



TUGAS AKHIR - MN184802

**DESAIN *SELF-RIGHTING RESCUE BOAT* UNTUK
BASARNAS**

**Adi Budi Cahyana Putra
NRP 0411154000040**

**Dosen Pembimbing
Hasanudin, S.T.,M.T.**

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



TUGAS AKHIR - MN 184802

**DESAIN *SELF-RIGHTING RESCUE BOAT* UNTUK
BASARNAS**

**Adi Budi Cahyana Putra
NRP 0411154000040**

**Dosen Pembimbing
Hasanudin, S.T.,M.T.**

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



FINAL PROJECT - MN 184802

**DESIGN OF SELF-RIGHTING RESCUE BOAT FOR
BASARNAS**

**Adi Budi Cahyana Putra
NRP 0411154000040**

**Supervisor
Hasanudin, S.T.,M.T.**

**DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

DESAIN *SELF-RIGHTING RESCUE BOAT* 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:

ADI BUDI CAHYANA PUTRA
NRP 04111540000040

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing



Hasanudin, S.T., M.T.
NIP 19800623 200604 1 001

Mengetahui,
Kepala Departemen Teknik Perkapalan



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

SURABAYA, 7 MEI 2019

LEMBAR REVISI

DESAIN *SELF-RIGHTING RESCUE BOAT* UNTUK BASARNAS

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir
Tanggal 23 April 2019

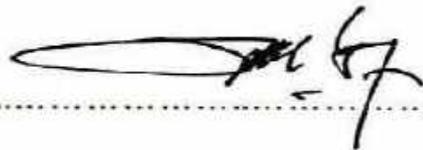
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

ADI BUDI CAHYANA PUTRA
NRP 0411154000040

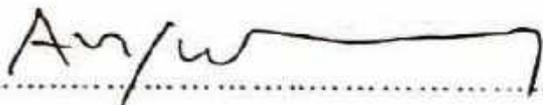
Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Dedi Budi Purwanto, S.T., M.T.



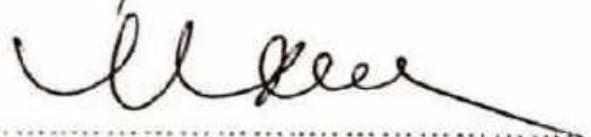
.....

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



.....

3. Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.



.....

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Hasanudin, S.T., M.T.



.....

SURABAYA, 7 MEI 2019

Dipersembahkan kepada kedua orang tua 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 Hasanudin, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing dan Kepala Laboratorium Desain Kapal Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS atas bimbingan dan motivasinya selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini, serta atas ijin pemakaian fasilitas laboratorium;
2. Bapak Ir.Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D. selaku Kepala Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS.
3. Bapak Dedi Budi Purwanto, S.T., M.T., Bapak Ir.Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D., dan Bapak Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng. selaku Dosen Penguji Sidang Tugas Akhir yang telah memberikan kritikan serta masukan kepada penulis;
4. Pimpinan BASARNAS Surabaya atas bantuan data yang diberikan kepada Penulis sehingga Penulis dapat mengerjakan Tugas Akhir ini dengan baik;
5. Kedua orang tua Penulis, Bapak Saminto dan Ibu Sulami, yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan baik materiil maupun spiritual kepada Penulis;
6. Kakak pertama Penulis, Anna Kurniawati, S.Sos. dan Kakak kedua Penulis, Diana Mayasari, A.Md.Keb., yang selalu memberikan nasehat dan motivasi kepada Penulis.
7. Teman-teman seperjuangan bimbingan Tugas Akhir Penulis, yaitu Aa, Ojan, Mas Bagus, Kevok, Fathan, Mas Zafran, Edo, Mas Awang, dan Mas Nandes yang selalu kooperatif selama bimbingan Tugas Akhir;
8. Teman-teman P55 Samudra Raksa, Warkop Konco Lawas, dan Kontrakan SPR A-12 yang selalu menjadi tempat bertukar pikiran dan berbagi canda tawa dengan Penulis.

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, 7 Mei 2019

Adi Budi Cahyana Putra

DESAIN *SELF-RIGHTING RESCUE BOAT* UNTUK BASARNAS

Nama Mahasiswa : Adi Budi Cahyana Putra
NRP : 0411154000040
Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : Hasanudin, S.T., M.T.

ABSTRAK

Kondisi cuaca dan gelombang tinggi berkontribusi signifikan terhadap kecelakaan kapal. Hal tersebut juga menjadi salah satu faktor penghambat operasi SAR (*Search And Rescue*) untuk melakukan pertolongan pada korban kecelakaan kapal. Untuk menunjang proses operasi SAR, BASARNAS memerlukan sebuah desain *self-righting rescue boat* yang mampu berakselerasi tinggi dan dapat menembus berbagai kondisi laut yang ekstrem. Dengan konsep stabilitas *self-righting* ini, memungkinkan *rescue boat* tetap dapat beroperasi pada perairan yang memiliki ketinggian gelombang yang cukup besar karena kapal akan dapat kembali keposisi semula walaupun kapal mengalami oleng hingga sudut 180° . *Payload* yang digunakan adalah kapasitas *crew* dan penumpang dari *self-righting rescue boat*. Ukuran utama awal kapal ditentukan dengan menggunakan metode *Geosim Procedure*. Kemudian dilakukan perhitungan teknis yang meliputi koefisien bentuk lambung, hambatan, berat dan titik berat kapal, *freeboard*, *trim*, stabilitas *self-righting*, dan MSI (*Motion Sickness Incidence*). Ukuran utama yang memenuhi kriteria teknis dan regulasi adalah LoA: 14.32 m, Lpp: 13.6 m, B: 4.0 m, H: 2.3 m, dan T: 0.8 m. Untuk metode *self-righting* yang digunakan adalah *inherent self-righting*. Metode ini diperoleh dengan cara membesarkan volume bangunan atas *rescue boat* dengan variasi lebar bangunan atas. Dari analisis MSI dengan parameter ISO 2631, *rescue boat* dinilai nyaman untuk beroperasi pada ketinggian gelombang 2.5 m hingga 4 m (*sea state 5*) atas pertimbangan 2 jam pelayaran dan dinilai nyaman untuk beroperasi pada ketinggian gelombang 4 m hingga 6 m (*sea state 6*) atas pertimbangan 30 menit pelayaran. Estimasi biaya pembangunan *self-righting rescue boat* adalah sebesar Rp 2,619,236,881.22.

Kata kunci: *Rescue Boat*, Stabilitas, *Self-Righting*, MSI, BASARNAS

DESIGN OF SELF-RIGHTING RESCUE BOAT FOR BASARNAS

Author : Adi Budi Cahyana Putra
Student Number : 04111540000040
Department / Faculty : Naval Architecture / Marine Technology
Supervisor : Hasanudin, S.T., M.T.

ABSTRACT

Weather and high wave conditions contribute significantly to ship accidents. It is also one of the inhibiting factors for search and rescue operations to help victims of ship accidents. To support the SAR operation process, BASARNAS requires a self-righting rescue boat design that can accelerate high and can penetrate various extreme sea conditions. With this self-righting stability concept, it allows rescue boats to operate in waters that have a fairly large wave height because the ship will be able to return to its original position even though the ship undergoes shaking up to of 180° . The payload used is crew and passenger capacity of self-righting rescue boat. The initial main size of the ship is determined using the Geosim Procedure method. Then a technical calculation is carried out which includes the hull shape coefficient, resistance, weight and center of weight, freeboard, trim, self-righting stability, and MSI (Motion Sickness Incidence). The main dimension that comply the technical and regulatory criteria is LoA: 14.32 m, Lpp: 13.6 m, B: 4.0 m, H: 2.3 m, and T: 0.8 m. The self-righting method used is inherent self-righting. This method is obtained by raising the volume of the rescue boat superstructure with the variation of the superstructure width. From the MSI analysis with ISO 2631 parameters, a rescue boat is considered comfortable to operate at a wave height of 2.5 m to 4 m (sea state 5) on the consideration of 2 hours of voyage and considered comfortable to operate at a wave height of 4 m to 6 m (sea state 6) on the consideration of 30 minutes of voyage. The estimated cost of building a self-righting rescue boat is Rp. 2,619,236,881.22.

Keywords: Rescue Boat, Stability, Self-Righting, MSI, 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. Tahapan Desain Kapal	5
II.1.2. Metode Desain Kapal.....	7
II.1.3. Lambung Kapal.....	7
II.1.4. Ukuran Utama Kapal	8
II.1.5. Hambatan Kapal.....	9
II.1.6. Propulsi Kapal.....	11
II.1.7. Berat Kapal dan Titik Berat	12
II.1.8. <i>Freeboard</i>	13
II.1.9. <i>Trim</i>	13
II.1.10. Stabilitas.....	13
II.2. Tinjauan Pustaka.....	16
II.2.1. <i>Rescue Boat</i> Versi BASARNAS.....	16
II.2.2. Metode <i>Self-Righting</i>	18
II.2.3. Tingkat Kenyamanan Kapal.....	23
II.2.4. Biaya Pembangunan Kapal	24
II.2.5. Tinjauan Wilayah.....	25
Bab III METODOLOGI	27
III.1. Metode	27
III.1.1. Identifikasi dan Perumusan masalah.....	28
III.1.2. Pengumpulan Data dan Studi Literatur	28
III.1.3. Penentuan <i>Operational Requirements</i> Kapal	29
III.1.4. Penentuan Ukuran Utama	29
III.1.5. Perhitungan Teknis	29
III.1.6. Pemodelan 3D awal	29

III.1.7.	Analisis Stabilitas <i>Self-Righting</i>	30
III.1.8.	Analisis MSI	30
III.1.9.	Desain <i>Lines Plan, General Arrangement</i> , dan <i>3D Model</i> Final	30
III.1.10.	Perhitungan Biaya Pembangunan Kapal	30
III.1.11.	Kesimpulan	31
Bab IV	ANALISIS TEKNIS	33
IV.1.	<i>Operational Requirement</i>	33
IV.1.1.	Wilayah Operasional	33
IV.1.2.	Tugas dan Fungsi	36
IV.1.3.	<i>Payload</i>	36
IV.1.4.	Kecepatan.....	37
IV.1.5.	Jangkauan Operasi	37
IV.1.6.	Bahan Utama Lambung dan Konstruksi Kapal.....	39
IV.1.7.	Perlengkapan	39
IV.1.8.	Kemampuan Operasional	39
IV.2.	Penentuan Ukuran Utama Kapal	40
IV.3.	Pemeriksaan Ukuran Utama Kapal.....	43
IV.4.	Perhitungan Koefisien dan Hambatan Kapal.....	43
IV.4.1.	Perhitungan <i>Froude Number</i>	43
IV.4.2.	Perhitungan Koefisien Bentuk Kapal.....	43
IV.4.3.	Perhitungan Hambatan Kapal	44
IV.5.	Perhitungan Propulsi dan Pemilihan Mesin.....	45
IV.5.1.	Perhitungan Daya <i>Main Engine</i>	46
IV.5.2.	Perhitungan Daya <i>Auxiliary Engine</i>	47
IV.6.	Perhitungan Berat dan Titik Berat Kapal	49
IV.6.1.	Perhitungan Berat dan Titik Berat DWT	49
IV.6.2.	Perhitungan Berat dan Titik Berat LWT.....	50
IV.6.3.	Pengecekan Margin.....	52
IV.7.	Perhitungan <i>Freeboard</i>	53
IV.8.	Perhitungan <i>Trim</i>	53
IV.9.	Analisis Stabilitas <i>Self-Righting</i>	53
IV.9.1.	Simulasi 1	54
IV.9.2.	Simulasi 2.....	58
IV.9.3.	Simulasi 3.....	62
IV.9.4.	Analisis Kriteria Stabilitas Sesuai <i>HSC 2000 Code</i>	67
IV.10.	Kenyamanan Kapal	69
IV.10.1.	Pengaturan Analisis.....	69
IV.10.2.	Hasil Analisis	70
Bab V	DESAIN <i>SELF-RIGHTING RESCUE BOAT</i>	81
V.1.	Desain <i>Lines Plan</i>	81
V.2.	Desain <i>General Arrangement</i>	84
V.2.1.	<i>Side View</i>	84
V.2.2.	<i>Main Deck</i>	85
V.2.3.	<i>Double Bottom</i>	86
V.2.4.	Sistem Kedap pada Kapal	87
V.3.	Desain <i>3D Model</i>	88
Bab VI	PERHITUNGAN BIAYA PEMBANGUNAN KAPAL	91
VI.1.	Perhitungan Estimasi Biaya Pembangunan Kapal.....	91
VI.2.	Perbandingan Harga Pembangunan <i>Rescue Boat</i> dengan Kapal <i>Existing</i>	93

Bab VII KESIMPULAN DAN SARAN	95
VII.1. Kesimpulan	95
VII.2. Saran.....	96
DAFTAR PUSTAKA.....	97
LAMPIRAN	
LAMPIRAN A PERHITUNGAN TEKNIS DAN BIAYA PEMBANGUNAN KAPAL	
LAMPIRAN B DESAIN RENCANA GARIS (<i>LINES PLAN</i>)	
LAMPIRAN C DESAIN RENCANA UMUM (<i>GENERAL ARRANGEMENT</i>)	
LAMPIRAN D DESAIN 3D MODEL	
LAMPIRAN E KATALOG DAN DATA PENDUKUNG	
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Investigasi Pelayaran KNKT di Indonesia Tahun 2010-2016.....	1
Gambar II.1 <i>Ship Design Spiral</i> (Evans, 1959).....	5
Gambar II.2 <i>Nomogram for equilibrium</i>	10
Gambar II.3 Sudut <i>Deadrise</i>	10
Gambar II.4 Ilustrasi jenis stabilitas positif (stabil).....	14
Gambar II.5 Ilustrasi jenis stabilitas netral.....	14
Gambar II.6 Ilustrasi jenis stabilitas negatif (labil).....	15
Gambar II.7 <i>Rescue Ship</i> BASARNAS.....	16
Gambar II.8 <i>Rescue boat</i> kelas II BASARNAS.....	17
Gambar II.9 <i>Rescue boat</i> kelas III BASARNAS.....	18
Gambar II.10 <i>Rescue Boat</i> kelas IV BASARNAS.....	18
Gambar II.11 Tipe-tipe Kurva Stabilitas <i>Small Craft</i>	19
Gambar II.12 Kapal dengan <i>inherent self-righting</i>	20
Gambar II.13 Kapal dengan <i>inflatable bag</i>	21
Gambar II.14 Kondisi awal kapal.....	22
Gambar II.15 kapal oleng $90^0 < \alpha < 180^0$	22
Gambar II.16 Kondisi kapal oleng 180^0	22
Gambar II.17 Kapal mulai kembali ke posisi semula.....	23
Gambar II.18 Wilayah SAR Indonesia.....	25
Gambar III.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir.....	28
Gambar IV.1 Wilayah Operasi SAR Indonesia.....	33
Gambar IV.2 Pemetaan kecelakaan laut di Wilayah Kerja BASARNAS Surabaya 2017.....	35
Gambar IV.3 Pelabuhan Prigi, Trenggalek.....	38
Gambar IV.4 Perencanaan Radius Operasi <i>Rescue Boat</i>	38
Gambar IV.5 Kapal Acuan (<i>Barracuda 13 m Version</i>).....	40
Gambar IV.6 Kurva Hambatan Kapal dari <i>Software Maxsurf Resistance</i>	45
Gambar IV.7 <i>2D Model</i> Simulasi 1.....	55
Gambar IV.8 <i>3D Model</i> Simulasi 1.....	55
Gambar IV.9 Grafik Stabilitas <i>Loadcase 1</i> Simulasi 1.....	56
Gambar IV.10 Grafik Stabilitas <i>Loadcase 2</i> Simulasi 1.....	56
Gambar IV.11 Grafik Stabilitas <i>Loadcase 3</i> Simulasi 1.....	57
Gambar IV.12 Grafik Stabilitas <i>Loadcase 4</i> Simulasi 1.....	58
Gambar IV.13 <i>2D Model</i> Simulasi 2.....	59
Gambar IV.14 <i>3D Model</i> Simulasi 2.....	59
Gambar IV.15 Grafik Stabilitas <i>Loadcase 1</i> Simulasi 2.....	60
Gambar IV.16 Grafik Stabilitas <i>Loadcase 2</i> Simulasi 2.....	60
Gambar IV.17 Grafik Stabilitas <i>Loadcase 3</i> Simulasi 2.....	61
Gambar IV.18 Grafik Stabilitas <i>Loadcase 4</i> Simulasi 2.....	61
Gambar IV.19 <i>2D Model</i> Simulasi 3.....	62
Gambar IV.20 <i>3D Model</i> Simulasi 3.....	63
Gambar IV.21 Grafik Stabilitas <i>Loadcase 1</i> Simulasi 3.....	63
Gambar IV.22 Grafik Stabilitas <i>Loadcase 2</i> Simulasi 3.....	64
Gambar IV.23 Grafik Stabilitas <i>Loadcase 3</i> Simulasi 3.....	64

Gambar IV.24 Grafik Stabilitas <i>Loadcase 4</i> Simulasi 3	65
Gambar IV.25 Gaya-gaya yang bekerja pada kapal (<i>Loadcase 1</i> Simulasi 3).....	66
Gambar IV.26 <i>Remote Location</i> Tampak Samping.....	70
Gambar IV.27 Pengaturan Arah Gelombang	70
Gambar IV.28 Pengaturan <i>Spectra</i>	70
Gambar IV.29 MSI <i>Rough Wave (Following Seas)</i>	71
Gambar IV.30 MSI <i>Rough Wave (Beam Seas)</i>	71
Gambar IV.31 MSI <i>Rough Wave (Head Seas)</i>	72
Gambar IV.32 MSI <i>Very Rough Wave (Following Seas)</i>	73
Gambar IV.33 MSI <i>Very Rough Wave (Beam Seas)</i>	73
Gambar IV.34 <i>Very Rough Wave (Head Seas)</i>	74
Gambar IV.35 Contoh <i>Suspension Seat</i> pada <i>High Speed Craft (HSC)</i>	75
Gambar IV.36 MSI <i>Rough Wave (Following Seas)</i> dengan <i>Suspension Seat</i>	76
Gambar IV.37 MSI <i>Rough Wave (Beam Seas)</i> dengan <i>Suspension Seat</i>	76
Gambar IV.38 MSI <i>Rough Wave (Head Seas)</i> dengan <i>Suspension Seat</i>	77
Gambar IV.39 MSI <i>Very Rough Wave (Following Seas)</i> dengan <i>Suspension Seat</i>	78
Gambar IV.40 MSI <i>Very Rough Wave (Beam Seas)</i> dengan <i>Suspension Seat</i>	78
Gambar IV.41 MSI <i>Very Rough Wave (Head Seas)</i> dengan <i>Suspension Seat</i>	79
Gambar V.1 Penentuan <i>Frame of Reference</i> dan <i>zero point</i>	81
Gambar V.2 Pengaturan <i>Design Grid</i>	82
Gambar V.3 Tampilan <i>Lines Plan</i> pada <i>Maxsurf Modeler Advanced</i>	82
Gambar V.4 Data hidrostatis kapal	83
Gambar V.5 Rencana garis <i>Self-Righting Rescue Boat</i>	84
Gambar V.6 <i>Side View General Arrangement</i>	85
Gambar V.7 <i>Main Deck View General Arrangement</i>	86
Gambar V.8 <i>Doble Bottom View General Arrangement</i>	87
Gambar V.9 Sistem <i>Air-Only Ventilator</i>	88
Gambar V.10 <i>3D Model</i> Tampak Depan.....	89
Gambar V.11 <i>3D Model</i> Tampak Samping	89
Gambar V.12 <i>3D Model</i> Tampak Belakang	90

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Data <i>Sea State</i> WMO.....	24
Tabel IV.1 Data dan Koodinat Kecelakaan Laut di Wilayah BASARNAS Surabaya 2017....	34
Tabel IV.2 Data Ukuran Utama Kapal Pemandang.....	41
Tabel IV.3 List Komponen Tambahan Kapal.....	41
Tabel IV.4 Pemeriksaan Ukuran Utama <i>Self-righting Rescue Boat</i>	43
Tabel IV.5 Hasil Perhitungan Koefisien Bentuk Kapal.....	44
Tabel IV.6 Rekapitulasi Perhitungan EHP.....	46
Tabel IV.7 Spesifikasi <i>Main Engine</i>	47
Tabel IV.8 Daftar Komponen Kelistrikan di Kapal.....	47
Tabel IV.9 Spesifikasi <i>Auxiliary Engine</i>	48
Tabel IV.10 Rekapitulasi Perhitungan DWT.....	50
Tabel IV.11 Rekapitulasi Perhitungan LWT.....	51
Tabel IV.12 Pemeriksaan Margin <i>Dispacement</i>	52
Tabel IV.13 Rekapitulasi <i>Trim</i>	53
Tabel IV.14 Kriteria Stabilitas <i>HSC 2000 Code</i> Untuk <i>Loadcase 1</i> Simulasi 3.....	67
Tabel IV.15 Kriteria Stabilitas <i>HSC 2000 Code</i> Untuk <i>Loadcase 2</i> Simulasi 3.....	68
Tabel IV.16 Kriteria Stabilitas <i>HSC 2000 Code</i> Untuk <i>Loadcase 3</i> Simulasi 3.....	68
Tabel IV.17 Kriteria Stabilitas <i>HSC 2000 Code</i> Untuk <i>Loadcase 4</i> Simulasi 3.....	69
Tabel VI.1 Biaya Estimasi Pembelian Material Kapal.....	91
Tabel VI.2 Rekapitulasi Biaya Pembangunan Kapal.....	92
Tabel VI.3 Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi dan Kebijakan Pemerintah.....	92
Tabel VI.4 Total Biaya Pembangunan Kapal Keseluruhan.....	93
Tabel VI.5 Daftar Harga Kapal Pemandang (<i>Fiberglass Boat</i>) di Pasaran.....	93

DAFTAR SIMBOL

L	= Panjang kapal (m)
Lwl	= <i>Length of Water Line</i> (m)
LoA	= <i>Length Over All</i> (m)
Lpp	= <i>Length Between Perpendicular</i> (m)
B	= Lebar kapal (m)
H	= Tinggi kapal (m)
T	= Sarat kapal (m)
Δ	= <i>Displacement</i> (ton)
∇	= <i>Volume displacement</i> kapal (m ³)
BHP	= <i>Brake horse power</i> (hp)
Cb	= Koefisien blok
Cl	= Koefisien gaya angkat
Bpx(b)	= Lebar maksimum <i>chine beam</i>
τ	= Sudut <i>trim</i>
β	= Sudut <i>deadrise</i>
λ	= Perbandingan panjang dan lebar permukaan basah
ν	= Viskositas fluida
K	= Koefisien perbandingan geometris ukuran utama
CD	= Koefisien <i>Displacement</i>
Cf	= Koefisien hambatan gesek
Cm	= Koefisien <i>midship</i>
Cp	= Koefisien prismatik
Cv	= Koefisien kecepatan
Cwp	= Koefisien <i>water plane</i>
DHP	= <i>Delivered horse power</i> (hp)
SHP	= <i>Shaft horse power</i> (hp)
DWT	= <i>Dead weight tonnage</i> (ton)
EHP	= <i>Effectif horse power</i> (hp)
Fn	= <i>Froud number</i>
g	= Percepatan gravitasi (m/s ²)
LCB	= <i>Longitudinal center of bouyancy</i> (m)
LCG	= <i>Longitudinal center of gravity</i> (m)
KB	= <i>Kell to Bouyancy</i>
LWT	= <i>Light weight tonnage</i> (ton)
Rn	= <i>Reynolds number</i>
Rt	= Hambatan total kapal (N)
VCG	= <i>Vertical center of gravity</i> (m)
Vmax	= Kecepatan maksimal kapal (knot)
Vs	= Kecepatan dinas kapal (knot)
WSA	= Luasan permukaan basah (m ²)
W ₁	= DWT kapal acuan
ρ	= Massa jenis (kg/m ³)
MSI	= <i>Motion Sickness Incidence</i> (%)

pencarian dan pertolongan pada kecelakaan kapal dan pesawat udara, kecelakaan dengan penanganan khusus, bencana pada tahap tanggap darurat, serta kondisi membahayakan manusia, BASARNAS memerlukan keterampilan dari *crew* maupun keandalan armada yang digunakan untuk operasi SAR. Operasi pencarian dan pertolongan khususnya pada kecelakaan kapal, dibutuhkan kecepatan dan kehandalan dari armada kapal *rescue* dalam menghadapi tantangan kondisi cuaca dan gelombang laut yang ekstrem. Maka dari itu, diperlukan sebuah desain *rescue boat* yang mampu berakselerasi tinggi dan dapat menembus berbagai kondisi laut yang ekstrem. Dengan desain ini, diharapkan BASARNAS dapat melakukan proses evakuasi korban kecelakaan laut dengan cepat tanpa terhambat kondisi gelombang yang tinggi.

I.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah yang akan dikaji dalam Tugas Akhir ini adalah:

1. Berapa ukuran utama dan kapasitas *rescue boat* yang sesuai dengan tipe operasi?
2. Bagaimana hasil analisis hambatan, daya mesin, berat, *freeboard*, dan *trim* yang sesuai aturan?
3. Bagaimana hasil analisis stabilitas *self-righting rescue boat*?
4. Bagaimana tingkat kenyamanan *rescue boat*?
5. Bagaimana desain rencana garis (*linesplan*), rencana umum (*general arrangement*), dan model 3D *rescue boat*?
6. Bagaimana estimasi biaya pembangunan *rescue boat*?

I.3. Tujuan

Tujuan dari Tugas Akhir ini yaitu:

1. Memperoleh ukuran utama dan kapasitas *rescue boat* yang sesuai dengan tipe operasi.
2. Menganalisis hambatan, daya mesin, berat, *freeboard*, dan *trim* yang sesuai aturan.
3. Menganalisis stabilitas *self-righting rescue boat*.
4. Menganalisis tingkat kenyamanan *rescue boat*.
5. Mendesain rencana garis (*linesplan*) dan rencana umum (*general arrangement*) dan model 3D *rescue boat*.
6. Mengestimasi 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. Wilayah operasi dibatasi di wilayah koordinasi kantor pencarian dan pertolongan Surabaya.
3. Perhitungan konstruksi diabaikan.

I.5. Manfaat

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

1. Sebagai referensi bagi BASARNAS untuk mempertimbangkan pembangunan *self-righting rescue boat* dalam menangani proses evakuasi korban kecelakaan di laut.
2. Sebagai model perancangan bagi peneliti atau desainer perkapalan dengan harapan dapat dikembangkan di masa depan.

I.6. Hipotesis

Desain *self-righting rescue boat* ini sebagai sarana transportasi BASARNAS yang dapat digunakan untuk menembus cuaca buruk dan gelombang laut yang tinggi, sehingga mempercepat proses pencarian dan pertolongan korban kecelakaan di laut.

Halaman ini sengaja dikosongkan

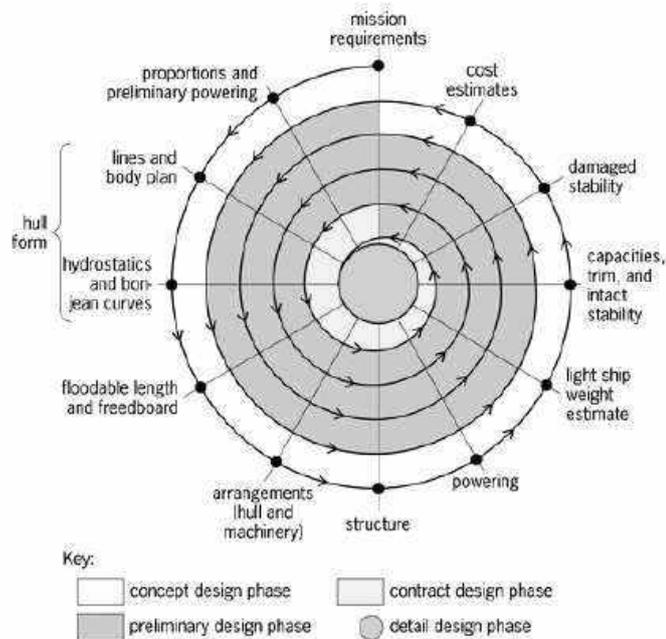
BAB II

STUDI LITERATUR

II.1. Dasar Teori

II.1.1. Tahapan Desain Kapal

Tahapan desain yang dilakukan pada Tugas Akhir ini mengikuti prinsip umum proses *spiral design*, seperti yang dapat dilihat pada gambar II.1.



Gambar II.1 *Ship Design Spiral* (Evans, 1959)
(Sumber: Vossen, 2013)

Proses perancangan *spiral design* adalah proses perancangan yang mana akan dilakukan pengulangan analisis jika ditemui kondisi beberapa aspek desain yang belum memenuhi persyaratan. Proses analisis ulang dilakukan hingga semua aspek desain dapat terpenuhi. Terdapat empat tahapan dalam *spiral design* ini, yaitu *concept design*, *preliminary design*, *contract design*, dan *detail design*. (Papanikolaou, 2014)

1. *Concept design*

Tahap awal dalam proses desain adalah menerjemahkan *owner requirement* atau permintaan pemilik kapal ke dalam ketentuan dasar dari kapal yang akan didesain.

Estimasi awal dari dimensi kapal dasar, seperti panjang, lebar, tinggi, sarat, koefisien blok, *powering*, dan lain-lain. Pada tahap ini dibuat solusi desain alternatif yang memenuhi persyaratan *owner owner* yang dieksplorasi dengan identifikasi solusi yang paling ekonomis.

2. *Preliminary Design*

Tahap ini merupakan tahap lanjutan dari tahap satu, yang berisi perhitungan teknis yang lebih kompleks dari tahap satu. Adapun yang dimaksud kompleks adalah pencarian solusi yang optimal dengan melakukan perhitungan maupun desain yang memberikan dampak signifikan pada kapal, seperti halnya perhitungan *trim*, stabilitas, *capacity plan*, pembuatan *lines plan*, *general arrangement*, dan lain-lain. Hal ini dilakukan agar kapal memiliki nilai keekonomian yang baik. *Output* pada proses ini adalah terjadi *shipbuilding contract* antara *owner* dengan galangan kapal. Tahap ini memiliki tingkat kesulitan 15 kali lebih besar dibanding tahap satu.

3. *Contract Design*

Tujuan dari tahap ini adalah penyelesaian perhitungan yang diperlukan dan gambar dan spesifikasi teknis bangunan kapal, yang semuanya merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari kontrak pembuatan kapal resmi antara pemilik kapal dan galangan kapal yang ditunjuk. Fase desain ini melibatkan uraian terperinci tentang bentuk lambung kapal melalui *lines plan*, penentuan daya untuk mencapai kecepatan yang ditentukan melalui pengujian model dalam *towing tank*, analisis teoritis atau eksperimental perilaku kapal yang dirancang seperti studi *seakeeping*, analisis manuver kapal, penentuan mesin dan propulsi, desain jaringan kelistrikan kapal, perpipaan, dan lain-lain. Estimasi yang dihasilkan untuk masing-masing berat komponen kapal, berat total kapal, dan titik berat lebih akurat.

4. *Detail Design*

Tahap ini merupakan tahap yang terakhir dalam mendesain sebuah kapal. Pada tahap ini dilakukan pekerjaan yang lebih mendetail dari *key plan drawing* menjadi *production drawing* atau gambar produksi yang nantinya akan digunakan sebagai gambar arahan kerja untuk membangun kapal. Tahap ini mencakup seluruh rencana dan perhitungan yang diperlukan untuk proses konstruksi dan perlengkapan kapal.

II.1.2. Metode Desain Kapal

Setelah didapatkan *operational requirement*, langkah selanjutnya yaitu menentukan metode penentuan ukuran utama awal kapal. Terdapat beberapa metode dalam mengestimasi ukuran utama awal kapal dari satu kapal pembanding (*basic vessel*). Penggunaan satu kapal pembanding dalam menentukan ukuran utama awal kapal karena desain kapal baru dengan desain kapal pembanding memiliki kemiripan, baik dari aspek tipe, ukuran, kecepatan, dan power (tenaga). *Owner/ operational requirement* harus memiliki informasi berupa: tipe kapal, *deadweight* kapal baru, *service speed*, dan rute kapal baru akan dioperasikan. Metode penentuan ukuran utama tersebut adalah sebagai berikut:

1. *The Geosim Procedure*

Geosim Procedure merupakan metode penentuan ukuran utama yang digunakan ketika sebuah permintaan memiliki kesamaan geometris dengan kapal pembanding. Penentuan ukuran utama dilakukan berdasarkan koefisien perbandingan geometris ukuran utama (K). Data yang dibutuhkan untuk menggunakan metode ini adalah ukuran utama kapal seperti panjang kapal (L), lebar kapal (B), sarat kapal (T), dan tinggi kapal (H), dengan CD (*Coefficient Displacement*) dan CB (*Coefficient Block*) yang dihasilkan memiliki nilai yang serupa. (Jiwa dan Kurniawati, 2016)

2. *Trend Curve Approach*

Trend Curve approach atau metode statistik adalah sebuah cara/metode mendesain kapal dengan meregresi beberapa kapal pembanding untuk menentukan ukuran utama. Dengan metode ini, beberapa ukuran utama kapal pembanding dikomparasikan dimana variabel ukuran utama dihubungkan dengan DWT kemudian ditarik suatu rumusan (*trend line*) yang berlaku terhadap kapal yang akan dirancang. (Alfino, 2018)

3. *Optimization Design Approach*

Optimization Design Approach adalah metode yang digunakan untuk menentukan ukuran utama kapal yang optimum dengan cara mengoptimisasi ukuran utama awal kapal. Dalam hal ini, desain yang optimum dicari untuk menemukan desain yang akan meminimalkan *economic cost*. (Alfino, 2018)

II.1.3. Lambung Kapal

Lambung kapal merupakan salah satu bagian kapal yang berfungsi menyediakan daya apung utama, dimana daya apung tersebut dipengaruhi oleh bentuk lambung kapal. Lambung

dirancang untuk memberikan karakteristik *performance* kapal sesuai dengan tujuan kapal. Secara umum, desain lambung dapat dibedakan menjadi 3, yaitu *displacement hull*, *semi displacement hull*, dan *planning hull*.

1. *Displacement Hull*

Displacement hull merupakan tipe lambung kapal yang memungkinkan kapal melaju dengan membelah air sehingga cocok digunakan oleh kapal yang berlayar di perairan berombak dan tenang. Kapal ini ditumpu oleh gaya hidrostatis dimana *displacement* kapal akan konstan. *Displacement hull* umumnya digunakan untuk kapal berbobot besar dan bermuatan banyak seperti kapal niaga, kapal tanker dll. Kapal dengan tipe lambung seperti ini memiliki *Froude Number* (F_n) < 0.4 .

2. *Semi-displacement Hull*

Tipe *semi-displacement hull*, pada dasarnya memadukan stabilitas dari *displacement hull* dan kemampuan manuver dan kecepatan dari *planning hull*. Sehingga pada kecepatan tertentu, kapal akan mengalami sedikit perubahan *displacement*. Hal ini mengakibatkan kapal trim (sarat depan dan belakang kapal terdapat selisih). Kapal dengan tipe lambung seperti ini memiliki *Froude Number* yaitu $0.4-0.5 < F_n < 1.0-1.2$. (Faltinsen, 2005)

3. *Planning Hull*

Planning hull adalah jenis lambung kapal yang memungkinkan kapal dapat melaju dengan cepat di permukaan air dimana terdapat perubahan sarat yang signifikan ketika kapal dalam keadaan diam dan kapal dalam keadaan bergerak. Tipe dengan lambung ini dapat ditandai dengan kondisi hampir seluruh berat kapal disangga oleh gaya angkat hidrodinamik. Kapal dengan tipe seperti ini memiliki $F_n > 1.0-1.2$. (Faltinsen, 2005)

Untuk menentukan besarnya *Froude number* (F_n), digunakan formula sebagai berikut.

$$F_n = \frac{v}{\sqrt{g \times Lwl}} \quad (II.1)$$

II.1.4. Ukuran Utama Kapal

Ukuran utama kapal merupakan besaran skalar yang menentukan besar kecil sebuah kapal. Berikut adalah pengertian dari beberapa ukuran utama kapal.

1. Lpp (*Length between Perpendicular*) yaitu panjang yang diukur secara horizontal antara dua garis tegak buritan (*After Perpendicular/AP*) dan garis tegak haluan (*Fore Perpendicular/FP*).
2. LoA (*Length Overall*) yaitu panjang kapal yang diukur secara horizontal dari titik terluar depan sampai titik terluar belakang kapal.
3. B (*Breadth*) yaitu lebar terbesar diukur pada bidang tengah kapal diantara dua sisi dalam kulit kapal untuk kapal-kapal baja. Untuk kapal yang terbuat dari kayu atau bukan logam lainnya, diukur antara dua sisi terluar kulit kapal.
4. H (*Height*) yaitu jarak tegak yang diukur pada bidang tengah kapal, dari atas lunas sampai sisi atas balok geladak kapal.
5. T (*Draught*) yaitu jarak yang diukur dari sisi atas lunas sampai ke permukaan air.
6. Vs (*Service Speed*) yaitu kecepatan rata-rata yang dicapai dalam serangkaian pelayaran yang telah dilakukan suatu kapal.

II.1.5. Hambatan Kapal

Perhitungan hambatan total kapal dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh daya mesin yang dibutuhkan kapal. Perhitungan hambatan kapal jenis *planning hull*, umumnya menggunakan metode Savitsky. Tahap perhitungan hambatan dengan metode Savitsky adalah sebagai berikut:

1. C_v (Koefisien kecepatan)

Koefisien kecepatan diformulasikan oleh Savitsky, sebagai berikut:

$$C_v = V/\sqrt{(g \times b)} \quad (\text{II.2})$$

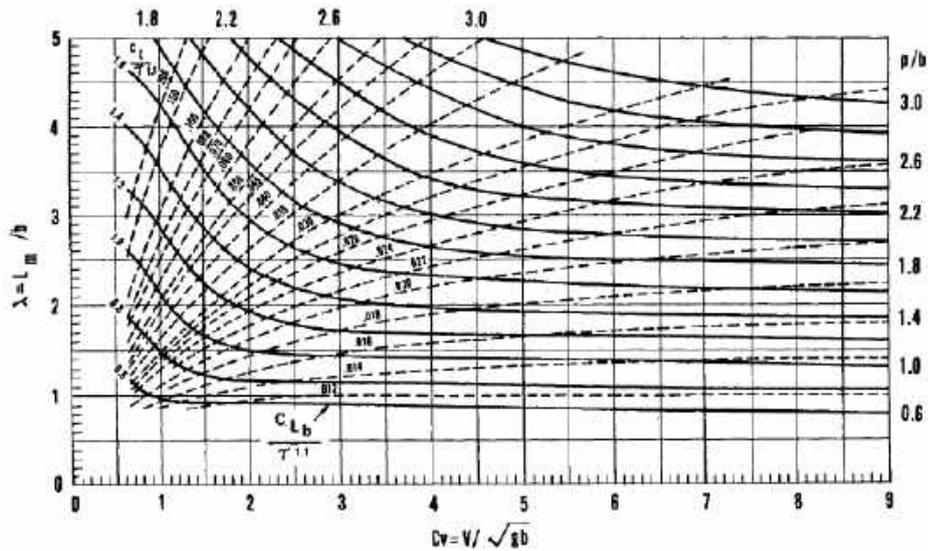
2. C_l (Koefisien gaya angkat)

Koefisien gaya angkat digunakan untuk menentukan besarnya sudut trim yang dihasilkan oleh gaya angkat (*lift*). C_l diformulasikan sebagai berikut:

$$C_l = \Delta/(\frac{\rho}{2} \times V^2 \times b^2) \quad (\text{II.3})$$

3. τ (sudut trim)

Nilai τ diperoleh dengan cara mengplot nilai LCG/b dengan nilai C_v pada Gambar II.2 *nomogram for equilibrium*. Dari pembacaan grafik akan diperoleh nilai $C_l/\tau^{1.1}$ dan nilai λ , sehingga nilai τ dapat ditentukan.



Gambar II.2 *Nomogram for equilibrium*
(Sumber: Lewis dan Editor, 1988)

4. Rn (*Reynold Number*)

Reynold number diformulasikan sebagai berikut:

$$Rn = V \times \lambda \times b / \nu \quad (\text{II.4})$$

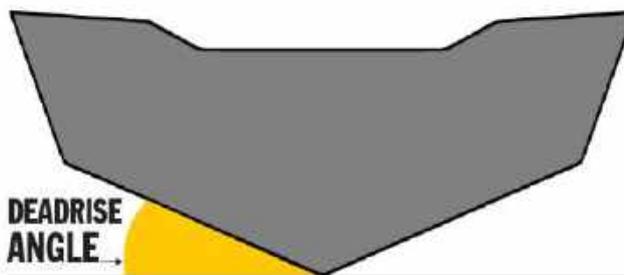
5. C_f (*Koefisien gesek*)

Koefisien gesek adalah komponen hambatan yang disebabkan oleh gesekan lambung kapal dengan air laut. C_f difrmulasikan sebagai berikut:

$$C_f = 1 / (3.5 \log Rn - 5.96)^2 \quad (\text{II.5})$$

6. β (*sudut deadrise*)

Sudut *Deadrise* adalah sudut kemiringan lambung kapal yang diukur dari *baseline*. Sudut *deadrise* ditunjukkan pada gambar II.3.



Gambar II.3 *Sudut Deadrise*

(Sumber: <http://www.weldcraftmarine.com/deadrise-defined/>)

Setelah semua komponen didapatkan, maka hambatan total dapat dikalkulasikan dengan formula Savitsky seperti di bawah ini. (Lewis dan Editor, 1988)

$$RT = \Delta \tan \tau + \frac{1}{2} \rho V^2 \lambda b^2 C_f / (\cos \tau \cos \beta) \quad (\text{II.6})$$

Untuk keperluan praktis, RT ditambahkan dengan faktor daerah pelayaran (*sea margin*). Untuk daerah Asia Timur, nilai *sea margin* berkisar 15%-18%.(Endro W, 2014)

II.1.6. Propulsi Kapal

Setelah didapatkan harga hambatan total kapal, langkah selanjutnya yaitu menghitung *propulsive efficiency* untuk mendapatkan harga daya mesin induk. Kapasitas mesin induk dapat ditentukan dengan mencari harga *Break Horse Power* (BHP). Berikut adalah langkah-langkah untuk mendapatkan BHP.

1. *Effective Horse Power* (EHP)

EHP merupakan daya yang diperlukan kapal untuk melawan hambatan yang terjadi sehingga kapal mampu bergerak sesuai dengan kecepatan yang ditentukan (Parsons, 2001). EHP dihitung dengan formula di bawah ini.

$$EHP = R_T \times v \text{ (kW)} \quad (\text{II.7})$$

2. *Delivered Horse Power* (DHP)

DHP merupakan daya yang sampai pada propeller. DHP dihitung dengan formula di bawah ini.

$$DHP = \frac{EHP}{\eta_D} \text{ (kW)} \quad (\text{II.8})$$

3. *Shaft Horse Power* (SHP)

SHP merupakan daya yang telah melewati proses transmisi pada *reduction gear*. SHP dipengaruhi oleh letak kamar mesin dikarenakan letak kamar mesin di bagian belakang dan di tengah kapal memiliki *seal efficiency* (η_S) dan *line shaft bearing efficiency* (η_B). (Parsons, 2001)

$$SHP = \frac{DHP}{\eta_S \cdot \eta_B} \text{ (kW)} \quad (\text{II.9})$$

4. *Break Horse Power* (BHP)

BHP merupakan daya yang dibutuhkan oleh mesin induk untuk mencapai kecepatan yang direncanakan (Parsons, 2001). Pada mesin kapal digunakanlah *gearbox* untuk mengurangi kecepatan putaran dianmo (rpm) dari *engine*. Akan tetapi penggunaan *gearbox* akan mengakibatkan *losses*. Persamaan untuk menghitung BHP adalah,

$$BHP = \frac{SHP}{\eta_G} \text{ (kW)} \quad (\text{II.10})$$

5. *Maximum Continues Rates* (MCR)

MCR merupakan daya yang telah ditambahkan akibat *loss* dari hal yang lain. Pertambahan daya dari BHP menuju MCR disebut *service margin* yang nilainya sebesar 10%-20%.

II.1.7. Berat Kapal dan Titik Berat

Harga *displacement* kapal haruslah sama besar dengan berat total kapal. Berat total kapal terdiri dari dua komponen, yaitu *lightweight tonnage* (LWT) dan *dead weight tonnage* (DWT).

1. LWT (*Lightweight Tonnage*)

LWT adalah berat kapal dalam keadaan kosong. Komponen LWT dapat dibagi menjadi tiga, yaitu: berat lambung kapal, berat *outfitting* dan akomodasi, dan berat instalansi permesinan kapal.

2. DWT (*Deadweight Tonnage*)

DWT adalah berat muatan maksimum yang dapat dimuat kapal. DWT terdiri dari *payload* atau muatan bersih, *consumable* dan *crew*. *Payload* pada *rescue boat* adalah jumlah penumpang yang dapat dimuat, *consumable* terdiri dari bahan bakar (*fuel oil*), dan air tawar (*fresh water*).

3. Titik Berat

Titik berat benda adalah suatu titik pada benda tersebut dimana berat dari seluruh bagian benda terpusat pada titik tersebut. Titik berat adalah salah satu hal yang krusial dalam mendesain kapal, karena akan mempengaruhi stabilitas hingga *trim* kapal. Dalam perhitungan mencari titik berat terdapat dua jenis pendekatan, yaitu pendekatan dengan formula yang didapatkan dari hasil penelitian dan pengujian, serta pendekatan terhadap bentuk-bentuk bidang dan ruang seperti persegi, persegi panjang, segi tiga, lingkaran, trapesium, dan lain-lain.

Perhitungan jarak titik berat kapal dibagi menjadi dua macam, yaitu jarak titik berat secara memanjang (*longitudinal center of gravity / LCG*) untuk mengetahui dimana letak titik berat secara memanjang, yang pada umumnya menjadikan titik AP atau *midship* titik acuannya, dan jarak titik berat secara vertikal (*vertical center of gravity / VCG*) guna mengetahui letak titik berat secara vertikal, yang pada umumnya menjadikan dasar lunas (*keel*) sebagai titik acuan untuk mengukur VCG (Ginting, 2019). Titik berat

gabungan (LCG total dan VCG total) kapal dapat dirumuskan seperti pada persamaan (II.11) dan (II.12).

$$LCG_{Tot} = \frac{(LCG_1 \times W_1) + (LCG_2 \times W_2) + (LCG_3 \times W_3) + \dots + (LCG_n \times W_n)}{(W_1 + W_2 + W_3 + \dots + W_n)} \quad (II.11)$$

$$VCG_{Tot} = \frac{(VCG_1 \times W_1) + (VCG_2 \times W_2) + (VCG_3 \times W_3) + \dots + (VCG_n \times W_n)}{(W_1 + W_2 + W_3 + \dots + W_n)} \quad (II.12)$$

II.1.8. Freeboard

Freeboard atau lambung timbul adalah jarak vertikal yang diukur pada tengah kapal dari sarat air hingga sisi atas garis geladak lambung timbul. Geladak lambung timbul adalah geladak teratas yang menyeluruh dan terbuka secara langsung (*exposed deck*) terhadap cuaca dan air laut dan mempunyai cara penutupan yang tetap dan kedap cuaca untuk bukaan-bukaan di atas geladak dan kedap air untuk bukaan-bukaan dibawah geladak (Kementerian Perhubungan, 2016). Perhitungan *freeboard* menggunakan NCVS (*Non Convention Vessel Standard*). Untuk kapal dengan panjang sampai dengan 15 m, penentuan lambung timbul ditetapkan langsung tidak boleh kurang dari 250 mm dari garis geladak.

II.1.9. Trim

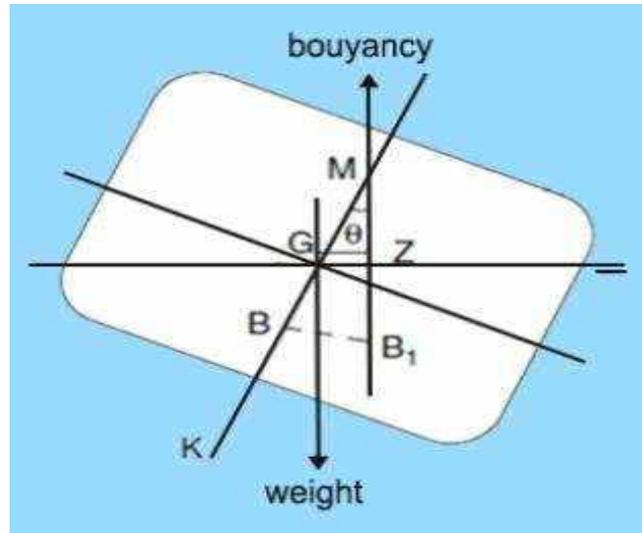
Trim adalah kemiringan kapal secara memanjang akibat perbedaan sarat depan dan sarat belakang kapal. Terjadi sebagai akibat dari tidak meratanya momen statis dari penyebaran gaya berat. *Trim* dibedakan menjadi dua, yaitu *trim* haluan dan *trim* buritan. *Trim* haluan terjadi apabila sarat haluan lebih tinggi daripada sarat buritan. Begitu juga sebaliknya untuk *trim* buritan. Perhitungan *trim* menggunakan aturan NCVS (*Non-Convention Vessel Standard*) 2009, yang mana batasan *trim*-nya adalah tidak melebihi 0.3 meter untuk ketentuan kapal yang memiliki bentuk hulan lancip dan buritan datar serta memiliki panjang L_{BP} kurang dari 45 meter.

II.1.10. Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan sebuah kapal untuk kembali ke kedudukan semula setelah mengalami kemiringan oleh gaya-gaya yang ditimbulkan oleh kapal itu sendiri dan gaya-gaya dari luar kapal. Kemampuan tersebut di pengaruhi oleh lengan dinamis (GZ) yang membentuk momen kopel yang menyeimbang gaya tekan ke atas dengan gaya berat. Secara umum, stabilitas kapal dibedakan menjadi 3 kondisi, yaitu: stabil, netral, dan labil.

1. Stabil (stabilitas positif)

Suatu keadaan dimana titik G-nya berada di bawah titik M, sehingga sebuah kapal yang memiliki stabilitas yang baik sewaktu oleng dan memiliki kemampuan untuk menegak kembali. Hal tersebut dapat dilihat pada gambar II.4.

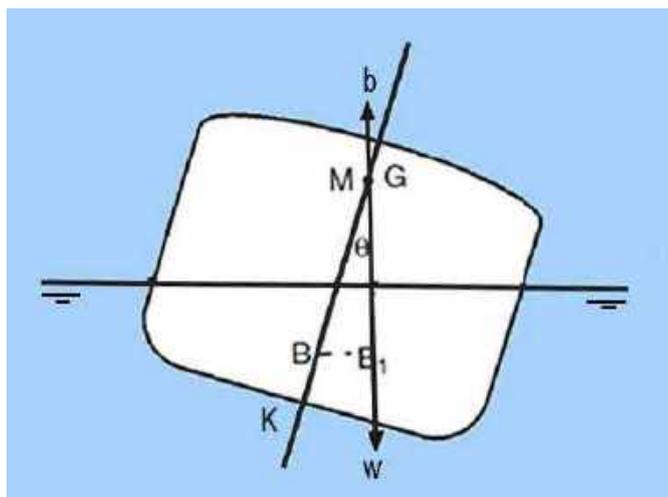


Gambar II.4 Ilustrasi jenis stabilitas positif (stabil)

(Sumber: <https://www.marineinsight.com/naval-architecture/intact-stability-of-surface-ships/>, 2019)

2. Netral

Suatu keadaan stabilitas dimana titik G-nya berhimpit dengan titik M. Maka momen penegak kapal bernilai sama dengan nol, atau bahkan tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali sewaktu oleng. Hal tersebut dapat dilihat pada gambar II.5.

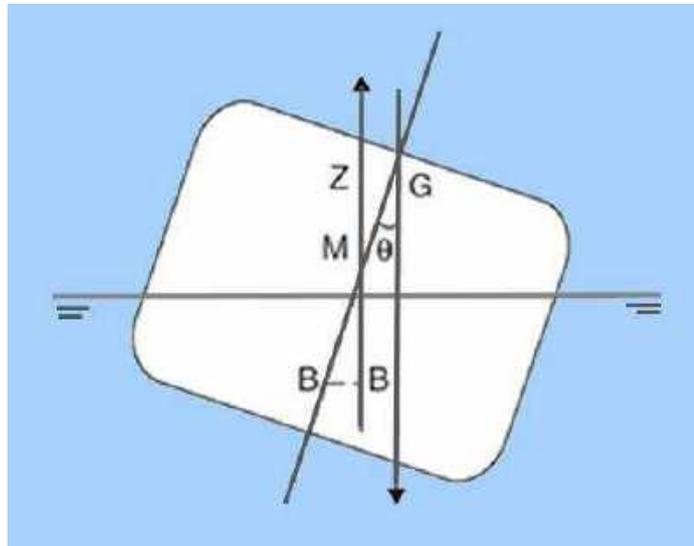


Gambar II.5 Ilustrasi jenis stabilitas netral

(Sumber: <https://www.marineinsight.com/naval-architecture/intact-stability-of-surface-ships/>, 2019)

3. Labil (stabilitas negatif)

Suatu keadaan stabilitas dimana titik G-nya berada di atas titik M, sehingga lengan GZ bernilai negatif ketika oleng yang mengakibatkan kapal bertambah oleng. Hal tersebut dapat dilihat pada gambar II.6.



Gambar II.6 Ilustrasi jenis stabilitas negatif (labil)
(Sumber: <https://www.marineinsight.com/naval-architecture/intact-stability-of-surface-ships/>, 2019)

Dalam perhitungan stabilitas pada Tugas Akhir ini, digunakan *rules HSC 2000 Code*. Berdasarkan *Annex 8 Stability of Monohull Craft HSC 2000 Code*, terdapat 6 kriteria *intact stability*. Kriteria tersebut adalah:

1. Kriteria cuaca yang terkandung dalam paragraf 3.2 dari *Intact Stability Code* harus berlaku (lihat catatan). Dalam menerapkan kriteria cuaca, nilai tekanan angin P (N/m^2) harus diambil sebagai $(500 \{V_w / 26\}^2)$, di mana V_w = kecepatan angin (m/s) yang sesuai dengan kondisi yang dimaksudkan terburuk.

Catatan: Mereferensi *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 $\theta_{max} = 15^0$ ketika lengan GZ maksimum terjadi pada $\theta_{max} = 15^0$, dan 0.055 m.rad hingga $\theta_{max} = 30^0$ ketika lengan GZ maksimum terjadi pada $\theta_{max} = 30^0$ atau lebih. Ketika lengan GZ maksimum terjadi diantara $\theta = 15^0$ dan $\theta = 30^0$, area di bawah kurva GZ harus:

$$A = 0.055 + 0.001 (30^0 - \theta_{max}) \text{ [m.rad]}$$

3. Area di bawah kurva GZ antara $\theta = 30^0$ dan $\theta = 40^0$ atau antara $\theta = 30^0$ dan sudut banjir θ_F , jika sudut ini kurang dari 40^0 , tidak boleh kurang dari 0.03 m.rad.
4. Lengan GZ harus setidaknya 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

II.2.1. *Rescue Boat* Versi BASARNAS

Badan SAR Nasional sebagai lembaga yang bertanggung jawab terhadap masalah pencarian dan pertolongan perlu melengkapi kebutuhan sarana laut yang memadai berupa kapal pencarian dan pertolongan yang berkemampuan dan beroperasi sesuai *Indonesia Search Rescue Region (Indonesia SRR)*. Sarana pencarian dan pertolongan laut tersebut meliputi:

1. *Rescue Ship*

Rescue Ship adalah kapal kelas I versi SAR (panjang >40 M) yang digunakan sebagai sarana pencarian dan pertolongan dilengkapi dengan peralatan SAR. Kapal jenis ini digunakan untuk operasi pencarian dan pertolongan di wilayah perairan lepas pantai dan wilayah samudera, serta mampu menampung korban dalam jumlah banyak. Material yang digunakan untuk pembuatan kapal dipersyaratkan memiliki daya tahan yang kuat, pada umumnya berupa material logam aluminium dan baja. Pada Kapal kelas ini dapat dirancang memiliki helipad yang bisa digunakan untuk tempat pendaratan helikopter pencarian dan pertolongan, dan juga dapat didesain untuk kapal rumah sakit.



Gambar II.7 *Rescue Ship* BASARNAS

(Sumber: <http://basarnas.go.id/index.php/sarana-sar-laut>, 2018)

2. *Rescue Boat*

Rescue Boat digolongkan berdasarkan ukuran menjadi 3 (tiga) jenis:

a. Kelas II (panjang 30 s.d. 40 m).

Kapal ini memiliki kapasitas ± 24 (dua puluh empat) orang digunakan untuk operasi SAR di wilayah perairan yang cukup jauh dan mampu menampung korban dalam jumlah yang cukup banyak. Kapal kelas ini dilengkapi dengan peralatan/perlengkapan navigasi dan komunikasi yang berstandar internasional untuk mendukung pelaksanaan operasi pencarian dan pertolongan. (BASARNAS, 2015)



Gambar II.8 *Rescue boat* kelas II BASARNAS
(Sumber: <http://basarnas.go.id/index.php/sarana-sar-laut>, 2018)

b. Kelas III (panjang 20 s.d. < 30 m).

Kapal ini memiliki kapasitas ± 20 (dua puluh) orang digunakan untuk operasi pencarian dan pertolongan di wilayah perairan yang tidak terlalu jauh dan hanya mampu menampung korban dalam jumlah yang tidak terlalu banyak. Dalam hal kecepatan, Kapal ini didesain memiliki kecepatan 20-30 knot. Material yang digunakan untuk pembuatan kapal dari bahan *fiberglass*.(BASARNAS, 2015)



Gambar II.9 *Rescue boat* kelas III BASARNAS

(Sumber: <http://basarnas.go.id/index.php/sarana-sar-laut>, 2018)

c. Kelas IV (panjang 12 s.d. < 20 M)

Kapal ini memiliki kapasitas penumpang minimal 15 orang (termasuk ABK) digunakan untuk operasi pencarian dan pertolongan di wilayah perairan yang dekat dengan pantai dan hanya mampu untuk menampung korban dalam jumlah yang sedikit. Material yang digunakan untuk pembuatan kapal dari bahan *fiberglass*.(BASARNAS, 2015)



Gambar II.10 *Rescue Boat* kelas IV BASARNAS

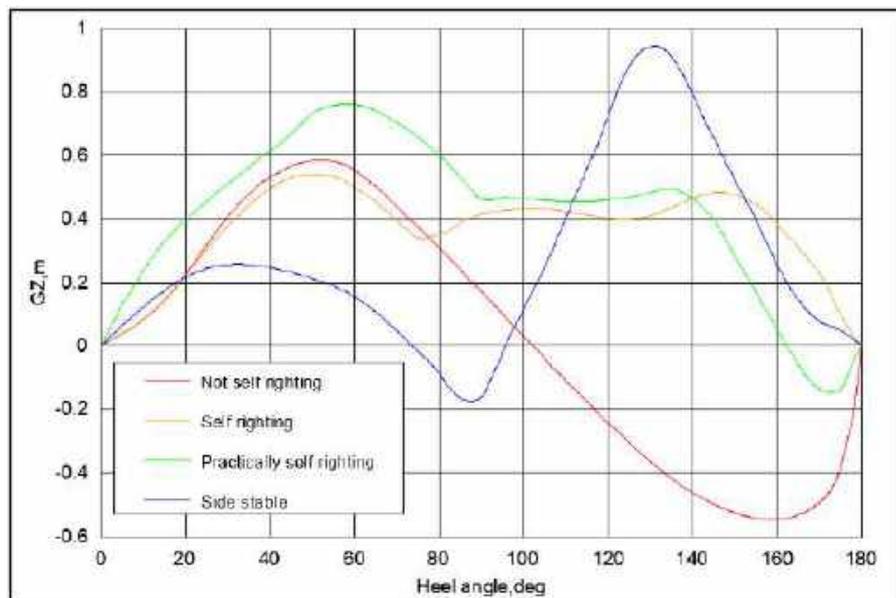
(Sumber: Peraturan Kepala Badan SAR Nasional No. PK 14 Tahun 2012)

II.2.2. Metode *Self-Righting*

Self-righting adalah sebuah konsep dimana kapal yang didesain sedemikian rupa sehingga mengakibatkan kapal dapat kembali tegak seperti semula setelah terbalik sekian derajat hingga terbalik secara penuh (180^0) tanpa bantuan gaya eksternal. Konsep *self-righting*

difokuskan untuk sudut oleng yang tinggi (hingga mencapai 180^0) terbatas pada kapal kecil, kapal berbasis pantai, dan kapal penyelamat/*rescue boat*. (Zuhdi dan Sunaryo, 2014)

Analisis stabilitas dapat dilihat dari lengan GZ pada kurva stabilitas. *Range of stability* adalah batas kapal dapat tetap tegak setelah mengalami sudut kemiringan tertentu karena luasan kurva stabilitas bernilai positif. *Vanishing stability point* merupakan sudut dimana kapal mengalami keadaan diam, karena titik B dan G yang berimpit dan tidak memiliki lengan momen untuk kembali tegak. Salah satu hal yang penting dari kapal *self-righting* adalah hubungan antara berat dan daya apung untuk mendapatkan kurva stabilitas yang dibutuhkan. Cara untuk memperoleh kurva ini adalah dengan cara mendistribusikan berat dan titik berat sedemikian rupa sehingga lengan GZ tetap positif ketika oleng hingga 180^0 dan memastikan awak kapal, penumpang, dan peralatan tidak berpindah tempat dan mengubah pusat gravitasi kapal. Mekanisme dari *self-righting* diilustrasikan pada gambar II.11, dimana kurva stabilitas yang diberikan pada *small craft* yang berbeda-beda.



Gambar II.11 Tipe-tipe Kurva Stabilitas *Small Craft*
(Sumber: Zuhdi dan Sunaryo,2014)

1. Kapal tidak *self-righting*, dengan luasan negatif yang signifikan pada setelah sudut *vanishing stability*, dimana kapal akan terbalik (bagian atas di bawah) dari satu kali pembalikan (putaran).
2. Kapal *self-righting* memiliki kurva stabilitas yang sempurna di posisi positif dan akan kembali ke posisi tegaknya seperti pada saat sudut kemiringan 0^0 setelah *capsized*.

3. Kapal hampir *self-righting*, kecilnya area negatif dari kurva stabilitas yang ada tapi jika diberikan gaya khusus dari luar melalui energi ombak akan cukup untuk membalikkan kapal kembali tegak.
4. Kapal “*side stable*”, dimana selama area negatif mendekati sudut 90^0 , ini berarti kapal akan terbalik dan mengapung setengah tanpa kembali ke posisi tegaknya.

Terdapat tiga metode untuk memperoleh sifat *self-righting*, yaitu *inherent self-righting*, *inflatable bag*, dan perpindahan *ballast*. (Akyildiz dan Simsek, 2016)

1. *Inherent Self-Righting*

Kapal yang menggunakan metode ini memiliki kemampuan *self-righting* dimana ia selalu tersedia dan akan kembali tegak dari segala sudut oleng tanpa memperhatikan tindakan tambahan kru kapal. Hal yang vital dari metode ini adalah lambung yang kedap air dan *superstructure* juga harus kedap air. Distribusi berat dan daya apung yang strategis adalah kunci untuk mencapai *self-righting* jenis ini. Proses uji stabilitas ini dapat dilakukan dengan cara menyimulasikan permodelan desain kapal pada *software* seperti *maxsurf stability* atau dengan menguji kapal yang telah dibangun dengan cara diolengkan hingga 180^0 . Contoh kapal yang memiliki kemampuan *inherent self-righting* dapat dilihat pada gambar II.12.



Gambar II.12 Kapal dengan *inherent self-righting*

(Sumber: Thatcher CEng MRINA, 2013)

Keunggulan metode ini adalah:

- a. Tidak ada bagian kerja yang bisa salah
- b. Kemampuan *self-righting* selalu tersedia dan pada setiap sudut oleng, sehingga dapat mencegah kapal dalam kondisi terbalik secara penuh.
- c. Tidak perlu ada kerja tambahan dari awak kapal.

2. *Inflatable bag*

Metode *inflatable bag* adalah cara memperoleh *self-righting* dengan cara menembakkan balon dengan manual secara kencang saat kapal akan mengalami titik *vanishing* dan 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. Namun mekanisme ini hanya berlaku untuk 1 kali penembakkan dan masih secara manual sehingga kemungkinan ada bagian/kru yang bekerja tidak baik.



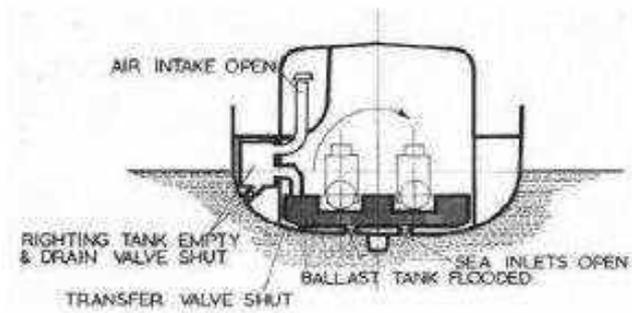
Gambar II.13 Kapal dengan *inflatable bag*

(Sumber: <http://www.nauticexpo.com/prod/tidelbiz/product-22535-247962.html>)

3. Perpindahan *ballast*

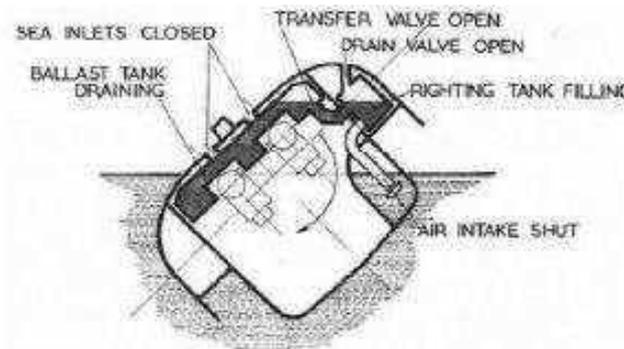
Metode perpindahan *ballast* dilakukan dengan cara mengatur pengisian tangki air *ballast* ketika terjadi oleng hingga 180° . Berikut adalah mekanisme metode perpindahan *ballast*.

- a. Pada gambar dibawah, *sea inlet* menutup, *ballast tank* mengeluarkan air laut menuju *righting tank* melalui katup transfer yang membuka karena dorongan dari air laut di *ballast tank*, katup pengeluaran air laut di *righting tank* membuka kemudian air masuk, *righting tank* terisi air, *air intake* menutup akibat penekanan ke air laut.



Gambar II.14 Kondisi awal kapal
(Sumber: Akyildiz dan Simsek, 2016)

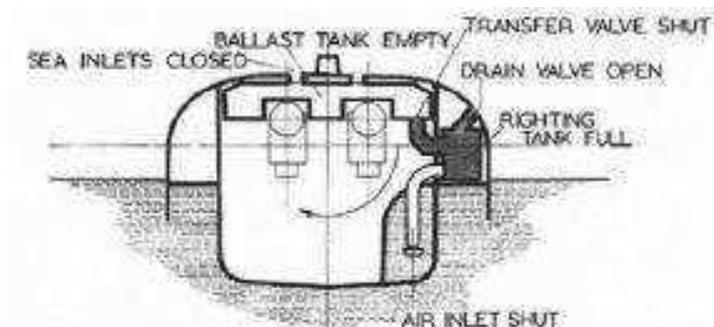
- b. Kemudian katup air laut menutup, *ballast tank* kosong, katup pemindahan air laut dari atau ke *righting tank* menutup dan katup udaranya membuka, *righting tank* terisi penuh, *air inlet* menutup.



Gambar II.15 kapal oleng $90^\circ < \alpha < 180^\circ$

(Sumber: Akyildiz dan Simsek, 2016)

- c. Dan yang terakhir pada gambar kanan bawah air inlet membuka, *righting tank* terkuras, *drain valve* membuka namun *transfer valve* menutup, *ballast tank* terisi dan *sea inlet* membuka.

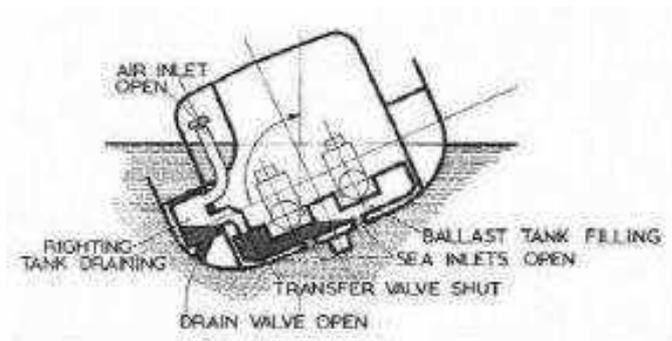


Gambar II.16 Kondisi kapal oleng 180°

(Sumber: Akyildiz dan Simsek, 2016)

- d. Kapal kembali tegak setelah mengalami perputaran ke arah *starboard side* sebesar 360° . *Sea inlet* menutup, *ballast tank* mengeluarkan air laut menuju

righting tank melalui katup transfer yang membuka karena dorongan dari air laut di *ballast tank*, katup pengeluaran air laut di *righting tank* membuka kemudian air masuk, *righting tank* terisi air, *air intake* menutup akibat penekanan ke air laut. Katup air laut menutup, *ballast tank* kosong, katup pemindahan air laut dari atau ke *righting tank* menutup dan katup udaranya membuka, *righting tank* terisi penuh, *air inlet* menutup *Air inlet* membuka, *righting tank* terkuras, *drain valve* membuka namun *transfer valve* menutup, *ballast tank* terisi dan *sea inlet* membuka.



Gambar II.17 Kapal mulai kembali ke posisi semula
(Sumber: Akyildiz dan Simsek, 2016)

II.2.3. Tingkat Kenyamanan Kapal

Salah satu aspek penting dalam mendesain kapal adalah menganalisis tingkat kenyamanan kapal. Hal ini dilakukan untuk memastikan para *crew* dan penumpang tidak mengalami mabuk laut ketika kapal berlayar. Mabuk laut (*motion sickness*) didefinisikan sebagai gejala sakit akibat gerakan kapal yang mengakibatkan ketidaknyamanan fisik, dengan gejala seperti pernapasan tidak teratur, mual, vertigo, pucat dan muntah. Penyebab utama mabuk laut adalah kurangnya kesesuaian antara rangsangan sinyal mata dan labirin (telinga bagian dalam) yang diterima oleh otak manusia. Orang yang sering mengalami mabuk laut adalah yang berada di bawah dek, di mana mata tidak mencatat rangsangan apapun yang ditafsirkan oleh labirin sebagai gerakan. Sebagai contoh, saat berada di kabin, secara visual tidak ada pergerakan kapal yang diamati sementara otak mengirimkan rangsangan ketika mendeteksi beban variabel yang disebabkan oleh gerakan kapal. Ada konflik antara rangsangan yang disampaikan oleh indra penglihatan dan labirin yang bertanggung jawab atas keseimbangan tubuh, sehingga gejala mabuk laut terjadi. (Cepowski, 2012)

Gejala mabuk laut telah ditentukan dalam standar ISO 2631, dimana dalam standard ini memberikan kriteria persentase jumlah penumpang yang mengalami gejala mabuk laut (*motion sickness*) pada berbagai posisi di kapal. (Putra, Chrismianto, dan Iqbal, 2016)

Kriteria tersebut adalah:

- 10% MSI setelah 8 jam
- 10% MSI setelah 2 jam
- 10% MSI setelah 30 menit.

Pada aspek kenyamanan ini, menyangkut beberapa pengaturan dalam hal kondisi perairan yang akan dianalisis. Kondisi perairan (*sea state condition*) mengacu pada kondisi yang telah ditetapkan oleh *World Meteorological Organization (WMO)*. Data *sea state* WMO dapat dilihat pada Pada tabel II.1 berikut. (Napitupulu, Utama, dan Murdijanto)

Tabel II.1 Data *Sea State* WMO

<i>Sea State Code</i>	<i>Significant Wave Height (m)</i>		<i>Description</i>
	<i>Range</i>	<i>Mean</i>	
0	0	0	<i>Calm (glassy)</i>
1	0.0 – 0.1	0.05	<i>Calm (rippled)</i>
2	0.1 – 0.5	0.3	<i>Smooth (Wavelets)</i>
3	0.5 – 1.25	0.875	<i>Slight</i>
4	1.25 – 2.5	1.875	<i>Moderate</i>
5	2.5 – 4.0	3.25	<i>Rough</i>
6	4.0 – 6.0	5.0	<i>Very Rough</i>
7	6.0 – 9.0	7.5	<i>High</i>
8	9.0 – 14.0	11.5	<i>Very high</i>
9	<i>Over 14.0</i>	<i>Over 14.0</i>	<i>Phenomenal</i>

II.2.4. Biaya Pembangunan Kapal

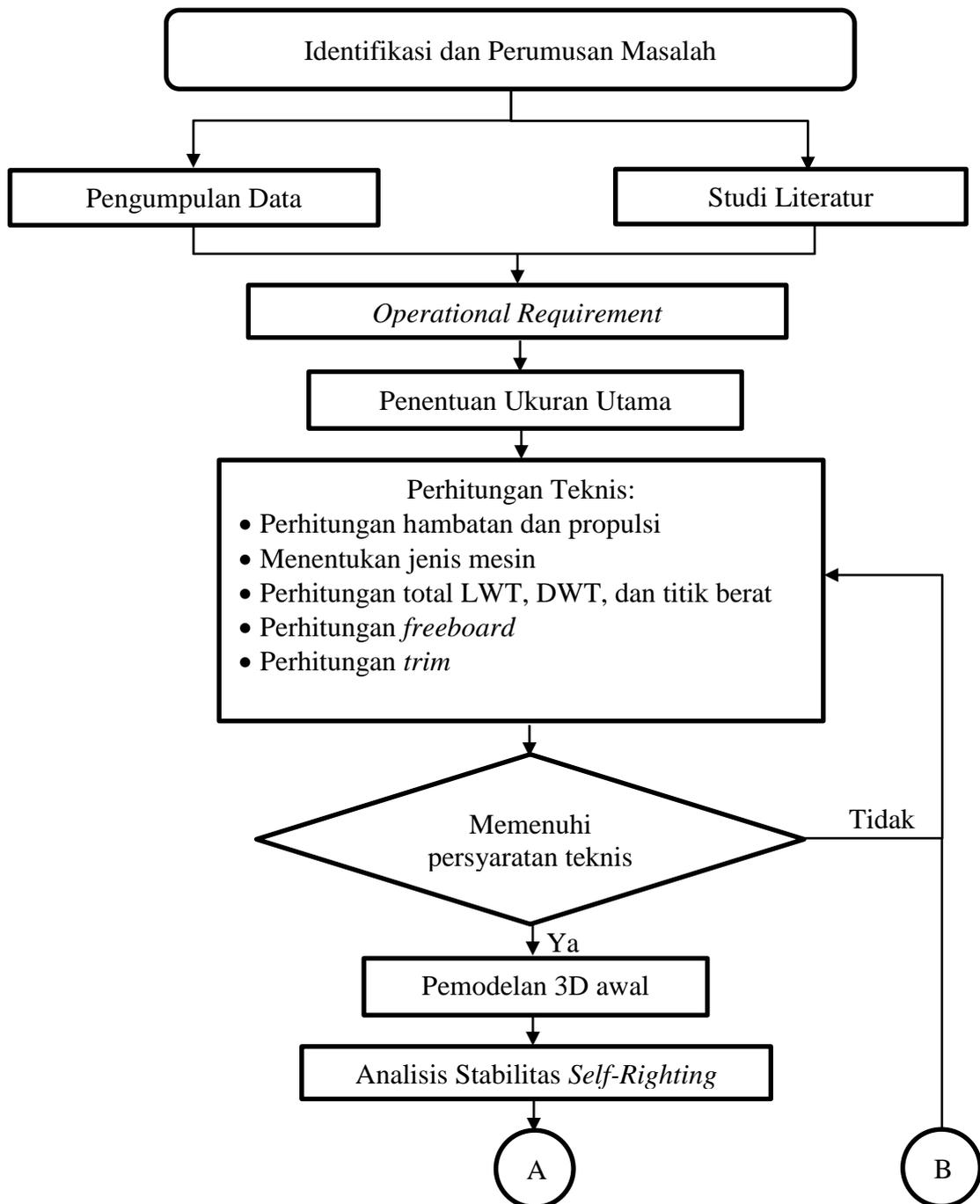
Estimasi biaya pembangunan kapal didasarkan perhitungan biaya tiap komponen kapal yang ada di pasaran, seperti halnya biaya *fiberglass* yang menjadi material utama lambung dan konstruksi kapal, permesinan kapal, propulsi, peralatan navigasi, dan *outfitting* kapal yang lainnya. Biaya lambung dan konstruksi kapal didapatkan dengan cara mengalikan berat dengan harga material *fiberglass* persatuan beratnya. Sedangkan untuk biaya permesinan, propulsi, peralatan navigasi, dan *outfitting* kapal didapatkan dari katalog tiap komponen maupun harga pasaran yang ada di *online market place*. Setelah didapatkan biaya pembangunan kapal, kemudian dilakukan perhitungan koreksi keadaan ekonomi dan kebijakan pemerintah. Dalam

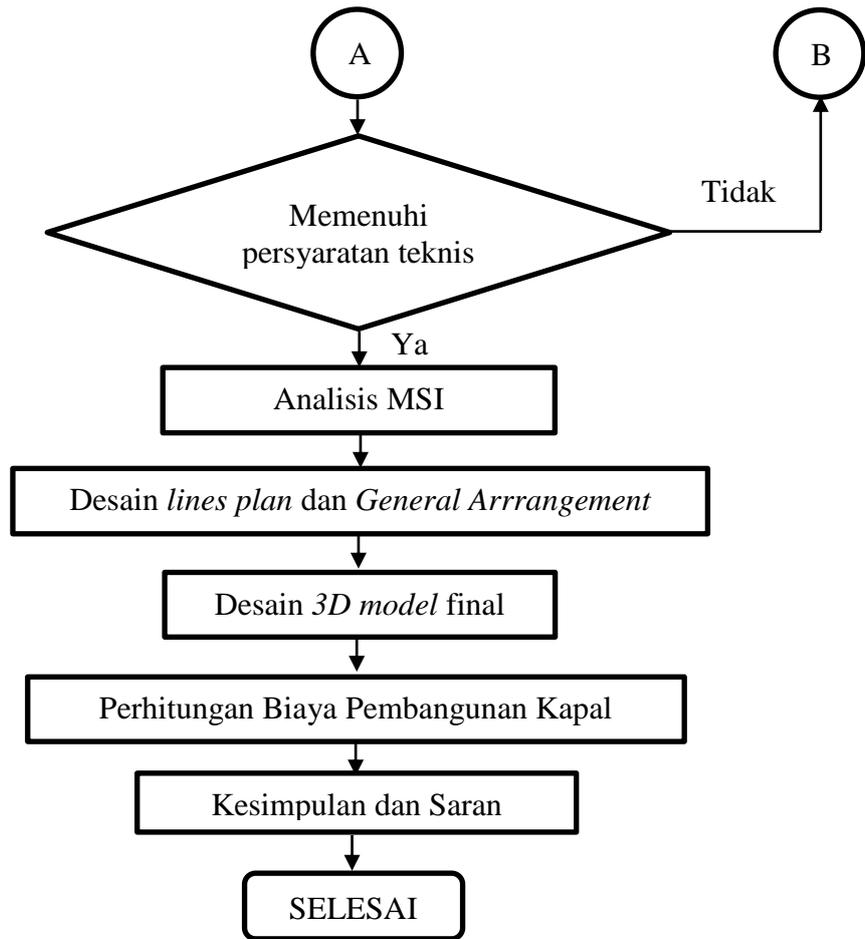
Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III METODOLOGI

III.1. Metode

Metode yang digunakan untuk Tugas Akhir ini, dijelaskan dengan diagram alir di bawah ini:





Gambar III.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

III.1.1. Identifikasi dan Perumusan masalah

Tahap pertama yang dilakukan adalah dengan mengidentifikasi dan merumuskan permasalahan dari latar belakang Tugas Akhir. Proses identifikasi dan perumusan masalah bertujuan untuk mengetahui permasalahan-permasalahan yang akan diselesaikan pada Tugas Akhir ini.

III.1.2. Pengumpulan Data dan Studi Literatur

Pengumpulan data yang dimaksudkan adalah segala data acuan yang digunakan untuk menunjang desain *Self-Righting Rescue Boat*. Data yang dibutuhkan berupa data-data kecelakaan di wilayah operasi BASARNAS Surabaya yang digunakan untuk menentukan daerah operasi dan jangkauan kapal. Selain itu, dalam tahap ini, dilakukan studi literatur untuk mengumpulkan teori dan referensi yang berkaitan dengan analisis tentang *Self-Righting Rescue Boat* meliputi:

1. Teori Desain Kapal

2. *Rescue boat* beserta modulnya
3. Konsep *self-righting*

III.1.3. Penentuan *Operational Requirements* Kapal

Penentuan *operational requirements* kapal dimaksudkan untuk mengetahui segala aspek dan kebutuhan operasional dari kapal yang didesain. *Operational requirements* dalam desain *Self-Righting Rescue Boat* ini melingkupi daerah operasi yang memiliki kerawanan kecelakaan tinggi dan memiliki ketinggian gelombang laut yang besar, kecepatan minimal, *payload*, dan peralatan keselamatan minimal yang harus tersedia di kapal. Penentuan *payload* sendiri didasarkan dari jumlah *crew* kapal dan jumlah penumpang sesuai jenis kelas *rescue boat*.

III.1.4. Penentuan Ukuran Utama

Setelah *operational requirements* ditentukan, tahap selanjutnya adalah menentukan ukuran utama kapal. Penentuan ukuran utama dilakukan dengan metode *Geosim*. Metode *geosim* merupakan metode penentuan ukuran utama yang digunakan ketika sebuah permintaan memiliki kesamaan geometris dengan kapal pembanding.

Dalam hal ini, penulis mengambil referensi kapal yang memiliki karakteristik sama dengan kapal yang akan dirancang nantinya. Ukuran utama ini bersifat sementara yang nantinya akan dioptimasi nilainya berdasarkan peninjauan berbagai aspek rasio keofisien dan aspek lainnya dalam perhitungan teknis.

III.1.5. Perhitungan Teknis

Perhitungan teknis dilakukan berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan. Perhitungan tersebut meliputi hambatan kapal, daya kapal, penentuan *main engine* dan *auxiliary engine*, berat DWT dan LWT, titik berat, trim dan *freeboard*.

III.1.6. Pemodelan 3D awal

Proses desain 3D kapal dilakukan dengan *software Maxsurf Modeler Advanced*. Pemodelan 3D awal dimaksudkan untuk mendesain lambung dan bangunan atas kapal guna melakukan analisis stabilitas *self-righting* kapal. Desain lambung dan bangunan atas pada pemodelan harus kedap air dan dapat memberikan daya apung yang cukup.

III.1.7. Analisis Stabilitas *Self-Righting*

Analisis *Self-Righting* kapal dilakukan dengan cara simulasi menggunakan *software Maxsurf Stability*. Langkah awal analisis dilakukan dengan cara memasukkan data berat dan titik berat tiap komponen kapal. Kemudian membuat beberapa kondisi muatan (*loadcase*) bahan bakar kapal, untuk mengetahui kemampuan *self-righting* diberbagai kondisi tersebut. Selanjutnya model di-*running* untuk mengetahui karakteristik kurva stabilitasnya. Ketika masih terdapat lengan GZ yang negatif ketika kapal oleng 0^0 hingga 180^0 , maka dilakukan pembesaran bangunan atas untuk memberi gaya apung tambahan pada kapal dengan cara memvariasikan ukuran bangunan atas. Dari berbagai macam simulasi yang telah dilakukan, hasil akhir yang diharapkan adalah kapal tetap memiliki lengan stabilitas yang positif hingga keadaan oleng 180^0 di berbagai macam *loadcase*.

III.1.8. Analisis MSI

Analisis *Motion Sickness Incidence (MSI)* dimaksudkan untuk mengetahui tingkat kenyamanan kapal di berbagai macam kondisi gelombang laut. Analisis menggunakan bantuan *software Maxsurf Motion*.

III.1.9. Desain *Lines Plan, General Arrangement, dan 3D Model Final*

Dari pemodelan 3D awal yang telah dilakukan di atas, dilakukan penyempurnaan desain *lines plan* dengan cara meng-*ekspor* hasil proyeksi *body plan, half breath plan, dan buttock plan* di *export* ke *software AutoCAD*. Setelah pembuatan *lines plan* selesai, dilanjutkan dengan membuat *general arrangement* kapal sesuai dengan perencanaan ruangan dan komponen berat dan titik berat komponen. Pembuatan *general arrangement* dilakukan dengan menggunakan *software AutoCAD*.

Tahap terakhir adalah finalisasi *3D model* kapal. Finalisasi ini berupa penambahan komponen-komponen kapal dan proses *rendering* agar kapal terlihat lebih realistis. Proses finalisasi ini menggunakan bantuan *software Rhinoceros* dan *SketchUp*.

III.1.10. Perhitungan Biaya Pembangunan Kapal

Perhitungan Biaya Pembangunan Kapal ini dimaksudkan untuk mengetahui estimasi biaya pembangunan kapal. Perhitungan estimasi biaya dilakukan dengan cara menghitung biaya material kapal, permesinan, komponen *outfitting* berdasarkan harga di pasaran, dan koreksi ekonomi.

III.1.11. Kesimpulan

Tahap terakhir dalam Tugas Akhir ini adalah penarikan kesimpulan. Kesimpulan yang diperoleh adalah menjawab dari tujuan yang ada pada Tugas Akhir ini. Hal tersebut meliputi penentuan ukuran utama kapal, hasil analisis teknis, desain *lines plan*, *general arrangement*, dan *3D Model*, serta hasil analisis kemampuan *self-righting* dari *rescue boat* yang telah didesain.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV ANALISIS TEKNIS

IV.1. Operational Requirement

IV.1.1. Wilayah Operasional

Wilayah operasional yang direncanakan dari desain *self-righting rescue boat* ini adalah dibatasi pada wilayah koordinasi Kantor SAR Surabaya dengan kode wilayah XIX, seperti yang ditunjukkan gambar IV.1.



Gambar IV.1 Wilayah Operasi SAR Indonesia
(Sumber: <http://basarnas.go.id/batas-wilayah-sar>)

Kantor SAR Surabaya membawahi 3 Pos SAR yaitu Pos SAR Banyuwangi, Pos SAR Jember, dan Pos SAR Trenggalek. Pos SAR mempunyai tugas membantu Kantor SAR dalam melaksanakan tugas SAR di wilayah kerja yang menjadi tanggungjawabnya, yang meliputi pelaksanaan siaga SAR, pelaksanaan tindak awal dan operasi SAR terhadap musibah pelayaran dan/atau penerbangan, atau musibah dan bencana lainnya, serta koodinasi dan pengerahan potensi SAR dalam operasi SAR.

Perencanaan penempatan *self-righting rescue boat* ini adalah pada wilayah kantor SAR maupun Pos SAR yang memiliki kerawanan kecelakaan laut tinggi dan memiliki tinggi gelombang yang cukup besar. Dari data yang dihimpun dari Kantor SAR Surabaya, sepanjang tahun 2017 terdapat 35 kecelakaan kapal di wilayah koordinasi SAR Surabaya. Data kecelakaan kapal dapat dilihat pada tabel IV.1

Tabel IV.1 Data dan Koodinat Kecelakaan Laut di Wilayah BASARNAS Surabaya 2017

No	Jenis Kejadian	Posisi(Koordinat/Area)	Tanggal Kejadian
1	Musibah Perahu nelayan terbalik karena angin kencang dan ombak tinggi	Perairan Semare Kec. Keraton Ka. Pasuruan	27/1/2017
2	KM Mutiara Sentosa 1 kehabisan BBM dan Logistik	6°46.39"S 112°54.31"E	3/2/2017
3	Kapal SALEREK Tenggelam	7°43'19.3"S 113°40'1.8"E	2/2/2017
4	Perahu nelayan hilang saat mencari ikan	Perairan selat madura	6/2/2017
5	5 orang penumpang kapal nelayan tenggelam	6°52.06"S 112°24.44"E	5/2/2017
6	Perahu nelayan melaut belum kembali selama 5 hari	Perairan Sapudi	1/2/2017
7	Perahu nelayan mengalami mati mesin	8°1'54.53"S 114°29'6.18"E	6/2/2017
8	Kapal penumpang mengalami mati mesin	7°35'28.43"S 114°2'8.13"E	16/2/2017
9	Satu orang nelayan tenggelam	8°38'42.15"S 114°10'44.62"E	31/3/2017
10	Lost contact saat melaut	7°40'43.6"S 113°21'19.6"E	25/4/2017
11	Lost contact saat melaut	7°41'28.52"S 114°11'54"E	1/5/2017
12	Kecelakaan KM.Asia Prima 1 Terbakar	7°11'55"S 112°42'42"E	5/5/2017
13	Kecelakaan KM.Mutiara Sentosa 1 Terbakar	5°33.1"S 114°34.2"E	19/5/2017
14	Kapal tenggelam	6°3'500"S 113°11'600"E	11/6/2017
15	KM. Bahari Express 9C kandas	Perairan Kalosot 1 mil dari pelabuhan RAAS	17/6/2017
16	KM. Pekan Fajar Terbakar	6°17'956"S 112°49'395"E	11/7/2017
17	KM. Polos 2 terbalik	8°36'15.77"S 114°13'45.38"E	5/8/2017
18	KM. Sinar Purnama tenggelam	6°49.95"S 112°52.4"E	7/8/2017
19	KM. Aldo Jaya mati mesin	9°2'55.76"S 111°44'35.73"E	1/8/2017
20	Perahu Jukung nelayan selar jaya abadi terbalik dan tenggelam	8°17'38.53"S 111°46'18.31"E	16/8/2017
21	Orang tenggelam	8°19'10488"S 112°43'882"E	14/8/2017
22	Kebakaran KM.Multi Abadi 01 Terbakar	7°11'936"S 112°42'755"E	
23	Kapal nelayan tenggelam	8°18'55.9"S 114°19'5.2"E	24/8/2017
24	Ditemukan sesosok jenazah di pantai paseban jember	8°18'55.9"S 113°19'5.2"E	7/9/2017
25	Satu nelayan tenggelam	8°32'2.57"S 114°25'30.35"E	15/9/2017
26	Klm. Harapan Sejahtera 1 belum sampai tujuan	Rute Gresik-Pangkoh	22/9/2017
27	Evakuasi intersept KM. Makmur Rezeki yang karam	Dermaga Gapura Surya Tj. Perak	15/11/2017
28	Satu nelayan tenggelam	7°35'36"S 112°99'49"E	14/11/2017

29	Perahu kayu mati mesin	Perairan masa lembo 6 mil dari pulau keramaian	
30	Perahu nelayan tenggelam	8°23'1.32"S 111°45'45.1"E	27/11/2017
31	Kapal ST.Island Kandas	6°52.6"S 112°44.41"E	10/12/2017
32	Kecelakaan di laut	8°4'11.7"S 114°25'32.8"E	6/12/2017
33	Kecelakaan di laut	8°25'19"S 111°39'20"E	9/12/2017
34	Kapal LCT Daya Karya Lost contact	4°16'27.5"S 115°51'26.2"E	16/12/2017
35	Kapal kayu karam	4°42'2"S 110°34'9"E	

Sumber: BASARNAS Surabaya

Dari data di atas, kemudian dilakukan pemetaan lokasi kecelakaan laut berdasarkan letak koordinatnya. Persebaran kecelakaan ditunjukkan pada gambar IV.2



Gambar IV.2 Pemetaan kecelakaan laut di Wilayah Kerja BASARNAS Surabaya 2017

Dari pemetaan yang diperoleh, sebagian besar kecelakaan kapal berada di daerah pesisir pantai. Untuk daerah Trenggalek dan sekitarnya, memiliki kerawanan kecelakaan kapal yang cukup tinggi dengan total kecelakaan mencapai 5 kasus. Selain itu, kondisi perairan di daerah Trenggalek juga sangat ekstrem karena berada di pesisir Pantai Selatan Jawa. Pada kondisi tertentu, tinggi gelombang di Perairan ini dapat mencapai 2.5 hingga 6 meter dengan kecepatan angin 25 knot sampai 35 knot. Kondisi cuaca yang ekstrem ini, sering juga menghambat proses pencarian dan pertolongan korban kecelakaan kapal oleh SAR.

Dengan tingkat kerawanan yang cukup tinggi dan kondisi cuaca yang ekstrem, maka perencanaan penempatan *self-righting rescue boat* ini adalah di Pos SAR Trenggalek, dimana Pos ini berada di koordinat 08° 05' 15,08" S – 111° 42' 38,70" E. Untuk wilayah operasi SAR dari Pos SAR ini meliputi Trenggalek, Blitar, Kediri, Tulungagung, Nganjuk, Ngawi, dan Magetan. Sedangkan untuk perencanaan jenis

rescue boat adalah *rescue boat* kelas IV karena persebaran kecelakaan di daerah sekitar pantai.

IV.1.2. Tugas dan Fungsi

Self-righting rescue boat ini dirancang sebagai Kapal SAR dan dilengkapi dengan ruangan antara lain : ruang ABK, ruang korban, ruang kemudi (BASARNAS, 2012). Kapal ini digunakan untuk operasi pencarian dan pertolongan di wilayah perairan yang dekat dengan pantai. Desain dirancang sesuai dengan prinsip- prinsip kapasitas, *sea state* dan hidrodinamika sehingga kapal dapat bergerak dengan cepat, memiliki kemampuan manuver yang baik namun tetap stabil.

IV.1.3. Payload

Payload yang digunakan adalah kapasitas penumpang dari *rescue boat*. Kapasitas penumpang dari *rescue boat* kelas IV adalah minimal 15 orang (termasuk ABK). *Crew* kapal yang direncanakan berjumlah 6 orang untuk melakukan pengoperasian kapal dan melakukan kegiatan SAR. Setiap *crew* kapal wajib memiliki kompetensi sebagai berikut. (BASARNAS, 2011)

a. Nakhoda

Nakhoda adalah orang yang memegang komando sebuah kapal. Seorang nakhoda harus memiliki sertifikat keahlian ANT-V dan sertifikat keterampilan 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*), dan *ISM Code* (*International Safety Management Code*).

b. Mualim I

Mualim I adalah seorang perwira yang berpangkat di bawah nakhoda dan memegang komando kapal jika nakhoda sedang tidak mampu bertugas. Seorang Mualim I harus memiliki sertifikat keahlian ANT-D dan sertifikat keterampilan BST, SCRB, AFF, MFA, MC, ORU, dan *ISM Code*.

c. Juru Mudi

Juru mudi adalah seorang yang berkerja sebagai pemegang kemudi dan bertanggung jawab kepada mualim yang sedang bertugas jaga. Seorang Mualim II harus memiliki sertifikat keahlian ANT-D dan sertifikat keterampilan BST, SCRB, dan AFF.

d. KKM (Kepala Kamar Mesin)

KKM adalah seorang perwira yang memenuhi syarat sesuai dengan ketentuan dari konvensi dan merupakan perwira mesin senior yang bertanggung jawab atas mesin pendorong utama, dan pengoperasian serta pemeliharaan instalasi mekanik dan listrik di atas kapal. Seorang KKM harus memiliki sertifikat keahlian ATT-V dan sertifikat keterampilan BST, SCRB, AFF, dan ISM Code.

e. Masinis I

Masinis I adalah seorang perwira mesin yang berpangkat di bawah KKM yang memegang tanggung jawab atas mesin penggerak utama dan pengoperasian serta pemeliharaan instalasi mekanik dan listrik kapal jika KKM sedang tidak mampu bertugas. Seorang Masinis I harus memiliki sertifikat keahlian ATT-D dan sertifikat keterampilan BST, SCRB, AFF, dan ISM Code.

f. Juru Minyak

Juru minyak merupakan seorang yang bertanggung jawab mencatat pemasukan atau pengeluaran bahan bakar dan minyak lumas, serta melaporkan kepada masinis jaga apabila ada kelainan pada kapal. Seorang Masinis I harus memiliki sertifikat keahlian ATT-D dan sertifikat keterampilan BST, SCRB, dan AFF.

Sedangkan untuk jumlah penumpang atau korban yang dapat dimuat kapal direncanakan sebanyak 10 orang.

IV.1.4. Kecepatan

Berdasarkan Peraturan Kepala BASARNAS Nomor: PK.14 Tahun 2012, kecepatan dari *rescue boat* kelas IV adalah minimal 15 knots. Untuk saat ini, Badan SAR Nasional memiliki *rescue boat* kelas IV dengan kecepatan 20-30 knot. Sedangkan untuk kecepatan *rescue boat* yang didesain pada Tugas Akhir ini ditingkatkan kemampuannya menjadi 30 knot untuk *service speed*-nya, dan 40 knot untuk kecepatan maksimalnya.

IV.1.5. Jangkauan Operasi

Rescue boat kelas IV digunakan untuk operasi pencarian dan pertolongan di wilayah perairan yang dekat dengan pantai. Jangkauan operasi yang direncanakan harus dapat menjangkau potensi kecelakaan laut yang berada di sekitar Perairan yang menjadi wilayah operasi Pos SAR Trenggalek hingga Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE) yang berjarak 200 nm diukur dari garis pantai Indonesia.

Dari beberapa referensi kapal *existing*, daya jelajah kapal *rescue boat* 13 m adalah berkisar 150 nm hingga 250 nm. Sedangkan untuk perencanaan jarak operasi *rescue boat* dalam Tugas Akhir ini adalah 250 nm atau sekitar 463 km untuk operasi SAR Pulang Pergi (PP). Sehingga dengan perencanaan ini, *rescue boat* dapat memaksimalkan fungsi pencarian (*search*) dan pertolongan (*rescue*) terhadap korban kecelakaan laut dengan radius operasi hingga 125 nm atau 231.5 km dari pelabuhan Prigi, Trenggalek. Dengan kecepatan dinas 30 knot, *rescue boat* dapat memiliki *endurance* pelayaran hingga 7.88 jam *non-stop*. Perencanaan operasi dapat dilihat pada Gambar IV.3 dan Gambar IV.4.



Gambar IV.3 Pelabuhan Prigi, Trenggalek



Gambar IV.4 Perencanaan Radius Operasi *Rescue Boat*

IV.1.6. Bahan Utama Lambung dan Konstruksi Kapal

Material utama badan kapal adalah *Fiberglass Reinforced Composite*. Hal ini sesuai dengan Peraturan Kepala BASARNAS No.PK 14 Tahun 2012 yang menyebutkan material utama *rescue boat* kelas IV adalah *fiberglass*. Beberapa keunggulan material *fiberglass* adalah:

1. Material yang ringan
2. Dapat lebih kuat dari kekuatan baja
3. Lebih fleksibel untuk dibentuk
4. Bebas korosi

IV.1.7. Perlengkapan

Berdasarkan Peraturan Kepala BASARNAS Nomor: PK.14 Tahun 2012, terdapat kelengkapan minimal yang harus tersedia di atas kapal. Kelengkapan tersebut ialah sebagai berikut:

1. Peralatan Komunikasi GMDSS A3
2. Peralatan Navigasi
3. *Fire Fighting System / Water Canon*
4. *Destilator*
5. *Electric Winch*
6. *Fire Extinguisher*

Sedangkan untuk peralatan keselamatan:

1. *Liferaft* 2 buah
2. *Life Jacket* 15 buah
3. *Life Buoy* 6 buah

IV.1.8. Kemampuan Operasional

Berdasarkan berita yang dihimpun dari website Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) pada tanggal 20 Juli 2018, kondisi gelombang Perairan Selatan Jawa Timur ketika cuaca buruk mencapai 2.5-6 m dengan kecepatan angin hingga 35 knot. Sehingga *rescue boat* yang didesain pada Tugas Akhir ini, direncanakan supaya dapat siaga dan dapat beroperasi di perairan yang memiliki kondisi gelombang tinggi terutama pada ketinggian gelombang *sea state* 5 (2.5-4 m) dan *sea state* 6 (4-6 m). *Rescue boat* ini dibekali kemampuan *inherent self-righting*, dimana *rescue boat* ini tetap dapat

kembali ke posisi semula meski terbalik hingga 180⁰ tanpa harus ada gaya eksternal. Sehingga proses pencarian dan pertolongan di laut dapat dilakukan walaupun kondisi cuaca yang ekstrem.

IV.2. Penentuan Ukuran Utama Kapal

Metode penentuan ukuran utama kapal menggunakan *Geosim Procedure*. Penentuan ukuran utama dilakukan berdasarkan koefisien perbandingan geometris ukuran utama (K). Formula untuk mencari nilai K adalah sebagai berikut.

$$(L_2/L_1)^3 = W_2/W_1 \quad (IV.13)$$

Hasil dari L_2/L_1 yang kemudian disebut K.

Desain *self-righting rescue boat* ini disesuaikan dengan komponen LWT dan DWT dari *operational requirement* yang telah dijelaskan di atas. Berikut adalah spesifikasi kapal yang dijadikan acuan untuk menentukan ukuran utama kapal.



Gambar IV.5 Kapal Acuan (*Barracuda 13 m Version*)
(Sumber: <https://www.safehavenmarine.com>)

<i>Brand</i>	= <i>Barracuda 13 m Version</i>
LoA	= 13.7 m
Lmoulded	= 13 m
Bmoulded	= 3.85 m
H	= 2.19 m
T	= 0.75 m
<i>Lightship</i>	= 11000 kg
<i>Fully Loaded</i>	= 14500 kg

<i>Crew Capacity</i>	= 6 persons
<i>Passenger Capacity</i>	= 10 persons
<i>Maximum Speed</i>	= 40 knots
<i>Range</i>	= 200 nm+
<i>Maximum Power Output</i>	= 650 HP
<i>Gearbox</i>	= ZF325

Dari informasi di atas, didapatkan data ukuran utama kapal dan koefisien yang dibutuhkan dalam perhitungan *Geosim Procedure*. Data tersebut disajikan pada Tabel IV.2 di bawah ini.

Tabel IV.2 Data Ukuran Utama Kapal Pembanding

LoA=	13.7	m
Lwl=	13	m
Bmld=	3.85	m
Tmld=	0.75	m
Hmld=	2.19	m
Cb =	0.377	
Cd=	0.241	
W₁=	3.50	ton

Sedangkan W_2 didapatkan dengan cara menguraikan berat komponen tambahan yang akan didesain. Komponen tambahan, didasarkan komponen minimal yang harus ada di kapal sesuai Peraturan Kepala BASARNAS Nomor: PK.14 Tahun 2012.

Tabel IV.3 List Komponen Tambahan Kapal

No.	Nama komponen	Jumlah	Berat (ton)
1.	<i>Liferaft</i>	2	0.114
2.	<i>Life Buoy</i>	6	0.015
3.	<i>Life Jacket</i>	15	0.011
4.	<i>Water Canon</i>	2	0.068
5.	<i>Fire Pump</i>	1	0.261
6.	<i>Destilator</i>	1	0.079
7.	<i>Electric Winch</i>	1	0.038
8.	<i>Fire Extinguisher</i>	2	0.004
Total Berat			0.590

Sehingga didapatkan W_2 sebesar 4.09 ton

$$(L_2/L_1)^3 = W_2/W_1$$

$$(L_2/L_1)^3 = 4.09/3.50$$

$$(L_2/L_1)^3 = 1.053 \quad (\text{Nilai } K).$$

Ukuran utama kapal didapatkan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} L &= L \times K \\ &= 13 \text{ m} \times 1.053 \\ &= 13.694 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B &= B \times K \\ &= 3.85 \text{ m} \times 1.053 \\ &= 4.056 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T &= T \times K \\ &= 0.75 \text{ m} \times 1.053 \\ &= 0.790 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= H \times K \\ &= 2.19 \text{ m} \times 1.053 \\ &= 2.307 \text{ m} \end{aligned}$$

Kemudian dilakukan pengecekan kesamaan CD_{baru} dengan $CD_{\text{kapal acuan}}$

$$\begin{aligned} W &= L \times B \times T \times CB \times \rho \\ &= 13.694 \times 4.056 \times 0.790 \times 0.377 \times 1.025 \\ &= 16.951 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CD &= dwt/W \\ &= 4.09 \text{ ton} / 16.951 \\ &= 0.241 \text{ (sama dengan kapal acuan)} \end{aligned}$$

Sehingga dapat diambil ukuran utama kapal *final* dengan membulatkan ukuran utama baru, tetapi dengan catatan nilai CD harus tetap mendekati kapal acuan. Berikut adalah ukuran utama final dari *Rescue Boat*:

$$L = 13.6 \text{ m}$$

$$B = 4.0 \text{ m}$$

$$T = 0.8 \text{ m}$$

$$H = 2.3 \text{ m}$$

$$CB = 0.38 \text{ m}$$

$$CD = 0.241 \text{ m (sama dengan kapal acuan)}$$

$$V_s = 30 \text{ knot}$$

$$V_{\text{max}} = 40 \text{ knot}$$

IV.3. Pemeriksaan Ukuran Utama Kapal

Setelah mendapatkan ukuran utama kapal, desainer melakukan pemeriksaan ukuran utama kapal. Rasio ukuran kapal yang didapatkan untuk *self-righting rescue boat* ini adalah sebagai berikut.

Tabel IV.4 Pemeriksaan Ukuran Utama *Self-righting Rescue Boat*

$L/B =$	3.400	Savitsky Planing Hull Method	→	$2.52 \leq L/B \leq 18.26$	OK
$B/T =$	5.000	Savitsky Planing Hull Method	→	$1.7 \leq B/T \leq 9.8$	OK
$L/\nabla^{1/3} =$	8.602	Savitsky Planing Hull Method	→	$3.07 \leq L/\nabla^{1/3} \leq 12.4$	OK
$A_P/\nabla^{2/3} =$	7.149	Savitsky Planing Hull Method	→	$4.0 \leq A_P/\nabla^{2/3} \leq 8.5$	OK
$L_P/B_{PX} =$	3.609	Savitsky Planing Hull Method	→	$2.0 \leq L_P/B_{PX} \leq 7.0$	OK
$L_P/B_{PA} =$	3.949	Savitsky Planing Hull Method	→	$2.36 \leq L_P/B_{PA} \leq 8.56$	OK

IV.4. Perhitungan Koefisien dan Hambatan Kapal

Setelah didapatkan ukuran utama kapal serta desain lines plan, langkah selanjutnya yang dilakukan adalah melakukan perhitungan awal. Perhitungan awal meliputi perhitungan *froud number*, perhitungan koefisien bentuk badan kapal (C_b , C_m , C_p , dan C_{wp}), serta perhitungan *displacement* dan *volume displacement*. Perhitungan awal ini dilakukan sebagai langkah awal dalam perhitungan teknis, salah satunya untuk menghitung nilai hambatan dan propulsi kapal.

IV.4.1. Perhitungan Froude Number

Froude Number merupakan perbandingan antara kecepatan kapal dengan panjang kapal. *Froude Number* dapat dihitung dengan formula sebagai berikut.

$$V_s = 30 \text{ knot} = 15.433 \text{ m/s}$$

$$V_{maks} = 40 \text{ knot} = 20.578 \text{ m/s}$$

$$Fn = \frac{15.433}{\sqrt{9,81 \times 13.6}}$$

$$= 1.336$$

$$Fn = \frac{20.578}{\sqrt{9,81 \times 13.6}}$$

$$= 1.782$$

IV.4.2. Perhitungan Koefisien Bentuk Kapal

Koefisien bentuk badan kapal ditentukan setelah proses penentuan ukuran utama awal. Koefisien yang ditentukan meliputi koefisien blok (C_B), koefisien prismatic (C_P), koefisien *midship* (C_M), dan koefisien *waterplan* (C_{WP}). Pada sub bab ini juga dihitung nilai LCB, *displacement*, dan *volume displacement* untuk mengetahui karakteristik kapal. Hasil dari koefisien bentuk badan kapal, LCB, dan *displacement* sebagai berikut.

Tabel IV.5 Hasil Perhitungan Koefisien Bentuk Kapal

Koefisien Bentuk Badan Kapal, LCB, dan Displacement			
Nama		Nilai	Keterangan
Koefisien Blok	C_B	0.380	
Koefisien Prismatic	C_P	0.728	
Koefisien <i>Midship</i>	C_M	0.523	
Koefisien <i>Waterplan</i>	C_{WP}	0.821	
<i>Longitudinal Center of Bouyancy</i>	LCB	6.023	m dari AP
<i>Volume Displacement</i>		15.616	m^3
<i>Displacement</i>		16.01	Ton

IV.4.3. Perhitungan Hambatan Kapal

Kapal *rescue boat* yang didesain merupakan jenis dari kapal *planning hull*, yaitu kapal dengan jenis lambung kapal yang memungkinkan kapal dapat melaju dengan cepat di permukaan air dimana terdapat perubahan sarat yang signifikan ketika kapal dalam keadaan diam dan kapal dalam keadaan bergerak. Kapal dengan tipe seperti ini memiliki $F_n > 1$. Sehingga kapal Perhitungan hambatan total dilakukan dengan Metode Savitsky. Hambatan total kapal jenis ini dipengaruhi oleh komponen-komponen hambatan yang termuat dalam rumus pendekatan Savitsky. Perhitungan hambatan kapal *rescue boat* ini, dilakukan dengan langkah-langkah berikut:

1. Perhitungan C_v (Koefisien kecepatan)

C_v dihitung menggunakan persamaan II.1, maka diperoleh nilai C_v sebesar 3.295

2. Perhitungan C_l (Koefisien gaya angkat)

C_l dihitung dengan persamaan II.2, maka diperoleh nilai C_l sebesar 0.046

3. τ (Sudut trim)

Sebelum menentukan sudut trim, harus ditentukan terlebih dahulu harga p/b (LCG/b). Diasumsikan keadaan awal kapal dalam posisi *evenkeel*, sehingga LCG sama dengan $LCB = 6.023$ m dan $b = 3.768$ m, diperoleh nilai $LCG/b = 1.598$. Dari sini, dapat diproyeksikan nilai C_v dan nilai LCG/b pada Gambar II.2 sehingga diperoleh informasi nilai $\lambda = 2.38$ dan $C_l/\tau^{1.1} = 0.023$, maka dengan penyelesaian matematika sederhana, didapatkan nilai τ (sudut trim) sebesar 3.8° .

4. R_n (*Reynold Number*)

Perhitungan *reynold number* menggunakan persamaan II.3, sehingga diperoleh $R_n = 1.58.E+08$

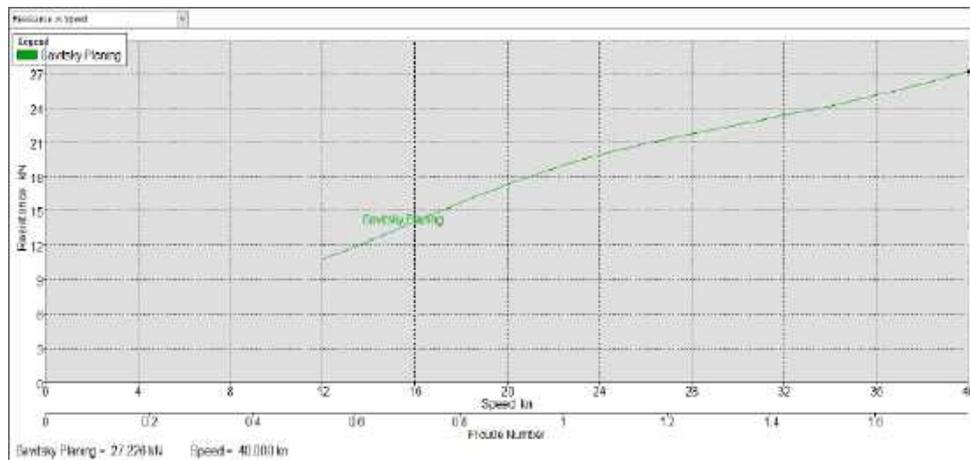
5. C_f (Koefisien tahanan gesek)

Nilai koefisien tahanan gesek ditentukan dengan persamaan II.4, sehingga dapat diketahui nilai $C_f = 0.002$

6. β (Sudut *Deadrise*)

Sudut *deadrise* desain *rescue boat* ini adalah 22° .

Setelah semua kompoenen didapatkan, maka perhitungan hambatan total dapat dilakukan dengan persamaan II.5. Dari hasil kalkulasi yang telah dilakukan, maka didapatkan hambatan total sebesar 5410.590 lb atau 24.066 kN. Kemudian dari hasil ini ditambahkan dengan *sea margin* sebesar 15%. Sehingga hasil akhir RT (hambatan total) adalah 27.676 kN. Dari hasil perhitungan hambatan secara numerik ini, dilakukan validasi dengan analisis hambatan dari *software Maxsurf Resistance*. Dari analisis yang telah dilakukan, didapatkan hambatan kapal sebesar 27.226 kN. Sehingga dapat dikatakan, perhitungan numerik telah *valid*, dengan selisih perhitungan dengan analisis menggunakan *software* sebesar 1.72 %. Kurva hasil analisis hambatan menggunakan *Software Maxsurf Resistance* dapat dilihat pada Gambar IV.6.



Gambar IV.6 Kurva Hambatan Kapal dari *Software Maxsurf Resistance*

IV.5. Perhitungan Propulsi dan Pemilihan Mesin

Setelah mendapatkan nilai hambatan total kapal, maka dapat dilakukan perhitungan kebutuhan daya penggerak kapal. Besarnya kebutuhan daya penggerak kapal harus mampu untuk melawan besarnya hambatan sesuai dengan kecepatan yang diharapkan. Didalam perhitungan kebutuhan daya penggerak kapal, terdapat beberapa komponen seperti EHP, DHP, SHP, dan BHP.

IV.5.1. Perhitungan Daya Main Engine

1. *Effective Horse Power* (EHP)

Effective horse power adalah daya yang dibutuhkan untuk mendorong kapal yang mempunyai tahanan total. Perhitungan EHP diperoleh dengan persamaan II.6 dan hasilnya disajikan pada Tabel IV.6.

Tabel IV.6 Rekapitulasi Perhitungan EHP

Komponen	Nilai	Satuan	Keterangan
R_T	27.676	kN	$R_T + \text{Margin } 15\%$
V_{\max}	20.5776	m/s	-
EHP	569.510	kW	Kebutuhan untuk satu kapal
	763.419	HP	

2. *Delivery Horse Power* (DHP)

Delivery horse power adalah daya yang diberikan kepada baling-baling pada kecepatan dinas yang besarnya telah dikurangi oleh kerugian pada hambatan daya yang dialirkan dari poros ke baling-baling. DHP diperoleh dengan rumus II.7

Nilai η_D bernilai 0.65. Sehingga didapatkan nilai DHP yaitu 876.170 KW.

3. *Shaft Horse Power* (SHP)

Shaft horse power adalah daya yang diberikan kepada baling-baling melalui porosnya pada kecepatan pelayaran yang besarnya telah dikurangi oleh kerugian pada *shafting arrangement* (*bearing* dan *stern tube*). SHP diperoleh dengan rumus II.8.

Nilai $\eta_S \eta_B$ bernilai 0.98. Sehingga didapatkan nilai SHP yaitu 894.051 KW.

4. *Break Horse Power* (BHP)

Break horse power adalah daya yang diberikan kepada baling-baling melalui porosnya pada kecepatan dinas yang besarnya telah dikurangi oleh kerugian pada efisiensi transmisi. BHP diperoleh dengan rumus II.9

Nilai η_G adalah 0.98. Sehingga didapatkan nilai BHP yaitu 912.297 KW.

5. *Break Horse Power Maximum Continuous Rating* (BHP_{MCR})

Setelah mendapatkan besar daya penggerak kapal yang dibutuhkan untuk menggerakkan kapal sesuai dengan kecepatannya, maka tahap terakhir adalah menghitung kebutuhan *BHP maximum continuous rating*. BHP_{MCR} adalah kebutuhan daya mesin penggerak utama kapal (BHP) yang telah diberikan penambahan dari *voyage margin*, *power design margin*, dan *power service margin*. Besar *engine margin*

adalah sebesar 10%. Sehingga dari kalkulasi didapatkan nilai BHP_{MCR} sebesar 1013.664 KW atau 1358.799 HP. Karena kapal menggunakan 2 *propeller (twin screw)*, maka *Power* dibagi 2. Sehingga BHP_{MCR} tiap *engine* adalah 506.832 KW atau 679.399 HP.

Dalam pemilihan *main engine*, daya mesin yang terdapat pada katalog harus lebih besar dari nilai MCR yang telah dihitung. Mesin induk yang direncanakan berjumlah dua, sehingga mesin induk yang dipilih sebagai penggerak kapal dapat dilihat pada Tabel IV.7

Tabel IV.7 Spesifikasi *Main Engine*

Spesifikasi <i>Main Engine</i>	
<i>Brand</i>	<i>Caterpillar Marine Power System</i>
<i>Type</i>	<i>C12 Propulsion Engine</i>
<i>Output Power</i>	526 KW
	705 HP
<i>n</i>	2300 rpm
<i>Length</i>	1574 mm
<i>Height</i>	1005 mm
<i>Width</i>	969 mm
<i>Weight</i>	1174 kg
Konsumsi bahan bakar	138.1 l/h

IV.5.2. Perhitungan Daya *Auxiliary Engine*

Auxiliary Engine digunakan untuk menyuplai kebutuhan listrik di kapal. Dengan adanya *auxiliary engine (generator)* ini akan menyediakan listrik dalam bentuk arus AC. Perhitungan kebutuhan listrik, dilakukan dengan cara menghitung arus listrik yang dikeluarkan tiap-tiap komponen kelistrikan di kapal yang kemudian dikonversikan kedalam bentuk KW. Daftar komponen kelistrikan di kapal dan arus listrik yang dibutuhkan dapat dilihat pada tabel IV.8

Tabel IV.8 Daftar Komponen Kelistrikan di Kapal

No	Peralatan Listrik	Arus Listrik (Ampere)
1	<i>Anchor Light</i>	0.9
2	<i>Elect. Winch (Anchor Winch)</i>	60.0
3	<i>Autopilot</i>	4.0
4	<i>Bilge Pump</i>	5.0
5	<i>Cabin Lights</i>	1.8
6	<i>Chart Plotter/GPS</i>	0.8
7	<i>Chart Table Light</i>	0.3

8	<i>Cockpit Instruments</i>	0.3
9	<i>Cockpit Light</i>	1.0
10	<i>Compass Light</i>	0.2
11	<i>Deck Lights</i>	1.7
12	<i>Distribution panel & DCM</i>	0.1
13	<i>Fresh Water Pump</i>	4.0
14	<i>Gas Alarm</i>	0.6
15	<i>Masthead Light</i>	0.9
16	<i>Navigation Lights</i>	3.7
17	<i>Navtex</i>	0.4
18	<i>Radar(Stanby)</i>	1.0
19	<i>Radar(Transmit)</i>	2.5
20	<i>SSB (Stanby)</i>	1.0
21	<i>SSB(Tansmit)</i>	25.0
22	<i>Stereo</i>	1.0
23	<i>Ventilation Fans</i>	1.0
24	<i>VHF (Stanby)</i>	0.3
25	<i>VHF (Transmit)</i>	1.2
26	<i>Watermaker (Destilator)</i>	6.0
27	<i>Marine Air Conditioning</i>	26.0
28	<i>Fire Fighting Pump</i>	50.0
Total		200.7

Dari hasil di atas kemudian di konversi, dengan rumus:

$$KVA = \text{Maximum Total Leg Amps.} \times \text{System Voltage}/1000 \quad (\text{IV.14})$$

Sistem Voltase pada kapal adalah 120 V, sehingga didapatkan kebutuhan *power* kapal sebesar 24.084 KVA atau 19.267 KW. *Efficiency factor* dari generator adalah 25%. Sehingga kebutuhan daya generator adalah 24.084 KW atau 32.284 HP.

Dalam pemilihan *auxiliary engine (generator)*, daya mesin yang terdapat pada katalog harus lebih besar dari nilai daya yang telah dihitung. *Auxiliary Engine* yang dipilih dapat dilihat pada tabel IV.9.

Tabel IV.9 Spesifikasi *Auxiliary Engine*

Spesifikasi <i>Auxiliary Engine</i>	
<i>Brand</i>	<i>Caterpillar Marine Power System</i>
<i>Type</i>	<i>C2.2 Generator Set</i>
<i>Output Power</i>	27 KW
<i>n</i>	1800 rpm
<i>Length</i>	1170 mm
<i>Height</i>	775 mm
<i>Width</i>	608 mm

Weight	466 kg
Konsumsi bahan bakar	8.5 l/h

IV.6. Perhitungan Berat dan Titik Berat Kapal

Berat kapal dibedakan menjadi dua yaitu *Dead Weight Tonnage* (DWT) dan *Light Weight Tonnage* (LWT). Jumlah total dari berat DWT dan LWT tidak boleh melebihi *margin* dari *displacement*, dimana *margin* dari *displacement* adalah 0-10 %.

IV.6.1. Perhitungan Berat dan Titik Berat DWT

Perhitungan DWT meliputi *main engine fuel oil*, *generator fuel oil*, *fresh water*, *crew*, dan penumpang. Berikut merupakan hasil dari perhitungan DWT *self-righting rescue boat*.

1. Penumpang

Pada desain *rescue boat* ini, dapat menampung 10 orang penumpang dengan asumsi berat tiap orang adalah 80 kg. Dari berat ini, kemudian dihitung titik beratnya secara vertikal (VCG) dan secara memanjang (LCG). Hasil rekapitulasi berat dan titik berat dapat dilihat pada tabel IV.10.

2. Crew

Jumlah *crew* pada *rescue boat* ini adalah 6 orang dengan fungsi dan tugas seperti yang dijelaskan pada subbab IV.1.3. Asumsi berat tiap *crew* adalah 80 kg yang kemudian ditentukan titik berat VCG dan LCG sesuai dengan perencanaan. Hasil rekapitulasi berat dan titik berat dapat dilihat pada tabel IV.10.

3. Consumable

Komponen *consumable* meliputi *main engine fuel oil*, *generator fuel oil*, dan *fresh water*. Untuk kebutuhan *main engine fuel oil* dan *generator fuel oil* dihitung berdasarkan total lama pelayaran dan tingkat konsumsi *main engine* dan *generator*. Sedangkan kebutuhan *fresh water* berdasarkan koefisien pendekatan dari *Ship Design and Construction Ch.11* (Thomas Lamb, 2003)

$$W_{FW} = 0.17 t / (\text{person} \times \text{day}) \quad (\text{IV.15})$$

Setelah didapatkan berat tiap komponen, kemudian dihitung VCG dan LCG sesuai perencanaan. Hasil rekapitulasi berat dan titik berat dapat dilihat pada tabel IV.10.

Tabel IV.10 Rekapitulasi Perhitungan DWT

No	Komponen	Nilai	Unit	VCG (m)	LCG (m)
1	Penumpang				
	Jumlah penumpang kapal	10	orang	1.724	10.532
	Berat penumpang kapal	80	kg/orang		
	Berat total	0.8	ton		
2	Crew Kapal				
	Jumlah crew kapal	6	orang	3.164	6.192
	Berat crew kapal	80	kg/orang		
	Berat total	0.48	ton		
3	Consumable				
	Berat <i>main engine fuel oil</i>	2.261	ton	1.45	6.25
	Berat <i>generator fuel oil</i>	0.073	ton	0.95	6.25
	Berat <i>fresh water</i>	0.893	ton	1.11	2.7
	Berat total	3.224	ton	1.17	5.066
Total Berat DWT					
No	Komponen DWT	Nilai	Unit	VCG (m)	LCG (m)
1	Berat Penumpang	0.80	ton	1.724	10.532
2	Berat Crew Kapal	0.48	ton	3.164	6.192
3	Berat Consumable	2.842	ton	1.17	5.066
	Total	4.504	ton	1.606	6.300

IV.6.2. Perhitungan Berat dan Titik Berat LWT

LWT adalah merupakan berat dari muatan kapal kosong. Secara garis besar komponen dari LWT meliputi berat material badan kapal, berat peralatan, dan berat mesin penggerak dan instalasinya. Berikut merupakan hasil dari perhitungan LWT *self-righting rescue boat*.

1. Material Badan Kapal

Perhitungan berat dan titik berat material badan kapal menggunakan bantuan *software Rhinoceros*. Informasi yang didapat dari *software* berupa luasan dan titik berat luasan. Sehingga berat kapal didapatkan dengan cara luasan total kapal dikalikan massa

jenis *fiberglass* dan tebal material. Untuk hasil rekapitulasi berat dan titik berat dapat dilihat pada tabel IV.11.

2. *Equipment and Outfitting*

Berat *equipment and outfitting* didapatkan dari katalog tiap-tiap komponen. Kemudian dari komponen berat ini, dihitung titik berat VCG dan LCG sesuai perencanaan umum kapal. Untuk hasil rekapitulasi berat dan titik berat dapat dilihat pada tabel IV.11.

3. Permesinan

Komponen permesinan meliputi *main engine, generator, shaft, rudder, propeller*, dan berat lainnya (*other*) seperti perpipaan, *steering gear*, kabel, tangki, dll. Berat permesinan didapatkan dari katalog tiap-tiap komponen. Kemudian dari komponen berat ini, dihitung titik berat VCG dan LCG sesuai perencanaan umum kapal. Hasil rekapitulasi berat dan titik berat dapat dilihat pada tabel IV.11.

Tabel IV.11 Rekapitulasi Perhitungan LWT

No	Komponen	Nilai	Unit	VCG (m)	LCG (m)
1	<i>Material Badan Kapal (Fiberglass)</i>				
	Berat lambung	1.863	ton	0.881	6.183
	Geladak	0.699	ton	2.361	6.442
	Berat <i>Superstructure</i>	0.745	ton	3.563	6.541
	Berat konstruksi	0.992	ton	1.799	6.318
	Berat total	4.300	ton	1.799	6.318
2	<i>Equipment and Outfitting</i>				
	Kursi <i>Crew</i>	0.150	ton	2.969	6.192
	Kursi Penumpang	0.250	ton	1.399	10.532
	<i>Liferaft</i>	0.114	ton	2.688	0.778
	<i>Life Jacket</i>	0.012	ton	2.966	4.354
	<i>Life Buoy</i>	0.015	ton	2.800	6.800
	<i>Manual fire monitors (water canon)</i>	0.068	ton	3.022	2.685
	<i>Fire Pump</i>	0.261	ton	0.931	1.200
	<i>Water maker (Destilator)</i>	0.079	ton	0.979	1.200
	<i>Fresh water pump</i>	0.002	ton	0.821	1.725
	<i>Bilge pump</i>	0.002	ton	0.267	3.692

	<i>Marine Air Conditioning</i>	0.031	ton	0.931	1.119
	<i>Electric Winch (Anchor Winch)</i>	0.038	ton	2.728	13.073
	<i>Fire Extinguisher</i>	0.002	ton	2.900	2.900
	<i>Anchor</i>	0.025	ton	2.423	14.533
	<i>Fender</i>	0.154	ton	2.271	6.352
	Kaca	0.153	ton	3.928	6.928
	<i>Railing</i>	0.065	ton	3.053	6.376
	<i>Other</i>	0.264	ton	2.100	6.800
	Navigasi	0.458	ton	3.549	7.331
	Berat Total	2.144	ton	2.443	6.030
3	Permesinan				
	<i>Main Engine</i>	2.348	ton	1.202	4.613
	<i>Shaft</i>	0.281	ton	0.389	2.045
	<i>Rudder</i>	0.113	ton	0.148	0.000
	<i>Propeller</i>	0.044	ton	0.102	0.416
	<i>Generator</i>	0.466	ton	0.455	4.613
	<i>Other</i>	1.204	ton	1.5	4.135
	Berat total	4.457	ton	1.115	4.613
Total Berat LWT					
No	Komponen Berat Kapal Bagian LWT	Nilai	Unit	VCG (m)	LCG (m)
1	Berat Material Badan Kapal	4.300	ton	1.799	6.318
2	Berat <i>Equipment and Outfitting</i>	2.144	ton	2.443	6.030
3	Berat Permesinan	4.457	ton	1.115	4.613
Total		10.900	ton	1.646	5.380

IV.6.3. Pengecekan Margin

Pengecekan margin kapal dilakukan dimaksudkan berat komponen kapal yang meliputi DWT dan LWT mendekati *displacement* kapal, agar sarat desain sama dengan sarat sesungguhnya.

Tabel IV.12 Pemeriksaan Margin *Dispacement*

No	Komponen Berat Kapal	Nilai	Unit
1	<i>Displacement</i> (Pemodelan Maxsurf)	16.01	ton

2	DWT	4.504	ton
3	LWT	10.901	ton
4	DWT + LWT	15.404	ton
Selisih		0.602	ton
		3.91%	(0-10%)

IV.7. Perhitungan *Freeboard*

Perhitungan lambung timbul untuk kapal-kapal yang berlayar di Perairan Indonesia, telah diatur dalam NCVS (*Non Convention Vessel Standard*). Untuk kapal dengan panjang sampai dengan 15 m, penentuan lambung timbul ditetapkan langsung tidak boleh kurang dari 250 mm dari garis geladak. Sedangkan *rescue boat* memiliki H= 2.3 m dan T= 0.8 m, sehingga *freeboard*-nya adalah 1.5 m. Maka dapat dikatakan bahwa *freeboard* dari desain *rescue boat* memenuhi persyaratan.

IV.8. Perhitungan *Trim*

Batasan *trim* menurut NCVS adalah tidak boleh melebihi 0.3 m. Perhitungan dilakukan dengan berbagai kondisi simulasi, yaitu:

1. *Loadcase 1* : Kapal Kosong
2. *Loadcase 2* : Keberangkatan (*Crew* 6 orang, *consumables* 100%)
3. *Loadcase 3* : *Crew* 6 orang, penumpang 10 orang, *consumables* 50%
4. *Loadcase 4* : Kedatangan (*Crew* 6 orang, penumpang 10 orang, *consumables* 0%)

Berikut adalah rekapitulasi kondisi *trim rescue boat* yang dihitung menggunakan *software maxsurf Stability*.

Tabel IV.13 Rekapitulasi *Trim*

No	Kondisi	Nilai <i>trim</i> (m)	Jenis	Status
1	<i>Loadcase 1</i>	0.296	<i>Trim Buritan</i>	<i>Pass</i>
2	<i>Loadcase 2</i>	0.297	<i>Trim Buritan</i>	<i>Pass</i>
3	<i>Loadcase 3</i>	0.160	<i>Trim Buritan</i>	<i>Pass</i>
4	<i>Loadcase 4</i>	0.148	<i>Trim Buritan</i>	<i>Pass</i>

IV.9. Analisis Stabilitas *Self-Righting*

Analisis ini bertujuan untuk memastikan bahwa *self-righting rescue boat* yang didesain memiliki kemampuan *self-righting*. Metode yang digunakan untuk memperoleh kemampuan *self-righting* adalah *inherent self-righting*. Metode ini dipilih atas pertimbangan kemampuan

self-righting yang melekat pada kapal, sehingga *self-righting* selalu tersedia pada tiap sudut oleng dan tidak memerlukan tindakan tambahan dari kru kapal. Untuk metode *inflatable bag* tidak dipilih atas pertimbangan, metode *inflatable bag* hanya berlaku satu kali penembakan balon selama pelayaran. Sehingga setelah kapal terbalik satu kali, kapal tidak lagi memiliki kemampuan *self-righting*. Sedangkan metode perpindahan ballast tidak dipilih karena metode ini bergantung pada mesin pompa ballast dan otomasi sistem. sehingga ketika mesin pompa mati, kapal tidak memiliki kemampuan *self-righting*.

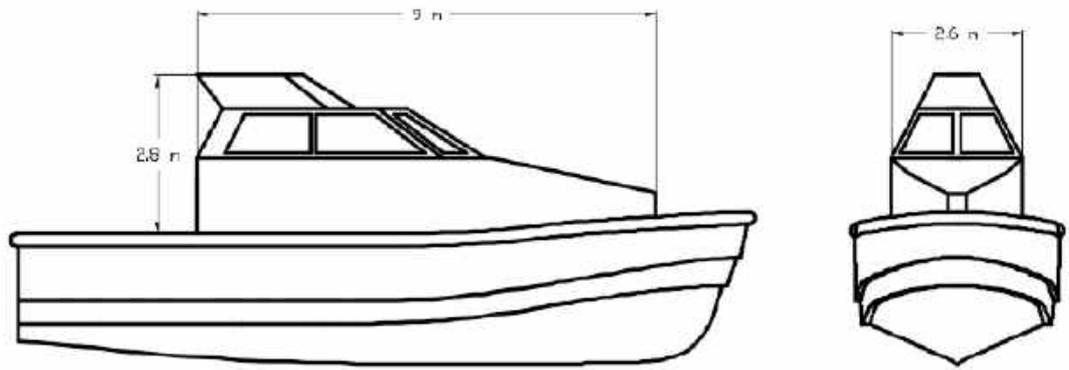
Proses uji stabilitas metode *inherent self-righting* dilakukan dengan cara menyimulasikan permodelan desain kapal pada *software maxsurf stability*. Selain itu, pengujian ini untuk memastikan desain *self-righting rescue boat* memenuhi kriteria stabilitas *HSC 2000 Code Annex 8 Monohull* seperti yang dijelaskan pada Subbab II.1.10 di atas. Simulasi dilakukan pada keadaan *intact stability* dengan memvariasikan lebar bangunan atas untuk tiap kondisi *loadcase*. Kondisi-kondisi *loadcase* tersebut adalah sebagai berikut:

1. *Loadcase 1* : Kapal kosong
2. *Loadcase 2* : Keberangkatan (*Crew* 6 orang, *consumables* 100%)
3. *Loadcase 3* : *Crew* 6 orang, penumpang 10 orang, *consumables* 50%
4. *Loadcase 4* : Kedatangan (*Crew* 6 orang, penumpang 10 orang, *consumables* 0%)

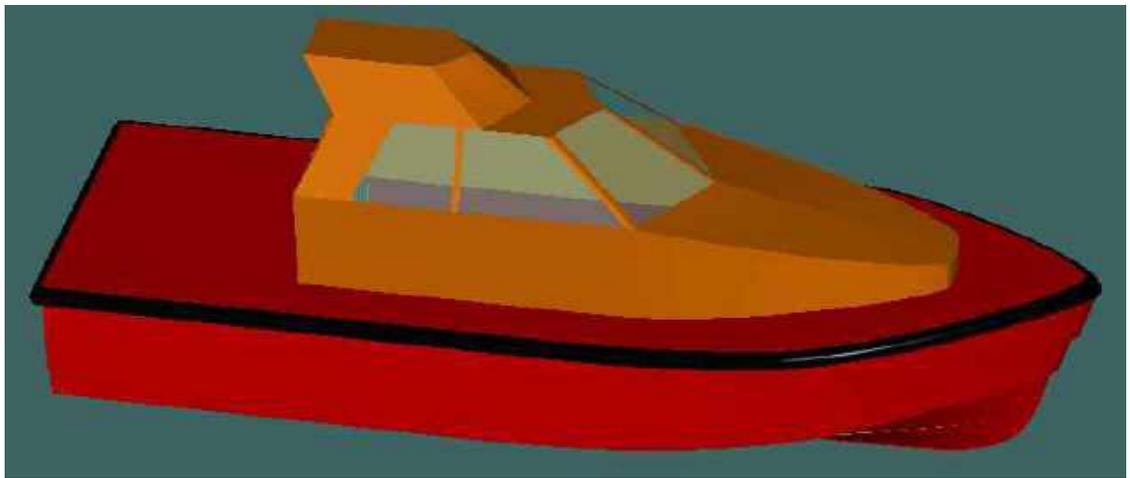
Rescue boat yang didesain harus memiliki kemampuan *self-righting* dalam empat kondisi tersebut. Indikasi suatu kapal dikatakan *inherent self-righting*, jika memiliki stabilitas positif ketika oleng hingga 180^0 (lengan GZ selalu bernilai positif ketika oleng hingga 180^0).

IV.9.1. Simulasi 1

Pada simulasi ini, kapal dimodelkan seperti pada gambar IV.7 dan gambar IV.8. Kemudian model dianalisis dengan 4 kondisi *loadcase* seperti yang dijelaskan pada Subbab IV.9 di atas.



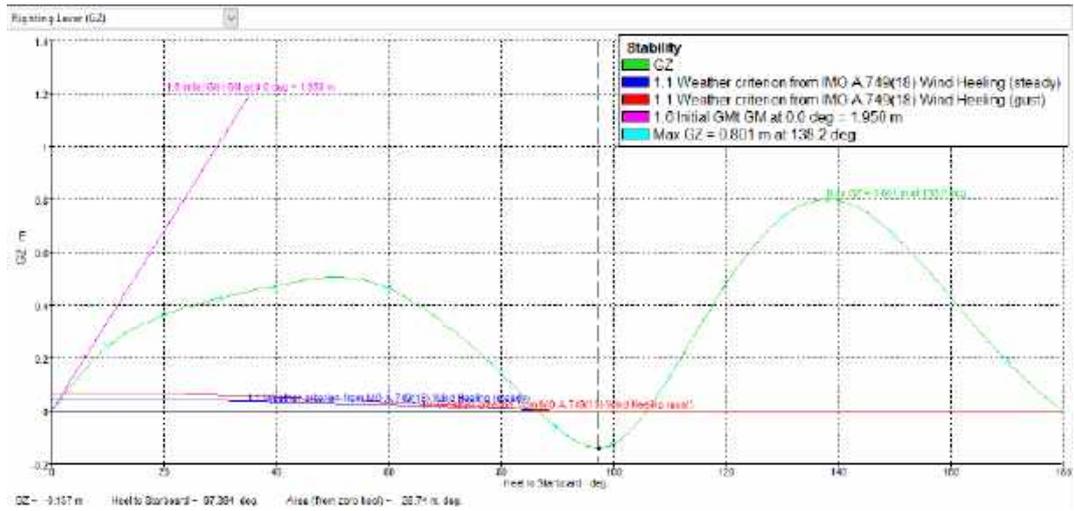
Gambar IV.7 2D Model Simulasi 1



Gambar IV.8 3D Model Simulasi 1

1. *Loadcase 1*

Setelah dilakukan *running software Maxsurf Stability*, didapatkan grafik sebagai berikut.

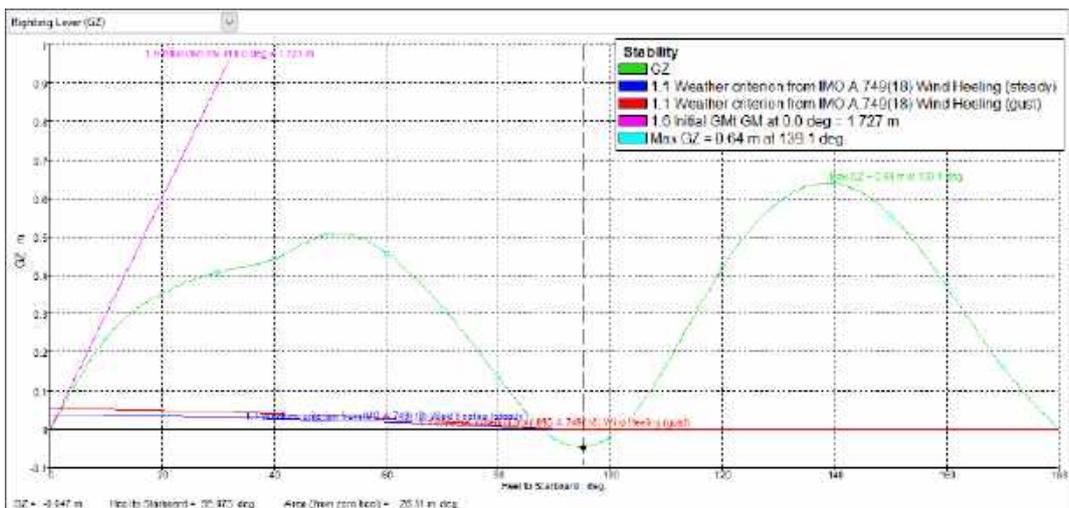


Gambar IV.9 Grafik Stabilitas *Loadcase 1* Simulasi 1

Dari Gambar IV.9 di atas, didapatkan informasi bahwa pada kondisi *loadcase 1* simulasi 1 *rescue boat* tidak memiliki kemampuan *self-righting (side stable)* karena lengan GZ bernilai negatif saat kapal oleng pada kisaran sudut 90⁰ sampai 110⁰. Minimum GZ terjadi pada sudut 97.364⁰ dengan nilai -0.137 m.

2. *Loadcase 2*

Setelah dilakukan *running software Maxsurf Stability*, didapatkan grafik sebagai berikut.



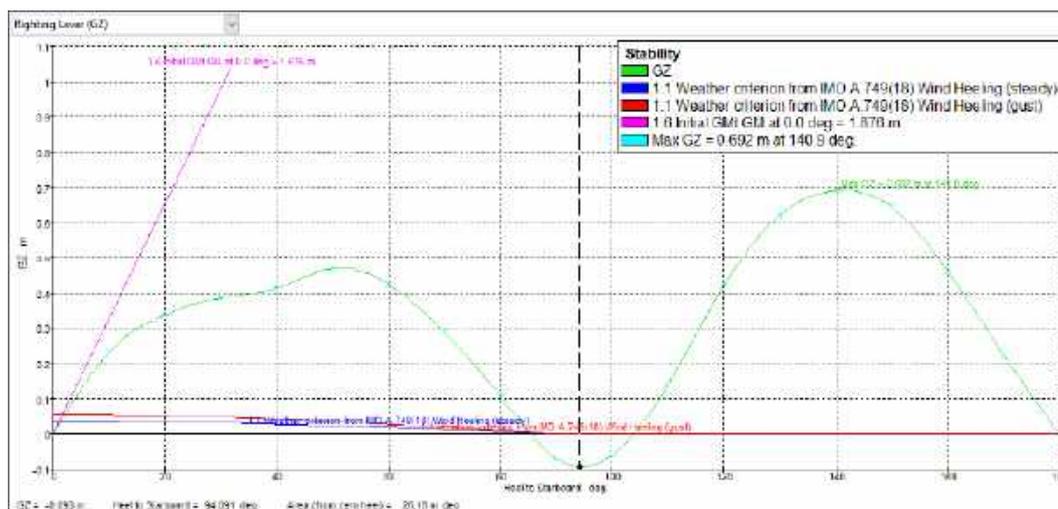
Gambar IV.10 Grafik Stabilitas *Loadcase 2* Simulasi 1

Dari Gambar IV.10 di atas, didapatkan informasi bahwa pada kondisi *loadcase 2* simulasi 1 *rescue boat* tidak memiliki kemampuan *self-righting (side stable)* karena

lengan GZ bernilai negatif saat kapal oleng pada kisaran sudut 90° sampai 105° . Minimum GZ terjadi pada sudut 95.073° dengan nilai -0.047 m.

3. Loadcase 3

Setelah dilakukan *running software Maxsurf Stability*, didapatkan grafik sebagai berikut.

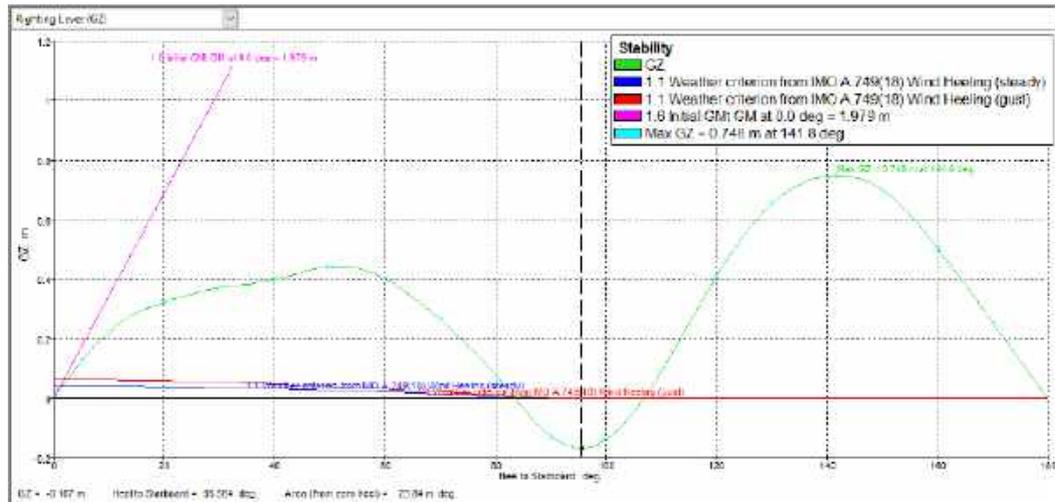


Gambar IV.11 Grafik Stabilitas *Loadcase 3* Simulasi 1

Dari Gambar IV.11 di atas, didapatkan informasi bahwa pada kondisi *loadcase 3* simulasi 1 *rescue boat* tidak memiliki kemampuan *self-righting (side stable)* karena lengan GZ bernilai negatif saat kapal oleng pada kisaran sudut 90° sampai 105° . Minimum GZ terjadi pada sudut 94.091° dengan nilai -0.093 m.

4. Loadcase 4

Setelah dilakukan *running software Maxsurf Stability*, didapatkan grafik sebagai berikut.



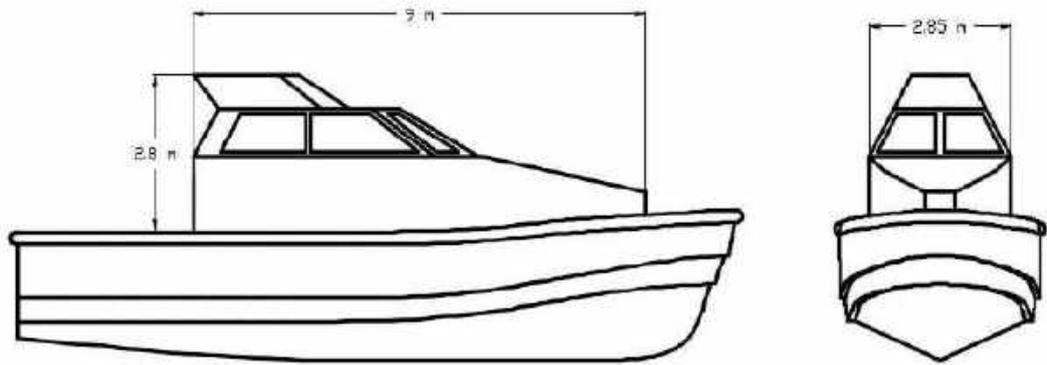
Gambar IV.12 Grafik Stabilitas *Loadcase 4* Simulasi 1

Dari Gambar IV.12 di atas, didapatkan informasi bahwa pada kondisi *loadcase 4* simulasi 1 *rescue boat* tidak memiliki kemampuan *self-righting (side stable)* karena lengan GZ bernilai negatif saat kapal oleng pada kisaran sudut 85° sampai 110° . Minimum GZ terjadi pada sudut 95.564° dengan nilai -0.167 m.

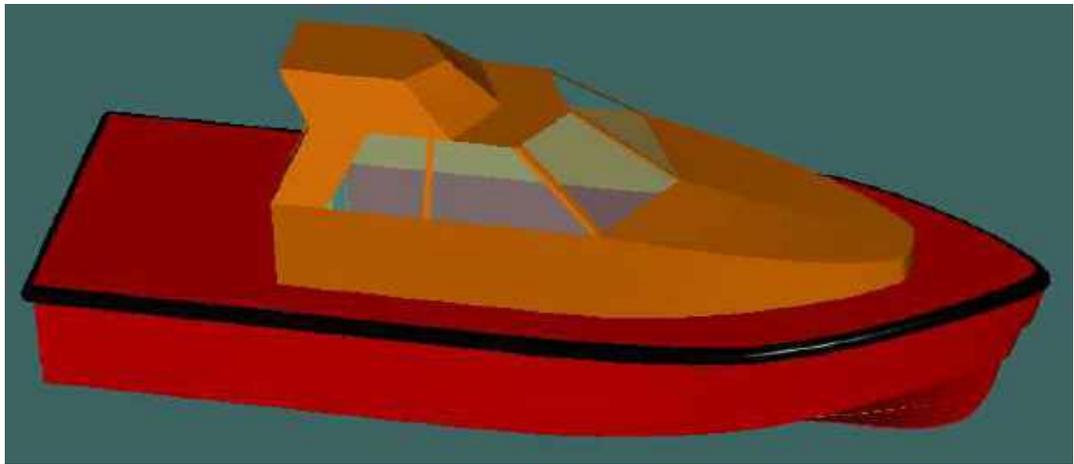
Setelah dilakukan *running 4 loadcase* pada simulasi 1 ini, didapatkan kesimpulan bahwa area kritis yang tidak memiliki kemampuan *self-righting (side stable)* terjadi pada kisaran sudut 85° hingga sudut 110° dan nilai GZ minimum berada dikisaran sudut 95° , yaitu ketika *superstructure* mulai tercelup air. Hal ini disebabkan kapal tidak memiliki gaya *bouyancy* yang cukup ketika *superstructure* mulai tercelup, maka diperlukan pembesaran *volume superstructure* agar lengan GZ menjadi positif.

IV.9.2. Simulasi 2

Pada simulasi ini, kapal dimodelkan seperti pada gambar IV.13 dan gambar IV.14, dimana dilakukan pembesaran *volume superstructure* dengan cara memperlebar *superstructure* yang semula dari 2.6 m menjadi 2.85 m sehingga *volume superstructure* bertambah 9.615% dari keadaan awal. Kemudian model dianalisis dengan 4 kondisi *loadcase* seperti yang dijelaskan pada Subbab IV.9 di atas.



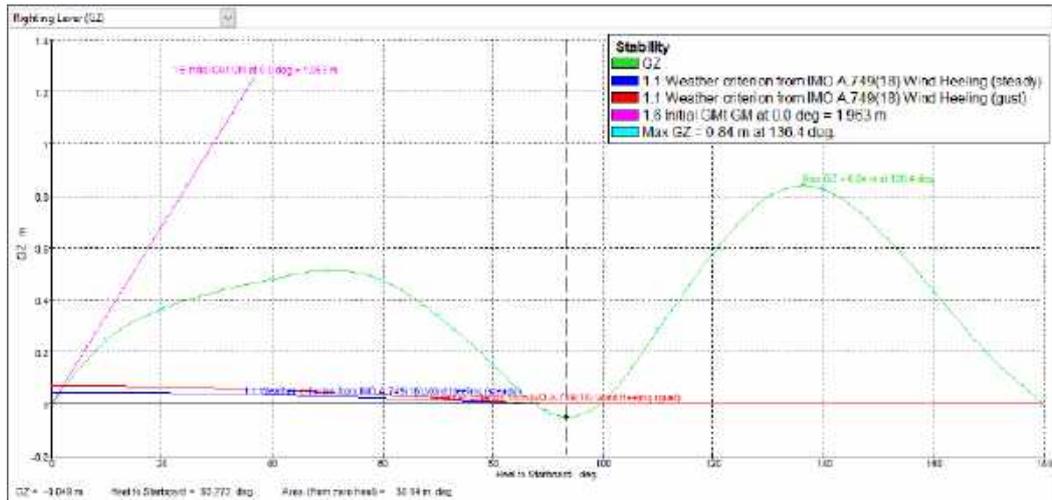
Gambar IV.13 *2D Model Simulasi 2*



Gambar IV.14 *3D Model Simulasi 2*

1. *Loadcase 1*

Setelah dilakukan *running software Maxsurf Stability*, didapatkan grafik sebagai berikut.

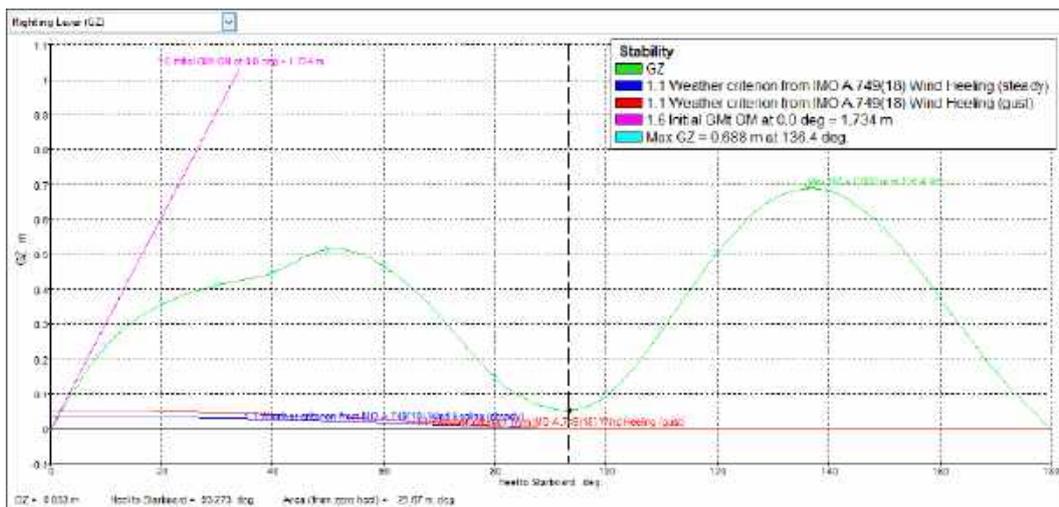


Gambar IV.15 Grafik Stabilitas *Loadcase 1* Simulasi 2

Dari Gambar IV.15 di atas, didapatkan informasi bahwa pada kondisi *loadcase 1* simulasi 2 *rescue boat* tidak memiliki kemampuan *self-righting* (*side stable*) karena lengan GZ bernilai negatif saat kapal oleng pada kisaran sudut 90° sampai 100° . Minimum GZ terjadi pada sudut 93.273° dengan nilai -0.049 m.

2. *Loadcase 2*

Setelah dilakukan *running software Maxsurf Stability*, didapatkan grafik sebagai berikut.

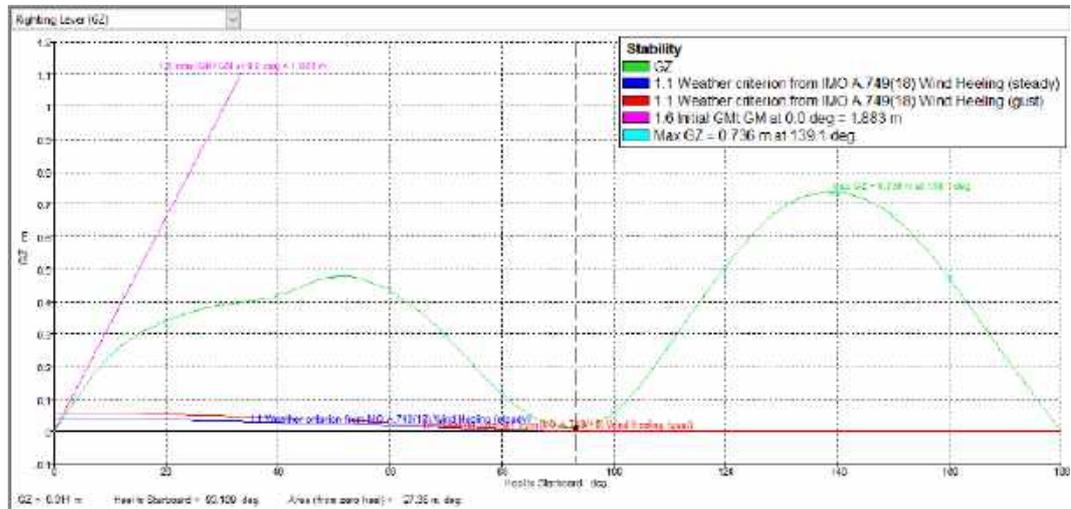


Gambar IV.16 Grafik Stabilitas *Loadcase 2* Simulasi 2

Dari Gambar IV.16 di atas, didapatkan informasi bahwa pada kondisi *loadcase 2* simulasi 2, *rescue boat* memiliki kemampuan *self-righting* karena lengan GZ selalu bernilai positif ketika oleng hingga 180° .

3. Loadcase 3

Setelah dilakukan *running software Maxsurf Stability*, didapatkan grafik sebagai berikut.

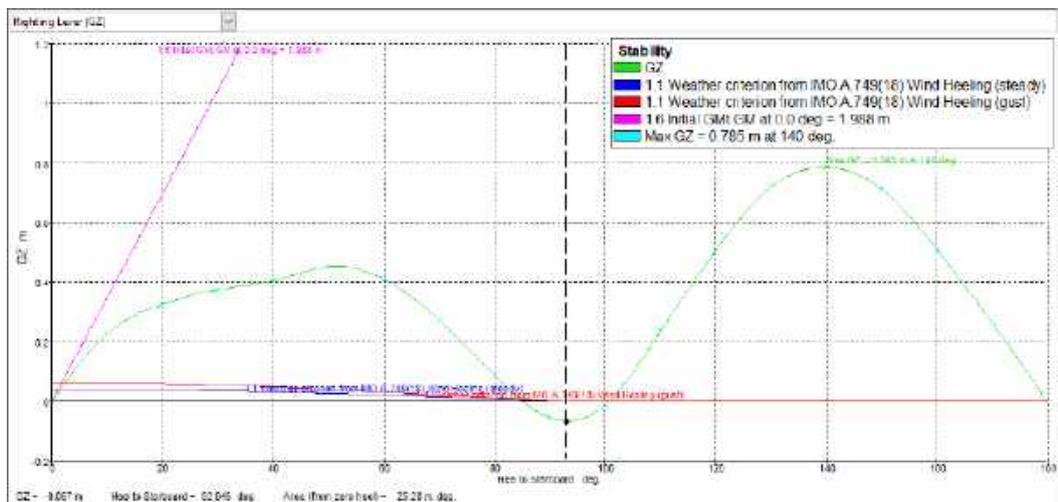


Gambar IV.17 Grafik Stabilitas Loadcase 3 Simulasi 2

Dari Gambar IV.17 di atas, didapatkan informasi bahwa pada kondisi *loadcase 3* simulasi 2, *rescue boat* memiliki kemampuan *self-righting* karena lengan GZ selalu bernilai positif ketika oleng hingga 180°.

4. Loadcase 4

Setelah dilakukan *running software Maxsurf Stability*, didapatkan grafik sebagai berikut.



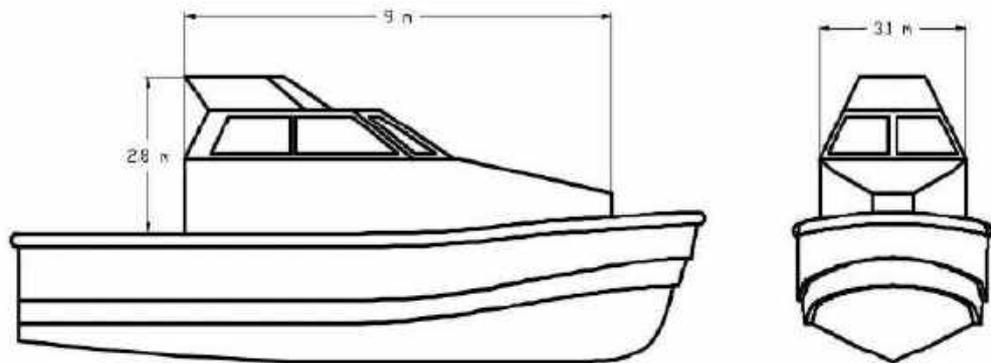
Gambar IV.18 Grafik Stabilitas Loadcase 4 Simulasi 2

Dari Gambar IV.18 di atas, didapatkan informasi bahwa pada kondisi *loadcase 4* simulasi 2 *rescue boat* tidak memiliki kemampuan *self-righting (side stable)* karena lengan GZ bernilai negatif saat kapal oleng pada kisaran sudut 90° sampai 100° . Minimum GZ terjadi pada sudut 92.945° dengan nilai -0.067 m.

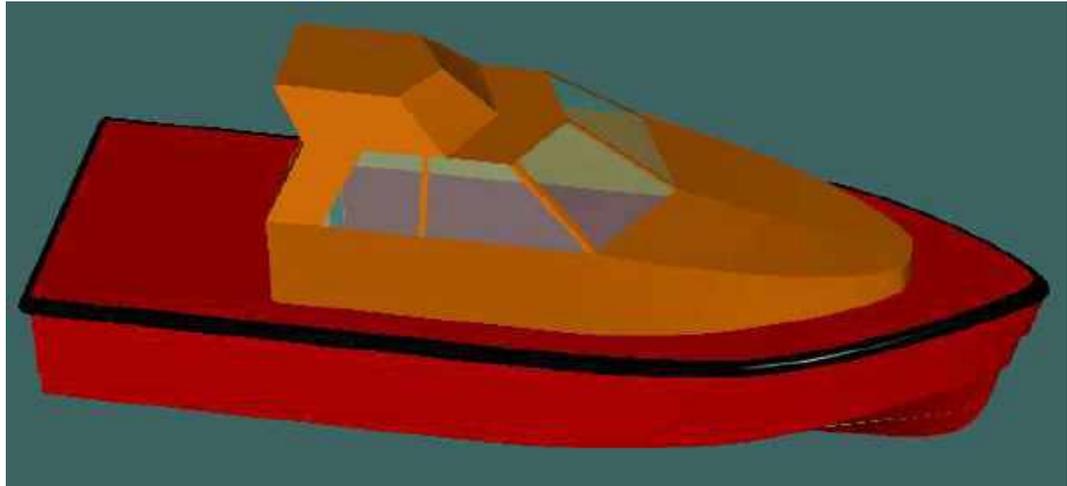
Setelah dilakukan *running 4 loadcase* pada simulasi 2 ini, didapatkan informasi bahwa dengan pembesaran bangunan atas sebesar 9.615% dengan memperlebar bangunan atas dapat meningkatkan kemampuan *self-righting*. *Rescue boat* telah memiliki kemampuan *self-righting* pada *loadcase 2* dan *loadcase 3*, akan tetapi pada *loadcase 1* dan *loadcase 4* kapal masih belum memiliki kemampuan *self-righting* karena masih terdapat lengan GZ yang bernilai negatif.

IV.9.3. Simulasi 3

Pada simulasi ini, kapal dimodelkan seperti pada gambar IV.19 dan gambar IV.20, dimana dilakukan pembesaran *volume superstructure* sebesar 19.23% dari kondisi awal (simulasi 1). Pemebesaran volume dilakukan dengan cara memperlebar *superstructure* menjadi 3.1 m. Kemudian model dianalisis dengan 4 kondisi *loadcase* seperti yang dijelaskan pada Subbab IV.9 di atas.



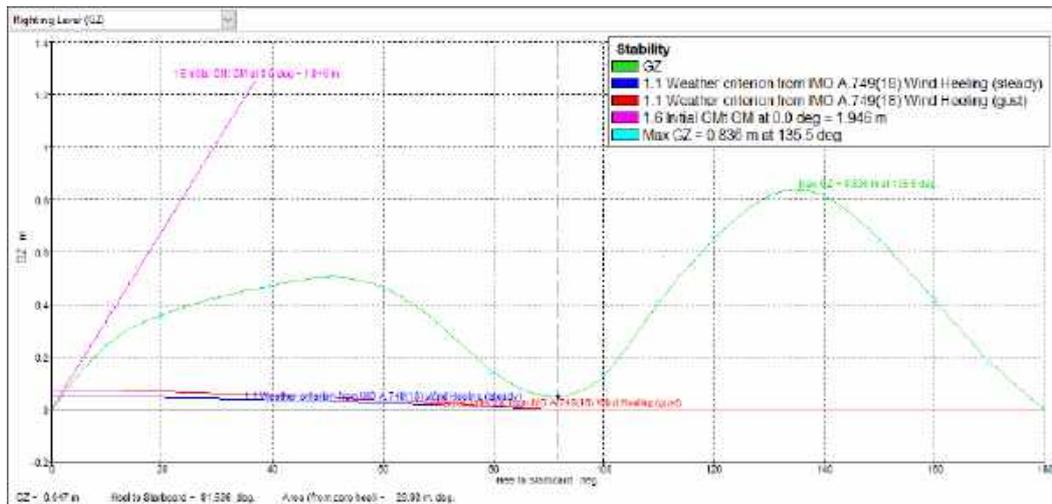
Gambar IV.19 2D Model Simulasi 3



Gambar IV.20 3D Model Simulasi 3

1. Loadcase 1

Setelah dilakukan *running software Maxsurf Stability*, didapatkan grafik sebagai berikut.

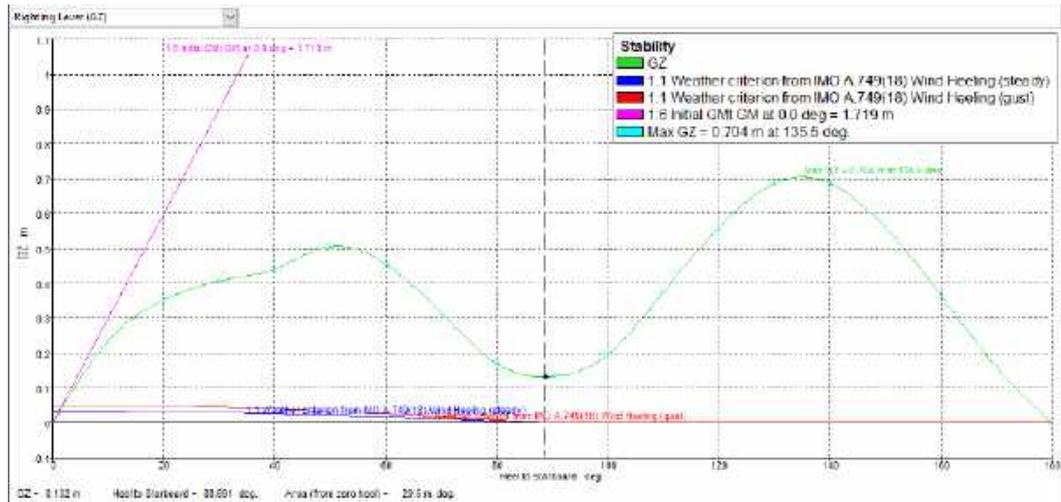


Gambar IV.21 Grafik Stabilitas Loadcase 1 Simulasi 3

Dari Gambar IV.21 di atas, didapatkan informasi bahwa pada kondisi *loadcase 1* simulasi 3, *rescue boat* memiliki kemampuan *self-righting* karena lengan GZ selalu bernilai positif ketika oleng hingga 180° .

2. Loadcase 2

Setelah dilakukan *running software Maxsurf Stability*, didapatkan grafik sebagai berikut.

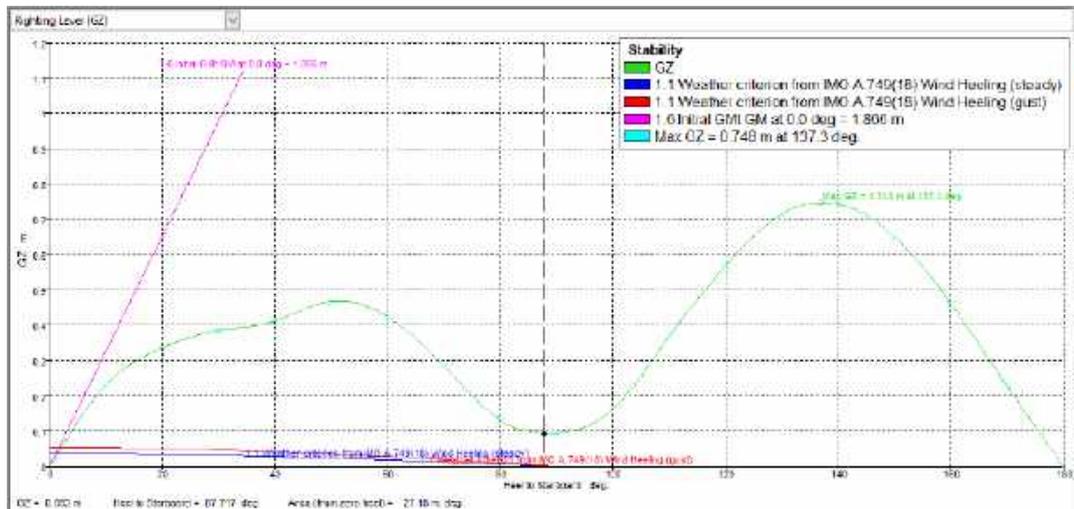


Gambar IV.22 Grafik Stabilitas *Loadcase 2* Simulasi 3

Dari Gambar IV.22 di atas, didapatkan informasi bahwa pada kondisi *loadcase 2* simulasi 3, *rescue boat* memiliki kemampuan *self-righting* karena lengan GZ selalu bernilai positif ketika oleng hingga 180°.

3. *Loadcase 3*

Setelah dilakukan *running software Maxsurf Stability*, didapatkan grafik sebagai berikut.

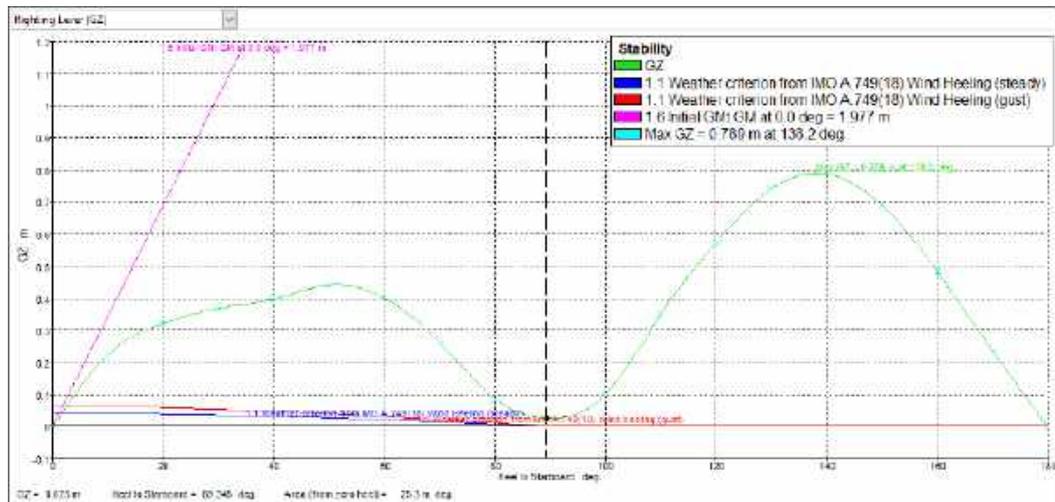


Gambar IV.23 Grafik Stabilitas *Loadcase 3* Simulasi 3

Dari Gambar IV.23 di atas, didapatkan informasi bahwa pada kondisi *loadcase 3* simulasi 3, *rescue boat* memiliki kemampuan *self-righting* karena lengan GZ selalu bernilai positif ketika oleng hingga 180°.

4. *Loadcase 4*

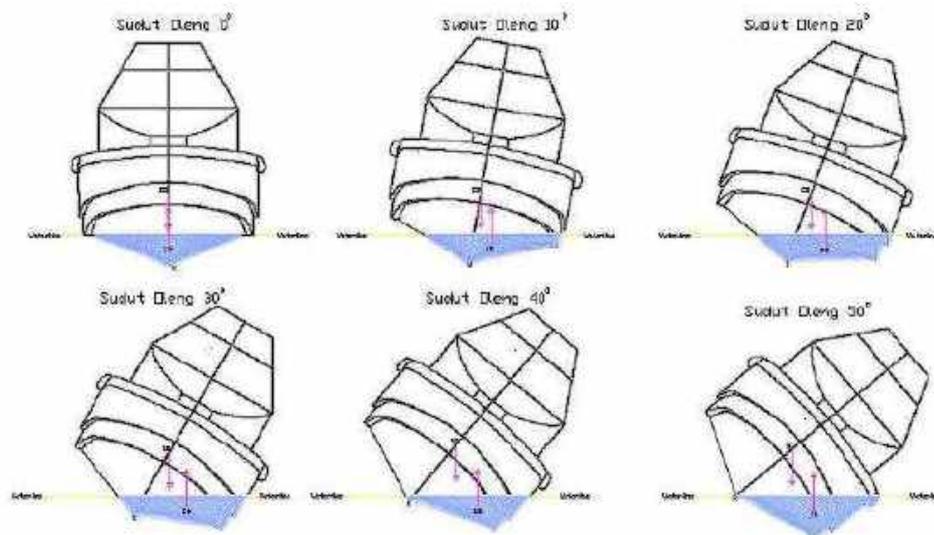
Setelah dilakukan *running software Maxsurf Stability*, didapatkan grafik sebagai berikut.

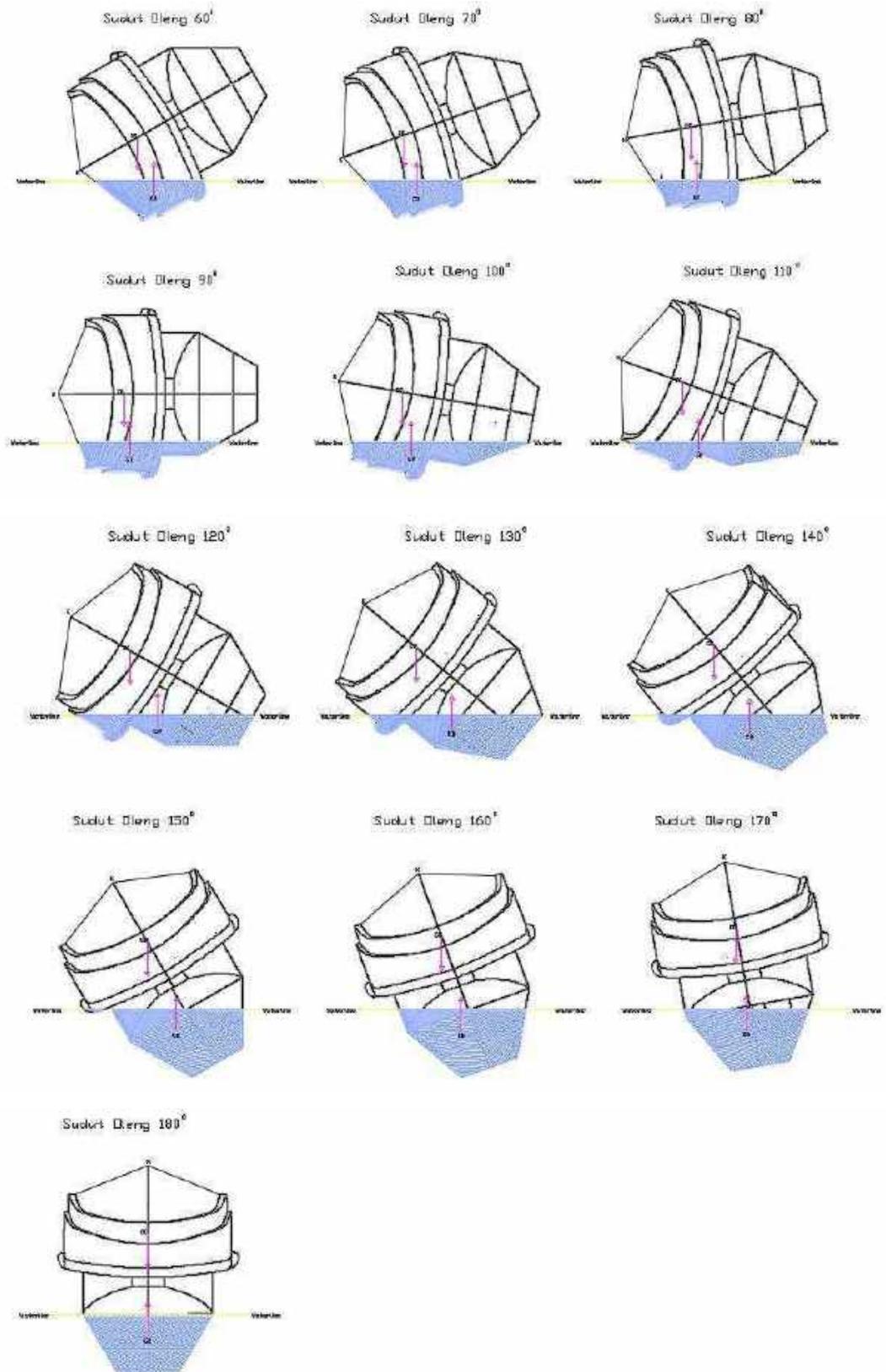


Gambar IV.24 Grafik Stabilitas *Loadcase 4* Simulasi 3

Dari Gambar IV.24 di atas, didapatkan informasi bahwa pada kondisi *loadcase 4* simulasi 3, *rescue boat* masih memiliki kemampuan *self-righting* karena selama oleng 0° hingga 180° nilai GZ minimum masih bernilai positif.

Besarnya lengan GZ pada grafik tersebut diperoleh dari pengukuran jarak titik *Gravity* (G) ke garis gaya *Bouyancy* (B) pada setiap sudut oleng. Gaya-gaya yang bekerja pada kapal saat oleng dari 0° hingga 180° yang arahnya searah putaran jarum jam, dicontohkan dengan penampang melintang kapal pada kondisi *Loadcase 1* Simulasi 3 seperti berikut.





Gambar IV.25 Gaya-gaya yang bekerja pada kapal (*Loadcase 1 Simulasi 3*)

Dari Gambar IV.25 di atas, dapat diketahui bahwa lengan GZ yang dihasilkan pada tiap kondisi oleng 0° hingga 180° akan menimbulkan momen kopel antara gaya

berat kapal dan *bouyancy* kapal yang arahnya berlawanan arah jarum jam (berlawanan arah oleng). Sehingga dengan kondisi tersebut, kapal akan selalu dapat kembali ke posisi semula atau yang disebut dengan kemampuan *self-righting*. Dari total simulasi 3 ini, *rescue boat* tetap memiliki nilai lengan GZ yang positif ketika diolengkan hingga 180⁰ pada kondisi *loadcase 1* sampai *loadcase 4*. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada simulasi 3 ini, *rescue boat* telah memiliki kemampuan *inherent self-righting*.

IV.9.4. Analisis Kriteria Stabilitas Sesuai HSC 2000 Code

Pada kondisi simulasi 3, telah diketahui bahwa *rescue boat* telah memiliki kemampuan *inherent self-righting*. Maka langkah selanjutnya adalah menganalisis apakah *rescue boat* tersebut telah memenuhi kriteria stabilitas yang sesuai *rules HSC 2000 Code Annex 8*. Analisis ini, dilakukan sesuai dengan *loadcase* yang telah dijelaskan pada subbab IV.9.

1. Loadcase 1

Pada kondisi *loadcase 1* ini, didapatkan kurva stabilitas seperti yang ditunjukkan gambar IV.21. Sehingga diperoleh rekapitulasi kriteria stabilitas seperti yang ditunjukkan pada tabel IV.14.

Tabel IV.14 Kriteria Stabilitas HSC 2000 Code Untuk Loadcase 1 Simulasi 3

No.	Criteria	Value	Units	Actual	Status
1	<i>Weather criterion from IMO A.749(18):</i>				<i>Pass</i>
	• <i>Angle of steady heel shall not be greater than (<=)</i>	16	<i>deg</i>	1.700	<i>Pass</i>
	• <i>Angle of steady heel / Marginline immersion angle shall be less</i>	80	%	3.680	<i>Pass</i>
	• <i>Area1 / Area2 shall not be less than (>=)</i>	100	%	102742.3	<i>Pass</i>
2	<i>Area 0 to 30 or GZmax shall not be less than (>=)</i>	0.055	<i>m.rad</i>	0.1456	<i>Pass</i>
3	<i>Area 30 to 40 shall not be less than (>=)</i>	0.03	<i>m.rad</i>	0.0783	<i>Pass</i>
4	<i>Max GZ at 30 or greater shall not be less than (>=)</i>	0.2	m	0.836	<i>Pass</i>
5	<i>Angle of maximum GZ shall not be less than (>=)</i>	15	<i>deg</i>	135.5	<i>Pass</i>
6	<i>Initial GMt shall not be less than (>=)</i>	0.15	m	1.946	<i>Pass</i>

2. Loadcase 2

Pada kondisi *loadcase 2* ini, didapatkan kurva stabilitas seperti yang ditunjukkan gambar IV.22. Sehingga diperoleh rekapitulasi kriteria stabilitas seperti yang ditunjukkan pada tabel IV.15.

Tabel IV.15 Kriteria Stabilitas HSC 2000 Code Untuk *Loadcase 2* Simulasi 3

No.	Criteria	Value	Units	Actual	Status
1	<i>Weather criterion from IMO A.749(18):</i>				Pass
	• <i>Angle of steady heel shall not be greater than (\leq)</i>	16	deg	1.300	Pass
	• <i>Angle of steady heel / Marginline immersion angle shall be less</i>	80	%	3.290	Pass
	• <i>Area1 / Area2 shall not be less than (\geq)</i>	100	%	170827	Pass
2	<i>Area 0 to 30 or GZmax shall not be less than (\geq)</i>	0.055	m.rad	0.1413	Pass
3	<i>Area 30 to 40 shall not be less than (\geq)</i>	0.03	m.rad	0.0735	Pass
4	<i>Max GZ at 30 or greater shall not be less than (\geq)</i>	0.2	m	0.704	Pass
5	<i>Angle of maximum GZ shall not be less than (\geq)</i>	15	deg	135.5	Pass
6	<i>Initial GMt shall not be less than (\geq)</i>	0.15	m	1.719	Pass

3. *Loadcase 3*

Pada kondisi *loadcase 3* ini, didapatkan kurva stabilitas seperti yang ditunjukkan gambar IV.23. Sehingga diperoleh rekapitulasi kriteria stabilitas seperti yang ditunjukkan pada tabel IV.16.

Tabel IV.16 Kriteria Stabilitas HSC 2000 Code Untuk *Loadcase 3* Simulasi 3

No.	Criteria	Value	Units	Actual	Status
1	<i>Weather criterion from IMO A.749(18):</i>				Pass
	• <i>Angle of steady heel shall not be greater than (\leq)</i>	16	deg	1.400	Pass
	• <i>Angle of steady heel / Marginline immersion angle shall be less</i>	80	%	3.320	Pass
	• <i>Area1 / Area2 shall not be less than (\geq)</i>	100	%	141499	Pass
2	<i>Area 0 to 30 or GZmax shall not be less than (\geq)</i>	0.055	m.rad	0.1358	Pass
3	<i>Area 30 to 40 shall not be less than (\geq)</i>	0.03	m.rad	0.0692	Pass
4	<i>Max GZ at 30 or greater shall not be less than (\geq)</i>	0.2	m	0.748	Pass
5	<i>Angle of maximum GZ shall not be less than (\geq)</i>	15	deg	137.3	Pass

6	<i>Initial GMt shall not be less than (\geq)</i>	0.15	m	1.866	Pass
---	---	------	---	-------	------

4. Loadcase 4

Pada kondisi *loadcase 4* ini, didapatkan kurva stabilitas seperti yang ditunjukkan gambar IV.24. Sehingga diperoleh rekapitulasi kriteria stabilitas seperti yang ditunjukkan pada tabel IV.17.

Tabel IV.17 Kriteria Stabilitas HSC 2000 Code Untuk Loadcase 4 Simulasi 3

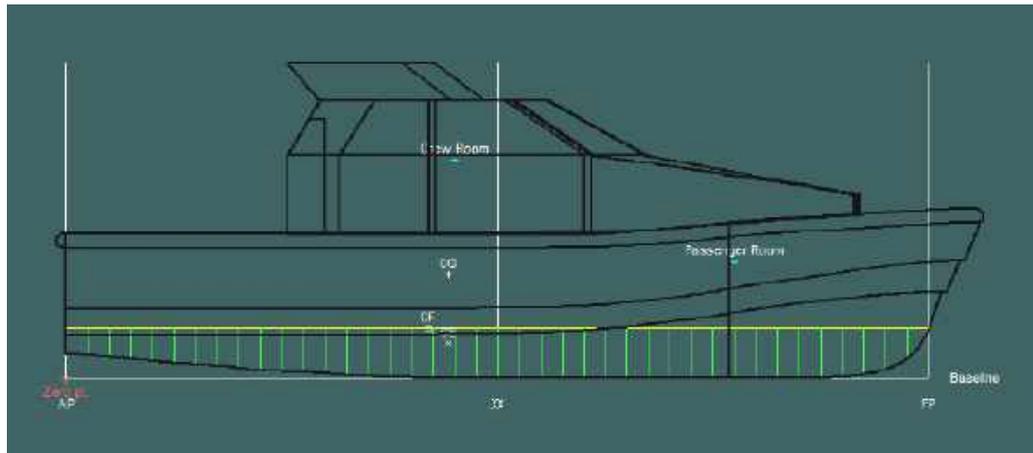
No.	Criteria	Value	Units	Actual	Status
1	<i>Weather criterion from IMO A.749(18):</i>				Pass
	• <i>Angle of steady heel shall not be greater than (\leq)</i>	16	deg	1.600	Pass
	• <i>Angle of steady heel / Marginline immersion angle shall be less</i>	80	%	3.710	Pass
	• <i>Area1 / Area2 shall not be less than (\geq)</i>	100	%	102857	Pass
2	<i>Area 0 to 30 or GZmax shall not be less than (\geq)</i>	0.055	m.rad	0.1305	Pass
3	<i>Area 30 to 40 shall not be less than (\geq)</i>	0.03	m.rad	0.0665	Pass
4	<i>Max GZ at 30 or greater shall not be less than (\geq)</i>	0.2	m	0.789	Pass
5	<i>Angle of maximum GZ shall not be less than (\geq)</i>	15	deg	138.2	Pass
6	<i>Initial GMt shall not be less than (\geq)</i>	0.15	m	1.977	Pass

IV.10. Kenyamanan Kapal

Pada subbab ini dilakukan analisis *Motion Sickness Incidence* (MSI) sebagai kriteria kenyamanan kapal. MSI menunjukkan persentase jumlah orang yang akan mabuk laut saat pelayaran akibat pergerakan yang dipengaruhi oleh percepatan vertikal, frekuensi percepatan, dan durasi terjadinya percepatan tersebut. Kondisi *rescue boat* dianggap nyaman, ketika MSI berada di bawah 10% dan dianggap tidak nyaman ketika di atas 10%. Pada analisis ini menggunakan bantuan *Software Maxsurf Motion*.

IV.10.1. Pengaturan Analisis

Pengaturan dilakukan aspek lokasi (*remote location*), kecepatan kapal (*speed*), arah gelombang (*heading wave*), dan *spectra*. Untuk lokasi pengukuran (*remote location*) dilakukan pada *crew room* dan *passenger room* seperti yang ditunjukkan Gambar IV.26.



Gambar IV.26 Remote Location Tampak Samping

Sedangkan pengaturan kecepatan kapal dilakukan pada kecepatan dinas (*service speed*) 30 knot dan arah gelombang (*heading wave*) diatur pada *sea state* 5 (2.5- 4 m) dan *sea state* 6 (4-6 m) dengan variasi arah gelombang 0^0 (*following seas*), 90^0 (*beam seas*), dan 180^0 (*head seas*). Pengaturan arah gelombang dapat dilihat pada Gambar IV.27.

	Name	Heading [deg]	Analyse
1	Following seas	0.00	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Beam Seas	90.00	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Head Seas	180.00	<input checked="" type="checkbox"/>

Gambar IV.27 Pengaturan Arah Gelombang

Pengaturan tahap akhir, dilakukan pengaturan *spectra* dengan cara memilih tipe analisis dan memasukkan ketinggian gelombang. Tipe analisis menggunakan JONSWAP (*Joint North Sea Wave Project*), dimana spektrum ini dapat menggambarkan kondisi angin laut yang identik dengan kondisi laut terparah dengan cara memasukkan ketinggian gelombang. Analisis dilakukan pada *sea state* 5 (2.5-4 m), dimana rata-rata tinggi gelombang adalah 3.25 m dan pada *sea state* 6 (4-6 m), dimana rata-rata tinggi gelombang adalah 5 m. Pengaturan *spectra* dapat dilihat pada Gambar IV.28.

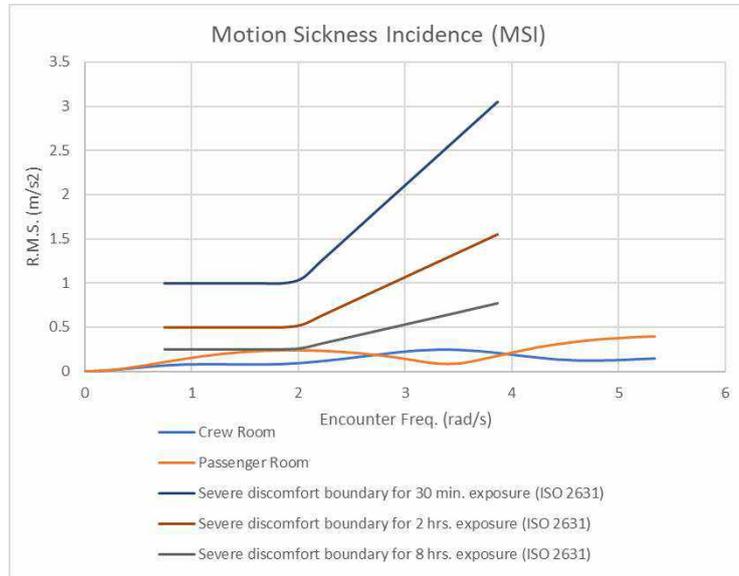
Name	Type	Char. height [m]	Modal period [s]	Average period Zero crossing	Peak enhance	Char. Cha	Modal Shape p	Shape	m0 [m ²]	Analyse
1	Rough Wave	JONSWAP	3.254	9.911 s	8.298 s	7.609 s	1.30		0.882	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Very Rough Wave	JONSWAP	5.000	9.987 s	8.362 s	7.878 s	1.30		1.767	<input checked="" type="checkbox"/>

Gambar IV.28 Pengaturan Spectra

IV.10.2. Hasil Analisis

Setelah dilakukan analisis, diperoleh kondisi MSI pada kondisi *rough wave* dan *very rough wave* yang disajikan dalam bentuk grafik. Untuk grafik MSI kondisi *rough*

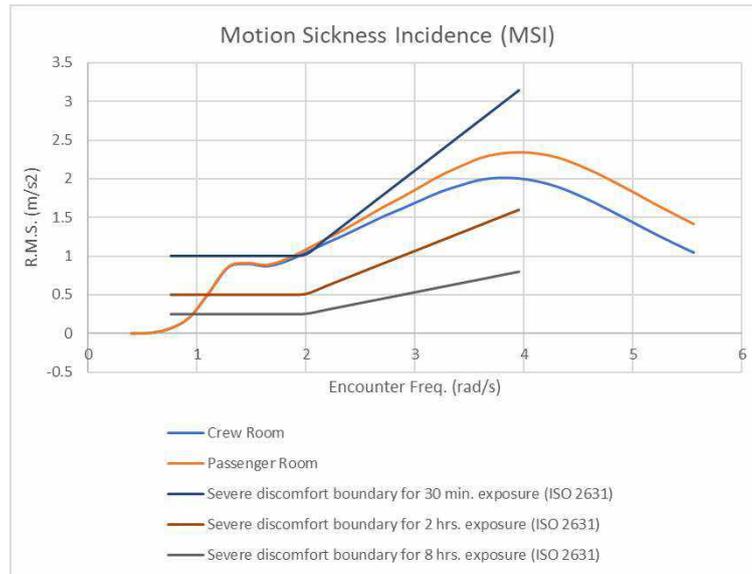
wave dengan berbagai arah gelombang dapat dilihat pada Gambar IV.29, Gambar IV.30, dan Gambar IV.31. Sedangkan untuk grafik MSI kondisi *very rough wave* dengan berbagai arah gelombang dapat dilihat pada Gambar IV.32, Gambar IV.33, dan Gambar IV.34.



Gambar IV.29 MSI *Rough Wave (Following Seas)*

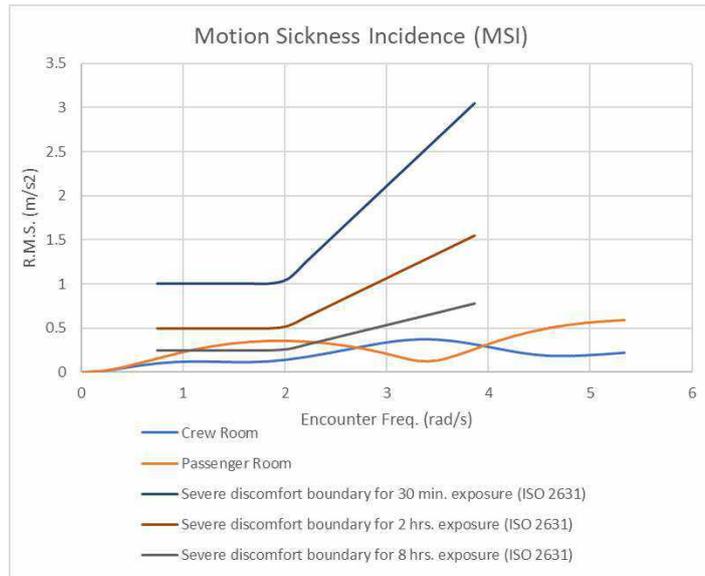


Gambar IV.30 MSI *Rough Wave (Beam Seas)*

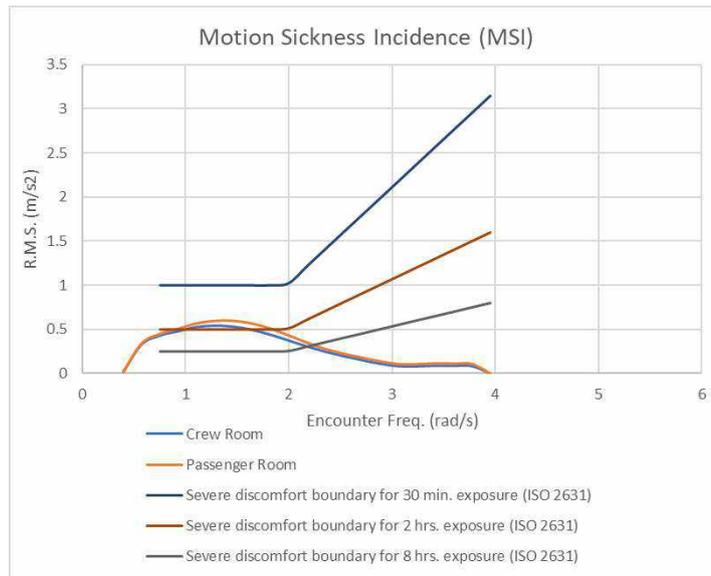


Gambar IV.31 MSI *Rough Wave (Head Seas)*

Dari grafik MSI *rough wave* seperti yang ditunjukkan Gambar 29, Gambar 30, dan Gambar 31 di atas, dapat diketahui bahwa pada arah gelombang *following seas*, percepatan pergerakan vertikal tertinggi untuk *crew room* dan *passenger room* berada di bawah *severe discomfort boundary* pada 8 jam paparan. Hal ini berarti jumlah orang yang akan mabuk laut di bawah 10% atas pertimbangan 8 jam paparan. Sehingga pada kondisi ini, kapal dinilai cukup aman atas pertimbangan kapal berlayar hingga waktu tempuh 8 jam. Kemudian pada arah gelombang *beam seas*, percepatan pergerakan vertikal tertinggi untuk *crew room* dan *passenger room* berada di antara *severe discomfort boundary* pada 8 jam paparan dan *severe discomfort boundary* pada 2 jam paparan. Hal ini berarti jumlah orang yang akan mabuk laut di bawah 10% atas pertimbangan 2 jam paparan. Sehingga pada kondisi ini, kapal dinilai cukup aman atas pertimbangan kapal berlayar hingga waktu tempuh 2 jam. Sedangkan pada arah gelombang *head seas*, percepatan pergerakan vertikal tertinggi untuk *crew room* dan *passenger room* berada di antara *severe discomfort boundary* pada 2 jam paparan dan *severe discomfort boundary* pada 30 menit paparan. Hal ini berarti jumlah orang yang akan mabuk laut di bawah 10% atas pertimbangan 30 menit paparan. Sehingga pada kondisi ini, kapal dinilai cukup aman atas pertimbangan kapal berlayar hingga waktu tempuh hingga 30 menit.



Gambar IV.32 MSI *Very Rough Wave (Following Seas)*



Gambar IV.33 MSI *Very Rough Wave (Beam Seas)*



Gambar IV.34 *Very Rough Wave (Head Seas)*

Dari grafik MSI *very rough wave* seperti yang ditunjukkan Gambar 32, Gambar 33, dan Gambar 34 di atas, dapat diketahui bahwa pada arah gelombang *following seas*, percepatan pergerakan vertikal tertinggi untuk *crew room* berada di bawah *severe discomfort boundary* pada 8 jam paparan. Sedangkan percepatan pergerakan vertikal tertinggi untuk *passenger room* berada di antara *severe discomfort boundary* pada 8 jam paparan dan *severe discomfort boundary* pada 2 jam paparan. Hal ini berarti jumlah orang yang akan mabuk laut di kapal berada di bawah 10% atas pertimbangan 2 jam paparan. Sehingga pada kondisi ini, kapal dinilai cukup aman atas pertimbangan kapal berlayar hingga waktu tempuh 2 jam. Kemudian pada arah gelombang *beam seas*, percepatan pergerakan vertikal tertinggi untuk *crew room* dan *passenger room* berada di antara *severe discomfort boundary* pada 2 jam paparan dan di antara *severe discomfort boundary* pada 30 menit paparan. Hal ini berarti jumlah orang yang akan mabuk laut di bawah 10% atas pertimbangan 30 menit paparan. Sehingga pada kondisi ini, kapal dinilai cukup aman atas pertimbangan kapal berlayar hingga waktu tempuh 30 menit. Sedangkan pada arah gelombang *head seas*, percepatan pergerakan vertikal tertinggi untuk *crew room* dan *passenger room* berada di atas *severe discomfort boundary* pada 30 menit paparan. Hal ini berarti jumlah orang yang akan mabuk laut lebih dari 10% atas pertimbangan 30 menit paparan. Sehingga pada kondisi ini, kapal dinilai tidak nyaman untuk berlayar.

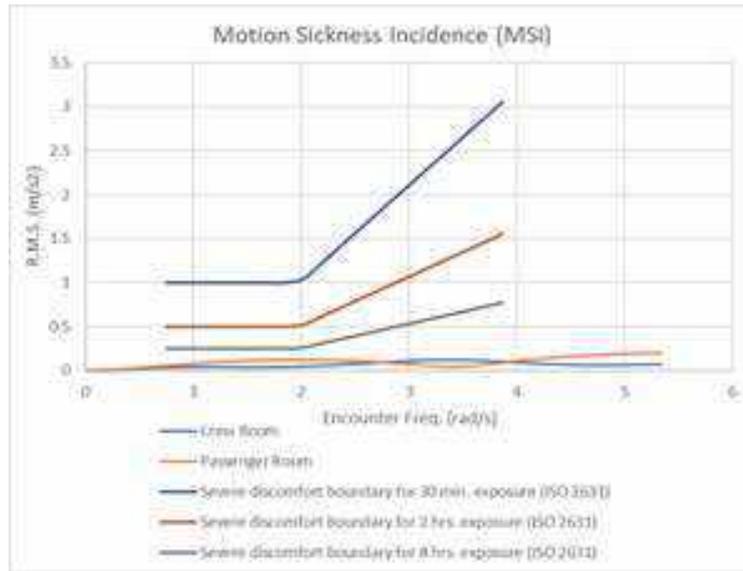
Dari analisis kenyamanan *rescue boat* pada kondisi *rough wave* dan *very rough wave* yang dilihat dari persentase MSI di atas, diketahui bahwa *rescue boat* tidak dalam

kondisi yang nyaman untuk beroperasi pada kondisi *very rough wave* dengan arah gelombang *head seas*. Sehingga dicari sebuah solusi agar *rescue boat* tetap memiliki kenyamanan yang baik ketika beroperasi, yaitu dengan menggunakan *Suspension Seat*. *Suspension seat* merupakan suatu jenis kursi, dimana terdapat kumpulan komponen tertentu yang berfungsi meredam kejutan dan getaran yang terjadi pada kendaraan akibat kondisi permukaan jalan yang tidak rata yang dapat meningkatkan kenyamanan dalam berkendara. Dengan penggunaan jenis kursi ini, dapat mengurangi percepatan vertikal akibat guncangan dan getaran pada *crew* maupun penumpang kapal hingga 50% (Olausson, 2015). Selain itu, jenis kursi ini dapat mengurangi cedera akibat guncangan gelombang dan mengurangi kelelahan pelayaran (Dobbins, 2004). *Suspension Seat* dapat dilihat pada Gambar IV.35.

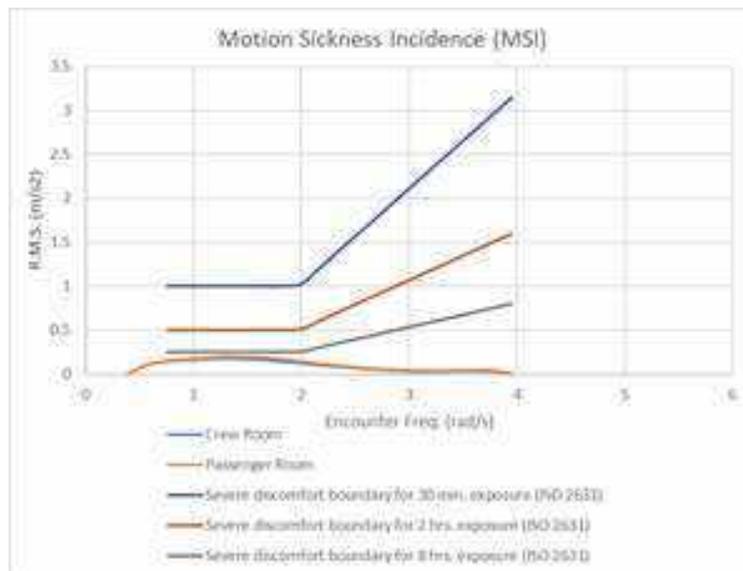


Gambar IV.35 Contoh *Suspension Seat* pada *High Speed Craft (HSC)*
(Sumber: Olausson, 2015)

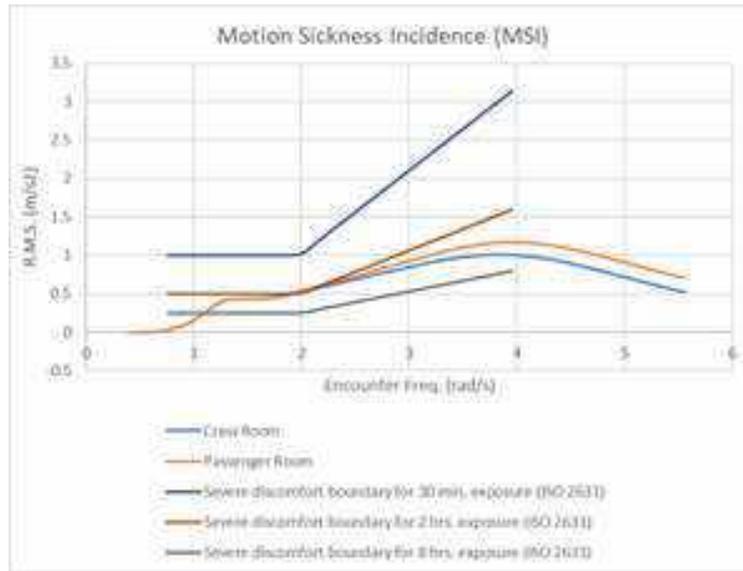
Dari penggunaan *suspension seat* ini, didapatkan perubahan MSI pada kondisi *rough wave* maupun *very rough wave* dengan mengurangi percepatan sebesar 50%. Untuk grafik MSI dengan penggunaan *suspension seat* pada kondisi *rough wave* dari berbagai arah gelombang dapat dilihat pada Gambar IV.36, Gambar IV.37, dan Gambar IV.38. Sedangkan untuk grafik MSI dengan penggunaan *suspension seat* pada kondisi *very rough wave* dari berbagai arah gelombang dapat dilihat pada Gambar IV.39, Gambar IV.40, dan Gambar IV.41.



Gambar IV.36 MSI Rough Wave (*Following Seas*) dengan *Suspension Seat*

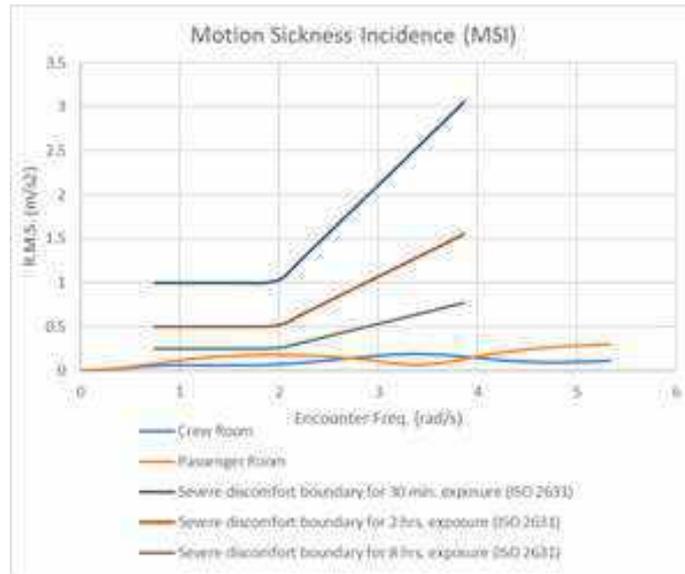


Gambar IV.37 MSI Rough Wave (*Beam Seas*) dengan *Suspension Seat*

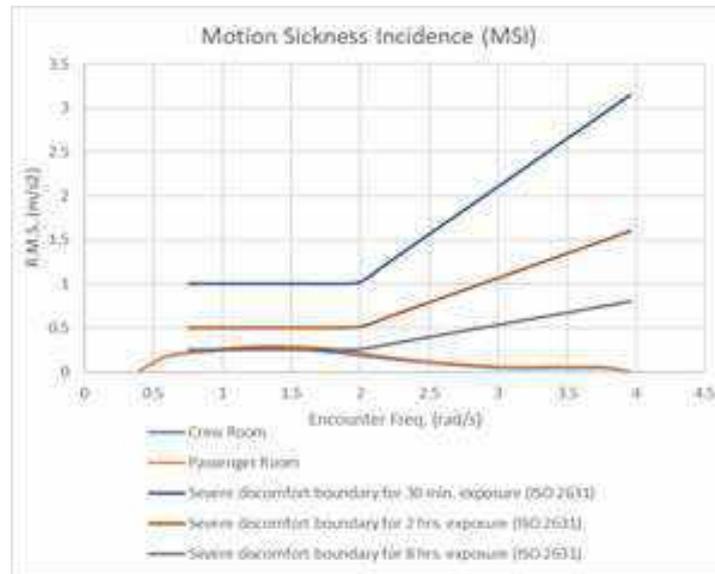


Gambar IV.38 MSI *Rough Wave (Head Seas)* dengan *Suspension Seat*

Dari grafik MSI *rough wave* dengan penggunaan *suspension seat* seperti yang ditunjukkan Gambar 36, Gambar 37, dan Gambar 38 di atas, dapat diketahui bahwa pada arah gelombang *following seas*, percepatan pergerakan vertikal tertinggi untuk *crew room* dan *passenger room* berada di bawah *severe discomfort boundary* pada 8 jam paparan. Hal ini berarti jumlah orang yang akan mabuk laut di bawah 10% atas pertimbangan 8 jam paparan. Sehingga pada kondisi ini, kapal dinilai cukup aman atas pertimbangan kapal berlayar hingga waktu tempuh 8 jam. Kemudian pada arah gelombang *beam seas*, percepatan pergerakan vertikal tertinggi untuk *crew room* dan *passenger room* berada di bawah *severe discomfort boundary* pada 8 jam paparan. Hal ini berarti jumlah orang yang akan mabuk laut di bawah 10% atas pertimbangan 8 jam paparan. Sehingga pada kondisi ini, kapal dinilai cukup aman atas pertimbangan kapal berlayar hingga waktu tempuh 8 jam. Sedangkan pada arah gelombang *head seas*, percepatan pergerakan vertikal tertinggi untuk *crew room* dan *passenger room* berada di atas *severe discomfort boundary* pada 8 jam paparan dan di bawah *severe discomfort boundary* pada 2 jam paparan. Hal ini berarti jumlah orang yang akan mabuk laut di bawah 10% atas pertimbangan 2 jam paparan. Sehingga pada kondisi ini, kapal dinilai cukup aman atas pertimbangan kapal berlayar hingga waktu tempuh hingga 2 jam.



Gambar IV.39 MSI *Very Rough Wave (Following Seas)* dengan *Suspension Seat*



Gambar IV.40 MSI *Very Rough Wave (Beam Seas)* dengan *Suspension Seat*



Gambar IV.41 MSI *Very Rough Wave (Head Seas)* dengan *Suspension Seat*

Dari grafik MSI *very rough wave* dengan penggunaan *suspension seat* seperti yang ditunjukkan Gambar 39, Gambar 40, dan Gambar 41 di atas, dapat diketahui bahwa pada arah gelombang *following seas*, percepatan pergerakan vertikal tertinggi untuk *crew room* dan *passenger room* berada di bawah *severe discomfort boundary* pada 8 jam paparan. Hal ini berarti jumlah orang yang akan mabuk laut di bawah 10% atas pertimbangan 8 jam paparan. Sehingga pada kondisi ini, kapal dinilai cukup aman atas pertimbangan kapal berlayar hingga waktu tempuh 8 jam. Kemudian pada arah gelombang *beam seas*, percepatan pergerakan vertikal tertinggi untuk *crew room* dan *passenger room* berada di atas *severe discomfort boundary* pada 8 jam paparan dan di bawah *severe discomfort boundary* pada 2 jam paparan. Hal ini berarti jumlah orang yang akan mabuk laut di bawah 10% atas pertimbangan 2 jam paparan. Sehingga pada kondisi ini, kapal dinilai cukup aman atas pertimbangan kapal berlayar hingga waktu tempuh 2 jam. Sedangkan pada arah gelombang *head seas*, percepatan pergerakan vertikal tertinggi untuk *crew room* dan *passenger room* berada di atas *severe discomfort boundary* pada 2 jam paparan dan di bawah *severe discomfort boundary* pada 30 menit paparan. Hal ini berarti jumlah orang yang akan mabuk laut di bawah 10% atas pertimbangan 30 menit paparan. Sehingga pada kondisi ini, kapal dinilai cukup aman atas pertimbangan kapal berlayar hingga waktu tempuh 30 menit.

Halaman ini sengaja dikosongkan

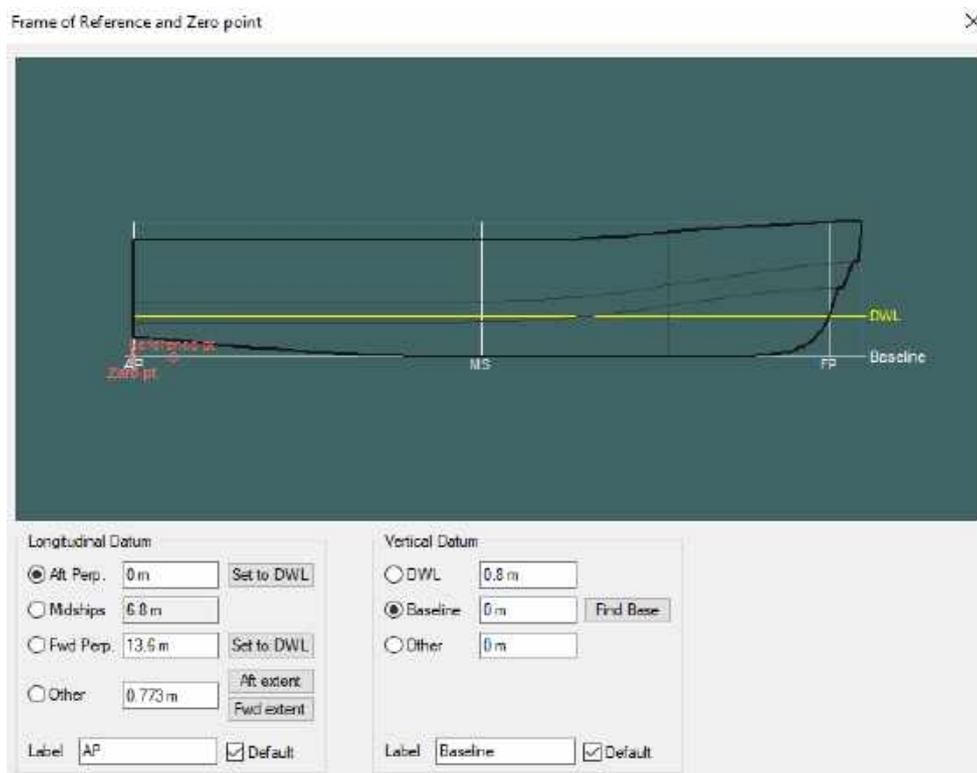
BAB V

DESAIN *SELF-RIGHTING RESCUE BOAT*

V.1. Desain *Lines Plan*

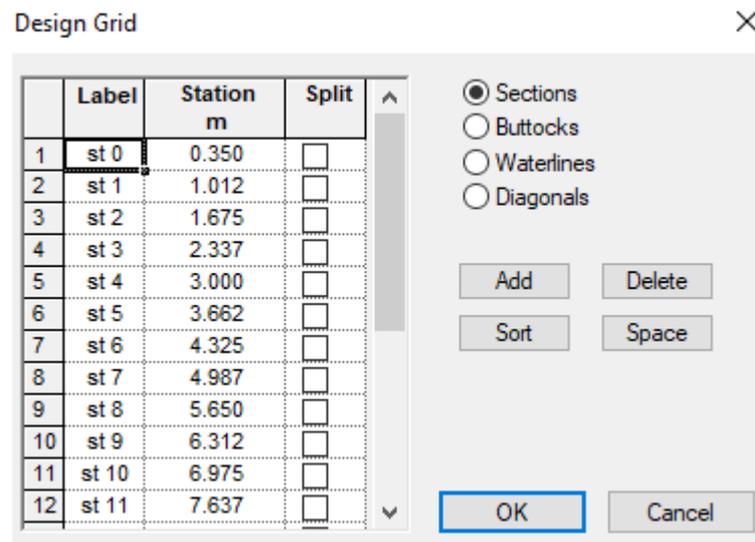
Dalam perancangan desain kapal, hal yang pertama dilakukan adalah pembuatan rencana garis atau *lines plan*. *Lines plan* ini merupakan gambar pandangan atau gambar proyeksi badan kapal yang dipotong secara melintang (*body plan*), secara vertikal memanjang (*sheer plan*), dan horizontal memanjang (*half breadth plan*). Dalam pembuatan rencana garis ini, digunakan software *Maxsurf Modeler Advanced* dan software *AutoCAD*.

Pada program *Maxsurf Modeler Advanced*, desainer membuat rancangan desain 3D dari lambung kapal dengan mengatur sedemikian rupa sehingga memiliki karakteristik yang sama dengan hasil tertentu (memiliki ukuran utama, *displacement*, CB, CP, dan LCB dengan toleransi tertentu) dan bentuk lambung yang *smooth*. Langkah awal membuat model adalah penentuan *frame of reference* dan *zero point*. Pada perancangan ini *zero point* ditentukan pada *base line* di AP. Selanjutnya *zero point* tersebut diaplikasikan ke desain. Pada proses ini dilakukan juga penentuan sarat *Rescue boat* dan penentuan panjang perpendicular (LPP) seperti gambar V.1.



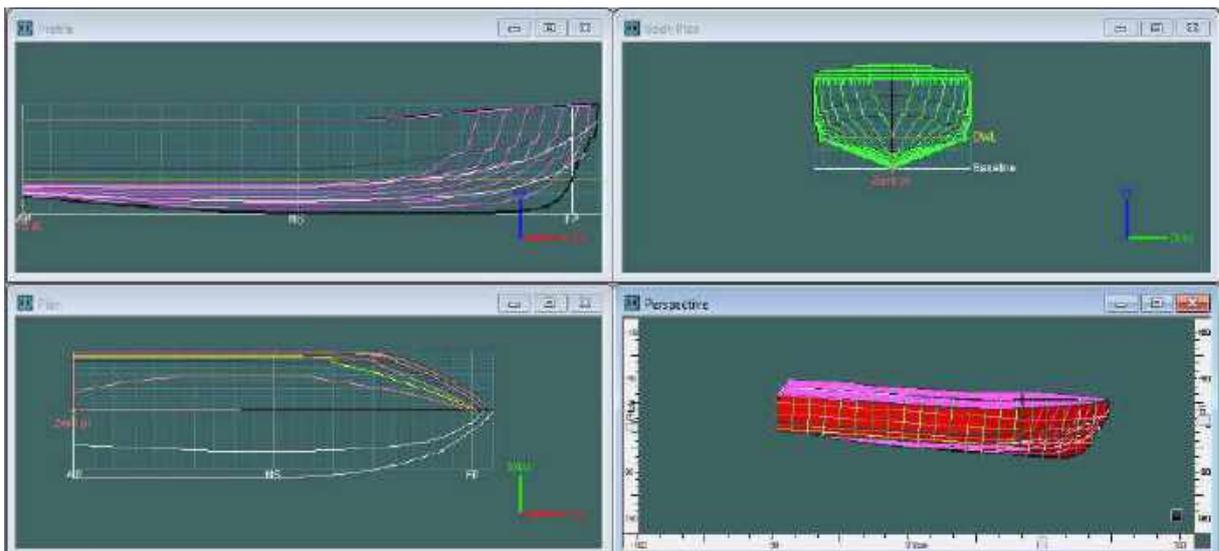
Gambar V.1 Penentuan *Frame of Reference* dan *zero point*

Di dalam *Maxsurf Modeler Advanced* telah disediakan pandangan dari beberapa sudut (tampak depan dan atau tampak belakang, tampak samping, tampak atas dan pandangan perspektif) yang mempermudah desainer untuk memperbaiki atau *editing* model lambung kapal. Desain *body plan*, *sheer plan*, dan *half breadth plan* didapatkan dengan cara mengatur jumlah dan spasi *grid* model seperti gambar V.2. Jumlah *station* yang ditentukan adalah 21 garis dengan jarak 0.68 m, jumlah *buttocks* 8 garis dengan jarak 0.25 m, dan jumlah *waterlines* 4 garis dengan jarak 0.5 m.



Gambar V.2 Pengaturan *Design Grid*

Setelah dilakukan langkah-langkah di atas, maka didapatkan tampilan *lines plan* pada *Maxsurf Modeler Advanced* seperti gambar IV.3.



Gambar V.3 Tampilan *Lines Plan* pada *Maxsurf Modeler Advanced*

Kemudian dilakukan pengecekan karakteristik hidrostatis desain lambung untuk memastikan model telah sesuai dengan parameter ukuran utama dan koefisien. Tampilan data hidrostatis kapal dapat dilihat pada gambar V.4.

Hydrostatics at DWL ×

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	16.01	t
2	Volume (displaced)	15.616	m ³
3	Draft Amidships	0.800	m
4	Immersed depth	0.800	m
5	WL Length	13.600	m
6	Beam max extents on WL	3.780	m
7	Wetted Area	49.316	m ²
8	Max sect. area	1.578	m ²
9	Waterpl. Area	42.215	m ²
10	Prismatic coeff. (Cp)	0.728	
11	Block coeff. (Cb)	0.380	
12	Max Sect. area coeff. (Cm)	0.523	
13	Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.821	
14	LCB length	6.023	from aft perp.
15	LCF length	5.702	from aft perp.
16	LCB %	44.291	from aft perp.
17	LCF %	41.927	from aft perp.
18	KB	0.559	m
19	KG fluid	0.000	m
20	BMt	2.801	m
21	BML	31.611	m
22	GMt corrected	3.361	m
23	GML	32.170	m
24	KMt	3.361	m
25	KML	32.170	m
26	Immersion (TPc)	0.433	tonne/cm
27	MTc	0.379	tonne.m
28	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1)	0.939	tonne.m
29	Length:Beam ratio	3.598	
30	Beam:Draft ratio	4.725	
31	Length:Vol ^{0.333} ratio	5.441	

Density (water)

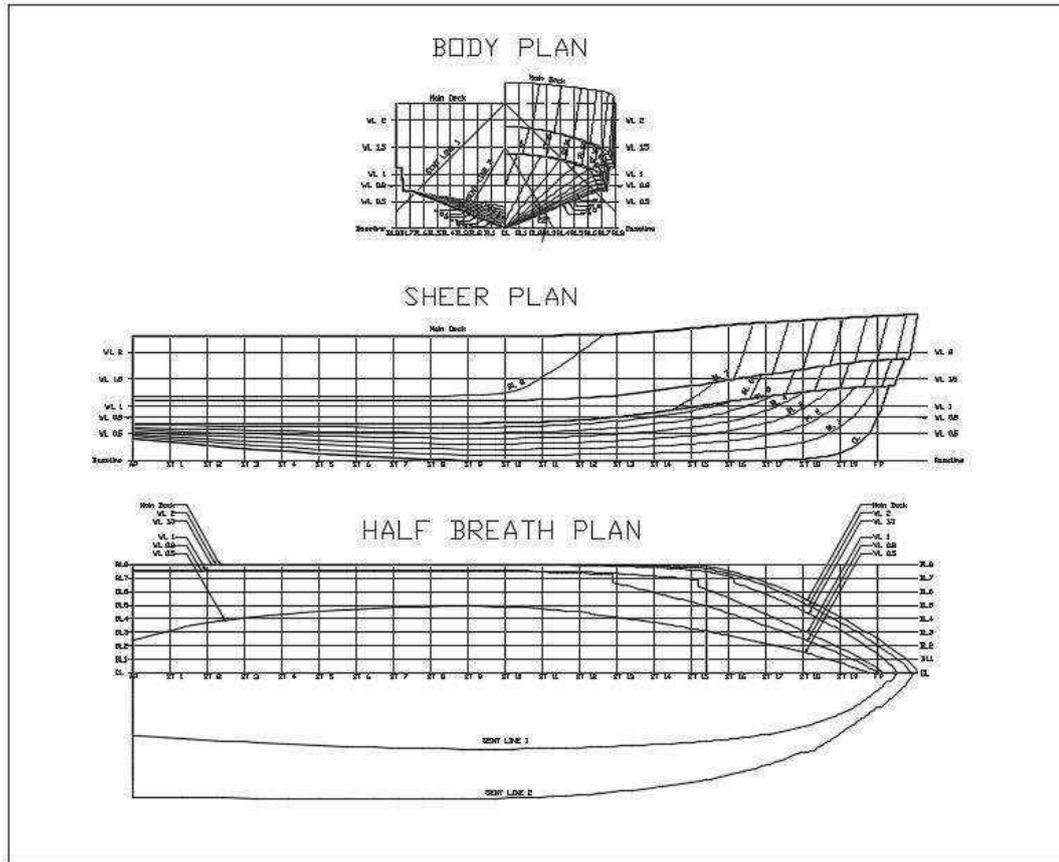
Std. densities

VCG

Gambar V.4 Data hidrostatis kapal

Model gambar *body plan*, *sheer plan*, dan *half breadth plan* yang karakteristik hidrostatisnya telah sesuai dengan parameter, kemudian diekspor kedalam format .dxf 2D untuk dilakukan *finishing* desain *lines plan* pada *software AutoCAD*. Sehingga didapatkan

gambar Rencana Garis seperti pada Gambar V.5. Untuk gambar yang lebih jelas dapat dilihat pada Lampiran B laporan Tugas Akhir ini.



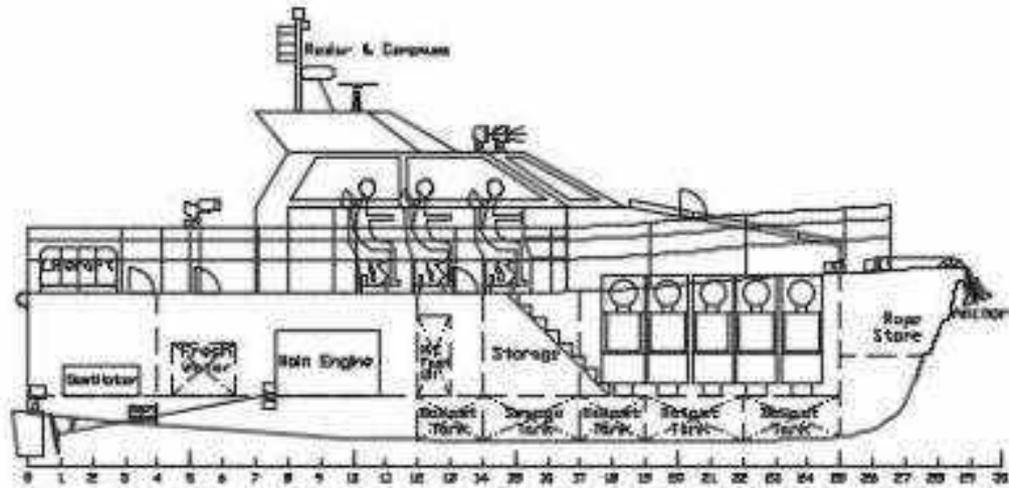
Gambar V.5 Rencana garis *Self-Righting Rescue Boat*

V.2. Desain *General Arrangement*

Dari gambar *Lines Plan* yang sudah di buat, maka dapat dibuat gambar *General Arrangement* dari kapal *rescue boat*.. *General Arrangement* didefinisikan sebagai perencanaan ruangan yang dibutuhkan sesuai dengan fungsi dan perlengkapan kapal. Pembuatan *General Arrangement* dilakukan dengan bantuan software AutoCAD.

V.2.1. *Side View*

Pada permodelan rencana umum kapal ini dilakukan pemroyeksian *layout* kapal tampak samping. Jarak gading pada kapal ini adalah 500 mm. Detail permodelan rencana umum Kapal *Self-Righting Rescue Boat* tampak samping dapat dilihat pada gambar V.6.



Gambar V.6 Side View General Arrangement

V.2.2. Main Deck

Layout dari *main deck* pada rencana umum diproyeksikan secara tampak atas. *Main deck* memiliki dua bagian utama yaitu *crew room* dan *evacuation deck*.

1. Crew room

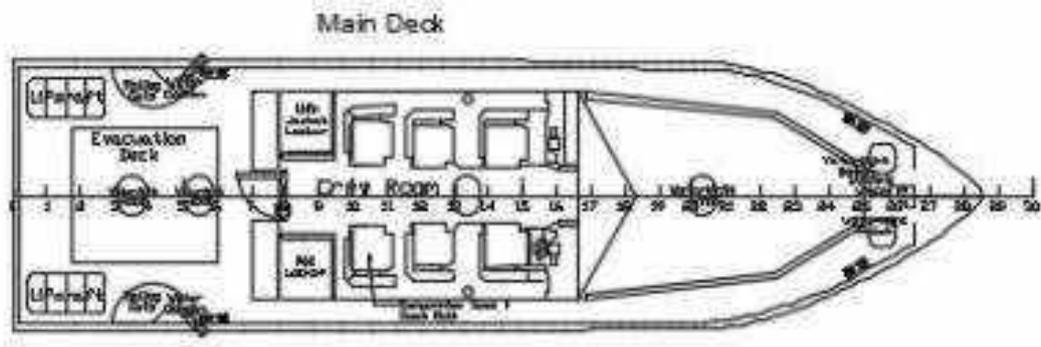
Crew room berfungsi sebagai ruang utama bagi para kru *rescue boat* untuk mengoperasikan kapal. *Crew room* ini memiliki beberapa fasilitas utama berupa peralatan navigasi (*radar, GPS, auto pilot, compass, electronic chart, speed log, dll*), kursi (*suspension seat*), *fire extinguisher*, *life jacket locker*, dan *P3K locker*.

Peralatan navigasi berfungsi untuk merencanakan dan menavigasi perjalanan kapal di laut, sehingga kapal dapat berlayar dengan aman. Untuk kursi kapal, digunakan kursi tipe *suspension seat* untuk mengurangi getaran maupun guncangan pada *crew* sehingga dapat menambah kenyamanan para *crew* kapal. *Suspension seat* ini juga dilengkapi sabuk pengaman (*seat belt*) untuk menahan *crew* agar tetap di tempat apabila terjadi guncangan gelombang atau manuver kapal serta untuk mengurangi luka dengan menahan si pemakai dari benturan dengan bagian-bagian dalam kapal atau terlempar dari dalam kursi tersebut. Kemudian pada dinding bagian kanan dan kiri, dilengkapi dengan alat pemadam kebakaran (*fire extinguisher*). Alat ini berguna sebagai alat proteksi kebakaran aktif yang digunakan untuk memadamkan atau mengendalikan kebakaran kecil di kapal. Pada bagian belakang sebelah kiri, terdapat *life jacket locker* yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan *life jacket*. Sedangkan di bagian belakang sebelah kanan, terdapat *P3K Locker* yang berfungsi untuk menyimpan peralatan P3K.

2. Evacuation Deck

Evacuation deck adalah bagian dari *main deck* diluar *crew room* yang berfungsi untuk tempat penyelamatan korban kecelakaan laut. Tepi pada area ini dilengkapi dengan *guard railing* untuk menjaga orang yang berada di atas geladak tersebut tetap aman dan tidak terjatuh ke laut. Kemudian di bagian belakang area ini ditempatkan 2 buah *liferaft* yang masing-masing berkapasitas 8 orang. *Liferaft* ini berfungsi sebagai rakit penolong sementara pada kecelekaan laut, ketika jumlah korban melebihi kapasitas *rescue boat*. Selain itu, disisi kanan dan kiri terdapat *water cannon* yang difungsikan sebagai alat pemadam kebakaran pada musibah kebakaran kapal.

Penampang *Main deck Self-Righting Rescue Boat* dapat dilihat pada gambar V.7.



Gambar V.7 *Main Deck View General Arrangement*

V.2.3. *Double Bottom*

Double Bottom merupakan pandangan yang di proyeksikan tampak atas pada potongan lambung kapal bagian *double bottom*. Dari potongan ini terlihat tata letak permesinan di ruang mesin, toilet, *storage*, dan *passenger room*.

1. Ruang Mesin (*Engine Room*)

Pada ruang mesin, terdapat sistem permesinan kapal yang terdiri dari *main engine* sebagai komponen penggerak utama kapal dan generator sebagai penyuplai kelistrikan di kapal. Selain itu, di ruangan ini terdapat instalasi sistem kelengkapan kapal lainnya seperti *destillator*, *fire fighting pump*, dan *air conditioning (AC)*. Komponen *destillator* berfungsi sebagai *fresh water maker* atau pembuat air tawar pada kapal dari air laut. Kemudian *fire fighting pump* berfungsi untuk memompa air laut dari *sea chest* ke *water cannon* melalui sistem perpipaan ketika sistem *firefighting* diaktifkan untuk melakukan proses pemadaman pada musibah kebakaran kapal di laut. Untuk *air conditioning(AC)* digunakan sebagai penyejuk ruangan di kapal.

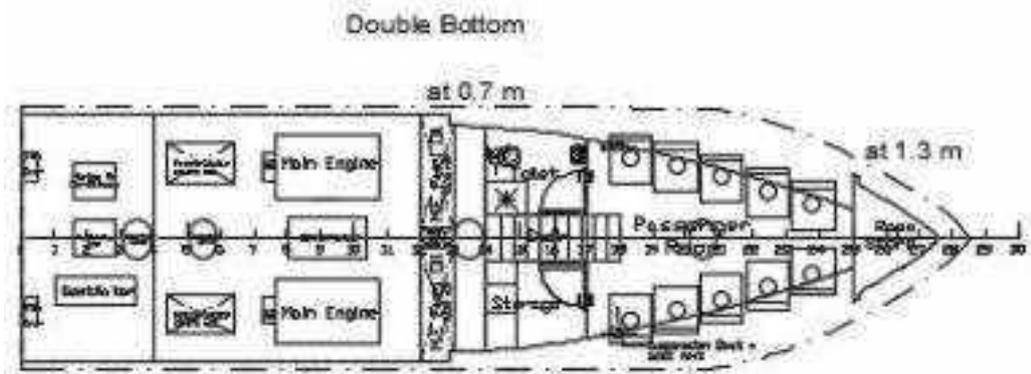
2. *Storage* dan Toilet

Storage berfungsi sebagai tempat penyimpanan peralatan SAR, seperti tandu lipat, *folding stretcher*, *rescue net*, *self contain breathing apparatus*, dan lain-lain. Sedangkan toilet berfungsi sebagai saluran pembuangan kotoran manusia di kapal, seperti halnya keperluan buang air kecil dan buang air besar.

3. *Passenger Room*

Passenger room berfungsi sebagai ruangan korban kecelakaan laut dengan kapasitas 10 orang. Ruangan ini dilengkapi dengan kursi (*suspension seat*) sebagai tempat duduk korban kecelakaan laut.

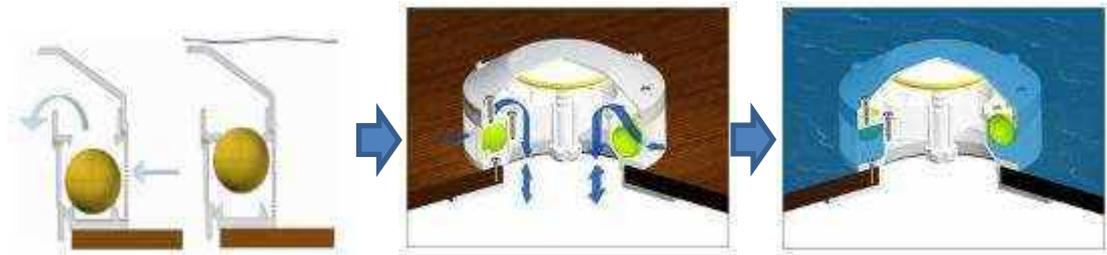
Penampang *double bottom Self-Righting Rescue Boat* dapat dilihat pada gambar V.8.



Gambar V.8 *Doble Bottom View General Arrangement*

V.2.4. Sistem Kedap pada Kapal

Kondisi lambung dan bangunan atas kapal, termasuk semua bukaan dan ventilasi pada kapal *self-righting* haruslah kedap air. Hal ini penting untuk diperhatikan guna menghindari air masuk kedalam ruangan kapal. Untuk desain pintu dan jendela kapal harus dilengkapi *seal* karet atau semacamnya untuk menjaga kededapan pintu dan jendela terhadap air. Sedangkan untuk ventilasi udara kapal menggunakan sistem *air-only ventilator*. Sistem ini membiarkan udara masuk dan menjaga air keluar melalui penggunaan bola mengapung. Prinsip kerja *air-only ventilator* adalah Bola PVC yang ada di dalam ventilasi akan mengapung (menutup saluran udara) ketika air mulai akan masuk ke lubang ventilasi di dek. Ketika air surut, bola akan turun dan membiarkan udara masuk lagi. Sistem *air-only ventilator* diilustrasikan pada Gambar V.9.



Gambar V.9 Sistem *Air-Only Ventilator*
 (Sumber: <http://www.air-onlyventilators.com/home/>)

Untuk permesinan kapal, didesain agar tidak mati ketika kapal oleng hingga 180° . Beberapa penyebab mesin kapal mati ketika mesin terbalik adalah masuknya air melalui *air intake* yang menuju ruang mesin atau melalui saluran *funnel* dan kurangnya *supply* bahan bakar dari tangki bahan bakar ke mesin kapal. Cara untuk mengatasi air masuk ke mesin adalah dengan menggunakan sistem *air only ventilator* seperti yang dijelaskan di atas.

V.3. Desain 3D Model

Setelah rencana garis dan rencana umum selesai didesain, maka permodelan 3D akan dibuat dengan mengembangkan bentuk lambung dari *Software Maxsurf Modeler Advanced* yang akan diexport ke ekstensi file 3D pada *Software Rhinoceros*. Kemudian dari *Software Rhinoceros* diekspor ke ekstensi file 3D *Software SketchUp* untuk dilakukan finalisasi desain berupa penambahan komponen *outfitting* kapal dan *rendering*. Pemodelan 3D BASARNAS *Self-Righting Rescue Boat* dapat dilihat pada Gambar V.10, Gambar V.11 dan Gambar V.12.



Gambar V.10 *3D Model* Tampak Depan



Gambar V.11 *3D Model* Tampak Samping



Gambar V.12 *3D Model* Tampak Belakang

BAB VI

PERHITUNGAN BIAYA PEMBANGUNAN KAPAL

VI.1. Perhitungan Estimasi Biaya Pembangunan Kapal

Kebutuhan material adalah faktor kunci dalam membangun kapal. Kuantitas berat total lambung kapal secara otomatis menentukan besarnya biaya kapal. Selain itu faktor yang mempengaruhi besarnya harga kapal adalah permesinan yang digunakan, perlengkapan dan peralatan. Dalam Tugas Akhir ini biaya pembangunan kapal dihitung berdasarkan harga tiap-tiap item di pasaran. Berikut merupakan salah satu contoh perhitungan biaya estimasi pembangunan kapal untuk pembelian material lambung, bangunan atas, dan konstruksi kapal.

Tabel VI.1 Biaya Estimasi Pembelian Material Kapal

No.	Item	Value	Units
1	Lambung Kapal (Hull)		
	<i>(Tebal fiber = 9 mm, jenis material = fiberglass)</i>		
	http://www.performancecomposites.com/about-composites-technical-info/122-designing-with-fiberglass.html		
	Harga	3	USD/lb
	Berat Lambung Kapal	1.863	ton
		3725.710	lb
	Harga Lambung Kapal	\$ 11,177.13	USD
2	Geladak Kapal (Deck)		
	<i>(Tebal fiber = 9 mm, jenis material = fiberglass)</i>		
	http://www.performancecomposites.com/about-composites-technical-info/122-designing-with-fiberglass.html		
	Harga	3	USD/lb
	Berat Geladak Kapal	0.699	ton
		1398.645	lb
	Harga Geladak Kapal	\$ 4,195.93	USD
3	Bangunan Atas Kapal		
	<i>(Tebal fiber = 9 mm, jenis material = fiberglass)</i>		

	http://www.performancecomposites.com/about-composites-technical-info/122-designing-with-fiberglass.html		
	Harga	3	USD/lb
	Berat Bangunan Atas Kapal	0.745	ton
		1490.943	lb
	Harga Bangunan Atas Kapal	4,472.83	USD
4	Konstruksi Kapal		
	http://www.performancecomposites.com/about-composites-technical-info/122-designing-with-fiberglass.html		
	Harga	3	USD/lb
	Berat Konstruksi Lambung Kapal	0.992	ton
		1984.589	lb
	Harga Konstruksi Lambung Kapal	5,953.77	USD
	Total Harga <i>Fiberglass</i>	25,799.66	USD

Setelah dicari harga tiap-tiap item kapal di pasaran maka didapatkan total biaya pembangunan kapal.

Tabel VI.2 Rekapitulasi Biaya Pembangunan Kapal

No.	Item	Value	Units
1	Material dan konstruksi	25,800	USD
2	Equipment & Outfitting	83,395	USD
3	Tenaga Penggerak	32,055	USD
Total Harga (USD)		141,249	USD
Kurs Rp - USD (per 27 Februari 2019)		14,048	Rp/USD
Total Harga (Rupiah)		1,984,270,364.56	Rp

Langkah selanjutnya yaitu dilakukan perhitungan koreksi keadaan ekonomi dan kebijakan pemerintah.

Tabel VI.3 Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi dan Kebijakan Pemerintah

No.	Item	Value	Units
1	Keuntungan Galangan (20% dari biaya pembangunan awal)		
	Keuntungan Galangan	396,854,073	Rp
2	Biaya Untuk Inflasi (2% dari biaya pembangunan awal)		

	Biaya Inflasi	39,685,407	Rp
3	Biaya Pajak Pemerintah (<i>10% dari biaya pembangunan awal</i>)		
	Biaya Pajak	198,427,036	Rp
	Total Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi	634,966,517	Rp

Sehingga, didapatkan total biaya pembangunan kapal (+koreksi biaya keadaan ekonomi dan kebijakan Pemerintah) adalah sebesar Rp 2,619,236,881.22 , dapat dilihat pada tabel VI.4.

Tabel VI.4 Total Biaya Pembangunan Kapal Keseluruhan

No.	Item	Value	Units
1	Biaya Pembangunan Kapal	1,984,270,364.56	Rp
2	<i>Koreksi Ekonomi dan Kebijakan Pemerintah</i>	634,966,517	Rp
	Total Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi	2,619,236,881.22	Rp

VI.2. Perbandingan Harga Pembangunan *Rescue Boat* dengan Kapal *Existing*

Perbandingan ini dilakukan untuk mengetahui kesesuaian perhitungan estimasi pembangunan dengan harga kapal di pasaran Indonesia. Perbandingan harga didasarkan pada jenis material (*fiberglass*) dan panjang kapal(kisaran 13 m). Daftar kapal pembanding dapat dilihat pada tabel IV.5.

Tabel VI.5 Daftar Harga Kapal Pembanding (*Fiberglass Boat*) di Pasaran

No.	Jenis	Panjang Kapal (L)	Harga
1	Kapal Pesiar	14 m	Rp 2,370,000,000.00
	Sumber: www.javaneseboat.com		
2	Kapal Patroli	14 m	Rp 2,370,000,000.00
	Sumber: www.javaneseboat.com		
	Harga rata-rata		Rp 2,370,000,000.00
1	BASARNAS <i>Self-Righting Rescue Boat</i>	13.6 m	Rp 2,619,236,881.22

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

VII.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan analisis maka kesimpulan yang didapat dari Tugas Akhir ini sebagai berikut:

1. Dengan menggunakan Metode *Geosim Procedure*, diperoleh ukuran utama akhir dan kapasitas *Self-Righting Rescue Boat* sebagai berikut:

Loa = 14.32 m

Lpp = 13.60 m

B = 4.00 m

H = 2.10 m

T = 0.80 m

Vs = 30 knot

Vmax = 40 knot

Crew = 6 orang

Penumpang = 10 orang

2. *Self-Righting Rescue Boat* yang didesain memiliki hambatan total (RT) sebesar 26.676 KN, dengan kebutuhan daya mesin utama minimal sebesar 2 X 679.399 HP. Untuk berat total kapal (muatan penuh) didapatkan sebesar 15.404 ton dan *freeboard* sebesar 1.5 m. Sedangkan untuk *trim* didapatkan nilai dari kondisi *loadcase 1* hingga *loadcase 4* adalah sebesar 0.296 m, 0.297 m, 0.160 m, 0.148 m.
3. *Rescue boat* telah memenuhi kriteria stabilitas sesuai standard *HSC 2000 Code* dan memiliki kemampuan *inherent self-righting*. Kemampuan *self-righting* diperoleh setelah dilakukan pembesaran volume bangunan atas kapal dengan cara memvariasikan lebar bangunan atas, dimana kapal memiliki kemampuan *self-righting* pada variasi lebar 3.1 m.

4. Mengacu standard ISO 2631-1, *rescue boat* dinilai nyaman untuk beroperasi pada kondisi *rough wave (sea state 5)* atas pertimbangan 2 jam pelayaran dan nyaman untuk beroperasi pada kondisi *very rough wave (sea state 6)* atas pertimbangan 30 menit pelayaran.
5. Desain Rencana Garis disajikan pada Lampiran B, Rencana Umum disajikan pada Lampiran C, dan Pemodelan 3D disajikan pada Lampiran D.
6. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, didapatkan estimasi biaya pembangunan *Self-Righting Rescue Boat* sebesar Rp 2,619,236,881.22.

VII.2. Saran

1. Diperlukan perhitungan berat konstruksi yang lebih spesifik agar perhitungan berat kapal lebih akurat.
2. Perlu dilakukan pembuatan model kapal agar dapat dilakukan pengujian kemampuan *self-righting* secara langsung.
3. Perlu dilakukan analisis mengenai olah gerak (*seakeeping*) pada kapal untuk mengetahui *performance* kapal ketika dioperasikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akyildiz, Hakan, dan Cemre Simsek,. 2016. "Self-Righting Boat Design."
- Alfino, Kevin. 2018. "Desain Konsep Kapal Perang Serbu Catamaran Tank Boat Dengan Sistem Penggerak Utama Turbojet Sebagai Kekuatan Pengamanan Wilayah Maritim Indonesia." *Tugas Akhir*.
- Biro Klasifikasi Indonesia (BKI). 1996. "Rules And Regulation For The Classification Of Ships (Fibreglass Reinforced Ships)". Jakarta.
- Caterpillar. 2010. Catalogue."Marine Engine Selection Guide".
- 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. 2015. "Berita Negara Republik Indonesia." BASARNAS Indonesia.
- Cepowski, Tomasz. 2012. "The prediction of the Motion Sickness Incidence index at the initial design stage."
- Dobbins, dkk. 2004. "High Speed Craft Human Factors Engineering Design Guide."
- Endro W, Dimas. 2014. "High Speed Ship Total Resistance Calculation (An Empirical Study)," Februari.
- Faltinsen, Odd M. 2005. *Hydrodynamics of High-Speed Marine Vehicles*. New York: Cambridge University Press.
- Ginting, Hebron. 2019. "Desain Dual Fuel Multi-Purpose Research Vessel (MPRV) Untuk Perairan Laut Jawa." *Tugas Akhir*, Januari.
- Habibie, Muhammad Sayyid. 2019. "Desain Small-Scale LNG Carrier Dengan Combine Cycle Propulsion Plant (CCPP) Untuk Suplai Gas Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas (PLTMG) 'Flores', Labuan Bajo Nusa Tenggara Timur." *Tugas Akhir*.
- Jiwa, Bintang, dan Hesty Anita Kurniawati,. 2016. "Desain Self-Propelled Car Barge untuk Distribusi Mobil Baru Rute Cikarang Bekasi Laut (Cbl) – Tanjung Perak."

- Kemenko Kemaritiman RI,. 2018. "Menko Maritim," Agustus 2018.
<https://maritim.go.id/menko-maritim-luncurkan-data-rujukan-wilayah-kelautan-indonesia/>.
- Kementerian Perhubungan. 2009. "STANDAR KAPAL NON-KONVENSI BERBENDERA INDONESIA"
- Kementerian Perhubungan. 2016. "STATISTIK PERHUBUNGAN 2015 Volume I."
- KNKT. 2016. "Data Investigasi Kecelakaan Pelayaran 2010-2016."
- 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.
- Napitupulu, Roynando, I Ketut Pria Utama, dan Murdijanto,. t.t. "Analisa Hambatan Dan Seakeeping Pada Fast Rescue Boat." *Jurnal ITS*.
- Olausson, Katrin. 2015. "On Evaluation and Modelling of Human Exposure to Vibration and Shock on Planing High-Speed Craft." *Thesis*.
- Papanikolaou, Apostolos. 2014. *Ship Design-Methodologies of Preliminary Design*. Netherlands: Springer Science+Business Media Dordrecht.
- Parsons, Michael G. 2001. *Parametric Design*.
- Putra, Dian Purnama, Deddy Chrismianto, dan Muhammad Iqbal,. 2016. "Analisa Seakeeping Dan Prediksi Motion Sickness Incidence (MSI) Pada Kapal Perintis 500 DWT Dalam tahap Desain Awal (Initial Design)."
- Putri.2018."WASPADA!! Gelombang Tinggi Perairan Selatan Jatim".
<https://web.bpbd.jatimprov.go.id/2018/07/20/wapada-gelombang-tinggi-perairan-selatan-jatim/>
- Safehaven Marine. 2019. "Barracuda 13m version". <https://www.safehavenmarine.com/>
- Schneekluth, H., & Betram, V. (1998). *Ship Design for Efficiency and Economy (second edition)*. Butterworth-Heinemann.
- Taggart, R. (1980). *Ship Design and Construction*. New York: The Society of Naval Architects and Marine Engineers.
- Thatcher CEng MRINA, K C. 2013. "Self-Righting Craft." *The Journal of the Westlawn Institute of Marine Technology*.
- Thomas Lamb,. 2003. *Ship Design and Construction*. USA: United States of America by Sheridan Books.
- Vossen, Christina. 2013. "Ship Design and System Integration."

Zuhdi, Achmad, dan Sunaryo,. 2014. “Analisis Kemampuan Self-Righting Kapal Model tanpa Awak Dengan Pendekatan Stabilitas Menggunakan Hydromax Pro.”

LAMPIRAN

- Lampiran A Perhitungan Teknis dan Biaya Pembangunan Kapal
- Lampiran B Desain Rencana Garis (*Lines Plan*)
- Lampiran C Desain Rencana Umum (*General Arrangement*)
- Lampiran D Desain *3D Model*
- Lampiran E Katalog dan Data Pendukung

LAMPIRAN A
PERHITUNGAN TEKNIS DAN BIAYA PEMBANGUNAN
KAPAL

The Geosim Procedure

1. Parent Ship Data Barracuda 13m version)

LoA	=	13.7 m
Lmoulded	=	13 m
Bmoulded	=	3.85 m
H	=	2.19 m
T	=	0.75 m
Lightship	=	11000 kg
Fully Loaded	=	14500 kg
Crew Capacity	=	6 persons
Passenger Capacity	=	10 persons
Maximum Speed	=	40 knots
Range	=	200 nm+
Maximum Power Output	=	650 HP
Gearbox	=	ZF325

2. Komponen Tambahan

(sesuai: Peraturan Kepala BASARNAS Nomor: PK.14 Tahun 2012)

Komponen	Jumlah	Satuan	Berat persatuan (kg)	Berat Perkomponen(ton)
Liferaft	2	pcs	57	0.114
Life buoy	6	pcs	2.5	0.015
Life jacket	15	pcs	0.74	0.011
Fire Fighting System(Water canon)	2	pcs	34	0.068
Fire Fighting System (Fire Pump)	1	pcs	261	0.261
Destilator	1	pcs	79	0.079
Electric Winch (Anchor Winch)	1	pcs	38	0.038
Fire Extinguisher	2	pcs	2	0.004
Berat Total (ton)				0.590

3. Perhitungan Geosim

W1=	3.50	ton
W2=	4.09	ton

Diketahui:

L	=	13.00 m
B	=	3.85 m
T	=	0.75 m
CB	=	0.377
CD	=	0.241

Penentuan nilai K:

$(L2/L1)^3$	=	$W2/W1$
$L2/L1$	=	$(W2/W1)^{1/3}$
$L2/L1$	=	1.053
K	=	1.053

Ukuran Baru:

Lmoulded	=	13.693 m
Bmoulded	=	4.055 m
H	=	2.307 m
T	=	0.790 m
Displacement	=	16.945 ton
CD	=	0.241 Same as the basic ship

Ukuran baru Final

LoA	=	14.4	m
Lmoulded	=	13.6	m
Bmoulded	=	4.0	m
H	=	2.3	m
T	=	0.8	m
CB	=	0.38	
Displacement	=	16.951	ton
CD	=	0.241	Same as the basic ship

MAIN DIMENSION AND COEFFICIENT CALCULATION

Input Data:

LoA =	14.40 m		
Lpp =	13.60 m		
Lwl =	13.60 m	L / B =	3.400
B =	4.00 m	B / T =	5.000
H =	2.30 m	T / H =	0.348
T =	0.80 m	$\rho =$	1025 kg/m ³
g =	9.81 m/s ²	=	1.025 ton/m ³
$V_{service} =$	30 knot		
=	15.4332 m/s		
$V_{max} =$	40 knot		
=	20.5776 m/s		

Calculation:

• **Froude Number** *(Principles of Naval Architecture Vol.II htm.58)*

Speed (knot)	Fr	Fn ∇
30	1.336	3.117
40	1.782	4.156

$$Fn\nabla = \frac{V}{\sqrt{g\nabla^{1/3}}} \qquad Fr = \frac{Vs}{\sqrt{gL}} \qquad \text{(Principles of Naval Architecture Vol.II htm.102)}$$

• **Ratios of Dimensions** *(Principles of Naval Architecture Vol.II htm. 19 & 101)*

L / B =	3.400	→	2.52 ≤ L/B ≤ 18.26	OK	Savitsky Planing Hull Method
B / T =	5.000	→	1.7 ≤ B/T ≤ 9.8	OK	
L / $\nabla^{1/3} =$	8.602	→	3.07 ≤ L / $\nabla^{1/3}$ ≤ 12.4	OK	
$Ap/\nabla^{2/3} =$	7.149	→	4.0 ≤ $Ap/\nabla^{2/3}$ ≤ 8.5	OK	
$L_p/B_{PX} =$	3.419	→	2.0 ≤ L_p/B_{PX} ≤ 7.0	OK	
$L_p/B_{PA} =$	4.012	→	2.36 ≤ L_p/B_{PA} ≤ 8.56	OK	

• **Block Coefficient**

$$C_B = 0.380$$

= (Pemodelan Redraw Maxsurf)

$$= 0.380$$

• **Midship Section Coefficient**

$$C_M = \text{(Pemodelan Redraw Maxsurf)}$$

$$= 0.523$$

• **Waterplane Coefficient**

$$C_{WP} = \text{(Pemodelan Redraw Maxsurf)}$$

$$= 0.821$$

• **Longitudinal Center of Buoyancy (LCB)**

a. LCB = (Pemodelan Redraw Maxsurf)

$$= 6.023 \text{ m}$$

MAIN DIMENSION AND COEFFICIENT CALCULATION

• **Prismatic Coefficient**

(Principles of Naval Architecture Vol.1 hal.19)

$$C_P = C_B / C_M$$

$$= 0.728$$

• **∇ (m³)**

$$\nabla = L_{WL} \times B \times T \times C_B$$

$$= 16.538 \text{ m}^3$$

$$= (\text{Pemodelan Redraw Maxsurf})$$

$$= 15.616 \text{ m}^3$$

• **Δ (ton)**

$$\Delta = L_{WL} \times B \times T \times C_B \times \rho$$

$$= 16.951 \text{ ton}$$

$$= (\text{Pemodelan Maxsurf})$$

$$= 16.01 \text{ ton}$$

• **Data Hidrostatik (Maxsurf)**

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	16.01	t
2	Volume (displaced)	15.616	m ³
3	Draft Amidships	0.800	m
4	Immersed depth	0.800	m
5	WL Length	13.600	m
6	Beam max extents on WL	3.780	m
7	Wetted Area	49.316	m ²
8	Max sect. area	1.578	m ²
9	Waterpl. Area	42.215	m ²
10	Prismatic coeff. (Cp)	0.728	
11	Block coeff. (Cb)	0.380	
12	Max Sect. area coeff. (Cm)	0.523	
13	Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.821	
14	LCB length	6.023	from aft perp.
15	LCF length	5.702	from aft perp.
16	LCB %	44.291	from aft perp.
17	LCF %	41.927	from aft perp.
18	KB	0.559	m
19	KG fluid	0.000	m
20	BMt	2.801	m
21	BML	31.611	m
22	GMt corrected	3.361	m
23	GML	32.170	m
24	KMt	3.361	m
25	KML	32.170	m
26	Immersion (TPc)	0.433	tonne/cm
27	MTc	0.379	tonne.m
28	RM at 1deg = GMt Disp. sin(1)	0.939	tonne.m
29	Length:Beam ratio	3.598	
30	Beam:Draft ratio	4.725	
31	Length:Vol ^{0.333} ratio	5.441	

Resistance Calculation (Savitsky Method)

Input Data:

$V_s =$	30 knot	$b = B_{px} =$ Lebar maks <i>chine beam</i>	
	15.433 m/s		3.978 m
	50.634 ft/sec		13.05118152 ft
$V_{max} =$	40 knot	$\nabla =$	15.616 m ³
	20.578 m/s	$\Delta =$	16.01 ton
	67.512 ft/sec		16010 kg
$\rho =$	1025 kg/m ³		35295.966 lbs
	1.025 ton/m ³	WSA =	49.037 m ²
	1.988828 slugs/cu.ft	$\lambda =$ Perbandingan panjang dan lebar Wetted	
$u =$	1.18831E-06	$\tau =$ Trim angle	
$g =$	9.81 m/s ²	$\beta =$ Dead rise	
	32.18503942 ft/sec ²	$\beta =$	22 °

Calculation:

1. Perhitungan Koefisien Kecepatan (Cv) *(Principles of Naval Architecture Vol.II hlm.102)*

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

$$= 3.295$$

2. Perhitungan Froude Number Volume *(Principles of Naval Architecture Vol.II hlm.58)*

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

$$= 4.156$$

• Perhitungan Froude Number LWL *(Principles of Naval Architecture Vol.II hlm.102)*

$$F_n \frac{V_s}{\sqrt{g \cdot L}}$$

$$= 1.782$$

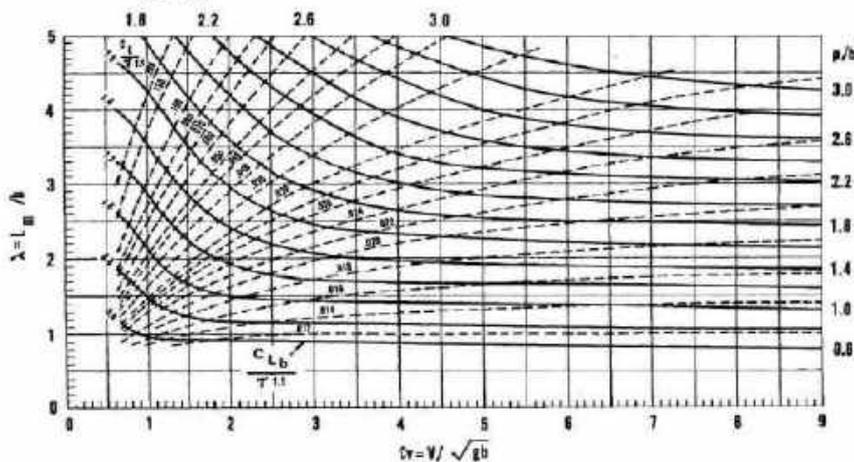
3. Perhitungan Koefisien Angkat (Clo) *(Principles of Naval Architecture Vol.II hlm.102)*

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

$$= 0.046$$

3. Perhitungan p/b (LCG/b)

LCG = 5.456	m
b = 3.978	m
LCG/b = 1.371	
Cv = 3.295	
$C_l / \tau^{1.1} = 0.020$	(Grafik)
$\lambda = 2.300$	(Grafik)
$\tau = 2.1$	°



Nomogram for equilibrium conditions

(Principles of Naval Architecture Vol.II hlm.104)

5. Perhitungan Reynold Number (Rn)

$$R_n = \frac{V \times \lambda \times b}{\nu}$$
$$= 158437355.101$$
$$= 1.58.E+08$$

6. Perhitungan Koefisien Tahanan Gesek (Cf)

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

(High Speed Ship Total Resistance Calc. (An Eng. Study) hlm.16)

7. Perhitungan Hambatan Total (R_T)

$$R_T = \Delta \tan \tau + \frac{1/2 \rho V^2 \lambda b^2 C_f}{\cos \tau \cos \beta}$$
$$= 4583.515$$
$$= 20.387$$

(Principles of Naval Architecture Vol.II hlm.104)

$$R_T + 15\% \text{ (margin)} = 23.446$$

lbs

kN

kN

(High Speed Ship Total Resistance Calc. (An Eng. Study) hlm.16)

Propulsion & Power Calculation

Input Data:

$R_T =$	23.446 kN	$V_s =$	30 knot
$\rho =$	1025 kg/m ³	$=$	15.433 m/s
$\rho =$	1.025 ton/m ³	$\eta_{Main\ Engine} =$	2
$V_{max} =$	40 knot		
$=$	20.5776 m/s		

Calculation:

1. Perhitungan Daya Efektif Kapal (EHP)

$$\begin{aligned}
 EHP &= R_T \times V && \text{(ref: PNA vol.II, hal.153)} \\
 &= 482.4540576 && \text{KW} \\
 &= 646.7212569 && \text{HP}
 \end{aligned}$$

$$1 \text{ HP} = 0.746 \text{ kW}$$

2. Perhitungan Power Engine

a. Perhitungan DHP

$$\begin{aligned}
 DHP &= && EHP/\eta_D \\
 &= && 804.090096 \text{ KW} \qquad \eta_D = 0.6
 \end{aligned}$$

(ref: METHODOLOGY OF THE HYBRID PROPULSION SYSTEM (DMP & DEP) FOR TRIMARAN TYPE FAST PATROL BOAT)

b. Perhitungan SHP

Untuk kapal dengan kamar mesin terletak pada bagian belakang kapal akan mengalami *losses* sebesar 2%, sedangkan kapal dengan kamar mesin terletak pada bagian *midship* kapal mengalami *losses* sebesar 3%.
(Principle of Naval Architecture, Vol II Page 131)

Pada perencanaan ini, letak kamar mesin berada di bagian belakang kapal.

$$\begin{aligned}
 SHP &= DHP/hshb && hshb = \text{Losses letak kamar mesin} \\
 &= 820.500 \text{ KW} && = 0.98
 \end{aligned}$$

c. Perhitungan BHPscr

digunakan *gearbox* yang berfungsi untuk mengurangi kecepatan putar tetapi terjadi *losses* akibat *gearbox*.
(Parametric Design, Page 11-31)

$$\begin{aligned}
 BHPscr &= SHP/h_G && h_G = \text{Losses akibat gearbox} \\
 &= 837.245 \text{ KW} && = 0.98
 \end{aligned}$$

(ref: METHODOLOGY OF THE HYBRID PROPULSION SYSTEM (DMP & DEP) FOR TRIMARAN TYPE FAST PATROL BOAT)

d. Perhitungan BHPmer

Merupakan daya yang keluar pada kondisi maksimum dari motor induk, dimana besarnya antara 10% - 20% atau menggunakan *engine margin* sebesar 15%.

Daya BHPscr diambil 85% untuk efisiensi.

$$\begin{aligned}
 BHPmer &= 984.994 \text{ KW} \\
 &= 1320.367 \text{ HP} \\
 BHPmer \text{ tiap engine} &= 492.497 \text{ KW} \\
 &= 660.183723 \text{ HP}
 \end{aligned}$$

2. Perhitungan Power Generator

Sistem Kelistrikan Kapal adalah AC

System Voltage 120.0

Daftar komponen kelistrikan kapal

Ref : <https://www.sailboat-cruising.com/boat-electrics.html>

No	Peralatan Listrik	Arus Listrik (Ampere)
1	Anchor Light	0.9
2	Electric Winch(Anchor Winch)	60.0
3	Autopilot	4.0
4	Bilge Pump	5.0
5	Cabin Lights	1.8
6	Chart Plotter/GPS	0.8
7	Chart Table Light	0.3
8	Cockpit Instruments	0.3
9	Cockpit Light	1.0
10	Compass Light	0.2
11	Deck Lights	1.7
12	Distribution panel & DCM	0.1
13	Fresh Water Pump	4.0
14	Gas Alarm	0.6
15	Masthead Light	0.9
16	Navigation Lights	3.7
17	Navtex	0.4
18	Radar(Stanby)	1.0
19	Radar(Transmit)	2.5
20	SSB (Stanby)	1.0
21	SSB(Transmit)	25.0
22	Stereo	1.0
23	Ventilation Fans	1.0
24	VHF (Stanby)	0.3
25	VHF (Transmit)	1.2
26	Watermaker (Destilator)	6.0
27	Marine Air Conditioning	26.0
28	Fire Fighting Pump	50.0
Total		200.7

IKVA = 0.800 KW

KVA = Maximum Total Leg Amps. x System Voltage/1000

= 24.084

Power = 19.2672 KW

Efficiency Factor= 25%

Power = 24.084 KW

= 32.28418231 HP

Pemilihan Main Engine

Brand = Caterpillar Marine Power System

Type = C12 Propulsion Engine

Output Power =	526 kW
=	705 HP
n =	2300 rpm
Length =	1574 mm
Height =	1005 mm
Width =	969 mm
Weight =	1174 kg
=	1.174 ton
Konsumsi fuel =	138.1 l/h

Pemilihan Auxiliary Engine

Brand = Caterpillar Marine Power System

Type = C2.2 Generator Set

n =	1800 rpm
Maximum power =	27 kW
Length =	1170 mm
Height =	775 mm
Width =	608 mm
Weight =	466 kg
=	0.466 ton
Konsumsi fuel =	8.5 l/h

PERHITUNGAN BERAT PERMESINAN DAN PROPULSI

Input Data:

D =	0.685	m	DHP = 804.09	kW	(Delivery Horse Power)
n =	2300	rpm	BHP = 984.99	kW	(Brake Horse Power)
z =	2	buah	Power = 24.08	kW	(Generator Set)

Calculation:**1. Main Engine**

	n =	2			
	W _E =	2.348			ton
VCG	=	1.202			m
LCG	=	4.613			m

2. Propulsion Unit

• **Shafting** *(Ship Design for Efficiency and Economy-2nd Edition him.175)*

	n =	2			
	Panjang poros	3.5			m
	M _{s/l} =	$0.081 \left(\frac{P_D}{n} \right)^{\frac{2}{3}}$			
	=	0.040			
	M _s =	M _{s/l} · L · n			
	W _{shaft} =	0.281			ton
VCG	=	0.389			m
LCG	=	2.045			m

	Rudder				
	n =	2			
	W _{Rud} =	Katalog Rudder			
	=	125			lbs
	=	0.113			ton
VCG	=	0.148			m
LCG	=	0			m

	Propeller				
	n =	2			
	W _{prop} =	Katalog propeller			
	=	48			lbs
	=	0.044			ton
VCG	=	0.102			m
LCG	=	0.416			m

	Total				
	W _{Total Propulsion} =	M _s + W _{Rudder} + W _{propeller}			
	=	0.438			ton
VCG	=	0.29814042			m
LCG	=	1.354116593			m

3. Electrical Unit

	W _{gen} =	0.466			ton
VCG	=	0.455			m
LCG	=	4.613			m

4. Other Weight

• *(Ship Design for Efficiency and Economy-2nd Edition him.177)*

	W _{ow} =	(0.04-0.07)P _D			; diambil 0.05
	=	1.204			ton
VCG	=	1.5			m
LCG	=	4.135			m

5. Total

Berat Total	=	4.457			
VCG	=	1.115511765			m
LCG	=	4.163307541			m

Perhitungan Komponen Berat Kapal

	Graphite Composite (aerospace grade)	Graphite Composite (commercial grade)	Fiberglass Composite	Aluminum 6061 T-6	Steel, MIL
Cost \$/LB	\$20-\$250+	\$5-\$20	\$1.50-\$3.00	\$5	\$30
Strength (psi)	90,000-200,000	50,000-50,000	20,600-35,000	35,000	60,000
Stiffness (psi)	$10 \times 10^6 - 30 \times 10^6$	$8 \times 10^5 - 10 \times 10^5$	$1 \times 10^6 - 1.5 \times 10^6$	10×10^6	30×10^6
Density (lb/in ³)	0.50	0.50	0.55	.10	.30
Specific Strength	$1.8 \times 10^6 - 4 \times 10^6$	$1 \times 10^5 - 1.8 \times 10^6$	363,640-636,300	350,000	200,000
Specific Stiffness	$200 \times 10^6 - 1,000 \times 10^6$	$160 \times 10^6 - 200 \times 10^6$	$1.8 \times 10^6 - 27 \times 10^6$	100×10^6	100×10^6
CTE (in/in-F)	$-1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-6}$	$1 \times 10^{-6} - 2 \times 10^{-6}$	$6 \times 10^{-6} - 8 \times 10^{-6}$	13×10^{-6}	7×10^{-6}

Sumber : Tugas Akhir (Desain Konsep Kapal Perang Serbu Catamaran Tank Boat

Dengan Sistem Penggerak Utama Turbojet Sebagai Kekuatan Pengamanan Wilayah Maritim Indonesia)

Densitas Material Fiber
$0.055 \text{ lb/in}^3 = 0.0249 \text{ kg/in}^3$
$= 1519.5 \text{ kg/m}^3$

Perhitungan Tebal Lambung

jarak gading umumnya = 500 mm

(BKI (Fiberglass Reinforced Plastics Ships))

$$t_s = 15 \times a \sqrt{T + 0,026 \times L} \text{ (mm)}$$

Di mana:

- a = jarak gading
- T = tinggi sarat kapal
- L = panjang kapal

$$tS = 15 \times 0.5 \sqrt{0.8 + 0.026 \times 13.6} \text{ mm}$$

$$= 8.05543 \text{ mm}$$

Diambil = 9 mm

tebal lapisan kulit alas tidak kurang dari:

Kulit alas pada konstruksi tunggal

$$t_b = 15,8 \times a \sqrt{T + 0,026 \times L} \text{ (mm)}$$

$$tB = 15.8 \times 0.5 \sqrt{0.8 + 0.026 \times 18} \text{ mm}$$

$$= 8.48506 \text{ mm}$$

Diambil = 9 mm

Sumber : BKI

Tebal lambung secara keseluruhan yang diambil agar konstruksi tidak gagal

$$= \underline{9} \text{ mm}$$

Perhitungan Tebal Geladak

Tebal geladak diasumsikan sama dengan tebal lambung

Diambil= 9 mm

Perhitungan Tebal Superstructures

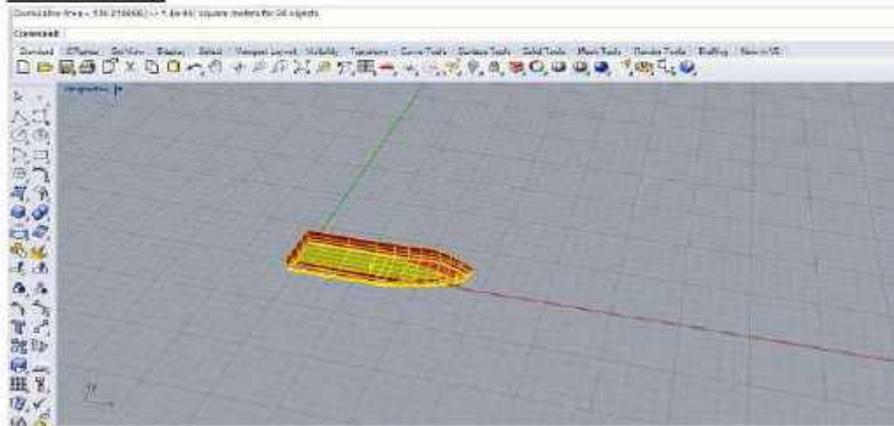
Tebal geladak diasumsikan sama dengan tebal lambung

Diambil= 9 mm

Perhitungan Berat

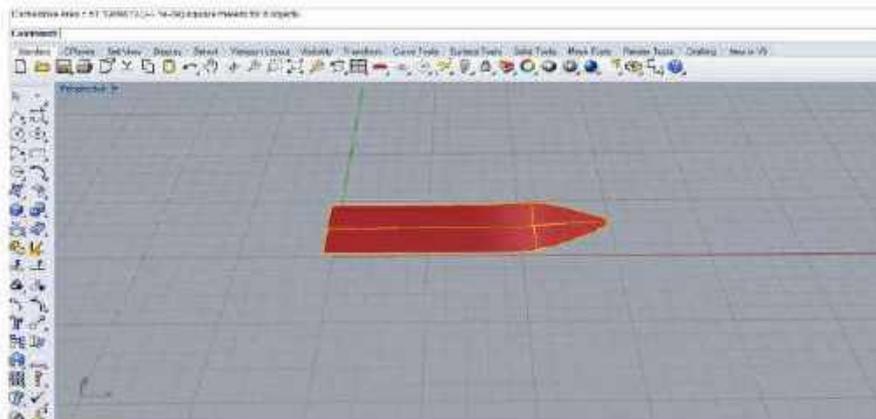
Perhitungan luasan, dihitung menggunakan *Software Rhinoceros*

1. Lambung



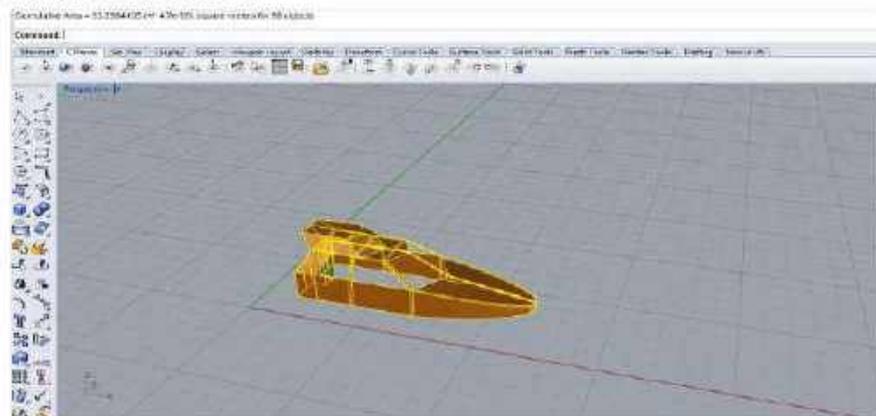
Luas	=	136.219 m ²
Tebal	=	0.009 m
p Material Fiber	=	1,519.497 kg/m ³
Berat	=	1.863 ton
VCG	=	0.881 m
LCG	=	6.183 m

2. Geladak



Luas	=	51.137 m ²
Tebal	=	0.009 m
p Material Fiber	=	1,519.497 kg/m ³
Berat	=	0.699 ton
VCG	=	2.361 m
LCG	=	6.442 m

3. Super Structure



Luas	=	54.512 m ²
Tebal	=	0.009 m
p Material Fiber	=	1,519.497 kg/m ³
Berat	=	0.745 ton
VCG	=	3.563 m
LCG	=	6.541 m

4. Konstruksi

Berat konstruksi, menurut pengalaman empiris 20% -30% dari berat lambung kapal (diambil 30%)

Sehingga,

Berat	=	0.992 ton
-------	---	-----------

5. Total

Berat Total	=	4.300 ton
VCG	=	1.799 m
LCG	=	6.318 m

NAVIGATION

No	Nama Barang	Jumlah	Berat	Satuan	VCG (m)	LCG (m)
1	Navigation System	1	300	kg	2.974	7.946
2	Lampu Navigasi	4	20.5	kg	4.683	6.93
3	Lampu Pendant	4	10	kg	3.7825	8.136
4	Lampu Sorot	1	16.5	kg	4.683	7.237
5	Lampu Kerja	1	5.5	kg	4.399	6.93
6	Lampu TL	2	5.2	kg	3.7825	8.136
7	Radar tower	1	50	kg	4.227	5.896
8	Compass tower	1	50	kg	5.318	5.074
	Total	457.7	kg	VCgtot	3.5490704	m
		0.458	ton	LCGtot	7.3313474	m

Ref: Tugas Akhir (Desain Konsep Kapal Perang Serbu Catamaran Tank Boat

Dengan Sistem Penggerak Utama Turbojet Sebagai Kekuatan Pengamanan Wilayah Maritim Indonesia)

EQUIPMENT AND OUTFITTING

1. Kursi

Kursi Crew (With Suspension)

Jumlah kursi	=	6.000	unit
Berat kursi	=	25.000	kg
Berat Total	=	150.000	kg
	=	0.150	ton
VCG	=	2.969	m
LCG	=	6.192	m

Kursi Penumpang (With Suspension)

Jumlah kursi	=	10.000	unit
Berat kursi	=	25.000	kg
Berat Total	=	250.000	kg
	=	0.250	ton
VCG	=	1.399	m
LCG	=	10.532	m

2. Peralatan Keselamatan

· Life Raft

Kapasitas angkut 1 life raft	=	6.000	orang
Life raft yang dibutuhkan	=	2.000	buah
Total kapasitas life raft	=	12.000	orang
Berat 1 unit life raft	=	57.000	kg
Berat total 4 unit life raft	=	114.000	kg
	=	0.114	ton
VCG	=	2.688	m
LCG	=	0.778	m

· Life Jacket

Jumlah penumpang dan kru kapal	=	16.000	orang
Life jacket yang dibutuhkan	=	16.000	buah
Berat 1 unit life jacket	=	0.740	kg
Berat total	=	11.840	kg
	=	0.012	ton
VCG	=	2.966	m
LCG	=	4.354	m

· Life Buoy

Life jacket yang dibutuhkan	=	6.000	buah
Berat 1 unit life jacket	=	2.500	kg
Berat total	=	15.000	kg
	=	0.015	ton
VCG	=	2.800	m
LCG	=	6.800	m

3. Water canon components

· Manual Fire Monitors

Yang dibutuhkan	=	2.000	buah
Berat 1 unit	=	34.000	kg
Berat total	=	68.000	kg
	=	0.068	ton
VCG	=	3.022	m
LCG	=	2.685	m

· Fire Pump

Pump yang dibutuhkan	=	1.000	buah
Berat 1 unit	=	261.000	kg
Berat total	=	261.000	kg
	=	0.261	ton
VCG	=	0.931	m
LCG	=	1.200	m

EQUIPMENT AND OUTFITTING**4. Water Maker (Destilator)**

Yang dibutuhkan	=	1.000	buah
Berat 1 unit	=	79.000	kg
Berat total	=	79.000	kg
	=	0.079	ton
VCG	=	0.979	m
LCG	=	1.200	m

5. Fresh Water Pump

Yang dibutuhkan	=	1.000	buah
Berat 1 unit	=	1.600	kg
Berat total	=	1.600	kg
	=	0.002	ton
VCG	=	0.821	m
LCG	=	1.725	m

6. Bilge Pump

Yang dibutuhkan	=	1.000	buah
Berat 1 unit	=	2.250	kg
Berat total	=	2.250	kg
	=	0.002	ton
VCG	=	0.267	m
LCG	=	3.692	m

7. Marine Air Conditioning

Yang dibutuhkan	=	1.000	buah
Berat 1 unit	=	30.844	kg
Berat total	=	30.844	kg
	=	0.031	ton
VCG	=	0.931	m
LCG	=	1.119	m

8. Electric Winch (Anchor Winch)

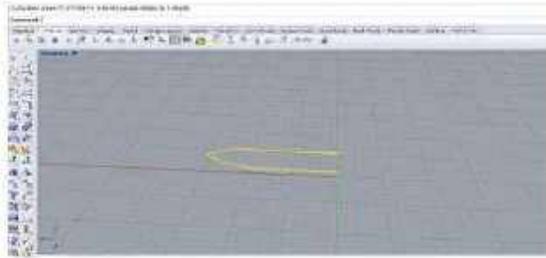
Yang dibutuhkan	=	1.000	buah
Berat 1 unit	=	38.000	kg
Berat total	=	38.000	kg
	=	0.038	ton
VCG	=	2.728	m
LCG	=	13.073	m

9. Fire Extinguisher

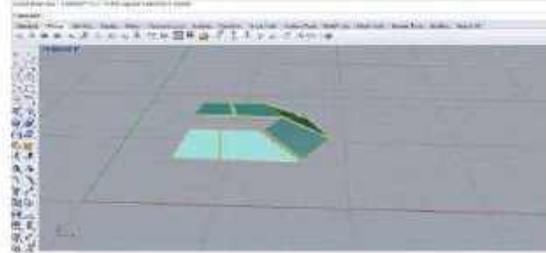
Yang dibutuhkan	=	2.000	buah
Berat 1 unit	=	2.000	kg
Berat total	=	4.000	kg
	=	0.004	ton
VCG	=	2.900	m
LCG	=	6.772	m

10. Anchor

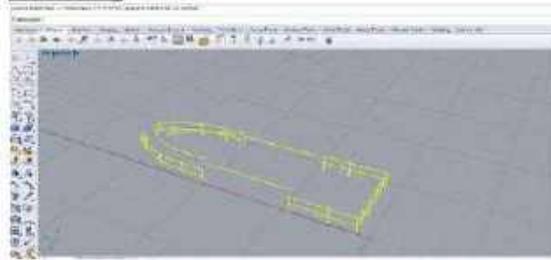
Yang dibutuhkan	=	1.000	buah
Berat 1 unit	=	25.000	kg
Berat total	=	25.000	kg
	=	0.025	ton
VCG	=	2.423	m
LCG	=	14.533	m

11. Fender*(Software Rhinoceros)*

Luas	=	11.431 m ²
Tebal	=	0.005 m
p Material Fender (Aluminium)	=	2700.000 kg/m ³
Berat	=	0.154 ton
VCG	=	2.271 m
LCG	=	6.352 m

12. Kaca*(Software Rhinoceros)*

Luas	=	9.860 m ²
Tebal	=	0.006 m
p Material Kaca	=	2579.000 kg/m ³
Berat	=	0.153 ton
VCG	=	3.928 m
LCG	=	6.927 m

13. Railing

(Software Rhinoceros)

Luas	=	7.995 m ²
Tebal	=	0.003 m
p Material Railing	=	2700.000 kg/m ³
Berat	=	0.065 ton
VCG	=	3.053 m
LCG	=	6.376 m

14. Other (Cable, Pipe, dll)*Diasumsikan beratnya 30% dari berat sistem outfitting*

Berat	=	0.264	ton
VCG	=	2.100	m
LCG	=	6.800	m

15. Total

Berat Total	=	1.687	ton
VCG	=	2.143	m
LCG	=	5.677	m

CONSUMABLE CALCULATION

1. Konsumsi Bahan Bakar Mesin Induk (Fuel Oil Consumption)

BHP =	985	kW	
S =	250	nm	
V =	30	knots =	16.32 m/s

Voyage data

Voyage radius =	250	nm	
Voyage radius =	463000.000	m	
Voyage time =	28370.098	s	
Voyage time =	7.881	hour	
konsumsi=	138.1	liter/jam	
V_{HFO} =	1197.139	liter	(margin 10%)
=	1.197139	m ³	untuk 1 mesin
=	2.394279	m ³	untuk 2 mesin
ρ_{FO} =	0.9443	ton/m ³	
W_{HFO} =	1.130	ton	untuk 1 mesin
W_{HFO} =	2.261	ton	untuk 2 mesin
VCG=	1.45	m	
LCG=	6.25	m	

2. Konsumsi Bahan Bakar Generator (Diesel Oil Consumption)

konsumsi=	8.5	liter/jam	
V_{HFO} =	73.68345	liter	(margin 10%)
=	0.073683	m ³	untuk 1 mesin
W_{HFO} =	0.070	ton	
W_{HFO} =	0.070	ton	
VCG=	0.95	m	
LCG=	6.25	m	

3. Fresh water

(Ship Design and Construction, ch. 11 pg. 26 (pg. 305))

ρ_{FW} =	1000	kg/m ³	
ρ_{FW} =	1	ton/m ³	
V_{FW} =	0.893133	m ³	
W_{FW} =	0.17	ton/(person x day)	
W_{FW} =	0.893133	ton	untuk 2 tank
=	0.446566	ton	untuk 1 tank
VCG=	1.11	m	
LCG=	2.7	m	

CONSUMABLE CALCULATION

4. Crew dan Penumpang

· Crew

Jumlah =	6	orang
Berat =	80	kg
Berat Total =	480	kg
=	0.48	ton
VCG=	3.164	m
LCG=	6.192	m

· Penumpang

Jumlah =	10	orang
Berat =	80	kg
Berat Total =	800	kg
=	0.8	ton
VCG=	1.724	m
LCG=	10.532	m

5. Total

Berat Total	=	4.504	ton
VCG	=	1.60619963	m
LCG	=	6.30043	m

REKAPITULASI

LWT	=	10.90074	ton
VCG	=	1.646076	m
LCG	=	5.380633	m
DWT	=	4.504	ton
VCG	=	1.6062	m
LCG	=	6.300435	m
Total	=	15.404	ton
VCG	=	1.634418	m
LCG	=	5.649547	m

Total Berat Kapal (DWT + LWT)			
No	Komponen Berat Kapal	Value	Unit
1	Berat Kapal Bagian DWT	4.504	ton
2	Berat Kapal Bagian LWT	10.901	ton
Total		15.404	ton

Batasan Kapasitas Kapal Sesuai Hukum Archimedes			
No	Komponen Berat Kapal	Value	Unit
1	Displacement = Pemodelan Maxsurf	16.0	ton
2	DWT	4.504	ton
3	LWT	10.901	ton
4	Displacement = DWT + LWT	15.404	ton
Selisih		0.602	ton
		3.91%	(2% ~ 10%)

FREEBOARD CALCULATION

Data:

LoA	=	14.4	m
Lmoulded	=	13.6	m
Bmoulded	=	4.0	m
H	=	2.3	m
T	=	0.8	m

Penentuan besarnya freeboard menggunakan Non Convention Vessel Standard (NCVS) Indonesia
Dengan aturan sebagai berikut:

Untuk kapal dengan panjang sampai dengan 15 meter, penentuan besar lambung timbulnya:

- tidak boleh kurang dari 250 mm dari garis geladak, untuk kapal yang berlayar di laut yang sangat terbatas. Penentuan D laut perairan terbatas ditetapkan oleh Otoritas berwenang.
- Tidak kurang dari 150 mm untuk kapal yang berlayar di perairan sungai, danau dan waduk.

Untuk kapal-kapal yang konstruksi dengan panjang kurang dari 15 meter, besaran garis muat ditetapkan sebesar $0.85 H$, dimana H = tinggi kapal yang dihitung pada tengah-tengah kapal.

Sehingga,

$$F_b = H - T = 1.5 \text{ m} \quad (\text{memenuhi})$$

TRIM CALCULATION

Perhitungan trim, dilakukan dengan standard aturan NCVS 2009.

Peraturan ini mensyaratkan batas trim ≤ 0.3 untuk kapal yang memiliki haluan bentuk lancip dan buritan berbentuk datar dan memiliki panjang $L \leq 45$ m

Data:

Batas maksimal Trim = 0.300 m

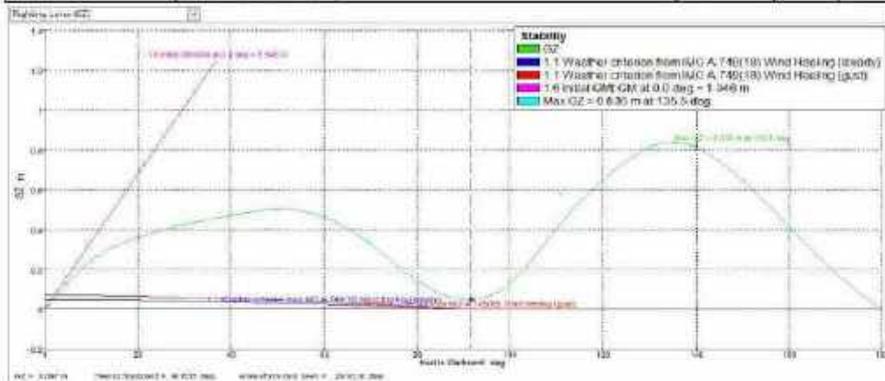
Analisis trim menggunakan *Software Maxsurf Stability*

No.	Kondisi	Nilai Trim (m)	Trim	Syarat
1	Kapal Kosong	-0.296	Trim Buritan	Pass
2	Keberangkatan (<i>Crew+consumable</i> 100%)	-0.297	Trim Buritan	Pass
3	<i>Rescue</i> Korban (<i>Crew+ penumpang+consumable</i> 50%)	-0.16	Trim Buritan	Pass
4	Kedatangan (<i>Crew+ penumpang+consumable</i> 0%)	-0.148	Trim Buritan	Pass

STABILITY

Konteski /
Pemerintah Kapal Koning

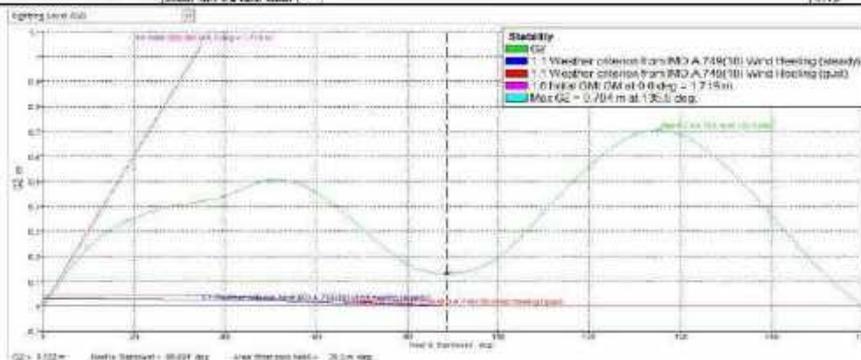
Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	
HSC 2000 Annex 8 Monohull Intact	1.1 Weather criterion from IMO A.749(18)				Pass	
	Wind arm: $a = P A (h - H) / (\rho \text{ disp.}) \text{ cm}^2/\text{m}^3$					
	constant: $a =$	1				
	wind pressure: $P =$	504	Pa			
	area centroid height (from zero point): $h =$	1.75	m			
	total area: $A =$	38.996	m ²			
	height of lateral resistance: $H =$	1.5	m			
	resistive power: $n =$	1				
	gust ratio	1.5				
	Area2 integrated to the lesser of					
	heel back angle from equilibrium (with steady heel arm)	0.14 (1.6)	deg	1.6		
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	45	deg	45.000		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with gust heel arm)	180	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	0	deg	0.000		
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	MarginInclIncrsionAngle				
	Criteria:					
	Angle of steady heel shall not be greater than (\leq)	16	deg	1.700	Pass	
	Angle of steady heel / Marginline immersion angle shall be less than ($<$)	80	%	3.680	Pass	
	Area1 / Area2 shall not be less than (\geq)	100	%	102742.26	Pass	
	Intermediate values					
	Heel arm amplitude		m	0.046		
	Equilibrium angle with steady heel arm		deg	1.7		
	Equilibrium angle with gust heel arm		deg	2.5		
	Marginline immersion angle		deg	45.8		
	Area1 (under GZ), from 2.5 to 45.0 deg.		m.rad	0.2643		
	Area1 (under HA), from 2.5 to 45.0 deg.		m.rad	0.0457		
	Area1, from 2.5 to 45.0 deg.		m.rad	0.2186		
	Area2 (under GZ), from 1.6 to 2.5 deg.		m.rad	0.0009		
	Area2 (under HA), from 1.6 to 2.5 deg.		m.rad	0.0011		
	Area2, from 1.6 to 2.5 deg.		m.rad	0.0002		
	HSC 2000 Annex 8 Monohull Intact	1.2 Area 0 to 30 or GZmax				Pass
		from the greater of				
spec. heel angle		0	deg	0		
to the lesser of						
spec. heel angle		30	deg	30		
angle of first GZ peak		50.9	deg			
angle of max. GZ		135.5	deg			
first downflooding angle		n/a	deg			
lower heel angle		15	deg			
required GZ arm at lower heel angle		0.07	m.rad			
higher heel angle		30	deg			
required GZ arm at higher heel angle		0.035	m.rad			
shall not be less than (\geq)	0.035	m.rad	0.1456	Pass		
HSC 2000 Annex 8 Monohull Intact	1.3 Area 30 (1) 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	30	deg	30		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	40	deg	40		
	first downflooding angle	n/a	deg			
angle of vanishing stability	180	deg				
shall not be less than (\geq)	0.03	m.rad	0.0783	Pass		
HSC 2000 Annex 8 Monohull Intact	1.4 Max GZ at 30 or greater				Pass	
	in the range from the greater of					
	spec. heel angle	30	deg	30		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	180	deg			
angle of max. GZ	135.5	deg	135.5			
shall not be less than (\geq)	0.2	m	0.836	Pass		
Intermediate values						
angle at which this GZ occurs		deg	135.5			
HSC 2000 Annex 8 Monohull Intact	1.5 Angle of maximum GZ				Pass	
	shall not be less than (\geq)	15	deg	135.5	Pass	
HSC 2000 Annex 8 Monohull Intact	1.6 Initial GMt				Pass	
	spec. heel angle	0	deg			
	shall not be less than (\geq)	0.15	m	1.946	Pass	



STABILITY

Kondisi 2:
 Pemukiman: Kehemngkatan (Crew 5 orang, consumable 100%)

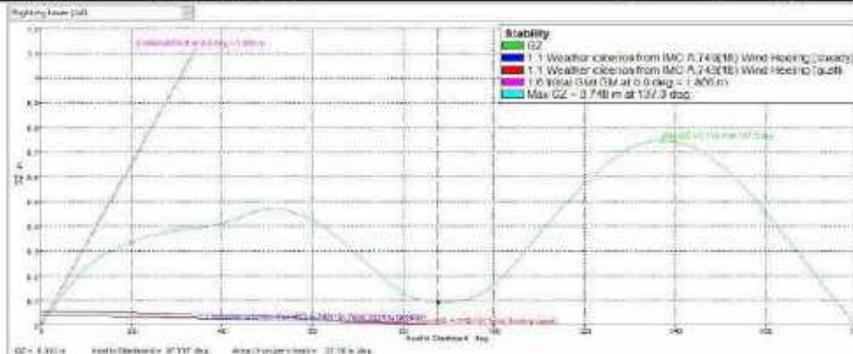
Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
HSC 2000 Annex 8 Monobull, Intact	1.1 Weather criterion from IMO A.749(18)				Pass
	Wind arm: $\frac{1}{2} P A (h - H) / (g \sin \phi) \cos^2(\phi)$				
	constant: $a =$	1			
	wind pressure: $P =$	504	Pa		
	area centroid height (from zero point): $h =$	1.75	m		
	total area: $A =$	38.996	m ²		
	height of lateral resistance: $H =$	1.5	m		
	cosine power: $n =$	1			
	gust ratio	1.5			
	Area2 integrated to the lesser of: roll back angle from equilibrium (with steady heel arm)	0.1 (1.2)	deg	1.2	
	Area 1 upper integration range; to the lesser of: spec. heel angle	45	deg	45.000	
	first down flooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability (with just heel arm)	180	deg		
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of: spec. heel angle	0	deg	0.000	
	Select required angle for a angle of steady heel ratio:	Marginal immersion Angle			
	Criteria:				Pass
	Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16	deg	1.200	Pass
	Angle of steady heel / Marginal immersion angle shall be less than (<)	80	%	5.290	Pass
	Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100	%	170827.4	Pass
	Intermediate values				
	Heel arm amplitude		m	0.034	
	Equilibrium angle with steady heel arm		deg	1.3	
	Equilibrium angle with gust heel arm		deg	1.9	
	Marginal immersion angle		deg	39.2	
	Area1 (under GZ), from 1.9 to 45.0 deg.		m.rad	0.224	
Area1 (under HA), from 1.5 to 45.0 deg.		m.rad	0.0245		
Area1, from 1.9 to 45.0 deg.		m.rad	0.2196		
Area2 (under GZ), from 1.2 to 1.9 deg.		m.rad	0.0005		
Area2 (under HA), from 1.2 to 1.9 deg.		m.rad	0.0007		
Area2, from 1.2 to 1.9 deg.		m.rad	0.0001		
HSC 2000 Annex 8 Monobull, Intact	1.2 Area 0 to 30 or GZmax				Pass
	from the greater of: spec. heel angle	0	deg	0	
	to the lesser of: spec. heel angle	30	deg	30	
	angle of first GZ peak	30.9	deg		
	angle of max. GZ	135.5	deg		
	first down flooding angle	n/a	deg		
	lower heel angle	15	deg		
	required GZ area at lower heel angle	0.07	m.rad		
	higher heel angle	30	deg		
	required GZ area at higher heel angle	0.055	m.rad		
	shall not be less than (>=)	0.055	m.rad	0.1413	Pass
	HSC 2000 Annex 8 Monobull, Intact	1.3 Area 30 to 40			
from the greater of: spec. heel angle		30	deg	30	
to the lesser of: spec. heel angle		40	deg	40	
first down flooding angle		n/a	deg		
angle of vanishing stability		180	deg		
shall not be less than (>=)		0.03	m.rad	0.0735	Pass
HSC 2000 Annex 8 Monobull, Intact	1.4 Max GZ at 30 or greater				Pass
	in the range from the greater of: spec. heel angle	30	deg	30	
	to the lesser of: spec. heel angle	180	deg		
	angle of max. GZ	135.5	deg	135.5	
	shall not be less than (>=)	0.2	m	0.704	Pass
HSC 2000 Annex 8 Monobull, Intact	Intermediate values				
	angles at which this GZ occurs		deg	135.5	
HSC 2000 Annex 8 Monobull, Intact	1.5 Angle of maximum GZ				Pass
	shall not be less than (>=)	15	deg	135.5	Pass
HSC 2000 Annex 8 Monobull, Intact	1.6 Initial GM				Pass
	spec. heel angle	0	deg		
	shall not be less than (>=)	0.15	m	1.719	Pass



STABILITY

Kondisi 3:
 Parameter Rata-rata (Crew 6 orang, penumpang 10 orang, konsumsi 50%)

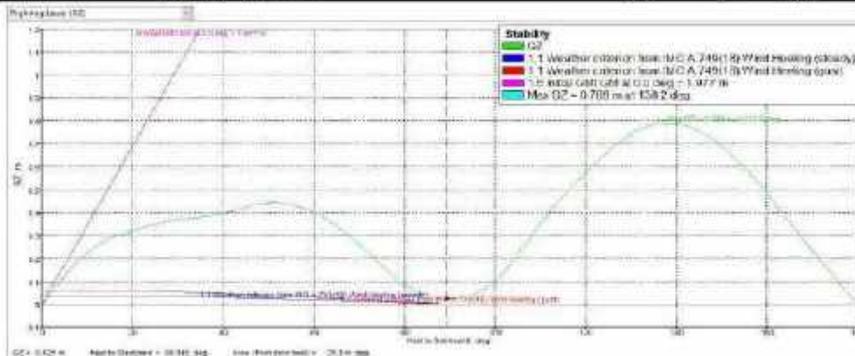
Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	
HSC 2000 Annex 8 Monohull, Intact	1.1 Weather criteria from IMO A.759(18)				Pass	
	Wind from a P.A. $(h - H) / (g \cdot disp.) \cdot \cos^2(\phi)$					
	constant: a =	1				
	wind pressure: P =	504	Pa			
	area centroid height (from zero point): h =	1.25	m			
	total area: A =	38.990	m ²			
	height of lateral resistance: H =	1.5	m			
	cosine power: n =	1				
	gust ratio	1.5				
	Area2 integrated to the lesser of roll back angle from equilibrium (with steady heel area)	0.14 (1.3)	deg	1.3		
	Area1 upper integration range, to the lesser of: spec. heel angle	45	deg	45.000		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with gust heel arm)	180	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of: spec. heel angle	0	deg	0.000		
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	Marginline Intrusion Angle				
	Criteria:				Pass	
	Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16	deg	1.000	Pass	
	Angle of steady heel / Marginline intrusion angle shall be less than (<=)	80	%	3.320	Pass	
	Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100	%	141499.1	Pass	
	Intermediate values					
	Heel arm amplitude		m	0.036		
	Equilibrium angle with steady heel arm		deg	1.4		
	Equilibrium angle with gust heel arm		deg	2.1		
	Marginline intrusion angle		deg	42.1		
	Area1 (under GZ), from 2.1 to 45.0 deg.		m rad	0.2472		
Area1 (under HA), from 2.1 to 45.0 deg.		m rad	0.0364			
Area1, from 2.1 to 45.0 deg.		m rad	0.2048			
Area2 (under GZ), from 1.3 to 2.1 deg.		m rad	0.0005			
Area2 (under HA), from 1.3 to 2.1 deg.		m rad	0.0008			
Area2, from 1.3 to 2.1 deg.		m rad	0.0001			
HSC 2000 Annex 8 Monohull, Intact	1.2 Area 0 to 30 or GZ/max from the greater of spec. heel angle	0	deg	0	Pass	
	to the lesser of spec. heel angle	30	deg	30		
	angle of first GZ peak	51.8	deg			
	angle of max. GZ	137.3	deg			
	first downflooding angle	n/a	deg			
	lower heel angle	15	deg			
	required GZ area at lower heel angle	0.07	m rad			
	higher heel angle	30	deg			
	required GZ area at higher heel angle	0.055	m rad			
	shall not be less than (>=)	0.055	m rad	0.1358	Pass	
HSC 2000 Annex 8 Monohull, Intact	1.3 Area 30 to 40 from the greater of spec. heel angle	30	deg	30	Pass	
	to the lesser of spec. heel angle	40	deg	40		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability	180	deg			
	shall not be less than (>=)	0.03	m rad	0.0992	Pass	
	HSC 2000 Annex 8 Monohull, Intact	1.4 Max GZ at 30 or greater in the range from the greater of spec. heel angle	30	deg	30	Pass
		to the lesser of spec. heel angle	180	deg		
angle of max. GZ		137.3	deg	137.3		
shall not be less than (>=)		0.2	m	0.748	Pass	
Intermediate values angle at which this GZ occurs			deg	127.3		
HSC 2000 Annex 8 Monohull, Intact	1.5 Angle of maximum GZ shall not be less than (>=)	15	deg	137.3	Pass	
	1.6 Initial GM				Pass	
HSC 2000 Annex 8 Monohull, Intact	spec. heel angle	0	deg			
	shall not be less than (>=)	0.15	m	1.856	Pass	



STABILITY

Kondisi 4:
 Pemakaian Kodatangan (Crew 6 orang, penumpang 10 orang, Consumable 0%)

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
HSC 2000 Annex 8 Monohull, Intact	1.1 Weather criterion from IMO A.749(18)				Pass
	Wind area $A \geq A (h - H) / (g \sin \alpha) \cos^2 \alpha$				
	constant: a =	1			
	wind pressure: $p =$	504	Pa		
	area centre height (from zero point): h =	1.75	m		
	total area: A =	38,990	m ²		
	height of lateral resistance: H =	1.5	m		
	cosine power: n =	1			
	gust ratio	1.5			
	Area2 integrated to the lesser of				
	roll back angle from equilibrium (with steady heel arm)	0.1415	deg	1.5	
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:				
	spec. heel angle	45	deg	45.000	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability (with gust heel arm)	180	deg		
	Angle for CZ_{max} in GZ ratio, the lesser of				
	spec. heel angle	0	deg	0.000	
	Select required angle for angle of steady heel ratio	Marginal immersion angle			
	Criteria:				Pass
	Angle of steady heel shall not be greater than (\leq)	16	deg	1.600	Pass
	Angle of steady heel / Marginal immersion angle shall be less than ($<$)	80	%	3.710	Pass
	Area1 / Area2 shall not be less than (\geq)	100	%	102.856.9	Pass
	Intermediate values				
	Heel arm amplitude		m	0.041	
	Equilibrium angle with steady heel arm		deg	1.6	
	Equilibrium angle with gust heel arm		deg	2.4	
	Marginal immersion angle		deg	43.7	
	Area1 (under GZ), from 2.4 to 43.0 deg.		m.rad	0.2313	
	Area1 (under HA), from 2.4 to 43.0 deg.		m.rad	0.041	
	Area1, from 2.4 to 43.0 deg.		m.rad	0.1903	
Area2 (under GZ), from 1.5 to 2.4 deg.		m.rad	0.0008		
Area2 (under HA), from 1.5 to 2.4 deg.		m.rad	0.001		
Area2, from 1.5 to 2.4 deg.		m.rad	0.0002		
1.2 Area 0 to 30 or CZ_{max}				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	0	deg	0		
to the lesser of					
spec. heel angle	30	deg	30		
angle of first GZ peak	50.9	deg			
angle of max. GZ	138.2	deg			
first downflooding angle	n/a	deg			
lower heel angle	15	deg			
required GZ area at lower heel angle	0.07	m.rad			
higher heel angle	30	deg			
required GZ area at higher heel angle	0.055	m.rad			
shall not be less than (\geq)	0.055	m.rad	0.1305	Pass	
1.3 Area 30 to 40				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	30	deg	30		
to the lesser of					
spec. heel angle	40	deg	40		
first downflooding angle	n/a	deg			
angle of vanishing stability	180	deg			
shall not be less than (\geq)	0.03	m.rad	0.0665	Pass	
1.4 Max GZ at 30 or greater				Pass	
in the range from the greater of					
spec. heel angle	30	deg	30		
to the lesser of					
spec. heel angle	180	deg			
angle of max. GZ	138.2	deg	138.2		
shall not be less than (\geq)	0.2	m	0.789	Pass	
Intermediate values					
angle at which the GZ occurs		deg	138.2		
HSC 2000 Annex 8 Monohull, Intact	1.5 Angle of maximum GZ				Pass
shall not be less than (\geq)	15	deg	138.2	Pass	
HSC 2000 Annex 8 Monohull, Intact	1.6 Initial GMI				Pass
spec. heel angle	0	deg			
shall not be less than (\geq)	0.35	m	1.977	Pass	

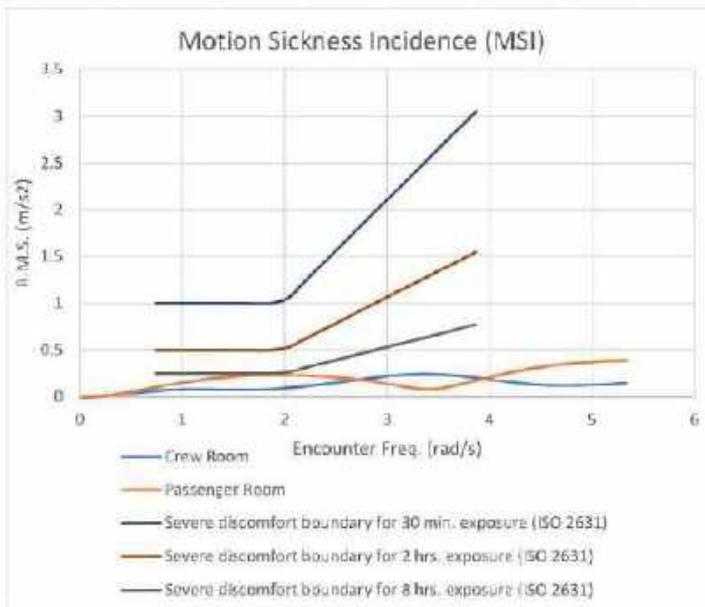


MSI (MOTION SICKNESS INCIDENCE)

1 Mean Wave Sea State 3 (3.25 m)
Following seas

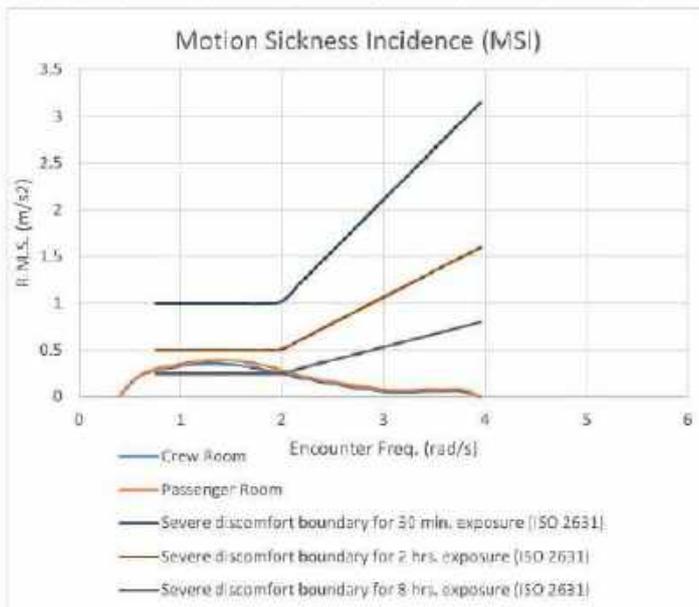
Without Suspension Seat

No	Encounter Freq (rad/s)	Crew Room (m/s ²)	Passenger Room (m/s ²)	Severe discomfort boundary for 30 min. exposure (ISO 2631) (m/s ²)	Severe discomfort boundary for 2 hrs. exposure (ISO 2631) (m/s ²)	Severe discomfort boundary for 8 hrs. exposure (ISO 2631) (m/s ²)	2% MSI after 2 hrs (m/s ²)	5% MSI after 2 hrs (m/s ²)	10% MSI after 2 hrs (m/s ²)	20% MSI after 2 hrs (m/s ²)	Keterangan (Batas MSI 10%)
1	0.007	0	0								
2	0.191	0.008	0.009								
3	0.375	0.027	0.033								
4	0.558	0.048	0.066								
5	0.742	0.066	0.103	1	0.5	0.25	0.291	0.437	0.645	1.055	Nyaman
6	0.926	0.076	0.139	1	0.5	0.25	0.222	0.332	0.471	0.769	Nyaman
7	1.11	0.08	0.171	1	0.5	0.25	0.216	0.322	0.438	0.745	Nyaman
8	1.294	0.079	0.197	1	0.5	0.25	0.214	0.318	0.418	0.737	Nyaman
9	1.478	0.076	0.217	1	0.5	0.25	0.228	0.34	0.449	0.797	Nyaman
10	1.661	0.076	0.23	1	0.5	0.25	0.25	0.38	0.502	0.875	Nyaman
11	1.845	0.081	0.236	1	0.5	0.25	0.286	0.43	0.581	0.961	Nyaman
12	2.029	0.094	0.236	1.054	0.528	0.264	0.331	0.494	0.665	1.069	Nyaman
13	2.213	0.114	0.231	1.254	0.63	0.315	0.39	0.584	0.779	1.246	Nyaman
14	2.397	0.137	0.219	1.453	0.732	0.366	0.451	0.683	0.902	1.443	Nyaman
15	2.58	0.164	0.203	1.653	0.834	0.417	0.542	0.812	1.074	1.678	Nyaman
16	2.764	0.191	0.179	1.853	0.936	0.468	0.686	0.995	1.332	1.979	Nyaman
17	2.948	0.216	0.15	2.053	1.038	0.519	0.829	1.179	1.59	2.28	Nyaman
18	3.132	0.235	0.115	2.252	1.141	0.57	0.972	1.362	1.848	2.581	Nyaman
19	3.316	0.244	0.086	2.452	1.243	0.621	1.224	1.671	2.269	3.235	Nyaman
20	3.5	0.241	0.088	2.652	1.345	0.672	1.483	1.986	2.7	3.909	Nyaman
21	3.683	0.228	0.126	2.851	1.447	0.724	1.741	2.302	3.13	4.583	Nyaman
22	3.867	0.207	0.175	3.051	1.549	0.775					
23	4.051	0.18	0.224								
24	4.235	0.155	0.269								
25	4.419	0.134	0.304								
26	4.602	0.123	0.333								
27	4.786	0.121	0.357								
28	4.97	0.125	0.371								
29	5.154	0.135	0.385								
30	5.338	0.144	0.392								

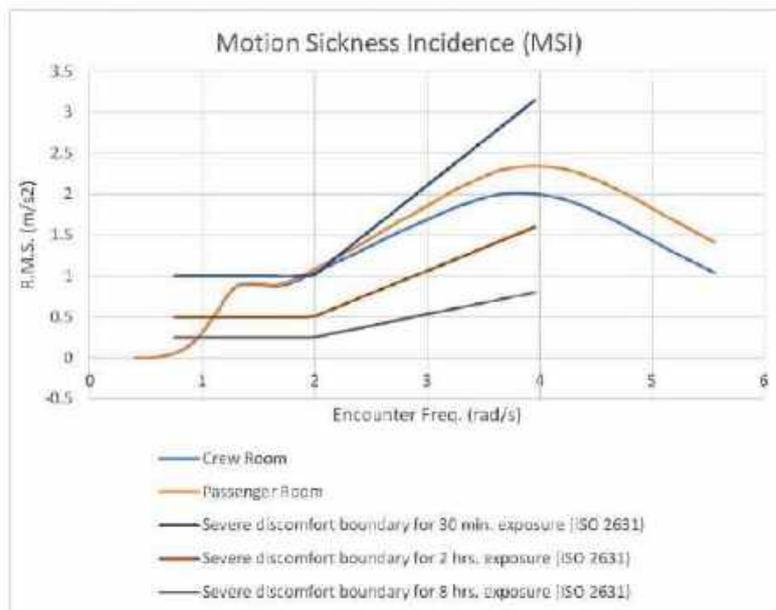


Beam seas

No	Encounter Freq (rad/s)	Crew Room (m/s ²)	Passenger Room (m/s ²)	Severe discomfort boundary for 30 min. exposure (ISO 2631) (m/s ²)	Severe discomfort boundary for 2 hrs. exposure (ISO 2631) (m/s ²)	Severe discomfort boundary for 8 hrs. exposure (ISO 2631) (m/s ²)	2% MSI after 2 hrs (m/s ²)	5% MSI after 2 hrs (m/s ²)	10% MSI after 2 hrs (m/s ²)	20% MSI after 2 hrs (m/s ²)	Keterangan (Batas MSI 10%)
1	0.4	0.011	0.011								
2	0.578	0.211	0.216								
3	0.756	0.287	0.298	1	0.5	0.25	0.279	0.419	0.617	1.007	Nyaman
4	0.933	0.317	0.334	1	0.5	0.25	0.221	0.332	0.469	0.768	Nyaman
5	1.111	0.347	0.372	1	0.5	0.25	0.216	0.322	0.438	0.745	Nyaman
6	1.289	0.358	0.392	1	0.5	0.25	0.213	0.317	0.417	0.735	Nyaman
7	1.467	0.35	0.392	1	0.5	0.25	0.227	0.337	0.447	0.793	Nyaman
8	1.644	0.328	0.374	1	0.5	0.25	0.247	0.375	0.495	0.867	Nyaman
9	1.822	0.291	0.336	1	0.5	0.25	0.282	0.424	0.571	0.951	Nyaman
10	2	0.248	0.285	1.023	0.512	0.256	0.324	0.483	0.652	1.051	Nyaman
11	2.178	0.203	0.23	1.216	0.61	0.305	0.378	0.566	0.756	1.209	Nyaman
12	2.356	0.164	0.183	1.409	0.709	0.355	0.437	0.661	0.875	1.399	Nyaman
13	2.533	0.131	0.148	1.602	0.808	0.404	0.506	0.765	1.008	1.601	Nyaman
14	2.711	0.101	0.119	1.795	0.907	0.453	0.644	0.942	1.258	1.892	Nyaman
15	2.889	0.073	0.091	1.988	1.006	0.503	0.783	1.12	1.507	2.183	Nyaman
16	3.067	0.055	0.071	2.181	1.104	0.552	0.922	1.297	1.757	2.474	Nyaman
17	3.244	0.054	0.069	2.374	1.203	0.602	1.124	1.548	2.103	2.974	Nyaman
18	3.422	0.061	0.079	2.568	1.302	0.651	1.374	1.853	2.519	3.626	Nyaman
19	3.6	0.061	0.078	2.761	1.401	0.7	1.623	2.158	2.934	4.277	Nyaman
20	3.778	0.058	0.075	2.954	1.5	0.75					Kurang Nyaman
21	3.956	0	0	3.147	1.598	0.799					Kurang Nyaman
22	4.133										
23	4.311										
24	4.489										
25	4.667										
26	4.844										
27	5.022										
28	5.2										
29	5.378										
30	5.556										

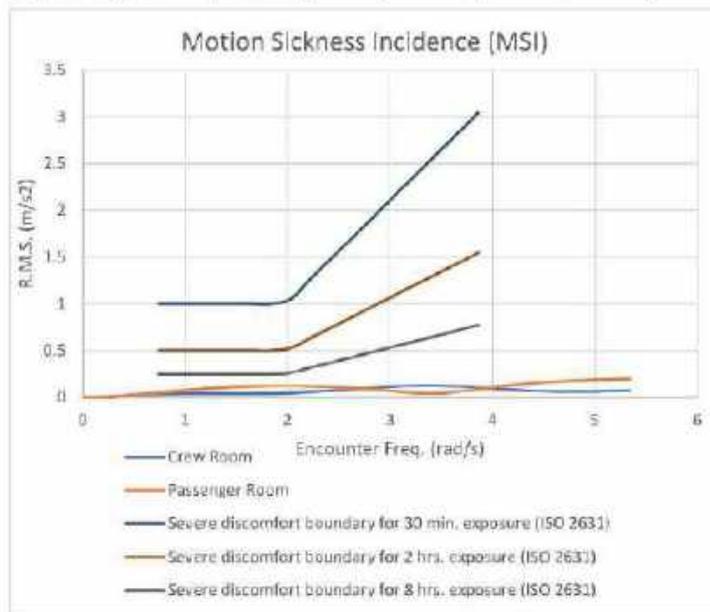


No	Encounter Freq (rad/s)	Crew Room (m/s ²)	Passenger Room (m/s ²)	Severe discomfort boundary for 30 min. exposure (ISO 2631) (m/s ²)	Severe discomfort boundary for 2 hrs. exposure (ISO 2631) (m/s ²)	Severe discomfort boundary for 8 hrs. exposure (ISO 2631) (m/s ²)	2% MSI after 2 hrs (m/s ²)	5% MSI after 2 hrs (m/s ²)	10% MSI after 2 hrs (m/s ²)	20% MSI after 2 hrs (m/s ²)	Keterangan (Batas MSI 10%)
1	0.4	0	0								
2	0.578	0.005	0.005								
3	0.756	0.062	0.062	1	0.5	0.25	0.279	0.419	0.617	1.007	Nyaman
4	0.933	0.205	0.205	1	0.5	0.25	0.221	0.332	0.469	0.768	Nyaman
5	1.111	0.523	0.525	1	0.5	0.25	0.216	0.322	0.438	0.745	Kurang Nyaman
6	1.289	0.854	0.861	1	0.5	0.25	0.213	0.317	0.417	0.735	Kurang Nyaman
7	1.467	0.898	0.909	1	0.5	0.25	0.227	0.337	0.447	0.793	Kurang Nyaman
8	1.644	0.869	0.886	1	0.5	0.25	0.247	0.375	0.495	0.867	Kurang Nyaman
9	1.822	0.934	0.961	1	0.5	0.25	0.282	0.424	0.571	0.951	Kurang Nyaman
10	2	1.045	1.085	1.023	0.512	0.256	0.324	0.483	0.652	1.051	Kurang Nyaman
11	2.178	1.162	1.217	1.216	0.61	0.305	0.378	0.566	0.756	1.209	Kurang Nyaman
12	2.356	1.274	1.348	1.409	0.709	0.355	0.437	0.661	0.875	1.399	Kurang Nyaman
13	2.533	1.394	1.491	1.602	0.808	0.404	0.506	0.765	1.008	1.601	Kurang Nyaman
14	2.711	1.514	1.636	1.795	0.907	0.453	0.644	0.942	1.258	1.892	Kurang Nyaman
15	2.889	1.62	1.769	1.988	1.006	0.503	0.783	1.12	1.507	2.183	Kurang Nyaman
16	3.067	1.731	1.911	2.181	1.104	0.552	0.922	1.297	1.757	2.474	Kurang Nyaman
17	3.244	1.838	2.052	2.374	1.203	0.602	1.124	1.548	2.103	2.974	Nyaman
18	3.422	1.918	2.165	2.568	1.302	0.651	1.374	1.853	2.519	3.626	Nyaman
19	3.6	1.988	2.271	2.761	1.401	0.7	1.624	2.159	2.935	4.277	Nyaman
20	3.778	2.014	2.328	2.954	1.5	0.75					
21	3.956	2.005	2.345	3.147	1.598	0.799					
22	4.133	1.965	2.328								
23	4.311	1.895	2.276								
24	4.489	1.795	2.185								
25	4.667	1.678	2.074								
26	4.844	1.55	1.947								
27	5.022	1.419	1.813								
28	5.2	1.287	1.674								
29	5.378	1.163	1.543								
30	5.556	1.045	1.415								



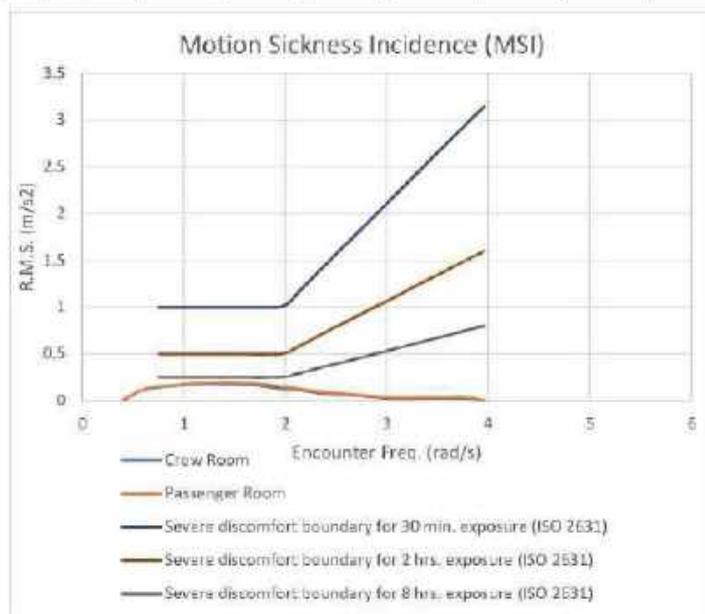
Following seas

No	Encounter Freq (rad/s)	Crew Room (m/s ²)	Passenger Room (m/s ²)	Severe discomfort boundary for 30 min. exposure (ISO 2631) (m/s ²)	Severe discomfort boundary for 2 hrs. exposure (ISO 2631) (m/s ²)	Severe discomfort boundary for 8 hrs. exposure (ISO 2631) (m/s ²)	2% MSI after 2 hrs (m/s ²)	5% MSI after 2 hrs (m/s ²)	10% MSI after 2 hrs (m/s ²)	20% MSI after 2 hrs (m/s ²)	Keterangan (Batas MSI 10%)
1	0.007	0	0								
2	0.191	0.004	0.0045								
3	0.375	0.0135	0.0165								
4	0.558	0.024	0.033								
5	0.742	0.033	0.0515	1	0.5	0.25	0.291	0.437	0.645	1.055	Nyaman
6	0.926	0.038	0.0695	1	0.5	0.25	0.222	0.332	0.471	0.769	Nyaman
7	1.11	0.04	0.0855	1	0.5	0.25	0.216	0.322	0.438	0.745	Nyaman
8	1.294	0.0395	0.0985	1	0.5	0.25	0.214	0.318	0.418	0.737	Nyaman
9	1.478	0.038	0.1085	1	0.5	0.25	0.228	0.34	0.449	0.797	Nyaman
10	1.661	0.038	0.115	1	0.5	0.25	0.25	0.38	0.502	0.875	Nyaman
11	1.845	0.0405	0.118	1	0.5	0.25	0.286	0.43	0.581	0.961	Nyaman
12	2.029	0.047	0.118	1.054	0.528	0.264	0.331	0.494	0.665	1.069	Nyaman
13	2.213	0.057	0.1155	1.254	0.63	0.315	0.39	0.584	0.779	1.246	Nyaman
14	2.397	0.0685	0.1095	1.453	0.732	0.366	0.451	0.683	0.902	1.443	Nyaman
15	2.58	0.082	0.1015	1.653	0.834	0.417	0.542	0.812	1.074	1.678	Nyaman
16	2.764	0.0955	0.0895	1.853	0.936	0.468	0.686	0.995	1.332	1.979	Nyaman
17	2.948	0.108	0.075	2.053	1.038	0.519	0.829	1.179	1.59	2.28	Nyaman
18	3.132	0.1175	0.0575	2.252	1.141	0.57	0.972	1.362	1.848	2.581	Nyaman
19	3.316	0.122	0.043	2.452	1.243	0.621	1.224	1.671	2.269	3.235	Nyaman
20	3.5	0.1205	0.044	2.652	1.345	0.672	1.483	1.986	2.7	3.909	Nyaman
21	3.683	0.114	0.063	2.851	1.447	0.724	1.741	2.302	3.13	4.583	Nyaman
22	3.867	0.1035	0.0875	3.051	1.549	0.775					
23	4.051	0.09	0.112								
24	4.235	0.0775	0.1345								
25	4.419	0.067	0.152								
26	4.602	0.0615	0.1665								
27	4.786	0.0605	0.1785								
28	4.97	0.0625	0.1855								
29	5.154	0.0675	0.1925								
30	5.338	0.072	0.196								



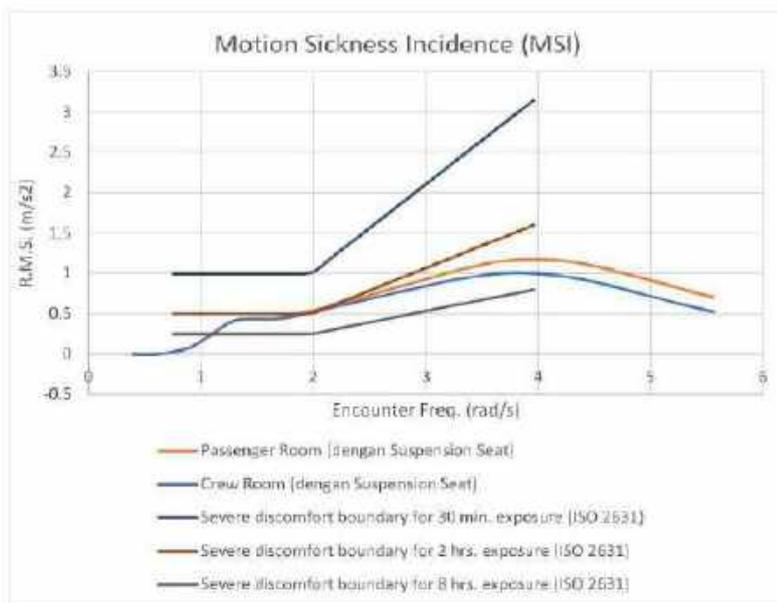
Beam seas

No	Encounter Freq (rad/s)	Crew Room (m/s ²)	Passenger Room (m/s ²)	Severe discomfort boundary for 30 min. exposure (ISO 2631)	Severe discomfort boundary for 2 hrs. exposure (ISO 2631)	Severe discomfort boundary for 8 hrs. exposure (ISO 2631)	2% MSI after 2 hrs (m/s ²)	5% MSI after 2 hrs (m/s ²)	10% MSI after 2 hrs (m/s ²)	20% MSI after 2 hrs (m/s ²)	Keterangan (Batas MSI 10%)
1	0.4	0.0055	0.0055								
2	0.578	0.1055	0.108								
3	0.756	0.1435	0.149	1	0.5	0.25	0.279	0.419	0.617	1.007	Nyaman
4	0.933	0.1585	0.167	1	0.5	0.25	0.221	0.332	0.469	0.768	Nyaman
5	1.111	0.1735	0.186	1	0.5	0.25	0.216	0.322	0.438	0.745	Nyaman
6	1.289	0.179	0.196	1	0.5	0.25	0.213	0.317	0.417	0.735	Nyaman
7	1.467	0.175	0.196	1	0.5	0.25	0.227	0.337	0.447	0.793	Nyaman
8	1.644	0.164	0.187	1	0.5	0.25	0.247	0.375	0.495	0.867	Nyaman
9	1.822	0.1455	0.168	1	0.5	0.25	0.282	0.424	0.571	0.951	Nyaman
10	2	0.124	0.1425	1.023	0.512	0.256	0.324	0.483	0.652	1.051	Nyaman
11	2.178	0.1015	0.115	1.216	0.61	0.305	0.378	0.566	0.756	1.209	Nyaman
12	2.356	0.082	0.0915	1.409	0.709	0.355	0.437	0.661	0.875	1.399	Nyaman
13	2.533	0.0655	0.074	1.602	0.808	0.404	0.506	0.765	1.008	1.601	Nyaman
14	2.711	0.0505	0.0595	1.795	0.907	0.453	0.644	0.942	1.258	1.892	Nyaman
15	2.889	0.0365	0.0455	1.988	1.006	0.503	0.783	1.12	1.507	2.183	Nyaman
16	3.067	0.0275	0.0355	2.181	1.104	0.552	0.922	1.297	1.757	2.474	Nyaman
17	3.244	0.027	0.0345	2.374	1.203	0.602	1.124	1.548	2.103	2.974	Nyaman
18	3.422	0.0305	0.0395	2.568	1.302	0.651	1.374	1.853	2.519	3.626	Nyaman
19	3.6	0.0305	0.039	2.761	1.401	0.7	1.623	2.158	2.934	4.277	Nyaman
20	3.778	0.029	0.0375	2.954	1.5	0.75					
21	3.956	0	0	3.147	1.598	0.799					
22	4.133										
23	4.311										
24	4.489										
25	4.667										
26	4.844										
27	5.022										
28	5.2										
29	5.378										
30	5.556										

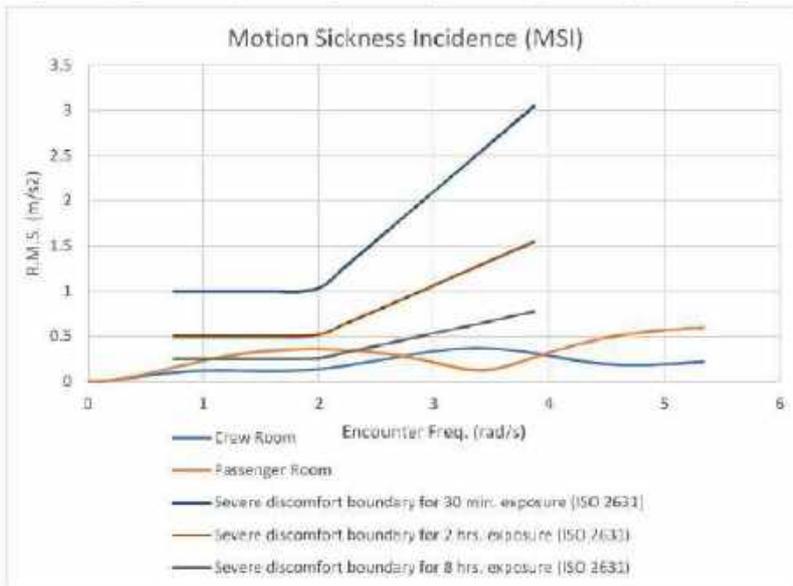


Head seats

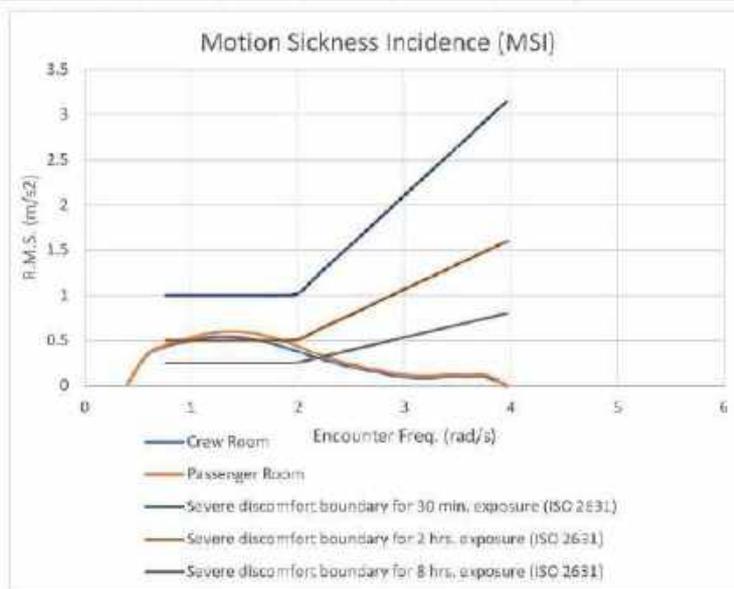
No	Encounter Freq (rad/s)	Crew Room (m/s ²)	Passenger Room (m/s ²)	Severe discomfort boundary for 30 min. exposure (ISO 2631) (m/s ²)	Severe discomfort boundary for 2 hrs. exposure (ISO 2631) (m/s ²)	Severe discomfort boundary for 8 hrs. exposure (ISO 2631) (m/s ²)	2% MSI after 2 hrs. (m/s ²)	5% MSI after 2 hrs. (m/s ²)	10% MSI after 2 hrs. (m/s ²)	20% MSI after 2 hrs. (m/s ²)	Keterangan (Batas MSI 10%)
1	0.4	0	0								
2	0.578	0.0025	0.0025								
3	0.756	0.031	0.031	1	0.5	0.25	0.279	0.419	0.617	1.007	Nyaman
4	0.933	0.1025	0.1025	1	0.5	0.25	0.221	0.332	0.469	0.768	Nyaman
5	1.111	0.2615	0.2625	1	0.5	0.25	0.216	0.322	0.438	0.745	Nyaman
6	1.289	0.412	0.4155	1	0.5	0.25	0.213	0.317	0.417	0.735	Nyaman
7	1.467	0.434	0.4395	1	0.5	0.25	0.227	0.337	0.447	0.793	Nyaman
8	1.644	0.4345	0.443	1	0.5	0.25	0.247	0.375	0.495	0.867	Nyaman
9	1.822	0.467	0.4805	1	0.5	0.25	0.282	0.424	0.571	0.951	Nyaman
10	2	0.5225	0.5425	1.023	0.512	0.256	0.324	0.483	0.652	1.051	Nyaman
11	2.178	0.581	0.6085	1.216	0.61	0.305	0.378	0.566	0.756	1.209	Nyaman
12	2.356	0.637	0.674	1.409	0.709	0.355	0.437	0.661	0.875	1.399	Nyaman
13	2.533	0.697	0.7455	1.602	0.808	0.404	0.506	0.765	1.008	1.601	Nyaman
14	2.711	0.757	0.818	1.795	0.907	0.453	0.644	0.942	1.258	1.892	Nyaman
15	2.889	0.81	0.8845	1.988	1.006	0.503	0.783	1.12	1.507	2.183	Nyaman
16	3.067	0.8655	0.9555	2.181	1.104	0.552	0.922	1.297	1.757	2.474	Nyaman
17	3.244	0.919	1.026	2.374	1.203	0.602	1.124	1.548	2.103	2.974	Nyaman
18	3.422	0.959	1.0825	2.568	1.302	0.651	1.374	1.853	2.519	3.626	Nyaman
19	3.6	0.994	1.1355	2.761	1.401	0.7	1.624	2.159	2.935	4.277	Nyaman
20	3.778	1.007	1.164	2.954	1.5	0.75					
21	3.956	1.0025	1.1725	3.147	1.598	0.799					
22	4.133	0.9825	1.164								
23	4.311	0.9475	1.138								
24	4.489	0.8975	1.0925								
25	4.667	0.839	1.037								
26	4.844	0.775	0.9735								
27	5.022	0.7095	0.9065								
28	5.2	0.6435	0.837								
29	5.378	0.5815	0.7715								
30	5.556	0.5225	0.7075								



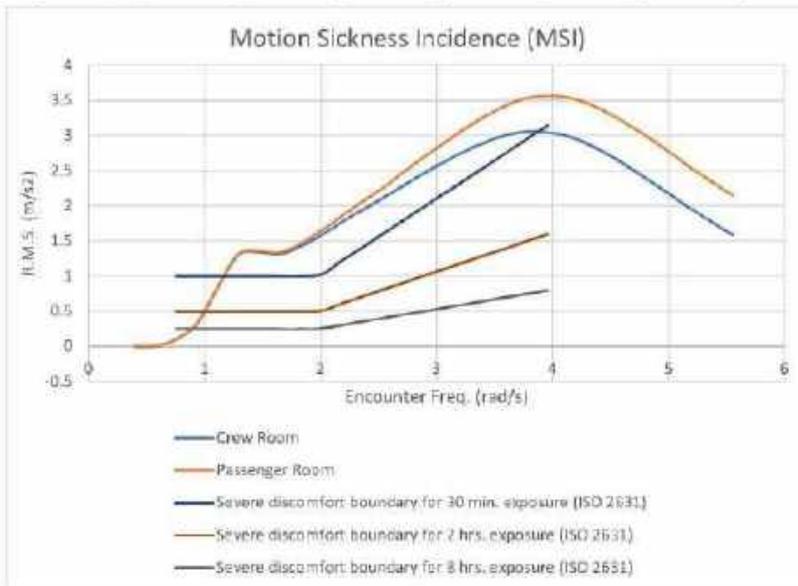
No	Encounter Freq (rad/s)	Crew Room (m/s ²)	Passenger Room (m/s ²)	Severe discomfort boundary for 30 min. exposure (ISO 2631) (m/s ²)	Severe discomfort boundary for 2 hrs. exposure (ISO 2631) (m/s ²)	Severe discomfort boundary for 8 hrs. exposure (ISO 2631) (m/s ²)	2% MSI after 2 hrs (m/s ²)	5% MSI after 2 hrs (m/s ²)	10% MSI after 2 hrs (m/s ²)	20% MSI after 2 hrs (m/s ²)	Keterangan (Batas MSI 10%)
1	0.007	0	0								
2	0.191	0.012	0.013								
3	0.375	0.041	0.05								
4	0.558	0.074	0.101								
5	0.742	0.1	0.156	1	0.5	0.25	0.291	0.437	0.645	1.055	Nyaman
6	0.926	0.116	0.21	1	0.5	0.25	0.222	0.332	0.471	0.769	Nyaman
7	1.11	0.122	0.26	1	0.5	0.25	0.216	0.322	0.438	0.745	Nyaman
8	1.294	0.119	0.299	1	0.5	0.25	0.214	0.318	0.418	0.737	Nyaman
9	1.478	0.115	0.328	1	0.5	0.25	0.228	0.34	0.449	0.797	Nyaman
10	1.661	0.114	0.348	1	0.5	0.25	0.25	0.38	0.502	0.875	Nyaman
11	1.845	0.123	0.359	1	0.5	0.25	0.286	0.43	0.581	0.961	Nyaman
12	2.029	0.143	0.359	1.054	0.528	0.264	0.331	0.494	0.665	1.069	Nyaman
13	2.213	0.173	0.35	1.254	0.63	0.315	0.39	0.584	0.779	1.246	Nyaman
14	2.397	0.209	0.333	1.453	0.732	0.366	0.451	0.683	0.902	1.443	Nyaman
15	2.58	0.248	0.307	1.653	0.834	0.417	0.542	0.812	1.074	1.678	Nyaman
16	2.764	0.289	0.272	1.853	0.936	0.468	0.686	0.995	1.332	1.979	Nyaman
17	2.948	0.326	0.227	2.053	1.038	0.519	0.829	1.179	1.59	2.28	Nyaman
18	3.132	0.355	0.174	2.252	1.141	0.57	0.972	1.362	1.848	2.581	Nyaman
19	3.316	0.369	0.13	2.452	1.243	0.621	1.224	1.671	2.269	3.235	Nyaman
20	3.5	0.366	0.135	2.652	1.345	0.672	1.483	1.986	2.7	3.909	Nyaman
21	3.683	0.346	0.193	2.851	1.447	0.724	1.741	2.302	3.13	4.583	Nyaman
22	3.867	0.313	0.266	3.051	1.549	0.775					
23	4.051	0.274	0.341								
24	4.235	0.235	0.408								
25	4.419	0.204	0.463								
26	4.602	0.186	0.507								
27	4.786	0.183	0.541								
28	4.97	0.191	0.566								
29	5.154	0.204	0.584								
30	5.338	0.22	0.596								



No	Encounter Freq (rad/s)	Crew Room (m/s ²)	Passenger Room (m/s ²)	Severe discomfort boundary for 30 min. exposure (ISO 2631) (m/s ²)	Severe discomfort boundary for 2 hrs. exposure (ISO 2631) (m/s ²)	Severe discomfort boundary for 8 hrs. exposure (ISO 2631) (m/s ²)	2% MSI after 2 hrs (m/s ²)	5% MSI after 2 hrs (m/s ²)	10% MSI after 2 hrs (m/s ²)	20% MSI after 2 hrs (m/s ²)	Keterangan (Batas MSI 10%)
1	0.4	0.019	0.019								
2	0.578	0.331	0.34								
3	0.756	0.431	0.447	1	0.5	0.25	0.279	0.419	0.617	1.007	Nyaman
4	0.933	0.48	0.505	1	0.5	0.25	0.221	0.332	0.469	0.768	Kurang Nyaman
5	1.111	0.528	0.566	1	0.5	0.25	0.216	0.322	0.438	0.745	Kurang Nyaman
6	1.289	0.542	0.594	1	0.5	0.25	0.213	0.317	0.417	0.735	Kurang Nyaman
7	1.467	0.531	0.594	1	0.5	0.25	0.227	0.337	0.447	0.793	Kurang Nyaman
8	1.644	0.496	0.565	1	0.5	0.25	0.247	0.375	0.495	0.867	Kurang Nyaman
9	1.822	0.441	0.509	1	0.5	0.25	0.282	0.424	0.571	0.951	Nyaman
10	2	0.375	0.431	1.023	0.512	0.256	0.324	0.483	0.652	1.051	Nyaman
11	2.178	0.308	0.349	1.216	0.61	0.305	0.378	0.566	0.756	1.209	Nyaman
12	2.356	0.248	0.278	1.409	0.709	0.355	0.437	0.661	0.825	1.399	Nyaman
13	2.533	0.198	0.224	1.602	0.808	0.404	0.506	0.765	1.008	1.601	Nyaman
14	2.711	0.153	0.18	1.795	0.907	0.453	0.644	0.942	1.258	1.892	Nyaman
15	2.889	0.111	0.138	1.988	1.006	0.503	0.783	1.12	1.507	2.183	Nyaman
16	3.067	0.083	0.107	2.181	1.104	0.552	0.922	1.297	1.757	2.474	Nyaman
17	3.244	0.081	0.105	2.374	1.203	0.602	1.124	1.548	2.103	2.974	Nyaman
18	3.422	0.089	0.115	2.568	1.302	0.651	1.374	1.853	2.519	3.626	Nyaman
19	3.6	0.088	0.112	2.761	1.401	0.7	1.623	2.158	2.934	4.277	Nyaman
20	3.778	0.084	0.108	2.954	1.5	0.75					
21	3.956	0	0	3.147	1.598	0.799					
22	4.133										
23	4.311										
24	4.489										
25	4.667										
26	4.844										
27	5.022										
28	5.2										
29	5.378										
30	5.556										

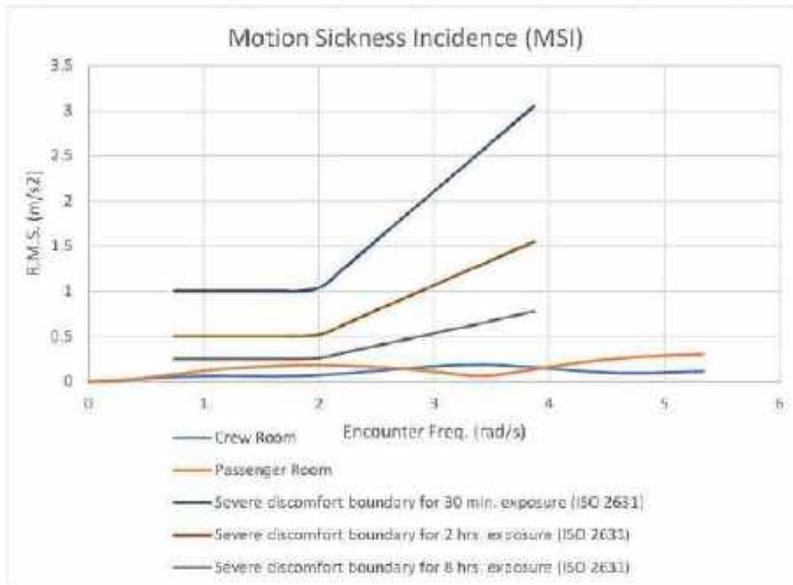


No	Encounter Freq (rad/s)	Crew Room (m/s ²)	Passenger Room (m/s ²)	Severe discomfort boundary for 30 min. exposure (ISO 2631) (m/s ²)	Severe discomfort boundary for 2 hrs. exposure (ISO 2631) (m/s ²)	Severe discomfort boundary for 8 hrs. exposure (ISO 2631) (m/s ²)	2% MSI after 2 hrs (m/s ²)	5% MSI after 2 hrs (m/s ²)	10% MSI after 2 hrs (m/s ²)	20% MSI after 2 hrs (m/s ²)	Keterangan (Batas MSI 10%)
1	0.4	0	0								
2	0.578	0.008	0.008								
3	0.756	0.101	0.1	1	0.5	0.25	0.279	0.419	0.617	1.007	Nyaman
4	0.933	0.327	0.327	1	0.5	0.25	0.221	0.332	0.469	0.768	Nyaman
5	1.111	0.837	0.84	1	0.5	0.25	0.216	0.322	0.438	0.745	Kurang Nyaman
6	1.289	1.303	1.312	1	0.5	0.25	0.213	0.317	0.417	0.735	Kurang Nyaman
7	1.467	1.344	1.361	1	0.5	0.25	0.227	0.337	0.447	0.793	Kurang Nyaman
8	1.644	1.315	1.341	1	0.5	0.25	0.247	0.375	0.495	0.867	Kurang Nyaman
9	1.822	1.424	1.465	1	0.5	0.25	0.282	0.424	0.571	0.951	Kurang Nyaman
10	2	1.582	1.642	1.023	0.512	0.256	0.324	0.483	0.652	1.051	Kurang Nyaman
11	2.178	1.768	1.853	1.216	0.61	0.305	0.378	0.566	0.756	1.209	Kurang Nyaman
12	2.356	1.94	2.053	1.409	0.709	0.355	0.437	0.661	0.875	1.399	Kurang Nyaman
13	2.533	2.11	2.256	1.602	0.808	0.404	0.506	0.765	1.008	1.601	Kurang Nyaman
14	2.711	2.294	2.479	1.795	0.907	0.453	0.644	0.942	1.258	1.892	Kurang Nyaman
15	2.889	2.468	2.696	1.988	1.006	0.503	0.783	1.12	1.507	2.183	Kurang Nyaman
16	3.067	2.629	2.902	2.181	1.104	0.552	0.922	1.297	1.757	2.474	Kurang Nyaman
17	3.244	2.781	3.104	2.374	1.203	0.602	1.124	1.548	2.103	2.974	Kurang Nyaman
18	3.422	2.91	3.285	2.568	1.302	0.651	1.374	1.855	2.510	3.626	Kurang Nyaman
19	3.6	3.008	3.435	2.761	1.401	0.7	1.624	2.159	2.935	4.277	Kurang Nyaman
20	3.778	3.061	3.538	2.954	1.5	0.75					
21	3.956	3.049	3.568	3.147	1.598	0.799					
22	4.133	2.99	3.543								
23	4.311	2.876	3.454								
24	4.489	2.725	3.319								
25	4.667	2.543	3.144								
26	4.844	2.35	2.952								
27	5.022	2.152	2.75								
28	5.2	1.951	2.538								
29	5.378	1.764	2.341								
30	5.556	1.585	2.147								

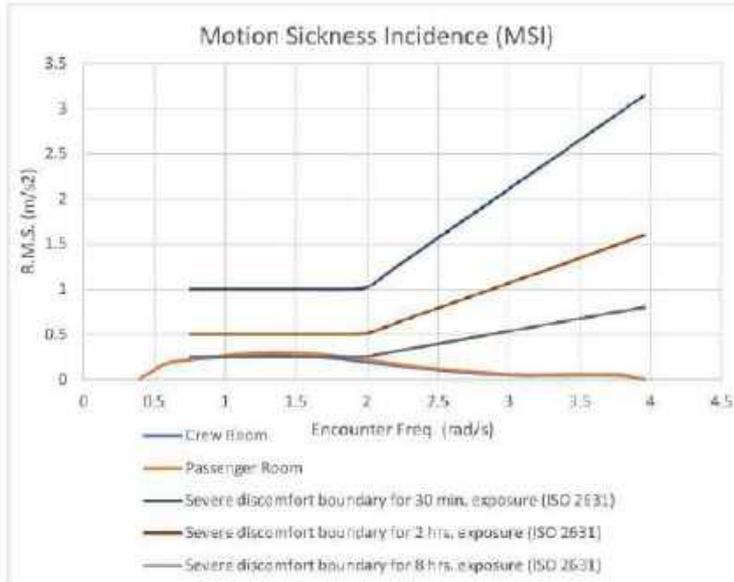


Following seas

No	Encounter Freq (rad/s)	Crew Room (m/s ²)	Passenger Room (m/s ²)	Severe discomfort boundary for 30 min. exposure (ISO 2631) (m/s ²)	Severe discomfort boundary for 2 hrs. exposure (ISO 2631) (m/s ²)	Severe discomfort boundary for 8 hrs. exposure (ISO 2631) (m/s ²)	2% MSI after 2 hrs (m/s ²)	5% MSI after 2 hrs (m/s ²)	10% MSI after 2 hrs (m/s ²)	20% MSI after 2 hrs (m/s ²)	Keterangan (Batas MSI 10%)
1	0.007	0	0								
2	0.191	0.006	0.0065								
3	0.375	0.0205	0.025								
4	0.558	0.037	0.0505								
5	0.742	0.05	0.078	1	0.5	0.25	0.291	0.437	0.645	1.055	Nyaman
6	0.926	0.058	0.105	1	0.5	0.25	0.222	0.332	0.471	0.769	Nyaman
7	1.11	0.061	0.13	1	0.5	0.25	0.216	0.322	0.438	0.745	Nyaman
8	1.294	0.0595	0.1495	1	0.5	0.25	0.214	0.318	0.418	0.737	Nyaman
9	1.478	0.0575	0.164	1	0.5	0.25	0.228	0.34	0.449	0.797	Nyaman
10	1.661	0.057	0.174	1	0.5	0.25	0.25	0.38	0.502	0.875	Nyaman
11	1.845	0.0615	0.1795	1	0.5	0.25	0.286	0.43	0.581	0.961	Nyaman
12	2.029	0.0715	0.1795	1.054	0.528	0.264	0.331	0.494	0.665	1.069	Nyaman
13	2.213	0.0865	0.175	1.254	0.63	0.315	0.39	0.584	0.779	1.246	Nyaman
14	2.397	0.1045	0.1665	1.453	0.732	0.366	0.451	0.683	0.902	1.443	Nyaman
15	2.58	0.124	0.1535	1.653	0.834	0.417	0.542	0.812	1.074	1.678	Nyaman
16	2.764	0.1445	0.136	1.853	0.936	0.468	0.686	0.995	1.332	1.979	Nyaman
17	2.948	0.163	0.1135	2.053	1.038	0.519	0.829	1.179	1.59	2.28	Nyaman
18	3.132	0.1775	0.087	2.252	1.141	0.57	0.972	1.362	1.848	2.581	Nyaman
19	3.316	0.1845	0.065	2.452	1.243	0.621	1.224	1.671	2.269	3.235	Nyaman
20	3.5	0.183	0.0675	2.652	1.345	0.672	1.483	1.986	2.7	3.909	Nyaman
21	3.683	0.173	0.0965	2.851	1.447	0.724	1.741	2.302	3.13	4.583	Nyaman
22	3.867	0.1565	0.133	3.051	1.549	0.775					
23	4.051	0.137	0.1705								
24	4.235	0.1175	0.204								
25	4.419	0.102	0.2315								
26	4.602	0.093	0.2535								
27	4.786	0.0915	0.2705								
28	4.97	0.0955	0.283								
29	5.154	0.102	0.292								
30	5.338	0.11	0.298								

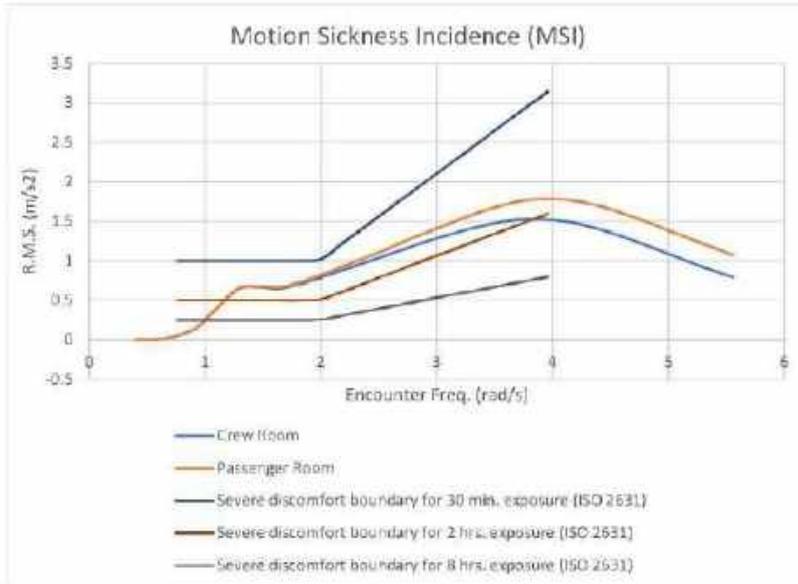


No	Encounter Freq (rad/s)	Crew Room (m/s ²)	Passenger Room (m/s ²)	Severe discomfort boundary for 30 min. exposure (ISO 2631)	Severe discomfort boundary for 2 hrs. exposure (ISO 2631) (m/s ²)	Severe discomfort boundary for 8 hrs. exposure (ISO 2631)	2% MSI after 2 hrs (m/s ²)	5% MSI after 2 hrs (m/s ²)	10% MSI after 2 hrs (m/s ²)	20% MSI after 2 hrs (m/s ²)	Keterangan (Batas MSI 10%)
1	0.4	0.0095	0.0095								
2	0.578	0.1655	0.17								
3	0.756	0.2155	0.2235	1	0.5	0.25	0.279	0.419	0.617	1.007	Nyaman
4	0.933	0.24	0.2525	1	0.5	0.25	0.221	0.332	0.469	0.768	Nyaman
5	1.111	0.264	0.283	1	0.5	0.25	0.216	0.322	0.438	0.745	Nyaman
6	1.289	0.271	0.297	1	0.5	0.25	0.213	0.317	0.417	0.735	Nyaman
7	1.467	0.2655	0.297	1	0.5	0.25	0.227	0.337	0.447	0.793	Nyaman
8	1.644	0.248	0.2825	1	0.5	0.25	0.247	0.375	0.495	0.867	Nyaman
9	1.822	0.2205	0.2545	1	0.5	0.25	0.282	0.424	0.571	0.951	Nyaman
10	2	0.1875	0.2155	1.023	0.512	0.256	0.324	0.483	0.652	1.051	Nyaman
11	2.178	0.154	0.1745	1.216	0.61	0.305	0.378	0.566	0.756	1.209	Nyaman
12	2.356	0.124	0.139	1.409	0.709	0.355	0.437	0.661	0.875	1.399	Nyaman
13	2.533	0.099	0.112	1.602	0.808	0.404	0.506	0.765	1.008	1.601	Nyaman
14	2.711	0.0765	0.09	1.795	0.907	0.453	0.644	0.942	1.258	1.892	Nyaman
15	2.889	0.0555	0.069	1.988	1.006	0.503	0.783	1.12	1.507	2.183	Nyaman
16	3.067	0.0415	0.0535	2.181	1.104	0.552	0.922	1.297	1.757	2.474	Nyaman
17	3.244	0.0405	0.0525	2.374	1.203	0.602	1.124	1.548	2.103	2.974	Nyaman
18	3.422	0.0445	0.0575	2.568	1.302	0.651	1.374	1.853	2.519	3.626	Nyaman
19	3.6	0.044	0.056	2.761	1.401	0.7	1.623	2.158	2.934	4.277	Nyaman
20	3.778	0.042	0.054	2.954	1.5	0.75					
21	3.956	0	0	3.147	1.598	0.799					
22	4.133										
23	4.311										
24	4.489										
25	4.667										
26	4.844										
27	5.022										
28	5.2										
29	5.378										
30	5.556										



Head seas

No	Encounter Freq (rad/s)	Crew Room (m/s ²)	Passenger Room (m/s ²)	Severe discomfort boundary for 30 min. exposure (ISO 2631) (m/s ²)	Severe discomfort boundary for 2 hrs. exposure (ISO 2631) (m/s ²)	Severe discomfort boundary for 8 hrs. exposure (ISO 2631) (m/s ²)	2% MSI after 2 hrs (m/s ²)	5% MSI after 2 hrs (m/s ²)	10% MSI after 2 hrs (m/s ²)	20% MSI after 2 hrs (m/s ²)	Keterangan (Batas MSI 10%)
1	0.4	0	0								
2	0.578	0.004	0.004								
3	0.756	0.0505	0.05	1	0.5	0.25	0.279	0.419	0.617	1.007	Nyaman
4	0.933	0.1635	0.1635	1	0.5	0.25	0.221	0.332	0.469	0.768	Nyaman
5	1.111	0.4185	0.42	1	0.5	0.25	0.216	0.322	0.438	0.745	Nyaman
6	1.289	0.6515	0.656	1	0.5	0.25	0.213	0.317	0.417	0.735	Kurang Nyaman
7	1.467	0.672	0.6805	1	0.5	0.25	0.227	0.337	0.447	0.793	Kurang Nyaman
8	1.644	0.6575	0.6705	1	0.5	0.25	0.247	0.375	0.495	0.867	Kurang Nyaman
9	1.822	0.712	0.7325	1	0.5	0.25	0.282	0.424	0.571	0.951	Kurang Nyaman
10	2	0.791	0.821	1.023	0.512	0.256	0.324	0.483	0.652	1.051	Kurang Nyaman
11	2.178	0.884	0.9265	1.216	0.61	0.305	0.378	0.566	0.756	1.209	Kurang Nyaman
12	2.356	0.97	1.0265	1.409	0.709	0.355	0.437	0.661	0.875	1.399	Kurang Nyaman
13	2.533	1.055	1.128	1.602	0.808	0.404	0.506	0.765	1.008	1.601	Kurang Nyaman
14	2.711	1.147	1.2395	1.795	0.907	0.453	0.644	0.942	1.288	1.892	Nyaman
15	2.889	1.234	1.348	1.988	1.006	0.503	0.783	1.12	1.507	2.183	Nyaman
16	3.067	1.3145	1.451	2.181	1.104	0.552	0.922	1.297	1.757	2.474	Nyaman
17	3.244	1.3905	1.552	2.374	1.203	0.602	1.124	1.548	2.103	2.974	Nyaman
18	3.422	1.455	1.6425	2.568	1.302	0.651	1.374	1.853	2.519	3.626	Nyaman
19	3.6	1.504	1.7175	2.761	1.401	0.7	1.624	2.159	2.935	4.277	Nyaman
20	3.778	1.5305	1.769	2.954	1.5	0.75					
21	3.956	1.5245	1.784	3.147	1.598	0.799					
22	4.133	1.495	1.7715								
23	4.311	1.438	1.727								
24	4.489	1.3625	1.6595								
25	4.667	1.2715	1.572								
26	4.844	1.175	1.476								
27	5.022	1.076	1.375								
28	5.2	0.9755	1.269								
29	5.378	0.882	1.1705								
30	5.556	0.7925	1.0735								



BUILDING COST

No	Item	Value	Unit
1	Lambung Kapal (Hull)		
	<i>(Tebal fiber = 9 mm, jenis material = fiberglass)</i>		
	http://www.performancecomposites.com/about-composites-technical-info/122-designing-with-fiberglass.html		
	Harga	3	USD/lb
	Berat Lambung Kapal	1.863	ton
		3725.710	lb
	Harga Lambung Kapal	\$ 11,177.13	USD
2	Geladak Kapal (Deck)		
	<i>(Tebal fiber = 9 mm, jenis material = fiberglass)</i>		
	http://www.performancecomposites.com/about-composites-technical-info/122-designing-with-fiberglass.html		
	Harga	3	USD/lb
	Berat Geladak Kapal	0.699	ton
		1398.645	lb
	Harga Geladak Kapal	\$ 4,195.93	USD
3	Bangunan Atas Kapal		
	<i>(Tebal fiber = 9 mm, jenis material = fiberglass)</i>		
	http://www.performancecomposites.com/about-composites-technical-info/122-designing-with-fiberglass.html		
	Harga	3	USD/lb
	Berat Bangunan Atas Kapal	0.745	ton
		1490.943	lb
	Harga Bangunan Atas Kapal	\$ 4,472.83	USD
4	Konstruksi Lambung Kapal		
	http://www.performancecomposites.com/about-composites-technical-info/122-designing-with-fiberglass.html		
	Harga	3	USD/lb
	Berat Konstruksi Lambung Kapal	0.992	ton
		1984.589	lb
		Harga Konstruksi Lambung Kapal	\$ 5,953.77
	Total Harga Fiberglass	\$ 25,799.66	USD

Material Fiberglass

No	Item	Value	Unit
1	Railing dan Tiang Penyangga		
	<i>(pipa aluminium d = 30 mm, t = 3 mm)</i>		
	<i>www.metalsdepot.com</i>		
	Harga	35	USD/m
	Panjang railing dan tiang penyangga	14	m
	Harga Railing dan Tiang Penyangga	\$ 501.20	USD
2	Kaca Polycarbonate		
	<i>(Kaca Polycarbonate, t = 6 mm)</i>		
	<i>http://www.alibaba.com/product-detail/High-Quality-100-Virgin-Material-Honeycomb_60718631046.html?spm=a2700.7724838.2017115.1.tyWXaj</i>		
	Harga	250	USD/m ²
	Luas kaca	9.860	m ²
	Harga Kaca Polycarbonate	\$ 2,464.89	USD
3	Suspension Seat		
	<i>https://www.marineseating.com/product/kab-524-marine-seat-suspension/</i>		
	Jumlah	16	unit
	Harga per unit	699	UERO
		797	USD
	Harga Kursi	\$ 12,749.76	USD

Peralatan Navigasi & Komunikasi (www.alibaba.com)			
4	a. Peralatan Navigasi		
	Radar	2,750	USD
	Kompas	55	USD
	GPS	850	USD
	Lampu Navigasi		
	-Masthead Light	9.8	USD
	-Anchor Light	8.9	USD
	-Starboard Light	12	USD
	-Portside Light	12	USD
	Simplified Voyage Data Recorder (S	17,500	USD
	Automatic Identification System (AI	4,500	USD
	Telescope Binocular	60	USD
	Harga Peralatan Navigasi	\$ 25,757.65	USD
	b. Peralatan Komunikasi		
	Radiotelephone		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	172	USD
	Harga total	\$ 172.00	USD
	Digital Selective Calling (DSC)		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	186	USD
	Harga total	\$ 186.00	USD
	Navigational Telex (Navtex)		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	12,500	USD
	Harga total	\$ 12,500.00	USD
	EPIRB		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	110	USD
	Harga total	\$ 110.00	USD
	SART		
	Jumlah	2	Set
Harga per set	450	USD	
Harga total	\$ 900.00	USD	
SSAS			
Jumlah	1	Set	
Harga per set	19,500	USD	
Harga total	\$ 19,500.00	USD	
Portable 2-Way VHF Radiotelephone			
Jumlah	2	Unit	
Harga per unit	87	USD	
Harga total	\$ 174.00	USD	
Harga Peralatan Komunikasi	\$ 33,542.00	USD	
5	Lifebuoy (www.alibaba.com)		
	Jumlah	6	Unit
	Harga per unit	20	USD
	Harga total	\$ 120.00	USD

6	<i>Liferaft (www.alibaba.com)</i>		
	Jumlah	2	Unit
	Harga per unit	2,000	USD
	Harga total	\$ 4,000.00	USD
7	<i>Life Jacket (www.alibaba.com)</i>		
	Jumlah	16	Unit
	Harga per unit	10	USD
	Harga total	\$ 160.00	USD
8	<i>Pintu (www.alibaba.com)</i>		
	Jumlah	1	Unit
	Harga per unit	300	USD
	Pintu ruangan	2	Unit
	Harga per unit	90	USD
	Harga total	\$ 480.00	USD
9	<i>Water Cannon (www.alibaba.com)</i>		
	Jumlah	1	Set
	Harga per unit	25,000	USD
	Harga total	\$ 25,000.00	USD
10	<i>Destilator (www.alibaba.com)</i>		
	Jumlah	1	Unit
	Harga per unit	3,500	USD
	Harga total	\$ 3,500.00	USD
11	<i>Water pump (www.alibaba.com)</i>		
	Jumlah	1	Unit
	Harga per unit	52	USD
	Harga total	\$ 52.00	USD
12	<i>Bilge pump (www.alibaba.com)</i>		
	Jumlah	1	Unit
	Harga per unit	9	USD
	Harga total	\$ 9.00	USD
13	<i>Marine Air Conditioning (www.alibaba.com)</i>		
	Jumlah	1	Unit
	Harga per unit	385	USD
	Harga total	\$ 385.00	USD
14	<i>Electric Winch (www.alibaba.com)</i>		
	Jumlah	1	Set
	Harga per unit	299	USD
	Harga total	\$ 299.00	USD
15	<i>Fire Extinguisher (www.alibaba.com)</i>		
	Jumlah	2	Unit
	Harga per unit	4	USD
	Harga total	\$ 7.00	USD
16	<i>Anchor (www.alibaba.com)</i>		
	Jumlah	1	Unit
	Harga per unit	22	USD
	Harga total	\$ 22.00	USD

	17	Fender (<i>www.alibaba.com</i>)		
		Jumlah	40	meter
		Harga permeter	3	USD
		Harga total	\$ 100.00	USD
	18	Tali Tambat (<i>www.alibaba.com</i>)		
		Jumlah	2	Unit
		Harga per unit	1.6	USD
		Harga total	\$ 3.20	USD
Total Harga Equipment & Outfitting		\$ 83,395.05	USD	
No	Item	Value	Unit	
Tenaga Penggerak	1	Main Engine (<i>www.alibaba.com</i>)		
		Jumlah	2	unit
		Harga per unit	12500	USD/unit
		<i>Shipping Cost</i>	500	USD
		Harga Main Engine	\$ 25,500	USD
	2	Rudder (https://www.amazon.com/slp/boat-rudder/x8spgkwug8k97pb)		
		Jumlah	2	unit
		Harga per unit	39.97	USD/unit
		Harga Rudder	\$ 80	USD
		Propeller (https://www.amazon.com)		
		Jumlah	2	unit
		Harga per unit	487.33	USD/unit
		Harga Propeller	\$ 975	USD
	3	Generator (<i>www.alibaba.com</i>)		
		Jumlah generator	1	unit
		Harga per unit	5000	USD/unit
		<i>Shipping Cost</i>	500	USD
		Harga Generator	\$ 5,500	USD
	Total Harga Tenaga Penggerak		\$ 32,055	USD

Biaya Pembangunan			
No	Item	Value	Unit
1	Material Fiberglass	\$ 25,800	USD
2	Equipment & Outfitting	\$ 83,395	USD
3	Tenaga Penggerak	\$ 32,055	USD
Total Harga (USD)		\$ 141,249	USD
Kurs Rupiah - US Dollar (per 27 Februari 2019)		\$ 14,048	Rp/USD
Total Harga (Rupiah)		Rp 1,984,270,364.56	Rp

Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi dan Kebijakan Pemerintah				
No	Item	Value	Unit	
Koreksi Ekonomi	1	Keuntungan Galangan Kapal		
		<i>20% dari biaya pembangunan awal</i>		
		Keuntungan Galangan Kapal	Rp 396,854,073	Rp
	2	Biaya Untuk Inflasi		
		<i>2% dari biaya pembangunan awal</i>		
		Biaya Inflasi	Rp 39,685,407	Rp
	3	Biaya Pajak		
		<i>10% PPn (Pajak Pertambahan Nilai)</i>		
		Biaya Pajak Pemerintah	Rp 198,427,036	Rp
Total Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi		Rp 634,966,517	Rp	

Jadi, total harga kapal adalah =

$$\begin{aligned}
 &= \text{Biaya Pembangunan} + \text{Profit Galangan} + \text{Biaya Inflasi} + \text{Pajak Pemerintah} \\
 &= 1,984,270,365 + 396,854,073 + 39,685,407 + 198,427,036 \\
 &= \text{Rp } \quad \quad \quad \mathbf{2,619,236,881.22}
 \end{aligned}$$

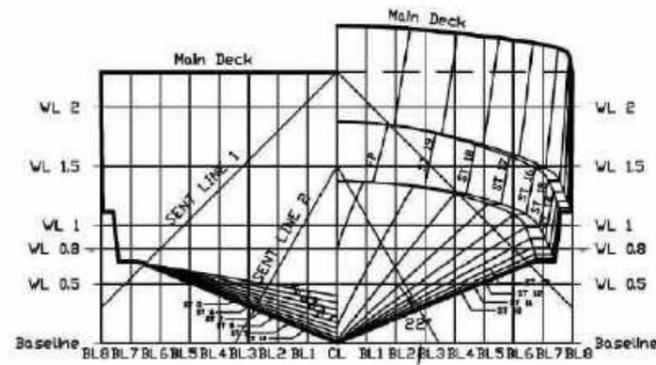
Harga Kapal Pembanding (Fiberglass Boat)

No	Jenis	L	Harga (Rp)
1	Kapal Pesiar 14 m	14 m	Rp 2,370,000,000.00
	Sumber: www.javaneseboat.com		
2	Kapal Patroli 14 m	14 m	Rp 2,370,000,000.00
	Sumber: www.javaneseboat.com		
Harga Rata-rata			Rp 2,370,000,000.00
1	<i>BASARNAS Self-Righting Rescue Boat</i>	13.6 m	Rp 2,619,236,881.22

LAMPIRAN B
DESAIN RENCANA GARIS (*LINES PLAN*)

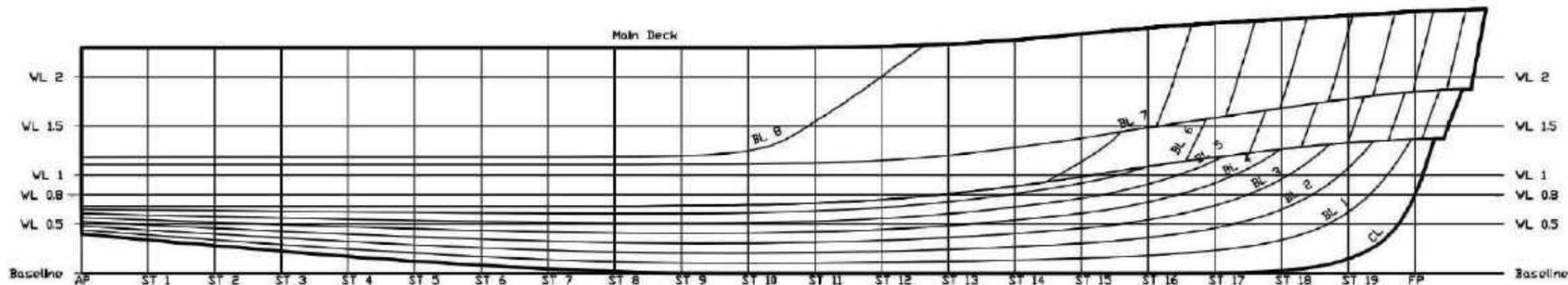
No. Station	HALF BREADTH (m)					Main Deck	No. Station
	WL 0.5	WL 0.8	WL 1	WL 1.5	WL 2		
AP	0.597	1.866	1.887	1.992	1.997	2.000	AP
ST 1	0.795	1.869	1.889	1.993	1.997	2.000	ST 1
ST 2	0.919	1.869	1.889	1.993	1.997	2.000	ST 2
ST 3	1.014	1.870	1.890	1.994	1.998	2.000	ST 3
ST 4	1.084	1.870	1.890	1.994	1.998	2.000	ST 4
ST 5	1.137	1.870	1.890	1.994	1.998	2.000	ST 5
ST 6	1.177	1.870	1.891	1.994	1.998	2.000	ST 6
ST 7	1.206	1.870	1.891	1.994	1.998	2.000	ST 7
ST 8	1.216	1.870	1.891	1.994	1.998	2.000	ST 8
ST 9	1.224	1.870	1.891	1.994	1.998	2.000	ST 9
ST 10	1.229	1.870	1.891	1.994	1.998	2.000	ST 10
ST 11	1.182	1.857	1.881	1.988	1.995	1.999	ST 11
ST 12	1.121	1.837	1.855	1.981	1.990	1.995	ST 12
ST 13	1.031	1.650	1.834	1.968	1.979	1.988	ST 13
ST 14	0.926	1.481	1.789	1.945	1.966	1.980	ST 14
ST 15	0.817	1.307	1.723	1.901	1.941	1.973	ST 15
ST 16	0.688	1.101	1.376	1.775	1.829	1.877	ST 16
ST 17	0.541	0.869	1.088	1.451	1.601	1.667	ST 17
ST 18	0.379	0.621	0.782	1.142	1.293	1.377	ST 18
ST 19	0.183	0.347	0.459	0.781	0.928	1.026	ST 19
FP	0.000	0.000	0.070	0.341	0.510	0.624	FP

BODY PLAN

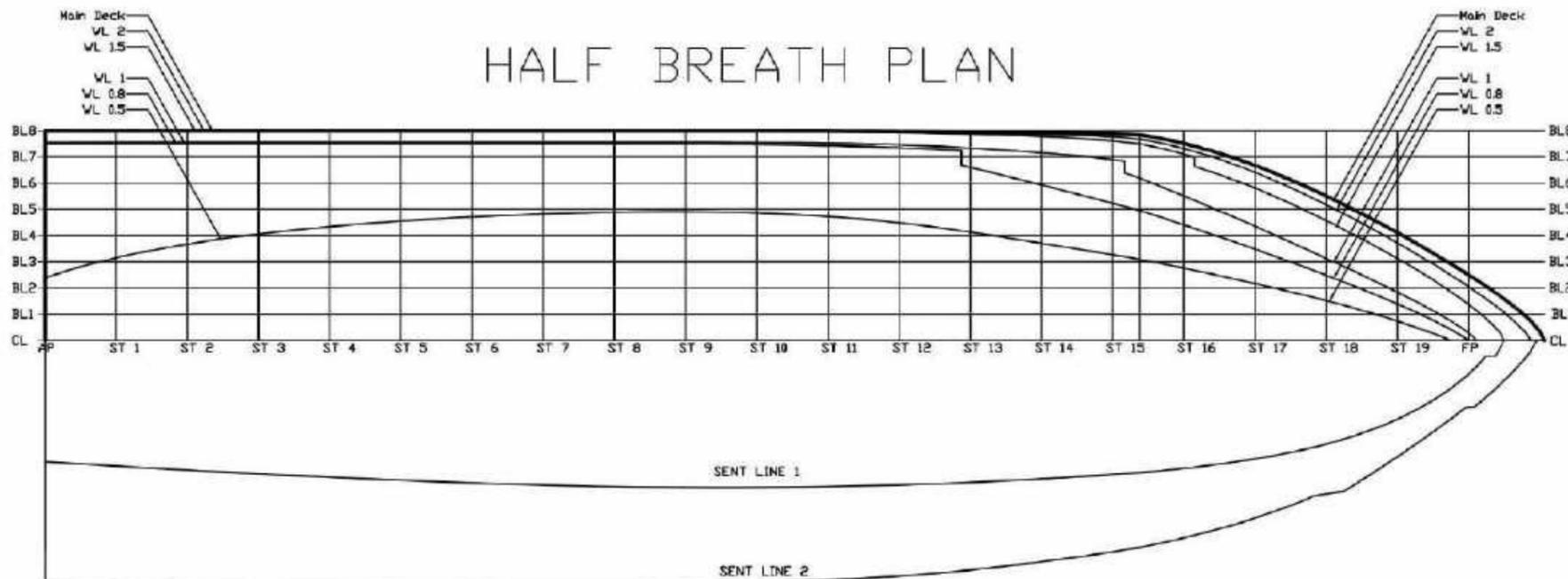


No. Station	SHEER (m)										Main Deck	No. Station
	Center Line	BL 1	BL 2	BL 3	BL 4	BL 5	BL 6	BL 7	BL 8	Main Deck		
AP	0.400	0.442	0.484	0.526	0.567	0.609	0.651	0.684	2.300	2.300	AP	
ST 1	0.341	0.391	0.442	0.493	0.543	0.594	0.644	0.685	2.300	2.300	ST 1	
ST 2	0.282	0.342	0.401	0.460	0.519	0.578	0.638	0.684	2.300	2.300	ST 2	
ST 3	0.226	0.294	0.361	0.429	0.496	0.564	0.631	0.684	2.300	2.300	ST 3	
ST 4	0.173	0.249	0.325	0.399	0.475	0.550	0.625	0.684	2.300	2.300	ST 4	
ST 5	0.125	0.207	0.290	0.372	0.455	0.537	0.620	0.684	2.300	2.300	ST 5	
ST 6	0.082	0.171	0.260	0.349	0.437	0.526	0.615	0.684	2.300	2.300	ST 6	
ST 7	0.047	0.141	0.235	0.329	0.423	0.517	0.611	0.684	2.300	2.300	ST 7	
ST 8	0.020	0.118	0.216	0.314	0.412	0.514	0.611	0.684	2.300	2.300	ST 8	
ST 9	0.005	0.106	0.207	0.308	0.411	0.510	0.609	0.684	2.300	2.300	ST 9	
ST 10	0.000	0.103	0.206	0.308	0.411	0.514	0.616	0.695	2.300	2.300	ST 10	
ST 11	0.000	0.106	0.212	0.317	0.423	0.529	0.634	0.715	2.302	2.302	ST 11	
ST 12	0.000	0.112	0.223	0.335	0.446	0.558	0.669	0.750	0.000	2.311	ST 12	
ST 13	0.000	0.121	0.242	0.364	0.485	0.606	0.727	0.809	0.000	2.336	ST 13	
ST 14	0.000	0.135	0.270	0.405	0.540	0.675	0.810	0.887	0.000	2.382	ST 14	
ST 15	0.000	0.153	0.306	0.459	0.612	0.765	0.918	1.137	0.000	2.436	ST 15	
ST 16	0.000	0.182	0.364	0.545	0.727	0.908	1.089	1.485	0.000	2.501	ST 16	
ST 17	0.000	0.234	0.462	0.691	0.920	1.149	1.584	0.000	0.000	2.548	ST 17	
ST 18	0.027	0.339	0.650	0.955	1.264	1.732	0.000	0.000	0.000	2.587	ST 18	
ST 19	0.149	0.624	1.073	1.338	2.456	0.000	0.000	0.000	0.000	2.628	ST 19	
FP	0.800	1.366	1.937	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.665	FP	

SHEER PLAN



HALF BREADTH PLAN



PRINCIPAL DIMENSIONS	
SHIP TYPE	Rescue Boat
LENGTH OVER ALL (LOA)	14.32 m
LENGTH BETWEEN PERPENDICULARS (LBP)	13.6 m
BREADTH (B)	4 m
HEIGHT (H)	2.5 m
DRAUGHT (T)	0.8 m
BLOCK COEFFICIENT (CB)	0.380
SERVICE SPEED (VS)	30 KNOT


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

BASARNAS RESCUE BOAT

LINES PLAN

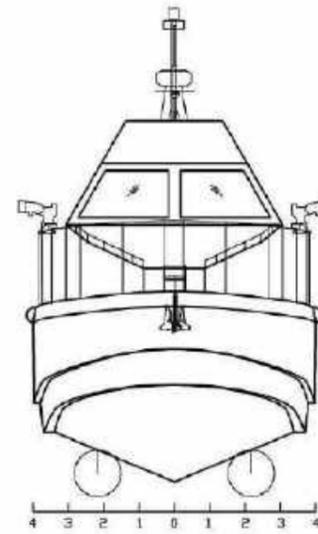
SCALE	1 : 60	SIGNATURE	DATE	REMARKS
DRAWN	Adi Budi Cahyana Putra			241118/002009
APPROVED	Hasanudin, S.T., M.T.			A3

LAMPIRAN C
DESAIN RENCANA UMUM (*GENERAL ARRANGEMENT*)

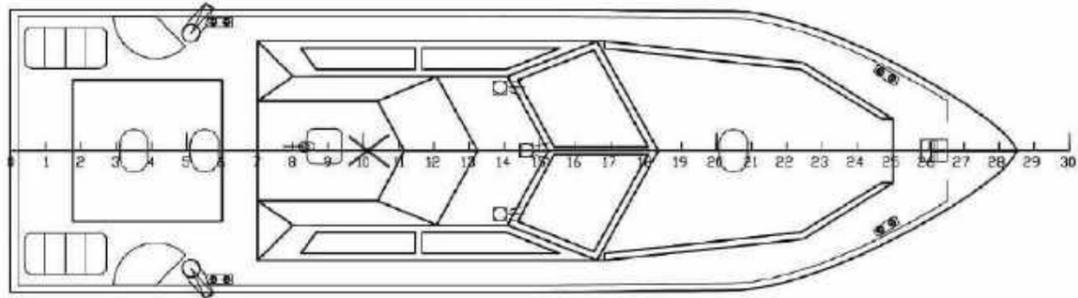
Outboard Side View



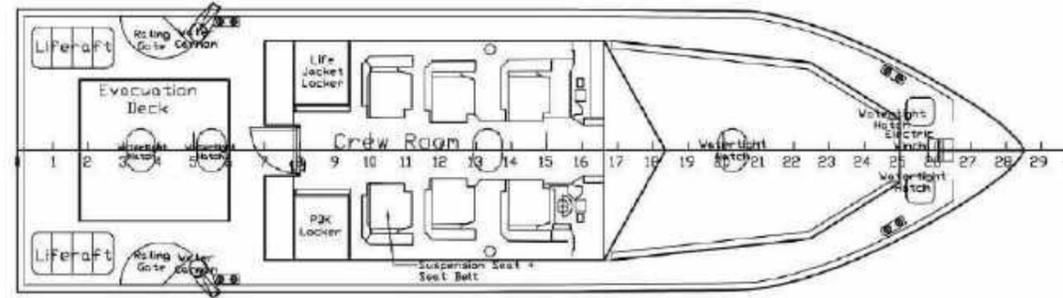
Outboard Front View



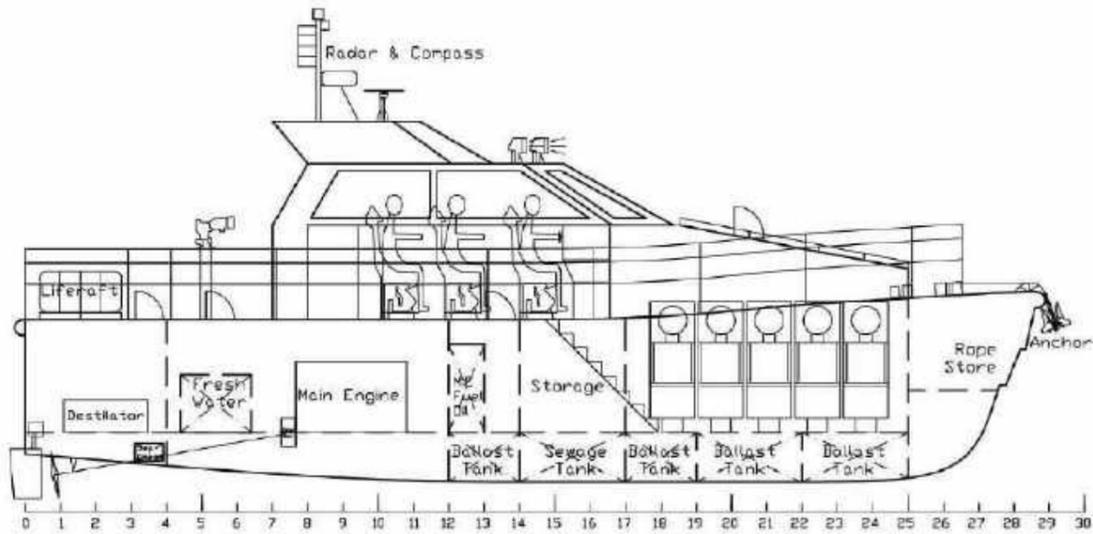
Outboard Top View



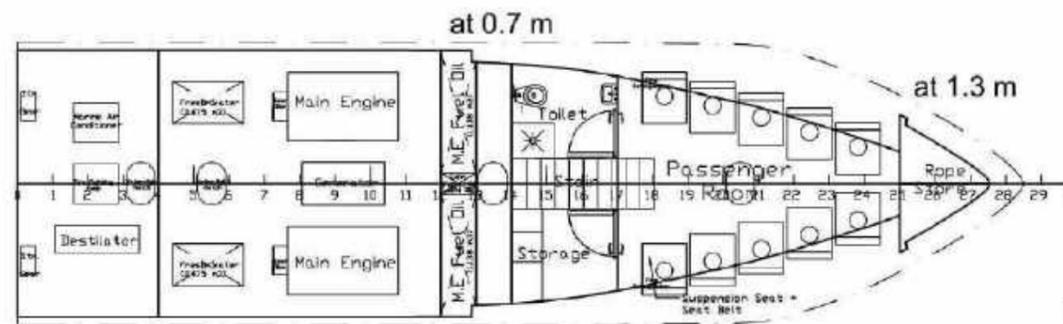
Main Deck



Side View



Double Bottom



PRINCIPAL DIMENSIONS

SHIP TYPE	Rescue Boat
LENGTH OVER ALL (LOA)	14.32 m
LENGTH BETWEEN PERPENDICULARS (LBP)	13.6 m
BREADTH (B)	4 m
HEIGHT (H)	2.3 m
DRAUGHT (T)	0.8 m
BLOCK COEFFICIENT (CB)	0.260
SERVICE SPEED (V _s)	30 KNOT

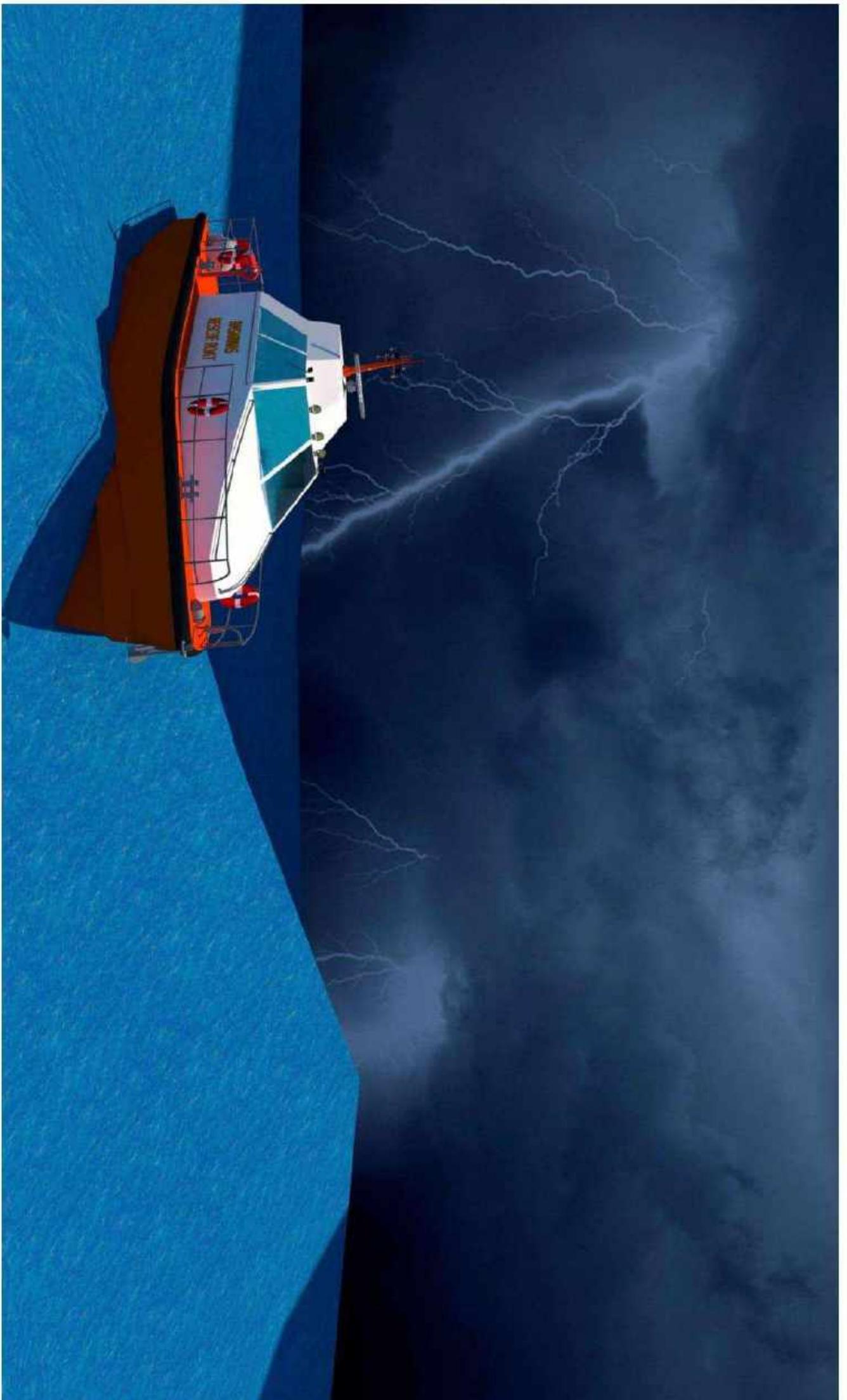


DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

BASARNAS RESCUE BOAT
GENERAL ARRANGEMENT

SCALE	1: 100	SIGNATURE	DATE	REMARKS
DRAWN	Adi Budi Cahyana Putra			0411154003048
APPROVED	Hasanudin, S.T., M.T.			A3

LAMPIRAN D
DESAIN 3D MODEL



LAMPIRAN E
KATALOG DAN DATA PENDUKUNG

Main Engine

C12

PROPULSION ENGINE



Electronic
Control
System

RATINGS AND FUEL CONSUMPTION

	nhp	bhp	bkW	rpm	U.S. g/h	l/hr	EPA - IMO - EU
A	345	340	254	1800	18.6	82.9	T2C - II - IW
B	390	385	287	1800	18.6	70.4	T2C - II - IW
C	460	454	339	2100	22.0	83.1	T2C - II - IW
D	497	490	368	2300	24.0	91.0	T1 - II - RCD
E	578	570	425	2300	27.9	105.8	T1 - II - RCD
F	600	600	448	2300	29.3	111.0	T1 - I - RCD

C12 ACERT

PROPULSION ENGINE



Electronic
Control
System

RATINGS AND FUEL CONSUMPTION

	nhp	bhp	bkW	rpm	U.S. g/h	l/hr	EPA - IMO - EU
F	688	680	492	2300	31.1	129.0	T2CR - II - IW
E	715	705	526	2300	36.5	138.1	T2CR - II - RCD

C12 ACERT began production with serial number C1200100.

	LF	H	WE
min.	62 in/1574 mm	39.5 in/1005 mm	38.1 in/969 mm
max.	62 in/1574 mm	39.5 in/1005 mm	38.1 in/969 mm

In-line 6, 4-Stroke-Cycle Diesel

Aspiration	TA	
Bore x Stroke	5.1 x 5.9 in	130 x 150 mm
Displacement	732 cu in	12 liter
Rotation (from flywheel end)	Counterclockwise	
Engine dry weight (approx)	2588 lb	1174 kg

26

Generator

C2.2

GENERATOR SET



Mechanical
Control
System

RATINGS AND FUEL CONSUMPTION

Generator Set							
	okW @ .8pf	kV•A	rpm	U.S. g/h	l/hr	EPA - IMO - EU	
Maximum Continuous Rating							
60 Hertz	21.0	25.5	1800	1.98	7.5	T3C - NST - IW	
90 Hertz	17.8	22.0	1500	1.68	6.3	T3C - NST - IW	
60 Hertz	26.0	32.5	1800	2.68	9.4	T3C - NST - IW	
50 Hertz	24.5	30.5	1500	2.09	7.9	T3C - NST - IW	
Continuous Rating							
60 Hertz	19.5	24.0	1800	1.83	6.2	T3C - NST - IW	
90 Hertz	16.0	20.0	1500	1.37	5.2	T3C - NST - IW	
60 Hertz	27.0	33.0	1800	2.28	8.5	T3C - NST - IW	
50 Hertz	25.5	31.0	1500	1.88	7.1	T3C - NST - IW	
Generator Set - Single Phase							
	okW @ 1.0pf	kV•A	rpm	U.S. g/h	l/hr	EPA - IMO - EU	
Maximum Continuous Rating							
60 Hertz	21.5	23.5	1800	1.98	7.5	T3C - NST - IW	
90 Hertz	18.0	20.0	1500	1.68	6.0	T3C - NST - IW	
60 Hertz	26.5	32.5	1800	2.68	9.4	T3C - NST - IW	
50 Hertz	24.5	30.5	1500	2.09	7.9	T3C - NST - IW	
Continuous Rating							
60 Hertz	19.0	20.0	1800	1.83	6.2	T3C - NST - IW	
90 Hertz	16.0	18.0	1500	1.37	5.2	T3C - NST - IW	
60 Hertz	27.0	32.0	1800	2.24	8.5	T3C - NST - IW	
50 Hertz	25.5	30.5	1500	1.88	7.1	T3C - NST - IW	

Maximum Continuous Power: Power available at variable load with the average not exceeding 50%. No overload is permitted.

Continuous Power: Overload of 10% is permitted for one hour in twelve hours operational. The remaining operational time should be at varying loads with the average not exceeding 80% of continuous power in one day.

	L	H	WE
Open Set	45 in/1147 mm	32 in/825 mm	20.5 in/521 mm
Enclosed Set	48 in/1219 mm	31 in/775 mm	24 in/609 mm

In-line 4, 4-Stroke-Cycle Diesel

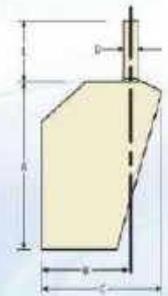
Application	NA, T	
Bore x Stroke	3.31 x 3.94 in	85 x 100 mm
Displacement	135 cu in	2.2 liter
Rotation (from flywheel end)	Counterclockwise	
Generator set weight (approx)	1972/1077 lb	895/486 kg

50

Rudder

Stock AQ-22 Rudder Specifications

Rudder Model	Diameter (inch (D))	Length (inch (L))	Wt Stock Per Ft. Lb./Ft.	Rudder Wt. Less Stock Lb.	Rudder Length (inch (A))	Stock Location (inch (B))	Rudder Width (inch (C))	Estimated* Rudder Torque 40 Knts (inch/lb.)
I	1½	15	4.17	19	12½	0%	3½	4,400
II	1½	18	6.31	30	16½	0%	11	8,100
III	1½	21	8.18	42*	19	0%	12	12,200
IV	2½	24	12.52	62	22½	1½	12	23,000
V	2½	30	16.19	105	27	12½	11½	34,500
VI	4	34	22.71	203	31	17½	22½	52,200
VII	4½	38	34.35	375	36½	19	25	71,500



* Rudder torque has been increased 25% to allow for bearing friction.

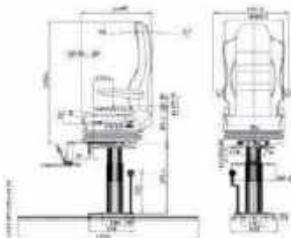
Propeller

DJ355 & DQ469 SPECIFICATIONS								DJ355 - 0.55 E.A.R.				DQ469 - 0.69 E.A.R.			
Diameter (Inches)	Hub	Hub Dimensions (Inches)			Shaft Dimensions (Inches)			Minimum Blade Width (Inches)	Propeller Area (Sq. Ft.)	Pitch (Inches)	RPM (Rev./Min.)	Minimum Shaft Torque (Inches)	Propeller Area (Sq. Ft.)	Pitch (Inches)	RPM (Rev./Min.)
		Hub Dia.	Hub Length	Hub Dia.	Hub Dia.	Hub Dia.	Hub Dia.								
9	229	1-3/8	1-1/2	2-1/8	3/4	7/8	3/4	4-1/16	11.7	2.5	7	-	-	-	-
10	254	1-1/2	1-5/8	2-1/4	3/4	1	3/4	4-1/2	14.4	3	12	-	-	-	-
11	279	1-1/2	1-5/8	2-1/4	3/4	1	3/4	4-15/16	17.4	4	15	-	-	-	-
12	305	1-5/8	1-3/4	2-3/8	7/8	1-1/8	7/8	5-3/8	20.7	5	31	-	-	-	-
13	330	1-5/8	1-13/16	2-3/4	1	1-1/8	1	5-7/8	24.3	5	45	-	-	-	-
14	355	1-7/8	2	2-3/4	1	1-1/4	1	6-5/16	28.2	5	65	-	-	-	-
15	381	1-7/8	2	2-3/4	1	1-1/4	1	6-3/4	32.4	9	91	-	-	-	-
16	406	2-1/8	2-3/8	3-1/4	1-1/8	1-3/8	1-1/8	7-1/4	36.9	11	127	-	-	-	-
17	432	2-5/8	2-5/8	3-3/4	1-1/4	1-1/2	1-1/4	7-5/8	41.6	14	173	7-5/16	39.1	17	226
18	457	2-5/8	2-5/8	3-3/4	1-1/4	1-1/2	1-1/4	8-1/8	46.7	16	227	7-3/4	43.9	20	300
19	483	2-3/8	2-5/8	3-3/4	1-1/4	1-1/2	1-1/4	8-1/2	52.0	19	314	8-3/16	48.9	22	394
20	508	2-3/8	2-5/8	3-3/4	1-1/4	1-1/2	1-1/4	9	57.6	21	408	8-5/8	54.2	25	505
21	533	2-3/4	3	4-1/8	1-3/8	1-3/4	1-3/8	9-7/16	63.5	25	514	9	59.7	30	643
22	559	2-3/4	3	4-1/8	1-3/8	1-3/4	1-3/8	9-7/8	69.7	29	647	9-7/16	65.5	34	811
23	584	3	3-1/4	4-1/2	1-1/2	2	1-1/2	10-3/8	76.2	34	808	9-7/8	71.6	40	1,010
24	610	3	3-1/4	4-1/2	1-1/2	2	1-1/2	10-5/8	82.9	37	1,004	10-5/16	75.0	45	1,250
26	650	3-5/8	3-3/4	4-7/8	1-5/4	2-1/4	1-3/4	11-3/4	97.3	45	1,450	11-3/16	91.5	57	1,850
28	711	3-3/4	4-1/8	5-3/4	2	2-1/2	2	12-5/8	112.9	52	2,100	12	105.2	65	2,600
30	752	4-1/4	4-5/8	5	2	3	2	13-1/2	125.4	59	3,022	12-7/8	121.9	80	3,770
32	813	4-1/4	4-5/8	5	2	3	2	14-3/8	147.4	60	4,140	13-3/4	138.7	107	5,180
34	854	4-1/4	4-5/8	5-1/2	2-1/4	3	2-1/4	15-5/16	166.5	105	5,510	14-5/8	155.6	125	7,000
36	914	4-5/8	5-1/8	5	2-3/4	3-1/2	2-3/4	16-3/16	186.9	130	7,420	15-7/16	175.5	153	9,260
38	955	4-5/8	5-1/8	5	2-3/4	3-1/2	2-3/4	17-1/16	207.9	147	9,670	16-5/16	195.6	174	12,050
40	1,015	5	5-1/2	5	3	3-3/4	3	18	230.4	190	13,150	17-3/16	215.7	215	16,440
42	1,067	5-3/8	5	10-7/16	3	4	3	-	-	-	-	18	229.0	263	21,070
44	1,118	5-7/16	5-3/16	11	3	4	3	-	-	-	-	18-7/8	262.3	301	26,460

Suspension Seat

Extreme Marine Captain Seats

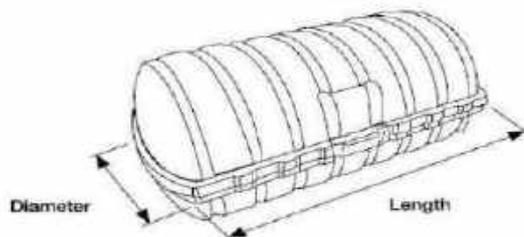
AS 15563-1	●
AS 15563-2	●
AS 15563-3	●
AS 15563-4	●
AS 15563-5	●
AS 15563-6	●
AS 15563-7	●
AS 15563-8	●
AS 15563-9	●
AS 15563-10	●
AS 15563-11	●
AS 15563-12	●
AS 15563-13	●
AS 15563-14	●
AS 15563-15	●
AS 15563-16	●
AS 15563-17	●
AS 15563-18	●
AS 15563-19	●
AS 15563-20	●
AS 15563-21	●
AS 15563-22	●
AS 15563-23	●
AS 15563-24	●
AS 15563-25	●
AS 15563-26	●
AS 15563-27	●
AS 15563-28	●
AS 15563-29	●
AS 15563-30	●
AS 15563-31	●
AS 15563-32	●
AS 15563-33	●
AS 15563-34	●
AS 15563-35	●
AS 15563-36	●
AS 15563-37	●
AS 15563-38	●
AS 15563-39	●
AS 15563-40	●
AS 15563-41	●
AS 15563-42	●
AS 15563-43	●
AS 15563-44	●
AS 15563-45	●
AS 15563-46	●
AS 15563-47	●
AS 15563-48	●
AS 15563-49	●
AS 15563-50	●
AS 15563-51	●
AS 15563-52	●
AS 15563-53	●
AS 15563-54	●
AS 15563-55	●
AS 15563-56	●
AS 15563-57	●
AS 15563-58	●
AS 15563-59	●
AS 15563-60	●
AS 15563-61	●
AS 15563-62	●
AS 15563-63	●
AS 15563-64	●
AS 15563-65	●
AS 15563-66	●
AS 15563-67	●
AS 15563-68	●
AS 15563-69	●
AS 15563-70	●
AS 15563-71	●
AS 15563-72	●
AS 15563-73	●
AS 15563-74	●
AS 15563-75	●
AS 15563-76	●
AS 15563-77	●
AS 15563-78	●
AS 15563-79	●
AS 15563-80	●
AS 15563-81	●
AS 15563-82	●
AS 15563-83	●
AS 15563-84	●
AS 15563-85	●
AS 15563-86	●
AS 15563-87	●
AS 15563-88	●
AS 15563-89	●
AS 15563-90	●
AS 15563-91	●
AS 15563-92	●
AS 15563-93	●
AS 15563-94	●
AS 15563-95	●
AS 15563-96	●
AS 15563-97	●
AS 15563-98	●
AS 15563-99	●
AS 15563-100	●



Liferaft

Throw Over Cylindrical Container MK14

Capacity Persons	Container A Pack			Container B Pack		
	L mm	D mm	Weight kg	L mm	D mm	Weight kg
6	1066	556	76	1066	556	87
10	1150	584	99	1080	556	79
12	1156	584	106	1156	584	79
16	1308	685	144	1156	584	101
20	1508	685	160	1156	584	106
25	1508	685	180	1306	685	190



Life Jacket

DY-A6	Adult life jacket:		<p>* conform to SOLAS 74/96, MSC.201(81) MSC.81(70) MSC.200(80)</p> <p>* certification: CCS/EC</p> <p>* Material: Cover: PU & Polyester compound</p> <p>* Inside: EPE foam</p> <p>* Size: length 550mm width: 270mm</p> <p>* Weight: 0.74kg</p> <p>* Buoyancy: >147N</p>
-------	--------------------	---	---

Life Buoy



GIOVE

SOLAS ring lifebuoys:

Code	Description	Ø ext. (mm)	Ø int. (mm)	Height (cm)	Weight (kg)	Buoyancy (N)
30148	Without buoying line	60	40	12	2.5	162

Water Cannon Component

Manual Fire Monitors
(Akron Gemini 3471)

Gemini™ Monitor 1000 GPM (3800 LPM)

A self-locking, dual handwheel brass monitor with a split waterway and cast-in turning vanes for efficient flow. Built-in pressure gauge and gauge guard.

- 3471 Gemini Monitor**
- 135° vertical travel
 - 360° continuous horizontal travel
 - See page 187 for Monitor/Fog Nozzle Compatibility Chart

Style	Weight lbs. (kg)	Height	Width	Depth	Inlet	Outlet	Flow	
							GPM	LPM
3471	75 (34 kg)	20" (508 mm)	13 1/4" (335 mm)	12 1/4" (315 mm)	3" - 4" (75-100 mm) NPT or FL	2 1/2" (65 mm)	1000	3800



Style 3471
Shown with
Style 3488
Discharge Pipe
& Style 3497 Tip

Fire Pump
(Hale 8FG series)

8FG

STYLE

Hale's 8FG was designed specifically for high flow industrial firefighting applications. Built utilizing the popular G gearbox, the 8FG is manufactured for reliable operation. Available with a split shaft, PTO, or drive thru gearbox allows the 8FG to be used in many different applications. The compact design requires less space in your truck freeing up space for water, foam, or equipment.

Features

- Generates NFPA 1901 rated flows from 1500 GPM (5678 L/min) to 3000 GPM (11,355 L/min) from draft
- Hard, fine-grain bronze, mixed flow impeller design is hand ground and balanced for maximum performance
- For minimal maintenance the spring-loaded mechanical seal is self-adjusting and self-lubricating
- Heavy duty precision ground, deep-groove bearings used for long-life
- Heat treated one piece stainless steel pump shaft has been designed for strength and to minimize pump deflection
- Bronze clearance ring is easily replaceable
- Options for 8FGF (Drive Unit Rear) and 8FGR (Drive Unit Front) for design flexibility
- Optional Drive Thru gearbox was constructed for marine application where the pump can be operated at the same time as the propulsion system



Specifications

Certification(s)	
------------------	--

Water Maker (Destilator)

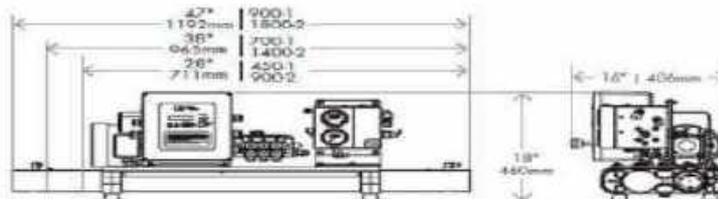
Seafari Versatile - Specifications | Dimensions

Model Number	Per 24 Hours - Gal / Lit	Per Hour - Gal/ Lit	Weight
450-1	450 / 1,705	18 / 70	118 lbs / 54 kg
700-1	700 / 2,650	26 / 110	125 lbs / 57 kg
900-1	900 / 3,405	38 / 140	136 lbs / 62 kg
900-2	900 / 3,405	38 / 140	136 lbs / 62 kg
1400-2	1,400 / 5,300	58 / 220	147 lbs / 67 kg
1800-2	1,800 / 6,815	75 / 285	150 lbs / 68 kg

High Pressure Pump Motor and Booster Pump combined Amp Draw:

Phase	Fz	Voltage	HP	Running Amps	Start Up Amps
1	50/60	115	2.5	30	103
1	50/60	220	2.5	15	52
3	50/60	220	3	12	30
3	50/60	440	3	6	15

Self-Contained.



Fresh Water Pump

Aqua Jet WPS Water Pressure Pump



AQUA JET WPS 2.4

Diaphragm	Stantoprene
Valves	EPDM
Body	PP/PSA
Motor	BSW
Weight	1.5 kg/3.5 lbs
Length	204 mm/8.02"
Width	107 mm/4.21"
Height	110 mm/4.33"

Part No.	Description	Capacity
10-24804-03	Aqua Jet WPS 2.4 12V	5 V/min - 2.4 GPM
10-24804-04	Aqua Jet WPS 2.4 24V	5 V/min - 2.4 GPM

Pressure Cut Off*	Fuse Size	Connection**
2.8 bar - 41 psi	10 A	1/2" BSP / hose 1/2", 1/2" BSP 1/4" hose
0.9 bar - 13 psi	5 A	1/2" BSP 1/4" hose 1/2", 1/2" BSP 1/4" hose

Bilge Pump

HEAVY DUTY BILGE PUMP 1600-4000 GPH - SUBMERSIBLE BILGE PUMP

The 2000 GPH model is casted in 17 by a mechanical seal design, while the 1600 GPH model has lip seal. The 4000 GPH features a nitrid motor design, mechanical shaft seal, high impact ABS plastic and unique threaded port design.

The impeller is carefully designed and tested to maximize head and flow. Universal base plate and a choice of two stud ports makes for a simple installation. Removable check valve included.

1600 GPH

Shaft	3/32"Ø
Shaft size	8.75x1.0 (3.44x0.39")
Shaft length	1.27x1.4 (0.5x0.55")
Max Ø	58 mm - 2.28"
Max height	113 mm - 4.45"
Weight	1.5 kg - 3.30 lbs

2000 GPH

Shaft	3/32"Ø
Shaft size	8.75x1.0 (3.44x0.39")
Shaft length	1.27x1.4 (0.5x0.55")
Max Ø	58 mm - 2.28"
Max height	113 mm - 4.45"
Weight	2.25 kg - 4.96 lbs

4000 GPH

Shaft	3/32"Ø
Shaft size	8.75x1.0 (3.44x0.39")
Shaft length	1.27x1.4 (0.5x0.55")
Max Ø	58 mm - 2.28"
Max height	113 mm - 4.45"
Weight	2.55 kg - 5.62 lbs



Part No.	Description	Capacity 1.0 m head (3.28/10.76')	Capacity 3.0m head (9.84/32.17')	Act.	Port Size	Connection
30-1600-01	Heavy Duty Bilge Pump 1600 GPH 12V	22 V/min - 1600 GPH	100 V/min - 1600 GPH	F.A.	1/2"	1/2" and 1/4"
30-1600-02	Heavy Duty Bilge Pump 1600 GPH 24V	22 V/min - 1600 GPH	100 V/min - 1600 GPH	C.V.A.	1/2"	1/2" and 1/4"
30-2000-01	Heavy Duty Bilge Pump 2000 GPH 12V	25 V/min - 2000 GPH	100 V/min - 2000 GPH	F.A.	1/2"	1/2" and 1/4"
30-2000-02	Heavy Duty Bilge Pump 2000 GPH 24V	25 V/min - 2000 GPH	100 V/min - 2000 GPH	C.V.A.	1/2"	1/2" and 1/4"
30-4000-01	Heavy Duty Bilge Pump 4000 GPH 12V	30 V/min - 4000 GPH	150 V/min - 4000 GPH	F.A.	1/2"	1/2" and 1/4"
30-4000-02	Heavy Duty Bilge Pump 4000 GPH 24V	30 V/min - 4000 GPH	150 V/min - 4000 GPH	C.V.A.	1/2"	1/2" and 1/4"

Fire Extinguisher



Kg 2
13429

Code	CO2 kg	Class of fires	Ø mm	Kg full	H mm	Jet mt	Time sec	Pallets 80x120	
								Qty	Kgs
13410	1	5A 34B	85	2	335	2	10	576	1.150
13429	2	70B	130	4.1	425	5	14	576	1.150
13440	4	13A 113B	140	6.8	485	3	25	132	910
13461	6	113B	160	9.7	530	5	24	132	910

Marine Air Conditioning

**M16
16,500 BTU**



Dimensions:
L-19.25", W-13.5", H-14.25"
Weight: 68 Lbs
Amp: 12 Cool, 13.5 Rev/Cycle Heat
Electric heat not available
****Available in 110V OR 220V**

Blower CFM: 485
Cooling Capacity: 1,400 Cubic Ft.
Designed to cool up to a 40' cruiser or a 45' sailboat.
(Left Discharge Shown Above)

M16 16,500 BTU Air Conditioner

This unit is available in right, left or top discharge. The unit produces 16,500 BTU in cool mode, and 10,000 BTU in reverse cycle heat mode. We recommend at least 2" discharge for this unit. One 1/2" x 1/4" grill should be within 6" feet of this unit and at least two 2" outer discharges need to be the 1" round supply vents. As always, more is better. These are the minimums. The Electric Heat option is not available on this model.

Electric Winch (Anchor Winch)

V4/V5 Vertical Windlasses

- Rope-chain gypsy
- Cone clutch for smooth, easy control
- Manual Free Fall
- W.A.R.P. Drum
- Robust and reliable drive train
- Manual override (optional)
- The largest rope chain windlass in the range

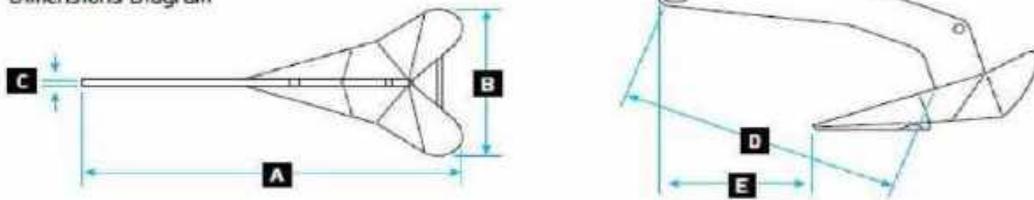


V4/V5 Electric Specifications

MODEL	MOTOR POWER		MAX PULL		WORKING LOAD LIMIT		MAX LINE SPEED		NORMAL CURRENT DRAW	CIRCUIT BREAKER	APP WEIGHT GYPSY ONLY		APP WEIGHT GYPSY/DRUM	
	Watt	hp	kg	lb	kg	lb	m/min	f/min			kg	lb	kg	lb
V4 12V	1000	1.35	1250	2750	370	800	25	80	125	150	25	54	36	79
V4 24V	2300	3.08	1500	3300	375	825	29	90	70	110	20	44	28	61
V5 24V	2000	2.71	1600	3520	420	920	26	87	80	110	31	68	36	79

Anchor

Dimensions Diagram



Delta® Anchor Stainless and Galvanized Specifications

GALVANIZED	STAINLESS	ANCHOR WEIGHT		RECOMMENDED CHAIN SIZE		A		B		C		D		E	
		kg	lb	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in
0057404		4	9	6-7	1/4	514	20 1/4	238	9	8	7/16	387	15 1/4	210	8 1/4
0057406	0057306	6	14	6-7	1/4	505	20 1/4	253	10 1/4	10	3/4	450	17 3/4	241	9 1/4
0057410	0057310	10	22	8	5/16	605	27 3/4	308	12 1/4	12	1/2	526	20 3/4	283	11 1/4
0057416	0057316	16	35	8	5/16	812	32	360	14 1/4	12	1/2	514	24 1/4	334	13
0057420	0057320	20	44	10	3/8	877	34 1/2	390	15 1/4	16	5/8	663	26 1/4	361	14 1/4
0057425	0057325	25	55	10	3/8	945	37 1/4	417	16 3/4	16	5/8	713	28	384	15 1/4
0057432	0057332	32	70	10	3/8	1026	40 3/4	455	17 3/4	16	5/8	774	30 3/4	417	16 3/4
0057440	0057340	40	88	10	3/8	1090	43 1/4	489	19 1/4	20	3/4	835	32 3/4	446	17 3/4
0057450	0057350	50	110	12	1/2	1175	46 1/4	530	20 5/8	20	3/4	890	35	479	18 3/4
0057463	0057363	63	140	12	1/2	1278	50 1/4	568	22 1/4	22	7/8	973	38 3/4	518	20 3/4

BADAN NASIONAL PENCARIAN DAN PERTOLONGAN

KANTOR PENCARIAN DAN PERTOLONGAN SURABAYA



JL. RAYA BANDARA JUANDA
SURABAYA 61253-A
INDONESIA
[http : //www.surabaya.basarnas.go.id](http://www.surabaya.basarnas.go.id)
Email : surabaya.rescue@gmail.com

Telp. : (+6231) 8669611, 8666611
8667111, 8673511, 8690205
Fax. : (+6231) 8669611
Emergency : (+6231) 8669611
Emergency Fax : (+6231) 8667111
WhatsApp : 0822 3442 9711

Berikut ini disampaikan rekapitulasi jumlah Kecelakaan yang ditangani oleh Kantor Pencarian dan Pertolongan Surabaya:

1. Tahun 2012

Musibah Penerbangan - 0
Musibah Pelayaran - 12
Musibah Lainnya - 39
Bencana - 3

2. Tahun 2013

Musibah Penerbangan - 0
Musibah Pelayaran - 11
Musibah Lainnya - 52
Bencana - 7

3. Tahun 2014

Musibah Penerbangan - 0
Musibah Pelayaran - 17
Musibah Lainnya - 62
Bencana - 11

4. Tahun 2015

Kecelakaan Pesawat - 0
Kecelakaan Kapal - 26
Kondisi membahayakan jiwa manusia - 90
Bencana - 11

5. Tahun 2016

Kecelakaan Pesawat - 2
Kecelakaan Kapal - 20
Kondisi membahayakan jiwa manusia - 125
Bencana - 9

6. Tahun 2017

Kecelakaan Pesawat - 4
Kecelakaan Kapal - 35
Kondisi membahayakan jiwa manusia - 19
Bencana - 120

Demikian rekapitulasi data ini disampaikan untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Mengetahui,
PH. Kepala Kantor Pencarian dan
Pertolongan Surabaya

Al Amrad, S.Sos.
Penata (III/c)

DATA KECELAKAAN KAPAL DI WILAYAH KOORDINASI KANTOR PENCARIAN DAN PERTOLONGAN SURABAYA TAHUN 2017

NO	JENIS KEJADIAN	POSISI (KOORDINAT/AREA)	TANGGAL KEJADIAN
1	MUSIBAH PERAHU NELAYAN TERBALIK KARENA ANGIN KENCANG DAN OMBAK TINGGI DI PELABUHAN KERATON KAB PASURUAN DENGAN KORBAN AN RISLAN IRNIS KELAMIN LAKIS USIA 50 THN DAN SAID JENIS KELAMIN LAKIS USIA 30 THN WARGA DS PANGGUNG REJO KEC PANGGUNG REJO KAB PASURUAN	DI PERAIRAN SEMARE KEC KERATON KAB PASURUAN	27-Jan-17
2	KM MUTARA SENTOSA 1 KEHABISAN BBM DAN LOGISTIK ROUTE BALIKPAPAN - SURABAYA DGN POB 180 ORG	DI SEKITAR KARANG JAMUANG PADA KOORDINAT 06° 46'39" S 112° 54'31" E	3-Feb-17
3	KAPAL SELEREK TENGGELAM AKIBAT LAKA LAUT DENGAN JUMLAH ABK 15 ORANG	DI PERAIRAN BESUKI SITUBONDO PADA KOORDINAT 07'43 19,3 S 113 40 1,8 E	2-Feb-17
4	PERAHU NELAYAN MENGALAMI HILANG/ BELUM KEMBALI DARI MENCARIKAN POB 3 ORANG AN SAMSUL HUDA, JENIS KELAMIN LAKI-LAKI, USIA 35 THN, AN SENDI, JENIS KELAMIN LAKI-LAKI, USIA 35 THN DAN AN PUTI, JENIS KELAMIN LAKI-LAKI, USIA 16 THN, ASAL DS BANJAR KEMUNING KEC SEDATI KAB SIDOARJO	DI PERAIRAN SELAT MADURA	6-Feb-17
5	LIMA ORANG PENUMPANG KAPAL NELAYAN TENGGELAM DENGAN 3 (TIGA) ORANG SELAMAT DAN 2 (DUA) ORANG DALAM PENCARIAN YAITU AN KASIMUEN JENIS KELAMIN LAKI-LAKI USIA 56 TAHUN DAN AN MUSTAMIN JENIS KELAMIN LAKI-LAKI USIA 40 TAHUN	DI PERAIRAN LAUT BRONDONG KAB LAMONGAN PADA KOORDINAT 06 52,06 S - 112 24,44 E	5-Feb-17
6	DUA ORANG NELAYAN DENGAN MENGGUNAKAN PERAHU NELAYAN YAITU AN RASAK UMUR 45 TAHUN ASAL DUSUN PASAR BARU DESA AMBUTAN TIMUR KEC AMBUTEN-SUMENEP DAN AS AD UMUR 52 TAHUN ASAL DUSUN PASAR BARU DESA AMBUTAN TIMUR KEC AMBUTEN-SUMENEP DENGAN RUTE DARI AMBUTAN TIMUR MENUJU SAPUDI SUDAH LIMA HARI TIDAK ADA KABAR, BELUM KEMBALI KE RUMAHNYA	DI PERAIRAN SAPUDI	1-Feb-17
7	PERAHU NELAYAN DENGAN POB DUA ORANG AN SUK ARMAN JENIS KELAMIN LAKI-LAKI USIA 60 TAHUN DAN ANTON JENIS KELAMIN LAKI-LAKI USIA 50 TAHUN MENGALAMI MATI MESIN	DI UTARA PULAU MENJANGAN PADA KOORDINAT 08 1 54,53 S 114 29 6,18 E	6-Feb-17
8	KAPAL PENUMPANG BERNAMA KAPAL CINTA DUA REFORMASI MENGALAMI MATI MESIN DENGAN TULUAN SAPUDI DENGAN POB 35 ORANG DENGAN PRINCIAAN 27 ORANG PENUMPANG, 7 ORANG ABK DAN 1 JENAZAH	DI SEKITAR 14 MIL ARAH UTARA DARI PELABUHAN KALBUT SITUBONDO PADA KOORDINAT 07 35 28,43 S 114 2 8 13 E	16-Feb-17
9	MUSIBAH SATU ORG NELAYAN PANCIANGAN TENGGELAM AN ERK JENIS KELAMIN LAKIS USIA 25 THN ALAMAT DSN SANPEPO RT 002 RW 001 DS BARU REJO KEC SILIR AGUNG KAB BANYUWANGI	DI PANTAI PANCER BANYUWANGI PD KOORDINAT 08 38 42 13 S 114 10 44 62 E	31-Mar-17
10	MUSIBAH SATU ORANG HILANG (LOST CONTACT) PADA SAAT PERGI MELAUT AN TAUFIQ LAKIS UMUR 30 THN ALAMAT DSN KARANG ANYAR DS PECINAN KEC MANGARAN KAB SITUBONDO	DI SEKITAR PERAIRAN KALBUT KAB SITUBONDO PADA KOORDINAT 7 40 43 6 S 113 21 19 6 E	25-Apr-17
11	KECELAKAAN SATU ORANG NELAYAN AN SUPANDI LAKIS 35 TH ALAMAT DSN KRAPAN DS JANGKAR KEC JANGKAR KAB SITUBONDO PERGI MELAUT DAN SAMPAI SAAT INI BLN KEMBALI (LOST CONTACT)	DI SEKITAR PERAIRAN JANGKAR KAB SITUBONDO PD KOORDINAT 07 41 28 52 S 114 11 54 E	1 Mei 2017
12	KECELAKAAN KM ASIA PRIMA 1 TERBAKAR KRN PERCIKAN API PENGLASAN KAPAL	DI PELABUHAN LUUNG TANJUNG PERAK SURABAYA PD KOORDINAT 07 11 55 S 112 42 42 E	5 Mei 2017

NO	JENIS KEJADIAN	POSISI (KOORDINAT/ AREA)	TANGGAL
			KEJADIAN
13	KECELAKAAN PELAYARAN KM MULTIARA SENTOSA I TERBAKAR	DI SEKITAR PULAU MASALEMBO PD KOORDINAT 05 33 1 S 114 34 2 E (3 NM SEBELAH TIMUR PULAU MASALEMBO)	19 Mei 2017
14	TB BINTANG ABADI II MENGGANDENG TONGKANG LILY 8 MILIK PT ARMADA ANAK LAUT SBY DGN ROUTE SBY MENUJU SANGKULIRANG (KALTIM) MENGALAMI TENGGELAM DGN CREW BERJML AH 9 ORG, 6 ORG TLH DIEVAKUASI OLEH TB MRSHAD DARI KOTA BARU TUJUAN SBY SEDANGKAN SISANYA 3 ORG MASIH BERADA DIATAS TONGKANG LILY 8	PADA KOORDINAT 06 03 500 S 113 11 600 E (32 MIL DI SEBELAH TENGGARA PULAU BAWEAN)	11 Juni 2017
15	KM BAHARI EXPRES 90C DENGAN PENUMPANG 360, KANDAS	DI PERAIRAN PULAU KALOSOT BRAKAS KEC RAAS JARAK 1 MIL DARI PELABUHAN RAAS	17 Juni 2017
16	MUSIBAH TERBAKARNYA KM PEKAN FAJAR DGN JUMLAH ABK 22 ORANG	PADA KOORDINAT 06 17 956 S 112 49 395 E	11 Juli 2017
17	KECELAKAAN KM POLOS 2 TERBALIK DGN POB 5 ORG AN SUKARJI UMUR 65 THN, KAMARAYUN ABD ROHMAN, SARJAMIN UMUR 50 THN DAN WAHYU	DI PERAIRAN PLAWANGAN GRAJAGAN KEC PURWO HARJO KAB BANYUWANGI PD KOORDINAT 08 36 15 77 S 114 13 45 38 E	5 Ags 2017
18	KECELAKAAN KAPAL KM SINAR PURNAMA JAYA DENGAN ROUTE SURABAYA - BANJARMASIN TENGGELAM DENGAN POB SEBANYAK 6 ORANG	PADA KOORDINAT 06 40 95 S 112 52 4 E	7 Ags 2017
19	KECELAKAAN KAPAL NELAYAN KM ALDO JAYA MENGALAMI MATI MESIN DENGAN MEMBAWA 4 ABK AN SAFRIL, SUPRI, ANDIKA DAN HERMAN	DI RUMPON NELAYAN JARAK KURANG LEBIH 47 NM ARAH SELATAN PANTAI PRIGI KAB TRENGGALEK, PADA PERKIRAAN KOORDINAT 9 02 55 76 S 111 44 35 75 E	1 Ags 2017
20	KECELAKAAN PERAHU JUKUNG NELAYAN SELAR JAYA ABADI DGN POB 6 ORG TERBALIK DAN TENGGELAM	DI PERAIRAN PANTAI GENJOR TULLUNG AGUNG PADA KOORDINAT 8 17 38 53 S 111 46 18 31 E	16 Ags 2017
21	ORANG TENGGELAM	DIPANTAI PASUR KEC BAKUNG KAB BLITAR PD KOORDINAT 08 19 10 488 S - 112 43 892 E	14 Ags 2017
22	KEBAKARAN KM MULTI ABADI 01 TERBAKAR 15 ORG ABK	PADA ALUR PELAYARAN BARAT SURABAYA PD KOORDINAT 07 11 936 S - 112 42 755 E	
23	KAPAL NELAYAN TENGGELAM	PERAIRAN PANTAI PASEBAN KE KENCONG KAB JEMBER PD KOORDINAT 08 18 55 9 S - 114 19 05 2 E	24 Ags 2017
24	TELAAH DITEMUKAN SESOSOK JENAZAH DI PESISIR PANTAI PASEBAN KEC KENCONG KAB JEMBER DENGAN CIRI 2 BAJU YG DIPAKAI OLEH JENAZAH DIKENALI SBG KORBAN NELAYAN HILANGAN HUSNI TAMRIN LAKIS UMUR 40 THN WARGA WARGA DSN JER 2 DS CAKRU KEC KENCONG KAB JEMBER YG HILANG SAAT MENALAJIKAN PD TW 0824 1700 G DI PESISIR PANTAI PASEBAN KEC KENCONG KAB JEMBER	DI PESISIR PANTAI PASEBAN KECLUMBANG KAB JEMBER PD KOORDINAT 08 18 55 9 S - 113 19 05 2 E	7-Sep-17
25	SATU ORG NELAYAN AN ALIMAH JENIS KELAMIN LAKIS UMUR 65 THN DGN ALAMAT DS TEMBOK REJO KEC MUNCAR KAB BANYUWANGI TENGGELAM	DI PERAIRAN MUNCAR KAB BANYUWANGI PD KOORDINAT 8 32 02 57 S 114 25 30 35 E	15-Sep-17
26	KLM HARAPAN SELAITERA I BERMUATAN PUPUK DAN BER POB 9 ORG SAMPAI SAAT INI BELUM SAMPAI TUJUAN	ROUTE GRESIK - PANGKOH SEBELAS KMA PULANG PISANG KALIMANTAN SELATAN KMA BRKT DR GRESIK TW 0922 1400 G	22-Sep-17

NO	JENIS KEJADIAN	POSISI (KOORDINAT/AREA)	TANGGAL KEJADIAN
27	EVAKUASI INTERCEPT KAPAL KM MAKMUR REZENI YANG KARAM	DI DERMAGA GAPURA SURYA PELABUHAN TANJUNGPERAK SURABAYA	15-Nov-17
28	SATU ORG NELAYAN TENGGELAM	DI PERAIRAN LEKOK KAB PASURUAN PD KOORDINAT 07 35 36 S - 112 99 49 E	14-Nov-17
29	KECELAKAAN LAUT PERAHU KAYU MATT MESIN	DI PERAIRAN MASA LEMBO LEBIH KURANG 6 MIL DR PULAU KERAMAIAN	
30	PERAHU NELAYAN TENGGELAM	DI PERAIRAN PANTAI SALIMO KAB TRENGGALEK PD KOORDINAT 08 23 1 32 S - 111 45 45 1 E	27-Nov-17
31	KAPAL ST ISLAND KANDAS	DI KOORDINAT 06 52 6 S 112 44 41 E	10 Des 2017
32	KECELAKAAN DI LAUT	PANTAI BANGSRUNG KEC WONGSO REJO KAB BANYUWANGI PD KOORDINAT 08 4 11 7 S 114 25 32 8 E	6 Des 2017
33	KECELAKAAN DI LAUT	PERAIRAN SASAK PRIGI KEC WATU LIMO KAB TRENGGALEK PD KOORDINAT 8 25 19 S 111 39 20 E	9 Des 2017
34	KAPAL LCT DAYA KARYA BERMUTATAN MIGAS DGN POB 8 ORG MENGALAMI LOST CONTACT DI LAUT	DI KOORDINAT 04 16 27 5 S - 115 51 26 2 E	16 Des 2017
35	KAPAL KAYU YG KARAM	PD KOORDINAT 04 42 2 S - 110 34 9 E	

Mengetahui,
PH Kepala Kantor Pencarian dan Pertolongan Surabaya



Al Amrad, S.Sos
Penata (III/c)

BIODATA PENULIS



Adi Budi Cahyana Putra, itulah nama lengkap penulis. Dilahirkan di Boyolali pada 18 April 1997 silam, Penulis merupakan anak terakhir dari tiga bersaudara dalam keluarga. Penulis menempuh pendidikan formal tingkat dasar pada TK PGRI, kemudian melanjutkan ke SD N 1 Pojok, SMP N 1 Simo dan SMA N 1 Boyolali. 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 aktif dalam berkegiatan maupun berorganisasi di Departemen Teknik Perkapalan, FTK, dan ITS. Dalam hal kegiatan kepanitiaan acara, Penulis pernah menjadi *Organizing Committee (OC)* pada acara Integralistik Festival (Interval) 2015, *OC* pada acara Kesma Expo BEM ITS 2016, *OC* Pemilihan BEM FTK 2017, dan menjadi ketua panitia acara Bina Islam Teknik Perkapalan dan Transportasi Laut (Ballast) 2017. Untuk pengalaman organisasi, Penulis pernah menjadi *staff* Departemen Kajian Strategis HIMATEKPAL 2016/2017, *staff* Departemen Kaderisasi Lembaga Dakwah Jurusan (LDJ) *As-Safinah* 2016/2017, dan menjadi *Steering Committee (SC)* Kaderisasi HIMATEKPAL 2017/2018. Selain itu, Penulis juga memiliki riwayat pelatihan LKMM Pra-TD 2015, PSII 2015, LKMM TD 2016, dan Sekolah Kastrat BEM ITS 2016.

Di bidang akademis, Penulis pernah tercatat sebagai *grader* pelatihan *Software AutoCAD* pada mata kuliah Menggambar Teknik tahun 2016 dan tahun 2017.

Email: adi15@mhs.na.its.ac.id/adibudi02@gmail.com