

ANALISA KEKUATAN BENTUK SAMBUNGAN KAYU BALAU KUNING DAN DIAMETER BAUT PADA KONSTRUKSI LINGGI HALUAN KAPAL TRADISIONAL

Gozal Apri Prayuda¹, Ari Wibawa Budi Santosa¹, Untung Budiarto¹

¹S1 Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Indonesia

Email : gozalapriprayuda@gmail.com,

Abstrak

Pembuatan suatu kapal berkonstruksi kayu kebanyakan dibangun oleh pengrajin kapal di galangan tradisional. Keahlian ini didapat dari warisan turun temurun termasuk dalam hal proses penyambungan kayu, konstruksi kapal maupun spesifikasi teknis, sehingga dari segi kekuatan konstruksi tidak diketahui pasti tingkat pemenuhan persyaratan. Material yang digunakan adalah kayu berjenis balau kuning (*Shorea Laevis Ridl*) di umpamakan sebagai linggi haluan kapal pada kapal tradisional, untuk memulai penelitian terlebih dahulu harus mendapatkan syarat kapal kayu dengan mengacu BKI Kapal Kayu 1996. Dalam penelitian ini dilakukan uji lentur, dimana uji lentur dilakukan dengan pembebanan terpusat dengan variasi sambungan dan variasi diameter baut. Berdasarkan hasil pengujian, yang menggunakan baut 6 mm memiliki nilai uji kuat lentur sambungan *Plain Scraf* MOE rata-rata 20.325,20 Mpa dan MOR rata-rata 82,56 MPa, Uji kuat lentur sambungan *Hook Scraf* MOE rata-rata 23.995,60 Mpa dan MOR rata-rata 86,74 MPa, Uji kuat lentur sambungan *Key Scraf* MOE rata-rata 22.514,39 Mpa dan MOR rata-rata 85,46 MPa. Sedangkan hasil pengujian dengan diameter baut 8mm memiliki nilai *Plain Scraf* MOE rata-rata 19.196,87 Mpa dan MOR rata-rata 81,05 MPa, Uji kuat lentur sambungan *Hook Scraf* MOE rata-rata 22.182,52 Mpa dan MOR rata-rata 85,54 MPa, Uji kuat lentur sambungan *Key Scraf* MOE rata-rata 19.768,75 Mpa dan MOR rata-rata 83,89 MPa.

Kata kunci : linggi haluan kapal, kayu balau kuning, sambungan, kuat lentur

1. PENDAHULUAN

Kapal perikanan merupakan salah satu jenis dari kapal pada umumnya, sehingga sifat dan syarat-syarat oleh suatu kapal akan diperlukan juga oleh kapal perikanan, bahkan dalam hal tertentu, mempunyai perbedaan dibandingkan dengan kapal lainnya seperti kapal penumpang (*passenger ship*) dan kapal barang (*cargo ship*).

Sebagian besar nelayan dalam operasi penangkapan ikan menggunakan kapal yang terbuat dari bahan kayu. Pembuatan suatu kapal berkonstruksi kayu kebanyakan dibangun oleh pengrajin kapal di galangan tradisional. Keahlian ini didapat dari warisan turun temurun tanpa melalui perhitungan dan gambar kapal terutamatgambar konstruksi kapal maupun spesifikasi teknis, sehingga dari segi kekuatan

konstruksi tidak diketahui pasti tingkat pemenuhan persyaratan keselamatan pelayaran, atau ketahanan umur ekonomis.

Kapal kayu terdiri dari bagian-bagian yang merupakan satu kesatuan utuh. Bagian-bagian tersebut tidak dapat dipisahkan karena antara satu bagian dengan bagian yang lainnya saling menunjang. Dimana linggi merupakan terusan dari lunas kapal sebagai bagian penting dalam membangun kekuatan utama kapal maupun kekuatan memanjang kapal. Linggi haluan sebuah kapal merupakan bagian yang paling besar mendapat tekanan dan tegangan-tegangan, sebagai akibat terjangan kapal terhadap air dan pukulan-pukulan ombak.

Konstruksi dengan kayu sambungan bertujuan untuk mendapatkan panjang bentang

suatu balok dengan kriteria tertentu, selain itu juga penyambungan digunakan agar menghemat kayu. Walaupun banyak model sambungan yang telah dikembangkan akan tetapi masyarakat cenderung untuk menggunakan sambungan yang sederhana, dengan kecenderungan masyarakat yang kurang memperhatikan kekuatan kayu tersebut jika digunakan untuk konstruksi. Tipe sambungan yang sering digunakan *key scarf, hook scarf, plain scarf*.

Kekuatan sebuah bahan kayu dapat di lihat dari kelas kuatnya, semakin kecil nilai kelas kuatnya maka kayu tersebut akan semakin kuat. Di indonesia kelas kuat di bagi kedalam lima kelas yang di tetapkan menurut berat jenis kayu tersebut, berdasarkan Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia (1961) kelas-kelas tersebut di tentukan pada tabel 1 berikut[1]:

Tabel 1 Kriteria kelas kuat

Kelas kuat	Kukuh lentur mutlak (Kg/cm ²)
I	≥ 1100
II	1100 – 725
III	725 – 500
IV	500 – 360
V	≤ 360

Sumber: Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia (1996)

Dengan memperhatikan pokok permasalahan yang terdapat pada latar belakang maka diambil beberapa rumusan masalah pada Tugas Akhir ini diantaranya bagaimana analisa kekuatan bentuk sambungan kayu pada kapal yang akan diteliti, serta pengaruh ukuran baut pengikat terhadap MoE (*Modulus of Elasticity*) dan MoR (*Modulus of Repture*). Dengan memperhatikan latar belakang dan permasalahan pada penelitian ini maka tujuan dari penelitian ini diantaranya mengetahui nilai kuat lentur dari 3 sambungan dengan variasi diameter baut untuk mengetahui MoE dan MoR, menentukan sambungan yang memiliki MOR tertinggi diantara sambungan yang digunakan. Dan membandingkan nilai kuat kayu Balau kuning dengan peraturan kapal kayu BKI tahun 1996.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Umum

Dalam kehidupan kita sehari-hari, kayu

merupakan bahan yang sangat sering dipergunakan untuk tujuan penggunaan tertentu. Terkadang sebagai barang tertentu, kayu tidak dapat digantikan dengan bahan lain karena sifat khasnya. Kita sebagai pengguna dari kayu yang setiap jenisnya mempunyai sifat-sifat yang berbeda, perlu mengenal sifat-sifat kayu tersebut sehingga dalam pemilihan atau penentuan jenis untuk tujuan penggunaan tertentu harus betul-betul sesuai dengan yang kita inginkan. Berikut ini diuraikan sifat-sifat kayu (fisik dan mekanik) serta macam penggunaannya.

2.2. Pengenalan Sifat-sifat Kayu

Kayu merupakan hasil hutan yang mudah diproses untuk dijadikan barang sesuai dengan kemajuan teknologi. Kayu memiliki beberapa sifat yang tidak dapat ditiru oleh bahan-bahan lain. Pemilihan dan penggunaan kayu untuk suatu tujuan pemakaian, memerlukan pengetahuan tentang sifat-sifat kayu. Sifat-sifat ini penting sekali dalam industri pengolahan kayu sebab dari pengetahuan sifat tersebut tidak saja dapat dipilih jenis kayu yang tepat serta macam penggunaan yang memungkinkan, akan tetapi juga dapat dipilih kemungkinan penggantian oleh jenis kayu lainnya apabila jenis yang bersangkutan sulit didapat secara kontinyu atau terlalu mahal[3].

Kayu berasal dari berbagai jenis pohon yang memiliki sifat-sifat yang berbeda-beda. Bahkan dalam satu pohon, kayu mempunyai sifat yang berbeda-beda. Dari sekian banyak sifat-sifat kayu yang berbeda satu sama lain, ada beberapa sifat yang umum terdapat pada semua jenis kayu yaitu:

1. Kayu tersusun dari sel-sel yang memiliki tipe bermacam-macam dan susunan dinding selnya terdiri dari senyawa kimia berupa selulosa dan hemi selulosa (karbohidrat) serta lignin (non karbohidrat). Semua kayu bersifat **anisotropik**, yaitu memperlihatkan sifat-sifat yang berlainan jika diuji menurut tiga arah utamanya (longitudinal, radial dan tangensial).
2. Kayu merupakan bahan yang bersifat **higroskopis**, yaitu dapat menyerap atau melepaskan kadar air (kelembaban) sebagai akibat perubahan kelembaban dan suhu udara disekelilingnya.
3. Kayu dapat diserang oleh hama dan penyakit dan dapat terbakar terutama dalam keadaan kering.

2.3. Sifat Fisik Kayu

1. Berat dan Berat Jenis

Berat suatu kayu tergantung dari jumlah zat kayu, rongga sel, kadar air dan zat ekstraktif didalamnya. Berat suatu jenis kayu berbanding lurus dengan BJ-nya. Kayu mempunyai berat jenis yang berbeda-beda, berkisar antara BJ minimum 0,2 (kayu balsa) sampai BJ 1,28 (kayu nani). Umumnya makin tinggi BJ kayu, kayu semakin berat dan semakin kuat pula.

2. Keawetan

Keawetan adalah ketahanan kayu terhadap serangan dari unsur-unsur perusak kayu dari luar seperti jamur, rayap, bubuk dll. Keawetan kayu tersebut disebabkan adanya zat ekstraktif didalam kayu yang merupakan unsur racun bagi perusak kayu. Zat ekstraktif tersebut terbentuk pada saat kayu gubal berubah menjadi kayu teras sehingga pada umumnya kayu teras lebih awet dari kayu gubal.

3. Warna

Kayu yang beraneka warna macamnya disebabkan oleh zat pengisi warna dalam kayu yang berbeda-beda.

4. Tekstur

Tekstur adalah ukuran relatif sel-sel kayu. Berdasarkan teksturnya, kayu digolongkan kedalam kayu bertekstur halus (contoh: giam, kulim dll), kayu bertekstur sedang (contoh: jati, sonokeling dll) dan kayu bertekstur kasar (contoh: kempas, meranti dll).

5. Arah Serat

Arah serat adalah arah umum sel-sel kayu terhadap sumbu batang pohon. Arah serat dapat dibedakan menjadi serat lurus, serat berpadu, serat berombak, serta terpilin dan serat diagonal (serat miring).

2.4 Sifat Mekanik Kayu

1. Keteguhan Tarik

Keteguhan tarik adalah kekuatan kayu untuk menahan gaya-gaya yang berusaha menarik kayu. Terdapat 2 (dua) macam keteguhan tarik yaitu :

- Keteguhan tarik sejajar arah serat dan
- Keteguhan tarik tegak lurus arah serat.

Kekuatan tarik terbesar pada kayu ialah keteguhan tarik sejajar arah serat. Kekuatan tarik tegak lurus arah serat lebih kecil daripada kekuatan tarik sejajar arah serat.

2. Keteguhan tekan / Kompresi

Keteguhan tekan/kompresi adalah kekuatan kayu untuk menahan muatan/beban. Terdapat 2 (dua) macam keteguhan tekan yaitu:

- Keteguhan tekan sejajar arah serat dan
- Keteguhan tekan tegak lurus arah serat.

Pada semua kayu, keteguhan tegak lurus serat lebih kecil daripada keteguhan kompresi sejajar arah serat.

3. Keteguhan Geser

Keteguhan geser adalah kemampuan kayu untuk menahan gaya-gaya yang membuat suatu bagian kayu tersebut turut bergeser dari bagian lain di dekatnya. Terdapat 3 (tiga) macam keteguhan yaitu :

- Keteguhan geser sejajar arah serat
- Keteguhan geser tegak lurus arah serat
- Keteguhan geser miring

Keteguhan geser tegak lurus serat jauh lebih besar dari pada keteguhan geser sejajar arah serat.

4. Keteguhan lengkung (lentur)

Keteguhan lengkung/lentur adalah kekuatan untuk menahan gaya-gaya yang berusaha melengkungkan kayu atau untuk menahan beban mati maupun hidup selain beban pukulan. Terdapat 2 (dua) macam keteguhan yaitu :

- Keteguhan lengkung statik, yaitu kekuatan kayu menahan gaya yang mengenainya secara perlahan-lahan.
- Keteguhan lengkung pukul, yaitu kekuatan kayu menahan gaya yang mengenainya secara mendadak.

5. Kekakuan

Kekakuan adalah kemampuan kayu untuk menahan perubahan bentuk atau lengkungan. Kekakuan tersebut dinyatakan dalam modulus elastisitas.

6. Keuletan

Keuletan adalah kemampuan kayu untuk menyerap sejumlah tenaga yang relatif besar atau tahan terhadap kejutan-kejutan atau tegangan-tegangan yang berulang-ulang yang melampaui batas proporsional serta mengakibatkan perubahan bentuk yang permanen dan kerusakan sebagian.

7. Kekerasan

Kekerasan adalah kemampuan kayu untuk menahan gaya yang membuat takik atau lekukan atau kikisan (abrasi). Bersama-sama dengan keuletan, kekerasan merupakan suatu ukuran tentang ketahanan terhadap pengausan kayu.

8. Keteguhan Belah

Keteguhan belah adalah kemampuan kayu untuk menahan gaya-gaya yang berusaha membelah kayu. Sifat keteguhan belah yang rendah sangat baik dalam pembuatan sirap dan kayu bakar. Sebaliknya keteguhan belah yang tinggi sangat baik untuk pembuatan ukir-ukiran (patung). Pada umumnya kayu mudah dibelah sepanjang jari-jari (arah radial) dari pada arah tangensial.

Ukuran yang dipakai untuk menjabarkan sifat-sifat keku-atan kayu atau sifat mekaniknya dinyatakan dalam kg/cm². Faktor-faktor yang mempengaruhi sifat mekanik kayu secara garis besar digolongkan menjadi dua kelompok :

- a. Faktor luar (eksternal): pengawetan kayu, kelembaban lingkungan, pembebanan dan cacat yang disebabkan oleh jamur atau serangga perusak kayu.
- b. Faktor dalam kayu (internal): BJ, cacat mata kayu, serat miring dsb.

2.5 Penggunaan Kayu Dalam Pembangunan Kapal

Penggunaan kayu untuk suatu tujuan pemakaian tertentu tergantung dari sifat-sifat kayu yang bersangkutan dan persyaratan teknis yang diperlukan. Jenis- jenis kayu yang mempunyai persyaratan untuk tujuan pemakaian dalam pembangunan kapal antara lain dapat dikemukakan sebagai berikut[8]:

- a. Penggunaan kayu untuk Lunas dan Linggi
 - Persyaratan teknis : tidak mudah pecah, tahan binatang laut
 - Jenis kayu : ulin, kapur, bangkirai
- b. Penggunaan kayu untuk Gading
 - Persyaratan teknis : kuat, liat, tidak mudah pecah, tahan binatang laut
 - Jenis kayu : bangkirai, bungur, kapur
- c. Penggunaan kayu untuk Senta
 - Persyaratan teknis : kuat, liat, tidak mudah pecah, tahan binatang laut
 - Jenis kayu : bangkirai, bungur, kapur
- d. Penggunaan kayu untuk Kulit
 - Persyaratan teknis : kuat, liat, tidak mudah pecah, tahan binatang laut
 - Jenis kayu : bangkirai, bungur, meranti merah
- e. Bangunan dan dudukan Mesin
 - Persyaratan teknis : ringan, kuat dan awet, tidak mudah pecah karena getaran mesin.

- Jenis kayu : kapur, meranti merah, medang, ulin, bingkirai.

f. Pembungkus as baling- baling

- Persyaratan teknis : liat, lunak sehingga tidak merusak logam
- Jenis kayu : nangka, bungur, sawo

Pengenalan atas sifat-sifat fisik dan mekanik akan sangat membantu dalam menentukan jenis-jenis kayu untuk tujuan penggunaan tertentu. Selain itu hubungan antara berat jenis, ketebalan dan volume kayu diharapkan akan semakin mengurangi ketergantungan konsumen akan suatu jenis kayu tertentu saja sehingga pemanfaatan jenis-jenis kayu yang semula belum dimanfaatkan (jenis-jenis yang belum dikenal umum) akan semakin meningkat.

Selain sifat kayu, secara umum jenis kayu digolongkan menurut kekerasan terdiri dari kayu lunak (*soft wood*) dan kayu keras (*hard wood*), sedangkan untuk kebutuhan teknis pembagian jenis kayu terbagi menjadi tingkat keawetan (kelas awet), tingkat kekuatan (kelas kuat) dan tingkat pemakaiannya (kelas pakai).

2.6 Kayu Balau Kuning (*Shorea Laevis Ridl*)

Shorea adalah nama marga beranggotakan sekitar 194 spesies, terutama berupa pohon penghuni hutan tropika, dari suku Dipterocarpaceae. Marga ini dinamai demikian untuk menghormati Sir Jhon Shore, Gubernur jenderal British East India Company, 1793-1798.

Shorea menyebar terutama di Asia Tenggara ke barat hingga Srilangka dan India utara, dan ke timur hingga Filipina dan Maluku. Marga ini tidak ditemukan di Nusa Tenggara, akan tetapi fosil kayunya didapati Shorea menyebar terutama di Asia Tenggara; ke barat hingga Srilangka dan India utara, dan ke timur hingga Filipina dan Maluku. Marga ini tidak ditemukan di Nusa Tenggara, akan tetapi fosil kayunya didapati di sana. Di wilayah Malaysia, marga ini dijumpai hingga sebanyak 163 spesies, dan umumnya mendominasi tajuk hutan hujan tropika. Pulau Kalimantan juga merupakan pusat keragaman marga Shorea, sebanyak 138 spesiesnya didapati di sana, dan 91 di antaranya bersifat endemik.



Gambar 1 Pohon Balau

Ekologi *Shorea laevis* Ridl umum di banyak ditemukan di daerah terutama di habitat yang lebih terbuka, hutan sekunder dan di tepi sungai. Kepadatan kayu adalah $880-1050 \text{ kg/m}^3$ pada kadar air 12%, termasuk kayu yang keras dan tahan lama [5].



Gambar 2 Penyebaran pohon balau

Gambar 2 adalah peta yang menunjukkan negara-negara dimana spesies ini telah ditanam, itu tidak menunjukkan bahwa spesies ini dapat ditanam di setiap zona ekologi di negara tersebut, atau bahwa spesies tidak bisa ditanam di negara-negara selain yang di gambarkan [2].

2.7 Penggunaan Kayu Balau pada Konstruksi Kapal

Kayu balau merupakan jenis kayu yang dianjurkan oleh pihak BKI. Kayu ini termasuk dalam kelas awet I-II yang dapat bertahan delapan tahun walaupun selalu berinteraksi dengan air. Kayu ini pun tahan terhadap serangan oleh rayap. Kayu ini termasuk dalam kelas kuat I-II yang memiliki berat jenis kering udara kurang dari 0,9 serta kukuh lentur dan tekanan mutlaknya yang tinggi dibandingkan jenis kayu lain. Untuk kelas kuat, kelas awet dan penggunaannya bisa di lihat pada tabel 2 [7].

Tabel 2 Jenis kayu kelas awet dan kuat serta pemakaiannya pada kapal

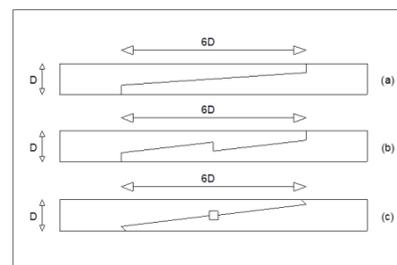
Nama dagang	Nama latin	Kelas		Pemakaian
		Awet	Kuat	
Kompas	<i>Compassia</i>	III-IV	I-II	Lunas

<i>malacencis</i>				
Malas	<i>Parastenon</i> sp.	II-III	I	Lunas luas Dasar mesin Linggi haluan Linggi dalam Casco Tiang as
Balau	<i>Shorea</i> sp.	I-II	I-II	Tiang utama Dasar mesin Balok geladak Gading-gading Dinding lambung Papan geladak Linggi
Meranti	<i>Shorea platyclad</i> os	II-III	II-IV	Dek kapal Dinding angin transom Papan tenda

Sumber : BKI (1996) untuk standar kelas awet dan kuat.

2.8 Tipe sambungan pada kapal kayu

Tipe-tipe sambungan yang digunakan pada kapal perikanan adalah *key scraf*, *hook scraf*, dan *plain scraf* (Bentuk sambungan disajikan pada gambar 3). Sambungan jenis *key scraf* berupa sambungan miring seperti *plain scraf* tetapi pada *key scraf* ujung sambungannya dibuat agak miring, kemudian pada bagian tengah sambungan dibuat lubang berbentuk persegi empat. Setelah kedua bagian disambung, lubang yang terdapat ditengah sambungan dimasukkan pasak. Pasak tersebut berfungsi sebagai kunci, karena pada saat pasak masuk kedalam lubang pasak akan membuat kedua sambungan terdorong kesamping sehingga akan mengunci kedua bagian kayu. Hal ini terjadi karena ujung sambungan miring sehingga akan terjadi saling menahan oleh kedua bagian [4].



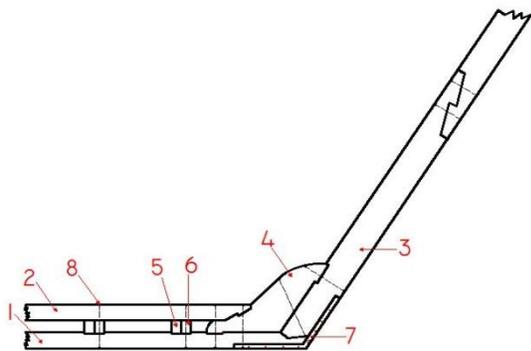
Gambar 3 Bentuk sambungan (a) *Plain scraf*, (b) *hook scraf*, (c) *key Scraf*

2.9 Konstruksi Linggi

Linggi merupakan terusan dari lunas kapal sebagai bagian penting dalam membangun kekuatan utama kapal maupun kekuatan memanjang kapal. Linggi haluan adalah

konstruksi kapal yang terdiri dari kayu balok yang disambung pada ujung lunas haluan kapal dan dipasang dalam posisi miring kehaluan. Linggi haluan sebuah kapal merupakan bagian yang paling besar mendapat tekanan dan tegangan-tegangan, sebagai akibat terjangan kapal terhadap air dan pukulan-pukulan ombak, Untuk mengatasi tegangan-tegangan tersebut, konstruksi haluan sebuah kapal harus dibangun cukup kuat.

Konstruksi linggi haluan ditinjau dari macam konstruksinya linggi haluan dibedakan antara linggi batang dan linggi pelat. Linggi batang umumnya dipakai pada konstruksi dengan sistim keling sedangkan linggi pelat dipakai pada konstruksi dengan sistim las. Linggi batang sekarang pada kapal-kapal baja hampir tidak pernah digunakan lagi. Linggi batang ini umumnya masih banyak dipakai pada konstruksi kapal-kapal kayu.

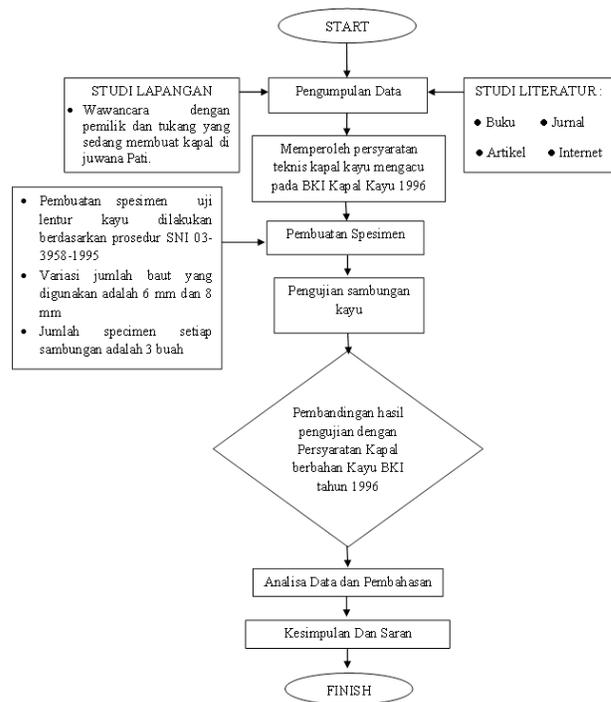


Gambar 4 Konstruksi Linggi Haluan Kapal Tradisional

Keterangan Gambar :

- | | |
|-----------------------|----------------------------------|
| 1. Lunas Luar | 5. Gading - Gading |
| 2. Lunas Dalam | 6. Wrang |
| 3. Linggi Haluan | 7. Sepatu Linggi Haluan |
| 4. Knee Linggi Haluan | 8. Mur Baut Anti Korosi Air Laut |

3. Metodologi Penelitian



Gambar 5 Diagram alir penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah simulasi pembebanan yang dilakukan menggunakan *Universal Standard Testing Machine* menurut standar SNI kayu dinas pekerjaan umum yang menggunakan bantuan komputer dalam perhitungan benda uji ini. Adapun pengujian yang dilakukan adalah pengujian kuat lentur, dimana variasi diameter baut yang berbeda yaitu : 6 mm dan 8 mm.

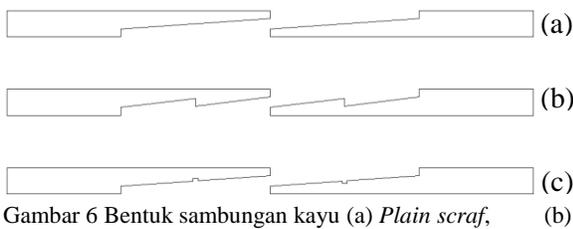
4. Hasil dan Analisa Data

4.1. Pembuatan Benda Uji

Dalam pengujian ini, kayu yang digunakan adalah kayu balau kuning atau yang sering disebut dengan kayu bangkirai. Pengambilan sampel kayu dilakukan di galangan kapal CV. PUJI PANGESTU di Pati dengan mengambil secara acak beberapa kayu bangkirai yang akan digunakan untuk pembangunan kapal kayu pada galangan tersebut.

Setelah itu kayu dipotong sesuai dengan ukuran untuk pengujian kayu di laboratorium sesuai dengan SNI, dengan ukuran 760 x 50 x 50 mm. Untuk mengikat sambungan dari spesimen maka diperlukan baut pengikat untuk dimana baut pengikat berfungsi sebagai pengikat dari 2 kayu yang disambung. Untuk ukurannya menggunakan

perbandingan dimana luas penampang dan luas lingkaran baut pada benda sesungguhnya dibandingkan dengan luas penampang dan luas lingkaran pada baut pada spesimen. Luas penampang pada linggi kapal adalah 250 x 300 mm serta diameter baut adalah 20 mm. Dan ukuran spesimen adalah 50 x 50 mm, maka diameter baut yang digunakan adalah 6 mm. Untuk pengujian ini juga akan memakai baut yang diameternya lebih besar untuk mendapatkan mengetahui apakah nilai *MoE* dan *MoR* nya lebih baik atau tidak, maka diameter baut yang digunakan adalah sebanyak 2 variasi yaitu 6 mm dan 8 mm



Gambar 6 Bentuk sambungan kayu (a) *Plain scarf*, (b) *hook scarf*, (c) *key Scarf*

4.2 Pengujian Kuat Lentur

Pengujian lentur ini mengacu pada SNI 03-3960-1995 tentang Metode pengujian lentur posisi tidur kayu dan bahan struktur berbasis kayu dengan beban terpusat di tengah bentang dan dilakukan menggunakan Universal Standard Testing Mechine di laboratorium struktur dan bahan jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Hasilnya dapat dihitung dengan rumusan berikut :

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

Dimana :

MOE : modulus elastisitas kayu (Mpa atau N/mm²)

MOR : modulus of repture kayu (Mpa atau N/mm²)

P : beban maksimum (N).

L : jarak antar kedua tumpuan (mm).

y : lendutan dari benda uji / defleksi (mm).

h : tinggi benda uji (mm)

b : lebar benda uji (mm)

Adapun hasil pengujian bisa dilihat pada tabel 3 sampai 9 :

Tabel.3 MOE & MOR sambungan *Plain Scarf* baut 6mm

Kode	Pmax (N)	Defleksi (mm)	Dimensi (mm)			MOE (MPa)	MOR (Mpa)
			p	l	t		
LTR A1X	9738	6	760	50	50	22.267,56	81,80
LTR A2X	9920	7	760	50	50	19.443,20	83,33
LTR A3X	9829	7	760	50	50	19.264,84	82,56
Rata-rata						20.325,20	82,56

Tabel 4 MOE & MOR sambungan *Plain Scarf* baut 8mm

Kode	Pmax (N)	Defleksi (mm)	Dimensi (mm)			MOE (MPa)	MOR (Mpa)
			p	l	t		
LTR A1X	9652	7	760	50	50	18.917,92	81,08
LTR A2X	9767	6	760	50	50	22.333,87	82,04
LTR A3X	9527	8	760	50	50	16.338,81	80,05
Rata-rata						19.196,87	81,05

Tabel 5 MOE & MOR sambungan *Hook Scarf* baut 6mm

Kode	Pmax (N)	Defleksi (mm)	Dimensi (mm)			MOE (MPa)	MOR (Mpa)
			p	l	t		
LTR B1X	1002	5	760	5	50	27.51	84,23
LTR B2X	1052	7	760	5	50	20.62	88,3
LTR B3X	1042	6	760	5	50	23.84	87,6
Rata-rata						23.995,60	86,7

Tabel 6 MOE & MOR sambungan *Hook Scarf* baut 8mm

Kode	Pmax (N)	Defleksi (mm)	Dimensi (mm)			MOE (MPa)	MOR (Mpa)
			p	l	t		
LTR B1Y	1027	6	760	5	50	23.49	86,32
LTR B2Y	1014	6	760	5	50	23.20	85,2
LTR B3Y	1012	7	760	5	50	19.84	85,0
Rata-rata						22.182,52	85,5

Tabel 7 MOE & MOR sambungan *Key Scarf* baut 6mm

Kode	Pmax (N)	Defleksi (mm)	Dimensi (mm)			MOE (MPa)	MOR (Mpa)
			p	l	t		
LTR C1X	1023	4	760	5	50	20.05	85,97
LTR C2X	9852	5	760	5	50	27.03	82,7
LTR C3X	1043	7	760	5	50	20.45	87,6
Rata-rata						22.514,39	85,4

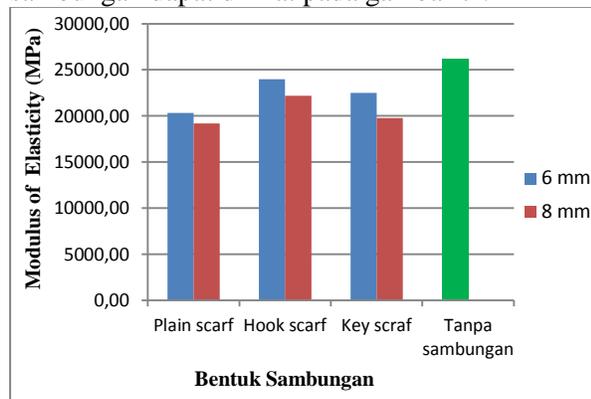
Tabel 8 MOE & MOR sambungan *Key Scarf* baut 8mm

Kode	Pmax (N)	Defleksi (mm)	Dimensi (mm)			MOE (MPa)	MOR (Mpa)
			p	l	t		
LTR C1Y	9892	6	760	50	50	22,61 9,71	83,09
LTR C2Y	9769	7	760	50	50	19,14 7,24	82,0 6
LTR C3Y	1022 7	8	760	50	50	17,53 9,31	85,9 1
Rata-rata						19,768, 75	83,6 9

Tabel 9 MOE & MOR kayu kontrol

Kode	Pmax (N)	Defleksi (mm)	Dimensi (mm)			MOE (MPa)	MOR (Mpa)
			p	l	t		
LTR 1	12746	6	760	50	50	29.145,85	107,07
LTR 2	12576	7	760	50	50	24.68,96	105,64
LTR 3	12654	7	760	50	50	24.801,84	106,29
Rata-rata						26.198,88	106,33

Dari data tabel hasil pengujian lentur kayu Balau kuning (*Shorea Laevis Ridl*) dengan variasi jenis sambungan dan diameter baut di dapatkan nilai rata-rata MOE dan MOR dari setiap sambungan dapat dilihat pada gambar 7 :

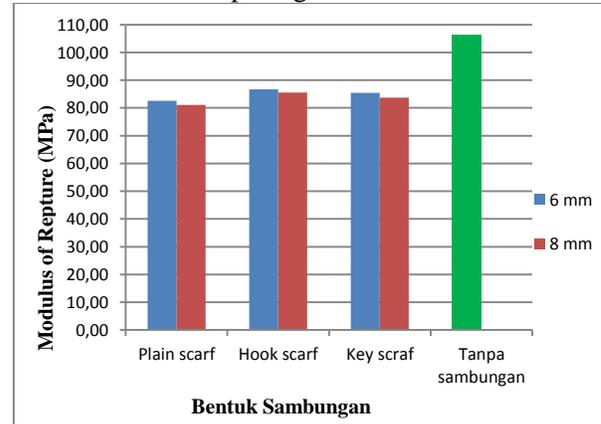


Gambar 7 grafik perbandingan nilai MOE sambungan kayu

Pada sambungan *plain scarf*, *hook scarf* dan *key scarf* dengan diameter baut 6 mm memiliki rata-rata MOE berturut-turut sebesar 20.325,20 Mpa, 23.995,60 Mpa dan 22.514,39 Mpa. Sedangkan sambungan kayu yang menggunakan baut berdiameter 8 mm memiliki nilai MOE berturut-turut 19.196,87 Mpa, 22.182,52 Mpa, dan 19.768,75 Mpa. Serta pada kayu kontrol nilai MOE rata-rata sebesar 26.198,88 MPa

Selain mendapatkan nilai MOE dalam pengujian ini mendapatkan nilai MOR (Modulus

of Rupture) dimana nilai rata-rata MOR pada sambungan *Plain Scarf*, *Hook Scarf* dan *Key Scarf* dengan diameter baut 6 mm memiliki nilai rata-rata MOR berturut-turut sebesar 82,56MPa, 86,74 MPa dan 85,46 MPa. Sedangkan sambungan kayu yang menggunakan baut berdiameter 8 mm memiliki nilai MOR berturut-turut sebesar 81,05 MPa, 85,54 MPa dan 83,89 MPa. Serta pada kayu kontrol nilai rata-rata MOR sebesar 106,33 MPa, grafik perbandingan nilai MOR bisa di lihat pada gambar 8:



Gambar 8 Grafik perbandingan nilai MOR pada kayu

Pada gambar 7 bisa dilihat bahwa tipe sambungan *Hook Scarf* memiliki nilai MOR rata-rata lebih besar dibandingkan nilai MOR sambungan lainnya, yaitu sebesar 86,74 MPa untuk diameter 6 mm dan 85,54 MPa untuk diameter 8 mm. Ini menandakan sambungan *Hook Scarf* merupakan sambungan paling kuat diantara ketiga sambungan yang telah di uji. Serta dari perbandingan nilai MOR pada sambungan *plain scarf*, *hook scarf* dan *key scarf* yang memiliki nilai rata-rata terbesar adalah yang menggunakan baut 6 mm.

4.3 Perbandingan Hasil Pengujian Dengan Syarat Bahan Kapal Kayu Dari BIRO KLASIFIKASI INDONESIA (BKI)

Berdasarkan kelas kuat kayu dari Biro Klasifikasi Indonesia didapatkan persyaratan seperti tabel 10 :

Tabel 10 kelas kuat kayu BKI 1996

Kelas kuat	Kukuh lentur mutlak (Kg/cm ²)
I	≥ 1100
II	1100 – 725
III	725 – 500
IV	500 – 360
V	≤ 360

Sumber BKI Kapal Kayu 1996

Untuk bahan konstruksi Biro Klasifikasi Indonesia menetapkan bahwa :

- Konstruksi dibawah garis air adalah jenis kayu yang mempunyai berat jenis kayu minimum 700 kg/m³ dengan kelembaman 15%,
- Konstruksi diatas garis air adalah jenis kayu yang mempunyai berat jenis minimum 560 kg/m³ dengan kelembaman 15%, dan
- Konstruksi lainnya adalah jenis kayu yang mempunyai berat jenis minimum 450 kg/m³ dengan kelembaman 15%.

a. Linggi haluan

Berdasarkan pengujian kayu balau kuning yang di ibaratkan sebagai linggi haluan kapal memiliki rata-rata keteguhan kuat lentur mutlak paling tinggi termasuk kelas kuat II sebesar sebesar 106,33 MPa atau 1.084,27 Kg/cm² (725 - 1100 Kg/cm²). Oleh karena itu, kayu balau kuning ini bisa digunakan untuk bahan utama pembuatan linggi haluan kapal tradisional.

5 Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan beberapa informasi teknis sebagai berikut :

1. Nilai MOE dan MOR rata-rata dari sambungan dengan diameter baut 6 mm, pada *plain scraf* 20.325,20 MPa dan 82,56 MPa. Pada *hook scraf* 23.995,60 MPa dan 86,74 MPa dan pada *key scraf* 22.514,39 MPa dan 85,46 MPa. Nilai MOE dan MOR rata-rata dari sambungan dengan diameter baut 8 mm, pada *plain scraf* 19.196,87 MPa dan 81,05 MPa. Pada *hook scraf* 22.182,52 MPa dan 85,54 MPa dan pada *key scraf* 19.768,75 MPa dan 83,89 Mpa.

2. Nilai MOR tertinggi adalah pada sambungan hook scarf dengan diameter baut 6 mm.
3. Nilai MOR kayu balau kuning hasil pengujian 106,33 MPa atau 1084,27 kg/cm². Maka kayu balau kuning termasuk ke dalam kelas kuat II (725-1100 Kg/cm²), sesuai Kelas Kuat Kayu BKI Kapal Kayu 1996, sehingga bisa digunakan sebagai material pembangunan linggi haluan kapal tradisional.

5.2 Saran

Adapun saran penulis untuk penelitian lebih lanjut (*future research*) antara lain :

1. Adanya penelitian untuk menganalisa secara teknis kayu balau kuning untuk mendapatkan kekuatan tekan mutlak dan tarik kayu memanjang dan melintang.
2. Memperluas kajian pembahasan, misalnya dengan analisa ketahanan kayu balau kuning terhadap cuaca, air dan hama (kelas awet). Dengan harapan kayu balau kuning dapat dinyatakan memenuhi kelayakan Biro Klasifikasi Indonesia.
3. Adanya pengujian pembanding dari sambungan kayu balau kuning yang selama ini digunakan pada pembuatan kapal kayu di galangan tradisional.
4. Adanya perhitungan dalam kekuatan sambungan pasak dalam hal ini baut besi untuk mengetahui kekuatan lentur kayu pada saat pengujian.
5. Adanya variasi jumlah pasak dalam hal ini baut besi untuk mendapatkan kekuatan sambungan kayu yang diharapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim. 1996. BUKU PERATURAN KLASIFIKASI DAN KONSTRUKSI KAPAL LAUT. Biro Klasifikasi Indonesia. Jakarta.
- [2] Anonim. 2009. Agroforestry Database 4.0 (Orwa et al.2009) page 2 of 5 [http://www.worldagroforestry.org/treedb2/AFTPDFS/Shorea Sp](http://www.worldagroforestry.org/treedb2/AFTPDFS/Shorea%20Sp). Diakses pada : 27 Maret 2015
- [3] Anonim. 2014. Sifat-sifat Kayu dan Penggunaannya [http://www.dephut.go.id/Halaman/STAN DARDISASI_&_LINGKUNGAN_KEH](http://www.dephut.go.id/Halaman/STAN_DARDISASI_&_LINGKUNGAN_KEH)

- UTANAN/INFO_V02/VII_V02.htm,
Diakses pada : 20 Maret 2015.
- [4] Dharmawangsa, Fajar. 2004. Skripsi: “Kekuatan Tiga Tipe Sambungan Kayu Merbau pada Lunas Luar Kapal Ikan”. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- [5] Lemmens, R. H. M. J.; Soerianegara, I.; Wong, W. C. 1995. *Plant resources of South-East Asia No. 5 (2). Timber trees: minor commercial timbers*. Leiden : Backhuys
- [6] Marlina, Eva et al. 2009. SEMINAR KIMIA NASIONAL : “Peran Kimia dalam Pembangunan Agro Industri dan Energi”. UNAND. Padang.
- [7] Maulidia, Viona. 2010. Skripsi ” Keragaan Konstruksi KM PSP 01 di Pelabuhanratu, Sukabumi, Jawa Barat”. IPB, Bogor
- [8] Wahyono, Agung. 2011. KAPAL PERIKANAN (Membangun Kapal Kayu). Balai Besar Pengembangan Penangkapan Ikan, Semarang.
- [9] Wardhani Lusita, Suriansyah. 2008. Skripsi : Pengaruh Bentuk Sambungan dan Kombinasi Pengikat Kayu Lamina Balau Kuning (*Shorea Laevis Ridl*) Terhadap Tingkat MoE dan MoR.