

Kajian Kebutuhan Material pada Konstruksi Lambung Kapal Pinisi

Alamsyah*¹, Muhammad Uswah Pawarah¹, Anggoronadhi Dianiswara²

¹Program Studi Teknik Perkapalan, Institut Teknologi Kalimantan

Jl. Soekarno-Hatta KM.14, Karang Joang, Kota Balikpapan, Kalimantan Timur

²Program Studi Teknik Kelautan, Institut Teknologi Kalimantan

Jl. Soekarno-Hatta KM.14, Karang Joang, Kota Balikpapan, Kalimantan Timur

*Email: alamsyah@lecturer.itk.ac.id

DOI: 10.25042/jpe.052021.09

Abstrak

Bulukumba merupakan daerah di Sulawesi Selatan yang memproduksi kapal kayu dengan bentuk ciri khas tersendiri. Bahan utama yang digunakan dalam pembuatannya adalah kayu. Ketersediaan material kayu merupakan salah satu variabel yang mempengaruhi harga pembuatan kapal, selain hanya bisa didapatkan dari luar daerah, jumlah material kayu relatif terbatas dengan adanya larangan penebangan liar yang sangat merusak hutan Indonesia. Minimnya bahan alternatif sebagai bahan utama pembuatan kapal kayu menuntut para pengrajin untuk cermat dan efisien dalam penggunaan kayu. Oleh karena itu sangat penting dilakukan kajian kebutuhan material kayu dalam pembuatan kapal kayu. Metode statistik digunakan dalam pengambilan sampel data konstruksi kapal dan metode analitis digunakan dengan memanfaatkan rumus *simpson* dalam menghitung bentuk dan volume konstruksi kapal kayu yang tidak beraturan sehingga kebutuhan material secara akurat diketahui. Hasil yang didapatkan semakin besar kapasitas kapal kayu maka kebutuhan material kayu pada lambung kapal semakin meningkat, dengan efisiensi material berbanding lurus dengan besar kapasitas kapal.

Abstract

Study of Material Requirements for Hull Construction of Pinisi Boat. Bulukumba is an area in South Sulawesi that produces wooden boats with its own characteristic shape. The main material used in its manufacture is wood. Availability of wood material is one of the variables that affect the price of shipbuilding, apart from only being obtained from outside the region, the amount of wood material is relatively limited due to the prohibition of illegal logging which is very damaging to Indonesian forests. The lack of alternative materials as the main material for making wooden boats requires craftsmen to be careful and efficient in using wood. Therefore, it is very important to study the need for wood materials in the manufacture of wooden boat. Statistical methods are used in sampling ship construction data and analytical methods are used by utilizing the Simpson's formula in calculating the shape and volume of irregular wooden ship construction so that the material requirements are accurately known. The results obtained that the greater the capacity of the wooden boat, the demand for wood material on the hull increases, with the efficiency of the material being directly proportional to the large capacity of the wooden boat.

Kata Kunci: Kapal kayu, Pinisi, konstruksi lambung

1. Pendahuluan

Indonesia adalah salah satu negara maritim terbesar di dunia yang memiliki banyak warisan budaya maritim. Salah satu warisan maritim yang dimaksud adalah kapal kayu (*phinisi*) [1]. Pinisi adalah kapal tradisional Indonesia yang ditetapkan UNESCO sebagai salah satu warisan budaya Indonesia. Menurut Jinca dalam teknologi dan manajemen industri pelayaran rakyat [2], yang dimaksud kapal kayu adalah kapal yang dibuat dari kayu sebagai bahan utama adalah kayu, serta dilengkapi dengan alat penggerak berupa mesin penggerak (motor) atau alat lainnya seperti layar. Saat ini, pusat

pembuatan Pinisi terletak di Tana Beru dan Bira, Kabupaten Bulukumba, Sulawesi Selatan, serta di Batu Licin, Kalimantan Selatan. Selain sebagai alat angkut barang, Pinisi juga sebagai produk layanan wisata. Eksistensi Kapal Pinisi masih tinggi dan bisa dilihat di Pelabuhan Sunda Kelapa [3].

Kapal pinisi secara tradisional telah dibangun di pantai, di mana material kayu berasal dari hutan Sulawesi (Sulawesi) dan Kalimantan (Kalimantan). Selain itu juga dapat dikenali dari 7 (tujuh) layar, dimana 3 (tiga) buah layar yang diberi nama cocoro pantara ditempatkan di bagian batang, 2 (dua) buah layar yang diberi nama cocoro tangga di bagian tengah kapal dan 2



(dua) buah layar yang diberi nama "terengke" di bagian buritan [4]. Jenis asli Phinisi dikenal sebagai "Palari". Palari menggunakan kayu lengkung untuk batang dan tiang buritan. Ukuran phinisi jenis ini biasanya lebih kecil dari jenis phinisi lainnya. Apalagi seperti kapal tradisional lainnya, Palari hanya mengandalkan angin alami untuk menggerakkan kapal [4]. Namun, ketika mesin diesel sebagai penggerak utama menjadi populer, lambung Phinisi dimodifikasi untuk memiliki tiang yang lebih lurus di batang dan bagian buritan untuk mengakomodasi lebih banyak ruang untuk mesin. Jenis phinisi ini disebut "Lambo" atau "Lamba". Lambo tidak hanya menggunakan layar tetapi juga mesin untuk menggerakkan kapal. Oleh karena itu dikategorikan sebagai "Mesin-Perahu Layar" atau "Kapal Layar Motor (KLM)" [5].

Kapal pinisi tidak luput dari pengembangan teknologi, salah satunya penerapan lunas tambahan pada sisi lambung (bilge) sebagai teknologi moderen untuk meredam gerakan roll kapal [6]. Kapal kayu (pinisi) telah mengalami berbagai macam modifikasi yang dilakukan oleh para pengrajin kapal berdasarkan teknik konstruksi yang mereka pahami sejak dahulu [7].

Harga sebuah phinisi bisa mencapai ratusan juta rupiah karena hampir semua bagian kapal yang terbuat dari kayu. Kayu banyak digunakan sebagai material kapal karena merupakan material yang cukup mudah diperoleh, persediaannya banyak, cukup mudah untuk dikerjakan, serta harganya relatif murah dibanding material lainnya seperti bahan baja, besi, dan FRP. Selain itu, pembangunan kapal dengan kayu juga tidak memerlukan teknologi yang tinggi [8]. Jenis-jenis kayu yang banyak digunakan untuk industri perkapalan di Indonesia Balau (*Shorea* spp), Giam (*Cotylelobium* spp), Gofasa (*Vitax cofassus* Reinw), Jati (*Tectona grandis* L.f), dan Kayu hitam (ulin) [9].

Pada dasarnya pemilik kapal menyebutkan *owner requirment* kepada pengrajin dengan menyebutkan ukuran panjang dan lebar ataupun kapasitas muat dari kapal yang akan dipesannya. Dari data tersebut, pengrajin dapat menentukan ukuran utama kapal, kebutuhan bahan baku, biaya produksi, dan waktu pekerjaan. Dimensi yang dimaksud terdiri dari panjang keseluruhan kapal (LOA), lebar kapal (B), tinggi kapal (H) dan bentuk lambung serta bagian lain dari kapal sangat tergantung pada insting dan pengalaman pembuat kapal. Kajian terkait performa lambung

kapal kayu sesuatu hal yang perlu diseriisi mengingat metode pembangunan yang digunakan adalah non konvensional [10].

Khususnya di daerah Sulawesi Selatan terdapat beberapa tempat yang memproduksi kapal kayu dengan tipe yang berbeda-beda dan memiliki ciri khas tertentu. Hingga saat ini banyak dibangun di beberapa daerah misalnya di Tanah Beru Bulukumba. Proses pembangunan kapal tersebut tidak didasari dengan perhitungan dan tanpa menggunakan gambar sebagaimana layaknya suatu perencanaan kapal modern. Mereka mampu membuat kapal yang kokoh dan megah hanya dengan berdasarkan pada pengalaman dan pengetahuan yang diperoleh dari nenek moyang mereka. Dimana pembuatan kapal dimulai dengan peletakan konstruksi lunas, membuat papan kulit (dinding lambung) kemudian diberi rangka (gading).

Dimensi lunas ditentukan oleh besar kapal dan konstruksinya. Untuk kapal kecil, lunas dapat dibuat dari satu bagian saja, sedangkan untuk kapal besar lunas terdiri dari dua bagian yaitu bagian bawah disebut lunas luar dan bagian atas disebut lunas dalam [11]. BKI 1996 menyebutkan bahwa jumlah maksimum potongan kayu balok (n) dari lunas luar/lunas dalam, ditentukan berdasarkan panjang kapal (L). Selain itu bagian dari lunas luar dan lunas dalam yang disambung, paling sedikit panjangnya harus 6 m dan sambungan anatara lunas dengan lunas dibagian belakang kapal harus dihindarkan [12]. Pada pembangunan kapal kayu, konstruksi gading merupakan salah satu konstruksi yang membutuhkan banyak bahan kayu setelah kulit lambung pada kapal kayu pinisi, [13].

Pengrajin hanya mempertimbangkan kelayakan ukuran utama yang dipakai berdasarkan pengalaman kapal yang dibangun sebelumnya. Proses desain pengrajin bersifat imajinatif, artinya rencana atau kepastian bentuk kapal terlihat pada saat pembangunan kapal, tidak ada proses perencanaan bentuk sebelumnya. Alih-alih perhitungan dan analisis teknis, berbagai ritual dilakukan selama proses pembangunan untuk memulai dan merayakan setiap tahap. Beberapa tahapan yang dirayakan seperti penebangan pohon, peletakan lunas, penentuan pusar kapal, peluncuran kapal, dll [14].



Dalam pembuatannya, bahan utama yang digunakan adalah kayu yang merupakan bahan baku yang banyak diperoleh dari luar daerah. Ketersediaan material kayu merupakan salah satu variabel yang mempengaruhi harga pembuatan kapal, selain hanya bisa didapatkan dari luar daerah, jumlah material kayu relatif terbatas dengan adanya larangan penebangan liar yang sangat merusak hutan Indonesia. Minimnya bahan alternatif sebagai bahan utama pembuatan kapal kayu menuntut para pengrajin untuk cermat dan efisien dalam penggunaan kayu. Berdasarkan hal di atas maka dianggap perlu untuk menganalisis jumlah penggunaan material kayu pada pembuatan kapal kayu yang diproduksi di Bulukumba.

2. Metode

Penelitian ini bersifat identifikasi, yaitu mengetahui jumlah material yang digunakan dalam pembangunan kapal kayu yang diproduksi di daerah Tanah Beru, Kecamatan Bontobahari, Kabupaten Bulukumba, Sulawesi selatan. Data kapal kayu yang diamati adalah yang berukuran 50-100 GT.

2.1. Pengambilan Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini yakni data sekunder (tidak langsung) yang diperoleh melalui bahan-bahan tertulis atau informasi lainnya yang erat kaitannya dengan penelitian ini, seperti data mengenai jumlah populasi kapal kayu di wilayah Bulukumba. Selanjutnya digunakan juga data primer (langsung) yang langsung diperoleh dari lapangan, yaitu galangan kapal kayu Tana Beru, Bulukumba. Data yang diperoleh berupa ukuran utama kapal, ukuran konstruksi, jumlah kebutuhan material (kubik kotor), jenis kayu yang dipasang pada tiap element konstruksi dan lain-lain. Teknik pengambilan data diantaranya :

- a. Menetapkan sampel acak ukuran kapal dari 50-100 GT dengan metode statistik nonparametrik [15]. Sebagai berikut:

$$(n) = \frac{N}{(1+N \times 10\%)} \quad (1)$$

dimana (n) = jumlah sampel, N = populasi, dan Kesalahan Relatif = 10%.

- b. Observasi, yaitu dengan melakukan pengukuran langsung dan identifikasi terhadap objek kapal kayu yang diteliti.

- c. Wawancara, yaitu dilakukan melalui proses tanya jawab dengan beberapa orang yakni antara lain pengrajin, awak kapal, dan pemilik kapal serta orang-orang yang ahli dibidang ini.

2.2. Pengolahan Data

Setelah dilakukan pengambilan sampel acak data kapal dengan menggunakan metode statistik nonparametrik dengan batasan GT 50-100 maka ditetapkan 3 (tiga) sampel acak kapal berukuran 50 GT, 75 GT, dan 100 GT. Selanjutnya dilakukan pengolahan data sebagai berikut :

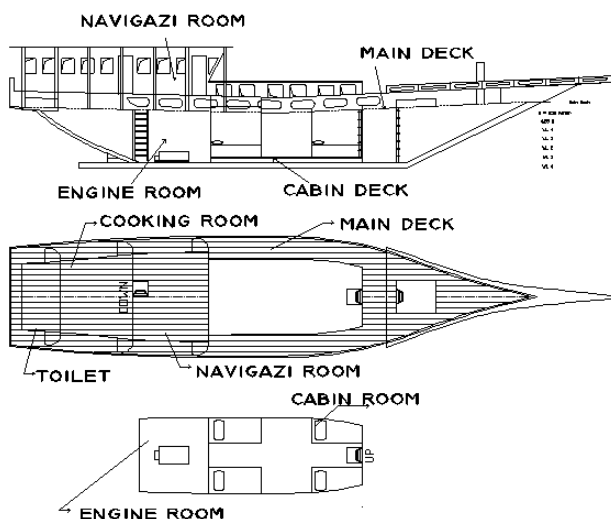
- a. Penggambaran *lines Plane* diperlukan untuk melihat dan mengetahui bentuk *longitudinal center plane, body plane* dan *waterline plane* serta mengetahui luasan tiap gading. Untuk penggambarannya diperlukan data ukuran utama kapal dan data *offset* tiap gading (*section*) yang didapatkan melalui pengukuran langsung pada kapal yang dijadikan sampel.
- b. Penggambaran konstruksi bagian-bagian kapal yang meliputi lambung yakni *sheel expansion, midship section* dan *profile* yang berguna untuk mengetahui bentuk konstruksi dan selanjutnya menghitung kebutuhan material yang terpasang pada kapal dengan menggunakan *software AutoCAD* serta secara matematis (rumus simpsons) [16].
- c. Identifikasi penggunaan material kayu untuk tiap element konstruksi (kubik kotor). Setiap bagian-bagian konstruksi yang belum terpasang pada lambung kapal kayu.
- d. Identifikasi penggunaan kayu yang telah terpasang sebagai element konstruksi (kubik bersih). Setiap bagian-bagian konstruksi yang telah terpasang pada lambung kapal kayu.
- e. Menentukan jumlah efisiensi penggunaan material dengan menggunakan rumus :

$$Efisiensi = \frac{Material\ terpasang}{Material\ tersedia} \times 100\% \quad (2)$$
- f. Membuat diagram keterkaitan antara kapal dan jumlah kebutuhan material serta menarik kesimpulan.



3. Pembahasan

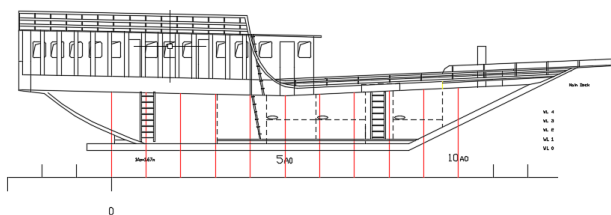
Kapal yang menjadi objek penelitian yakni kapal dengan ukuran 50 GT, 70 GT, dan 100 GT yang ditunjukkan pada Gambar 1.



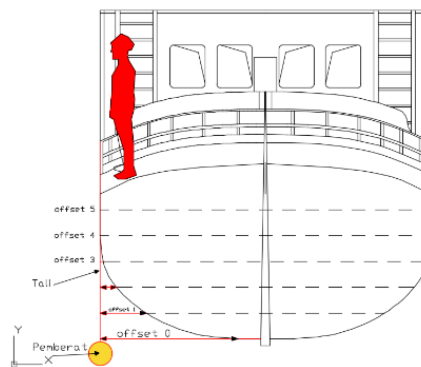
Gambar 1. Rencana umum kapal kayu Pinisi (penumpang/wisata)

Gambar 1 menunjukkan jenis kapal Pinisi yang menjadi objek penelitian. Kapal tersebut memiliki GT 70 dimana untuk GT yang lebih kecil dan lebih besar akan menyesuaikan. Selanjutnya pengukuran kapal dilakukan dengan membagi 10 (sepuluh) ordinat lunas kapal, kemudian menentukan bentuk lambung kapal dengan menggunakan bantuan alat meteran *roll*, namun sebelum pengukuran dilakukan yang harus diperhatikan adalah posisi kapal pada landasan pembangunan harus berada posisi yang tegak lurus dan seimbang, hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan bantuan alat *water pass* dan mistar siku. Prosedur tersebut ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3.

Setelah menyelesaikan pengukuran kapal dengan titik ukuran tertentu dari tiap ordinat kapal, maka penulis menggambar ordinat tersebut dalam bentuk penampang melintang kapal sesuai dengan hasil pengukuran yang ada. Kemudian menggambar *body plane*.

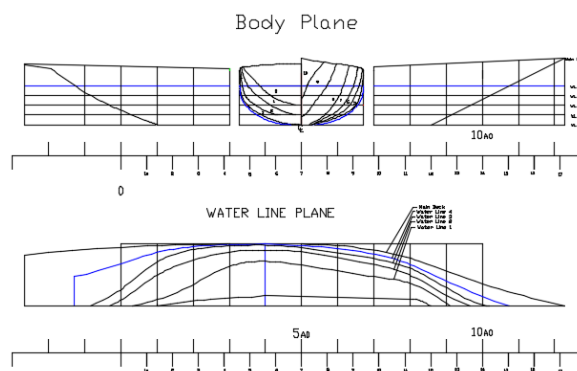


Gambar 2. Pembagian 10 (sepuluh) ordinat lunas kapal



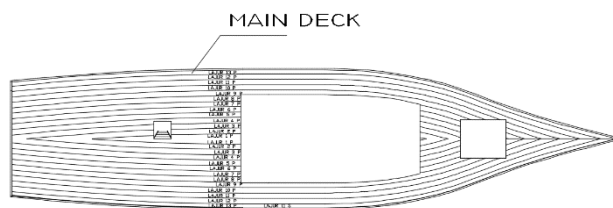
Gambar 3. Mengukur data *offset* kapal untuk setiap ordinat

Untuk selanjutnya dari penampang-penampang tersebut diproyeksikan untuk menggambar *waterline plan*.

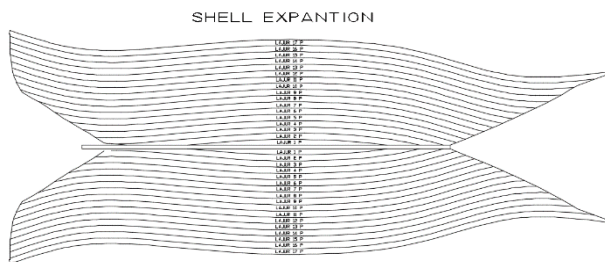


Gambar 4. *Body plan* dan *waterline plan* kapal

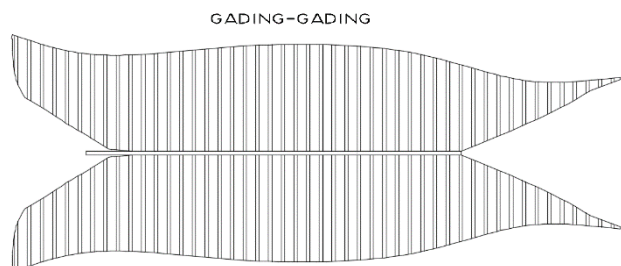
Gambar 4 menunjukkan pembuatan *lines plan* berbekal data *offset* tampak melintang kapal yang telah diidentifikasi sebelumnya. Untuk memudahkan proses perhitungan jumlah material data *lines plan* tersebut selanjutnya digunakan untuk membuat gambar profil konstruksi secara mendetail sesuai ukuran yang ada dilapangan seperti sketsa lunas, linggi haluan & buritan, papan *main deck*, *shell expansion* (papan kulit), gading-gading, balok geladak melintang, balok geladak memanjang, balok mati/skeg, galar/senta, sekat kamar mesin dan sekat haluan.



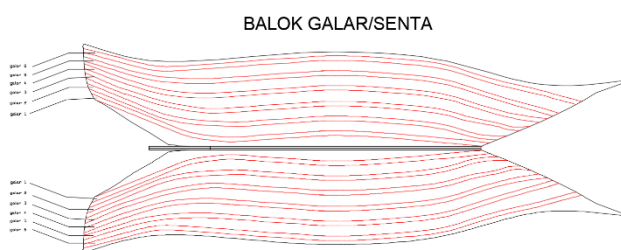
Gambar 5. Papan *main deck*



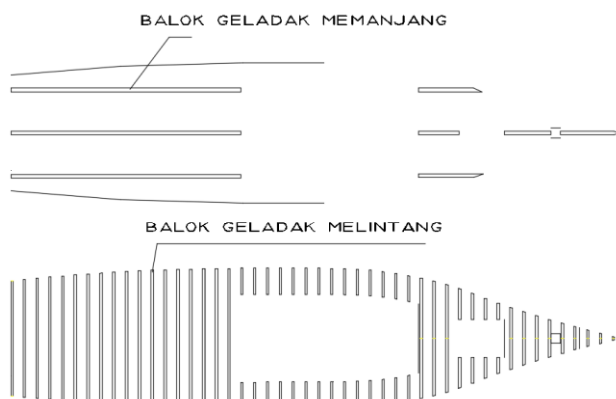
Gambar 6. Papan kulit kapal



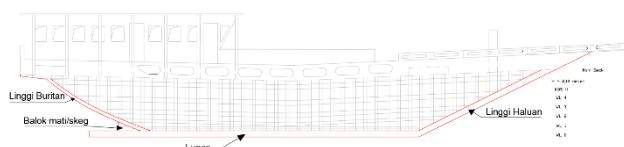
Gambar 7. Kayu/balok gading-gading



Gambar 8. Papan/balok galar (senta)



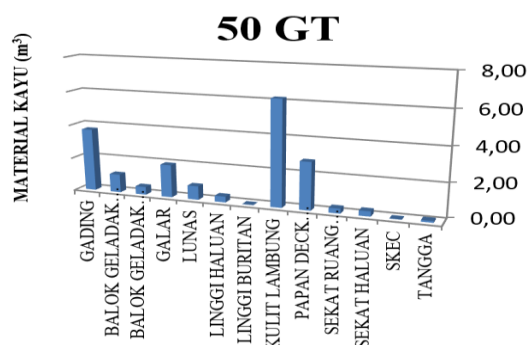
Gambar 9. Balok geladak



Gambar 10. Balok lunas, linggi, dan balok mati/skeg

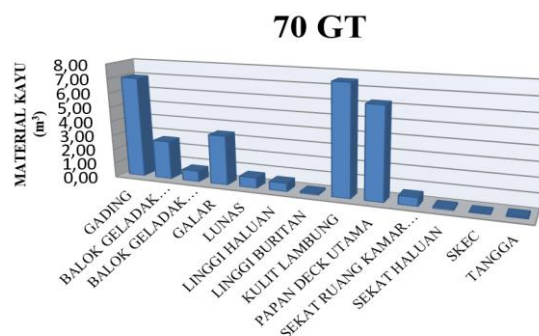
Setelah melakukan proses sketsa bagian-bagian konstruksi lambung kapal pinisi sesuai ukuran yang ada di lapangan maka dilakukan analisis kebutuhan material kayu yang terpasang/terpakai (kubik bersih) sebagai

konstruksi dan bahan baku kayu yang berbentuk gelondongan (kubik kotor).

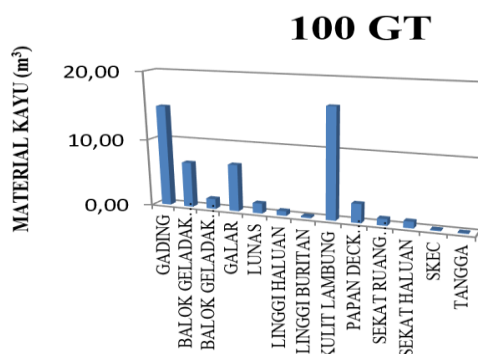


Gambar 11. Kebutuhan material kapal 50 GT

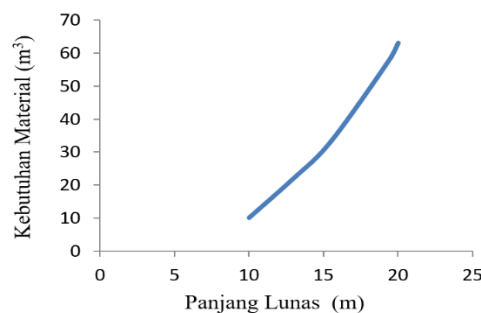
Proses perhitungan menggunakan Autocad dan rumus simpson dalam menghitung luas dan volume bentuk konstruksi kapal yang tidak beraturan. Hasil perhitungan ditunjukkan pada Tabel 1.



Gambar 12. Kebutuhan material kapal 70 GT



Gambar 13. Kebutuhan material kapal 100 GT



Gambar 14. Kebutuhan material kapal berdasarkan panjang lunas

Tabel 1. Kebutuhan material kayu untuk masing-masing konstruksi kapal Pinisi

Konstruksi Lunas						
ID kapal	Panjang (m)	Lebar (m)	Tebal (m)	Terpasang (kubik bersih) m ³	Terpasang (kubik kotor) m ³	Efisiensi (%)
50 GT	13	0.14	0.25	0.65	0.725	98
70 GT	15.5	0.16	0.30	0.725	0.813	93.13
100GT	19.37	0.20	0.38	1.49	1.50	93.34
Konstruksi Linggi Haluan						
ID kapal	Panjang (m)	Lebar (m)	Tebal (m)	Terpasang (kubik bersih) m ³	Terpasang (kubik kotor) m ³	Efisiensi (%)
50 GT	7.61	0.12	0.24	0.347	0.429	80.85
70 GT	9.09	0.14	0.27	0.583	0.676	86.32
100GT	12	0.18	0.35	0.69	0.73	94.83
Konstruksi Linggi Buritan						
ID kapal	Panjang (m)	Lebar (m)	Tebal (m)	Terpasang (kubik bersih) m ³	Terpasang (kubik kotor) m ³	Efisiensi (%)
50 GT	4.24	0.14	0.13	0.357	0.420	85
70 GT	6.33	0.16	0.15	0.578	0.632	90
100GT	6.44	0.20	0.20	0.22	0.25	86.18
Konstruksi papan kulit						
ID kapal	Panjang (m)	Lebar (m)	Tebal (m)	Terpasang (kubik bersih) m ³	Terpasang (kubik kotor) m ³	Efisiensi (%)
50 GT	469	0.22	0.06	6.198	7.603	98
70 GT	571	0.22	0.06	7.549	9.029	93.13
100GT	1230	0.22	0.06	16.24	18.53	93.34
Konstruksi Gading-gading						
ID kapal	Panjang (m)	Lebar (m)	Tebal (m)	Terpasang (kubik bersih) m ³	Terpasang (kubik kotor) m ³	Efisiensi (%)
50 GT	203.20	0.13	0.12	3.17	3.75	99.11
70 GT	447.75	0.13	0.12	6.985	7.039	99.24
100GT	955.76	0.13	0.12	14.91	15.27	97.65
Konstruksi Galar/senta						
ID kapal	Panjang (m)	Lebar (m)	Tebal (m)	Terpasang (kubik bersih) m ³	Terpasang (kubik kotor) m ³	Efisiensi (%)
50 GT	214.4	0.05	0.18	1.93	2.95	74.74
70 GT	271.4	0.06	0.21	3.42	4.14	82.34
100GT	552.38	0.08	0.27	6.96	7.52	92.53
Konstruksi balok geladak melintang						
ID kapal	Panjang (m)	Lebar (m)	Tebal (m)	Terpasang (kubik bersih) m ³	Terpasang (kubik kotor) m ³	Efisiensi (%)
50 GT	104.8	0.08	0.13	1.09	1.63	66.78
70 GT	255.76	0.08	0.13	2.66	4.44	60.60
100GT	645.19	0.08	0.13	6.71	8.19	81.95
Konstruksi balok geladak memanjang						
ID kapal	Panjang (m)	Lebar (m)	Tebal (m)	Terpasang (kubik bersih) m ³	Terpasang (kubik kotor) m ³	Efisiensi (%)
50 GT	32.65	0.12	0.12	0.469	0.504	93.14
70 GT	45.02	0.13	0.13	0.761	0.98	77.70
100GT	67.11	0.15	0.15	1.51	1.62	93.51



Konstruksi papan geladak						
ID kapal	Panjang (m)	Lebar (m)	Tebal (m)	Terpasang (kubik bersih) m ³	Terpasang (kubik kotor) m ³	Efisiensi (%)
50 GT	318.18	0.22	0.04	2.80	3.23	86.73
70 GT	713.63	0.22	0.04	6.28	7.28	86.24
100GT	935.22	0.22	0.04	8.23	8.8	93.52
Konstruksi Sekat kamar mesin						
ID kapal	Panjang (m)	Lebar (m)	Tebal (m)	Terpasang (kubik bersih) m ³	Terpasang (kubik kotor) m ³	Efisiensi (%)
50 GT	4.68	1.98	0.04	0.37	0.45	82.22
70 GT	5.58	2.36	0.04	0.52	0.6	86.67
100GT	7.31	2.80	0.04	0.81	0.85	95.25
Konstruksi sekat ceruk haluan						
ID kapal	Panjang (m)	Lebar (m)	Tebal (m)	Terpasang (kubik bersih) m ³	Terpasang (kubik kotor) m ³	Efisiensi (%)
50 GT	2.15	2.89	0.04	0.24	0.33	72
70 GT	2.56	3.45	0.04	0.35	0.4	87.5
100GT	3.05	4.11	0.04	0.5	0.55	90
Konstruksi tangga						
ID kapal	Panjang (m)	Lebar (m)	Tebal (m)	Terpasang (kubik bersih) m ³	Terpasang (kubik kotor) m ³	Efisiensi (%)
50 GT	9	0.22	0.05	0.10	0.11	90
70 GT	10	0.22	0.05	0.11	0.12	91
100GT	13	0.22	0.05	0.14	0.145	96
Konstruksi balok mati/skeg						
ID kapal	Panjang (m)	Lebar (m)	Tebal (m)	Terpasang (kubik bersih) m ³	Terpasang (kubik kotor) m ³	Efisiensi (%)
50 GT	0.48	0.14	0.25	0.0168	0.0169	99
70 GT	0.62	0.16	0.30	0.03	0.04	87.5
100GT	1.71	0.20	0.38	0.13	0.15	87.5

Tabel 1 menunjukkan kebutuhan material dan efisiensi penggunaan material kayu pada setiap bagian konstruksi pada lambung kapal kayu. Selain itu diberikan informasi tentang kebutuhan material kapal kayu dengan panjang lunas 13 meter, 15,5 meter dan 19,37 meter atau 50 GT ~ 100 GT. Selanjtnya dituangkan dalam bentuk grafik yang ditunjukkan pada Gambar 11, 12, 13, dan 14.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan untuk mengetahui kubik bersih dan kubik kotor beserta efisiensi penggunaan material pada lambung kapal kayu tipe penumpang 50 - 100 GT, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Hasil perhitungan volume (kubik bersih) penggunaan material kayu pada lambung kapal (termasuk geladak utama dan konstruksi yang ada di bawahnya) untuk ketiga kapal yang dijadikan sampel yakni 50 GT (panjang lunas 13 meter), 70 GT (panjang lunas 15,5 meter) dan 100 GT (panjang lunas 19,3 meter) dengan tipe kapal yang sama secara berurut diperoleh 22.02 m³, 33.20 m³, dan 57.63 m³. Dengan efisiensi material kayu sebesar 84.27 %, 84.7 % dan 91.20 %.
- Keterkaitan GT kapal kayu dengan kebutuhan material lambung kapal (termasuk geladak utama dan konstruksi yang ada di bawahnya) yakni efisiensi cenderung meningkat pada ukuran GT kapal yang besar dimana nilainya berada di atas 90%.



Referensi

- [1] M. Arif, "Pinisi-Perahu Khas Sulawesi Selatan, Proyek Pembinaan Peninggalan Sejarah Perbakala dan Permuseuman Sulawesi Selatan," 2001.
- [2] M. Y. Jinca, *Transportasi Laut Kapal Layar Motor Pinisi: Teknologi dan Manajemen Industri Pelayaran Rakyat*. Makasar : Lembaga Penerbitan, Universitas Hasanuddin, 2002.
- [3] A. Dianiswara, A.N. Hasmi, L.P. Adnyani, Alamsyah, "Kajian Gerakan Roll Kapal Pinisi Dengan Bilge Keel," *J. Inovtek Polbeng*, vol. 10, no. 2, pp. 152–157, 2020.
- [4] H. Lisbijanto, *Kapal Pinisi*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2013.
- [5] A. Salam, O. Katsuya "Technological Adaptation in the Transformation of Traditional Boats in the Spermonde Archipelago, South Sulawesi," *Southeast Asian Stud.*, vol. 46, no. 2, pp. 200–227, 2008.
- [6] W. Liu, Y. K. Demirel, E. B. Djatmiko, S. Nugroho, T. Tezdogan, R. E. Kurt, H. Supomo, I. Baihaqi, Z. Yuan, A. Incecik, "Bilge keel design for the traditional fishing boats of Indonesia's East Java," *Int. J. Nav. Archit. Ocean Eng.*, vol. 11, no. 1, pp. 380–395, 2019.
- [7] L. Bochary, F. Larengi, "Alternatif Penggunaan Gading Baja Pada Pembangunan Kapal Kayu 30 GT," *J. Ris. dan Teknol. Kelaut.*, vol. 10, no. 2, pp. 145–155, 2012.
- [8] R.F.B. Purba, "Kajian Tekno-ekonomi Kapal Gillnet Material Kayu di Karangantu, Kabupaten Serang, Propinsi Banten," Institut Pertanian Bogor, 2004.
- [9] Ayuningsari, "Tekno Ekonomi Pembangunan Kapal Kayu Galangan Kapal Rakyat diDesa Gebang, Cirebon, Jawa Barat," Institut Pertanian Bogor, 2007.
- [10] F. Mahmuddin, A. Fitriadhy, and S. Dewa, "Motions Analysis of a Phinisi Ship Hull with New Strip Method," *Int. J. Eng. Sci. Appl.*, vol. 2, no. 1, pp. 91–97, 2016.
- [11] A. M. Rauf, A. Chaerunnisa, *Pengembangan Metode Pembuatan Kapal Kayu Tradisional di Kabupaten Bulukumba*. Makassar: Lembaga penelitian Pengembangan Masyarakat Universitas Hasanuddin, 2003.
- [12] Biro Klasifikasi Indonesia, *Peraturan Kapal Kayu*. Jakarta: Biro Klasifikasi Indonesia, 1996.
- [13] Alamsyah, "Analisis Penggunaan Material Kayu pada Pembangunan Kapal Kayu (GT 50 - 100)," Universitas Hasanuddin, 2012.
- [14] N. Kurniasari, C. Yuliaty, Nurlaili, "Dimensi Religi Dalam Pembuatan Pinisi," *J. Sos. Ekon. Kelaut. dan Perikan.*, vol. 8, no. 1, pp. 75–83, 2013.
- [15] S. Siegel, *Statistik Non Parametrik*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama, 1990.
- [16] N. M. R. R. C. Perbani, Rinaldy, "Penerapan Hitungan Volume Metode Simpson untuk Menghitung Volume Kapal dan Topografi Darat," *J. Rekayasa Hijau*, vol. 2, no. 90–100, 2018.

