

Kekuatan *Bending* Pada Balok Laminasi Jati Putih Sebagai Material Pembuatan Kapal Kayu

Tegar Yoga Savalas*¹, Akhmad Basuki Widodo²

Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan, UHT, Surabaya, Indonesia.

e-mail: *savalas.tegar@hangtuah.ac.id, *akhmad.basuki@hangtuah.ac.id

Abstract

*Fishing boats are generally made of wood, but over time the availability of wood for shipbuilding began to become difficult to obtain, considering the increasingly expensive price for the type and quality of wood, such as teak. So that other wood alternatives are needed to replace teak, such as laminated white teak. White teak wood can be an option because it grows fast and is widely planted and has a texture that is almost the same as teak. Therefore, it is necessary to conduct research to determine the strength value of white teak laminate through bending testing. The purpose of this study was to determine the value of the bending strength of laminated white teak (*Gemelina arborea*) and the comparison results with natural teak (*Tectona grandis*). This study uses five types of variations with the same size 2x2x36cm, namely KJ (Teak Wood), KJP (White Teak Wood), LKJP (White Teak Lamination) two, three, and five layers referring to the Japanese Industrial Standard (JIS Z 2113). , 1963) to determine the value of the bending strength, then an analysis of the average value of the bending test results was carried out and compared with the bending value of teak (*Tectona grandis*). From the results of the tests carried out, the average value for KJ is 215.53 kg/cm², KJP 173.35kg/cm², LKJP 2 layers 176.75 kg/cm², LKJP 3 180.15 kg/cm², LKJP 5 149.56 kg/cm². Based on this average value, Laminate white teak is still lower than the average value of natural teak.*

Keywords : *Wooden ship, white teak, laminate, bending test.*

Abstrak

Perahu nelayan umumnya terbuat dari kayu, namun seiring berjalannya waktu ketersediaan

kayu untuk pembuatan kapal mulai sulit didapatkan, mengingat harga yang semakin mahal untuk jenis dan kualitas kayu, seperti kayu jati. Sehingga diperlukan alternatif kayu lain untuk menggantikan kayu jati, seperti jati putih laminasi. Kayu jati putih bisa menjadi pilihan karena tumbuh cepat dan banyak ditanam serta memiliki tekstur yang hampir sama dengan jati. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui nilai kekuatan laminasi jati putih melalui pengujian lentur. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kekuatan lentur jati putih laminasi (*Gemelina arborea*) dan hasil perbandingannya dengan jati alami (*Tectona grandis*). Penelitian ini menggunakan lima jenis variasi dengan ukuran yang sama 2x2x36cm, yaitu KJ (Kayu Jati), KJP (Kayu Jati Putih), LKJP (Laminasi Jati Putih) dua, tiga, dan lima lapis mengacu pada Standar Industri Jepang (JIS Z 2113). , 1963) untuk mengetahui nilai kekuatan lentur, maka dilakukan analisis nilai rata-rata hasil uji lentur dan dibandingkan dengan nilai lentur jati (*Tectona grandis*). Dari hasil pengujian yang dilakukan, nilai rata-rata untuk KJ adalah 215,53 kg/cm², KJP 173,35kg/cm², LKJP 2 lapisan 176,75 kg/cm², LKJP 3 180,15 kg/cm², LKJP 5 149,56 kg/cm². Berdasarkan nilai rata-rata tersebut, Laminasi jati putih masih lebih rendah dari nilai rata-rata jati alami.

Kata Kunci: *Perahu, kayu putih, laminate, bending test*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara kepulauan dimana wilayah Indonesia sendiri mencapai 1,905 juta Km² yang kaya akan potensi sumber daya laut. Pemanfaatan kekayaan bahari sampai saat ini masih sangat rendah dan hanya dilakukan oleh para nelayan

disekitar pesisir pantai saja. Salah satu kendalanya adalah keterbatasan dalam penyediaan sarana dan prasarana penangkapan ikan, yaitu kapal yang mampu melayari sampai wilayah ZEE (Zone Ekonomi Eksklusif) (Widodo, 2018).

Kapal kayu digunakan sebagai alat transportasi laut yang diawali oleh penemuan perahu. Namun seiring bertambahnya waktu, Perusahaan Umum Kehutanan Negara (Perhutani) yang digunakan sebagai tempat konservasi kayu telah berkembang menjadi perkebunan sewa warga. Hal ini menyebabkan menipisnya jumlah pasokan kayu ulin, yang berdampak pada sulitnya memperoleh kayu jati. Selain itu, harga kayu jati kini sudah mulai naik mencapai angka Rp. 24.000.000.00/m³. Untuk mengatasi hal tersebut, galangan kapal kayu kini terpaksa mengganti bahan utama yang digunakan dalam pembangunan kapal kayu dengan jenis kayu lainnya (Kembara Rizal Ramadhana, 2013). Menurut (Pujirahayu, 2015) salah satu jenis kayu cepat tumbuh dan banyak di tanam masyarakat di lahan lahan milik warga adalah kayu *Gemelina arborea*. Jenis ini banyak ditanam masyarakat karena banyak yang menganggap teksturnya hampir sama dengan jati sehingga banyak dikenal dengan nama jati putih. Kayu *Gemelina arborea* yang cepat tumbuh, mempunyai kualitas yang lebih rendah dengan kayu jati (*Tectona grandis*).

Kayu jati putih merupakan kayu yang tergolong dalam famili *Verbenaceae* pohonnya berukuran sedang hingga besar, tinggi total dapat mencapai 40m dengan tinggi bebas cabang dapat mencapai 20m, batang silindris dengan diameter dapat mencapai 100cm. Tanaman ini tumbuh pada habitat yang bervariasi dari hutan hujan sampai hutan gugur, dapat tumbuh dengan baik pada daerah dengan suhu tahunan berkisar 21-28°C, dengan suhu maksimum rata-rata bulan terpanas 24-35°C dan rata-rata suhu minimum bulan terdingin 18-24°C. Curah hujan tahunan bervariasi antara 750-5.000mm. Pertumbuhan optimum terutama pada daerah dengan rata-rata curah hujan tahunan 1.800-2.300mm dan memiliki periode kering 3-5 bulan dan kelembaban relatif minimal 40%. Tanaman ini mempunyai pertumbuhan yang baik pada tanah yang lembab dan memiliki suplai unsur hara yang memadai (Abdulrohman et al., 2004).

Berdasarkan penelitian oleh Khairil mengenai “Klasifikasi Kode Mutu Kayu Provinsi Sulawesi Selatan”, didapatkan kayu jati putih banyak beredar di masyarakat untuk kebutuhan bahan konstruksi maupun bukan konstruksi di kota Makassar. Dari hasil penelitian tersebut nilai Modulus Elastisitas Lentur (Mpa) kayu jati putih nilainya berada di antara kayu bayam dan kayu jabon yang biasa digunakan sebagai bahan konstruksi. maka dari itu penulis memiliki inovasi melakukan laminasi kayu jati putih untuk memaksimalkan nilai kuat lenturnya (Khairil., 2017).

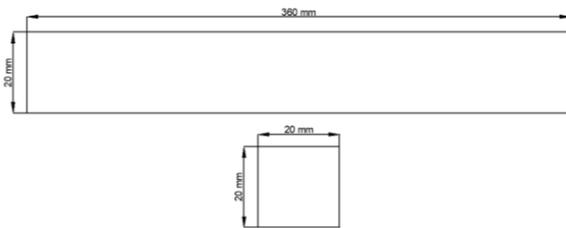
Penggunaan balok laminasi sebagai bahan struktural memiliki keunggulan dibandingkan balok kayu laminasi yang tidak direkatkan. Beberapa keunggulan balok adalah dari segi ukuran, bentuk arsitektural, penampang melintang, metode pengeringan, penggunaan kayu yang lebih efisien, dan ramah lingkungan (Moody et al., 1999). Selanjutnya CWC (2000) menyatakan bahwa laminasi adalah cara efektif untuk mengubah kayu menjadi berkekuatan tinggi dengan dimensi terbatas menjadi elemen struktural yang besar dengan berbagai bentuk dan ukuran. Keuntungan menggunakan balok laminasi meningkatkan karakteristik kekuatan dan kekakuan, memberikan lebih banyak pilihan dalam geometri, memungkinkan kualitas lembaran disesuaikan dengan tingkat tegangan yang diinginkan dan meningkatkan akurasi dimensi dan stabilitas bentuk.

Oleh karena itu dalam penelitian pengujian kekuatan bending pada spesimen bahan kayu balok laminasi jati putih ini diharapkan dapat menggantikan kebutuhan pembuatan alternatif kapal kayu yang menggunakan kayu jati alam (*Tectona grandis*). Dari hasil penelitian ini diharapkan memberi manfaat mengetahui sifat kekuatan dari kayu jati putih (*Gemelina arborea*) sebagai salah satu kayu alternatif untuk komponen pembuatan kapal kayu.

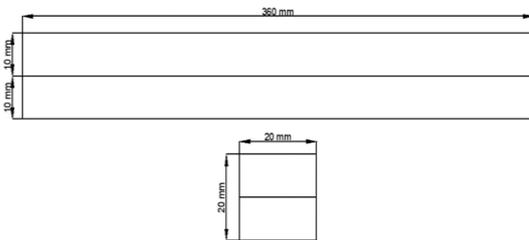
METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode eksperimen dengan variasi laminasi menggunakan mesin pengujian *bending*. Tahapan pertama dalam penelitian ini melakukan pencarian landasan teori yang dapat dijadikan referensi seperti buku, internet, peraturan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI), Standar Nasional Indonesia (SNI). Informasi

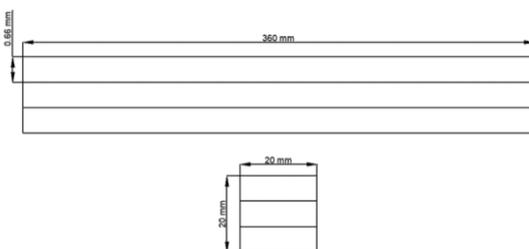
yang didapatkan seperti pengertian kayu jati putih, uji *bending*, kapal kayu, dan laminasi yang akan digunakan. Selanjutnya dilakukan persiapan alat dan bahan yang dimana akan digunakan dalam pembuatan spesimen uji. Bahan yang dibutuhkan adalah kayu jati putih, lem *marine* (D-320), *Hardener* 2734, sedangkan alat-alat yang dibutuhkan dalam pembuatan spesimen uji adalah mesin gergaji kayu, amplas, mesin gerinda, masker, timbangan digital, *clam* penjepit c, penggaris, mangkok, dan mesim uji *bending*. Dalam pembuatan balok laminasi jati putih dari 1 solid, 2, 3 dan 5 laminasi yang nantinya akan diuji kekuatan bendingnya sesuai dengan ketentuan (JIS Z 2113) dengan metode pembuatan *hand lau-up*. Pembuatan spesimen kayu jati putih sebesar 360mm x 20mm x 20mm dan berbeda-beda sesuai dengan laminasi yang digunakan. Berikut sketsa dari bentuk spesimen yang akan dibuat :



Gambar 1. Sketsa Kayu Jati Putih Solid



Gambar 2. Sketsa Kayu Jati Putih 2 Laminasi



Gambar 3. Sketsa Kayu Jati Putih 3 Laminasi

Setelah kayu jati putih dipotong selanjutnya campurkan antara lem *marine* D-320 dan *hardener* 2734 kedalam mangkok dengan perbandingan 1:1 lalu aduk hingga merata. Selanjutnya campuran tadi dituangkan dan diratakan kepermukaan kayu yang akan

Kekuatan Bending Pada Balok Laminasi Jati Putih...

dilaminasi, lalu rekatkan menggunakan *clam* C dan diamankan selama 24 jam agar proses pengeringan lem dapat merata keseluruh kayu. Setelah 24 jam kayu dapat dilepas dan siap untuk dilakukan pengujian kekuatan *bending*.

Pada pengujian ini hasil nantinya akan dikelompokan berdasarkan 2 jenis varian solid balok dan 3 jenis varian laminasi, yaitu :

1. (KJ) Material kayu jati jepara solid balok.
2. (KJP) Material kayu jati putih solid balok.
3. (LKJP 2) Laminasi kayu jati putih 2 laminasi dengan lem (x) sebagai penguat.
4. (LKJP 3) Laminasi kayu jati putih 3 laminasi dengan lem (x) sebagai penguat.
5. (LKJP 5) Laminasi kayu jati putih 5 laminasi dengan lem (x) sebagai penguat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Bending

Dari proses pengujian yang telah dilakukan dengan menggunakan mesin uji *Universal Testing Machine* (UTM) WDW-100E menggunakan satuan (kN) yang dirubah terlebih dahulu ke satuan (kg), satuan (mm) dirubah terlebih dahulu ke (cm) dan satuan (Mpa) dirubah terlebih dahulu ke (kg/cm²). Didapatkan hasil pengujian berdasarkan alat uji tersebut berdasarkan jumlah laminasi yang telah ditentukan sebelumnya yang ditunjukkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 1. Solid Blok Kayu Jati Jepara

Kode Spesimen	l (cm)	B (cm)	d (cm)	Kekuatan Bending
KJ 1	36	2	2	254,93
KJ 2	36	2	2	285,52
KJ 3	36	2	2	214,96
Rata-rata				251,53

Tabel 2. Solid Blok Kayu Jati Putih

Kode Spesimen	l (cm)	B (cm)	d (cm)	Kekuatan Bending
KJP 1	36	2	2	183,55
KJP 2	36	2	2	173,35
KJP 3	36	2	2	163,15
Rata-rata				173,35

Tabel 3. Laminasi Kayu Jati Putih

Kode Spesimen	l (cm)	B (cm)	d (cm)	Kekuatan Bending
LKJP 2.1	36	2	2	163,15
LKJP 2.2	36	2	2	193,74
LKJP 2.3	36	2	2	173,35
Rata-rata				176,75

Tabel 4. Laminasi Kayu Jati Putih

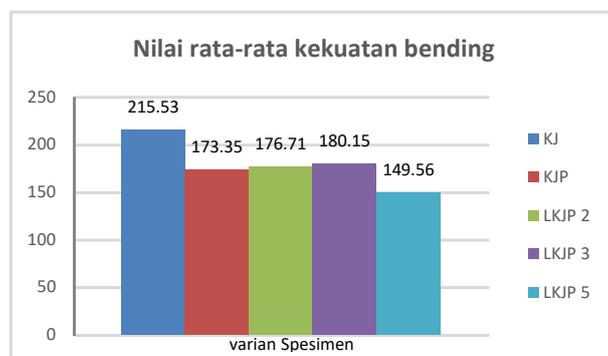
Kode Spesimen	l (cm)	B (cm)	d (cm)	Kekuatan Bending
LKJP 3.1	36	2	2	173,35
LKJP 3.2	36	2	2	193,74
LKJP 3.3	36	2	2	173,35
Rata-rata				180,15

Tabel 5. Laminasi Kayu Jati Putih

Kode Spesimen	L (cm)	b (cm)	d (cm)	Kekuatan Bending
LKJP 5.1	36	2	2	152,96
LKJP 5.2	36	2	2	132,56
LKJP 5.3	36	2	2	163,15
Rata-rata				149,56

Dari tabel diatas menunjukkan hasil dari setiap item spesimen yang telah diuji dengan menggunakan pengujian *three point bending* yang didapatkan dari setiap varian spesimen berbeda-beda. Varian tanpa laminasi atau solid blok kayu jati jepara pada kode spesimen KJ-2 mempunyai nilai kekuatan bending tertinggi sebesar 254,93kg/cm², sedangkan pada kode spesimen KJ-3 memiliki nilai kekuatan bending terendah sebesar 214,96 kg/cm², dan pada variasi spesimen kode KJ ini mempunyai nilai rata-rata yang paling tertinggi sebesar 251,53 kg/cm². Varian tanpa laminasi atau solid blok kayu jati putih pada kode spesimen KJP-1 mempunyai nilai kekuatan bending tertinggi sebesar 183,55 kg/cm², sedangkan pada kode spesimen KJP-3 memiliki nilai kekuatan bending terendah sebesar 163,15 kg/cm², dan pada variasi spesimen kode KJP ini mempunyai nilai rata-rata sebesar 173,35 kg/cm². Varian dengan 2 laminasi kayu jati putih pada sepsimen LKJP-2.2 mempunyai nilai kekuatan bending tertinggi sebesar 193,74 kg/cm², sedangkan pada kode spesimen LKJP-2.1 memiliki nilai kekuatan bending terendah sebesar 163,15 kg/cm², dan pada variasi spesimen kode LKJP-2 ini mempunyai nilai rata-rata sebesar 176,75 kg/cm². Varian dengan 3 laminasi kayu jati putih pada sepsimen LKJP-3.2 mempunyai nilai kekuatan bending tertinggi sebesar 193,74 kg/cm², sedangkan pada variasi 3 laminasi kayu jati putih ini pada kode LKJP-3.1 memiliki nilai kekuatan bending terendah yang sama dengan kode spesimen LKJP-3.3 sebesar 173,35 kg/cm², dan pada variasi spesimen kode LKJP-3 ini mempunyai nilai rata-rata sebesar 180,15 kg/cm². Varian dengan 5 laminasi kayu jati putih pada sepsimen LKJP-5.2 mempunyai

nilai kekuatan bending tertinggi sebesar 163,15 kg/cm², sedangkan pada kode spesimen LKJP-5.3 memiliki nilai kekuatan bending terendah sebesar 132,56 kg/cm², dan pada variasi spesimen kode LKJP-5 ini mempunyai nilai rata-rata sebesar 149,56 kg/cm².



Gambar 4. Grafik Rata-rata Kekuatan Bending

Dari grafik pengujian spesimen diatas menunjukan untuk spesimen yang berjenis laminasi nilai rata-rata kekuatan bending terendah terdapat pada spesimen yang berkode LKJP 5 dengan nilai 149,56 kg/cm², sedangkan nilai rata-rata kekuatan bending tertinggi terdapat pada spesimen yang berkode LKJP 3 dengan nilai 180,15 kg/cm², untuk spesimen yang berjenis solid tanpa laminasi nilai rata-rata kekuatan bending tertinggi terdapat pada spesimen yang berkode KJ 251,53 kg/cm², sedangkan untuk spesimen yang solid tanpa laminasi nilai rata-rata kekuatan bending terendah terdapat pada spesimen yang berkode KJP 173,35 kg/cm².

Dari hasil pengujian diatas untuk nilai paling terendah terdapat pada spesimen yang berkode LKJP 5 dengan nilai 149,56 kg/cm² yang disebabkan dari pengaruh mata kayu dan juga hasil dari pengeleman yang kurang maksimal. Berdasarkan standar dari Biro Klasifikasi Indonesi (1996) dalam Buku Peraturan Klasifikasi dan Kontruksi Kapal Laut tentang Peraturan Kapal Kayu, berat jenis kayu dengan rata-rata 0,52g/cm² maka kayu jati putih ini masuk kedalam kelas awet IV-V dan kelas kuat III-IV, kayu laminasi jati putih ini cocok untuk papan rumah geladak, papan geladak dan kontruksi diatas garis air

KESIMPULAN DAN SARAN

Nilai rata-rata kekuatan bending tertinggi terdapat pada varian 3 laminasi kayu jati putih yaitu sebesar 180,15kg/cm². Sedangkan nilai rata-rata kekuatan bending

terendah pada varian 5 laminasi kayu jati putih sebesar 149,56 kg/cm². Nilai rata-rata kekuatan bending tertinggi pada varian tanpa laminasi atau solid blok kayu jati jepara sebesar 251,53 kg/cm², sedangkan nilai Nilai rata-rata kekuatan bending tertinggi pada varian laminasi terdapat pada varian 3 laminasi kayu jati putih yaitu sebesar 180,15 kg/cm². Nilai kekuatan jati jepara masih lebih unggul dibandingkan dengan balok kayu jati putih maupun laminasi kayu jati putih.

Adapun saran kepada penelitian selanjutnya adalah kendala dalam penelitian ini yaitu meminimalkan adanya gelembung udara yang terjebak ketika proses pengelaman. Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk lebih berhati-hati dan memastikan bahwa pengeleman dilakukan secara rapi dan sempurna dengan cara lebih memperhatikan lagi proses peletakan laminasi satu terhadap laminasi lainnya ketika proses pengelaman. Kualitas dari lem yang digunakan sebaiknya lebih diperhatikan kembali dan lebih diperhatikan lagi kondisi kayu yang akan digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrohm S, Mandang YI, Sutisna U. 2004. Atlas Kayu Indonesia Jilid III. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Hasil Hutan, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Departemen Kehutanan.
- [BKI] Biro Klasifikasi Indonesia. 1996. Peraturan Klasifikasi dan Konstruksi Kapal Laut. Jakarta.
- [CWC] Canadian Wood Council. 2000. *Wood Reference Handbook: A guide to the architectural use of wood in building construction*. Ed ke-4. Ottawa: Canadian Wood Council.
- [JIS] Japanese Industrial Standard Z-2113. 1963. Method of Bending Test of Wood. Japanese Standards Association. Japan.
- Kembara Rizal Ramadhana, H. S. (2013). Study Penggunaan Bambu Sebagai Material Alternative Pembuatan Kapal Kayu dengan Metode Wooden Ship Planking System. *JURNAL TEKNIK POMITS*, 2(1)
- Khairil. (2017). Klasifikasi Kode Mutu Kayu Provinsi Sulawesi Selatan. *INformasi Dan Ekspose Hasil Riset Kekuatan Bending Pada Balok Laminasi Jati Putih... Teknik Sipil Dan Arsitektur*, 13(1), 41-53).
<https://doi.org/10.21831/inersia.v13i1.14597>
- Moody RC, Hernandez R, Liu JY. 1999. Glued structural members. Di dalam: *Wood Handbook, Wood as an Engineering Material*. Madison, WI: USDA, Forest Product Service, Forest Products Laboratory. hlm. 19.1 – 19.14.
- Moody RC, Hernandez R, Liu JY. 1999. Glued structural members. Di dalam: *Wood Handbook, Wood as an Engineering Material*. Madison, WI: USDA, Forest Product Service, Forest Products Laboratory. hlm. 19.1 – 19.14.
- Pujirahayu, N., Uslinawaty, Z., & Hadjar, N. (2015). Pemanfaatan Tanin Kulit Kayu Akasia Untuk Pengawetan Jati Putih (*Gmelina arborea*) Terhadap Rayap Tanah (*Coptotermes curvignathus holmgren*). *Jurnal Ecogreen*, 1(1),
- Serrano, E., 2003, *Mechanical Performance and Modelling of Glulam, Timber Engineering*, Departmen of Civil Engineering, Technical University of Denmark, Lyngby, Denmark.
- Widodo, A. B. (2018). Karakterisasi Bambu Laminasi Sebagai Bahan Pembangunan Kapal Perikanan. *ALE Proceeding*, 1(April), 16–25. <https://doi.org/10.30598/ale.1.2018.16-25>

Tegar Yoga Savalas, Akhmad Basuki Widodo

Submitted: **28/07/2022**; Revised: **20/10/2022**; Accepted: **31/10/2022**; Published: **31/10/2022**