

BAB II

STUDI LITERATUR

2.1 Dasar Teori

Pada bab ini penulis akan menuliskan tentang teori-teori dalam topik utama penyusunan tugas akhir ini. Dasar teori ini berisi tentang beberapa uraian singkat untuk menyelesaikan permasalahan pada tugas akhir ini.

2.2 Kapal Patroli (*Patrol Boat*)

Di dalam pelaksanaan fungsi penjagaan dan penegakan peraturan perundang-undangan di laut dan di pantai, bahwa untuk melaksanakan fungsi keamanan di laut diperlukan dukungan prasarana berupa pangkalan armada Kesatuan Penjagaan Laut dan Pantai (KPLP) yang beroperasi di seluruh wilayah serta tersedianya kapal patroli dan sumber daya manusia yang mumpuni. Selain sebagai penjaga keamanan dan keselamatan pelayaran, kapal patroli menjadi garda terdepan yang mengemban tugas penegakan hukum untuk kepentingan keselamatan pelayaran.

Kapal Patroli merupakan kapal yang berukuran relatif kecil dan dirancang untuk pertahanan pantai, keamanan perbatasan, dan melakukan tugas pencarian dan penyelamatan. Kapal patroli juga biasanya dioperasikan oleh aparaturnegara seperti kepolisian dan penjaga pantai. Kapal patroli memiliki berbagai macam jenis tergantung pada wilayah penggunaannya, seperti kapal patroli lepas pantai, kapal patroli pantai, dan kapal patroli sungai.

Kapal patroli ini sangat dibutuhkan oleh TNI AL, karena termasuk salah satu bagian dari Sistem Senjata Armada Terpadu dalam mendukung tugas-tugas TNI AL sebagai penegak kedaulatan dan hukum. Selain itu juga di Indonesia terdapat kapal patroli yang digunakan sebagai kapal pengawasan dalam imigrasi perbatasan wilayah. Selain itu, kapal patroli ini juga digunakan dalam rangka patroli bea dan cukai untuk mencegah terjadinya pelanggaran di bidang kepabeanan dan cukai seperti mencari dan menemukan pelanggaran, menindaklanjuti penyidikan, dan melakukan pengawasan . [3]

Karena ukurannya yang kecil dan biayanya yang relatif rendah, kapal ini menjadi salah satu kapal perang yang paling umum di dunia. Hampir semua Angkatan laut setidaknya menggunakan dan mengoperasikan kapal ini sebagai kapal patroli lepas pantai. Selain itu, kapal patroli juga umumnya didesain untuk memiliki kecepatan yang tinggi karena hal ini dibutuhkan untuk memenuhi persyaratan kapal patroli itu sendiri. Seperti digunakan untuk melakukan pengejaran kapal-kapal asing yang melanggar peraturan di suatu wilayah. [4]



*Gambar 2. 1. Kapal Patroli PT. Orela Shipyard
Sumber : Dokumentasi PT Orela Shipyard*

2.3 Aluminium

Aluminium adalah jenis insulator yang baik. Umumnya terdapat dalam bentuk kristalin yang disebut dengan “*corundum*” atau aluminium oksida. Aluminium beraksi dengan oksigen membentuk aluminium oksida yang terbentuk sebagai lapisan tipis yang dengan cepat menutupi permukaan aluminium. Lapisan ini melindungi logam aluminium dari tingkat oksidasi lebih parah. Adapun beberapa *alloy* (paduan logam), seperti perunggu aluminium memanfaatkan sifat ini untuk meningkatkan ketahanan terhadap korosi.

Berdasarkan Kekuatan dari aluminium murni sebesar 48 MPa, sedangkan pada aluminium paduan memiliki kekuatan tarik berkisar hingga 300 MPa. Berikut adalah jenis dari unsur yang mempengaruhi terhadap sifat aluminium seperti : [3]

1. Silikon (Si) Dengan atau tanpa paduan lainnya silikon mempunyai ketahanan terhadap korosi. Bila bersama aluminium ia akan mempunyai kekuatan yang tinggi setelah perlakuan panas, tetapi silikon mempunyai kualitas pengerjaan mesin yang jelek. Selain itu juga mempunyai koefisien panas yang rendah.
2. Tembaga (Cu) Dengan unsur tembaga tersebut akan meningkatkan kekerasannya dan kekuatannya karena dapat memperhalus struktur butir dan akan mempunyai kualitas pengerjaan mesin yang baik, keuletan yang baik dan mudah dibentuk.
3. Magnesium (Mg) Dengan unsur magnesium tersebut akan mempunyai ketahanan korosi yang baik dan kualitas pengerjaan mesin yang baik, mudah di las serta menambah kekuatan yang cukup bagi aluminium tersebut.
4. Nikel (Ni) Dengan unsur nikel tersebut membuat aluminium dapat bekerja pada temperatur yang tinggi, biasanya digunakan untuk piston dan *cylinder head* pada motor.
5. Mangan (Mn) Dengan unsur mangan tersebut membuat aluminium sangat mudah untuk dibentuk, tahan korosi baik, sifat dan mampu lasnya baik.
6. Seng (Zn) Biasanya unsur seng tersebut ditambahkan bersama – sama dengan unsur tembaga dalam prosentase yang kecil.
7. Ferro (Fe) Penambahan unsur *ferro* tersebut dimaksud untuk mengurangi penyusutan, tapi penambahan *ferro* (Fe) yang besar akan menyebabkan struktur perubahan butir yang kasar, namun dapat diperbaiki dengan unsur Mg dan Cr.
8. Titanium (Ti) Penambahan titanium pada aluminium dimaksud untuk mendapat struktur butir yang halus.

2.3.1 Jenis Aluminium pada Kapal

Material aluminium yang biasa digunakan sebagai material pada kapal menggunakan material *aluminium alloys* seri 5000. Pada seri ini, paduan antara aluminium dengan magnesium yang memiliki sifat tahan korosi air laut yang sangat baik, dan menghasilkan kekuatan pengelasan yang tinggi. Tipe 5086-H116 merupakan tipe aluminium yang baik ini tetapi harga relatif mahal. Biasanya, pada kapal-kapal kecil paling banyak menggunakan *aluminium alloys* dengan tipe 5052-H32 yang dimana terbentuk dari Aluminium dengan paduan 2,5% magnesium dan 0,25% chromium.

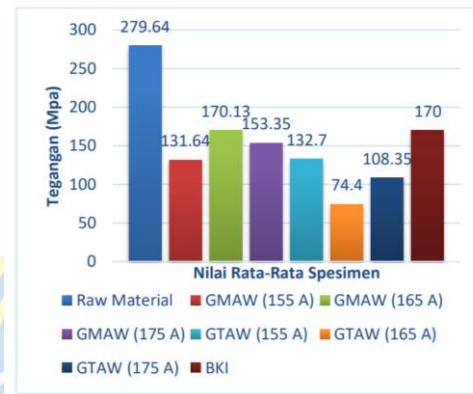
Pada tipe ini sangat mudah untuk dibentuk (*sheet forming*), ketahanan pada *fatigue* yang tinggi, dan tidak mudah korosi. [5] Sedangkan pada aluminium seri 6000 biasanya digunakan sebagai konstruksi penguat pada kapal. Pada seri ini bisa membentuk *extrude* yang disesuaikan dengan penempatan pada lambung kapal. Pada seri ini kebanyakan menggunakan tipe 6061-T6. Yang dimana tipe tersebut banyak digunakan sebagai konstruksi dan juga merupakan paduan dari aluminium, Magnesium, dan Silicon.

2.3.2 Pengujian Tarik Aluminium

Pada proses pengujian Tarik ini memiliki tujuan untuk mengetahui kekuatan tarik apakah memiliki nilai kekuatan yang sama, lebih rendah bahkan lebih tinggi. Pengujian tarik ini juga bisa digunakan untuk menentukan kualitas kekuatan tarik dan menentukan dimanakah letak putusnya sambungan.

Pada penelitian yang dilakukan pengujian tegangan tertinggi dihasilkan oleh pengelasan GMAW pada aluminium 6061 dengan besar arus 165 Amp mendapatkan perolehan hasil angka sebesar 170,13 Mpa, sedangkan pada pengelasan dengan GTAW memiliki nilai tegangan sebesar 132,70 Mpa. Dari data yang diperoleh tersebut ini akan dibandingkan dengan standar aturan atau *rules* oleh BKI yang disesuaikan pada “ *Rules For The Classification and Construction,*

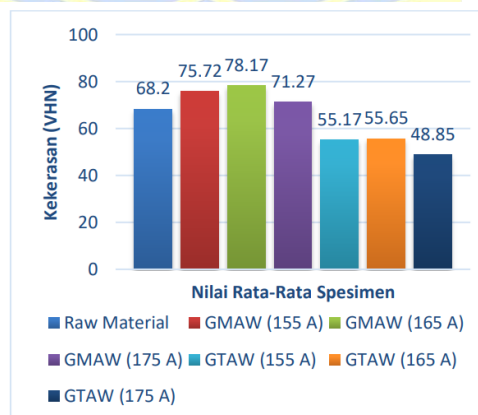
Part I Vol VI : Rules For Welding, Section 5 : Welding Consumable and Auxiliary Materials”. Bahwa aluminium 6061 harus mempunyai kekuatan tarik minimal 170 Mpa. Hal itu juga berlaku dalam aturan untuk pengelasan aluminium, seperti pada pengelasan GTAW (*Gas Tungsten Arc Welding*) dan GMAW (*Gas Metal Arc Welding*).



Gambar 2. 2. Diagram Tegangan Tarik Aluminium 6061

2.3.3 Uji Kekerasan Aluminium

Uji kekerasan yang dilakukan pada penelitian [6] dengan menggunakan metode *Vickers* diperoleh hasil dari pengelasan GMAW dengan arus 165 Amp memiliki nilai rata-rata 78,17 VHN dengan kekerasan tertinggi yaitu 80,67 VHN. Sedangkan pada pengelasan GTAW pada arus 165 Amp memiliki nilai rata-rata kekerasan tertinggi sebesar 55,65 VHN.



Gambar 2. 3. Diagram Nilai Rata-Rata Kekerasan Vickers

2.4 Fiberglass Reinforcement Polyester (FRP)

Fiberglass merupakan penggabungan material antara serat *glass* dan resin. Yang dimaksud serat *glass* yaitu berfungsi sebagai penguat sedangkan resin berfungsi sebagai pelindung dari penguat serat *glass*. Penguat atau *reinforcement* mempunyai sifat kurang lentur tetapi lebih kaku (*rigid*) serta kuat. Ada beberapa jenis serat penguat yang digunakan berdasarkan komposisi kimianya, antara lain :

1. *E-glass* (*Electrical glass*), yaitu serat *borosilicate* dengan ketahanan terhadap air dan zat kimia yang baik.
2. *S-glass* (*Strength glass*), merupakan serat penguat yang mempunyai sifat lebih kuat, kaku, dan mahal. Umumnya digunakan konstruksi pada pesawat terbang.
3. Kevlar (*Aramid*), yaitu serat sintttesis yang mempunyai sifat termoset, keras, tahan terhadap abrasi, memiliki kekuatan kelelahan stabil, dan kekuatan benturan yang baik. Digunakan sebagai serat penguat pada matriks keramik pada kapal perang.
4. Serat Karbon (*Carbon Fiber*), yaitu serat penguat yang paling kaku tetapi sifat ketahanan dan kekuatan tariknya sebanding dengan *fiberglass*. Jenis serat ini hanya digunakan untuk keperluan khusus, yaitu mempertinggi ketahanan benturan pada daerah kritis pada lambung atau bangunan atas kapal.

Selain bahan penguat, terdapat juga bahan pendukung yang dibedakan sesuai dengan fungsinya masing – masing, antara lain :

1. *Catalyst*, berfungsi untuk menimbulkan sumber panas melalui reaksi kimia Ketika dicampurkan pada resin sehingga terjadi proses *polimerisasi*.
2. *Accelerator*, berfungsi agar katalis dan resin dapat berpolimerisasi lebih cepat tanpa pemberian panas dari luar suhu ruangan.

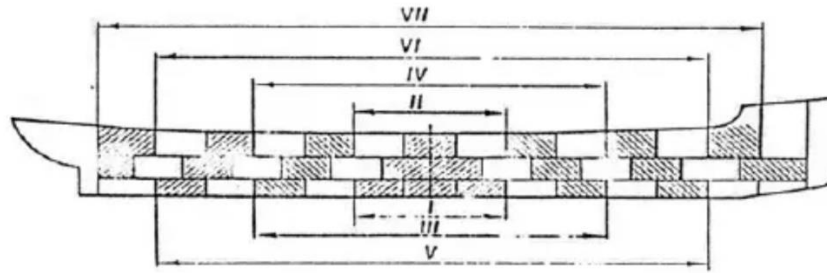
3. *Styrene*, Cairan yang bening tidak berwarna yang berfungsi untuk mengencerkan tanpa merubah karakteristik resin yang stabil selama pengerasan.
4. *Gel coat*, polyester resin yang diformulasikan untuk melapisi bagian luar dari *fiberglass* dari goresan. Mempunyai sifat ketahanan terhadap air, abrasi, dan cuaca.
5. Lapisan Pelepas (*Mold release*), berfungsi agar laminasi FRP tidak lengket dengan cetakan. Umumnya lapisan yang digunakan yaitu *wax*.

2.5 Tahapan Produksi Kapal

Pada secara umum metode yang diterapkan pada pembangunan kapal baru dipengaruhi oleh fasilitas yang dimiliki oleh galangan tersebut. Tujuan adanya beberapa metode yang digunakan pada dasarnya bertujuan untuk mempermudah proses pengerjaan sehingga kualitas dari pekerjaan dapat dimonitor dengan baik. Metode yang digunakan dalam pembangunan kapal sering digunakan pada galangan kecil maupun besar terdapat 2 metode, yaitu dengan menggunakan sistem seksi dan sistem blok.

2.5.1 Metode Pembangunan Sistem Seksi

Cara ini kadang digunakan pada kapal-kapal berukuran relatif kecil yang dimana konstruksi awal hingga akhir langsung dilaksanakan di *dockyard*. Di dalam pembangunan sistem seksi dibagi menjadi dua yaitu metode seksi bidang dan metode seksi ruang yang dimana metode ini banyak menggunakan posisi pengelasan dengan tingkat kesulitan tinggi.



Gambar 2. 4. . Skema Pembangunan Kapal Sistem Seksi
 Sumber : mengerjakantugas.blogspot.coml (23 November 2022)

2.5.2 Metode Pembangunan Sistem Blok

Pada cara ini biasanya diterapkan untuk kapal yang berukuran besar dimana konstruksi masing-masing blok dibangun dalam waktu bersamaan dan dilakukan di tempat yang terpisah. Lalu digabung setelah masing-masing blok selesai dibangun. Untuk menggabungkan blok dengan yang lainnya dilakukan dengan menggunakan proses las SMAW dan apabila dibutuhkan kecepatan tinggi dapat menggunakan proses las GMAW atau FCAW.

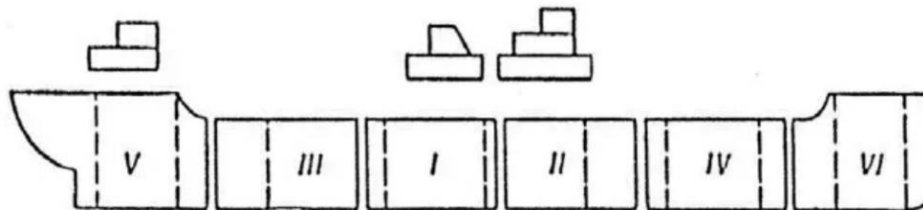
Ditinjau dari segi pengelasannya maka, proses pembangunan kapal dengan sistim blok mempunyai beberapa keuntungan dibanding dengan sistim seksi antara lain :

1. Waktu pembangunan dapat lebih singkat dan produktifitas lebih tinggi mengingat pekerjaan banyak yang dapat dilakukan dengan mesin las otomatis.
2. Sebagian besar pekerjaan pengelasan dapat dikerjakan dengan posisi datar sehingga lebih cepat dan memudahkan pengelasan.
3. Pekerjaan didalam dok atau diatas pelataran penyambungan kapal lebih singkat,sehingga fasilitas mesin las dapat dioperasikan dengan efektif.
4. Kontrol terhadap proses pembentukan dan teknik pengelasan dapat lebih mudah.

5. Dapat mengurangi pekerjaan las ditempat yang tinggi atau tempat yang sempit, sehingga lingkungan dan keselamatan juru las akan lebih terjamin.

Bentuk blok dan kelengkapannya dapat dikategorikan menjadi 3 (tiga) macam yaitu :

1. Blok biasa (Ordinary Block) yaitu bentuk blok yang belum dilengkapi dengan outfitting kapal.
2. Blok setengah lengkap (Semi Outfitting Block) yaitu bentuk blok yang telah sebagian dilengkapi dengan outfitting berupa sistim perpipaan induk.
3. Blok outfitting penuh (Full Outfitting Block System) yaitu bentuk blok yang telah dilengkapi dengan seluruh outfitting yang sifatnya permanen dan dapat terikat secara langsung dengan blok. Bila blok digabung dengan blok yang lain maka sistem yang ada di dalam blok harus tersambung pula, untuk itu toleransi ukuran yang ada harus diperhatikan dengan benar.



Gambar 2. 5. Skema Pembangunan Kapal Sistem Blok
 Sumber : mengerjakantugas.blogspot.com (23 November 2022)

2.6 Pembangunan Kapal

Tahapan produksi kapal yang utama adalah konstruksi kapal. Konstruksi pada kapal merupakan proses pembangunan suatu kapal di galangan kapal yang dimulai dari desain dan dilanjutkan hingga pembangunan. Pembangunan konstruksi kapal diawali dengan peletakan lunas, dilanjutkan dengan pemasangan konstruksi rangka atau gading, geladak, anjungan, serta

kulit kapal. Selanjutnya kapal siap diluncurkan ke laut untuk selanjutnya dilakukan *finishing*.

2.6.1 Fabrikasi

Pada tahap ini, dilakukan proses persiapan material yang dilakukan pada galangan. Proses yang dikerjakan antara lain :

- *Marking*, adalah pemberian tanda pada permukaan plat yang akan dikerjakan
- *Cutting*, adalah pemotongan pada plat sesuai penandaan yang telah dilakukan
- *Bending* dan *rolling*, adalah proses pembentukan plat yang telah dipotong seperti pembengkokan dan pengerolan

2.6.2 Assembly

Pada tahap ini, dilakukan pekerjaan perakitan material yang telah di fabrikasi sebelumnya. Seperti *wrang*, *bracket*, *face plate*, dan lain-lain digabung menjadi satu kesatuan sehingga menjadi suatu konstruksi.

2.6.3 Erection

Pada tahap ini, blok kapal yang telah dirakit sebelumnya dilakukan penggabungan menjadi suatu kesatuan badan kapal. Urutan penggabungan blok kapal ini ditentukan oleh *Erection Sequence* yang dibuat berdasarkan pembagian blok, yang biasanya dimulai dari blok yang memiliki potensi pengerjaan cukup besar.

2.6.4 Outfitting

Pada tahap ini, dilakukan pengerjaan meliputi *piping*, *machinery*, *mechanical*, *electric*, HVAC, dan pekerjaan lainnya untuk perlengkapan pada kapal. Pekerjaan *outfitting* ini dapat terpisah dengan pekerjaan konstruksi kapal untuk dilakukan proses fabrikasi.

2.7 Analisis Biaya Pembangunan Kapal

Pada analisis biaya pembangunan kapal yang dihitung merupakan biaya yang terkait berat kapal (*weight cost*) . *Weight cost* dilakukan saat

memecahkan beberapa komponen yaitu biaya pada struktur kapal, biaya komponen pada mesin dan alat penggerak kapal, biaya perlengkapan kapal, Untuk biaya struktur kapal sendiri dihitung dari berat baja kapal yang digunakan lalu dikalikan dengan *unit price* dari *alluminium alloy*.

Menurut [6] menjelaskan tentang skema pembiayaan bangunan kapal baru saat ini, terdapat urutan dari beberapa jenis pembiayaan seperti :

2.7.1 Pembiayaan awal pada galangan

Pada skema pembiayaan ini, modal awal galangan yang akan dipakai dalam memulai proses pembangunan kapal. Modal ini akan didapatkan dari berbagai cara diantaranya seperti modal sendiri, pinjaman *bank*, dan termin *owner*.

2.7.2 Pembiayaan material kepada vendor

Pada tahap ini pihak galangan membutuhkan material yang akan dipakai untuk pembangunan kapal. Terdapat beberapa cara yang saat ini ditawarkan oleh galangan terhadap vendor/*supplier* material, seperti pembayaran *cash on delivery*, pembayaran *cash before delivery*, termin.

2.7.3 Pembiayaan owner kepada galangan

Saat ini ada beberapa metode yang dilakukan antara pihak *owner* dengan pihak galangan dalam menjalankan proyek pembangunan sebuah kapal. Dengan arti sebelum memulai pembungan kapal, *owner* memberikan sejumlah nilai proyek sebagai modal awal. Ada beberapa cara yang dilakukan, seperti pembayaran di awal, pembayaran termin, dan pembayaran sekaligus di akhir