalah sebagai sumber bahan untuk membuat kertas, alat-alat music, dan kerajinan tangan (Dransfield dan Widjaya, 1995).

## **2.3. Jenis Bambu Petung**

Pada penelitian ini jenis bambu yang digunakan sebagai bahan struktur pengganti kayu pada lunas kapal adalah bambu petung, hal ini dikarenakan bambu petung memiliki sifat mekanis sebagai berikut :

Bambu Petung atau *Dendrocalamus Asper* (Schultes. F.) Backer ex Heyne memiliki rumpun yang agak rapat dan dapat tumbuh sampai ketinggian 20-30 meter, batangnya berbulu tebal dan tebal dinding batang mencapai 11-36 milimeter, diameter 8-20 centimeter dan warna bambu ini coklat. Bambu petung banyak digunakan sebagai bahan bangunan, perahu, perlalatan rumah tangga, saluran air dan bahan dinding (gedeg). Jenis bambu petung yang digunakan dalam pembuatan spesimen berasal dari Yogyakarta dengan usia panen 4-5 tahun. Pada pembuatan digunakan bagian pangkal sampai tengah batang bambu dan menggunakan bagian daging bambu.

## **2.4. Bambu Laminasi**

Bambu lamina (glue limited timber : glulam) merupakan produk yang dibuat dengan merekatkan dua atau lebih lapisan bahan menjadi satu yang dibedakan menjadi lamina menyilang (cross) dan lamina sejajar (parallel). Lamina menyilang merupakan lapisan yang disusun secara menyilang satu dengan yang lain, sedangkan lamina sejajar adalah lapisan yang disusun sejajar antara satu dengan yang lain (Forsmith, 1952). Pada penelitian ini spesimen uji kuat tekan tegak lurus menggunakan susunan lamina sejajar yang susunan bilahnya horisontal dan vertikal.

## **2.5. Teknologi Perekatan Laminasi**

Teknologi perekatan bambu laminasi merupakan teknik penggabungan bahan dengan bantuan perekat, bahan bangunan berukuran kecil dapat direkatkan membentuk komponen bangunan sesuai dengan keinginan. Teknik laminasi juga merupakan cara penggabungan bahan baku yang tidak seragam atau dari berbagai kualitas. Menurut Morisco (2006), secara garis besar keuntungan yang dapat diperoleh dari teknologi laminasi antara lain :

1. Teknologi laminasi secara tidak langsung dapat mengatasi masalah retak, pecah ataupun cacat akibat pengeringan karena lamina terdiri atas lembaran-lembaran yang tipis sehingga pengeringan lebih cepat dan mudah.
2. Produk lamina yang berlapis-lapis memungkinkan untuk memanfaatkan lamina berkualitas rendah untuk disisipkan diantara lapisan luar (*face*) dan lapisan belakang (*back*) seperti halnya produk kayu lapis.
3. Teknologi laminasi memungkinkan pembuatan struktur bangunan berukuran besar yang lebih stabil karena seluruh komponen (lembaran) yang digunakan telah dikeringkan sebelum dirakit menjadi produk laminasi. Arah serat lamina dapat dipasang saling bersilangan, sehingga susunan ini akan menjadikan kembang-susut produk tidak besar.

## 2.6. Sifat fisika Bambu Laminasi

Bambu laminasi sebagai material konstruksi perlu ditinjau sifat-sifatnya mengenai sifat mekanis dan sifat fisiknya. Sebagai bahan material alam, bambu mempunyai bermacam-macam sifat yang tergantung pada jenis, lingkungan pertumbuhan dan asalnya. Adapun yang termasuk karakteristik fisika bambu, antara lain:

### a. Berat jenis

Berat jenis bambu menunjukkan banyaknya massa bambu, dengan kata lain jumlah sel-sel penyusun bambu dengan berat sel masing-masing menunjukkan berat total bambu. Berat jenis bambu dihitung sebagai nilai perbandingan antara berat bambu kering dibagi berat air dengan volume sama dengan volume bambu tersebut.

### b. Kadar air

Adalah nilai yang menunjukkan banyaknya air yang ada dalam bambu. Kadar air dihitung sebagai persentase perbandingan berat air dalam bambu dengan berat kering tanur. Berat bambu kering tanur adalah berat bambu total tanpa air

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Membuat benda uji bahan bambu laminasi.

Dalam penelitian ini spesimen uji dibuat dengan mengacu pada Standar Nasional Indonesia, SNI 03-3958-1995 : Metode Pengujian Kuat Tekan tegak lurus Serat, dan International Organization for Standarization, ISO 22157 : Bambu Laminate Tensile Test. Dimana bentuk spesimen hanya berbentuk material sesuai dengan ukuran dari standar yang dipakai kemudian hasilnya akan di bandingkan dengan klasifikasi kapal kayu menurut standart BKI. Untuk ketebalan lapisan dan banyaknya jumlah lapisan selain mengikuti hasil analisa teknis juga mengacu pada BKI Peraturan Untuk Material Non Metal BAB II Kayu Edisi 2006.

**Tabel 3.1. Jumlah dan tebal lapisan veneer**

Tebal Kayu lapis [mm]	Jumlah minimum lapisan veneer	Tebal minimum lapisan terluar	Tebal terbesar Lapisan dalam
Sampai dengan 6	3	1.5 mm	2.6 mm
Diatas 6 s/d 10	5		
Diatas 10 s/d 15	7		
Diatas 15 s/d 20	7	1.5 mm	3.8 mm
Diatas 20 s/d 26	9		
Diatas 26 s/d 34	11		
Diatas 34 s/d 40	13		
Diatas 40 s/d 48	15		
Diatas 48 s/d 55	17		

### 3.2. Uji Tekan Tegak Lurus Serat

Pengujian ini menggunakan SNI 03-3958-1995 : Metode Pengujian Kuat Tekan tegak lurus serat. Ukuran spesimen uji menurut Standart Nasional Indonesia (SNI) tersebut. Dalam pengujian tekan tegak lurus ini menggunakan prosedur pembebanan tegak lurus dengan dengan satu titik pembebanan



Gambar 3.1. Spesimen Uji Tekan Tegak Lurus

Data hasil pengujian tersebut didapatkan data yang meliputi :

$$f_c^\perp = \frac{P}{b \times h}$$

Dimana :

$f_c^\perp$  = kuat tekan tegak lurus serat

P = beban uji maksimum

b = beban benda uji

h = tinggi benda uji

Rumus regangan ( $\epsilon$ ) :

$$= \frac{\Delta \sigma \text{ (mm)}}{\text{tebal awal (mm)}}$$

Tebal awal dapat di cari dengan mencari rata-rata dari lebar dan tebal awal spesimen :

$$= \frac{l \text{ (mm)} + t \text{ (mm)}}{2}$$

Rumus Rata-rata lendutan :

$$= \frac{\Delta \sigma 1 + \Delta \sigma 2}{2}$$

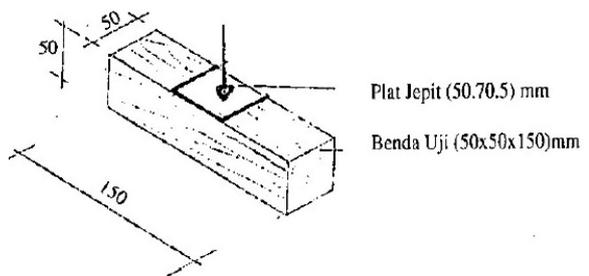
Rumus Tegangan ( $\sigma$ ) :

$$= \frac{\text{Beban (Kn)}}{\text{Penampang Uji}} \times 1000$$

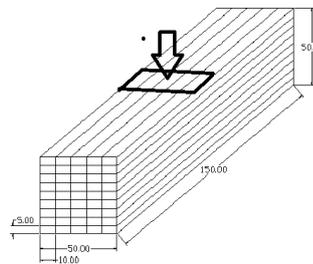
\*Penampang benda uji disini 50 x 50 mm

### 3.3. Design Benda Uji Tekan Tegak Lurus Serat Menurut Standar SNI 03-3958-1995

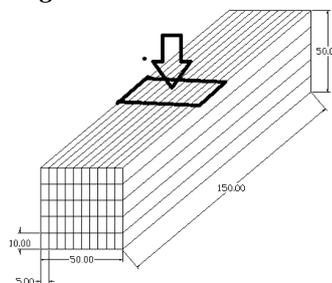
Pada penelitian ini jumlah spesimen uji kuat tekan tegak lurus serat 5 spesimen susunan horizontal dan 5 spesimen susunan vertikal.



Gambar 3.2. design spesimen uji tekan tegak lurus arah serat



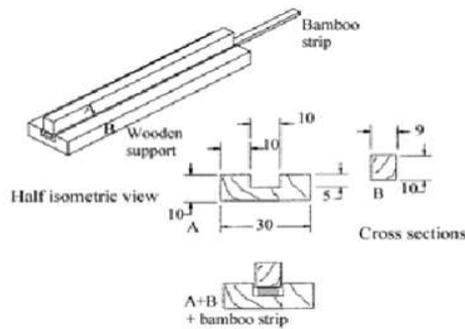
Gambar 3.3. Spesimen uji tekan tegak lurus dengan susunan horisontal



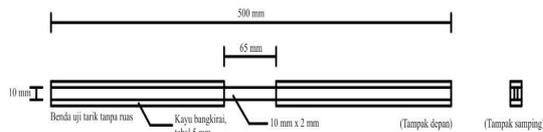
Gambar 3.4. Spesimen uji tekan tegak lurus dengan susunan vertikal

### 3.4. Benda Uji Kuat Tarik Bilah Bambu Laminasi Menurut Standar ISO-22157

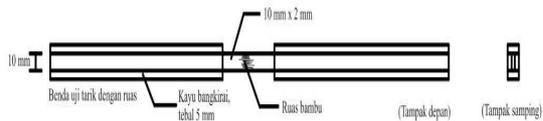
Pada penelitian ini jumlah spesimen uji kuat tarik bilah bambu laminasi 6 spesimen dengan ruas dan 6 spesimen tanpa ruas. Adapun design spesimen uji kuat tarik sebagai berikut :



Gambar 3.5. detail spesimen uji kuat tarik bilah bambu laminasi menurut standart ISO 22157



Gambar 3.6. spesimen uji kuat tarik bilah bambu laminasi tanpa ruas



Gambar 3.7. spesimen uji kuat tarik bilah bambu laminasi dengan ruas

### 3.5. Uji Kuat Tarik Tegak Lurus Serat Memanjang

Pengujian ini menggunakan standar ISO 22157 mengenai : Determination of physical and mechanical properties of bamboo. Dari hasil pengujian tersebut diatas didapatkan besaran kuat tarik sebagai berikut :

$$\text{Tensile strenght} = \frac{P}{A} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

Dimana :

P : maximum load (kg).

A : cross section area in middle portion (cm<sup>2</sup>)

Dalam pengujian ini spesimen benda uji bilah bambu laminasi memiliki tebal 2 mm, dan diberi penguat kayu bangkirai, tujuan untuk diberi kayu bangkirai adalah agar tidak terjadi gagal geser bagian pengecam pada saat pengujian. Adapun bentuk spesimen benda uji tarik serat memanjang dapat dilihat pada gambar.



Gambar 3.8. Spesimen uji tarik

### 3.6. Uji Density

Kerapatan merupakan perbandingan antara berat dan volume. Pengujian ini menggunakan standar ISO 22157-1 mengenai : Bambu – Determination of physical and mechanical properties of bamboo. Pengukuran kerapatan dilakukan seperti berikut :



Gambar 3.9. Spesimen Uji Density

$$\text{Rumus Kerapatan} : = \frac{m_0}{V}$$

$$\text{Rumus kadar air} : MC = \left( \frac{m_1 - m_0}{m_0} \right) \times 100$$

Dimana :

V = Volume spesimen

Mo = Berat spesimen setelah di oven (gr)

M = Berat spesimen sebelum di oven (gr)

MC = kadar air (%)

#### 4. HASIL DAN ANALISA DATA ANALISA SIFAT FISIK

##### 4.1. Kadar Air

Kadar air dari bambu petung mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap sifat fisik dan mekanik. Kadar air dalam bambu sangat mempengaruhi kekuatan kayu dan proses laminasi. Dari hasil pengujian yang dilakukan, kemudian dihitung dengan persamaan: Pengujian kadar air bambu dilakukan berdasarkan prosedur ISO 22157-1-2004 dengan benda uji berukuran  $t \times 25 \times 25$  mm. Kadar air bambu dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 1.1 di bawah ini.

$$M_c = \frac{m_1 - m_0}{m_0} \times 100\%$$

Dengan:

$M_c$  : kadar air (%)

$m$  : massa benda uji sebelum kering oven (gram)

$m_0$  : massa benda uji setelah kering oven (gram)

Maka diperoleh nilai kadar air dari bambu petung tersebut adalah antara 12.77 % sampai 13.36 % dengan nilai rata-rata kadar air adalah 13%. Hasil dari pengujian ini dapat dilihat pada tabel 4.1 di bawah ini dan di lampiran.

Berdasarkan hasil pengujian kadar air bambu petung yang telah dilakukan, kadar air benda uji masih tergolong sedang karena menurut ISO 22157-1-2004 kadar air yang baik berkisar 12%.

##### 4.2. Berat Jenis

Menurut penelitian yang saya lakukan di Laboratorium Struktur Teknik Sipil dan Lingkungan Universitas Gadjah Mada mempunyai rata-rata nilai berat jenis laminasi bambu petung susunan horisontal sebesar 0,78225 dan kadar air rata-rata 13%. Kemudian rata-rata nilai berat jenis laminasi bambu petung susunan vertikal sebesar 0,76495 dan kadar air rata-rata 13%.

Prayitno (1996:46) menyebutkan bahwa untuk kerapatan kayu antara 0,55-0,72  $\text{gr/cm}^3$ , digolongkan ke dalam kayu berat. Menurut PKKI-1961, kerapatan bambu petung ini dapat diklasifikasikan ke dalam kelas kuat II dengan nilai kerapatan antara 0,6 – 0,9. Menurut Maduretno (2010), kerapatan bambu mempengaruhi hasil penyerutan bambu. Semakin tinggi nilai kerapatan bambu, semakin tebal juga bilah bambu rata yang dihasilkan, sedangkan semakin rendah nilai kerapatan bambu, semakin tipis bilah bambu rata yang dihasilkan.

**Tabel 4.1 Berat jenis dan kadar air bambu petung**

Kode Uji	Berat Awal (gr)	Volume ( $\text{cm}^3$ )	Berat Akhir (gr)	Kadar Air (%)	Berat Jenis
H-1	13.03	15.68758	11.51	13.21%	0.795349
H-2	12.91	16.034	10.89	13.25%	0.786754
H-3	12.91	15.94538	11.4	13.25%	0.786754
H-4	12.63	16.06601	11.2	12.77%	0.774572
H-5	12.53	16.00225	11.11	12.78%	0.768016
<b>Rata-rata</b>	<b>12.082</b>	<b>15.9470</b>	<b>11.22</b>	<b>13 %</b>	<b>0.78225</b>
V-1	12.51	15.97088	11.25	13.21%	0.735453
V-2	12.69	16.034	11.25	12.80%	0.74604
V-3	13.17	15.97088	11.65	13.05%	0.805333
V-4	12.64	16.19346	11.15	13.36%	0.77141
V-5	13.03	16.09839	11.54	12.91%	0.76652
<b>Rata-rata</b>	<b>12.808</b>	<b>16.05326</b>	<b>11.368</b>	<b>13 %</b>	<b>0.76495</b>

##### 4.3. Analisa Sifat Mekanik

###### 4.3.1. Uji Tekan Tegak Lurus Balok Laminasi

Pengujian kuat tekan tegak lurus balok laminasi dilakukan pada Laboratorium Struktur, Teknik Struktur, Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknik UGM, dengan benda uji berdimensi 150 x 50 x 50 mm, dengan dimensi bilah bambu 10 x 5 mm. Pada pengujian ini, diberlakukan sistem 1 titik pembebanan.

Pengujian terhadap benda uji tekan tegak lurus dengan susunan bilah horisontal memperoleh hasil rata-rata tegangan tegak lurus sebesar 16,528 Mpa, kemudian lendutan rata-rata 5,662. Untuk benda uji tekan tegak

lurus dengan susunan bilah vertikal memperoleh hasil rata-rata tegangan tegak lurus sebesar 18,056 Mpa, kemudian lendutan rata-rata 4,7288.

**Table 4.2 uji tekan tegak lurus serat**

Kode Benda Uji	( $\sigma$ )Tegak Lurus Maks	Regangan Maksimal		Lendutan Rata-rata
		LVDT 1	LVDT 2	
H-1	16	0.094124	0.08792	5.135
H-2	15.6	0.095537	0.088521	5.115
H-3	16.92	0.111702	0.096099	5.86
H-4	17.64	0.117088		6.41
H-5	16.48	0.116558	0.105664	5.79
<b>Rata-rata</b>	<b>16,528</b>	<b>0.107002</b>	<b>0.094551</b>	<b>5,662</b>
V-1	17.64	0.096324	0.087634	5.08
V-2	19.08	0.10995		3.159
V-3	19.36	0.094551	0.0901	5.185
V-4	17.64	0.0968124	0.090602	5.13
V-5	16.36	0.095936	0.08761	5.07
<b>Rata-rata</b>	<b>18,056</b>	<b>0.09871</b>	<b>0.088987</b>	<b>4,7284</b>

Pada pengujian tekan tegak lurus serat memanjang bambu laminasi susunan horisontal, dengan pembebanan 1 titik, bambu laminasi mengalami rusak pada belah sejajar garis rekatan susunan vertikal mendekati pada bagian atas bentang. Hal ini dikarenakan susunan vertikal tidak lebih kuat menahan beban dari susunan horisontal karena susunan horisontal lebih rapat dan solid.



**Data logger ( alat pembebanan)**



**Proses pengujian**

#### 4.3.2. Uji Kuat Tarik Sejajar Serat Bilah Bambu Laminasi Arah Memanjang

Dari pengujian yang dilakukan di Laboratorium Struktur Bahan, maka diperoleh

nilai kuat tarik sejajar arah serat bilah bambu petung tanpa ruas rata-rata adalah 246,37 Mpa. Sedangkan nilai kuat tarik sejajar arah serat memanjang bilah bambu petung dengan ruas rata-rata adalah 102,062 Mpa. Untuk lebih jelas, hasil dari pengujian ini dapat dilihat pada Tabel dan Lampiran.

**Tabel 4.3 Kuat Tarik Bilah Bambu Petung**

No.	Tanda / Catatan	Benda Uji			Hasil Pengujian		
		Panjang Ukuran Po (mm)	Penampang (mm)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Tarik Maks (N)	Kuat Tarik (Mpa)	
		Lebar	Tebal				
1	BTR-1	50	10.466	2.1	21.9786	5403	245.812
2	BTR-2	50	10.1833	2.23	22.7424	5766	253.526
3	BTR-3	50	10.033	2.2	22.0726	6400	289.952
4	BTR-4	50	10.0833	2.2	22.1833	5425	244.553
5	BTR-5	50	9.8333	2.2	21.6333	4154	192.023
6	BTR-6	50	10	2.1	21	5300	252.281
	<b>Rata-rata</b>	<b>50</b>	<b>10.0998</b>	<b>2.17</b>	<b>21.94</b>	<b>5408</b>	<b>246.36</b>
7	BR-1	50	9.9667	1.95	19.4351	2425	124.774
8	BR-2	50	9.7333	2.866	27.9025	2725	97.6629
19	BR-3	50	9.8167	2.45	24.0508	2050	85.2363
10	BR-4	50	9.5	2.2	20.9	2075	99.2823
11	BR-5	50	9.5833	2.333	22.361	2675	119.628
12	BR-6	50	9.8667	2.333	23.0223	1975	85.786
	<b>Rata-rata</b>	<b>50</b>	<b>9.7445</b>	<b>2.355</b>	<b>22.945</b>	<b>2321</b>	<b>102.062</b>

Keterangan :

BTR = Bilah Tanpa Ruas

BR = Bilah Ruas

Dari tabel 4.3. dapat dilihat bahwa nilai kuat tarik bilah bambu dengan ruas jauh lebih kecil daripada kuat bambu tanpa ruas. Hal ini dapat terjadi karena pada ruas, ada sebagian serat bambu yang berbelok dan sebagian lagi tetap lurus. Serat yang berbelok ini sebagian menuju sumbu batang, sedangkan sebagian lagi menjauhi ruas, sehingga pada ruas arah gaya tidak lagi sejajar semua serat. Oleh karena itu, ruas pada bambu merupakan bagian yang paling lemah terhadap gaya tarik sejajar sumbu batang.

Dari tabel 4.3. dapat dilihat juga bahwa kuat tarik sejajar serat bilah bambu tanpa ruas rata-rata adalah 246,37 Mpa. Hasil ini membuktikan bahwa kuat tarik bambu dapat disejajarkan dengan tegangan luluh baja ( $\pm$  240 MPa).

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

Berdasarkan kelas kuat kayu dari Biro Klasifikasi Indonesia didapatkan persyaratan seperti di bawah ini :

**Tabel 4.4. Kelas Kuat**

Kelas kuat	Berat jenis kering udara	Kukuh lentur mutlak	
		Dalam kg per Cm <sup>2</sup>	
I	> 0,90	> 1100	> 650
II	0,90 - 0,60	1100 - 725	650 - 425
III	0,60 - 0,40	725 - 500	425 - 300
IV	0,40 - 0,30	500 - 360	300 - 215
V	≤ 0,30	≤ 360	≤ 215

\*Sumber : BKI Kapal Kayu 2006

Untuk bahan konstruksi lunas kapal, karena secara umum kapal kayu menggunakan material utama dari kayu jati, maka Biro Klasifikasi Indonesia menetapkan bahan tersebut minimum harus termasuk Kelas Kuat II dan Kelas Awet I-(II) pada kayu jati. Berikut ini merupakan rangkuman data hasil pengujian uji tekan bambu laminasi, seperti dibawah ini :

**Tabel 4.5 rangkuman pengujian tekan tegak lurus dan uji density**

Kode Benda Uji	(σ) Tegak Lurus Maks (Mpa)	Regangan Maksimal (ε)		Kadar Air (%)	Berat Jenis	Lendutan Rata-rata
		LVDT 1 (mm/mm)	LVDT 2 (mm/mm)			
H-1	16	0.094124	0.08792	13.21%	0.795349	5.135
H-2	15.6	0.095537	0.088521	13.25%	0.786754	5.115
H-3	16.92	0.111702	0.096099	13.25%	0.786754	5.86
H-4	17.64	0.117088		12.77%	0.774572	6.41
H-5	16.48	0.116558	0.105664	12.78%	0.768016	5.79
Rata-rata	16.528	0.107002	0.094551	13%	0.78	5.662

Kode Benda Uji	(σ) Tegak Lurus Maks (Mpa)	Regangan Maksimal (ε)		Kadar Air (%)	Berat Jenis	Lendutan Rata-rata
		LVDT 1 (mm/mm)	LVDT 2 (mm/mm)			
V-1	17.64	0.096324	0.087634	13.21%	0.735453	5.08
V-2	19.08	0.10995		12.80%	0.74604	3.159
V-3	19.36	0.094551	0.0901	13.05%	0.805333	5.185
V-4	17.64	0.0968124	0.090602	13.36%	0.77141	5.13
V-5	16.56	0.095936	0.08761	12.91%	0.76652	5.07
Rata-rata	18.056	0.09871	0.088987	13%	0.76	4.7248

Berdasarkan hasil pengujian bambu laminasi memiliki berat jenis kering keseluruhan berkisar antara rata-rata 0.735 hingga 0,805 yang termasuk kedalam berat jenis kayu berat. Sehingga bambu termasuk dalam Kelas Kuat II Biro Klasifikasi Indonesia.

Hasil pengujian yang telah dilakukan dengan uji tekan tegak lurus serat memanjang bambu laminasi pada susunan vertikal mempunyai tegangan berkisar antara 16,56 Mpa sampai 19,36 Mpa dengan rata-rata 18,056 Mpa atau 180,56 Kg/cm<sup>2</sup>. Sehingga pada penelitian ini bambu laminasi susunan vertikal termasuk dalam Kelas Kuat V. Sedangkan bambu laminasi pada susunan horizontal mempunyai tegangan berkisar antara 15,6 Mpa sampai 17,64 Mpa dengan rata-rata 16,528 Mpa atau 165,28 Kg/cm<sup>2</sup>, sehingga pada penelitian ini bambu laminasi susunan horisontal termasuk dalam Kelas Kuat V. Menurut peraturan BKI 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 %. Pada penelitian ini bambu laminasi keteguhan tekan mutlak masih lebih rendah dari kayu jati yang biasa digunakan pada bagian lunas kapal, sehingga bambu laminasi belum bisa menggantikan komponen lunas kapal sebagai material alternatif.

#### 4.5. Analisa Teknis Struktur Kapal Saat Berbahan Bambu Laminasi Pada Lunas Kapal Perikanan

Berdasarkan pengujian balok laminasi yang diibaratkan sebagai lunas kapal, dan kemudian balok laminasi tersebut dipotong sesuai ukuran standart SNI untuk dilakukan pengujian dan hasil dari pengujian tersebut pada balok laminasi susunan horisontal hanya memiliki rata-rata keteguhan tekan mutlak 16,628 MPA atau 166,28 kg/cm<sup>2</sup> dan pada susunan vertikal memiliki rata-rata tekan

mutlak 18,056 Mpa atau 180,56 kg/cm<sup>2</sup>. Dari hasil pengujian bambu laminasi masuk kedalam kelas kuat V, maka sifat mekanis bambu laminasi belum dapat menggantikan lunas berbahan kayu. Pada BKI Kapal Kayu untuk klasifikasi bagian lunas kapal kayu jati harus memiliki I-(II) Kelas Awet Kayu, dan II Kelas Kuat. Jika dianalisa dari mekanisme keruntuhan maka terjadi kesalahan dalam dalam penyusunan struktur laminasi dan tidak diperlukannya ruas / buku pada balok laminasi karena ruas adalah bagian terlemah dari bambu. Keruntuhan struktur balok laminasi terjadi pada sekitar garis perekat pada susunan vertikal.

## 5. PENUTUP

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan penulis yaitu Analisa Teknis Bambu Laminasi Sebagai Material Konstruksi Pada Lunas Kapal Perikanan, yang mana diharapkan bambu laminasi dapat menggantikan kayu sebagai material konstruksi kapal perikanan, maka dapat disimpulkan beberapa informasi teknis sebagai berikut :

1. Nilai rata-rata kukuh tekanan mutlak bambu laminasi dengan susunan horisontal 166,28 kg/cm<sup>2</sup> , dengan lendutan rata-rata 6,662. Kemudian untuk rata-rata kukuh tekanan mutlak bambu laminasi dengan susunan vertikal 180,56 kg/cm<sup>2</sup>, dengan lendutan rata-rata 4,7248. Dalam penelitian ini tergolong Kelas Kuat V sesuai Kelas Kuat Kayu BKI Kapal Kayu. Maka susunan bambu laminasi yang disarankan untuk konstruksi lunas kapal perikanan adalah susunan vertikal.
2. Dalam penelitian ini dapat dilihat pada hasil uji kuat tarik bilah bambu laminasi pada bilah tanpa ruas atau kode BTR mempunyai nilai rata-rata 246,37 Mpa, sedangkan bilah dengan ruas atau kode BR memiliki nilai rata-rata 102,062

Mpa. Hal ini disimpulkan ruas bambu merupakan kelemahan dari bambu, karena struktur seratnya yang tidak beraturan.

3. Sifat fisika setelah pengujian memperoleh hasil rata-rata berat jenis bambu laminasi dengan susunan horisontal 0,78225, dan rata-rata kadar air bambu laminasi dengan susunan horisontal 13%. Kemudian hasil rata-rata berat jenis bambu laminasi dengan susunan vertikal 0,76495, dan rata-rata kadar air bambu laminasi dengan susunan vertikal 13%. Hasil penelitian tersebut masuk kelas Kuat Awet II BKI Kapal Kayu, maka berat jenis bambu laminasi setara dengan kayu jati.

### 5.2. Saran

Penelitian yang disusun 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 menganalisa secara teknis bambu laminasi untuk mendapatkan kekuatan tekan mutlak dan tarik laminasi memanjang dan melintang dengan menggunakan perekat selain urea formal delhyde.
2. Adanya penelitian untuk menganalisa secara teknis bambu laminasi untuk mendapatkan kekuatan tekan mutlak dengan variasi tebal bilah bambu laminasi dengan jenis bambu yang berbeda.
3. Memperluas kajian pembahasan, misalnya dengan analisa ketahanan bambu laminasi terhadap cuaca, air dan hama (kelas awet). Dengan harapan bambu laminasi dapat dinyatakan

memenuhi kelayakan Biro Klasifikasi Indonesia.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

1. Basuki Akhmad dkk, 2007. IPTEK, The Journal For Technology and Science, Vol. 18, No.3, Jakarta.
2. Biro Klasifikasi Indonesia, 1996. Buku Peraturan Klasifikasi dan Konstruksi Kapal Laut, Peraturan Kapal Kayu, Bina Hati. Jakarta.
3. Chugg W.A., Glulam, 1964. The Theory and Practice of Manufacture of Glue Laminated Structure Ernest Been Limited, London.
4. International Organization for Standardization (ISO), 1975. Bambu-Determination of physical and mechanical properties, ISO 22157-1. ISO Central Secretariat, Geneva, Switzerland.
5. Jones R.M., 1987. Mechanics of Composite Materials, Mc. Graw – Hill, New York, USA
6. Kementrian Pekerjaan Umum, 2000. Badan Penelitian dan Pengembangan Pusat Litbang Perumahan, Balai Pengembangan Teknologi Perumahan Tradisional, Denpasar Bali.
7. Morisco. 1999. Rekayasa Bambu. Yogyakarta
8. Morisco. 2006. Teknologi Bambu, Bahan Kuliah Magister Teknologi Bahan Bangunan, Program Studi Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
9. Sahat Nico J.V., 2013. Analisa Teknis Bambu Laminasi Sebagai Material Konstruksi Pada Kapal Perikanan. Program Studi Teknik Perkapalan, Universitas Diponegoro, Semarang.
10. Standar Nasional Indonesia (SNI), 1995. Metode Pengujian Kuat Tekan Kayu di Laboratorium, SNI 03-3958-1995, Indonesia
11. Wardhani, IY. 1999. Kualita Perekatan Kayu Laminasi dari Empat Jenis Kayu Kurang Dikenal. <http://www.unmul.ac.id/dat/pub/frontir/i sna.pdf>.
12. Widjaja, E. A., 1995. Plant resources of South-east Asia, no. 7: Bambus. Prosea, Bogor, Indonesia.
13. Widodo, AB, 2006. “Analisa Sifat Fisis dan Sifat Mekanis Komposit Sebagai Material Alternatif Pembangunan Kapal Kayu” Jurnal Teknologi Kelautan (JTK). Institut Teknologi Sepuluh November (ITS).