

**ANALISIS BIAYA MATERIAL KAPAL PENUMPANG 35 GT
BERBAHAN PLASTIK BERDENSITAS TINGGI**

Skripsi

*Diajukan guna memenuhi persyaratan untuk meraih gelar Sarjana Teknik pada
Jurusan Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin*



Oleh :

FANDI AGUS KURNIAWAN

D311 15 011

PROGRAM STUDI TEKNIK PERKAPALAN

JURUSAN PERKAPALAN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

2021

**ANALISIS BIAYA MATERIAL KAPAL PENUMPANG 35 GT
BERBAHAN PLASTIK BERDENSITAS TINGGI**

Skripsi

*Diajukan guna memenuhi persyaratan untuk meraih gelar Sarjana Teknik pada
Jurusan Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin*



Oleh :

FANDI AGUS KURNIAWAN

D311 15 011

PROGRAM STUDI TEKNIK PERKAPALAN

JURUSAN PERKAPALAN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

2021

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam mengikuti seminar dan ujian akhir guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Perkapalan Program Studi Strata Satu (S1) pada Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar

Judul Skripsi :

**“ANALISIS BIAYA MATERIAL KAPAL PENUMPANG 35 GT
BERBAHAN PLASTIK DENSITAS TINGGI ”**

Disusun Oleh :

**FANDI AGUS KURNIAWAN
D311 15 011**

Gowa, Juni 2021

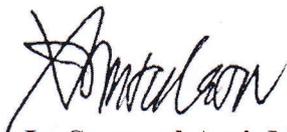
Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing I



Wahyuddin, ST., MT.
Nip. 19720205 199903 1 002

Pembimbing II



Dr. Ir. Syamsul Asri, MT
Nip. 19650318 199103 1 003

Mengetahui,



Ketua Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin



Dr. Eng. Suandar Baso, ST., MT.
Nip. 19730206 200012 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Fandi Agus Kurniawan

NIM : D311 15 011

Program Studi : Teknik Perkapalan

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

“ANALISIS BIAYA MATERIAL KAPAL PENUMPANG 35 GT BERBAHAN PLASTIK BERDENSITAS TINGGI”

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 9 Juni 2021

Yang Menyatakan



Fandi Agus Kurniawan

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah Rabbil Alamin. Segala puji bagi-Mu Ya Rabb, puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT., yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nyalah sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“ANALISIS BIAYA MATERIAL KAPAL PENUMPANG 35 GT BERBAHAN PLASTIK DENSITAS TINGGI “**

Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini, terdapat berbagai hambatan, serta keterbatasan materi dan lain sebagainya. Namun, semua itu akhirnya dapat penulis atasi sebaik mungkin dengan penuh kesabaran dan ketekunan serta bantuan – bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar - besarnya kepada :

1. Ibu dan ayah yang senantiasa mendoakan dan menyemangati selama proses perkuliahan hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini serta kepada saudara yang selalu memberikan semangat selama ini.
2. Bapak Wahyuddin, ST., MT., dan Bapak Dr. Ir. Syamsul Asri, MT selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan tenaga, serta senantiasa memberikan dukungan, kritik, dan kemudahan bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

3. Bapak Farianto Fachruddin L, ST., MT., dan Ibu Wihdat Djafar, ST., MT., MlogsupChMgmt selaku penguji dalam tugas skripsi ini, yang telah bersedia meluangkan waktu dan pikiran untuk hadir dan memberikan kritik dan saran demi hasil skripsi yang lebih baik.
4. Ketua Departemen Teknik Perkapalan, dosen – dosen serta seluruh staff Teknik Perkapalan yang telah meluangkan waktu dan dedikasinya kepada penulis pada masa – masa perkuliahan.
5. Kepada Keluarga Besar Naval Architecture Angkatan 2015 atas segala bantuan, dukungan, semangat, dan kebersamaan semasa kuliah.
6. Kepada Keluarga Besar MARANCA Corporation atas segala bantuan, dukungan, semangat, dan kebersamaan semasa kuliah.
7. Kepada Labo Produksi 2015 atas segala bantuan, dukungan, semangat, dan kebersamaan semasa kuliah.
8. Kepada seluruh kanda – kanda senior angkatan 2011, 2012, 2013, dan 2014 atas segala bantuan dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Kepada adik – adik angkatan 2016 dan 2017 atas segala bantuannya selama penulis menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Dan kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, terima kasih atas semua saran, arahan, bimbingan, semangat serta doanya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis memohon maaf dan memerlukan kritik dan saran yang

membangun dari berbagai pihak. Akhir kata penulis berharap tugas akhir ini bermanfaat bagi semua pihak yang berkenan membaca dan mempelajarinya. Terutama bagi mahasiswa(i) Jurusan Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Makassar, April 2021

Penyusun

Analisis Biaya Material Kapal Penumpang 35 GT Berbahan

Plastik Berdensitas Tinggi

Wahyuddin¹, Syamsul Asri², Fandi AgusKurniawan^{3 1,2,3}Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas HasanuddinPoros Malino Km.6, Bontomarannu, Gowa, Sulawesi Selatan, Indonesia

ABSTRAK

Industri di dunia perkapalan di era sekarang mulai berkembang dan mulai banyak inovasi yang bermunculan, tuntutan spesifikasi kapal yang baik dengan harga yang terjangkau menjadi tantangan tersendiri bagi pelaku bisnis di kalangan industri perkapalan. Salah satu inovasi terbaru yang sedang dikembangkan adalah kapal berbahan dasar *High Density Polyethylene* (HDPE). Polietilena berdensitas tinggi (*High density polyethylene* (HDPE)) dapat dijadikan sebagai bahan alternatif sebagai dasar pembuatan kapal karena banyak keunggulan yang ada pada bahan ini. Keunggulan dari bahan plastik HDPE sebagai bahan dasar pembuatan kapal menurut Boat Indonesia (2014) adalah: Pertama, plastik HDPE sangat tahan lama terhadap penuaan material dan korosi (minimum tahan 50 tahun). Kedua, daya tahan keretakan baik sehingga dampak kerusakan sedikit. Ketiga, HDPE fleksibel dan tahan lama, tahan terhadap kondisi cuaca terburuk. Tetapi dalam proses pembangunan kapal berbahan HDPE ini perlu dilakukan perhitungan kebutuhan dan biaya material agar dalam pengadaan nantinya sesuai dengan rencana kebutuhan.

Berangkat dari permasalahan di atas dimana biaya material merupakan biaya yang sangat besar dari keseluruhan suatu proyek konstruksi pembangunan kapal. Maka penulis memandang perlu melakukan perhitungan kebutuhan material dan biaya yang dibutuhkan untuk membangun kapal HDPE menggunakan gambar dari jurusan perkapalan universitas hasanuddin . Tujuan Akhir dari penelitian ini adalah memberikan informasi kepada pemilik kapal tentang kebutuhan dan biaya material yang harus dikeluarkan untuk membangun kapal HDPE berkapasitas 35 GT. Diperlukan total berat material terpasang adalah 5297,46 Kg dan kebutuhan material pengelasan dengan diameter elektroda yang digunakan adalah 6 mm diperlukan total panjang elektroda 3707,440 m. Dibutuhkan biaya material plat sebesar Rp. 368.500.000 dan untuk material pengelasan adalah Rp93.000.000 maka didapatkan total biaya material adalah Rp. 461.500.000

Kata Kunci : *High Density Polyethylene, Inovasi Terbaru, Kebutuhan Material, Biaya Material, Keunggulan HDPE*

Material Cost Analysis for 35 GT Passenger Ships

With High Density Polyethylene Materials

Wahyuddin¹, Syamsul Asri², Fandi AgusKurniawan^{3 1,2,3}Departemen Teknik
Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas HasanuddinPoros Malino Km.6,
Bontomarannu, Gowa, Sulawesi Selatan, Indonesia

ABSTRACT

The shipping industry in the current era is starting to develop and many innovations are emerging, the demand for good ship specifications at affordable prices is a challenge for business people in the shipping industry. One of the latest innovations being developed is a ship made from High Density Polyethylene (HDPE). High density polyethylene (HDPE) can be used as an alternative material as the basis for shipbuilding because of the many advantages that this material has. The advantages of HDPE plastic as a basic material for shipbuilding according to Boat Indonesia (2014) are: First, HDPE plastic very durable against material aging and corrosion (minimum 50 years resistance). Second, good crack resistance so that the impact of damage is minimal. Third, HDPE is flexible and durable, resistant to the worst weather conditions. But in the process of building ships made from HDPE this needs to be done calculation of material needs and costs so that the procurement will be in accordance with the planned needs.

Departing from the problems above where material costs are a very large cost of the entire ship construction project. So the author considers it necessary to calculate the material requirements and costs needed to build HDPE ships using images from the Department of Shipping at Hasanuddin University. The final goal of this research is to provide information to ship owners about the material needs and costs that must be incurred to build HDPE vessels with a capacity of 35 GT. The total weight of the installed material is 5297.46 Kg and the required welding material with the diameter of the electrode used is 6 mm, the total length of the electrode is 3707.440 m. It takes a plate material cost of Rp. 368,500,000 and for welding material is Rp. 93,000,000, so the total material cost is Rp. 461.500.000

Keywords : *High Density Polyethylene, Latest Innovations, Material Needs, Material Costs, HDPE Advantage*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB 2	7
2.1 Plastik Densitas Tinggi (<i>High Density Polyethylene</i>)	7
2.2 Konstruksi Kapal HDPE	9
2.3 Teori Perhitungan Konstruksi Kapal	10
2.3.1 Teori Perhitungan Beban	10
2.3.2 Teori Perhitungan Konstruksi	12
2.4 Komponen Biaya Produksi	14
2.5 Metode Pembuatan Kapal	16
BAB 3	23
3.1 Objek Penelitian	23
3.2 Data Penelitian.....	23
3.3 Teknik Analisis Data	24
3.4 Kerangka Pikir.....	25
BAB 4	26

4.1	Data Kapal.....	26
4.2	Desain Konstruksi.....	27
4.2.1	Beban <i>Hull Bottom</i>	27
4.2.2	Perhitungan Beban <i>Hull Side</i>	29
4.2.3	Perhitungan Beban Geladak Cuaca	30
4.2.4	Perhitungan Beban Geladak Akomodasi	30
4.2.5	Perhitungan Beban pada Sekat	30
4.2.6	Perhitungan Beban pada Sekat Tangki	31
4.2.7	Perhitungan Tebal Plat	31
4.2.8	Perhitungan Modulus	32
4.2.9	Perencanaan Profil	38
4.3	Gambar Konstruksi.....	39
4.3.1	Gambar <i>Midship Section</i>	39
4.3.2	Gambar <i>Shell Expantion</i>	39
4.3.3	Gambar <i>Profile Construction</i>	40
4.4	Breakdown Strukture dengan Metode PWBS	40
4.5	Perencanaan Pola Pemotongan Pelat (<i>Nesting</i>).....	41
4.6	Penentuan Panjang Pemotongan.....	42
4.7	Panjang pengelasan.....	43
4.8	Kebutuhan Material	44
4.9	Biaya Material	48
4.10	Diskusi	50
BAB 5	52
5.1	Kesimpulan.....	52
5.2	Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Ringkasan Perhitungan Beban	30
Tabel 4.2 Ringkasan Perhitungan Modulus	38
Tabel 4.3 Dimensi Profil	39
Tabel 4.4 <i>Breakdown</i> Komponen	44
Tabel 4.5 Panjang Pemotongan	47
Tabel 4.6 Panjang Pengelasan	47
Tabel 4.7 Kebutuhan Material Plat	49
Tabel 4.8 Kebutuhan Material Pengelasan.....	50
Tabel 4.9 Biaya Material Plat	51
Tabel 4.10 Biaya Material Pengelasan.....	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Grafik PFb	10
Gambar 2. 2 Grafik PFs	11
Gambar 2. 3 Serbuk & PelletS HDPE	16
Gambar 2. 4 Proses Pengisian Pellets Ke Cetakan	17
Gambar 2. 5 Proses Penguncian Cetakan	18
Gambar 2. 6 Proses Pemanasan Cetakan	18
Gambar 2. 7 Proses Pelepasan Cetakan boat HDPE.....	19
Gambar 2. 8 <i>Welding Tools</i>	19
Gambar 2. 9 Plat HDPE	20
Gambar 2. 10 <i>Welding Rod</i>	20
Gambar 2. 11 Bentuk Kampuh.....	21
Gambar 2. 12 Sudut Kemiringan <i>Welding Rod</i>	21
Gambar 2. 13 Proses Perakitan Kapal.....	22
Gambar 3.1 <i>Flow Chart</i> Penelitian.....	26
Gambar 4.1 Grafik Nilai PFb Pada $V = 15$ Knot.....	28
Gambar 4.2 Grafik Nilai Kl _b Pada Kondisi Maksimal.....	29
Gambar 4.3 Nilai Kb Dengan Sudut Kemiringan 13 Derajat	29
Gambar 4.4 Grafik Nilai PFs Pada $V = 15$ Knot.....	30
Gambar 4.5 Grafik Nilai Kl _s Pada Kondisi Maksimal	30

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	1	Gambar <i>Lines Plan</i> Kapal Penumpang 35 GT
Lampiran	2	Gambar <i>Midship Section</i> Kapal Penumpang 35 GT
Lampiran	3	Gambar <i>General Arrangement</i> Kapal Penumpang 35 GT
Lampiran	4	Gambar <i>Shell Expantion</i> Kapal Penumpang 35 GT
Lampiran	5	Gambar <i>Profile Construction</i> Kapal Penumpang 35 GT
Lampiran	6	Tabel Perhitungan Kebutuhan Material
Lampiran	7	Tabel Perhitungan Biaya
Lampiran	8	Gambar Perencanaan Pola Pemotongan (<i>Nesting</i>)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri di dunia perkapalan di era sekarang mulai berkembang dan mulai banyak inovasi yang bermunculan, tuntutan spesifikasi kapal yang baik dengan harga yang terjangkau menjadi tantangan tersendiri bagi pelaku bisnis di kalangan industri perkapalan. Salah satu inovasi terbaru yang sedang dikembangkan adalah kapal berbahan dasar *High Density Polyethylene* (HDPE). Turki merupakan salah satu negara yang sekitar lima tahun terakhir mengembangkan inovasi tersebut dan berhasil membuat *boat* yang seluruhnya berbahan HDPE. Kapal berbahan HDPE dimaksudkan untuk mengganti material FRP dikarenakan material HDPE dianggap lebih baik dan lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan material FRP (Boat Indonesia, 2014).

Sama halnya dengan material *fiberglass* yang sekarang sudah banyak digunakan dalam proses pembangunan baik itu kapal maupun perahu yang berukuran di bawah 20 m, tetapi dalam perjalanannya penggunaan material ini banyak ditemukan kekurangan seperti mudah mengalami kerusakan jika mengalami tubrukan serta tidak ramah lingkungan, sehingga muncul pertanyaan baru tentang material yang tahan lama digunakan serta harga yang relatif sama dengan material-material lain yang disebutkan. Maka muncullah ide untuk membuat kapal menggunakan material HDPE.

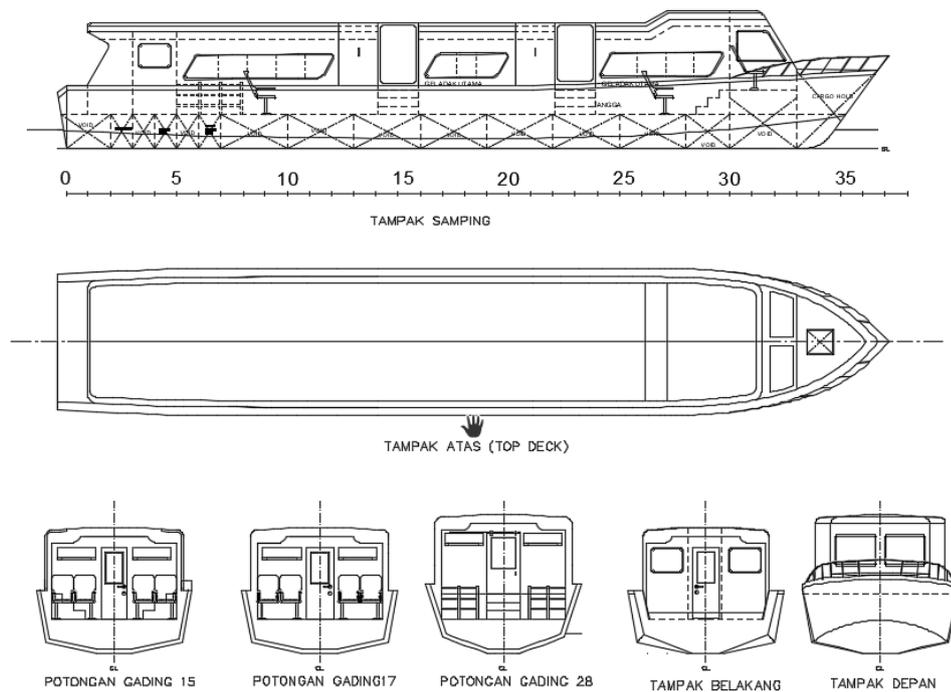
Kapal HDPE adalah kapal yg terbuat dari material *thermoplastic* yang bernama *High Density Polyethylene* yang disingkat HDPE. Karena material HDPE memiliki beberapa keunggulan, yaitu daya tahan atau umur yang jauh lebih panjang dibandingkan kapal konvensional lainnya yang menggunakan material lain. Oleh karena itu, perlu adanya terobosan baru untuk membuat kapal yang berbahan alternatif baru. Polietilena berdensitas tinggi (*High density polyethylene*, HDPE) dapat dijadikan sebagai bahan alternatif sebagai dasar pembuatan kapal karena banyak keunggulan yang ada pada bahan ini.

Keunggulan dari bahan plastik HDPE sebagai bahan dasar pembuatan kapal menurut Boat Indonesia (2014) adalah: Pertama, plastik HDPE sangat tahan lama terhadap penuaan material dan korosi (minimum tahan 50 tahun). Kedua, daya tahan keretakan baik sehingga dampak kerusakan sedikit. Ketiga, HDPE fleksibel dan tahan lama, tahan terhadap kondisi cuaca terburuk. Keempat, dapat didaur ulang dan masih banyak lagi keunggulannya (Boat Indonesia, 2014).

Tetapi dalam proses pembangunan kapal berbahan HDPE ini perlu dilakukan perhitungan kebutuhan dan biaya material agar dalam pengadaan nantinya sesuai dengan rencana kebutuhan. Material dalam suatu proyek konstruksi melibatkan investasi biaya yang sangat besar, karenanya pengadaan kebutuhan material harus melalui perencanaan dan proses yang baik mengingat besarnya persentasi biaya material terhadap total biaya suatu proyek dalam hal

ini kapal bermaterial HDPE, sehingga nantinya hasil dari perhitungan biaya dapat dijadikan acuan dalam proses pembangunan kapal.

Objek dari penelitian ini menggunakan desain kapal berkapasitas 35 GT dari jurusan teknik perkapalan universitas hasanuddin.



Berdasarkan uraian tersebut di atas, maka penulis berkeinginan untuk melakukan penelitian dengan judul :

**“ANALISIS BIAYA MATERIAL KAPAL PENUMPANG 35 GT
BERBAHAN PLASTIK DENSITAS TINGGI”**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka perumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Berapa kebutuhan material untuk membangun kapal **35 GT** berbahan HDPE?
2. Berapa biaya material yang dibutuhkan untuk membuat kapal **35 GT** berbahan HDPE?

1.3 Batasan Masalah

Dalam pelaksanaan penelitian ini dalam menghindari luasnya pembahasan, maka masalah dibatasi pada :

1. Desain yang digunakan untuk menghitung biaya produksi adalah desain kapal penumpang **35 GT**. dari jurusan teknik perkapalan universitas hasanuddin
2. Spesifikasi material HDPE yang digunakan dalam perhitungan memiliki kekuatan tarik 5500 Psi dengan massa jenis $0,972 \text{ g/cm}^3$.
3. Proses pembangunan menggunakan metode pengelasan HDPE.
4. Perhitungan biaya material adalah material struktur lambung dan pengelasan.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini yaitu :

1. Menentukan kebutuhan material untuk membangun kapal 35 GT berbahan HDPE
2. Menentukan biaya material yang dibutuhkan untuk membuat kapal 35 GT berbahan HDPE

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu :

1. Memberikan informasi pilihan material dalam pembuatan kapal selain material kayu dan *fiberglass*.
2. Memberikan informasi kepada pemilik kapal mengenai keunggulan material HDPE dan biaya yang dibutuhkan dalam membuat kapal penumpang 35 GT menggunakan material HDPE.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini disusun dalam 5 bab, dengan rincian sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang dari penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Bab ini menguraikan tentang beberapa teori yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan.

BAB III : METODE PENELITIAN

Bab ini berisikan metode yang digunakan untuk memperoleh hasil dan penelitian dan teknik analisa data.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil dari penelitian disertai pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan

BAB V : PENUTUP

Bab ini berisikan simpulan dari penulisan dan saran bagi pembaca.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Plastik Densitas Tinggi (*High Density Polyethylene*)

HDPE adalah salah satu dari plastik sintetis. HDPE memiliki nilai kuat tarik sebesar 3100-5500 Psi dengan elongasi sebesar 100%. HDPE memiliki sifat bahan yang lebih keras, kuat, buram, dan lebih tahan terhadap suhu yang tinggi (Billmeyer, F. W. Jr, 1984). Awalnya HDPE banyak digunakan untuk pipa bertekanan, pipa distribusi gas, wadah kimia cair, dan lain-lain. Karena ketahanan terhadap air dan berat jenisnya lebih ringan dari air, HDPE juga digunakan dalam pembuatan kapal. HDPE dapat dibentuk dengan cetakan dan metode ekstrusi (Boat Indonesia, 2014). HDPE merupakan polietilen dengan jumlah rantai cabang yang lebih sedikit dibandingkan dengan PE. Rantai cabang yang lebih sedikit ini membuat plastik HDPE memiliki sifat bahan yang lebih kuat, keras, buram, dan lebih tahan terhadap suhu tinggi. Ikatan hidrogen antar molekul yang berada pada plastik ini juga berperan dalam menentukan titik leleh plastik (Harper, 1975). HDPE memiliki titik leleh yang cukup tinggi.

Berdasarkan *rule class material plastic*, HDPE dapat dijadikan sebuah kapal. Rule class yang mengatur di antaranya Det Norske Veritas [4] dan Turk Loydu [5]. Berdasarkan peraturan tersebut kriteria-kriteria kapal plastik ini cocok untuk digunakan sebagai:

- a. Kapal kecil dengan panjang kurang dari 24 m.
- b. Kapal-kapal cepat, kapal patroli, dan kapal penolong.
- c. Kapal yang berlayar untuk semua wilayah perairan.
- d. Kapal yang dapat dirancang dengan menggunakan mesin penggerak dalam, menggunakan penggerak waterjet, menggunakan mesin tempel, atau mesin penggerak lainnya.

HDPE bermassa jenis lebih besar yaitu 0,95-0,97 g/cm³, berbentuk kristalin (kristalinitasnya 90%), serta memiliki titik leleh di atas 127°C (beberapa macam sekitar 135°C).

Material yang digunakan dalam pembuatan kapal yang biasa dijumpai menggunakan material kayu, aluminium dan fiberglass namun material yang disebutkan tadi masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan, contohnya material kayu yang memiliki umur yang tidak terlalu lama dan fiberglass yang memiliki harga yang relatif lebih mahal dalam pembangunan suatu kapal dengan ukuran yang sama.

Fyson (1985) menjelaskan bahwa pemilihan material kapal sangat dipengaruhi oleh:

- a. Keahlian galangan kapal, termasuk kemampuan sumber daya manusia dan teknologi atau peralatan yang tersedia di galangan;
- b. Kemudahan dalam memperoleh bahan;
- c. Keuntungan teknis dari tiap material; dan
- d. Biaya pembelian bahan material.

HDPE banyak digunakan untuk pipa bertekanan, pipa distribusi gas, wadah kimia cair, dll. Akhir-akhir ini, karena ketahanan terhadap air dan berat jenisnya lebih ringan dari air, juga digunakan pada pembuatan kapal / *boat* (saat ini terpanjang 24 meter). HDPE dapat dibentuk dengan cetakan dan metode ekstrusi, dalam proses fabrikasi yaitu dilas dengan metode hot air extrusion welding.

Keuntungan lain dari HDPE dalam pembuatan perahu :

- a. Daya tahan keretakan baik sehingga dampak kerusakan sedikit, HDPE tahan lama dan fleksibel, serta tahan terhadap kondisi cuaca terburuk.
- b. Karena HDPE sangat tahan lama terhadap penuaan material dan korosi (minimum tahan 50 tahun), daya tahan perahu HDPE lebih lama dibanding perahu yang terbuat dari bahan lain.
- c. Hal ini lebih mudah untuk merakit HDPE daripada material baja, kayu, aluminium, atau bahan komposit lainnya.
- d. Polyethelene memiliki keunggulan anti-korosi.
- e. Tidak beracun dan mudah dibersihkan.
- f. Kapal HDPE tidak perlu dicat atau perawatan apapun.
- g. Perawatan murah dan dapat didaur ulang

2.2 Konstruksi Kapal HDPE

HDPE Boat merupakan kapal jenis *speed boat* yang dirancang khusus sehingga tetap mengapung walaupun dalam kondisi darurat dikarenakan mempunyai konstruksi desain berbahan material *high density polyethelene*

(HDPE) dan dibuat dengan dua lapis yang diisi dengan *polystyrene blocks* (Indomiliter, 2017). Menurut regulasi Turk Loydu dalam *Tentative Rules for Polyethylene Crafts* tahun 2014 point C bahwa dalam proses pembuatan kapal berbahan HDPE harus mempertimbangkan desain kapal, jenis bahan baku yang digunakan, sifat mekanik material, suhu, dan durasi pencetakan material. Material HDPE merupakan material yang harus diperlakukan secara khusus, desain yang sedemikian rupa sehingga didapat kekauan lambung yang cukup dan menghindari lekukan yang terlalu tajam

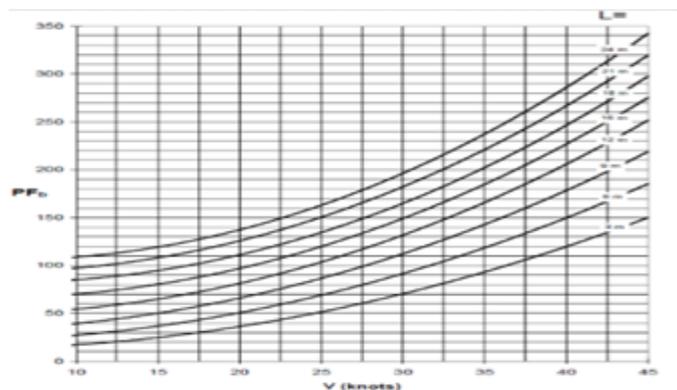
2.3 Teori Perhitungan Konstruksi Kapal

2.3.1 Teori Perhitungan Beban

Menurut DNV- Standart for Certification of Craft, April 2010 page 42 Chapter 4 Section 2 perhitungan beban pada kapal adalah sebagai berikut :

1. Perhitungan Beban pada *Hull Bottom*

$$P_b = P_{Fb} \times K_{lb} \times K_b \times K_a$$



Gambar 2.1 Grafik P_{Fb} (Sumber : DNV- Standart for Certification of Craft, April 2010 Chapter 4 Section 2, B200.201 Figure 1)

Dimana :

PFb = Faktor tekanan pada bagian bawah kapal

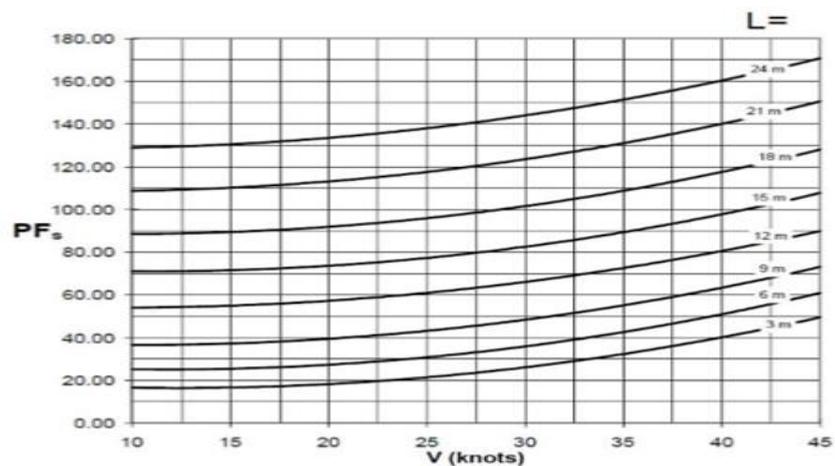
Klb = Distribusi beban memanjang

Kb = Koreksi sudut, dengan satu kemiringan pada midship

Ka = Faktor pengurangan area

2. Perhitungan Beban pada *Hull Side*

$$P_b = P_{Fs} \times K_{ls} \times K_v \times K_a$$



Gambar 2.2 Grafik PF_s

(Sumber : DNV- *Standart for Certification of Craft*, April 2010 Chapter 4 Section 2, B300.301 Figure 6)

Dimana

PF_s = Faktor tekanan pada bagian sisi kapal

K_{ls} = Distribusi beban memanjang

K_v = Distribusi beban vertikal

K_a = Faktor pengurangan area

3. Perhitungan Beban pada Geladak Cuaca

$$P_d = K_d \times L + 4,5$$

Dimana:

$K_d = 0,1$ untuk bangunan atas kecuali di depan $0,2 L$ dari F

$0,2$ untuk bangunan atas di depan $0,2 L$ dari FP

4. Perhitungan Beban pada Geladak Akomodasi

$$P_{dc} = 10 \times H (1 + 0,2 \times V / \sqrt{L})$$

Dimana :

$H = 0.35 \text{ t/m}^2$ (untuk accommodation deck)

$V =$ Kecepatan Kapal (knots)

5. Perhitungan Beban pada Sekat

$$P_{bh} = 10 \times h_b$$

$H_b =$ jarak pusat beban sekat

2.3.2 Teori Perhitungan Konstruksi

1. Perhitungan Tebal Plat

Menurut regulasi DNV dalam *Tentative Rules for Certification and Classification Boats Part 3 Chapter 4 Thermoplastic Construction* (1997), ketebalan bagian luar lambung dan sisi bawah tidak kurang dari :

$$t_y = k_s \cdot \sqrt{PF} / L \times 6,7 (14 + 3.6 L) \text{ mm}$$

Dimana:

$k = 0,72$ untuk HDPE

S = jarak stiffner

PF = Faktor tekanan pada bagian kapal

2. Pembebanan dan Momen Lentur

Untuk mencari perhitungan mengenai modulus kapal maka perlu diketahui beban yang dikenakan pada benda dan momen yang terjadi pada benda tersebut. Menurut Mulyati, ST., MT. pada bukunya yang berjudul *Mekanika Bahan* disebutkan bahwa beban biasanya dikenakan pada balok dalam bentuk gaya. Apabila suatu beban bekerja pada area yang sangat kecil atau terkonsentrasi (bekerja pada satu titik) maka disebut sebagai beban terpusat, yang merupakan gaya unggal, dinotasikan dengan P . Apabila suatu beban tersebar pada sumbu balok dan beban terdistribusi terbagi rata atau seragam, dinotasikan dengan q , atau beban bervariasi seragam. Di samping itu, balok juga dapat dibebani dengan kopel atau momen, dinotasikan dengan M .

3. Perencanaan Konstruksi Kapal

Setelah gaya dan momen yang bekerja pada kapal dapat diketahui, maka kita merencanakan ukuran konstruksi kapal. Kapal

harus mampu menahan gaya dan momen yang terjadi dengan baik, dimana tegangan yang terjadi tidak melebihi tegangan yang diijinkan, dan pelat kapal, pelat bilah, dan pelat hadap tidak kehilangan stabilitasnya (tidak mengalami *buckling*).

2.4 Komponen Biaya Produksi

Menurut Henry Simamora (2004) pengertian biaya adalah kas atau nilai setara kas yang dikorbankan untuk barang atau jasa yang diharapkan memberi manfaat pada saat ini atau di masa mendatang bagi organisasi. Sukirno (2005) menjelaskan bahwa biaya produksi adalah semua pengeluaran yang dilakukan oleh perusahaan untuk mempermudah faktor-faktor produksi dan bahan-bahan mentah yang akan digunakan untuk menciptakan barang-barang yang diproduksi perusahaan tersebut.

Biaya dalam pembuatan kapal perikanan dihitung berdasarkan komponen-komponen yang mendukungnya. Ayuningsari (2007) menjelaskan bahwa komponen biaya tersebut meliputi:

a. Biaya material utama

Biaya material utama adalah biaya bahan baku dasar dalam pembuatan kapal/perahu. Biaya material utama ini seperti kayu, baja, *fiberglass* dan HDPE yang merupakan bahan baku yang digunakan dalam pembuatan suatu kapal perikanan, sehingga keberadaan bahan baku tersebut sangat mempengaruhi usaha galangan kapal.

b. Biaya material pendukung

Biaya material pendukung adalah biaya yang dikeluarkan untuk mendukung proses pembuatan perahu nelayan selain bahan baku utama. Pada Perahu nelayan berbahan HDPE seperti peralatan las dan Mal serta plastik elektroda, material pendukung memiliki peranan yang sangat penting dalam suatu pembuatan kapal di galangan. Penggunaan material pembantu yang optimal (tidak berlebihan) akan berpengaruh sangat baik bagi kualitas kapal (kekuatan dan ketahanan kapal menjadi tinggi) dan pengeluaran biaya tidak terlalu besar.

c. Biaya tenaga kerja

Biaya tenaga kerja adalah biaya yang dikeluarkan untuk membayar upah tenaga kerja dalam pembuatan suatu kapal perikanan. Sistem upah tenaga kerja ada dua jenis, yaitu borongan dan harian. Upah sistem borongan pembangunan kapal sama halnya dengan upah borongan pembangunan suatu rumah atau bangunan.

Biaya produksi secara garis besar diklasifikasikan berdasarkan proses produksi sebagai berikut :

1. Biaya Material

Biaya ini berhubungan dengan material produksi yang merupakan unsur penting dalam pembangunan suatu kapal karena material nantinya akan dirubah menjadi barang atau produk.

2. Biaya Tenaga Kerja

Biaya tenaga kerja adalah nilai yang harus diberikan kepada tenaga kerja, biaya ini dibagi kedalam biaya tenaga kerja langsung dan biaya tenaga kerja tidak langsung

1. Biaya tenaga kerja langsung adalah semua biaya yang secara langsung berkaitan dengan proses produksi dalam hal ini yang terlibat adalah tenaga kerja langsung.
2. Biaya tenaga kerja tidak langsung adalah biaya untuk membayar tenaga kerja tidak langsung seperti halnya supervisor.
3. Biaya *overhead* pabrik

Biaya *overhead* adalah semua biaya selain dari biaya material dan biaya tenaga kerja dalam memproduksi suatu produk, seperti biaya listrik, pendingin ruangan, dll.

2.5 Metode Pembuatan Kapal

Dalam proses pembuatannya yang diketahui ada dua cara, yakni dengan menggunakan serbuk HDPE yang dibuatkan cetakan dan juga dengan menggunakan plat yang dilakukan pengelasan seperti dalam pembuatan kapal berbahan baja atau aluminium. (Boat Indonesia, 2014)

2.3.1 metode cetakan

Untuk pembuatan boat dengan menggunakan bahan dasar serbuk atau *pellets plastic* HDPE terdapat 2 bentuk, yaitu berbentuk biji kasar dan berbentuk tepung plastik.



Gambar 2.3 a.) serbuk

b.) pellets

Berikut ini merupakan tahap-tahap pengerjaan dalam pembuatan sebuah *boat* berbahan plastik HDPE, yaitu:

1. Pembuatan cetakan

Proses pembuatan cetakan menggunakan pelat baja yang dirakit sesuai dengan bentuk boat yang diinginkan.

2. Pengisian pellets ke cetakan

Pellet diisikan ke dalam cetakan sesuai dengan kebutuhan. Adapun cara pengisiannya dapat dilihat seperti pada gambar berikut ini:



Gambar 2.4 Proses pengisial pellets ke cetakan

Metode ini dilakukan dengan cara memasukkan plastik HDPE yang berbentuk butiran ke dalam cetakan kemudian

dipanaskan sampai biji plastik tersebut meleleh dan mengikuti bentuk cetakan.

Setelah pellets diisi ke dalam cetakan sesuai dengan kebutuhan, selanjutnya penutup cetakan dikunci dengan rapat sehingga material plastik tidak keluar dari cetakan. Gambar merupakan gambar proses penguncian cetakan untuk pembuatan *boat* menggunakan plastik HDPE.



Gambar 2.5 Proses penguncian cetakan

3. Pengapian atau pemanasan cetakan

Pengapian atau pemanasan cetakan yaitu menggunakan mesin oven berukuran besar sehingga pemanasan cetakan merata. Selain itu, cetakan harus digerakkan berputar ke segala arah sehingga plastik yang mencair akan bergerak mengisi bagian-bagian yang kosong. Untuk lebih jelasnya, mesin oven yang digunakan dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.6 Proses pemanasan cetakan

4. Pelepasan Cetakan

Setelah dilakukan pemanasan cetakan dengan waktu yang ditentukan maka boat HDPE akan terbentuk. Pada saat cetakan dingin maka dikeluarkan dari dalam cetakan dan akan dilakukan pembongkaran atau pelepasan cetakan.



Gambar 2.7 Proses Pelepasan Cetakan Boat HDPE

5. Finishing

Langkah terakhir dalam proses pembuatan boat HDPE adalah proses finishing. Pada proses ini dilakukan pengerjaan penyambungan dan perakitan komponen sehingga *boat* benar-benar dapat digunakan.

2.3.2 metode pengelasan

Negara Turki yang menjadi salah satu Negara pembuat *boat* dengan material seluruhnya HDPE. Inovatif produk untuk membangun kapal yang seluruhnya terbuat dari plastik (HDPE) telah dibuat selama lima tahun terakhir (Boat Indonesia, 2014). Adapun pembangunan *boat* dari material pelat plastik yaitu dengan melakukan perakitan dan pengelasan plastik.

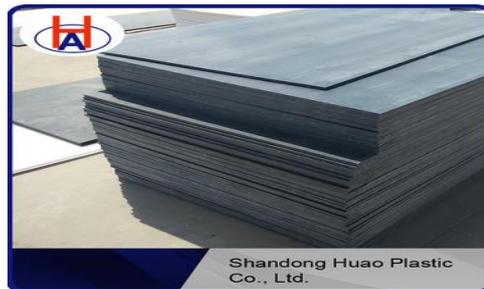
Teknik Pengelasan Plastik Menggunakan *Hot Gun Welding Torch*



Gambar 2.8 *Welding Tools*

Proses ini dilakukan dengan memanaskan welding rod menggunakan *hot gun welding torch* yang mana *welding rod* dilelehkan sehingga mengisi kampuh yang telah dibuat pada material yang akan di *join*. Proses *welding* terdiri dari beberapa tahapan yaitu :

1. Persiapan material HDPE yang akan di *welding*. Untuk menentukan ukuran plat yang sesuai pada kapal / perahu yang akan dibangun. Dilakukan setelah proses perhitungan beban dan penentuan modulus. berikut gambar plat HDPE



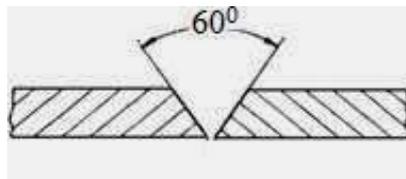
Gambar 2.9 *Plat HDPE*

2. Persiapan *welding rod*. Pemilihan *welding rod* harus merupakan polymer plastik yang setipe/sama dalam hal ini HDPE.



Gambar 2.10 *Welding Rod*

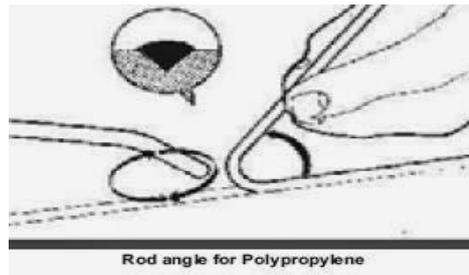
3. Proses *cutting material*. Pemotongan dilakukan sesuai dengan desain yang telah dibuat.
4. Pembuatan kampuh yang mana bila material HDPE yang akan dijoin memiliki ketebalan kurang dari 10 mm maka menggunakan kampuh V dengan sudut 60 derajat.



Gambar 2.11 Bentuk Kampuh

Dan jika material yang akan di*welding* memiliki ketebalan lebih dari 10 mm maka menggunakan kampuh V ganda dengan sudut 60 derajat dan material yang akan di *welding* harus di panaskan terlebih dahulu

5. Proses perakitan dan pengelasan. Dilakukan setelah kampuh selesai dibuat



Gambar 2.12 Sudut Kemiringan *Welding Rod*



Gambar 2.13 Proses Perakitan Kapal

6. Finishing (pengamplasan dan proses perapihan)