



TUGAS AKHIR-MN184802

DESAIN SELF-RIGHTING UNSINKABLE SEARCH AND RESCUE BOAT BERBAHAN DASAR (HIGH DENSITY POLYETHYLENE) HDPE UNTUK BASARNAS

Angga Gustama Putra
NRP 0411154000031

Dosen Pembimbing
Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.

DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

2019



TUGAS AKHIR-MN184802

DESAIN *SELF-RIGHTING UNSINKABLE SEARCH AND RESCUE BOAT* BERBAHAN DASAR (*HIGH DENSITY POLYETHYLENE*) HDPE UNTUK BASARNAS

Angga Gustama Putra
NRP 0411154000031

Dosen Pembimbing
Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.

DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019



FINAL PROJECT-MN 184802

DESIGN OF HDPE BASED SELF-RIGHTING UNSINKABLE
SEARCH AND RESCUE BOAT FOR BASARNAS

Angga Gustama Putra
NRP 0411154000031

Supervisor
Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.

DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE & SHIPBUILDING ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2019

LEMBAR REVISI

DESAIN *SELF-RIGHTING UNSINKABLE SEARCH AND RESCUE BOAT* BERBAHAN DASAR (*HIGH DENSITY POLYETHYLENE*) HDPE UNTUK BASARNAS

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir

Tanggal 3 Juli 2019

Pada

Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

ANGGA GUSTAMA PUTRA

NRP 0411154000031

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Sri Rejeki Wahyu Pribadi, S.T., MT.



2. Danu Utama, S.T., M.T.



3. Hasanudin, S.T., M.T.



Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.



SURABAYA, 17 JULI 2019

LEMBAR PENGESAHAN

DESAIN *SELF-RIGHTING UNSINKABLE SEARCH AND RESCUE BOAT* BERBAHAN DASAR (*HIGH DENSITY POLYETHYLENE*) HDPE UNTUK BASARNAS

TUGAS AKHIR


Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

ANGGA GUSTAMA PUTRA
NRP 0411154000031

Disetujui oleh:

Dosen Pembimbing


Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.
NIP 19640210 198903 1 001

Mengetahui,
Kepala Departemen Teknik Perkapalan


Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.
NIP 19640210 198903 1 001

SURABAYA, 17 JULI 2019

Dipersembahkan kepada kedua orang tua dan adik tersayang
atas segala dukungan dan doanya

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunianya Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

Pada kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu penyelesaian Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Bapak Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan dan motivasinya selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini;
2. Bapak Hasanudin, S.T., M.T., Bapak Danu Utama, S.T., M.T., dan Ibu Sri Rejeki Wahyu Pribadi, S.T., MT selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan saran untuk perbaikan Laporan Tugas Akhir ini;
3. Kedua orang tua dan adik penulis yang telah memberikan semangat dan motivasi selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini;
4. Bapak Hasanudin, S.T., M.T. selaku Kepala Laboratorium Desain Kapal Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS atas bantuannya selama pengerjaan Tugas Akhir ini dan atas ijin pemakaian fasilitas laboratorium;
5. Teman-teman dari Nasdec ITS yang telah membantu dan membeikan dukungan selama proses pengerjaan Tugas Akhir Ini;
6. Teman-teman seperjuangan kelompok *fearless* atas kebersamaan dan bantuan selama perkuliahan;
7. Teman-teman kontrakan SPR A12 sebagai teman hidup selama dua tahun yang telah memberikan pengalaman untuk menjadi pribadi yang lebih baik;
8. Mas Mayang, Mbak Stacey, dan Wahyu selaku teman-teman sesama bimbingan Tugas Akhir Bapak Ir. Wasis Dwi Aryawan M.Sc., Ph.D yang telah bersama-sama berjuang dalam pengerjaan Tugas Akhir.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan. Akhir kata semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Surabaya, 17 Juli 2019

Angga Gustama Putra

DESAIN *SELF-RIGHTING UNSINKABLE SEARCH AND RESCUE BOAT* BERBAHAN DASAR (*HIGH DENSITY POLYETHYLENE*) HDPE UNTUK BASARNAS

Nama Mahasiswa : Angga Gustama Putra
NRP : 0411154000031
Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.

ABSTRAK

Operasi pencarian dan penyelamatan kecelakaan pelayaran yang dilakukan oleh BASARNAS sering terkendala karena kondisi cuaca dan medan laut yang sulit. Kapal BASARNAS umumnya juga masih menggunakan *fiberglass* yang dapat berdampak buruk pada lingkungan. Untuk dapat mengoptimalkan kinerja BASARNAS, maka diperlukan konsep *self-righting* and *unsinkable boat* berbahan dasar plastik HDPE yaitu kapal yang dapat kembali keposisi tegak ketika *rolling* bahkan ketika terbalik 180° dan kapal yang tidak dapat tenggelam ketika bocor serta ramah lingkungan. Hasil dari analisa berupa kapal dengan *payload* 16 orang (6 kru dan 10 penumpang) dengan ukuran utama akhir: Loa= 15.311 m, Lpp= 13.728 m, B= 4.2, H= 2.1, T= 0.76 m, Vs= 30 knot dan area pelayaran zona Tanjungpinang. Kapal memiliki kemampuan *self righting* dengan nilai GZ selalu positif disetiap sudut dan memiliki kemampuan *unsinkable* dengan *double skin* dan *double bottom* berbahan dasar HDPE yang diantara ruangnya diisi dengan *closed-cell polyurethane* sehingga dapat memiliki gaya apung cadangan ketika terjadi kebocoran.

Kata kunci: *Rescue Boat*, *Self Righting*, *Unsinkable*, BASARNAS

DESIGN OF HDPE BASED SELF-RIGHTING UNSINKABLE SEARCH AND RESCUE BOAT FOR BASARNAS

Author : Angga Gustama Putra
Student Number : 0411154000031
Department / Faculty : Naval Architecture / Marine Technology
Supervisor : Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.

ABSTRACT

The search and rescue operations of shipping accidents by BASARNAS are often constrained due to weather condition and hard sea terrain problems. BASARNAS vessel generally also still use fiberglass which can have a negative impact for the environment. To optimize the performance of BASARNAS, the HDPE based self-righting and unsinkable boat concept is needed, which is a vessel that can return to its upright position when it roll even when it is 180° upside down and the vessel cannot sink when leaking and the vessel is eco friendly. The results of the analysis is vessel with a payload of 16 people (6 crew and 10 passengers) with the final main dimension: Loa = 15,311 m, Lpp = 13,728 m, B = 4.2, H = 2.1, T = 0.76 m, Vs = 30 knots and cruise area at Tanjungpinang zone. The vessel has the ability to self righting with GZ values always positive in every angle and has unsinkable capabilities with double skin and double bottom made from HDPE which between spaces are filled with closed-cell polyurethane so that it can have a reserve buoyancy when a leak occurs

Keywords: *Rescue Boat, Self Righting, Unsinkable, BASARNAS.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
HALAMAN PERUNTUKAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR SIMBOL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1. Latar Belakang Masalah.....	1
I.2. Perumusan Masalah.....	2
I.3. Tujuan.....	2
I.4. Batasan Masalah.....	3
I.5. Manfaat.....	3
I.6. Hipotesis.....	3
BAB II STUDI LITERATUR.....	5
II.1. Dasar Teori.....	5
II.1.1. Tahap Desain Kapal.....	5
II.1.2. Metode Desain Kapal.....	7
II.1.3. Ukuran Utama.....	8
II.1.4. Hambatan Kapal.....	8
II.1.5. Propulsi dan Daya Mesin.....	10
II.1.6. Berat Kapal.....	12
II.1.7. Freeboard.....	12
II.1.8. Trim.....	12
II.1.9. Stabilitas.....	13
II.2. Tinjauan Pustaka.....	15
II.2.1. Sarana SAR Laut BASARNAS.....	15

II.2.2. <i>Self- Righting</i>	18
II.2.3. Kapal HDPE	22
II.2.4. <i>Unsinkable Boat</i>	25
II.2.5. Tinjauan Wilayah.....	27
BAB III METODOLOGI.....	29
III.1. Metode	29
III.2. Tahap Pengerjaan	31
III.2.1. Studi Literatur dan Pengumpulan Data.....	31
III.2.2. Penentuan <i>Operational Requirements</i> Kapal	31
III.2.3. Penentuan Ukuran Utama Kapal	31
III.2.4. Membuat Desain <i>Lines Plan</i> dan <i>General Arrangement</i>	31
III.2.5. Perhitungan Kemampuan <i>Self Righting</i> Awal.....	32
III.2.6. Menghitung Hambatan dan Kapasitas Mesin.....	32
III.2.7. Perhitungan LWT dan DWT	32
III.2.8. Perhitungan <i>Freeboard</i> dan <i>Trim</i>	32
III.2.9. Perhitungan Stabilitas dan <i>Self Righting</i>	32
III.2.10. Perhitungan Sistem <i>Unsinkable</i>	33
III.2.11. Desain 3D Kapal.....	33
III.2.12. Kesimpulan dan Saran.....	33
BAB IV ANALISIS TEKNIS	35
IV.1. <i>Operational Requirement</i>	35
IV.1.1. Kemampuan Operasional	35
IV.1.2. Wilayah Operasional.....	35
IV.1.3. Jangkauan Operasi	36
IV.1.4. Kecepatan	38
IV.1.5. <i>Payload</i>	38
IV.1.6. Bahan Utama Kapal	40
IV.1.7. Perlengkapan	40
IV.1.8. Konsep Operasi.....	41
IV.2. Penentuan Ukuran Utama	42
IV.3. Pembuatan Model Awal.....	43
IV.4. Perhitungan Hambatan.....	45
IV.5. Sistem Propulsi.....	46
IV.5.1. <i>Propeller Overall Propulsion Coefficient</i>	46

IV.5.2. <i>Waterjet Overall Propulsion Coefficient</i>	47
IV.6. Pemilihan Mesin Utama.....	48
IV.7. Pemilihan Auxiliary Engine	51
IV.8. Perhitungan <i>Consumable</i>	53
IV.9. Perhitungan Berat dan Titik Berat	54
IV.9.1. Perhitungan Berat dan Titik Berat LWT	54
IV.9.2. Perhitungan Berat dan Titik Berat DWT.....	55
IV.10. Pengecekan <i>Displacement</i>	56
IV.11. Pengecekan <i>Freeboard</i>	56
IV.12. Pengecekan <i>Trim</i>	57
IV.13. Pengecekan Stabilitas dan Kemampuan <i>Self Righting</i>	59
IV.14. Pengecekan Kemampuan <i>Unsinkable</i>	63
IV.14.1. Kondisi <i>Equilibrium</i>	64
BAB V DESAIN <i>SELF RIGHTING UNSINKABLE BOAT</i> BERBAHAN DASAR HDPE ...	69
V.1. Desain <i>Lines Plan</i>	69
V.2. Desain <i>General Arrangement</i>	70
V.2.1. <i>Accommodation Room</i>	71
V.2.2. <i>Techincal Room</i>	72
V.2.3. <i>Engine Room</i>	72
V.2.4. <i>Waterjet Compartement</i>	72
V.2.5. <i>Navigation Room</i>	72
V.2.6. <i>Evacuation Deck</i>	72
V.3. Desain 3D.....	73
BAB VI PERHITUNGAN BIAYA PEMBANGUNAN KAPAL	75
VI.1. Perhitungan Estimasi Biaya Pembangunan Kapal	75
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	77
VII.1. Kesimpulan.....	77
VII.2. Saran	78
DAFTAR PUSTAKA	79
LAMPIRAN	
LAMPIRAN A PERHITUNGAN TEKNIS	
LAMPIRAN B GAMBAR <i>LINES PLAN</i>	
LAMPIRAN C GAMBAR <i>GENERAL ARRANGEMENT</i>	
LAMPIRAN D GAMBAR <i>3D-MODELLING</i>	
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Tahap desain	5
Gambar II. 2 <i>Ship Design Spiral</i> (Evans,1959).....	6
Gambar II. 3 <i>Nomogram for equilibrium</i>	9
Gambar II. 4 Sudut <i>Deadrise</i>	10
Gambar II. 5 Stabilitas positif pada kapal.....	13
Gambar II. 6 Stabilitas netral pada kapal.....	14
Gambar II. 7 Stabilitas negative pada kapal.....	14
Gambar II. 8 KN. SAR Pacitan (<i>Rescue Ship</i>) BASARNAS.....	16
Gambar II. 9 KN. SAR Laksamana (<i>Rescue Boat</i> kelas II)	16
Gambar II. 10 <i>Rescue Boat</i> kelas III.....	17
Gambar II. 11 <i>Rescue Boat</i> kelas IV.....	17
Gambar II. 12 Kapal <i>self-righting rescue boat</i> Damen.....	19
Gambar II. 13 RIB dengan <i>inflatable bag</i>	20
Gambar II. 14 Transfer <i>ballast</i> sedang berlangsung.....	21
Gambar II. 15 <i>Righting tank</i> terisi penuh.....	21
Gambar II. 16 Kapal kembali tegak.....	21
Gambar II. 17 HDPE Boat	22
Gambar II. 18 Proses <i>rotating molding</i> kapal HDPE	23
Gambar II. 19 Pengelasan HDPE	23
Gambar II. 20 Diagram <i>Pressure Factor</i> Pelat <i>Bottom</i>	24
Gambar II. 21 Diagram <i>Pressure Factor</i> Pelat <i>Side</i>	24
Gambar II. 22 <i>Watertight bulkhead</i> pada kapal.....	26
Gambar II. 23 Proses pingisian busa pada kulit kapal.....	26
Gambar II. 24 Zona pencarian SAR Tanjungpinang	28
Gambar III. 1 Bagan Alir Pengerjaan Tugas Akhir.....	30
Gambar IV. 1 Kecelakaan pelayaran zona Tanjungpinang 2017-2018.....	36
Gambar IV. 2 Jangkauan operasional	37
Gambar IV. 3 Area operasi	38
Gambar IV. 4 <i>Layout awal</i>	42

Gambar IV. 5 Bentuk lambung tampak depan Interceptor 48 (atas) dan model awal <i>rescue boat</i> (bawah).....	43
Gambar IV. 6 Desain model awal.....	44
Gambar IV. 7 Kurva GZ model awal.....	44
Gambar IV. 8 Batasan prediksi hambatan pada Maxsurf Resistance	46
Gambar IV. 9 Volvo D11-670.....	49
Gambar IV. 10 Spesifikasi Mesin Volvo D11-670	50
Gambar IV. 11 <i>Waterjet Power vs RPM</i>	51
Gambar IV. 12 Perhitungan luas pelat pada 3D CAD	54
Gambar IV. 13 Kurva GZ pada <i>loadcase 1</i>	60
Gambar IV. 14 Kurva GZ pada <i>loadcase 2</i>	61
Gambar IV. 15 Kurva GZ pada <i>loadcase 3</i>	62
Gambar IV. 16 Desain instalasi <i>foam rescue boat</i>	63
Gambar IV. 17 <i>Damage Equilibrium Loadcase 1</i>	65
Gambar IV. 18 <i>Damage Equilibrium Loadcase 2</i>	66
Gambar IV. 19 <i>Damage Equilibrium Loadcase 3</i>	66
Gambar V. 1 <i>Layout</i> tampak depan di Maxsurf Modeller.....	69
Gambar V. 2 <i>Lines Plan rescue boat</i>	70
Gambar V. 3 <i>General Arrangement rescue boat</i>	71
Gambar V. 4 Model 3D tampak depan	73
Gambar V. 5 Model 3D tampak samping	73

DAFTAR TABEL

Tabel IV. 1 <i>Endurance</i> kapal pemanding.....	37
Tabel IV. 2 Standar awak <i>rescue boat</i> BASARNAS kelas IV bagian dek.....	39
Tabel IV. 3 Standar awak <i>rescue boat</i> BASARNAS kelas IV bagian mesin.....	39
Tabel IV. 4 Skenario konsep operasi SAR.....	41
Tabel IV. 5 Data kapal pemanding	42
Tabel IV. 6 Ukuran utama awal.....	43
Tabel IV. 7 Rekapitulasi komponen perhitungan efisiensi <i>propeller</i>	47
Tabel IV. 8 Rekapitulasi komponen perhitungan efisiensi jet	47
Tabel IV. 9 Spesifikasi Mesin Volvo D11-670	49
Tabel IV. 10 Rekapitulasi kebutuhan <i>power</i>	51
Tabel IV. 11 Spesifikasi Generator.....	52
Tabel IV. 12 Rekapitulasi berat dan titik berat LWT	55
Tabel IV. 13 Rekapitulasi berat dan titik berat DWT	55
Tabel IV. 14 <i>Loadcase 1</i>	58
Tabel IV. 15 <i>Loadcase 2</i>	58
Tabel IV. 16 <i>Loadcase 3</i>	59
Tabel IV. 17 Rekapitulasi perhitungan <i>trim</i>	59
Tabel IV. 18 Pengecekan kriteria stabilitas dari <i>loadcase 1</i>	60
Tabel IV. 19 Pengecekan kriteria stabilitas dari <i>loadcase 2</i>	61
Tabel IV. 20 Pengecekan kriteria stabilitas dari <i>loadcase 3</i>	62
Tabel IV. 21 Permeabilitas Kompartemen.....	64
Tabel IV. 22 Pengecekan Kriteria HSC monohull damage untuk <i>loadcase 1</i>	65
Tabel IV. 23 Pengecekan Kriteria HSC monohull damage untuk <i>loadcase 2</i>	66
Tabel IV. 24 Pengecekan Kriteria HSC monohull damage untuk <i>loadcase 3</i>	67
Tabel VI. 1 Perhitungan Biaya.....	75

DAFTAR SIMBOL

Lpp	= panjang kapal dari titik AP ke FP
Lwl	= panjang kapal sesuai dengan garis air
Loa	= panjang kapal secara keseluruhan
B	= lebar kapal tanpa kulit
H	= tinggi kapal tanpa kulit
T	= sarat kapal
LCB	= letak memanjang titik gaya apung
LCG	= letak memanjang titik gaya berat
Cb	= koefisien blok kapal
WSA	= <i>watted surface area</i>
Cp	= koefisien prismatic kapal
Rn	= <i>Reynold number</i>
Cfo	= <i>friction coefficient</i>
1+k	= <i>form factor of vessel</i>
Cv	= <i>velocity coefficient</i>
Fn	= <i>Froude number</i>
Clo	= koefisien angkat
b	= <i>beam of planing area/ beam over the chines</i>
β	= <i>deadrise</i>
τ	= <i>trim of planning surface</i>
Rt	= hambatan total
PFb	= <i>pressure factor bottom</i>
PFs	= <i>pressure factor side shell</i>
η_h	= <i>hull efficiency</i>
η_o	= <i>open water efficiency</i>
η_r	= <i>relative rotative efficiency</i>
η_s	= <i>seal efficiency</i>
η_b	= <i>line shaft bearing efficiency</i>
η_t	= <i>electrical transmission efficiency</i>
η_j	= <i>waterjet efficiency</i>
η_p	= <i>pump efficiency</i>
η_t	= <i>transmission efficiency</i>
Ty	= tebal pelat HDPE
Wfo	= berat bahan bakar
Vfo	= volume bahan bakar
Wfw	= berat air tawar
Vfw	= volume air tawar

LWT = Light Weight Tonnages
DWT = Dead Weight Tonnages
LS = Panjang Superstructures
HS = Tinggi Superstructures
Sa = tinggi sheer pada AP
Sf = tinggi sheer pada FP
Fb = Lambung timbul
KG = titik gravitasi kapal
KB0 = tinggi titik apung awal
GM0 = tinggi metasenter awal
GZ = lengan stabilitas kapal

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang Masalah

Berdasarkan data dari KNKT diketahui selama kurun waktu tahun 2017 terdapat 34 kecelakaan pelayaran. Jumlah tersebut hampir dua kali lipat dari tahun 2016 yang ada 18 kecelakaan. KNKT juga memaparkan kecelakaan kapal masih mendominasi dibandingkan kecelakaan transportasi lainnya (krjogja.com). Dari data tersebut diketahui kecelakaan pelayaran masih cukup tinggi dan perlu perhatian khusus karena secara geografis Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki lalu lintas pelayaran padat.

BASARNAS dalam memenuhi tugasnya berdasarkan Undang-Undang Nomor 29 Tahun 2014 tentang Pencarian dan Pertolongan Pasal 16, harus dapat menyelenggarakan Operasi Pencarian dan Pertolongan. Namun pada proses evakuasi korban yang dilakukan oleh BASARNAS kadang masih terhambat karena kendala lapangan seperti kondisi cuaca dan medan yang sulit. Seperti dalam kasus terbaliknya kapal nelayan di Jember (tribunnews.com), BASARNAS terkendala karena kondisi gelombang yang tinggi dan juga harus berhati-hati saat menyisiri area yang terdapat banyak batu karang demi menghindari resiko kapal tenggelam atau terbalik. Hal ini menjadi kendala untuk BASARNAS dalam upaya penyelamatan korban. Untuk itu keandalan armada kapal sangat diperlukan untuk proses evakuasi agar proses evakuasi dapat terlaksana dengan baik.

Selain dari terkendalanya proses pertolongan dan pencarian, kapal yang biasa digunakan merupakan kapal berbahan *fiberglass*. Penggunaan *fiberglass* pada kapal dapat berdampak buruk pada lingkungan, karena kapal *fiberglass* tidak dapat didaur ulang. Proses pembangunan kapal *fiberglass* juga dapat berdampak buruk pada kesehatan dan juga lingkungan.

Diketahui dari kondisi tersebut maka kapal *search and rescue* boat BASARNAS memiliki misi yaitu sebagai berikut

1. Sarana pendukung pencarian dan pertolongan korban bencana di daerah perairan
2. Memiliki performa stabilitas dan keamanan yang baik dalam proses operasi
3. Ramah lingkungan

Dari kondisi yang ada di lapangan, dengan maksud memberikan solusi penulis pada tugas akhir ini merencanakan untuk membuat desain *Self-Righting Unsinkable Rescue Boat* Berbahan HDPE. Diharapkan dengan desain kapal tersebut masalah terkendalanya peroses pertolongan dan pencarian korban dapat teratasi. HDPE digunakan karena selain lebih ramah lingkungan dapat didaur ulang, HDPE juga sangat tahan lama terhadap penuaan dan korosi materi (minimal 50 tahun), daya tahan Perahu HDPE lebih panjang dari kapal lain yang terbuat dari bahan lainnya serta memiliki ketahanan terhadap retak yang baik. (boatindonesia.com)

I.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan persoalan yang ada, didapat beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menentukan *payload* dan ukuran utama yang sesuai dengan kebutuhan operasi SAR BASARNAS ?
2. Bagaimana desain *linesplan*, *general arrangement*, dan *3D rescue boat* berbahan HDPE?
3. Bagaimana mendesain *selfrighting rescue boat*?
4. Bagaimana desain sistem kapal yang *unsinkable* berbahan HDPE?
5. Apakah kapal yang didesain memenuhi persyaratan teknis dan regulasi yang sesuai?
6. Bagaimana estimasi biaya pembangunan *rescue boat*?

I.3. Tujuan

Tujuan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan *payload* dan ukuran utama yang sesuai dengan kebutuhan operasi SAR BASARNAS.
2. Membuat *linesplan*, *general arrangement*, dan *3D rescue boat* berbahan dasar HDPE.
3. Membuat sistem *self-righting* pada *rescue boat*.
4. Membuat sistem kapal yang *unsinkable* berbahan HDPE
5. Melakukan perhitungan teknis pada *rescue boat* berbahan dasar HDPE berdasarkan regulasi dan peraturan yang disyaratkan.
6. Melakukan estimasi biaya pembangunan *rescue boat*.

I.4. Batasan Masalah

Dalam pengerjaan Proposal Tugas Akhir ini terdapat beberapa batasan permasalahan yaitu:

1. Perencanaan kapal hanya sebatas *concept design*
2. Tidak melakukan pembuatan model
3. Analisa dan perhitungan dilakukan dengan *software*
4. Kemampuan *self-righting* hanya saat kondisi kapal tidak mengalami kebocoran/rusak
5. Perhitungan konstruksi kapal di abaikan

I.5. Manfaat

Dari Tugas Akhir ini, diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Sebagai referensi bagi BASARNAS untuk mempertimbangkan pembangunan *self-righting and unsinkable rescue boat* berbahan HDPE dalam mengatasi kendala dalam operasi pertolongan dan pencarian di laut.
2. Sebagai referensi bahan dasar lambung kapal yang ramah lingkungan bagi industri / pemerintah.
3. Sebagai model perancangan bagi peneliti atau desainer perkapalan dengan harapan dapat dikembangkan di masa depan.

I.6. Hipotesis

Desain *self-righting unsinkable rescue boat* berbahan HDPE ini dapat menjadi solusi BASARNAS dalam proses operasi pertolongan dan pencarian korban yang terkendala karena kondisi cuaca dan medan yang buruk sehingga proses evakuasi dapat dilakukan dengan cepat.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II STUDI LITERATUR

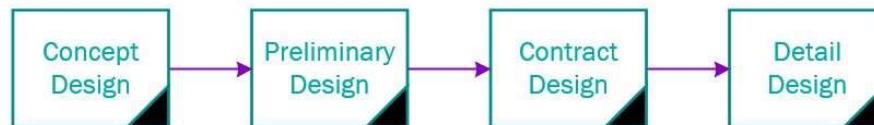
II.1. Dasar Teori

Rescue Boat adalah kapal versi SAR yang digunakan sebagai sarana pencarian dan pertolongan yang dilengkapi dengan peralatan SAR (basarnas.co.id). Secara umum tujuan dari kapal ini adalah untuk misi pencarian dan penyelamatan jiwa manusia yang hilang atau sedang menghadapi bahaya musibah yang memerlukan proses evakuasi.

Diantaranya berikut merupakan dasar teori yang menjadi landasan dalam proses desain kapal secara umum.

II.1.1. Tahap Desain Kapal

Untuk mendesain sebuah kapal perlu dilakukan beberapa tahapan. Tahapan desain dapat berulang untuk mencapai hasil yang maksimal saat desain dikembangkan. Secara umum tahapan desain dibagi menjadi empat tahap. Diantaranya adalah sebagai berikut.



Gambar II. 1 Tahap desain

Diketahui pada Gambar II. 1 tahapan desain diawali dengan *concept design* yang kemudian dilanjutkan ke tahap *preliminary* dan *contract design* serta yang terakhir adalah *detail design*. Tahapan desain yang dilakukan ini mengikuti prinsip umum pada proses *spiral design* seperti pada Gambar II. 2. Berikut merupakan tahapan yang dilalui dalam proses desain kapal secara umum. (Papanikolou,2014)

1. *Concept Design*

Proses design diawali dengan *concept design* yang merupakan putaran iterasi pertama. Pada tahap ini, misi atau kebutuhan pemilik kapal akan diterjemahkan dengan karakteristik teknis kapal. Perkiraan dimensi kapal yang berupa panjang, lebar, tinggi, sarat, koefisien blok, *powering*, dan lain-lain dibuat solusi desain alternatif yang memenuhi kebutuhan pemilik kapal.

2. Preliminary Design

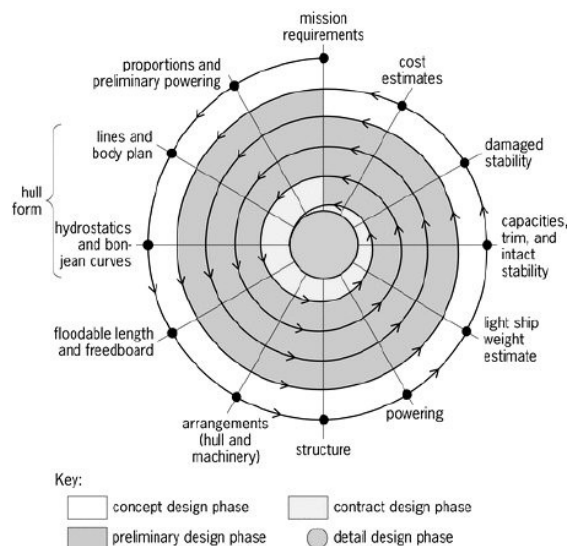
Proses *preliminary design* merupakan putaran iterasi lanjutan setelah *concept design*. Perhitungan teknis dilakukan lebih mendalam untuk mendapatkan solusi yang lebih optimal dibandingkan proses sebelumnya. Secara khusus, usaha untuk menyelesaikan tahap *preliminary design* jauh lebih berat dibandingkan proses *concept design*. Keluaran dari proses *preliminary design* adalah bentuk dasar yang digunakan untuk penyusunan kontrak pembuatan kapal antara pemilik kapal dan pihak galangan kapal.

3. Contract Design

Tujuan dari tahap ini adalah menyelesaikan perhitungan teknis dan gambar-gambar yang diperlukan. Fase desain ini melibatkan uraian terperinci bentuk lambung kapal melalui *lines plan*, perkiraan *powering* berdasarkan pengetestan model pada *towing tank*, teoritis atau analisis kapal terhadap gelombang (*seakeeping*), sistem penggerak, detail desain struktur kapal, dan lain lain yang lebih mendetail dari tahapan *preliminary* desain. Diperkirakan tahapan ini memerlukan usaha 17 kali lebih banyak dari tahap *preliminary design*.

4. Detail Design

Detail design merupakan tahapan terakhir dari rangkaian proses desain kapal. Pekerjaan yang dilakukan pada tahapan ini meliputi desain rinci dari semua elemen struktur kapal dan perlengkapan kapal. Karakteristik dari tahap ini adalah menghasilkan gambar dan spesifikasi dari pekerjaan sebelumnya sampai menjadi bahan produksi yang digunakan untuk membangun kapal.



Gambar II. 2 Ship Design Spiral (Evans, 1959)

Dapat diketahui dari Gambar II. 2 tahapan-tahapan keseluruhan dari fase desain kapal dengan konsep desain spiral. Untuk pekerjaan yang dilakukan dalam tugas akhir ini hanya sebatas *concept design*.

II.1.2. Metode Desain Kapal

Kapal dirancang berdasarkan kebutuhannya yang mengacu kepada *oprational requirement*. *Oprational requirement* yang dimaksud diantaranya dapat berupa rute, kecepatan, serta *payload* dari kapal yang akan didesain. Untuk mencapai misinya tersebut, kapal didesain sedemikian dengan mempertimbangkan aspek teknis dan ekonomis untuk mendapatkan hasil desain yang baik. Proses desain dapat dilakukan dengan berbagai metode. Dalam langkah awal menentukan ukuran kapal ada beberapa jenis metode yang dapat dilakukan yang diantaranya adalah sebagai berikut.

1. *The Geosim Procedure*

Dalam menentukan ukuran utama untuk kapal baru, acuan dapat diambil dari kapal serupa yang detail dasarnya diketahui. Ini dikenal sebagai '*basic vessel*' dan harus serupa dalam tipe, ukuran, kecepatan, dan kekuatan dengan kapal baru. Geosim merupakan metode yang dapat digunakan ketika desain baru memiliki bentuk geometris yang mirip dengan kapal pembanding (Barrass,2004). Untuk dapat menggunakan metode geosim perlu diketahui ukuran utama, CD (*Coefficient Displacement*), dan CB (*Coefficient Block*).

2. *Trend Curve Approach*

Penentuan ukuran utama kapal dapat ditentukan dengan mengacu pada data statistik. Metode ini biasanya disebut dengan metode *trend curve approach*. Untuk dapat menentukan ukuran utama kapal maka dilakukan perbandingan dimensi dengan kapal-kapal lain sebagai kapal pembanding. Komparasi dari kapal pembanding kemudian digambarkan dengan suatu rumusan (*trend line*) yang menjadi acuan dalam penentuan ukuran utama kapal.

3. *Optimiation Design Approach*

Untuk mendapatkan ukuran utama kapal yang paling optimal dapat dilakukan dengan metode optimisasi. Ukuran utama kapal dapat didapat dengan melakukan perhitungan tertentu untuk mendapatkan ukuran yang paling optimal sesuai dengan kebutuhan dari kapal tersebut. Dalam metode ini ada batasan-batasan (*constraint*) tertentu sebagai acuan untuk melakukan perhitungan.

II.1.3. Ukuran Utama

Proses desain kapal umumnya dimulai dengan menentukan ukuran utama. Ukuran utama bisa didapat dari metode-metode yang sebelumnya telah dijelaskan pada sub bab II.1.2. Adapun berikut merupakan definisi dari ukuran utama kapal:

1. Loa (*Length Overall*)

Loa merupakan panjang kapal keseluruhan yang diukur secara horizontal terhadap titik terluar bagian depan kapal ke titik terluar bagian belakang kapal.

2. Lpp (*Length Between Perpendiculars*)

Lpp merupakan panjang kapal yang diukur dari garis tegak poros kemudi/*rudder* ke garis tegak haluan pada garis air muat.

3. Lwl (*Length on the Waterline*)

Lwl merupakan panjang garis air kapal yang diukur secara horizontal dari titik pertemuan linggi haluan dengan garis air ke titik pertemuan linggi buritan dengan garis air

4. H (*Height/Depth*)

H adalah tinggi kapal yang diukur dari garis dasar kapal sampai dengan garis geladak terendah kapal.

5. T (*Draught/Draft*)

T adalah jarak vertical dari sisi atas lunas sampai ke permukaan air.

6. B (*Breadth*)

B adalah lebar kapal yang diukur dari sisi terluar kapal secara melintang.

II.1.4. Hambatan Kapal

Hambatan (*resistance*) merupakan gaya yang bekerja berlawanan terhadap arah datangnya kapal yang diakibatkan karena kontak antara fluida dengan badan kapal. Pada umumnya untuk menghitung hambatan kapal dengan jenis *planning hull* menggunakan metode Savitsky.

$$RT = \Delta \tan \tau + \frac{1}{2} \rho V^2 \lambda b^2 C_f / (\cos \tau \cos \beta) \quad (\text{II.1})$$

Berikut merupakan komponen perhitungan hambatan dengan menggunakan metode Savitsky:

1. Cv (Koefisien Kecepatan)

Untuk menentukan nilai koefisien kecepatan dapat digunakan persamaan sebagai berikut (Lewis, 1988).

$$\frac{V}{\sqrt{gb}} \quad (II.2)$$

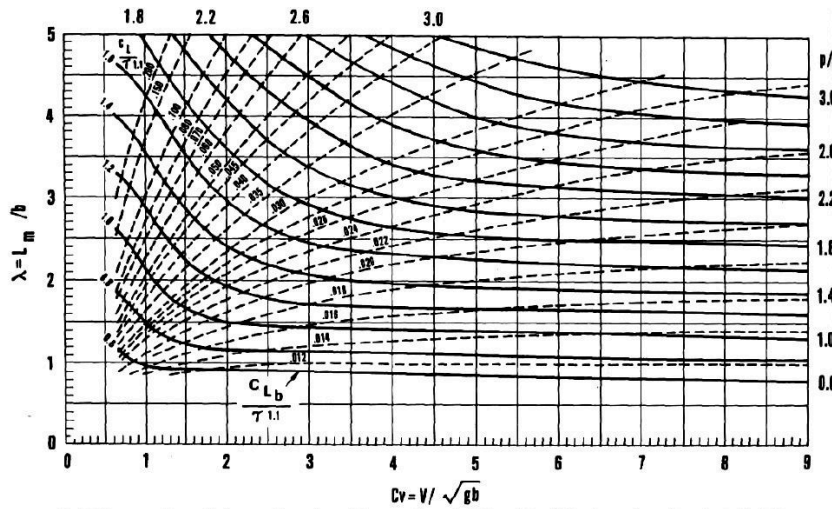
2. C_l (Koefisien Gaya Angkat)

Untuk menentukan nilai koefisien gaya angkat digunakan persamaan sebagai berikut (Lewis, 1988).

$$\frac{\Delta}{\frac{\rho}{2}xV^2xb^2} \quad (II.3)$$

3. τ (Sudut Trim)

Untuk mengetahui sudut trim dapat diperoleh dari grafik *nomogram for equilibrium* yang dapat dilihat pada Gambar II. 3 dibawah ini.



Gambar II. 3 *Nomogram for equilibrium*

(Sumber: Lewis, 1988)

4. R_n (*Reynold Number*)

Untuk menentukan nilai *reynold Number* digunakan persamaan sebagai berikut (Lewis, 1988).

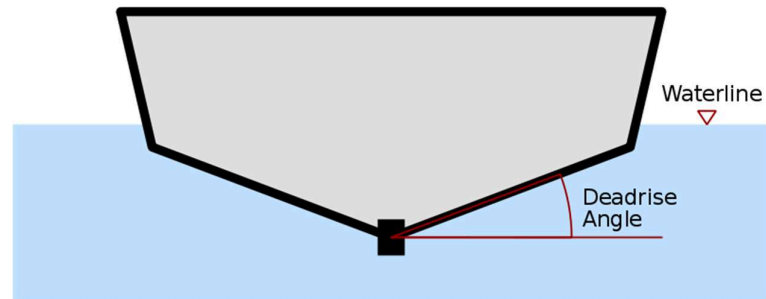
$$\frac{V_1 \times \lambda \times b}{\nu} \quad (II.4)$$

5. C_f (Koefisien Gesek)

Untuk mendapatkan nilai koefisien gesek dalam perhitungan hambatan metode Savitsky dapat diformulasikan sesuai dengan ITTC 1957 (Lewis,1988)

6. β (Sudut *deadrise*)

Sudut *deadrise* adalah sudut kemiringan yang diukur dari lunas kapal terhadap sisi bawah kapal seperti yang terlihat pada Gambar II. 4.



Gambar II. 4 Sudut *Deadrise*

(Sumber: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Deadrise_definition.svg)

II.1.5. Propulsi dan Daya Mesin

Setelah mendapatkan nilai hambatan total dari desain lambung yang dibuat, kemudian dilanjutkan dengan perhitungan kapasitas mesin yang dibutuhkan untuk dapat menjalankan kapal sesuai kecepatan yang dibutuhkan. Berikut merupakan tahapan dalam proses mencari kebutuhan daya mesin menggunakan *propeller*.

1. *Effective Horse Power* (EHP)

EHP merupakan daya yang dibutuhkan untuk kapal melawan hambatan yang terjadi sehingga kapal mampu bergerak sesuai dengan kecepatan yang sebelumnya telah ditentukan (Parson,2001). Untuk menentukan besar EHP dapat dihitung dengan formula sebagai berikut.

$$P_E = R_T \times v \text{ (kW)} \quad \text{(II.5)}$$

2. *Delivered Horse Power* (DHP)

DHP merupakan daya yang sampai pada propeller untuk mampu menggerakkan kapal. Daya ini dipengaruhi oleh *efisiensi hull* (η_H), *relative-rotative efficiency* (η_R), dan *open water*

efficiency (η_0) (Parsons,2001). Untuk mengetahui besar nilai DHP dapat dihitung dengan formula sebagai berikut.

$$P_D = \frac{P_E}{\eta_H \cdot \eta_R \cdot \eta_0} \text{ (kW)} \quad (\text{II.6})$$

3. Shaft Horse Power (SHP)

SHP merupakan kebutuhan daya yang telah melewati tranmisi pada *reduction gear*. Nilai SHP dipengaruhi oleh peletakan kamar mesin dimana untuk kamar mesin di belakang memiliki nilai efisiensi 0.98 dan untuk kamar mesin di area *midhship* memiliki nilai efisiensi 0.97 (Parson, 2001)

$$P_S = \frac{P_D}{\eta_S \cdot \eta_B} \quad (\text{II.7})$$

4. Break Horse Power (BHP)

BHP merupakan kebutuhan daya yang dibutuhkan mesin induk untuk dapat menggerakkan kapal sesuai dengan kecepatan yang direncanakan (Parson,2001). Berikut merupakan formula untuk mendapatkan besar nilai BHP.

$$P_B = \frac{P_S}{\eta_t} \quad (\text{II.8})$$

5. Maximum Continues Rates (MCR)

MCR merupakan daya yang telah ditambahkan dikarenakan *loss* akibat hal-hal lain. Penambahan daya dari BHP untuk menjadi MCR disebut *service margin* yang nilainya sebesar 15%-20%.

Sistem propulsi *waterjet* dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah efisiensi dari jet, pompa, dan transmisi. Efisiensi jet dapat didefinisikan sebagai berikut (Maulana,2017).

$$\eta_j = \frac{2\mu(1 - \mu)}{1 + \psi - (1 - \zeta)\mu^2 + \frac{2gh_j}{v_j^2}} \quad (\text{II.9})$$

Untuk dapat menghitung efisiensi jet, maka tahap pertama yang dilakukan adalah menghitung kecepatan jet (V_j) dengan persamaan berikut.

$$2V_j = V_w + \sqrt{V_w^2 + \frac{4T}{\rho A_j}} \quad (\text{II.10})$$

Komponen lain yang mempengaruhi efisiensi dari sistem propulsi *waterjet* seperti efisiensi pompa dapat diestimasi memiliki kerugian antara 1-4% dan untuk efisiensi transmisi diestimasi memiliki kerugian antara 16-20%.

II.1.6. Berat Kapal

Dalam menentukan berat kapal pada tugas akhir ini dibantu dengan menggunakan *software* 3D CAD 5.0 dengan melakukan import file 3D dari lambung kapal yang dibuat di Maxsurf Modeller yang kemudian luasan dari permukaan model dihitung lalu dikalikan tebal pelat dan juga massa jenis dari bahan kapal yaitu HDPE. Diantaranya berikut merupakan pembagian dari komponen berat kapal secara umum.

1. LWT (*Light Weight Tonnage*)

Komponen LWT merupakan berat yang berasal dari komponen kapal seperti berat dari lambung kapal beserta konstruksinya, berat komponen permesinan, dan berat perlengkapan kapal.

2. DWT (*Dead Weight Tonnage*)

Komponen DWT merupakan berat yang dapat berubah besarnya selama kapal berlayar. Diantaranya yang termasuk DWT adalah *crew*, penumpang, dan *consumable*.

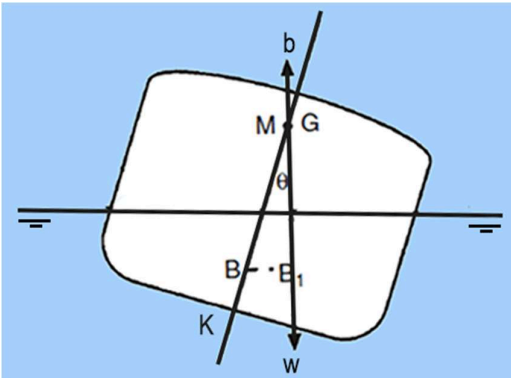
II.1.7. Freeboard

Freeboard atau lambung timbul merupakan tinggi tepi dek kapal dari permukaan air yang diukur pada tengah kapal (*midship*). Desain kapal pada tugas akhir ini merupakan kapal non-SOLAS maka dari itu standar yang digunakan dalam menentukan nilai *freeboard* minimum menggunakan Standar Kapal Non-Konvensi Berbendera Indonesia untuk kapal dengan ukuran panjang kurang dari 24 meter.

II.1.8. Trim

Trim merupakan istilah yang digunakan untuk menggambarkan kapal mengalami kondisi miring yang dilihat secara memanjang. Kondisi *trim* dapat diketahui dengan adanya perbedaan ketinggian garis air (T) pada linggi haluan dan linggi buritan. *Trim* terjadi karena ada perbedaan titik berat secara memanjang (LCG) dengan titik gaya apung kapal secara memanjang (LCB).

Trim dibedakan menjadi dua, diantaranya adalah *trim* haluan dan *trim* buritan. *Trim* haluan merupakan kondisi *trim* dengan kondisi LCG berada di depan LCB, sedangkan *trim*

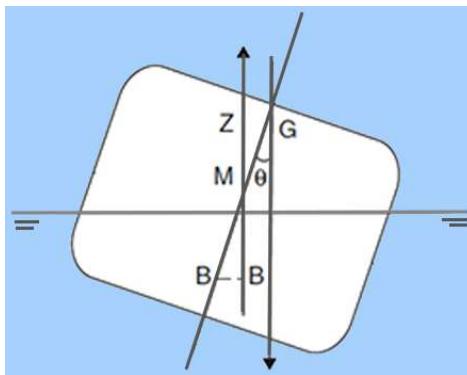


Gambar II. 6 Stabilitas netral pada kapal

(Sumber: <https://www.marineinsight.com/naval-architecture/intact-stability-of-surface-ships/>)

3. Stabilitas Negatif (*Unstable Equilibrium*)

Stabilitas negatif merupakan keadaan kapal tidak mampu ke posisi semula melainkan kapal akan terus bertambah oleng. Kondisi ini ditandai dengan titik berat (G) berada di atas titik *metacenter* (M). Berikut merupakan kondisi kapal pada stabilitas negatif.



Gambar II. 7 Stabilitas negative pada kapal

(Sumber: <https://www.marineinsight.com/naval-architecture/intact-stability-of-surface-ships/>)

Kriteria stabilitas yang digunakan dalam pengerjaan tagas akhir ini mengacu standar stabilitas pada kapal cepat *High Speed Craft (HSC) 2000 Code*, diantaranya berikut merupakan 6 kriteria yang digunakan.

1. Kriteria cuaca yang mengacu pada paragraf 3.2 dari Intact Stability Code harus berlaku (lihat catatan). Dalam penerapan kriteria cuaca, nilai tekanan angin P (N/m^2) harus diambil $(500 \{V_w / 26\}^2)$, di mana V_w = kecepatan angin (m/s) yang sesuai dengan kondisi yang terburuk. Catatan: Merferensi *Code on Intact Stability* untuk semua jenis kapal yang dicakup oleh instrumen IMO, yang diadopsi oleh

organisasi dengan resolusi A.749(18), sebagaimana diubah oleh resolusi MSC.75 (69)

2. Area di bawah kurva GZ harus kurang dari 0.07 m.rad hingga $\theta_{max} = 150$ ketika lengan GZ maksimum terjadi pada $\theta_{max} = 150$, dan 0.055 m.rad hingga $\theta_{max} = 300$ ketika lengan GZ maksimum terjadi pada $\theta_{max} = 300$ atau lebih. Ketika lengan GZ maksimum terjadi diantara $\theta = 150$ dan $\theta = 300$, area di bawah kurva GZ harus:
$$A = 0.055 + 0.001 (300 - \theta_{max}) \text{ [m.rad]}$$
3. Area di bawah kurva GZ antara $\theta = 30^0$ dan $\theta = 40^0$ atau antara $\theta = 30^0$ dan *angle flooding* θ_F , jika sudut ini kurang dari 40^0 , tidak boleh kurang dari 0.03 m.rad.
4. Lengan GZ setidaknya harus 0.2 m pada sudut 30^0 atau lebih.
5. Lengan GZ maksimum harus terjadi pada sudut tidak kurang dari 15^0 .
6. Tinggi initial *metacentric* GMT tidak boleh kurang dari 0.15 m.

II.2. Tinjauan Pustaka

Berikut merupakan tinjauan pustaka yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini.

II.2.1. Sarana SAR Laut BASARNAS

BASARNAS (Badan SAR Nasional) merupakan lembaga dibawah kordinasi Kementerian Perhubungan Republik Indonesia yang yang mempunyai bidang tugas pencarian dan pertolongan. Sebagai lembaga yang memiliki tanggung jawab dalam menyelenggarakan Operasi Pencarian dan Pertolongan, BASARNAS memiliki sarana pendukung dalam proses pencarian dan pertolongan. Berdasarkan Peraturan Kepala Badan SAR Nasional nomor PK.14 Tahun 2012. Sarana SAR angkutan laut terdiri dari beberapa tipe diantaranya adalah.

1. *Rescue Ship*

Rescue ship adalah kapal kelas 1 versi SAR yang memiliki panjang lebih dari 40 meter. Kapal pertolongan ini dibangun dengan tiga bagian utama yaitu bagian bawah (hull), bagian atas (deck) dan bangunan atas *superstructure* yang masing-masing dibangun dari bahan *Aluminium Marine*. Kapal ini digunakan pada wilayah lepas pantai seperti samudera lepas. Di bagian geladak buritan terdapat 1 (satu) Helideck yang dilengkapi dengan lampu-lampu khusus untuk sebagai panduan pilot sewaktu *Take Off* dan *Landing* Helikopter. Kapal kelas 1 ini mampu menampung korban dengan jumlah banyak dibandingkan sarana SAR laut lainnya.



Gambar II. 8 KN. SAR Pacitan (*Rescue Ship*) BASARNAS

(Sumber : <http://mamumam.blogspot.com/2015/02/mengenal-kapal-nasional-kn-sar-pacitan.html>)

2. *Rescue Boat*

Rescue boat dibagi menjadi beberapa kelas berdasarkan ukuran. Diantaranya adalah sebagai berikut.

a. *Rescue Boat* Kelas II

Kapal kelas II memiliki *range* panjang kapal antara 30 sampai dengan 40 meter. Kapal ini dirancang sebagai kapal SAR dengan ruangan untuk anak buah kapal, korban, ruang perawatan, ruang mayat, ruang komunikasi, ruang kemudi, dan ruang pemantau. Kecepatan minimal kapal ini yaitu sebesar 29 knot. Kapasitas yang dapat ditampung kapal ini adalah sebanyak 40 orang termasuk anak buah kapal.



Gambar II. 9 KN. SAR Laksamana (*Rescue Boat* kelas II)

(Sumber: <http://www.angkasareview.com/2018/02/01/kn-sar-laksmana-241-kapal-produk-dalam-negeri-kekuatan-baru-basarnas/>)

b. *Rescue Boat* Kelas III

Kapal kelas III Basarnas merupakan kapal SAR yang memiliki panjang antara 20 sampai 30 meter. Kapal ini memiliki kecepatan minimum sebesar 20 knot. Kapasitas dari kapal ini sebanyak 30 orang termasuk anak buah kapal. Kapal ini dibuat dengan menggunakan *fiberglass*. Kapal ini dilengkapi dengan kelengkapan seperti *fire fighting system/ water cannon* dan kelengkapan pendukung SAR lainnya.



Gambar II. 10 *Rescue Boat* kelas III

(Sumber: <http://basarnas.go.id/sarana-sar-laut>)

c. *Rescue Boat* Kelas IV

Rescue Boat kelas IV merupakan kapal jenis SAR yang memiliki panjang antara 12 sampai dengan 20 meter. Kapal kelas IV dibuat dengan menggunakan bahan *fiberglass*. Kecepatan minimum kapal ini yaitu sebesar 15 knot. Kapasitas yang mampu ditampung kapal ini adalah 15 orang termasuk anak buah kapal.



Gambar II. 11 *Rescue Boat* kelas IV

II.2.2. *Self- Righting*

Self-righting boat merupakan kapal khusus yang dapat kembali segera ke posisi semula selama kapal mulai terbalik (Tiechao Bai dkk, 2017). Agar sebuah kapal dapat kembali ke posisi semula (*self-righting*) secara otomatis, maka kurva stabilitas (GZ) harus bernilai positif pada setiap sudut dimana nilai GZ lebih besar dari nol (Birmingham, 2004). Untuk dapat mencapai kondisi *self-righting*, kapal harus dapat memenuhi kebutuhan fundamental seperti memiliki kurva GZ positif di seluruh rotasi 360 derajat penuh dan kapal harus menjadi tidak stabil ketika terbalik untuk memulai proses kembali ke posisi semula serta kapal harus tetap memiliki gaya apung dan kedap air (K.C. Thatcher, 2013).

Hal yang penting dalam *self-righting* adalah hubungan antara berat dan gaya apung untuk mendapatkan kurva stabilitas yang dibutuhkan. Untuk mencapai kurva yang dibutuhkan dalam proses rolling, gangguan yang dapat mengganggu proses *self-righting* seperti perpindahan titik berat karna bergeraknya awak, penumpang, dan peralatan harus dihindarkan. Untuk itu, pengamanan awak dan penumpang merupakan hal yang penting untuk desain kapal *self-righting* (Akyldiz dan Simsek 2016).

Berdasarkan metodenya kemampuan *self righting* dapat dibedakan menjadi tiga, diantaranya adalah sebagai berikut. (Akyldiz dan Simsek 2016)

1. *Inherent Self-Righting*

Metode ini memiliki kemampuan *self-righting* dimana kapal akan selalu kembali seperti keadaan semula dari segala sudut oleng tanpa memperhatikan tindakan tambahan kru. Hal yang penting dari metode ini adalah kapal yang kedap air terutama bagian *superstructure* juga harus kedap air. Distribusi berat dan gaya apung yang baik adalah kunci untuk mencapai *self-righting*.

Keunggulan metode ini adalah sebagai berikut.

- a. Tidak ada bagian yang dapat menimbulkan kegagalan
- b. Kemampuan *self-righting* tersedia pada setiap sudut kapal oleng
- c. Dapat diaplikasikan kepada setiap ukuran kapal meskipun pembatasan berat dapat membatasi efektifitas.

Metode ini juga memiliki beberapa kekurangan, diantaranya adalah sebagai berikut.

- a. Volume bangunan atas harus mampu menyediakan gaya apung ketika kapal terbalik, sehingga volume bangunan atas relatif lebih besar.
- b. Bukaan superstruktur harus kedap ketika kapal mengalami *rolling*.

- c. Struktur lambung dan *superstructure* harus mampu menahan gaya hidrodinamik ketika kapal terbalik
- d. Sistem mekanisme ventilasi yang baik diperlukan karena kapal akan beroperasi secara tertutup kedap.

Sebagai contoh pada kapal *search and rescue* yang didesain dan dibangun oleh Damen menggunakan konsep *self-righting* untuk membantu mengoptimalkan operasi pencarian dan pertolongan korban.



Gambar II. 12 Kapal *self-righting rescue boat* Damen
(Sumber: Product Sheet Damen Search and Rescue 1906)

2. *Inflatable Bag*

Inflatable Bag merupakan metode *self righting* dimana untuk memperoleh kemampuan *self righting* memanfaatkan balon yang ditembakkan dengan manual secara kencang saat kapal akan mengalami titik *vanishing* berlawanan dengan kemiringan sehingga kapal dapat kembali tegak. Fungsi ini cocok untuk kapal-kapal yang kurang dalam segi volume bangunan atas dan instalasi yang mudah. Berikut merupakan contoh kapal jenis RIB (*Rigid Inflatable Boat*) yang menggunakan balon udara sebagai metode *self righting*.



Gambar II. 13 RIB dengan *inflatable bag*

(Sumber: [http://www.rib-shop.com/blog/self-righting-rib/.](http://www.rib-shop.com/blog/self-righting-rib/))

Namun mekanisme ini hanya berlaku untuk sekali penembakkan dan masih dilakukan secara manual sehingga ada kemungkinan kegagalan. Berikut merupakan keuntungan metode *inflatable bag*

- a. Sistem sederhana dan ringan
- b. Volume dapat disesuaikan dengan mengubah ukuran *airbag*

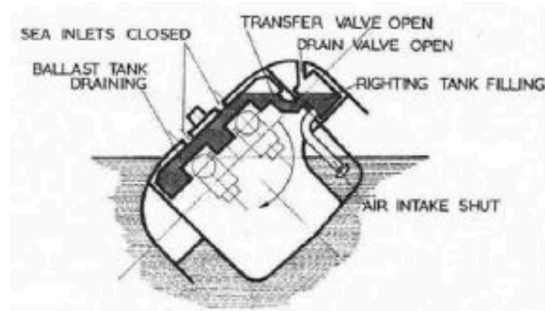
Metode ini juga memiliki beberapa kekuarangan, diantaranya adalah sebagai berikut.

- a. *Bag* harus dipasang dan dilipat dengan benar agar sesuai dengan sebagaimana fungsinya
- b. Struktur *roll bar* dan tempat instalasi *bag* menempel harus kuat untuk menahan gaya selama proses *self righting*.
- c. Hanya dapat diaplikasikan sekali.
- d. *Bag* rentan terhadap kerusakan pada area dangkal.
- e. Pipa gas dan *bag injection point* harus dirancang dengan benar.

3. Perpindahan *Ballast*

Secara umum metode *self-righting* ini dilakukan dengan merelokasikan volume air laut pada tangki balas di bagian bawah lambung kapal. Relokasi tersebut menciptakan cukup waktu untuk melanjutkan gerakan rolling sehingga kapal dapat kembali pada posisi awal. Balas yang dibutuhkan sekitar 10% dari LWT kapal itu sendiri. Berikut merupakan mekanisme dari kemampuan *self righting* menggunakan metode perpindahan *ballast*.

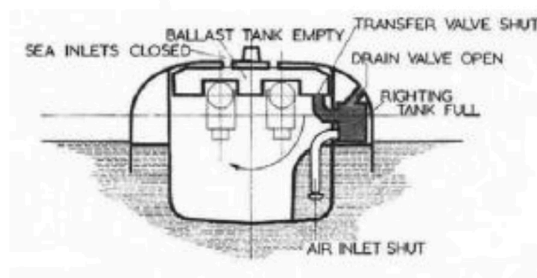
Kemampuan *self righting* dimulai ketika kapal mengalami oleng, diaman air pada *ballast tank* menuju *righting tank* melalui katup transfer. *Sea inlet* akan tertutup akibat penekanan air laut seperti keadaan pada gambar dibawah ini.



Gambar II. 14 Transfer *ballast* sedang berlangsung

(Sumber: Akyildiz dan Simsek, 2016)

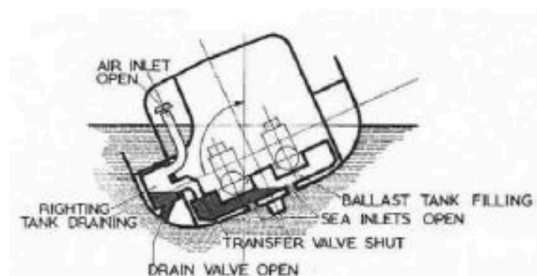
Kemudian *ballast tank* kosong dan air akan mengisi pada *righting tank*. Pengiriman muatan *ballast* selesai dan kapal akan berlanjut bergerak *rolling*. Keadaan ini dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar II. 15 *Righting tank* terisi penuh

(Sumber: Akyildiz dan Simsek, 2016)

Selanjutnya tanki pada *righting tank* akan mentransfer muatan kembali pada *ballast tank*. Keadaan ini akan membuat kapal menjadi kembali stabil akibat perpindahan titik berat pada tanki *ballast tank* seperti gambar dibawah ini.



Gambar II. 16 Kapal kembali tegak

(Sumber: Akyildiz dan Simsek, 2016)

II.2.3. Kapal HDPE

High Density Poly-Ethylene (HDPE) merupakan polietilena termoplastik yang dapat didaur ulang. Bahan ini merupakan bahan alternatif yang dapat dijadikan sebagai bahan dasar kapal. Pada awalnya HDPE banyak digunakan untuk pipa bertekanan, pipa distribusi gas, wadah kimia cair, dan lainnya. Salah satu keunggulan HDPE adalah kemampuannya untuk dapat didaur ulang (memiliki nomor dua dalam simbol daur ulang).

Penggunaan HDPE sebagai bahan dasar pembuatan kapal sudah banyak dilakukan oleh perusahaan-perusahaan manufaktur kapal. Metode yang digunakan dalam proses pembuatan kapal dibagi menjadi dua, diantaranya adalah metode *rotating molding* dan metode pengelasan. Dapat dilihat pada gambar dibawah ini merupakan salah satu contoh produk kapal berbahan dasar HDPE.



Gambar II. 17 HDPE Boat

(Sumber: <http://www.hydraboat.com/en/neden-hdpe/>)

Rotating molding merupakan metode manufaktur HDPE dengan menggunakan cetakan untuk membentuk sebuah permukaan. Cetakan dibuat dengan bahan pelat baja yang nantinya dipanaskan dan diputar, proses tersebut bertujuan agar bijih plastik yang telah meleleh dapat menempel pada permukaan cetakan.



Gambar II. 18 Proses *rotating molding* kapal HDPE

(Sumber: youtube-pioneer boats polyethynene rotational moulding)

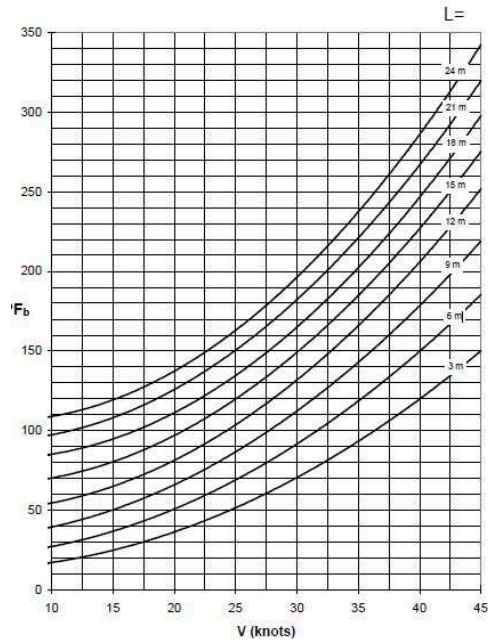
Metode lainnya dalam proses pembuatan kapal HDPE adalah dengan pengelasan. Pengelasan HDPE dapat dibedakan menjadi tiga, diantaranya adalah *Butt Welding*, *Tack Welding* dan *Extrusion Welding*. Dalam proses fabrikasi, banyak digunakan *tack* dan *extrusion welding*. *Tack welding* digunakan terutama untuk penyambungan bagian ke posisinya yang kemudian akan dilakukan *extrusion welding* untuk menyatuhkan bagian-bagian kapal. Semua pengelasan disiapkan dengan *roughened V-mitre*. Mesin las *extrusion welding* terdiri dari nozzle yang menghembuskan udara panas untuk melelehkan bahan induk di *V-mitre* ke *plastic welding rod* seperti terlihat pada gambar berikut. (Hidayat, 2016)



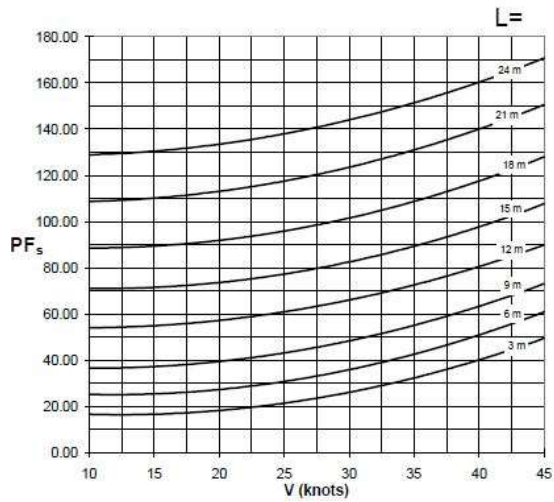
Gambar II. 19 Pengelasan HDPE

(Sumber: youtube-welding HDPE)

Untuk dapat menggunakan HDPE sebagai bahan dasar kapal perlu diketahui batasan ukuran kapal yang dapat dibuat dengan HDPE. Dasar dari batasan ukuran maksimal panjang kapal adalah 24 meter berdasarkan DNV-GL. Untuk penentuan ukuran pelat HDPE yang digunakan dapat dilihat pada gambar grafik dibawah ini.



Gambar II. 20 Diagram *Pressure Factor Pelat Bottom*
(Sumber: DNV-GL Standard 2-21)



Gambar II. 21 Diagram *Pressure Factor Pelat Side*
(Sumber: GL Standard 2-21)

HDPE memiliki keunggulan dibandingkan bahan-bahan lainnya seperti *fiberglass* atau berbahan metal. Berikut merupakan keunggulan dari penggunaan HDPE pada kapal. (boatindonesia.com):

1. HDPE sangat tahan lama terhadap penuaan dan korosi (minimal 50 tahun). Kapal HDPE memiliki ketahanan lebih lama dari kapal lain yang terbuat dari bahan lainnya.
2. Daya tahan yang baik berarti memiliki sedikit kerusakan.
3. HDPE fleksibel dan tahan lama, tahan terhadap yang terburuk kondisi cuaca.
4. Lebih mudah untuk dirakit daripada dibandingkan dengan baja, kayu, aluminium atau lainnya bahan komposit.
5. *Polyethylene* memiliki keunggulan anti korosi.
6. Tidak beracun dan mudah dibersihkan.
7. Kapal HDPE tidak membutuhkan cat atau perawatan apa pun.
8. Tahan terhadap ultra violet, stabil, tahan api dan mudah untuk di perbaiki.
9. Dapat 100% didaur ulang.

II.2.4. *Unsinkable Boat*

Kapal dapat tenggelam karena terisi dengan air. Dan kondisi tersebut membuat air terjebak dalam kapal. Air yang terus masuk kedalam kapal dapat mengakibatkan kapal tenggelam. Karena air dapat mengisi dan menenggelamkan kapal sangat cepat, untuk itu prosedur penanganan dalam mengatasi hal tersebut harus cepat. Berikut merupakan poin yang harus diperhatikan dalam membuat unsinkable boat (boats.com) :

1. *Flooding Rate*

Flooding rate merupakan laju air yang masuk kedalam kapal karena mengalami kebocoran. Air yang terus masuk kedalam kapal dapat mengakibatkan kapal tenggelam. Untuk itu hal ini harus dapat dicegah sedini mungkin.

2. *Pumping Rate*

Sebuah pompa kapal dipasang hanya untuk menghilangkan air yang terkumpul dan air tersebut tidak bertambah lagi. Pompa tidak dirancang untuk tetap bekerja pada banjir yang terus terjadi dengan cepat. Perbandingan laju kebocoran dan laju pompaan memiliki perbedaan yang signifikan untuk kondisi kebocoran yang serius. Pompa hanya akan memperlambat banjir dan akan menghilangkan banjir begitu banjir dihentikan.

3. *Watertight Bulkhead*

Sekat kedap air yang efektif harus dibangun dengan jumlah dan jarak yang cukup. Idealnya, dapat dipasang selama konstruksi dan dirancang dengan minimum penetrasi. Penetrasi yang diperlukan harus diposisikan setinggi mungkin pada sekat untuk mengurangi tekanan air pada pembukaan ini jika terjadi banjir. Akses melalui sekat kedap air harus

disediakan yang benar-benar kedap air ketika tertutup, dan mampu menahan tekanan dari kedua sisi.



Gambar II. 22 *Watertight bulkhead* pada kapal

(Sumber: <https://www.boats.com/resources/the-truth-about-unsinkable-boats/>)

Dapat dilihat pada Gambar II. 22 contoh sekat kedap air pada kamar mesin. Pemberian sekat pada kapal dapat meningkatkan kemampuan kapal untuk tetap mengapung saat terjadi kebocoran.

4. *Foam Floation*

Sebuah kapal dapat tetap mengapung menggunakan instalasi *foam* yang solid. Namun, kelemahan menggunakan busa adalah kuantitas atau volume busa yang dibutuhkan untuk menjaga agar lambung kapal tetap mengapung.



Gambar II. 23 Proses pingisian busa pada kulit kapal

(Sumber: <https://www.yachtingmonthly.com/gear/trying-to-sink-an-unsinkable-boat-31338>)

Dapat dilihat pada Gambar II. 23 merupakan penggunaan busa pada kapal untuk dapat memberikan gaya apung cadangan serta memberikan proteksi tambahan untuk kapal. Penggunaan busa sebagai dapat memberikan keuntungan. Salah satunya adalah untuk mencegah untuk air dapat langsung masuk ke kapal dan busa juga dapat menjaga suhu serta kekedapan suara.

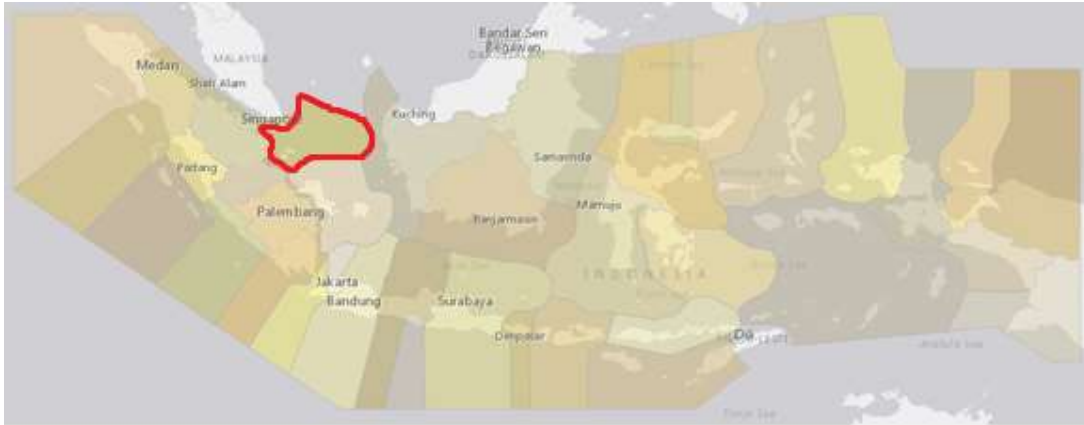
5. *Float Bags*

Inflatable flotation bags dapat digunakan sebagai gaya apung cadangan agar kapal tetap tidak tenggelam. “*Bags*” dapat dipasang dengan *nylon webbing* dan baut besar agar dapat bertahan di tempatnya saat mengembang. Keuntungan *float bags* adalah dapat dipasang pada kapal dengan tidak menghabiskan banyak ruang seperti penggunaan busa terutama ketika sedang mengempis.

Untuk dapat disebut kapal *unsinkable* kapal harus dapat tetap bertahan ketika terjadi kebocoran sesuai standar yang berlaku. Permeabilitas kapal ketika terjadi kebocoran diatur pada SOLAS Chapter II-1, Part B-1 Reg. 7-3 dimana setiap kompartemen memiliki permeabilitas air tergantung dari jenis kompartemennya. Permeabilitas ini dapat dijadikan acuan untuk mengetahui persentase air yang dapat masuk ke dalam kompartemen kapal. Standar kapal cepat dikatakan tidak tenggelam mengacu pada standar HSC monohull damage.

II.2.5. Tinjauan Wilayah

Wilayah operasi BASARNAS dibagi menjadi beberapa zona. Pembagian zona tersebut didasarkan untuk mempermudah koordinasi dalam usaha pencarian dan pertolongan korban. Dengan pembagian zona ini, BASARNAS harus mampu melakukan tindakan pertolongan dengan cepat. Catatan waktu *response time* merupakan ukuran seberapa cepat upaya pencarian dan pertolongan pada tindak awal musibah. Diantaranya berikurt merupakan pembagian zona BASARNAS.



Gambar II. 24 Zona pencarian SAR Tanjungpinang

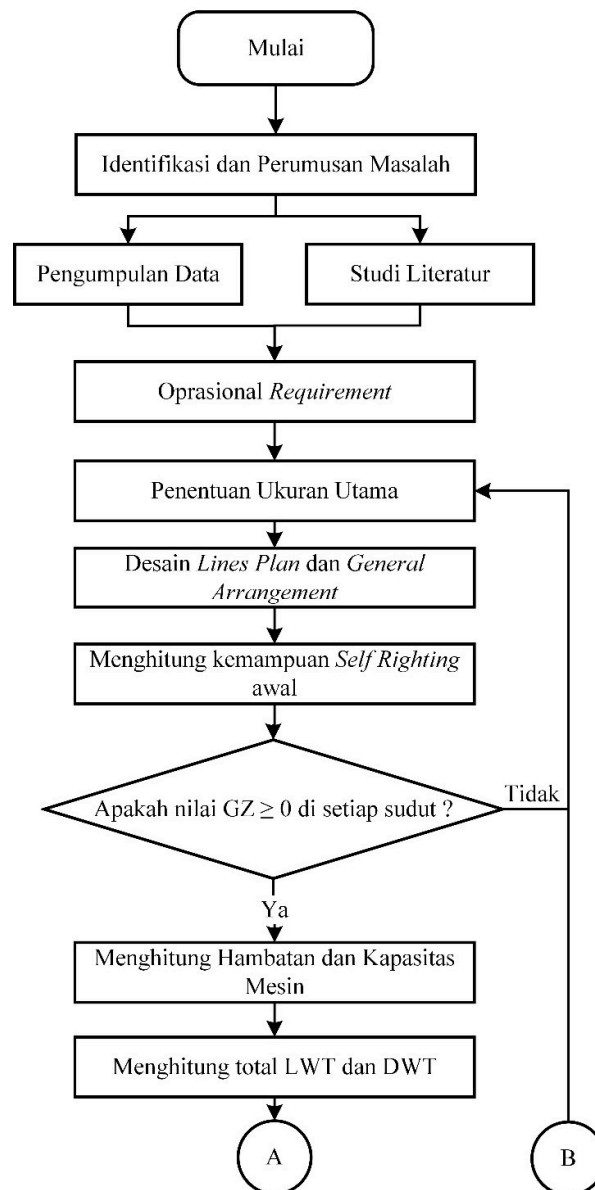
(Sumber: simasda.basarnas.go.id)

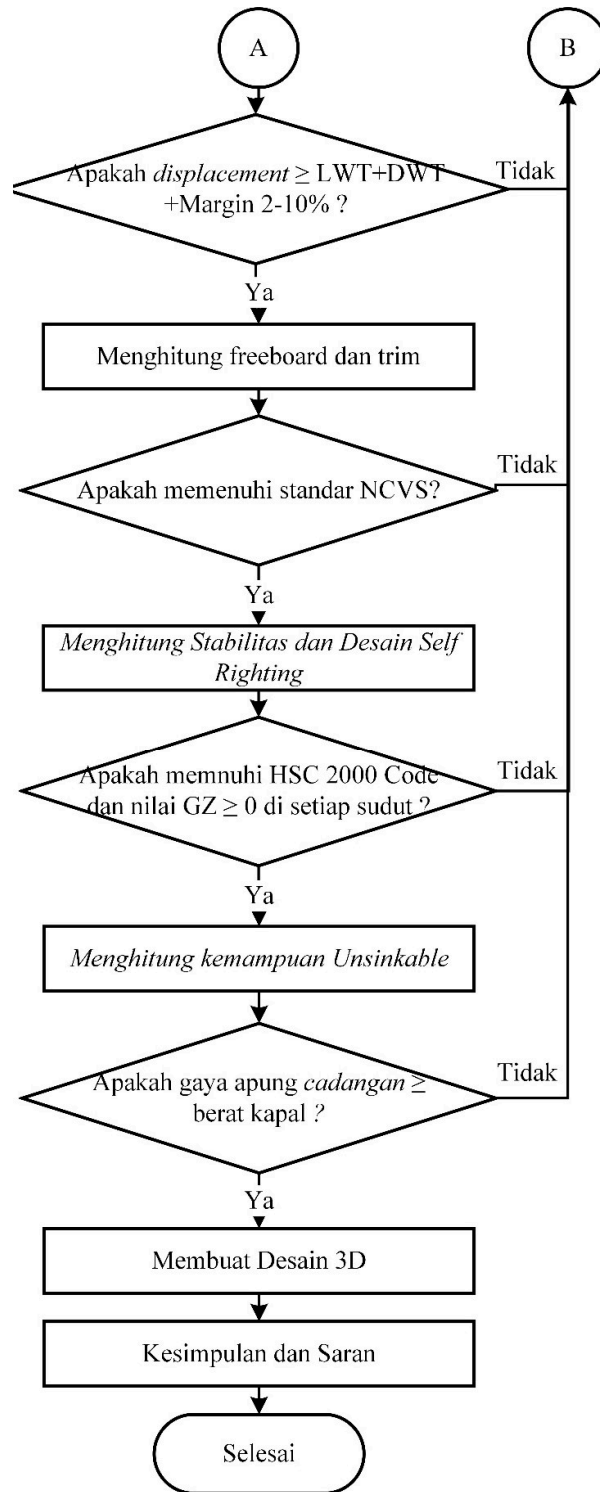
Zona pencarian Tanjung Pinang merupakan salah satu zona SAR yang berada di daerah Sumatera Barat. Zona ini yang dibatasi oleh zona Pekanbaru di daerah barat dan zona Palembang di daerah selatan serta zona Pontianak di daerah timur. Berdasarkan laporan kinerja BASARNAS pada tahun 2016, *response time* pada zona pencarian Pekanbaru rata-rata 49.65 menit, catatan waktu ini masih belum sesuai dengan target utama BASARNAS yaitu kurang dari 30 menit. Pada tahun 2017 capaian *response time* pada zona ini meningkat menjadi lebih baik 28.96 menit yang sesuai dengan target yaitu tidak melebihi 30 menit. Namun catatan waktu tersebut merupakan waktu *response time* terlama dibanding dengan zona-zona lainnya berdasarkan laporan kinerja BASARNAS 2017.

BAB III METODOLOGI

III.1. Metode

Desain kapal pada pengerjaan tugas akhir ini hanya sebatas *concept design*. Sebagaimana yang dijelaskan pada sub bab II.1.1 bahwa desain yang dibuat tidak meliputi *preliminary design dan detail design*. Berikut merupakan langkah pengerjaan *concept design* yang dimaksud dalam pengerjaan tuga akhir ini.





Gambar III. 1 Bagan Alir Pengerjaan Tugas Akhir

III.2. Tahap Pengerjaan

Secara garis pengerjaan Tugas Akhir ini akan dijabarkan dalam beberapa tahapan sebagai berikut:

III.2.1. Studi Literatur dan Pengumpulan Data

Dalam tahap ini, dilakukan pembelajaran dan pengumpulan teori-teori yang berkaitan dengan analisis tentang self-righting unsinkable rescue boat meliputi:

- a. Teori Desain Kapal
- b. *Rescue boat* beserta modulnya
- c. Konsep *self-righting*
- d. Konsep *unsinkable*
- e. Kapal berbahan HDPE

Perhitungan teknis antara lain hambatan dan propulsi, berat, freeboard, trim, dan stabilitas kapal.

III.2.2. Penentuan *Operational Requirements* Kapal

Dalam tahap ini, sebelum dilakukan analisa perhitungan terlebih dahulu harus didapatkan data-data yang dibutuhkan. Seperti data karakteristik wilayah perairan dimana *rescue boat* itu dioperasikan, data kapal *rescue boat* sesuai versi BASARNAS, dan data-data pendukung lainnya.

III.2.3. Penentuan Ukuran Utama Kapal

Penentuan ukuran utama berdasarkan *payload* yang dibutuhkan dari karakteristik kapal BASARNAS, ukuran utamanya mengacu pada beberapa kapal pembanding yang sudah ada (*Parent Ship*). Pertimbangan ukuran utama juga mengacu pada referensi buku atau *paper* sebagai pelengkap penentuan ukuran utama.

III.2.4. Membuat Desain *Lines Plan* dan *General Arrangement*

Dalam pembuatan rencana garis dilakukan dengan bantuan *software maxsurf*. Dari desain yang didapat dari *maxsurf* maka dapat langsung diambil *lines plan*, kemudian untuk memperhalus desain *lines plan* menggunakan *software AutoCAD*. Sedangkan untuk membuat Rencana Umum dilakukan setelah Rencana Garis selesai yaitu dengan cara mengambil *outline*

dari Rencana Garis. Pembuatan Rencana Umum juga dibuat menggunakan bantuan software AutoCAD.

III.2.5. Perhitungan Kemampuan *Self Righting* Awal

Untuk dapat memastikan kapal mempunyai potensi untuk memiliki kemampuan *self righting* dari bentuk kapal yang dibuat, maka dalam tahap ini dilakukan perhitungan stabilitas. Perhitungan stabilitas dilakukan dengan mengansumsikan letak titik berat. Simulasi dilakukan dengan *software maxsurf stability* dimana hasil dari simulasi nilai GZ harus lebih besar sama dengan 0 di setiap sudut *rolling*.

III.2.6. Menghitung Hambatan dan Kapasitas Mesin

Perhitungan hambatan untuk kapal mengacu kepada jenis lambung yang nantinya digunakan. Sedangkan untuk perhitungan propulsi menggunakan *Principles of Naval Architecture* (PNA) volume II dan sumber lain sebagai referensi.

III.2.7. Perhitungan LWT dan DWT

Untuk menghitung berat kapal, dihitung berat LWT dan DWT kapal. LWT kapal dihitung dari beban dan tebal pelat yang digunakan. *Rules* yang digunakan untuk perhitungan beban dan tebal pelat adalah DNV GL karena kapal menggunakan bahan dasar HDPE. Untuk berat DWT sendiri merupakan *payload*, *crew* dan barang bawaan. Perhitungan titik berat dibantu menggunakan *software 3D CAD*.

III.2.8. Perhitungan *Freeboard* dan *Trim*

Perhitungan *freeboard* menggunakan ketentuan *International Convention of Load Lines* (ICLL) 1966 atau *Non-Convention Vessel Standart (NCVS) Indonesian Flagged* tergantung pada panjang kapal yang didapatkan.

III.2.9. Perhitungan Stabilitas dan *Self Righting*

Perhitungan dilakukan dengan menggunakan *software maxsurf* dan membuat desain *self-righting* dengan membuat titik berat kapal (KG) serendah mungkin untuk memperbesar lengan pengembali (GZ) dan memastikan semua muatan di kapal tidak berpindah tempat. Selain itu, dengan memperbesar bangunan atas untuk memperbesar gaya apung ketika kapal oleng hingga 180⁰ dan memastikan seluruh bangunan atas tersebut kedap air. Dari simulasi yang dilakukan, nilai GZ di setiap sudut *rolling* harus lebih besar sama dengan 0. Hasil setabilitas juga dibandingkan dengan standar HSC 2000 Code.

III.2.10. Perhitungan Sistem *Unsinkable*

Metode yang digunakan untuk menjaga kapal agar tidak dapat tenggelam adalah dengan mencegah air untuk dapat masuk ke kapal. Lambung kapal dapat diisi dengan *foam* sehingga memiliki daya apung cadangan yang tinggi. Apabila terjadi kerusakan pada lambung (kebocoran), maka air tidak akan bisa masuk ke kapal. Untuk membuat kapal *unsinkable* gaya angkat karena volume *foam* harus lebih besar dari gaya berat kapal dan memenuhi standar HSC Monohull Damage.

III.2.11. Desain 3D Kapal

Untuk pembuatan model 3D menggunakan *software Maxsurf* dan *3D CAD*

III.2.12. Kesimpulan dan Saran

Tahap ini dilakukan berdasarkan hasil dari Tugas Akhir yang telah dievaluasi sehingga akan diperoleh saran-saran yang dapat membantu pengembangan desain *rescue boat* dengan konsep *self-righting* dan *unsinkable* berbahan dasar HDPE.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV

ANALISIS TEKNIS

IV.1. *Operational Requirement*

Kapal didesain berdasarkan keperluan operasionalnya. Berikut merupakan analisis yang dilakukan untuk mendapatkan kebutuhan operasional.

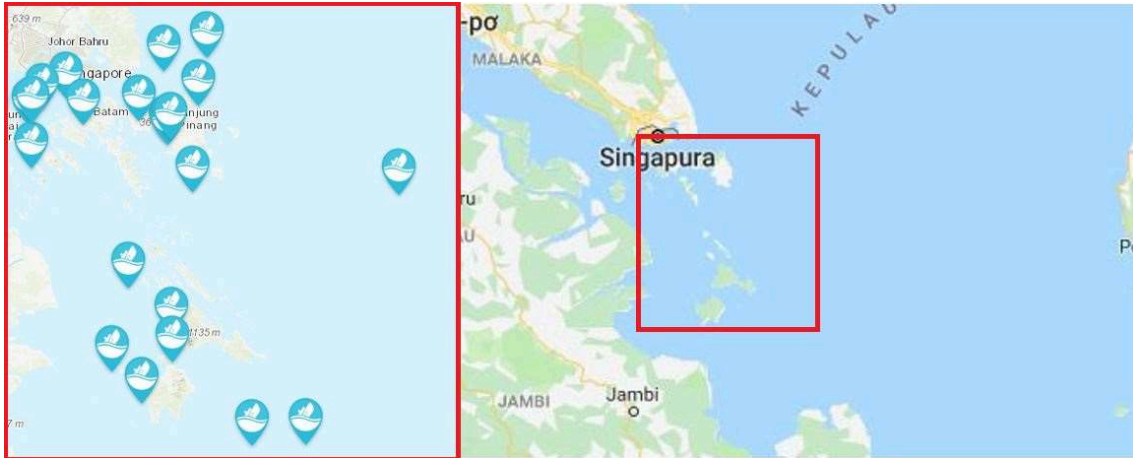
IV.1.1. Kemampuan Operasional

Rescue Boat pada tugas akhir ini dirancang untuk memiliki kemampuan *self-righting* untuk menunjang keamanan dalam proses operasi SAR yang dilakukan BASARNAS untuk mempertahankan keadaan kapal agar tetap stabil dalam kondisi gelombang yang tinggi. Kemampuan *self-righting* didasarkan pada Laporan Kinerja BASARNAS tahun 2016 dan catatan BMKG dimana pada musim-musim tertentu keadaan laut cukup berbahaya dengan tinggi gelombang mencapai 2.5 di daerah pulau bintang.

Dalam fungsinya sebagai sarana untuk membantu proses evakuasi, kapal ini dibuat dengan mempertimbangkan tingkat keamanan terutama saat menyaliri area-area yang sempit yang banyak terdapat batu karang. Untuk mengoptimalkan fungsinya kapal yang digunakan adalah kelas IV. Kapal kelas IV pada tugas akhir ini dirancang dengan konsep *unsinkable* dimana kapal yang akan didesain memiliki *double skin* dan *double bottom* dengan busa diantara rongganya. Hal tersebut dimaksudkan agar saat kapal mengalami kerusakan kapal tidak langsung dimasuki air. Volume *foam* juga dipertimbangkan untuk dapat memberikan gaya apung cadangan agar kapal tidak dapat tenggelam.

IV.1.2. Wilayah Operasional

Untuk meningkatkan pelayanan operasi SAR, maka BASARNAS telah menentukan target terhadap kecepatan tanggap pada operasi SAR dalam penanganan musibah, baik musibah pelayaran, penerbangan, bencana maupun musibah lain-lain. Capaian kecepatan tanggap pada operasi SAR ini dilihat dari rata-rata *response time* pelayaran.



Gambar IV. 1 Kecelakaan pelayaran zona Tanjungpinang 2017-2018

(Sumber: simasda.basarnas.go.id:8088)

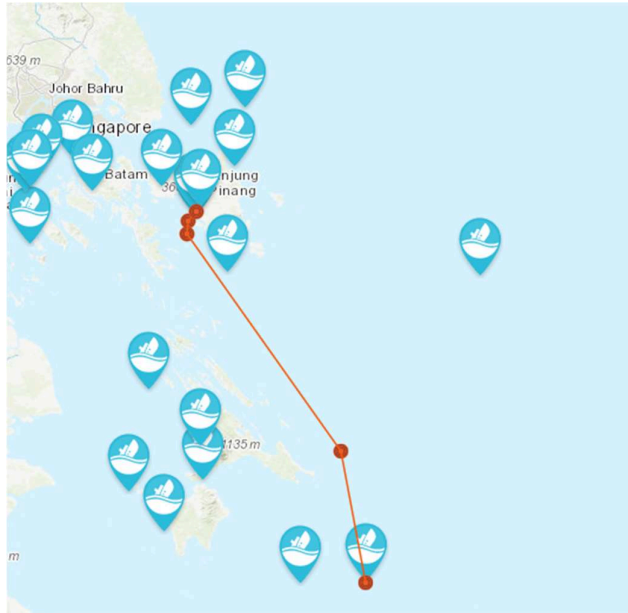
Pada tugas akhir ini direncanakan operasi kapal berada di wilayah Tanjungpinang. Hal tersebut dikarenakan zona ini merupakan salah satu daerah yang memiliki *response time* yang masih kurang baik berdasarkan laporan kinerja BASARNAS 2016 dan pada tahun 2017 memiliki *response time* paling lama dibandingkan *response time* zona lainnya. Hal tersebut disebabkan oleh beberapa faktor salah satunya yaitu kendala lapangan seperti cuaca ekstrim berdasarkan laporan kinerja BASARNAS 2016. Seperti peringatan dari BMKG yang melaporkan potensi gelombang tinggi di perairan Bintan dan Tanjungpinang yang mencapai 2.5 meter (tribunbatam.com,2019).

Dengan kondisi tersebut, pada tugas akhir ini akan didesain *rescue boat* BASARNAS kelas IV untuk menunjang sarana SAR laut di zona Tanjungpinang.

IV.1.3.Jangkauan Operasi

Untuk menunjang penyelamatan korban di lautan, Badan SAR Nasional telah memiliki *Rescue Boat*. Selain sebagai sarana angkut tim penolong (*rescue team*) yang akan memberikan pertolongan, sarana laut juga harus memiliki kemampuan mencari dan mengarungi lautan pada berbagai kondisi alam dan cuaca.

Jangkauan yang dapat dicapai oleh *rescue boat* pada pengerjaan tugas akhir ini adalah 110 mil laut. Jangkauan tersebut mengacu pada jarak terjauh berdasarkan data kecelakaan kapal pada zona pencarian Tanjungpinang. Untuk desain nantinya kapal memiliki kemampuan untuk berlayar 220 mil laut dengan asumsi keberangkatan dan perjalanan pulang. Pengukuran jarak yang dimaksud seperti gambar berikut.



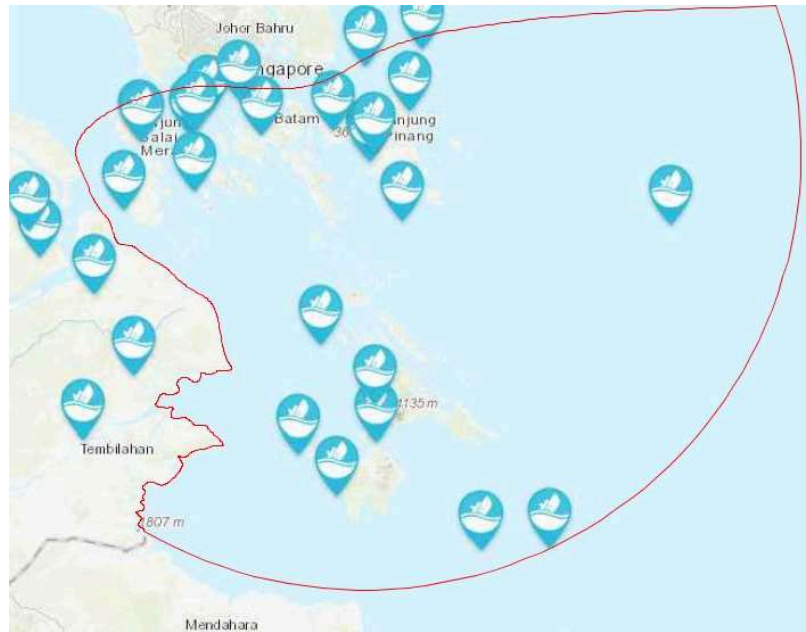
Gambar IV. 2 Jangkauan operasional

Jangkauan diukur dari pelabuhan terdekat kantor pusat BASARNAS Tanjungpinang yaitu Pelabuhan Sri Bintang Pura ke area lokasi kecelakaan kapal di area selatan pulau Lingga. Sebagai perbandingan, berikut merupakan jangkauan beberapa kapal BASARNAS dan kapal-kapal pembanding lainnya yang sejenis.

Tabel IV. 1 *Endurance* kapal pembanding

Nama Kapal	L [m]	Endurance [nm]
SAR-402	12	103
SAR-411	12	85.5
SAR-413	12	57.24
Barracuda SV13	14	200+
Interceptor 48	15	227

Dari Tabel IV. 1 dapat diketahui bahwa kapal-kapal sejenis memiliki *endurance* sekitar 50-230 nm. Berikut merupakan radius operasi yang direncanakan untuk operasi *rescue boat* pada tugas akhir ini dengan jangkauan sejauh 110 nm dan *endurance* 220 nm.



Gambar IV. 3 Area operasi

Dapat diketahui dari Gambar IV. 3 area operasi dari *rescue boat* pada tugas akhir ini. Untuk area barat area operasi berbatasan dengan zona pencarian Pekanbaru, untuk bagian selatan dan barat area operasi dibatasi dengan batas maksimal dari jangkauan operasi yang direncanakan. Batasan area operasi bagian utara dibatasi dengan perbatasan negara Singapura dan Malaysia.

IV.1.4.Kecepatan

Untuk kebutuhan kecepatan, BASARNAS telah mengatur margin atau batasan kecepatan minimum yaitu sebesar 15 knot berdasarkan Peraturan Kepala Badan SAR Nasional No. PK.14 Tahun 2012. Sebagai bahan perbandingan untuk kapal kelas IV BASARNAS dengan nomor lambung SAR-402 memiliki kecepatan 30 knot. Berdasarkan data tersebut maka pada pengerjaan tugas akhir ini kecepatan yang akan didesain yaitu sebesar 30 knot untuk *service speed* dan 35 knot untuk kecepatan maksimum.

IV.1.5.Payload

Standar kru *rescue boat* BASARNAS diatur di Peraturan Kepala Badan SAR Nasional No.PK 18 Tahun 2011 sebanyak 6 orang yaitu sebagai berikut.

1. Bagian Dek

Tabel IV. 2 Standar awak *rescue boat* BASARNAS kelas IV bagian dek

No	Jabatan	Sertifikat Keahlian	Sertifikat Keterampilan	Jumlah
1	Nakhoda	ANT- V	BST, SCRB, AFF, MFA, MC, ORU, ISM Code	1 orang
2	Mualim I	ANT - D	BST, SCRB, AFF, MFA, MC, ORU, ISM Code	1 orang
3	Juru mudi	ANT - D	BST, SCRB, AFF,	1 orang
Jumlah				3 orang

2. Bagian Mesin

Tabel IV. 3 Standar awak *rescue boat* BASARNAS kelas IV bagian mesin

No	Jabatan	Sertifikat Keahlian	Sertifikat Keterampilan	Jumlah
1	KKM	ATT-V	BST, SCRB, AFF, ISM Code	1 orang
2	Masinis I	ATT - D	BST, SCRB, AFF, ISM Code	1 orang
3	Juru Minyak	ATT - D	BST, SCRB, AFF,	1 orang
Jumlah				3 orang

Keterangan :

BST : Basic Safety Training

SCRB : Survival Craft and Rescue Boat

AFF : Advance Fire Fighting

MFA : Medical First Aid

MC : Medical Care

ORU : Operator Radio Umum

ISM CODE : International Safety Management Code

Muatan dari kapal kelas IV BASARNAS telah diatur di Peraturan Kepala Badan SAR Nasional No.PK.14 Tahun 2012 yaitu kapal harus mampu menampung minimal 15 orang termasuk kru didalamnya. Pada tugas akhir ini *payload* sebanyak 16 orang dengan 6 orang kru serta 10 orang penumpang.

IV.1.6. Bahan Utama Kapal

Kapal *rescue boat* nanti akan dibuat dengan bahan dasar HDPE. Berdasarkan DNV-GL batasan ukuran kapal untuk kapal bahan dasar HDPE adalah sepanjang 24 meter dimana *range* panjang tersebut merupakan panjang kapal kelas IV yaitu dibawah 20 meter. HDPE dipilih atas dasar beberapa keunggulan sebagaimana yang telah dijelaskan pada sub bab II.2.3. Selain itu HDPE juga dapat membantu proses desain kapal dengan kemampuan *self righting* lebih mudah dikarenakan HDPE lebih berat dari *fiberglass*. Hal tersebut dapat membuat titik berat vertikal kapal menjadi lebih kebawah. Titik berat yang semakin kebawah membuat kapal memiliki keunggulan stabilitas yang lebih baik.

IV.1.7. Perlengkapan

Perlengkapan untuk kapal kelas IV BASARNAS diatur dalam Peraturan Kepala Badan SAR Nasional No.PK.14 Tahun 2012. Adapun kelengkapan minimal yang dimaksud adalah sebagai berikut.

- a) Peralatan Komunikasi GMDSS A3
- b) Peralatan Navigasi
- c) *Fire Fighting System / Water Canon*
- d) Destilator
- e) *Electric Winch*
- f) *Fire Extinguisher*

Sebagaimana fungsinya sebagai kapal pencarian dan penyelamatan, maka kapal juga harus memiliki kelengkapan pencarian dan pertolongan. Berikut merupakan perlengkapan untuk membantu proses pencarian dan pertolongan korban.

- a) Peralatan Selam
- b) *Life Jacket*
- c) *Life Buoy*
- d) *Parachute Signal*
- e) *Red Hand Flare*
- f) *Smoke Signal*
- g) Tandu Lipat
- h) *Basket Stretcher*
- i) *Flooding Stretcher*
- j) *Self Contain Breathing Apparatus*
- k) *Neck Collar*
- l) *Medical Trauma Kit*
- m) *Rescue Net*
- n) *Survival Kit*
- o) *Fire Extinguisher*
- p) *Life Raft*

IV.1.8. Konsep Operasi

Berikut merupakan skenario operasi yang dilakukan oleh tim SAR secara umum.

Tabel IV. 4 Skenario konsep operasi SAR

Tahap	Kegiatan
Persiapan	Pengecekan kelengkapan SAR
Keberangkatan	Berlayar menuju lokasi kejadian
Operasi SAR	Melakukan pencarian dan penyelamatan korban
Kembali	Menuju pos atau unit kesehatan terdekat

Konsep operasi SAR dapat digambarkan pada Tabel IV. 4 dimana pada konsep operasi dapat diasumsikan ada tiga kondisi *loadcase* pada empat tahap. Diantaranya adalah tahap keberangkatan dimana pada kondisi tersebut kapal memiliki berat *consumable* sebanyak 100% dan orang yang ada di dalam kapal hanya tim SAR itu sendiri. Kemudian pada tahapan inti saat melakukan evakuasi korban kondisi, berat *consumable* kapal diasumsikan sebanyak 50% dengan keadaan kapal terisi penuh sebanyak 16 orang. Lalu pada tahap akhir ketika kapal selesai dengan misinya diasumsikan *berat consumable* kapal adalah 0% dengan keadaan kapal terisi penuh 16 orang.

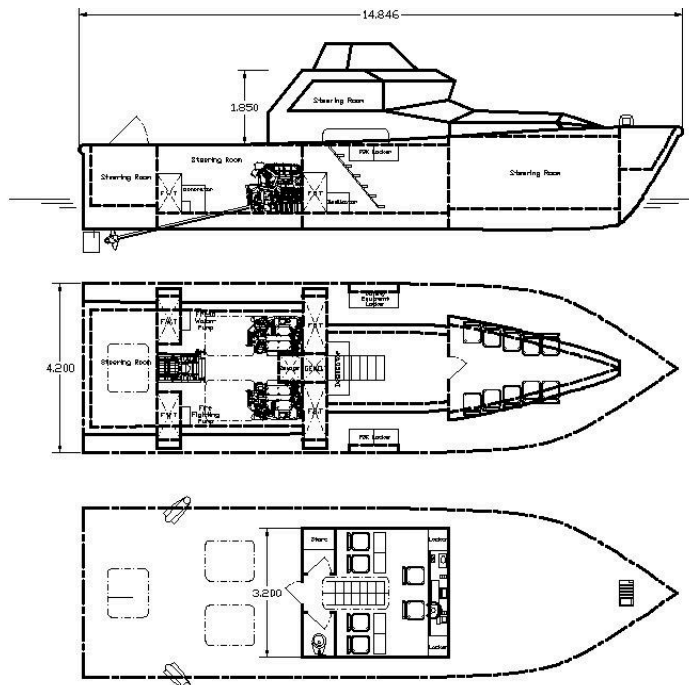
IV.2. Penentuan Ukuran Utama

Ukuran utama pada pengerjaan tugas akhir ini didapatkan dengan penggambaran *layout* awal yang mengacu kepada tiga kapal pembanding yang memiliki kemampuan *self righting*. Tiga kapal pembanding berikut ini merupakan kapal yang memiliki kemiripan *oprational requirement*. Diantaranya data kapal yang dimaksud adalah sebagai berikut.

Tabel IV. 5 Data kapal pembanding

Name	LoA [m]	B [m]	T	Speed [kn]	Capacity	Engine [HP]
SAFE 44 Full Cabin	13.4	4.3	0.762	?	14	1500
Barracuda SV13	14	4.2	0.75	30- 40	16	1300
Interceptor 48	15	4.4	1.35	24-25	15	1100

Dapat diketahui dari Tabel IV. 5 dimana *range* dari panjang keseluruhan antara 13.4-15 meter dan memiliki lebar sekita 4.2-4.4 meter dan sarat 0.75-1.35 meter. Ketiga kapal tersebut merupakan kapal dengan kemampuan *self righting* yang memiliki lambung berbentuk *planning hull* dengan *superstructure* yang cukup besar dengan sistem propulsi *twin screw*. Untuk area dibawah geladak utama digunakan sebagai ruang akomodasi atau ruang penumpang. Atas dasar pertimbangan tersebut, didapat *layout* awal adalah sebagai berikut.



Gambar IV. 4 *Layout* awal

Dapat diketahui dari Gambar IV. 4 untuk desain awal dari *General Arrangement* dengan dimensi sebagai berikut.

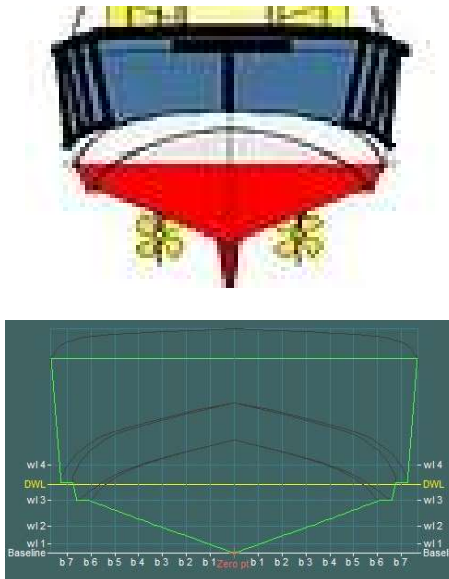
Tabel IV. 6 Ukuran utama awal

Ukuran Utama [m]	
LoA	14.8
B	4.2
T	0.76
H	2.1

Dari ukuran utama yang didapat perlu diperhatikan mengenai penggunaan HDPE sebagai bahan dasar pembuatan kapal. Seperti yang diketahui pada tinjauan pustaka II.2.3 bahwa maksimal panjang kapal yang dapat dibuat dari HDPE adalah 24 meter menurut DNV-GL. Untuk metode pembuatan yang digunakan dalam pembuatan kapal ini adalah metode pengelasan dengan pelat lembaran.

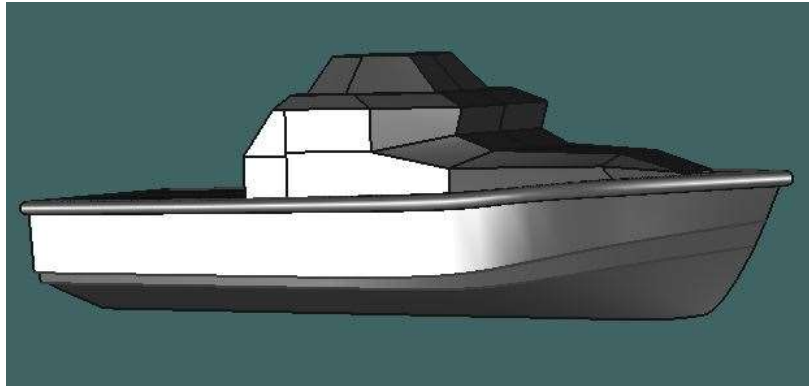
IV.3. Pembuatan Model Awal

Pembuatan model awal dilakukan dengan menggunakan *software maxsurf modeller*. Model yang dibuat di *maxsurf* disesuaikan dengan ukuran utama awal sesuai pada Tabel IV. 6. Bentuk lambung pada kapal ini adalah *planning hull* dengan mereferensi salah satu dari kapal pembanding pada **Error! Reference source not found.** yaitu *Interceptor 48* dengan beberapa modifikasi. *Interceptor 48* dipilih karena memiliki ukuran yang paling mendekati diantara kapal pembanding lainnya.



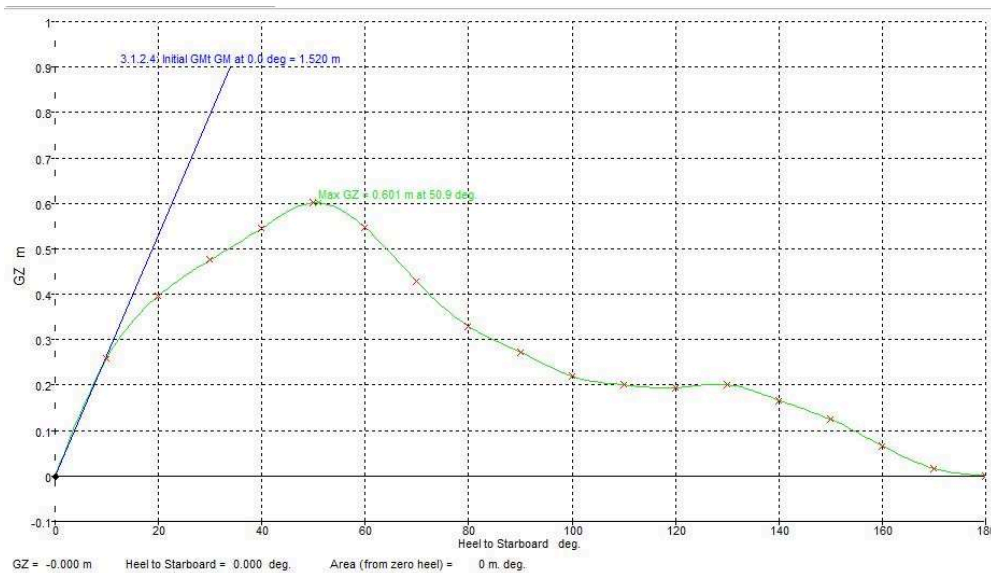
Gambar IV. 5 Bentuk lambung tampak depan *Interceptor 48* (atas) dan model awal *rescue boat* (bawah).

Desain awal juga memodelkan bentuk dari *superstructure*. Berikut merupakan tampilan 3D awal dari hasil pembuatan model menggunakan *software* Maxsurf Modeler,



Gambar IV. 6 Desain model awal

Dari model awal yang dibuat kemudian akan dilakukan simulasi kemampuan *self righting*. Simulasi kemampuan *self righting* menggunakan *software* Maxsurf Stability. Simulasi ini dilakukan untuk memastikan model yang dibuat sementara ini memiliki kemampuan *self righting* sehingga dapat dilanjutkan untuk tahap selanjutnya yaitu perhitungan teknis. Berikut merupakan hasil dari kurva GZ dari model awal yang dibuat.



Gambar IV. 7 Kurva GZ model awal

Simulasi perhitungan stabilitas pada model awal dilakukan dengan asumsi dengan kapal tidak mengalami *trim* ($LCG = LCB$) dan titik berat secara vertikal diasumsikan sebesar 1.4m dari *baseline*. Dapat dilihat hasil simulasi yang dilakukan ditunjukkan pada Gambar IV. 7 bahwa

nilai GZ selalu positif. Hal ini menjelaskan bahwa kapal memiliki kemampuan *self righting* sebagaimana yang dijelaskan pada sub bab II.2.2 dimana kurva stabilitas (GZ) harus bernilai positif pada setiap sudut dimana nilai GZ lebih besar dari nol (Birmingham, 2004).

IV.4. Perhitungan Hambatan

Perhitungan hambatan total kapal dihitung dengan menggunakan metode untuk kapal cepat yaitu pada pengerjaan tugas akhir ini adalah metode savitsky. Perhitungan hambatan dengan metode savitsky menggunakan persamaan-persamaan sebagaimana yang dijelaskan pada sub bab II.1.4.

$$RT = \Delta \tan \tau + \frac{1}{2} \rho V^2 \lambda b^2 C_f / (\cos \tau \cos \beta)$$

Dengan komponen sebagai berikut :

$$\Delta = 19.027 \text{ ton}$$

$$\tau = 1.685^\circ$$

$$\rho = 1.025 \text{ ton/m}^3$$

$$V = 35 \text{ kn}$$

$$\lambda = 3.730$$

$$b = 3.984 \text{ m}$$

$$C_f = 0.002$$

$$B = 19^\circ$$

Dari perhitungan tersebut, maka didapat nilai hambatan total adalah sebesar 24.099kN.

Perhitungan hambatan juga dilakukan dengan bantuan *software* Maxsurf Resistance. Metode perhitungan dengan *software* Maxsurf Resistance mengacu kepada batasan kecepatan sesuai panduan dari Maxsurf

Speed

The resistance prediction algorithms are useful only within certain speed ranges; these limits are:

Algorithm:	Low - speed limit	High - speed limit
Savitsky (pre-planing)	$F_{n_V} = 1.0$	$F_{n_V} = 2.0$
Savitsky (planing)	$F_{n_b} = 1.0$	None, see note below
Blount and Fox	$F_{n_V} = 1.0$	None, see note below
Lahtiharju (round bilge)	$F_{n_V} = 1.5$	$F_{n_V} = 3.8$
Lahtiharju (hard chine)	$F_{n_V} = 1.5$	$F_{n_V} = 5.0$
Wyman	0.0	depends on "DL ratio"
Holtrop	0.0	$F_{n_L} = 0.80$
Van Oortmerssen	0.0	$F_{n_L} = 0.50$
Series 60	$F_{n_V} = 0.282$	$F_{n_V} = 0.677$
Delft	0.0	$F_{n_L} = 0.75$
Compton	$F_{n_L} = 0.1$	$F_{n_L} = 0.6$
Fung	$F_{n_L} = 0.134$	$F_{n_L} = 0.908$
KR Barge	0.0	$F_{n_L} = 0.50$
Slender Body	0.0	Up to $F_{n_L} \approx 1.0$ depending on slenderness ratio

Gambar IV. 8 Batasan prediksi hambatan pada Maxsurf Resistance

(Sumber: User Manual Maxsurf Resistance)

Dari perhitungan *software* Maxsurf Resistance nilai hambatan yang didapat adalah sebesar 27.1 kN. Dikarenakan perhitungan dengan *software* Maxsurf Resistance lebih besar, maka ditentukan hambatan total kapal yang terjadi untuk kecepatan 35 knot adalah 27.1 kN.

IV.5. Sistem Propulsi

Dari kapal pembanding seperti pada **Error! Reference source not found.** diketahui sistem propulsi yang digunakan berbeda-beda yaitu antara *propeller* dan *waterjet*. Untuk itu penentuan sistem propulsi pada pengerjaan tugas akhir ini dilakukan perbandingan antara sistem propulsi dengan menggunakan *propeller* dengan *waterjet*. Analisis dilakukan untuk mendapatkan sistem propulsi yang paling efisien dari kedua sistem tersebut.

IV.5.1. *Propeller Overall Propulsion Coefficient*

Perhitungan efisiensi dengan sistem propulsi *propeller* dipengaruhi oleh beberapa komponen. Diantaranya berikut merupakan komponen yang mempengaruhi nilai efisiensi dalam sistem propulsi *propeller*.

Tabel IV. 7 Rekapitulasi komponen perhitungan efisiensi *propeller*

Komponen	Nilai	Keterangan
η_H	1.00	
η_R	0.98	
η_O	0.55	propeller eff. = 0.5 - 0.6
$\eta_S \eta_B$	0.98	for machinery aft
η_T	0.975	each gear reduction, thrust bearing, reversing gear path

Dari nilai koefisien efisiensi tersebut dapat dihitung *Overall Propulsive Coefficient* (OPC) yang merupakan nilai seluruh efisiensi. Berikut merupakan persamaan nilai OPC dari penggunaan jika menggunakan sistem propulsi *propeller*.

$$\begin{aligned} \text{OPC} &= \eta_H \eta_R \eta_O \eta_S \eta_B \eta_T \\ &= 0.515 \end{aligned}$$

Dapat diketahui dari perhitungan OPC tersebut nilai efisiensi sistem propulsi dengan menggunakan *propeller* adalah 51.15 %.

IV.5.2. *Waterjet Overall Propulsion Coefficient*

Perhitungan efisiensi sistem propulsi *waterjet* dipengaruhi oleh beberapa faktor sebagaimana yang dijelaskan pada sub bab II.1.5 dengan rincian komponen sebagai berikut :

$$V_w = 15.928 \text{ m/s}$$

$$T = 13550 \text{ N}$$

$$\rho = 1.025 \text{ ton/m}^3$$

$$A_j = 0.042 \text{ m}^2 \text{ (asumsi luas nosel } \textit{waterjet} \text{ dari } \textit{catalogue})$$

Dari persamaan II.10 tersebut, maka didapat nilai kecepatan jet adalah 27.362 m/s.

Selanjutnya dilakukan perhitungan efisiensi dari jet dengan rekapitulasi komponen sebagai berikut.

Tabel IV. 8 Rekapitulasi komponen perhitungan efisiensi jet

Komponen	Nilai	Keterangan
ψ	1.5%	(1-4%) kerugian yang terjadi pada pompa
ζ	17%	(16-20%) kerugian yang terjadi pada sisi isap
h_j	0.36	Tinggi nosel (asumsi dari <i>catalogue</i>) [m]
μ	0.658	Rasio kecepatan kapal dengan jet
V_J	27.362	Kecepatan jet

Dari nilai komponen tersebut maka didapatkan nilai efisiensi jet adalah sebesar 0.686. Kemudian dari perhitungan efisiensi jet tersebut dapat dihitung nilai OPC dari penggunaan propulsi *waterjet* dengan persamaan berikut.

$$OPC = \eta_j \eta_P \eta_T \eta_H$$

Dengan komponen sebagai berikut :

$$\eta_j = 0.686$$

$$\eta_P = 0.9 \text{ (asumsi efisiensi pompa)}$$

$$\eta_T = 0.96 \text{ (asumsi efisiensi transmisi)}$$

$$\eta_H = 1$$

Dari perhitungan tersebut, maka didapat nilai OPC dari penggunaan propulsi *waterjet* adalah sebesar 0.59. Maka dapat disimpulkan penggunaan sistem propulsi *waterjet* lebih efisien dibandingkan dengan menggunakan sistem propulsi *propeller* untuk kapal *rescue boat* pada tugas akhir ini dengan nilai *waterjet overall propulsive coefficient* sebesar 0.59 dibandingkan dengan *propeller* 0.515.

IV.6. Pemilihan Mesin Utama

Dari perhitungan OPC tersebut dapat ditentukan sistem propulsi yang digunakan adalah dengan *waterjet*. Untuk dapat menghitung kapasitas mesin yang dibutuhkan dapat menggunakan persamaan dibawah ini.

$$BHP = R_t \times V_s / OPC$$

Dengan komponen sebagai berikut :

$$R_t = 27.1 \text{ kN}$$

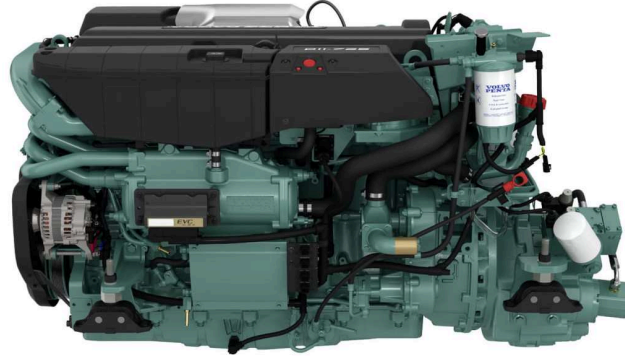
$$V_s = 35 \text{ knot} = 18 \text{ m/s}$$

$$OPC_{W.J} = 0.59$$

$$OPC_{Prop.} = 0.515$$

Dapat diketahui dari perhitungan tersebut nilai BHP (*Brake Horse Power*) untuk penggunaan sistem propulsi *waterjet* adalah 822.886 kW. Kemudian diberikan koreksi MCR (*Maximum Continuous Rating*) dengan nilai sebesar 15% dari BHP sehingga nilai MCR adalah 946.319 kW atau setara dengan 1269.013 Hp. Karena dalam desain sistem propulsi ini menggunakan dua mesin, maka setiap mesinnya minimal harus memiliki kapasitas sebesar 634.507 Hp untuk sistem propulsi *waterjet*.

Berdasarkan perhitungan propulsi tersebut maka dipilih mesin penggerak diesel dari Volvo dengan spesifikasi RPM 2450 dan *power* sebesar 670 Hp atau setara dengan 493 kW yang dapat dilihat pada Gambar IV. 9 berikut ini.



Gambar IV. 9 Volvo D11-670
(Sumber: www.volvopenta.com)

Berikut merupakan spesifikasi dari mesin Volvo D11-670 yang dipilih sebagai mesin penggerak utama.

Tabel IV. 9 Spesifikasi Mesin Volvo D11-670

Spesifikasi	Nilai	Units
Panjang	1729	mm
Lebar	940	mm
Tinggi	1029	mm
Konsumsi Bahan Bakar	221	g/KWh
Power	493	kW
RPM	2450	
Berat	1145	kg

Volvo D11-670 dipilih dengan pertimbangan *rating* dari mesin. Volvo memiliki *rating* mesin yang dapat didefinisikan sebagai fungsi dari kegunaan dari mesin tersebut. Untuk Volvo D11-670 merupakan mesin dengan *rating* 5. *Rating* 5 dapat digunakan untuk keperluan *high speed planning craft*. Hal tersebut juga dapat dicirikan dengan mesin yang relatif lebih ringan dibandingkan dengan mesin Volvo lainnya. Sebagai contoh untuk mesin Volvo D12-650 dengan *rating* 3 yang dapat difungsikan sebagai *semi planning* memiliki berat yang lebih berat yang dapat mencapai 1400 kg dibandingkan Volvo D11-670 yang hanya 1145 kg

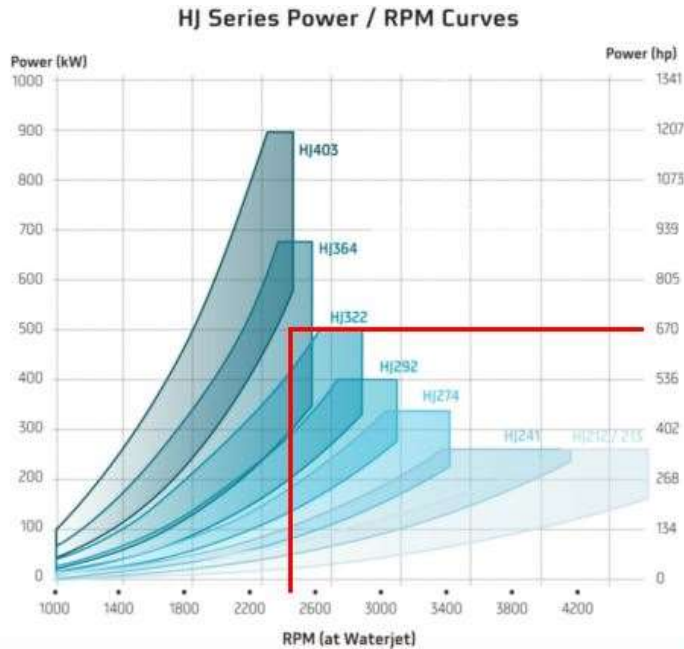
Technical Data	
Engine designation	D11-670
No. of cylinders and configuration	in-line 6
Method of operation	4-stroke, direct-injected, turbocharged diesel engine with aftercooler
Bore/stroke, mm (in.)	123/152 (4.84/5.98)
Displacement, l (in ³)	10.84 (661.3)
Compression ratio	16.5:1
Dry weight bobtail, kg (lb)	1145 (2524)
Crankshaft power, kW (hp) @ 2450 rpm	493 (670)
Max. torque, Nm (lb.ft) @ 2100 rpm	2242 (1653)
Emission compliance	IMO NOx, EU RCD Stage II, US EPA Tier 3
Rating	R5*
Recommended fuel to conform to	ASTM-D975 1-D & 2-D, EN 590 or JIS KK 2204
Specific fuel consumption, g/kWh (lb/hph) @ 2450rpm	221 (0.358)
Flywheel housing/SAE size	11.5"/SAE 2
<small>Technical data according to ISO 8665. With fuel having an LHV of 42700 kJ/kg and density of 840 g/liter at 15°C (60°F). Merchant fuel may differ from this specification which will influence engine power output and fuel consumption.</small>	
<small>*RATING 5. For pleasure craft applications, and can be used for high speed planing crafts in commercial applications</small>	

high speed planing crafts

Gambar IV. 10 Spesifikasi Mesin Volvo D11-670

(Sumber: www.volvopenta.com)

Dari spesifikasi mesin tersebut dapat dipilih *waterjet* yang sesuai. Pemilihan *waterjet* dapat ditentukan berdasarkan *power* dan RPM dari mesin utama. *Waterjet* yang cocok dapat dilihat dengan *plotting* dari gambar grafik dibawah ini.



Gambar IV. 11 *Waterjet* Power vs RPM

(Sumber: <https://www.hamiltonjet.com/global/hj-series>)

Dari grafik pada Gambar IV. 11 dapat diketahui *waterjet* yang cocok untuk digunakan pada mesin utama Volvo D11-670 dengan *power* sebesar 670 Hp dan RPM 2450 adalah *waterjet* HJ Series HJ364.

IV.7. Pemilihan Auxiliary Engine

Untuk memenuhi kebutuhan listrik kapal, kapal menggunakan *auxiliary engine*. Kebutuhan listrik pada kapal tergantung dari komponen listrik yang terpasang pada kapal. Untuk itu dalam memilih *auxiliary engine* dilakukan perhitungan daya dari setiap komponen yang ada pada kapal. Berikut merupakan rekapitulasi kebutuhan daya yang dibutuhkan kapal untuk menentukan kapasitas *auxiliary engine*.

Tabel IV. 10 Rekapitulasi kebutuhan *power*

Power Requirement					
NO	Item	Type	Qty	Power [KW]	Total Power [KW]
1	Navigation Room Light	FC218NS-GSA	1	0.036	0.036
2	Accomodation Room Ligh Store Room (below m.d)	FL240NF-GIS	1	0.072	0.072
3	Light	FL240WS-GISTH	1	0.072	0.072
4	Machinery Room Light	FL240WS- GISWNM	1	0.072	0.072
5	Masthead Light	DHR 35	1	0.025	0.025

6	Starboard Side Light	DHR 35	1	0.025	0.025
7	Portside Light	DHR 35	1	0.025	0.025
8	Stern Light	DHR 35	1	0.025	0.025
9	All-Round Light	DHR 35	1	0.025	0.025
10	Anchor Light	DHR 35	1	0.025	0.025
11	Search Light	PP50I-20USCF	2	1	2
12	Auto Pilot	PilotStar D	1	0.015	0.015
13	Inmarsat C	Felcom18	1	0.05	0.05
14	VHF	VHF 300 Marine Radio	1	0.033	0.033
15	Chart Plotter	Raymarine C120	1	0.012	0.012
16	Marine Radar	MR-1010RII	1	4	4
17	GPS	Navigator Furuno YDVC003- YDVC004	1	0.04	0.04
18	Anchor Windlass	DT20A	1	0.4	0.4
19	AHU Navigation Room	DT20A	1	1.1	1.1
20	AHU Accomodation Room	DT20A	1	1.1	1.1
21	Vent. Fan Machinery	DEN VENT17824	1	0.024	0.024
22	Vent. Fan	DEN VENT17824	1	0.024	0.024
23	Water Canon	FL-AFFC0.8/20S- ZX50	2	0.08	0.16
24	Fire Fighting Pump	SEN32-160B	1	2.2371	2.2371
25	Destilator	M-60	1	1.4	1.4
26	Fresh Water Pump	SEN32-160B	1	2.2371	2.2371
27	Electric Winch	KDJ-6000L	1	3.6	3.6
					18.8342
					Margin + 10%= 20.71762

Dapat diketahui dari perhitungan rekapitulasi kebutuhan *power* tersebut, *power* listrik yang dibutuhkan adalah 20.718 kW. Maka dipilih *auxiliary engine* yang dapat memenuhi keperluan dari kebutuhan *power* tersebut. Dari perhitungan tersebut dipilih Generator Kohler Generator Kohler 24EKOZD dengan spesifikasi *power* mencapai 24kW. Berikut merupakan spesifikasi dari *auxiliary engine* yang dimaksud.

Tabel IV. 11 Spesifikasi Generator

Spesifikasi	Nilai	Units
Panjang	1729	mm
Lebar	940	mm
Tinggi	1029	mm
Konsumsi Bahan Bakar	221	g/KWh
Power	493	kW
RPM	2450	
Berat	1145	kg

IV.8. Perhitungan *Consumable*

Sebagaimana yang diketahui untuk area pelayaran adalah area pencarian Tanjungpinang dengan jangkauan mencapai 220 nm. Untuk dapat memenuhi kebutuhan perbekalan dan konsumsi lainnya seperti bahan bakar selama berlayar maka dilakukan perhitungan sebagaimana berikut.

Diketahui data pelayaran sebagai berikut

$$\begin{aligned} V_s &= 30 \text{ kn} \\ &= 15.432 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Range} &= 220 \text{ nm} \\ &= 407.44 \text{ km} \end{aligned}$$

$$\text{Endurance} = 7.33 \text{ jam (digenapkan menjadi 8 jam)}$$

$$\begin{aligned} W_{fo \text{ engine}} &= (\text{SFR} \times \text{MCR}) \times (\text{range/speed}) \times \text{margin} \\ &= 0.84 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{fo \text{ generator}} &= \rho_{FO} \times V_{fo} \\ &= 46.824 \text{ kg} \end{aligned}$$

Dari data tersebut maka dapat ditentukan kebutuhan kapasitas *fuel oil* dari mesin utama dan generator. Kebutuhan konsumsi bahan bakar didapatkan dari spesifikasi mesin utama dan generator. Dari spesifikasi yang diketahui untuk mesin utama membutuhkan 0.84 ton dan generator membutuhkan 52 kg untuk bekerja selama 8 jam.

$$\begin{aligned} W_{fw} &= 0.17 \text{ ton/ (person} \times \text{day)} \\ &= 906.667 \text{ ton} \end{aligned}$$

Kebutuhan air tawar selama perjalanan adalah 0.17 ton per orang setiap harinya (Parson, 2001). Sebagaimana yang diketahui kapasitas kapal adalah 16 orang. Maka didapatkan untuk kebutuhan air tawar selama perjalanan minimal 906.76 kg kemudian kapal didesain mampu membawa 917.2 kg.

$$\begin{aligned} W_{pr} &= 0.01 \text{ ton/ (person} \times \text{day)} \\ &= 0.053 \text{ ton} \end{aligned}$$

Kebutuhan lainnya adalah perbekalan. Sebagaimana misi kapal ini adalah untuk pencarian dan penyelamatan kprban maka kebutuhan obat-obatan juga masuk dalam perbekalan.

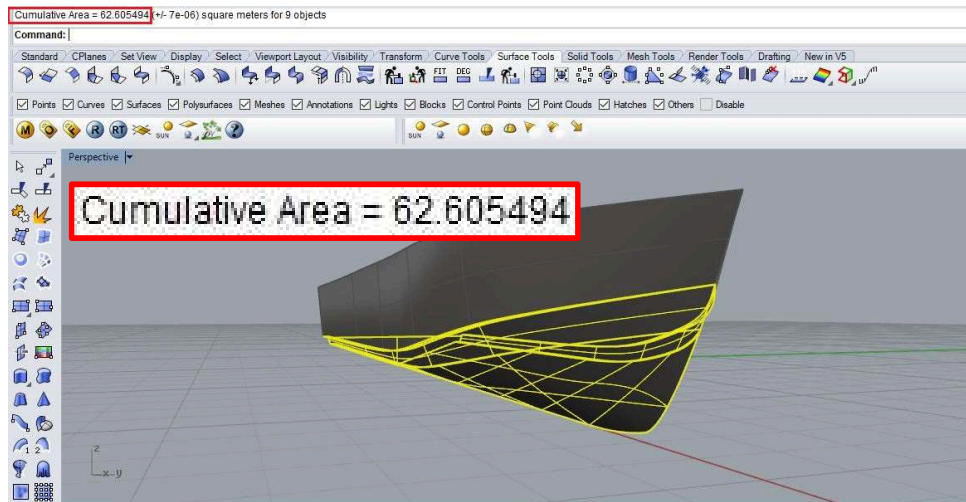
Kebutuhan perbekalan 0.01 ton per orang setiap harinya (Parson, 2001). Maka dapat diketahui berat perbekalan untuk kebutuhan 16 orang adalah 53.33 kg.

IV.9. Perhitungan Berat dan Titik Berat

Perhitungan berat dibedakan menjadi dua komponen yaitu LWT dan DWT. Komponen LWT meliputi seluruh komponen pada kapal yang tidak dapat dipindahkan ke luar kapal seperti lambung kapal, peralatan, permesinan. Komponen DWT meliputi seluruh komponen pada kapal yang dapat dipindahkan ke luar kapal seperti bahan bakar, *consumable*, *payload* dan kru kapal.

IV.9.1. Perhitungan Berat dan Titik Berat LWT

Perhitungan berat LWT meliputi berat lambung, perlengkapan kapal, alat-alat kelistrikan, permesinan, dan *waterjet*. Untuk dapat menghitung berat lambung kapal pada pengerjaan tugas akhir ini digunakan *software* 3D CAD. Perhitungan dilakukan dengan mengukur luasan keseluruhan permukaan lambung beserta *superstructure*. Luasan yang didapat kemudian dikalikan dengan tebal pelat yang dihitung berdasarkan aturan DNV-GL dengan grafik pada Gambar II. 20 dan Gambar II. 21.



Gambar IV. 12 Perhitungan luas pelat pada 3D CAD

Selain dari berat kapal perhitungan LWT lainnya juga dihitung diantaranya ada berat perlengkapan kapal, alat-alat kelistrikan kapal, permesinan, *waterjet*. Berikut merupakan rekapitulasi perhitungan berat dan titik berat dari komponen LWT kapal.

Tabel IV. 12 Rekapitulasi berat dan titik berat LWT

Weight								
LWT	Item	Qty / [%]	Mass [kg]	Mass * Qty	Lcg [m]	Mass.Lcg	Vcg [m]	Mass.Vcg
	Hull	1	9885.818	9885.818	6.552	64770.27	1.325	13094.31
	Engine	2	1145	2290	2.865	6560.85	1.115	2552.205
	Waterjet	2	408.00	816	0.500	408	0.620	505.92
	Electricity	1	862.239	862.239	6.066	5230.427	1.312	1131.001
	Outfitting	1	700.3764	700.3764	8.623	6039.195	2.213	1550.203
Total LWT [kg]				14554.43	5.703		1.294	

IV.9.2. Perhitungan Berat dan Titik Berat DWT

Komponen DWT pada kapal ini diantaranya adalah *payload* yang pada kapal ini yaitu penumpang, komponen lainnya adalah bahan bakar dari mesin penggerak utama dan generator, air tawar, *sewage* dan perbekalan ketika berlayar. Komponen DWT dapat berubah-ubah tergantung dari kondisi kapal. Perubahan komponen berat yang dimaksud dapat disebut *loadcase*. Berikut merupakan rekapitulasi berat dan titik berat dari DWT.

Tabel IV. 13 Rekapitulasi berat dan titik berat DWT

DWT	Item	Qty / [%]	Mass [kg]	Mass * Qty	Lcg [m]	Mass.Lcg	Vcg [m]	Mass.Vcg
	Engine F.O	100%	1679.20	1679.2	6.026	10118.86	0.9	1511.28
	Gen. F.O	100%	52	52	5.75	299	0.9	46.8
	F.W	100%	917.2	917.2	1.58	1449.176	1.1	1008.92
	Provisions & Stores	1	53.33	53.33	7.145	381.0667	1.75	93.33333
	Pass. Front Seat 1	2	75	150	11.247	1687.05	1.2	180
	Pass. Front Seat 2	2	75	150	10.747	1612.05	1.2	180
	Pass. Front Seat 3	2	75	150	10.247	1537.05	1.2	180
	Pass. Front Seat 4	2	75	150	9.747	1462.05	1.2	180
	Pass. Front Seat 5	2	75	150	9.247	1387.05	1.2	180
	Crew Nav. Seat 6	2	75	150	8.167	1225.05	2.8	420
	Crew Nav. Seat 7	2	75	150	6.625	993.75	2.8	420
	Crew Nav. Seat 8	2	75	150	6.625	993.75	2.8	420
	Ballast	100%	158.6	158.6	12.721	2017.551	0.794	125.928
Total DWT [kg]				4060.333	6.198		1.218	

Perhitungan DWT pada Tabel IV. 13 merupakan rekapitulasi berat pada saat kapal memuat semua kru (sebanyak 6 orang) dan penumpang (sebanyak 10 orang), perbekalan terisi penuh, kondisi tangki dari bahan bakar mesin penggerak utama, generator, dan air tawar penuh.

IV.10. Pengecekan *Displacement*

Rekapitulasi berat dari LWT dan DWT kemudian di jumlahkan untuk mengetahui berat total kapal. Dari berat total kapal yang didapat lalu dilakukan pengecekan dengan *displacement* hasil dari permodelan sebelumnya. *Displacement* harus lebih besar dari hasil perhitungan berat total kapal dengan *margin* antara 2-10%. Berikut merupakan pengecekan dari *displacement* yang dimaksud.

$$\text{Displacement} = 19027 \text{ kg}$$

$$\text{Berat total kapal} = 18614.767 \text{ kg}$$

$$\text{Selisih} = 412.233 \text{ kg (2.17 \%)}$$

$$\text{Status} = \text{Diterima}$$

IV.11. Pengecekan *Freeboard*

Untuk memastikan lambung timbul kapal sudah sesuai sebagaimana standar yang berlaku, maka harus dilakukan pengecekan. Pengecekan *freeboard* atau lambung timbul menggunakan standar dari NCVS Chapter IV Appendix 4. Standar yang digunakan merupakan standar untuk kapal tipe B. Berikut merupakan perhitungan *freeboard* .

- *Initial freeboard (fb) Type B Vessels*

Lambung timbul awal untuk kapal tipe B dapat didefinisikan sebagai berikut.

$$fb = 0.8 L$$

$$= 10.982 \text{ cm}$$

- *Cb correction*

Karena *Cb* kapal kurang dari 0.68 maka *fb* tidak harus dikoreksi.

- *Depth correction*

Untuk kapal tipe B dengan panjang kurang dari 50 m dan nilai dari tinggi lambung lebih besar seperlimabelas panjang kapal ($L/15$), maka lambung timbul harus ditambah sebagaimana berikut.

$$D = 2.1 \text{ m}$$

$$L/15 = 0.915 \text{ m}$$

$$Fb = 20 (D-L/15)$$

$$= 34.678 \text{ cm}$$

- *Superstructure correction*

Karena kapal memiliki *superstructure*, maka lambung timbul harus dikurangi sebagaimana berikut.

$$L_s = 3.495 \text{ m}$$

$$H_s = 1.86 \text{ m}$$

$$F_b = 34.678 - (50 * L_s * H_s) / L \\ = 11.002 \text{ cm}$$

- *Sheer correction*

Koreksi dari *sheer* dihitung sebagaimana berikut.

$$B = 0.125 L$$

$$= 1.716 \text{ cm}$$

$$A = 1/6 (2.5(L+30) - 100 (S_f + S_a) (0.75 - S/2L))$$

$$= 13.602 \text{ cm}$$

$$S_f = 0.445 \text{ m}$$

$$S_a = 0 \text{ m}$$

$$S = 3.495$$

Untuk nilai $A \geq 0$, dan harga mutlak $A \geq B$, maka koreksi ditetapkan = -B cm

$$F_b \text{ minimum} = 9.286 \text{ cm}$$

Dari perhitungan tersebut dapat diketahui bahwa nilai minimum lambung timbul untuk kapal SAR ini berdasarkan perhitungan adalah sebesar 9.286 cm. Hasil perhitungan tersebut kemudian dibandingkan dengan *freeboard* minimum yang diatur di NCVS sebesar 15 cm. Maka dapat diketahui minimum *freeboard* adalah 0.15 m. Sebagaimana yang telah didesain lambung timbul kapal adalah 1.34 m. Maka lambung timbul kapal telah memnuhi standar sebagaimana yang berlaku.

IV.12. Pengecekan *Trim*

Standar *trim* dari kapal dalam pengerjaan tugas akhir ini menggunakan standar NCVS dimana nilai *trim* tidak boleh melebihi 0.3 m. Perhitungan *trim* dilakukan dengan berbagai kondisi berdasarkan konsep operasi kapal sebagaimana dijelaskan pada sub bab IV.1.8. Berikut merupakan kondisi kapal yang dimaksud.

1. *Loadcase 1* : Saat keberangkatan kapal akan beroperasi (6 kru dan *consumable* 100%)

Tabel IV. 14 *Loadcase 1*

	Item Name	Quantity	Unit Mass kg	Total Mass kg	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
1	LWT	1	14554.4	14554.4			5.703	0.000	1.294
2	Fuel Oil (P)	100%	839.6	839.6	1.000	1.000	6.026	-1.242	0.913
3	Fuel Oil (SB)	100%	839.6	839.6	1.000	1.000	6.026	1.242	0.913
4	Generator Oil	100%	52.0	52.0	0.063	0.063	5.750	0.000	0.775
5	Fresh Water (P)	100%	458.6	458.6	0.459	0.459	1.580	-1.471	1.161
6	Fresh Water (SB)	100%	458.6	458.6	0.459	0.459	1.580	1.471	1.161
7	Provisions & Stores	1	53.3	53.3			7.145	0.000	1.750
8	Pass. Front Seat 1	0	75.0	0.0			11.247	0.000	1.200
9	Pass. Front Seat 2	0	75.0	0.0			10.747	0.000	1.200
10	Pass. Front Seat 3	0	75.0	0.0			10.247	0.000	1.200
11	Pass. Front Seat 4	0	75.0	0.0			9.747	0.000	1.200
12	Pass. Front Seat 5	0	75.0	0.0			9.247	0.000	1.200
13	Crew Nav. Seat 6	2	75.0	150.0			8.167	0.000	2.800
14	Crew Nav. Seat 7	2	75.0	150.0			6.625	0.000	2.800
15	Crew Nav. Seat 8	2	75.0	150.0			6.625	0.000	2.800
16	Ballast	100%	158.6	158.6	0.155	0.155	12.721	0.000	0.794
17	Total Loadcase			17864.8	3.134	3.134	5.625	0.000	1.285

2. *Loadcase 2* : Saat melakukan pencarian dan penyelamatan korban (6 kru, 10 penumpang, dan *consumable* 50%)

Tabel IV. 15 *Loadcase 2*

	Item Name	Quantity	Unit Mass kg	Total Mass kg	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
1	LWT	1	14554.4	14554.4			5.703	0.000	1.294
2	Fuel Oil (P)	50%	839.6	419.8	1.000	0.500	6.026	-1.065	0.661
3	Fuel Oil (SB)	50%	839.6	419.8	1.000	0.500	6.026	1.065	0.661
4	Generator Oil	50%	52.0	26.0	0.063	0.031	5.750	0.000	0.712
5	Fresh Water (P)	50%	458.6	229.3	0.459	0.229	1.580	-1.429	0.949
6	Fresh Water (SB)	50%	458.6	229.3	0.459	0.229	1.580	1.429	0.949
7	Provisions & Stores	1	26.7	26.7			7.248	0.000	3.024
8	Pass. Front Seat 1	2	75.0	150.0			11.247	0.000	1.200
9	Pass. Front Seat 2	2	75.0	150.0			10.747	0.000	1.200
10	Pass. Front Seat 3	2	75.0	150.0			10.247	0.000	1.200
11	Pass. Front Seat 4	2	75.0	150.0			9.747	0.000	1.200
12	Pass. Front Seat 5	2	75.0	150.0			9.247	0.000	1.200
13	Crew Nav. Seat 6	2	75.0	150.0			8.167	0.000	2.800
14	Crew Nav. Seat 7	2	75.0	150.0			6.625	0.000	2.800
15	Crew Nav. Seat 8	2	75.0	150.0			6.625	0.000	2.800
16	Ballast	0%	158.6	0.0	0.155	0.000	12.707	0.000	0.500
17	Total Loadcase			17105.3	3.134	1.489	5.848	0.000	1.291

3. *Loadcase 3* : Ketika kapal sampai di pos atau unit kesehatan terdekat (6 kru, 10 penumpang, dan *consumable 0%*)

Tabel IV. 16 *Loadcase 3*

	Item Name	Quantity	Unit Mass kg	Total Mass kg	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
1	LWT	1	14554.4	14554.4			5.703	0.000	1.294
2	Fuel Oil (P)	0%	839.6	0.0	1.000	0.000	6.026	-0.686	0.400
3	Fuel Oil (SB)	0%	839.6	0.0	1.000	0.000	6.026	0.686	0.400
4	Generator Oil	0%	52.0	0.0	0.063	0.000	5.750	0.000	0.650
5	Fresh Water (P)	0%	458.6	0.0	0.459	0.000	1.215	-1.143	0.614
6	Fresh Water (SB)	0%	458.6	0.0	0.459	0.000	1.215	1.143	0.614
7	Provisions & Stores	1	0.0	0.0			7.248	0.000	3.024
8	Pass. Front Seat 1	2	75.0	150.0			11.247	0.000	1.200
9	Pass. Front Seat 2	2	75.0	150.0			10.747	0.000	1.200
10	Pass. Front Seat 3	2	75.0	150.0			10.247	0.000	1.200
11	Pass. Front Seat 4	2	75.0	150.0			9.747	0.000	1.200
12	Pass. Front Seat 5	2	75.0	150.0			9.247	0.000	1.200
13	Crew Nav. Seat 6	2	75.0	150.0			8.167	0.000	2.800
14	Crew Nav. Seat 7	2	75.0	150.0			6.625	0.000	2.800
15	Crew Nav. Seat 8	2	75.0	150.0			6.625	0.000	2.800
16	Ballast	0%	158.6	0.0	0.155	0.000	12.707	0.000	0.500
17	Total Loadcase			15754.4	3.134	0.000	5.960	0.000	1.333

Dari kondisi tersebut, dapat dilakukan perhitungan nilai *trim*, diantaranya berikut merupakan rekapitulasi perhitungan *trim*.

Tabel IV. 17 Rekapitulasi perhitungan *trim*

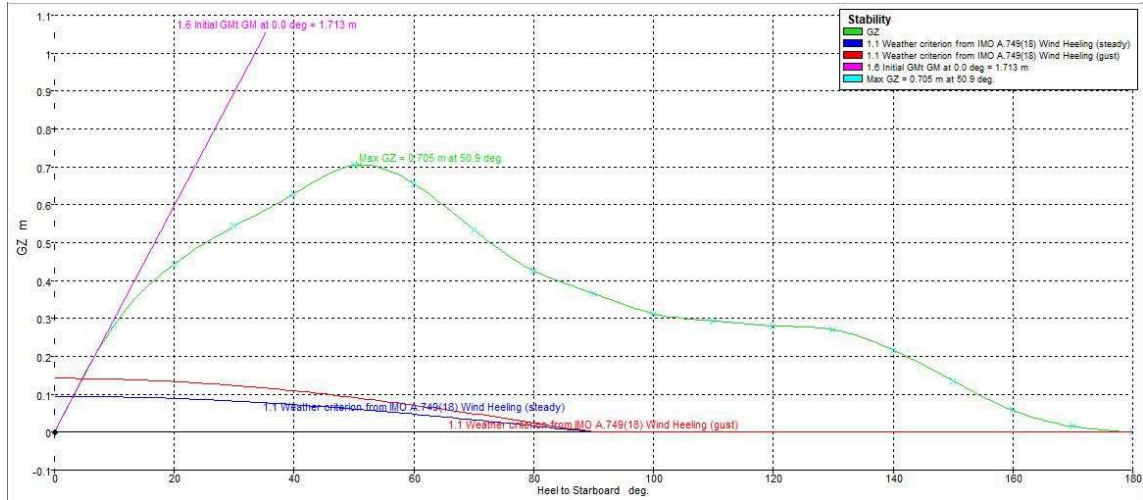
Kondisi	Nilai Trim [m]	Jenis Trim	Status
Loadcase 1	0.245	Buritan	Ok
Loadcase 2	0.022	Buritan	Ok
Loadcase 3	-0.090	Haluan	Ok

IV.13. Pengecekan Stabilitas dan Kemampuan *Self Righting*

Kapal *rescue boat* ini harus memiliki stabilitas yang memenuhi standar HSC 2000 Code sebagaimana standar yang berlaku. Selain dari stabilitas yang memenuhi standar, kapal ini harus mampu memiliki nilai GZ yang selalu positif di setiap sudut olengnya sebagai syarat kemampuan *self righting*. Variasi *loadcase* mengacu kepada konsep operasi kapal sebagaimana dijelaskan pada sub bab IV.1.8 dan di gambarkan pada pembebanan . Berikut merupakan kurva GZ disetiap kondidisi *loadcase* dan pengecekan stabilitas berdasarkan standar HSC 2000 Code.

Dalam perhitungan ini, nilai *wind pressure* adalah 504 Pa sebagaimana yang telah diatur pada Weather criterion from IMO A.749(18) untuk kapal dengan pelayaran terbatas.

1. Loadcase 1



Gambar IV. 13 Kurva GZ pada *loadcase 1*

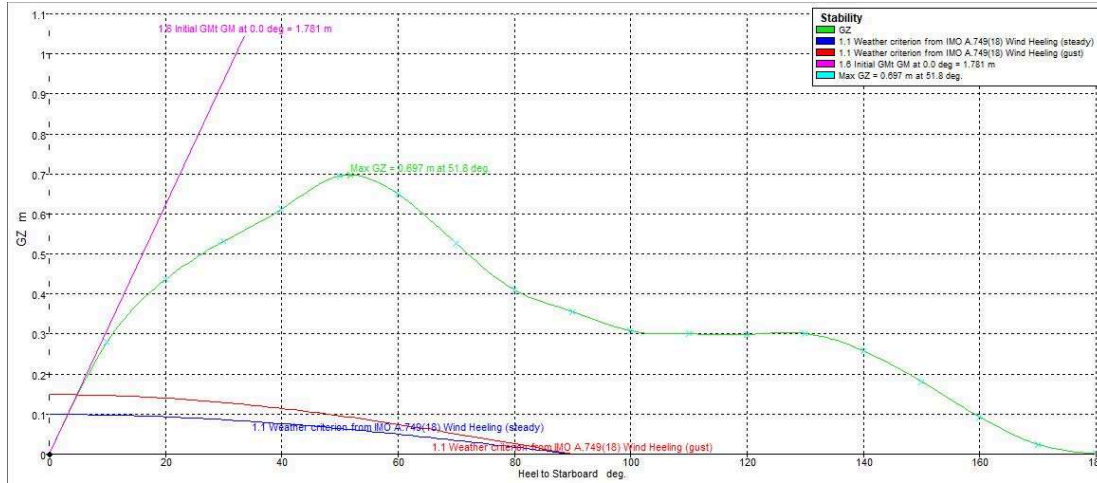
Dari Gambar IV. 13 dapat diketahui bahwa di setiap sudut oleng, kapal memiliki nilai GZ yang selalu positif. Hal tersebut mendeskripsikan bahwa kapal memiliki kemampuan *self righting*. Berikut merupakan pengecekan kriteria stabilitas dari *loadcase 1*.

Tabel IV. 18 Pengecekan kriteria stabilitas dari *loadcase 1*

Criteria	Value	Units	Actual	Status
1.1 Weather criterion from IMO A.749(18)				
Angle of steady heel shall not be greater than (\leq)	16	deg	3.1	Pass
Angle of steady heel / Marginline immersion angle shall be less than ($<$)	80	%	8.85%	
Area1 / Area2 shall not be less than (\geq)	100	%	41595.99	
1.2 Area 0 to 30 or GZmax shall not be less than (\geq)	3.151	m.deg	10.1735	Pass
1.3 Area 30 to 40 shall not be less than (\geq)	1.719	m.deg	5.8524	Pass
1.4 Max GZ at 30 or greater shall not be less than (\geq)	0.2	m	0.705	Pass
1.5 Angle of maximum GZ shall not be less than (\geq)	15	deg	50.9	Pass
1.6 Initial GMt shall not be less than (\geq)	0.15	m	1.713	Pass

Dapat diketahui dari Tabel IV. 18 bahwa kapal untuk kondisi *loadcase 1* memenuhi standar dari HSC 2000 Code.

2. Loadcase 2



Gambar IV. 14 Kurva GZ pada *loadcase 2*

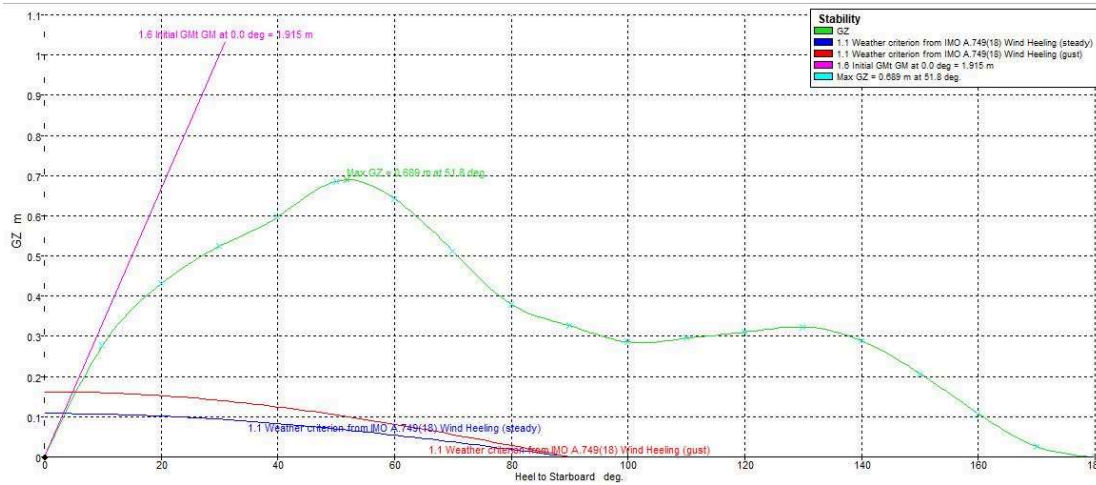
Dari Gambar IV. 14 dapat diketahui bahwa di setiap sudut oleng, kapal memiliki nilai GZ yang selalu positif. Hal tersebut mendeskripsikan bahwa kapal memiliki kemampuan *self righting*. Berikut merupakan pengecekan kriteria stabilitas dari *loadcase 2*.

Tabel IV. 19 Pengecekan kriteria stabilitas dari *loadcase 2*

Criteria	Value	Units	Actual	Status
1.1 Weather criterion from IMO A.749(18)				
Angle of steady heel shall not be greater than (\leq)	16	deg	3.2	Pass
Angle of steady heel / Marginline immersion angle shall be less than ($<$)	80	%	8.62	
Area1 / Area2 shall not be less than (\geq)	100	%	37466.68	
1.2 Area 0 to 30 or GZmax shall not be less than (\geq)	3.151	m.deg	10.0227	Pass
1.3 Area 30 to 40 shall not be less than (\geq)	1.719	m.deg	5.7057	Pass
1.4 Max GZ at 30 or greater shall not be less than (\geq)	0.2	m	0.697	Pass
1.5 Angle of maximum GZ shall not be less than (\geq)	15	deg	51.8	Pass
1.6 Initial GMt shall not be less than (\geq)	0.15	m	1.781	Pass

Dapat diketahui dari Tabel IV. 19 bahwa kapal untuk kondisi *loadcase 2* memenuhi standar dari HSC 2000 Code.

3. Loadcase 3



Gambar IV. 15 Kurva GZ pada *loadcase 3*

Dari Gambar IV. 15 dapat diketahui bahwa di setiap sudut oleng, kapal memiliki nilai GZ yang selalu positif. Hal tersebut mendeskripsikan bahwa kapal memiliki kemampuan *self righting*. Berikut merupakan pengecekan kriteria stabilitas dari *loadcase 3*.

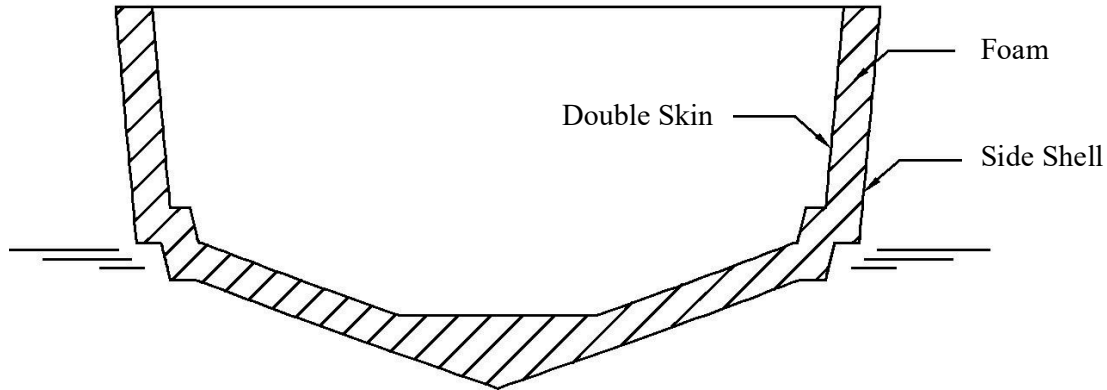
Tabel IV. 20 Pengecekan kriteria stabilitas dari *loadcase 3*

Criteria	Value	Units	Actual	Status
1.1 Weather criterion from IMO A.749(18)				
Angle of steady heel shall not be greater than (\leq)	16	deg	3.6	Pass
Angle of steady heel / Marginline immersion angle shall be less than ($<$)	80	%	8.95	
Area1 / Area2 shall not be less than (\geq)	100	%	29509.99	
1.2 Area 0 to 30 or GZmax shall not be less than (\geq)	3.151	m.deg	9.8947	Pass
1.3 Area 30 to 40 shall not be less than (\geq)	1.719	m.deg	5.5865	Pass
1.4 Max GZ at 30 or greater shall not be less than (\geq)	0.2	m	0.689	Pass
1.5 Angle of maximum GZ shall not be less than (\geq)	15	deg	51.8	Pass
1.6 Initial GMt shall not be less than (\geq)	0.15	m	1.915	Pass

Dapat diketahui dari Tabel IV. 20 bahwa kapal untuk kondisi *loadcase 2* memenuhi standar dari HSC 2000 Code

IV.14. Pengecekan Kemampuan *Unsinkable*

Sebagaimana yang dijelaskan pada sub bab II.2.4 ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam konsep *unsinkable boat*. Pada kapal *rescue* ini, kapal dibuat dengan *double skin* dan *double bottom* dimana diantara ruang tersebut menggunakan instalasi *foam* solid dengan jenis *closed-cell polyurethane*. Jarak antara *side shell* dan *double skin* adalah sebesar 200 mm.



Gambar IV. 16 Desain instalasi *foam rescue boat*

Dapat dilihat pada Gambar IV. 16 yang menunjukkan bentuk perlindungan kapal dari kebocoran dimana air tidak akan langsung masuk ke kapal jika lambung mengalami kerusakan. Volume dari *foam* tersebut juga akan membantu kapal saat kapal mengalami kebocoran. Ada dua keuntungan dalam penggunaan *closed-cell polyurethane* yang diantaranya adalah.

1. *Closed-cell polyurethane* menyajikan nilai kekakuan tinggi. Ini memungkinkan lambung menjadi lebih tahan terhadap benturan.
2. *Waterproofing*, jika terjadi kerusakan atau kebocoran pada lambung maka *closed-cell polyurethane* dapat menahan air masuk dan memberi gaya apung cadangan untuk kapal.

Untuk membuat kapal *rescue* ini agar tetap mengapung dengan instalasi *closed-cell polyurethane*, maka volume dari *closed-cell polyurethane* secara keseluruhan harus lebih besar dari volume *displacement* dari kapal agar volume dari *closed-cell polyurethane* dapat memberikan gaya apung cadangan pada kapal. Dari model yang dibuat, dilakukan perhitungan volume *foam* secara keseluruhan. Berikut merupakan pengecekan kemampuan *unsinkable* dari kapal yang menggunakan instalasi *foam*.

$$\begin{aligned} \text{Volume Displacement} &= 18.563 \text{ m}^3 \\ \text{Volume Foam} &= 20.4 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Koreksi Volume *Foam* = 18.972 m³ (dikurangi konstruksi asumsi 5%)

Gaya angkat cadangan ketika bocor = 190.574 N

Gaya berat kapal = 186.656 N

Dari perhitungan yang dilakukan, diketahui bahwa kapal memiliki gaya angkat cadangan yang lebih besar dari gaya berat dari kapal. Maka kapal tetap mampu bertahan dalam keadaan bocor (*unsinkable*).

IV.14.1. Kondisi *Equilibrium*

Untuk memastikan kapal tetap dapat bertahan dalam kebocoran, maka dilakukan simulasi dengan bantuan *software* Maxsurf Stability. Simulasi dilakukan dengan mengacu kepada SOLAS Chapter II-1, Part B-1 Reg. 7-3 dimana setiap kompartemen memiliki permeabilitas air tergantung dari jenis kompartemennya. Karena kapal pada tugas akhir ini didesain dengan ada lapisan *foam*, maka permeabilitas dari regulasi SOLAS dikurangi oleh volume dari *foam*.

Volume kapal sampai *deck* = 93.285 m³

Volume *foam* = 18.972 m³

Permeabilitas = 0.797

Dari perhitungan diatas dapat diketahui bahwa air yang dapat masuk ke kapal karena adanya lapisan *foam* adalah 80%. Berikut merupakan rekapitulasi dari permeabilitas antara SOLAS dan permeabilitas dari SOLAS yang dikurangi permeabilitas akibat *foam*.

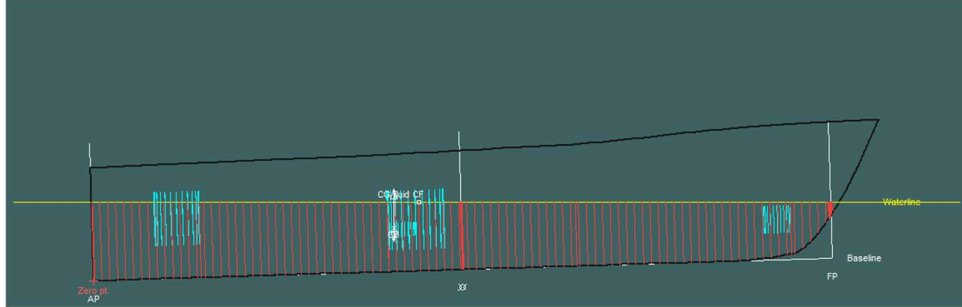
Tabel IV. 21 Permeabilitas Kompartemen

Space	Permeability	
	SOLAS	Boat
Stores	60%	39.66%
Accomodation	95%	74.66%
Machinery	85%	64.66%

Dapat diketahui pada Tabel IV. 21 untuk setiap kompartemen memiliki permeabilitas yang berbeda-beda tergantung dari jenis kompartemennya. Mengacu pada tabel tersebut untuk kompartemen *waterjet* dan kamar mesin digunakan permeabilitas 64.66%, *techincal* yang digunakan menyimpan barang-barang dan ruangan FP yang digunakan sebagai *chain locker* memiliki permeabilitas 39.66%, dan untuk akomodasi digunakan permeabilitas 74.66%.

Seperti yang diketahui pola operasi kapal untuk tugas akhir ini dibagi menjadi tiga *loadcase*. Berikut merupakan kondisi *equilibrium* ada saat terjadi kebocoran disetiap *loadcase* kapal.

1. *Loadcase 1*



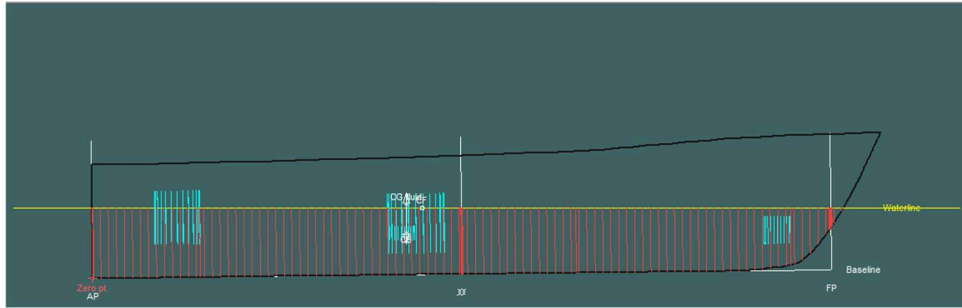
Gambar IV. 17 *Damage Equilibrium Loadcase 1*

Kondisi *loadcase 1* pada saat mengalami kebocoran mengalami *trim* buritan dengan nilai 0.4 m dan sarat pada haluan sebesar 1.035m dan sarat buritan 1.455m. Seperti yang terlihat pada Gambar IV. 17 diketahui kapal masih tetap mengapung tidak tenggelam dan memenuhi persyaratan HSC monohull damage sebagai berikut.

Tabel IV. 22 Pengecekan Kriteria HSC monohull damage untuk *loadcase 1*

	Criteria	Value	Units	Actual	Status
Loadcase 1	2.13.1: Freeboard to DF points the min. freeboard of the shall be greater than (>)	0.3	m	0.645	Pass
	2.13.2: Maximum angle of inclination the angle of shall not be greater than (<=)	10	deg	0	Pass
	2.13.3: Positive freeboard to embarkation points the min. freeboard of the shall be greater than (>)	0.15	m	0.645	Pass

2. Loadcase 2



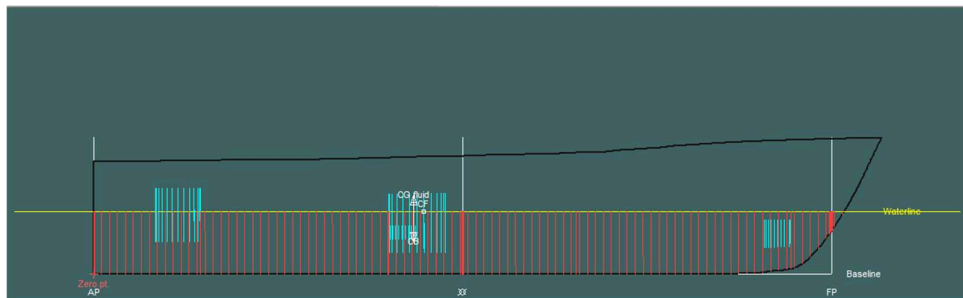
Gambar IV. 18 *Damage Equilibrium Loadcase 2*

Kondisi *loadcase 2* pada saat mengalami kebocoran mengalami *trim* buritan dengan nilai 0.151 m dan sarat pada haluan sebesar 1.147m dan sarat buritan 1.298m. Seperti yang terlihat pada Gambar IV. 18 diketahui kapal masih tetap mengapung tidak tenggelam dan memenuhi persyaratan HSC monohull damage sebagai berikut.

Tabel IV. 23 Pengecekan Kriteria HSC monohull damage untuk *loadcase 2*

	Criteria	Value	Units	Actual	Status
Loadcase 2	2.13.1: Freeboard to DF points the min. freeboard of the shall be greater than (>)	0.3	m	0.802	Pass
	2.13.2: Maximium angle of inclination the angle of shall not be greater than (<=)	10	deg	0	Pass
	2.13.3: Positive freeboard to embarkation points the min. freeboard of the shall be greater than (>)	0.15	m	0.802	Pass

3. Loadcase 3



Gambar IV. 19 *Damage Equilibrium Loadcase 3*

Kondisi *loadcase 3* pada saat mengalami kebocoran mengalami *trim* buritan dengan nilai 0.013 m dan sarat pada haluan sebesar 1.158m dan sarat buritan 1.270m. Seperti yang terlihat pada Gambar IV. 18 diketahui kapal masih tetap mengapung tidak tenggelam dan memenuhi persyaratan HSC monohull damage sebagai berikut.

Tabel IV. 24 Pengecekan Kriteria HSC monohull damage untuk *loadcase 3*

	Criteria	Value	Units	Actual	Status
Loadcase 3	2.13.1: Freeboard to DF points the min. freeboard of the shall be greater than (>)	0.3	m	0.83	Pass
	2.13.2: Maximum angle of inclination the angle of shall not be greater than (<=)	10	deg	0	Pass
	2.13.3: Positive freeboard to embarkation points the min. freeboard of the shall be greater than (>)	0.15	m	0.83	Pass

Halaman ini sengaja dikosongkan

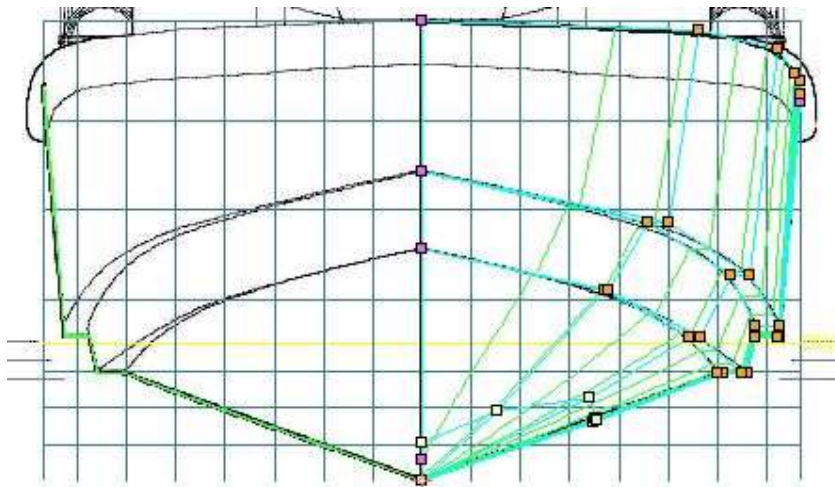
BAB V

DESAIN *SELF RIGHTING UNSINKABLE BOAT* BERBAHAN DASAR HDPE

V.1. Desain *Lines Plan*

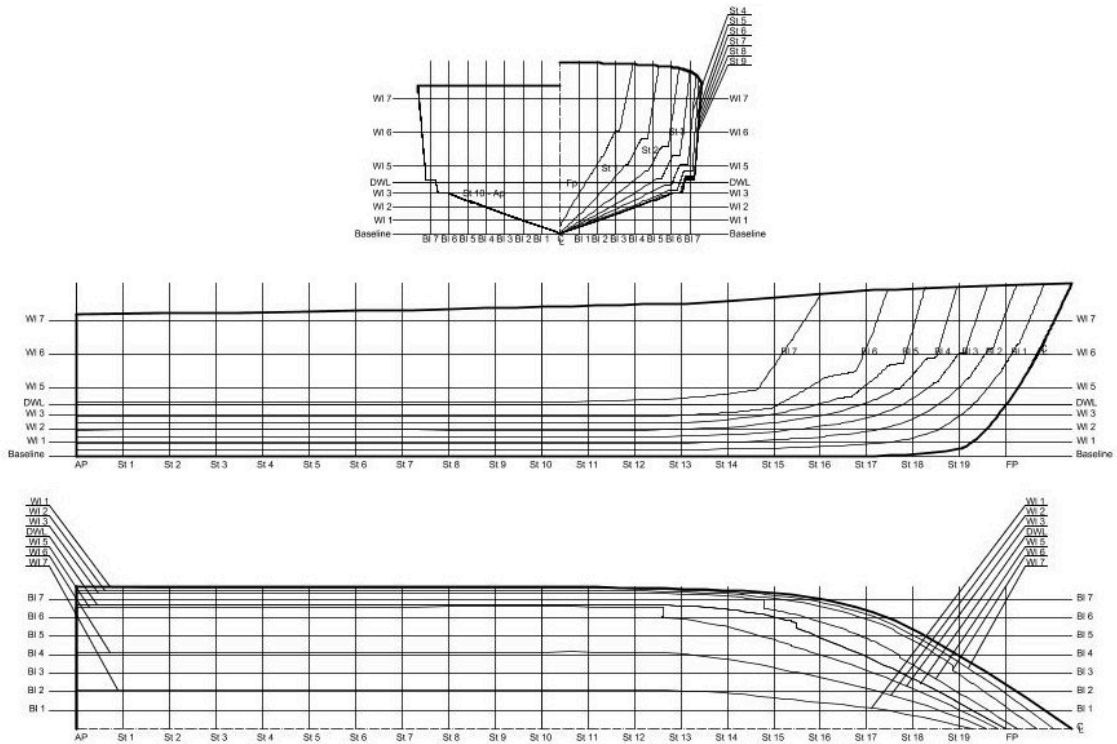
Pada pengerjaan tugas akhir ini untuk mendesain *lines plan* diawali dengan membuat *general arrangement* dari *sketch* sebelumnya. Kemudian dari *general arrangement* dilanjutkan dengan membuat *lines plan* menggunakan *software* Maxsurf Modeller yang disesuaikan dengan *layout* dari *general arrangement* yang telah dibuat sebelumnya. *Lines plan* dibuat sebagaimana hasil dari *general arrangement* seperti pada Gambar V. 3. Dalam proses mendesain *lines plan* yang perlu diperhatikan diantaranya adalah *layout* tampak depan, samping, dan juga atas dari *general arrangement* yang harus sesuai dengan bentuknya.

Untuk memastikan bentuk kapal yang dibuat sesuai dengan *layout*, maka dalam pembuatan *lines plan* dilakukan *import image background* untuk gambar *general arrangement*. *Import* gambar dilakukan untuk pandangan bentuk depan, samping, dan atas. Gambar-gambar tersebut merupakan gambar yang digunakan sebagai acuan untuk menyesuaikan *control point* pada *software* Maxsurf modeller. Berikut merupakan penyesuaian bentuk kapal yang dibuat.



Gambar V. 1 *Layout* tampak depan di Maxsurf Modeller

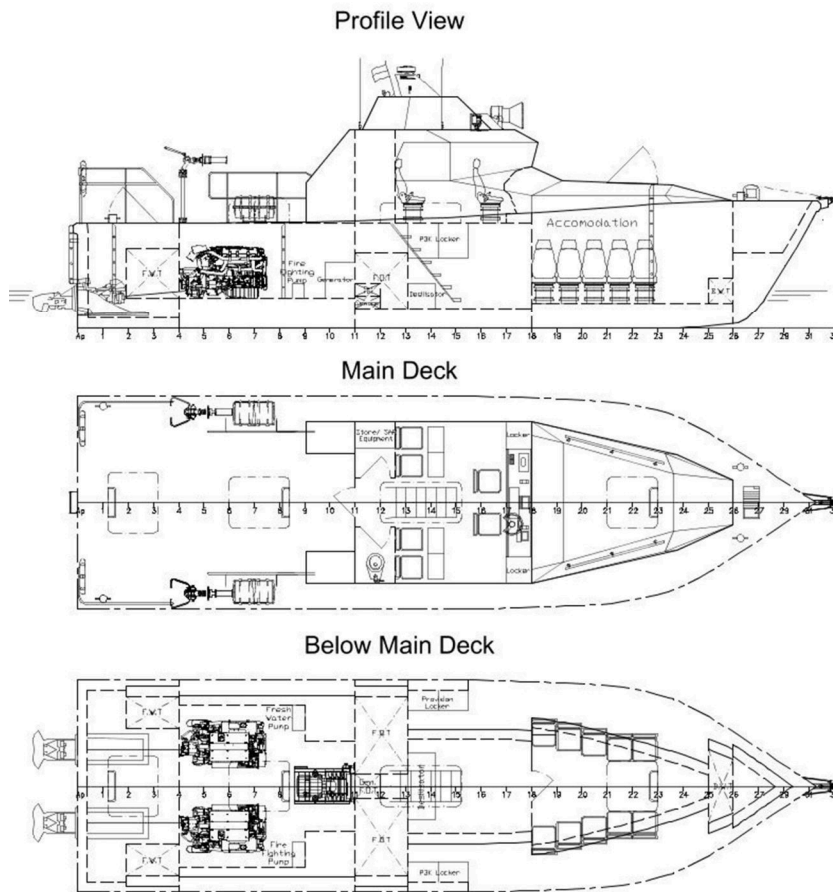
Dapat dilihat pada Gambar V. 1 bahwa *control point* didesain dengan mengacu dari bentuk *layout* yang sebelumnya telah didesain. Berikut merupakan hasil dari model *lines plan* yang dibuat menggunakan *software* Maxsurf Modeller.



Gambar V. 2 Lines Plan rescue boat

V.2. Desain General Arrangement

Untuk mendesain *general arrangement* pada tugas akhir ini diawali dengan membuat sebuah *sketch*. *Sketch* yang dibuat mengacu kepada desain *general arrangement* dan *layout* dari kapal-kapal pembanding. Kemudian *general arrangement* diubah sesuai dengan kebutuhan dari perhitungan teknis yang dilakukan. Proses ini dilakukan secara *spiral* dan terus menerus dengan sampai mendapatkan hasil yang sesuai. Pembuatan *general arrangement* menggunakan *software* AutoCAD. Berikut merupakan tampilan dari *general arrangement* yang dibuat.



Gambar V. 3 *General Arrangement rescue boat*

Kapal *rescue boat* pada pengerjaan tugas akhir ini adalah memiliki jarak gading sebesar 0.5 m. Secara umum kapal ini dibagi menjadi lima ruangan dan *evacuation deck*. Diantaranya adalah sebagai berikut.

V.2.1. *Accommodation Room*

Sebagaimana fungsinya adalah untuk pencarian dan evakuasi korban kecelakaan laut, maka disediakan *accommodation room* yang fungsinya adalah sebagai tempat korban. Ruangan ini berada di bawah *main deck* bagian depan kapal. Untuk menampung korban disediakan kursi sebanyak sepuluh buah untuk tempat duduk korban. Ruangan ini dapat diakses dari *navigation room* yang diteruskan ke *technical room* dan dapat juga diakses melalui *hatch* yang ada pada *main deck*.

V.2.2. *Technical Room*

Pada ruangan *technical room* secara umum digunakan sebagai tempat penyimpanan *consumable* dan peralatan P3K. Sebagaimana fungsinya sebagai bantuan pertolongan ketika terjadi kecelakaan, kapal harus memiliki peralatan dan perbekalan medis yang memadai sebagai langkah awal penanganan korban. Ruangan ini mudah diakses sebagai keperluan akses pertolongan dimana tepat berada di bawah *navigation room* dan bersebelahan dengan *accomodation room* yang digunakan sebagai ruang penumpang. Ruangan ini juga terdapat destilator sebagai *supply* air tawar ketika berlayar.

V.2.3. *Engine Room*

Engine room merupakan tempat sistem permesinan kapal. Pada ruangan ini terdapat *main engine* yang berfungsi sebagai penggerak kapal, generator yang berfungsi sebagai *supply* kebutuhan listrik kapal, perpompaan baik untuk *fire fighting system* maupun untuk kebutuhan air tawar. Untuk dapat mengakses *engine room* dapat melalui *hatch* yang terdapat di *main deck*.

V.2.4. *Waterjet Compartement*

Secara umum ruangan ini berfungsi sebagai tempat instalasi propulsi *waterjet*. Ruangan ini terletak di area belakang kapal. Untuk dapat mengakses ruangan ini dapat melalui *hatch* pada area *main deck*. Ruangan ini juga terdapat tanki air tawar untuk keperluan saat kapal berlayar.

V.2.5. *Navigation Room*

Navigation room merupakan ruangan pada kapal yang difungsikan untuk mengendalikan kapal. Ruangan ini diisi oleh enam kru kapal yang memiliki tugas masing-masing sebagaimana yang dijelaskan pada sub bab IV.1.5. Dalam ruangan ini juga dilengkapi satu toilet dan ruangan penyimpanan. Ruangan penyimpanan berisi perlengkapan SAR seperti tandu lipat, *sea survival kit*, peralatan selam, dan peralatan lainnya yang digunakan untuk membantu operasi SAR. Bagian depan ruangan ini juga terdapat *locker* yang digunakan untuk menyimpan perkakas sebagai alat bantuan dalam memperbaiki kapal ringan.

V.2.6. *Evacuation Deck*

Evacuation deck merupakan satu-satunya area kapal yang bukan sebuah ruangan. Area ini digunakan untuk proses evakuasi korban dari laut. Area ini dilengkapi dengan *railing* yang difungsikan untuk mencegah orang terjatuh dari kapal. Kapal ini juga dilengkapi dua *life raft*

dengan kapasitas mencapai 8 orang yang diletakan pada area tepi *deck*. Area tepi *deck* juga dilengkapi dengan *water cannon* yang digunakan untuk memadamkan kebakaran saat operasi SAR berlangsung.

V.3. Desain 3D

Berdasarkan hasil dari pembuatan *lines plan* dan *general arrangement*, maka modal 3D kapal dapat dibuat. Permodelan pada pengerjaan tugas akhir ini menggunakan *software* 3D CAD. Pembuatan 3D diawali dengan melakukan *export* hasil permodelan lambung dari *software* Maxsurf Modeller ke dalam ekstensi *software* 3D CAD yaitu *.3dm*. Berikut merupakan hasil dari 3D yang dibuat.



Gambar V. 4 Model 3D tampak depan



Gambar V. 5 Model 3D tampak samping

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB VI PERHITUNGAN BIAYA PEMBANGUNAN KAPAL

VI.1. Perhitungan Estimasi Biaya Pembangunan Kapal

Perhitungan estimasi biaya dilakukan dengan melakukan perhitungan biaya yang meliputi perhitungan biaya bahan dasar kapal yaitu HDPE, sistem kelistrikan, dan perlengkapan kapal yang dijumlahkan dan diberi *margin*. Berikut merupakan perhitungan biaya untuk membangun kapal *self righting unsinkable rescue boat* berbahan dasar HDPE.

Tabel VI. 1 Perhitungan Biaya

Item	Harga [Rp]
Hull	740.392.693,24
Machinery	1.609.995.750,00
Electricity	515.326.047,50
Outfitting	468.530.487,50
Total	3.334.244.978,24
+ estimasi biaya item lainnya (10%)	3.667.669.476,07
+ jasa pembangunan	4.158.369.476,07
+ Keuntungan galangan (20%)	4.990.043.371,28
+ infansi pembangunan awal (2%)	5.073.210.760,80
+ pajak (10%)	5.489.047.708,41

Perhitungan biaya lambung meliputi biaya bahan utama kapal yaitu HDPE dan juga biaya *foam*. Biaya permesinan meliputi biaya mesin penggerak utama dan juga *waterjet*. Biaya kelistrikan seperti lampu, pompa-pompa, generator, dan alat-alat listrik lainnya. Komponen-komponen lainnya yang berupa perlengkapan kapal seperti jangkar, *bollard*, dan peralatan keselamatan di rekapitulasi menjadi *item outfitting*. Biaya lain-lain meliputi biaya yang tidak terhitung diantaranya seperti kabel, peralatan perkakas kapal, pipa-pipa, dan lainnya.

Jasa pembuatan kapal mengacu kepada salah satu referensi salah satu galangan HDPE yang ada di Indonesia. Biaya jasa yang diperlukan untuk membuat satu kapal tergantung dari jumlah pekerja yang dipekerjakan. Diantaranya yang meliputi pekerjaan pembangunan kapal HDPE adalah jasa *welder* HDPE, teknisi instalasi mesin, teknisi instalasi *outfitting*, dll.

Dapat diketahui dari Tabel VI. 1 untuk membangun kapal *self righting unsinkable rescue boat* berbahan dasar HDPE, dibutuhkan biaya sebesar Rp. 5.489.047.708. Dari biaya yang dihitung tersebut dibandingkan dengan kapal lain untuk mengetahui kesesuaian dari perhitungan biaya. Diketahui dari alibaba.com untuk kapal patrol panjang 15 meter harganya adalah sebesar Rp. 2.966.250.000 - 4.943.750.000.

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN

VII.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan perhitungan analisis dari tugas akhir ini, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Didapatkan kapasitas kapal dan ukuran utama *self righting unsinkable rescue boat* berbahan dasar HDPE sebagai berikut:

Kapasitas = 16 orang (6 kru dan 10 penumpang)

Loa = 15.311 m

Lpp = 13.728 m

B = 4.2 m

H = 2.1 m

T = 0.76 m

Vs = 30 knot

2. Desain *lines plan* kapal *self righting unsinkable rescue boat* berbahan dasar HDPE merupakan kapal *planing hull* dengan *chine* di kedua sisi kapal yang dapat dilihat pada lampiran B. Desain *general arrangement* terbagi menjadi lima ruangan dan *evacuation deck* sebagaimana yang dapat dilihat pada lampiran C. Desain 3D kapal dibuat berdasarkan bentuk lambung dari *lines plan* dan tata ruangan serta peralatan pada *general arrangement* sebagaimana yang dapat dilihat pada lampiran D.
3. Desain kapal *self righting unsinkable rescue boat* berbahan dasar HDPE memiliki kemampuan *self righting* sebagaimana yang tergambar pada *grafik GZ* selalu bernilai lebih dari sama dengan nol disetiap sudut oleng kapal sebagaimana yang dijelaskan bahwa agar sebuah kapal dapat kembali ke posisi semula (*self-righting*) secara otomatis, maka kurva stabilitas (GZ) harus bernilai positif pada setiap sudut dimana nilai GZ lebih besar dari nol

4. Desain kapal *self righting unsinkable rescue boat* berbahan dasar HDPE merupakan kapal yang didesain dengan *double skin* dan *double bottom* yang diantara ruangnya diisi dengan *closed-cell polyurethane* sehingga dapat memiliki gaya apung cadangan ketika terjadi kebocoran. Dari perhitungan yang dilakukan, diketahui bahwa kapal memiliki gaya angkat cadangan sebesar 190.574 N yang lebih besar dari gaya berat dari kapal 186.656 N . Maka kapal tetap mampu bertahan dalam keadaan bocor (*unsinkable*) serta dari tiga kondisi *loadcase* kapal memenuhi kriteria HSC monohull damage.
5. Desain kapal *self righting unsinkable rescue boat* berbahan dasar HDPE memenuhi persyaratan teknis. Diantaranya adalah *freeboard*, *trim*, dan stabilitas dimana *freeboard* sesungguhnya adalah 1.34 m sedangkan nilai *freeboard* minimum adalah 0.15 m dan nilai *trim* dari tiga kondisi *loadcase* masing-masing adalah sebesar 0.245 ; 0.022; dan -0.090 dimana nilai maksimum *trim* berdasarkan NCVS Kapal Berbendera Indonesia adalah 0.3 m, serta dari tiga kondisi *loadcase* kapal memenuhi kriteria stabilitas berdasarkan HSC Code 2000.
6. Biaya pembangunan kapal *self righting unsinkable rescue boat* berbahan dasar HDPE adalah sebesar Rp. 5.489.047.708 sebagaimana yang terlampir pada lampiran A.

VII.2. Saran

Berikut merupakan saran-saran yang dirokemdasikan penulis untuk penelitian selanjutnya.

1. Perlu adanya analisis kekuatan struktur untuk kapal dengan bahan HDPE.
2. Perlu dilakukan analisis mendalam tentang kemampuan *selfrighting* dan *unsinkable* dengan pembuatan model.
3. Perlu dilakukan perhitungan biaya pembangunan yang lebih mendetail
4. Perlu dilakukan analisis sistem permesinan pada saat kapal mengalami *roll* yang dapat berpotensi membuat mesin mati.
5. Perlu dilakukan analisis *damage stability*.

DAFTAR PUSTAKA

- Akyildiz, Hakan & Cemre Simsek. (2016). Paper. *Self-Righting Boat Design*. Istanbul: Istanbul Technical University.
- Bai, Tiechao. (2017). *Theoretical Analysis of The Performance of A Self-Righting Boat*. Trondheim: Proceedings of the ASME 2017 36th International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering.
- Barras, C.B. (2004). *Ship Design and Performance for Master and Mates*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Birmingham, R. (2004). *Design for Stability and for Instability-Finding the Right Balance for Small Craft*. The international HISWA Symposium on yacht design and yacht construction.
- Hidayat, A. (2016). *Desain Kapal Penumpang Hybrid Berbahan Dasar HDPE Untuk Rute Sumenep-Gili Labak, Kabupaten Sumenep-Madura*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Kementerian Perhubungan. (2009). "STANDAR KAPAL NON-KONVENSI BERBENDERA INDONESIA"
- Kepala BASARNAS. (2011). "Peraturan Kepala Badan SAR Nasional No. PK 18 Tahun 2011 Tentang Standarisasi Pengawakan Sarana SAR Di Lingkungan Badan SAR Nasional." BASARNAS Indonesia.
- Kepala BASARNAS. (2012). "Peraturan Kepala Badan SAR Nasional No. PK 14 Tahun 2012 Tentang Standarisasi Sarana SAR Di Lingkungan Badan SAR Nasional." BASARNAS Indonesia.
- Kepala BASARNAS. (2017). "Laporan Kinerja Badan SAR Nasional Tahun 2016".Jakarta: BASARNAS
- Kepala BASARNAS. (2018). "Laporan Kinerja Badan SAR Nasional Tahun 2017".Jakarta: BASARNAS
- Lewis, Edward V., dan Editor,. (1988). *Principles of Naval Architecture (Second Revision), Volume II - Resistance, Propulsion and Vibration*. United States of America: The Society of Naval Architects and Marine Engineers 601 Pavonia Avenue Jersey City, NJ.
- Maulana, Arief. (2017). *Kajian Teknis Perancangan Sistem Propulsi Waterjet Pada Patrol Boat 10,3 M*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Parsons, Michael G. (2001). *Parametric Design*.
- Papanikolaou, Apostolos. (2014). *Ship Design-Methodologies of Preliminary Design*. Netherlands: Springer Science+Business Media Dordrecht

- Priyo, M. P. (2018, Juli 20). *Tim SAR Susuri Tiga Area Cari Dua Korban Kapal Terbalik*. Retrieved from Tribun News: www.tribunnews.com
- Santoso, Arica Dwi, U.B. Prihanto. (2018). *Study of Water Jet Propulsion System Design For Fast Patrol Boat (Fpb-60)*. Surabaya: International Journal of Academic and Applied Research (IJAAR)
- Staff. (2016, December 20). *The Truth About Unsinkable Boats*. Retrieved from Boats Article: www.boats.com
- Sudjatmiko, T. (2018, Januari 18). *Investigasi KNKT, Kecelakaan Kapal Masih Mendominasi*. Retrieved from krjogja: www.krjogja.com
- Thatcher CEng MRINA, K C. (2013). "Self-Righting Craft." *The Journal of the Westlawn Institute of Marine Technology*.

LAMPIRAN

Lampiran A Perhitungan Teknis

Lampiran B Gambar *Lines Plan*

Lampiran C Gambar *General Arrangement*

Lampiran D Gambar *3D-Modelling*

LAMPIRAN A
PERHITUNGAN TEKNIS

Operational Requirement

Berdasarkan Peraturan Kepala Badan SAR Nasional No. PK.14 Tahun 2012 kapal kelas IV memiliki standar sebagai berikut

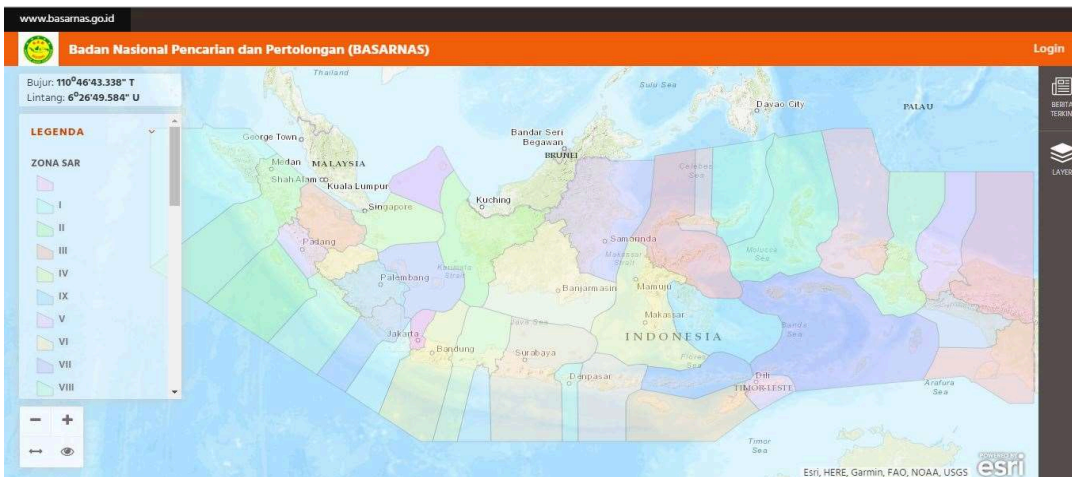
Kebutuhan			
	Nilai	Unit	Keterangan
Payload	15	person	minimum
L	$10 < L < 20$	m	
B	$B < 5$	m	
H	$H < 1$	m	
v	> 15	kn	

Payload diatur juga di Peraturan Kepala Badan SAR Nasional No. PK 18 Tahun 2011 dimana untuk rescue boat, kru nya berjumlah 6 orang. Diantaranya sebagai berikut

No	Jabatan	Sertifikat Keahlian	Sertifikat Keterampilan	Jumlah
1	Nakhoda	ANT- V	BST, SCRБ, AFF, MFA, MC, ORU, ISM Code	1 orang
2	Mualim I	ANT - D	BST, SCRБ, AFF, MFA, MC, ORU, ISM Code	1 orang
3	Juru mudi	ANT - D	BST, SCRБ, AFF,	1 orang
Jumlah				3 orang

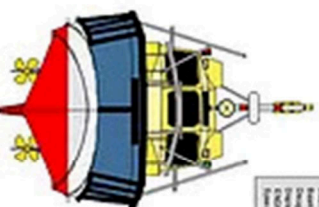
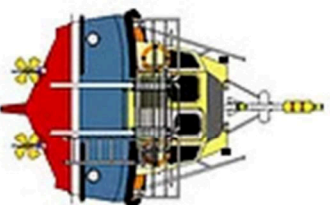
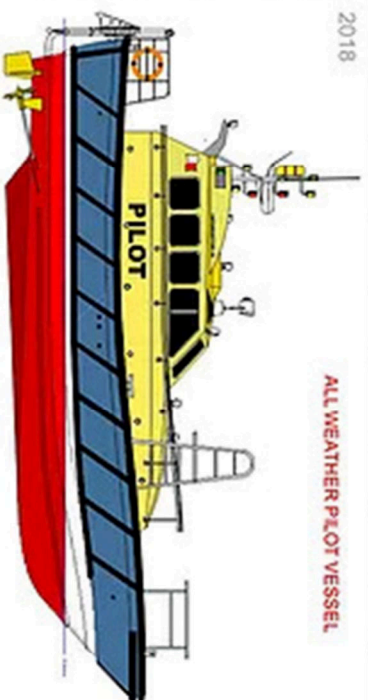
No	Jabatan	Sertifikat Keahlian	Sertifikat Keterampilan	Jumlah
1	KKM	ATT-V	BST, SCRБ, AFF, ISM Code	1 orang
2	Masinis I	ATT - D	BST, SCRБ, AFF, ISM Code	1 orang
3	Juru Minyak	ATT - D	BST, SCRБ, AFF,	1 orang
Jumlah				3 orang

Wilayah Pencarian BASARNAS dibagi menjadi beberapa Zona diantaranya adalah sebagai berikut.



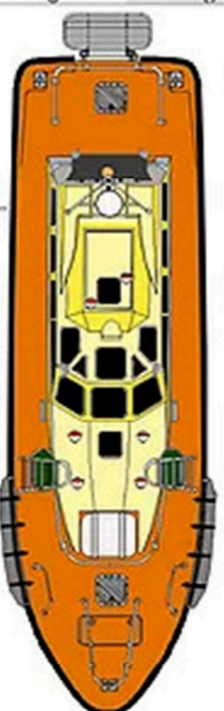
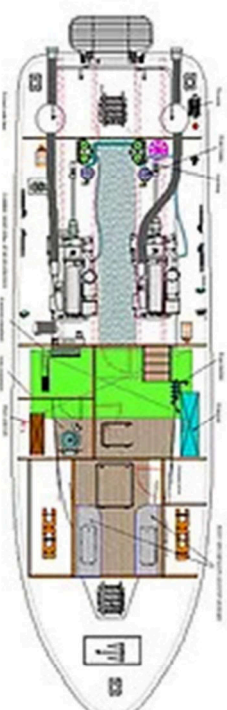
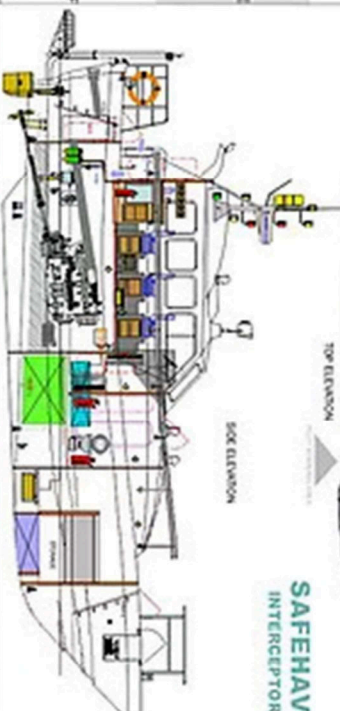
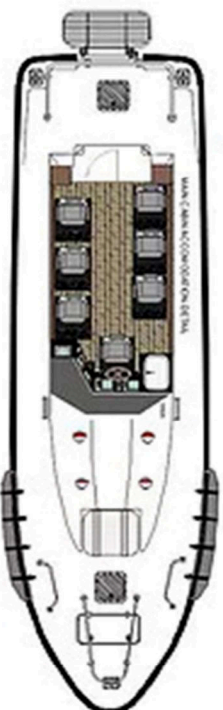
2018

ALL WEATHER PILOT VESSEL



Length overall / 28' 11 1/2"
 Beam overall / 10' 0"
 Draft / 2' 6"
 Displacement / 20,000 lbs
 Maximum speed / 25 knots
 Fuel capacity / 1000 gallons
 Maximum weight / 10,000 lbs

SAFEGRAVE
 1000 W. 10th Street
 St. Paul, MN 55102
 (612) 221-1111

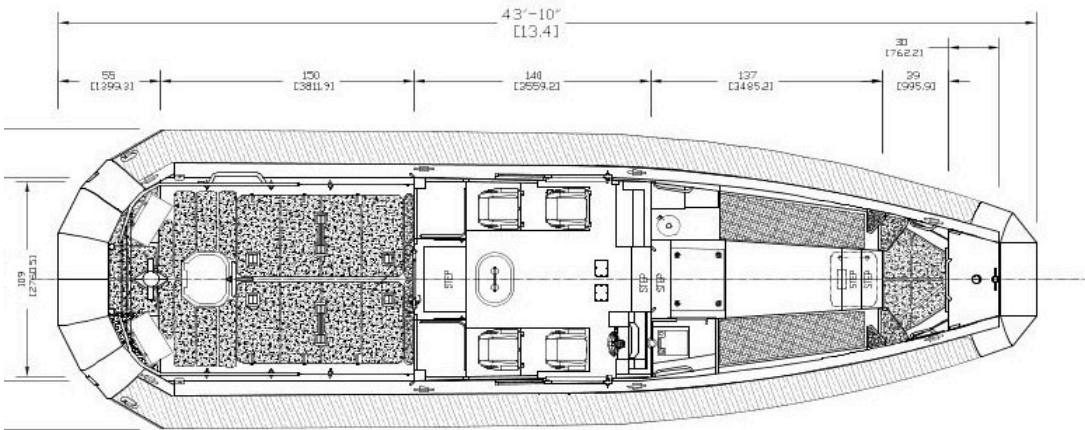
SAFEHAVEN MARINE
INTERCEPTOR 48 PILOT

SAFEHAVEN MARINE

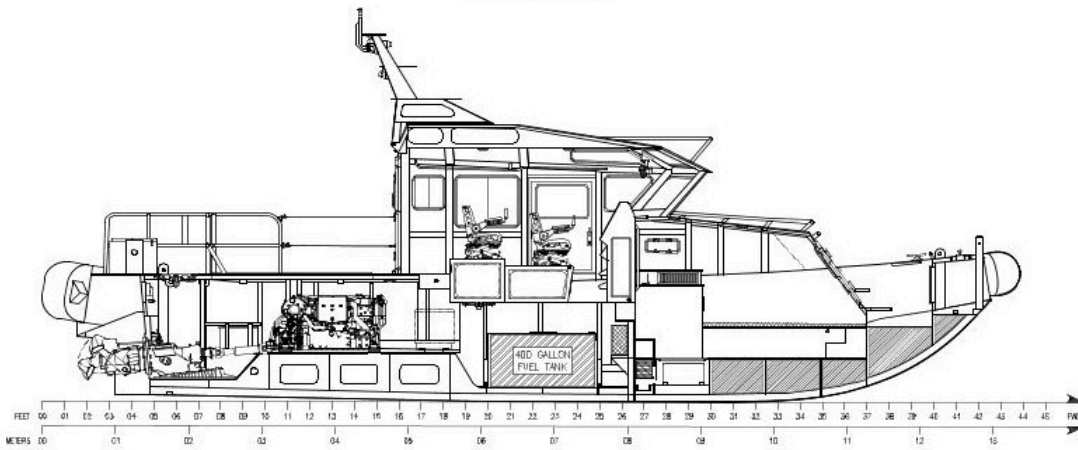
GENERAL ARRANGEMENT
& External Elevations

MODEL / 2018
 DATE / 01/18

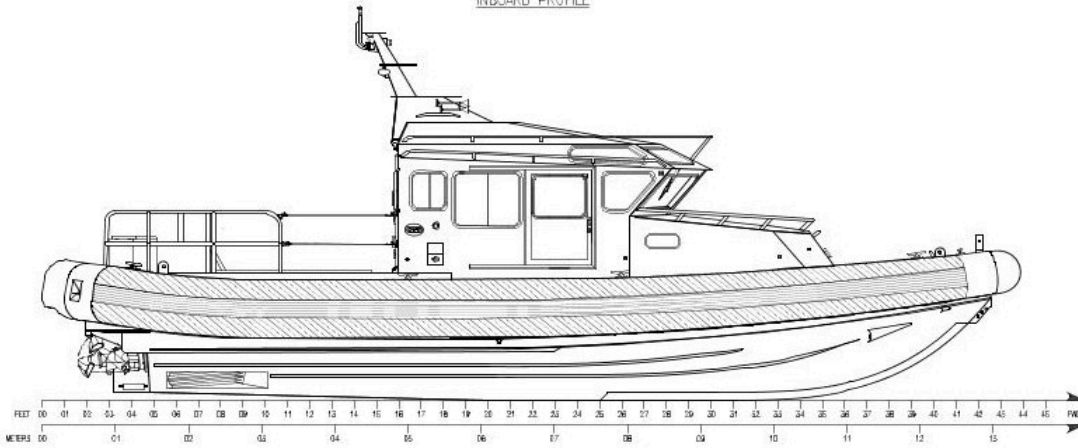
DESIGNER /
 DRAWING NO. / S1041



INBOARD PLAN VIEW



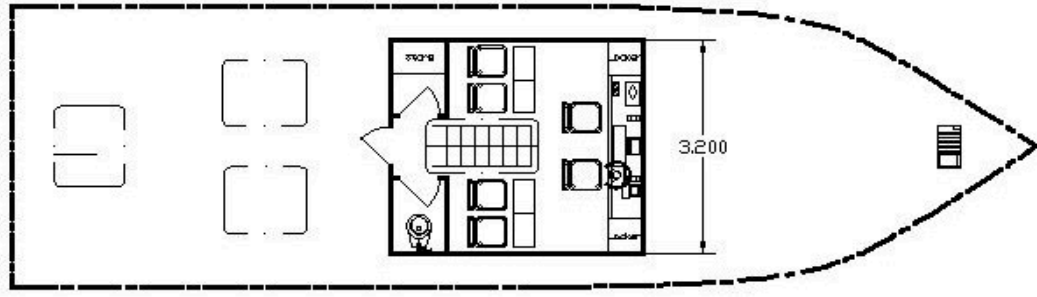
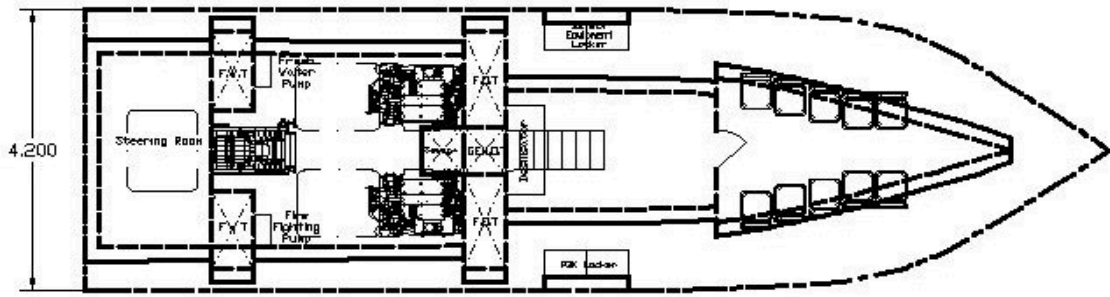
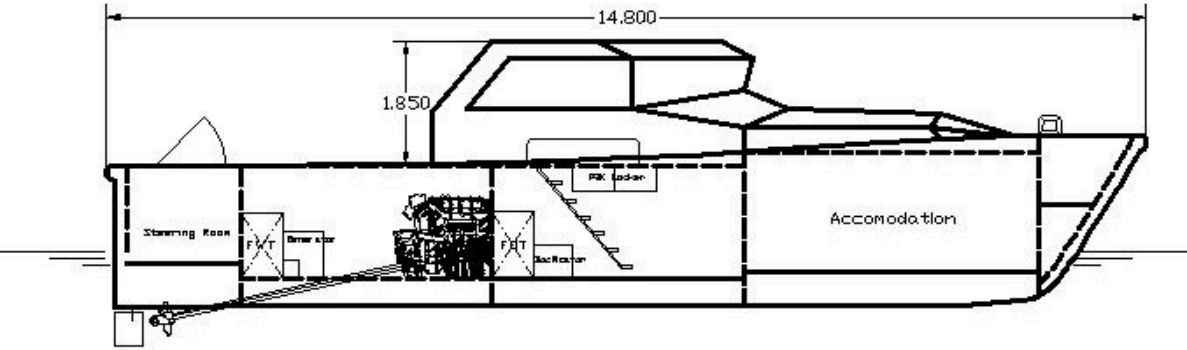
INBOARD PROFILE



Rekapitulasi Dimensi

Name	LoA [m]	B [m]	T	Speed [kn]	Engine [HP]
SAFE 44 Full Cabin	13.4	4.3	0.762	?	1500
Barracuda SV13	14	4.2	0.75	30- 40	1300
Interceptor 48	15	4.4	1.35	24-25	1100

Model Awal



Ukuran Utama [m]	
LoA	14.8
B	4.2
T	0.76
H	2.1

Hydrostatic Data		
Measurement	Value	Units
Displacement	19027	kg
Volume (displaced)	18.563	m ³
Draft Amidships	0.76	m
Immersed depth	0.76	m
WL Length	13.728	m
Beam max extents on WL	3.68	m
Wetted Area	50.275	m ²
Max sect. area	1.605	m ²
Waterpl. Area	43.64	m ²
Prismatic coeff. (Cp)	0.842	
Block coeff. (Cb)	0.483	
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.574	
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.864	
LCB length	5.87	from zero pt. (+ve fwd) m
LCF length	5.986	from zero pt. (+ve fwd) m
LCB %	42.764	from zero pt. (+ve fwd) % Lwl
LCF %	43.606	from zero pt. (+ve fwd) % Lwl
KB	0.502	m
KG fluid	0	m
BMt	2.415	m
BML	29.236	m
GMt corrected	2.918	m
GML	29.738	m
KMt	2.918	m
KML	29.738	m
Immersion (TPC)	0.447	tonne/cm
MTc	0.411	tonne.m
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1)	968.789	kg.m
Length:Beam ratio	3.73	
Beam:Draft ratio	4.842	
Length:Vol ^{0.333} ratio	5.185	
Precision	Medium	62 stations

Coefficient

Data

Volume=	17.77 m ³	maxsurf
WSA=	52.085 m ²	maxsurf
Lwl=	13.728 m	maxsurf
LCB=	-0.29 m	maxsurf from midship
B=	3.68 m	Beam max extents on WL
T=	0.76 m	
Cp=	0.842	
Cb=	0.483	
Vs=	35 kn	
	18 m/s	

CF0 (Friction Coefficient - ITTC 1957)

$$Rn = \frac{L_{wl} \cdot V_s}{v} \quad v = 1.18831 \cdot 10^{-6}$$

$$= 207993279.4$$

$$CF0 = \frac{0.075}{(\log Rn - 2)^2}$$

$$= 0.001878864$$

1+k

$$c = 1 + 0.011 \text{ cstern} \quad \text{cstern} = -10 \text{ V shape section}$$

$$= 0.89$$

$$Lr/L = 1 - C_p + \frac{0.06 C_p \cdot LCB}{(4C_p - 1)}$$

$$= 0.151813007$$

$$1+k1 = 0.93 + 0.487 k \left(\frac{B}{L}\right)^{1.0681} \cdot \left(\frac{T}{L}\right)^{0.4611} \cdot \left(\frac{L}{L_R}\right)^{0.1216} \cdot \left(\frac{L^3}{\nabla}\right)^{0.3649} \cdot (1 - C_p)^{-0.6042}$$

$$= 1.590474802$$

$$S_{app} = \text{total wetted surface of appendages}$$

$$= 0.2 \text{ m}^2 \quad \text{rudder}$$

$$S_{tot} = \text{wetted surface of bare hull and appendages}$$

$$= 52.285 \text{ m}^2$$

$$(1+k_2)_{\text{effective}} = \frac{\sum S_i (1+k_2)_i}{\sum S_i}$$

$$= 1.4$$

$$1+k = 1 + k_1 + \left[1 + k_2 - (1 + k_1)\right] \frac{S_{app}}{S_{tot}}$$

$$= 1.5897462$$

CA (Correlation Allowance)

$$CA = 0.006 (Lwl + 100)^{-0.16} - 0.00205$$

$$= 0.000763$$

Resistance Calculation

Savitsky Method

Data

Dspl=	18.563 m ³	b = beam of planing area/ beam over the chines
	19.027 ton	Vmax = Max Velocity
	19027.075 kg	ρ = Sea Water Density
	41947.470 lbs	g = Gravitational Acceleration
Lwl=	13.728 m	Fn = Froude Number
B=	4.2 m	β= Deadrise
b=	3.984 m	τ= Trim of Planing Surface
	13.07086656 ft	
Vmax =	35 kn	
	18.00555556 m/s	
	59.073 ft/s	
u =	0.00000118831	
ρ =	1025 kg/m ³	
	1.988828 slugs/cu.ft	
g =	9.81 m/s ²	
	32.185 ft/s	
β=	19 deg	

Koefisien Kecepatan

(PNA Vol.II hal.102)

$$C_v = \frac{V}{\sqrt{gb}}$$

$$= 2.881$$

Froude Number Volume

(PNA Vol.II hal.102)

$$F_n = \frac{V}{\sqrt{gV^{1/3}}}$$

$$= 3.532894442$$

Koefisien Angkat (Clo)

(PNA Vol.II hal.102)

$$C_{lo} = \frac{\Delta}{\frac{\rho}{2} x V^2 x b^2}$$

$$= 0.071$$

Perhitungan p/b (LCG/b)

(PNA Vol.II hal.104)

LCG=	5.87 m
b=	3.984 m
LCG/b=	1.473
Cv=	2.881
CI/τ ^{1.1} =	0.04 (grafik)
λ =	3.730
τ =	1.685

Perhitungan Reynold Number (Rn)

(PNA Vol.II hal.104)

$$R_n = \frac{V_1 x \lambda x b}{\nu}$$

$$= 225193346.9$$

Perhitungan Koefisien Tahanan Gesek (Cf)

$$C_f = \frac{1}{\frac{(3.5 \log Rn - 5.96)^2}{0.002}}$$

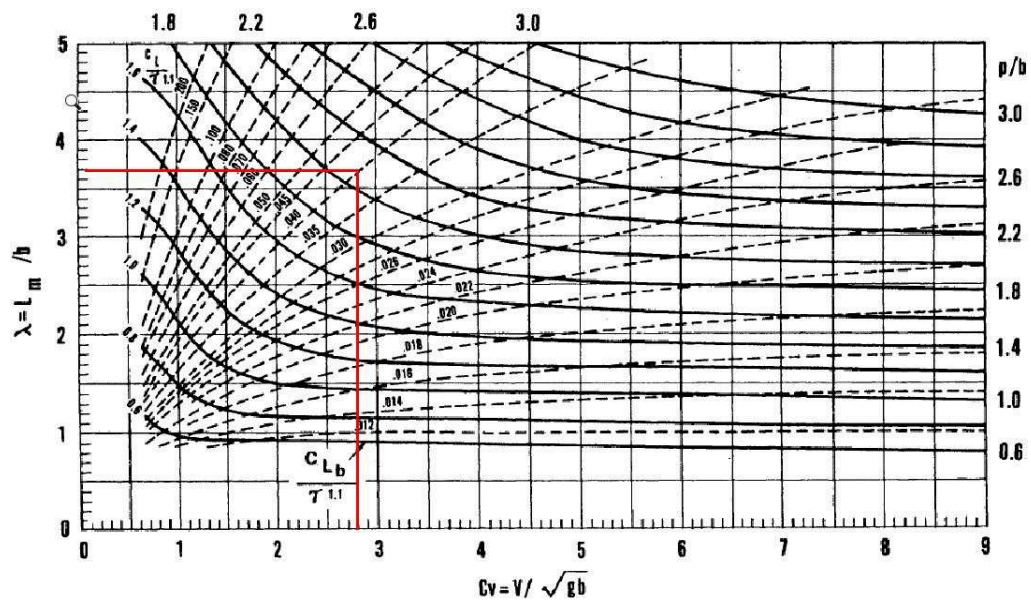
Perhitungan Hambatan Total (RT)

(PNA Vol.II hal.104)

$$R_t = \Delta \tan \tau + \frac{1/2 \rho V^2 \lambda b^2 C_f}{\cos \tau \cos \beta}$$

5417.963 lbs

24.099 Kn



Maxsurf Resistance					
Speed	Savitsky Planning [Kn]	Savitsky Planning [KW]			
0	--	--	Efficiency		50%
0.875	--	--			
1.75	--	--			
2.625	--	--			
3.5	--	--			
4.375	--	--			
5.25	--	--			
6.125	--	--			
7	--	--			
7.875	--	--			
8.75	--	--			
9.625	--	--			
10.5	--	--			
11.375	--	--			
12.25	14.3	179.752			
13.125	15	203.048			
14	15.8	228.19			
14.875	16.7	255.161			
15.75	17.5	283.883			
16.625	18.4	314.204			
17.5	19.2	345.891			
18.375	20	378.632			
19.25	20.8	412.059			
20.125	21.5	445.784			
21	22.2	479.443			
21.875	22.8	512.734			
22.75	23.3	545.449			
23.625	23.8	577.478			
24.5	24.2	608.8			
25.375	24.5	639.47			
26.25	24.8	669.599			
27.125	25.1	699.33			
28	25.3	728.827			
28.875	25.5	758.26			
29.75	25.7	787.799			
30.625	25.9	817.607			
31.5	26.2	847.839			
32.375	26.4	878.64			
33.25	26.6	910.141			
34.125	26.8	942.467			
35	27.1	975.729			

Machinery and Propulsion

Data

$R_t = 27.1 \text{ Kn}$
 $\rho = 1025 \text{ kg/m}^3$
 $V_{\max} = 35 \text{ kn}$
 18 m/s

Effective Horse Power

(parametric design hal 11-27)

$EHP = R_t \times v$
 $EHP = 487.9115 \text{ kW}$

Delivery Horse Power

(parametric design hal 11-29)

$DHP = EHP / \eta_D$
 $= 903.9929 \text{ kW}$
 $\eta_D = \eta_H \times \eta_R \times \eta_O$
 $= 0.539729$
 $\eta_H = (1-t)/(1-w)$
 $= 1.001353$
 $C_v = (1+k).CFO + CA$
 $= 0.00375$
 $w = 0.3095 C_b + 10 C_v C_b - 0.23 D / (B/T)^{0.5}$ *(PNA vol 2 hal 163)*
 $= 0.115341$
 $t = 0.325 C_b - 0.1885 D / (B/T)^{0.5}$ $D = 0.5 \text{ m}$
 $= 0.114143$ assumsi diameter prop.
 $\eta_R = 0.9737 + 0.111 (C_p - 0.0225 LCB) + \left(-0.06325 \frac{P}{D} \right)$
 0.98
 $\eta_O = 0.55$ *(propeller B-series = 0.5 - 0.6)*

Shaft Horse Power

(parametric design hal 11-29)

$SHP = DHP / \eta_S \eta_B$ *(parametric design hal 11-31)*
 $= 922.4417 \text{ kW}$
 $\eta_S \eta_B = 0.98$ untuk peletakan mesin di bagian belakang kapal

Brake Horse Power

(parametric design hal 11-29)

$BHP = SHP / \eta_T$ *(parametric design hal 11-33)*
 $= 946.094 \text{ kW}$
 $\eta_T = 0.975$ karena Reduction gear, Thrust bearing, dan Reversing gear

Maximum Continous Rating

(parametric design hal 11-30)

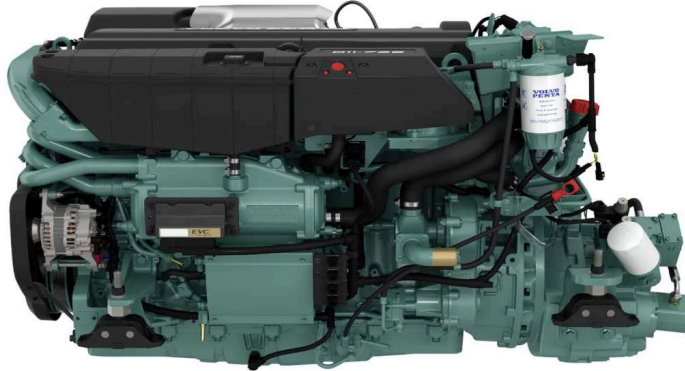
$MCR = BHP / 0.85$
 $= 1113.052 \text{ kW}$

Jadi untuk power minimal mesin adalah 556.5259 KW
746.3012 Hp

Engine : Volvo D11-670 [670Hp]

Length=	1729 mm	Fuel Consumption=	221 g/KWh	rpm=	2450
Width=	940 mm	Weight=	1145 kg		
Height=	1029 mm	Power=	493 kW		

D11-670

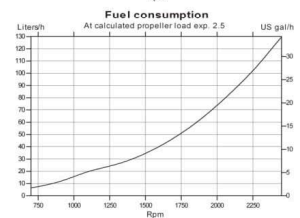
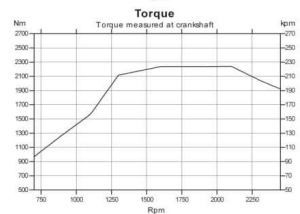
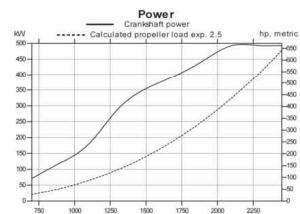


Technical Data

Engine designation	D11-670
No. of cylinders and configuration	in-line 6
Method of operation	4-stroke, direct-injected, turbocharged diesel engine with aftercooler
Bore/stroke, mm (in.)	123/152 (4.84/5.98)
Displacement, l (in ³)	10.84 (661.3)
Compression ratio	16.5:1
Dry weight bobtail, kg (lb)	1145 (2524)
Crankshaft power, kW (hp) @ 2450 rpm	493 (670)
Max. torque, Nm (lb.ft) @ 2100 rpm	2242 (1653)
Emission compliance	IMO NOx, EU RCD Stage II, US EPA Tier 3
Rating	R5*
Recommended fuel to conform to	ASTM-D975 1-D & 2-D, EN 590 or JIS KK 2204
Specific fuel consumption, g/kWh (lb/hph) @ 2450rpm	221 (0.358)
Flywheel housing/SAE size	11.5"/SAE 2

Technical data according to ISO 8665. With fuel having an LHV of 42700 kJ/kg and density of 840 g/liter at 15 °C (60 °F). Merchant fuel may differ from this specification which will influence engine power output and fuel consumption.

*RATING 5. For pleasure craft applications, and can be used for high speed planing crafts in commercial applications



**VOLVO
PENTA**

D11-670

Technical description:

Engine and block

- Cylinder block made of cast iron
- One-piece cast-iron cylinder head
- Ladder frame fitted to engine block
- Replaceable wet cylinder liners and valve seats/guides
- Drop forged crankshaft with induction hardened bearing surfaces and fillets with seven main bearings
- Four-valve-per-cylinder layout with overhead camshaft and center position of unit injectors
- Each cylinder features cross-flow inlet and exhaust ducts
- Gallery oil-cooled cast aluminum alloy pistons with three piston rings
- Rear-end transmission

Engine mounting

- Flexible engine mounting (option)

Lubrication system

- Integrated oil cooler in cylinder block
- Symmetrically positioned twin full flow oil filter of spin-on type and by-pass filter

Fuel system

- Electronic high pressure unit injectors
- Gear-driven fuel pump and injection timing
- Electronically controlled central processing system (EMS – Engine Management System)
- Single fine fuel filter of spin-on type, with water separator and water alarm

Air inlet and exhaust system

- Mid-positioned twin entry turbocharger with aftercooler
- Air filter with replaceable inserts
- Wet exhaust elbow (option)
- Loss of sea water alarm

Cooling system

- Seawater-cooled tubular heat exchanger
- Coolant system prepared for hot water outlet
- Easily accessible seawater impeller pump in rear end

Electrical system

- 24V with extra 12V/115A or 24V/80A alternator

Instruments/controls

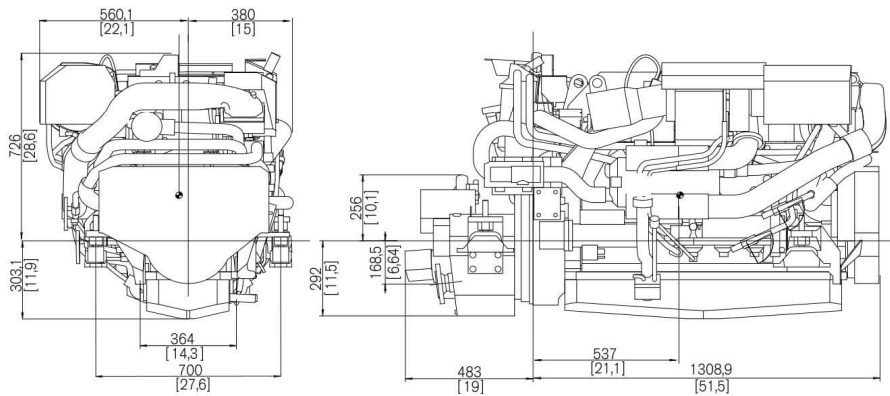
- Complete instrumentation/display packages, including e-key, the electronic key from Volvo Penta.
- Electronic remote control for throttle and shift
- Plug-in connectors

Reverse gear

- ZF305-3A-E, ZF325IV-E, electronically shifted
- Low speed available as option

Dimensions D11-670 with ZF305-3A-E

Not for installation



More information

Contact your nearest Volvo Penta dealer for more information about Volvo Penta engines and optional equipment/accessories or go to www.volvopenta.com



Download the Volvo Penta dealer locator App for your iPhone or Android

Not all models, standard equipment and accessories are available in all countries. All specifications are subject to change without notice. The engine illustrated may not be entirely identical to production standard engines.

VOLVO PENTA

AB Volvo Penta
SE-405 08 Göteborg, Sweden
www.volvopenta.com

English 01-2017 © 2017 AB Volvo Penta.

Shaft*(Ship Design for Eff. & Eco. Hal. 175)*

$$\begin{aligned}
 n &= 2 \\
 \text{length} &= 3.3 \text{ m} \\
 M_s/l &= 0.081 \left(\frac{P_D}{n} \right)^{\frac{2}{3}} \\
 &= 0.041669 \\
 M_s &= (M_s/l) \cdot l \\
 &= 0.137509 \text{ ton} \\
 &= 137.5091 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Rudder*(BKI Vol II Rules for Hull 14-2/21)*

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{c_1 \times c_2 \times c_3 \times c_4 \times 1.75 \times L \times T}{100} \\
 &= 0.1862 \text{ m} \\
 &= 0.2 \text{ m} \\
 H &= 0.5 \text{ m} \\
 L &= 0.4 \text{ m} \\
 \text{Weight} &= 18.5 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

c1= 1	general
c2= 1	general
c3= 1	NACA profile
c4= 1	

Propeller*(Catalogue Machigan Wheel X Series)*

$$\begin{aligned}
 W_{\text{prop.}} &= 24 \text{ lb} \\
 &= 10.88 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Water Jet Calculation (η_j)*(Kajian Teknis Perancangan Sistem Propulsi Waterjet Pada Patrol Boat 10.3m)*

$$\eta_j = \frac{2\mu(1-\mu)}{1 + \psi - (1-\zeta)\mu^2 + \frac{2gh_j}{v_j^2}}$$

$$\eta_j = 0.686258$$

$\psi = 1.5\%$	asumsi (1-4%)	kerugian yang terjadi pada pompa
$\zeta = 16.5\%$	asumsi (16-20%)	kerugian yang terjadi pada sisi isap
$h_j = 0.36 \text{ m}$	asumsi	Tinggi nosel

Jet Velocity (V_j)

$$\begin{aligned}
 V_w &= (1-w)V_s \\
 &= 15.92751
 \end{aligned}$$

$$w = 0.115341$$

$$2V_j = V_w + \sqrt{V_w^2 + \frac{4T}{\rho A_j}}$$

$$2V_j = 54.72419 \text{ m/s}$$

$$V_j = 27.3621 \text{ m/s}$$

$A_j =$ Luas Area Nosel	catalogue	
$= 0.042252 \text{ m}^2$	$r =$	0.116 m

$T =$ Thrust	untuk 1 mesin	
$= R_t / (1-t)^2$	$t=0$	asumsi
$= R_t / 2$		
$= 13.55$	kN	
$= 13550$	N	

Jet Velocity Rasio

$$\begin{aligned}
 \mu &= V_s / V_j \\
 &= 0.657995
 \end{aligned}$$

Eff. Ideal (η_{ideal})

$$\eta_{ideal} = \frac{2 \mu}{(1 + \mu)}$$

$$= 0.793724$$

Waterjet Overall Propulsive Coefficient

$$OPC = \eta_j \eta_P \eta_T \eta_H$$

$$= 0.59$$

$\eta_P =$ Eff. Pompa
 $= 0.9$ axial flow pump

 $\eta_T =$ Eff. Transmisi
 $= 0.96$ asumsi

 $\eta_H = 1$

Brake Horse Power and Maximum Continuous Rating Waterjet

$$BHP = T \times V_s / OPC$$

$$= 822.8859 \text{ kW}$$

$$1103.49 \text{ Hp}$$

$$MCR = BHP + 15\%$$

$$= 946.3188 \text{ kW}$$

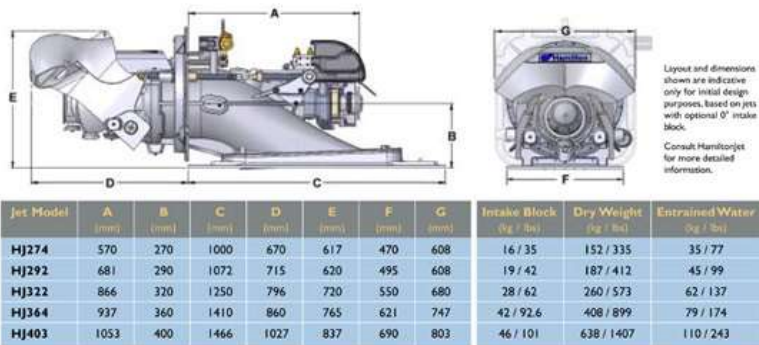
$$1269.013 \text{ Hp}$$

$$473.1594 \text{ kW} \quad \text{untuk 1 mesin}$$

$$634.507 \text{ Hp}$$

Waterjet Weight

Type= Hj364
 Weight= 408 kg



DNV Standard for Certification No. 2.21

Sec 5 Thermoplastic Structure Design

$$t_y = k_s \sqrt{\frac{PF}{L \cdot 6.7}} (14 + 3.6 L) \text{ mm}$$

where

k = 1.0 for LDPE

k = 0.85 for MDPE

s = stiffener spacing in meter

PF = pressure factor for bottom, respectively side (PF_b and PF_s), taken from the figures in Ch.4 Sec.2 B200 to B300.

202 The thickness of the inner hull is not to be less than:

$$t_1 = 0.8 t_y \text{ mm}$$

ρ hdpe	965 kg/m ³	
ρ SPF	45 kg/m ³	0.045
k	0.72 m	
s	0.5 m	
PF _b	174 for 35kn	
PF _s	78.5 for 35kn	
L	13 m	
t _y	30.936532 mm	for bottom (below draft)
	31 mm	
t ₁	26.35 mm	
	27 mm	
t _y	20.779344 mm	for side shell (above draft)
	21 mm	
t ₁	17.85 mm	
	18 mm	

Foam Double Bottom + Side Shell

Volume=	20.4 m ³		
Nett* =	18.972 m ³	harus lebih besar	Dspl = 18.563
Weight=	853.74 kg		selisih = 0.409 m ³
iaya angkat =	190.57374 N		
Gaya berat =	186.65561 N		

* dikurangi volume karena konstruksi (asumsi -5%)

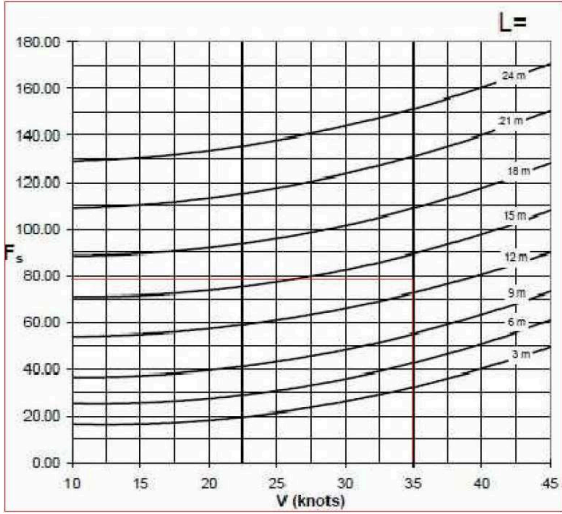
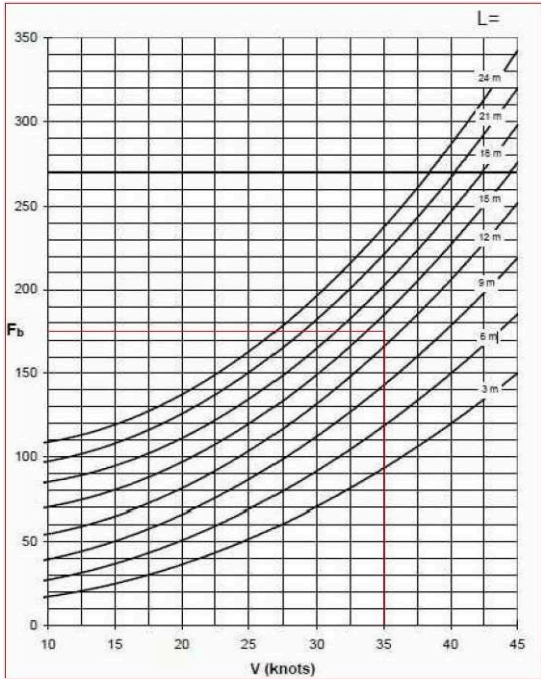
Item	Area [m ²]	Mass [kg]	Lcg [m]	Mass*Lcg	Vcg [m]	Mass*Vcg
Bottom	62.605	1872.829	6.622	12401.87	0.469	878.3566
Side	43.733	886.2492	6.209	5502.722	1.592	1410.909
Deck	54.098	1096.296	6.507	7133.598	2.234	2449.125
Double Bottom	54.183	1411.738	6.576	9283.59	0.625	882.3363
Double Skin	41.991	729.3837	6.268	4571.777	1.592	1161.179
Superstructure	43.422	754.2401	7.635	5758.623	3.283	2476.17
Foam		853.74	6.057	5171.103	0.954	814.468
		7604.476	6.551837	49823.28	1.324555	10072.54

Construction Correction

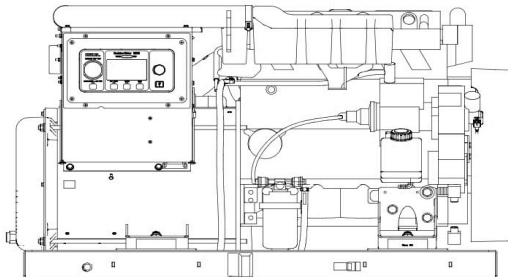
+ 30% (estimation) 9885.818

Recapitulation

Weight 9885.818 kg
 LCG 6.552 m
 VCG 1.325 m

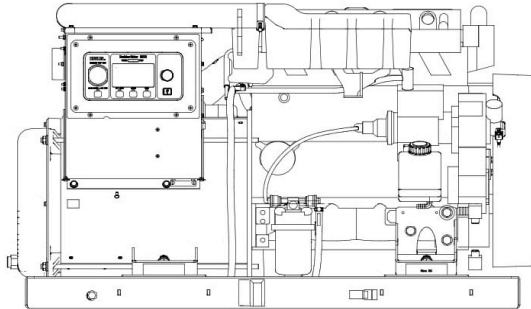


Power Requirement					
NO	Item	Type	Qty	Power [KW]	Total Power [KW]
1	Navigation Room Light	FC218NS-GSA	1	0.036	0.036
2	Accommodation Room Ligh	FL240NF-GIS	1	0.072	0.072
3	Technical Room (below m.d)	FL240WS-GISTH	1	0.072	0.072
4	Machinery Room Light	FL240WS-GISWNM	1	0.072	0.072
5	Masthead Light	DHR 35	1	0.025	0.025
6	Starboard Side Light	DHR 35	1	0.025	0.025
7	Portside Light	DHR 35	1	0.025	0.025
8	Stern Light	DHR 35	1	0.025	0.025
9	All-Round Light	DHR 35	1	0.025	0.025
10	Anchor Light	DHR 35	1	0.025	0.025
11	Search Light	PP50I-20USCF	2	1	2
12	Auto Pilot	PilotStar D	1	0.015	0.015
13	Inmarsat C	Felcom18	1	0.05	0.05
14	VHF	VHF 300 Marine Radio	1	0.033	0.033
15	Chart Plotter	Raymarine C120	1	0.012	0.012
16	Marine Radar	MR-1010RII	1	4	4
17	GPS	Furuno GP-170	1	0.04	0.04
18	Anchor Windlass	YDVC003-YDVC004	1	0.4	0.4
19	AHU Navigation Room	DT20A	1	1.1	1.1
20	AHU Accommodation Room	DT20A	1	1.1	1.1
21	Vent. Fan Machinery	DEN VENT17824	1	0.024	0.024
22	Vent. Fan	DEN VENT17824	1	0.024	0.024
23	Water Canon	FL-AFFC0.8/20S-ZX50	2	0.08	0.16
24	Fire Fighting Pump	SEN32-160B	1	2.2371	2.2371
25	Destilator	M-60	1	1.4	1.4
26	Fresh Water Pump	SEN32-160B	1	2.2371	2.2371
27	Electric Winch	KDJ-6000L	1	3.6	3.6
					18.8342
Margin + 10%=					20.71762



Generator Kohler 24E KOZD (24KW)

Power= 24 kW
 Length= 1197 mm
 Width= 652.5 mm
 Height= 711 mm
 Fuel Consumption= 6.7 Lph
 Weight= 449 kg



Generator Weights and Dimensions

	Without Sound Shield	With Sound Shield
Weight, kg (lb.)		
Wet	449 (990)	489 (1078)
Dry	431 (950)	471 (1038)
Length, mm (in.)	1138 (44.80)	1197 (47.12)
Width, mm (in.)	577.5 (22.74)	652.5 (25.69)
Height, mm (in.)	694 (27.31)	711 (27.99)

Generator Ratings

Model Generator (Alternator)	Voltage	Hz	25°C (77°F) Amps	25°C (77°F) kW/kVA	Ph
24EKOZD (4E5.0b)	120 120/240	60	200 100	24/24	1
20.5EFKOZD (4E5.0b)	230 240	50	90 78	20.5/20.5 18.5/18.5	1

RATINGS: Marine continuous ratings per ISO 3046, ISO 8528-1, and Kohler technical information bulletin TIB-117. Obtain technical information bulletin (TIB-101) on ratings guidelines for complete ratings definitions.

Availability is subject to change without notice. Kohler Co. reserves the right to change the design or specifications without notice and without any obligation or liability whatsoever. Contact your local Kohler generator distributor for availability.

Marine Generator Set

Engine Features

- Diesel fueled
- Certified by the Environmental Protection Agency (EPA) to conform to Tier III marine auxiliary standards (60 Hz model only)
- Four cylinder
- Four cycle
- Closed cooling system
- Heat exchanger
- Electric fuel lift pump
- Lifting eye

Generator Features

- Class H insulation
- Multivoltage adjustability
- Voltage regulation of $\pm 1.0\%$
- Radio suppression

Decision-Maker® 3500 Paralleling Controller

- A graphical display and pushbutton/rotary selector dial provide easy, local data access
- Measurements are selectable in metric or English units
- The controller supports Modbus® protocol with serial bus (RS-485) or Ethernet networks
- Scrolling display shows critical data at a glance
- Graphical display of power metering (kW, kVA, V, I, PF, and VAR)
- Integrated hybrid voltage regulator providing $\pm 0.5\%$ regulation
- Built-in alternator thermal overload protection

Optional Accessories

- Aluminum sound shield
- Remote digital gauge
- Remote digital display
- Siphon break
- Circuit breakers

Modbus® is a registered trademark of Schneider Electric.

Application Data

Engine

Engine Specifications	60 Hz	50 Hz
Type	4 cycle, naturally aspirated	
Cylinder, quantity	4	
Displacement, L (cu. in.)	2.5 (151)	
Bore and stroke, mm (in.)	88 x 102 (3.46 x 4.02)	
Compression ratio	17:1	
Combustion system	Direct injection	
Rated rpm	1800	1500
Max. power at rated rpm, HP	38.7	34.1
Governor, type	Mechanical	
Frequency regulation, mechanical governor		
No load to full load (droop)	5%	
Steady state	±0.7%	
Angular operation		
Instant (1 min.)	35°	
Intermittent (30 min.)	25°	

Operation Requirements

Air Requirements	60 Hz	50 Hz
Engine combustion air requirements, L/min. (cfm)	1900 (67.0)	1550 (54.7)
Generator cooling requirements, L/min. (cfm)	9175 (325)	7645 (270)
Max. air intake restriction, kPa (in. H ₂ O)	2.2 (8.8)	2.0 (8.0)
Exhaust flow, m ³ /min. (cfm)	5.1 (180.1)	4.1 (144.7)
Exhaust temp., °C (°F) at full load	550 (1022)	520 (968)
Max. allowed exhaust back pressure, kPa (in. H ₂ O)	8.5 (34.1)	7.0 (28.1)

Fuel Consumption	60 Hz	50 Hz
Diesel, Lph (gph) at % load		
100%	6.7 (1.77)	5.84 (1.54)
75%	5.2 (1.39)	4.44 (1.17)
50%	3.7 (0.98)	3.09 (0.82)
25%	2.3 (0.61)	1.78 (0.47)

Note: The fuel consumption of the 60 Hz model is based on 24EKOZD and the fuel consumption of the 50 Hz model is based on 20.5EFKOZD.

Engine Electrical

Engine Electrical System	60 Hz	50 Hz
Battery, voltage	12 or 24 volt	
Battery charging module	8-amp	
Battery, minimum recommendation	650 CCA @ 0°F	
Starter motor	2 kW, 12 V 2.5 kW, 24 V	

Engine Features

- Low oil pressure shutdown
- High engine temperature shutdown
- Low seawater pressure shutdown
- Vibromount
- Belt guard
- Disposable oil filter
- Oil drain valve
- Disposable fuel filter

Cooling

Cooling System	60 Hz	50 Hz
Capacity, L (qt.), approx.	4.4 (4.6)	
Heat exchanger type	2.5 in. dia. x 2 pass	
Seawater pump type	Belt-driven, 10-blade impeller	
Heat rejected to cooling water at rated kW, wet exhaust, kW (Btu/min.)	19.5 (1100)	23.5 (1350)
Engine water pump flow, Lpm (gpm)	53 (14)	47 (12)
Seawater pump flow, Lpm (gpm)	46.5 (12.3)	42.5 (11.2)

Alternator Features

- Brushless, rotating field design permits power to be obtained from stationary leads.
- Windings are vacuum impregnated with epoxy varnish for dependability and long life.
- Rotors are dynamically balanced to minimize vibration.
- Copper windings ensure minimal heat buildup. Insulation meets NEMA standards for class H insulation.
- Direct connected to the engine, the generator has sealed precision ball bearings with a precision-machined steel sleeve in the end bracket to prevent shaft misalignment and extend bearing life.
- Mounted on a drip-proof tray.
- Equipped with a four-lead reconnectable stator.
- Capable of sustained line-to-neutral short circuit current of up to 300% of the rated current for up to 2 seconds. (IEC 60092-301 short-circuit performance.)

Fuel

Fuel System	60 Hz	50 Hz
Fuel shutoff solenoid	Electric	
Fuel pump	Electric	
Maximum recommended fuel lift, m (ft.)	1.2 (4.0)	

Lubrication

Lubricating System	60 Hz	50 Hz
Oil pan capacity with filter, L (qt.)	11 (11.6)	
Oil pump type	Pressure, trochoid pump	

Electric Weight								
No	Item	Qty	Mass [kg]	Mass*Qty	Lcg [m]	Mass.Lcg	Vcg [m]	Mass.Vcg
1	Auto Pilot	1	13.4	13.4	8.743	117.1562	2.656	35.5904
2	Inmarsat C	1	12	12	8.743	104.916	2.656	31.872
3	VHF	1	2	2	8.743	17.486	2.656	5.312
4	Chart Plotter	1	2	2	8.743	17.486	2.656	5.312
5	Marine Radar	1	10	10	8.743	87.43	2.656	26.56
6	GPS	1	4	4	8.743	34.972	2.656	10.624
7	Anchor Windlass	1	7	7	13.36	93.52	2.69	18.83
8	AHU Navigation Room	1	42	42	7.248	304.416	3.024	127.008
9	AHU Accomodation Room	1	42	42	11	462	1.4	58.8
10	Vent. Fan Machinery	1	15	15	3.75	56.25	1.35	20.25
11	Vent. Fan	1	15	15	7.25	108.75	1.25	18.75
12	Water Canon	2	10	20	2.8	56	2.82	56.4
13	Fire Fighting Pump	1	39	39	4.38	170.82	0.746	29.094
14	Destilator	1	38	38	6.825	259.35	0.65	24.7
15	Fresh Water Pump	1	39	39	4.38	170.82	0.746	29.094
16	Electric Winch	1	39	39	13.36	521.04	2.69	104.91
17	Generator	1	449	449	4.9	2200.1	0.96	431.04
Total				788.4	6.066099		1.311703	

No	Item	Qty	Mass [kg]	Mass*Qty
1	Navigation Room Light	1	2.25	2.25
2	Accomodation Room Ligh	1	7.48	7.48
3	Technical Room (below m.d) l	1	6.47	6.47
4	Machinery Room Light	1	7.7	7.7
5	Masthead Light	1	0.3	0.3
6	Starboard Side Light	1	0.3	0.3
7	Portside Light	1	0.3	0.3
8	Stern Light	1	0.3	0.3
9	All-Round Light	1	0.3	0.3
10	Anchor Light	1	0.3	0.3
11	Search Light	2	3.54	7.08
			Total [kg]	32.78

Recapitulation

Weight = 821.18 kg
 Cable and etc (5%) = 862.239 kg
 Lcg = 6.066099 m
 Vcg = 1.311703 m

Outfitting Weight								
No	Item	Qty	Mass [kg]	Mass * Qty	Lcg [m]	Mass.Lcg	Vcg [m]	Mass.Vcg
1	Anchor	1	25	25.00	15.576	389.4	2.595	64.875
2	Anchor Chain	1	8.6	8.63	13.614	117.4232	2.022	17.44011
3	Ap Bollard	2	7.7	15.40	0.5	7.7	2.2	33.88
4	Fp Bollard	2	7.7	15.40	13.145	202.433	2.643	40.7022
5	Front Seat 1	2	20	40.00	11.247	449.88	1.1	44
6	Front Seat 2	2	20	40.00	10.747	429.88	1.1	44
7	Front Seat 3	2	20	40.00	10.247	409.88	1.1	44
8	Front Seat 4	2	20	40.00	9.747	389.88	1.1	44
9	Front Seat 5	2	20	40.00	9.247	369.88	1.1	44
10	Nav. Seat 6	2	20	40.00	8.167	326.68	2.7	108
11	Nav. Seat 7	2	20	40.00	6.625	265	2.7	108
12	Nav. Seat 8	2	20	40.00	6.625	265	2.7	108
13	Peralatan Selam	4	4	16.00	10.1	161.6	3.025	48.4
14	Life Jacket	16	0.9	14.40	10.1	145.44	3.025	43.56
15	Life Buoy	2	1.25	2.50	10.1	25.25	3.025	7.5625
16	Parachute Signal	6	2	12.00	10.1	121.2	3.025	36.3
17	Red Hand Flare	6	0.25	1.50	10.1	15.15	3.025	4.5375
18	Smoke Signal	4	0.5	2.00	10.1	20.2	3.025	6.05
19	Tandu Lipat	6	5	30.00	10.1	303	3.025	90.75
20	Basket Stretcher	1	18	18.00	10.1	181.8	3.025	54.45
21	Flooding Stretcher	1	0.6	0.60	10.1	6.06	3.025	1.815
22	Self Contain Breathing Apparatus	3	20	60.00	10.1	606	3.025	181.5
23	Neck Collar	1	0.5	0.50	10.1	5.05	3.025	1.5125
24	Medical Trauma Kit	1	1	1.00	10.1	10.1	3.025	3.025
25	Rescue Net	2	5.4	10.80	10.1	109.08	3.025	32.67
26	Survival Kit	1	0.28	0.28	10.1	2.828	3.025	0.847
27	Fire Extinguisher B-II	1	5.89	5.89	7.25	42.7025	3.025	17.81725
28	Fire Extinguisher B-I	1	1.13	1.13	3.75	4.2375	1.35	1.5255
29	Liferaft	2	53	106.00	3.48	368.88	2.294	243.164
Total				667.03	8.622784		2.213385	

Recapitulation

Weight = 667.0252 kg
 Margin (5%) = 700.3764 kg
 Lcg = 8.622784 m
 Vcg = 2.213385 m

Fresh Water**Weight**

$$\begin{aligned}W_{FW} &= 0.17 \text{ ton}/(\text{person} \times \text{day}) \\ &= 0.906667 \text{ ton} \\ &= 906.6667 \text{ kg} \\ \text{Design} &= 917.2 \text{ kg}\end{aligned}$$

Volume

$$\begin{aligned}\rho_{FW} &= 1 \text{ ton}/\text{m}^3 \\ V_{FW} &= 0.906667 \text{ m}^3 \\ \text{Design} &= 917.2 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Parametric Design, ch. 11 pg. 24

Provisions and Stores Weight

$$\begin{aligned}W_{PR} &= 0.01 \text{ ton}/(\text{person} \times \text{day}) \\ &= 0.053333 \text{ ton} \\ &= 53.33333 \text{ kg}\end{aligned}$$

Weight Recapitulation

Weight								
	Item	Qty / [%]	Mass [kg]	Mass * Qty	Lcg [m]	Mass.Lcg	Vcg [m]	Mass.Vcg
LWT	Hull	1	9885.8184	9885.818	6.552	64770.27	1.325	13094.31
	Engine	2	1145	2290	2.865	6560.85	1.115	2552.205
	Waterjet	2	408.00	816	0.500	408	0.620	505.92
	Electricity	1	862.239	862.239	6.066	5230.427	1.312	1131.001
	Outfitting	1	700.37644	700.3764	8.623	6039.195	2.213	1550.203
Total LWT [kg]				14554.43	5.703		1.294	

	Item	Qty / [%]	Mass [kg]	Mass * Qty	Lcg [m]	Mass.Lcg	Vcg [m]	Mass.Vcg	
DWT	Engine F.O	100%	1679.20	1679.2	6.026	10118.86	0.9	1511.28	
	Gen. F.O	100%	52	52	5.75	299	0.9	46.8	
	F.W	100%	917.2	917.2	1.58	1449.176	1.1	1008.92	
	Provisions & Stores	1	53.33	53.33	7.145	381.0667	1.75	93.33333	
	Pass. Front Seat 1	2	75	150	11.247	1687.05	1.2	180	
	Pass. Front Seat 2	2	75	150	10.747	1612.05	1.2	180	
	Pass. Front Seat 3	2	75	150	10.247	1537.05	1.2	180	
	Pass. Front Seat 4	2	75	150	9.747	1462.05	1.2	180	
	Pass. Front Seat 5	2	75	150	9.247	1387.05	1.2	180	
	Crew Nav. Seat 6	2	75	150	8.167	1225.05	2.8	420	
	Crew Nav. Seat 7	2	75	150	6.625	993.75	2.8	420	
	Crew Nav. Seat 8	2	75	150	6.625	993.75	2.8	420	
	Ballast	100%	158.6	158.6	12.721	2017.551	0.794	125.9284	
	Total DWT [kg]				4060.333	6.197386		1.21819105	
	Total LWT + DWT [kg]				18614.77	5.702711		1.271	

Pengecekan Displacement

Displacement	=	19027 kg	
Weight Recapitulation	=	18614.767 kg	
Margin (2-10%)	=	412.23287 kg	475.675
	=	2.17%	63.44213

Perhitungan Trim

LCB	=	5.87 m	
Trim Boundary	=	0.3 m	(NCVS Ch.II 37.8.2)

Kondisi	Nilai Trim [m]	Jenis Trim	Status
Loadcase 1	0.245	Buritan	Ok
Loadcase 2	0.022	Buritan	Ok
Loadcase 3	-0.090	Haluan	Ok

Freeboard
Non Convention Vessel Standard Indonesian Flagged Chapter VI, Appendix 4

Initial freeboard (fb) Type B Vessels

$$\begin{aligned} Fb &= 0.8L \\ &= 10.982 \text{ cm} \end{aligned}$$

Cb correction

$$Fb1 = 10.982 \text{ cm} \quad Cb \leq 0.68$$

Depth Correction

$$\begin{aligned} D &= 2.1 \text{ m} \\ L/15 &= 0.915 \text{ m} \\ Fb2 &= 20 (D-L/15) \\ &= 34.678 \text{ cm} \end{aligned}$$

Superstructure Correction

$$\begin{aligned} L_s &= 3.495 && 7.371429 \\ H_s &= 1.86 \\ Fb3 &= Fb2 - \frac{50 \sum (L_s \times H_s) \text{ cm}}{L} \\ &= 11.002 \text{ cm} \end{aligned}$$

Sheer Correction

$$\begin{aligned} B &= 0.125 L \\ &= 1.716 \text{ cm} \\ A &= 1/6 (2.5(L+30) - 100 (S_f+S_a) (0.75-S/2L)) \\ &= 13.602 \text{ cm} \\ S_f &= 0.445 \text{ m} \\ S_a &= 0 \text{ m} \\ S &= 3.495 \\ Fb4 &= 9.286 \text{ cm} \end{aligned}$$

Minimum Bow Height

$$\begin{aligned} B_{wm} &= 56L \left(1 - \frac{L}{500}\right) \left(\frac{1.36}{C_b + 0.68}\right) \\ &= 874.307 \text{ mm} \\ &= 0.874 \text{ m} \end{aligned}$$

Minimum Freeboard

Minimum Freeboard setelah melalui perhitungan dan koreksi untuk kapal tipe B, tidak Boleh Kurang dari 15 cm

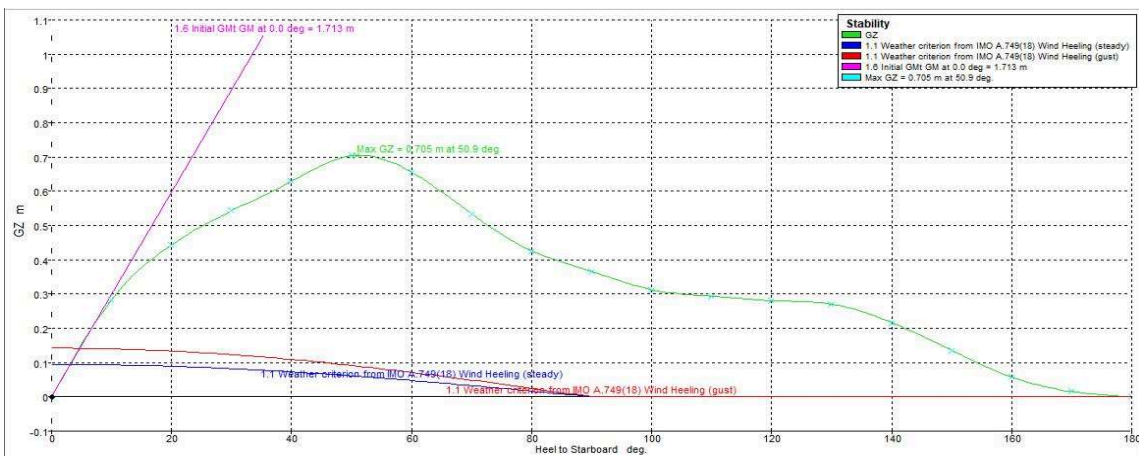
Freeboard Check

$$\begin{aligned} Fb \text{ actual} &= H - T \\ &= 1.34 \text{ m} \\ Fb \text{ min} &= Fb4 \\ &= 0.150 \text{ m} \\ \text{Accepted} & (Fb \text{ actual} > Fb \text{ min}) \end{aligned}$$

Stability
HSC 200 Code

Loadcase 1

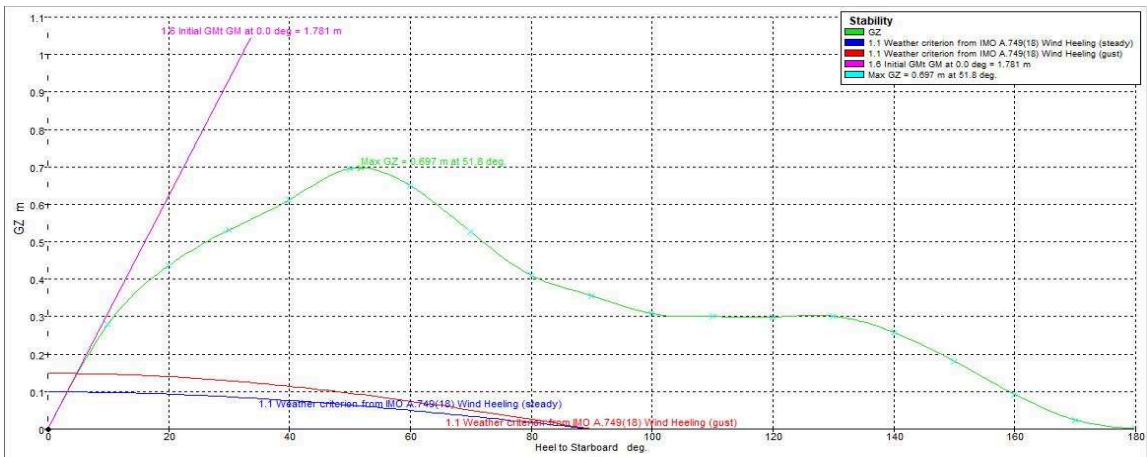
	Item Name	Quantity	Unit Mass kg	Total Mass kg	Unit Volume m³	Total Volume m³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
1	LWT	1	14554.4	14554.4			5.703	0.000	1.294
2	Fuel Oil (P)	100%	839.6	839.6	1.000	1.000	6.026	-1.242	0.913
3	Fuel Oil (SB)	100%	839.6	839.6	1.000	1.000	6.026	1.242	0.913
4	Generator Oil	100%	52.0	52.0	0.063	0.063	5.750	0.000	0.775
5	Fresh Water (P)	100%	458.6	458.6	0.459	0.459	1.580	-1.471	1.161
6	Fresh Water (SB)	100%	458.6	458.6	0.459	0.459	1.580	1.471	1.161
7	Provisions & Stores	1	53.3	53.3			7.145	0.000	1.750
8	Pass. Front Seat 1	0	75.0	0.0			11.247	0.000	1.200
9	Pass. Front Seat 2	0	75.0	0.0			10.747	0.000	1.200
10	Pass. Front Seat 3	0	75.0	0.0			10.247	0.000	1.200
11	Pass. Front Seat 4	0	75.0	0.0			9.747	0.000	1.200
12	Pass. Front Seat 5	0	75.0	0.0			9.247	0.000	1.200
13	Crew Nav. Seat 6	2	75.0	150.0			8.167	0.000	2.800
14	Crew Nav. Seat 7	2	75.0	150.0			6.625	0.000	2.800
15	Crew Nav. Seat 8	2	75.0	150.0			6.625	0.000	2.800
16	Ballast	100%	158.6	158.6	0.155	0.155	12.721	0.000	0.794
17	Total Loadcase			17864.8		3.134	5.625	0.000	1.285



	Criteria	Value	Units	Actual	Status
Loadcase 1	1.1 Weather criterion from IMO A.749(18) Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16	deg	3.1	Pass
	Angle of steady heel / Marginline immersion angle shall be less than (<)	80	%	8.85	
	Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100	%	41595.99	
	1.2 Area 0 to 30 or GZmax shall not be less than (>=)	3.151	m.deg	10.1735	Pass
	1.3 Area 30 to 40 shall not be less than (>=)	1.719	m.deg	5.8524	Pass
	1.4 Max GZ at 30 or greater shall not be less than (>=)	0.2	m	0.705	Pass
	1.5 Angle of maximum GZ shall not be less than (>=)	15	deg	50.9	Pass
	1.6 Initial GMT shall not be less than (>=)	0.15	m	1.713	Pass

Loadcase 2

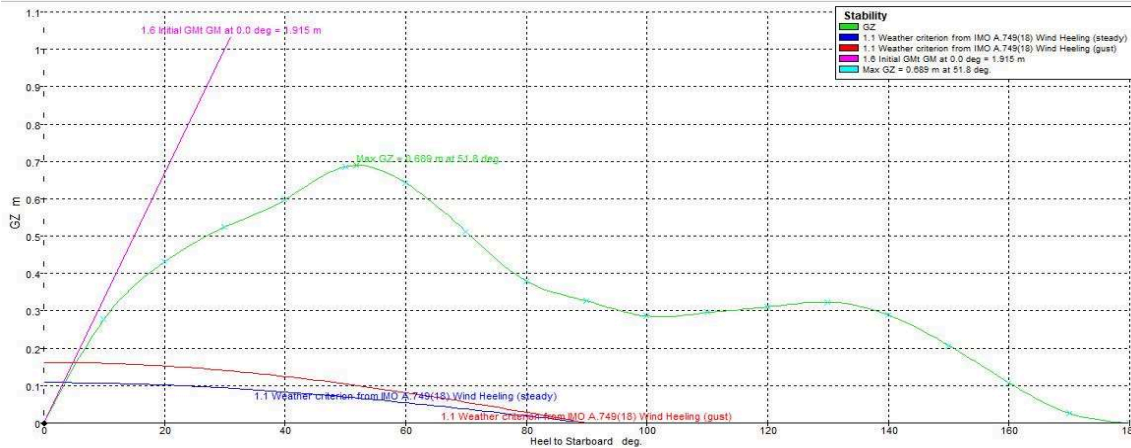
	Item Name	Quantity	Unit Mass kg	Total Mass kg	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
1	LWT	1	14554.4	14554.4			5.703	0.000	1.294
2	Fuel Oil (P)	50%	839.6	419.8	1.000	0.500	6.026	-1.065	0.661
3	Fuel Oil (SB)	50%	839.6	419.8	1.000	0.500	6.026	1.065	0.661
4	Generator Oil	50%	52.0	26.0	0.063	0.031	5.750	0.000	0.712
5	Fresh Water (P)	50%	458.6	229.3	0.459	0.229	1.580	-1.429	0.949
6	Fresh Water (SB)	50%	458.6	229.3	0.459	0.229	1.580	1.429	0.949
7	Provisions & Stores	1	26.7	26.7			7.248	0.000	3.024
8	Pass. Front Seat 1	2	75.0	150.0			11.247	0.000	1.200
9	Pass. Front Seat 2	2	75.0	150.0			10.747	0.000	1.200
10	Pass. Front Seat 3	2	75.0	150.0			10.247	0.000	1.200
11	Pass. Front Seat 4	2	75.0	150.0			9.747	0.000	1.200
12	Pass. Front Seat 5	2	75.0	150.0			9.247	0.000	1.200
13	Crew Nav. Seat 6	2	75.0	150.0			8.167	0.000	2.800
14	Crew Nav. Seat 7	2	75.0	150.0			6.625	0.000	2.800
15	Crew Nav. Seat 8	2	75.0	150.0			6.625	0.000	2.800
16	Ballast	0%	158.6	0.0	0.155	0.000	12.707	0.000	0.500
17	Total Loadcase			17105.3	3.134	1.489	5.848	0.000	1.291



Criteria	Value	Units	Actual	Status
	1.1 Weather criterion from IMO A.749(18)			
Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16	deg	3.2	Pass
Angle of steady heel / Marginline immersion angle shall be less than (<)	80	%	8.62	Pass
Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100	%	37466.68	Pass
1.2 Area 0 to 30 or GZmax				
shall not be less than (>=)	3.151	m.deg	10.0227	Pass
1.3 Area 30 to 40				
shall not be less than (>=)	1.719	m.deg	5.7057	Pass
1.4 Max GZ at 30 or greater				
shall not be less than (>=)	0.2	m	0.697	Pass
1.5 Angle of maximum GZ				
shall not be less than (>=)	15	deg	51.8	Pass
1.6 Initial GMt				
shall not be less than (>=)	0.15	m	1.781	Pass

Loadcase 3

	Item Name	Quantity	Unit Mass kg	Total Mass kg	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
1	LWT	1	14554.4	14554.4			5.703	0.000	1.294
2	Fuel Oil (P)	0%	839.6	0.0	1.000	0.000	6.026	-0.686	0.400
3	Fuel Oil (SB)	0%	839.6	0.0	1.000	0.000	6.026	0.686	0.400
4	Generator Oil	0%	52.0	0.0	0.063	0.000	5.750	0.000	0.650
5	Fresh Water (P)	0%	458.6	0.0	0.459	0.000	1.215	-1.143	0.614
6	Fresh Water (SB)	0%	458.6	0.0	0.459	0.000	1.215	1.143	0.614
7	Provisions & Stores	1	0.0	0.0			7.248	0.000	3.024
8	Pass. Front Seat 1	2	75.0	150.0			11.247	0.000	1.200
9	Pass. Front Seat 2	2	75.0	150.0			10.747	0.000	1.200
10	Pass. Front Seat 3	2	75.0	150.0			10.247	0.000	1.200
11	Pass. Front Seat 4	2	75.0	150.0			9.747	0.000	1.200
12	Pass. Front Seat 5	2	75.0	150.0			9.247	0.000	1.200
13	Crew Nav. Seat 6	2	75.0	150.0			8.167	0.000	2.800
14	Crew Nav. Seat 7	2	75.0	150.0			6.625	0.000	2.800
15	Crew Nav. Seat 8	2	75.0	150.0			6.625	0.000	2.800
16	Ballast	0%	158.6	0.0	0.155	0.000	12.707	0.000	0.500
17	Total Loadcase			15754.4	3.134	0.000	5.960	0.000	1.333



	Criteria	Value	Units	Actual	Status
Loadcase 3	1.1 Weather criterion from IMO A.749(18)				
	Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16	deg	3.6	Pass
	Angle of steady heel / Marginline immersion angle shall be less than (<)	80	%	8.95	
	Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100	%	29509.99	
	1.2 Area 0 to 30 or GZmax				
	shall not be less than (>=)	3.151	m.deg	9.8947	Pass
	1.3 Area 30 to 40				
	shall not be less than (>=)	1.719	m.deg	5.5865	Pass
1.4 Max GZ at 30 or greater					
shall not be less than (>=)	0.2	m	0.689	Pass	
1.5 Angle of maximum GZ					
shall not be less than (>=)	15	deg	51.8	Pass	
1.6 Initial GMt					
shall not be less than (>=)	0.15	m	1.915	Pass	

Unsinkable Calculation

Data

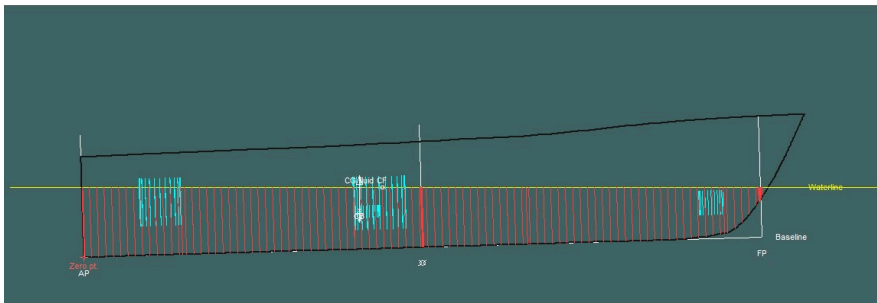
Volume Total = 93.285 m³
 Volume Foam = 18.972 m³
 Permeability= 0.797

Permeability SOLAS Chapter II-1 Part B-1 Reg. 7-3

Space	Permeability	
	SOLAS	Boat
Stores	60.00%	39.66%
Accommodation	95.00%	74.66%
Machinery	85.00%	64.66%

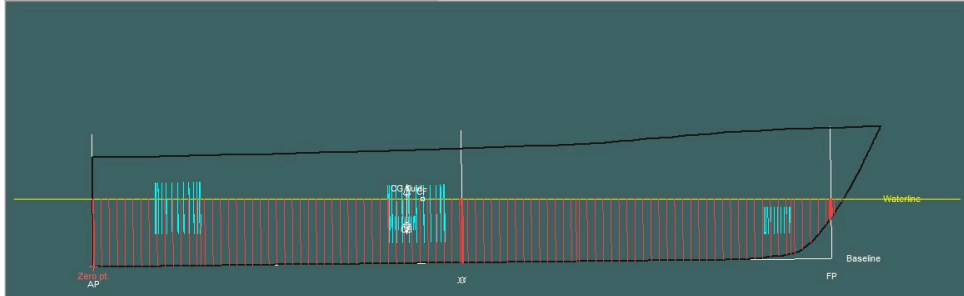
	Name	Type	Intact Perm. %	Damaged Perm. %	Specific gravity	Fluid type	Boundary Surfaces	Aft m	Fore m	F.Port m	F.Stbd. m	F.Top m	F.Bott. m
1	Fuel Oil (P)	Tank	100	100	0.84			5.5	6.55	-3	-0.25	1.5	0.4
2	Fuel Oil (S)	Tank	100	100	0.84			5.5	6.55	0.25	3	1.5	0.4
3	Generator	Tank	100	100	0.832		none	5.5	6	-0.25	0.25	0.9	0.65
4	Fresh Water (P)	Tank	100	100	1			1.16	2	-3	-1.143	1.6	0.6
5	Fresh Water (S)	Tank	100	100	1			1.16	2	1.143	3	1.6	0.6
6	Ballast	Tank	100	100	1.025			12.5	13	-3	3	1	0.5
7	Waterjet	Compart	64.7	64.7			none	0.001	2	-5	5	3	-2
8	Machinery	Compart	64.7	64.7			none	2	5.5	-5	5	3	-2
9	Technical	Compart	39.7	39.7			none	5.5	9	-5	5	3	-2
10	Accommodation	Compart	74.7	74.7			none	9	13	-5	5	3	-2
11	Fp	Compart	39.7	39.7			none	13	14.697	-5	5	3	-2

Loadcase 1



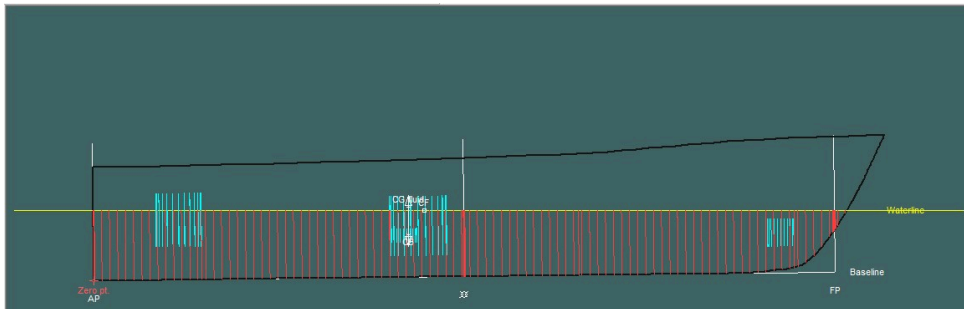
Loadcase 1	Criteria	Value	Units	Actual	Status
	2.13.1: Freeboard to DF points the min. freeboard of the shall be greater than (>)	0.3	m	0.645	Pass
	2.13.2: Maximum angle of inclination the angle of shall not be greater than (<=)	10	deg	0	Pass
	2.13.3: Positive freeboard to embarkation p the min. freeboard of the shall be greater than (>)	0.15	m	0.645	Pass

Loadcase 2



	Criteria	Value	Units	Actual	Status
Loadcase 2	2.13.1: Freeboard to DF points the min. freeboard of the shall be greater than (>)	0.3	m	0.802	Pass
	2.13.2: Maximum angle of inclination the angle of shall not be greater than (<=)	10	deg	0	Pass
	2.13.3: Positive freeboard to embarkation p the min. freeboard of the shall be greater than (>)	0.15	m	0.802	Pass

Loadcase 3



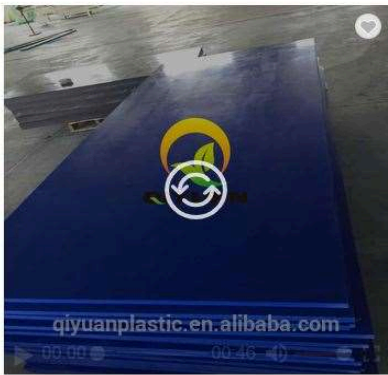
	Criteria	Value	Units	Actual	Status
Loadcase 3	2.13.1: Freeboard to DF points the min. freeboard of the shall be greater than (>)	0.3	m	0.83	Pass
	2.13.2: Maximum angle of inclination the angle of shall not be greater than (<=)	10	deg	0	Pass
	2.13.3: Positive freeboard to embarkation p the min. freeboard of the shall be greater than (>)	0.15	m	0.83	Pass

Cost Estimate					
Item	Cost per Unit[USD]	Qty	Unit	Total Cost [USD]	Total Cost [Rp]
HDPE Plate	5.00	9886	Kg	49,429.09	698,185,921.99
Foam	3,500.00	0.85	ton	2,988.09	42,206,771.25
Engine	41,991.00	2	unit	83,982.00	1,186,245,750.00
Waterjet	15,000.00	2	unit	30,000.00	423,750,000.00
Navigation Room Light	50.00	1	unit	50.00	706,250.00
Accomodation Room Ligh	53.90	1	unit	53.90	761,337.50
Technical Room (below m.d) Light	86.00	1	unit	86.00	1,214,750.00
Machinery Room Light	86.00	1	unit	86.00	1,214,750.00
Masthead Light	70.80	1	unit	70.80	1,000,050.00
Starboard Side Light	70.80	1	unit	70.80	1,000,050.00
Portside Light	70.80	1	unit	70.80	1,000,050.00
Stern Light	70.80	1	unit	70.80	1,000,050.00
All-Round Light	70.80	1	unit	70.80	1,000,050.00
Anchor Light	70.80	1	unit	70.80	1,000,050.00
Search Light	120.00	2	unit	240.00	3,390,000.00
Auto Pilot	1,500.00	1	set	1,500.00	21,187,500.00
Inmarsat C	2,770.64	1	set	2,770.64	39,135,290.00
VHF	700.00	1	set	700.00	9,887,500.00
Chart Plotter	299.95	1	set	299.95	4,236,793.75
Marine Radar	2,199.99	1	set	2,199.99	31,074,858.75
GPS	2,112.18	1	set	2,112.18	29,834,542.50
Anchor Windlass	100.00	1	unit	100.00	1,412,500.00
AHU	1,000.00	2	unit	2,000.00	28,250,000.00
Vent. Fan	324.74	2	unit	649.48	9,173,905.00
Water Canon	8,730.16	2	unit	17,460.32	246,627,020.00
Fire Fighting Pump	200.00	1	unit	200.00	2,825,000.00
Destilator	5,000.00	1	unit	5,000.00	70,625,000.00
Fresh Water Pump	200.00	1	unit	200.00	2,825,000.00
Electric Winch	350.00	1	unit	350.00	4,943,750.00
Anchor	500.00	1	unit	500.00	7,062,500.00
Bollard	53.99	4	unit	215.96	3,050,435.00
Seat	1,200.00	16	unit	19,200.00	271,200,000.00
Peralatan Selam	918.97	4	set	3,675.88	51,921,805.00
Life Jacket	4.45	16	unit	71.20	1,005,700.00
Life Buoy	12.00	2	unit	24.00	339,000.00
Parachute Signal	15.91	6	unit	95.46	1,348,372.50
Red Hand Flare	5.66	6	unit	33.96	479,685.00
Smoke Signal	7.57	4	unit	30.28	427,705.00
Tandu Lipat	88.39	6	unit	530.34	7,491,052.50
Basket Stretcher	97.58	1	unit	97.58	1,378,317.50
Flooding Stretcher	91.22	1	unit	91.22	1,288,482.50
Self Contain Breathing Apparatus	445.35	3	unit	1,336.05	18,871,706.25
Neck Collar	10.39	1	unit	10.39	146,758.75
Medical Trauma Kit	64.35	1	unit	64.35	908,943.75
Rescue Net	1,999.00	2	unit	3,998.00	56,471,750.00
Survival Kit	11.63	1	unit	11.63	164,273.75
Fire Extinguisher B-II	949.00	1	unit	949.00	13,404,625.00
Fire Extinguisher B-I	255.00	1	unit	255.00	3,601,875.00
Liferaft	990.00	2	unit	1,980.00	27,967,500.00
Total				236,052.74	3,334,244,978.24
+ estimasi biaya <i>item</i> lainnya (10%)				259,658.02	3,667,669,476.07
+ jasa pembangunan				259,658.02	3,667,669,476.07
+ Keuntungan galangan (20%)				311,589.62	4,401,203,371.28
+ infansi pembangunan awal (2%)				316,782.78	4,474,556,760.80
+ pajak (10%)				342,748.58	4,841,323,708.41

Item	Harga [Rp]
Hull	740,392,693.24
Machinery	1,609,995,750.00
Electricity	515,326,047.50
Outfitting	468,530,487.50
Total	3,334,244,978.24
+ estimasi biaya iten	3,667,669,476.07
+ jasa pembangunar	4,158,369,476.07
+ Keuntungan galan	4,990,043,371.28
+ infalsi pembangun	5,073,210,760.80
+ pajak (10%)	5,489,047,708.41

Surcharge galangan (air, investasi tempat, listrik, sampah dll)	Rp 300,000 /hari	54,000,000 9 bulan
Injection Weld machine		
Welder HDPE	250,000 /hari	45,000,000 9 bulan
Helper	150,000 /hari	27,000,000 9 bulan
Tukang kayu	Rp 200,000 /hari	36,000,000 9 bulan
Helper tukang kayu	Rp 80,000 /hari	14,400,000 9 bulan
Tukang karpet	Rp 200,000 /hari	12,000,000 3 bulan
Helper tukang karpet	Rp 80,000 /hari	4,800,000 3 bulan
Tukang pasang kaca	Rp 200,000 /hari	12,000,000 3 bulan
helper tukang kaca	Rp 80,000 /hari	4,800,000 3 bulan
Tukang cat	130,000 /hari	2,600,000 1 bulan
Helper tukang cat	75,000 /hari	1,500,000 1 bulan
Tukang listrik	Rp 200,000 /hari	36,000,000 9 bulan
Helper tukang listrik	Rp 80,000 /hari	14,400,000 9 bulan
Tukang las SS	Rp 250,000 /hari	45,000,000 9 bulan
Helper tukang las	Rp 150,000 /hari	27,000,000 9 bulan
Tukang hidraulik	Rp 300,000 /hari	54,000,000 9 bulan
Helper tukang hidraulik	Rp 100,000 /hari	18,000,000 9 bulan
tehnisi instalasi mesin	Rp 30,000 /pk	5,400,000 9 bulan
Tukang Pipa	Rp 200,000 /hari	12,000,000 3 bulan
Helper	Rp 80,000 /hari	14,400,000 9 bulan
Tukang FRP	Rp 200,000 /hari	36,000,000 9 bulan
Helper FRP	Rp 80,000 /hari	14,400,000 9 bulan
		490,700,000

Electricity and Outfitting Catalog



[View larger image](#)



Virgin/ recycled Material Plastic UHMWPE/HDPE sheet/board/plate

FOB Reference Price: [Get Latest Price](#)

\$3.00 - \$5.00 / Kilograms | 10 Kilogram/Kilograms China plastic Engineering industry UHMWPE sheet/HDPE High-densit (Min. Order)

[Contact Supplier](#)

[Chat Now!](#)

Seller Support: Trade Assurance – To protect your orders from payment to delivery

Payment: [VISA](#) [MasterCard](#) [TT](#) [Online Bank Payment](#) [Pay Later](#) [More](#)

Shipping: Alibaba.com Ocean Shipping Service from China to U.S
[Get shipping quote](#)

VOLVO PENTA D11-670 MARINE DIESEL ENGINE PRICE: US \$41,991.00



Information:

Volvo Penta D11-670 is an in-line 6-cylinder, 10.8-liter diesel engine using common-rail fuel injection, overhead camshaft, and a twin-entry turbo using a water-cooled exhaust manifold. This strong and highly efficient engine offers excellent reliability, long action range and low emissions.



[View larger image](#)

12w 16w 18w circular fluorecent ceiling light

FOB Reference Price: [Get Latest Price](#)

\$45.00 - \$50.00 / Pieces | 1 Piece/Pieces (Min. Order)

[Contact Supplier](#)

[Leave Messages](#)

Payment: [VISA](#) [MasterCard](#) [TT](#) [Online Bank Payment](#) [Pay Later](#) [More](#)

Shipping: Alibaba.com Ocean Shipping Service from China to U.S
[Get shipping quote](#)

Lightman

View larger image

Add to Compare Share

flick free 72w 600 600 1200x600 recessed cleanroom led ceiling panel light

1 - 199 Pieces **\$53.90** >=200 Pieces **\$52.90**

Lamp Power(W):

Emitting Color:

Lead Time:

Quantity(Pieces)	1 - 100	>100
Est. Time(days)	15	Negotiable

[Contact Supplier](#)

[Chat Now!](#)

Seller Support: Trade Assurance – To protect your orders from payment to delivery

Payment: [VISA](#) [Master](#) [TT](#) [Online Bank Payment](#) [Pay Later](#) More

Shipping: Alibaba.com Ocean Shipping Service from China to U.S
[Get shipping quote](#)

View larger image

Add to Compare Share

JPY21-2L Marine led fluorescent square ceiling panel light surface mounted

FOB Reference Price: [Get Latest Price](#)

\$69.00 - \$86.00 / Pieces | 1 Piece/Pieces (Min. Order)

Model Number:

Lead Time:

Quantity(Pieces)	1 - 20	>20
Est. Time(days)	1	Negotiable

[Contact Supplier](#)

[Leave Messages](#) [Request FREE Sample](#)

Seller Support: Trade Assurance – To protect your orders from payment to delivery

Payment: [VISA](#) [Master](#) [TT](#) [Online Bank Payment](#) [Pay Later](#) More

Shipping: Alibaba.com Ocean Shipping Service from China to U.S
[Get shipping quote](#)

Navigation Light Port 35 DHR

★★★★★ 0 Ulasan

0 Transaksi Sukses Dari 0 Transaksi [Bagikan](#)

Rp 499.000

Jumlah: [-](#) [+](#)

Catatan untuk Penjual (Opsional)

0/144 karakter

Cicilan bunga 0% mulai dari Rp 20.792 [Bandingkan Cicilan](#)

Dilihat: 10 Terkirim: 0 Kondisi: Baru Min. Beli: 1 Asuransi: Opsional

Dukungan Pengiriman:

- JNE**
 - Reguler
 - OKE
- TIKI**
 - Reguler
- GOSEND**
 - Instanc Courier
- Grob**
 - Instant



500W incandescent bulb Marine boat explosion proof spot light projector CFT1

FOB Reference Price: [Get Latest Price](#)

\$96.00 - \$120.00 / Sets | 1 Set/Sets (Min. Order)

Model Number:

Lead Time:	Quantity(Sets)	1 - 30	>30
	Est. Time(days)	7	Negotiable

[Contact Supplier](#)

[Leave Messages](#)

Seller Support: Trade Assurance – To protect your orders from payment to delivery

Payment: [VISA](#) [Master](#) [TT](#) [Online Bank Payment](#) [Pay Later](#) [More](#)

Shipping: Alibaba.com Ocean Shipping Service from China to U.S
[Get shipping quote](#)



Small Vessel Autopilot For Sale

FOB Reference Price: [Get Latest Price](#)

\$500.00 - \$1,490.00 / Acres | 1 Acre/Acres Small Vessel Autopilot For Sale (Min. Order)

[Contact Supplier](#)

[Leave Messages](#)

Seller Support: Trade Assurance – To protect your orders from payment to delivery

Payment: [VISA](#) [Master](#) [TT](#) [Online Bank Payment](#) [Pay Later](#) [More](#)

Shipping: Alibaba.com Ocean Shipping Service from China to U.S
[Get shipping quote](#)



JUE-95SA Inmarsat C Family

FOB Reference Price: [Get Latest Price](#)

\$2,786.81 / Units | 1 Unit/Units (Min. Order)

[Contact Supplier](#)

[Leave Messages](#)



VHF 300

PART NUMBER 010-00756-10

US\$699.99 USD

Version

Black

[FIND A DEALER](#)

Estimated availability is 1 – 3 business days.

SEAWIRE MARINE

LCD IMAGE REPAIR

Raymarine

Authorized Reseller

Raymarine C120 C80 C70 LCD Image Repair with Software Upgrade | 1 YEAR WARRANTY!

RAYMARINE AUTHORIZED DEALER!

Condition: **New**

Quantity:

More than 10 available
59 sold / [See feedback](#)

Price: **US \$299.95**
Approximately
IDR4,224,647.89

[Buy it Now](#)

[Add to cart](#)

[Add to watch list](#)

100% buyer satisfaction

59 Sold

More than 58% Sold

Shipping: **\$38.34** (approx. IDR540,000.00) International Priority Shipping to Indonesia via the Global Shipping Program | [See details](#)
Item location: Miami, Florida, United States
Ships to: United States and many other countries | [See details](#)

Delivery: Estimated between **Fri, Jul. 12** and **Sat, Jul. 20** | Includes international tracking

Payments:

Any international shipping and import charges are paid in part to Pitney Bowes Inc. [Learn More](#)

Returns: Seller does not accept returns | [See details](#)

★ REVIEWS

ICOM

Unbiased Advice

Rewards Program

Lowest Prices

Lifetime Phone Support

90 Day Returns

FREE Software Update

Icom MR-1010RII Marine Radar - 4kW - 10.4" Color Display

ICOM [More from this Brand](#)

MR-1010RII Marine Radar - 4kW - 10.4" Color Display Simplified ARPA, Wide Viewing Angle Color TFT LCD and Made in Japan Reliability 36 NM Range Observation with 4kW Output Radome Scanner Simplified ARPA ...

\$2199.99
MAP Price

BACKORDERED - WE MAY BE ABLE TO DROP SHIP IMMEDIATELY - CALL NOW!
SKU#: ICO-MR1010RII

+ FREE Shipping in Us 48 (Most Orders over \$75, excludes Oversized & Hazmat)
Starting at \$105/mo with [affirm](#) Prequalify now



Furuno GP170 IMO GPS Navigator

by Furuno

Be the first to review this item

Price: **\$2,126.21** + \$196.00 shipping

- WAAS NONE
- › See more product details

New (1) from \$2,126.21



View larger image



stainless steel anchor windlass anchor winch for boat

FOB Reference Price: [Get Latest Price](#)

1 - 99 Sets	>=100 Sets
\$100.00	\$1.00

[Contact Supplier](#)

Leave Messages

Seller Support: Trade Assurance - To protect your orders from payment to delivery

Payment: [Online Bank Payment](#) [Pay Later](#) More

Shipping: Alibaba.com Ocean Shipping Service from China to U.S
[Get shipping quote](#)

Value-added services: Production View



Model:DT20A, DC12V DC24V build-in DC compressor, battery powered & electrical air conditioner for truck

FOB Reference Price: [Get Latest Price](#)

\$500.00 - \$1,000.00 / Sets | 1 Set/Sets (Min. Order)

[Contact Supplier](#)

Leave Messages

Seller Support: Trade Assurance - To protect your orders from payment to delivery

Payment: [Online Bank Payment](#) [Pay Later](#) More

Shipping: Alibaba.com Ocean Shipping Service from China to U.S



[View Zoom Image](#)



7" In-Line Blower

Ignition Protected | 12V or 24V Models

By: **Vetus**

Sku# Make a selection	Item ID Make a selection
-----------------------	--------------------------

SELECT PRODUCT OPTIONS

Item :

Select Item ▾

[View All Options in a Table](#)



[View larger image](#)



Ready to Ship **In Stock** **Fast Dispatch**

auto fire suppression water cannon system

\$8,730.16 / Set | 1 Set (Min. Order)

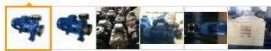
Quantity: Sets

Seller Support: **Trade Assurance** – To protect your orders from payment to delivery

Payment: **VISA** **TT** **Online Bank Payment** **Pay Later**



[View larger image](#)



[Add to Compare](#) [Share](#)

Irrigation And Fire Fighting System Electric Heavy Duty Monoblock Centrifugal Industrial Water Pump Price List In Sri Lanka

FOB Reference Price: [Get Latest Price](#)

\$100.00 - \$500.00 / Sets | 1 Set/Sets (Min. Order)

Horsepower:

Maximum Flow ...

Maximum Head:

Lead Time:	Quantity(Sets)	1 - 200	>200
	Est. Time(days)	45	Negotiable

Customization: Customized logo (Min. Order: 20 Sets)
Customized packaging (Min. Order: 20 Sets) [More](#) ▾

[Contact Supplier](#)



View larger image



small mobile seawater desalination machine/treatment/system/plant for boat

FOB Reference Price: [Get Latest Price](#)

\$2,000.00 - \$5,000.00 / Sets | 1 Set/Sets (Min. Order)

[Contact Supplier](#)

Leave Messages

Seller Support: [Trade Assurance](#) – To protect your orders from payment to delivery

Payment: [VISA](#) [TT](#) [Online Bank Payment](#) [Pay Later](#) More

Shipping: [Alibaba.com Ocean Shipping Service from China to U.S](#)
[Get shipping quote](#)



View larger image



ALLMAN ATV UTV DC 12V electric boat anchor winch

FOB Reference Price: [Get Latest Price](#)

\$35.00 - \$350.00 / Sets | 1 Set/Sets ALLMAN electric boat anchor winch (Min. Order)

[Contact Supplier](#)

Leave Messages [Place Sample Order](#)

Seller Support: [Trade Assurance](#) – To protect your orders from payment to delivery

Payment: [VISA](#) [TT](#) [Online Bank Payment](#) [Pay Later](#) More

Shipping: [Alibaba.com Ocean Shipping Service from China to U.S](#)
[Get shipping quote](#)



25kg

View larger image



Marine equipment Stainless steel 1kg 2kg 2.5kg 3kg 3.5kg 5kg 10kg 15kg 20kg 25kg 30kg 50kg bruce anchor for boat

FOB Reference Price: [Get Latest Price](#)

\$10.00 - \$500.00 / Pieces | 1 Piece/Pieces Bruce Anchor (Min. Order)


[Contact Supplier](#)

Chat Now!


Seller Support: [Trade Assurance](#) – To protect your orders from payment to delivery

Payment: [VISA](#) [TT](#) [Online Bank Payment](#) [Pay Later](#) More

Shipping: [Alibaba.com Ocean Shipping Service from China to U.S](#)
[Get shipping quote](#)



View larger image



Single bitt bollards for boat

FOB Reference Price: [Get Latest Price](#)

\$26.19 - \$53.99 / Pieces | 50 Piece/Pieces (Min. Order)

US \$20 OFF Order more than US \$1000 [Get Coupon](#)

Model Number: 6" 8" 15"

Lead Time:	Quantity(Pieces)	1 - 50	>50
	Est. Time(days)	2	Negotiable

Customization: Customized logo (Min. Order: 500 Pieces)
Customized packaging (Min. Order: 500 Pieces) [More](#)

[Contact Supplier](#)

Samples - \$25.50 /Pieces, 1 Pieces (Min. Order) [Buy Samples](#)



Grammer Avento Premium

Share this [f](#) [t](#) [G+](#) [@](#)

£1,200.00 Ex VAT
£1,440.00 Inc VAT

The Avento Premium from Grammer is a compact full-suspension powerboat seat. Powerboat seats must stand up to a variety of challenges: they have to reduce vibration, absorb strong shocks that can occur at high speeds, minimize fatigue, and provide an ergonomical, back-friendly boating experience. The Avento Premium offers a maximum of comfort at an attractive price.


PLEASE NOTE THE SEAT DOES NOT COME WITH A PEDESTAL AS STANDARD - CALL FOR OPTIONS

Features:

- Reduces vibration, minimizes jolts and supports the body
- Full-suspension technology with a suspension travel of 70 mm
- Provides maximum comfort for minimum space
- Adjustable backrest (-5° to +20°) provides excellent side support, even for cornering at high speeds.
- Available with two different embossings in six basic colours.

Options: Please contact us on 01892 515028

- Pedestal - please call for more information



13 LB Halon 1211 Amerex B371

Be the first to review this product.

Availability: In stock

~~\$999.00~~ **\$949.00**

Buy 3 for **\$935.00** each and **save 2%**

[Email to a Friend](#)

1 [Add to Cart](#) [Heart](#)



8 Persons Throw Over Board Marine Inflatable Liferrafts For Ship

>=5 Sets
\$990.00

Loading Capacity: 8 P

Lead Time:

Quantity(Sets)	1 - 1	>1
Est. Time(days)	10	Negotiable

[Contact Supplier](#)

Leave Messages

Seller Support: Trade Assurance – To protect your orders from payment to delivery

Payment: [VISA](#) [MasterCard](#) [TT](#) [Online Bank Payment](#) [Pay Later](#) More

Shipping: Alibaba.com Ocean Shipping Service from China to U.S
[Get shipping quote](#)



Ready to Ship

Marine Safety SOLAS 2.5kg Life Buoy with CCS/EC certificate

1-49 Pieces	50-99 Pieces	>=100 Pieces
\$12.00	\$11.20	\$10.60

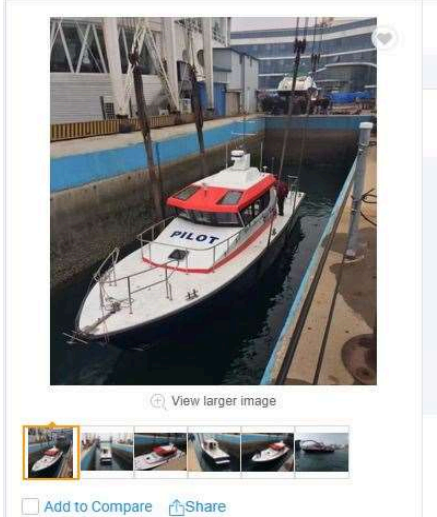
Inner Diameter:

Outer Diameter:

Samples: \$12.00 /Piece, 1 Piece (Min. Order); [Buy Samples](#)

Seller Support: Trade Assurance – To protect your orders from payment to delivery

Payment: [VISA](#) [MasterCard](#) [TT](#) [Online Bank Payment](#) [Pay Later](#)



15m grp pilot patrol boat for sale

FOB Reference Price: [Get Latest Price](#)

\$200,000.00 - \$350,000.00 / Units | 1 Unit/Units (Min. Order)

Model Number:

Lead Time:

Quantity(Units)	1 - 1	>1
Est. Time(days)	90	Negotiable

Customization: Customized logo (Min. Order: 2 Units)
 Customized packaging (Min. Order: 2 Units) More

[Contact Supplier](#)

Leave Messages

Seller Support: Trade Assurance – To protect your orders from payment to delivery

Payment: [VISA](#) [MasterCard](#) [TT](#) [Online Bank Payment](#) [Pay Later](#) More

Shipping: Alibaba.com Ocean Shipping Service from China to U.S
[Get shipping quote](#)



BCD Alat Diving Equator SCUBAPRO

★★★★★ 0 Ulasan

100% Transaksi Sukses Dari 1 Transaksi

Bagikan

Rp 13.000.000

Jumlah

1

Catatan untuk Penjual (Opsional)

Contoh: Warna Putih, Ukuran XL, Edisi ke-2

0/144 karakter

Cicilan bunga 0% mulai dari Rp 541.667 [Bandingkan Cicilan](#)

Dilihat: 254 | Terkirim: 1 | Kondisi: Baru | Min. Beli: 1 | Asuransi: Opsional

Estimasi ongkos kirim



SCBA BREATHING APPARATUS BESI 6 BAR 300 LITER

★★★★★ 0 Ulasan

0 Transaksi Sukses Dari 0 Transaksi

Bagikan

Rp 6.298.000

Jumlah

1

Catatan untuk Penjual (Opsional)

Contoh: Warna Putih, Ukuran XL, Edisi ke-2

0/144 karakter

Cicilan bunga 0% mulai dari Rp 262.417 [Bandingkan Cicilan](#)

Dilihat: 14 | Terkirim: 0 | Kondisi: Baru | Min. Beli: 1 | Asuransi: Opsional



Life Jacket Pelampung ATUNAS (SIZE M)

★★★★★ 9 Ulasan

100% Transaksi Sukses Dari 18 Transaksi

Bagikan

Rp 63.000

Jumlah

1

Catatan untuk Penjual (Opsional)

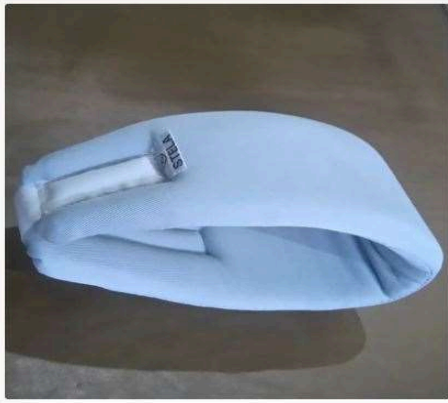
Contoh: Warna Putih, Ukuran XL, Edisi ke-2

0/144 karakter

Cicilan bunga 0% mulai dari Rp 2.625 [Bandingkan Cicilan](#)

Dilihat: 1,3rb | Terkirim: 28 | Kondisi: Baru | Min. Beli: 1 | Asuransi: Opsional

Estimasi ongkos kirim



Soft Cervical (Neck) Collar Penyangga Leher "STELA"

★★★★★ 0 Ulasan

0% Transaksi Sukses Dari 1 Transaksi

Bagikan

Rp 147.000

Jumlah

1

Catatan untuk Penjual (Opsional)

Contoh: Warna Putih, Ukuran XL, Edisi ke-2

0/144 karakter

Cicilan bunga 0% mulai dari Rp 6.125 [Bandingkan Cicilan](#)

Dilihat 124

Terkirim 0

Kondisi Baru

Min. Beli 1

Asuransi Opsional



Rocket Parachute Signal Comet

★★★★★ 1 Ulasan

100% Transaksi Sukses Dari 1 Transaksi

Bagikan

Rp 225.000

Jumlah

1

Catatan untuk Penjual (Opsional)

Contoh: Warna Putih, Ukuran XL, Edisi ke-2

0/144 karakter

Cicilan bunga 0% mulai dari Rp 9.375 [Bandingkan Cicilan](#)

Dilihat 325

Terkirim 4

Kondisi Baru

Min. Beli 1

Asuransi Opsional

www.alnindo.com

Estimasi ongkos kirim



RED HAND FLARE

★★★★★ 6 Ulasan

100% Transaksi Sukses Dari 17 Transaksi

Bagikan

Rp 80.000

Jumlah

1

Catatan untuk Penjual (Opsional)

Contoh: Warna Putih, Ukuran XL, Edisi ke-2

0/144 karakter

Cicilan bunga 0% mulai dari Rp 3.334 [Bandingkan Cicilan](#)

Dilihat 908

Terkirim 89

Kondisi Baru

Min. Beli 1

Asuransi Opsional

Estimasi ongkos kirim



Tandu split basket,emergency rescue stretcher ydc 8 A1,helicopter

★★★★★ 0 Ulasan

0 Transaksi Sukses Dari 0 Transaksi

Bagikan

Rp 13.800.000

Jumlah

− 1 +

Catatan untuk Penjual (Opsional)

Contoh: Warna Putih, Ukuran XL, Edisi Ke-2

0/144 karakter

Cicilan bunga 0% mulai dari Rp 575.000 [Bandingkan Cicilan](#)

Dilihat: 102

Terkirim: 0

Kondisi: Baru

Min. Beli: 1

Asuransi: Opsional



tandu rescue lipat material almunium

★★★★★ 0 Ulasan

0 Transaksi Sukses Dari 0 Transaksi

Bagikan

Rp 1.250.000

Jumlah

− 1 +

Catatan untuk Penjual (Opsional)

Contoh: Warna Putih, Ukuran XL, Edisi ke-2

0/144 karakter

Cicilan bunga 0% mulai dari Rp 52.084 [Bandingkan Cicilan](#)

Dilihat: 121

Terkirim: 0

Kondisi: Baru

Min. Beli: 1

Asuransi: Opsional

Estimasi ongkos kirim

LAMPIRAN B
GAMBAR *LINES PLAN*

Body Plan

Table Offset of Waterline								
	Baseline	WI 0.2	WI 0.4	WI 0.6	WI 0.76	WI 1	WI 1.5	WI 2
Ap		0.576	1.135	1.806	1.840	2.000	2.040	2.081
St 1		0.576	1.135	1.806	1.840	2.000	2.040	2.081
St 2		0.576	1.135	1.806	1.840	2.000	2.040	2.081
St 3		0.576	1.135	1.806	1.840	2.000	2.040	2.081
St 4		0.576	1.135	1.806	1.840	2.000	2.040	2.081
St 5		0.576	1.135	1.806	1.840	2.000	2.040	2.081
St 6		0.576	1.135	1.806	1.840	2.000	2.040	2.081
St 7		0.576	1.135	1.806	1.840	2.000	2.040	2.081
St 8		0.576	1.135	1.806	1.840	2.000	2.040	2.081
St 9		0.576	1.135	1.806	1.840	2.000	2.040	2.081
St 10		0.576	1.135	1.806	1.840	2.000	2.040	2.081
St 11		0.576	1.135	1.806	1.840	2.000	2.040	2.081
St 12		0.576	1.135	1.802	1.838	1.999	2.038	2.076
St 13		0.576	1.133	1.795	1.836	1.999	2.034	2.068
St 14		0.564	1.108	1.625	1.819	1.991	2.023	2.054
St 15		0.525	1.029	1.506	1.766	1.957	1.992	2.027
St 16		0.459	0.899	1.315	1.655	1.756	1.930	1.977
St 17		0.388	0.754	1.095	1.349	1.585	1.810	1.869
St 18		0.310	0.596	0.862	1.061	1.337	1.624	1.693
St 19		0.198	0.401	0.590	0.735	0.945	1.305	1.384
Fp		0.045	0.159	0.278	0.377	0.527	0.801	0.973

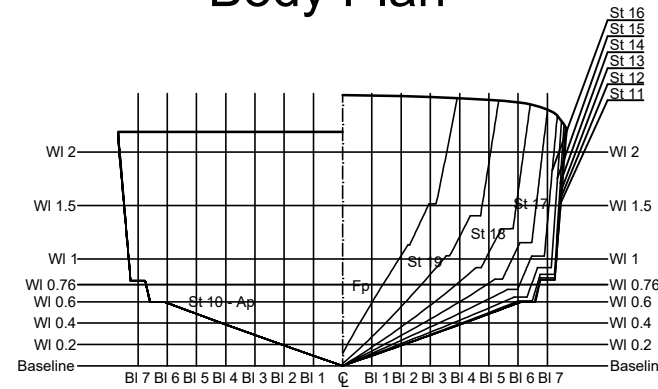
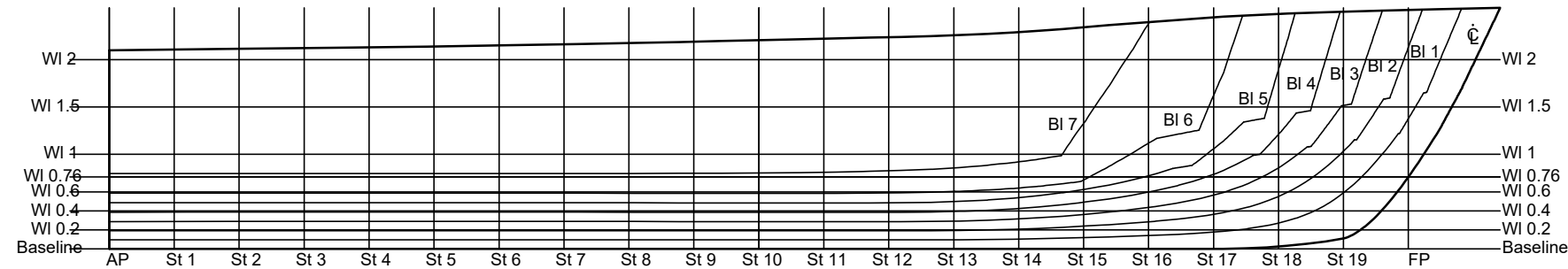
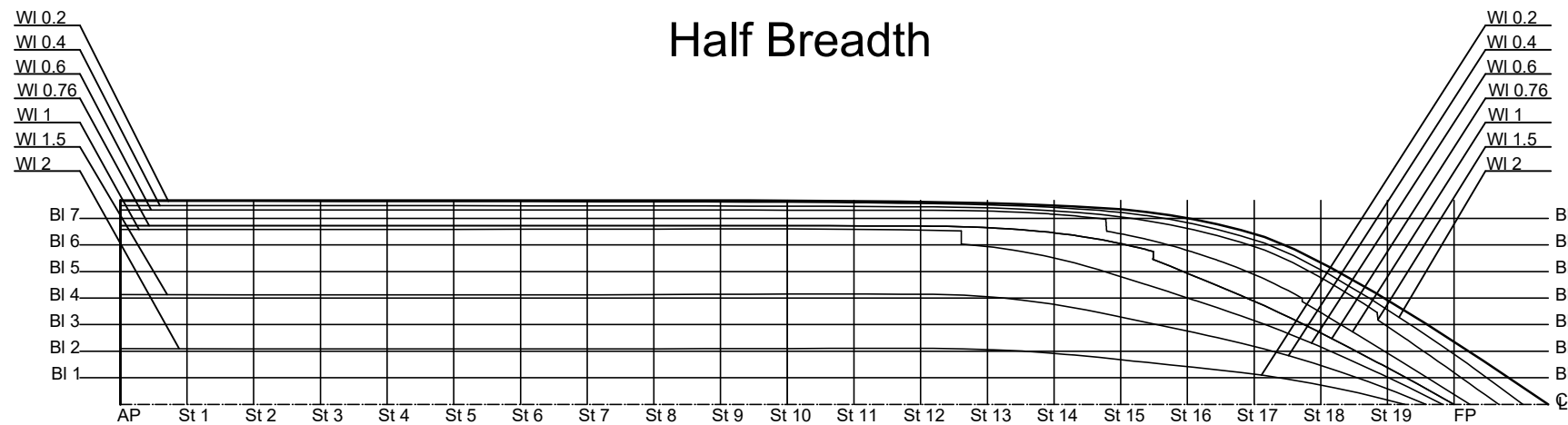


Table Offset of Buttockline								
	CL	BI 1	BI 2	BI 3	BI 4	BI 5	BI 6	BI 7
Ap		0.094	0.190	0.287	0.385	0.485	0.586	0.802
St 1		0.094	0.190	0.287	0.385	0.485	0.586	0.802
St 2		0.094	0.190	0.287	0.385	0.485	0.586	0.802
St 3		0.094	0.190	0.287	0.385	0.485	0.586	0.802
St 4		0.094	0.190	0.287	0.385	0.485	0.586	0.802
St 5		0.094	0.190	0.287	0.385	0.485	0.586	0.802
St 6		0.094	0.190	0.287	0.385	0.485	0.586	0.802
St 7		0.094	0.190	0.287	0.385	0.485	0.586	0.802
St 8		0.094	0.190	0.287	0.385	0.485	0.586	0.802
St 9		0.094	0.190	0.287	0.385	0.485	0.586	0.802
St 10		0.094	0.190	0.287	0.385	0.485	0.586	0.802
St 11		0.094	0.190	0.287	0.385	0.485	0.586	0.802
St 12		0.094	0.190	0.287	0.385	0.485	0.587	0.810
St 13		0.094	0.190	0.287	0.386	0.487	0.590	0.825
St 14		0.096	0.194	0.293	0.395	0.499	0.606	0.855
St 15		0.103	0.209	0.316	0.427	0.541	0.643	0.919
St 16		0.118	0.239	0.364	0.492	0.626	0.727	1.326
St 17		0.140	0.285	0.438	0.599	0.772	1.116	2.381
St 18		0.176	0.364	0.568	0.788	1.058	1.621	
St 19	0.024	0.272	0.553	0.856	1.210	1.895		
Fp	0.109	0.592	1.032	1.515				

Sheer Plan



Half Breadth



MAIN DIMENSION

LENGTH OVER ALL	15.311 m
LENGTH OF WATERLINE	13.728 m
BREADTH	4.200 m
DEPTH	2.100 m
DRAFT	0.760 m
BLOCK COEFFICIENT	0.483
CREW	6 Person
Passengers	10 Person
POWER	670 x 2 HP
MAX SPEED	35 KNOTS
CRUISING SPEED	30 KNOTS
MATERIAL	HDPE



DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

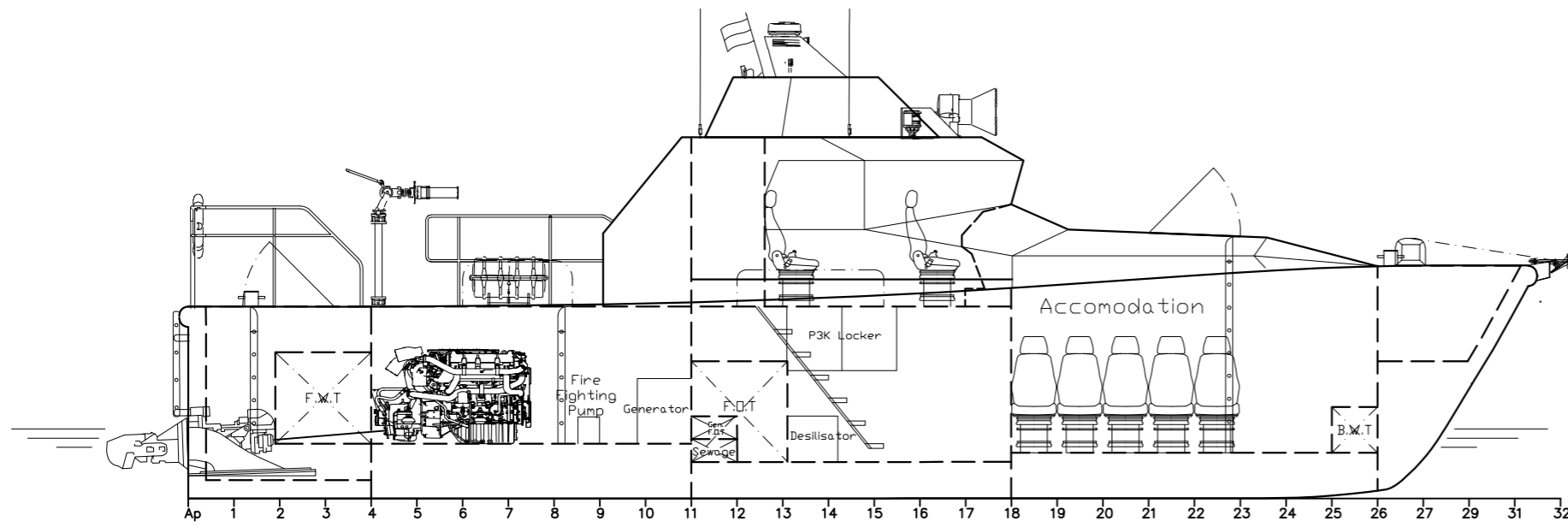
Search and Rescue Boat

Lines Plan

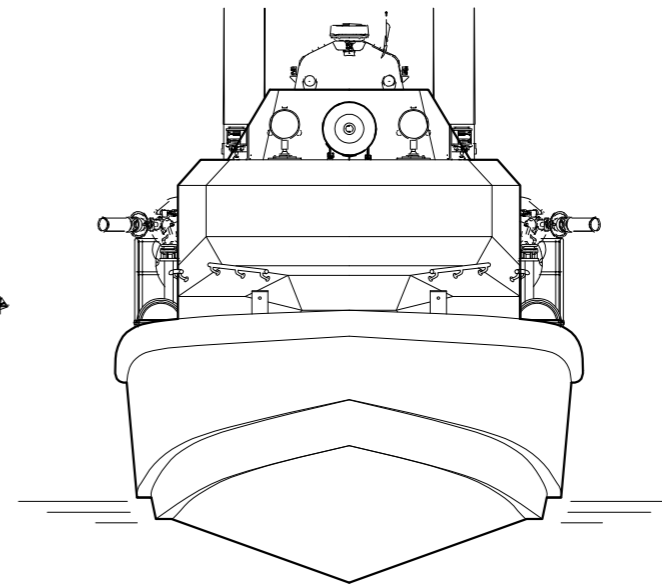
SCALE	1 : 100	SIGNATURE	DATE	REMARKS
DRAWN	Angga Gustama Putra			0411154000031
APPROVED	Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.			A3

LAMPIRAN C
GAMBAR *GENERAL ARRANGEMENT*

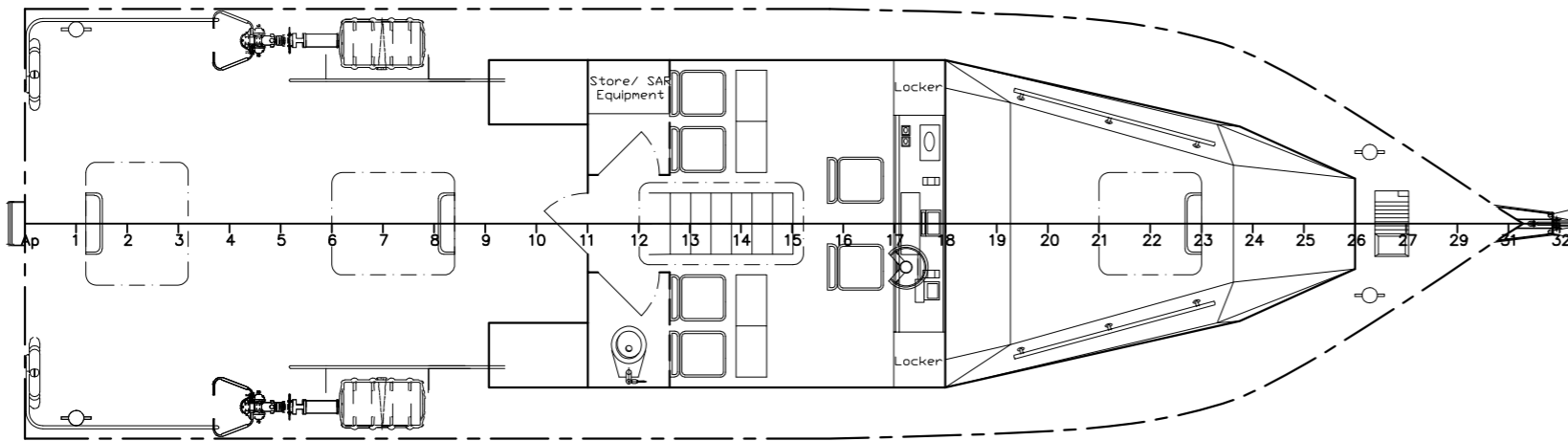
Profile View



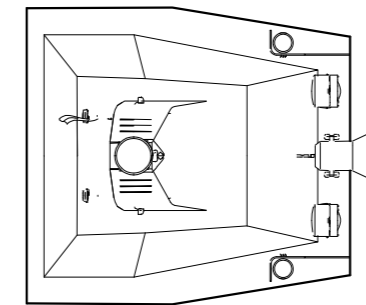
Front View



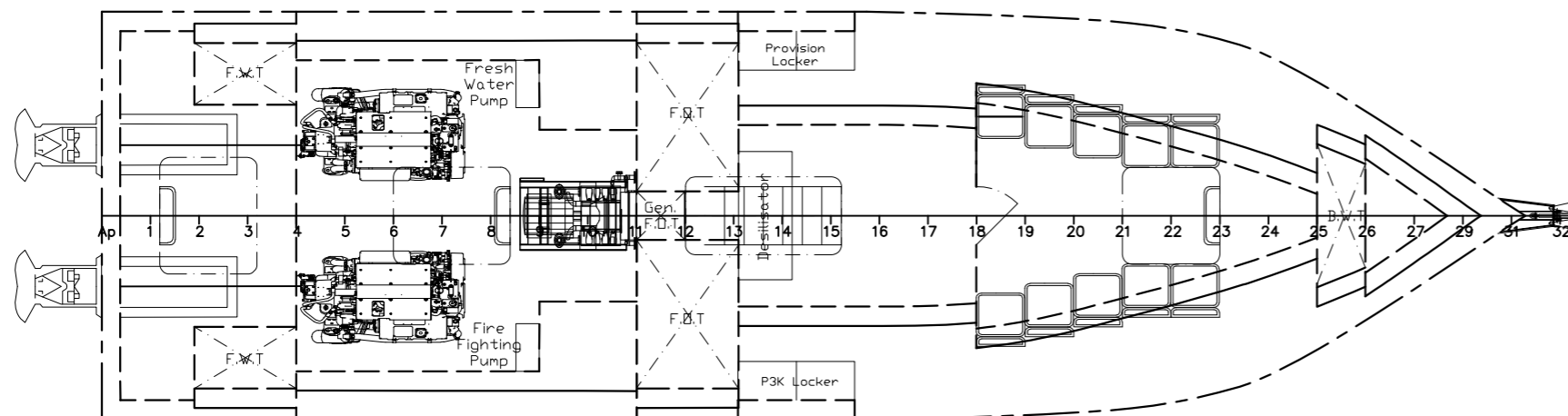
Main Deck



Top Deck



Below Main Deck



MAIN DIMENSION

LENGTH OVER ALL	15.311 m
LENGTH OF WATERLINE	13.728 m
BREADTH	4.200 m
DEPTH	2.100 m
DRAFT	0.760 m
BLOCK COEFFICIENT	0.483
CREW	6 Person
Passengers	10 Person
POWER	670 x 2 HP
MAX SPEED	35 KNOTS
CRUISING SPEED	30 KNOTS
MATERIAL	HDPE



DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

Search and Rescue Boat

General Arrangement

SCALE	1 : 100	SIGNATURE	DATE	REMARKS
DRAWN	Angga Gustama Putra			0411154000031
APPROVED	Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.			A3

LAMPIRAN D
GAMBAR *3D MODELLING*





BIODATA PENULIS



Angga Gustama Putra. Dilahirkan di Subang pada 31 Agustus 1997 silam, Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara dalam keluarga. Penulis menempuh pendidikan formal tingkat dasar pada SDN Serpong I, SMPN 1 Pagedangan dan pindah pada saat tingkat dua ke SMPN 6 Tangerang, kemudian melanjutkan pendidikan ke SMAN 8 Tangerang. Setelah lulus SMA, Penulis diterima di Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS pada tahun 2015 melalui jalur SNMPTN.

Di Departemen Teknik Perkapalan Penulis mengambil Bidang Studi Rekayasa Perkapalan-Desain Kapal. Selama masa studi di ITS, selain kuliah, Penulis juga pernah menjadi anggota As-Safiinah (Organisasi Kerohanian) dan Carcata (Pecinta Alam) jurusan Teknik Perkapalan serta Penulis aktif menjadi peserta tim lomba desain kapal cepat di St. Tropez, France tahun 2017 dan 2018 sebagai anggota tim manajemen dan tim desain.

Email: anggagustama97@gmail.com