



ISSN 2338-0322

# JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

## Analisa Kekuatan Tekan dan Kekuatan Tarik Pada Balok Laminasi Kayu Meranti Merah dan Bambu Petung Untuk Komponen Kapal Kayu

Prasetyo Nugroho<sup>1)</sup>, Parlindungan Manik<sup>1)</sup>, Berlian Arswendo<sup>1)</sup>  
<sup>1)</sup>Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,  
Email: [prasnug.pn@gmail.com](mailto:prasnug.pn@gmail.com)

### Abstrak

Permintaan kayu yang sangat meningkat, khususnya di negara Indonesia yang merupakans alah satu kendala dalam memenuhi kebutuhan kayu. Indonesia adalah salah satu negara yang memproduksi kapal kayu. Dimana 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 mengatasi permintaan kayu, maka dilakukan penelitian tentang laminasi bambu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kadar air, kerapatan, kuat tarik, kuat tekan dari laminasi bambu petung kombinasi kayu meranti merah akibat perbedaan persentase variasi bahan (70% petung - 30% meranti merah, 60% petung - 40% meranti merah, 50% petung - 50% meranti merah, 40% petung - 60% meranti merah, 30% petung - 70% meranti merah). Dalam penelitian ini dibuat balok laminasi bambu petung kombinasi meranti merah untuk uji kuat Tarik mengacu pada standar SNI 03-3399-1994 dan uji kuat Tekan mengacu pada standar SNI 03-3958-1995. Hasil penelitian untuk pengujian Tarik memiliki kadar air kering udara rata-rata 10%, berat jenis terbesar 0.7553gr/cm<sup>3</sup> untuk spesimen tarik, kekuatan Tarik rata-rata sebesar 168,27 Mpa untuk kode T.7.3 (varian paling optimal). Untuk laminasi bambu pengujian Tekan memiliki nilai kadar air kering udara rata - rata sebesar 10%, berat jenis sebesar 0.6338 gr/cm<sup>3</sup> untuk spesimen tekan, kekuatan Tekan rata-rata sebesar 40,20 MPa untuk kode TK.7.3 (varian paling optimal).

Kata kunci : Laminasi Bambu, Bambu Petung, Kayu Meranti Merah, Kuat Tarik, KuatTekan

### 1. PENDAHULUAN

Perkembanganteknologi yang sangat pesat khususnya di bidang kontruksi yang terdapat di Negara Indonesia, 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 dewasa yang siap pakai ini kayu sangat mahal dan sulit dicari.<sup>[7]</sup>

Maka dari itu diperlukannya 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. PerumusanMasalah

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

1. Menghitungkekuatan tekan dan kekuatan tarik dari masing masing komposisi paduan lamina.
2. Membandingkan bagaimana kombinasi komposisi lamina bambu petung dan kayu meranti merah terhadap kekuatan tekan dan kekuatan tarik.

### 1.2. Pembatasan 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 meranti merah (lapisan atas dan bawah).
3. Ukuran bilah bambu  $\leq 10$  mm, pada bambu kulit tidak terhitung.
4. Komposisi lamina meliputi :
  - 70% petungdan 30% meranti merah
  - 60% petungdan 40% meranti merah
  - 50% petungdan 50% meranti merah
  - 40% petungdan 60% meranti merah
  - 30% petungdan 70% meranti merah

### 1.3. Tujuan Penelitian

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

1. Mengetahui dan membandingkan kekuatan tekan dan tarik lamina bambu petung dan meranti merah dengan variasi.
2. Mencari lamina dengan nilai yang optimal dengan melakukan uji eksperimental tarik dan tekan secara langsung di laboratorium.
3. Memenuhi syarat standarisasi berdasarkan Rules BKI Kapal Kayu 1996.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Meranti Merah

Kayu Meranti merah sering disebut sebagai *Red Lauan*. Kayu meranti merah tergolong kayu keras berbobot ringan sampai berat-sedang. Berat jenisnya berkisar antara 0,3 – 0,86 pada kandungan air 15%.



Gambar 2.1 Meranti Merah

Pada Tabel 2.1. berikut adalah hasil penelitian kekuatan kayu meranti merah yang dilakukan oleh Djarwanto et la.,(2014)

Sifat yang Diuji	Jenis Kayu Meranti Merah
1. Tekan //	335,23 Kg/cm <sup>2</sup>
2. Tekan $\perp$	78,45 Kg/cm <sup>2</sup>
3. Tarik //	811,22 Kg/cm <sup>2</sup>
4. Tarik $\perp$	30,82 Kg/cm <sup>2</sup>
5. Modulus Elastisitas (MOE)	37719,93 Kg/cm <sup>2</sup>
6. Kekuatan Lentur (MOR)	308,80 Kg/cm <sup>2</sup>

### 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. Batang dapat mencapai panjang 10 meter sampai 14 meter, panjang ruas berkisar 40 cm sampai 60 cm dengan diameter 6 cm sampai 15 cm, tebal dinding 10 mm sampai 15 mm.[9]



Gambar 2.2 Bambu Petung

Dimana Iskandar Yasin menyatakan bahwa pada Tabel 2.2 berikut adalah berbagai kekuatan bambu hasil penelitian yang dilakukan Iskandar Yasin pada tahun 2003.

Jenis Pengujian	Bambu Petung
Kekuatan lentur	95,08 MPa
Kuat tekan tegak lurus serat	47,44 MPa
Kuat tekan sejajar serat	37,33 MPa
Kekuatan geser	7,88 MPa
Kekuatan tarik	226,39 MPa
MOE	12248,58 MPa

### 2.3. Polyvinyl Acetate (PVAc)

Menurut keterangan Pizzi (1983), perekat *polyvinyl asetat* tidak memerlukan kempa panas. Dalam penggunaan secara luas dapat menghasilkan keteguhan rekat yang baik, dengan biaya yang relatif rendah. Keuntungan utama dari *polyvinyl asetat* melebihi perekat *urea formaldehida*, karena kemampuannya

menghasilkan ikatan rekat yang cepat pada suhu kamar. Keuntungan lainnya yaitu dapat menghindari kempa panas yang memerlukan biaya tinggi.



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. Alasan penggunaan teknologi laminasi pada material konstruksi tersebut adalah kemudahan dalam membentuk material konstruksi utama kapal tersebut sangat dimungkinkan

## 2.5. Teknologi Peretakan Kayu

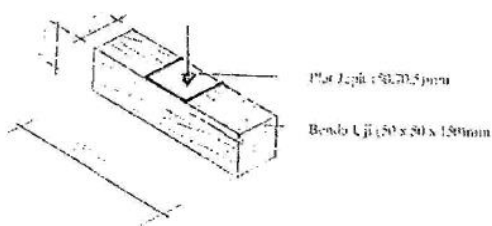
Menurut Marra 1992 dalam Prayitno 1996, tahap-tahap pengerasan perekat dan pembentukan garis perekat adalah :

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

## 2.6. Uji Tekan ( Tegak Lurus Serat)

Berdasarkan SNI 03-3958-1995 Pengujian tekan kayu di laboratorium benda uji harus memenuhi ketentuan

- 1) Ukuran benda uji adalah 50 x 50 x 150 (dalam satuan mm)



Gambar 2.4 Ukuran spesimen Tekan

- 2) Ketelitian ukuran benda uji tidak melebihi 0.25 mm

Kuat tekan kayu laminasi dihitung dengan beban per satuan luas bidang tekan dengan rumus

$$F_c = \frac{P}{b \times h}$$

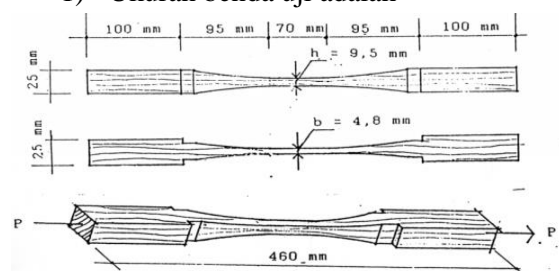
Keterangan :

- $F_c$  = kuat tekan, Mpa  
 $P$  = Beban uji maksimum, N  
 $B$  = Lebar benda uji, mm  
 $H$  = Tinggi benda uji, mm

## 2.7. 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. Menurut dari isi SNI 03-3399-1995 Pengujian Tarik kayu di laboratorium benda uji harus memenuhi ketentuan

- 1) Ukuran benda uji adalah



Gambar 2.5 Ukuran specimen Tarik

- 2) Ketelitian ukuran penampang benda uji  $\pm 0.25$  mm
- 3) Ketelitian ukuran panjang benda uji tidak boleh lebih dari 1 mm
- 4) Kadar kayu maksimal 20%

$$\text{Tensile strength } \sigma_{(tr//)} = \frac{P_{max}}{A}; \text{ (N/mm}^2 \text{)}$$

Keterangan :

- $\sigma_{tr//}$  : kuat tarik sejajar serat (Mpa)  
 $P_{max}$  : maximum load (N).  
 $A$  : tebal x lebar = luas bidang benda uji yang tertarik (mm<sup>2</sup>)

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Materi Penelitian

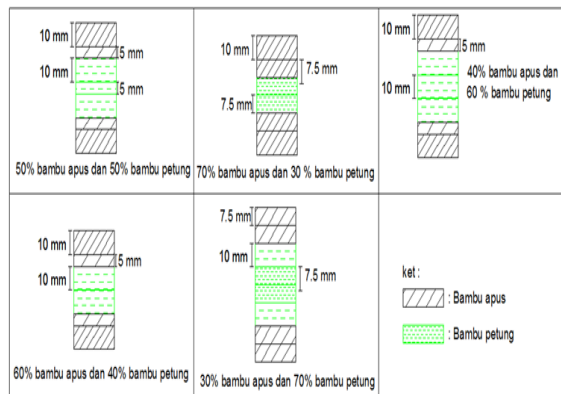
Meliputi data- data yang bersifat primer dan sekunder serta teori dan referensi yang menjadi dasar dalam penelitian ini.

#### 3.1.1 Data – Data Penelitian

- a. Data Primer

Material bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah:

- Bambu Petung
- Meranti Merah
- Perekat PVAc



#### b. Data Sekunder

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

#### 3.1.2. Teori dan Referensi dari Penelitian

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

1. Karakteristik bambu apus dan bambu petung
2. Teori balok laminasi (glulam)
3. Teknologi perekatan
4. Teori pengujian tekandantarik

#### 3.2. Pembuatan Spesimen

- a. PenebanganBambu dan Penenbangan Kayu Meranti Merah
- b. Pemotongan Bambu menjadi bilah (Sesuai Ukuran Spesimen)
- c. Pemotongan Kayu menjadi bilah (Sesuai Ukuran Spesimen)
- d. Pengeringan bilah bambu dan bilah kayu menggunakan oven buatan dengan suhu berkisar 50°C - 60° C selama 3 hari
- e. Pengeleman bilah kayu dengan bilah bambu untuk menjadi satu kesatuan balok laminasi
- f. Pengepressan dengan menggunakan mesin press hidrolik

#### 3.3. Membandingkan Hasil Pengujian Variasi Laminat

Dari hasil pengujian dan analisa syarat teknis kapal kayu pembeding maka akan dilakukan pengolahan data sehingga menghasilkan pendekatan syarat teknis bahan bambu laminasi.

#### 3.4. Analisa Teknis Struktur Laminasi Pada Kapal Tradisional

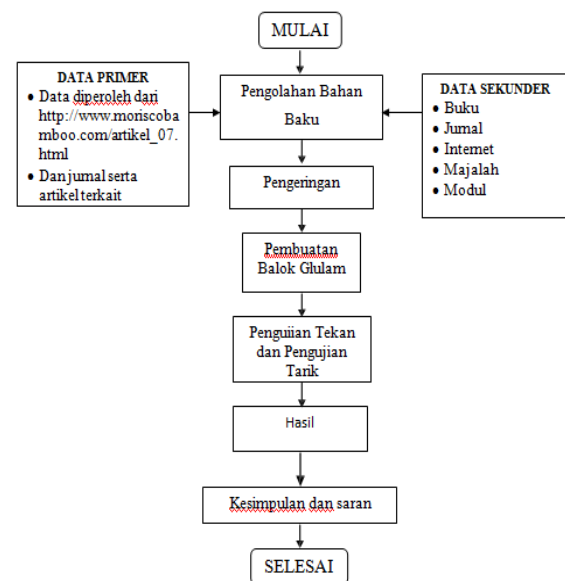
Menentukan struktur kapal kayu laminasi dengan acuan hasil perbandingan hasil pengujian dan persyaratan teknis kapal kayu.

#### 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.

#### • Flow Chart Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini, dapat dilihat dalam skema dibawah ini:



Gambar 3.1. Flow Chart

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1. Analisa Sifat Fisik

Pengujian balok laminasi ini dilakukan di Laboratorium Bahan Teknik Jurusan Teknik Mesin SV Universitas Gadjah Mada. Prosedur serta langkah pengujian bahan sesuai dengan ketentuan SNI (Standar Nasional Indonesia).

##### 4.2. Kadar Air

Dalam penelitian ini dilakukannya proses pengeringan menggunakan oven buatan yang memiliki suhu berkisar 50°C - 60°C yang diletakkan selama 3 hari sehingga didapatkan nilai kadar air bilah kayu dan bambu yang mencapai kekeringan 10%. Nilai ini diketahui setelah pengesanan menggunakan alat moisture meter. Sesuai dengan gambar dibawah ini :

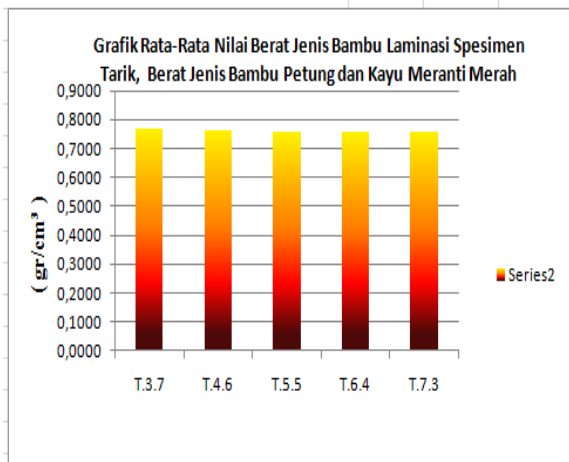


Gambar 4.1. Alat uji kadar air

#### 4.3. Berat Jenis

Pada Biro Klasifikasi Indonesia Kapal Kayu menetapkan standart Kelas kapal kayu  $0.60 \text{ gr/cm}^3 - 0.90 \text{ gr/cm}^3$  masuk dalam Kelas Kuat II. Sedangkan Priyanto (1996:46) menyebutkan untuk kerapatan kayu antara  $0.55 \text{ gr/cm}^3 - 0.72 \text{ gr/cm}^3$ , digolongkan kedalam kayu berat. Menurut (PKKI-1961), kerapatan bambu petung ini dapat diklasifikasikan kedalam kelas kuat II dengan nilai kerapatan antara  $0.60 \text{ gr/cm}^3 - 0.90 \text{ gr/cm}^3$ .

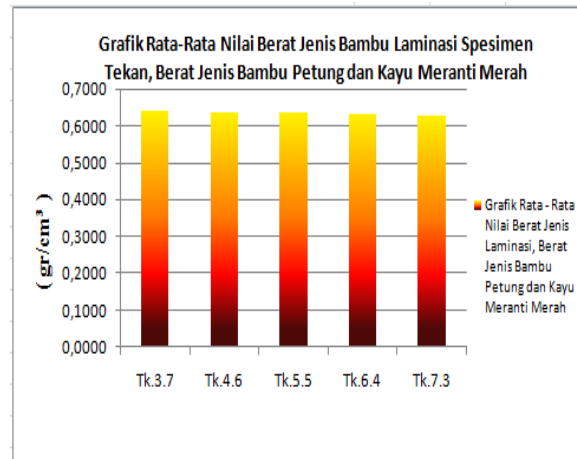
Dari data gambar grafik 4.2 nilai berat jenis laminasi bambu petung dengan kayu meranti merah untuk pengujian Tarik sejajar serat akibat perbedaan persentase bahan untuk specimen kode T.3.7 diperoleh nilai rata-rata berat jenis sebesar  $0,7553 \text{ gr/cm}^3$ , untuk T.4.6 diperoleh nilai rata-rata berat jenis  $0,7574 \text{ gr/cm}^3$ , untuk T.5.5 diperoleh nilai rata-rata berat jenis  $0,7601 \text{ gr/cm}^3$ , untuk T.6.4 diperoleh nilai rata-rata berat jenis  $0,7648 \text{ gr/cm}^3$ , untuk T.7.3 diperoleh nilai rata-rata berat jenis  $0,7667 \text{ gr/cm}^3$ .



Gambar 4.2. Grafik Rata – Rata Nilai Berat Jenis Laminasi Bambu Petung dengan Kayu Meranti Untuk Pengujian Tarik

Pada data gambar grafik 4.3 menunjukkan perolehan nilai rata-rata berat jenis pada pengujian Tekan tegak lurus serat akibat perbedaan persentase bahan untuk specimen kode Tk.7.3 diperoleh nilai rata-rata berat jenis sebesar  $0,6293 \text{ gr/cm}^3$ , untuk Tk.6.4 diperoleh nilai rata-rata berat jenis sebesar  $0,6314 \text{ gr/cm}^3$ ,

untuk Tk.5.5 diperoleh nilai rata-rata berat jenis sebesar  $0,6344 \text{ gr/cm}^3$ , untuk Tk.4.6 diperoleh nilai rata-rata berat jenis sebesar  $0,6350 \text{ gr/cm}^3$ , untuk Tk.3.7 diperoleh nilai rata-rata berat jenis sebesar  $0,6391 \text{ gr/cm}^3$ . Hal ini menunjukkan bahwasanya berat jenis pada laminasi kombinasi bambu petung dengan kayu meranti merah akibat perbedaan persentase bahan memiliki berat jenis yang cenderung sama dikarenakan proses pengeringan kering udara.



Gambar 4.3. Grafik Rata – Rata Nilai Berat Jenis Laminasi Bambu Petung dengan Kayu Meranti Untuk Pengujian Tekan

#### 4.4. Pengujian Tarik

Pengujian tarik adalah pengujian yang dilakukan dengan menggunakan alat uji tarik "Universal Testing Machine". Pengujian kuat Tarik ini dilakukan di Laboratorium Bahan Teknik jurusan Teknik Mesin SV Universitas Gadjah Mada. Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai kekuatan tarik rata-rata daribalok laminasi kombinasi bambu petung dengan kayu meranti merah. Ukuran benda uji atau specimen yang digunakan yakni panjang 460 mm, lebar 25 mm dan tebal 25 mm dengan jumlah 15 buah specimen.



Gambar 4.4. Pengujian Tarik

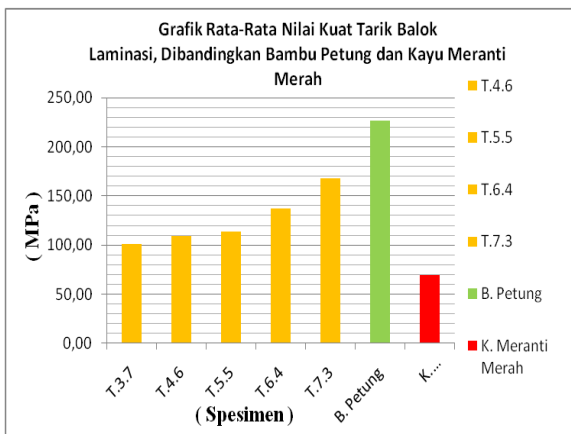
Tabel 4.1. Data Ukuran Spesimen Laminasi Bambu Petung dengan Kayu Meranti Merah dengan perbedaan persentase bahan pengujian Tarik

Variasi Laminasi	Spesimen	P max (N)	$\sigma$	$\sigma$	$\Delta l$ (mm)
			max (Mpa)	Rata - rata (Mpa)	
T.3.7	1	3960,00	79,20	101,00	7,4
	2	5180,00	103,60		41,9
	3	6010,00	120,20		11,2
T.4.6	1	5070,00	101,40	109,27	29,8
	2	5520,00	110,40		30,5
	3	5800,00	116,00		30,1
T.5.5	1	5170,00	103,40	114,07	29,3
	2	5750,00	115,00		30,1
	3	6190,00	123,80		32,5
T.6.4	1	6610,00	132,20	136,93	30,6
	2	6730,00	134,60		31,4
	3	7200,00	144,00		30,2
T.7.3	1	7230,00	144,60	168,27	30,0
	2	8940,00	178,80		30,0
	3	9070,00	181,40		35,8

Tabel. 4.4 . Kuat tarik kayu meranti merah dan bambu petung murni

No	Kode Spesimen	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Gaya(N)	Kuat Tarik (Mpa)	Kuat Tarik Rata-rata (Mpa)
1	BP-01	5	10	11278,31	225,57	226,52
2	BP-02	5	10	11310,39	226,21	
3	BP-03	5	10	11389,78	227,80	
4	KM-01	5	10	3412,51	68,25	69,14
5	KM-02	5	10	3456,89	69,14	
6	KM-03	5	10	3501,13	70,02	

Gambar 4.5. Grafik Rata – Rata Kekuatan Tarik Laminasi Bambu Petung dengan Meranti Merah Persentase Kombinasi yang berbeda-beda



Gambar grafik 4.5 menunjukkan bahwa rata-rata kuat Tarik laminasi kombinasi bambu

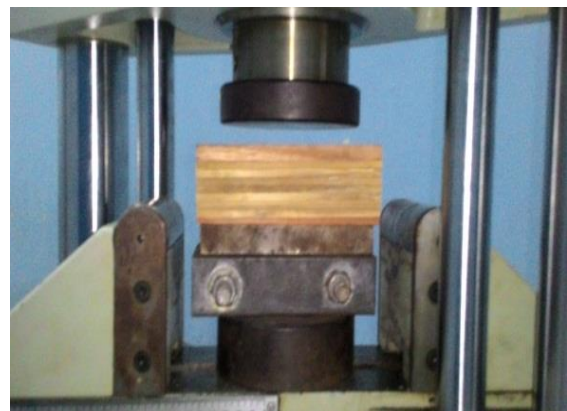
petung dengan kayu meranti merah dengan perbedaan variasi bahan diatas menunjukkan bahwa kekuatan tarik rata – rata pada laminasi kombinasi bambu petung dengan kayu meranti merah dengan perbedaan persentase bahan dengan kode spesimen T.3.7 rata-rata sebesar 101,00 Mpa, persentase kode T.4.6 rata-rata sebesar 109,27 Mpa, kode T.5.5 rata-rata sebesar 114,07 Mpa, kode T.6.4 rata-rata sebesar 136,93 Mpa dan kode T.7.3 rata-rata sebesar 168,27 Mpa. Hal ini menunjukkan bahwa laminasi kombinasi bambu petung dengan kayu meranti merah akibat perbedaan persentase bahan dengankode T.7.3 memiliki kekuatan tarik yang paling besar dibandingkan dengan persentase bahan lainnya. Pengaruh persentase bahan yang tepat berpengaruh pada besarnya kekuatan pada laminasi kombinasi bambu petung dengan kayu meranti merah.



Gambar 4.6. Spesimen setelah di uji Tarik

#### 4.5. Pengujian Tekan

Pengujian tekan ini dilakukan sesuai dengan ketentuan SNI 03-3958-1995 tentang Metode Pengujian Kuat Tekan Kayu di Laboratorium. Ukuran benda uji atau spesimen yang digunakan yakni panjang 150 mm, lebar 50 mm dan tebal 50 mm dengan jumlah 15 buah spesimen.



Gambar 4.7. Proses Pengujian Tekan

Tabel 4.2 Diketahui bahwa dalam perbandingan kekuatan tekan antara balok laminasi dengan bahan murni kayu meranti dan bambu petung.

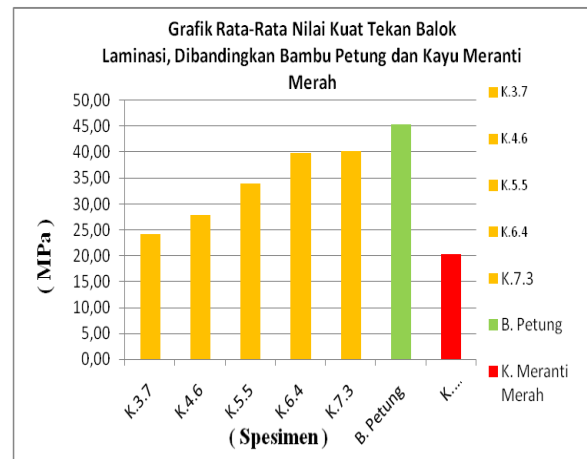
No	Kode Spesimen	Lebar (b) (mm)	Panjang (h) (mm)	Gaya (N)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)
1	BP-01	50,00	70,00	158256,81	45,22	45,33
2	BP-02	50,00	70,00	159857,33	45,67	
3	BP-03	50,00	70,00	157879,75	45,11	
4	KM-01	50,00	70,00	69852,56	19,96	20,26
5	KM-02	50,00	70,00	71985,33	20,57	
6	KM-03	50,00	70,00	70861,99	20,25	

Tabel 4.2. Data Hasil Pengujian Tekan

No	Kode spesimen	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Gaya (kN) Spesimen rusak	Gaya (N) Spesimen rusak	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)	Pergerakan loading nose (mm) Spesimen rusak
1	M 30 - 1	50	70	127,67	85310	24,37	24,17	12,23
2	M 30 - 2	50	70	110,06	90700	25,91		
3	M 30 - 3	50	70	110,32	77780	22,22		10,84
1	M 40 - 1	50	70	129,75	101900	29,11	27,91	13,1
2	M 40 - 2	50	70	111,26	92150	26,33		
3	M 40 - 3	50	70	118,57	99030	28,29		11,93
1	M 50 - 1	50	70	128,67	116510	33,29	33,98	12,72
2	M 50 - 2	50	70	129,85	121190	34,63		
3	M 50 - 3	50	70	130,21	119060	34,02		15,56
1	M 60 - 1	50	70	150,08	134520	38,43	39,85	15,34
2	M 60 - 2	50	70	150,52	141750	40,50		
3	M 60 - 3	50	70	150,78	142110	40,60		16,94
1	M 70 - 1	50	70	155,22	141840	40,53	40,20	18,7
2	M 70 - 2	50	70	156,61	143730	41,07		
3	M 70 - 3	50	70	156,15	136560	39,02		18,05

#### 4.6. Kuat Tekan Pengujian Tekan Tegak Lurus

Pada gambar grafik 4.8 rata-rata kuat Tekan laminasi kombinasi bambu petung dengan kayu meranti merah dengan perbedaan variasi bahan menunjukkan bahwa kekuatan tekan rata – rata pada laminasi kombinasi bambu petung dengan kayu meranti merah dengan perbedaan persentase bahan dengan kode spesimen Tk.3.7 rata-rata sebesar 24,17 Mpa, persentase kode Tk.4.6 rata-rata sebesar 27,91 Mpa, kode Tk.5.5 rata-rata sebesar 33,98 Mpa, kode Tk.6.4 rata-rata sebesar 39,85 Mpa dan kode Tk.7.3 rata-rata sebesar 40,20 Mpa. Hal ini menunjukkan bahwa laminasi kombinasi bambu petung dengan kayu meranti merah akibat perbedaan persentase bahan dengan kode T.7.3 memiliki kekuatan tekan 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 meranti merah kombinasi kering udara.



Gambar 4.8. Grafik Rata – Rata Nilai Kuat Tekan Laminasi Bambu Petung dengan Kayu Meranti Merah Bervariasi.



Gambar 4.9. spesimen setelah di uji tekan

#### 4.7. 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 setelah di uji dan distempel oleh BKI, atau dibuat sesuai standar yang diakui dan harus mempunyai kuat tarik minimum 430 kg/cm<sup>2</sup> pada arah memanjang dan 320 kg/cm<sup>2</sup> pada arah melintang.[2]

Tabel 4.4. Klasifikasi Kelas Kuat Kayu berdasarkan Biro Klasifikasi Indonesia Kapal Kayu 1996

Kelas Kuat	Berat jenis kering udara (g/cm <sup>3</sup> )	Keteguhan Lengkung Maks / MOR (Mpa)	Kekuatan Tekan Sejajar (Mpa)
I	0,90	107,87	63,74
II	0,90 - 0,60	10,87 - 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 dapat menggunakan kayu

seperti kayu Rengas. 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 meranti merah kombinasi dengan perbedaan persentase bahan untuk pengujian Tarik memiliki berat jenis akibat perbedaan persentase bahan berkisar antara rata – rata 0.7553 gr/cm<sup>3</sup> – 0.7667 gr/cm<sup>3</sup>.

Tabel 4.6. Daftar konstruksi bawah air dan jenis kayu yang digunakan.

KONSTRUKSI	JENIS KAYU	MASSA JENIS	KELAS	
			AWET	KUAT
1. Lunas	AMPUPU	0,89	II-III	II
2. Linggi haluan	BALAM, nyatoh	1,04	I	I
3. Linggi buritan	BALAU, damar laut	0,98	II(I-II)	II
4. Wrang	BEDARU, daru - daru	1,04	III	I-II
5. Gading- gading	BALENGAN, kaw	0,86	I	I-II
6. Balok buritan	BERUMBUNG	0,85	I	I-II
7. Tutup sisi geladak	BITANGUR, nvamplung	0,78	I-II	II-III

Tabel 4.7. Daftar konstruksi bangunan lainnya.

KONSTRUKSI	JENIS KAYU	MASSA JENIS	KELAS	
			AWET	KUAT
1. Geladak	Meranti Bato	0,55	II-IV	II-IV
	Meranti Merah	0,55	III-IV	II-IV
2. Galar bilga	SUBIAN, surea	0,5	III-IV	III-IV
	PASANG, paning-paning	0,58	III-IV	III-IV

Berdasarkan peraturan BKI 1996 Vol. VI tentang kapal kayu laminasi kayu keruing dengan bambu petung akibat perbedaan persentase bahan masuk kedalam Kelas Kuat III. Rekomendasi penggunaan balok laminasi pada kapal meliputi Konstruksi diatas garis air dan geladak yang tergolong ke dalam kelas kuat II-III berdasarkan peraturan BKI 1996 Vol. VI.

## 5. KESIMPULAN

### 5.1. Kesimpulan

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

1. Nilai rata – rata kuat tekan yang dihasilkan berkisar dari 24,17 Mpa – 40,20 Mpa. Nilai rata – rata tertinggi pada kode Tk.7.3 sebesar 40,20 Mpa.
2. Nilai rata – rata kuat Tarik yang dihasilkan berkisar dari 101,00 Mpa – 168,27 Mpa. Nilai rata – rata tertinggi pada kode T.7.3 sebesar 168,27 Mpa.

3. Dari hasil pengujian yang dilakukan bahwa pengaruh persentase variasi balok lamina antara bambu petung dan kayu meranti merah mempengaruhi besar kecilnya kekuatan mekanik sebuah balok laminasi
4. Setelah membandingkan pada penelitian sebelumnya bahwa kadar air juga merupakan salah satu faktor penting yang dapat mempengaruhi besar kecilnya nilai mekanik
5. Nilai rata – rata kuat tekan yang dihasilkan berkisar dari 24,17 Mpa – 40,20 Mpa. Dalam penelitian ini tergolong kedalam Kelas Kuat III sesuai Kelas Kuat Kayu Biro Klasifikasi Indonesia Kapal Kayu. Rata – rata berat jenis yang dihasilkan untuk pengujian tarik berkisar 0.7553 gr/cm<sup>3</sup> - 0.7667 gr/cm<sup>3</sup>, sedangkan berat jenis untuk pengujian tekan yang dihasilkan berkisar 0.7546 gr/cm<sup>3</sup> - 0.7760 gr/cm<sup>3</sup>. Dalam penelitian ini berat jenis untuk pengujian tergolong dalam Kelas Kuat III sesuai Kelas Kuat Kayu Biro Klasifikasi Indonesia Kapal Kayu. Mengacu pada Kelas Kuat Kayu Biro Klasifikasi Indonesia 1996 laminasi bambu direkomendasikan untuk pembuatan bagian – bagian kapal seperti gading, galar, kulit, papan geladak dan balok geladak dan papan.
6. Penggunaan laminasi kayu meranti merah - bambu petung untuk komponen kapal adalah konstruksi diatas garis air dan geladak, kelas kuat II-IV.

### 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 bambu laminasi untuk mendapatkan kekuatantarik dan kekuatan tekan dengan dimensi dan susunan yang sama tetapi menggunakan perekat selain perekat PVAc.
2. Untuk pembuatan spesimen uji ini masih dilakukan secara *hand made* yang sangat bergantung pada kemampuan pekerja dan peralatanyang sederhana. 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 bahanlamina, sehingga disarankan pada penelitian selanjutnya agar



memperhitungkan mengenai variasi suhu kempa dan lama waktu pengempaan.

4. 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] Bodig, J and BA. Jayne. 1982. *Mechanics of Wood and Wood Composites* Van Nostrand Reinhold Company. New York.
- [4] Djarwanto, Dewi, L. M., Muslich, M., Jasni, Suprpti, S., Pari, G., et la., 2014. Sifat dasar dan kegunaan kayu kalimantan, Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Kayu.
- [5] Herawati, Evalina, 2008. *Balok Laminasi Sebagai Bahan Struktural*. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara.
- [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] Standar Nasional Indonesia (SNI), 1995. *Metode Pengujian Kuat Tekan Kayu di Laboratorium*, SNI 03-3958-1995, Indonesia.
- [12] Standar Nasional Indonesia (SNI), 1994. *Metode Pengujian Kuat Tarik Kayu di Laboratorium*, SNI 03-3399-1994, Indonesia.
- [13] Suroyo, Djuliaty, M. A., Dkk, 2007, *SEJARAH MARITIM INDONESIA I: Menelusuri Jiwa Bahari Bangsa Indonesia Hingga Abad ke-17*. Penerbit Jeda. Semarang.
- [14] Widjaja, E. A., 1995. *Plant resources of South-east Asia*, no. 7: *Bambus*. Prosea, Bogor, Indonesia.
- [15] Widjaja, E.A. 1985. *Bamboo research in Indonesia*, in Lissard and A Chouinard (eds). *Bamboo Research in Asia Proceedings of a Workshop held in Singapura*. IDRC and IUFRO.
- [16] 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.
- [17] 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).