

DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/psnp.18308>

Teknik Pembangunan dan Evaluasi Konstruksi Kapal Perikanan Tradisional di Kecamatan Kubu, Kabupaten Rokan Hilir (Studi Kasus: Kapal Longline 1 Gt)

Construction Techniques and Structural Evaluation of Traditional Fishing Vessels in Kubu District, Rokan Hilir Regency (Case Study: 1 GT Longliner)

Ronald Mangasi Hutauruk¹, Tri Yogi Yuwono^{2*}, Wawan Aries Widodo²

¹Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perairan, Universitas Riau, Pekanbaru

²Departemen Teknik Mesin, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya

Jl. Raya ITS, Kecamatan Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur 60111

*E-mail: triyogi@me.its.ac.id

ABSTRAK

Meskipun saat ini teknik pembangunan kapal perikanan telah mengalami berbagai perubahan terutama dari sisi material konstruksi, seperti material fiberglass untuk menggantikan fungsi kayu, namun masyarakat nelayan di pesisir Indonesia, salah satunya di Kecamatan Kubu, Kabupaten Rokan Hilir, Provinsi Riau, masih menunjukkan ketertarikan yang cukup kuat terhadap material kayu sebagai bahan utama pembangunan kapal. Hal ini ditunjukkan oleh banyaknya *demand* untuk memproduksi kapal kayu di beberapa galangan kapal di wilayah tersebut. Mengingat *trend* ini masih menunjukkan keberlanjutan, maka dilakukan penelitian dengan metode studi kasus melalui observasi langsung dan wawancara untuk menganalisis teknik pembangunan kapal 1 GT dan mengevaluasi konstruksi *longliner* tersebut dengan rule BKI. Ditemukan fakta bahwa kapal perikanan yang dibangun secara konvensional tersebut hanya mengandalkan pengalaman pengrajin tanpa mengacu pada standar teknik perkapalan modern. Karakteristik kayu yang digunakan memiliki kualitas kuat 1 dan II serta kelas awet I, II dan III untuk konstruksi vital seperti konstruksi lunas, linggi haluan, wrang, gading, dan tiang as. Ini menunjukkan bahwa penggunaan jenis kayu dalam konstruksi tersebut memenuhi kriteria yang diberikan oleh BKI. Beberapa dimensi konstruksi yang tidak memenuhi regulasi adalah tebal kulit luar dan gading-gading. Untuk teknik pembangunan kapal perikanan tradisional tersebut, akan diuraikan dan dibahas lebih mendalam pada artikel ini.

Kata Kunci: BKI, kapal perikanan, konstruksi, material kayu

ABSTRACT

Although contemporary fishing vessel construction techniques have undergone various changes, particularly in terms of construction materials, such as the use of fiberglass to replace wood, fishing communities along the Indonesian coast, including those in Kubu District, Rokan Hilir Regency, Riau Province, continue to show a strong preference for

wood as the primary material for boatbuilding. This is evidenced by the high demand for wooden vessels in several local shipyards within the region. Considering that this trend remains persistent, a case-study research was conducted through direct observation and interviews to analyze the construction techniques of a 1 GT longline fishing vessel and to evaluate its structural integrity based on BKI rules. The study found that the conventionally built fishing vessels rely solely on the craftsmen's experience without referring to modern naval-architectural standards. The wood characteristics used in the construction fall within strength classes I and II, and durability classes I, II, and III for essential structural components such as the keel, stem, floors, frames, and shaft bracket. This indicates that the types of timber used in the construction meet the criteria specified by BKI. However, several structural dimensions—namely the outer hull planking thickness and frame scantlings—do not comply with regulatory requirements. The traditional fishing-vessel construction techniques observed in this study will be further elaborated and discussed in this article.

Keywords: BKI, fishing vessels, construction, wooden materials

PENDAHULUAN

Karena ketergantungan terhadap material kayu sebagai material kapal, terus mengalami peningkatan, dan ketersediannya juga terbatas dan tidak melimpah di seluruh dunia (Casso, 1964), termasuk di Indonesia, maka timbul pemikiran dan ide baru para ahli melalui berbagai riset dan kajian untuk memperkenalkan material-material modern pengganti kayu dengan kualitas yang tidak kalah dengan kayu tersebut, salah satunya dengan menggunakan fiberglass (Mcgrail, 2001), (Peng *et al.*, 2021). (Saravanan & Kumar, 2021), (Pambudi *et al.*, 2021).

Sosialisasi penggunaan material fiberglass ini untuk menggantikan posisi kayu sebagai material utama kapal sudah lama dan sudah banyak dilakukan terutama di daerah-daerah pesisir dengan populasi masyarakat nelayan yang cukup besar (Siswadi *et al.*, 2021), (Pardi & Afriantoni, 2021), (Novianarenti, *et al.*, 2024). Seperti diketahui, peran kapal baja sebagai pengganti kapal kayu mulai terjadi pada abad 20 dengan alasan daya tahan yang lebih tinggi. Namun faktanya kapal kayu tetap digunakan untuk sektor perikanan dan transportasi lokal. Sementara kapal berbahan fiberglass mulai populer di masyarakat sejak 1980-an tetapi juga tidak sepenuhnya menggantikan peran kapal kayu karena faktor ekonomi dan ketersediaan tenaga ahli kayu.

Memang banyak keunggulan yang ditawarkan saat material fiberglas diaplikasikan pada kapal perikanan untuk menggantikan bahan material kayu yang tergantung pada pertumbuhan alami. Ditinjau dari sifat material (*material properties*), fiberglass memiliki kekuatan spesifik yang lebih tinggi (*high specific strength*) dibanding kayu terutama pada

strength-to-weight ratio (kekuatan terhadap massa) yang lebih tinggi. Karena FRP tersusun dari serat kaca (glass fiber) sebagai *reinforcement* maka kekuatan tariknya (1000–3500 MPa) jauh lebih tinggi di dibandingkan dengan kayu (40–150 MPa) tergantung jenis kayu). Resin (polyester/epoxy) yang dimiliki berfungsi sebagai matrix yang menyatukan serat dan mendistribusikan beban (Sapura *et al.*, 2020). Hal ini berimplikasi terhadap peningkatan daya apung cadangan dan performa kapal.

Fiberglass selanjutnya lebih tahan terhadap korosi dan degradasi lingkungan. Seperti diketahui saat berinteraksi dengan air laut, maka kayu akan mengalami pembusukan dan pelapukan akibat serangan jamur (*rot fungi*) dan hama laut (*marine bore* seperti *Teredo navalis*). Sementara itu, fiberglass bersifat *inert* terhadap organisme biologi. Garam laut juga mengakibatkan kayu cepat rusak terutama di bagian sambungan dan hal ini tidak terjadi pada fiberglass, sehingga umur teknis kapal fiberglass lebih panjang dibandingkan kayu. Karena proses laminasi fiberglass menghasilkan permukaan yang cukup halus, tidak seperti pada kapal kayu yang permukaannya cenderung tidak rata terutama pada sambungan, ini menyebabkan *skin friction/drag* berkurang sehingga terjadi penghematan konsumsi bahan bakar sekitar 5-15% dan juga menaikkan kecepatan pada daya yang sama.

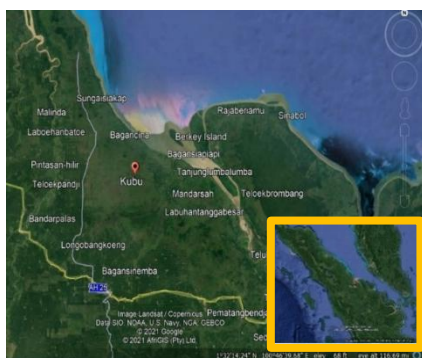
Masih banyak keunggulan lain yang ditawarkan oleh kapal fiberglass, termasuk cara pembuatannya yang cukup mudah dan faktor keamanannya yang baik. Namun dalam prakteknya, sebagian besar nelayan tradisional di berbagai wilayah Indonesia yang telah didukasi masih enggan untuk melakukan peralihan. Keengganan ini bukan semata-mata karena faktor teknologi, tetapi juga melibatkan komponen sosial, ekonomi, psikologis, budaya, dan struktural.

Memang kapal fiberglass dari segi umur teknis lebih tahan lama dibandingkan kapal kayu, namun nelayan tidak selalu melihat perbedaan tersebut sebagai sebuah keuntungan langsung. Pendapatan harian nelayan yang tergantung pada hasil tangkapan harian, dan bukan pada umur pakai kapal menyebabkan nelayan kesulitan melakukan pengembalian investasi awal yang cukup besar akibat ketidakpastian keuntungan jangka panjang usaha pangkapan tersebut, sehingga *return of investment*-nya yang tidak jelas. Selain itu, adanya mispersepsi sikap nelayan terhadap biaya perawatan kapal yang dikira tinggi mengurangi ketertarikan nelayan mengganti armadanya.

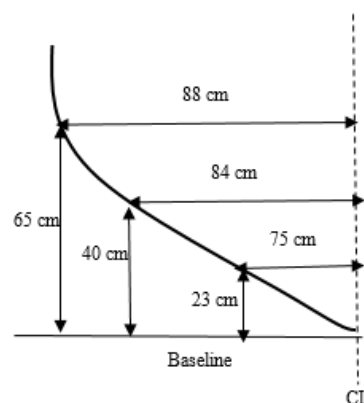
Dengan demikian, armada kapal dengan bahan fiberglass di beberapa daerah tidak cocok diterapkan pada masyarakat dengan modal kecil, sehingga mempertahankan armada kapal berbahan kayu menjadi solusi abadi demi keberlangsungan hidup masyarakat nelayan. Sementara itu, eksistensi galangan kapal tradisional tetap masih diperlukan oleh sebagian masyarakat nelayan di tengah kelangkaan kayu yang mengcover 100% keberlanjutan usaha galangan kapal tersebut. Karena demand terhadap kapal kayu terutama ukuran 1 GT masih terus ada, namun ngalangan kapal terhambat dengan penyediaan materialnya, yang dikhawatirkan akan berdampak terhadap penutupan usaha galangan kapal, maka perlu dilakukan dokumentasi teknik pembangunan kapal kayu secara tradisional pada kapal long line 1 GT di Kecamatan Kubu termasuk mengevaluasi konstruksi tersebut sebagai warisan ilmu yang akan kembali digunakan bila desain penyediaan material kayu berkualitas sebagai solusi untuk menegakkan kembali galangan kapal tradisional digalakkan pemerintah dan masyarakat.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini kapal perikanan dengan alat tangkap jaring (rawai/long liner) ukuran 1 GT. Pemilihan ukuran kapal 1 GT dikarenakan menjadi sampel dari kapal yang umum digunakan masyarakat nelayan di sekitar Desa Sungai Kubu Hulu merupakan salah satu desa yang terdapat di Kecamatan Kubu, Kabupaten Rokan Hilir, Provinsi Riau (Gambar 1).



Gambar 2. Peta lokasi penelitian
Figure 1. Map of the Study Area



Gambar 1. Pengukuran setengah badan kapal
Figure 2. Measurement of the Half Body of the Vessel

Berdasarkan pendekatan yang dilakukan, metode penelitian ini adalah pendekatan kualitatif karena penelitian ini berfokus pada studi kasus pada kapal long line dengan

ukuran 1 GT untuk memahami proses pembangunan kapal dan melakukan evaluasi secara mendalam terhadap konstruksi kapal tersebut. Sifat penelitian ini adalah deskriptif untuk menggambarkan bagaimana konstruksi proses kapal tersebut dibuat. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi di lapangan, wawancara dan dokumentasi. Kemudian data dianalisis secara kualitatif. Saat proses pembangunan dilakukan, maka saat itu dokumentasi riset dilakukan. Data-data konstruksi kapal diukur, mulai dari lunas, wrang, gading-gading, linggi haluan, linggi buritan (tiang as), papan kulit dan konstruksi lainnya. Proses penyediaan dan pembetulan material juga masuk ke dalam *data collection* (pengumpulan data) dan *field recording*. Kemudian pada setiap jarak gading, diukur tinggi setengah badan kapal dan koordinat offset kapal tersebut dicatat untuk didesain modelnya dalam komputasi dengan menggunakan Maxsurf (Gambar 2).

Setelah desain kapal dibuat, maka dilanjutkan dengan melakukan analisa untuk mengetahui koefisien bentuk pada kapal serta membandingkannya ke data kapal pembanding pada kapal perikanan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Ukuran Utama Kapal

Ukuran utama kapal long line 1 GT di Kecamatan Kubu Kabupaten Rokan hilir adalah sebagai berikut:

LOA	=	8.00 m	B	=	2.00 m	Cwp	=	0.763
LWL	=	5.77 m	H	=	0.90 m	Cp	=	0.609
LPP	=	6.62 m	T	=	0.35 m	LCB	=	-0.441 m
L1	=	6.62 m	Cb	=	0.313	Vs	=	7-10 knot
L2	=	7.05 m	Cm	=	0.517	Daya	=	23 pK

Nilai koefisien bentuk kapal merupakan perbandingan antara volume kapal dengan volume balok atau prisma yang terbentuk dari persinggungan badan kapal pada bagian midship hingga linggi buritan dan transom. Koefisien bentuk kapal atau yang dikenal dengan *coefficient of fineness* adalah ukuran tak berdimensi yang menjelaskan bentuk lambung kapal, apakah gemuk atau langsing. Nilai ini diperoleh setelah kapal dimodelkan setelah data offset kapal hasil pengukuran lengkap pada masing-masing *frame*.

Nama Konstruksi

Kapal dibentuk dari gabungan beberapa konstruksi yang masing-masing mempunyai fungsi yang berbeda, tetapi tidak dapat dipisahkan. Konstruksi tersebut memiliki dimensi, jenis kayu, dan serta letak yang berbeda yang disatukan untuk mampu mengatasi beban struktur saat kapal melakukan operasi penangkapan.

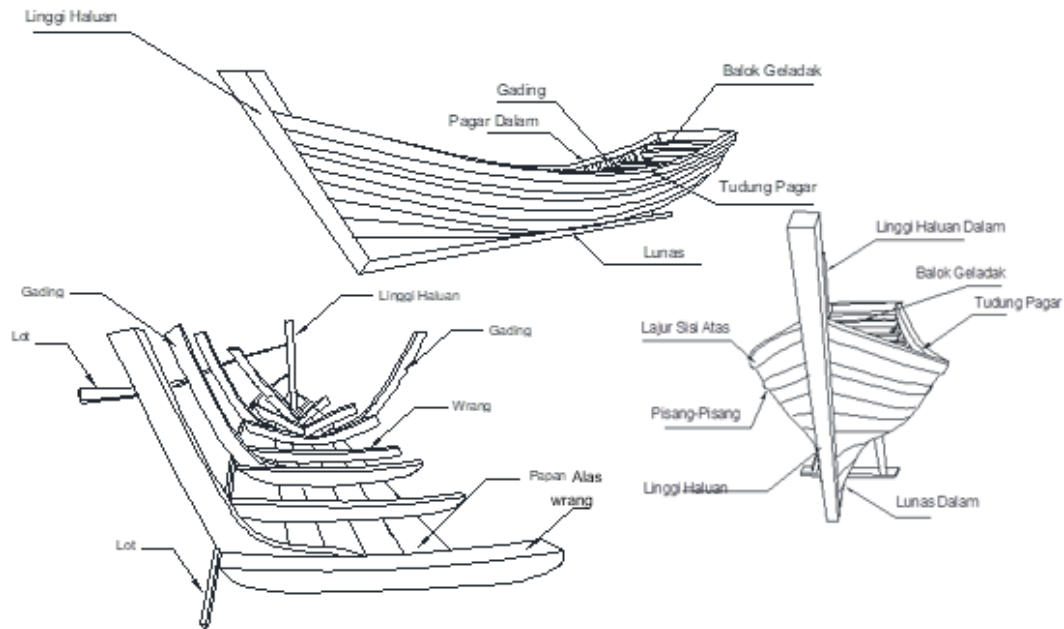
Secara umum bagian-bagian konstruksi kapal kayu tersebut antara lain lunas (*keel*), linggi haluan (*stem*), linggi buritan (*stern frame*), tiang as (*stern post*), papan alas (*bottom planking*), wrang (*floor*), papan lambung (*side planking*), gading (*frame*), papan geladak (*deck planking*), balok geladak (*deck beam*), papan sekat lintang (transverse bulhead planking) dan penegar sekat (*bulkhead stiffner*), galar, pembujur geladak (*deck girder*) dan sebagainya.

Namun penamaan konstruksi di suatu daerah sering berbeda dengan yang terdapat pada literature, sesuai dengan *local wisdom* budaya setempat. Apabila tidak diperhatikan, maka akan memberikan kesalahan informasi untuk ke depannya. Tabel 1 merupakan nama konstruksi kapal yang digunakan dalam bahasa sehari-hari pada galangan kapal tradisional.

Tabel 1. Nama konstruksi kapal
Table 1. Names of Vessel Structural Components

Lokal	Nama Konstruksi	
	Umum	Internasional
Lunas	Lunas	Keel
Linggi	Linggi	Stem
Gading	Wrang	Floor
Tajuk	Gading	Frame
Songkang	Balok Geladak	Deck Beam
Lompong	Buritan	Stern
Rumah-Rumah	Rumah Geladak	Deck House

Pada kapal dengan ukuran kecil di bawah 5 GT, konstruksi kapal lebih sederhana dan beberapa konstruksi seperti sekat melintang dan pembujur geladak tidak ada (Gambar 3).



Gambar 3. Konstruksi Kapal Kayu
Figure 3. Wooden Vessel Construction

Produksi Kayu

Kayu sebagai material utama kapal dipesan melalui mitra/pihak lain yang telah menjalin kerja sama dengan galangan dalam mempersiapkan kayu untuk pembangunan kapal. Kayu yang disediakan tersebut berbentuk gelondongan kayu dan balok kayu. Gelondongan kayu kemudian dibagi menjadi beberapa jalur kulit yang digunakan untuk kulit lambung. Sementara itu, balok kayu digunakan untuk gading-gading, tiang as, balok geladak, linggi haluan dan sebagainya. Balok kayu yang digunakan untuk gading-gading dibentuk mengikuti lengkung gading yang direncanakan di awal melalui mal kayu. Dengan demikian, pengrajin kayu dalam memilih balok untuk gading tidak boleh dalam bentuk sembarang namun dengan toleransi yang tidak terlalu berbeda jauh.

Proses pemilihan dan pengambilan kayu oleh mitra galangan kapal dilakukan dengan melihat ukuran diameter batang kayu yang menjadi material utama kapal. Satuan ukuran panjang yang digunakan oleh pihak galangan kapal adalah in (1 in = 2,54 cm). Diameter batang kayu yang digunakan mulai dari 7 hingga 14 in. Diameter dengan ukuran yang besar digunakan untuk papan kulit lambung sementara diameter yang kecil digunakan untuk gading-gading dan wrang. Adapun jenis kayu yang digunakan dalam pembangunan kapa tersebut adalah kayu malas (*Parastemon urophyllum* A.DC (Rosaceae)), kayu leban (*Vitex pubesceus* Vahl. (Varbenaceae)) dan kayu meranti ((*Shorea*

platiclados (Dipterocarpaceae). **Error! Reference source not found.** 2 merupakan ukuran diameter kayu yang akan dijadikan materil kapal.

Tabel 2. Diameter kayu untuk konstruksi
Table 2. Wood Diameters for Construction

No.	Diameter (cm)	Penggunaan	Panjang (m)
1.	17.78 – 20.32 (7-8 in)	Gading, wrang, balok geladak, pondasi mesin, linggi, rumah geladak	2
2.	25,4 (10 in)	Lunas	8 – 10
3.	35.56 (14 in)	Kulit Lambung, papan geladak	10-12

Teknik Pembangunan Kapal

Pembangunan kapal diawali dengan peletakan *building block* sebagai tumpuan kapal berdiri pada *building berth* (landasan pembangunan kapal). *Building block* dibuat dari tumpukan balok kayu kuat yang mampu menahan beban berat kapal yang akan dibangun di atasnya. Setelah posisi *building berth* seimbang (*balance*), maka dilanjutkan dengan peletakan lunas, linggi haluan dan tiang as. Setelah tiang as dipasang, dipasang wrang di tiang as tersebut. Pemasangan wrang tersebut dilakukan untuk menjadi tumpuan papan jalur wrang (lot pengajar di sisi kiri dan kanan kapal. Jalur wrang tersebut terhubung langsung hingga linggi haluan. Jalur wrang ini berfungsi sebagai acuan dalam membentuk kelengkungan lambung kapal. Selain itu, jalur tersebut akan digunakan sebagai pengikatan gading dengan wrang. Gading-gading yang dibentuk dari mal acuan (mal pengajar) kemudian dipasang di sisi kanan (*starboard side*) dan sisi kiri (*port side*) kapal di atas jalur wrang yang telah dibuat.

Setelah wrang dan gading-gading acuan yang dibentuk dari mal tersebut dipasang, maka dipasang jalur acuan gading sebagai penanda kelengkungan gading. Dengan bantuan jalur gading diharapkan diperoleh bentuk lambung yang memiliki kondisi *smooth* dan *streamline* yang akan berpengaruh terhadap aliran fluida di sekitar lambung. Setelah gading-gading terpasang secara lengkap, maka proses selanjutnya adalah pemasangan papan kulit di sisi kanan dan kiri kapal. Papan lambung dibentuk mengikuti bentuk lengkung gading dengan menggunakan *clamp*. Pemasangan papan kulit harus dilakukan dengan baik tanpa menyebabkan lambung kapal dalam kondisi *poor quality construction* yang bisa berpengaruh terhadap penurunan kekuatan kapal serta membahayakan

keselamatan jiwa. Papan lambung kapal terdiri dari 2 bagian yaitu papan lambung yang selalu berhubungan dengan air dan papan lambung yang tidak berhubungan dengan air.

Papan lambung tersebut harus dipastikan kedap dengan air. Bahan pengikat yang digunakan untuk pengikat/penguat bagian konstruksi kapal kayu adalah paku, sekrup, mur-baut, klem, dan sebagainya. Sementara itu, bahan yang dipergunakan untuk menjamin kekedapan antar sambungan bagian-bagian konstruksi (papan-papan kayu) adalah pakal, dempul, gala-gala (*damar*) dan cat. Gala-gala/damar merupakan campuran $\frac{1}{4}$ liter minyak solar dengan 1 kg damar. dengan $\frac{1}{4}$ liter minyak solar. Untuk memperkuat kekedapan, sambungan papan diberi gala-gala (*ter*) dilanjutkan dengan pemakalan, dan kemudian diberi ulang damar. Setelah proses tersebut selesai, maka lambung kapal diberi cat dasar dan cat antifouling. Komposisi cat dengan air adalah 5:1 liter. Proses pengeringannya membutuhkan waktu 3 hari setelah dilakukan pengecatan.

Selanjutnya dilakukan instalasi mesin penggerak. Karena mesin penggerak kapal akan menghasilkan getaran yang terjadi secara kontinu pada saat kapal beroperasi, maka untuk menjaga konstruksi kapal tetap aman serta dudukan mesin sesuai dengan perencanaan, maka mesin harus diletakkan pada pondasi mesin yang terbuat dari kayu kuat dan kokoh. Pondasi mesin dibuat dari kayu leban.

Kapal akan diluncurkan bila permesinan baling-baling dan as propeller sudah dipasang (Gambar 4). Ini dikarenakan pekerjaan pemasangan mesin dan baling-baling memerlukan penyetulan supaya poros propeller memiliki efisiensi yang baik dengan mengikuti jalur dudukan mesin yang dipasang. Selain itu, supaya kapal siap diluncurkan maka kondisi kasko kapal (badan kapal) sudah harus dipakal, dicat dan dilapisi antifouling. Sementara pemasangan balok geladak, papan geladak dan rumah geladak dilakukan di atas air (setelah kapal diluncurkan). Proses peluncuran kapal dilakukan dengan metode sederhana tanpa menggunakan peralatan-peralatan peluncuran. Peluncuran diawali dengan memasang papan luncur dari haluan hingga buritan kapal sebagai jalur peluncuran (*slipway*). Istilah ini dalam galangan kapal tradisional disebut sebagai rel. Di atas papan luncur tersebut dipasang dua buah gelondongan kayu (kayu bulat) dari jenis kayu malas yang mampu menahan beban kapal dengan diameter sekitar 25–30 cm (10 in). Untuk menjaga keseimbangan kapal, kemudian di sisi kiri dan kanan kapal dipasang papan penyeimbang yang terbuat dari kayu meranti.

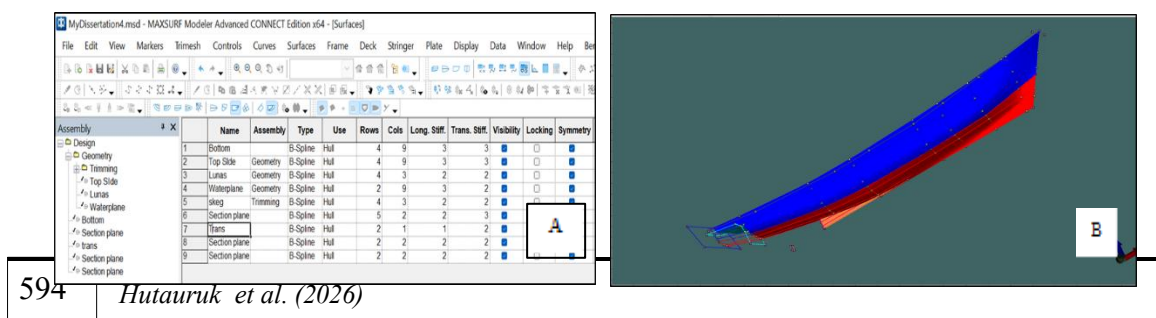


(A.) Pembentukan gading-gading (B.) Peletakan lunas (C.) Peletakan wrang dan lajur wrang (D.) Pemasangan wrang (E.) Pemasangan jalur acuan gading (F.) Pemasnagan kulit lambung (G.) Pemasangan mesin (H.) Peluncuran.

Gambar 4. Proses pembangunan kapal
Figure 4. Vessel Construction Process

Pemodelan Kapal

Model kapal dibentuk dengan menggunakan program Maxsurf Modeller. Data offset kapal di lapangan dibuat dalam tabel offset kapal yang selanjutnya digunakan untuk membuat geometri kapal. Jenis *surface* yang digunakan adalah *B-Spline* karena kurva *B-Spline* lebih menawarkan banyak kontrol dan fleksibilitas. Setelah itu data setiap gading dibuat dalam bentuk *marking* sesuai dengan posisi gading. Kemudian, *surface geometry* dibuat menjadi 21 stasion dan ditambahkan *control point* yang untuk selanjutnya *control point* (**Error! Reference source not found.**) tersebut diubah posisinya sehingga station mengikuti bentuk *marking gading*. Untuk membentuk gading menjadi model kapal, maka pada Maxsurf Modeller dibuat beberapa *surface* kapal dengan fungsi sebagai geometri kapal dan sebagai *surface trim* pada kapal (Gambar 5B).



Gambar 5. Pemodelan kapal
Figure 5. Vessel Modeling

Pembahasan

Kualitas Kayu

Jenis kayu yang digunakan pada pembangunan kapal sebagian besar mengikuti aturan yang diberikan oleh BKI. Seperti diketahui, BKI menetapkan aturan dalam penggunaan jenis kayu pada kapal yang terbuat dari material kayu di mana kayu yang dipergunakan untuk bagian konstruksi kapal tersebut harus dalam kondisi baik, sehat, tidak ada celah dan tidak ada cacat-cacat yang dapat membahayakan kapal saat melakukan operasi pelayaran/penangkapan. Kayu juga harus memiliki kualitas yang baik, serta tidak ditemukan lubang/mata kayu pada lingkaran tahun kayu. Kayu juga harus tahan terhadap air, cuaca, musim, serangga, teritip dan jamur. Selain itu, kayu yang digunakan juga harus mempunyai sifat mudah dikerjakan (BKI, 1996).

Dari Tabel 3 diperoleh informasi bahwa kayu yang digunakan memiliki kualitas kuat 1 dan II serta kelas awet I, II dan III untuk konstruksi vital seperti konstruksi lunas, linggi Haluan, wrang, gading, dan tiang as. Sementara untuk kulit lambung, dan geladak, kayu yang digunakan memiliki kualitas kuat dan awet II dan IV. Penggunaan jenis kayu tersebut untuk konstruksi kapal memenuhi kriteria yang diberikan oleh BKI. Ini menyimpulkan bahwa, kapal yang dibangun terbuat dari kualitas kayu yang baik sehingga dari sisi penggunaan kayu, dapat disimpulkan bahwa kapal memiliki kualitas sangat baik.

Penggunaan kayu untuk konstruksi juga ditetapkan berdasarkan regulasi tersebut ditinjau dari nilai berat jenis kayu minimum, misalnya kayu dengan berat jenis minimum 700 kg/m^3 digunakan untuk lunas, linggi haluan dan linggi buritan, wrang, gading-gading, balok buritan, tutup sisi geladak.

Tabel 3. Jenis kayu pada kapal
Table 3. Types of Wood Used in the Vessel

Konstruksi	Jenis Kayu	Kelas Kuat	Kelas Awet	Pemakaian	Kesesuaian dengan Rekomendasi BKI
------------	------------	------------	------------	-----------	-----------------------------------

Lunas (<i>keel</i>)	Malas (<i>Parastemon urophyllum A.DC</i>) (Rosaceae)	I	II-III	Semua bagian kapal,	Sesuai
Linggi haluan (<i>stem</i>), wrang (<i>floor</i>), gading (<i>frame</i>), tiang as (<i>stern post</i>), balok geladak.	Leban <i>Vitex pubesceus Vahl.</i> (<i>Varbenaceae</i>)	I-II	I	Kulit, papan geladak, gading, lunas, galar, linggi, dll.	Sesuai
Papan kulit (<i>shell</i>), papan geladak (<i>deck</i>)	Meranti (<i>Shorea platicladus</i>) (<i>Dipterocarpaceae</i>)	II-IV	II-IV	lunas, linggi, kulit, papan geladak, gading	Sesuai

Sementara kayu dengan berat jenis minimum 560 kg/m^3 digunakan untuk kulit luar balok geladak, galar balok, lutut balok, penumpu geladak, dudukan mesin, kayu mati dan sebagainya. Kemudian kayu dengan berat jenis minimum 450 kg/m^3 digunakan untuk geladak dan galar bilga. Selain itu, BKI juga menetapkan mutu kayu minimum yang digunakan pada konstruksi penting harus memenuhi kelas kuat III dan kelas awet III (BKI, 1996). Selain itu, pengaruh perubahan kering-basah juga menjadi salah satu ketentuan dalam penggunaan jenis kayu yang diperbolehkan BKI untuk digunakan dalam konstruksi kapal. Dijelaskan bahwa kayu yang kurang tahan terhadap perubahan kering-basah yang permanen hanya boleh digunakan untuk bagian-bagian di bawah garis air, misalnya papan alas. Sementara itu, bagian-bagian konstruksi di atas garis air, seperti papan samping (dari kulit), geladak, bangunan atas, ambang palka dan lain lain, dan juga bagian konstruksi di dalam badan kapal harus dibuat dari kayu yang telah kering udara. Aturan yang diberikan oleh BKI tersebut walau tidak menjadi perhatian pihak galangan karena terbatasnya informasi, sebelumnya sudah diterapkan di setiap pembangunan kapal terutama pada jenis kayu.

Karakteristik Badan Kapal

Karakteristik badan kapal meliputi bentuk badan kapal yang dipengaruhi oleh ukuran utama kapal dan koefisien bentuk kapal tersebut (Amal *et al.*, 2020). Sementara itu, koefisien bentuk kapal (*form coefficient*) menunjukkan sifat kapal untuk memberikan informasi terkait kapal, apakah besar, kecil, langsing, gemuk, cepat atau lambat (Cb, Cw, Cp, Cwp). Karakteristik badan kapal meliputi rasio panjang-lebar (L/B), rasio lebar-sarat (B/T), rasio panjang-sarat (L/T), dan rasio panjang-volume displasmen ($L/\nabla^{1/3}$).

Dari ukuran utama kapal diperoleh nilai angka penunjuk (AP) yang berpengaruh terhadap dimensi penampang konstruksi kapal, serta karakteristik badan kapal lainnya yaitu $AP = L\left(\frac{B}{3} + H\right) = 10.71$ dan $\frac{B}{3} + H = 1.57 \approx 1,7$

Dari ukuran utama kapal diperoleh besar kapal adalah 1 GT. Ini menunjukkan bahwa data karakteristik kapal sesuai dengan ukuran untuk kapal 1 GT melalui perhitungan yang ditetapkan oleh *Intergovernmental Maritime Consultation Organization* (IMCO) yang selanjutnya dihitung dengan menggunakan persamaan berikut (Permenhub, 2013). $GT = \frac{LxBxHxCb}{2.83} = 1.32 \approx 1$ GT. Bila dibandingkan dengan data range data kapal pembanding kapal 1 GT (DKP, 2017) dari Dinas Kelautan dan Perikanan (Tabel 4), ukuran utama kapal 1 GT tersebut berbeda-beda, tetapi masih dengan perbedaan yang tidak terlalu signifikan (Imron *et al.*, 2020).

Tabel 4. Data Kapal Pembanding
 Table 4. Comparative Vessel Data

Ukuran Utama	Kapal Pembanding		Kapal Penelitian	
	Dimensi		Dimensi	
LOA (m)	9.00	8.70	8.00	8.00
B (m)	1.20	2.00	1.20	2.00
H (m)	0.60	0.50	0.80	0.90
T (m)	0.20	0.30	0.45	0.35
GT	1.00	1.00	1.00	1.00
Daya Mesin (pK)	24	18	20	23
Vs (knot)	7-9	6-10	8-12	7-10
Radius Pelayaran (mil)	100	70	80	50
Material	Fiber	Fiber	Fiber	Kayu

Bila dilihat Casco kapal melalui hasil CAD/Maxsurf dan dibandingkan dengan data perbandingan ukuran utama pada kapal perikanan, maka sebagian besar parameter kapal, kecuali pada perbandingan B/T dan T/H, serta nilai cb memenuhi kriteria pada ukuran utama dan koefisien fineness pada kapal perikanan.

Tabel 5. Perbandingan ukuran utama pada kapal perikanan
 Table 5. Comparison of Principal Dimensions of Fishing Vessels

Jenis Kapal	L/B	B/T	T/H	L/H	Cb	Cm	Cw
Kapal Perikanan	5.00-6.00	0.40-0.50	0.74-0.84	8.5-10.0	0.45-0.55	0.62-0.72	0.62-0.82
1 GT	4.00	5.71	0.39	7.36	0.31	0.52	0.76

L/B yang besar digunakan untuk kapal yang berkecepatan tinggi dengan perbandingan ruangan kapal yang baik. Namun olah gerak akan berkurang demikian juga dengan stabilitas kapal. L/H yang besar berpengaruh terhadap kekuatan memanjang kapal, di mana L/H yang kecil akan menambah kekuatan memanjang kapal. Dengan demikian, kapal penelitian ini memiliki kekuatan memanjang yang baik (DKP, 2017).

Sementara itu, Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) 2004 mensyaratkan perbandingan ukuran kapal pada daerah pelayaran samudra jika $L/H = 14$. Bila $L/H = 15$ kapal cocok didesain untuk daerah pelayaran pantai. Sementara bila $L/H = 17$ didesain khusus untuk daerah pelayaran local, dan $L/H = 18$ untuk daerah pelayaran terbatas. Berdasarkan ketentuan yang diberikan oleh BKI tersebut, maka dapat disimpulkan kapal dengan ukuran 1 GT ini tidak masuk ke dalam kriteria jenis pelayaran tersebut ($L/H = 8.89$), tetapi secara defisini dan penggunaan, kapal 1 GT tersebut beroperasi pada pelayaran lokal. 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. Perbandingan H/T mempunyai pengaruh dengan daya apung cadangan kapal (*reserve displacement*). H/T yang besar akan menambah daya apung cadangan pada kapal.

Berdasarkan perbandingan ukuran utama kapal yang berpengaruh terhadap olah gerak dan kekuatan kapal (Table 5), maka disimpulkan bahwa untuk kapal-kapal kecil perbandingan ukuran utamanya jauh lebih kecil dibandingkan jangkauan data yang diberikan, sementara untuk koefisien bentuk masih berada pada range untuk kapal perikanan. Hal ini terjadi karena kapal perikanan yang di data oleh para pakar memiliki perbedaan bentuk kapal dengan yang digunakan oleh nelayan setempat. Bentuk transom yang lebih panjang di buritan jarang ditemukan pada kapal perikanan di tempat lain. Bentuk ini berpengaruh terhadap nilai koefisien bentuk seperti Cb. Selain itu, kapal-kapal berukuran kecil dengan jangkauan hingga 50 mil seperti 1 GT tidak banyak digunakan di negara-negara lain.

Memang, beberapa pakar telah melakukan penelitian yang memberikan informasi tentang C_b kapal kapal perikanan di berbagai negara di mana range C_b berkisar antara 0,5 hingga 0,6. Selanjutnya di Vietnam mengambil nilai $C_b = 0,6$ untuk pengukuran GT kapal ikan di negara tersebut Namun bila dibandingkan dengan C_b yang telah dilakukan oleh para peneliti di dalam negeri, maka dijelaskan bahwa kapal ikan memiliki range yang lebih kecil berkisar antara 0,35 – 0,52 (Amal *et al.*, 2020). Dengan demikian, nilai C_b kapal penelitian ini bisa diterima.

Nanda (2004) kemudian membagi hambatan kapal berdasarkan metode penangkapan ikan dalam beberapa kategori; 1) Kapal ikan yang mengoperasikan alat tangkap dengan melingkarkan mempunyai nilai C_b antara 0,56 - 0,67; 2); kapal perikanan dengan alat tangkap statis nilai C_b berkisar 0,39 - 0,7; dan 3); dan kapal ikan dengan alat tangkap ditarik, nilai C_b berkisar antara 0,4 - 0,6.

Evaluasi Konstruksi Kapal

Menurut BKI 2006, kapal yang memiliki angka penunjuk $L(B/3+H) < 140$, maka kapal tersebut tidak perlu dipasang lunas dalam. Namun bila nilai angka penunjuk tersebut lebih besar dari 140, maka kapal harus dipasang lunas dalam (dari linggi buritan hingga linggi haluan) dan lunas luar. Karena kapal yang dibangun menunjukkan angka penunjuk < 140 maka kapal yang dibangun tidak dipasang lunas dalam. Ukuran konstruksi lunas menurut aturan BKI tidak diberikan data, karena nilai angka penunjuk $L(B/3 + H) = 10.71$ tidak berada di dalam range data yang disajikan, walau nilai $L/H < 8$ (7.36). Dimensi lunas pada kapal 1 GT ini adalah 7.62x10.16x587.71 cm. Ukuran penampang lunas dibuat sama dengan ukuran penampang lunas dalam.

Linggi haluan terdiri dari dua bagian, yaitu linggi haluan dalam (buaya-buaya) dan linggi haluan luar. Dimensi linggi haluan dalam adalah 7.62x10.16x171 cm sementara linggi haluan luar adalah 10,2 x12,7x178 cm dan sudut yang dibentuk linggi haluan terhadap lunas adalah 58.17°. Sesuai dengan angka penunjuk $L(B/3+ H)$, maka dimensi linggi haluan mendekati aturan yang diberikan oleh kelas untuk penggunaan konstruksi.

Dimensi papan kulit pada kapal ini adalah 10x2,5 cm dengan jarak gading yang bervariasi mulai 28- 53 cm. Dimensi ini melebihi angka yang ditetapkan oleh BKI namun nilai angka penunjuk $L(B/3+H)$ yang berpengaruh terhadap penentuan jarak gading dan tebal kulit luar tidak berada dalam data BKI. Sementara itu dimensi gading-gading

bervariasi mulai dari (6,5-10) x (5,5-9,5) x (30-128) cm. Untuk kapal yang mempunyai angka penunjuk $L(B/3 + H) < 50$, maka lajur papan pada kapal tersebut memiliki tebal yang sama. Hal ini diaplikasikan pada kapal tersebut. Jarak gading yang bervariasi sebenarnya tidak disarankan dalam pembangunan kapal karena akan mempersulit dalam melakukan perhitungan-perhitungan yang berkaitan dengan titik berat kapal yang digunakan dalam perhitungan stabilitas, tahanan, dan seakeeping kapal. Perbedaan jarak ini terjadi karena pembangunan kapalnya masih tradisional sehingga akurasi jarak tidak terlalu dibutuhkan (Novita *et al.*, 2011).

SIMPULAN

Simpulan dari penelitian ini adalah kapal longline 1 GT yang dibangun di kecamatan Kubu dibangun dengan material kayu berkelas kuat dan awet sesuai dengan standar yang diberikan oleh Biro Klasifikasi Indonesia. Karakteristik kayu yang digunakan untuk konstruksi kapal memiliki kualitas kuat I, II, dan kelas awet I, II, dan III untuk konstruksi-konstruksi vital seperti lunas, linggi haluan, wrang, gading dan tiang as.

PERSANTUNAN

Penulis mengucapkan terimakasih kepada LPDP yang telah membiayai penelitian ini tahun 2020-2024 dan kepada Universitas Riau yang membantu kelancaran dan izin dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Amal H, Asri S, Ardianti A., Baso S. 2020. Analysis of form coefficient for measuring gross tonnage of wooden ship compared with domestic measurement method of Indonesia. *EPI International Journal of Engineering*, 165-171.
- BKI. 1996. Buku Peraturan Klasifikasi Dan Konstruksi Kapal Laut. Kapal Kayu. Jakarta: BKI.
- Casso L. 1964. *Illustrated History of Ships & Boats*. Garden City, New York: Doubleday & Company, Inc.
- DKP. 2017. Spesifikasi Teknis Kapal Ikan 1 GT-FRP. Kabupaten Sikka: DKP.
- Imron M, Martasuganda S, Kurn A. 2020. Analisis kesesuaian ukuran konstruksi utama kapal perikanan di beberapa pelabuhan perikanan di pulau Jawa. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 11 (1): 1-10.
- Kemendikbud. (201). *Bangunan dan Stabilitas Kapal Niaga 2*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. Kementerian Pendidikan Indonesia.

- Mcgrail S. 2001. *Boats of The World. From The Stone Age To Medieval Times*. New York: Oxford University Press.
- Nanda A. 2004. *Pengukuran dan Penggunaan GT Kapal Ikan di Indonesia*. Bogor: IPB.
- Novianarenti E, Gafur A, Pramesti L, Santoso, Priyonggo P, Indarti R. 2024. Peningkatan kemandirian nelayan melalui pelatihan laminasi kapal kayu berbahan fiber di Desa Gisik, Cemandi Sidoarjo. *JURPIKAT (Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat)*: 537-546.
- NovitaY, Kusumanti I, Rumanti V. 2011. Tingkat pemanfaatan material kayu pada pembuatan gading-gading di galangan kapal rakyat UD. Semangat Untung, Desa Tanah Beru, Bulukumba, Sulawesi Selatan. *Buletin PSP*, XIX (3):219-228.
- Pambudi S, Asrofi M, Triono A, Tsabit M Z, Murtadho N A. 2021. Perahu Fiberglass Untuk Penunjang Alat Penangkap Ikan dan Sektor Pariwisata Desa Sektor Pariwisata Desa Sumberasri Kecamatan Purwoharjo. *SELAPARANG: Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*: 723-727.
- Pardi, Afriantoni. 2021. Fabrikasi kapal fiberglass sebagai bahan alternatif pengganti kapal kayu untuk meningkatkan produktifitas nelayan di Perairan Bengkalis. *KAPAL*: 53-57.
- Peng Y, Nianga, JM, Zefen. 2025. Characterization of marine composites: a comprehensive review of marine materials in shipbuilding, their mechanical behaviors and degradation mechanisms. *Global Journal of Engineering Sciences*, 1-17.
- Permenhub. 2013. *Peraturan Kementerian Perhubungan tentang Pengukuran Kapal*. Jakarta: Permenhub.
- Saputra HG, Amiruddin W, Chrismianto D. 2022. Analisis perbedaan nilai hambatan redesain kapal ikan kayu tambak lorok menjadi kapal fiberglass. *Jurnal Teknik Perkapalan* 10(4) 41-48.
- Saravanan M, Kumar, DB. 2021. A review on navy ship parts by advanced composite material. *Materialstoday*, (hal. 6072-6077 Volume 45, Part 7).
- Siswandi B, Jamal, Jupri, Asrofi M. 2021. Studi kelayakan fiberglass sebagai pengganti kayu dalam pembangunan kapal nelayan daerah Bengkalis pesisir. *Borobudur Engineering Review*: 56-64.