

Studi Penggunaan Bambu sebagai Material Alternatif Pengganti Kayu untuk Bahan Pembuatan Bangunan Atas dengan Metode *Wooden Ship Planking System*

Alfadi Akbar, Heri Supomo

Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

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

Kayu jati sebagai material dasar pembangunan kapal kayu terus mengalami kenaikan harga. Bambu Betung (Dendrocalamus asper) sebagai material alternatif memiliki keunggulan sifat mekanis yang baik, laju pertumbuhan yang cepat, dan mudah dibudidayakan. Namun demikian, pengaplikasian bambu Betung sebagai komponen konstruksi perlu dibuat dalam bentuk laminasi untuk mengatasi anatomi bambu yang berongga. Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan nilai kuat tarik dan kuat tekan bambu laminasi yang memiliki dua variasi bentuk penampang bilah T dan persegi empat sebagai lamina dengan sudut 90° antar lapisan, untuk diaplikasikan pada bangunan atas kapal kayu 5 GT, 15 GT, dan 30 GT serta mengetahui biaya produksi bambu laminasi untuk pembuatan bangunan atas kapal kayu 30 GT. Di dalam tugas akhir ini, dilakukan pengujian tarik dan pengujian tekan pada masing-masing variasi bambu laminasi. Dengan mengetahui dimensi penampang, kebutuhan bambu laminasi dapat diketahui untuk dibandingkan dengan kebutuhan kayu jati satu bangunan atas. Dari hasil pengujian diketahui bahwa kuat tarik bambu laminasi variasi satu dan variasi dua masing-masing adalah 79.68 N/mm² dan 95.03 N/mm². Kuat tekan variasi satu dan variasi dua adalah 31.47 N/mm² dan 31.33 N/mm². Dimensi penampang Deck Beam dengan bambu laminasi untuk kapal 5 GT, 15 GT, dan 30 GT secara berurutan adalah 50 x 70 mm, 80 x 80 mm, dan 80 x 90 mm. Dimensi penampang penegar dinding, secara berurutan adalah 50 x 55 mm, 60 x 75 mm, dan 65 x 80 mm. Sementara untuk tebal kulit bangunan atas, secara berurutan adalah 18 mm, 35 mm, dan 35 mm. Biaya produksi bambu laminasi untuk bangunan atas kapal 30 GT adalah Rp 4.981.297,00.

Kata kunci: bangunan atas, bambu laminasi, kapal kayu

I. PENDAHULUAN

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 papirus seperti yang digunakan bangsa mesir kuno kemudian digunakan bahan logam seperti besi/baja karena kebutuhan manusia akan kapal yang kuat. Untuk penggeraknya 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 di atas air seperti Hovercraft dan Eakroplane. Serta kapal yang digunakan di dasar lautan yakni kapal selam.

Sampai saat ini kayu jati masih merupakan jenis kayu yang paling banyak dipakai sebagai bahan utama untuk pembangunan kapal kayu. Hal ini dikarenakan sifat dari kapal kayu yang apabila terkena air kayu tersebut akan semakin kuat.

Namun seiring berjalannya waktu, Hutan Tanaman Industri (HTI) yang digunakan sebagai tempat pelestarian kayu Jati kini beralih fungsi menjadi perkebunan kelapa sawit. Hal ini tak elak menyebabkan jumlah persediaan kayu Jati semakin menipis yang kemudian hal ini berdampak pada sulitnya memperoleh kayu Jati.

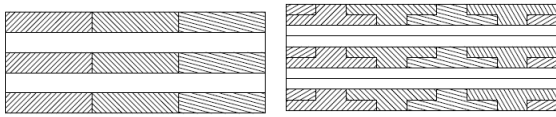
Untuk mengatasi hal tersebut saat ini pihak galangan kapal kayu terpaksa mengganti bahan utama pembuatan bangunan atas kapal kayu dengan kayu jenis lain [1]. Hal ini dilakukan untuk memperkecil jumlah kayu Jati yang harus digunakan dalam pembangunan kapal kayu tersebut. Salah satu cara memperkecil jumlah pemakaian adalah mengganti bahan material bangunan atas kapal kayu menjadi bambu.

Dalam penelitian ini akan dibahas berapakah dimensi komponen konstruksi bangunan atas kapal dengan material bambu laminasi dan berapa biaya produksi bambu laminasi untuk bangunan atas kapal kayu 30 GT.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan studi literatur, pengumpulan data, dan pengujian laboratorium. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian tekan dan tarik pada 2 variasi penampang bilah bambu (Gambar 1). Pengujian disesuaikan dengan SNI 03 – 3399 – 1994 untuk pengujian tarik dan SNI M – 27 – 1991 – 03 untuk pengujian tekan [2]. Masing-masing adalah standard pengujian dalam laboratorium .

Gambar 1. Penampang melintang contoh material variasi satu (kiri) dan variasi dua (kanan)



Selanjutnya diperlukan data-data dimensi komponen konstruksi bangunan atas kapal kayu sebagai kapal pemandang dengan ukuran 5 GT, 15 GT dan 30 GT yang didapatkan dari PT. Seatech Indonesia untuk perhitungan teknis sehingga dimensi komponen konstruksi bangunan atas dengan material bambu laminasi bisa dihitung. Data yang didapatkan ditulis pada Tabel 1 untuk dimensi penampang *Deck Beam*, Tabel 2 untuk dimensi penampang kulit, dan Tabel 3 untuk dimensi penampang penegar dinding:

Tabel 1. Dimensi Penampang *Deck Beam*

Ukuran Volume	Ukuran Penampang Deck Beam (mm)	Luas Penampang (mm ²)
5 GT	50x40	2000
15 GT	60x60	3000
30 GT	70x60	4200

Tabel 2. Dimensi Penampang Kulit

Ukuran Volume	Ukuran Penampang Kulit (mm)	Luas Penampang (mm ²)
5 GT	1200x10	12000
15 GT	1321x20	26420
30 GT	1900x20	38000

Tabel 3. Dimensi Penampang Penegar Dinding

Ukuran Volume	Ukuran Penampang Penegar Dinding (mm)	Luas Penampang (mm ²)
5 GT	40x40	1600
15 GT	50x50	2500
30 GT	60x50	3000

Perhitungan teknis dilakukan dengan menggunakan persamaan:

$$\sigma = \frac{P}{a} \dots\dots\dots(1)$$

Di mana: σ = Kuat Tarik/Kuat Tekan
 P = Beban Tarik/Beban Tekan
 a = Luas Penampang

Dengan mengetahui kuat tarik dan kuat tekan kayu jati, serta dimensi penampang masing-masing komponen konstruksi

bangunan atas, dapat diketahui beban tekan dan beban tarik yang dapat ditahan oleh komponen konstruksi tersebut [3].

$$P = \sigma \cdot a \dots\dots\dots(2)$$

Di mana: σ = Kuat Tarik/Kuat Tekan
 P = Beban Tarik/Beban Tekan yang dapat ditahan oleh komponen konstruksi dengan material kayu jati
 a = Luas Penampang komponen konstruksi kapal pemandang

Kemudian dari pengujian tekan dan pengujian tarik bambu laminasi, didapatkan nilai kuat tekan dan kuat tarik. Nilai ini kemudian dimasukkan ke persamaan (3) untuk mendapatkan luas penampang komponen konstruksi bangunan atas dengan material bambu laminasi.

$$a = \frac{P}{\sigma} \dots\dots\dots(3)$$

Di mana: σ = Kuat Tarik/Kuat Tekan Bambu Laminasi
 P = Beban Tarik/Beban Tekan yang dapat ditahan oleh komponen konstruksi dengan material kayu jati
 a = Luas Penampang komponen konstruksi dengan material bambu laminasi

Dengan mengetahui dimensi penampang komponen konstruksi, maka dapat dihitung kebutuhan volume bambu laminasi untuk pembuatan bangunan atas kapal ikan 30 GT. Perhitungan ekonomis dihitung dengan mengukur kebutuhan JO dan material untuk memproduksi 1 meter kubik laminasi dan dibandingkan dengan harga kayu jati kelas 1 per meter kubik.

III. HASIL DAN DISKUSI

Berdasarkan pengujian tarik dan pengujian tekan variasi satu dan dua, didapatkan nilai kuat tarik dan kuat tekan dengan cara membagi nilai beban tarik/beban tekan dengan luas penampang spesimen uji yang ditulis pada Tabel 4 dan Tabel 5 untuk kuat tekan dan tarik variasi 1, serta Tabel 6 dan Tabel 7 untuk kuat tekan dan tarik variasi 2.

Tabel 4. Kuat Tekan Variasi 1

Spesimen Tekan	1 P _{maks} (N)	2 A (mm ²)	(1/2) σ_{maks} (N/mm ²)
1	75000	2500	30
2	75000	2500	30
3	86000	2500	34.4
	Rata-rata		31.47

Tabel 5. Kuat Tarik Variasi 1

Spesimen Tarik	1	2	(1/2)
	P_{maks}	A	σ_{maks}
	(N)	(mm ²)	(N/mm ²)
1	2600	45.6	57.02
2	5300	45.6	116.23
3	3000	45.6	65.79
Rata-rata			79.68

Tabel 6. Kuat Tekan Variasi 2

Spesimen Tekan	1	2	(1/2)
	P_{maks}	A	σ_{maks}
	(N)	(mm ²)	(N/mm ²)
1	74500	2500	29.8
2	77500	2500	31
3	83000	2500	33.2
Rata-rata			31.33

Tabel 7. Kuat Tarik Variasi 2

Spesimen Tarik	1	2	(1/2)
	P_{maks}	A	σ_{maks}
	(N)	(mm ²)	(N/mm ²)
1	5900	45.6	129.39
2	3200	45.6	70.18
3	3900	45.6	85.53
Rata-rata			95.03

Dari pengujian kuat tarik dan kuat tekan, diketahui bahwa nilai kuat tarik bambu laminasi variasi satu (79.68 N/mm²) dan variasi dua (95,03 N/mm²) lebih tinggi dari pada kuat tarik kayu jati yang bernilai 69,62 N/mm². Namun demikian nilai kuat tekan kayu jati (53,95 N/mm²) lebih tinggi dibandingkan nilai kuat tekan bambu laminasi variasi satu (31,47 N/mm²) dan variasi dua (31,33 N/mm²) sehingga perhitungan dimensi penampang untuk komponen konstruksi bangunan atas dengan material bambu laminasi dilanjutkan dengan perhitungan beban tekan dan kuat tekan dengan asumsi kuat tekan yang lebih lemah memerlukan luas penampang yang lebih besar. Selanjutnya adalah perhitungan beban tekan pada masing-komponen konstruksi yang ditulis dalam Tabel 8 untuk kapal 30 GT, Tabel 9 untuk kapal 15 GT, dan Tabel 10 untuk kapal 5 GT.

Tabel 8. Beban Tekan Komponen Konstruksi Bangunan Atas Kapal 30 GT

No	Komponen	1	2	3
		(1 x 2) Luas Penampang (mm ²)	Kuat Tekan Kayu Jati (N/mm ²)	(3 x 4) Beban Tekan (N)
1	Deck Beam	4200	53.95	226590
2	Papan Kulit	38000	53.95	2050100
3	Penegar	3000	53.95	161850

Tabel 9. Beban Tekan Komponen Konstruksi Bangunan Atas Kapal 15 GT

No	Komponen	3	4	5
		(1 x 2) Luas Penampang (mm ²)	Kuat Tekan Kayu Jati (N/mm ²)	(3 x 4) Beban Tekan (N)
1	Deck Beam	3600	53.95	194220
2	Papan Kulit	26420	53.95	1425359
3	Penegar	2500	53.95	134875

Tabel 10. Beban Tekan Komponen Konstruksi Bangunan Atas Kapal 5 GT

No	Komponen	3	4	5
		(1 x 2) Luas Penampang (mm ²)	Kuat Tekan Kayu Jati (N/mm ²)	(3 x 4) Beban Tekan (N)
1	Deck Beam	2000	53.95	107900
2	Papan Kulit	12000	53.95	647400
3	Penegar	1600	53.95	86320

Nilai beban tekan pada masing-masing komponen dimasukkan dan nilai kuat tekan bambu laminasi variasi satu dan dua dimasukkan ke dalam persamaan (3). Nilai kuat tekan untuk variasi satu dimasukkan ke dalam perhitungan luas penampang kulit, dan nilai kuat tekan untuk variasi dua dimasukkan ke dalam perhitungan luas penampang Deck Beam dan penegar dinding. Perhitungan ditulis dalam Tabel 11 untuk luas penampang deck beam, Tabel 12 untuk luas penampang penegar dinding, dan Tabel 13 untuk luas penampang kulit.

Tabel 11. Perhitungan Luas Penampang Deck Beam

Ukuran Kapal	1	2	4
	Beban Tekan pada Deck Beam Kapal Kayu (N)	Kuat Tekan Laminasi Bambu Variasi 2 (N/mm ²)	(1 / 2) Luas Penampang Laminasi Bambu (mm ²)
5 GT	107900	31.33333	3443.62
15 GT	194220	31.33333	6198.51
30 GT	226590	31.33333	7231.60

Tabel 12. Perhitungan Luas Penampang Penegar Dinding

Ukuran Kapal	1	2	4
	Beban Tekan pada Penegar Dinding Kapal Kayu (N)	Kuat Tekan Laminasi Bambu Variasi 2 (N/mm ²)	(1 / 2) Luas Penampang Laminasi Bambu (mm ²)
5 GT	86320	31.33333	2754.89
15 GT	134875	31.33333	4304.52
30 GT	161850	31.33333	5165.43

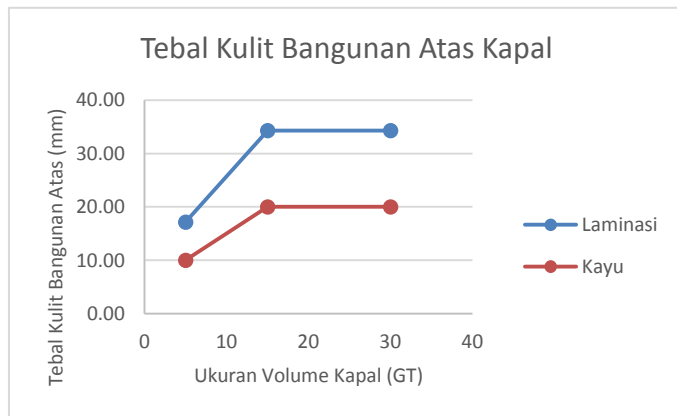
Tabel 13. Perhitungan Luas Penampang Kulit

Ukuran GT Kapal	1 Beban Tekan pada Kulit Kapal Kayu (N)	2 Kuat Tekan Laminasi Bambu Variasi 1 (N/mm ²)	4 (1 / 2) Luas Penampang Laminasi Bambu (mm ²)
5 GT	647400	31.46667	20574.15
15 GT	1425359	31.46667	45297.43
30 GT	2050100	31.46667	65151.48

Dari luas penampang pada tabel 11, tabel 12, dan tabel 13, dilakukan pembulatan angka untuk mendapatkan dimensi penampang yang proporsional dan dapat diproduksi kemudian dibandingkan dengan dimensi penampang kayu jati [4]. Hasilnya ditulis dalam Tabel 14 untuk perbandingan tebal kulit, Tabel 15 untuk perbandingan dimensi *deck beam* dan Tabel 16 untuk perbandingan dimensi penegar dinding.

Tabel 14. Perbandingan Tebal Kulit

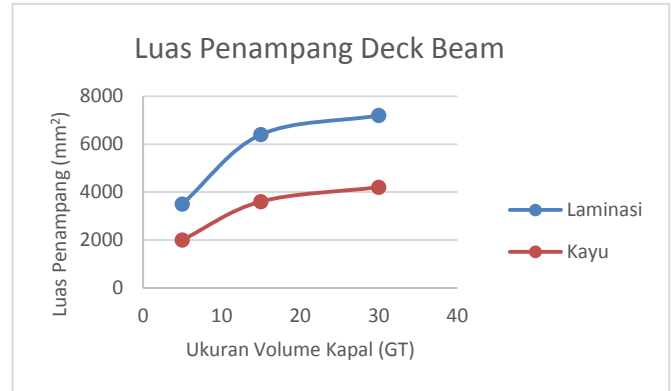
No	Ukuran GT	Tebal Kulit Kayu Jati (mm)	Tebal Kulit Laminasi Bambu (mm)
1	5 GT	10	18
2	15 GT	20	35
3	30 GT	20	35



Gambar 2. Grafik Tebal Kulit

Tabel 15. Perbandingan Dimensi *Deck Beam*

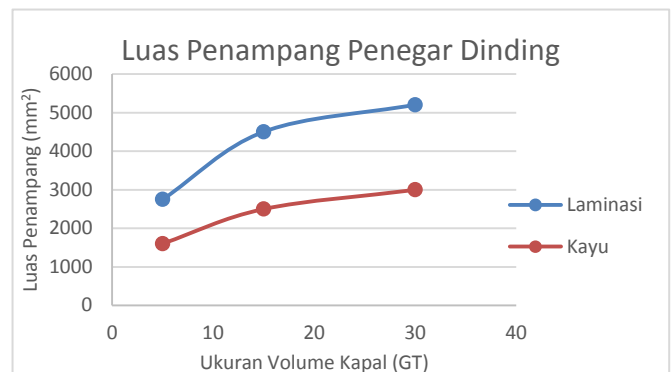
No	Ukuran GT	Dimensi Penampang Kayu Jati (mm)	Dimensi Penampang Bambu Laminasi (mm)
1	5 GT	50 x 40	50 x 70
2	15 GT	60 x 60	80 x 80
3	30 GT	70 x 60	80 x 90



Gambar 3. Grafik Perbandingan Luas Penampang Deck Beam

Tabel 16. Perbandingan Dimensi Penegar Dinding

No	Ukuran GT	Dimensi Penampang Kayu Jati (mm)	Dimensi Penampang Laminasi Bambu (mm)
1	5 GT	40 x 40	50 x 55
2	15 GT	50 x 50	60 x 75
3	30 GT	60 x 50	65 x 80



Gambar 4. Grafik Perbandingan Luas Penampang Penegar Dinding

Langkah pertama perhitungan ekonomis adalah mengukur kebutuhan material dan kebutuhan JO (jam orang) untuk masing-masing variasi. Total harga dari variasi satu dan dua ada dalam tabel 17.

Tabel 17. Perbandingan Biaya

Variasi	1 Biaya Tenaga Kerja (Rupiah)	2 Biaya Material (Rupiah)	3 (1 + 2) Total Biaya Produksi (Rupiah)
1	434.313,54	5.797.004	6.231.317,54
2	894.279,16	8.981.131	9.874.410,16

Tabel 18. Perbandingan Biaya Produksi Bambu Laminasi dengan Kayu Jati untuk Bangunan Atas 30 GT

1	2	3		4		5	
Volume Kayu (m ³)	Harga Kayu (Rupiah)	Volume Laminasi		Harga Laminasi		Total Harga	
		Variasi 1 (m ³)	Variasi 2 (m ³)	Variasi 1 (Rupiah)	Variasi 2 (Rupiah)	(1 x 2) Kayu (Rupiah)	(3 x 4) Laminasi (Rupiah)
0.32341	24.000.000	0.42893017		6.727.660,25		7.761.840	2.885.697
			0.195056		10.897.381		2.125.600
Total						7.761.840	4.981.297

Selanjutnya dilakukan dengan menghitung kebutuhan volume bambu laminasi dan kayu jati untuk satu bangunan atas kapal kayu 30 GT [5]. Kebutuhan volume diketahui dengan cara mengalikan luas penampang komponen konstruksi dengan panjangnya. Untuk kulit, digunakan bambu laminasi variasi satu, sedangkan untuk komponen konstruksi lainnya menggunakan bambu laminasi variasi dua. Dalam Tabel 18, dijelaskan perincian kebutuhan volume bambu laminasi variasi satu dan variasi dua, serta kebutuhan volume kayu jati, kemudian dibandingkan harga kedua material tersebut.

KESIMPULAN/RINGKASAN

Kemampuan material laminasi bambu variasi 1 dan variasi 2 untuk menahan beban tarik lebih kuat dibandingkan kayu jati, masing-masing adalah 79.68 N/mm² dan 95.03 N/mm². Sementara kemampuan laminasi bambu variasi 1 dan variasi 2 untuk menahan beban tekan lebih lemah dibandingkan kayu jati, masing-masing bernilai 31.47 N/mm² dan 31.33 N/mm². Namun demikian, bambu laminasi tetap dapat digunakan sebagai material bangunan atas dengan memperbesar luas penampang dengan tujuan mengakomodir beban tekan yang lebih lemah dari kayu jati. Dimensi penampang Deck Beam dengan bambu laminasi untuk kapal 5 GT, 15 GT, dan 30 GT secara berurutan adalah 50 x 70 mm, 80 x 80 mm, dan 80 x 90 mm, sementara dengan material kayu jati adalah 50 x 40 mm, 60 x 60 mm, 70 x 60 mm. Dimensi penampang penegar dinding dengan material bambu laminasi, secara berurutan adalah 50 x 55 mm, 60 x 75 mm, dan 65 x 80 mm sedangkan dengan material kayu jati adalah 40 x 40 mm, 50 x 50 mm, dan 60 x 50 mm. Tebal kulit bangunan atas dengan material bambu laminasi secara berurutan adalah 18 mm, 35 mm, dan 35 mm, sementara dengan material kayu jati adalah 10 mm, 20 mm, dan 20 mm.

Biaya produksi bambu laminasi untuk pembangunan bangunan atas kapal ikan kayu 30 GT Pangkal Pinang adalah Rp 4.981.297,00. Sementara jika menggunakan kayu jati adalah Rp 7.761.840,00. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan perhitungan biaya overhead seperti indirect material cost.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT Seatech Indonesia selaku perusahaan yang telah menyediakan data lengkap.

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.