

Performa Kapal Tradisional Bagansiapi-api

Performance of Traditional Ship in Bagansiapi-api

Ronald M Hutaaruk¹, Imam Suprayogi², Fakhri²

¹Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau

²Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Riau

*Email: tonald.mhutaaruk@gmail.com

Abstrak

Hingga saat ini, masih belum ada studi mendalam tentang kapal kayu yang dibangun di Bagansiapi-Api walaupun produk galangan kapal ini cukup dikenal dunia karena kualitasnya. Kajian tentang performa kapal kayu di Bagansiapi-Api perlu dikodifikasi di tengah-tengah penurunan output galangan kapal tradisional dan keawatiran tentang sejarah kapal kayu Bagansiapi-Api di masa depan. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa secara numerik performa kapal kayu di Bagansiapi-api. Dimensi utama kapal adalah LOA =32 m; B = 10 m, H = 6 m, T = 3, 2 m dan 50 GT. Hasil kajian menunjukkan bahwa kapal memiliki performa yang baik terutama dalam seakeeping dan stabilitas karena memenuhi semua kriteria IMO untuk kapal perikanan. Penggunaan kayu kelas awet (kelas 1) dan kelas kuat (kelas 1) membuat kapal tersebut memiliki umur yang lebih lama. Lunas dan linggi (haluan dan buritan) menggunakan kayu leban (*Vitex pubesceus* Vahl.), sementara balok geladak menggunakan kayu kempas (*Koompassia malaccensis* Maing), dan geladak menggunakan kayu meranti batu (*Shorea platyclados* (dipterocarpaceae)). Jumlah sambungan dalam kapal dibuat seminim mungkin. Perencanaan lambung sangat smooth, sehingga membuat aliran fluida menjadi streamline dan berpengaruh terhadap hambatan kapal.

Kata Kunci: Bagansiapi-api, stabilitas, kelas awet, kelas kuat

Abstract

As of now, there is no profound study of wooden boat in Bagansiapi-api even though the shipyard products are well known by the world for its quality. The review of wooden boat performances in the area is needed to be recorded literally amid the decline of shipyards output and the concern about the loss of Bagansiapi-api wooden boat history in the future. The goal of the research is to analyze numerically performance of wooden boat in Bagansiapi-api. The principal dimension of the ship is LOA =32 m; B = 10 m, H = 6 m, T = 3, 2 m and 50 GT. The results show that the ship has good performance in seakeeping and stability since all IMO Criteria for fishing vessel is satisfied. The use of very durable wood (class 1) and strong class (class 1) make the ship has a longer life time. It is around 20-25 years. The keel and stern/stem is *Vitex pubesceus* Vahl., meanwhile the beam is *Koompassia malaccensis* Maing, and the deck is *Shorea platyclados* (dipterocarpaceae). The number of joint is made as little as possible, so the failure of the system can be reduced. The design of hull is smooth, it makes streamline flow and effects the resistance of the ship.

Keywords: Bagansiapi-api, stability, durable class, strong class

Diterima:
08 Maret 2017

Disetujui
30 Juni 2017

1. Pendahuluan

Saat ini kajian mendalam yang mengenai kapal kayu yang ada di wilayah Bagansiapiapi masih sangat minim. Dari segi historis, Produksi kapal kayu dari Bagansiapiapi sangat terkenal selain produksi perikanannya. Secara dunia hasil perikanan Bagansiapi-api merupakan yang terbesar kedua setelah Norwegia. Sementara dari segi kualitas, produksi kapal kayu di Bagansiapiapi, merupakan terbaik kedua di dunia setelah Jepang. Namun, kini produksi kapal kayu semakin berkurang yang diakibatkan oleh bahan baku kayu yang semakin sulit diperoleh. Tahun 1980-an, jumlah galangan kapal ada sekitar 160, namun sejak diberlakukannya undang-undang tentang praktek ilegal logging di tahun 1990, jumlah galangan kapal mulai menurun drastis, dan di tahun 2015 tinggal 27 galangan kapal dan 3 di antaranya diambang penutupan operasi. Trend yang menunjukkan tutupnya galangan kapal ini dikawatirkan akan benar-benar terjadi beberapa tahun ke depan, apabila tidak ditemukan solusi terhadap penyediaan bahan baku yang selama ini harus dibeli dari luar Bengkalis seperti provinsi Jambi. Selain itu, dari sisi kualitas, kapal Bagansiapi-api belum pernah dikaji secara ilmiah sebagai pendukung keberlangsungan usaha galangan kapal. Dengan demikian, tujuan penelitian ini adalah melakukan kajian aspek desain kapal secara teknis untuk memperkuat faktor-faktor yang mempengaruhi keunggulan kapal di Bagansiapiapi dengan melakukan analisa secara numerik performa kapal.

2. Bahan dan Metode

Lokasi kajian teknologi perkapalan tradisional ditinjau dari segi desain dilakukan di galangan kapal kayu Oliong di Bagansiapi-api. Pemilihan galangan kapal ini atas dasar keberlanjutan usaha galangan kapal tersebut. Galangan kapal Oliong terkenal sebagai galangan kapal yang memproduksi kapal dengan kuantitas kapal yang lebih banyak. Metode penelitian yang dilakukan adalah metode survey melalui turun langsung ke lapangan untuk mengukur secara teknis informasi konstruksi kapal dan kemudian ukuran disimulasikan dalam perhitungan numerik untuk memperoleh data stabilitas kapal, hidrostatis kapal, hambatan kapal dan aspek simulasi kapal saat melakukan operasi di laut.

Pemilihan galangan kapal sebagai sampel dilakukan dengan metode *Purposive Sampling*. Ukuran utama kapal diperlukan sebagai input dalam analisa lanjut desain kapal. Ukuran kapal yang diperlukan adalah LPP, LOA, LWL, B, H, T, dan sebagainya. Kemudian bentuk linggi haluan dan linggi buritan kapal juga diukur untuk dimodelkan dalam analisis lanjut. Dalam analisis disain, dilakukan perhitungan perbandingan ukuran utama dan pemeriksaan teknis kapal. Perhitungan ini bertujuan untuk melihat pengaruh desain kapal yang dibangun secara tradisional terhadap performa kapal.

Setelah itu dilakukan simulasi numerik untuk mengetahui lebih lanjut karakteristik performa kapal. Model kapal didesain secara numerik, sehingga bentuk asli kapal tertuang dalam komputer dengan pemanfaatan *Computer Aided Desain*. Dari simulasi numerik akan diperoleh rencana garis kapal baik *bodyplan*, *halfbreadth plan*, dan *sheerplan*. Dari data *bodyplan* akan disimpulkan pengaruh bentuk kapal terhadap performa kapal secara numerik. Kapal kemudian dianalisis secara teknis dengan melakukan beberapa variasi sudut oleng hingga dalam kondisi ekstrim yaitu oleng 90°. Kesimpulan perhitungan stabilitas kapal diperoleh melalui batasan kriteria stabilitas kapal yang diisyaratkan oleh IMO regulation A.749(18). Data lain yang disajikan adalah perhitungan numerik hidrostatis kapal yang memperlihatkan karakteristik badan kapal yang terbenam dalam air. Perhitungan ini diperlukan apabila terjadi kecelakaan di kapal hingga menyebabkan kapal oleng namun masih bisa diperbaiki, maka data hidrostatis digunakan untuk penanganan kapal tersebut. Kemudian dilanjutkan dengan simulasi gerakan kapal saat beroperasi di laut. Simulasi ini diperlukan untuk mengetahui karakteristik gelombang yang dihasilkan akibat gerakan lambung kapal dengan sentuhan fluida. Kemudian data yang dihasilkan adalah grafik hambatan yang dihasilkan oleh kapal saat digerakkan dengan berbagai variasi kecepatan dan besar BHP mesin tertentu.

3. Hasil dan Pembahasan

Kapal yang biasanya dibangun di galangan kapal Bagansiapiapi adalah kapal tuna longline, bubu/trap, dan kapal barang. Objek kajian pada penelitian ini adalah kapal tuna dengan ukuran utama kapal sebagai berikut LOA = 32 m; B= 10 m; H=6 m, T = 3, 2 m, GT=250 GT. Ukuran utama kapal berpengaruh terhadap performa kapal (Hutauruk, 2015), di mana secara ringkas dideskripsikan dalam Tabel 1.

Sementara itu Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) 2016, memberikan persyaratan L/H sebagai berikut:

L/H = 14 disyaratkan untuk daerah pelayaran samudra

L/H = 15 disyaratkan untuk daerah pelayaran pantai

L/H = 17 disyaratkan untuk daerah pelayaran lokal

L/H = 18 disyaratkan untuk daerah pelayaran terbatas

Tabel 1. Pengaruh Dimensi Utama Kapal

Parameter	Pengaruh Dimensi Utama
Panjang (<i>length</i>)	Hambatan, modal (<i>capital cost</i>), maneuvering, kekuatan memanjang, volume lambung, <i>seakeeping</i>
Lebar (<i>beam</i>)	Stabilitas melintang, hambatan, maneuvering, modal, volume lambung
Tinggi (<i>Depth</i>)	Volume lambung, kekuatan memanjang, stabilitas melintang, <i>freeboard</i>
Sarat (<i>draft</i>)	<i>Displacement</i> , <i>freeboard</i> , hambatan, stabilitas melintang

Ditinjau dari perbandingan L/H yang diberikan oleh BKI, maka pada kapal di Bagansiapi-api diperoleh perbandingan L/H kapal sebesar 5,33. Dengan demikian, L/H tersebut termasuk L/H yang kecil. Kapal tersebut cocok untuk daerah yang mempunyai gelombang besar atau pengaruh-pengaruh luar lainnya yang lebih besar. Dengan demikian kapal tersebut cukup kuat untuk daerah pelayaran samudera.

Lebar kapal berpengaruh terhadap tinggi metacenter. Penambahan lebar B, pada displasmen, panjang dan sarat kapal tetap akan menyebabkan kenaikan tinggi metacenter MG. Ini menyebabkan titik KM menjadi lebih besar dan KG menjadi lebih rendah. Nilai KG yang rendah akan memperbaiki stabilitas kapal sehingga kurva stabilitas diawal menjadi lebih curam. Dengan demikian, B yang semakin besar akan memperbaiki stabilitas kapal. Penambahan lebar pada umumnya digunakan untuk mendapatkan penambahan ruangan kapal. Akan tetapi kerugiannya adalah mengurangi fasilitas penggunaan dok, galangan dan terusan. Selain itu penambahan kapal akan menambah hambatan kapal dan memperbesar kebutuhan daya mesin. Biasanya penambahan lebar kapal akan memperkecil sarat kapal sehingga membuat diameter propeller menjadi lebih kecil dan menyebabkan efisiensinya menurun. Lebar kapal juga akan mengakibatkan pada penambahan berat pada kapal.

Perbandingan B/T mempunyai pengaruh terhadap stabilitas kapal. Harga B/T yang rendah akan mengurangi stabilitas dan perbandingan B/T yang besar akan memiliki stabilitas yang baik. Untuk menjamin aliran yang baik ke dalam propeller maka digunakan rumus $B/T \leq 9,625 - 7,5CB$ di mana hasil B/T dengan CB kapal 0,522 adalah 5,71. Hal ini menyimpulkan bahwa $B/T = 3,125 \leq 5,71$. Dengan demikian, dapat dipastikan bahwa aliran air pada perencanaan kapal tradisional di Bagansiapi-api masuk menuju propeller.

Besar C_b kapal 0,522 diperoleh dari desain simulasi numerik. Nilai C_b pada kapal perikanan adalah 0,45 – 0,55. Ini menyimpulkan bahwa kapal yang didesain baik melalui perencanaan di lapangan dan melalui simulasi numerik memenuhi batasan C_b yang diisyaratkan pada kapal perikanan.

Tinggi dek H, akan mempunyai pengaruh pada titik berat kapal (*centre of gravity*) KG, dan juga pada penambahan kekuatan kapal dan penambahan ruangan dalam kapal. Penambahan tinggi dek H akan menyebabkan kenaikan KG, sehingga tinggi metacenter MG berkurang.

Sarat air T, mempunyai pengaruh terhadap tinggi center of buoyancy (KB). Penambahan sarat T pada displacement, panjang dan lebar kapal yang tetap akan menyebabkan kenaikan KB. Sarat T yang besar selalu dihindarkan karena dapat menyebabkan kapal kandas, mengurangi jumlah pelabuhan yang dapat disinggahi, sehingga daerah pelayaran menjadi terbatas serta penggunaan fasilitas galangan menjadi berkurang.

Perbandingan B/T untuk kapal konvensional dalam batas $2,25 \leq B/T \leq 3,75$. N B/T tersebut bisa mencapai 5 pada kapal-kapal sarat terbatas. Dengan demikian nilai B/T kapal yang dihasilkan masih berada dalam batas yang disyaratkan yaitu 3,125

Perbandingan H/T berpengaruh pada cadangan displasmen atau daya apung cadangan. Semakin besar nilai H/T maka daya apungnya semakin besar sehingga muatan kapal semakin banyak. Pada kapal ini, nilai H/T adalah 1,8 yaitu hasil pembagian dari 6/3,2. Nilai tersebut tergolong besar sehingga kapal yang dibangun memiliki daya apung cadangan yang besar. Ini berpengaruh terhadap jumlah muatan yang diangkut oleh kapal.

Perbandingan B/H untuk lambung tunggal berada dalam range $1,55 \leq B/H \leq 2,5$. Namun untuk kapal perikanan, agar memenuhi kriteria stabilitas harus terbatas berada dalam batas $B/D = 1,65$. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbandingan B/H kapal di Bagansiapi-api adalah 1,67. Dengan demikian terdapat perbedaan nilai sekitar 0,02 dibanding yang diisyaratkan. Namun, karena dianggap cukup kecil, maka dapat disimpulkan bahwa stabilitas kapal cukup baik.

3.1 Konstruksi Kapal

Pemilihan bahan jenis kayu didasarkan pada bagian konstruksi mana akan digunakan misalnya pada bagian lunas digunakan kayu kempas dan pada bagian gading-gading menggunakan kayu laban. Namun, seiring bertambahnya permintaan pesanan kapal maka kebutuhan akan kayu juga semakin meningkat ditambah lagi ketersediaan kayu yang mulai menipis di hutan Bagansiapi-api sehingga banyak pengusaha galangan mendatangkan kayu dari luar daerah. Hal ini menyebabkan tingginya ongkos pembuatan serta lamanya waktu penyelesaian kapal (Rachman, 2012).

Lunas

Lunas kapal merupakan tulang punggung untuk kekuatan memanjang kapal di mana pada lunas, gading-gading dan kulit ditumpu oleh lunas, dan wrang memperkuat gading-gading kiri dan kanan yang pada akhirnya ditumpu oleh lunas. Ukuran lunas ditentukan oleh ukuran besar kapal dan konstruksinya. Konstruksi lunas di galangan kapal Bagansiapiapi terbuat dari satu gelondongan kayu yang tidak bersambung. Dengan tidak adanya sambungan ini, maka pada lunas terdistribusi beban merata dan tidak mengalami tegangan kritis karena tidak ada sambungan pada lunas. Jenis kayu yang digunakan untuk lunas adalah kayu kulim.

Linggi haluan

Linggi haluan kapal merupakan lanjutan dari lunas ke arah depan dan berfungsi menghubungkan papan kulit bagian kiri dan bagian kanan atau lambung kiri dengan lambung kanan. Selain itu linggi haluan juga menghubungkan galar-galar pada kedua sisi kapal. Seperti lunas, linggi haluan dapat dibuat hanya dari satu gelondong kayu, atau bersambung, yaitu linggi haluan atas dan linggi haluan bawah. Linggi haluan yang menerus tanpa sambungan mempunyai kekuatan maksimal dalam menyangga kulit lambung serta menahan gelombang dan arus air yang dipecah. Kapal kayu di Bagansiapiapi menggunakan linggi haluan tanpa sambungan. Jenis kayu yang digunakan adalah kayu laban. Besar sudut linggi haluan dengan baseline adalah 45° . Besar sudut linggi ini memberi keuntungan dalam memecah arus dan gelombang saat beroperasi. Dengan demikian hambatan kapal menjadi lebih kecil dan kecepatan kapal menjadi lebih tinggi.

Linggi buritan

Linggi buritan kapal merupakan lanjutan lunas, ke arah belakang di mana ujung belakang lunas ini disebut sepatu linggi, jika berfungsi menjadi bantalan bawah untuk poros kemudi.

Gading-gading dan wrang

Gading-gading kapal berfungsi untuk kekuatan melintang kapal di mana pada gading-gading melekat lajur papan kulit luar yang dimulai dari gading bagian bawah hingga atas. Dengan demikian lambung kapal diperkuat dengan adanya gading tersebut untuk menghadapi beban akibat tekanan sisi yang dialami oleh kapal dan beban akibat muatan dalam palka. Gading yang baik biasanya dibuat dari kayu lengkung yang menerus dari dasar hingga ke sisi atas. Namun karena kesulitan memperoleh bentuk alami gading tersebut, maka biasanya gading-gading dibentuk dari dua sambungan gading yaitu gading alas dan gading samping. Pada galangan kapal di Bagansiapiapi, gading-gading didefenisikan sebagai balok yang menumpu lajur papan kulit alas hingga menuju lunas (gading alas), sedangkan tajuk adalah balok yang menumpu lajur papan kulit samping (gading samping) (Gambar 1).

Karena beban yang diterima gading alas lebih besar daripada beban samping yang diterima oleh gading samping (tajuk), maka pada galangan kapal di Bagansiapiapi menggunakan jenis kayu yang berbeda untuk gading tersebut. Untuk gading alas digunakan kayu jenis kempas, sedangkan untuk gading samping digunakan



Gambar 1. Pengukuran Gading-Gading Kapal

kayu laban.

Balok geladak dan papan geladak

Balok geladak kapal berfungsi sebagai penghubung lajur papan geladak satu dengan lajur lainnya dan juga memperkuat geladak ke arah melintang, yaitu balok geladak dan papan geladak pada daerah-daerah yang mendapat beban tinggi. Sedangkan geladak kapal berfungsi untuk menutup badan kapal bagian atas sehingga menjadi kedap air dan merupakan bagian utama kekuatan memanjang kapal. Selain itu geladak juga menjadi tempat bekerja awak kapal, sehingga harus dibuat kuat. Balok geladak dibuat dari kayu malas sedangkan untuk papan geladak dibuat dari meranti.

Kapal yang dibangun di Bagansiapiapi menggunakan beberapa jenis kayu yang ditunjukkan dalam Tabel 2. Jenis kayu yang digunakan masuk dalam kategori kelas awet dan kelas kuat I hingga IV. Dengan demikian, penggunaan kayu untuk bahan kapal sangat sesuai dengan regulasi. Karakteristik kelas awet dan kelas kuat diberikan dalam Tabel 2.

Namun bila dilakukan perhitungan konstruksi dengan BKI diperoleh kesimpulan bahwa pembangunan kapal di Bagansiapi-api tidak mengikuti *Rule* BKI (Tabel 3). Memang galangan kapal di Bagansiapi-api dibangun berdasarkan pengalaman pribadi tanpa detail konstruksi seperti di galangan kapal dengan material baja.

3.2 Keunggulan Kapal Bagansiapi-api

Tabel 2. Jenis Kayu yang Digunakan dalam pembangunann Kapal

o	Jenis Kayu dan Nama Dagang	Nama latin	Kelas		Pemakaian	Tempat tumbuh
			Awet	Kuat		
.	MERANTI BATU	<i>Shorea platyclados</i> (<i>dipterocarpaceae</i>)	II-IV	II-IV	Lunas, linggi, kulit, papan geladak, gading	Sumatra, Kalimantan, Sulawesi, Maluku
.	MERANTI MERAH Banio, Damar, Lampug, Seraya lanan, Uban salak	<i>Shorea acuminata</i> Dyer (<i>dipterocarpaceae</i>)	III-IV	II-IV	Papan geladak, konstruksi diatas garis air	Sumatra, Kalimantan, Sulawesi, Maluku
.	MERANTI PUTIH Kayu tekan, Honi, Damar cermin, mesegar, meranti bodat	<i>Shorea lamellata</i> (<i>dipterocarpaceae</i>)	III-IV	II-IV	Papan geladak, konstruksi diatas garis air	Sumatra, Kalimantan, Sulawesi, Maluku
.	LABAN Leban, kiheyas, pampa halban	<i>Vitex pubesceus</i> Vahl. (<i>Verbena Ceae</i>)	I	I-II	kulit, papan geladak, gading, lunas, galar, linggi, dll	Sumatra, Kep. Riau, Kalimantan,
.	KEMPAS Manggeris, hampas, tualang, bengaris	<i>Koompassia malaccensis</i> Maing (<i>Caesalpiniaceae</i>)	III-IV	I-II	Lunas, linggi, gading, pondasi mesin, senta	Sumatra, Kalimantan
.	MERBAU Ipil, merbo, bayam, kayu besi	<i>Instia bijuga</i> O, Ktza, <i>Instia palembanica</i> Miq. (<i>Caesalpiniaceae</i>)	I-II	I-(II)	Bagian kapal diatas garis air	Seluruh Indonesia
.	MALAS, Gelam tembago, ampalang	<i>Parastemon urophyllum</i> A.DC (<i>Rosaceae</i>)	II-III	I	Semua bagian kapal	Sumatra, Kalimantan

Tabel 3. Hasil Pengujian Perbandingan Konstruksi

Nama konstruksi	Perhitungan		Kesimpulan
	Lapangan (mm)	BKI (mm)	
Jarak Wrang	500	572	Tidak sesuai
Ukuran Wrang*	220 x 170	155 x 100	
Jarak Balok Geladak	2280	886	Tidak sesuai
Ukuran Balok Geladak	220 x 170	300 x 160	Tidak sesuai
Linggi Buritan	4500 x 370	325 x 504	Tidak sesuai
Linggi Haluan	250 x 7100	325 x 480	Tidak sesuai
Jarak Gading	500	572	Tidak sesuai
Gading-Gading*	170 x 4000	100 x 155	Tidak sesuai
Galar balok	88 x 300	86 x 290	Tidak sesuai
Galar Kim	50 x 260	67 x 305	Tidak sesuai
Tebal Papan geladak	50	74	Tidak sesuai
Lunas	440 x 510	310 x 390	Tidak sesuai
Papan Geladak	50 x 260	77 x 370	Tidak sesuai
Tebal kulit luar	76	87	Tidak sesuai
Tebal pagar	76	66	Tidak sesuai
Tinggi pagar	600	600	Sesuai

Jenis kayu yang digunakan memiliki kualitas yang sangat baik, baik dari mutu kayu dan kelas kayu. Lunas sebagai penumpu kapal yang menerima beban terberat dipasang dengan menggunakan satu jenis kayu utuh tanpa sambungan. Dengan demikian lunas tidak menerima konsentrasi tegangan di bagian kritis, misalnya sambungan. Selain itu, lunas juga menggunakan jenis kayu yang cukup kuat yaitu kayu kulim. Kayu ini

Tabel 4. Kesimpulan dan Rekomendasi Desain Kapal di Bagansiapiapi

Desain	Deskripsi	Pengaruh	Efektifitas	Rekomendasi
Haluan	Sudut 45°/Bentuk V	Menambah kecepatan, menambah masuk air	Baik	-
Lambung	Mempunyai bentuk U	Menambah daya apung, Menambah ruang muat, memperbaiki stabilitas	Sudah baik	Perlu perbaikan di bagian lambung untuk mengurangi hambatan
Geladak	Menggunakan Sheer	Penambahan Daya Apung Cadangan	ok	ok
Hambatan Kapal	Timbul Hambatan Gelombang	Menambah hambatan gelombang	Kurang Efisien	Perbaikan Buritan Kapal
Bangunan Atas	Terlalu Tinggi	Menambah kenaikan titik Berat dan hambatan udara	Kurang Efisien	Penurunan tinggi sesuai regulasi
Bentuk Buritan	Transom/terpotong	Aliran Air tidak maksimal menuju baling-baling	Kurang Efisien	Perbaikan Pada skeg
Stabilitas	Kombinasi U dan V	Stabilitas Baik	Baik	-

memiliki kekuatan yang semakin baik apabila semakin terendam di dalam air. Untuk sambungan kulit pada kapal dengan panjang 30 m jumlah sambungan kulit diusahakan seminim mungkin, biasanya 2 sambungan.

Dengan demikian, jumlah konsentrasi tegangan pada sambungan kulit menjadi lebih sedikit karena jumlah sambungan yang sedikit. Selain itu coating yang digunakan dalam pengecatan kapal memiliki kualitas yang baik, dimana pengecatan kapal hingga selesai dilakukan hingga 3 kali. Umur kapal bisa mencapai 25 hingga 30 tahun. Tabel 4 merupakan kesimpulan dan rekomendasi desain ditinjau dari segi bentuk kapal.

Pemilihan bahan jenis kayu didasarkan pada bagian konstruksi mana akan digunakan misalnya pada bagian lunas digunakan kayu kempas dan pada bagian gading-gading menggunakan kayu laban. Namun, seiring bertambahnya permintaan pesanan kapal maka kebutuhan akan kayu juga semakin meningkat ditambah lagi ketersediaan kayu yang mulai menipis di hutan Bagan siapi api sehingga banyak pengusaha galangan mendatangkan kayu dari luar daerah. Hal ini menyebabkan tingginya ongkos pembuatan serta lamanya waktu penyelesaian kapal (Kompas, 2006).

4. Kesimpulan

Kapal yang dibangun di Bagansiapi-api pada dasarnya berbentuk V di bagian haluan dan berbentuk U dibagian tengah kapal/*midship* kapal. Ini membuat kapal bergerak lebih cepat, namun hasil perhitungan daya membutuhkan konsumsi yang lebih besar sehingga tidak efisien pada kapal. Jenis kayu yang digunakan memiliki kualitas yang sangat baik, baik dari mutu kayu dan kelas kayu. Lunas sebagai penumpang kapal yang menerima beban terberat dipasang dengan menggunakan satu jenis kayu utuh tanpa sambungan. Pada bagian kulit jumlah sambungan juga sangat sedikit, yaitu 2 sambungan. Dengan demikian lunas tidak menerima konsentrasi tegangan di bagian kritis, sementara kulit, konsentrasi tegangan terjadi pada sambungan, namun jumlahnya minim. Selain itu, lunas juga menggunakan jenis kayu yang cukup kuat yaitu kayu kulim. Pembangunan kapal yang dilakukan secara tradisional tersebut memiliki stabilitas yang baik, karena hasil perhitungan secara numerik memenuhi standar stabilitas yang memenuhi kriteria IMO.

5. Saran

Untuk memberikan hasil lebih baik terutama terhadap kekuatan kapal, maka perlu dilakukan uji bending, uji kuat lentur, uji tarik tegak lurus serat, dan uji kekerasan.

6. Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Kemenriatekdikti dan Universitas Riau yang telah mendanai penelitian ini melalui skema Insinas Ristek 2017. Semoga penelitian ini bermanfaat untuk meningkatkan perkembangan ilmu pengetahuan di bidang perkapalan.

7. Daftar Pustaka

- Drucker S, Steglich D, Merckelbach L, Werner A, Bargmann S. 2016. Finite Element Damage Analysis of an Underwater Glider-Ship Collision. *Mar Sci Technol* Vol 21, 261-270.
- Elhewy AM, Hassan AM, Ibrahim MA. 2016. Weight Optimization of Offshore Supply Vessel Based on Structural Analysis Using Finite Element Method. *Alexandria Engineering Journal* Vol 55, 1005-1015.
- Fernandez R P. 2015. Stability Investigation Damaged Ships. *Journal of Marine Science and Technology* Vol. 23 : 4, 399-406.
- Hutauruk RM, Rengi P. 2014. Contribution of Fishing Vessel Hullform on Ship Safety. *ISFM. Proceeding*: 80-87.
- Hutauruk RM, Rengi P. 2014. Respon Gerakan Kapal Perikanan Hasil Optimisasi Terhadap Gelombang. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*: 13-22.
- Hutauruk RM, Syaifuddin, Zain J. 2014. *Buku Ajar Rancang Bangun kapal Perikanan*. Unri Press: Pekanbaru.
- International Maritime Organization. 2008.
- Jeong DH, Roh MI, Ham SH, Lee CY. 2017. Performance Analyses of naval ships based on engineering level of simulation at the initial design state. *International Journal of Naval Architecture and Ocean Engineering* 9 (2017) 446

-459.

Manning GC. 2006. The Theory and Technique of Ship Design, Appendix I – Computation of Righting Arms from Principal Dimensions and Coefficients. The Technology Press of the Massachusetts Institute of Technology: Massachusetts.

Rengi P, Hutaaruk R M. 2013. Perbaikan Desain Kapal Perikanan Pada Tahap Preliminary Desain. *Seminar Nasional Management Teknologi* (hal. A-21-1 -A-21-6). Surabaya: MMT-ITS.

Rachman, A., Misbah, M. N., & Wartono, M. (2012). Sudi Kelayakan Konstruksi Kapal Kayu Di Pelabuhan Gresik Menggunakan Aturan BKI. *Jurnal Teknik ITS* , 84-87.