

# *Study Penggunaan Bambu Sebagai Material Alternatif Pembuatan Kapal Kayu dengan Metode Wooden Ship Planking System*

Kembara Rizal Ramadhana, Heri Supomo

Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

E-mail: hsupomo@na.its.ac.id

**Abstrak**— Kapal kayu merupakan sarana transportasi tradisional yang hingga saat ini masih banyak digunakan oleh masyarakat Indonesia dalam kehidupan sehari-hari, baik itu untuk sarana transportasi, niaga maupun sarana rekreasi. Dalam proses produksinya, kapal kayu banyak sekali menggunakan kayu berjenis kayu jati. Namun, seiring berjalannya waktu kayu jati kini mulai mengalami kelangkaan serta harganya yang merangkak naik mencapai Rp 24.000.000,00 per meter kubik nya. Tugas akhir ini bertujuan untuk menjadikan bambu sebagai material *alternative* pembuatan kapal kayu. Hal yang dilakukan pertama kali dalam melakukan penelitian ini adalah dengan mencari nilai *mechanical properties* dari masing-masing jenis variasi arah serat laminasi bambu. Jenis pengujian yang dilakukan adalah pengujian tarik dan tekan. Setelah diperoleh nilai *mechanical properties* untuk masing-masing jenis variasi arah serat dan dilakukan analisa secara teknis dan ekonomis maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut. Bambu dapat digunakan sebagai material *alternative* pembuatan kapal kayu dan arah serat laminasi yang palong ekonomis untuk digunakan sebagai material pembuatan kulit lambung kapal katu adalah variasi 3 dengan spesifikasi ketebalan kulit lambung 5 cm dan biaya produksi sebesar Rp 43.000.000,00.

**Kata kunci**--- Kapal Kayu, Laminasi Bambu, *Wooden Ship Planking Sysytem*, Biaya Produksi.

## I. PENDAHULUAN

Kapal kayu digunakan oleh manusia untuk mengarungi sungai atau lautan yang diawali oleh penemuan perahu. Namun seiring berjalannya waktu, Hutan Tanaman Industri (HTI) yang digunakan sebagai tempat pelestarian kayu kini beralih fungsi menjadi perkebunan kelapa sawit. Hal ini tak elak menyebabkan jumlah persediaan kayu ulin semakin menipis yang kemudian hal ini berdampak pada sulitnya memperoleh kayu jati. Selain itu harga kayu

jati saat ini mulai merangkak naik hingga mencapai angka Rp 24.000.000,00. Untuk mengatasi hal tersebut saat ini pihak galangan kapal kayu terpaksa mengganti bahan utama pembuatan bangunan atas kapal kayu dengan kayu jenis lain [1]. Hal ini dilakukan untuk memperkecil jumlah penggunaan kayu yang harus digunakan dalam pembangunan kapal kayu tersebut. Hal ini lah yang mendorong penulis untuk menulis penelitaian yang berjudul ”*Study Penggunaan Bambu Sebagai Material Alternatif Pembuatan Kapal Kayu dengan Metode Wooden Ship Planking System*”

## II. METODE

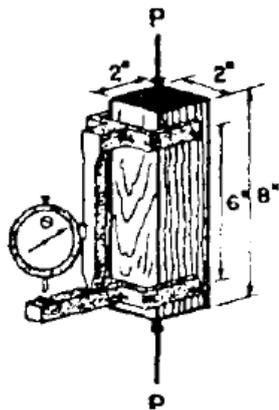
Penelitian ini dilakukan dengan membuat laminasi bambu dari bahan papan *planking* bambu. Untuk penelitian ini ada tiga jenis variasi arah serat yang digunakan. Untuk variasi pertama susunan arah seratnya adalah 0 derajat pada lapisan pertama, 45 derajat pada lapisan kedua, 0 derajat pada lapisan ketiga, 135 derajat pada lapisan keempat, 0 derajat pada lapisan kelima. Untuk variasi kedua susunan arah seratnya adalah 0 derajat pada lapisan pertama, 45 derajat pada lapisan kedua, 90 derajat pada lapisan ketiga, 135 derajat pada lapisan keempat, 0 derajat pada lapisan kelima. Sedangkan untuk variasi ketiga semua susunan arah seratnya adalah 0 derajat. Setelah semua papan laminasi terbentuk maka langkah selanjutnya adalah membentuk specimen uji dari papan-papan laminasi tersebut yang nantinya specimen-specimen tersebut akan dilakukan pengujian tarik dan pengujian tekan.

Adapun standart yang digunakan dalam pengujian ini adalah SNI (Standart Nasional Indonesia). Untuk pengujian tekan SNI yang digunakan adalah SNI M 27 -1991 – 03. Sedangkan untuk pengujian tarik standart yang digunakan adalah SNI- 03-3399-1994 [2]. Di dalam SNI ini telah diatur segala sesuatu yang berhubungan dengan pengujian tarik dan tekan untuk laminasi kayu, baik untuk ukuran *specimen* uji dan juga cara pengujian. Untuk memperoleh standart kecukupan data maka setiap pengujian dibuat 3 buah specimen.

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

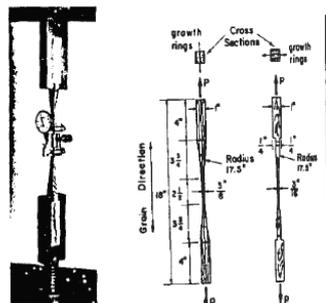
**A. Pembuatan Specimen Uji**

Dalam pembuatan specimen uji ini, langkah awal yang dilakukan adalah dengan membuat papan laminasi dari papan *planking* bambu. Untuk ukuran bilah yang dipakai dalam pembuatan papan laminaasi ini adalah 0,7 cm. Sedangkan untuk perekat digunakan *epoxy union marine used*. Adapun langkah-langkah yang harus dilakukan untuk memperoleh bilah bambu antara lain : pemotongan bambu, *cross cutting*, *splitting*, *four-side planing*, *pengawetan bilah bambu*, *sorting and gluing* dan *coldpress* [3]. Setelah dilakukan *cold press*, maka papan laminasi bambu tersebut didiamkan terlebih dahulu selama 24 jam hingga *epoxy* yang mongering. Setelah papan laminasi selesai dibuat, maka langkah kerja selanjutnya adalah pembuatan specimen uji untuk tiap jenis variasi.



Gambar 3.1. Ukuran Specimen Uji Tekan

Gambar 3.1 di atas berisi tentang dimensi *specimen* uji tekan untuk laminasi bambu yang telah diatur oleh SNI M 27 -1991 – 03.



Gambar 3.2. Ukuran Specimen Uji Tarik

Gambar 3.2 di atas berisi tentang dimensi *specimen* uji tarik untuk laminasi bambu yang telah diatur oleh SNI- 03-3399-1994.

**B. Pengujian Tarik dan Tekan**

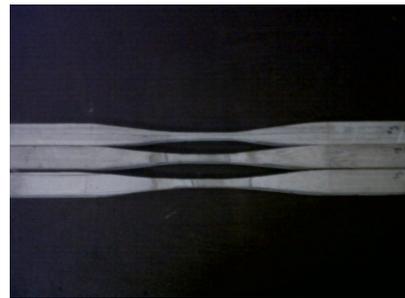
Setelah semua specimen uji selesai dibuat, maka langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian tarik

dan tekan untuk masing-masing variasi. Segala jenis peraturan untuk melakukan pengujian ini telah diatur oleh SNI M 27 -1991 – 03 untuk pengujian tekan dan SNI- 03-3399-1994 untuk pengujian tarik.



Gambar 3.3. Specimen Uji Tekan Variasi 1

Gambar 3.3 diatas berisi urutan arah serat tiap lapisan laminasi bambu untuk uji tekan variasi 1. Lapisan 1, 3 dan 5 arah seratnya membentuk sudut sebesar nol derajat, lapisan 2 seratnya membentuk arah sudut 45 derajat dan lapisan 3 arah sudutnya sebesar 135 derajat.



Gambar 3. 4. Specimen Uji Tarik Variasi 1

Gambar 3.3 diatas berisi urutan arah serat tiap lapisan laminasi bambu untuk uji tarik variasi 1. Lapisan 1, 3 dan 5 arah seratnya membentuk sudut sebesar nol derajat, lapisan 2 seratnya membentuk arah sudut 45 derajat dan lapisan 3 arah sudutnya sebesar 135 derajat.



Gambar 3.3. Specimen Uji Tekan Variasi 2

Gambar 3.3 diatas berisi urutan arah serat tiap lapisan laminasi bambu untuk uji tekan variasi 2. Lapisan 1 membentuk sudut nol derajat, lapisan 2 seratnya membentuk arah sudut 45 derajat dan lapisan 3 arah sudutnya sebesar 90 derajat, lapisan 4 arah sudutnya

membentuk sudut 135 derajat sedangkan lapisan 5 arah seratnya membentuk sudut nol derajat.



Gambar 3.4. Specimen Uji Tarik Variasi 2

Gambar 3.4 di atas berisi urutan arah serat tiap lapisan laminasi bambu untuk uji tarik variasi 2. Lapisan 1 membentuk sudut nol derajat, lapisan 2 seratnya membentuk arah sudut 45 derajat dan lapisan 3 arah sudutnya sebesar 90 derajat, lapisan 4 arah sudutnya membentuk sudut 135 derajat sedangkan lapisan 5 arah seratnya membentuk sudut nol derajat.



Gambar 3.5. Specimen Uji Tekan Variasi 3

Gambar 3.5 di atas berisi urutan arah serat untuk material uji tekan variasi 3. Untuk material uji tekan variasi 3 ini semua lapisan arah seratnya membentuk arah nol derajat.



Gambar 3.6 Specimen Uji Tarik Variasi 3

Gambar 3.6 di atas berisi urutan arah serat untuk material uji tarik variasi 3. Untuk material uji tekan variasi 3 ini semua lapisan arah seratnya membentuk arah nol derajat.

C. Analisa Teknis dan Pembahasan

Setelah dilakukan pengujian tarik dan tekan, maka didapat hasil mechanical properties untuk masing-masing jenis variasi arah serat laminasi.

Tabel.3.1. Hasil Pengujian Tekan Variasi 1

Specimen	Beban (KN)
1	90
2	96
3	97
Rata-rata	94.33

Tabel 3.1 di atas berisi data beban tekan yang diterima oleh *specimen* uji tekan variasi 1. *Specimen* 1 mempunyai beban tekan yang paling rendah yaitu sebesar 90 KN, *specimen* 2 sebesar 96 KN dan *specimen* ketiga memiliki beban tekan tertinggi yaitu sebesar 97 KN. Dari data-data tersebut didapat beban rata-rata sebesar 94.3 KN.

Tabel.3.2. Hasil Pengujian Tekan Variasi 2

Specimen	Beban (KN)
1	73
2	74
3	70
Rata-rata	72.33

Tabel 3.2 di atas berisi data beban tekan yang diterima oleh *specimen* uji tekan variasi 2. *Specimen* 1 mempunyai beban tekan sebesar 73 KN, *specimen* 2 dengan beban tekan tertinggi sebesar 74 KN dan *specimen* ketiga memiliki beban tekan terendah yaitu sebesar 70 KN. Dari data-data tersebut didapat beban rata-rata sebesar 72.33 KN.

Tabel.3.3. Hasil Pengujian Tekan Variasi 3

Specimen	Beban (KN)
1	135
2	124.5
3	121
Rata-rata	126.83

Table 3.3 di atas berisi data beban tekan yang diterima oleh *specimen* uji tekan variasi 3. *Specimen* 1 mempunyai beban tekan yang paling tinggi yaitu sebesar 135 KN, *specimen* 2 sebesar 124.5 KN dan *specimen* ketiga memiliki beban tekan terendah yaitu sebesar 121 KN. Dari data-data tersebut didapat beban rata-rata sebesar 126.83 KN.

Tabel.3.4. Hasil Pengujian Tarik Variasi 1

Specimen	Beban (KN)
1	5.5
2	5.5
3	5.5
Rata-rata	5.50

Tabel 3.4 di atas berisi data beban tarik yang diterima oleh *specimen* uji tarik variasi 1. *Specimen* 1, *specimen* 2, *specimen* 3 mempunyai beban tarik yang sama yaitu sebesar 5.5 KN sehingga didapat beban rata-rata sebesar 5.5 KN.

Tabel.3.5. Hasil Pengujian Tarik Variasi 2

Specimen	Beban (KN)
1	0.1
2	0.25
3	0.25
Rata-rata	0.20

Tabel 3.5 di atas berisi data beban tarik yang diterima oleh *specimen* uji tarik variasi 2. *Specimen* 1 mempunyai beban tarik yang paling rendah yaitu sebesar 0.1 KN, *specimen* 2 sebesar 0.25 KN dan *specimen* ketiga memiliki beban tarik yang sama dengan *specimen* 3 sebesar 0.25 KN. Dari data-data tersebut didapat beban rata-rata sebesar 0.20 KN.

Tabel.3.6. Hasil Pengujian Tarik Variasi 3

Specimen	Beban (KN)
1	4.8
2	8.2
3	5.6
Rata-rata	6.20

Table 3.6 di atas berisi data beban tarik yang diterima oleh *specimen* uji tarik variasi 3. *Specimen* 1 mempunyai beban tarik yang paling rendah yaitu sebesar 4.8 KN, *specimen* 2 mempunyai beban tarik tertinggi sebesar 8.2 KN dan *specimen* ketiga memiliki beban tarik sebesar 5.6 KN. Dari data-data tersebut didapat beban rata-rata sebesar 6.20 KN.

Setelah memperoleh data mechanical properties dari masing-masing variasi *specimen* maka langkah selanjutnya adalah menghitung beban yang dapat diterima masing-masing jenis variasi. Adapun formula yang digunakan untuk menghitung beban tersebut adalah

$$P = \sigma \times A$$

Dimana  $\sigma$  = Kuat tarik atau kuat tekan (N/mm<sup>2</sup>)

P = Beban (KN)

A = Luas penampang *specimen* (mm<sup>2</sup>)

Untuk *specimen* uji tarik luas penampangnya 45,6 mm<sup>2</sup>

Untuk *specimen* uji tekan luas penampangnya 2500 mm<sup>2</sup>

Maka didapat data sebagai berikut :

Tabel.3.7. Kuat Tarik Laminasi Bambu

Variasi	Kuat Tarik (N/mm <sup>2</sup> )
1	120.61
2	4.39
3	135.96

Table 3.7 di atas berisi data mengenai nilai kuat tarik rata-rata material laminasi bambu untuk tiap variasi. Variasi 1 memiliki nilai kuat tarik rata-rata sebesar 120.61 N/mm<sup>2</sup>, variasi 2 dengan nilai kuat tarik rata-rata terendah sebesar 4.39 N/mm<sup>2</sup> dan variasi ketiga dengan kuat tarik rata-rata tertinggi sebesar 135.96 N/mm<sup>2</sup>.

Tabel.3.8. Kuat Tekan Laminasi Bambu

Variasi	Kuat Tekan (N/mm <sup>2</sup> )
1	37.73
2	28.93
3	50.73

Table 3.78 di atas berisi data mengenai nilai kuat taekan rata-rata material laminasi bambu untuk tiap variasi. Variasi 1 memiliki nilai kuat tekan rata-rata sebesar 37.73 N/mm<sup>2</sup>, variasi 2 dengan nilai kuat tekan rata-rata terendah sebesar 28.93 N/mm<sup>2</sup> dan variasi ketiga dengan kuat tekan rata-rata tertinggi sebesar 50.73 N/mm<sup>2</sup>.

Setelah memperoleh nilai kuat tarik dan tekan untuk masing-masing variasi maka langkah selanjutnya adalah mencari tebal kulit lambung kapal dengan cara membandingkan nilai kuat tarik masing-masing variasi laminasi bambu dengan kuat tarik dan tekan kayu jati [4]. Kuat tarik kayu jati adalah 69.92 NM/mm<sup>2</sup> kuat tekan kayu jati 53.95 NM/mm<sup>2</sup>.

Tabel.3.9. Tebal Kulit dari Pengujian Tekan

Variasi	Tebal (m)
1	0.06
2	0.07
3	0.05

Table 3.9 di atas berisi data tentang nilai tebal kulit yang diperoleh dengan cara membandingkan nilai kuat tekan rata-rata tiap variasi laminasi bambu dengan nilai kuat tekan kayu jati. Perhitungan pada variasi 1 menghasilkan nilai tebal kulit lambung sebesar 0.06 m,

variasi 2 sebesar 0.07 m dan variasi tiga sebesar 0.05 m.

Tabel.3.10. Tebal Kulit dari Pengujian Tarik

Variasi	Tebal (m)
1	0.02
2	0.64
3	0.04

Table 3.10 di atas berisi data tentang nilai tebal kulit yang diperoleh dengan cara membandingkan nilai kuat tarik rata-rata tiap variasi laminasi bambu dengan nilai kuat tarik kayu jati. Perhitungan pada variasi 1 menghasilkan nilai tebal kulit lambung sebesar 0.02 m, variasi 2 sebesar 0.64 m dan variasi tiga sebesar 0.04 m.

*D. Analisa Ekonomis*

Analisa ekonomis yang dilakukan meliputi perhitungan jam orang dan biaya produksi laminasi bambu [5]. Adapun hasil dari perhitungan jam orang untuk proses produksi laminasi bambu per meter kubik adalah 95.3 jam orang. Biaya tenaga kerja per jam orang adalah Rp 9.375,00. Untuk biaya produksi satu meter kubik laminasi bambu per meter kubik adalah Rp 6.000.000,00.

Berdasarkan tebal kulit lambung yang diperoleh dari analisa teknis di atas maka didapat jumlah material untuk kulit lambung kapal kayu seluas 123,63m<sup>2</sup> adalah sebagai berikut (data pengujian yang dipakai berdasarkan data pengujian tekan) :

Tabel.3.11. Kebutuhan Material

Variasi	Kebutuhan Material (m <sup>3</sup> )
1	7
2	9.19
3	5.243

Table 3.11 di atas berisi data tentang jumlah material total yang diperlukan (kubika) untuk membuat kulit lambung kapal kayu dari laminasi bambu. Data yang diambil berasal dari data pengujian tekan saja. Untuk variasi 1 membutuhkan jumlah material sebesar 7 m<sup>3</sup>, variasi 2 sebesar 9.19 m<sup>3</sup> dan untuk variasi 3 sebesar 5.243 m<sup>3</sup>.

Setelah diperoleh jumlah kebutuhan material maka langkah selanjutnya adalah menghitung biaya produksi total kulit lambung kapal kayu.

Komponen dari biaya produksi ini adalah biaya tenaga orang ditambah biaya *raw material*. Biaya tenaga kerja diperoleh dengan cara mengalikan jumlah material yang diperlukan dengan biaya tenaga kerja per m<sup>3</sup> (Rp 893171.88). untuk variasi 1 dibutuhkan biaya tenaga kerja sebesar Rp 6296425.09, variasi 2 sebesar Rp 8211466.823 dan variasi 3 sebesar Rp 5504752.241.

Tabel.3.12. Biaya Produksi

Variasi	Biaya Produksi (Rp)
1	48641626.92
2	63435854.47
3	42483652.24

Table 3.12 berisi data tentang biaya produksi total kulit lambung kapal dengan bahan baku laminasi bambu. Biaya tersebut diperoleh dari harga material yang ditambah dengan biaya tenaga kerja total. Untuk variasi 1 didapat harga biaya produksi total sebesar Rp 48641626,92 ; variasi 2 sebesar 63435854,47 dan variasi 3 sebesar 42483652,24.

**IV. KESIMPULAN**

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Material laminasi bambu dapat digunakan sebagai material alternative pembuatan kapal kayu dengan nilai ketebalan kulit sebagai berikut :
  - Uji tekan variasi 1 dengan kuat tekan 37.73 N/mm<sup>2</sup> didapat kulit lambung kapal sebesar 0.06 m
  - Uji tarik variasi 1 dengan kuat tarik 120.614 N/mm<sup>2</sup> didapat kulit lambung kapal sebesar 0.02 m
  - Uji tekan variasi 2 dengan kuat tekan 28.99 N/mm<sup>2</sup> didapat kulit lambung kapal sebesar 0.07 m
  - Uji tarik variasi 2 dengan kuat tarik 4.39 N/mm<sup>2</sup> didapat kulit lambung kapal sebesar 0.67 m
  - Uji tekan variasi 3 dengan kuat tekan 50.73 N/mm<sup>2</sup> didapat kulit lambung kapal sebesar 0.05 m
  - Uji tarik variasi 3 dengan kuat tarik 135.96 N/mm<sup>2</sup> didapat kulit lambung kapal sebesar 0.02 m
2. Biaya produksi untuk material laminasi bambu adalah sebagai berikut :
  - Untuk material laminasi bambu variasi 1 didapatkan harga produksi sebesar Rp 49.000.00,00
  - Untuk material laminasi bambu variasi 2 didapatkan harga produksi sebesar Rp 64.000.000,00
  - Untuk material laminasi bambu variasi 3 didapatkan harga produksi sebesar Rp 43.000.000,00

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Allah SWT, dosen pembimbing yang telah memberikan waktu dan pemikirannya dalam membantu menyelesaikan penelitian ini, yaitu bapak Ir. Heri

Supomo M.Sc. Tidak lupa ucapan terimakasih pada kedua orang tua yang memberikan support dalam pengerjaan penelitian ini. Terimakasih yang teramat sangat untuk Indira yang telah sudi menemani penulis menyelesaikan jurnal ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sukmono, B. (2006). *Studi Proses Produksi Bambu Laminasi Sebagai Alternatif Bahan Baku Kapal*. Surabaya: ITS.
- [2] Tarkono. (2005). *Penggunaan Laminasi Kayu dan Bambu Untuk Komponen Balok Pada Kapal Kayu*. Surabaya: ITS.
- [3] Saputra, H. H. (2006). *Pengujian Jenis Kayu Alternatif Pembuatan Kapal Di Indonesia*. Surabaya: ITS.
- [4] Widodo, A. B. (2007). *Karakterisasi Material Laminasi Kayu Jati (*Tectona grandis L.f*) dan/atau Bambu Betung (*Dendrocalamus asper*) Untuk Penggunaan Struktur Kapal*. Surabaya: ITS.
- [5] Sutrisno, R. A. (2012). *Analisa Teknis dan Ekonomis Produksi Kapal Ikan Tradisional Dengan Kulit Lambung dan Geladak Kayu Laminasi Serta Konstruksi Gading dan Geladak Aluminium*. Surabaya: ITS.