



STUDI PROSES PEMBUATAN DAN PEMASANGAN *LADDER* PADA PEMBANGUNAN KAPAL LA LUMIERE 9

Pratama Yuli Arianto^{a*}, Nurisa Sharani Fasya^a, Ahmad Yasim^a, Hery Indria Dwi Puspita^a
^aProdi Teknik Konstruksi Perkapalan, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember

E-mail koresponden: pratamayariant@unej.ac.id

Abstract

Ship ladders are an important element in mobility between rooms or decks on a ship. On the La Lumiere 9, which is a luxury yacht made from FRP, the ship's ladder requires a material that is strong, light, and has high resistance to sea conditions that have high salt levels. In this research, the main materials used in making the ladder were Chopped Strand Matt 300 and Woven Roving 600 where the stages of making and installing the ladder included making molds, caulking and smoothing the molds, lamination, installation, and finishing. The International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS) Chapter 3 does not provide specific regulations regarding fiberglass ship ladders. In this study, making a ladder can be said to be feasible if it has been accepted and approved by the class. The results of this research will provide practical guidance for maritime companies and the shipping industry that are interested in utilising the potential of composite materials in the development of ship ladders.

Keywords: ladder, ship, fiberglass, maritime

Abstrak

Tangga kapal merupakan salah satu elemen penting dalam mobilitas antar ruangan atau geladak di kapal. Pada kapal La Lumiere 9 yang berjenis *luxury yacht* berbahan FRP, tangga kapal membutuhkan material yang kuat, ringan, dan memiliki daya tahan tinggi terhadap kondisi laut yang memiliki kadar garam tinggi. Pada penelitian ini material utama yang dipergunakan dalam pembuatan *ladder* adalah Chopped Strand Matt 300 dan Woven Roving 600 dengan tahapan pembuatan dan pemasangan *ladder* meliputi pembuatan cetakan, pendempulan dan penghalusan cetakan, laminasi, pemasangan, dan *finishing*. *International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS) Chapter 3* tidak memberikan regulasi spesifik mengenai tangga kapal *fiberglass*, pada penelitian ini pembuatan *ladder* dapat dikatakan layak apabila telah diterima dan disetujui oleh pihak *class*. Hasil penelitian ini akan memberikan panduan praktis bagi perusahaan maritim dan industri kapal yang tertarik memanfaatkan potensi material komposit dalam pengembangan tangga kapal.

Kata Kunci: Tangga, Kapal, *Fiberglass*, Maritim

1. PENDAHULUAN

Sebagai negara maritim Indonesia membutuhkan sarana kapal baik yang berukuran besar maupun berukuran kecil. Tujuan dari kapal-kapal kecil adalah untuk operasi pantai dan pengamanan di wilayah perairan Indonesia, wisata pantai, kapal ikan, dan armada kapal penumpang antar pulau kecil yang saling berdekatan. Lebih dari setengah dari seluruh kapal ikan merupakan kapal berbahan FRP [1,2]. Armada kapal untuk keperluan ini umumnya menggunakan bahan *Fiberglass Reinforced Plastics* atau biasa disebut kapal FRP atau di Indonesia dikenal dengan kapal *fiberglass*. Kelebihan kapal FRP adalah memiliki konstruksi ringan, harga murah, dan proses produksi cepat. Dibandingkan dengan kapal berbahan aluminium yang juga ringan, galangan kapal *fiberglass* tidak memerlukan investasi besar, memiliki teknologi yang sederhana, dan tidak memerlukan kualifikasi tenaga kerja yang tinggi [3].

Penelitian ini menjadikan kapal bertipe *luxury yacht* sebagai objek dimana merupakan kapal yang dirancang untuk memberikan pengalaman mewah kepada para penumpangnya. Umumnya kapal *luxury yacht* dapat digunakan untuk berlayar di perairan laut terbuka atau mengunjungi destinasi eksklusif di seluruh dunia. Kapal ini sering digunakan untuk sarana liburan pribadi, perjamuan, pernikahan, atau tempat tinggal sementara selama perjalanan liburan yang mewah. Kapal jenis ini menawarkan pengalaman berlayar yang tak terlupakan dengan sentuhan kemewahan.

Dalam industri maritim, material komposit seperti *fiberglass* telah menjadi pilihan populer untuk berbagai bagian kapal, termasuk tangga kapal. Keunggulan material ini antara lain kekuatan, ringan, tahan terhadap korosi dan kemampuan membentuk desain yang diinginkan secara tepat. Produksi tangga kapal yang efisien dan andal memegang peranan penting dalam menjamin keselamatan dan fungsi kapal. Tangga kapal menyediakan akses mobilisasi antar geladak. Kekuatan dan tingkat ergonomi penggunaan menjadi faktor penting yang harus diperhatikan saat merancang dan membuat tangga.

Dalam konteks ini, penggunaan *fiberglass* sebagai material konstruksi tangga menawarkan sejumlah manfaat menarik. Dibandingkan dengan bahan tradisional seperti logam, *fiberglass* lebih ringan namun tetap mempertahankan kekuatan struktural yang dibutuhkan. Selain itu, sifat anti korosi dari *fiberglass* membuatnya cocok untuk digunakan di lingkungan laut yang memiliki kadar garam tinggi. Berdasarkan hal tersebut, dilakukannya penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proses dan pemasangan tangga berbahan dasar FRP pada kapal La Lumiere 9 berjenis *luxury yacht* dan juga regulasi yang diterapkan dalam pembuatan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.2. Ship's Outfitting

Menurut [4], perkembangan teknologi produksi kapal menjadi empat tahapan, berdasarkan teknologi yang digunakan dalam proses pengerjaan lambung dan *outfitting*. *Ship outfitting* merupakan bagian kapal selain dari pada badan kapal itu sendiri dan dapat dikelompokkan menjadi: *Hull Outfitting*, *Machinery Outfitting*, dan *Electrical Outfitting*. *Ship outfitting* sendiri mempunyai peran yang cukup penting, antara lain:

1. Memberi kapal kemampuan untuk bergerak dan bekerja
2. Menyediakan akomodasi untuk crew dan penumpang
3. Menyediakan akses dan ruang untuk penempatan muatan maupun mobilisasi orang
4. Menjaga fungsi-fungsi tersebut dalam jangka waktu yang lama

2.3. Ladder (tangga) Kapal

Ladder merupakan struktur konstruksi yang dirancang untuk menghubungkan dua tingkat vertikal dalam jarak tertentu atau struktur penghubung antar geladak. Fungsi *ladder* sendiri yakni sebagai jalan naik dan turun antar geladak pada kapal. Berikut merupakan beberapa jenis-jenis *ladder* pada kapal :

2.3.1. Vertical ladder

Vertical ladder atau tangga lurus adalah jenis tangga kapal yang memiliki bentuk tegak sejajar dengan dinding kapal dan tidak dibutuhkan terlalu banyak area. Biasanya tangga lurus dipilih pada area yang tidak memungkinkan untuk digunakan tangga miring. Umumnya tangga lurus terdapat pada geladak terbuka di bangunan atas kapal.

2.3.2. Pilot ladder

Pilot ladder merupakan tangga yang dipasang di lambung bagian kanan atau kiri kapal untuk alasan kemudahan dan keselamatan. Selain itu, jenis tangga ini dapat digunakan sebagai akses alternatif naik turun para anak buah kapal.

2.3.3. Hold ladder

Tangga miring merupakan tangga dengan posisi kemiringan tertentu disesuaikan dengan penempatannya, pada umumnya tangga jenis ini ditempatkan pada ruangan yang cukup luas dan sesuai dengan kebutuhannya tidak dimungkinkan menggunakan tangga tegak. Kemiringan tangga yang wajar dan biasa digunakan adalah berkisar antara 25 – 42 derajat.

2.3.4. Accomodation ladder

Accommodation ladder atau tangga akomodasi adalah tangga putar yang dipasang di satu atau dua sisi kapal yang berfungsi sebagai jembatan portabel saat dipasang. Tangga ini sebagian besar terbuat dari aluminium, dengan menggunakan kabel yang dipasang pada platform ujungnya. Pergerakan tangga dalam dua arah atas dan bawah dengan menggunakan kabel yang digerakkan oleh motor pengontrol.

2.4. Metode Laminasi Hand Lay Up

Pada proses pembuatan kapal FRP, terdapat tiga metode laminasi yang biasanya dipergunakan dimana terdiri dari metode *hand lay up*, metode *chopper gun* dan metode *vacum*

infussion. Metode *chopper gun* merupakan metode penembakan potongan fiber dan resin ke seluruh cetakan, dan disatukan dengan proses *roll*. Metode *vacum infussion* merupakan metode *Resin Transfer Moulding*(RTM) dimana menyuntikkan resin kedalam cetakan dengan sisi atas cetakan berupa plastik film.

Metode Laminasi *Hand Lay Up* merupakan metode dasar dalam pembangunan kapal atau objek berbahan FRP. Metode ini merupakan metode laminasi yang paling mudah dan sederhana. Kekurangan metode ini adalah tidak maksimalnya hasil penyatuan dari lapisan atau susunan antara fiber dan resin pada badan kapal yang terbentuk [5].

2. 5. Regulasi *ladder*

International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS) adalah peraturan internasional yang mengatur standar keselamatan kapal-kapal niaga. Bagian III dari SOLAS memberikan persyaratan terkait tangga di kapal, tetapi tidak ada ketentuan yang secara khusus mengacu pada tangga kapal *fiberglass*. Namun, SOLAS memberikan beberapa persyaratan umum yang dapat diterapkan pada tangga kapal *fiberglass*, seperti berikut ini:

- a. Bagian A-1.2.1.1 mengatur bahwa tangga harus dirancang, dibangun, dan dipasang secara kuat, stabil, dan aman untuk memberikan akses yang aman dan mudah bagi awak kapal.
- b. Bagian A-1.2.10 menyebutkan bahwa tangga darurat harus dirancang dan dipasang untuk memberikan akses cepat dan aman ke kapal dari lambung atau geladak lainnya. Persyaratan ini dapat diterapkan pada tangga darurat yang terbuat dari *fiberglass*.
- c. Bagian A-1.3.7 mengatur bahwa tangga harus memenuhi standar keamanan dan keselamatan yang ditetapkan dalam regulasi SOLAS[6].

3. METODOLOGI PENELITIAN

3. 2. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 7 - 20 Februari 2023 di galangan kapal PT. Blambangan Bahari Shipyard (PT. BBS), Jl. Pelabuhan Muncar, Kedungrejo, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur, Indonesia

3. 3. Alat dan Bahan

Pada penelitian ini, dibutuhkan alat dan bahan untuk menyelesaikan penelitian sebagai berikut:

1. *Chopped Strand Mat (CSM)* 300 dan *Woven Roving (WR)* 600
2. Resin
3. Katalis
4. Wax
5. Talk
6. Pigmen
7. Dempul
8. Gelcoat
9. Cat
10. Thinner
11. Gergaji
12. Mesin Bor
13. Sekrup
14. Roll Meter

3. 4. Kapal La Lumiere 9

Pada penelitian ini menggunakan studi kasus proses pembuatan dan pemasangan *ladder* (tangga) pada kapal La Lumiere 9 dengan data kapal dapat dilihat pada Tabel 1. Material utama dalam pembuatan *ladder* ini menggunakan material *fiberglass* jenis *Matt* dan *Roving* dengan resin dan katalis sebagai pengikatnya. Kapal La Lumiere 9 ini adalah jenis kapal *luxury yacht* dimana rencana operasional kapal di wilayah perairan timur Indonesia (Nusa Tenggara) untuk kepentingan pribadi dan komersial.

Tabel 1. Data Ukuran Utama Kapal

Item	Keterangan
Nama Kapal	La Lumiere 9
Tipe Kapal	<i>Luxury Yatch</i>
<i>Length Over All (LOA)</i>	15 meter
<i>Breadth (B)</i>	3,8 meter
<i>Depth Molded Midship (H)</i>	1,7 meter
<i>Draft (T)</i>	0,7 meter
<i>Speed Max</i>	30 – 35 Knot
<i>Max Engine</i>	3 x 300 HP
<i>Fuel Tank Cap.</i>	1000 Liter dan 2500 Liter

3. 5. Fabrikasi *ladder*

Secara umum fabrikasi kapal *fiberglass* memerlukan pemahaman dan ketelitian dalam pelaksanaannya termasuk fabrikasi pada *ladder* kapal *fiberglass*. Kajian berbagai referensi baik dari hasil penelitian maupun buku yang berkaitan dengan fabrikasi kapal *fiberglass* akan mendukung hasil produk *ladder fiberglass* lebih optimal. Secara umum, proses fabrikasi *ladder* umumnya meliputi beberapa langkah, antara lain:

3.5.1. Metode Pembuatan Cetakan *Ladder*

Cetakan (*moulded*) merupakan komponen yang sangat menentukan dalam proses produksi kapal *fiberglass*. Dalam fabrikasi kapal *fiberglass* terdapat 2 metode yaitu dengan cetakan negatif dan cetakan positif. Cetakan negatif menghasilkan bagian dalam yang halus sedangkan cetakan positif menghasilkan permukaan halus bagian luar. Bentuk cetakan mengacu pada gambar yang dibuat dengan skala 1:1. Dalam pembuatan cetakan sangat diperlukan ketelitian agar *ladder* yang terbentuk nantinya sama dengan gambar yang sudah direncanakan [7].

3.5.2. Laminasi

Teknologi laminasi adalah teknik penggabungan bahan dengan bantuan perekat, bahan berukuran kecil dapat direkatkan membentuk komponen sesuai keperluan. Teknik laminasi juga dapat dilakukan untuk menggabungkan bahan baku yang tidak seragam atau dari berbagai kualitas [8].

Laminasi dilakukan dengan teknik laminasi basah sesuai prosedur standar. Dalam laminasi ini digunakan serat searah untuk mendapatkan kekuatan tarik yang baik sesuai hasil penelitian Munasir [9].

3.5.3. Pengamplasan

Pengamplasan adalah proses menghaluskan atau meratakan permukaan benda dengan menggunakan bahan abrasif seperti pasir, kertas amplas, atau alat amplas yang berputar. Tujuan utama pengamplasan adalah untuk menghilangkan ketidakrataan, goresan, atau tanda-tanda lain pada permukaan benda dan mencapai hasil yang lebih halus dan lebih baik secara visual.

3. 6. *Assembly ladder*

Berikut adalah proses *assembly* pada bagian *ladder* kapal, antara lain:

a. Pemasangan

Merupakan salah satu proses akhir. Pada tahap ini akan melakukan pemasangan tangga yang telah jadi pada bagian yang telah ditentukan ketika mendesain kapal.

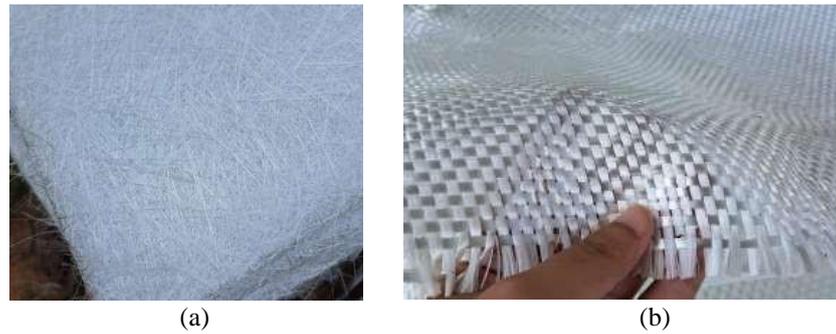
b. *Finishing*

Merupakan proses akhir, dimana ketika *ladder* sudah terpasang dengan sempurna, sentuhan akhir akan diberikan berupa penambahan asesoris, pendempulan, pengecatan dasar dan pelapisan cairan pernis [10].

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Persiapan Material

Material utama dalam pembuatan *ladder* yakni *fiberglass* dimana dalam penelitian ini menggunakan *Chopped Strand Mat (CSM)* 300 dan *Woven Roving (WR)* 600, serta campuran antara resin dan katalis. Kombinasi dari material-material tersebut mampu membentuk suatu ikatan sehingga mendapatkan hasil akhir yang kuat dan keras.



Gambar 1. (a) Chopped Strand Mat(CSM) 300 dan (b) Woven Roving(WR) 600

Matt merupakan serat halus yang berguna sebagai filler(bahan pengisi) material komposit fiberglass. Bahan ini berupa anyaman mirip kain dan terdiri dari beberapa model, dari anyaman halus, kasar, rapat maupun berjarak atau jarang. Chopped Strand Mat(CSM) 300 yang dipergunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1. a. Roving adalah serat kasar yang terbuat dari bahan polyester yang digunakan sebagai media lapisan tengah dari mataeial komposit fiberglass. Selain menggunakan bahan mat, roving juga diperlukan karena dapat memperkuat lapisan komposit yang telah jadi. Woven Roving(WR) 600 yang dipakai dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1. b. Pada proses rektifitasnya, ketika resin dan katalis disatukan, maka akan mengikat matt dan roving sehingga menambah kekuatan dari material komposit fiberglass.

4.2 Proses Pembuatan ladder pada Kapal La Lumiere 9

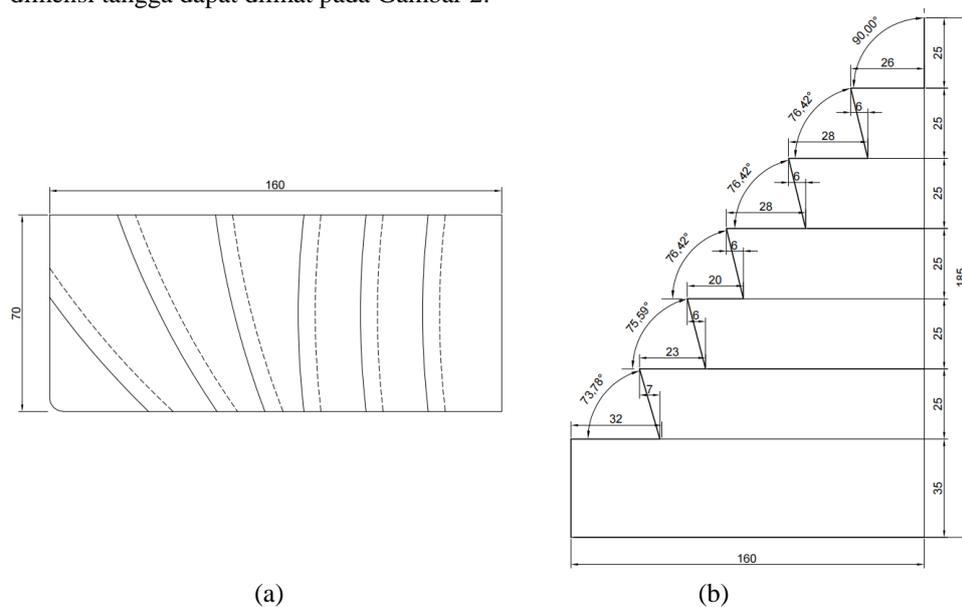
Proses pembuatan tangga (ladder) kapal dari filler fiber memiliki cara dan kebutuhan material yang berbeda-beda tergantung pada desain, ukuran, dan kebutuhan khusus dari bahan yang akan dibuat, dimana dalam hal ini adalah tangga kapal. Salah satu hal penting adalah melakukan tiap tahapan sesuai dengan prosedur yang tepat untuk memastikan hasil yang terbaik dari sisi kekuatan, ketahanan, dan sesuai standar keselamatan yang berlaku. Berikut merupakan proses pembuatan ladder pada Kapal La Lumiere 9 :

4.2.1. Pembuatan Cetakan

Pada Proses pembuatan cetakan ini dibagi kedalam 2 tahapan utama yaitu persiapan dan pendempulan dan penghalusan. Berikut detail dari tahapan-tahapannya:

a. Persiapan Cetakan

Cetakan dibuat berdasarkan gambar desain yang telah ditetapkan dengan ukuran panjang, tinggi, dan lebar secara berurutan adalah 160, 185 dan 70 cm. Cetakan ini dibuat dengan menggunakan material kayu yang disambung menggunakan sekrup. Detail dari dimensi tangga dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Dimensi tangga tampak (a)atas dan (b)samping

b. Pendempulan dan Penghalusan Cetakan

Dalam proses pembuatan cetakan *ladder*, dilakukan proses pendempulan yang dilanjutkan dengan penghalusan menggunakan amplas terhadap cetakan. Hal ini bertujuan untuk meratakan dan menghaluskan permukaan cetakan cetakan kayu tersebut. Proses pendempulan dan penghalusan cetakan dapat dilihat pada Gambar 3. a dan 3. b.



Gambar 3. (a) Pendempulan Cetakan dan (b) Pengamplasan Cetakan

4.2.2. Pembuatan Laminasi Tangga

Setelah cetakan (*mold*) telah selesai dibuat, maka tahapan selanjutnya adalah pembuatan tangga kapal dengan menggunakan bahan FRP pada cetakan. Berikut merupakan tahapan proses laminasi tangga pada cetakan:

a. Proses Pelapisan Wax

Proses ini dilakukan untuk melapisi bagian dasar cetakan. Proses pelapisan wax dilakukan hanya satu kali dengan tujuan untuk mempermudah pelepasan tangga terhadap cetakan ketika telah selesai dilakukan laminasi.

b. Proses *Coating Gelcoat*

Pelapisan *gelcoat* berfungsi untuk menambah atau meningkatkan kedekatan tangga. Pada tahapan ini, *gelcoat* dicampur dengan pigment warna dasar pada tangga kapal.

c. Proses Laminasi *Matt* dan *Roving*

Material yang digunakan adalah material yang telah memenuhi standar Internasional dan *Marine Use*. Proses pengerjaan tangga ini, menggunakan metode *Hand Lay-up*. Komposisi laminasi disesuaikan dengan posisi tangga, berikut merupakan *detail* lapisan laminasi di tiap bagian :

- Tangga bagian atas dan bagian samping (dinding tangga) dibuat dengan 5 lapisan dengan komposisi pelapisan secara *hand lay up* sebagai berikut: Wax + *Gelcoat* + *Chopped Strand Mat 300 (CSM)* + *Resin Katalis* + *Woven Roving 600 (WR)* + *Resin Katalis* + *Chopped Strand Mat 300 (CSM)* + *Resin Katalis* + *Woven Roving 600 (WR)* + *Resin Katalis* + *Chopped Strand Mat300 (CSM)*. Proses laminasi tangga bagian atas dan dinding dapat dilihat pada Gambar 4 a.



Gambar 4. Proses Laminasi Tangga (a) Bagian Atas dan Dinding Tangga dan (b) Bagian Bawah dan Gading Tangga

- Tangga bagian bawah dibuat dengan 3 lapisan dengan komposisi pelapisan

secara *hand lay up* sebagai berikut: *Chopped Strand Mat 300 (CSM) + Resin Katalis + Woven Roving 600 (WR) + Resin Katalis + Chopped Strand Mat 300 (CSM)*.

- Gading (tulangan) tangga dibuat dengan 4 lapisan dengan komposisi pelapisan secara *hand lay up* sebagai berikut: *Foam + Chopped Strand Mat 300 (CSM) + Resin Katalis + Woven Roving 600 (WR) + Resin Katalis + Chopped Strand Mat 300 (CSM) + Resin Katalis + Woven Roving 600 (WR)*. Proses laminasi tangga bagian bawah dan gading dapat dilihat pada Gambar 4. b.

d. Proses Pelepasan dan Pemotongan

Tahapan ini dilakukan setelah proses laminasi secara *hand lay up* selesai. Tangga akan didiamkan ± 3 jam di bawah terik matahari sampai mengering. Setelah tangga telah mengering secara merata dan sempurna, dilakukan proses pelepasan dari cetakan secara perlahan untuk kemudian dilakukan pemotongan dan pengamplasan pada bagian yang tidak terpakai.

4.2.3. Proses Pemasangan Tangga

Tahapan ini dapat dilakukan setelah tangga sudah dipastikan sesuai dengan gambar desain dan telah mengalami proses pengamplasan. Dibutuhkan minimal tiga orang agar tangga dapat dipasang pada posisinya. Pada saat penyambungan menggunakan media adonan talk yang telah tercampur dengan katalis. Pengaplikasian adonan talk ini dilakukan secara berulang sampai merata, dan tunggu hingga kering untuk dilanjutkan proses pengamplasan.



Gambar 5. (a) Pemasangan Tangga dan (b) Pelubangan Lantai *Fly Bridge Deck*

Setelah proses penyambungan antara tangga dengan bagian kapal, dilanjutkan dengan proses pemotongan berupa lubang berbentuk persegi panjang pada *fly bridge deck* (geladak bagian atas tangga). Proses pelubangan ini bertujuan sebagai akses menuju bangunan atas (*superstructure*).

4.2.4. Proses *Finishing*

Pada tahapan ini tangga diberikan beberapa pengerjaan yang terdiri dari pendempulan, pembuatan aksesoris pada tanjakan dan pengecatan akhir. Pendempulan bertujuan untuk meratakan permukaan agar lebih merata sebelum kelak akan dicat senada dengan warna kapal. Gambar pendempulan dapat dilihat pada Gambar 6. a.



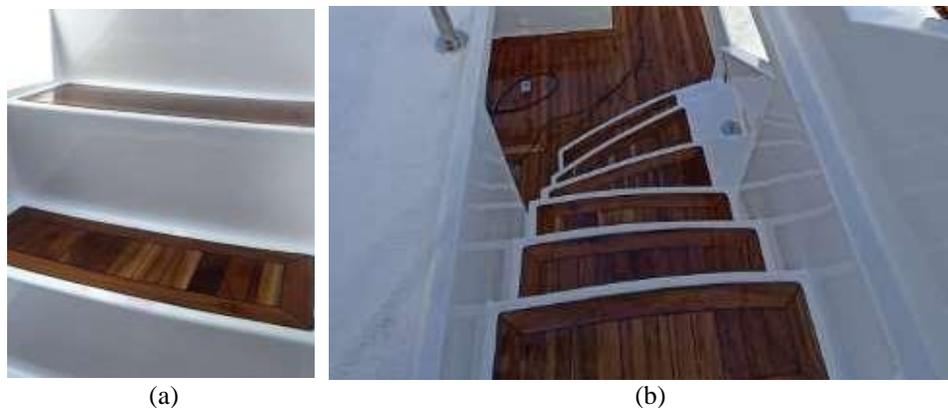
Gambar 6. (a) Pendempulan Tangga dan (b) Pengecatan Dasar Tangga

Tahap selanjutnya adalah pemberian cat dasar seperti pada Gambar 6. b. Cat dasar menggunakan bahan epoxy dengan komposisi rasio cat 4:1:2 untuk *epoxy : hardener : thinner*. Pembuatan aksesoris tanjakan dilakukan setelah pengecatan dasar selesai. Aksesoris pada tangga ini berupa kayu yang senada dengan lantai bagian bawah tangga agar tetap senada.



Gambar 7. (a) Pengukuran dan (b) Pemasangan Aksesoris Kayu

Tujuan dari adanya aksesoris tanjakan tangga adalah menambah nilai estetika, dimana kapal yang menjadi objek adalah kapal *luxury yacht* yang salah satu nilai jualnya adalah keindahan dan estetika ketika berwisata. Pemberian aksesoris ini juga bertujuan untuk membedakan permukaan tanjakan tangga pada bagian tengah dan bagian pinggir. Aksesoris menggunakan kayu jati yang disusun, dimana proses pengukuran untuk menyesuaikan kebutuhan kayu jati dapat dilihat pada gambar 7. a.



Gambar 8. (a) *Finishing* Akhir Tangga (b) *Finishing* Akhir Tangga (Visualisasi Tampak Atas)

Proses pemasangan aksesoris ini menggunakan media lem *silicon* sebagai bahan perekatnya dimana hasil pemasangan dapat dilihat pada Gambar 7. b. Tahap terakhir pada pembuatan *ladder* pada kapal La Lumiere 9 ini adalah pengecatan tangga menggunakan warna putih dengan rasio 1:1:2 (1 cat, 1 Hardener, 2 Thinner) dengan dibantu alat *spray gun*. Sebagai tahap akhir, aksesoris yang telah terpasang, diberi cairan pernis. Hasil akhir dapat dilihat pada Gambar 8. a dan 8. b.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan rumusan masalah dan pembahasan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan dan saran, sebagai berikut:

1. Proses pembuatan dan pemasangan *ladder* meliputi tahap pembuatan cetakan, pendempulan dan penghalusan cetakan, laminasi, pemasangan, dan *finishing*, dimana material utama yang dipergunakan dalam pembuatan adalah *Chopped Strand Matt 300* dan *Woven Roving 600*.
2. *International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS) Chapter 3* tidak memberikan regulasi spesifik mengenai tangga kapal *fiberglass*, maka pembuatan *ladder* tersebut dapat dikatakan layak apabila telah diterima dan disetujui oleh pihak *class*.
3. Pemodelan secara numerik dengan beban siklik manusia untuk mengetahui kekuatan struktur dari lapisan belum dilakukan dalam penelitian ini, dimana hal ini dapat menjadi saran untuk penelitian selanjutnya

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sobey, A. J., Blake, J. I. R., & Sheno, A. R., "Optimisation of FRP Structures for Marine Vessel Design and Production", in *ASME 2009 28th International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering*, Volume 2: Structures, Safety and Reliability, 2009, doi: <https://doi.org/10.1115/omae2009-79409>
- [2] Okuma, S. O., Obaseki, M., Ofuyekpone, D. O., & Ashibudike, O. E., "A Review Assessment of Fiber-Reinforced Polymers for Maritime Applications", *Journal of Advanced Industrial Technology and Application*, Volume 4, No.1, pp 17-28, 2023, doi: <https://doi.org/10.30880/jaita.2023.04.01.003>
- [3] Ma'ruf, Buana. 2011. Studi Standarisasi Konstruksi Laminasi Lambung Kapal Fiberglass. *Jurnal Standardisasi*, Volume 13, No. 1, 2011, hal 16 - 25.
- [4] Chirillo, L.D. 1983. *Integrated Hull Outfitting and Painting*. Maritime Administration in cooperation with Tood Pacific Shipyard Corp.: USA.
- [5] Ardhy, S., Putra, M. E., Islahuddin., "Pembuatan Kapal Nelayan Fiberglass Kota Padang Dengan Metode Hand Lay Up" *Rang Teknik Journal*, Vol. 2 No.1, Januari 2019
- [6] SOLAS (International Convention for Safety of Life At Sea). 1998. Chapter 3, Part A General, Regulation 1 Application. London.
- [7] Pardi, Afriantoni, 2017, "Fabrikasi Kapal Fiberglass Sebagai Bahan Alternatif Pengganti Kapal Kayu Untuk Meningkatkan Produktifitas Nelayan di Perairan Bengkulu", *KAPAL: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan*, Volume 14, No. 2, Juni 2017.
- [8] Patria A.A., dan Pribadi, T.W., "Analisis Teknik dan Ekonomis Pembangunan Kapal Ikan Tradisional Ukuran < 10 GT Berbahan Kayu Utuh Dengan Teknologi Laminasi Kayu Mahoni", *JURNAL TEKNIK ITS*, Volume 6, No. 1, 2017, Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.
- [9] Munasir, "Studi pengaruh Orientasi Serat Fiberglass Searah dan Dua Arah Single Layer Terhadap Kekuatan Tarik Bahan Komposit Polypropylene". *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA)*, Volume 1, 2011. hal 33-41, doi: 10.26740/jpfa.v1n1.p33-41.
- [10] Ardiana, D., Muharnis, R., "Proses Pembuatan Kapal FRP Berkapasitas 14 m bagi Nelayan di Kabupaten Bengkulu", *Inovtek*, Volume 4, Nomor 1, April 2014, hal. 43 - 47