

## Analisa Kekuatan Laminasi Kayu Lokal dan Bambu Sebagai Bahan Alternatif Untuk Pembuatan Kapal Ikan

Ferri safriwardy

Jurusan Teknik Mesin, Universitas Malikussaleh

Corresponding Author: [ferrisafriwardy@yahoo.com](mailto:ferrisafriwardy@yahoo.com), +628123150417

**Abstrak** – Untuk pembuatan kapal ikan saat ini semakin sulit mencari kayu, khususnya untuk pembuatan gading, lunas. Gading merupakan struktur rangka dari kapal di mana kulit lambung kapal di rekatkan untuk membuat gading membutuhkan kayu yang solid yang sudah terbentuk secara alami. Penelitian ini menganalisa bagaimana laminasi kayu bakau dengan bambu betung di gunakan untuk gading kapal kayu nelayan tradisional di Aceh dilihat dari segi ekonomi, teknologi produksi (laminasi) dan kekuatan pengujian kekuatan dilakukan dengan uji bending, dengan tiga model specimen uji, berukuran 30mm x 30mm x 300mm. Variasi laminasi mulai dari laminasi kayu, bambu, kayu. 90% kayu bakau 10% bambu betung, dan laminasi kayu, bambu, kayu, bambu, kayu. 80% kayu bakau 20 bambu betung. Serta laminasi kayu, bambu, kayu, bambu, kayu. 70% Kayu 30% Bambu Betung. Hasil dari penelitian ini menunjukkan terjadi kenaikan kekuatan pada konstruksi laminasi lima layer, yaitu dengan komposisi kayu bakau 80% dan bambu betung 20%. Copyright © 2016 Department of Mechanical Engineering. All rights reserved.

**Keywords:** Kayu Bakau, Bambu betung, laminasi, Gading.

### 1 Pendahuluan

Potensi perairan yang ada di Indonesia diperkirakan mencapai 1 juta ton ikan pertahun dan kalau ditambah dengan kawasan ZEE (Zona Ekonomi Eksklusif) jumlahnya mencapai 6 juta ton pertahun. Tetapi pemanfaatan potensi tersebut sampai sekarang masih sangat minim dan diperkirakan hanya sepertiga dari potensi yang ada. Salah satu kendala pemanfaatan yang relatif masih kecil hal tersebut disebabkan oleh keterbatasan sarana untuk mendayagunakan potensi perairan berupa kapal ikan, khususnya untuk pembuatan gading yang membutuhkan kayu yang solid atau kayu yang berbentuk leter U dan Leter V yang sudah terbentuk secara alami

Kapal kayu sebagai sarana transportasi laut yang paling banyak digunakan di Indonesia baik sebagai kapal ikan, dan lain-lain. Adapun alasan digunakannya kayu sebagai bahan baku pembuatan gading kapal dikarenakan bahan baku banyak dijumpai pada tiap daerah di Indonesia, proses pekerjaannya dapat dilakukan dengan teknologi tradisional, tersedianya tenaga kerja yang terampil dan juga murah menyebabkan harga kapal relatif murah, untuk kapal

kecil konstruksi dari kayu cukup kuat dengan berat yang lebih ringan, perbaikan dan perawatan kapal lebih mudah dan sederhana

Berdasarkan hal diatas sebagian besar dari armada kapal pelayaran rakyat masih menggunakan bahan baku kayu sebagai bahan utama pembuatan armada kapal. Walaupun potensi kayu sebagai bahan baku utama dari pada pembuatan gading kapal kayu masih banyak tersedia, pertimbangan efisiensi dan penghematan bahan baku kayu bukanlah suatu tindakan yang salah. Tindakan ini bukan hanya diperuntukan pada saat ini, tetapi juga dipertimbangkan untuk masa yang akan datang, karena tidak mustahil jika pada saat yang akan datang kebutuhan akan bahan kayu akan sulit didapatkan baik kualitas maupun kuantitasnya dan komoditi kayu tidak akan semurah dan semudah sekarang ini. Oleh karena itu mulai saat ini sudah perlu dipikirkan dan dicari bahan baku alternatif untuk menggantikan kayu sebagai bahan baku pembuatan

Teknologi kapal kayu juga cocok dengan teknologi yang dikuasai serta cocok secara budaya kebanyakan masyarakat pesisir pengrajin perahu tradisional dan tidak banyak menggunakan bahan baku impor.

Pemeliharaan kapal kayu juga relatif lebih mudah untuk masyarakat pesisir dengan infrastruktur yang relatif terbatas.

Mengingat saat ini kondisi kayu di Aceh semakin langka setelah terjadi musibah gempa dan tsunami yang melanda Aceh penggunaan kayu sangat besar untuk melakukan rehab rekon dan di berlakukan peraturan Gubernur tentang moratorium logging sehingga sangat sulit bagi nelayan di daerah pesisir untuk mendapatkan bahan baku yang solid untuk pembuatan gading kapal nelayan di Aceh saat ini masih menggunakan proses penyambungan dengan menggunakan baut, kalau di tinjau dari segi umur dan kekuatan sangat diragukan di karenakan baut akan mengalami korosi dan tempat yang di bor akan terjadi pelapukan sehingga kekuatan gading untuk menahan gelombang laut tidak maksimal lagi.

Proses pembuatan gading saat ini telah berkembang pesat dari teknologi tradisional dengan menggunakan kayu utuh yang sudah terbentuk secara alami sebagai bahan pembuatan gading, untuk saat ini sudah menggunakan teknologi modern yaitu dengan menggunakan sistim laminasi untuk pembuatan gading kapal kayu. Teknologi laminasi dapat menghemat bahan baku dan tidak memerlukan kayu solid untuk pembuatan sebuah gading, namun kekuatannya sangat kuat bila di dibandingkan dengan menggunakan baut untuk proses penyambungan, sebab semua kerangka kapal kayu akan mendapatkan beban-beban statis dan beban dinamis.

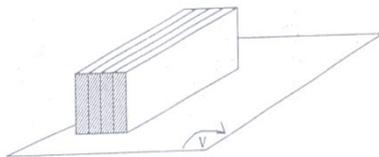
## 2 Teori Dasar

### 2.1. Klasifikasi Sistem Laminasi

Menurut Bakri, 1990 sistem laminasi dapat dibedakan atas dua jenis, antara lain :

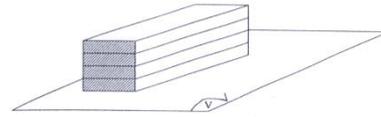
#### 1. Sistem Laminasi Vertikal

Sistem laminasi ini, bilah papan-papan disusun menyudut  $90^\circ$  dengan bidang datar. Untuk lebih jelas sistim laminasi vertikal seperti terlihat pada Gambar dibawah ini.



#### 2. Sistem Laminasi Horizontal

Sistem laminasi ini, bilah papan-papan kayu pelapis disusun sejajar dengan bidang datar. Jadi laminasi horizontal adalah : berlawanan dengan vertikal laminasi, laminasi horizontal dapat dilihat pada Gambar dibawah ini



### 2.2. Kayu bakau

Ada tiga jenis bakau di Indonesia

#### 1. Bakau minyak

Mendesck Memiliki nama ilmiah *Rhizophora apiculata* (atau sering pula disebut *R. conjugata* L), bakau minyak juga disebut dengan nama bakau tandok, bakau akik, bakau kacang dan lain-lain. Bakau minyak dengan warna kemerahan pada tangkai daun dan sisi bawah daun.

#### 2. Bakau Kurap

Ripsikan Nama ilmiahnya adalah *Rhizophora mucronata* Poir, juga disebut dengan nama-nama lain seperti bakau betul, bakau hitam dan lain-lain. Kulit batang hitam, memecah datar. Bunga berkelompok, 4-8 kuntum. Daun mahkota putih, berambut panjang hingga 9 mm. Buah bentuk telur, hijau kecoklatan, 5-7 cm. Hipokotil besar, kasar dan berbintil, panjang 36-70 cm. Leher kotiledon kuning jika matang, sering bercampur dengan bakau minyak, namun lebih toleran terhadap substrat yang lebih keras dan berpasir. Lebih menyukai substrat yang tergenang dalam dan kaya humus, jarang sekali didapati di tempat yang jauh dari pasang surut.

#### 3. Bakau Kecil

Bentuk Pohon dengan satu atau banyak batang. Tidak seperti dua kerabatnya terdahulu yang dapat mencapai 30 m, bakau kecil hanya tumbuh sampai dengan tinggi sekitar 10 m. Nama ilmiahnya adalah *Rhizophora stylosa* Bunga dalam kelompok besar, 8-16 kuntum, kecil-kecil. Daun mahkota putih, berambut panjang hingga 8 mm. Buah coklat kecil, panjang s.d 4 cm. Hipokotil berbintil agak halus, 20-35 cm (terkadang 50 cm); leher kotiledon kuning kehijauan ketika matang. Bakau ini menempati habitat yang paling beragam. Mulai dari lumpur, pasir sampai pecahan batu atau karang. Mulai dari tepi pantai hingga daratan yang mengering. Terutama di tepian pulau yang berkarang. Diketahui menyebar di Taiwan, Filipina, Malaysia, Papua Nugini, dan Australia tropis. Di Indonesia didapati mulai dari Sumatera, Jawa, Bali, Lombok, Sumbawa, Sumba, Sulawesi

### 2.3. Sifat mekanik Kayu bakau

Untuk dapat kita mengetahui sifat-sifat mekanis dari kayu bakau dapat di lihat pada Tabel di bawah ini.

Ketangguhan lenturan Statis		<i>Rhizophora apiculata</i>	<i>Rhizophora mucronata Poir</i>	<i>Rhizophora stylosa</i>
Tegangan pada batas proporsi (kg/cm <sup>2</sup> )	B	769	497	306
	K	759	458	401
Tegangan pada batas patah (kg/cm <sup>2</sup> )	B	834	791	558
	K	1100	701	635
Modulus elastisitas (1000) (kg/cm <sup>2</sup> )	B	154	163	102
	K	172	126	111
Usaha sampai batas proporsi (kgm/dm <sup>3</sup> )	B	1.2	0.8	0.9
	K	1.8	0.9	0.8
Usaha sampai batas patah (kgm/dm <sup>3</sup> )	B	6.6	6.3	4.8
	K	8.0	4.8	1.7
<b>Ketangguhan pukul</b>				
Radial (kgm/dm <sup>3</sup> )	B	29.9	26.1	21.2
	K	31,6	16.5	19.9
Tangensial (kgm/dm <sup>3</sup> )	B	31.9	26.7	23.4
	K	32.1	16.9	20.1
Keteguhan tekan sejajar arah serat, tegangan maksimum (kg/cm <sup>2</sup> )	B	458	406	311
	K	624	424	388
<b>Kekerasan (JANKA)</b>				
Ujung (kg/cm <sup>2</sup> )	B	4.18	3.70	3.29
	K	7.47	3.09	2.31
Sisi (kg/cm <sup>2</sup> )	B	4.10	-	2.03
	K	6.03	23.8	2.41
<b>Ketangguhan Geser</b>				
Radial (kg/cm <sup>2</sup> )	B	6,47	54.1	30.8
	K	7.12	47.2	37.6
Tangensial (kg/cm <sup>2</sup> )	B	73.9	66.3	41.9
	K	81.5	53.5	46.6
<b>Ketangguhan belah</b>				
Radial (kg/cm <sup>2</sup> )	B	48.9	48.2	49.6
	K	52.6	53.7	40.4
Tangensial (kg/cm <sup>2</sup> )	B	62.7	56.8	54.6
	K	65.6	64.0	52.2
<b>Ketangguhan tarik tegak lurus arah serat</b>				
Radial (kg/cm <sup>2</sup> )	B	31.5	24.4	42.8
	K	28.0	38.5	22.2
Tangensial (kg/cm <sup>2</sup> )	B	41.4	38.0	48.0
	K	36.3	43.0	29.4

#### 2.4. Lem Fenol Formaldehyde

Dalam industri kayu perekat merupakan salah satu bahan yang banyak dipakai. Yang dimaksud dengan bahan perekat pada kapal kayu adalah bahan yang dipakai untuk menyatukan dua atau lebih unsur-unsur pembentukan konstruksi sehingga menjadi satu kesatuan komponen konstruksi kapal kayu

Perekat adalah bahan adesif yang berbentuk cair yang berfungsi pemersatu dari laminan-laminan membentuk laminasi dalam pembuatan kayu laminasi bahan perekat merupakan faktor penting, karena bersifat mempersatukan lembaran- lembaran papan kayu yang di potong untuk menjadi satu kesatuan ketebalan yang tertentu. Sehingga kemampuan perekat sangat menentukan kualitas dari laminasi. Salah satu jenis lem yang di gunakan untuk laminasi dalam dunia perkapalan adalah phenol formaldehyde, karakteristik umum phenol formaldehyde pada proses pengeleman dingin dapat di lihat sebagai berikut :

1. Spesifik Britis Standard 1203 untuk plywood
2. 1204 untuk pengeleman kayu teknik
3. Waktu penyimpanan pada 20°C 3 sampai 6 bulan
4. Waktu penggabungan / penempelan pada 20°C 45 menit
5. Waktu pengerjaan/ operasi 1 sampai 4 jam
6. Tekanan lem Umum 3-4 jam pada 20°C tekanan 50 – 100 psi
7. Pengeleman kayu teknik minimum 16 jam pada 15°C tekanan 100 psi untuk kayu lembut dari 150 psi untuk kayu keras
8. Celah/ rongga pengeleman tidak ada
9. Pengeleman dengan semprotan 100 sq.ft. Umum 3 sampai 5 lb
10. Kayu teknik 7 sampai 10 lb.

Penggunaan lem pada industri dapat dipakai pada suhu tidak melebihi 38°C. Pengeleman plywood: Furniture, komposisi bahan Resin kental: Toluene Sulphonie. Dari karakteristik di atas maka lem phenol formaldehyde dapat :

- a. Merekatkan material yang sejenis, misal kayu dengan kayu, bambu dengan bambu.
- b. Tahan terhadap air baik tawar maupun air laut, serta peka terhadap jenis minyak baik pelumas maupun bahan bakar seperti solar.

Daya renggang minimum 50 kg/cm<sup>2</sup> dan dapat diperbesar dengan pemanasan 2500 C selama sampai 1 jam, maka daya renggang minimum akan meningkatkan menjadi 125 kg/cm<sup>2</sup>

#### 2.5. Bambu betung

Kondisi daerah di Indonesia memungkinkan tumbuhnya bambu. Bambu termasuk tumbuh – tumbuhan dari golongan rumput-rumputan dengan batang -batang yang berkayu

Dalam penelitian ini digunakan jenis bambu betung (*Dendrocalamus Asper*), bambu ini tumbuh di dataran rendah dan dataran tinggi yang samapai 2000 meter di atas permukaan laut, dan ditanam orang hampir di seluruh pelosok tanah air. Rumpun bambu betung ini agak rapat, tinggi buluhnya dapat mencapai 20 meter, dan panjang garis tengah paling besar diantara bambu lainnya, yakni sampai 20 cm. Panjang ruasnya 40-60 cm dengan akar-akar pendek pada buluhnya. Kandungan air pada bambu betung sehabis di potong adalah 50-99 %, dan bambu telah kering adalah 12-18 %. Berat jenis bambu adalah antara 600-900 kg/cm<sup>2</sup>

Namun bambu betung ini selalu dijadikan sebagai bahan-bahan perabotan rumah tangga, konstruksi, bahkan untuk perkapalan bambu ini ada yang dipakai sebagai tiang layar bagi perahu layar dan ada juga yang dipakai sebagai tiang-tiang untuk rumah maupun untuk bangunan yang terbuat selain dari beton. Bambu betung mempunyai kekuatan dan elastisitas yang baik,

karena banyak sekali dipergunakan sebagai penguat konstruksi

#### Sifat fisis dan mekanis bambu betung

No.	Sifat fisis dan mekanis	Bambu Ater kg/cm <sup>2</sup>	Bambu Betung kg/cm <sup>2</sup>	Bambu Andong kg/cm <sup>2</sup>
1.	Keteguhan lentur maksimum	533,05	342,47	128,31
2.	Modulus elastisitas	89152,5	53173,0	23775,0
3.	Keteguhan tekan sejajar serat	584,31	416,57	293,25
4.	Berat jenis	0,71	0,68	0,55

sifat kimia bambu telah dilakukan oleh Gusmailina dan Sumadiwangsa (1988) meliputi penetapan kadar selulosa, lignin, pentosan, abu, silika, serta kelarutan dalam air dingin, air panas dan alkohol benzen. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kadar selulosa berkisar antara 42,4%-53,6%, kadar lignin bambu berkisar antara 19,8%-26,6%, sedangkan kadar pentosan 1,24%-3,77%, kadar abu 1,24%-3,77%, kadar silika 0,10%-1,78%, kadar ekstraktif (kelarutan dalam air dingin) 4,5%-9,9%, kadar ekstraktif (kelarutan dalam air panas) 5,3% - 11,8%, kadar ekstraktif (kelarutan dalam alkohol benzene) 0,9%- 6,9%.

#### 2.6. Konstruksi kapal ikan

Kapal ikan seperti sampan atau perahu, merupakan suatu kendaraan yang dibuat untuk lautan atau pengangkutan merintang air. Kapal biasanya cukup besar untuk membawa perahu kecil seperti perahu keselamatan. Secara kebiasaannya kapal bisa membawa perahu tetapi perahu tidak boleh membawa kapal. Ukuran sebenarnya dimana sebuah perahu disebut kapal selalu ditetapkan oleh undang-undang dan peraturan atau kebiasaan setempat.

Berabad abad kapal digunakan oleh manusia untuk mengarungi sungai atau lautan yang diawali oleh penemuan perahu. Biasanya manusia pada masa lampau menggunakan kano, rakit ataupun perahu, semakin besar kebutuhan akan daya muat maka dibuatlah perahu atau rakit yang berukuran lebih besar yang dinamakan kapal. Bahan-bahan yang digunakan untuk pembuatan kapal pada masa lampau menggunakan kayu, bambu ataupun batang-batang papyrus seperti yang digunakan bangsa mesir kuno kemudian digunakan bahan bahan logam seperti besi/baja karena kebutuhan manusia akan kapal yang kuat. Untuk penggerakannya manusia pada awalnya menggunakan dayung kemudian angin dengan bantuan layar, mesin uap setelah muncul revolusi Industri dan mesin diesel serta Nuklir. Beberapa penelitian memunculkan kapal bermesin yang berjalan mengambang diatas air seperti Hovercraft dan

Eakroplane. Serta kapal yang digunakan di dasar lautan yakni kapal selam.

Sejak zaman dahulu sebelum di temukan pesawat terbang kapal sudah digunakan untuk mengangkut penumpang dan barang sampai akhirnya pada awal abad ke-20 ditemukan pesawat terbang yang mampu mengangkut barang dan penumpang dalam waktu singkat maka kapal pun mendapat saingan berat.



Gambar 2 5.1. konstruksi kapal ikan

#### 2.7. Gading

Gading-gading merupakan struktur rangka dari kapal dimana kulit – kulit kapal diletakkan. Nama dari gading disesuaikan dengan tempatnya. Gading yang terletak disekitar haluan tersebut gading haluan. Gading yang terletak pada tempat yang terlebar dari kapal disebut gading besar dan gading yang terletak di sarung poros baling-baling disebut gading kancing . Gading-gading ini mempunyai jarak antara satu dan lainnya kira-kira antara 500 sampai 1000 mm disesuaikan dengan ukuran kapal dan diberi nomor urut mulai nol yang dimulai dari belakang.

#### 2.8. Lunas

Lunas adalah bagian terbawah dari kapal, lunas terdiri dari berbagai jenis yaitu lunas dasar, lunas tegak dan lunas lambung. Lunas dasar merupakan lajur kapal pada dasar yang tebalnya  $\pm 35\%$  dari pada kulit kapal lainnya. Sedangkan lunas tegak ialah lunas yang tegak sepanjang kapal, tebalnya  $\frac{5}{8}$  lebih besar daripada lunas dasar pada  $\frac{4}{10}$  bagian lunas tegak ditengah-tengah kapal.

Kapal besar pada umumnya memiliki lunas lambung yang berfungsi untuk melindungi kapal bila kandas. Lunas lambung ini biasanya terdapat  $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{3}$  dari panjang kapal pada bagian tengah yang berfungsi juga untuk mengurangi olengan kapal.

#### 2.9. Lambung

Lambung kapal (hull) adalah badan dari perahu atau kapal. Lambung kapal menyediakan daya apung yang mencegah kapal dari tenggelam. Rancang bangun lambung kapal merupakan hal yang penting dalam

membuat kapal karena akan mempengaruhi stabilitas kapal, kecepatan rencana kapal, konsumsi bahan bakar, draf kedalaman yang diperlukan dalam kaitannya dengan kolam pelabuhan yang akan disinggahi serta kedalaman alur pelayaran yang dilalui oleh kapal tersebut.

### 2.10. Haluan

Haluan adalah bagian depan dari badan kapal. Haluan kapal dirancang untuk mengurangi tahanan ketika haluan kapal memecah air dan harus cukup tinggi untuk mencegah air masuk kedalam kapal akibat ombak atau belahan air saat kapal berlayar. Untuk kapal dengan kecepatan tinggi biasanya haluan dibuat lancip sehingga gesekan antara air dengan haluan bisa dikurangi sekecil mungkin seperti pada kapal perang, sedang kapal dengan kecepatan rendah seperti pada kapal tangker bisa tidak diperlukan haluan yang lancip sekali.

### 2.11. Analisa bending

Bending adalah proses deformasi secara plastik dari kayu terhadap sumbu linier dengan hanya sedikit atau hampir tidak mengalami perubahan perubahan luas permukaan. Bending menyebabkan kayu pada sisi luar sumbu netral mengalami tarikan, sedangkan pada sisi lainnya mengalami tekanan. Kekuatan bahan ini membahas kekuatan terhadap beban luar. Beban luar ialah gaya dari luar yang bekerja pada bahan. Bahan dikatakan kuat apabila beban luar hanya mengakibatkan deformasi dalam batas elastisitas, besarnya deformasi ditentukan oleh jenis bahan, besar dan jenis beban. Jenis pembebanan (gaya) berdasarkan arahnya beban dapat dibedakan atas:

- Beban aksial, yaitu beban yang arah kerjanya berhimpit sumbu bahan. Beban ini dapat berupa gaya tarik atau gaya tekan.
- Beban tangensial, yaitu beban yang arah kerjanya tegak lurus sumbu bahan, seperti penelitian yang akan dilakukan.
- Beban gabungan, merupakan gabungan beban aksial dan beban tangensial.

Pada prinsip dasarnya regangan bending sama dengan regangan tarik hanya berbeda arahnya saja. Tegangan bending menyebabkan perubahan bentuk negatif.

Besar regangan bending berbanding lurus dengan gaya dan terbalik dengan penampang (Dieter, 1993).

Untuk pada suatu penampang dari spesimen uji akan mengalami tegangan bending, maka diperoleh tegangan bending sebagai berikut :

$$\tau = \frac{3FL}{2bd^2}$$

Dimana :

$\tau$  = Tegangan Bending (Kgf/mm )

F = Beban (Kgf)

L = Panjang benda uji (mm)

b = Lebar benda uji (mm)

d = Diameter benda uji (mm)

**Modulus elastisitas :**

$$E = \frac{FL^3}{4bd^3\delta}$$

Dimana : E = Modulus elastisitas (Kg/mm<sup>2</sup>)

F = Beban (Kgf)

L = Panjang benda uji (mm)

b = Lebar benda uji (mm)

d = Tinggi benda uji (mm)

= Defleksi (mm)

**Regangan bending**

$$\varepsilon = \frac{3yFL}{Ebd^3}$$

Dimana : = Regangan bending (%)

E = Beban (Kg/mm<sup>2</sup>)

y = Titik berat (mm)

**Defleksi dan sudut defleksi**

Defleksi (lendutan) pada beban terpusat diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut ini

$$\delta = \frac{FL^3}{48EI}$$

Dimana :

= Defleksi (mm)

E = 1521 Kg/mm<sup>2</sup>

Sedangkan sudut defleksi spesimen uji dapat

ditentukan dengan persamaan berikut ini :  $\frac{FL^2}{16EI}$

Dimana :

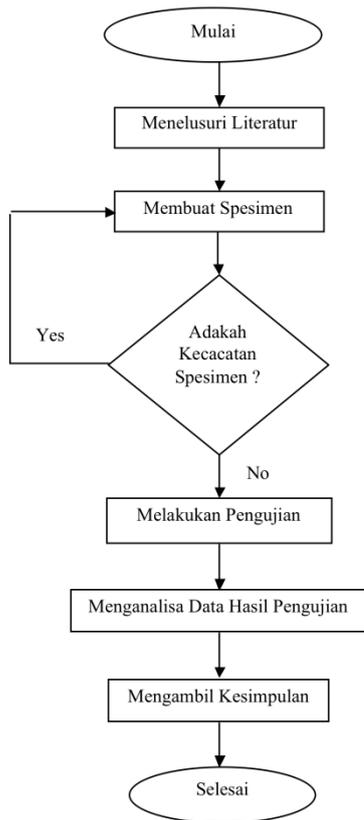
F = Beban yang berkerja (kgf)

L = Panjang tumpuan (mm)

I = Momen Inersia (mm<sup>4</sup>)

## 3 Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan secara analitik, adapun pelaksanaannya dilaksanakan sesuai dengan aturan serta tata cara seperti pada Gambar 3.10 dibawah ini



No. Benda Uji	Kode Spesimen	Jumlah Layer	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang Benda Uji (mm)
1	A	3	30	30	300
2			30	30	300
3			30	30	300
1	B	5	30	30	300
2			30	30	300
3			30	30	300
1	C	7	30	30	300
2			30	30	300
3			30	30	300



Gambar 4.1. Spesimen A sebelum di lakukan pengujian



Gambar 4.2 Spesimen b sebelum di lakukan pengujian bending



Gambar 4.3 Spesimen C sebelum di lakukan pengujian bending

**4 Hasil dan Pembahasan**

**4.1 Data Hasil Penelitian**

Spesimen yang terdiri dari beberapa variasi yaitu laminasi kayu, bambu, kayu atau spesimen A. Laminasi kayu, bambu, kayu, bambu, kayu, atau spesimen B. Kemudian laminasi Kayu, bambu, kayu, bambu, kayu, bambu, kayu spesimen C sebelum dilakukan pengujian spesimen terlebih dahulu di ukur dengan cara diberi garis tengah yang membagi dua sama panjang. Hal ini untuk memudahkan letak pendulu beban, sehingga beban berada ditengah spesimen dan beban terdistribusi secara merata di spesimen tersebut.

Hasil Penelitian dari laminasi kayu bakau dan bambu dapat diperoleh setelah melewati pengujian tarik yang dilakukan pada Laboratorium Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Dimana hasil penelitian tersebut akan dapat diketahui kekuatan bending, modulus elastisitas, regangan bending, defleksi dan sudut defleksi

**4.2 Data pengujian bending**

Data-data dari spesimen benda uji yang terdiri dari 3 (tiga) spesimen dengan jumlah layer yang berbeda-beda untuk spesimen A terdapat 3 layer dengan ketebalan 10 mm per setiap layer . Spesimen B masing-masing layer dengan ketebalan 6mm terdapat 5 layer dan spesimen C terdapat 7 layer masing-masing layer dengan ketebalan 4 mm. Untuk lebih jelas dapat di lihat pada Tabel 4.1.

**4.3 Analisa Data Hasil Pengujian Bending**

Hasil data yang diperoleh setelah dilakukan pengujian bending, maka dapat ditentukan tegangan bending dengan menggunakan persamaan (2.1), modulus elastisitas dengan menggunakan persamaan

(2.2), regangan bending dengan menggunakan persamaan (2.3), defleksi dengan menggunakan persamaan (2.4) dan sudut defleksi dengan menggunakan persamaan (2.5). Dengan mengambil salah satu spesimen uji dari 3 (tiga) buah spesimen.

### Tegangan bending

$$\tau = \frac{3FL}{2b.d^2}$$

$$\tau = \frac{3(1523,11Kgf)(150mm)}{2(30mm)(30mm)^2}$$

$$\tau = \frac{685399,5}{54000}$$

$$\tau = 12,69 \text{ Kgf} / \text{mm}^2$$

### Modulus elastisitas

$$E = \frac{FL^3}{4.\delta bd^3}$$

$$E = \frac{1039,833 \text{ Kgf} (150mm)^3}{4(0,712mm)(30mm)(30mm)^3}$$

$$E = \frac{3509436375}{2306880}$$

$$E = 1521,29 \text{ Kg} / \text{mm}^2$$

### Regangan bending

$$\epsilon_x = \frac{3yFL}{Ebd^3}$$

$$\epsilon_x = \frac{3(15mm)(1523,11Kgf)(150mm)}{(1521,16Kgf / \text{mm}^2)(30mm)(30mm)^3}$$

$$\epsilon_x = \frac{10280992,5}{1232139600}$$

$$\epsilon_x = 0,008\%$$

### Defleksi

$$\delta = \frac{FL^3}{48EI}$$

$$\delta = \frac{1523Kgf (150mm)^3}{48(1520Kgf / \text{mm}^2)(67500mm)}$$

$$\delta = \frac{5140496250}{4924800000}$$

$$\delta = 1,043mm$$

### Momen Inersia

$$I = \frac{bd^3}{12mm^4}$$

$$I = \frac{30mm(30mm)^3}{12mm^4}$$

$$I = \frac{810000}{12}$$

$$I = 67500mm^4$$

Maka, nilai sudut defleksi adalah sebagai berikut:

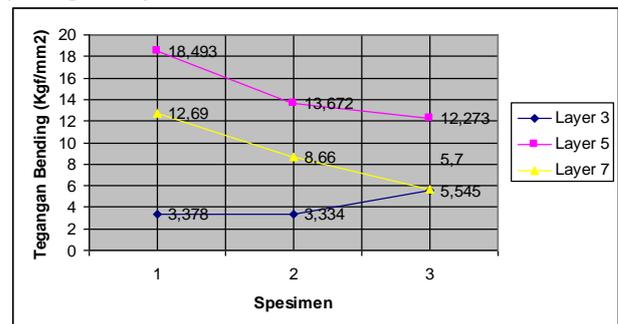
$$\theta = \frac{FL}{16EI}$$

$$\theta = \frac{1523,11Kgf (150mm)}{16(1521,16Kgf / \text{mm}^2)(67500mm^4)}$$

$$\theta = \frac{20974,95}{1642993200} = \theta = 0,014^\circ$$

### 4.4 Data-data hasil pengujian bending

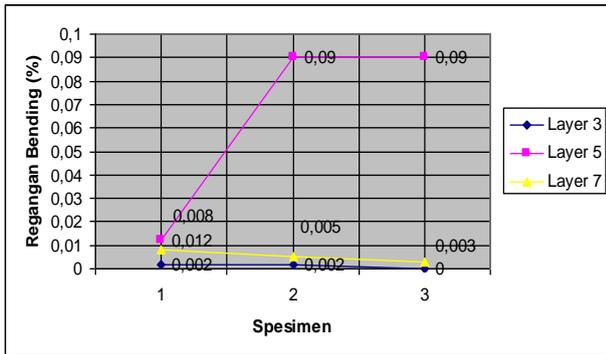
Grafik tegangan bending pada spesimen benda uji di sini dapat di lihat pada Gambar 4.4.1 Tegangan tertinggi, sedang dan terendah untuk tegangan bending tertinggi terdapat pada spesimen B atau pada garis merah jambu. Dan tegangan terendah terdapat pada spesimen A atau pada garis hijau.



Gambar 4.4.1. Grafik perbandingan tegangan bending (Hasil Penelitian)

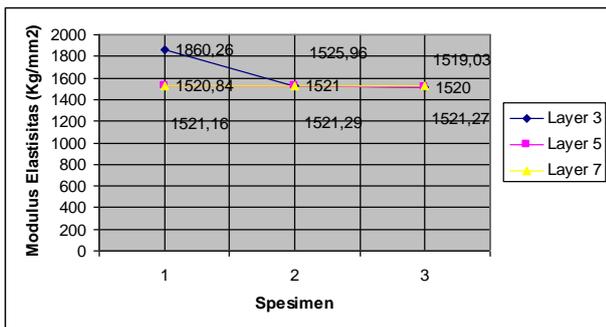
Grafik regangan bending pada spesimen benda uji dapat di lihat pada Gambar 4.4.2. Regangan tertinggi, sedang dan terendah untuk regangan bending tertinggi terdapat pada spesimen B atau pada garis merah jambu. Dan regangan terendah terdapat pada spesimen A atau

pada garis hijau.



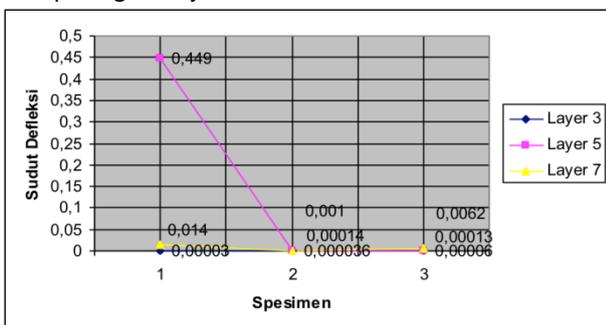
Gambar 4.4.2 Grafik perbandingan regangan bending (Hasil Penelitian)

Grafik Modulus elastisitas pada spesimen benda uji dapat di lihat pada Gambar 4.4.3 Modulus elastisitas tertinggi, sedang dan terendah untuk Modulus elastisitas tertinggi terdapat pada spesimen A atau pada garis hijau, dan modulus elastisitas terendah terdapat pada spesimen B atau pada garis Merah Jambu.



Gambar 4.4.3 Grafik perbandingan modulus elastisitas (Hasil Penelitian)

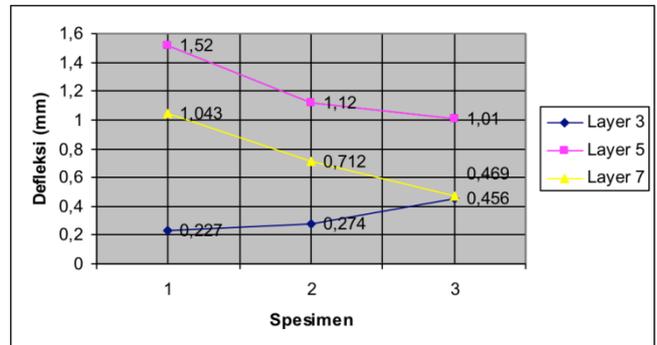
Grafik sudut defleksi pada spesimen benda uji dapat di lihat pada Gambar 4.4.4 Sudut defleksi tertinggi, sedang dan terendah, untuk Sudut defleksi tertinggi terdapat pada spesimen B atau pada garis merah jambu, dan Sudut defleksi terendah terdapat pada spesimen A atau pada garis hijau.



Gambar 4.4.4 Grafik perbandingan Sudut Defleksi (Hasil Penelitian)

Grafik defleksi pada spesimen benda uji dapat di lihat pada Gambar 4.4.4 defleksi tertinggi, sedang dan

terendah untuk defleksi tertinggi terdapat pada spesimen B atau pada garis merah jambu, dan defleksi terendah terdapat pada spesimen A atau pada garis hijau.



Gambar 4.4.5. Grafik perbandingan defleksi (Hasil Penelitian)

Grafik defleksi pada spesimen benda uji dapat di lihat pada Gambar 4.4.5. defleksi tertinggi, sedang dan terendah untuk defleksi tertinggi terdapat pada spesimen B atau pada garis merah jambu, dan defleksi terendah terdapat pada spesimen A atau pada garis hijau. Dari gambar grafik di atas menunjukkan bahwa nilai tertinggi beban bending didapat pada spesimen B yaitu sebesar 1777,59 Kgf, dan nilai terendah terdapat pada spesimen A yaitu dengan nilai sebesar 490,31 Kgf, sedangkan untuk nilai tertinggi tegangan bending didapat pada spesimen B yaitu sebesar 18,493 Kgf/mm<sup>2</sup>, dan nilai terendah didapat pada spesimen A yaitu sebesar 3,378 Kgf/mm<sup>2</sup>, untuk nilai tertinggi modulus elastisitas didapat pada spesimen A yaitu sebesar 1860,26 Kg/mm<sup>2</sup>, dan nilai terendah didapat pada spesimen B yaitu sebesar 1520 Kg/mm<sup>2</sup>, nilai tertinggi regangan bending didapat pada spesimen B sebesar 0,012 % dan nilai terendah didapat pada spesimen A yaitu dengan nilai sebesar 0,02 %.

### 5 Kesimpulan

Dari penelitian yang sudah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Laminasi pada spesimen A mengalami perubahan kekuatan serta mempunyai sifat fisis dan mekanis yang baik bila di dibandingkan dengan laminasi Pada spesimen B. Karena terjadi perubahan kekuatan pada material dapat dilihat dari tegangan yang dapat diterima oleh material tersebut.
2. Laminasi pada Spesimen A mempunyai tegangan proporsi yang lebih rendah sebesar 490,31 Kgf. Jika di dibandingkan dengan laminasi spesimen B yang lebih tinggi diantara semua spesimen pengujian yaitu sebesar 1777,59 Kgf. Untuk tegangan patah Laminasi Pada spesimen A mempunyai tegangan yang paling rendah. Jika di dibandingkan dengan laminasi pada spesimen B yang sebesar 1082,62 Kgf.

3. Bambu sebagai penguat diantara kayu-kayu yang dilaminasi, karena bambu memiliki sifat elastisitas
4. Diantara ketiga spesimen pengujian yang telah dilakukan yang sangat tinggi terjadi tegangan adalah pada spesimen B

### Referensi

- [1] Anonym, 2006, Panduan Penulisan Tugas Akhir Program Sarjana ( S1 ) Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh, Universitas Malikussaleh, Lancang Garam Lhokseumawe.
- [2] Anonimus, 1996, Peraturan Kapal Kayu , Biro Klasifikasi Indonesia, Jakarta.
- [3] Abdurrahim, Martawijaya, Barly dan Permadi, 1981, Atlas Kayu Indonesia, Balai Penelitian Hutan dan Balai penelitian Hasil Hutan, Bogor.
- [4] Bakri, M., 1990, Analisa Teknik Perahu Layar Motor (PLM) Laminasi untuk Armada Angkatan Laut, Lembaga Penelitian (Lemlit) ITS, Surabaya.
- [5] Hadjib, Karnasudirdja dan Nurhayati 1999, Rekayasa Bambu, Nafiri ofset, Jakarta
- [6] Sunaryo, H. 2000, Teknologi Bangun Kapal Non Baja, Departemen Pendidikan Naional
- [7] Rosyid, D,M., dan Setyawan, D,. 2000 Kekuatan Stuktur Kapal, Pradya Paramita Jakarta
- [8] Ferry Safriwardy, 2005 Kajian Tekno – Ekonomi Produksi Cross Beam Kapal Kayu Catamaran, Teknik Produksi dan Materila Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- [9] Parlindungan Manik, 2000 Bambu Sebagai Bahan Alternatif Komsipit Pembuatan Kulit Kapal Teknik Produksi dan Materila Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- [10] Rosyid, D,M dan Roger M. Jhonson, 2000, Pengembangan Rancang Bangun Kapal Ikan Kayu Modern Indonesia Teknik Produksi dan Materila Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.