

ANALISA KEKUATAN SAMBUNGAN KAYU LABAN (*VITEX PINNATA L.*) PADA KONSTRUKSI GADING KAPAL TRADISIONAL

Egi Juniawan¹, Ari Wibawa Santosa¹, Sarjito Jokosisworo¹

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

Email : egidjuni@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 Laban (*Vitex Pinnata L.*) di umpamakan sebagai gading kapal pada kapal tradisional, untuk memulai penelitian terlebih dahulu harus mendapatkan syarat kapal kayu dengan mengacu BKI Kapal Kayu 1996. Dalam penelitian ini dilakukan pengujian kadar air, kerapatan, uji tekan, uji tarik dan uji lentur untuk uji lentur dilakukan dengan pembebanan 1 titik atau terpusat dengan variasi sambungan diantaranya *plain scraf*, *hook scraf* dan *key scraf*. Berdasarkan hasil pengujian bambu memiliki kadar air rata-rata 11,05% , kerapatan rata-rata 0,55 gr/cm³, kuat tarik sejajar rata-rata 90,91 MPa, dan kuat tekan sejajar serat rata-rata 7,30 MPa. Uji kuat lentur sambungan *Plain Scraf* MOE rata-rata 5014,62 Mpa dan MOR rata-rata 28,00 MPa, Uji kuat lentur sambungan *Hook Scraf* MOE rata-rata 7190,30 Mpa dan MOR rata-rata 32,20 MPa, Uji kuat lentur sambungan *Key Scraf* MOE rata-rata 7495,19 Mpa dan MOR rata-rata 22,20 MPa, Uji kuat lentur kayu kontrol MOE rata-rata 14058,30 Mpa dan MOR rata-rata 79,80 MPa.

Kata kunci : gading kapal, kayu Laban, sambungan, kuat lentur

Abstract

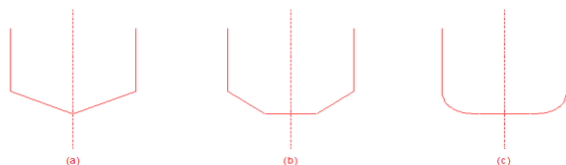
Making a vessel constructed of wood mostly built by traditional craftsmen in the shipyard. The expertise gained from legacy hereditary including the grafting process timber, ship construction and technical specifications, so in terms of the strength of the construction is not known with certainty the level of compliance. The material used is wood manifold Laban (Vitex Pinnata L.) assumes as frame ship on traditional boats, to begin research must first obtain requisite timber ship with reference BKI 1996. In this research, testing water content, density, test press, tensile strength and flexural test for flexural test performed by loading 1 point or centralized connection with variation among plain scraf, and key hook scraf scraf. Based on test results bamboo has an average moisture content of 11.05%, the average density of 0.55 g / cm³, tensile strength parallel to average 90.91 MPa and compressive strength parallel to the fiber on average 7.30 MPa. Flexural strength test Plain connection scraf average MOE and MOR 5014.62 MPa on average 28.00 MPa, flexural strength test connection scraf Hook average MOE and MOR 7190.30 MPa on average 32.20 MPa, strength test flexible connection MOE Key scraf average 7495.19 MPa and an average MOR 22.20 MPa, flexural strength test control timber average MOE and MOR 14058.30 MPa on average 79.80 MPa.

Keywords: *frame of ship, Laban wood, timber connection, flexural strength*

1. PENDAHULUAN

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 terutamanya gambar 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 gading merupakan salah satu bagian kapal yang sangat berperan penting untuk menopang lambung dan bagian lainnya, gading merupakan konstruksi kekuatan melintang kapal, maka bentuk badan kapal (lambung), tergantung dari bentuk gading dimana bentuk gading dibedakan menjadi tiga macam bentuk yaitu: bentuk *single chine*, bentuk *block chine*, dan bentuk *round*. Ketiga bentuk gading dapat dilihat pada gambar 1



Gambar 1 (a) *single chine*, (b) *Block chine*, (c) *round*

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	Berat jenis	Keteguhan lentur mutlak	keteguhan tekan mutlak
I	> 0.9	>1100	>650
II	0.6-0.9	725-1100	425-650
III	0.4-0.6	500-725	300-425
IV	0.3-0.4	360-500	215-300
V	< 0.3	< 360	<215

Sumber: Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia (1961)

Dengan memperhatikan pokok permasalahan yang terdapat pada latar belakang maka diambil beberapa rumusan masalah pada Tugas Akhir ini diantaranya bagaimana analisa kekuatan lentur sambungan kayu pada kapal

yang akan diteliti, bagaimana analisa kekuatan tarik sambungan kayu pada kapal yang akan diteliti dan bagaimana analisa kekuatan tekan sambungan kayu pada kapal yang akan diteliti. Dengan memperhatikan latar belakang dan permasalahan pada penelitian ini maka tujuan dari penelitian ini diantaranya mengukur nilai kuat lentur dari 3 sambungan, kuat tekan, kuat tarik dan kerapatan dan berat jenis kayu, menentukan sambungan yang terbaik diantara sambungan yang digunakan, dan membandingkan nilai kuat kayu laban 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[2].

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 :

- a. Keteguhan tarik sejajar arah serat dan
- b. 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:

- a. Keteguhan tekan sejajar arah serat dan
- b. 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 :

- a. Keteguhan geser sejajar arah serat
- b. Keteguhan geser tegak lurus arah serat
- c. 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 :

- a. Keteguhan lengkung statik, yaitu kekuatan kayu menahan gaya yang mengenainya secara perlahan-lahan.
- b. 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 kekuatan 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 serangan 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
 - Persyaratan teknis : tidak mudah pecah, tahan binatang laut
 - Jenis kayu : ulin, kapur
- 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, bangkirai.
- 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 kuat (kelas kuat) dan tingkat pemakaiannya (kelas pakai).

2.6 Kayu Laban (*Vitex pinnata L.*)

Pohon Laban (*Vitex pinnata L.*) adalah jenis pohon dari keluarga *Lamiaceae*, yang berasal dari sekitaran Asia selatan sampai timur. Beberapa nama lain dari tanaman ini dalam nama lokal diantaranya, "milla" di Ceylon, "Leban" di Malaysia. Tumbuhan *Vitex Pinnata L.* banyak terdapat di Kalimantan Timur. Secara etnobotani, daun pohon ini digunakan etnis Dayak Punan Kaltim untuk obat sakit perut [6]



Gambar 2 Pohon Laban

Ekologi *Vitex pinnata L.* umum di banyak ditemukan di daerah terutama di habitat yang lebih terbuka, hutan sekunder dan di tepi sungai. kepadatan kayu adalah 800-950 kg/m³ pada kadar air 15%; termasuk kayu yang keras dan tahan lama [5].



Gambar 3 Penyebaran pohon laban

Gambar 3 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[3].

2.7 Penggunaan Kayu Laban pada Konstruksi Kapal

Kayu laban merupakan jenis kayu yang dianjurkan oleh pihak BKI. Kayu ini termasuk dalam kelas awet I 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 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

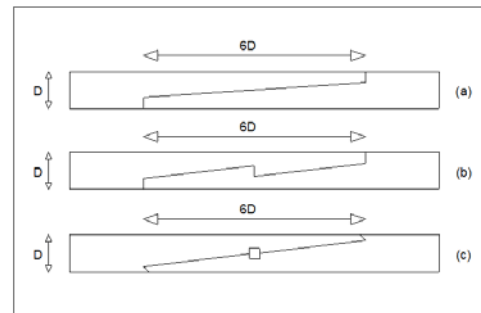
Nama dagang	Nama latin	Kelas		Pemakaian
		Awet	Kuat	
Kompas	<i>Compassia malacensis</i>	III-IV	I-II	Lunas
Malas	<i>Parastemon sp.</i>	II-III	I	Lunas luas Dasar mesin Linggi haluan Linggi dalam Casco Tiang as
Loban	<i>Vitex pubercentis Vahl / Vitex pinnata L.</i>	I	I-II	Tiang utama Dasar mesin Balok geladak Gading-gading Dinding lambung Papan geladak Pisang-pisang
Meranti	<i>Shorea platyclad os</i>	II-III	II-IV	Dek kapal Dinding angin transom Papan tenda

Sumber : BKI (1989) 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 4). 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].

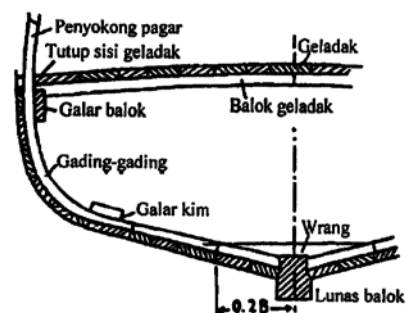


Gambar 4 Tipe-tipe sambungan (a) Plain scraf, (b) hook scraf, (c) key Scraf

2.9 Konstruksi Kapal Perikanan

Konstruksi kapal kayu pada umumnya terdiri dari konstruksi utama dan konstruksi pendukung. Pada konstruksi utama terdiri dari gading-gading (frame), balok geladak (deck beam), kulit (shell), lantai (deck), linggi (front keel), lunas (keel). Sedangkan konstruksi penunjang meliputi dinding rumah (deck house), dudukan mesin (engine bea), senta (bilge stringer), pisang-pisang (bumper). Penampang melintang konstruksi utama kapal kayu dapat dilihat pada gambar 5.

Gading-gading tunggal lengkung



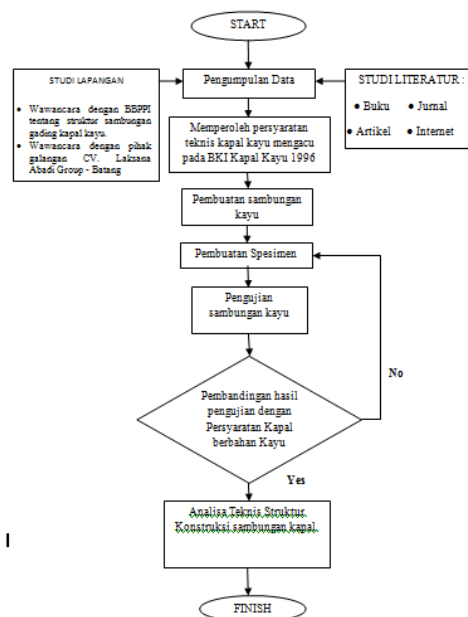
Gambar 5 Konstruksi Kapal (BKI Kapal Kayu 1996)

Bangunan kapal kayu terdiri dari beberapa bagian konstruksi yang masing-masing memiliki fungsi yang berbeda, tetapi tidak dapat dipisahkan. Apabila bagian konstruksi utama sudah dihubungkan dengan cara penyambungan kayu yang baik dan benar

serta disambung dengan konstruksi pendukung, maka konstruksi kapal kayu tersebut akan menjadi satu kesatuan kapal kayu yang kuat dalam menahan beban statis maupun dinamis. Bagian-bagian konstruksi kapal kayu tersebut antara lain :

1. Lunas (keel) mempunyai peran yang besar dalam memberikan kekakuan pada konstruksi alas dan juga pada kapal secara keseluruhan.
2. Linggi haluan (stem) menjadi pengikat yang kaku dari kedua lambung kiri dan kanan di bagian depan dan sebagai pemecah gelombang.
3. Linggi buritan (stern frame) menjadi pengikat yang kaku dari kedua lambung kiri dan kanan di bagian belakang dan menjadi tumpuan dari tabung poros buritan dan poros kemudi.
4. Papan alas (bottom plating), wrang (floor) dan lunas bersama-sama membentuk konstruksi alas yang kedap air dan mampu menahan beban hidrostatis, beban slamming dan beban gelombang akibat gerak maju kapal, serta beban muatan dalam palkah.
5. Papan sisi (side planking) dan gading (frame) bersama-sama membentuk konstruksi sisi yang kedap air dan mampu menahan beban hidrostatis, beban slamming dan beban gelombang akibat gerak maju kapal.
6. Papan geladak (deck planking) dan balok geladak (deck beam) bersama-sama membentuk konstruksi geladak yang kedap air dan mampu menahan beban muatan dan beban air yang naik ke geladak. Ketiga bagian konstruksi di atas (no : 4,5 dan 6) bersama-sama memberikan kekuatan dan kekakuan pada kapal ke arah memanjang.
7. Papan sekat lintang (transverse bulkhead planking) dan penegar sekat (bulkhead stiffener) bersama-sama membentuk dinding yang mampu menahan beban hidrostatis jika terjadi kebocoran dan menjadi pemisah antara ruangan-ruangan dalam kapal.
8. Galar menambah kekakuan tumpuan pada ujung-ujung wrang, gading dan balok.

3. Metodologi Penelitian



Gambar 6 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 tarik, kuat tekan, kuat lentur, kadar air dan kerapatan kayu.

4. Hasil dan Analisa Data

4.1. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan kayu ini dilakukan pada Laboratorium Konstruksi dan Bahan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Dengan mengacu pada peraturan SNI 03-3958-1995 mengenai Metode Pengujian Kuat Kayu di Laboratorium. Berikut hasil pengujian kuat tekan kayu sejajar serat bisa dilihat pada tabel 3:

Tabel 3 kuat tekan kayu laban sejajar serat

no	Kode	Ukuran (mm)		beban maksimum (N)	kuat tekan (MPa)
		b	h		
1	TKN 1	50	205	61.000	5,95
2	TKN 2	50	205	57.000	5,56
3	TKN 3	50	200	104.000	10,40
Rata-rata :					7,30

4.2. Pengujian Kadar Air dan Kerapatan

Pada tabel 3 maka diperoleh nilai kada air pada kayu Laban (*Vitex Pinnata L.*) dengan rentang nilai antara 10,37 % sampai 11,73 % dengan nilai rata-rata adalah 11,05 %, dan memiliki berat jenis dengan rentang nilai 0,59

gr/cm³ sampai 0,62 gr/cm³ dan dengan nilai rata-rata sebesar 0,61 gr/cm³ dengan begitu hasil pengujian kadar kayu laban (*Vitex Pinnata L.*) yang telah dilakukan, kadar air benda uji telah mencapai kadar maksimum yang diharapkan sesuai dengan syarat perencanaan konstruksi kayu menurut BKI tahun 1996, yaitu kadar air setimbang maksimum untuk kayu sebesar 16%.

Tabel. 4 Hasil pengujian kadar air

No	berat awal (gr)	berat kering (gr)	volume (cm ³)	Kadar Air (%)	Berat Jenis (gr/cm ³)
1	73,9	66,55	119,31	11,04	0,62
2	72,4	64,8	119,04	11,73	0,61
3	68,1	61,7	115,01	10,37	0,59
Rata-rata				11,05	0,61

Adapun hasil perhitungan kerapatan kayu berdasarkan pengujian yang telah dilakukan memiliki rentang nilai sebesar 0,54 gr/cm³ sampai 0,56 gr/cm³ dengan rata-rata nilai kerapatan sebesar 0,55 gr/cm³. Hasil perhitungan bisa dilihat pada tabel 4.

Tabel. 5 Hasil pengujian kerapatan kayu

no	volume (cm ³)	berat kering (gr)	kerapatan (gr/cm ³)
1	119,31	66,55	0,56
2	119,04	64,8	0,54
3	115,01	61,7	0,54
Rata-rata			0,55

4.3 Pengujian Kuat Tarik

Pengujian tarik ini menggunakan panduan SNI 03-2299-1994 tentang metode pengujian kuat tarik kayu di laboratorium dengan menggunakan *Universal Standard Testing Mechine* di laboratorium konstruksi dan bahan Jurusan Teknik Sipil fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

Tabel. 6 Hasil pengujian tarik kayu

no.	Kode	Dimensi (mm)		Luasan (mm ²)	P max (N)	Kuat Tarik (Mpa)
		L	h			
1	TRK 1	11	11	121	13000	107,44
2	TRK 2	11	11	121	1200	99,17
3	TRK 3	11	11	121	13500	111,57
Rata-rata						106,06

4.4 Pengujian Kuat Lentur

Pengujian lentur ini mengacu pada RSNI T-09-2005 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. Adapun hasil pengujian bisa dilihat pada tabel 6 sampai 13 :

Tabel.7 MOE kayu jenis sambungan *Plain Scraf*

Kode	Pmax (N)	Defleksi (mm)	Dimensi (mm)			MOE (MPa)
			P	l	t	
LTR A1	4000	16	760	50	50	3430,00
LTR A2	3500	6	750	50	50	8003,33
LTR A3	2500	9,5	748	50	50	3610,53
Rata-rata						5014,62

Tabel 8 MOR kayu jenis sambungan *Plain Scraf*

Kode	Pmax	defleksi	dimensi			MOR
			P	l	t	
LTR A1	4000	16	760	50	50	33,60
LTR A2	3500	6	750	50	50	29,40
LTR A3	2500	9,5	748	aya	50	21,00
Rata-rata						28,00

Tabel 9 MOE kayu jenis sambungan *Hook Scraf*

Kode	Pmax (N)	defleksi	Dimensi (mm)			MOE (MPa)
			p	l	t	
LTR B1	4000	4	720	50	50	13720,00
LTR B2	3500	10	760	50	50	4802,00
LTR B3	4000	18	750	50	50	3048,89
Rata-rata						7190,30

Tabel 10 MOR Kayu jenis sambungan *Hook Scraf*

Kode	Pmax	defleksi	Dimensi (mm)			MOR
			p	l	t	
LTR B1	4000	4	720	50	50	33,60
LTR B2	3500	10	760	50	50	29,40
LTR B3	4000	18	750	50	50	33,60
Rata-rata						32,20

Tabel 11 MOE kayu jenis sambungan *Key Scraf*

Kode	Pmax (N)	defleksi	Dimensi (mm)			MOE (MPa)
			p	l	t	
LTR C1	3500	5,3	760	50	50	9060,38
LTR C2	2500	6	760	50	50	5716,67
LTR C3	2000	4,5	760	50	50	6097,78
Rata-rata						6958,27

Tabel 12 MOR kayu jenis sambungan *Key Scraf*

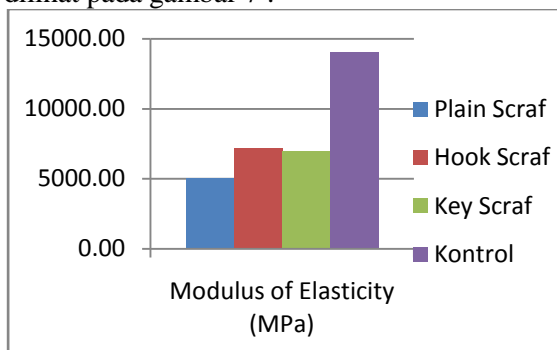
Kode	Pmax (N)	defleksi	Dimensi (mm)			MOR (MPa)
			p	l	t	
LTR C1	3500	5,3	760	50	50	29,40
LTR C2	2500	6	760	50	50	21,00
LTR C3	2000	4,5	760	50	50	16,80

Rata-rata						22,40
Tabel 13 MOE lentur kayu kontrol						
Kode	Pmax (N)	defleksi	Dimensi (mm)			MOE (MPa)
			P	l	t	
LTR 1	8000	8,5	760	50	50	12912,94
LTR 2	11000	9,3	722	50	50	16227,96
LTR 3	9500	10	752	50	50	13034,00
Rata-rata						14058,30

Tabel 14 MOR lentur kayu kontrol

Kode	Pmax (N)	defleksi	Dimensi (mm)			MOR (MPa)
			p	l	t	
LTR 1	8000	8,5	760	50	50	67,20
LTR 2	11000	9,3	722	50	50	92,40
LTR 3	9500	10	752	50	50	79,80
Rata-rata						79,80

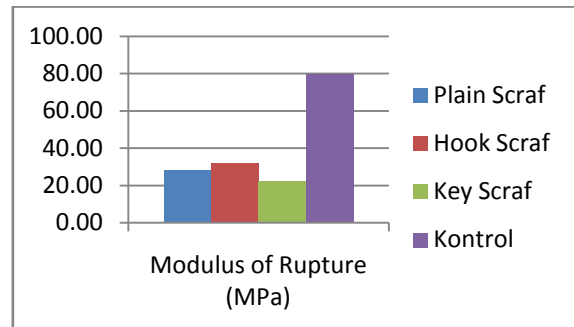
Dari data tabel hasil pengujian lentur kayu laban (*Vitex Pinnata L*) dengan variasi jenis sambungan di dapatkan nilai rata-rata MOE dan MOR dari setiap sambungan dapat dilihat pada gambar 7 :



Gambar 7 grafik perbandingan nilai MOE sambungan kayu

Pada sambungan *Plain Scraf* MOE rata-rata sebesar 5014,62 MPa, sambungan *Hook Scraf* MOE rata-rata sebesar 7190,30 MPa, sambungan *Key Scraf* rata-rata MOE sebesar 6958,27 MPa dan pada kayu kontrol nilai MOE rata-rata sebesar 14.058,30 MPa

Selain mendapatkan nilai MOE dalam pengujian ini mendapatkan nilai MOR (Modulus of Rupture) dimana nilai rata-rata MOR pada sambungan *Plain Scraf* sebesar 28.00 MPa, pada sambungan *Hook Scraf* nilai rata-rata MOR sebesar 32,20 MPa, pada sambungan *Key Scraf* nilai rata-rata MOR sebesar 22,40 MPa dan pada kayu kontrol nilai rata-rata MOR sebesar 79,80 MPa, grafik perbandingan nilai MOR bisa di lihat pada gambar 8:



Gambar 8 Grafik perbandingan nilai MOR pada kayu

Pada gambar 4.2 bisa dilihat bahwa tipe sambungan *Hook Scraf* memiliki nilai MOR rata-rata lebih besar dibandingkan nilai MOR sambungan lainnya sebesar 32,20 MPa, ini menandakan sambungan *Hook Scraf* merupakan sambungan paling kuat diantara ketiga sambungan yang telah di uji.

4.5 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 14 :

Tabel 15 kelas kuat kayu BKI 1996

Kelas kuat	Berat jenis	Kukuh lentur mutlak	Kukuh tekan mutlak
		Dalam Kg per cm ²	
I	≥ 0,90	≥ 1100	≥ 650
II	0,90 – 0,60	1100 – 725	650 – 425
III	0,60 – 0,40	725 – 500	425 – 300
IV	0,40 – 0,30	500 – 360	300 – 215
V	≤ 0,30	≤ 360	≤ 215

Sumber BKI Kapak 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. Gading

Berdasarkan pengujian balok dengan sambungan yang di ibaratkan sebagai lunas kapal memiliki rata-rata keteguhan lentur mutlak bisa di lihat pada tabel 15

Tabel 16. Rata-rata keteguhan lentur mutlak setiap jenis sambungan

Jenis sambungan	Kuat Lentur (MPa)	Kuat Lentur (Kg/cm ²)
Plain Scraf	28.00	280.00
Hook Scraf	32.20	322.00
Key Scraf	22.40	224.00
Kontrol	79.80	798.00

Berdasarkan pengujian kayu laban yang di ibaratkan sebagai gading kapal memiliki rata-rata keteguhan kuat lentur mutlak paling tinggi termasuk kelas kuat II sebesar 798 Kg/cm² dan berat jenis rata – rata dari hasil pengujian ini sebesar 0,61 ton/m³ yang termasuk kedalam kelas kuat II. Oleh karena itu, kayu laban ini bisa digunakan untuk bahan utama pembuatan gading-gading kapal tradisional.

b. Lunas Kapal

Berdasarkan Berdasarkan hasil pada tabel 4.15 maka kayu laban ini belum bisa digunakan pada kontruksi lunas kapal. Dikarenakan kriteria kekuatan kayu pada lunas kapal menurut BKI harus memiliki kuat lentur minimal kelas kuat kayu I ≥ 1100 kg per cm².

c. Kulit dan geladak

Berdasarkan hasil pengujian diatas dengan rata-rata berat jenis berada pada kelas kuat II, maka dengan hasil tersebut kayu laban bisa digunakan pada kulit dan geladak kapal dimana pada peraturan BKI menetapkan untuk bagian kulit kapal harus termasuk kelas kuat II-IV dan bagian geladak kapal harus termasuk kelas kuat II – IV..

5 Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

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

1. Secara keseluruhan MOE kayu laban tanpa sambungan rata-rata 14058,30 MPA dan MOR rata-rata 79,80 MPA. Nilai MOE rata-rata sambungan plain scraf 5014,62 MPA dan MOR rata-rata 28,00 MPA. Nilai MOE sambungan hook scraf rata-rata 7190,30 MPA dan rata-rata nilai MOR 32,20 MPA. Nilai MOE sambungan key scraf rata-rata 7495,19 MPA dan MOR rata-rata 22,40 MPA.
2. Nilai rata-rata kekuatan tarik kayu laban sebesar 106,06 MPA. nilai rata-rata kekuatan tekan kayu laban sebesar 7,30

MPA dan nilai berat jenis kayu laban sebesar 0,61 gr/cm³.

3. Dengan keteguhan lentur mutlak (MOR) kayu laban sebesar 798 kg/cm². Maka kayu laban termasuk kedalam kelas kuat II dan berat jenis rata-rata sebesar 0,61 gr/cm³ maka kayu laban masuk Kelas Kuat II, sesuai Kelas Kuat Kayu BKI Kapal Kayu. Maka kayu laban bisa digunakan sebagai material pembangunan gading kapal tradisional

5.2 Saran

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

1. Adanya penelitian untuk menganalisa secara teknis kayu laban untuk mendapatkan kekuatan tekan mutlak dan tarik kayu memanjang dan melintang.
2. Memperluas kajian pembahasan, misalnya dengan analisa ketahanan kayu laban terhadap cuaca, air dan hama (kelas awet). Dengan harapan kayu Laban dapat dinyatakan memenuhi kelayakan Biro Klasifikasi Indonesia.
3. Adanya pengujian pembanding dari sambungan kayu laban 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. 2014. Sifat-sifat Kayu dan Penggunaannya http://www.dephut.go.id/Halaman/STANDARISASI_&_LINGKUNGAN_KEHUTANAN/INFO_V02/VII_V02.htm , Diakses pada : 26 Maret 2014.
- [3] Anonim. 2014. Vitex Pubescens Vahl Verbenaceae http://www.worldagroforestry.org/treedb2/AFTPDFS/Vitex_pubescens.pdf. Diakses pada : 27 Maret 2014
- [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.