



TESIS - MN142532

**OPTIMASI PERANCANGAN KAPAL POMPONG  
NELAYAN BERBAHAN DASAR PLASTIK *HDPE*  
(*HIGH DENSITY POLYETHYLENE*) UNTUK  
NELAYAN BENGKALIS**

SISWANDI B.  
4114203009

DOSEN PEMBIMBING  
Ir. WASIS DWI ARYAWAN, M.Sc, Ph.D.

PROGRAM MAGISTER  
BIDANG KEAHLIAN PERANCANGAN KAPAL  
PROGRAM STUDI TEKNIK PRODUKSI DAN MATERIAL KELAUTAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2016



TESIS - MN142532

**OPTIMASI PERANCANGAN KAPAL POMPONG  
NELAYAN BERBAHAN DASAR PLASTIK HDPE  
(*HIGH DENSITY POLYETHYLENE*) UNTUK  
NELAYAN BENGKALIS**

SISWANDI B.  
4114203009

DOSEN PEMBIMBING  
Ir. WASIS DWI ARYAWAN, M.Sc, Ph.D.

PROGRAM MAGISTER  
BIDANG KEAHLIAN PERANCANGAN KAPAL  
PROGRAM STUDI TEKNIK PRODUKSI DAN MATERIAL KELAUTAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2016



THESIS - MN142532

**OPTIMIZATION DESIGN FISHING VESSEL OF  
POMPOG HDPE (*HIGH DENSITY  
POLYETHYLENE*) FOR BENGKALIS FISHERMAN**

SISWANDI B.  
4114203009

SUPERVISORS  
Ir. WASIS DWI ARYAWAN, M.Sc, Ph.D.


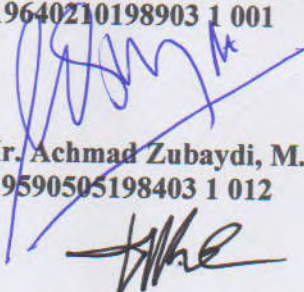


MAGISTER PROGRAMME  
AREA OF EXPERTISE SHIP DESIGN  
THE STUDY PROGRAMME OF MARINE MATERIAL AND PRODUCTION  
ENGINEERING  
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY  
SURABAYA  
2016

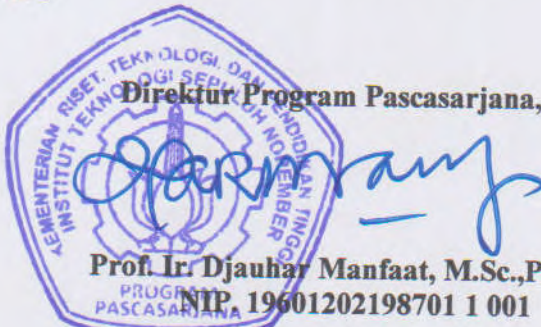
Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Magister Teknik (M.T)  
di  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

oleh :  
Siswandi B  
NRP. 4114 203 009

Tanggal Ujian : 20 Juli 2016  
Periode Wisuda : September 2016

Disetujui oleh:

-   
1. Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D (Pembimbing)  
NIP: 19640210198903 1 001
-   
2. Prof. Ir. Achmad Zubaydi, M.Eng., Ph.D (Penguji)  
NIP: 19590505198403 1 012
-   
3. Prof. Ir. I.K.A.P. Utama, M.Sc, Ph.D. (Penguji)  
NIP: 19670406 199203 1 001
-   
4. Dr. Ir. I Ketut Suastika, M.Sc. (Penguji)  
NIP: 19691231200604 1 178

  
Direktur Program Pascasarjana,  
Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc., Ph.D  
NIP. 19601202198701 1 001

# OPTIMASI PERANCANGAN KAPAL POMPONG NELAYAN BERBAHAN DASAR PLASTIK *HDPE (HIGH DENSITY POLYETHYLENE)* UNTUK NELAYAN BENGKALIS

Nama : Siswandi B.  
NRP : 4114203009  
Pembimbing : Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc, Ph.D.

## ABSTRAK

Kabupaten Bengkalis adalah salah satu kabupaten di Provinsi Riau yang daerahnya dikelilingi oleh laut sehingga sebagian besar masyarakat pesisir bermata pencarian sebagai nelayan, Kapal pompong nelayan yang beroperasi di Bengkalis dibuat dengan bahan kayu dan memiliki ukuran serta kapasitas yang bervariasi. *HDPE (High Density Polyethylene)* merupakan bahan plastik yang memiliki sifat bahan lebih kuat, keras, anti korosi dan lebih tahan terhadap suhu tinggi.

Pada penelitian ini mengoptimalkan ukuran kapal *HDPE* menggunakan metode optimasi. Kalkulasi optimasi dilakukan dengan menggunakan solver. Penggambaran dan desain kapal dilakukan dengan menggunakan *software maxsurf* dan *Auto CAD*, untuk evaluasi kapal dilakukan dengan menggunakan *Hullspeed* dan *Hydromax*. Kemudian menghitung biaya produksi kapal plastik *HDPE*.

Dari hasil analisa didapatkan ukuran kapal yang optimal adalah dengan Panjang (L) = 8.8 meter, Lebar (B) = 1.56 meter, Tinggi (H) = 1.05 meter, dan sarat (T) = 0.6 meter. Hambatan kapal plastik *HDPE* ini sebesar 0.74 kN pada kecepatan 5 knot dan memiliki nilai stabilitas dengan GZ sebesar 0.404 pada sudut 100 derajat. Harga pokok produksi kapal pompong plastik *HDPE* ini sebesar Rp.26.476.297,

Kata kunci: Bengkalis, Kapal pompong nelayan, Plastik *High Density Polyethylene (HDPE)*, Optimasi.

# **OPTIMIZATION DESIGN FISHING VESSEL OF POMPONG HDPE (HIGH DENSITY POLYETHYLENE) FOR BENGKALIS FISHERMAN**

Nama : Siswandi B.  
NRP : 4114203009  
Pembimbing : Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc, Ph.D.

## **ABSTRACT**

Bengkalis is one of the districts in Riau province, whose land is surrounded by the sea so most coastal communities as a fisherman, fishing vessels used is pompong ship. The fishing vessel of pompong operated in Bengkalis made by using wood materials and has varies sizes and capacities. HDPE (High Density Polyethylene) is a plastic material has the properties of materials that are stronger, harder, anti-corrosion and is more resistant to high temperatures.

In this study are seeking the optimum size of the HDPE vessel by using the optimization method. The calculations of optimization by using solver. To drawn and design of vessel by using software maxsurf and Auto CAD, for the evaluation of the vessel performed by using Hullspeed and Hydromax. Then calculate the cost production of HDPE plastic vessel.

From the result analysis found the optimum size of vessel is Length (L) = 8.8 meters, breadth (B) = 1.56 meters, Height (H) = 1:05 meters, and draft (T) = 0.6 meters. The resistance of HDPE plastic boats is 0.74 kN at the speed of 5 knots and has a value of stability with GZ 0,404 at 100 degrees. In terms the price of HDPE plastic material and ship propulsion equipment, the cost production of HDPE plastic pompong ship amounted Rp.26.476.297.

**Key word:** Bengkalis, fishing vessel of pompong, High density polyethylene (HDPE) plastic, optimization.

## DAFTAR ISI

Halaman Judul	
Lembar Pengesahan .....	i
Abstrak .....	iii
Abstract .....	v
Kata Pengantar .....	vii
Daftar Isi.....	ix
Daftar Gambar.....	xiii
Daftar Tabel .....	xv

### **BAB 1 PENDAHULUAN**

1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	4
1.3. Tujuan .....	5
1.4. Manfaat Penelitian .....	5
1.5. Batasan Masalah .....	5
1.6. Hipotesa .....	6

### **BAB 2 KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI**

2.1. Tinjauan Geografis .....	7
2.2. Kapal Pompong di Bengkalis .....	7
2.3. Plastik <i>High Density Polyethylene (HDPE)</i> .....	9
2.4. Kapal Plastik HPDE ( <i>High Density Polyethylene</i> ).....	11
2.5. Optimasi Desain.....	12
2.6. Hambatan Kapal .....	14
2.7. Stabilitas Kapal .....	17
2.8. Proses Pembuatan Kapal Plastik.....	19

### **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

3.1. <i>Flowchart</i> Penelitian .....	23
3.2. Urutan Proses Pengerjaan Penelitian .....	24

### **BAB 4 OPTIMASI UKURAN KAPAL POMPONG PLASTIK BERBAHAN DASAR PLASTIK HDPE**

4.1. Model Matematis Problem Optimasi .....	27
4.2. Optimasi Desain Variabel .....	28
4.3. Langkah-Langkah Optimasi Ukuran Kapal Pompong HDPE Dengan Menggunakan Solver .....	30

### **BAB 5 ANALISA DESAIN KAPAL POMPONG *PLASTIK HIGH DENSITY POLYETHYLENE (HDPE)***

5.1. Desain Kapal Pompong Nelayan HDPE .....	45
5.2. Perencanaan Muatan Pada Kapal Pompong .....	47
5.3. Menghitung Berat Kapal .....	48
5.4. Evaluasi Stabilitas Kapal Plastik HDPE .....	52
5.5. Analisa Hambatan Kapal Plastik HDPE .....	62

### **BAB 6 ANALISA DESAIN KAPAL POMPONG NELAYAN BERBAHAN DASAR *FIBERGLASS***

6.1. Desain Rencana Garis Kapal <i>Fiberglass</i> .....	65
6.2. Desain Rencana Umum Kapal <i>Fiberglass</i> .....	66
6.3. Menghitung Berat Kapal <i>Fiberglass</i> .....	67
6.4. Perencanaan Muatan Kapal <i>Fiberglass</i> .....	73
6.5. Evaluasi Stabilitas Kapal <i>Fiberglass</i> .....	74
6.6. Analisa Hambatan Kapal <i>Fiberglass</i> .....	78
6.7. Estimasi Biaya Pembuatan Kapal Nelayan Berbahan Dasar <i>Fiberglass</i> .....	79

### **BAB 7 ANALISA BIAYA DAN PERANCANGAN TEKNIK PRODUKSI KAPAL PLASTIK *HIGH DENSITY POLYETHYLENE (HDPE)***

7.1. Estimasi Biaya Pembuatan Kapal Plastik HDPE .....	89
--	----



7.2. Perbandingan Kapal Plastik HDPE dan <i>Fiberglass</i> .....	93
7.3. Merancang Teknik Produksi Kapal Pompong Plastik HDPE.....	96

## **BAB 8 KESIMPULAN DAN SARAN**

8.1. Kesimpulan.....	105
8.2. Saran .....	106

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## **BIODATA PENULIS**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Peta Kabupaten Bengkulu.....	1
Gambar 1.2. Kapal pompong nelayan Bengkulu.....	2
Gambar 1.3. <i>Prototype</i> kapal penyelamat berbahan HDPE.....	3
Gambar 2.1. Kapal pompong penumpang .....	8
Gambar 2.2. Kapal pompong barang .....	8
Gambar 2.3. Kapal pompong nelayan.....	9
Gambar 2.4. Biji plastik HDPE.....	10
Gambar 2.5. Kapal berbahan dasar HDPE.....	12
Gambar 2.6. Titik metacenter (M) .....	17
Gambar 2.7. Titik berat (Gravitasi).....	18
Gambar 2.8. Titik apung kapal (B) .....	18
Gambar 2.9. Lengan penegak (GZ).....	19
Gambar 2.10. Material plastik HDPE dalam bentuk <i>pellets</i> dan serbuk.....	19
Gambar 2.11 Pengisian serbuk plastik kedalam cetakan .....	20
Gambar 2.12. Proses penutupan atau pemasangan cetakan bagian dalam.....	20
Gambar 2.13. Mesin pemanas cetakan.....	21
Gambar 2.14 Proses pelepasan kapal HDPE dari cetakan .....	21
Gambar 2.15 Proses <i>finishing</i> .....	22
Gambar 3.1. <i>Flowchart</i> .....	23
Gambar 4.1. Proses optimasi desain variabel.....	29
Gambar 5.1. <i>Lines plan</i> kapal pompong plastik HDPE .....	46
Gambar 5.2. Rencana umum kapal pompong plastik HDPE.....	47
Gambar 5.3. Kurva GZ kapal plastik kondisi <i>Full</i> .....	54
Gambar 5.4. Kurva GZ kapal plastik berlayar .....	57
Gambar 5.5. Kurva GZ kapal plastik kembali .....	60
Gambar 5.6. Kurva hambatan kapal plastik .....	63
Gambar 6.1. Rencana garis kapal pompong <i>fiberglass</i> .....	65
Gambar 6.2. Rencana umum kapal pompong <i>fiberglass</i> .....	66
Gambar 6.3. Kurva GZ kapal <i>fiberglass</i> .....	76

Gambar 6.4. Kurva hambatan kapal <i>fiberglass</i> .....	79
Gambar 6.5. Grafik harga kapal fiberglass berdasarkan jumlah produksi .....	86
Gambar 7.1. Grafik harga kapal HDPE berdasarkan jumlah produksi .....	91
Gambar 7.2. Grafik penurunan harga kapal perunit .....	92
Gambar 7.3. Kurva harga kapal HDPE berdasarkan jumlah produksi .....	93
Gambar 7.4. Prosedur pengerjaan pembuatan kapal plastik HDPE .....	97
Gambar 7.5. Persiapan merancang cetakan kapal plastik HDPE .....	98
Gambar 7.6. Plat eser dan besi hollow .....	98
Gambar 7.7. Cetakan bagian luar kapal plastik HDPE.....	99
Gambar 7.8. Cetakan bagian dalam kapal plastik HDPE .....	99
Gambar 7.9. Persiapan merancang alat pemanas .....	100
Gambar 7.10. Rancangan alat pemanas .....	100
Gambar 7.11. Bagian dalam alat pemanas .....	101
Gambar 7.12. Posisi kerja awal .....	102
Gambar 7.13. Pemasangan besi pengikat poros pada cetakan .....	102
Gambar 7.14. Posisi cetakan didalam ruang alat pemanas.....	103
Gambar 7.15. Kapal pompong plastik HDPE .....	104

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Properties HDPE .....	11
Tabel 4.1. Kriteria desain kapal nelayan.....	30
Tabel 4.2. <i>Owner requirement</i> .....	32
Tabel 4.3. Data kapal pompong .....	33
Table 4.4. Pelat bangunan atas .....	35
Table 4.5. Pelat pada Kapal HDPE .....	36
Table 4.6. Nilai GZ berdasarkan sudut .....	37
Tabel 4.7. Ordinat MG .....	37
Tabel 4.8. Hasil optimasi solver.....	43
Tabel 4.9. Ukuran kapal pompong.....	44
Tabel 5.1. Ukuran utama kapal .....	45
Tabel 5.2. Perlengkapan penggerak kapal.....	47
Table 5.3. Muatan kapal pompong HDPE .....	48
Tabel 5.4. Asumsi berat <i>deck</i> dan bangunan atas.....	51
Tabel 5.5. <i>Loadcase</i> kondisi <i>full</i> .....	53
Tabel 5.6. Nilai stabilitas terhadap sudut kemiringan.....	53
Tabel 5.7. Nilai GZ terhadap criteria IMO kondisi <i>full</i> .....	55
Tabel 5.8. <i>Loadcase</i> pada kondisi meninggalkan pelabuhan.....	56
Tabel 5.9. Nilai stabilitas terhadap sudut kemiringan kondisi berlayar.....	56
Tabel 5.10. Nilai GZ terhadap criteria IMO kondisi berlayar.....	58
Tabel 5.11. <i>Loadcase</i> pada kondisi kembali ke pelabuhan.....	59
Tabel 5.12. Nilai stabilitas terhadap sudut kemiringan saat kembali.....	59
Tabel 5.13. Nilai GZ terhadap kriteria IMO saat kembali .....	61
Tabel 5.14. Hambatan kapal plastik.....	62
Tabel 6.1. Laminasi <i>fiberglass</i> pelat <i>keel</i> .....	68
Tabel 6.2. Laminasi <i>fiberglass</i> pelat <i>bottom</i> .....	69
Tabel 6.3. Laminasi <i>fiberglass</i> pelat <i>side</i> .....	70
Tabel 6.4. Laminasi <i>fiberglass</i> pelat <i>deck</i> .....	71
Tabel 6.5. Laminasi <i>fiberglass frame</i> .....	71

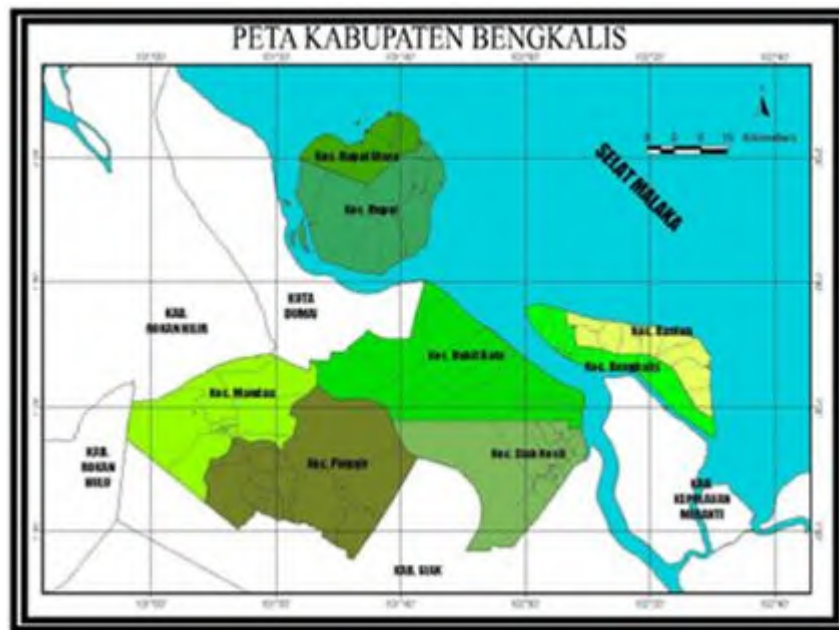
Tabel 6.6. Laminasi <i>fiberglass</i> pelat <i>bulkhead</i> .....	72
Tabel 6.7. Laminasi <i>fiberglass</i> bangunan atas.....	73
Tabel 6.8. Perlengkapan penggerak kapal <i>fiberglass</i> .....	74
Tabel 6.9. Perencanaan muatan kapal <i>fiberglass</i> .....	74
Tabel 6.10. <i>Loadcase</i> kapal <i>fiberglass</i> .....	75
Table 6.11. Nilai stabilitas terhadap sudut kemiringan kapal <i>fiberglass</i> .....	75
Table 6.12. Nilai stabilitas terhadap criteria IMO kapal <i>fiberglass</i> .....	77
Table 6.13. Nilai sambatan kapal <i>fiberglass</i> .....	78
Tabel 6.14. Biaya laminasi <i>keel shell</i> .....	80
Tabel 6.15. Biaya laminasi <i>bottom shell</i> .....	81
Tabel 6.16. Biaya laminasi <i>side shell</i> .....	81
Tabel 6.17. Biaya laminasi <i>deck shell</i> .....	82
Tabel 6.18. Biaya laminasi <i>frame</i> .....	82
Tabel 6.19. Biaya laminasi <i>bulkhead shell</i> .....	83
Tabel 6.20. Biaya laminasi bangunan atas .....	83
Tabel 6.21. Bahan penunjang laminasi.....	84
Tabel 6.22. Peralatan penunjang laminasi .....	84
Tabel 6.23. Biaya pembuatan cetakan kapal <i>fiberglass</i> .....	85
Tabel 6.24. Upah pembuatan kapal <i>fiberglass</i> .....	85
Tabel 6.25. Harga kapal <i>fiberglass</i> perunit berdasarkan jumlah produksi .....	86
Tabel 7.1. Biaya upah pembuatan kapal plastik HDPE.....	89
Tabel 7.2. Harga bahan-bahan cetakan kapal plastik .....	90
Tabel 7.3. Harga kapal HDPE perunit berdasarkan jumlah produksi .....	91
Tabel 7.4. Perbandingan kapal plastik HDPE dengan <i>fiberglass</i> .....	94
Tabel 7.5. Perbandingan material plastik HDPE, <i>fiberglass</i> dan aluminium ...	95

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Kabupaten Bengkalis adalah salah satu kabupaten di Provinsi Riau, Indonesia. Wilayahnya mencakup daratan bagian timur pulau Sumatera dan wilayah kepulauan, dengan luas adalah 7.793,93 km<sup>2</sup>. Ibukota kabupaten ini berada di Bengkalis tepatnya berada di pulau Bengkalis yang terpisah dari pulau Sumatera. Pulau Bengkalis sendiri berada tepat di muara sungai Siak, sehingga dikatakan bahwa pulau Bengkalis adalah delta sungai Siak. Kota terbesar di kabupaten ini adalah kota Duri di Kecamatan Mandau. Berikut ini peta wilayah Kabupaten Bengkalis. untuk lebih jelasnya Peta Kabupaten Bengkalis dapat dilihat pada Gambar 1.1 (Badan Pusat Statistik Kabupaten Bengkalis, 2013).



Gambar 1.1. Peta Kabupaten Bengkalis

Bengkalis merupakan daerah yang dikelilingi oleh laut sehingga sebagian masyarakat Bengkalis bermata pencarian sebagai nelayan, oleh karena itu untuk menunjang mata pencarian mereka diperlukan kapal agar para nelayan dapat melakukan aktifitasnya. Kapal nelayan yang biasa digunakan oleh para nelayan Bengkalis ialah kapal pompong. Kapal nelayan yang digunakan oleh nelayan

Bengkalis dari ukuran kecil sampai ukuran yang besar, dimana ukuran panjang kapal pompong nelayan tersebut berkisar antara  $\pm 5$  meter – 15 meter. Salah satu contoh kapal pompong nelayan yang ada didaerah Bengkalis dapat dilihat pada Gambar 1.2 berikut ini.



Gambar 1.2. Kapal pompong nelayan Bengkalis

Kapal pompong nelayan biasanya dibuat dengan menggunakan bahan kayu, seiring dengan berjalannya waktu kayu pada saat ini mulai sulit untuk didapatkan sehingga perlukan alternatif bahan dasar untuk pembuatan kapal pompong nelayan.

Saat ini masyarakat Bengkalis banyak yang beralih ke material *fiberglass*, karena material *fiberglass* ini mudah didapatkan di daerah Bengkalis. Kerugian dari material *fiberglass* ini ialah mudah terbakar, polusi terhadap lingkungan serta tidak bisa di daur ulang.

Polietilena yang berdensitas tinggi (*High Density Polyethylene*) dapat dijadikan sebagai alternatif sebagai bahan dasar pembuatan kapal. HPDE ini memiliki keunggulan yaitu: tahan lama terhadap penuaan material dan korosi (minimum tahan 50 tahun), daya tahan keretakan baik sehingga dampak terjadi kerusakan sedikit, fleksibel dan tahan terhadap kondisi cuaca buruk (Boat Indonesia, 2014).

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh salah satu dosen Teknik Perkapalan ITS yaitu dengan membuat sebuah *prototype* kapal penyelamat (*rescue boat*) dengan berbahan dasar plastik HDPE. ITS bekerjasama dengan

perusahaan swasta CV Pionir Mandiri Jaya mengembangkan *prototype rescue boat* berbahan plastik. Perahu ini memiliki ukuran panjang 2,3 meter, lebar 1,5 meter, tinggi 0,8 meter, dan sarat 0,25 meter.

Perahu ini memiliki kapasitas angkut delapan orang. *Prototype* tersebut telah diuji stabilitasnya di Laboratorium Hidrodinamika Jurusan Teknik Perkapalan FTK ITS. Bentuk *prototype* kapal penyelamat berbahan dasar HDPE dapat dilihat pada Gambar 1.3 (TEMPO.CO, Surabaya, 2014).



Gambar 1.3. *Prototype* kapal penyelamat berbahan HDPE

Penelitian berikutnya yaitu pada pengerjaan tesis yang dibuat oleh Jamal telah dilakukan inovasi tentang material yang digunakan untuk pembangunan kapal pompong nelayan Bengkalis yaitu dengan menggunakan bahan plastik HDPE (*High Density Polyethylene*), dalam penelitian yang dilakukan ialah menganalisa karakteristik material HDPE apakah material tersebut bisa digunakan sebagai pembuatan kapal pompong. Dengan mengambil kasus kapal pompong yang berukuran 3 GT kemudian di desain bentuk lambung kapal pompong HDPE kemudian dianalisa kekuatan konstruksi kapal pompong nelayan HDPE jika di bebani dengan muatan penuh dan perlengkapan nelayan untuk operasinya dalam menangkap ikan.

Berdasarkan beberapa permasalahan yang terdapat di daerah Bengkalis terutama pada kapal pompong yang memiliki ukuran yang bervariasi sehingga perlu dilakukan suatu analisa ukuran kapal yang optimum untuk beroperasi di perairan Bengkalis.



Dengan menggunakan metode optimasi maka dilakukan suatu perbandingan antara beberapa parameter kapal pompong nelayan yang ada kemudian dianalisa sehingga didapatkan parameter ukuran kapal yang optimal. Dari ukuran kapal yang didapat dilakukan desain bentuk kapal pompong nelayan berbahan dasar plastik HDPE, kemudian dilakukan juga penggambaran bentuk kapal pompong berbahan dasar *fiberglass*. Penggambaran kedua bentuk kapal dengan bahan yang berbeda ini guna untuk menganalisa dan membandingkan antara kapal yang terbuat dari plastik HDPE dan kapal yang terbuat dari *fiberglass*, evaluasi yang dilakukan ialah Performa kapal diantaranya stabilitas dan hambatan kapal kemudian analisa estimasi biaya produksi kapal serta merancang teknik produksi kapal plastik HDPE. Adapun untuk penggambaran ini dilakukan dengan menggunakan *software maxsurf, Auto CAD, SketchUp* dan untuk analisa performa kapal yaitu dengan menggunakan *software Hydromax dan Hullspeed*.

Berdasarkan dari beberapa permasalahan dan penjelasan diatas, peneliti mencoba untuk melakukan penelitian dalam sebuah tesis yang berjudul **“Optimasi perancangan kapal pompong nelayan berbahan dasar plastik HDPE (*High Density Polyethylene*) untuk nelayan Bengkulu”**. diharapkan pada tesis ini memberikan kontribusi yang baik sehingga dapat diterapkan pada produksi kapal pompong nelayan di Bengkulu.

## **1.2. Perumusan Masalah**

Material plastik HDPE dijadikan sebagai bahan utama untuk pembangunan kapal pompong nelayan Bengkulu sehingga perumusan masalah pada pengerjaan tesis ini ialah sebagai berikut:

- a. Bagaimana karakteristik kapal pompong nelayan yang ada di Bengkulu?
- b. Bagaimana menentukan ukuran kapal pompong nelayan yang optimal dari sekian banyak ukuran kapal pompong nelayan yang ada di Bengkulu?
- c. Bagaimana merancang kapal pompong plastik HDPE?
- d. Bagaimana biaya produksi kapal pompong plastik HDPE?
- e. Bagaimana merancang teknik produksi kapal pompong plastik HDPE?

### **1.3. Tujuan**

Pengerjaan tesis ini mempunyai beberapa tujuan diantaranya sebagai berikut:

- a. Melakukan survei lapangan untuk mencari karakteristik kapal pompong.
- b. Mendapatkan ukuran kapal pompong nelayan yang optimal untuk daerah Bengkalis.
- c. Mendapatkan rancangan kapal pompong plastik HDPE.
- d. Mendapatkan perbandingan biaya produksi antara kapal plastik HDPE dengan kapal *fiberglass*.
- e. Mendapatkan rancangan teknik produksi kapal pompong plastik HDPE.

### **1.4. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari pengerjaan tesis ini ialah sebagai berikut:

- a. Kapal pompong plastik HDPE yang di rancang memberikan suatu ukuran yang sesuai dengan kebutuhan bagi banyak nelayan yang ada di Bengkalis.
- b. Memberikan penyelesaian masalah terhadap langkanya kayu yang ada di Bengkalis untuk digunakan dalam pembuatan kapal pompong.

### **1.5. Batasan Masalah**

Agar lebih terarah dalam pengerjaan tesis ini maka dibuatlah beberapa batasan masalah diantaranya sebagai berikut:

- a. Meneliti kapal pompong nelayan yang berlokasi di Bengkalis
- b. Meneliti ukuran kapal pompong yang sesuai untuk nelayan Bengkalis
- c. Merancang kapal pompong nelayan dengan bahan dasar plastik HDPE yang optimal untuk perairan Bengkalis.
- d. Perhitungan biaya yang dilakukan menentukan harga pokok produksi kapal plastik HDPE.

## **1.6. Hipotesa**

Hipotesa dari penelitian ini ialah bahwa material HDPE memiliki banyak keunggulan diantaranya murah dari segi harga material, tahan terhadap panas, anti korosi dan juga bisa didaur ulang sehingga sangat baik jika digunakan sebagai bahan dasar pembangunan kapal pompong nelayan.

## **BAB 2**

### **KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI**

#### **2.1. Tinjauan Geografis**

Wilayah Kabupaten Bengkalis terletak pada bagian pesisir Timur Pulau Sumatera antara 2<sup>o</sup>7'37,2" - 0<sup>o</sup>55'33,6" Lintang Utara dan 100<sup>o</sup>57'57,6" – 102<sup>o</sup>30'25,2" Bujur Timur. Kabupaten Bengkalis memiliki batas-batas:

- Sebelah Utara berbatasan dengan Selat Malaka.
- Sebelah Selatan berbatasan dengan Kabupaten Siak dan Kabupaten Kepulauan Meranti.
- Sebelah Barat berbatasan dengan Kabupaten Rokan Hilir, Kabupaten Rokan Hulu, dan Kota Dumai.
- Sebelah Timur berbatasan dengan Selat Malaka dan Kabupaten Kepulauan Meranti.

Luas wilayah Kabupaten Bengkalis 7.773,93 km<sup>2</sup>, terdiri dari pulau-pulau dan lautan. Tercatat sebanyak 17 pulau utama disamping pulau-pulau kecil lainnya yang berada di wilayah Kabupaten Bengkalis (Badan Pusat Statistik Kab. Bengkalis, 2013).

#### **2.2. Kapal Pompong di Bengkalis**

Kapal pompong ialah istilah kapal dengan ukuran kecil dengan mesin penggeraknya terdapat didalam badan kapal. Kapal pompong merupakan kapal transportasi pesisir pantai yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan pokok dan alat transportasi antar pulau. Nama kapal kecil ini "Pompong" merupakan istilah yang digunakan oleh masyarakat provinsi Riau. Kapal pompong ini memiliki beberapa jenis tipe sesuai dengan keperluannya ada yang berfungsi sebagai mengangkut penumpang, barang-barang, dan untuk nelayan.

##### **a. Kapal Pompong Penumpang**

Kapal pompong penumpang ialah alat transportasi antar pulau, kapal pompong digunakan untuk mengangkut penumpang yang ingin menyebrang. Kapal pompong penumpang ini sangat berperan penting terhadap kehidupan

masyarakat yang berada di pulau-pulau terpencil. Biasanya pada akhir pekan penduduk pulau-pulau kecil atau terpencil akan pergi ke kota untuk membeli kebutuhan sehari-hari mereka, alat transportasi yang mereka gunakan ialah kapal pompong penumpang ini untuk menyebrang. Bentuk dari kapal pompong penumpang seperti yang terlihat pada Gambar 2.1 berikut.



Gambar 2.1. Kapal pompong penumpang (Sumber: Annafardiana,wordpress.com)

#### **b. Kapal Pompong Barang**

Kapal pompong barang digunakan untuk mengangkut atau membawa barang-barang kebutuhan sehari-hari masyarakat daerah dan membawa barang-barang hasil bumi dari daerah kota-kota besar ke kota-kota kecil atau sebaliknya. Kapal pompong barang pada umumnya memiliki ukuran dan kapasitas muatan yang lebih besar. Kapal pompong barang dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut.



Gambar 2.2. Kapal pompong barang (Sumber: Alrion, batamtoday.com).

### c. Kapal Pompong Nelayan

Sebagian besar kapal pompong biasanya digunakan oleh masyarakat pesisir untuk menangkap ikan atau di fungsikan sebagai kapal nelayan. Kapal pompong nelayan dan kapal pompong barang memiliki bentuk yang hampir sama, kapal pompong barang biasanya memiliki ruang palkah yang lebih besar dan tanpa sekat, sedangkan pada kapal pompong nelayan biasanya ruang palkah terdapat sekat dimana sekat tersebut digunakan untuk tempat penyimpanan jaring dan tempat ikan. Bentuk kapal pompong nelayan dapat dilihat pada Gambar 2.3 berikut ini.



Gambar 2.3. Kapal pompong nelayan.

### 2.3. Plastik *High Density Polyethylene (HDPE)*

HDPE merupakan salah satu bahan plastik yang aman untuk digunakan karena kemampuan untuk mencegah reaksi kimia antara kemasan plastik berbahan HDPE dengan makanan ataupun minuman yang dikemasnya. HDPE memiliki sifat bahan yang lebih kuat, keras, buram dan lebih tahan terhadap suhu tinggi. Polietilena berdensitas tinggi (*High density polyethylene*) adalah polietilena termoplastik yang terbuat dari minyak bumi. Membutuhkan 1,75 kg minyak bumi (sebagai energi dan bahan baku) untuk membuat 1 kg HDPE. HDPE dapat didaur ulang, dan memiliki nomor 2 pada simbol daur ulang. Bahan dasar HDPE berbentuk seperti biji-bijian seperti yang terlihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Biji plastik HDPE (Sumber: Dhawe, kompasiana.com)

HDPE (*High density polyethylene*) merupakan material yang bisa dipakai untuk peralatan rumah tangga seperti botol susu yang berwarna putih susu, *tupperware*, galon air minum, kursi lipat, dan lain-lain. Tidak hanya sebagai keperluan peralatan rumah tangga, HDPE sangat tahan terhadap bahan kimia sehingga memiliki aplikasi yang luas, diantaranya digunakan sebagai:

- Kemasan deterjen
- Kemasan susu
- Tanki bahan bakar
- Kayu plastik
- Meja lipat
- Kursi lipat
- Kantong plastik
- Wadah pengangkut beberapa jenis bahan kimia
- Sistem perpipaan transfer panas bumi
- Sistem perpipaan gas alam
- Pipa air
- Pembungkus kabel
- Papan luncur salju
- *Tupperware*

Di tahun 2007, volume produksi HDPE mencapai 30 ton. HDPE memiliki percabangan yang sangat sedikit, hal ini dikarenakan pemilihan jenis katalis dalam produksinya (*katalis Ziegler-Natta*) dan kondisi reaksi. Karena percabangan yang sedikit, HDPE memiliki kekuatan tensil dan gaya antar molekul yang tinggi. HDPE juga lebih keras dan bisa bertahan pada temperatur tinggi (120 °C). Untuk lebih jelas kekuatan dari material HDPE dapat dilihat pada Table 2.1 tentang properties HDPE.

Tabel 2.1. Properties HDPE

Property	Properties of HDPE	Unit	Test Method
Density	0.946 to 0.972	g/cm <sup>3</sup>	ASTM D-792
Melt Mass Flow Rate	0.030 to 10 (190°C/2.16 kg)	g/10 min	ISO 1133
Tensile Yield Stress	min 17	N/mm <sup>2</sup>	ASTM D-638
Tensile Break Stress	min 14	N/mm <sup>2</sup>	ASTM D-638
Ultimate Tensile Stress	min 24	N/mm <sup>2</sup>	ASTM D-638
Tensile Elongation at Yield	1.0 to 27	%	ASTM D-638
Tensile Elongation at Break	10 to 1500	%	ASTM D-638
Tensile Creep Modulus	292 (After 1000 hrs)	N/mm <sup>2</sup>	ISO 899-1
Compressive Stress	20	N/mm <sup>2</sup>	ASTM D-695
Shear Strength	18	N/mm <sup>2</sup>	ASTM D-792
Flexural Strength	40	N/mm <sup>2</sup>	ASTM D-790
Flexural Modulus	750	N/mm <sup>2</sup>	ASTM D-790

(Sumber: Turk Loydu, 2014)

#### 2.4. Kapal Plastik HDPE (*High Density Polyethylene*)

Saat ini kapal dengan material HDPE sudah banyak di produksi oleh negara luar salah satunya seperti 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.

Material plastik HDPE ini mampu untuk pembuatan kapal HDPE boat berbagai ukuran dan dengan berbagai model (*workboat, Patroli Police,*



*Ambulance*, penjaga pantai, dan model lainnya), Gambar 2.5 berikut merupakan salah satu bentuk kapal yang terbuat dari material HDPE.



Gambar 2.5. Kapal berbahan dasar plastik HDPE

Keuntungan dari HDPE dalam pembuatan perahu;

- 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.
- Daya tahan keretakan baik sehingga dampak kerusakan sedikit.
- HDPE fleksibel dan tahan lama, tahan terhadap kondisi cuaca terburuk
- Hal ini lebih mudah untuk merakit HDPE daripada material baja, kayu, aluminium atau bahan komposit lainnya.
- *Polyethelene* memiliki keunggulan anti-korosi.
- Tidak beracun dan mudah dibersihkan.
- Kapal HDPE tidak perlu di cat atau perawatan apapun.
- Tahan terhadap ultra violet, stabil, tahan api dan perawatan murah
- 100% dapat di daur ulang.

## 2.5. Optimasi Desain

Desain adalah semua proses konsepsi, invensi, visualisasi, perhitungan, penyusunan bagian-bagian, perbaikan atau penyempurnaandan bagian penguraian detail yang menentukan bentuk dari produk rekayasa. Dalam desain suatu model

terdapat beberapa proses, secara singkat tahap-tahap tersebut diuraikan sebagai berikut :

1. *Market* : Pengenalan pasar atau kebutuhan dan persyaratan-persyaratan dari pengguna, kemudian menganalisisnya untuk menghasilkan informasi yang relevan dan signifikan.
2. *Specification* : Penyusunan spesifikasi dari persyaratan produk yang akan di desain, yang di sebut *Product Design Specification* (PDS) yang di dasarkan pada informasi yang diperoleh dari analisis pasar atau kebutuhan persyaratan-persyaratan dari pengguna. PDS menentukan parameter-parameter yang terkait dengan produk yang harus di penuhi oleh hasil-hasil desain antara yang dikembangkan pada tahap-tahap selanjutnya hasil akhir desain.
3. *Concept design* : Tahap kunci dari proses desain ketika pekerjaan desainer mempunyai pengaruh terbesar pada produk yang di dihasilkan. Ini adalah tahap ketika hasil-hasil desain yang memenuhi kebutuhan pengguna dihasilkan dan dievaluasi untuk memilih satu hasil desain yang sesuai dengan PDS.
4. *Detail design* : Pembuatan *details* dari hasil-hasil desain yang dihasilkan dari tahap *concept design* dalam bentuk bagian-bagian atau aspek-aspek seperti subsistem dan komponen. Untuk tujuan ini, teknologi dan teknik tertentu seperti ilmu material, teknik analisis, studi tentang keindahan, dan studi tentang lingkungan, diaplikasikan.
5. *Manufacture* : Proses *manufacture* dari produk yang didasarkan pada spesifikasi detail dari produk yang dihasilkan dari tahap *detail design*. Tahap ini bertujuan mengurangi biaya dan waktu produksi dengan tetap mencapai kualitas yang disyaratkan produk.
6. *Sell* : Tahap terakhirmelibatkan distribusi, jasa perawatan, dan lain sebagainya, dari produk.

Metode optimasi digunakan untuk menentukan ukuran utama kapal yang optimum serta kebutuhan biaya pembuatannya pada tahap *basic design*. Untuk tujuan analisis pada tahap *basic design* atau untuk tujuan studi kelayakan, metode ini terbukti mampu digunakan sebelum memasuki tahapan desain selanjutnya. Hal

ini menunjukkan bahwa program optimasi yang dikembangkan disini mampu secara efektif dan konsisten memberi pendekatan terhadap hasil disain kapal-kapal yang sudah ada. Kesulitan pada optimasi ialah bagaimana kita mengekspresikan setiap masalah optimasi yang ada didalamnya kedalam persamaan matematis yang dapat dieksekusi oleh optimasi. Ukuran utama kapal dan kebutuhan daya motor penggerak yang diperoleh dari program optimasi yang dikembangkan disini dapat diturunkan lebih lanjut ke dalam analisa yang lebih detail untuk mendisain sistem permesinan di kapal lainnya. Penambahan direktori dapat digunakan untuk melakukan hal tersebut baik pada *input folder* maupun pada *output folder*, termasuk didalamnya dilakukan dengan penambahan *constraints* dan *output*.

Keuntungan dari metode optimasi desain adalah:

- Tenaga mesin, kapasitas ruangan dan stabilitas harga dapat ditentukan sejak awal.
- Ulangan perancangan seperti desain spiral tidak diperlukan.
- Perjanjian dengan pemesan dapat dilakukan dengan lebih cepat dan kerjanya lebih sedikit.

## **2.6. Hambatan Kapal**

Hambatan kapal adalah gaya yang menahan kapal ketika melaju dengan kecepatan dinasnya. Gaya hambat ini harus dilawan oleh gaya dorong yang dihasilkan oleh mesin kapal agar tercapai kecepatan yang dikehendaki. Hambatan total kapal terdiri dari hambatan gesek, hambatan gelombang dan hambatan udara serta hambatan tambahan yang dialami oleh kapal pada saat kapal berlayar dimana hambatan tambahan tersebut ialah hambatan yang terjadi akibat kekasaran, misalnya kekasaran yang terdapat pada permukaan badan kapal akibat korosi dan *fouling* (pengotoran).

Metode perhitungan hambatan total kapal untuk kapal – kapal kecil bisa menggunakan metode *Van Oortmerssen*. Metode ini bisa digunakan untuk mengestimasi hambatan total kapal-kapal kecil seperti *trawlers* dan *tugs*. Persamaan parameter-parameter yang digunakan pada metode *Van Oortmerssen* ini diperoleh dari koleksi data-data kapal *trawler* dan *tugs* sejumlah 93 model kapal. Sebagai tambahan, metode ini juga bisa digunakan untuk memprediksi

hambatan dan *powering* kapal tipe *small craft*. Pada metode ini hambatan viskous dan hambatan gelombang direpresentasikan langsung pada komponen hambatan total kapal (*Total Resistance*). Secara sederhana besar dari hambatan total kapal dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

a. Menghitung *volume displacement*

*Volume Displacement* adalah volume air yang dipindahkan dan merupakan salah satu variabel penting dalam perhitungan hambatan kapal. Volume dari badan kapal yang ada di bawah permukaan air namun tidak termasuk tebal kulit, tebal lunas, tebal daun kemudi, *propeller*, dan segala perlengkapan kapal yang tercelup air.

$$\nabla = Lwl \times B \times T \times Cb \quad (2.1)$$

Dimana:

- $\nabla$  : *Volume displacement* ( $m^3$ )
- Lwl : Panjang garis air (m)
- B : Lebar kapal (m)
- T : Sarat kapal (m)
- Cb : *Coeffisien block of waterline*

b. Menghitung *displacement* ( $\Delta$ )

$$\Delta = Lwl \times B \times T \times Cb \times \rho \quad (2.2)$$

Dimana:

- $\Delta$  : *Displacement* (ton)
- Lwl : Panjang garis air (m)
- B : Lebar kapal (m)
- T : Sarat kapal (m)
- Cb : *Coeffisien block of waterline*
- $\rho$  : Massa jenis air laut ( $1.025 \text{ ton}/m^3$ )

c. Menghitung luas permukaan basah

Luas permukaan basah merupakan luas dari permukaan lambung kapal yang tercelup air.

Secara umum permukaan basah untuk kapal niaga biasanya dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$S = Lwl \times (1.7 \times T + B \times Cb) \quad (2.3)$$

Dimana:

- S : Luas permukaan basah (m<sup>2</sup>)
- Lwl : Panjang garis air (m)
- B : Lebar kapal (m)
- T : Sarat kapal (m)
- Cb : *Coeffisien block of waterline*
- $\rho$  : masa jenis air laut (1.025 ton/m<sup>3</sup>)

d. Menentukan bilangan *Froude*

$$Fr = \frac{Vs}{\sqrt{gL}} \quad (2.4)$$

Dimana:

- Fr : *Froude number*
- Vs : Kecepatan kapal (knot)
- g : Gravitasi (9,8 m/s<sup>2</sup>)

e. Menghitung bilangan *Reynolds*

$$Re = \frac{Vs \times Lwl}{\nu} \quad (2.5)$$

Dimana:

- Re : *Reynold number*
- Vs : Kecepatan kapal (knot)
- Lwl : Panjang garis air (m)
- $\nu$  : Koefisien viskositas kinematis 25<sup>0</sup>C = 9.4252 x 10<sup>-7</sup> m<sup>2</sup>/s

f. Menentukan hambatan total kapal

Hambatan kapal merupakan gaya hambat dari media fluida yang dilalui oleh kapal saat beroperasi dengan kecepatan tertentu. Besarnya gaya hambat total ini merupakan jumlah dari semua komponen gaya hambat (hambatan). Secara sederhana hambatan total kapal dapat diperoleh dengan persamaan sebagai berikut:

$$RT = 0.5 \times \rho \times C_T \times S \times Vs^2 \quad (2.6)$$

Dimana :

RT : Tahanan total (kN)

$\rho$  : Massa jenis fluida ( $\text{kg/m}^3$ )

$C_T$  : Koefisien hambatan total kapal

S : Luas permukaan basah badan kapal ( $\text{m}^2$ )

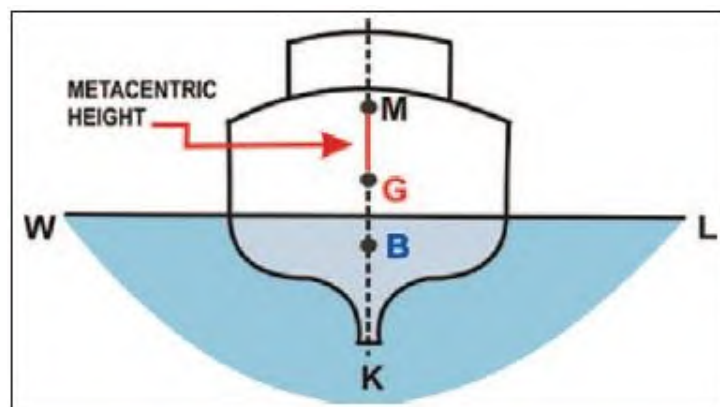
$V_s$  : Kecepatan kapal (knot)

## 2.7. Stabilitas Kapal

Stabilitas merupakan kemampuan suatu benda untuk kembali ke posisi awal seperti sebelum benda tersebut bergerak.

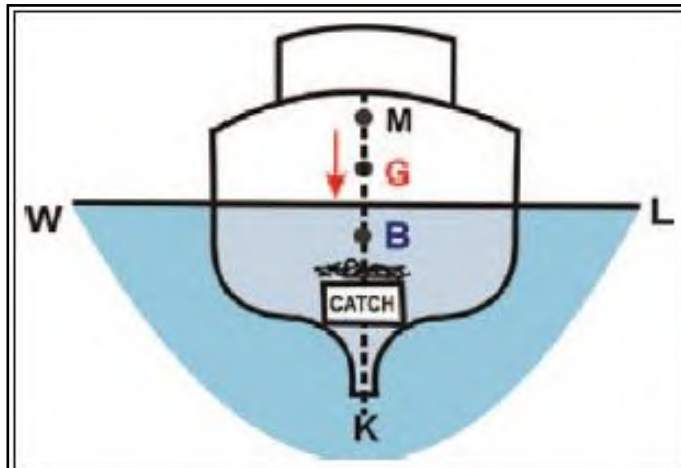
Berikut merupakan titik-titik penting dalam stabilitas antara lain adalah titik *metacenter* (M), titik berat (G) dan titik apung (B):

- a. Titik metacenter (M) merupakan titik semu dari batas dimana titik G tidak boleh melewati di atas titik M agar kapal tetap mempunyai stabilitas positif (*stable equilibrium*). Titik metacenter dapat berubah-ubah sesuai dengan sudut kemiringan kapal. Untuk lebih jelasnya letak titik M dapat terlihat pada Gambar 2.6 berikut ini.



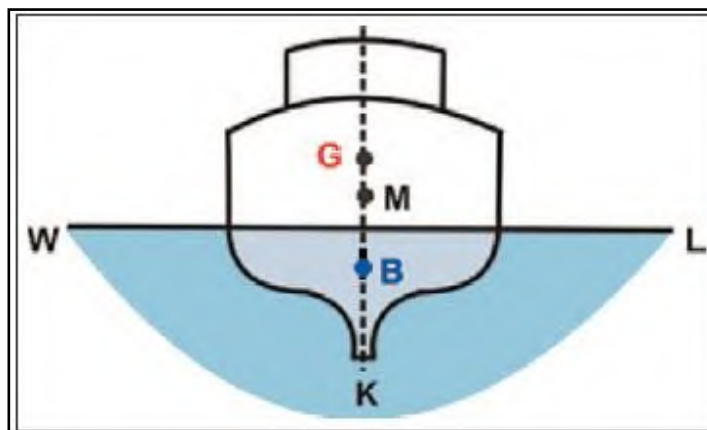
Gambar 2.6. Titik metacenter (M)

- b. Titik berat (G) merupakan titik tangkap semua gaya-gaya yang menekan kebawah terhadap kapal. Letak titik G dikapal dapat diperoleh dengan menghitung letak pembebanan muatan di kapal. Sehingga dapat dikatakan bahwa titik berat tidak akan berubah selama tidak ada perubahan peletakan pembebanan muatan walau kapal dalam kondisi miring. Letak titik berat (G) pada kapal dapat dilihat pada Gambar 2.7 berikut ini.



Gambar 2.7. Titik berat (Gravitasi)

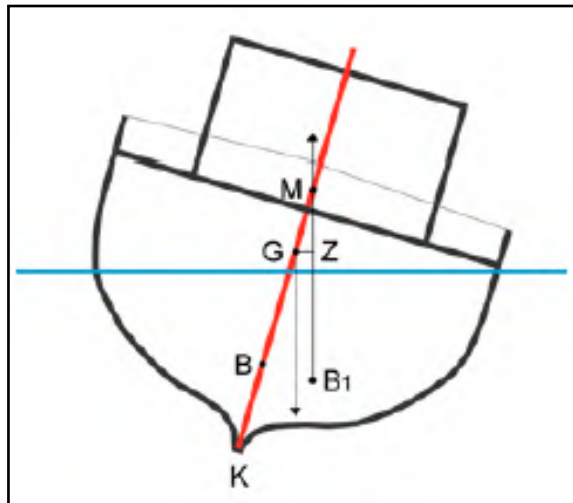
- c. Titik apung (B) merupakan titik tangkap semua gaya-gaya yang menekan keatas terhadap pembebanan kapal. Berbeda dengan titik berat yang tidak berubah pada saat kapal dalam kondisi miring, pada titik apung akan berubah bergantung pada perubahan permukaan yang terendam didalam air. Titik apung akan berpindah mengikuti arah kemiringan kapal untuk memberikan gaya balik ke atas agar kapal tegak kembali setelah mengalami kemiringan. Letak titik apung (B) dapat terlihat pada Gambar 2.8 berikut ini.



Gambar 2.8. Titik apung kapal (B)

- d. Lengan penegak (GZ)
- Ketika kapal mengalami kemiringan, pusat gravitasi G dan pusat apung B tidak lagi di garis vertikal yang sama di atas satu sama lain. Kapal ini tidak lagi merada pada keseimbangan. Jarak horizontal antara dua garis yang disebut lengan penegak GZ dan ukuran lengan penegak GZ sangat penting,

apakah kapal dapat berdiri tegak dan kembali secara stabil. Semakin besar lengan penegak maka semakin baik kemampuan kapal untuk kembali stabil. Untuk lebih jelasnya lengan penegak GZ dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9. Lengan penegak (GZ)

## 2.8. Proses Pembuatan Kapal Plastik

Pembuatan kapal dengan menggunakan bahan dasar plastik HDPE terdapat 2 bentuk yaitu berbentuk biji kasar (*pellets*) dan berbentuk serbuk plastik. Bentuk perbedaan keduanya dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10. Material plastik HDPE dalam bentuk *pellets* dan serbuk

Pembuatan kapal plastik memiliki beberapa tahapan yang harus dilakukan, berikut ini merupakan tahap-tahap pengerjaan dalam pembuatan sebuah kapal berbahan plastik HDPE yaitu:

### 1. Pembuatan cetakan

Proses pembuatan cetakan menggunakan pelat baja 2 mm yang dirakit sesuai dengan bentuk kapal yang diinginkan.



2. Pengisian serbuk plastik HDPE ke cetakan

Serbuk plastik HDPE diisikan kedalam cetakan sesuai dengan kebutuhan. Pengisian serbuk plastik dapat dilihat seperti pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11 Pengisian serbuk plastik kedalam cetakan

Setelah serbuk plastik diisi kedalam cetakan sesuai dengan kebutuhan selanjutnya penutup atau cetakan bagian dalam dipasang dan dikunci dengan rapat sehingga material plastik tidak keluar dari cetakan. Proses penutupan atau pemasangan cetakan bagian dalam seperti terlihat pada Gambar 2.12.

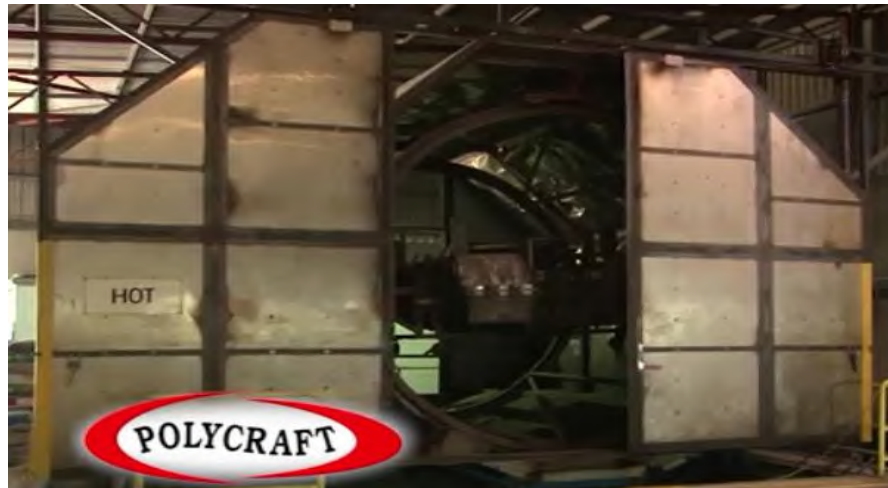


Gambar 2.12. Proses penutupan atau pemasangan cetakan bagian dalam

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 sehingga plastik yang mencair akan bergerak

mengisi bagian-bagian yang kosong, untuk lebih jelasnya mesin oven yang di gunakan dapat dilihat pada Gambar 2.13 berikut.



Gambar 2.13. Mesin pemanas cetakan

#### 4. Pelepasan Cetakan

Setelah dilakukan pemanasan cetakan dengan waktu yang ditentukan maka kapal HDPE akan terbentuk. Pada saat cetakan dingin maka kapal plastik dikeluarkan dari dalam cetakan. Cara melepaskan kapal plastik dari cetakan seperti Gambar 2.14 berikut.



Gambar 2.14 Proses pelepasan kapal HDPE dari cetakan

#### 5. *Finishing*

Langkah terakhir dalam proses pembuatan kapal HDPE adalah proses *finishing*. Pada proses ini dilakukan pengerjaan pemasangan perlengkapan

yang digunakan dikapal. Gambar 2.15 merupakan proses pekerjaan yang dilakukan dalam tahap *finishing*.

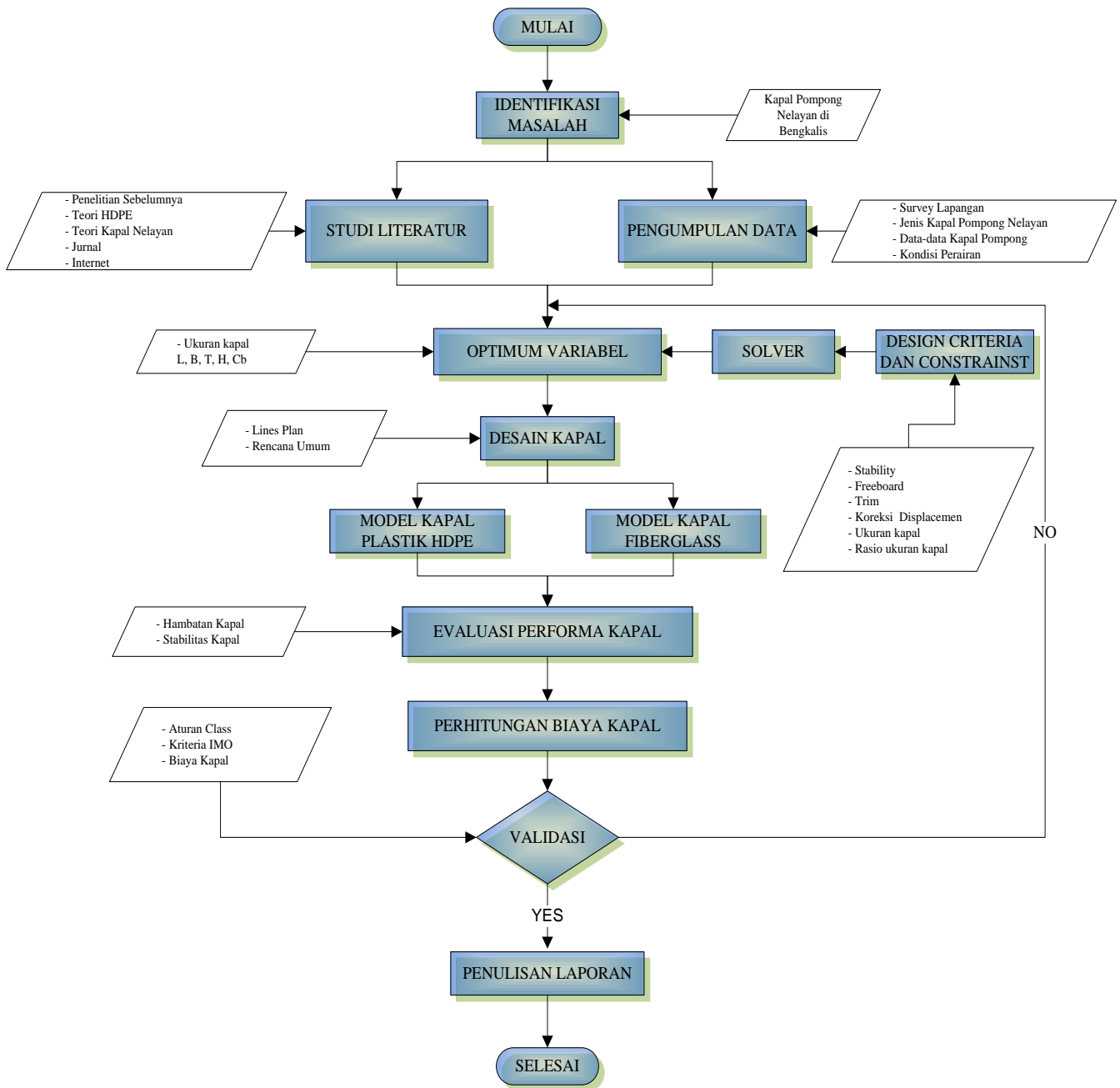


Gambar 2.15 Proses *finishing*

## BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Flowchart Penelitian

Metodologi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1 dimana merupakan proses pengerjaan tesis mulai dari awal hingga selesai.



Gambar 3.1. Flowchart

### 3.2 Urutan Proses Pengerjaan Penelitian

Berdasarkan *flowchart* penelitian pada Gambar 3.1 maka dapat di jelaskan bahwa penelitian ini memerlukan proses yang panjang. Untuk lebih jelasnya proses apa saja yang dilakukan dalam penelitian ini dibahas dibawah ini:

- Identifikasi Masalah

Permasalahan yang akan dibahas adalah mengenai kapal pompong nelayan yang terdapat di Bengkalis, yang mana material untuk pembangunan kapal semakin sulit untuk didapatkan dan ukuran kapal pompong nelayan yang bervariasi.

- Studi Literatur

Literatur yang akan digunakan dalam penelitian ini ialah berupa referensi-referensi seperti: Penelitian sebelumnya, teori-teori yang menjelaskan tentang material HDPE, teori yang menjelaskan tentang kapal nelayan, jurnal, internet, dan sumber-sumber lainnya yang dapat dijadikan acuan dalam melakukan perancangan serta menganalisa kapal pompong nelayan dengan menggunakan material HDPE.

- Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini memerlukan data sesuai dengan permasalahan yang diangkat yaitu di daerah Bengkalis, dengan melakukan survey ke lapangan data yang akan kumpulkan adalah data ukuran utama kapal seperti panjang (L), lebar (B), tinggi (H), sarat (T), kapasitas kapal, jumlah hasil tangkapan rata-rata. Data ukuran kapal yang diambil mulai dari ukuran 7 meter sampai dengan 15 meter.

- Optimum Variabel

Ukuran kapal pompong nelayan di Bengkalis memiliki ukuran yang bervariasi, dalam tahap ini akan dilakukan beberapa perhitungan kriteria untuk mendapatkan batasan-batasan yang dijadikan acuan optimasi. Dengan menggunakan solver untuk mengkalkulasi sehingga didapatkanlah nilai *optimum variable*. *Optimum variable* ini berupa ukuran kapal pompong nelayan (L, B, T, H, Cb), nilai-nilai kriteria lainnya dan biaya pembangunan kapal.

- Desain Kapal

Setelah mendapatkan ukuran yang sesuai maka dilanjutkan dengan merencanakan/mendesain bentuk kapal pompong nelayan HDPE dan bentuk kapal pompong *fiberglass*, adapun dalam proses penggambaran ini ialah mendesain *Lines plan* dan *General arrangement* dengan menggunakan *software maxsurf* dan *Auto CAD*.

- Evaluasi Performa Kapal

Evaluasi yang dilakukan berupa evaluasi hambatan dan evaluasi stabilitas kapal dengan menggunakan *software hullspeed* dan *hydromax*. evaluasi ini bertujuan apakah kapal pompong nelayan HDPE yang didesain memiliki performa yang baik.

- Perhitungan Biaya Kapal

Pada tahap ini memperhitungkan biaya produksi kapal plastic HDPE dan juga biaya produksi kapal *fiberglass*. Kemudian dilakukan perbandingan harga antara kedua kapal tersebut, sehingga kapal dengan material manakah yang lebih ekonomis.

- Validasi

Validasi yang dilakukan ialah dari segi performa kapal apakah kapal pompong nelayan plastik HDPE ini memenuhi syarat atau kriteria yang diberikan oleh IMO, dan juga biaya pembuatan kapal apakah dengan harga yang didapat sesuai dengan kondisi lapangan.

- Penulisan Laporan

Setiap tahap dan pekerjaan dalam penelitian yang dilakukan ditulis dan dibuat laporannya.

**BAB 4**  
**OPTIMASI UKURAN KAPAL POMPONG NELAYAN**  
**BERBAHAN DASAR PLASTIK HDPE**

**4.1. Model Matematis Problem Optimasi**

Optimasi desain kapal dapat dikategorikan sebagai sebuah usaha untuk mencari solusi terhadap konflik dari sebuah proses desain sedemikian rupa sehingga *variable* yang dapat dikontrol oleh pembuat keputusan (*decision-maker*) mampu memperoleh nilai terbaik yang dimungkinkan. Nilai ini dicapai jika batasan-batasan yang diberikan terpenuhi, atau dengan kata lain nilai ini berada di dalam daerah batasan yang diberikan. Secara umum, problem optimasi klasik dengan batasan jamak dapat diekspresikan seperti terlihat pada persamaan dibawah ini.

$$\text{Cari } X = \left\{ \begin{array}{c} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ \vdots \\ X_n \end{array} \right\}, \text{ yang meminimasi/memaksimasi } f(X)$$

Dengan batasan

$$g_{(lb)I} \leq g_i(X) \leq g_{(ub)I} \quad \text{for } i = 1, 2, 3, \dots, m$$

dan

$$X_{(lb)j} \leq X_j \leq X_{(ub)j} \quad \text{for } j = 1, 2, 3, \dots, p$$

Pertimbangan teknis menjadi acuan dalam penentuan ukuran optimum, selain itu faktor ekonomi juga menjadi hal yang dipertimbangkan. Estimasi dari biaya investasi pembangunan kapal dan operasional kapal serta kondisi permintaan pasar menjadi dasar penentuan kebijakan investasi di bidang ini.

#### 4.2. Optimasi Desain Variabel

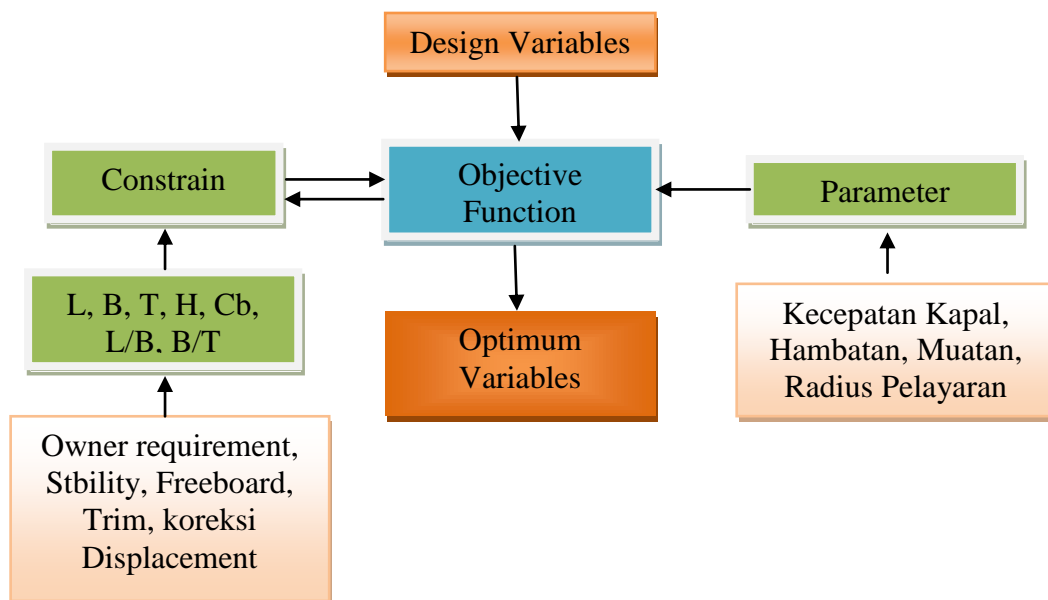
Dalam proses optimasi ukuran utama kapal terdapat beberapa komponen diantaranya ialah sebagai berikut:

- *Design Variable*
  - *Constrain*
  - Parameter
  - Konstanta
  - *Objektif Function*
- a. *Design Variable* ialah unit yang mengalami perubahan pada saat solver dijalankan, adapun unit yang dijadikan *variable* yaitu:
- Panjang kapal (L)
  - Lebar kapal (B)
  - Sarat kapal (T)
  - Tinggi kapal (H)
- b. *Constrain* ialah batasan-batasan yang diberikan dalam proses optimasi. Unit yang dijadikan batasan yaitu:
- *Owner requirement*
  - Ukuran utama kapal (L, B, T, H), batasan maksimum dan minimum kapal.
  - Rasio ukuran utama kapal
  - *Trim*
  - *Freeboard*
  - Stabilitas kapal
  - Koreksi *displacement* kapal
- c. Parameter ialah unit yang bisa diubah sesudah solver dijalankan,. Unit yang dijadikan parameter ini berupa:
- Radius pelayaran
  - Kecepatan kapal
  - Muatan Kapal
  - Hambatan kapal



- d. Konstanta ialah unit yang angkanya atau nilainya sudah ditetapkan. Unit yang termasuk dalam konstanta ini yaitu:
- Massa jenis air laut
  - Gravitasi bumi
  - Massa jenis plastik HDPE
- e. *Objective function* ialah tujuan yang ingin dicapai dalam metode optimasi. Unit yang dijadikan *objective function* ialah harga kapal.

Perancangan sebuah model kapal yang optimum harus memperhitungkan beberapa kondisi dimana kapal yang didesain harus mampu mengatasi kebutuhan yang ada sehingga dalam operasi kapal tidak mengalami kendala kerugian. Untuk mendapatkan ukuran yang optimum akan mengalami permasalahan dalam desainnya dimana harus memenuhi kriteria dan batasan yang diberikan dalam perencanaan kapal tersebut. Proses optimasi untuk mendapatkan nilai *optimum variable* dapat digambarkan pada Gambar 4.1 berikut ini.



Gambar 4.1. Proses optimasi *design variable*

Gambar 4.1. menjelaskan proses optimasi dimana nilai yang ingin didapatkan ialah nilai *optimum variable*. Nilai *objective function* merupakan tujuan yang ingin dicapai dalam optimasi dengan batasan atau *constrain* dan parameter yang diberikan. Nilai *constrain* yang diberikan berupa *owner*

*requirement* yang didapatkan berdasarkan permintaan atau pesanan kemudian untuk nilai stabilitas, *freeboard*, *trim* dan koreksi *displacement* didapatkan dengan perhitungan. *Constrain* lainnya yaitu berupa nilai  $C_b$ , nilai ukuran utama kapal  $L$ ,  $B$ ,  $T$ ,  $H$  (nilai minimum dan maksimum) dan nilai rasio ukuran kapal. nilai *objective function* yang dijadikan sebagai tujuan optimasi ialah harga kapal. selanjutnya menentukan nilai parameter dimana nilai parameter ini digunakan untuk perhitungan-perhitungan yang dilakukan. Nilai parameter ini bersifat tidak tetap bisa diubah-ubah sesuai dengan permintaan.

#### 4.3. Langkah-Langkah Optimasi Ukuran Kapal Pompong HDPE Dengan Menggunakan Solver.

Untuk mendapatkan suatu model kapal baru terdapat beberapa kriteria dan batasan yang harus dipenuhi sesuai dengan tipe dan ukuran kapal yang didesain, kapal yang didesain dalam pembahasan ini ialah kapal nelayan dengan ukuran dibawah 15 meter sehingga kriteria-kriteria untuk kapal tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Kriteria desain kapal nelayan

Desain Kriteria		Perhitungan Desain	
<i>Freeboard</i>	0.16 m	0.46 m	
<b>Stabilitas</b>			
Lengan dinamis $e_0 30^\circ$	0.055 m.rad	0.059 m.rad	
Lengan dinamis pada $e_0 40^\circ$	0.09 m.rad	0.11 m.rad	
Lengan dinamis pada $e_{30, 40^\circ}$	0.03 m.rad	0.05 m.rad	
Lengan statis pada sudut oleng $>30^\circ$	0.2 m	0.235 m	
Sudut kemiringan pada $h_{max}$	25 deg	35 deg	
GM pada 0	0.35 m	0.414 m	
<i>Trim</i>	$-0.88\% \geq Tr \leq 0.88\%$	0.80%	
Koreksi <i>Displacement</i>	$2.00\% \geq error \leq 10.00\%$	2.1%	
L/B	$4.4 \geq L/B \leq 5.8$	5.66	
B/T	$2 \geq B/T \leq 2.6$	2.60	
CB	$0.48 \geq CB \leq 0.59$	0.57	

Tabel 4.1 merupakan kriteria dan batasan yang diberikan untuk mendapatkan nilai *optimum variable*. Dimana nilai perhitungan yang didapatkan harus memenuhi kriteria dan batasan yang diberikan. nilai minimum *freeboard* yang

diberikan sebesar 0.16 meter setelah dilakukan perhitungan *freeboard* maka didapatkan nilai *freeboard* kapal plastik sebesar 0.46 meter sehingga untuk nilai *freeboard* memenuhi batasan yang diberikan. kriteria stabilitas mengikuti aturan IMO dimana nilai perhitungan stabilitas harus memenuhi kriteria yang diberikan. hasil perhitungan yang didapat bahwa nilai yang didapat memenuhi kriteria yang diberikan IMO, seperti lengan dinamis  $e_0 30^\circ$  minimum 0.055 m.rad hasil perhitungan yang didapatkan sebesar 0.059 m.rad, Lengan dinamis pada  $e_0 40^\circ$  minimum 0.09 m.rad hasil perhitungan yang didapatkan 0.11 m.rad, Lengan dinamis pada  $e_{30, 40^\circ}$  minimum 0.03 m.rad hasil perhitungan yang didapat 0.05 m.rad, lengan statis pada sudut oleng  $>30^\circ$  minimum 0.2 m hasil perhitungan yang didapat 0.235 m, sudut kemiringan pada h max minimum 25 deg dari perhitungan yang didapat sebesar 35 deg, kemudian nilai GM pada 0 minimum 0.35 m dari perhitungan yang didapat nilainya sebesar 0.414 m. kemudian batasan *trim* yang diberikan mempunyai nilai minimum dan maksimum untuk nilai minimum *trim* yang diberikan -0.88% dan nilai maksimum sebesar 0.88% oleh karena itu nilai *trim* tidak boleh kurang dan melebihi batasan yang diberikan, dari perhitungan yang didapatkan besarnya nilai *trim* ialah 0.80% maka nilai *trim* memenuhi batasan yang diberikan. begitu juga halnya dengan batasan koreksi *displacement* bahwa batas minimum yang diberikan sebesar 2% dan batas maksimum sebesar 10% kemudian dari perhitungan yang didapatkan nilai koreksi *displacement* sebesar 2.1% maka dari nilai yang didapatkan koreksi *displacement* ini memenuhi batasan yang diberikan. batasan berikutnya ialah rasio ukuran kapal dimana rasio yang yang diberikan ialah rasio L/B dan B/T, untuk batasan L/B nilai minimum yang diberikan sebesar 4.4 dan nilai maksimum sebesar 5.8, kemudian nilai rasio L/B yang didapatkan sebesar 5.66 sehingga nilai rasio L/B memenuhi batasan yang diberikan. untuk B/T, batas nilai minimum yang diberikan sebesar 2 dan nilai maksimum sebesar 2.6, nilai B/T yang didapatkan sebesar 2.6 maka nilai ini masih memenuhi batasan yang diberikan. batasan selanjutnya ialah nilai  $C_b$ , nilai  $C_b$  untuk kapal nelayan dengan ukuran kecil dari 12 meter diberikan batasan minimum sebesar 0.48 dan batasan maksimum sebesar 0.59, kemudian dari perhitungan yang didapat besar nilai  $C_b$  ialah 0.57, dari nilai yang didapatkan maka nilai  $C_b$  memenuhi batasan yang diberikan.

**a. Owner Requirements**

Setiap perancangan dan produksi kapal tentu berdasarkan atas permintaan dari *owner*, biasanya jika melakukan pemesanan sebuah kapal, pemilik kapal akan memberikan beberapa persyaratan atau disebut dengan *owner requirement*. *Owner requirements* merupakan permintaan dan syarat yang dilakukan oleh para pemilik kapal kepada desainer untuk dilakukan perancangan kapal tersebut. Tabel 4.2 berikut merupakan *owner requirement* untuk perancangan kapal nelayan berbahan dasar plastik HDPE.

Tabel 4.2. *Owner requirement*

No	Data Desain	Keterangan
1	Jenis kapal	Kapal Nelayan
4	Kecepatan dinas	5 knot
6	Radius pelayaran	10 mil
8	Daerah pelayaran	Perairan Bengkalis
10	Kapasitas Muatan	2.5 Ton

**b. Data-Data Kapal Pompong**

Data-data kapal pompong nelayan sangat dibutuhkan sebagai acuan optimasi ukuran kapal yang baru. Setelah melakukan survei dan kunjungan langsung, didapatkan beberapa data kapal pompong berukuran kecil yang ada di daerah Bengkalis. Data-data ukuran utama kapal didapatkn dengan survey langsung ke lapangan, melakukan wawancara dengan masyarakat serta melakukan pengukuran untuk mendapatkan ukuran utama kapal pompong nelayan. Adapun ukuran kapal yang diambil mulai dari kapal terkecil yaitu dengan ukuran panjang 7 meter hingga ukuran kapal dengan panjang 15 meter. Tabel 4.3 berikut merupakan data-data ukuran utama kapal pompong yang diambil.

Tabel 4.3. Data kapal pompong

No	Nama Kapal	L (m)	B (m)	H (m)	T (m)
1	1	7	1.3	0.7	0.4
2	2	10.5	2	1	0.5
3	3	12	2.1	1	0.6
4	4	15	2.4	1.2	0.6
5	5	9.5	1.7	1	0.55
6	6	9.5	1.8	1	0.55
7	7	9.7	1.7	0.8	0.4
8	8	9.5	2	1	0.6
9	9	7.5	1.5	0.8	0.4
10	10	10.2	2.2	0.8	0.5
11	11	8	1.7	0.8	0.5

**c. Perhitungan *Freeboard***

Ukuran utama Kapal

$$L = 8.8 \text{ m}$$

$$B = 1.56 \text{ m}$$

$$H = 1.05 \text{ m}$$

$$T = 0.6 \text{ m}$$

Sesuai dengan peraturan menteri perhubungan No. KM 3 (2005) *freeboard* minimum yang diizinkan adalah:

$$\textit{Freeboard} = 0.8 \times L \quad (\text{cm}) \quad \text{untuk } L \text{ sampai dengan } 50 \text{ m}$$

Sehingga:

$$\textit{Freeboard} = 0.8 \times 8.8 = 7.06 \text{ cm}$$

Koreksi terhadap penambahan *freeboard* apabila  $H > L/15$ .

$$L/15 = 0.588$$

Sehingga

$$\text{Penambahan} = 20 (H - L/15) \quad (\text{cm}) \quad \text{untuk } L \text{ sampai dengan } 50 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Penambahan} &= 20 \times (1.05 - 0.588) \\ &= 9.24 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jadi

$$\begin{aligned} \textit{freeboard} \text{ yang diizinkan minimal} &= \textit{freeboard} \text{ awal} + \text{penambahan} \\ &= 7.06 + 9.24 \\ &= 16.3 \text{ cm} = 0.163 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Freeboard Kapal} &= H - T \\
 &= 1.05 - 0.6 \\
 &= 0.45 \text{ m}
 \end{aligned}$$

*Freeboard* kapal yang diizinkan minimal 0.16 meter sedangkan *freeboard* kapal aktualnya sebesar 0.45 meter, sehingga *freeboard* kapal pompong HDPE ini memenuhi persyaratan yang diberikan.

#### d. Perhitungan Stabilitas

Stabilitas kapal mempunyai kriteria yang diberikan oleh IMO sehingga dibutuhkan nilai stabilitas kapal tersebut apakah memenuhi kriteria IMO, menurut “Huseyin dan Abdi Kukner (1999)” perhitungan stabilitas kapal nelayan sebagai berikut:.

Ukuran utama kapal

$$\begin{aligned}
 L &= 8.8 \text{ m} &= 28.94 \text{ ft} \\
 B &= 1.56 \text{ m} \\
 H &= 1.05 \text{ m} \\
 T &= 0.6 \text{ m} \\
 V_s &= 5 \text{ knot} &= 2.57 \text{ m/s} \\
 g &= 9.81 \text{ m/s}^2
 \end{aligned}$$

Keterangan simbol

$$\begin{aligned}
 L &= \textit{length overall} \\
 B &= \textit{molded breadth} \\
 T &= \textit{design draft} \\
 BM &= \textit{transverse metacentric radius} \\
 H &= \textit{depth} \\
 GM &= \textit{metacentric height} \\
 I &= \textit{transverse inertia moment} \\
 KB &= \textit{height center of buoyancy} \\
 V &= \textit{volume displacement} \\
 f &= \textit{freeboard} \\
 C_b &= \textit{block coefficient}
 \end{aligned}$$

$$Fn = \frac{V_s}{\sqrt{g \cdot L}} = \frac{2.57}{\sqrt{9.81 \times 8.8}} = 0.276$$

$$C_b = k - 0.5 \frac{V_s}{\sqrt{L_f}} = k - 0.5 \frac{5}{\sqrt{28.94}} \quad (k = 1.12 - 1.03)$$

$$= 0.57$$

$$C_p = \text{Prismatic coefficient}$$

$$= C_b/C_m$$

$$C_m = 1 - \frac{(1.7 - C_b)^2}{7.7 T} = 1 - \frac{(1.7 - 0.57)^2}{7.7 \times 0.6} = 0.72$$

$$C_p = \frac{0.54}{0.7} = 0.78$$

$$C_{wl} = \text{Waterline area coefficient}$$

$$= 0.9670599 \times C_b^{0.52085} = 0.9670599 \times 0.57^{0.52085}$$

$$= 0.72$$

$$KG = \text{Vertical center of gravity}$$

Asumsi tebal pelat kapal

$$\text{Tebal sekat dan sisi} = 0.05 \quad \text{m}$$

$$\text{Tebal pelat alas} = 0.06 \quad \text{m}$$

$$\text{Berat jenis HDPE} = 0.97 \quad \text{g/cm}^3$$

Asumsi Bangunan atas

Perhitungan titik berat kapal (KG) dengan cara menghitung berat disetiap *part* kapal, sehingga berat bangunan atas juga perlu diperhitungkan oleh karena itu dilakukan perencanaan ukuran bangunan atas serta menghitung berat setiap *part*-nya. Perencanaan dan perhitungan berat bangunan atas dapat terlihat pada Tabel 4.4..

Tabel 4.4. Pelat bangunan atas

Item	Panjang (cm)	Tebal (cm)	Tinggi (cm)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Density g/cm <sup>3</sup>	Berat (kg)
Sisi	200	2	130	52000	0.97	50.44
Atas	220	2	130	57200	0.97	55.484
Depan	120	2	130	31200	0.97	30.264

Menghitung titik berat

Untuk menghitung titik berat kapal (KG) dengan cara menghitung berat dan titik berat disetiap *part* atau bagian kapal sehingga perhitungan titik berat kapal dapat terlihat pada Tabel 4.5. berikut ini:

Tabel 4.5. Pelat pada kapal HDPE

Item	Berat (kg)	Panjang (m)	Tinggi (m)	B x P	B x T
Pelat alas	868.961	4.409	0.033	3831.50362	28.293
Pelat sisi	480.244	4.409	0.350	2117.53935	168.086
Pelat sekat buritan	84.955	0.027	0.350	2.271	29.734
Pelat sekat mesin	84.955	2.940	0.350	249.727	29.734
Pelat sekat palka	84.955	6.614	0.350	561.886	29.734
Pelat sisi bangunan atas 1	50.440	2.205	66.050	111.202	3331.562
pelat sisi bangunan atas 2	50.440	2.205	66.050	111.202	3331.562
Pelat atas bangunan atas	55.484	2.205	131.050	122.323	7271.178
Pelat depan bangunan atas	30.264	2.940	66.050	88.962	1998.937
$\Sigma 0 =$	1604.0694		$\Sigma 1 =$	6762.92729	285.5807879
					= $\Sigma 2$

$$KG L = \frac{\Sigma_1}{\Sigma_0} = \frac{6762.93}{1604.1} = 4.22 \text{ m}$$

$$KG v = \frac{\Sigma_2}{\Sigma_0} = \frac{285.58}{1604.1} = 0.178 \text{ m}$$

Perhitungan stabilitas menggunakan persamaan berikut ini:

$$\frac{KB}{T} = 0.585578 \times \left( \frac{Cwl}{Cb} \right)^{0.01725}$$

$$\begin{aligned} KB &= 0.585578 \times \left( \frac{Cwl}{Cb} \right)^{0.01725} \times T \\ &= 0.585578 \times \left( \frac{0.72}{0.57} \right)^{0.01725} \times 0.6 \\ &= 0.255 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I &= 0.075645 \times L \times B^3 \times Cwl^{1.41753} \\ &= 0.075645 \times 8.8 \times 1.56^3 \times 0.72^{1.41753} \\ &= 1.59 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} BM &= \frac{I}{V} \\ &= \frac{1.59}{4.67} = 0.34 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} KM &= KB + BM \\ &= 0.255 + 0.34 \\ &= 0.595 \quad \text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} GM &= KM - KG \\ &= 0.595 - 0.181 \\ &= 0.414 \quad \text{m} \end{aligned}$$

Menghitung nilai GZ

Untuk sudut yang kecil sampai dengan 15 derajat

$$GZ = GM \sin \theta$$

Untuk sudut diatas 15 derajat

$$GZ = \left( GM + \frac{1}{2} BM \tan^2 \theta \right) \sin \theta$$

Sehingga besar nilai GZ berdasarkan sudut ialah

Tabel 4.6. Nilai GZ berdasarkan sudut

Heel	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
statis GZ	0	0.036	0.0719	0.107	0.149	0.191	0.235	0.285	0.343	0.413	0.502
dinamis GZ			0.0063		0.019		0.033		0.025		0.073

Tabel 4.7. Ordinat MG

	Titik 1	Titik 2	Titik 3
X	45	50	0
Y	0.413	0.502	0

$$MAX = 0.502$$

$$Match = 11$$

$$Index = 35$$

$$X \text{ max} = 35$$

$$GM \text{ pada sudut oleng } 0^0 = 0.414 \quad \text{m}$$

$$h \text{ pada sudut oleng } >30^0 = 0.235 \quad \text{m}$$

$$h \text{ maksimum pada sudut} = 35 \quad \text{deg}$$

$$\text{Lengan dinamis pada } 30^0 = 0.033 \quad \text{m.rad}$$

$$\text{Lengan dinamis pada } 40^0 = 0.025 \quad \text{m.rad}$$

$$\text{Luas antara } 30^0 \text{ dan } 40^0 = 0.05 \quad \text{m.rad}$$

$$\text{Luas pada } 30^0 = 0.0585 \quad \text{m.rad}$$

$$\text{Luas pada } 40^0 = 0.1085 \quad \text{m.rad}$$

**e. Perhitungan *Trim***

*Trim* dijadikan sebagai batasan dalam perhitungan *optimum variable*, sehingga langkah-langkah perhitungan *trim* sebagai berikut:

Data utama kapal

$$L = 8.8 \text{ m}$$

$$B = 1.56 \text{ m}$$

$$T = 0.6 \text{ m}$$

Dari perhitungan stabilitas sebelumnya telah di dapatkan nilai:

$$KG = 0.181 \text{ m}$$

$$GM = 0.414 \text{ m}$$

$$Cp = 0.784$$

Menentukan nilai *Longitudinal center of buoyancy* (LCB)

$$LCB = (8.8 - 38.9 F_n)/100$$

$$= 8.8 - 38.9 \times 0.537/100$$

$$= -0.121 \text{ \% L}$$

$$= -0.011 \text{ m (dari midship)}$$

$$= 4.42 \text{ m dari Fp}$$

Menentukan *Longitudinal Center of Gravity* (LCG)

$$LCG = -0.15 + LCB$$

$$= -0.15 + (-0.121)$$

$$= -0.271 \text{ \% L}$$

$$= -0.0239 \text{ dari midship}$$

$$= -4.43 \text{ dari Fp}$$

Menurut “KJ Rawson dan E C Tupper (2001)” untuk menghitung *trim* dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Trim = T_a - T_f$$

$$= \frac{(LCG - LCB) \times L}{GM}$$

$$= \frac{(-4.43 - 4.42) \times 8.06}{0.381}$$

$$= 0.071$$

$$\text{Kondisi} = Trim \text{ Buritan}$$

Keterangan :

- Jika nilai  $trim < 0 = trim$  haluan
- Jika nilai  $trim > 0 = trim$  buritan
- Jika nilai  $trim = 0 = even keel$

Persentase = 0.8%

#### f. Perhitungan Hambatan Kapal HDPE

Hambatan kapal dihitung untuk menentukan daya mesin yang digunakan untuk kapal tersebut dengan kecepatan operasi kapal yang ditentukan. Dalam perhitungan hambatan akan menghitung luas permukaan bidang basah kapal, dimana dalam optimasi ini luas bidang basah kapal digunakan untuk menghitung berat badan kapal. Perhitungan hambatan kapal ini menggunakan metode “*Holtrop and Mennen (1982)*”. Berikut ini merupakan langkah-langkah perhitungan hambatan kapal:

Ukuran utama kapal

$$L = 8.82 \text{ m} \quad Lwl = 8.5 \text{ m}$$

$$B = 1.56 \text{ m}$$

$$T = 0.6 \text{ m}$$

$$H = 1.05 \text{ m}$$

$$Vs = 5 \text{ Knot} = 2.572 \text{ m/s}$$

$$Cb = 0.57$$

$$Cm = 0.72$$

$$Cp = 0.78$$

$$Cwp = 0.85$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$LCB = 4.41 \text{ m}$$

Keterangan simbol

$$\nabla = Volume \ displacement = 4.67 \text{ m}^3$$

$$\rho = \text{Densitas air laut (ton/m}^3\text{)}$$

$$S = \text{Wetted surface area (m}^2\text{)}$$

$$Vs = \text{Kecepatan kapal (knot)}$$

$$Cf = \text{Koefisien gesek}$$

$$\begin{aligned}
CA &= \text{Faktor korelasi kapal} &= 0.0006 \\
\Delta &= \text{Displacement} &= 4.78 \text{ ton} \\
\frac{R_R}{\Delta} &= \text{Hambatan residu} \\
\nu &= \text{Viscositas kinematik air laut} = 1.18831 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}
\end{aligned}$$

- Menghitung luas permukaan basah kapal (*wetted surface area*)

$$\begin{aligned}
S &= L(2T + B)\sqrt{C_m}(0.4530 + 0.4425C_B + -0.2862C_M - 0.003467\frac{B}{T} + \\
&\quad 0.3696C_{WP}) \\
&= 8.5(2 \times 0.6 + 1.56)\sqrt{0.72}(0.4530 + 0.4425 \times 0.57 + -0.2862 \times \\
&\quad 0.72 - 0.003467 \times \frac{1.56}{0.6} + 0.3696 \times 0.85) \\
&= 16.11 \quad \text{m}^2
\end{aligned}$$

- *Froude Number*

$$\begin{aligned}
Fn &= \frac{Vs}{\sqrt{g \cdot L}} \\
&= \frac{2.572}{\sqrt{9.81 \times 8.5}} \\
&= 0.281
\end{aligned}$$

- *Reynold Number*

$$\begin{aligned}
Rn &= \frac{V_s \times L}{\nu} \\
&= \frac{2.572 \times 8.5}{1.18831 \times 10^{-6}} \\
&= 18514504.35
\end{aligned}$$

- *Coeffisien gesek*

$$\begin{aligned}
C_F &= \frac{0.075}{\text{Log}_{10} R_n} \\
&= \frac{0.075}{\text{Log}_{10}(18514504.35)} \\
&= 0.0027
\end{aligned}$$

- *Hambatan Residu*

$$\frac{R_R}{\Delta} = C \times e^{m_1 F_n^d + m_2 \cos(\alpha F_n^{-2})}$$

$$i_E = 125.67 \frac{B}{L} - 162.25 \times C_p^2 + 234.32 \times C_p^3 + 0.155087 \times (LCB)^3$$

$$= 125.67 \frac{B}{L} - 162.25 \times C_p^2 + 234.32 \times C_p^3 + 0.155087 \times (LCB)^3$$

$$= 48.67$$

$$C = 2223105 \left(\frac{B}{L}\right)^{3.78613} \times \left(\frac{T}{B}\right)^{1.07961} \times (90 - i_E)^{-1.37565}$$

$$= 2223105 \left(\frac{1.56}{8.5}\right)^{3.78613} \times \left(\frac{0.6}{1.56}\right)^{1.07961} \times (90 - 48.67)^{-1.37565}$$

$$= 6.72$$

$$m_1 = 0.0140407 \times \frac{L}{T} - 1.75254 \times \frac{1}{\sqrt[3]{L}} - 4.79323 \frac{B}{L} - 8.07981 \times C_p +$$

$$13.8673 \times C_p^2 - 6.984388 \times C_p^3$$

$$= 0.0140407 \times \frac{8.5}{0.6} - 1.75254 \times \frac{4.67^{\frac{1}{3}}}{8.5} - 4.79323 \frac{1.56}{8.5} -$$

$$8.07981 \times + 13.8673 \times 0.78^2 - 6.984388 \times 0.78^3$$

$$= -2.1504$$

$$m^2 = -1.69385 \times C_p^2 \times e^{\frac{-0.1}{F_n^2}}$$

$$= -1.69385 \times 0.78^2 \times e^{\frac{-0.1}{0.78^2}}$$

$$= -0.2925$$

$$\lambda = 1.446 \times C_p - 0.03 \times \frac{L}{B}$$

$$= 1.446 \times 0.78 - 0.03 \times \frac{8.5}{1.56}$$

$$= 0.9625$$

$$d = -0.9$$

$$\frac{R_R}{\Delta} = 6.72 \times e^{-2.1504 \times 0.281^{-0.9} \pm 0.2925 \times \cos(0.9625 \times 0.78^{-2})}$$

$$= 0.006$$

Jadi hambatan kapal plastik HDPE ialah:

$$R_T = \frac{1}{2} \times \rho \times S \times V^2 \times (C_F + C_A) + \frac{R_R}{\Delta} \times \Delta$$

$$R_T = \frac{1}{2} \times 1.025 \times 16.11 \times 5^2 \times (0.0027 + 0.0006) + 0.006 \times 4.78$$

$$= 0.21 \quad \text{kN}$$

Daya mesin yang dibutuhkan ialah:

$$\begin{aligned}
PE &= RT \times Vs \\
&= 0.24 \times 2.572 \\
&= 0.54 \text{ KW} \\
&= 0.72 \text{ HP}
\end{aligned}$$

**g. Perhitungan Biaya Material Kapal**

Asumsi perhitungan biaya pembuatan kapal plastik HDPE ini memperkirakan banyaknya jumlah plastik HPDE yang digunakan untuk membuat kapal dengan ukuran yang ditentukan. Untuk detail perhitungan biaya pembuatan kapal plastik ini terdapat pada “BAB 7”.

Untuk menghitung berat kapal HDPE ini digunakan perhitungan pendekatan untuk menghitung luas permukaan basah kapal yang kemudian digunakan untuk mendapatkan berat bagian lambung kapal yang dibawah sarat, untuk bagian diatas sarat digunakan perhitungan *freeboard* sedangkan untuk bangunan atas sudah ditetapkan ukurannya. Dari perhitungan pada “BAB 5” yang dilakukan maka didapatkan berat kapal plastik ialah sebagai berikut:

$$W = 1872.8 \text{ kg}$$

Harga 1 kg plastik HDPE = Rp 10.800

Biaya untuk material HDPE pembuatan badan kapal diperkirakan sebesar:

$$\begin{aligned}
\text{Cost} &= W \times 10.800 \\
&= 1872.8 \times 10.800 \\
&= \text{Rp } 20.226.297
\end{aligned}$$

Biaya upah pembuatan kapal diperkirakan sebesar:

$$\text{Upah} = \text{Rp. } 3.000.000$$

Harga mesin kapal ukuran 8 PK sebesar:

$$\text{Mesin} = \text{Rp. } 2.600.000$$

Harga poros dan *propeller* kapal sebesar:

$$\text{Prop} = \text{Rp. } 650.000$$

**h. Hasil Kalkulasi Solver**

Dari perhitungan-perhitungan yang dilakukan sebelumnya dimana hasil perhitungan tersebut harus memenuhi kriteria dan batasan yang diberikan. Kemudian dilakukan kalkulasi optimasi dengan menggunakan solver. Nilai

optimum variabel hasil dari kalkulasi yang dilakukan oleh solver dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8. Hasil optimasi solver

Variabel	minimum	value	maximum	unit	remark
L	7.00	8.8	15.00	m	OK
B	1.30	1.56	2.40	m	OK
H	0.70	1.05	1.20	m	OK
T	0.40	0.60	0.60	m	OK
Batasan	minimum	value	maksimum	unit	remark
<i>Freeboard</i>	16.30	45.00		cm	OK
Lengan dinamis e0 30°	0.055	0.0589			OK
Lengan dinamis pada e0 40°	0.09	0.109			OK
Lengan dinamis pada e30, 40°	0.03	0.050			OK
Lengan statis pada sudut oleng >30°	0.2	0.237			OK
Sudut kemiringan pada h max	25	35			OK
GM pada 0	0.35	0.42			OK
Trim	-0.882%	0.794%	0.882%		OK
Koreksi <i>Displacement</i>	2%	3.67%	10%		OK
L/B	4.40	5.65	5.80		OK
B/T	2.00	2.60	2.60		OK
H/T	1.75	1.75	2.00		OK
CB	0.48	0.57	0.59		OK
Fungsi Objektif					
<i>Hull cost</i>	Rp 20,226,297.69				
<i>Machinery Cost</i>	Rp 2,600,000.00				
<i>Shaft and Propeller</i>	Rp 650,000.00				
Upah Kerja	Rp 3,000,000.00				
Total	Rp 26,476,297.69				
Konstanta	Value	Unit			
Massa Jenis Air Laut	1.025	ton/m <sup>3</sup>			
Gaya gravitasi	9.81	m/s <sup>2</sup>			
Massa jenis plastik HDPE	0.97	g/m <sup>3</sup>			
Parameter	Value	Unit			
Radius pelayaran	3	mil			
Muatan	2549	Kg			
Kecepatan dinas	5	knot			
RT Kapal HDPE	0.21	kN			

Tabel 4.8. merupakan kalkulasi dengan menggunakan solver dimana nilai yang optimum harus memenuhi kriteria dan batasan yang diberikan baik itu batasan minimum maupun batasan maksimum. Harga pokok produksi kapal dijadikan sebagai *objective function*. Sedangkan nilai *design variable* ialah ukuran utama kapal (L, B, T, H), kemudian konstanta dan parameter ditentukan dimana berfungsi sebagai penunjang untuk proses perhitungan yang dilakukan. Setelah perhitungan dilakukan maka nilai yang didapat harus di *link* kedalam tabel untuk menjalankan solver. Setelah semua kriteria, batasan minimum dan batasan maksimum dimasukkan begitu juga dengan nilai hasil perhitungan dimasukkan kedalam tabel solver. Kemudian solver dijalankan apabila pada kolom remark masih ada yang NO maka nilai yang didapatkan belum memenuhi kriteria dan batasan yang diberikan. maka solver dijalankan berulang-ulang kali sampai pada kolom remark semuanya YES, jika semuanya YES berarti nilai yang didapati sudah memenuhi semua kriteria dan batasan yang diberikan.

**i. Ukuran Optimal Kapal Pompong Nelayan Plastik HDPE**

Setelah dilakukan beberapa perhitungan, kemudian dilakukan optimasi ukuran kapal dengan menggunakan solver sehingga didapatlah ukuran optimal kapal untuk perairan Bengkalis seperti yang terlihat pada Tabel 4.9 berikut ini.

Tabel 4.9. Ukuran kapal pompong

Item	Value	Unit
Panjang (L)	8.8	m
Lebar (B)	1.56	m
Tinggi (H)	1.05	m
Sarat (T)	0.60	m
CB	0.57	
VS	5	knot



**BAB 5**  
**ANALISA DESAIN KAPAL POMPONG PLASTIK**  
***HIGH DENSITY POLYETHYLENE (HDPE)***

**5.1. Desain Kapal Pompong Nelayan HDPE**

Plastik merupakan suatu material yang bisa dibentuk sesuai dengan keinginan tetapi pembentukan material plastik ini dilakukan dengan menggunakan suatu cetakan ( *mold* ). Oleh sebab itu sebelum membuat kapal ini terlebih dahulu yang perlu dipersiapkan adalah cetakan kapal. Dengan mempertimbangkan bagaimana cara produksi kapal plastik dan sesuai dengan ukuran yang diperoleh dari perhitungan optimasi ukuran kapal yang sesuai untuk daerah Bengkulu sebelumnya maka didesain bentuk kapal pompong plastik HDPE sebagai berikut:

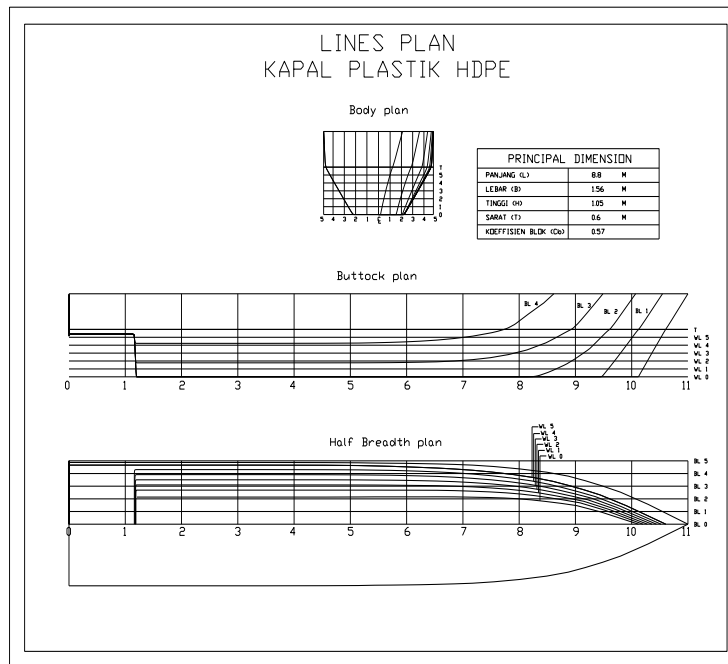
- Ukuran utama kapal

Tabel 5.1. Ukuran utama kapal

Item	Value	Unit
Panjang (L)	8.8	m
Lebar (B)	1.56	m
Tinggi (H)	1.05	m
Sarat (T)	0.60	m
CB	0.57	
VS	5	knot

- Desain rencana garis kapal plastik HDPE

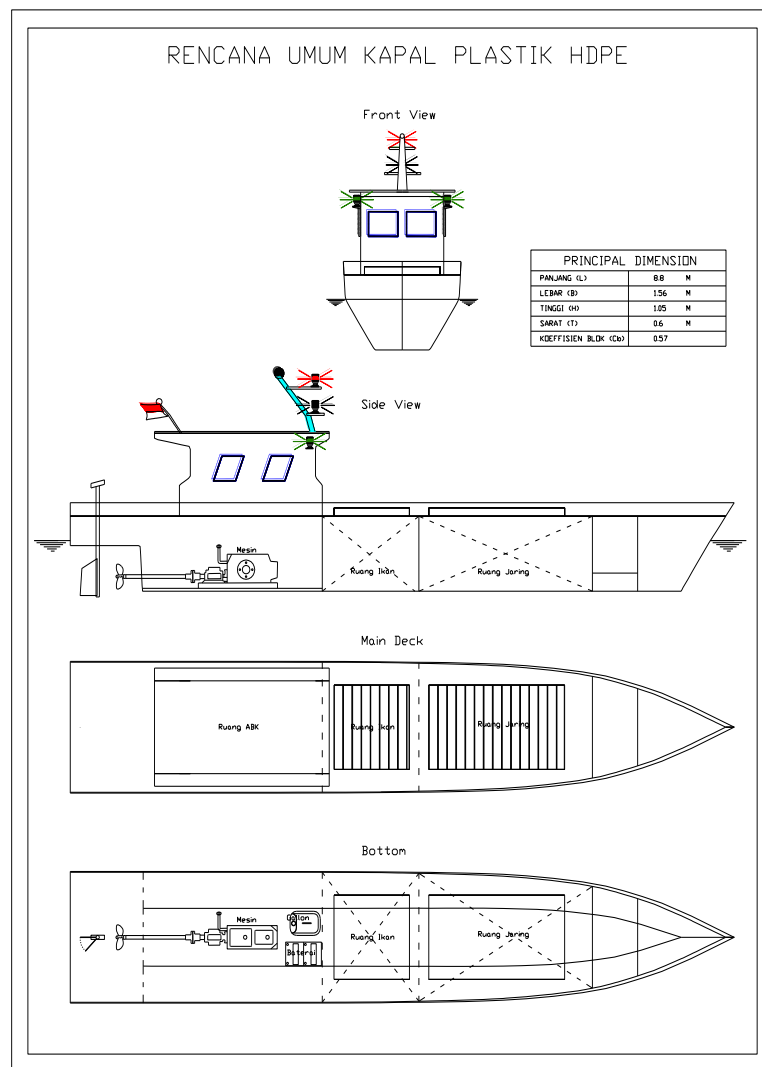
Penggambaran  *lines plan*  dilakukan dengan menggunakan  *software maxsurf 13* , dengan berbagai pertimbangan dan memikirkan bagaimana proses produksi kapal plastik ini maka berikut ini merupakan bentuk desain rencana garis dan bentuk lambung kapal pompong nelayan HDPE, lambung kapal plastik didesain dengan mengurangi bentuk lengkungan pada badan kapal dimana untuk mempermudah dalam melakukan proses produksinya atau mencetaknya dan juga mempermudah dalam pembuatan cetakan lambung kapal tersebut. Bentuk desain rencana garis atau  *lines plan*  seperti pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1. *Lines plan* kapal pompong plastik HDPE

- Desain rencana umum kapal plastik HDPE

Berdasarkan gambar desain rencana garis yang telah dilakukan maka sesuai dengan bentuk lambungnya dibuatlah suatu gambar rencana umum kapal pompong plastik HDPE. Merancang rencana umum kapal dilakukan dengan menggunakan *software Auto CAD*. Dari gambar rencana garis yang digambarkan di *software maxsurf* kemudian di *export* ke *Auto CAD*. Di *Software Auto CAD* ini maka dilakukan pembagian ruangan-ruangan yang dibutuhkan serta menempatkan peralatan dan juga perlengkapan yang terdapat di kapal pompong plastik HDPE. Desain rencana umum dapat dilihat pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2. Rencana umum kapal pompong plastik HDPE

## 5.2. Perencanaan Muatan Pada Kapal Pompong

Kapal pompong dilengkapi dengan mesin penggerak dengan tipe *dong feng* serta *shaft*, *propeller* dan kemudi. Tabel 5.2 berikut merupakan perkiraan berat dari masing-masing jenis perlengkapan kapal.

Tabel 5.2. Perlengkapan penggerak kapal

No	Item	Berat [kg]
1	<i>Main Engine</i>	150
2	<i>Shaft and Propeller</i>	40
3	Kemudi	20
		185

Dalam operasinya kapal pompong juga harus dilengkapi dengan berbagai perlengkapan tangkap dan juga persediaan untuk operasi kapal, Tabel 5.3 berikut merupakan perkiraan muatan pada kapal pompong.

Tabel 5.3. Muatan kapal pompong HDPE

No	Item	Berat [kg]
1	Jaring & Pelampung	1300
2	Box Ikan	60
3	Jangkar & tali jangkar	50
4	Anak buah kapal ( 3orang)	225
5	Perlengkapan Masak	30
6	Bahan bakar (solar) "full"	60
7	Makanan "full"	24
8	Minuman "full"	50
9	Berat Es "full"	150
10	Jumlah Tangkapan "full"	600
		<b>2549</b>

### 5.3. Menghitung Berat Kapal

#### a. Tebal Lambung Kapal Pompong Plastik HDPE

Menghitung berat kapal pompong yang terbuat dari plastik HDPE ini mengacu pada aturan “*Turk Loydu (2014)*”. Untuk menghitung berat kapal terlebih dahulu mengetahui tebal dari pelat yang di gunakan pada kapal. menghitung tebal pelat untuk kapal plastik sebagai berikut:

Ukuran utama kapal

L = 8.8 m

B = 1.56 m

H = 1.05 m

T = 0.6 m

Cb = 0.57

Berat jenis HDPE = 0.97 g/cm<sup>3</sup>

Berat jenis air laut = 1.025 ton/m<sup>3</sup>

- *Tebal shell bottom*

$$T_{yb} = k \cdot s \sqrt{\frac{P_{fb}}{L \times 6.7}} (14 + 3.6 \times L) \quad [\text{mm}]$$

$$k = 0.72 \text{ for HDPE}$$

$$s = 0.5 \text{ m (jarak gading)}$$

Menurut BKI nilai pembebanan pada *bottom* atau *pressure factor for bottom* ( $P_{fb}$ ) dapat dihitung dengan persamaan berikut ini:

$$\begin{aligned} P_{fb} &= \text{pressure factor pada bottom} \\ &= 2.7 L + 3.29 \\ &= 2.7 \times 8.8 + 3.29 \\ &= 27.11 \quad \text{kN/m}^2 \end{aligned}$$

Sehingga:

$$\begin{aligned} T_{yb} &= 0.72 \times 0.5 \sqrt{\frac{27.11}{8.8 \times 6.7}} (14 + 3.6 \times 8.8) \\ &= 66.23 \quad \text{mm} = 6.62 \text{ cm} \end{aligned}$$

- *Tebal shell side*

$$T_{ys} = k \cdot s \sqrt{\frac{P_{fs}}{L \times 6.7}} (14 + 3.6 \times L)$$

Menurut BKI nilai pembebanan pada sisi atau *pressure factor for side* ( $P_{fs}$ ) dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P_{fs} &= \text{pressure factor pada side} \\ &= 1.88 L + 1.76 \\ &= 1.88 \times 8.8 + 1.76 \\ &= 18.35 \quad \text{kN/m}^2 \end{aligned}$$

Sehingga:

$$\begin{aligned} T_{ys} &= 0.72 \times 0.5 \sqrt{\frac{18.35}{8.8 \times 6.7}} (14 + 3.6 \times 8.8) \\ &= 54.41 \quad \text{mm} = 5.44 \text{ cm} \end{aligned}$$

Tebal *shell* untuk sekat tidak diatur dalam *class* sehingga tebal sekat diasumsikan  $\frac{1}{2}$  dari tebal pelat sisi sebesar 2.5 cm

**b. Berat Kapal Plastik HDPE**

Kapal pompong ini memiliki bangunan atas sehingga berat dari bangunan atas perlu diperhitungkan, berikut ini merupakan asumsi dan perhitungan berat dari masing-masing item kapal tersebut. Untuk menghitung berat dari material harus mencari volume dari tiap item, kemudian dikalikan dengan berat jenis plastik HDPE Dimana berat jenis HDPE ialah  $0.97 \text{ g/cm}^3$ .

- Menghitung berat lambung kapal plastik HDPE

Lambung kapal terbagi atas dua bagian yaitu bagian bawah garis air atau sarat dan bagian diatas sarat. Perhitungan berat untuk dibawah garis air dengan menggunakan rumus pendekatan WSA untuk mendapatkan luas bidang yang tercelup air, untuk bagian atas sarat menggunakan perhitungan *freeboard* kemudian dikalikan dengan tebal lambung maka berat bagian bawah sarat dapat diketahui. Berikut ini langkah perhitungan berat dibawah garis air.

Menghitung berat bagian bawah sarat:

WSA kapal

$$\begin{aligned} S &= L(2T + B)\sqrt{C_m}(0.4530 + 0.4425C_B + -0.2862C_M - 0.003467\frac{B}{T} + \\ &\quad 0.3696C_{WP}) \\ &= 8.5(2 \times 0.6 + 1.56)\sqrt{0.72}(0.4530 + 0.4425 \times 0.57 + -0.2862 \times \\ &\quad 0.72 - 0.003467 \times \frac{1.56}{0.6} + 0.3696 \times 0.85) \\ &= 16.11 \quad \text{m}^2 \end{aligned}$$

Volume bagian WSA

$$\begin{aligned} \text{VolWSA} &= S \times \text{Tebal lambung kapal} \\ &= 16.11 \times 0.06 \\ &= 0.9663806 \text{ m}^3 \\ &= 966380.6 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Berat bagian bawah sarat ialah:

$$\begin{aligned} \text{WT} &= \text{VolWSA} \times \rho_{\text{HDPE}} \\ &= 966380.6 \times 0.97 \\ &= 937389 \quad \text{gram} \\ &= 937.39 \quad \text{kg} \end{aligned}$$

Menghitung berat bagian atas sarat

Tinggi *freeboard* kapal:

$$\begin{aligned} Fb &= H - T \\ &= 1.05 - 0.6 \\ &= 0.45 \text{ m} \end{aligned}$$

Luas bidang bagian *freeboard* ialah:

$$\begin{aligned} AFb &= Fb \times \text{Panjang Fb (L)} \\ &= 0.45 \times 8.8 \\ &= 3.968 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Volume bagian *freeboard* ialah:

$$\begin{aligned} VFb &= AFb \times \text{Tebal freeboard} \\ &= 3.968 \times 0.05 \\ &= 0.1984182 \\ &= 198418.2 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Berat bagian *freeboard* ialah:

$$\begin{aligned} WFb &= VFb \times \rho_{\text{HDPE}} \\ &= 198418.2 \times 0.97 \times 2 \\ &= 384.93 \text{ kg} \end{aligned}$$

Menghitung berat bangunan atas

Tabel 5.4. Asumsi berat *deck* dan bangunan atas

item	panjang (cm)	tebal (cm)	Tinggi (cm)	Volume	Berat (gr)
Deck	882	3	156	41270	400328
sisi	200	2	100	40000	77600
atas	220	2	120	52800	51216
depan	110	2	100	22000	21340
				WBA	550484.7

$$WBA = 550.48 \text{ kg}$$

Berat total kapal pompong plastik HDPE ialah :

$$\begin{aligned} W_{\text{total}} &= WT + WFb + WBA \\ &= 937.39 + 384.93 + 550.48 \\ &= 1872.81 \text{ kg} \end{aligned}$$

#### 5.4. Evaluasi Stabilitas Kapal Plastik HDPE

Evaluasi stabilitas pada tesis ini dilakukan dengan bantuan *software Maxsurf-Hydromax.13*. Adapun tujuan evaluasi ini adalah agar dapat membuktikan secara teoritis bahwa kapal tersebut memenuhi standar keselamatan pelayaran (*safety of life at sea*) dan kenyamanan penumpang tentang stabilitas kapal. Kreteria stabilitas yang digunakan adalah *International Maritime Organization (IMO)*. Adapun kriteria *International Maritime Organization (IMO, 1977)* yang digunakan ialah sebagai berikut:

1. *IS code 2008*
  - a. Luasan pada daerah dibawah kurva GZ pada sudut oleng  $0^{\circ}$  -  $30^{\circ}$  tidak boleh kurang dari atau sama dengan 0.055 m.rad.
  - b. Luasan pada daerah dibawah kurva GZ pada sudut oleng  $0^{\circ}$  -  $40^{\circ}$  tidak boleh kurang dari atau sama dengan 0.090 m.rad.
  - c. Luasan pada daerah dibawah kurva GZ pada sudut oleng  $30^{\circ}$  -  $40^{\circ}$  tidak boleh kurang dari atau sama dengan 0.030 m.rad.
2. *IS Code 2008*

Nilai GZ maksimum yang terjadi pada sudut  $30^{\circ}$  -  $180^{\circ}$  tidak boleh kurang dari atau sama dengan 0.2 meter
3. *Section A.749 (18), Chapter 3.1.2.3*

Sudut pada nilai GZ maksimum tidak boleh kurang dari atau sama dengan  $25^{\circ}$
4. *Section A.749, Chapter 3.1.2.4*

Nilai GM awal pada sudut  $0^{\circ}$  tidak boleh kurang dari atau sama dengan 0.35 meter

Evaluasi stabilitas kapal pompong nelayan HDPE ini terbagi atas 3 variasi yaitu pada saat kondisi muatan kapal *full* atau sarat kapal maksimal, kondisi kapal saat meninggalkan pelabuhan dan pada saat kembali ke pelabuhan,



- **Analisa stabilitas kapal plastik pada kondisi *full* muatan atau dengan kondisi sarat maksimal.**

Untuk evaluasi stabilitas kapal dengan menggunakan *software hydromax* terlebih dahulu mengisi *loadcase* dimana nilai yang diisi berupa berat muatan, peralatan dan berat badan kapal itu sendiri. Total berat yang terdapat pada *loadcase* itu harus sama dengan berat *displacement* kapal. Untuk lebih jelas bagaimana menginput nilai pada *loadcase* dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5. *Loadcase* kondisi *full*

<i>Item Name</i>	<i>Quantity</i>	<i>Unit Mass tonne</i>	<i>Total Mass tonne</i>	<i>Long.Ar m m</i>	<i>Trans.A rm m</i>	<i>Vert.Ar m m</i>	<i>FSM Type</i>
<i>Lightship</i>	1	1.873	1.873	4.200	0.000	0.140	<i>User Specified</i>
Mesin	1	0.245	0.245	2.200	0.000	0.200	<i>User Specified</i>
Jaring	1	1.300	1.300	5.000	0.000	0.300	<i>User Specified</i>
Ikan	1	0.600	0.600	3.750	0.000	0.300	<i>User Specified</i>
Box Es	1	0.210	0.210	2.000	0.000	0.900	<i>User Specified</i>
Orang	1	0.225	0.225	1.500	0.000	0.900	<i>User Specified</i>
Perlengkapan	1	0.154	0.154	2.500	0.000	0.900	<i>User Specified</i>
<i>Total Loadcase</i>			4.607	3.972	0.000	0.306	
<i>FS correction</i>						0.000	
<i>VCG fluid</i>						0.306	

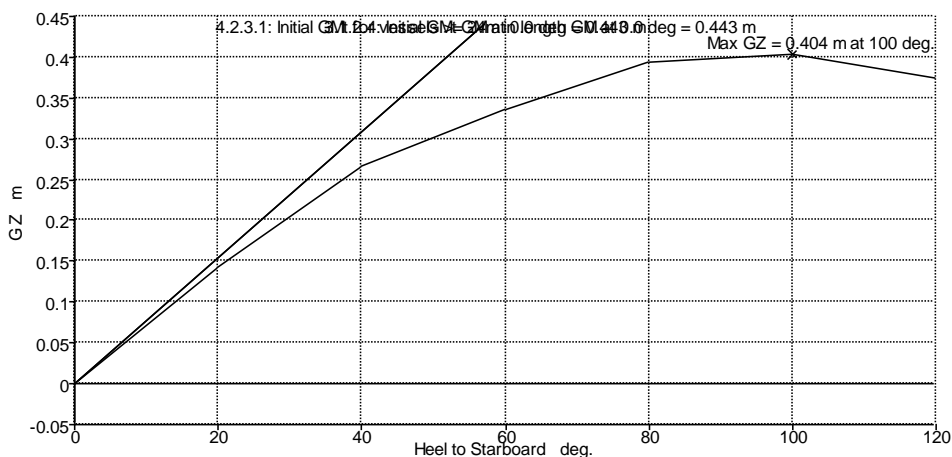
Tabel 5.5 merupakan inputan nilai *loadcase* sampai nilai berat total memenuhi *displacement* kapal pada kondisi sarat maksimum, kemudian *software hydromax* bisa di *running*. Sehingga didapatkan nilai stabilitas kapal pompong plastik HDPE seperti terlihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6. Nilai stabilitas terhadap sudut kemiringan

<i>Heel to Starboard degrees</i>	<b>0.0</b>	<b>20.0</b>	<b>40.0</b>	<b>60.0</b>	<b>80.0</b>	<b>100.0</b>	<b>120.0</b>
<i>Displacement tonne</i>	4.607	4.607	4.607	4.607	4.607	4.607	4.607
GZ m	0.000	0.142	0.266	0.337	0.395	0.404	0.375

Berdasarkan Tabel 5.6 hasil stabilitas yang didapatkan ialah nilai GZ kapal pompong plastik HDPE pada kondisi sarat maksimum sebesar 0.403 meter pada sudut kemiringan 100<sup>0</sup>. Kurva GZ dapat dilihat pada Gambar 5.3.

### Kurva GZ Kondisi *Full*



Gambar 5.3. Kurva GZ kapal plastik kondisi *full*

Berdasarkan Gambar 5.3 dapat diketahui stabilitas kapal pompong plastik jika kapal tersebut beroperasi dalam kondisi *full* atau berada pada sarat maksimalnya. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa sudut kemiringan maksimal untuk kapal pompong plastik HDPE pada kondisi sarat maksimal ialah pada sudut 100 deg. Dapat diketahui juga apabila kapal berada pada kemiringan 20 deg maka nilai GZ sebesar 0.142, pada kondisi ini kapal masih aman karena pada kemiringan 20 deg ini akan bisa kembali ke posisi semula. Begitu juga halnya jika kapal mengalami oleng pada sudut sebesar 40 deg, 60 deg, dan 80 deg, jika masih berada pada kondisi kemiringan tersebut kapal pompong masih dalam kondisi aman atau kapal akan bisa kembali ke posisi semula, sudut maksimal kemiringan kapal pompong HDPE ini berada pada sudut 100 deg. Pada nilai maksimal GZ 0.404 dengan sudut kemiringan 100 deg kapal masih bisa kembali ke kondisi semula. Jika nilai GZ melebihi nilai maksimal maka kapal tidak bisa kembali pada kondisi semula atau bisa dikatakan bahwa kapal akan terbalik.

Tabel 5.7. Nilai GZ terhadap kriteria IMO kondisi *full*

<i>Code</i>	<i>Kriteria</i>	<i>Value</i>	<i>Units</i>	<i>Actual</i>	<i>Status</i>	<i>Margin %</i>
A.749(18) Ch3 - Design kriteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	0.055	m.rad	0.0552	Pass	0.29
A.749(18) Ch3 - Design kriteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	0.09	m.rad	0.0963	Pass	7.04
A.749(18) Ch3 - Design kriteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	0.03	m.rad	0.0412	Pass	37.27
A.749(18) Ch3 - Design kriteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.2	m	0.399	Pass	99.37
A.749(18) Ch3 - Design kriteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25	deg	100	Pass	300
A.749(18) Ch3 - Design kriteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0.15	m	0.445	Pass	196.98
4.2 Fishing vessel	4.2.3.1: Initial GMt for vessels $\geq 24m$ in length	0.35	m	0.445	Pass	27.28
Part 170, Stability requirements for all inspected vessels	170.173: c5 - Area 0 to angle of $Gz_{max}$	0.055	m.rad	0.0552	Pass	0.29

Tabel 5.7 menjelaskan tentang syarat-syarat kriteria yang diberikan oleh *International Maritime Organization (IMO)* untuk kapal nelayan, pada Tabel 5.7 dapat dilihat *intact stability* setelah dilakukan evaluasi stabilitas kapal pompong HDPE, menurut *IS Code A.749* kriteria area 0 sampai 30 nilai minimumnya sebesar 0.055 m.rad hasil evaluasi yang didapat untuk area 0 sampai 30 sebesar 0.0552 m.rad, area 0 sampai 40 nilai minimumnya sebesar 0.09 m.rad, hasil evaluasi yang didapatkan untuk area 0 sampai 40 sebesar 0.0963 m.rad. kemudian untuk area 30 sampai 40 nilai minimum sebesar 0.03 m.rad, hasil evaluasi yang didapatkan untuk area 30 sampai 40 sebesar 0.0412 m.rad. kemudian kriteria sudut GZ yang diberikan minimum 25 deg, hasil evaluasi yang didapatkan sudut GZ sebesar 100 deg. Selanjutnya syarat *kriteria initial GM* untuk kapal nelayan yang diberikan minimum sebesar 0.35 m kemudian hasil evaluasi yang didapatkan besarnya nilai GM ialah 0.445 m. Jadi, sesuai dengan kriteria stabilitas yang diberikan IMO model kapal plastik HDPE ini memenuhi semua kriteria.

- **Analisa stabilitas kapal plastik pada kondisi meninggalkan pelabuhan**

Pada dasarnya operasi kapal tidak semesti berada pada kondisi yang sama, pada kondisi ini kapal belum mendapatkan hasil tangkapan, sehingga pada

*loadcase* tidak menginputkan jumlah hasil tangkapan. Tabel 5.8 berikut merupakan *loadcase* kapal pada saat meninggalkan pelabuhan.

Tabel 5.8. *Loadcase* pada kondisi meninggalkan pelabuhan

<i>Item Name</i>	<i>Quantity</i>	<i>Unit Mass tonne</i>	<i>Total Mass tonne</i>	<i>Long.Ar m m</i>	<i>Trans.Ar m m</i>	<i>Vert.Ar m m</i>	<i>FSM Type</i>
<i>Lightship</i>	1	1.873	1.873	4.200	0.000	0.140	<i>User Specified</i>
Mesin	1	0.245	0.245	2.200	0.000	0.200	<i>User Specified</i>
Jaring	1	1.300	1.300	4.500	0.000	0.250	<i>User Specified</i>
Box Es	1	0.210	0.210	2.000	0.000	0.900	<i>User Specified</i>
Orang	1	0.225	0.225	1.500	0.000	0.900	<i>User Specified</i>
Perlengkapan	1	0.150	0.150	2.500	0.000	0.900	<i>User Specified</i>
<i>Total Loadcase</i>			4.003	3.844	0.000	0.290	
<i>FS correction</i>						0.000	
<i>VCG fluid</i>						0.290	

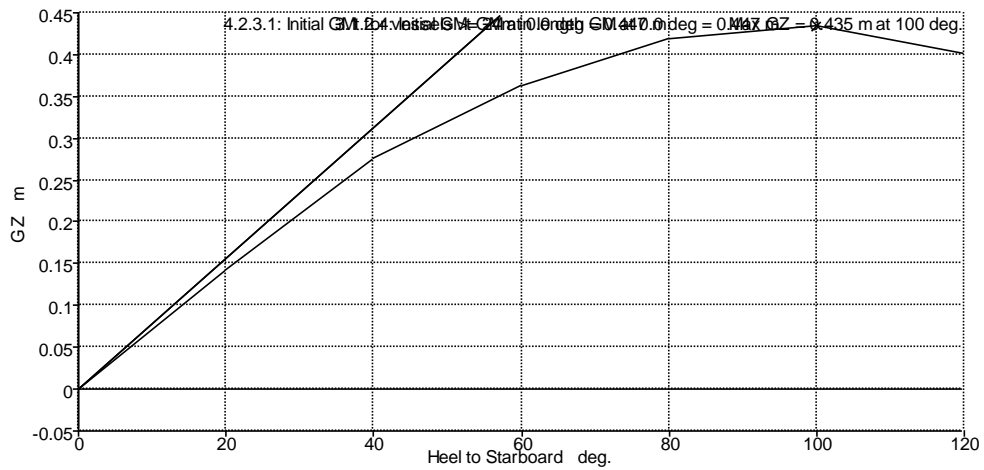
Menginput nilai *loadcase* pada kondisi ini sama halnya pada *loadcase* kondisi *full* yaitu sampai nilai berat total memenuhi *displacement* kapal dikurangi dengan berat hasil tangkapan, karena pada kondisi ini belum mendapatkan ikan atau hasil tangkapan. kemudian *software hydromax* bisa di *running*. Sehingga didapatkan nilai stabilitas kapal pompong plastik HDPE seperti terlihat pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9. Nilai stabilitas terhadap sudut kemiringan kondisi berlayar

<i>Heel to Starboard degrees</i>	<b>0.0</b>	<b>20.0</b>	<b>40.0</b>	<b>60.0</b>	<b>80.0</b>	<b>100.0</b>	<b>120.0</b>
<i>Displacement tonne</i>	4.003	4.003	4.003	4.003	4.003	4.003	4.003
GZ m	0.000	0.143	0.276	0.362	0.419	0.435	0.402

Dari Tabel 5.9 merupakan nilai GZ kapal pompong plastik HDPE pada kondisi akan berlayar atau saat meninggalkan pelabuhan. Pada kondisi belum mendapatkan hasil tangkapan ini nilai stabilitas berada pada nilai maksimum GZ 0.435 meter pada sudut kemiringan  $100^0$ . Kurva GZ dapat dilihat pada Gambar 5.4.

### Kurva GZ Kondisi meninggalkan pelabuhan



Gambar 5.4. Kurva GZ kapal plastik berlayar

Berdasarkan Gambar 5.4 dapat diketahui stabilitas kapal pompong plastik jika kapal tersebut akan meninggalkan pelabuhan atau kapal belum mendapatkan hasil tangkapan. Hasil evaluasi yang didapatkan menunjukkan bahwa sudut kemiringan maksimal untuk kapal pompong plastik HDPE pada kondisi meninggalkan pelabuhan ialah pada sudut 100 deg. Dapat diketahui juga apabila kapal berada pada kemiringan 20 deg maka nilai GZ sebesar 0.143, pada kondisi ini kapal masih aman karena pada kemiringan 20 deg ini kapal akan bisa kembali ke posisi semula. Begitu juga halnya jika kapal mengalami oleng pada sudut sebesar 40 deg, 60 deg, dan 80 deg, jika masih berada pada kondisi kemiringan tersebut kapal pompong masih dalam kondisi aman atau kapal akan bisa kembali ke posisi semula, sudut maksimal kemiringan kapal pompong HDPE ini berada pada sudut 100 deg. Pada nilai maksimal GZ 0.435 dengan sudut kemiringan 100 deg kapal masih bisa kembali ke kondisi semula. Jika nilai GZ melebihi nilai maksimal maka kapal tidak bisa kembali pada kondisi semula atau bisa dikatakan bahwa kapal akan terbalik.

Tabel 5.10. Nilai GZ terhadap kriteria IMO kondisi berlayar

<i>Code</i>	<i>Kriteria</i>	<i>Value</i>	<i>Units</i>	<i>Actual</i>	<i>Status</i>	<i>Margin %</i>
A.749(18) Ch3 - Design kriteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	0.0550	m.rad	0.0557	Pass	+1.34
A.749(18) Ch3 - Design kriteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	0.0900	m.rad	0.0981	Pass	+9.05
A.749(18) Ch3 - Design kriteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	0.0300	m.rad	0.0424	Pass	+41.34
A.749(18) Ch3 - Design kriteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	m	0.427	Pass	+113.47
A.749(18) Ch3 - Design kriteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	deg	100.0	Pass	+300
A.749(18) Ch3 - Design kriteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0.150	m	0.447	Pass	+198.14
4.2 Fishing vessel	4.2.3.1: Initial GMt for vessels $\geq 24m$ in length	0.350	m	0.447	Pass	+27.77
Part 170, Stability requirements for all inspected vessels	170.173: c5 - Area 0 to angle of GZmax	0.0550	m.rad	0.0557	Pass	+1.34

Tabel 5.10 merupakan syarat-syarat kriteria yang diberikan oleh *International Maritime Organization (IMO)*, pada Tabel 5.10 dapat dilihat *intact stability* setelah dilakukan evaluasi stabilitas kapal pompong HDPE, menurut *IS Code A.749* kriteria area 0 sampai 30 nilai minimumnya sebesar 0.055 m.rad hasil evaluasi yang didapat untuk area 0 sampai 30 sebesar 0.0557 m.rad, area 0 sampai 40 nilai minimumnya sebesar 0.09 m.rad, hasil evaluasi yang didapatkan untuk area 0 sampai 40 sebesar 0.0981 m.rad. kemudian untuk area 30 sampai 40 nilai minimum sebesar 0.03 m.rad, hasil evaluasi yang didapatkan untuk area 30 sampai 40 sebesar 0.0424 m.rad. kemudian kriteria sudut GZ yang diberikan minimum 25 deg, hasil evaluasi yang didapatkan sudut GZ sebesar 100 deg. Selanjutnya syarat *kriteria initial GM* untuk kapal nelayan yang diberikan minimum sebesar 0.35 m kemudian hasil evaluasi yang didapatkan besarnya nilai GM ialah 0.447 m. Jadi, sesuai dengan kriteria stabilitas yang diberikan IMO model kapal plastik HDPE ini memenuhi semua kriteria.

- **Analisa stabilitas kapal plastik pada kondisi kembali ke pelabuhan**

Pada kondisi ini sudah mendapatkan hasil tangkapan, sehingga pada *loadcase* menginputkan berat hasil tangkapan. Pada kondisi ini juga kapal sudah mengalami pengurangan berat muatannya seperti berkurangnya bahan bakar,

makanan serta minuman. Nilai *loadcase* yang di *input* dapat dilihat pada Tabel 5.11.

Tabel 5.11. *Loadcase* pada kondisi kembali ke pelabuhan

<i>Item Name</i>	<i>Quantity</i>	<i>Unit Mass tonne</i>	<i>Total Mass tonne</i>	<i>Long.Ar m m</i>	<i>Trans.Ar m m</i>	<i>Vert.Ar m m</i>	<i>FSM Type</i>
<i>Lightship</i>	1	1.873	1.873	4.200	0.000	0.140	<i>User Specified</i>
Mesin	1	0.200	0.200	2.200	0.000	0.200	<i>User Specified</i>
Jaring	1	1.300	1.300	5.000	0.000	0.300	<i>User Specified</i>
Ikan	1	0.600	0.600	3.800	0.000	0.300	<i>User Specified</i>
Box Es	1	0.210	0.210	2.000	0.000	0.900	<i>User Specified</i>
Orang	1	0.225	0.225	1.500	0.000	0.900	<i>User Specified</i>
Perlengkapan	1	0.025	0.025	2.500	0.000	0.900	<i>User Specified</i>
<i>Total Loadcase</i>			4.433	4.039	0.000	0.290	
<i>FS correction</i>						0.000	
<i>VCG fluid</i>						0.290	

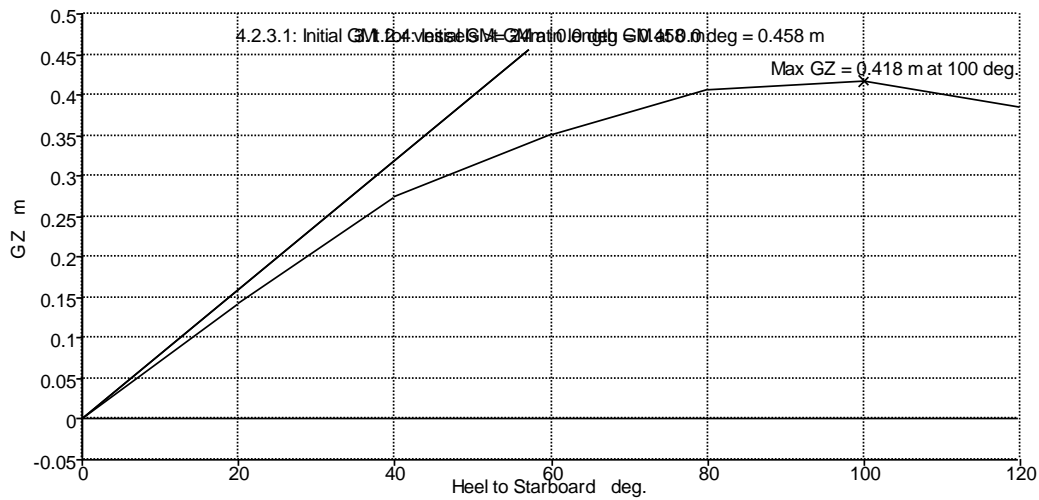
Menginput nilai *loadcase* pada kondisi ini dimana berat dari bahan bakar dan barang bawaan seperti makanan dan minuman sudah berkurang sehingga berat total kapal dikurangi dengan besarnya pengurangan berat yang terjadi pada kondisi ini. berat bahan bakar dan barang bawaan diperkirakan tinggal 10%. kemudian *software hydromax* bisa di *running*. Sehingga didapatkan nilai stabilitas kapal pompong plastik HDPE seperti terlihat pada Tabel 5.12.

Tabel 5.12. Nilai stabilitas terhadap sudut kemiringan saat kembali

<i>Heel to Starboard degrees</i>	<b>0.0</b>	<b>20.0</b>	<b>40.0</b>	<b>60.0</b>	<b>80.0</b>	<b>100.0</b>	<b>120.0</b>
<i>Displacement tonne</i>	4.433	4.433	4.433	4.433	4.433	4.433	4.433
GZ m	0.000	0.144	0.275	0.351	0.406	0.418	0.386

Dari hasil yang didapatkan seperti terlihat pada Tabel 5.12, nilai GZ kapal pompong plastik HDPE pada kondisi kembali pelabuhan. Pada kondisi ini sudah mendapatkan hasil tangkapan dengan berat bahan bakar dan barang bawaan tersisa sekitar 10%. sehingga nilai stabilitas pada kondisi ini berada pada nilai maksimum GZ 0.418 pada sudut kemiringan 100<sup>0</sup>. Kurva GZ dapat dilihat pada Gambar 5.5.

### Kurva GZ Kondisi kembali ke pelabuhan



Gambar 5.5. Kurva GZ kapal plastik kembali

Dari Gambar 5.5 dapat diketahui stabilitas kapal pompong plastik pada saat kapal kembali ke pelabuhan, sehingga hasil evaluasi yang didapatkan menunjukkan bahwa sudut kemiringan maksimal untuk kapal pompong plastik HDPE ini pada kondisi kembali pelabuhan atau berat dari bahan bakar dan barang bawaan sekitar 10% ialah pada sudut 100 deg. Dapat diketahui juga apabila kapal berada pada kemiringan 20 deg maka nilai GZ sebesar 0.144, pada kondisi ini kapal masih aman karena pada kemiringan 20 deg ini akan bisa kembali ke posisi semula. Begitu juga halnya jika kapal mengalami oleng pada sudut sebesar 40 deg, 60 deg, dan 80 deg, jika masih berada pada kondisi kemiringan tersebut kapal pompong masih dalam kondisi aman atau kapal akan bisa kembali ke posisi semula, sudut maksimal kemiringan kapal pompong HDPE ini berada pada sudut 100 deg. Pada nilai maksimal GZ 0.418 dengan sudut kemiringan 100 deg kapal masih bisa kembali ke kondisi semula. Jika nilai GZ melebihi nilai maksimal maka kapal tidak bisa kembali pada kondisi semula atau bisa dikatakan bahwa kapal akan terbalik.



Tabel 5.13. Nilai GZ terhadap kriteria IMO saat kembali

<i>Code</i>	<i>Kriteria</i>	<i>Value</i>	<i>Units</i>	<i>Actual</i>	<i>Status</i>	<i>Margin %</i>
A.749(18) Ch3 - Design kriteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	0.0550	m.rad	0.0561	Pass	+1.94
A.749(18) Ch3 - Design kriteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	0.0900	m.rad	0.0984	Pass	+9.35
A.749(18) Ch3 - Design kriteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	0.0300	m.rad	0.0424	Pass	+41.18
A.749(18) Ch3 - Design kriteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	m	0.412	Pass	+106.04
A.749(18) Ch3 - Design kriteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	deg	100.0	Pass	+300
A.749(18) Ch3 - Design kriteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0.150	m	0.458	Pass	+205.07
4.2 Fishing vessel	4.2.3.1: Initial GMt for vessels $\geq 24m$ in length	0.350	m	0.458	Pass	+30.74
Part 170, Stability requirements for all inspected vessels	170.173: c5 - Area 0 to angle of GZmax	0.0550	m.rad	0.0561	Pass	+1.94

Tabel 5.13 merupakan syarat-syarat kriteria yang diberikan oleh *International Maritime Organization (IMO)*, pada tabel 5.13 dapat dilihat *intact stability* setelah dilakukan evaluasi stabilitas kapal pompong HDPE, menurut *IS Code A.749* kriteria area 0 sampai 30 nilai minimumnya sebesar 0.055 m.rad hasil evaluasi yang didapat untuk area 0 sampai 30 sebesar 0.0561 m.rad, area 0 sampai 40 nilai minimumnya sebesar 0.09 m.rad, hasil evaluasi yang didapatkan untuk area 0 sampai 40 sebesar 0.0984 m.rad. kemudian untuk area 30 sampai 40 nilai minimum sebesar 0.03 m.rad, hasil evaluasi yang didapatkan untuk area 30 sampai 40 sebesar 0.0424 m.rad. kemudian kriteria sudut GZ yang diberikan minimum 25 deg, hasil evaluasi yang didapatkan sudut GZ sebesar 100 deg. Selanjutnya syarat *kriteria initial GM* untuk kapal nelayan yang diberikan minimum sebesar 0.35 m kemudian hasil evaluasi yang didapatkan besarnya nilai GM ialah 0.458 m. Jadi, sesuai dengan kriteria stabilitas yang diberikan IMO model kapal plastik HDPE ini memenuhi semua kriteria.

Jadi, setelah mengevaluasi stabilitas kapal pompong pada tiga kondisi tersebut, maka dapat diketahui bahwa stabilitas kapal pompong plastik HDPE ini sangat baik dan aman jika dioperasikan pada ketiga kondisi tersebut dan juga memenuhi persyaratan kriteria yang diberikan IMO untuk kapal nelayan.

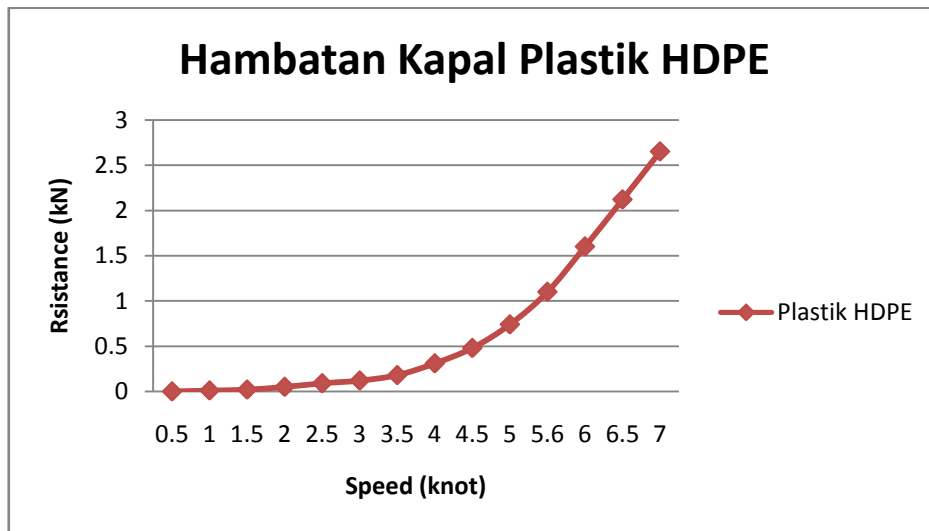
### 5.5. Analisa hambatan kapal plastik HDPE

Setiap perencanaan kapal tidak terlepas dari evaluasi besarnya hambatan badan kapal pada kecepatan tertentu, dimana analisa hambatan ini bertujuan untuk mendapatkan daya mesin yang dibutuhkan untuk mencapai kecepatan yang ditentukan. Evaluasi hambatan kapal dilakukan dengan menggunakan *software hullspeed*, kecepatan kapal ditentukan sebesar 5 knot, sehingga didapatkan besarnya hambatan kapal HDPE seperti terlihat pada Tabel 5.14.

Tabel 5.14. Hambatan kapal plastik

<i>Speed (knot)</i>	<i>Van Oortmeersen Resistance (kN)</i>	<i>Van Oortmeersen power (hp)</i>
0	--	--
0.5	0	0
1	0.01	0.01
1.5	0.02	0.05
2	0.05	0.16
2.5	0.09	0.34
3	0.14	0.6
3.5	0.18	0.85
4	0.28	1.54
4.5	0.44	2.78
5	0.74	5.19
5.6	1.1	7.78
6	1.6	11.5
6.5	2.12	18.95
7	2.65	25.6

Tabel 5.14 merupakan hasil evaluasi hambatan dengan menggunakan *software hullspeed*. Evaluasi hambatan untuk kapal plastik HDPE yang dilakukan mulai dari kecepatan 0 sampai dengan kecepatan 7 knot. Jika diplotkan ke dalam kurva, maka bentuk grafik hambatan kapal pompong plastik HDPE dapat terlihat seperti pada Gambar 5.6.



Gambar 5.6. Kurva hambatan kapal plastik

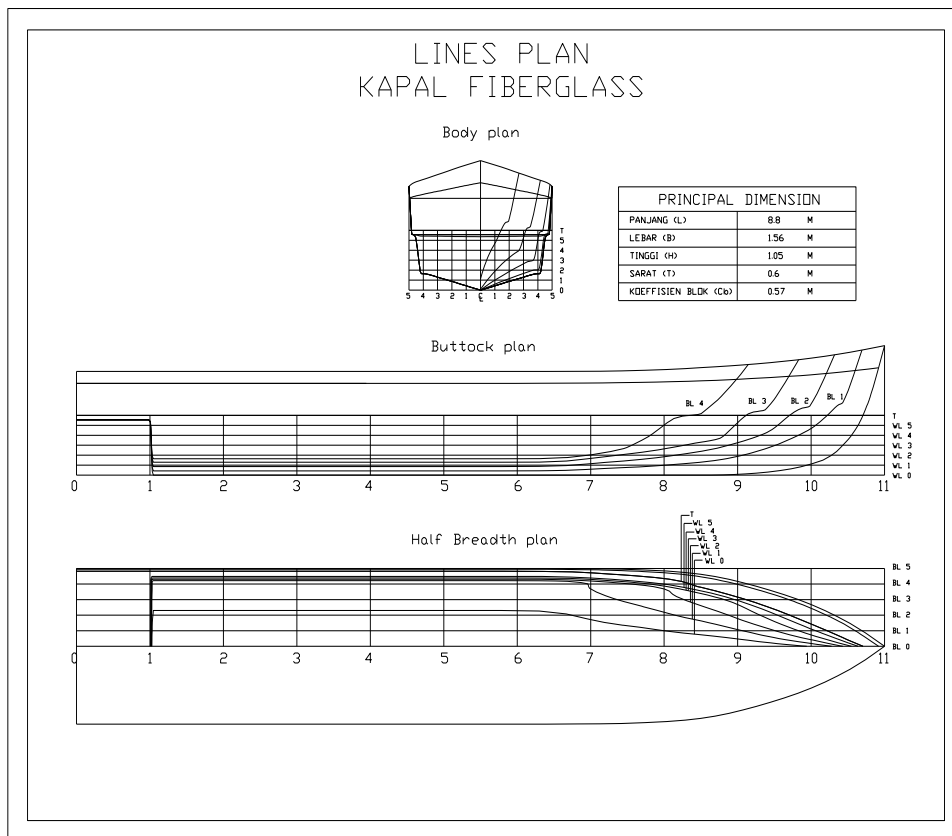
Berdasarkan Gambar 5.6 didapatkan bentuk kurva hambatan yang kapal pompong plastik HDPE dimana pada kecepatan 0 sampai dengan kecepatan 3.5 knot hambatan kapal yang terjadi mempunyai selisih nilai yang masih kecil pada setiap kecepatannya, nilai hambatan pada kecepatan 3.5 knot sebesar 0.18 kN, apabila kecepatan kapal mencapai pada 4 knot maka hambatan kapal yang terjadi mulai semakin besar hingga sampai dengan kecepatan 7 knot. Besarnya hambatan kapal mulai dari kecepatan 3.5 knot sampai dengan kecepatan 4 knot mengalami peningkatan sebesar 40%, pada kecepatan mencapai 5 knot hambatan yang terjadi semakin meningkat dari kecepatan 4 knot ke kecepatan 5 knot hambatan yang terjadi sebesar 58%, pada kecepatan 6 knot terus terjadi peningkatan besarnya hambatan kapal dari kecepatan 5 knot sampai ke kecepatan 6 knot peningkatan yang terjadi sebesar 54% dan hambatan kapal terus meningkat sampai ke kecepatan 7 knot pada kecepatan ini peningkatan hambatan kapal yang terjadi sebesar 40%. Jadi semakin tinggi kecepatan kapal maka semakin besar pula hambatan yang terjadi pada kapal tersebut.

## BAB 6

### ANALISA DESAIN KAPAL POMPONG NELAYAN BERBAHAN DASAR *FIBERGLASS*

#### 6.1. Desain Rencana Garis Kapal *Fiberglass*

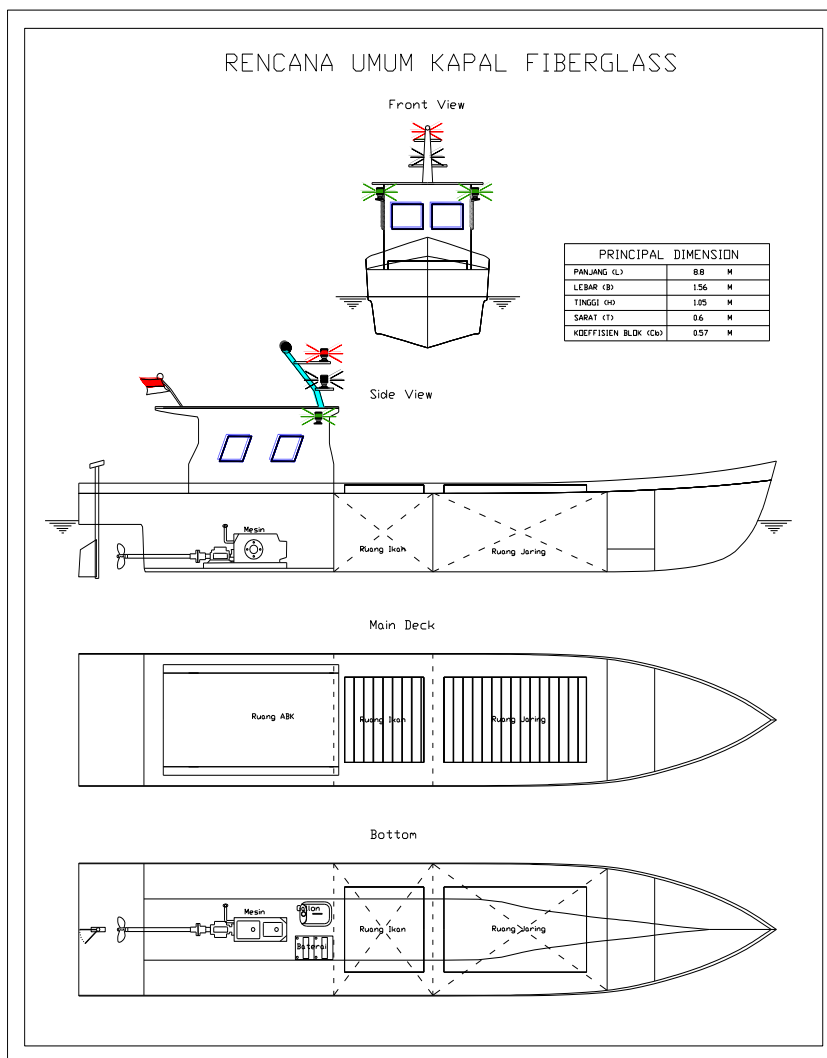
Dengan ukuran yang sama dengan ukuran yang kapal plastik maka dilakukan desain rencana garis kapal *fiberglass*. Dengan mengadopsi bentuk kapal *fiberglass* yang ada di daerah Bengkulu maka didesain bentuk kapal pompong nelayan *fiberglass*. Adapun bentuk desain rencana garis kapal *fiberglass* terlihat pada Gambar 6.1 berikut ini.



Gambar 6.1. Rencana garis kapal pompong *fiberglass*

## 6.2. Desain Rencana Umum Kapal *fiberglass*

Perancangan kapal pompong *fiberglass* ini sama halnya dengan kapal yang terbuat dari material plastik. Setelah dilakukan perencanaan rencana garis kemudian dilakukan desain rencana umumnya, dimana untuk menempatkan semua peralatan dan perlengkapan yang dibutuhkan kapal. perlengkapan yang terdapat pada kapal ini sama dengan perlengkapan yang terdapat pada kapal plastik HDPE. Gambar rencana umum kapal *fiberglass* dapat dilihat pada Gambar 6.2 berikut.



Gambar 6.2. Rencana umum kapal pompong *fiberglass*

### 6.3. Menghitung Berat Kapal *Fiberglass*

Menghitung berat kapal *fiberglass* dilakukan menurut ketentuan yang ada di BKI Vol V (1996) *Rules for Fiberglass Section 7* yaitu acuan untuk menghitung tebal kulit/*shell fiberglass* sesuai dengan bagian tertentu pada kapal. formula untuk menghitung tebal kulit/*shell* kapal sebagai berikut:

Ukuran utama kapal

$$L = 8.8 \text{ m}$$

$$B = 1.56 \text{ m}$$

$$H = 1.05 \text{ m}$$

$$T = 0.6 \text{ m}$$

$$Cb = 0.57$$

$$\text{Berat jenis air laut} = 1.025 \text{ ton/m}^3$$

- Tebal pelat *keel*

Untuk lebar *keel (breadth)*

$$b = 530 + 14,6 L(\text{mm})$$

$$= 530 + 14,6 \times 8,8$$

$$= 658,48 \text{ mm}$$

Untuk tebal *keel (Thickness)*

$$Tk = 9 + 0,4 L$$

$$= 9 + 0,4 \times 8,8$$

$$= 12,52 \text{ mm}$$

Berdasarkan ketebalan yang didapat dari perhitungan diatas maka urutan laminasi *fiberglass* sampai ketebalan terpenuhi seperti pada Tabel 6.1 berikut ini.

Tabel 6.1. Laminasi *fiberglass* pelat *keel*

<i>Lamination</i>	Ply	FRP	
		<i>Weight</i> (g/m <sup>2</sup> )	<i>Thickness</i> (mm)
CSM 300	1	1000	0.7
CSM 450	1	1500	1.05
WR 800	1	2000	1.31
CSM 450	1	1500	1.05
WR 800	1	2000	1.31
CSM 450	1	1500	1.05
WR 800	1	2000	1.31
CSM 450	1	1500	1.05
WR 800	1	2000	1.31
CSM 450	1	1500	1.05
WR 800	1	2000	1.31
CSM 450	1	1500	1.05
		<b>20000</b>	<b>13.55</b>

$$\begin{aligned}
 \text{Asumsi luas Keel (Ak)} &= 3,53 \quad \text{m}^2 \\
 \text{Berat keel shell} &= W \times Ak \\
 &= 20000 \times 3,53 \\
 &= 70600 \quad \text{gram} \\
 &= 70.6 \quad \text{kg}
 \end{aligned}$$

Tebal pelat *bottom*

$$\begin{aligned}
 T_b &= 15,8 \cdot a \sqrt{T + 0,026 \cdot L} \quad (\text{mm}) \\
 &= 15,8 \times 0,5 \times \sqrt{0,6 + 0,026 \times 8,8} \\
 &= 7,19 \quad \text{mm}
 \end{aligned}$$

Urutan laminasi *fiberglass* sampai ketebalan untuk pelat *bottom* terpenuhi ialah seperti yang terlihat pada Tabel 6.2 berikut.

Tabel 6.2. Laminasi *fiberglass* pelat *bottom*

<i>Lamination</i>	Ply	FRP	
		<i>Weight</i> (g/m <sup>2</sup> )	<i>Thickness</i> (mm)
CSM 300	1	1000	0.7
CSM 450	1	1500	1.05
WR 800	1	2000	1.31
CSM 450	1	1500	1.05
WR 800	1	2000	1.31
CSM 450	1	1500	1.05
WR 800	1	2000	1.31
CSM 450	1	1500	1.05
		<b>13000</b>	<b>8.83</b>

$$\text{Asumsi luas } bottom \text{ (} A_b \text{)} = 5,6 \quad \text{m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Berat } bottom \text{ shell} &= W \times A_b \\ &= 13000 \times 5,6 \\ &= 72800 \quad \text{gram} = 72,8 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Tebal pelat *side*

$$\begin{aligned} T_s &= 15 \cdot a \sqrt{T + 0,026 \cdot L} \\ &= 15 \times 0,5 \times \sqrt{0,6 + 0,026 \times 8,8} \\ &= 6,8 \text{ mm} \end{aligned}$$



Urutan laminasi *fiberglass* untuk pelat side sampai ketebalannya terpenuhi dapat terlihat pada Tabel 6.3.

Tabel 6.3. Laminasi *fiberglass* pelat *side*

<i>Lamination</i>	Ply	FRP	
		<i>Weight</i> (g/m <sup>2</sup> )	<i>Thickness</i> (mm)
CSM 300	1	1000	0.7
CSM 450	1	1500	1.05
WR 800	1	2000	1.31
CSM 450	1	1500	1.05
WR 800	1	2000	1.31
CSM 450	1	1500	1.05
WR 800	1	2000	1.31
CSM 450	1	1500	1.05
		<b>13000</b>	<b>8.83</b>

$$\text{Asumsi luas side (As)} = 14,2 \quad \text{m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Berat side shell} &= W \times \text{As} \\ &= 13000 \times 14,2 \\ &= 184600 \quad \text{gram} \\ &= 184,6 \quad \text{kg} \end{aligned}$$

- Tebal pelat *deck*

$$\begin{aligned} \text{TD} &= 15 \times a \times \sqrt{p} \\ p &= 0,0051 \times L + 0,46 \\ &= 0,0051 \times 8,8 + 0,46 \\ &= 0,47 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{TD} &= 15 \times 0,5 \times \sqrt{0,47} \\ &= 5,2 \quad \text{mm} \end{aligned}$$

Urutan laminasi *fiberglass* sampai ketebalan untuk pelat *deck* terpenuhi dapat terlihat pada Tabel 6.4.

Tabel 6.4. Laminasi *fiberglass* pelat *deck*

<i>Lamination</i>	Ply	FRP	
		<i>Weight</i> (g/m <sup>2</sup> )	<i>Thickness</i> (mm)
CSM 300	1	1000	0.7
CSM 450	1	1500	1.05
WR 800	1	2000	1.31
CSM 450	1	1500	1.05
WR 800	1	2000	1.31
CSM 450	1	1500	1.05
		<b>9500</b>	<b>6.47</b>

$$\begin{aligned}
 \text{Asumsi luas } deck \text{ (Ad)} &= 12,1 \quad \text{m}^2 \\
 \text{Berat } deck \text{ shell} &= W \times Ad \\
 &= 9500 \times 12,1 \\
 &= 114950 \quad \text{gram} \\
 &= 114,95 \quad \text{kg}
 \end{aligned}$$

- Tebal *frame*

Ketebalan untuk *frame* diasumsikan sama dengan ketebalan *deck* sehingga urutan laminasi *fiberglass* sampai ketebalan untuk pelat *frame* terpenuhi ialah seperti Tabel 6.5 berikut.

Tabel 6.5. Laminasi *fiberglass frame*

<i>Lamination</i>	Ply	FRP	
		<i>Weight</i> (g/m <sup>2</sup> )	<i>Thickness</i> (mm)
CSM 300	1	1000	0.7
CSM 450	1	1500	1.05
WR 800	1	2000	1.31
CSM 450	1	1500	1.05
WR 800	1	2000	1.31
CSM 450	1	1500	1.05
		<b>9500</b>	<b>6.47</b>

Jumlah *frame* yang terdapat pada kapal berjumlah 17 buah.

$$\begin{aligned} \text{Asumsi luas } frame \text{ (AF)} &= 1,7 \quad \text{m}^2 \\ \text{Berat } frame \text{ shell} &= W \times AF \\ &= 9500 \times 1,7 \\ &= 16150 \quad \text{gram} \\ &= 16,15 \quad \text{kg} \end{aligned}$$

- Tebal pelat *bulkhead*

$$\begin{aligned} T_t &= 12 \times a \times \sqrt{h} \\ h &= 1.05 \\ &= 12 \times 0.5 \times \sqrt{1.05} \\ &= 6.15 \text{ mm} \end{aligned}$$

Urutan laminasi *fiberglass* sampai ketebalan untuk pelat *side* terpenuhi ialah seperti Tabel 6.6 berikut.

Tabel 6.6. Laminasi *fiberglass* pelat *bulkhead*

<i>Lamination</i>	Ply	FRP	
		<i>Weight</i> (g/m <sup>2</sup> )	<i>Thickness</i> (mm)
CSM 300	1	1000	0.7
CSM 450	1	1500	1.05
WR 800	1	2000	1.31
CSM 450	1	1500	1.05
WR 800	1	2000	1.31
CSM 450	1	1500	1.05
		<b>9500</b>	<b>6.47</b>

$$\begin{aligned} \text{Asumsi luas bidang } bulkhead \text{ (Ablk)} &= 5.12 \quad \text{m}^2 \\ \text{Berat } bulkhead \text{ shell} &= W \times Ablk \\ &= 9500 \times 5.12 \\ &= 48640 \quad \text{gram} \\ &= 48.64 \quad \text{kg} \end{aligned}$$

- Tebal pelat bangunan atas

Tebal laminasi untuk bangunan atas diasumsikan 5 mm untuk semua sisi bangunan atas. Sehingga urutan laminasi untuk mencapai ketebalan tersebut dapat dilihat pada Tabel 6.7 berikut.

Tabel 6.7. Laminasi *fiberglass* bangunan atas

<i>Lamination</i>	Ply	FRP	
		<i>Weight</i> (g/m <sup>2</sup> )	<i>Thickness</i> (mm)
CSM 300	1	1000	0.7
CSM 450	1	1500	1.05
WR 800	1	2000	1.31
CSM 450	1	1500	1.05
WR 800	1	2000	1.31
CSM 450	1	1500	1.05
		<b>9500</b>	<b>6.47</b>

$$\text{Asumsi luas bidang bangunan atas (Aba)} = 7.54 \quad \text{m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Berat bangunan atas} &= W \times \text{Aba} \\ &= 9500 \times 7.54 \\ &= 71630 \quad \text{gram} \\ &= 71.63 \quad \text{kg} \end{aligned}$$

Sehingga :

Berat total kapal *fiberglass*

$$\begin{aligned} W_{\text{total}} &= W_{\text{wheel}} + W_{\text{bottom}} + W_{\text{side}} + W_{\text{deck}} + W_{\text{frame}} + W_{\text{bulkhead}} + \\ &\quad W_{\text{bangunan atas}} \\ &= 70.60 + 72.8 + 184.6 + 114.95 + 16.15 + 48.64 + 71.63 \\ &= 579.37 \quad \text{kg} \end{aligned}$$

#### 6.4. Perencanaan Muatan Kapal *Fiberglass*

Kapal pompong *fiberglass* juga dilengkapi dengan mesin penggerak dengan tipe *dong feng* serta *shaft*, *propeller* dan kemudi. Berikut ini perkiraan berat dari masing-masing jenis perlengkapan kapal seperti yang ditunjukkan pada Tabel 6.8..

Tabel 6.8. Perlengkapan penggerak kapal *fiberglass*

No	Item	Berat [kg]
1	<i>Main Engine</i>	150
2	<i>Shaft and Propeller</i>	20
3	Kemudi	15
		185

Kapal *fiberglass* memiliki berat konstruksi yang lebih kecil dibandingkan dengan kapal plastik sehingga untuk mendapatkan tinggi sarat yang sama maka kapal *fiberglass* kapasitas muatannya diperbanyak. Untuk perencanaan muatan kapal *fiberglass* ini dapat dilihat pada Tabel 6.9 berikut.

Tabel 6.9. Perencanaan muatan kapal *fiberglass*

No	Item	Berat [kg]
1	Jaring & Pelampung	2500
2	Box Ikan	60
3	Jangkar & tali jangkar	50
4	Anak buah kapal ( 2 orang)	225
5	Perlengkapan Masak	30
6	Bahan bakar (solar) "full"	100
7	Makanan "Full"	20
8	Minuman "full"	50
9	Berat Es "full"	150
10	Jumlah Tangkapan "full"	700
		<b>3885</b>

### 6.5. Evaluasi Stabilitas Kapal *Fiberglass*

Evaluasi stabilitas untuk kapal *fiberglass* dilakukan menggunakan *software maxsurf hydromax 13*, tujuan dari evaluasi ini ialah untuk mengetahui performa stabilitas kapal *fiberglass*. Adapun evaluasi stabilitas yang dilakukan hanya pada kondisi *full* muatan karena pada kondisi ini kapal *fiberglass* memiliki kesamaan tinggi sarat dengan kapal plastik. Untuk mengevaluasi stabilitas kapal terlebih dahulu menginputkan nilai *loadcase* kapal tersebut. Inputan nilai *loadcase* seperti yang terlihat pada Tabel 6.10.

Tabel 6.10. *Loadcase* kapal *fiberglass*

<i>Item Name</i>	<i>Quantity</i>	<i>Unit Mass tonne</i>	<i>Total Mass tonne</i>	<i>Long. Arm m</i>	<i>Trans. Arm m</i>	<i>Vert. Arm m</i>	<i>FSM Type</i>
<i>Lightship</i>	1	0.546	0.546	4.2	0	0.18	<i>User Specified</i>
Mesin	1	0.31	0.31	2.5	0	0.3	<i>User Specified</i>
Jaring	1	2.5	2.5	4.5	0	0.4	<i>User Specified</i>
Ikan	1	0.7	0.7	3	0	0.4	<i>User Specified</i>
Box Es	1	0.21	0.21	1.9	0	1	<i>User Specified</i>
Orang	1	0.225	0.225	1.9	0	1	<i>User Specified</i>
Perlengkapan	1	0.15	0.15	3	0	1	<i>User Specified</i>
<i>Total Loadcase</i>			4.641	3.813	0	0.443	
<i>FS correction</i>						0	
<i>VCG fluid</i>						0.443	

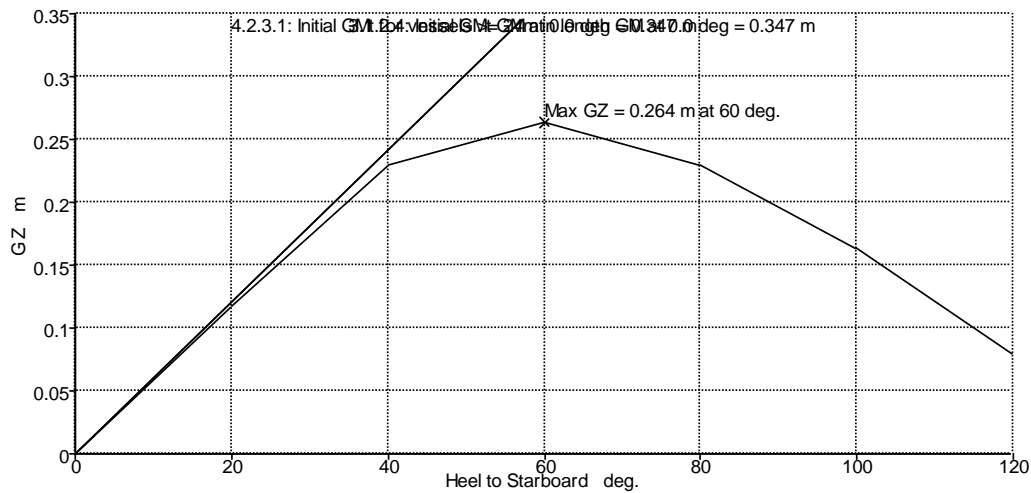
Menginput nilai *loadcase* harus memenuhi ketentuan dari kapal tersebut yaitu sampai nilai berat total sama dengan berat *displacement* kapal pada kondisi sarat maksimum, kemudian *software hydromax* bisa *dirunning*. Sehingga didapatkan nilai stabilitas kapal pompong *fiberglass* seperti terlihat pada Tabel 6.11.

Tabel 6.11. Nilai stabilitas terhadap sudut kemiringan kapal *fiberglass*

<i>Heel to Starboard degrees</i>	<b>0.0</b>	<b>20.0</b>	<b>40.0</b>	<b>60.0</b>	<b>80.0</b>	<b>100.0</b>	<b>120.0</b>
<i>Displacement tonne</i>	4.641	4.641	4.641	4.641	4.641	4.641	4.641
GZ m	0.000	0.118	0.230	0.264	0.230	0.164	0.078

Tabel 6.11 merupakan hasil evaluasi stabilitas dengan menggunakan *software hydromax*, maka didapatkan nilai stabilitas kapal *fiberglass* pada kondisi sarat maksimum dengan Nilai GZ maksimal sebesar 0.264 meter terdapat pada sudut kemiringan  $60^0$ . Untuk Kurva GZ dapat dilihat pada Gambar 6.3.

## Kurva GZ



Gambar 6.3. Kurva GZ kapal *fiberglass*

Berdasarkan Gambar 6.3 dapat diketahui stabilitas kapal pompong *fiberglass* jika kapal tersebut beroperasi dalam kondisi *full* atau berada pada sarat maksimalnya. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa sudut kemiringan maksimal untuk kapal pompong *fiberglass* ini pada kondisi sarat maksimal ialah pada sudut 60 deg. Dapat diketahui juga apabila kapal berada pada kemiringan 20 deg maka nilai GZ sebesar 0.118, pada kondisi ini kapal masih aman karena pada kemiringan 20 deg ini kapal akan bisa kembali ke posisi semula. Begitu juga halnya jika kapal mengalami oleng pada sudut sebesar 30 deg, 40 deg, dan 50 deg, jika masih berada pada kondisi kemiringan tersebut kapal pompong masih dalam kondisi aman atau kapal akan bisa kembali ke posisi semula, sudut maksimal kemiringan kapal *fiberglass* ini berada pada sudut 60 deg. Pada nilai maksimal GZ 0.264 dengan sudut kemiringan 60 deg kapal masih bisa kembali ke kondisi semula. Jika nilai GZ melebihi nilai maksimal maka kapal tidak bisa kembali pada kondisi semula atau bisa dikatakan bahwa kapal akan terbalik.

Jika dihubungkan dengan kriteria yang diberikan oleh IMO kapal *fiberglass* ini tidak memenuhi semua kriteria yang diberikan IMO untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 6.12.

Tabel 6.12. Nilai stabilitas terhadap kriteria IMO kapal *fiberglass*

<i>Code</i>	<i>Kriteria</i>	<i>Value</i>	<i>Units</i>	<i>Actual</i>	<i>Status</i>	<i>Margin %</i>
A.749(18) Ch3 - Design kriteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	0.055	m.rad	0.046	Fail	-16.31
A.749(18) Ch3 - Design kriteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	0.09	m.rad	0.0813	Fail	-9.65
A.749(18) Ch3 - Design kriteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	0.03	m.rad	0.0353	Pass	17.64
A.749(18) Ch3 - Design kriteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.2	m	0.264	Pass	32.08
A.749(18) Ch3 - Design kriteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25	deg	60	Pass	140
A.749(18) Ch3 - Design kriteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0.15	m	0.347	Pass	131.07
4.2 Fishing vessel	4.2.3.1: Initial GMt for vessels $\geq 24m$ in length	0.35	m	0.347	Fail	-0.97
Part 170, Stability requirements for all inspected vessels	170.173: c5 - Area 0 to angle of GZmax	0.055	m.rad	0.046	Fail	-16.31

Tabel 6.12 merupakan syarat-syarat kriteria yang diberikan oleh *International Maritime Organization (IMO)*, pada Tabel 6.12 dapat dilihat *intact stability* setelah dilakukan evaluasi stabilitas kapal pompong HDPE, menurut *IS Code A.749* kriteria area 0 sampai 30 nilai minimumnya sebesar 0.055 m.rad hasil evaluasi yang didapat untuk area 0 sampai 30 sebesar 0.046 m.rad, area 0 sampai 40 nilai minimumnya sebesar 0.09 m.rad, hasil evaluasi yang didapatkan untuk area 0 sampai 40 sebesar 0.0813 m.rad. kemudian untuk area 30 sampai 40 nilai minimum sebesar 0.03 m.rad, hasil evaluasi yang didapatkan untuk area 30 sampai 40 sebesar 0.0353 m.rad. kemudian kriteria sudut GZ yang diberikan minimum 25 deg, hasil evaluasi yang didapatkan sudut GZ sebesar 60 deg. Selanjutnya syarat *kriteria initial GM* untuk kapal nelayan yang diberikan minimum sebesar 0.35 m kemudian hasil evaluasi yang didapatkan besarnya nilai GM ialah 0.347 m. Jadi, stabilitas kapal pompong *fiberglass* ini dikatakan kurang baik karena tidak memenuhi semua kriteria IMO.



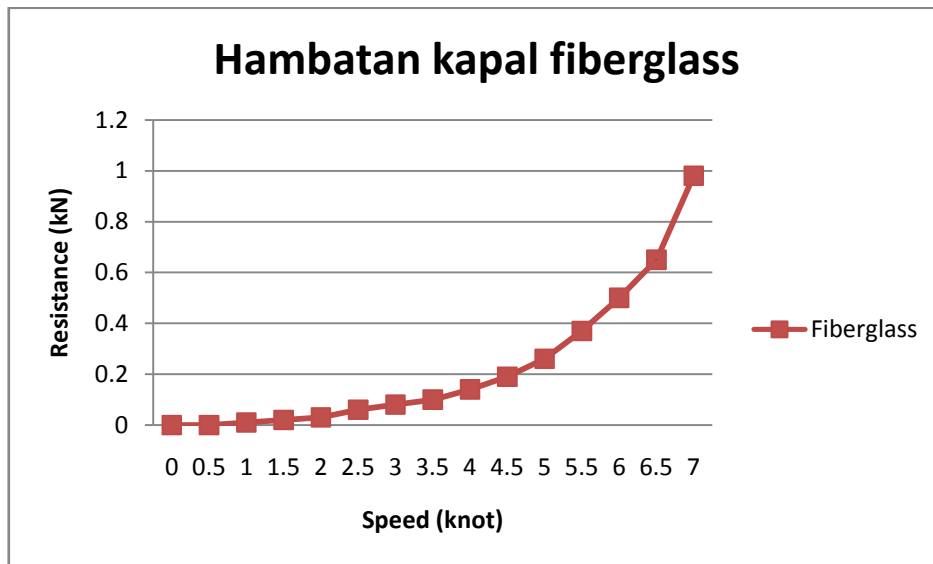
### 6.6. Analisa Hambatan Kapal *Fiberglass*

Perencanaan sebuah kapal tidak terlepas dari evaluasi hambatan lambung kapal, dimana evaluasi ini bertujuan untuk mendapatkan daya kapal yang dibutuhkan sehingga kapal tersebut dapat beroperasi sesuai dengan kecepatan yang diinginkan. Evaluasi hambatan kapal dilakukan dengan menggunakan *software hullspeed*. Evaluasi hambatan kapal pompong nelayan ini direncanakan dengan kecepatan 7 knot, hasil evaluasi hambatan kapal *fiberglass* dapat terlihat pada Tabel 6.13 berikut.

Tabel 6.13. Nilai hambatan kapal *fiberglass*

<i>speed</i>	<i>Van Oortmeersen Resistance (kN)</i>	<i>Van Oortmeersen power (hp)</i>
0	--	--
0.5	0	0
1	0.01	0.02
1.5	0.02	0.04
2	0.03	0.1
2.5	0.06	0.2
3	0.08	0.36
3.5	0.1	0.5
4	0.14	0.77
4.5	0.19	1.16
5	0.26	1.85
5.5	0.37	3.25
6	0.5	4.49
6.5	0.65	5.71
7	0.98	9.44

Berdasarkan Tabel 6.13, hasil evaluasi *software hullspeed* sesuai dengan metode *Van oortmeersen* dimana evaluasi yang dilakukan mulai dari kecepatan 0 sampai 7 knot. Untuk kapal pompong ini direncanakan pada kecepatan 5 knot sehingga hambatan yang terjadi pada lambung kapal sebesar 0.26 kN. Jika diplotkan menjadi sebuah grafik maka kurva hambatan kapal *fiberglass* dapat terlihat pada Gambar 6.4.



Gambar 6.4. Kurva hambatan kapal *fiberglass*

Berdasarkan Gambar 6.4 didapatkan bentuk kurva hambatan yang kapal pompong *fiberglass* dimana pada kecepatan 0 sampai kecepatan 4 knot hambatan kapal yang terjadi selisih nilai hambatan yang masih kecil pada setiap kecepatan dengan nilai hambatan pada kecepatan 4 knot sebesar 0.14 kN, apabila kecepatan kapal mencapai pada 5 knot maka hambatan kapal yang terjadi mulai semakin besar hingga sampai dengan kecepatan 7 knot. Besarnya hambatan kapal mulai dari kecepatan 4 knot sampai dengan kecepatan 5 knot mengalami peningkatan sebesar 46%, pada kecepatan 5 knot ke kecepatan 6 knot hambatan yang terjadi sebesar 88%, pada kecepatan 7 knot terus terjadi peningkatan besarnya hambatan kapal dari kecepatan 6 knot sampai ke kecepatan 7 knot peningkatan yang terjadi sebesar 47% .

### 6.7. Estimasi Biaya Pembuatan Kapal Nelayan Berbahan Dasar *Fiberglass*

Setiap pembangunan sebuah kapal tidak terlepas dari perkiraan biaya pembangunannya, dimana harus memperhitungkan besarnya jumlah dana yang harus dipersiapkan untuk membangun sebuah kapal. berikut ini merupakan rincian estimasi biaya pembangunan kapal *fiberglass*. Untuk perhitungan biaya laminasi diperhitungkan biaya setiap lembaran material *fiberglass* pada setiap meternya. Biasanya dalam proses produksi kapal *fiberglass* ada beberapa bagian rincian biaya yang harus diperhitungkan karena didalam proses laminasi pembuatan kapal

*fiberglass* tidak hanya membutuhkan suatu cetakan tetapi juga membutuhkan bahan dan alat penunjang untuk melakukan proses laminasi.

Perhitungan biaya material *fiberglass* dalam pembangunan kapal ialah sebagai berikut:

1. Biaya laminasi untuk pembuatan lambung kapal
  - a. *Keel shell*

Tabel 6.14. Biaya laminasi *keel shell*

<i>Lamination</i>	<i>Ply</i>	<i>Weight (g/m<sup>2</sup>)</i>	<i>Fiberglass Fabric</i>	<i>Resin</i>	<i>Price (Rp)</i>
			<i>Price (Rp)</i>	<i>Price (Rp)</i>	
CSM 300	1	1000	30000	23000	53000
CSM 450	1	1500	30000	23000	53000
WR 800	1	2000	26375	23000	49375
CSM 450	1	1500	30000	23000	53000
WR 800	1	2000	26375	23000	49375
CSM 450	1	1500	30000	23000	53000
WR 800	1	2000	26375	23000	49375
CSM 450	1	1500	30000	23000	53000
WR 800	1	2000	26375	23000	49375
CSM 450	1	1500	30000	23000	53000
WR 800	1	2000	26375	23000	49375
CSM 450	1	1500	30000	23000	53000
		<b>20000</b>	<b>341875</b>	<b>276000</b>	<b>617875</b>

Asumsi biaya pelat *keel*

$$A_k = \text{Luas bidang keel} = 3.53 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Cost (Ck)} &= A_k \times \text{Price} \\ &= 3.53 \times 617875 \\ &= \text{Rp. 2.181.098} \end{aligned}$$

b. *Bottom shell*

Tabel 6.15. Biaya laminasi *bottom shell*

<i>Lamination</i>	<i>Ply</i>	<i>Weight (g/m<sup>2</sup>)</i>	<i>Fiberglass Fabric</i>	<i>Resin</i>	<i>Price (Rp)</i>
			<i>Price (Rp)</i>	<i>Price (Rp)</i>	
CSM 300	1	1000	30000	23000	53000
CSM 450	1	1500	30000	23000	53000
WR 800	1	2000	26375	23000	49375
CSM 450	1	1500	30000	23000	53000
WR 800	1	2000	26375	23000	49375
CSM 450	1	1500	30000	23000	53000
WR 800	1	2000	26375	23000	49375
CSM 450	1	1500	30000	23000	53000
		<b>13000</b>	<b>229125</b>	<b>184000</b>	<b>413125</b>

Asumsi biaya pelat *bottom*

$$A_b = \text{Luas bidang } bottom = 5.6 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Cost (Cb)} &= A_b \times \text{Price} \\ &= 5.6 \times 413125 \\ &= \text{Rp. } 2.313.500 \end{aligned}$$

c. *Side shell*

Tabel 6.16. Biaya laminasi *side shell*

<i>Lamination</i>	<i>Ply</i>	<i>Weight (g/m<sup>2</sup>)</i>	<i>Fiberglass Fabric</i>	<i>Resin</i>	<i>Price (Rp)</i>
			<i>Price (Rp)</i>	<i>Price (Rp)</i>	
CSM 300	1	1000	30000	23000	53000
CSM 450	1	1500	30000	23000	53000
WR 800	1	2000	26375	23000	49375
CSM 450	1	1500	30000	23000	53000
WR 800	1	2000	26375	23000	49375
CSM 450	1	1500	30000	23000	53000
WR 800	1	2000	26375	23000	49375
CSM 450	1	1500	30000	23000	53000
		<b>13000</b>	<b>229125</b>	<b>184000</b>	<b>413125</b>

Asumsi biaya pelat *side*

$$As = \text{Luas bidang } side = 14.2 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Cost (Cs)} &= As \times \text{Price} \\ &= 14.2 \times 413125 \\ &= \text{Rp. } 5.866.375 \end{aligned}$$

d. *Deck shell*

Tabel 6.17. Biaya laminasi *deck shell*

<i>Lamination</i>	<i>Ply</i>	<i>Weight (g/m2)</i>	<i>Fiberglass Fabric</i>	<i>Resin</i>	<i>Price (Rp)</i>
			<i>Price (Rp)</i>	<i>Price (Rp)</i>	
CSM 300	1	1000	30000	23000	53000
CSM 450	1	1500	30000	23000	53000
WR 800	1	2000	26375	23000	49375
CSM 450	1	1500	30000	23000	53000
WR 800	1	2000	26375	23000	49375
CSM 450	1	1500	30000	23000	53000
		<b>9500</b>	<b>172750</b>	<b>138000</b>	<b>310750</b>

Asumsi biaya pelat *deck*

$$Ad = \text{Luas bidang } deck = 12.1 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Cost (Cd)} &= Ad \times \text{Price} \\ &= 12.1 \times 310750 \\ &= \text{Rp. } 3.760.075 \end{aligned}$$

e. *Frame*

Tabel 6.18. Biaya laminasi *frame*

<i>Lamination</i>	<i>Ply</i>	<i>Weight (g/m2)</i>	<i>Fiberglass Fabric</i>	<i>Resin</i>	<i>Price (Rp)</i>
			<i>Price (Rp)</i>	<i>Price (Rp)</i>	
CSM 300	1	1000	30000	23000	53000
CSM 450	1	1500	30000	23000	53000
WR 800	1	2000	26375	23000	49375
CSM 450	1	1500	30000	23000	53000
WR 800	1	2000	26375	23000	49375
CSM 450	1	1500	30000	23000	53000
		<b>9500</b>	<b>172750</b>	<b>138000</b>	<b>310750</b>

Asumsi biaya *frame*

$$AF = \text{Luas bidang } frame = 1.7 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Cost (CF)} &= AF \times Price \\ &= 1.7 \times 310750 \\ &= \text{Rp. } 528.275 \end{aligned}$$

f. *Bulkhead shell*

Tabel 6.19. Biaya laminasi *bulkhead shell*

<i>Lamination</i>	<i>Ply</i>	<i>Weight (g/m2)</i>	<i>Fiberglass Fabric</i>	<i>Resin</i>	<i>Price (Rp)</i>
			<i>Price (Rp)</i>	<i>Price (Rp)</i>	
CSM 300	1	1000	30000	23000	53000
CSM 450	1	1500	30000	23000	53000
WR 800	1	2000	26375	23000	49375
CSM 450	1	1500	30000	23000	53000
WR 800	1	2000	26375	23000	49375
CSM 450	1	1500	30000	23000	53000
		<b>9500</b>	<b>172750</b>	<b>138000</b>	<b>310750</b>

Asumsi biaya *bulkhead*

$$Ablk = \text{Luas bidang } bulkhead = 5.12 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Cost (Cblk)} &= Ablk \times Price \\ &= 5.12 \times 310750 \\ &= \text{Rp. } 1.591.040 \end{aligned}$$

g. *Bangunan atas*

Tabel 6.20. Biaya laminasi *bangunan atas*

<i>Lamination</i>	<i>Ply</i>	<i>Weight (g/m2)</i>	<i>Fiberglass Fabric</i>	<i>Resin</i>	<i>Price (Rp)</i>
			<i>Price (Rp)</i>	<i>Price (Rp)</i>	
CSM 300	1	1000	30000	23000	53000
CSM 450	1	1500	30000	23000	53000
WR 800	1	2000	26375	23000	49375
CSM 450	1	1500	30000	23000	53000
WR 800	1	2000	26375	23000	49375
CSM 450	1	1500	30000	23000	53000
		<b>9500</b>	<b>172750</b>	<b>138000</b>	<b>310750</b>

Asumsi biaya *bulkhead*

Aba = Luas bidang bangunan atas = 7.54 m<sup>2</sup>

$$\begin{aligned} \text{Cost (Cba)} &= \text{Aba} \times \text{Price} \\ &= 7.54 \times 310750 \\ &= \text{Rp. 2.343.055} \end{aligned}$$

Jadi, biaya laminasi untuk lambung kapal :

$$\begin{aligned} \text{Cost laminasi kapal} &= \text{Ck} + \text{Cb} + \text{Cs} + \text{Cd} + \text{CF} + \text{Cblk} + \text{Cba} \\ &= 2.181.098 + 2.313.500 + 5.866.375 + 3.760.075 + \\ &\quad 528.275 + 1.591.040 + 2.343.055 \\ &= \text{Rp. 18.583.418} \end{aligned}$$

## 2. Biaya bahan dan peralatan penunjang laminasi

Dalam proses laminasi *fiberglass* terdapat bahan-bahan dan alat-alat penunjang yang dibutuhkan. Tabel 6.21 berikut ini merupakan rincian serta biaya dari bahan dan Tabel 6.22 merupakan rincian biaya alat penunjang laminasi.

### a. Bahan penunjang untuk laminasi *fiberglass*

Tabel 6.21. Bahan penunjang laminasi

no	Barang	Satuan	Harga (Rp)	Terpakai	Total hargab (Rp)
1	<i>gel coat</i>	1 kg	55.000	20 kg	1.100.000
2	<i>mirror glaze wax</i>	1 kaleng	125.000	3 kaleng	375.000
3	katalis	100 cc	10.000	1000 cc	100.000
4	cobalt	100 cc	30.000	500 cc	150.000
5	pigmen	100 gram	45.000	100 gram	45.000
6	Dempul	1 kg	30.000	7 kg	210.000
					<b>1.980.000</b>

### b. Peralatan penunjang laminasi *fiberglass*

Tabel 6.22. Peralatan penunjang laminasi

no	Barang	satuan	Harga (Rp)	terpakai	Total hargab (Rp)
1	Kuas roll	1 buah	10.000	4 Buah	40.000
2	kuas 3"	1 buah	6.000	4 Buah	24.000
3	Ember	1 buah	10.000	2 Buah	20.000
4	Gunting	1 buah	12.000	2 Buah	24.000
5	Amplas	1 lembar	1.200	20 Lembar	24.000
					<b>132.000</b>

Jadi, biaya yang dibutuhkan untuk membuat satu buah kapal pompong nelayan berbahan dasar *fiberglass* ialah penjumlahan dari beberapa estimasi biaya yang telah diperhitungkan sebelumnya jika kapal diproduksi sebanyak satu buah sehingga didapatkan harga satu kapal *fiberglass* sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Total biaya bahan} &= \text{Cost lambung kapal} + \text{bahan penunjang} + \text{alat penunjang} \\ &= 18.583.418 + 1.980.000 + 132.000 \\ &= \text{Rp. 20.695.418} \end{aligned}$$

### 3. Biaya pembuatan cetakan

Proses produksi kapal *fiberglass* juga memerlukan cetakan untuk membentuk lambung kapal yang diinginkan. Estimasi biaya bahan pembuatan cetakan untuk kapal *fiberglass* seperti terlihat pada Tabel 6.23.

Tabel 6.23. Biaya pembuatan cetakan kapal *fiberglass*

no	barang	satuan	Harga (Rp)	terpakai	Total harga (Rp)
1	triplek melamin	1 lembar	60.000	8 lembar	480.000
2	Kayu 2"x 3"	1 Batang	36.000	4 Batang	144.000
3	kayu 2"x2"	1 batang	24.000	18 batang	432.000
4	kayu 1"x2"	1 batang	15.000	5 batang	75.000
5	paku	1 kg	22.000	5 kg	110.000
6	dempul	1 kg	30.000	2 kg	60.000
					<b>1.301.000</b>

### 4. Biaya/upah untuk pembuatan kapal

Pembuatan kapal *fiberglass* ini diprediksi membutuhkan waktu selama 90 hari dalam proses penyelesaiannya dengan jumlah pekerja sebanyak 3 orang dengan biaya Rp. 50.000/hari. Pada Tabel 6.24 berikut ini rincian upah untuk pekerja pembuatan kapal *fiberglass*.

Tabel 6.24. Upah pembuatan kapal *fiberglass*

Jumah pekerja	Upah @orang	Total
3 orang	Rp. 4.500.000	<b>Rp. 13.500.000</b>

### 5. Harga pokok produksi kapal *fiberglass* berdasarkan jumlah produksi

Jika kapal diproduksi dalam jumlah yang banyak, biasanya harga kapal perunitnya lebih murah. Cetakan untuk kapal *fiberglass* ini diperkirakan hanya

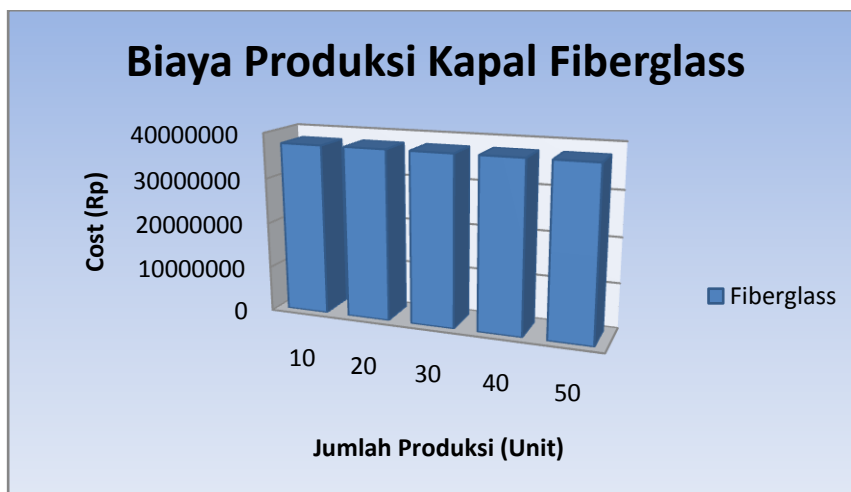


mampu mencetak sebanyak 10 kapal karena diprediksikan rusak, sehingga harus membuat cetakan yang baru jika memproduksi kapal lebih dari 10 buah. Tabel 6.25 berikut ini merupakan analisa harga kapal berdasarkan jumlah produksinya.

Tabel 6.25. Harga kapal *fiberglass* perunit berdasarkan jumlah produksi

Harga Cetakan	Harga pokok produksi kapal <i>Fiberglass</i> perunit	Jumlah produksi	Harga keseluruhan	Total harga	Harga rata-rata perunit
1.301.000	37.445.418	10	374.454.180	375.755.180	37.575.518
		20	748.908.360	751.510.360	37.575.518
		30	1.123.362.540	1.127.265.540	37.575.518
		40	1.497.816.720	1.503.020.720	37.575.518
		50	1.872.270.900	1.878.775.900	37.575.518

Berdasarkan Tabel 6.25, jika kapal diproduksi dalam jumlah yang banyak maka didapatkan harga pokok produksi kapal perunit tidak jauh beda dibandingkan jika kapal hanya diproduksi 1 buah. Dikarenakan cetakan hanya mampu mencetak 10 kapal dan untuk proses pencetakan kapal berikutnya harus membuat cetakan yang baru lagi sehingga harga kapal *fiberglass* ini memiliki nilai yang sama jika diproduksi dalam jumlah yang banyak karena di setiap kelipatan 10 itu menghabiskan 1 buah cetakan. Seperti yang terlihat Tabel 6.25 yang menganalisa harga kapal jika di produksi sebanyak 50 buah kapal, sehingga dalam analisisnya menghabiskan 5 buah cetakan. Pada Gambar 6.5 dapat dilihat grafik harga kapal *fiberglass* perunit berdasarkan jumlah produksinya.



Gambar 6.5. Grafik harga kapal *fiberglass* berdasarkan jumlah produksi

Dari Gambar 6.5 dapat diketahui bahwa harga kapal *fiberglass* tidak mengalami penurunan harga pada setiap kelipatan 10 jumlah produksinya harga perunit kapal tetap berada pada harga RP. 37.575.518 karena diperkirakan setiap sepuluh unit pembangunan kapal cetakan sudah tidak bisa digunakan lagi atau sudah rusak sehingga harus membuat cetakan yang baru lagi. Sehingga perhitungan biayanya kembali pada proses perhitungan biaya awal lagi. Oleh karena itu harga perunit kapal *fiberglass* itu sama atau tidak mengalami perubahan harga jika diproduksi dengan jumlah yang banyak.

## BAB 7

### ANALISA BIAYA DAN PERANCANGAN TEKNIK PRODUKSI KAPAL PLASTIK *HIGH DENSITY POLYETHYLENE (HDPE)*

#### 7.1. Estimasi Biaya Pembuatan Kapal Plastik HDPE

Plastik HDPE ini sebagai material alternatif pengganti kayu maka dalam pembangunan kapal harus memprediksikan biaya pembuatan kapal tersebut, sehingga kapal tersebut bisa dikategorikan sebagai kapal dengan biaya pembuatan murah atau mahal. Proses pembangunan satu buah kapal plastik HDPE diprediksikan selama 10 hari dengan jumlah pekerjanya sebanyak 3 orang dengan upah sebesar Rp. 100.000/hari. Tabel 7.1 berikut ini merupakan rincian biaya upah untuk pekerja.

Tabel 7.1. Biaya upah pembuatan kapal plastik HDPE

Jumah pekerja	Upah perhari	Lama kerja	Total
3 orang	Rp. 100.000	10 hari	<b>Rp. 3.000.000</b>

Kapal pompong ini juga dilengkapi dengan mesin dan alat penggeraknya, untuk mesin yang digunakan kapal pompong ini ialah mesin diesel tipe *Dong feng* dengan daya 8 pk. Rincian harga mesin, poros dan *propeller* sebagai berikut:

Mesin = Rp. 2.600.000

Poros = Rp. 400.000

*Propeller* = Rp. 250.000

Biasanya untuk memproduksi suatu benda berbahan dasar plastik memerlukan cetakan sesuai dengan bentuk yang diinginkan, begitu juga halnya dalam pembangunan kapal plastik HDPE ini yakni memerlukan cetakan, sehingga perlu diperhitungkan biaya pembuatan cetakan tersebut. Oleh karena itu berikut ini merupakan estimasi biaya pembuatan kapal pompong plastik HDPE dan estimasi biaya pembuatan cetakan kapal pompong plastik HDPE.

#### a. Perhitungan biaya bahan untuk badan kapal plastik HDPE

Banyaknya bahan dasar plastik yang digunakan untuk membuat kapal plastik HDPE itu sama dengan berat badan kapal plastik HDPE, dimana untuk menghitung berat badan kapal dengan menggunakan beberapa rumus pendekatan.

Dari perhitungan sebelumnya telah didapatkan nilai berat badan kapal plastik HDPE yaitu:

Berat total badan kapal plastik HDPE = 1872.81 kg

Harga 1 kg plastik HDPE = Rp. 10800

Jadi,

Biaya total untuk badan kapal plastik HDPE

$Cost = \text{berat badan kapal} \times \text{harga plastik HDPE}$

$= 1872.81 \times 10800$

$= \text{Rp. } 20.226.297$

b. Estimasi biaya pembuatan cetakan kapal pompong plastik HDPE

Pembuatan cetakan untuk memproduksi kapal plastik HDPE harus menggunakan material yang tahan terhadap panas, sehingga untuk pembuatan cetakan digunakan bahan-bahan dengan material baja. Tabel 7.2 berikut merupakan rincian bahan dan biaya yang dibutuhkan dalam pembuatan cetakan kapal plastik.

Tabel 7.2. Harga bahan-bahan cetakan kapal plastik

no	Barang	Satuan	Harga	Terpakai	Total harga
<b>Cetakan Luar</b>					
1	plat baja 2 mm	1 lembar	419.940	10 Lembar	4.199.400
2	mur dan baut				150.000
3	baja hollow 4x6	1 batang	219.000	4 batang	876.000
4	baja hollow 4x2	1 batang	97.220	10 batang	972.200
<b>Cetakan Dalam</b>					
1	plat baja 2 mm	1 lembar	419.940	10 Lembar	4.199.400
2	mur dan baut				150.000
3	baja hollow 4x6	1 batang	219.000	2 batang	438.000
4	baja hollow 4x2	1 batang	97.220	8 batang	777.760
					<b>11.762.760</b>
<b>Upah pembuatan cetakan</b>					5.000.000
<b>Total Harga Cetakan Kapal Plastik</b>					<b>16.762.760</b>

c. Harga kapal HDPE perunit berdasarkan jumlah produksi

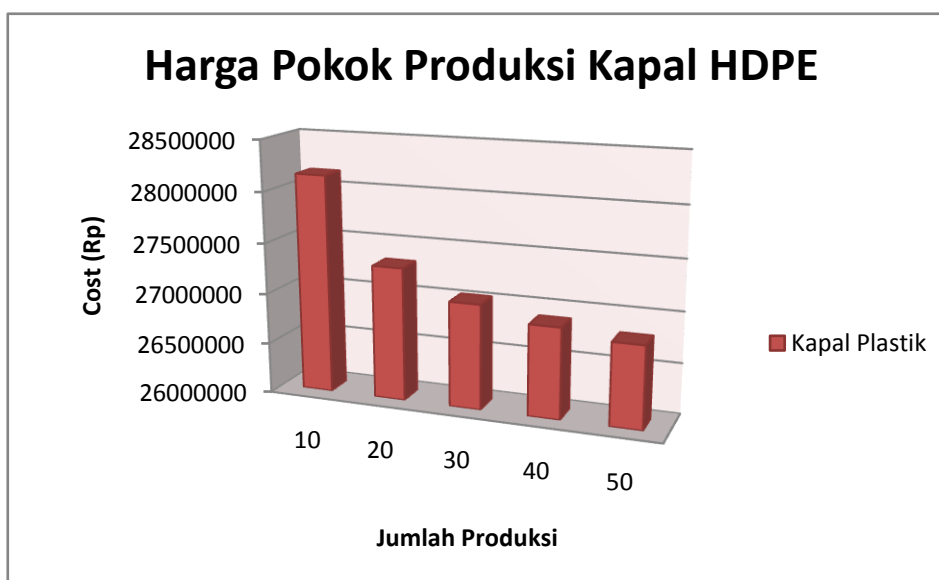
Dalam memproduksi kapal plastik HDPE ini membutuhkan biaya yang cukup besar untuk pembuatan cetakannya. Sedangkan biaya untuk material kapal

plastik HDPE itu sendiri bisa dikatakan cukup murah. Oleh sebab itu kapal plastik HDPE ini harus diproduksi dalam jumlah yang banyak sehingga dapat menutupi besarnya biaya pembuatan cetakan. Tabel 7.3 berikut merupakan harga kapal plastik HDPE perunit berdasarkan banyaknya jumlah produksi.

Tabel 7.3. Harga kapal HDPE perunit berdasarkan jumlah produksi

Harga Cetakan	Harga 1 Kapal Plastik HDPE	Jumlah Produksi	Harga keseluruhan	Total Harga	Harga Rata-rata perkapal
16.763.000	26.476.297	10	264.762.970	281.525.970	28.152.597
		20	529.525.940	546.288.940	27.314.447
		30	794.288.910	811.051.910	27.035.063
		40	1.059.051.880	1.075.814.880	26.895.372
		50	1.323.814.850	1.340.577.850	26.811.557

Berdasarkan Tabel 7.3 didapatkan hasil perhitungan estimasi biaya bahan untuk kapal plastik HDPE dan estimasi biaya untuk pembuatan cetakan, kemudian dilakukan perhitungan harga kapal perunit jika diproduksi dalam jumlah yang banyak. semakin banyak jumlah produksinya maka harga kapal perunit semakin murah, jika diplotkan kedalam grafik, penurunan harga kapal seperti terlihat pada Gambar 7.1.

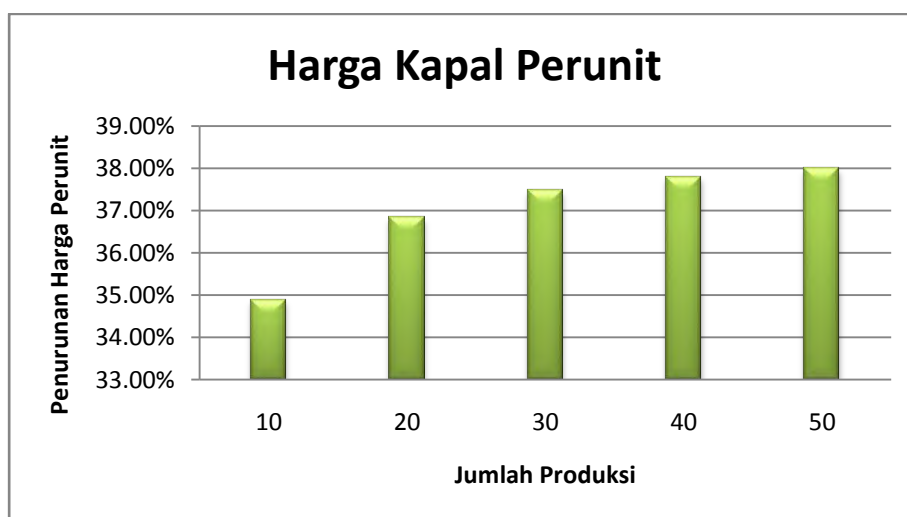


Gambar 7.1. Grafik harga kapal HDPE perunit berdasarkan jumlah produksi

Berdasarkan Gambar 7.1 dapat diketahui jika kapal plastik HDPE di produksi hanya 1 unit maka akan memakan biaya yang cukup besar sesuai dengan

perhitungan biaya yang telah dilakukan sebelumnya harga pokok produksi 1 unit kapal yang sudah di lengkapi dengan mesin dan sistem penggeraknya ditambah dengan harga biaya pembuatan cetakan mencapai Rp. 43.293.297 sehingga untuk menutupi mahalnya biaya pembuatan cetakan maka kapal plastik HDPE harus diproduksi dengan jumlah yang sebanyak mungkin.

Harga pokok produksi kapal HDPE jika diproduksi sebanyak 10 buah maka harga perunitnya menjadi Rp. 28.152.597, pada kelipatan sepuluh berikutnya tepatnya pada jumlah produksi sebanyak 20 buah harga perunitnya semakin turun menjadi Rp. 27.314.447 harganya semakin turun pada kelipatan 10 berikutnya. pada jumlah produksi 40 dan 50 unit harga pokok produksi kapal HDPE memiliki perbedaan harga pokok produksi yang mulai mengecil. Sedangkan dengan jumlah produksi 50 unit harga pokok produksinya hampir mendekati harga pokok produksi kapal HDPE awal yaitu sebesar Rp. 26.811.557. Jika dihitung dalam persen, penurunan harga kapal dapat dilihat pada Gambar 7.2 berikut.



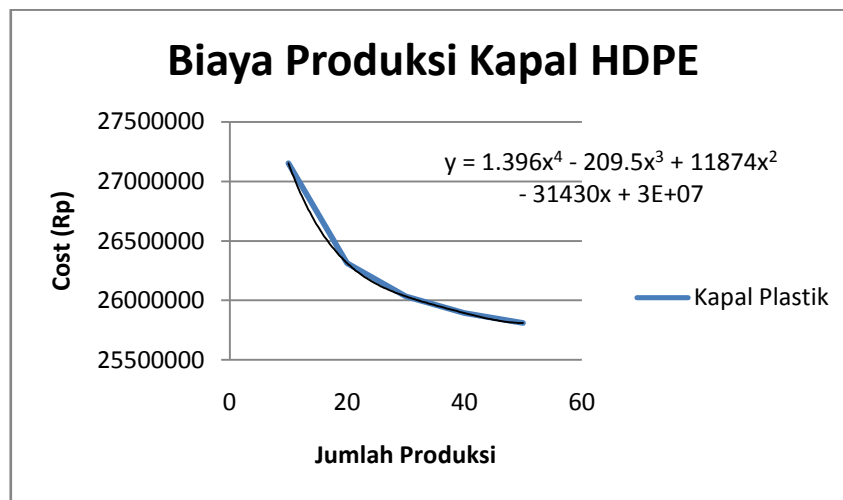
Gambar 7.2. Kurva penurunan harga kapal perunit

Berdasarkan Gambar 7.2 dapat diketahui penurunan harga pokok produksi kapal plastik HDPE perunit berdasarkan jumlah produksinya. Penurunan harga pokok produksi kapal plastik HDPE apabila diproduksi sebanyak 10 unit maka penurunan biayanya sebesar 34.89%, kemudian pada jumlah 20 unit penurunannya sebanyak 36.83%. Pada kondisi produksi 50 unit dimana harga

pokok produksi hampir mendekati harga pokok produksi awal penurunan harganya sebesar 37.99%.

Kemudian dilakukan lagi penggambaran kurva untuk mendapatkan persamaan nilai Y, dengan menggunakan garis *polynomial* sehingga muncul persamaan Y tersebut untuk lebih jelasnya dapat terlihat seperti pada Gambar 7.3. dengan persamaan sebagai berikut.

$$y = 1.396x^4 - 209.5x^3 + 11874x^2 - 31430x + 3 \times 10^7$$



Gambar 7.3. Kurva harga kapal HDPE berdasarkan jumlah produksi

Persamaan Y ini dapat digunakan sebagai rumus pendekatan untuk menghitung harga kapal perunit sesuai jumlah produksi kapal plastik HDPE yang ingin dibuat atau dengan jumlah yang ditentukan dimana x merupakan banyaknya jumlah kapal yang ingin diproduksi.

## 7.2. Perbandingan kapal plastik HDPE dan *Fiberglass*

Setiap kapal yang berbeda material pasti memiliki perbedaan dalam berbagai aspek, begitu juga halnya dengan kapal yang terbuat dari material plastik HDPE dan *fiberglass*. Berikut ini merupakan perbandingan antara material plastik HDPE dengan material *fiberglass*.

### a. Perbandingan dari segi analisa desain

Dalam perancangannya kapal plastik HDPE memiliki ketebalan lambung yang lebih tebal dari lambung kapal *fiberglass* maka kapal plastik HDPE ini memiliki lambung yang lebih berat sedangkan lambung kapal *fiberglass* jauh

lebih ringan. Dari segi biaya, kapal plastik HDPE lebih murah jika dibandingkan dengan kapal *fiberglass*. Kemudian dilihat dari bentuk desain, lambung kapal plastik HDPE dalam perancangannya mengurangi adanya tekukan-tekukan karena akan menyulitkan dalam proses produksinya. Perbandingan antara kapal plastik HDPE dan kapal *fiberglass* dapat dilihat pada Tabel 7.4 sehingga dapat diketahui perbedaan nilai antara kedua jenis kapal yang berbeda material tersebut.

Tabel 7.4. Perbandingan kapal plastik HDPE dengan *fiberglass*

Item	Kapal plastik HDPE	Kapal <i>fiberglass</i>
Berat lambung	1.8728 ton	0.579 ton
Biaya pokok produksi kapal	Rp. 26.476.297	Rp. 37.575.518
Kapasitas muatan	2.549 ton	3.885 ton

Dari Tabel 7.4 dapat diketahui bahwa kapal *fiberglass* mempunyai konstruksi yang lebih ringan dibandingkan dengan kapal plastik, akan tetapi keunggulan kapal plastik HDPE dibandingkan dengan kapal *fiberglass* terletak pada harga pokok produksi kapal dengan selisih nilainya sebesar Rp. 10.969.121. Meskipun memiliki berat lambung yang lebih besar dibandingkan dengan kapal *fiberglass*, kapal plastik bisa dimuati muatan seberat 2.549 ton. Waktu produksi untuk kapal plastik HDPE lebih pendek diperkirakan 10 hari sedangkan produksi kapal *fiberglass* memakan waktu yang lebih lama bisa mencapai 90 hari atau 3 bulan (javaneseboat.com, 2013). Untuk proses pembuatan kapal plastik HDPE lebih mudah karena sudah menggunakan sistem cetakan. Dikarenakan proses pembuatan Kapal Plastik HDPE menggunakan cetakan sehingga bisa dikatakan bahwa lambung kapal tidak akan bocor atau kapal HDPE ini kekedapannya sangat baik. Sedangkan pembuatan kapal *fiberglass*, dilakukan dengan proses laminasi, pada proses laminasi ini banyak sekali dilakukan penyambungan-penyambungan serat dan adanya udara yang terperangkap pada saat proses laminasi sehingga kekedapan dari lambung kapal belum tentu baik. Jika kapal mengalami kerusakan yang paling parah dan tidak bisa diperbaiki maka kapal dengan material plastik HDPE bisa dicetak ulang kembali karena HDPE 100% dapat didaur ulang (BoatIndonesia.com, 2014), sedangkan kapal dengan material *fiberglass* akan terbuang menjadi limbah.



Material *fiberglass* mempunyai kekurangan lain diantaranya:

- Menggunakan komposisi bahan kimia yang berbahaya bagi kesehatan
- Limbah dari *fiberglass* bisa menyebabkan pencemaran lingkungan karena tidak bisa didaur ulang.

**b. Perbandingan dari segi keunggulan material**

Plastik HDPE sangat baik digunakan sebagai bahan dasar pembuatan kapal. Adapun keunggulan plastik ini sebagai material pembuatan kapal yaitu (BoatIndonesia.com, 2014):

1. Karena HDPE sangat tahan lama terhadap penuaan material dan korosi
2. Daya tahan keretakan baik sehingga dampak kerusakan sedikit.
3. HDPE fleksibel dan tahan lama, tahan terhadap kondisi cuaca terburuk
4. Hal ini lebih mudah untuk merakit HDPE daripada material baja, kayu, aluminium atau bahan komposit lainnya.
5. Tahan terhadap ultra violet, Stabil, Tahan api dan perawatan murah
6. 100% dapat di daur ulang.

Selain dari 6 kelebihan dari material plastik HDPE tersebut pada Tabel 7.5 berikut ini merupakan perbandingan kelebihan antara plastik HDPE, aluminium dan *fiberglass*.

Tabel 7.5. Perbandingan material plastik HDPE, *Fiberglass* dan aluminium

<i>Application</i>	<i>Fibreglass RIB</i>	<i>Aluminium</i>	<i>HDPE Boats</i>
<i>Impact Resistance</i>	<i>Poor</i>	<i>Good</i>	<i>Excellent</i>
<i>Repair ability</i>	<i>Good</i>	<i>Good</i>	<i>Excellent</i>
<i>Mass</i>	<i>Good</i>	<i>Excellent</i>	<i>Poor</i>
<i>General Abuse Resistance</i>	<i>Poor</i>	<i>Poor</i>	<i>Excellent</i>
<i>UV Resistance</i>	<i>Poor</i>	<i>Excellent</i>	<i>Excellent</i>
<i>Maintenance</i>	<i>High</i>	<i>High</i>	<i>Low</i>
<i>Sandy Beach Landings</i>	<i>Good</i>	<i>Good</i>	<i>Good</i>
<i>Rocky Beach Landings</i>	<i>Poor</i>	<i>Poor</i>	<i>Excellent</i>
<i>Puncture Resistance</i>	<i>Poor</i>	<i>Good</i>	<i>Excellent</i>

(sumber: Rhinomarineboats.com, 2015)

Dari Tabel 7.5 dapat diketahui bahwa material plastik HDPE memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan material *fiberglass*, dimana plastik

HDPE tahan terhadap *impact*, tahan terhadap cuaca atau tahan terhadap sinar matahari, tingkat perawatan yang rendah dan juga plastik HDPE tahan terhadap benturan. Dari keunggulan-keunggulan yang dimiliki oleh material plastik HDPE, maka HDPE sangat baik dijadikan sebagai material alternatif pembuatan kapal pompong nelayan.

### **7.3. Merancang Teknik Produksi Kapal Pompong Plastik HDPE**

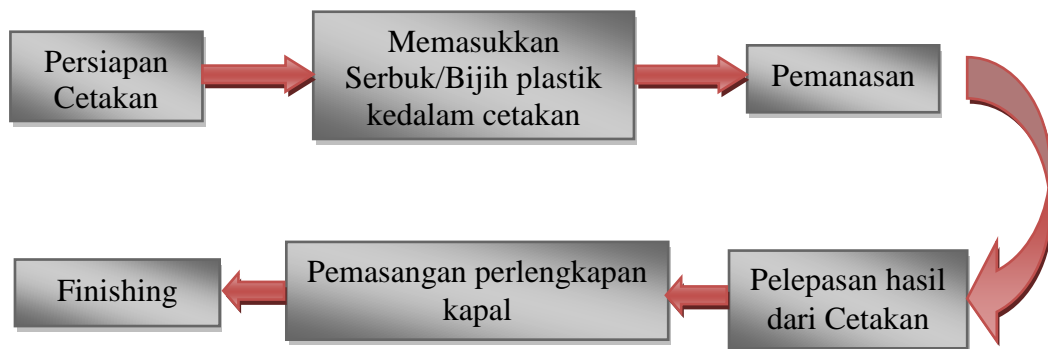
#### **A. Teknik Produksi Kapal**

Produksi kapal merupakan suatu kegiatan yang dilakukan untuk membangun kapal sesuai dengan pesanan *owner*. Salah satu tahapan pembangunan kapal adalah pengkonstruksian material menjadi *real* sebuah kapal.

Proses pembangunan kapal pada dasarnya terdiri dari tiga kegiatan utama yaitu desain/rancangan kapal, desain produksi kapal dan pengkonstruksian. Desain produksi kapal merupakan istilah yang diberikan kepada desainer kapal saat ini, yang bertugas khusus membuat detail rancangan untuk fabrikasi. Juga menentukan metode dan teknik produksi yang dapat mengurangi jenis pekerjaan produksi, menyederhanakan kerumitan kerja, dan menentukan kebutuhan riil peralatan dan fasilitas kerja, berdasarkan kualitas hasil pekerjaan yang disyaratkan.

Saat ini fakta memperlihatkan bahwa keseluruhan rekayasa desain dibuat sedemikian rupa untuk memastikan bahwa proses produksi dapat terlaksana secara baik. Dengan demikian desain produksi kapal berupaya untuk memadupadankan keinginan pemesan, dengan kualitas, pelayanan dan kemampurawatan produk yang dihasilkan serta menghemat/menekan anggaran pembangunan. (Wahyuddin, 2011).

Perancangan produksi kapal yang dilakukan kali ini ialah tentang pembangunan kapal pompong nelayan yang terbuat dari material plastik HDPE, dimana untuk membentuk suatu benda yang terbuat dari plastik harus memerlukan cetakan yang bentuknya sama pula seperti bentuk yang diinginkan. Selain cetakan alat pemanas juga dibutuhkan karena digunakan untuk mencairkan plastik yang berada didalam cetakan tersebut. Secara umum pembangunan kapal plastik HDPE dapat dilihat pada Gambar 7.4. skema pengerjaan pembuatan kapal plastik HDPE.



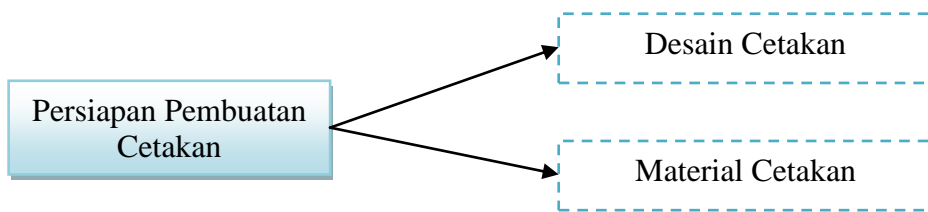
Gambar 7.4. Prosedur pengerjaan pembuatan kapal plastik HDPE

Langkah-langkah pengerjaan pembuatan kapal plastik secara umum dapat dijelaskan oleh Gambar 7.4 dimana langkah pertama yang dilakukan ialah mempersiapkan cetakan kapal kemudian memasukkan biji atau serbuk plastik HDPE kedalam cetakan. Langkah selanjutnya ialah memanaskan cetakan tersebut agar biji atau serbuk plastik yang berada didalam cetakan mencair biasanya pemanasan dilakukan didalam mesin pemanas. Setelah dingin maka dilakukan pelepasan hasilnya dari cetakan, kemudian melakukan proses pemasangan perlengkapan kapal lainnya setelah itu langkah yang terakhir dilakukan proses *finishing*.

## B. Merancang Cetakan Kapal Pompong HDPE

Plastik merupakan suatu material yang bisa dibentuk sesuai dengan cetakannya. Begitu pula halnya dengan kapal yang terbuat dari plastik harus menyiapkan cetakan untuk membuat kapal tersebut. Oleh karena itu dalam desainnya kapal pompong ini tidak banyak memiliki tekukan-tekukan yang nantinya akan sulit dalam pembuatan cetakan.

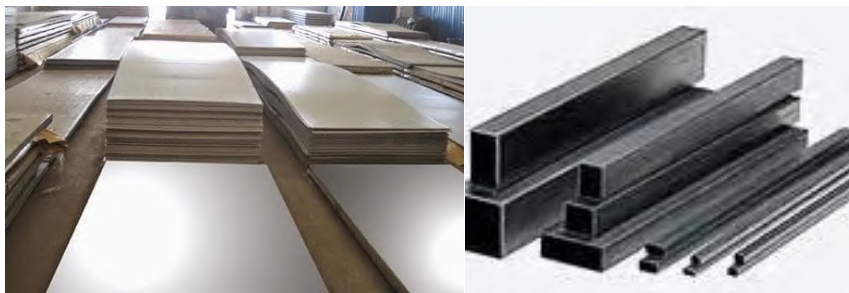
Dalam perancangan kapal pompong nelayan HDPE ini melakukan suatu rancangan cetakan untuk memproduksi kapal pompong plastik HDPE. Sebelum merancang cetakan, yang dilakukan ialah mempersiapkan segala sesuatu yang diperlukan dalam merancang sebuah cetakan kapal pompong HDPE. Dimana harus mempersiapkan bentuk desain cetakan dan juga material yang akan digunakan.



Gambar 7.5. Persiapan merancang cetakan kapal plastik HDPE

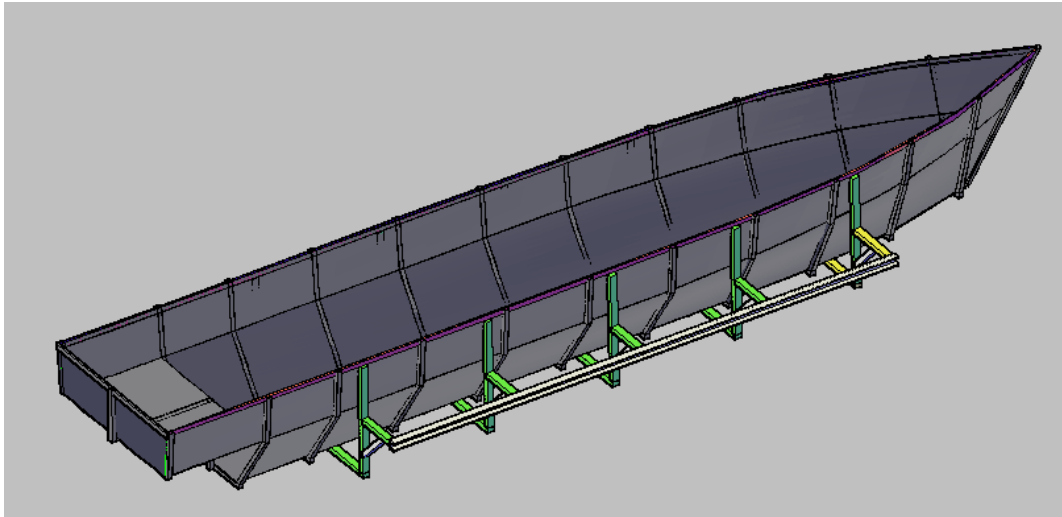
Cetakan untuk pembuatan kapal pompong plastik HDPE harus terbuat dari material yang tahan terhadap panas sehingga dipilihlah material baja sebagai bahan untuk pembuatan cetakan tersebut. Untuk desain cetakan mengikuti gambar desain dan ukuran dari kapal pompong nelayan yang ingin diproduksi. Dengan bentuk kapal yang didesain maka dibuat cetakan yang terbuat dari material baja. Adapun bahan-bahan yang digunakan ialah:

- d. Plat baja eser ukuran 122 x 244 x 2 mm
- e. Besi hollow 20 x 40 x 2 mm
- f. Besi hollow 40 x 60 x 2 mm



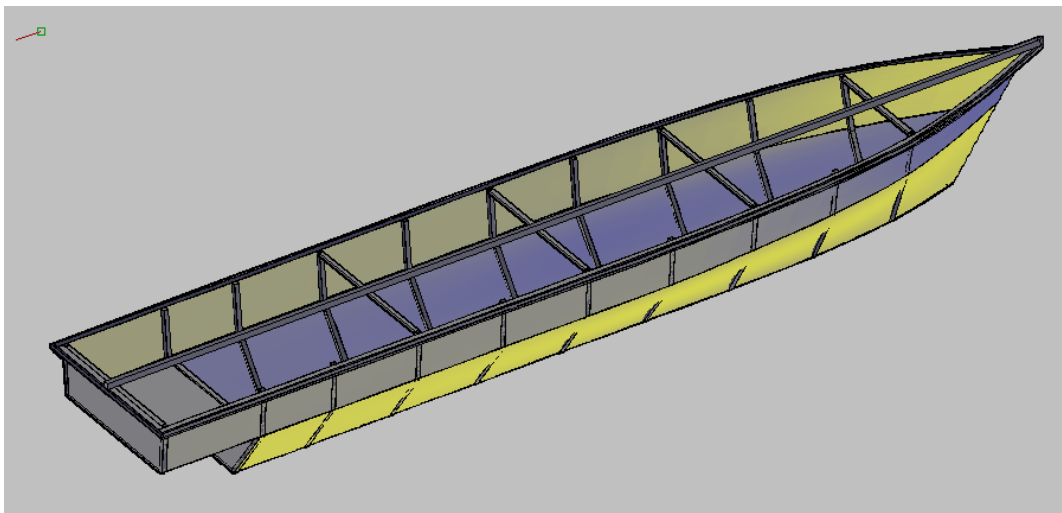
Gambar 7.6. Plat eser dan besi hollow

Pembuatan cetakan untuk pembuatan kapal plastik HDPE ini terbagi atas dua bagian yaitu cetakan bagian luar dan cetakan bagian dalam., dimana cetakan dalam ini berfungsi sebagai penutup agar biji atau serbuk plastik HDPE tidak tumpah atau keluar nantinya. Untuk lebih jelasnya bentuk rancangan cetakan bagian luar dapat terlihat pada Gambar 7.7.



Gambar 7.7. Cetakan bagian luar kapal pompong plastik HDPE

Cetakan bagian dalam memiliki ukuran sedikit lebih kecil dari cetakan bagian luar, ukuran cetakan bagian dalam di *offset* sesuai dengan ketebalan lambung kapal nantinya. Bentuk cetakan bagian dalam dapat terlihat pada Gambar 7.8.

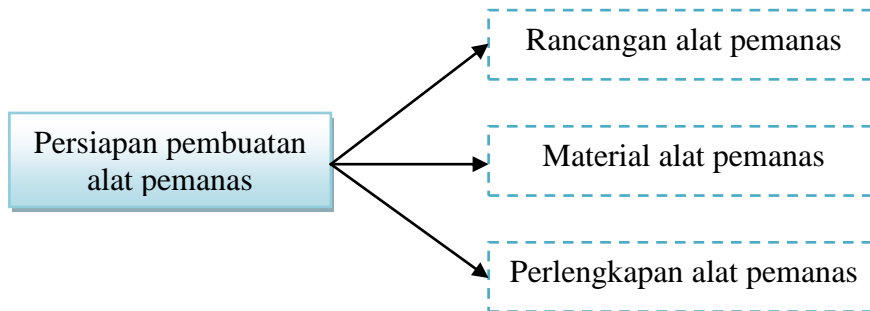


Gambar 7.8. Cetakan bagian dalam kapal pompong plastik HDPE

### C. Merancang Alat Pemanas Cetakan Kapal Plastik

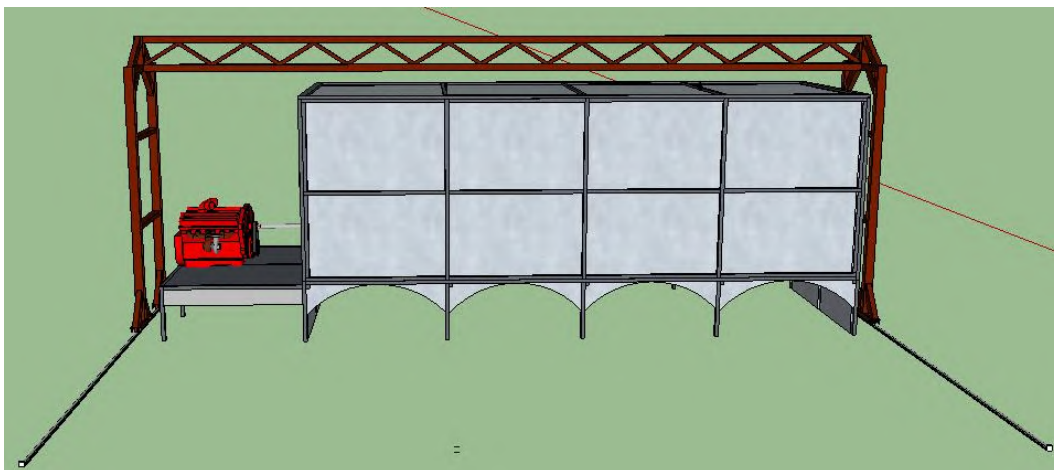
Fasilitas lain yang sangat dibutuhkan dalam pembangunan kapal pompong plastik HDPE ialah alat pemanas cetakan atau tempat untuk mencairkan plastik HDPE. Perancangan alat pemanas ini sama halnya seperti perancangan cetakan

sebelumnya yaitu mempersiapkan beberapa hal untuk membuat alat pemanas tersebut.



Gambar 7.9. Persiapan merancang alat pemanas

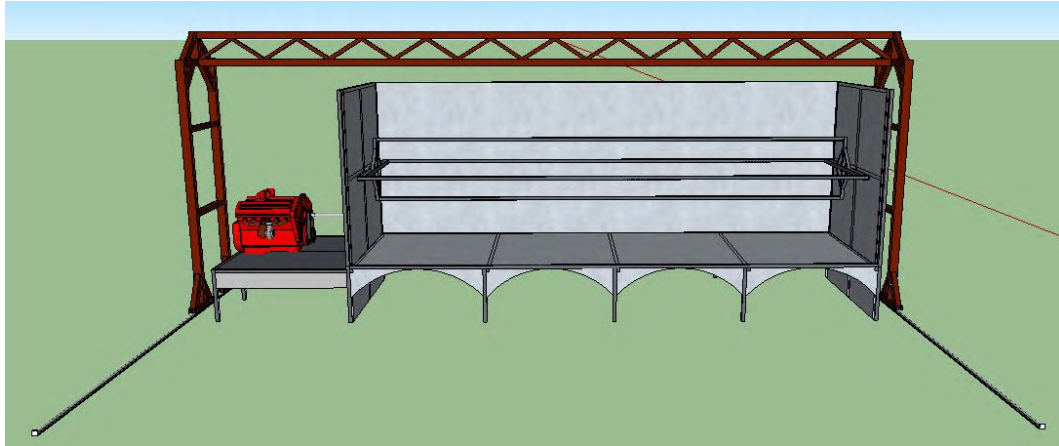
Rancangan alat pemanas ini berbentuk seperti kotak, ukuran dimensi dari alat pemanas ini dengan tinggi 4,16 meter, panjang 9,6 meter dan lebar 3,28 meter. Alat pemanas ini sama halnya dengan material untuk pembuatan cetakan yaitu terbuat dari material baja. Pada alat pemanas ini terdapat mesin yang berfungsi sebagai pemutar poros sehingga cetakan yang berada didalam alat pemanas ikut berputar, dan dilengkapi dengan pilar-pilar dengan relnya, pilar tersebut sebagai tempat tumpuan crane rantai (*chain block*) yang berfungsi untuk mengangkat cetakan kapal untuk memasukkan ke dalam alat pemanas. Untuk lebih jelasnya rancangan alat pemanas dapat dilihat pada Gambar 7.10.



Gambar 7.10. Rancangan alat pemanas

Alat pemanas ini dirancang dengan bagian atas dan sampingnya bisa dibuka tutup supaya mudah untuk memasukkan cetakan kedalam alat pemanas nantinya. Bagian dalamnya juga terdapat tempat dudukan untuk cetakan yang

porosnya terhubung dengan mesin sehingga kedudukan cetakan tersebut bisa berputar karena digerakkan oleh mesin. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 7.11.



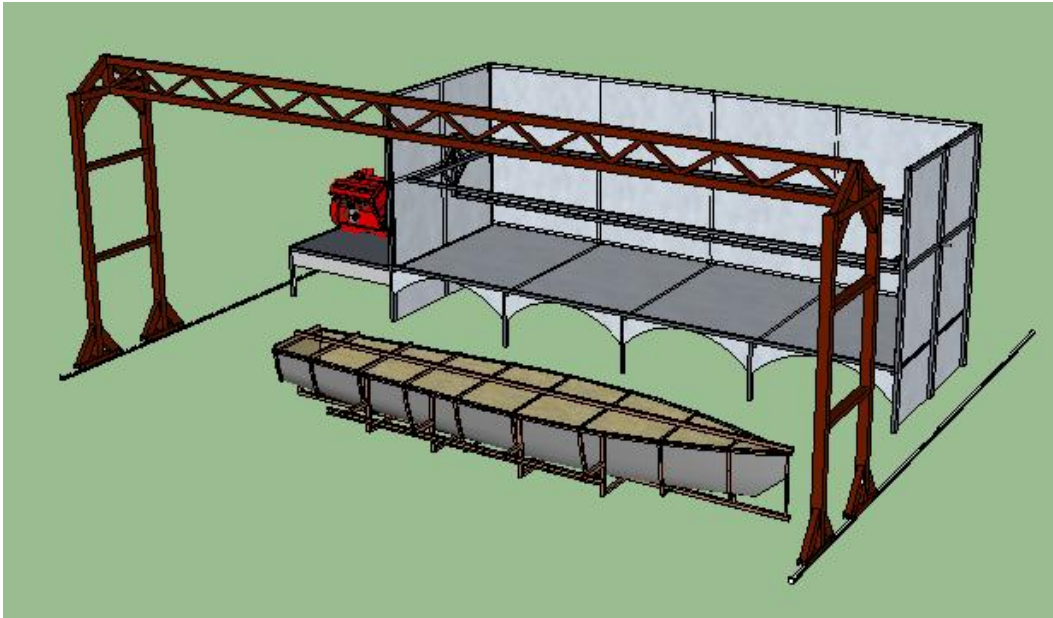
Gambar 7.11. Bagian dalam alat pemanas

Untuk sistem pemanasnya alat ini masih bekerja secara tradisional yaitu masih dengan memanfaatkan pemanasan menggunakan api. Untuk menghasilkan api bahan bakar yang digunakan ialah gas.

#### **D. Langkah-langkah Memproduksi Kapal Pompong HDPE**

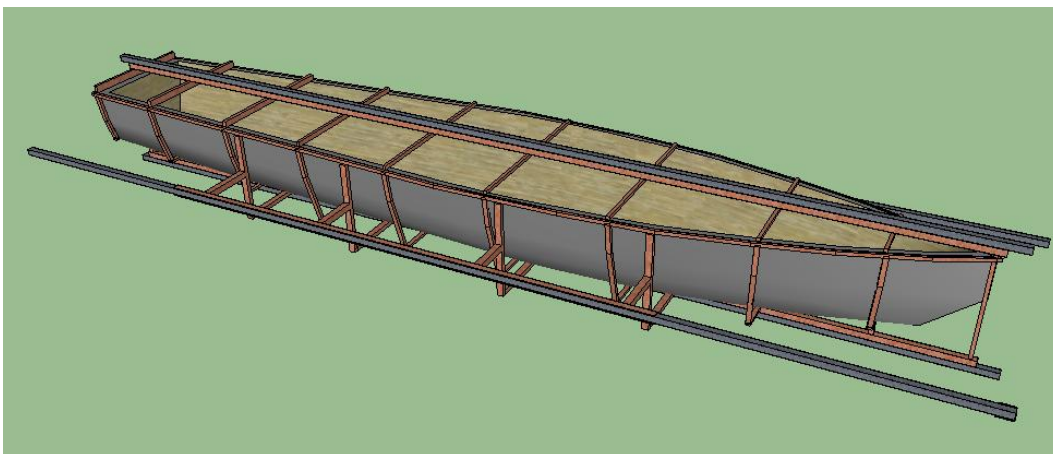
Proses pembangunan kapal pompong HDPE ini memiliki langkah-langkah pengerjaan yang hampir sama dengan proses produksi kapal plastik pada umumnya. Dengan rancangan alat pemanas yang telah direncanakan berikut ini merupakan urutan pengerjaan pembuatan kapal pompong HDPE.

- Mempersiapkan cetakan kapal pompong HDPE  
Pada tahap ini menyediakan dan memposisikan cetakan ditempat yang seharusnya yaitu diposisikan dekat dengan alat pemanas. Untuk lebih jelasnya dapat terlihat pada Gambar 7.12.
- Pengisian biji atau serbuk plastik HDPE kedalam cetakan  
Pengisian biji atau serbuk plastik HDPE ini dimasukkan kedalam cetakan bagian luar sesuai dengan takaran untuk lambung kapal pompong, sedangkan cetakan bagian dalam sebagai penutup dari cetakan bagian luar. Kemudian dikunci dengan rapat agar pada saat pemanasan nanti cairan plastik tidak keluar.



Gambar 7.12. Posisi kerja awal

- Pemasangan besi pengikat poros pada cetakan  
Setelah pengisian biji atau serbuk plastik HDPE kedalam cetakan dan juga sudah dilakukan penguncian yang rapat antara cetakan luar dan cetakan dalam, selanjutnya pemasangan besi pengikat antara cetakan dengan poros pemutar cetakan. Gambar 7.13 merupakan pemasangan besi pengikat poros pada cetakan.

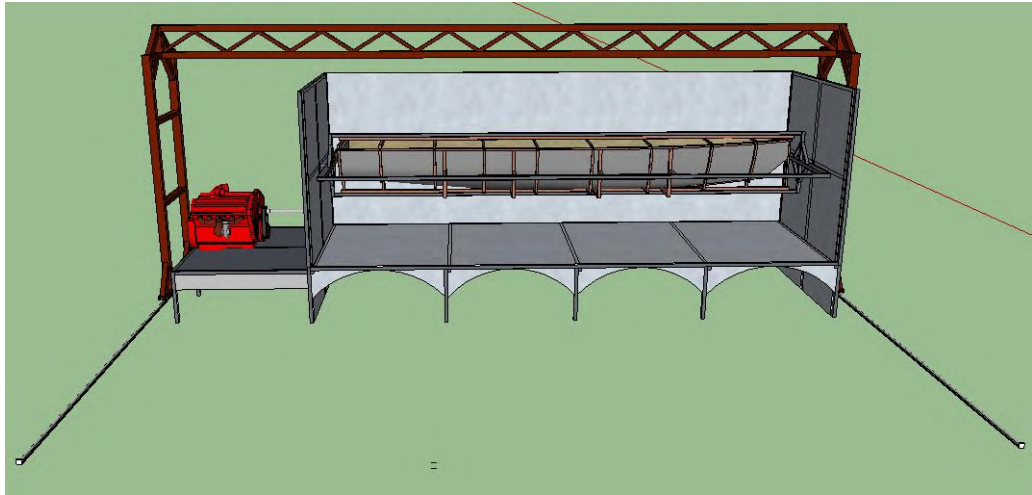


Gambar 7.13. Pemasangan besi pengikat poros pada cetakan

- Penempatan/memposisikan cetakan kedalam alat pemanas  
Pada tahap ini merupakan proses memasukkan cetakan kedalam alat pemanas, dengan menggunakan *chain block* untuk mengangkat cetakan



tersebut. Kemudian setelah cetakan terangkat lalu pilar digeser sampai cetakan masuk kedalam ruang alat pemanas. Langkah selanjutnya menguncikan besi pengikat poros pada poros pemutar cetakan. Sehingga cetakan bisa diputar. Gambar 7.14 menunjukkan posisi cetakan didalam ruang alat pemanas.

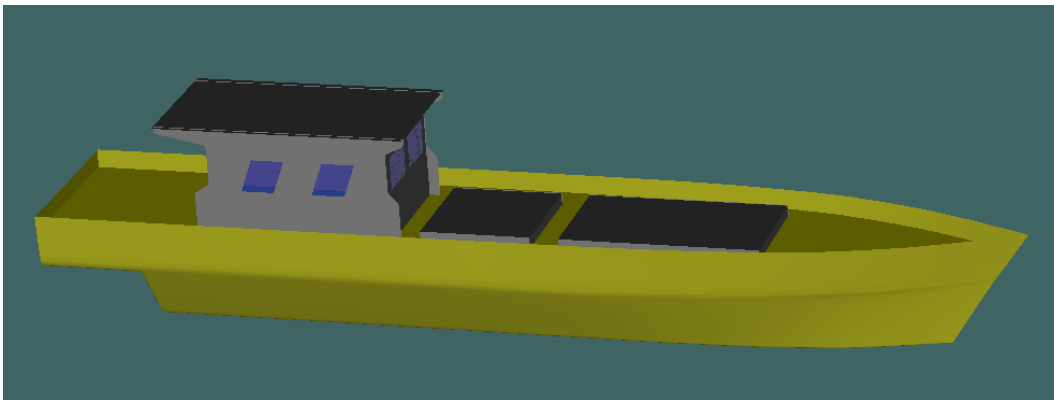


Gambar 7.14. Posisi cetakan didalam ruang alat pemanas

- Pemasangan tutup atas dan tutup samping alat pemanas  
Setelah semua terpasang dan terkunci dengan baik, selanjutnya pemasangan tutup pada alat pemanas yaitu tutup atas dan tutup samping. Jika semuanya sudah terpasang maka posisi alat pemanas sama seperti terlihat pada Gambar 7.10.
- Proses pemanasan cetakan  
Pemanasan pada alat pemanas ini masih bersifat tradisional yaitu masih menggunakan api dengan bahan bakarnya bersumber dari gas. Pengapian yang pada alat pemanas ini terdapat pada bagian bawah dan sepanjang alat pemanas tersebut. Kemudian mesin pemutar cetakan dinyalakan supaya proses pencairan plastik didalam cetakan merata. Suhu yang dibutuhkan untuk mencairkan plastik HDPE ini  $180^{\circ}\text{c}$ – $230^{\circ}\text{c}$  waktu yang dibutuhkan untuk proses pemanasan ini diperkirakan  $\pm 3$ -4 jam.
- Proses pelepasan lambung kapal plastik dari cetakan  
Setelah mencapai waktu yang ditentukan maka cetakan dibiarkan dingin dengan sendirinya sementara mesin pemutar tetap menyala atau cetakan tetap

berputar. Setelah dingin maka hasil cetakan lambung kapal dilepaskan dari cetakannya. Dengan mengeluarkan cetakan dari alat pemanas dan menempatkannya dilantai kerja. Kemudian membuka cetakan bagian dalam atau tutupnya lalu hasil cetakan dilepaskan.

- Pemasangan bangunan atas dan pemasangan penggerak kapal  
Setelah selesai proses pelepasan maka dilakukan pengerjaan pemasangan bangunan atas dan pemasangan mesin, poros dan *propeller* pada kapal.
- *Finishing*  
Untuk proses terakhir ini melakukan proses pengerjaan pemasangan perlengkapan kapal yang dibutuhkan seperti lampu-lampu dan perlengkapan untuk tambat. Gambar 7.15. berikut ini merupakan gambar kapal pompong plastik HDPE.

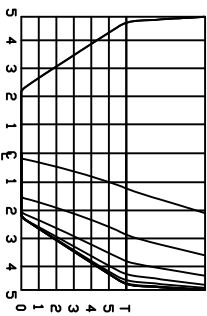


Gambar 7.15. Kapal pompong plastik HDPE

# **LAMPIRAN**

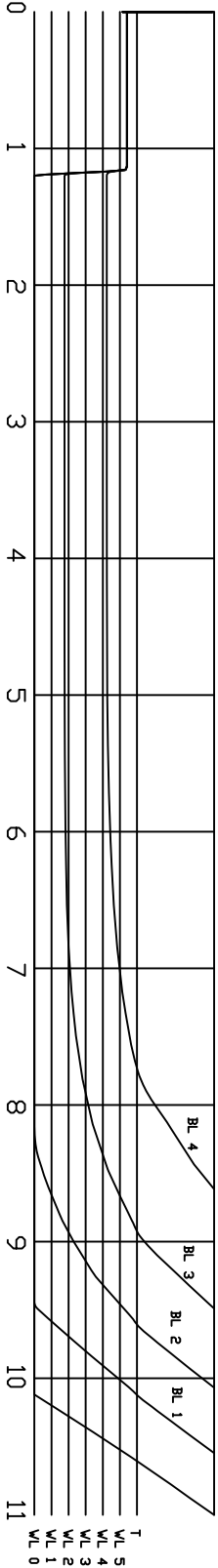
# LINES PLAN KAPAL PLASTIK HDPE

Body plan

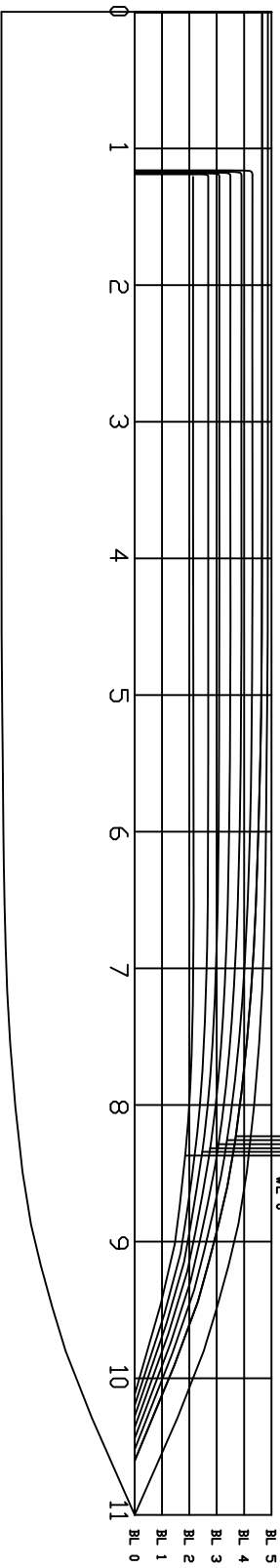


PRINCIPAL DIMENSION	
PANJANG (L)	8.8 M
LEBAR (B)	1.56 M
TINGGI (H)	1.05 M
SARAT (T)	0.6 M
KOEFISIEN BLOK (Cb)	0.57

Buttock plan

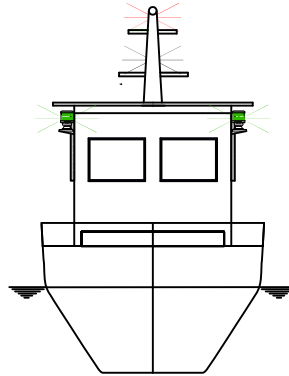


Half Breadth plan



# RENCANA UMUM KAPAL PLASTIK HDPE

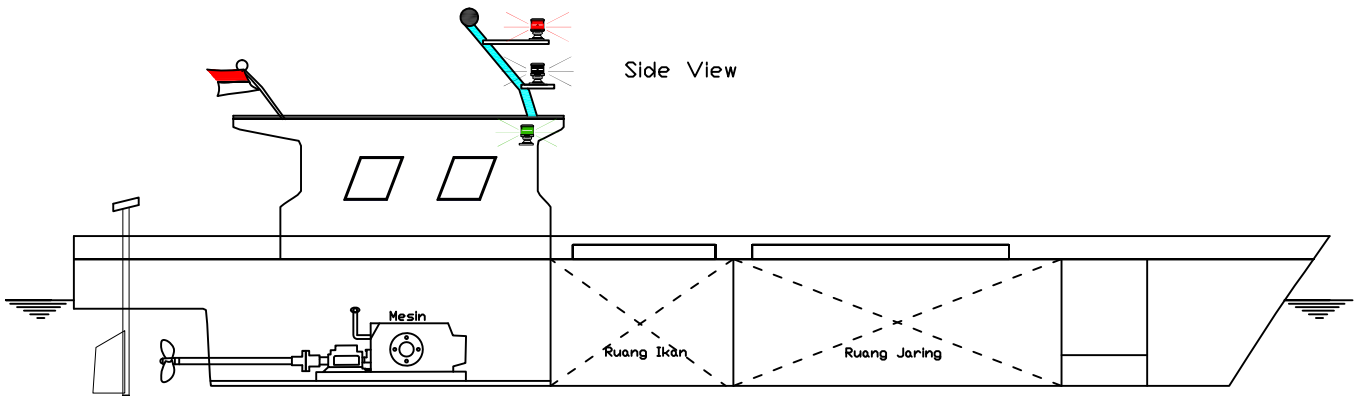
Front View



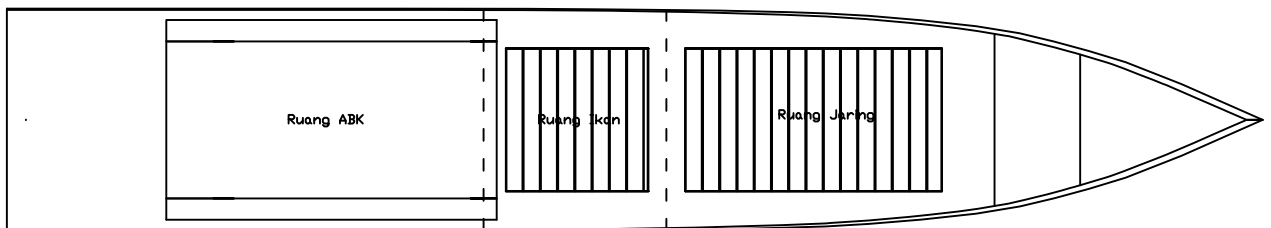
PRINCIPAL DIMENSION

PANJANG (L)	8.8	M
LEBAR (B)	1.56	M
TINGGI (H)	1.05	M
SARAT (T)	0.6	M
KOEFISIEN BLOK (Cb)	0.57	

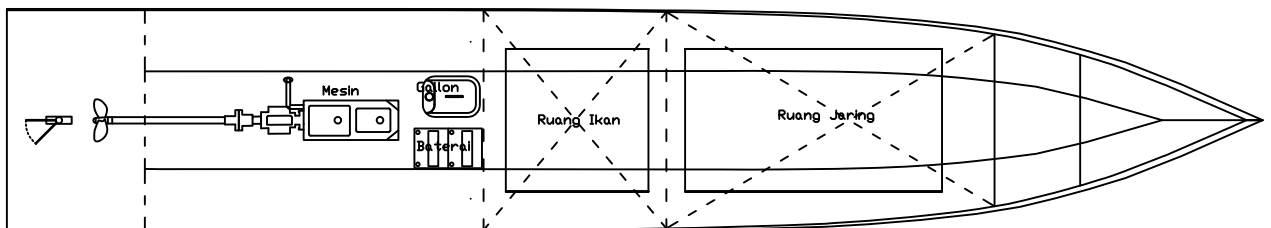
Side View



Main Deck

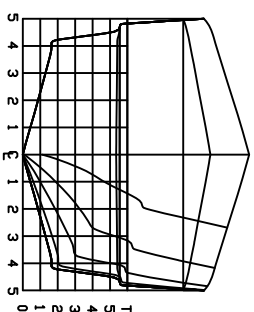


Bottom



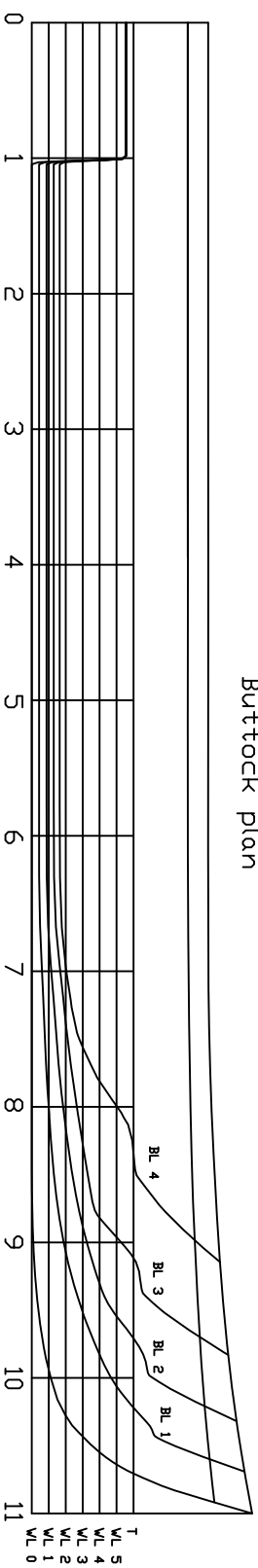
# LINES PLAN KAPAL FIBERGLASS

Body plan

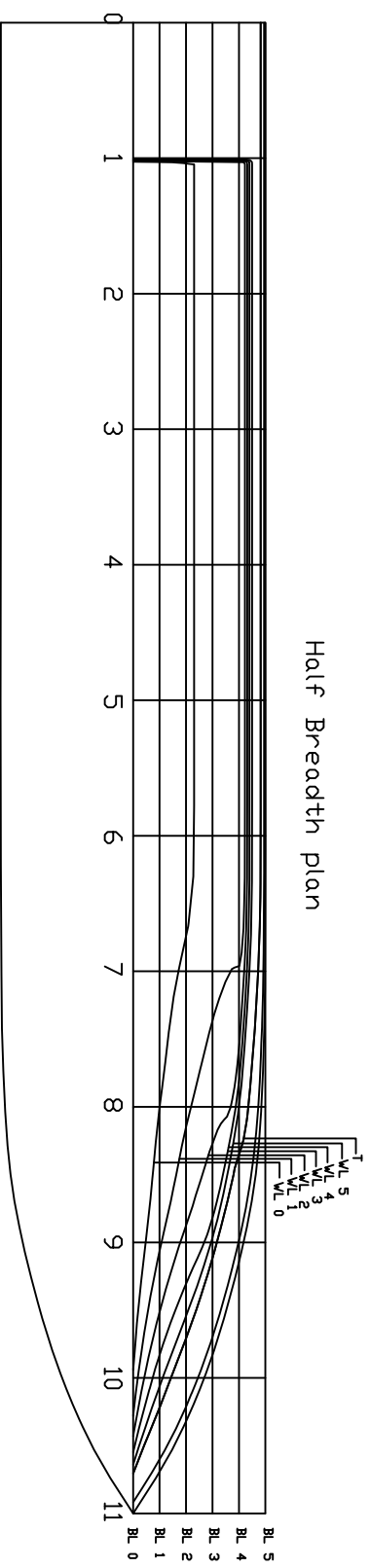


PRINCIPAL DIMENSION	
PANJANG (L)	8,8 M
LEBAR (B)	1,56 M
TINGGI (H)	1,05 M
SARAT (T)	0,6 M
KOEFISIEN BLOK (Cb)	0,57 M

Buttock plan

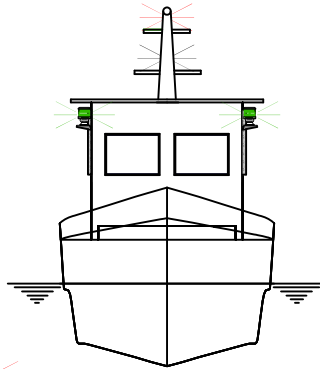


Half Breadth plan



# RENCANA UMUM KAPAL FIBERGLASS

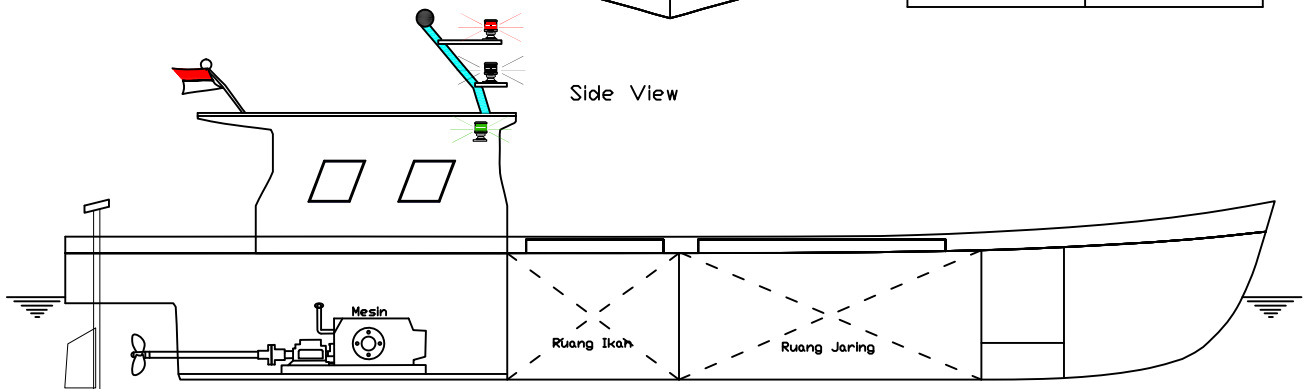
Front View



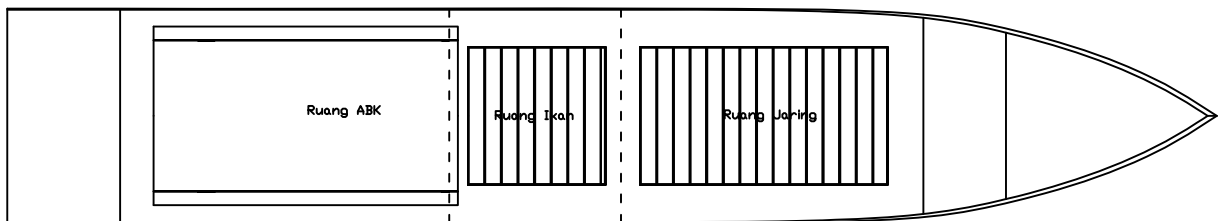
PRINCIPAL DIMENSION

PANJANG (L)	8.8	M
LEBAR (B)	1.56	M
TINGGI (H)	1.05	M
SARAT (T)	0.6	M
KOEFFISIEN BLOK (Cb)	0.57	M

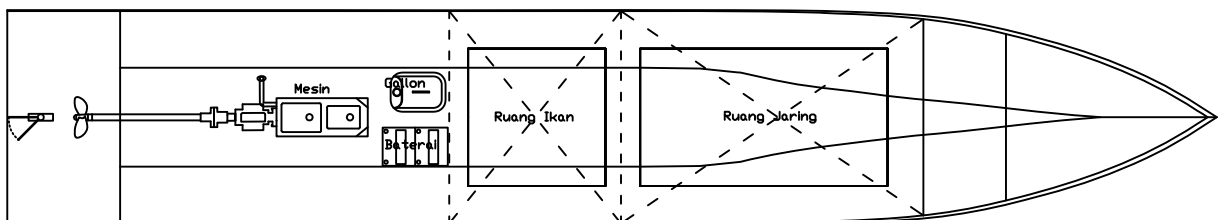
Side View



Main Deck



Bottom



## **BAB 8**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **8.1. Kesimpulan**

Setelah membahas tentang material plastik HDPE dan juga melakukan beberapa perhitungan dan analisa mengenai kapal pompong nelayan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut:

1. Kapal pompong nelayan yang ada di daerah Bengkalis memiliki ukuran yang bervariasi mulai dari 7 meter hingga 15 meter yang terbuat dari material kayu.
2. Plastik HDPE dapat dijadikan sebagai material alternatif untuk pembuatan kapal pompong nelayan.
3. Ukuran kapal yang optimum untuk daerah perairan Bengkalis ialah dengan panjang 8.8 meter, lebar 1,56 meter, tinggi 1,05 meter, dan sarat 0.6 meter.
4. Kapal berbahan dasar plastik HDPE didesain dengan mengurangi tekukan-tekukan pada lambungnya atau memperbanyak permukaan datar pada lambungnya untuk mempermudah dalam proses produksi kapal atau mempermudah dalam pembuatan cetakannya.
5. Dilihat dari segi performa kapal semakain tinggi kecepatan kapal maka semakin besar pula hambatan yang terjadi pada kapal tersebut. Besarnya hambatan kapal plastik HDPE pada kecepatan 5 knot sebesar 0.74 kN.
6. Biaya pokok produksi dibutuhkan untuk satu buah kapal pompong plastik HDPE sekitar Rp. 26.476.297 perunit, jika dibandingkan dengan kapal yang terbuat dari material *fiberglass* akan menghabiskan biaya sebesar Rp. 37.445.418 perunit.
7. Memproduksi kapal plastik HDPE dilakukan dengan perlakuan khusus yaitu dengan cara dicetak kemudian dipanaskan, sehingga memerlukan cetakan dan memerlukan alat pemanas (oven).



## 8.2. Saran

Dari pembahasan yang telah dilakukan, berikut saran dari penulis:

1. Dari segi performa kapal pompong plastik HDPE ini bisa dilakukan analisa olah gerak kapal atau *seakeeper*.
2. Menghitung biaya pembuatan alat pemanas (oven) dan tempat produksi kapal plastik HDPE

## DAFTAR PUSTAKA

- Alrion, (2011), *Tiga Pompong Tanpa Nama Ditegah Patroli Bea dan Cukai Khusus Kepri*, Diakses (27/09/2015), <http://batam.batamtoday.com/berita3249-Tiga-Pompong-Tanpa-Nama-Ditegah-Patroli-Bea-dan-Cukai-Khusus-Kepri.html>.
- Anafardiana, (2015), *Serba serbi*, Diakses (27/09/2015), <https://annafardiana.wordpress.com/2015/02/04/masjid-riau-di-pulau-penyengat/>.
- Artana, K.B, (2004), “*Aplikasi Spreadsheet Model dalam Proses Optimasi Ukuran Utama Kapal dan Kebutuhan Daya Penggerak Pada Tahap Basic Design*”, Seminar Pasca ITS, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Bengkalis, (2013), *Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Bengkalis*, Bengkalis.
- Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) Volume V, (1996), *Rules and Regulation for the Classification and Construction of Ship, Fiberglass Reinforced plastics Ships*. Jakarta.
- Boatindonesia.Com (2014/03), *Mengapa-Hdpe-Boat-Mempunyai-Prospek-Yang-Bagus*, Diakses (27/09/2015), <http://boatindonesia.com/2014/03/mengapa-hdpe-boat-mempunyai-prospek-yang-bagus/>.
- Christensen, F. (2014). “*Sability Guide for Smaller Vessels*”, Danish Fishermen’s, Denmark.
- Demianis, (2010/10), *Definisi-Bahan-Plastik*, Diakses (27/09/2015), <http://deconstantine.blogspot.co.id/2010/10/definisi-bahan-plastik.html>.
- Dhave, (2015), *seluk-beluk-industri-plastik*, Diakses (27/09/2015), [http://www.kompasiana.com /dhave /seluk - beluk - industri plastik \\_54f79a7ba33311556a8b489a](http://www.kompasiana.com /dhave /seluk - beluk - industri plastik _54f79a7ba33311556a8b489a).
- Gudmundsson, A. (2009). *Safety practices related to small fishing vessel stability*, Food and Agriculture Organization (FAO), Rome, Italy.

- Holtrop, J. & Mennen, G.G.J, (1982) "An approximate power prediction method", *International Shipbuilding Progress* 29 (335), 166-170, Delft University, Netherland.
- Huseyin, and Kukner, A, 1999, "An approximate Method for Intact Stability of Fishing Vessel", *Marine Technology*, Vol. 36, No. 3, pp. 171-174.
- International Maritime Organization, Food and Agriculture Organization of the United Nation (FAO), International Labour Office (ILO), (2012), Safety Recommendations for Decked Fishing Vessels of Less than 12 metres in Length and Undecked Fishing Vessels, Rome, Italy.
- Jamal, (2015), *analisis desain struktur kapal pompong berbahan dasar plastik high density polyethylene di perairan riau pesisir*, Tesis program magister teknik produksi dan material kelautan, institut teknologi sepuluh nopember, Surabaya.
- Javaneseboat.com, (2013), *Kapal ikan*, Diakses (25/06/2016), <http://www.javaneseboat.com/kapal-ikan/seri-jf-1027/>.
- Manfaat, D. (2013), *Case-Based Design*, 1<sup>st</sup> edition, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Maxsurf (2007), "*Maxsurf Automation Manual*", Maxsurf Windows Version 13.
- Molland, A.F., Turnock, S.R., and Hudson, D.A. (2011), *Ship Resistance and Propulsion*, Cambridge University, New York.
- Oossanen, P.V. (1979), "*Resistance Prediction of Small high-speed displacement vessel state of the art*", Paper Presented at the symposium on The Impact of 200 Mile Economic Zone, Sydney, Australia.
- Peraturan Menteri Perhubungan Nomor : KM 3 Tahun 2005 Tentang Lambung Timbul Kapal.
- Rawson, K.J, and Tupper, E.C, (2001), *Basic Ship Theory*, Fifth Edition, Butterworth-Heinemann, London, England.
- Rhino Marine Products (Pty) Ltd, (2015), *fabricates, markets and sells rigid, robust and reliable High Density Polyethylene (HDPE) boats*, Diakses (12/05/2016), <http://www.rhinomarineboats.com/>.

Sitepu, G., Paroka, D., dan Yahya, M. (2013), “*Desain program prarancangan optimum kapal penyeberangan antar pulau untuk kawasan timur Indonesia*”, Seminar Teori dan Aplikasi Kelautan, Jurusan Teknik Perkapalan, Universitas Hasanuddin, Pascasarjana Universitas Hasanuddin, Makasar.

TEMPO.CO, Surabaya, (2014), *Antisipasi Banjir, ITS Bikin Perahu Ringan*, Diakses (27/09/2015), <http://pemilu.tempo.co/read/news/2014/10/28/061617750/Antisipasi-Banjir-ITS-Bikin-Perahu-Ringan>.

Turk Loydu, (2014), *Tentative Rules for Polyethylene Craft*, Istanbul.

Wahyuddin, (2011), *Teknik Produksi Kapal*, Diktat Kuliah Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Makasar.

## BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Sungai Alam, 18 Juni 1986, dengan ayah bernama BUKHARI dan ibu bernama ELY SYAM, penulis merupakan anak keenam dari 7 bersaudara. Alamat tempat tinggal di jalan Awang Mahmuda, RT 03, RW 02 desa Sungai Alam, Bengkalis, Riau. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di SDN 064 Sungai Alam masuk pada tahun 1992 dan tamat pada tahun 1998 lalu melanjutkan pendidikan di SLTPN 3 Bengkalis dan lulus pada tahun 2001 kemudian melanjutkan pendidikan di SMUN 2 Bengkalis Kabupaten Bengkalis, Setelah lulus dari SMUN tahun 2004, Penulis diterima di Jurusan Teknik Perkapalan Politeknik Negeri Bengkalis pada tahun 2006 dan terdaftar dengan Nim. 06.01.129. Setelah lulus Diploma 3 tahun 2009, Penulis diterima di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS pada tahun 2010 dan terdaftar dengan NRP 4210105023. Lulus S1 pada tahun 2013. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang S2 melalui program PRA-S2 dan menempuh pelajaran di jurusan fisika selama 1 tahun. Kemudian pada tahun 2014 penulis melanjutkan pendidikan S2 di jurusan teknik produksi dan material kelautan, FTK, ITS diterima dengan NRP 4114203009.