



ISSN 2338-0322

# JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

## Analisa Kekuatan Tarik Dan Kekuatan Lentur Balok Laminasi Bambu Petung Dan Kayu Sengon Untuk Komponen Kapal Kayu

Edwin Wijaya<sup>1)</sup>, Parlindungan Manik<sup>1)</sup>, Sarjito JokoSisworo<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,

Email: [zee.wijaya@gmail.com](mailto:zee.wijaya@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. Disisi lain pemanfaatan bambu selama ini belum optimal walaupun hasil beberapa penelitian menunjukkan bahwa bambu 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 kayu sengon akibat perbedaan persentase variasi bahan (70% petung - 30% sengon, 60% petung - 40% sengon, 50% petung - 50% sengon, 40% petung - 60% sengon, 30% petung - 70% sengon). Dalam penelitian ini dibuat balok laminasi bambu petung kombinasi kayu sengon 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 kering udara rata-rata 13.21 %, berat jenis terbesar 0.7060 gr/cm<sup>3</sup> untuk spesimen tarik, kekuatan Tarik rata-rata sebesar 163,45 Mpa untuk kode T.7.3 (varian paling optimal). Untuk laminasi bambu pengujian lentur memiliki nilai kadar air kering udara rata - rata sebesar 13.88%, berat jenis sebesar 0.6751 gr/cm<sup>3</sup> untuk kode L.7.3 (varian paling optimal), *modulus of repture* sebesar 92,76 Mpa, modulus elastisitas 7928,3 Mpa.

**Kata kunci :Laminasi Bambu,Modulus elastisitas,Kuat Tarik,Kuat Lentur**

### 1. PENDAHULUAN

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. Pada dunia perkapalan khususnya kapal kayu, dimana kapal kayu membutuhkan bahan baku dari kayu yang dewasa ini kayu sangat mahal dan sulit dicari.<sup>[7]</sup>

Maka dari itu diperlukan inovasi untuk mengganti bahan baku kayu yang selama ini digunakan pada kapal kayu. 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.<sup>[7]</sup>

#### 1.1 Perumusan Masalah

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

1. Menghitung kekuatan tarik dan kekuatan lentur dari masing masing komposisi paduan lamina.
2. Mencari Syarat Standarisasi berdasar Rules BKI Kapal Kayu 1996.

#### 1.2Pembatasan Masalah

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

1. Penelitian eksperimental akan dilakukan di laboratorium menggunakan *universal testing machine (UTM)*.
2. Parameter yang akan diteliti adalah letak lamina bambu petung pada *joint* balok kayu sengon (lapisan atas dan bawah).
3. Ukuran bilah bambu  $\leq 10$  mm, pada bambu kulit tidak terhitung.
4. Komposisi lamina meliputi :
  - 70% petung dan 30% sengon
  - 60% petung dan 40% sengon
  - 50% petung dan 50% sengon
  - 40% petung dan 60% sengon
  - 30% petung dan 70% sengon
5. Standarisasi berdasarkan Rules BKI Kapal Kayu 1996.

### 1.3 Tujuan Penelitian

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

1. Mencari lamina dengan nilai yang optimal dengan melakukan uji eksperimental tarik dan uji kelenturan kayu secara langsung di laboratorium.
2. Memenuhi syarat standarisasi berdasarkan Rules BKI Kapal Kayu 1996.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kayu Sengon

Kayu sengon atau *Paraserianthes falcataria (L) Nielson* sebelumnya dikenal dengan nama *Albazzia falcate (L) Backer* atau *Albizia falcataria (L) Forberg*. Di Indonesia kayu sengon terdapat di seluruh Jawa, Sulawesi, Maluku dan Irian Jaya. kayu sengon cocok untuk pelapis permukaan atau bahan bangunan ringan



Gambar 2.1 Kayu Sengon

### 2.2 Bambu Petung

Bambu dengan botani *Dendrocalamus asper* dikenal di Indonesia dengan nama bambu Petung. Diberbagai daerah, bambu yang termasuk jenis ini dikenal dengan nama: buluh Petong, buluh Swanggi, bambu Batueng, Betong, bulo Lotung, awi Bitung dan awo Petung. Warna kulit batang hijau kekuning-kuningan.



Gambar 2.2 Bambu Petung

### 2.3 Polyvinyl Acetate (PVAc)

Menurut Pizzi (1983), perekat *polyvinyl asetat* tidak memerlukan kempa panas.. Keuntungan utama dari *polyvinyl asetat* melebihi perekat *urea formaldehida*, karena kemampuannya menghasilkan ikatan rekat yang cepat pada suhu kamar



Gambar 2.3 Polyvinyl Acetate (PVAc)

### 2.4 Karakteristik Kapal Kayu

Dalam bangunan kapal kayu pada dasarnya material konstruksi utamanya dapat digolongkan dalam kesamaan bentuk seperti lurus, lengkung dan kesamaan konstruksi seperti halnya bentuk papan dan balok.

Gading (*frame*), penguat (*rib*), lunas (*keel*), dan balok geladak (*deck beam*) adalah material konstruksi utama kapal kayu yang dapat dibuat dengan teknologi laminasi.

#### Teknologi Perekatan Kayu

Menurut Marra 1992 dalam Prayitno 1996, tahap-tahap pengerasan perekat dan pembentukan garis perekat adalah :

- 1) *Flow*
- 2) *Transfer*
- 3) *Penetration*
- 4) *Wetting*
- 5) *Solidification*

### 2.5. Uji Tarik Sejajar Serat

Pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui respon mekanik bahan terhadap pembebanan tarik satu arah (*uniaksial*). Sampel atau benda uji ditarik dengan beban *continue* sambil diukur pertambahan panjangnya. Data yang didapat berupa perubahan panjang dan perubahan beban.

## Uji Lentur

Perhitungan Kuat Lentur dari benda uji dihitung dengan rumus :

1. Kuat Lentur

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

Keterangan : P = beban uji maksimum

L = jarak tumpuan

b = lebar benda uji

h = tinggi benda uji

$f_b$  = kuat lentur

2. *Modulus of Elasticity* (MOE) dan *Modulus of Rapture* (MOR)

$$E = \text{MOE} = \frac{PL^3}{4yb^3} \text{MOR} = \frac{3PL}{2bh^2}$$

Dimana :

MOE : modulus elastisitas kayu  
(Mpa atau N/mm<sup>2</sup>)

MOR : modulus of repture kayu  
(Mpa atau N/mm<sup>2</sup>)

P : beban maksimum (N).

L : jarak antar kedua tumpuan  
(mm).

y : lendutan dari benda uji  
(mm).

h : tinggi benda uji

b : lebar benda uji

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Materi Penelitian

Meliputi data- data yang bersifat primer dan sekunder serta teori dan referensi yang menjadi dasar dalam penelitian ini.

#### 3.1.1 Data – Data Penelitian

- a. Data Primer

Material bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah:

- Bambu Petung
- Kayu Sengon
- Perekat PVAc

- b. Data Sekunder

Data – data sekunder diperoleh dari literature buku, jurnal, internet dan data yang didapat pada penelitian yang sebelumnya.

### 3.2 Teori dan Referensi dari Penelitian

Teori dasar dan referensi-referensi yang dijadikan dasar mengolah dan membahas data- data penelitian antara lain :

1. Karakteristik bambu petung dan kayu sengon
2. Teori balok laminasi (glulam)
3. Teknologi perekatan
4. Teori pengujian lentur dan tarik

### 3.3 Pembuatan Spesimen

- a. Penebangan Bambu

b. Pemotongan Bambu (Sesuai Ukuran Spesimen)

c. Pengeleman dan *Pressing*

d. Pengeringan laminat dilakukan dengan cara dijemur dibawah sinar matahari.

## 3.4 Analisa Teknis Struktur Laminasi Pada Kapal Tradisional

Menentukan struktur kapal kayu laminasi dengan acuan hasil perbandingan hasil pengujian dan persyaratan teknis kapal kayu.

## 3.5 Kesimpulan

Pada akhirnya hasil yang akan diperoleh adalah agar laminasi yang dibuat teranalisa dengan baik melalui pengujian yang digunakan serta hasil dari studi pengembangan ini adalah untuk menyelesaikan penelitian ini.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Analisa Sifat Fisik

Pengujian balok laminasi ini dilakukan di Laboratorium Konstruksi dan Bahan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Prosedur serta langkah pengujian bahan sesuai dengan ketentuan SNI (Standar Nasional Indonesia).

### 4.2 Kadar Air

Dari hasil pengujian yang dilakukan, berdsarkan prosedur ISO 22157-I-2004. Kadar air dapat dihitung dengan menggunakan persamaan dibawah ini.

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

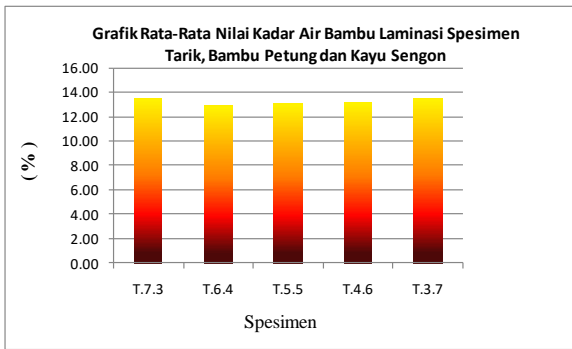
$M_c$  : kadar air (%)

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

$m_o$  : massa benda uji setelah kering (gram)



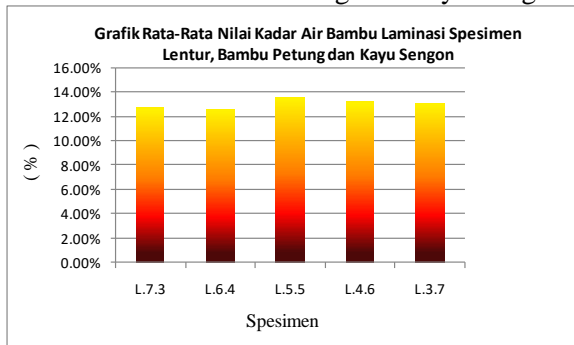
Gambar 4.1. Pengukuran Berat Spesimen



Gambar Grafik 4.2. Rata – Rata kadar Air Laminasi Bambu variasi untuk pengujian Tarik.

| Spesimen | Kadar Air |
|----------|-----------|
| T.7.3    | 13.44%    |
| T.6.4    | 12.86%    |
| T.5.5    | 13.05%    |
| T.4.6    | 13.14%    |
| T.3.7    | 13.34%    |

Tabel 4.1.Data Kadar Air Spesimen Tarik Laminasi ambu Petung dan Kayu Sengon.



Gambar 4.3. Grafik Rata – Rata kadar Air Laminasi Bambu Petung dengan kayu sengon pengujian Lentur

| Spesimen | Kadar Air |
|----------|-----------|
| L.7.3    | 12.66%    |
| L.6.4    | 12.61%    |
| L.5.5    | 13.52%    |
| L.4.6    | 13.15%    |
| L.3.7    | 13.06%    |

Tabel 4.2.Data Kadar Air Spesimen Lentur Laminasi ambu Petung dan Kayu Sengon.

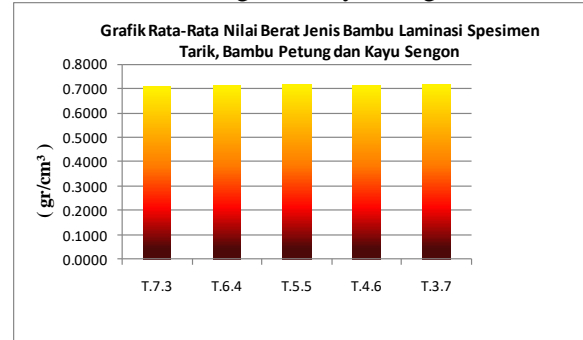
Maka diperoleh nilai kadar air dari bambu laminasi kombinasi bambu petung dengan kayu sengon untuk tarik adalah diantara 12,16% – 13,96%. Dan untuk lentur 12,11 % – 13,52 %. Hal ini menunjukkan penyusutan kadar air pada laminasi kombinasi bambu petung dengan kayu sengon akibat perbedaan persentase bahan memiliki penyusutan kadar air yang relatif sama karena proses pengeringan menggunakan kering udara.

#### 4.3 Berat Jenis

Nilai berat jenis laminasi bambu petung dengan kayu sengon untuk pengujian tarik

| Spesimen | Berat Jenis (gr/cm <sup>3</sup> ) |
|----------|-----------------------------------|
| T.7.3    | 0.7098                            |
| T.6.4    | 0.7112                            |
| T.5.5    | 0.7181                            |
| T.4.6    | 0.7134                            |
| T.3.7    | 0.7161                            |

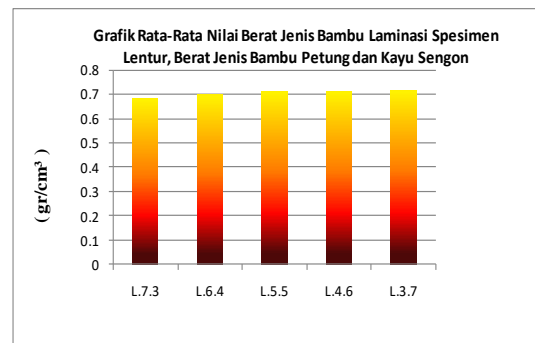
Tabel 4.3. Data Berat Jenis Spesimen Tarik Laminasi ambu Petung dan Kayu Sengon.



Gambar 4.4. Grafik Rata – Rata Nilai Berat Jenis Laminasi Bambu Petung dengan kayu sengon Untuk Pengujian Tarik

| Spesimen | Berat Jenis (gr/cm <sup>3</sup> ) |
|----------|-----------------------------------|
| L.7.3    | 0.6751                            |
| L.6.4    | 0.6789                            |
| L.5.5    | 0.7115                            |
| L.4.6    | 0.7143                            |
| L.3.7    | 0.7103                            |

Tabel 4.4. Data Berat Jenis Spesimen Lentur Laminasi ambu Petung dan Kayu Sengon.



Gambar 4.5. Grafik Rata – Rata Nilai Berat Jenis Laminasi Bambu Petung dengan kayu sengon Untuk Pengujian lentur

Hal ini menunjukkan bahwasanya berat jenis pada laminasi kombinasi bambu petung dengan kayu sengon akibat perbedaan persentase bahan memiliki berat jenis yang cenderung sama dikarenakan proses pengeringan kering udara.

#### 4.4 Pengujian Tarik

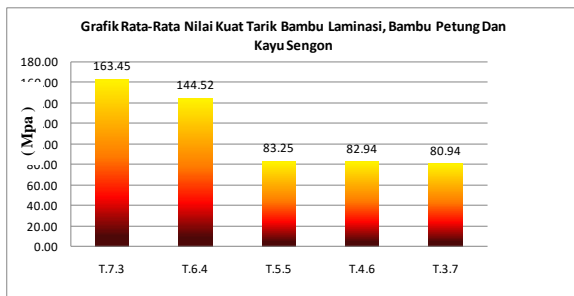
Pengujian tarik adalah pengujian yang dilakukan dengan menggunakan alat uji tarik “Universal Testing Machine”. Pengujian kuat Tarik ini dilakukan di Lab Bahan dan Konstruksi jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.



Gambar 4.6. Pengujian Tarik

| Spesimen | Kuat Tarik (Mpa) |
|----------|------------------|
| T.7.3    | 163,45           |
| T.6.4    | 144,52           |
| T.5.5    | 80,8             |
| T.4.6    | 83,25            |
| T.3.7    | 82,94            |

Tabel 4.5. Data Pengujian Tarik Spesimen Laminasi Bambu Petung dengan kayu sengon



Gambar 4.7. Grafik Rata – Rata Kekuatan Tarik Laminasi Bambu Petung dengan kayu sengon.

Hal ini menunjukkan bahwa laminasi kombinasi bambu petung dengan kayu sengon akibat perbedaan persentase bahan dengan kode T.7.3 memiliki kekuatan tarik yang paling besar dibandingkan dengan persentase bahan lainnya. Hal ini juga menunjukkan bahwasanya pengaruh persentase bahan yang tepat berpengaruh pada besarnya kekuatan pada laminasi kombinasi bambu petung dengan kayu sengon kombinasi kering udara.



Gambar 4.8. Spesimen setelah di uji Tarik

#### 4.5 Pengujian Lentur

Pengujian lentur ini dilakukan sesuai dengan ketentuan SNI 03-3959-1995 tentang Metode Pengujian Kuat Lentur Kayu di Laboratorium. Ukuran benda uji atau spesimen yang digunakan yakni panjang 760 mm, lebar 50 mm dan tebal 50 mm dengan jumlah 25 buah spesimen

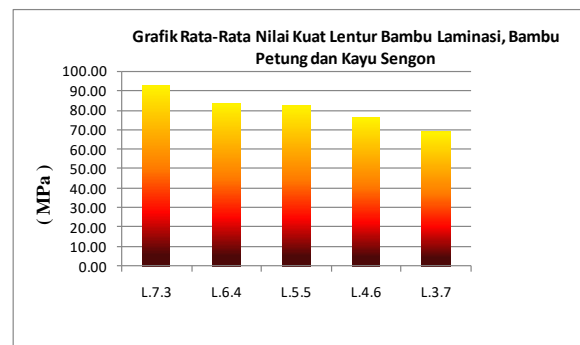


Gambar 4.9 Proses Pengujian lentur

| Spesimen | Kuat Lentur (Mpa) |
|----------|-------------------|
| L.7.3    | 92.76             |
| L.6.4    | 83.28             |
| L.5.5    | 82.10             |
| L.4.6    | 76.08             |
| L.3.7    | 68.99             |

Tabel

4.6. Data Hasil Pengujian Lentur



Gambar 4.10. Grafik Rata – Rata Nilai Kuat Lentur Laminasi Bambu Petung dengan kayu sengon.

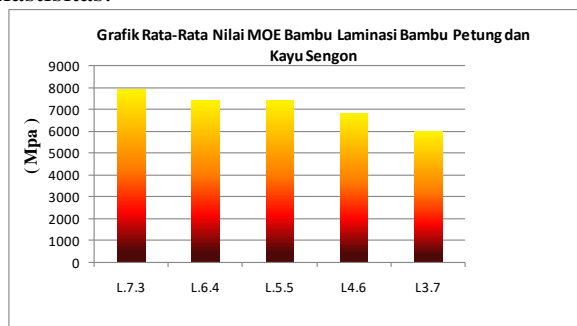
Hal ini menunjukkan bahwa laminasi kombinasi bambu petung dengan kayu sengon dengan kode spesimen L.7.3 memiliki kekuatan lentur rata-rata yang paling besar dibandingkan dengan variasi lainnya.



### Nilai Modulus Elastisitas

| Spesimen | MOE (Mpa) |
|----------|-----------|
| L.7.3    | 7928.3    |
| L.6.4    | 7935.1    |
| L.5.5    | 7414.6    |
| L.4.6    | 6845.7    |
| L.3.7    | 5995.2    |

Tabel 4.7. Data Hasil Pengujian Lentur Modulus Elastisitas.



Gambar 4.11. Grafik Rata – Rata Nilai *Modulus Of Elastic* Laminasi Bambu Petung dengan kayu sengon Kombinasi Bervariasi.

Hal ini menunjukkan bahwa laminasi kombinasi bambu petung dengan kayu sengon dengan kode spesimen L.7.3 memiliki nilai modulus elastisitas rata-rata yang paling besar dibandingkan dengan variasi lainnya. Hal ini juga menunjukkan bahwasanya pengaruh persentase variasi bahan yang tepat berpengaruh pada besarnya nilai modulus elastisitas pada laminasi kombinasi bambu petung dengan kayu sengon.



Gambar 4.12. spesimen setelah di uji lentur

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

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 II Dan Kelas Awet II. 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

Tabel 4.8. Klasifikasi Kelas Kuat Kayu berdasarkan Biro Klasifikasi Indonesia Kapal Kayu 1996

| Kelas kuat | Berat jenis kering udara | Keteguhan Lengkung | Kekuatan Tekan |
|------------|--------------------------|--------------------|----------------|
|            |                          | Maksimum/MOR       | Sejajar        |
| Dalam MPa  |                          |                    |                |
| I          | ≥ 0,90                   | ≥ 107,87           | ≥ 63,74        |
| II         | 0,90 – 0,60              | 107,87 – 71,10     | 63,74 – 41,68  |
| III        | 0,60 – 0,40              | 71,10 – 49,03      | 41,68 – 29,42  |
| IV         | 0,40 – 0,30              | 49,03 – 35,30      | 29,42 – 21,08  |
| V          | ≤ 0,30                   | ≤ 35,30            | ≤ 21,08        |

Untuk membuat komponen – komponen pada kapal kayu secara umum maka Biro Klasifikasi Indonesia menetapkan bahan tersebut *minimum* harus termasuk Kelas Kuat II dan Kelas Awet II. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan terhadap laminasi bambu petung dengan kayu sengon kombinasi dengan perbedaan persentase bahan di dapat hasil:

| Spesimen   | Kekuatan (Mpa) | Berat Jenis(gr/cm <sup>3</sup> ) |
|------------|----------------|----------------------------------|
| Uji Tarik  | 82,94 - 163,45 | 0,7098 - 0,7181                  |
| Uji Lentur | 68,99 - 92,76  | 0,6751 - 0,7143                  |

Berdasarkan peraturan BKI 1996 Vol. VI tentang kapal kayu laminasi bambu petung dengan kayu sengon akibat perbedaan persentase bahan masuk kedalam Kelas Kuat II.

Tabel 4.9. Rekomendasi Laminasi Bambu Untuk K omponen Menurut Biro Klasifikasi Indonesia Kapal Kayu 1996

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

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 kesimpulan

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

1. Nilai rata – rata kuat lentur yang dihasilkan dari 68.99 Mpa – 92,76 Mpa. Nilai rata – rata tertinggi pada kode L.7.3 sebesar 92,76 Mpa, dan nilai MOE sebesar 7928,3 Mpa

dan rata-rata berat jenis untuk pengujian lentur adalah  $0.6751 \text{ gr/cm}^3$  -  $0.7103 \text{ gr/cm}^3$ . Semakin banyak komposisi bambu petung maka semakin kuat kekuatan lentur yang di hasilkan.

Nilai rata – rata kuat tarik yang dihasilkan dari 163.45 Mpa – 82.94 Mpa. Dalam penelitian ini tergolong kedalam Kelas Kuat II sesuai Kelas Kuat Kayu Biro Klasifikasi Indonesia Kapal Kayu. Berat jenis yang dihasilkan untuk pengujian tarik berkisar  $0.7098 \text{ gr/cm}^3$  -  $0.7169 \text{ gr/cm}^3$ .

2. Dalam penelitian ini berat jenis untuk pengujian tergolong dalam Kelas Kuat II sesuai Kelas Kuat Kayu BKI Kapal Kayu. Mengacu pada Kelas Kuat Kayu BKI 1996 laminasi bambu direkomendasikan untuk pembuatan bagian – bagian kapal seperti gading, galar, kulit, papan geladak dan balok geladak dan papan.

## 5.2 Saran

Penelitian yang disusun penulis ini masih memiliki keterbatasan dan kekurangan yang disebabkan oleh keterbatasan peralatan, dana, dan waktu, sehingga untuk penelitian. Adapun saran penulis untuk penelitian lebih lanjut (*future research*) antara lain :

1. Adanya penelitian untuk menganalisa secara teknik laminasi untuk mendapatkan kekuatan tarik dan kekuatan lentur dengan dimensi dan susunan yang sama tetapi menggunakan perekat selain perekat PVAc.
2. Disarankan untuk pembuatan spesimen uji sebaiknya dilakukan oleh orang yang sudah ahli dibidang laminasi bambu dan dengan peralatan yang lebih modern sehingga diperoleh spesimen uji yang benar – benar baik.
3. Pada penelitian ini hanya mengkaji orientasi pengaruh persentase bahan lamina, sehingga disarankan pada penelitian selanjutnya agar memperhitungkan mengenai variasi suhu kempa dan lama waktu pengempaan.

## Daftar Pustaka

- [1] Abdurachman, Hadjib N. 2005. Kekuatan dan kekakuan balok lamina dari dua jenis kayu kurang dikenal. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 2 (1) : 16-24. Bogor.
- [2] Biro Klasifikasi Indonesia, 1996. Buku Peraturan Klasifikasi dan Konstruksi Kapal Laut, Peraturan Kapal Kayu, Bina Hati. Jakarta.
- [3] Berlian, N. dan Rahayu, E. 1995. Jenis Dan Prospek Bisnis Bambu. Penebar Swadaya. Jakarta.

- [4] Bodig, J and BA. Jayne. 1982. *Mechanics of Wood and Wood Composites* Van Nostrand Reinhold Company. New York.
- [5] [CWC] Canadian Wood Council. 2000. *Wood reference handbook. a guide to the architectural use of wood in bilding construction*. ed ke-4. ottwa: Canadian Wood Council.
- [6] International Organization for Standardization (ISO), 1975. *Bambu-Determination of physical and mechanical properties, ISO 22157-1*. ISO Central Secretariat, Geneva, Switzerland.
- [7] Janssen, J.J.A, 1981, *Bamboo in Building Structures*, Ph.D. Thesis, University of Technology og Eindhoven, Netherland
- [8] Moody RC, Hernandez R, Liu JY (1999) *Glued structural members*. In: *Wood Handbook, Wood as an Engineering Material*. WI: USDA Forest Service, Forest Products Laboratory. Madison.
- [9] Morisco, 1999, *Rekayasa Bambu*, Nafiri Offset, Yogyakarta.
- [10] Prayitno, T.A., 1996. *Perekatan Kayu*, Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [11] Serrano, E. 2003. *Mechanical performance and modelling of glulam*. didalam: the landersson S, Larsen hj, editor. *timber engineering*. west Sussex: Jhon Wiley dan Sons, ltd. hlm 67-79.
- [12] Standar Nasional Indonesia (SNI), 1995. *Metode Pengujian Kuat Tekan Kayu di Laboratorium, SNI 03-3958-1995*, Indonesia.
- [13] Standar Nasional Indonesia (SNI), 1994. *Metode Pengujian Kuat Tekan Kayu di Laboratorium, SNI 03-3399-1994*, Indonesia.
- [14] Suryana, Jajang. 2011. *Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis* Vol. 9.
- [15] Widjaja, E. A., 1995. *Plant resources of South-east Asia*, no. 7: *Bambus*. Prosea, Bogor, Indonesia.