



TUGAS AKHIR - MN 184802

**DESAIN CATAMARAN *FAST FERRY BOAT*
DENGAN *HYDRAULIC SUSPENSION TECHNOLOGY*
RUTE BATAM - SINGAPURA**

**Tania Dwiretno
NRP 0411164000042**

**Dosen Pembimbing
Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.
Danu Utama, S.T., M.T.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020**



TUGAS AKHIR - MN 184802

**DESAIN CATAMARAN FAST FERRY BOAT
DENGAN HYDRAULIC SUSPENSION TECHNOLOGY
RUTE BATAM - SINGAPURA**

**Tania Dwiretno
NRP 0411164000042**

**Dosen Pembimbing
Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.
Danu Utama, S.T., M.T.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020**



FINAL PROJECT - MN 184802

**DESIGN OF CATAMARAN FAST FERRY BOAT
WITH HYDRAULIC SUSPENSION TECHNOLOGY
ROUTE BATAM - SINGAPORE**

**Tania Dwiretno
NRP 04111640000042**

**Supervisor
Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.
Danu Utama, S.T., M.T.**

**DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2020**

LEMBAR PENGESAHAN

DESAIN CATAMARAN FAST FERRY BOAT DENGAN HYDRAULIC SUSPENSION TECHNOLOGY RUTE BATAM – SINGAPURA

TUGAS AKHIR

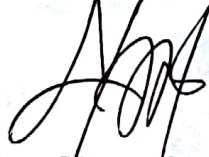
Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

TANIA DWIRETNO
NRP 0411164000042

Disetujui oleh:

Dosen Pembimbing II



Danu Utama, S.T., M.T.
NIP 19901008 201803 1 001

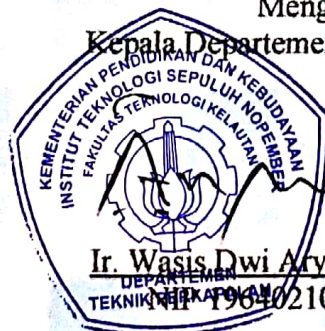
Dosen Pembimbing I



Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.
NIP 19681212 199402 2 001

Mengetahui,

Kepala Departemen Teknik Perkapalan



Ir. Wasis Dwi Aryan, M.Sc., Ph.D.
NIP 196410210 198903 1 001

SURABAYA, JANUARI 2020

LEMBAR REVISI

DESAIN CATAMARAN FAST FERRY BOAT DENGAN HYDRAULIC SUSPENSION TECHNOLOGY RUTE BATAM – SINGAPURA

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir
Tanggal 8 Januari 2020

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

Oleh:

TANIA DWIRETNO
NRP 0411164000042

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

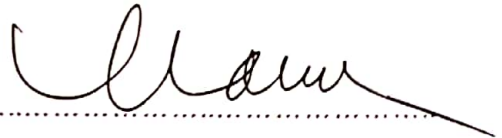
1. Dedi Budi Purwanto, S.T., M.T.



2. Hasanudin, S.T., M.T.

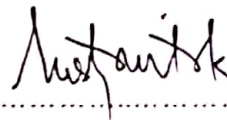


3. Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.



Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.



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



SURABAYA, JANUARI 2020

Dipersembahkan untuk mama yang selalu berjuang tanpa kenal lelah dan untuk kakak serta adik yang senantiasa mendukung dan mendoakan segala yang terbaik.

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. Mama, kakak, dan adik serta keluarga lainnya yang telah memberi dukungan dalam segala hal baik doa maupun bantuan secara materi;
2. Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc. dan Danu Utama, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan dan motivasinya selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini;
3. Bapak Dedi, Bapak Hasanudin, dan Bapak Nasir selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan sarannya untuk perbaikan Laporan Tugas Akhir ini;
4. Hasanudin, S.T., M.T. selaku Kepala Laboratorium Desain Kapal Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS atas bantuannya selama pengerjaan Tugas Akhir ini dan atas ijin pemakaian fasilitas laboratorium;
5. Prof. Ir. Achmad Zubaydi, M.Eng., Ph.D. selaku Dosen Wali selama masa perkuliahan di Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS;
6. Ignasius Pradipta Jati Kumara selaku teman seperjuangan dengan semua bantuan kepada Penulis dalam pengerjaan Tugas Akhir ini;
7. Ibnul Qayyim dan Zulfikar Bisma selaku teman yang senantiasa mengajari Penulis mengenai penggunaan aplikasi yang tidak dipahami oleh Penulis;
8. Teman-teman Rekayasa & Dhyta in Exile yang selalu menemani Penulis dalam segala waktu untuk mengerjakan tugas bersama;
9. Veronika Pathyastri Swastitanaya, Refo Anjasempana Putra Junior, Irfan Zidni, Bilal Imam Saputra, Yogie Madradelta, Michael Julius, Anders selaku teman bimbingan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini yang telah berjuang bersama;
10. Teman-teman P56 IRONCLAD yang telah menemani Penulis sejak awal selama masa perkuliahan di Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS.

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, 2 Desember 2019

Tania Dwiretno

**DESAIN CATAMARAN FAST FERRY BOAT
DENGAN HYDRAULIC SUSPENSION TECHNOLOGY
RUTE BATAM – SINGAPURA**

Nama Mahasiswa : Tania Dwiretno
NRP : 0411164000042
Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : 1. Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.
2. Danu Utama, S.T., M.T.

ABSTRAK

Batam merupakan kota yang memiliki letak strategis karena berbatasan langsung dengan Singapura dan Malaysia sehingga menyebabkan Batam berada di jalur pelayaran internasional. Batam juga merupakan kota terbesar di Provinsi Kepulauan Riau, Indonesia. Kota besar ini memiliki banyak penduduk yang bekerja di Singapura karena jaraknya yang tidak terlalu jauh. Banyak dari mereka memilih untuk bekerja di Singapura dan tinggal di Batam karena biaya hidup yang lebih murah. Hal ini menyebabkan permintaan transportasi harian yang cukup tinggi. Para pekerja yang menggunakan kapal sebagai sarana transportasi mereka untuk bekerja, pada umumnya akan memilih kapal yang memiliki kecepatan cukup tinggi. Hal ini berkaitan untuk mempersingkat waktu tempuh perjalanan mereka. Kecepatan yang tinggi akan menimbulkan getaran semakin tinggi dan akan berdampak pada rasa tidak nyaman pada penumpang. Oleh karena itu, dengan memanfaatkan *hydraulic suspension technology* maka akan meredam getaran pada kapal. Tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini adalah mendesain *catamaran fast ferry boat* dengan kenaikan tingkat kenyamanan dan penurunan waktu tempuh perjalanan. *Payload* kapal adalah berdasarkan hasil *forecasting demand* dari jumlah penumpang kapal dan *supply* dari jumlah kapasitas angkut kapal, kemudian didapat *payload* luasan dek dan ukuran utama kapal. Setelah itu dilakukan perhitungan teknis yang meliputi hambatan dan propulsi, berat, *freeboard*, stabilitas, tingkat kenyamanan, dan *trim*. Ukuran utama yang didapatkan adalah $Loa = 27.478$ m; $Lpp = 27$ m; $B = 11$ m; $H = 3.9$ m; $T = 2.1$ m; $S = 6$ m; $B_1 = 2.5$ m. Tinggi *freeboard* minimum adalah sebesar 769 mm, besar tonase adalah 57.63 GT. Biaya total pembangunan kapal yaitu sebesar Rp 126,888,721,752.

Kata kunci: Batam, *Catamaran*, *Fast Ferry Boat*, *Hydraulic Suspension*, Singapura

DESIGN OF CATAMARAN FAST FERRY BOAT WITH HYDRAULIC SUSPENSION TECHNOLOGY ROUTE BATAM – SINGAPORE

Author : Tania Dwiretno
Student Number : 0411164000042
Department / Faculty : Naval Architecture / Marine Technology
Supervisor : 1. Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.
2. Danu Utama, S.T., M.T.

ABSTRACT

Batam is a city that has a strategic location because it borders directly with Singapore and Malaysia, so that the city of Batam is on the international shipping lane. Batam City is also the largest city in the Riau Islands Province, Indonesia. This big city has many residents who work in Singapore because the distance is not too far away. Many of them choose to work in Singapore and live in Batam because of the lower cost of living. This causes a high demand of daily transportation. Workers who use ships as their transportation for work, in general, will choose a ship that has a high speed. This will shorten their travel time. A high speed ship will cause higher vibrations and will have an impact on discomfort for passengers. Therefore, by utilizing hydraulic suspension technology, it will reduce the vibration on the ship. The purpose of this final project research is to design a catamaran fast ferry boat with an increased level of comfort and a decrease in travel time. The ship payload is based on the results of forecasting demand from the number of passengers and supply from the total capacity of the ship, then the payload of the deck area and the main dimensions of the ship are obtained. After that, technical calculations being analyzed include obstacles and propulsion, weight, freeboard, stability, comfort level, and trim. The main dimensions obtained were LOA = 27,478 m; LPP = 27 m; B = 11 m; H = 3.9 m; T = 2.1 m; S = 6 m; B₁ = 2.5 m. The minimum freeboard height is 769 mm, the tonnage size is 57.63 GT. The total cost of ship construction is Rp 126,888,721,752.

Keywords: Batam, Catamaran, Fast Ferry Boat, Hydraulic Suspension, Singapore

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
HALAMAN PERUNTUKAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR SIMBOL.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	1
1.3. Tujuan.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Manfaat.....	2
1.6. Hipotesis.....	3
BAB 2 STUDI LITERATUR.....	5
2.1. Dasar Teori.....	5
2.1.1. Kapal Penyeberangan.....	5
2.1.2. Proses Desain Kapal.....	5
2.1.3. Perhitungan Hambatan Kapal.....	6
2.1.4. Perhitungan Propulsi dan <i>Powering</i>	6
2.1.5. Perhitungan Berat dan Titik Berat Komponen LWT.....	8
2.1.6. Perhitungan Berat dan Titik Berat Komponen LWT.....	8
2.1.7. Pemeriksaan <i>Margin Displacement</i>	9
2.1.8. Perhitungan dan Pengecekan Stabilitas.....	10
2.1.9. Perhitungan dan Pemeriksaan Lambung Timbul (<i>Freeboard</i>).....	13
2.1.10. <i>Motion Sickness Incidence</i> dan <i>Seakeeping</i>	15
2.2. Tinjauan Pustaka.....	16
2.2.1. Daerah Pelayaran Batam – Singapura.....	16
2.2.2. Kapal Katamaran.....	18
2.2.3. <i>Hydraulic Suspension Technology</i>	18
2.2.4. Perencanaan Keselamatan.....	19
2.2.5. Analisis Ekonomis.....	19
BAB 3 METODOLOGI.....	21
3.1. Umum.....	21
3.2. Diagram Alir Penelitian.....	21
3.3. Tahap Pengerjaan.....	22
3.3.1. Tahap Identifikasi Masalah.....	22
3.3.2. Tahap Studi Literatur.....	22
3.3.3. Tahap Pengumpulan Data.....	22
3.3.4. Tahap Pengolahan Data.....	23

	3.3.5. Tahap Perencanaan.....	23
	3.3.6. Tahap Analisis Ekonomis	24
	3.3.7. Tahap Kesimpulan dan Saran	24
BAB 4	ANALISIS TEKNIS	25
	4.1. Umum	25
	4.2. Penentuan <i>Payload</i>	25
	4.3. Penentuan Ukuran Utama Kapal.....	28
	4.3.1. Penentuan Koefisien Kapal.....	28
	4.4. Perhitungan Teknis.....	29
	4.4.1. Perhitungan Hambatan dan <i>Power</i> Kapal.....	30
	4.4.2. Permesinan Kapal.....	32
	4.4.3. Perhitungan Konsumsi Kapal	35
	4.4.4. Peralatan dan Perlengkapan Kapal.....	37
	4.4.5. Perhitungan Berat Kapal.....	39
	4.4.6. Pemeriksaan Koreksi Displasemen Kapal	41
	4.4.7. Perhitungan Titik Berat Kapal	41
	4.4.8. Perhitungan Lambung Timbul (<i>Freeboard</i>)	41
	4.4.9. Perhitungan <i>Trim</i> Kapal.....	42
	4.4.10. Perhitungan Stabilitas Kapal.....	43
	4.4.11. Analisis Tingkat Kenyamanan Penumpang.....	44
	4.4.12. Perhitungan Tonase Kapal.....	49
	4.5. Pembuatan Desain Rencana Garis (<i>Lines Plan</i>)	50
	4.6. Pembuatan Desain Rencana Umum (<i>General Arrangement</i>).....	51
	4.7. Pembuatan Desain Rencana Keselamatan (<i>Safety Plan</i>).....	53
	4.7.1. <i>Life Saving Appliance</i>	53
	4.7.2. <i>Fire Fighting Equipment</i>	54
	4.8. Pembuatan Desain Model 3 Dimensi (<i>3D Model</i>)	54
BAB 5	ANALISIS EKONOMIS	59
	5.1. Perhitungan Biaya Pembangunan Kapal (<i>Building Cost</i>)	59
	5.2. Perhitungan Biaya Operasional Kapal (<i>Operational Cost</i>).....	60
	5.3. Harga Tiket	60
	5.4. <i>Payback Period</i>	61
	5.5. <i>Net Present Value</i> (NPV)	62
	5.6. <i>Internal Rate of Return</i> (IRR).....	63
	5.7. Pemilihan Harga Tiket.....	63
BAB 6	KESIMPULAN DAN SARAN	65
	6.1. Kesimpulan	65
	6.2. Saran	66
	DAFTAR PUSTAKA	67
	LAMPIRAN	
	LAMPIRAN A DATA PENDUKUNG TUGAS AKHIR	
	LAMPIRAN B PERHITUNGAN TEKNIS	
	LAMPIRAN C PERHITUNGAN EKONOMIS	
	LAMPIRAN D DESAIN <i>LINES PLAN</i>	
	LAMPIRAN E DESAIN <i>GENERAL ARRANGEMENT</i>	
	LAMPIRAN F DESAIN <i>SAFETY PLAN</i>	
	LAMPIRAN G DESAIN 3D MODEL	
	BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Macam-Macam Keseimbangan	11
Gambar 2. 2 Titik Penting dalam Stabilitas Kapal	11
Gambar 2. 3 Rute Pelayaran Batam – Singapura	17
Gambar 2. 4 (a) Pelabuhan Harbourfront Singapura; (b) Pelabuhan Batam Center	17
Gambar 2. 5 Nauticraft, <i>Suspension Boat Prototype</i>	19
Gambar 3. 1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir	22
Gambar 4. 1 <i>Main Engine</i>	32
Gambar 4. 2 Pengukuran Dimensi <i>Waterjet</i>	33
Gambar 4. 3 <i>Auxiliary Engine</i>	33
Gambar 4. 5 Sistem Permesinan dan Kontrol pada Kapal (<i>Side View</i>)	34
Gambar 4. 6 Sistem Permesinan dan Kontrol pada Kapal (<i>Top View</i>).....	34
Gambar 4. 7 Kursi Penumpang Ekonomi	37
Gambar 4. 8 Kursi Penumpang VIP	38
Gambar 4. 9 <i>Life Raft</i>	38
Gambar 4. 10 <i>Life Jacket</i>	39
Gambar 4. 11 Pengaturan Arah Gelombang	45
Gambar 4. 12 <i>Remote Location</i> pada Kapal.....	45
Gambar 4. 13 <i>MSI Following Seas (Suspension Off)</i>	46
Gambar 4. 14 <i>MSI Beam Seas (Suspension Off)</i>	46
Gambar 4. 15 <i>MSI Head Seas (Suspension Off)</i>	47
Gambar 4. 16 <i>MSI Following Seas (Suspension On)</i>	47
Gambar 4. 17 <i>MSI Beam Seas (Suspension On)</i>	48
Gambar 4. 18 <i>MSI Head Seas (Suspension On)</i>	48
Gambar 4. 19 <i>Body Plan</i>	50
Gambar 4. 20 <i>Sheer Plan</i>	50
Gambar 4. 21 <i>Half-Breadth Plan</i>	51
Gambar 4. 22 <i>Profil View</i>	51
Gambar 4. 23 <i>Upper Deck</i>	52
Gambar 4. 24 <i>Main Deck</i>	52
Gambar 4. 25 <i>Below Main Deck</i>	53
Gambar 4. 26 Pemodelan 3D pada Maxsurf Modeler	55
Gambar 4. 27 Tampak Perspektif 3D <i>Catamaran Fast Ferry Boat</i>	55
Gambar 4. 28 Tampak Samping 3D <i>Catamaran Fast Ferry Boat</i>	56
Gambar 4. 29 Tampak Perspektif (Belakang) 3D <i>Catamaran Fast Ferry Boat</i>	56
Gambar 4. 30 Desain Interior <i>Main Deck Catamaran Fast Ferry Boat</i>	56
Gambar 4. 31 Desain Interior <i>Upper Deck Catamaran Fast Ferry Boat</i>	57
Gambar 4. 32 Detail Toilet <i>Catamaran Fast Ferry Boat</i>	57

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Data <i>Call</i> Kapal pada Pelabuhan Batam Center	26
Tabel 4. 2 Data Jumlah Penumpang pada Pelabuhan Batam Center	26
Tabel 4. 3 <i>Payload</i> Luasan Geladak	27
Tabel 4. 4 Nilai Hambatan Diperoleh dari Maxsurf Resistance.....	30
Tabel 4. 5 Perhitungan Berat DWT	39
Tabel 4. 6 Perhitungan Berat LWT.....	40
Tabel 4. 7 Rekapitulasi Komponen Berat DWT dan LWT.....	40
Tabel 4. 8 Pemeriksaan <i>Displacement</i> Kapal.....	41
Tabel 4. 9 Rekapitulasi Titik Berat Komponen LWT dan DWT	41
Tabel 4. 10 Titik Berat Total pada Kapal.....	41
Tabel 4. 11 Pemeriksaan Lambung Timbul	42
Tabel 4. 12 Batasan untuk <i>Trim</i> Kapal	42
Tabel 4. 13 <i>Load Cases</i>	43
Tabel 4. 14 Kriteria Stabilitas.....	43
Tabel 4. 15 Hasil Stabilitas Kapal Berdasarkan IS Code.....	44
Tabel 4. 16 Hasil Stabilitas Kapal Berdasarkan HSC <i>Code</i>	44
Tabel 5. 1 Rekapitulasi Biaya Pembangunan Kapal.....	59
Tabel 5. 2 Koreksi Biaya Pembangunan	59
Tabel 5. 3 Rekapitulasi Biaya Operasional Kapal	60
Tabel 5. 4 Perencanaan Harga Tiket <i>Catamaran Fast Ferry (Low Season)</i>	61
Tabel 5. 5 Perencanaan Harga Tiket <i>Catamaran Fast Ferry (Peak Season)</i>	61
Tabel 5. 6 Rekapitulasi <i>Payback Period</i>	61
Tabel 5. 7 Rekapitulasi Nilai NPV	62
Tabel 5. 8 Rekapitulasi Nilai IRR.....	63
Tabel 5. 9 Harga Tiket Akhir <i>Catamaran Fast Ferry</i>	64
Tabel 6. 1 Kesimpulan Perhitungan Analisis Ekonomis <i>Catamaran Fast Ferry</i>	66

DAFTAR SIMBOL

Lpp	=	Panjang kapal dari titik AP ke FP
Lwl	=	Panjang kapal sesuai dengan garis air
B	=	Lebar kapal tanpa kulit
H	=	Tinggi kapal tanpa kulit
T	=	Sarat kapal
LCB	=	Letak memanjang titik gaya apung
LCG	=	Letak memanjang titik gaya berat
Cb	=	Koefisien blok kapal
Cm	=	Koefisien Midship
V _s	=	Kecepatan dinas kapal
A _m	=	Luasan Midship
Cp	=	Koefisien Prismatic
S	=	Luasan area basah
R _{total}	=	Hambatan kapal total
EHP	=	<i>Effective Horse Power</i>
THP	=	<i>Thrust Horse Power</i>
DHP	=	<i>Delivery Horse Power</i>
SHP	=	<i>Shaft Horse Power</i>
BHP	=	<i>Break Horse Power</i>
MCR	=	<i>Maximum Continuous Rating</i>
W _e	=	Berat mesin utama
W _{FO}	=	Berat bahan bakar
W _{LO}	=	Berat oli mesin
W _{FW}	=	Berat air tawar
W _{C&E}	=	Berat kru
W _{DO}	=	Berat minyak diesel
V _h	=	Volume ruangan dibawah geladak diantara perpendicular
L _{mesin}	=	panjang mesin
L _{genset}	=	panjang genset
w	=	lebar <i>double hull</i>
V _r	=	volume ruang muat
W _s	=	Total berat baja
W _o	=	Berat outfitting

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Kota Batam merupakan kota yang memiliki letak strategis karena berbatasan langsung dengan Singapura dan Malaysia sehingga menyebabkan Batam berada di jalur pelayaran internasional. Batam juga merupakan kota terbesar di Provinsi Kepulauan Riau, Indonesia. Kota besar ini memiliki banyak penduduk yang bekerja di Singapura karena jaraknya yang tidak terlalu jauh. Banyak dari mereka memilih untuk bekerja di Singapura dan tinggal di Batam karena biaya hidup yang lebih murah. Hal ini menyebabkan permintaan transportasi harian yang cukup tinggi.

Berbagai jenis kapal penyeberangan dari Batam ke Singapura sudah terdapat cukup banyak. Mulai dari kapal kecil maupun kapal besar, kapal cepat maupun tidak, dan lain sebagainya. Para pekerja yang menggunakan kapal sebagai sarana transportasi mereka untuk bekerja, pada umumnya akan memilih kapal yang memiliki kecepatan cukup tinggi. Hal ini berkaitan untuk mempersingkat waktu tempuh perjalanan mereka. Jarak tempuh pelayaran Batam – Singapura yaitu kurang lebih 22 *nautical miles*. Dengan jarak tempuh Batam – Singapura yang tetap dan waktu yang lebih singkat, berarti kapal akan menambah kecepatan dinasnya. Jika kecepatan kapal ditambah, maka getaran pada kapal juga akan ikut bertambah. Getaran yang dihasilkan di kapal apabila terlalu tinggi akan membuat penumpang merasa tidak nyaman, bahkan tidak jarang akan menyebabkan mabuk laut pada penumpang.

Hydraulic suspension technology merupakan suatu teknologi suspensi yang biasanya digunakan pada kendaraan mobil untuk membuat mobil menjadi lebih stabil apabila terkena guncangan. Apabila teknologi ini diaplikasikan pada kapal, maka akan sangat membantu untuk menghindari kapal dari getaran yang tinggi. Maka dari itu, kapal feri dengan *hydraulic suspension technology* dirasa mampu untuk membantu sarana transportasi para pekerja dengan tingkat kenyamanan dan kecepatan yang baik serta harga yang relevan.

1.2. Perumusan Masalah

Sehubungan dengan latar belakang di atas, permasalahan yang akan dikaji dalam Tugas Akhir ini adalah:

1. Berapakah *payload* kapal?
2. Berapakah ukuran utama yang sesuai?
3. Bagaimana analisis teknis kapal?
4. Bagaimana membuat desain Rencana Garis (*Lines Plan*), Rencana Umum (*General Arrangement*), model 3D, dan *Safety Plan*?
5. Bagaimana analisis tingkat kenyamanan penumpang?
6. Bagaimana analisis ekonomis?

1.3. Tujuan

Tujuan dari pengerjaan Tugas Akhir ini antara lain:

1. Memperoleh *payload* kapal.
2. Memperoleh ukuran utama yang sesuai.
3. Melakukan analisis teknis kapal.
4. Membuat desain Rencana Garis (*Lines Plan*), Rencana Umum (*General Arrangement*), model 3D, dan *Safety Plan*.
5. Melakukan analisis tingkat kenyamanan penumpang.
6. Melakukan analisis ekonomis.

1.4. Batasan Masalah

Batasan-batasan masalah yang ada dalam penelitian ini adalah:

1. Tahap desain hanya sebatas konsep desain.
2. Tidak membahas perhitungan konstruksi dan kekuatan kapal.
3. Desain *hydraulic suspension technology* hanya terbatas pada konsep sistem secara umum dan tidak secara detail.

1.5. Manfaat

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

1. Sebagai sarana transportasi penyeberangan dari Batam ke Singapura atau sebaliknya untuk sampai tempat tujuan dengan waktu yang singkat dan tingkat kenyamanan yang baik.
2. Sebagai referensi bagi pengusaha kapal feri mengenai aspek teknis dan ekonomis dari kapal feri yang nyaman.

1.6. Hipotesis

Mendapatkan desain kapal feri cepat dengan lambung katamaran dan *hydraulic suspension technology* yang sesuai dengan pelayaran Batam – Singapura sebagai sarana transportasi dengan kenaikan tingkat kenyamanan dan penurunan waktu tempuh perjalanan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 2

STUDI LITERATUR

2.1. Dasar Teori

Dasar teori berisi uraian singkat tentang landasan teori yang mempunyai keterkaitan langsung dan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam Tugas Akhir ini.

2.1.1. Kapal Penyeberangan

Kapal penyeberangan, atau biasa dikenal dengan sebutan kapal feri merupakan suatu kapal yang digunakan untuk transportasi antara dua titik dari satu titik ke titik lainnya. Kapal feri beroperasi untuk jarak dekat. Pada umumnya, kapal feri mengangkut kendaraan (baik roda dua maupun roda empat atau lebih), barang, dan penumpang. Kapal feri berperan penting dalam sistem pengangkutan antar pulau karena berfungsi sebagai pengganti jembatan.

Kapal feri dibagi menjadi dua jenis, Ro-Ro dan *Fast Ferry*. Ro-Ro *Ferry* merupakan kapal yang memiliki dua pintu di bagian depan dan belakang, biasanya berukuran cukup besar sehingga dapat mengangkut lebih banyak muatan. Sedangkan untuk *fast ferry*, merupakan kapal feri yang memiliki kecepatan lebih tinggi dibanding kapal feri pada umumnya dan biasa digunakan di daerah perairan dengan gelombang yang tidak terlalu tinggi. Memiliki ukuran yang relatif kecil dibandingkan Ro-Ro sehingga hanya mampu untuk mengangkut penumpang dan barang dan tidak dapat mengangkut kendaraan.

2.1.2. Proses Desain Kapal

Proses desain kapal dimulai dengan menentukan tujuan dari pembangunan kapal sehingga dapat berguna untuk gambaran awal dan pendefinisian dari kapal yang akan dibangun. Setelah itu, akan dilanjutkan dengan penentuan ukuran utama kapal yang sesuai.

Setelah didapatkan ukuran utama dari kapal, akan dilakukan pemeriksaan ukuran utama terhadap persyaratan teknis, regulasi, dan *payload*. Proses selanjutnya yaitu membuat desain Rencana Garis (*Lines Plan*) sesuai dengan ukuran utama dan memenuhi koreksi *displacement*.

Proses berikutnya dalam desain yaitu membuat desain Rencana Umum (*General Arrangement*). Dilakukan dengan pembuatan *outline* terlebih dahulu sesuai dengan rencana

garis yang ada. Kemudian dilakukan pembagian ruangan utama dalam kapal serta penentuan dan pengaturan peletakan perlengkapan kapal.

2.1.3. Perhitungan Hambatan Kapal

Untuk dapat melakukan perhitungan hambatan kapal, terlebih dahulu harus ditentukan *main coefficient* dari kapal yang akan dibangun. Penentuan *main coefficient* termasuk *Froude Number* (Fr), *Block Coefficient* (Cb), *Prismatic Coefficient* (Cp), *Midship Coefficient* (Cm), dan *Waterplane Coefficient* (Cwp).

Perhitungan hambatan total kapal dilakukan untuk mendapatkan daya mesin yang dibutuhkan kapal agar kapal dapat berlayar dengan kecepatan sesuai yang diinginkan. Untuk menghitung hambatan kapal, terdapat berbagai metode yang digunakan, salah satunya yaitu metode Holtrop. Di dalam metode ini, Holtrop membagi hambatan total menjadi beberapa komponen hambatan. Komponen tersebut adalah *viscous resistance* (hambatan kekentalan), *appendages resistance* (hambatan karena bentuk kapal), dan *wave making resistance* (hambatan gelombang karena gerak kapal).

2.1.4. Perhitungan Propulsi dan Powering

Untuk memilih mesin induk yang akan digunakan pada suatu kapal, maka dibutuhkan perkiraan daya motor induk yang mampu mencakup seluruh kebutuhan kapal sehingga kapal dapat beroperasi dengan baik. Setelah daya motor induk dihitung selanjutnya adalah memilih motor induk yang ada di katalog motor induk dengan minimal kapasitas daya sama atau diatas daya yang telah dihitung.

Untuk mendapatkan harga daya mesin induk yang dibutuhkan, terlebih dahulu dilakukan perhitungan *propulsive coefficient*. Adapun untuk rumus-rumus perhitungan dalam *Principle of Naval Architecture Vol.II* dan *parametric design* diberikan sebagai berikut:

a. EHP (*Effective Horse Power*)

Daya yang diperlukan untuk menggerakkan kapal di air atau untuk menarik kapal dengan kecepatan

$$EHP = R_T \cdot v / (1000) \dots\dots\dots(2.1)$$

[Parson, 2001, *Parametric Design Chapter 11*, hal 11-27]

b. THP (*Thrust Horse Power*)

Daya yang diperlukan untuk menghasilkan gaya dorong pada bagian belakang propeller kapal.

$$THP = T \cdot V_A / (1000) \dots\dots\dots (2.2)$$

[Parson, 2001, *Parametric Design Chapter 11*, hal 11-27]

Dimana

$$t = 0.1 \dots\dots\dots [PNA \text{ vol II hal 163}]$$

$$T = R_T / (1 - t)$$

$$V_A = V(1 - w)$$

$$w = \text{wave friction} \dots\dots\dots [PNA \text{ vol II hal 163}]$$

$$= 0.3 \cdot C_b + 10 \cdot C_b \cdot C_v - 0.1$$

$$C_v = (1 + k) \cdot C_{FO} \cdot C_A \dots\dots\dots [PNA \text{ vol II hal 162}]$$

c. DHP (*Delivery Horse Power*), daya pada tabung poros baling-baling.

$$DHP = THP / \eta_p \dots\dots\dots (2.3)$$

[Parson, 2001, *Parametric Design Chapter 11*, hal 11-29]

Dimana

$$\eta_p = \eta_o \cdot \eta_r$$

d. SHP (*Shaft Horse Power*), daya pada poros baling-baling

$$SHP = DHP / \eta_b \eta_s \dots\dots\dots (2.4)$$

[Parson, 2001, *Parametric Design Chapter 11*, hal 11-29]

Dimana

$$\eta_b \eta_s = 0.98 \text{ (untuk mesin dibelakang)}$$

e. BHP

$$BHP = SHP / \eta_T \dots\dots\dots (2.5)$$

[Parson, 2001, *Parametric Design Chapter 11*, hal 11-29]

Dimana

$$\eta_T = 0.98$$

Untuk perhitungan daya mesin utama tidak hanya sampai BHP, mesin dioperasikan tidak pada maksimal terus menerus namun ada marginnya. Margin pada penggunaan mesin dinamakan MCR (*Maximum Countinous Rate*).

$$MCR = PB \cdot (1 + Md) / (1 - Ms) \dots\dots\dots (2.6)$$

[Parson, 2001, *Parametric Design Chapter 11*, hal 11-30]

Dari rumus diatas, didapatkan besar MCR yang didapat dari menambahkan nilai BHP dengan service margin BHP sebesar 15%.

2.1.5. Perhitungan Berat dan Titik Berat Komponen LWT

Light Weight Tonnage (LWT) pada kapal terdiri dari beberapa komponen, yaitu:

a. Perhitungan Berat Baja Kapal

Perhitungan berat baja kapal menggunakan metode penghitungan berat tiap *layer*. Perhitungan dilakukan dengan pos per pos, dimulai dengan perhitungan pembebanan pada kapal berdasarkan aturan dari BKI. Setelah melakukan perhitungan pembebanan, kemudian dapat dilakukan perhitungan untuk tebal pelat kapal yang digunakan. Penentuan tebal pelat kapal akan digunakan untuk menghitung berat baja kapal.

b. Perhitungan Berat Permesinan

Berat permesinan pada kapal diambil berdasarkan pada spesifikasi permesinan yang terdapat di katalog produk.

c. Perhitungan Berat Peralatan dan Perlengkapan

Berat peralatan dan perlengkapan yang berada di kapal diambil berdasarkan pada spesifikasi dari masing-masing peralatan dan perlengkapan yang terdapat di katalog produk.

Perhitungan titik berat komponen LWT pada kapal dilakukan dengan meninjau satu per satu komponen yang ada di kapal. Kemudian jarak masing-masing titik dikalikan dengan berat komponen. Selanjutnya, semua jarak dan berat komponen tersebut dijumlahkan lalu dibagi dengan berat total maka akan didapatkan titik berat dari LWT kapal.

2.1.6. Perhitungan Berat dan Titik Berat Komponen LWT

Dead Weight Tonnage (DWT) terdiri dari beberapa komponen, yaitu: *payload* dan *consumable*. Adapun *consumable* terdiri dari *fuel oil* (bahan bakar), *lubrication oil* (minyak pelumas), *diesel oil* (minyak diesel), dan *fresh water* (air tawar). Setelah berat komponen DWT didapatkan, maka dilakukan perhitungan titik berat DWT untuk mencari harga KG. Perhitungan untuk berat DWT dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. *Fuel Oil*

V_{FO} = volume *fuel oil*

$$V_{FO} = \frac{W_{FO}}{\rho_{FO}} \dots\dots\dots(2.7)$$

[*Parametric Design ,chapter 11*]

dimana :

$$W_{FO} = \frac{SFR \cdot MCR \cdot range \cdot margin}{V_s} \dots\dots\dots(2.8)$$

[Parametric Design ,chapter 11]

dimana

SFR = *Specific Fuel Rate*

= Dapat dilihat di *catalouge* [ton/kW hr]

MCR = P_B [kW]

range = radius pelayaran [mil laut]

margin = $(1 + (5\% \sim 10\%)) \cdot W_{FO}$ [ton]

ρ_{fo} = berat jenis fuel oil

= 0.95 ton/m³

b. *Lubrication Oil*

V_{LO} = *volume fuel oil*

$$V_{LO} = \frac{W_{LO}}{\rho_{LO}} \dots\dots\dots (2.9)$$

[Parametric Design ,chapter 11]

dimana :

ρ_{LO} = berat jenis *fuel oil*

= 0.9 ton / m³

c. *Fresh Water*

Untuk Crew

V_{LO} = *volume fuel oil*

$$V_{LO} = \frac{W_{LO}}{\rho_{LO}} \dots\dots\dots (2.10)$$

[Parametric Design ,chapter 11]

dimana :

$W_{FW1} = 0.17$ ton/(person x day)

ρ_{LO} = berat jenis *fuel oil*

= 1 ton / m³

2.1.7. Pemeriksaan Margin Displacement

Pemeriksaan margin *displacement* bertujuan untuk mengantisipasi kapal *overweight*, dapat dilakukan dengan membandingkan antara *displacement* awal kapal dengan hasil perhitungan berat DWT + LWT. Toleransi selisih antara *displacement* awal dengan hasil perhitungan berat DWT + LWT adalah 2-10% dari *displacement* (Δ) awal.

2.1.8. Perhitungan dan Pengecekan Stabilitas

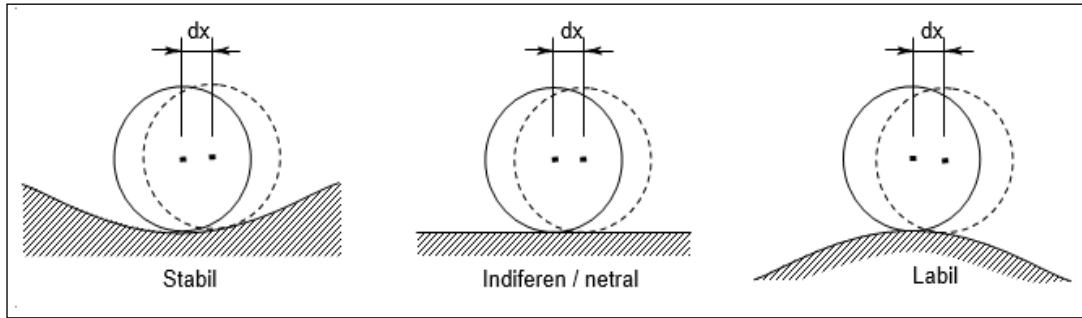
Stabilitas dapat diartikan sebagai kemampuan kapal untuk kembali ke keadaan semula setelah dikenai oleh gaya luar. Kemampuan tersebut dipengaruhi oleh lengan dinamis (GZ) yang membentuk momen kopel yang menyeimbangkan gaya tekan ke atas dengan gaya berat. Komponen stabilitas terdiri dari GZ, KG dan GM. Dalam perhitungan stabilitas, yang paling penting adalah mencari harga lengan dinamis (GZ). Kemudian setelah harga GZ didapat, maka dilakukan pengecekan dengan "*Intact Stability Code, IMO*".

Ada 2 macam stabilitas kapal yaitu stabilitas memanjang (*trim*) dan stabilitas melintang (oleng). Stabilitas memanjang adalah stabilitas kapal saat terjadi perbedaan sarat di haluan dan buritan, stabilitas ini sering diabaikan. Stabilitas melintang adalah kemampuan suatu kapal untuk kembali tegak setelah mengalami kemiringan secara melintang.

Pada waktu bongkar muat maupun pada waktu berlayar, kapal selalu mendapat gaya-gaya baik dari muatan yang sedang dibongkar-muat maupun dari benda dan alam sekitarnya seperti ombak, arus, angin, tumbukan dengan dermaga, kapal lain atau kandas. Gaya-gaya ini menyebabkan kapal mengalami oleng dan gerakan-gerakan lain. Dalam cuaca buruk, gaya-gaya ini akan menjadi semakin besar dan akan menyebabkan oleng dan gerakan lain yang besar dan cepat, bahkan dapat menyebabkan kapal terbalik. Jadi perlu diketahui kemampuan kapal menghadapi gaya-gaya tersebut dan kemungkinan kapal terbalik.

Suatu benda dikatakan dalam keadaan seimbang jika jumlah gaya yang bekerja pada benda dan jumlah momen yang bekerja pada benda terhadap suatu titik sama dengan nol. Jika benda yang dalam keadaan seimbang tadi mendapat gangguan kecil sesaat dari luar, ada 3 kemungkinan yang akan terjadi yaitu:

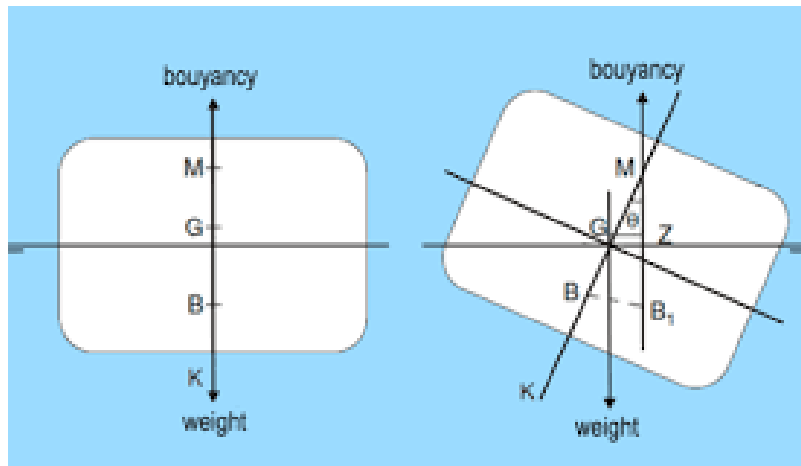
- Keseimbangan disebut stabil jika setelah pengaruh luar hilang/tidak ada, benda bergerak kembali ke kedudukan semula.
- Keseimbangan disebut indiferen atau netral jika setelah pengaruh luar hilang/tidak ada, benda tidak kembali ke kedudukan semula, tetapi tetap diam pada kedudukannya yang baru.
- Keseimbangan disebut labil jika setelah pengaruh luar hilang/tidak ada, benda tidak kembali ke kedudukan semula, tetapi bergerak terus menjauhi kedudukan semula.



Gambar 2. 1 Macam-Macam Keseimbangan

(sumber: Diktat Teori Bangunan Kapal 1)

Ada beberapa titik penting dalam stabilitas kapal yaitu titik berat (G), titik apung (B) dan titik metasentris (M).



Gambar 2. 2 Titik Penting dalam Stabilitas Kapal

(sumber: <http://dosenkapal.com/2017/12/stabilitas-kapal/>)

1. Titik berat (G)

Titik berat dikenal dengan titik G dari sebuah kapal, merupakan titik tangkap dari semua gaya-gaya yang menekan ke bawah terhadap kapal. Letak titik G ini di kapal dapat diketahui dengan meninjau semua pembagian bobot di kapal, makin banyak bobot yang diletakkan di bagian atas maka makin tinggilah letak titik G nya. Letak titik G tergantung dari pada pembagian beban di kapal, jadi selama tidak ada berat yang digeser, titik G tidak akan berubah walaupun kapal oleng.

2. Titik apung (B)

Titik apung dikenal dengan titik B dari sebuah kapal, merupakan titik tangkap dari resultan gaya-gaya yang menekan tegak ke atas dari bagian kapal yang terbenam dalam air. Titik tangkap B bukanlah merupakan suatu titik yang tetap, akan tetapi akan berpindah-pindah oleh adanya perubahan sarat dari kapal. Dalam stabilitas kapal, titik B inilah yang

menyebabkan kapal mampu untuk tegak kembali setelah mengalami oleng. Letak titik B tergantung dari besarnya sudut oleng kapal.

3. Titik Metasentris (M)

Titik metasentris atau dikenal dengan titik M dari sebuah kapal, merupakan sebuah titik potong antara garis lurus ke atas yang melewati B dengan bidang centerline. Titik M juga disebut pusat oleng kapal. rumus untuk menghitung besarnya titik metasenter melintang atau TBM (*Transverse Bouyancy to Metacenter*) adalah dengan cara membagi momen inersia melintang bidang air kapal dengan displasemen kapal.

Pada waktu kapal tegak, garis kerja gaya berat dan gaya apung berimpit dan berada pada centerline kapal dan kapal dalam keadaan seimbang atau diam. Pada waktu kapal oleng, jika tidak ada muatan yang bergeser atau muatan cair, maka titik berat kapal tidak bergeser. Sebaliknya, dari pembahasan di atas, jelas bahwa titik apung akan bergeser. Ini berarti ada sepasang gaya sama besar (gaya berat dan gaya apung) yang membentuk kopel dan kopel ini disebut momen penegak (*righting moment*), karena seharusnya akan menegakkan kapal kembali.

Sebagaimana yang telah disebutkan sebelumnya, maka pengecekan perhitungan stabilitas menggunakan "Intact Stability Code, IMO" Regulasi A.749 (18), yang isinya adalah sebagai berikut:

Kriteria stabilitas untuk semua jenis kapal:

1. $e_{0,30} \geq 0.055 \text{ m.rad}$

Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $30^\circ \geq 0.055$ meter rad.

2. $e_{0,40} \geq 0.09 \text{ m.rad}$

Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $40^\circ \geq 0.09$ meter rad.

3. $e_{30,40} \geq 0.03 \text{ m.rad}$

Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $30^\circ \sim 40^\circ \geq 0.03$ meter.

4. $h_{30} \geq 0.2 \text{ m}$

Lengan penegak GZ paling sedikit 0.2 meter pada sudut oleng 30° atau lebih.

h_{\max} pada $\phi_{\max} \geq 25^\circ$

Selain IS Code, IMO pada perhitungan stabilitas kapal ini juga menggunakan kriteria lain yaitu *International Code of Safety for High-Speed Craft*, 2000. Pada Code ini, digunakan bagian Annex 7 dimana diatur kriteria stabilitas untuk *multihull craft*. Kriteria yang diatur terdiri dari berbagai hal, yaitu:

1. Area di bawah kurva GZ
2. Sudut maksimum GZ minimal 10°
3. Kemiringan yang disebabkan oleh angin
4. Kemiringan yang disebabkan oleh *passenger crowding* atau *high-speed turning*
5. Olang pada ombak

2.1.9. Perhitungan dan Pemeriksaan Lambung Timbul (*Freeboard*)

Freeboard adalah lambung timbul yang berfungsi sebagai daya apung cadangan pada kapal yang beroperasi. Peraturan lambung timbul dibuat sebagai bagian dari upaya untuk meningkatkan kelaiklautan kapal secara menyeluruh, yaitu untuk memastikan bahwa kapal itu secara konstruksi cukup kuat untuk pelayaran yang dimaksud, mempunyai stabilitas yang cukup untuk pelayaran (*service*), mempunyai badan (*hull*) yang pada dasarnya kedap air dari lunas sampai geladak lambung timbul dan kedap cuaca di atas geladak ini, mempunyai lantai kerja (*working platform*), yaitu geladak kerja yang cukup tinggi di atas muka air sehingga memungkinkan untuk melakukan kegiatan secara aman di geladak terbuka dalam gelombang besar, mempunyai volume yang cukup dan gaya angkat cadangan di atas garis air sehingga kapal tidak dalam bahaya karam (*foundering or plunging*) dalam gelombang besar.

Semua hal di atas ada hubungannya dengan besar lambung timbul, lambung timbul yang terlalu kecil akan mengakibatkan keadaan lebih berbahaya untuk kapal, ABK dan muatannya. Badan kapal yang kedap air menjadi syarat pemberian sertifikat lambung timbul.

Untuk perhitungan *freeboard*, semua rumus yang diberikan mengacu pada "International Convention on Load Lines 1966, Protocol of 1988, Consolidated Edition 2005". Hasil yang didapatkan adalah minimum tinggi *freeboard* yang diijinkan sehingga kapal bisa berlayar dengan rute pelayaran internasional.

Berikut adalah input awal yang diperlukan untuk menghitung *freeboard* (berdasarkan *Load Lines*):

$$\begin{aligned}
 L &= \text{length} \\
 &= 96\% L_{wl} \text{ pada } 0.85D \\
 &= L_{pp} \text{ pada } 0.85D
 \end{aligned}
 \left. \vphantom{\begin{aligned} L \\ &= 96\% L_{wl} \text{ pada } 0.85D \\ &= L_{pp} \text{ pada } 0.85D \end{aligned}} \right\} \text{diambil yang terbesar}$$

B = lebar maksimum pada kapal, diukur di midship pada garis *moulded frame* untuk kapal dengan kulit logam

D = *depth for freeboard*

C_b = *block coefficient*

$$= \frac{\nabla}{L.B.d_1} \dots\dots\dots(2.11)$$

$d_1 = 85\%D$

$S =$ panjang *superstructure* terbentang dalam L

$S = l_P + l_{FC}$

dimana:

$l_P =$ panjang *poop*

$l_{FC} =$ panjang *forecastle*

Setelah data *input* awal lengkap, maka perhitungan dilakukan sebagai berikut :

a. Tipe Kapal

Untuk menentukan tipe kapal yang dirancang dapat dilihat dari beberapa ketentuan yang ada untuk tipe-tipe tersebut.

Tipe A :

- 1) Kapal yang didesain untuk muatan cair dalam *bulk*.
- 2) Kapal yang mempunyai integritas tinggi pada geladak terbuka dengan akses bukaan ke kompartemen yang kecil, ditutup sekat penutup baja yang kedap atau material yang *equivalent*.
- 3) Mempunyai permeabilitas yang rendah pada ruang muat yang terisi penuh.

Contoh Kapal tipe A: Kapal Tanker, LNG Carrier, dll. Sedangkan Tipe B adalah: kapal yang tidak memenuhi persyaratan pada kapal tipe A. Contoh kapal tipe B: *Grain carrier, ore carrier, general cargo, passenger ships, Ro-Ro*, dll.

b. *Freeboard Standard*

Setelah tipe kapal ditentukan maka *freeboard* awal dapat dicari dengan melihat pada tabel *freeboard standard* pada "ICLL" sesuai dengan tipe kapal.

Setelah perhitungan dan telah didapatkan harga *freeboard standard*, selanjutnya akan dilakukan koreksi *freeboard*. Koreksi-koreksi tersebut yaitu sebagai berikut:

1) Koreksi C_b (Koefisien Blok)

Untuk kapal dengan harga $C_b > 0.68$ maka dikoreksi sebagai berikut :

$$Fb_2 = Fb \cdot \left(\frac{(C_b + 0.68)}{1.36} \right) \dots\dots\dots(2.12)$$

$Fb =$ Freeboard Standard atau Fb_1

[*Regulation 30*]

(Perhitungan dilampirkan)

2) Koreksi Depth (D)

Untuk kapal dengan harga $D > L/15$ maka dikoreksi sebagai berikut :

$$Fb_3 = (D - L/15).R \text{ [mm]} \dots\dots\dots (2.13)$$

$$R = L / 0.48 \quad \text{untuk } L < 120 \text{ m}$$

$$R = 250 \quad \text{untuk } L > 120 \text{ m}$$

Jika $D < L/15$, tidak ada koreksi kecuali jika :

- Mempunyai bangunan atas terlindung yang paling sedikit mencakup 0.6L di tengah kapal atau
- Mempunyai trunk penuh
- Gabungan bangunan atas terlindung dengan trunk dengan jumlah sama dengan L

Pada tugas ini $D > L/15$ maka dilakukan koreksi.

[Regulation 31]

(Perhitungan dilampirkan)

3) Koreksi Lambung Timbul untuk Kapal di bawah 100 m

Untuk kapal di bawah 100 m maka dikoreksi sebagai berikut :

$$\text{Koreksi} = 7.5(100-L)(0.35-(E / L)) \text{ millimetres}$$

Dimana:

E = panjang efektif bangunan atas

Setelah semua perhitungan *freeboard* beserta koreksinya, maka di cek dengan kondisi *freeboard* sebenarnya pada kapal yang dirancang. Adapun pembatasannya adalah sebagai berikut:

$$\text{Actual freeboard} \geq \text{freeboard minimum}$$

2.1.10. Motion Sickness Incidence dan Seakeeping

Pada kapal penumpang, tingkat kenyamanan merupakan indikator yang sangat penting. Penilaian tingkat kenyamanan dapat dilakukan dengan menggunakan *Motion Sickness Incidence (MSI) Index*. Pada umumnya, indeks ini digunakan untuk menilai kemungkinan terjadinya mabuk laut. Nilai indeks ini dapat dihitung dengan persamaan:

$$MSI = 100 \left[0.5 \pm \text{erf} \left(\frac{\pm \log_{10} \frac{a_v}{g} \pm \mu_{MSI}}{0.4} \right) \right] \dots\dots\dots (2.14)$$

dimana:

MSI = indeks MSI

erf = *error function*

a_v = nilai rata-rata dari percepatan vertikal pada titik yang ditentukan

μ_{MSI} = parameter yang dihitung

ISO sebagai standar internasional mendefinisikan metode untuk estimasi persentase orang yang akan mengalami gejala mabuk laut berdasarkan *motion sickness dose value* (MSDV).

Parameter utama yang berpengaruh terhadap kenyamanan para penumpang saat berlayar yaitu akselerasi vertikal kapal, dikombinasikan dengan gerakan *roll* dan *pitch*. Berdasarkan hal ini, dapat diketahui bahwa gerakan *heaving*, *rolling*, dan *pitching* pada kapal berkaitan erat dengan pengaruhnya pada *seakeeping*. Gerak tersebut yang menunjukkan kualitas kapal dalam merespon spektrum gelombang. *Seakeeping* merupakan olah gerak kapal, dimana memperlihatkan kemampuan suatu kapal untuk tetap bertahan di laut dalam kondisi apapun.

2.2. Tinjauan Pustaka

Berisi referensi atau hasil penelitian terdahulu yang relevan yang digunakan untuk menguraikan teori, temuan, dan bahan penelitian atau desain yang diarahkan untuk menyusun kerangka pemikiran atau konsep yang akan digunakan dalam penelitian atau desain.

2.2.1. Daerah Pelayaran Batam – Singapura

Batam merupakan salah satu pulau yang berada di Indonesia dan terletak di provinsi kepulauan Riau. Pulau Batam memiliki hak khusus untuk tidak perlu membayar pajak barang yang dikirim dari negara lain, salah satunya yaitu Singapura yang memiliki jarak berdekatan dengan Batam. Hal ini dikarenakan Batam merupakan kawasan perdagangan bebas. Banyak aktivitas penyeberangan terjadi di sepanjang wilayah pelayaran Batam – Singapura.

Pelabuhan Batam Center adalah pelabuhan umum feri internasional yang berada di pantai utara pulau Batam. Pelabuhan ini menghubungkan kota Batam dengan pelabuhan Harbourfront, Singapura dan pelabuhan Stulang Laut serta Pasir Gudang di Johor Baru, Malaysia. Pelabuhan ini hanya melayani penumpang tujuan Singapura dan Malaysia. Selain pelabuhan Batam Centre, ada 4 pelabuhan lain yang melayani rute Batam – Singapura yaitu Pelabuhan Harbour Bay, Pelabuhan Sekupang, Pelabuhan Nongsa Point Bahari, dan Pelabuhan Waterfront Marina City.

Rute pelayaran dari pelabuhan Batam Centre menuju ke pelabuhan Harbourfront yang berada di Singapura berjarak kurang lebih 35-40 kilometer atau sekitar 22 *nautical mile*.

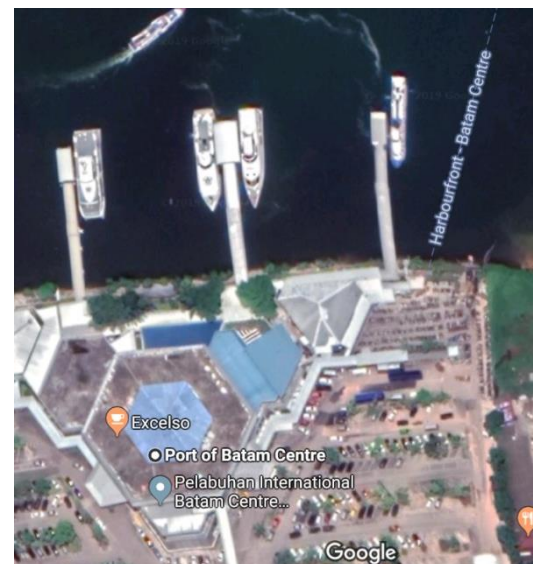
Waktu tempuh dengan menggunakan kapal penyeberangan yang ada pada saat ini sekitar 70 menit sampai dengan 90 menit.



Gambar 2. 3 Rute Pelayaran Batam – Singapura
(sumber: www.google.com/maps/dir)



(a)



(b)

Gambar 2. 4 (a) Pelabuhan Harbourfront Singapura; (b) Pelabuhan Batam Center
(sumber: www.google.com/maps)

2.2.2. Kapal Katamaran

Katamaran merupakan kapal yang mempunyai dua lambung atau badan yang dihubungkan oleh geladak (*bridging platform*) ditengahnya. *Bridging platform* ini bebas dari permukaan air sehingga *slamming* dan *deck wetness* kapal dapat dikurangi. Penentuan ketinggian struktur bagian atas dari permukaan air merupakan fungsi dari tinggi gelombang rute pelayaran yang dilalui. Kombinasi luas geladak yang besar dan berat kapal kosong yang rendah membuat kapal katamaran dapat diandalkan untuk transportasi muatan antar kota maupun pariwisata. Karakter tahanan di air tenang tipe katamaran lebih besar dibandingkan dengan kapal *monohull*. Dominasi tahanan gesek mencapai 40% dari tahanan total pada kecepatan rendah. Penurunan kecepatan akibat kondisi gelombang tinggi tidak dijumpai pada kasus katamaran. Kapal tipe ini dapat dioperasikan pada kecepatan relatif tinggi dan masih mempunyai konsumsi bahan bakar yang dapat diterima secara ekonomis.

Bentuk badan kapal dipilih berdasarkan metode yang tepat sehingga akan didapatkan hasil maksimal. Kapal katamaran dengan geladak yang lebih besar adalah salah satu contoh konsep rancangan yang berhasil dalam mengatasi efek gerakan oleng, yang merupakan kelemahan utama kapal-kapal konvensional atau *monohull*.

2.2.3. Hydraulic Suspension Technology

Teknologi suspensi hidrolis merupakan jenis teknologi yang banyak digunakan umumnya pada kendaraan mobil. Teknologi ini memanfaatkan bantalan hidrolis sebagai pengganti per baja, yang dapat diatur tingkat kekerasannya secara fleksibel ketika berjalan. Dengan sistem ini, akan berfungsi untuk meredam kejutan dan getaran yang terjadi pada kendaraan akibat permukaan jalan yang tidak rata. Suspensi terbagi menjadi dua jenis, yaitu sistem suspensi poros kaku (*rigid*) dan sistem suspensi bebas.

Teknologi suspensi hidrolis yang akan digunakan pada kapal feri dalam Tugas Akhir ini, pada dasarnya sama dengan yang umum digunakan pada kendaraan di darat. Suspensi hidrolis digunakan di kapal juga untuk meredam getaran atau guncangan yang terjadi selama kapal berlayar di lautan mengingat karakteristik ombak yang sangat dinamis dan suspensi hidrolis diharapkan dapat membuat kapal tetap mempertahankan posisinya. Hal ini diharapkan membuat penumpang yang berada di atas kapal menjadi lebih nyaman dan mengurangi mabuk laut dengan kondisi kapal yang lebih stabil.



Gambar 2. 5 Nauticraft, *Suspension Boat Prototype*
(sumber: <https://www.shorelinemf.com.au/8m-catamaran-prototype/>)

2.2.4. Perencanaan Keselamatan

Desain *safety plan* terdiri dari *life saving appliances* dan *fire control equipment*. *Life saving appliances* adalah standar keselamatan yang harus dipenuhi oleh suatu kapal, untuk menjamin keselamatan awak kapal dan penumpang ketika terjadi bahaya. *Fire control equipment* adalah standar sistem pemadam kebakaran yang harus ada pada kapal. Regulasi *life saving appliances* mengacu pada *LSA code*, sedangkan *fire control equipment* mengacu pada *FSS code*.

2.2.5. Analisis Ekonomis

Analisis biaya pembangunan dilakukan dengan membagi komponen biaya pembangunan menjadi dua kelompok biaya, yaitu biaya yang terkait berat kapal (*weight cost*) yang terdiri dari biaya struktur kapal, biaya komponen permesinan dan penggerak, dan biaya perlengkapan kapal, serta biaya yang tidak terkait dengan berat kapal (*non-weight cost*).

Untuk mengetahui nilai ekonomis sebuah kapal, perhitungannya dibedakan menjadi dua bagian yaitu biaya investasi dan biaya operasional kapal. Biaya investasi terdiri dari biaya material kapal, biaya peralatan dan perlengkapan kapal, biaya permesinan kapal, dan *non-weight cost*. Sedangkan biaya operasional kapal terbagi menjadi dua, yaitu biaya tetap (biaya penyusutan kapal, biaya bunga modal, biaya asuransi kapal, biaya ABK) dan biaya tidak tetap (biaya BBM, biaya pelumas, biaya perbekalan dan perlengkapan, biaya air tawar, biaya *repair, maintenance, and supplies*).

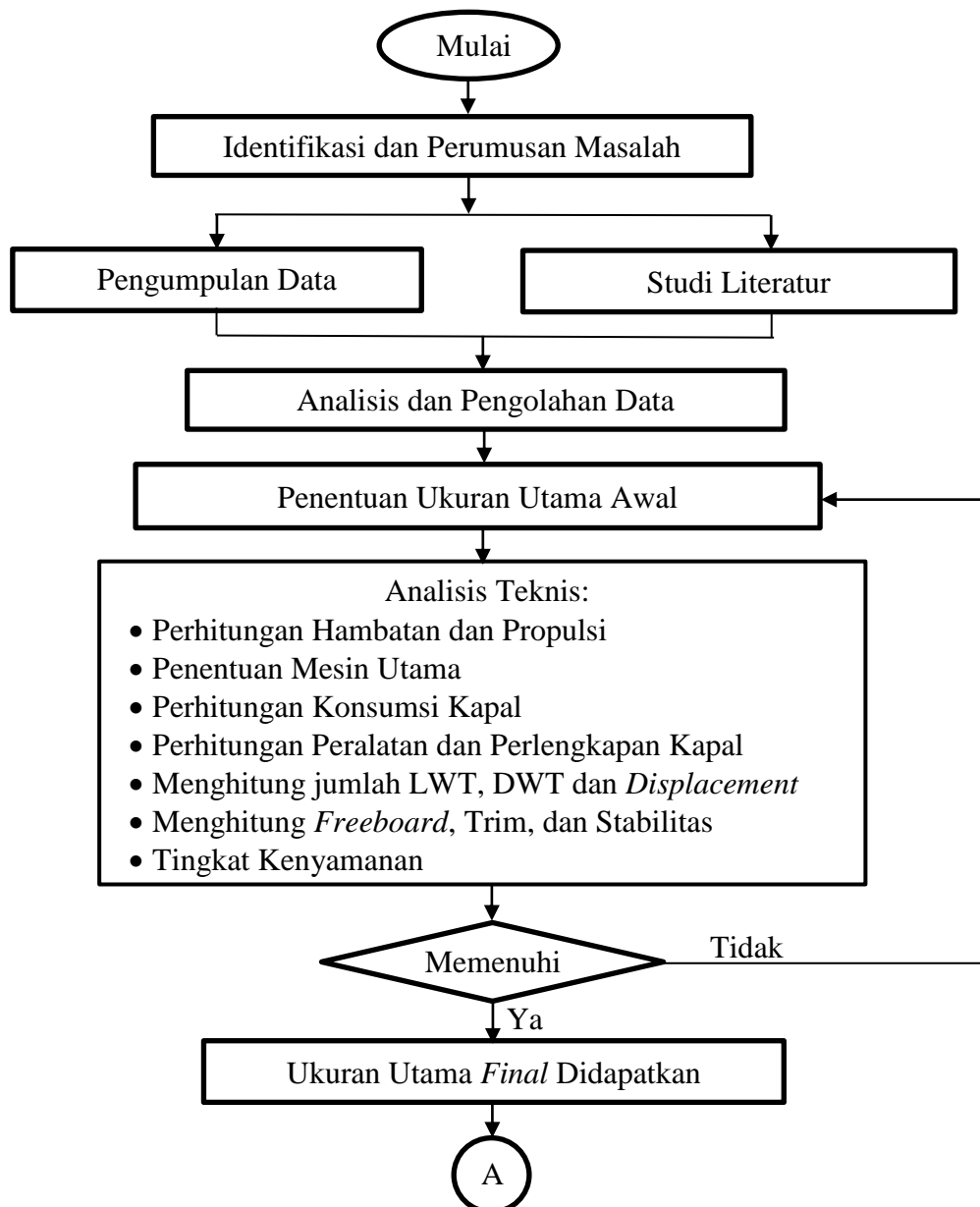
Halaman ini sengaja dikosongkan

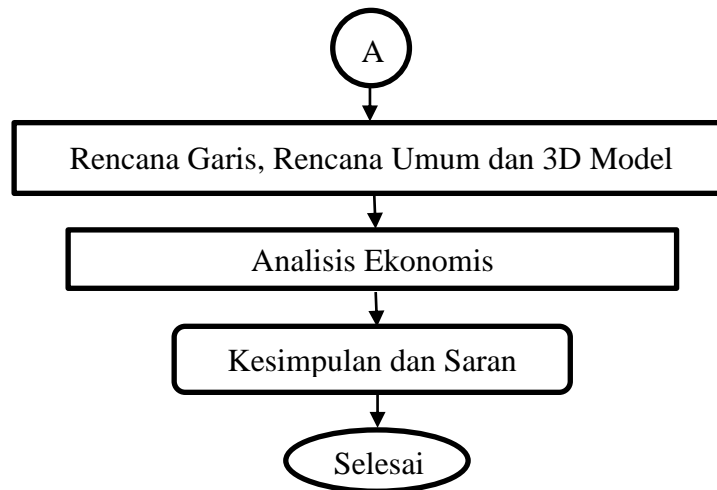
BAB 3 METODOLOGI

3.1. Umum

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai urutan pengerjaan dari Tugas Akhir yang meliputi diagram alir dan tahap pengerjaan. Selain itu juga akan dijelaskan mengenai proses pengolahan data yang akan digunakan untuk keperluan penelitian.

3.2. Diagram Alir Penelitian





Gambar 3. 1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

3.3. Tahap Pengerjaan

Dalam pengerjaan Tugas Akhir, terdapat beberapa tahap yang dilalui dan akan dijelaskan sebagai berikut

3.3.1. Tahap Identifikasi Masalah

Langkah awal dalam pengerjaan adalah dengan menentukan permasalahan sebagai latar belakang dari pengerjaan Tugas Akhir yaitu penyeberangan Batam – Singapura menggunakan kapal feri cepat yang memiliki getaran cukup tinggi sehingga kurang nyaman bagi penumpang.

3.3.2. Tahap Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dalam melaksanakan penelitian Tugas Akhir ini yang berkaitan dengan permasalahan yang ada serta mencari informasi dan referensi yang mendukung dalam menyelesaikan masalah mendesain kapal kerja ini. Studi literatur yang dilakukan berkaitan dengan pemahaman teori dan konsep dari perhitungan stabilitas, trim, *freeboard* maupun perhitungan berat total kapal. Selain itu, secara khusus juga dilakukan studi literatur terkait dengan:

1. Kapal Katamaran
2. *Hydraulic Suspension Technology*
3. Analisis Ekonomis

3.3.3. Tahap Pengumpulan Data

Dalam pengerjaan ini, ada dua jenis data yang digunakan yaitu:

- Data primer, diperoleh dari pengamatan langsung di wilayah operasional kapal dan wawancara langsung dengan beberapa pihak yang memiliki kepentingan dan permasalahan terkait.

- Data sekunder, diperoleh dari berbagai literatur, *paper*, buku dan internet serta data dari Pelabuhan Batam Center dan beberapa perusahaan yang ada di kota Batam untuk mengetahui jumlah penumpang yang menggunakan jasa penyeberangan Batam – Singapura dengan menggunakan kapal.

3.3.4. Tahap Pengolahan Data

Dari data-data yang didapatkan, maka proses berikutnya adalah pengolahan data tersebut sebagai *input* dalam perhitungan selanjutnya. Pengolahan data tersebut dilakukan untuk mengetahui beberapa hal sebagai berikut:

1. Penentuan *payload*.
2. Penentuan ukuran utama kapal.
3. Menghitung hambatan dan sistem propulsi kapal.
4. Penentuan mesin utama, mesin bantu, dan propulsi kapal.
5. Menghitung peralatan dan perlengkapan kapal.
6. Menghitung berat dan titik berat kapal.
7. Menghitung *Light Weight Tonnage* dan *Dead Weight Tonnage*.
8. Menghitung *displacement*.
9. Melakukan analisis ekonomis dan penilaian tingkat kenyamanan.
10. Menghitung tonase kapal.
11. Menghitung lambung timbul (*freeboard*).
12. Menghitung stabilitas dan trim kapal.

3.3.5. Tahap Perencanaan

Setelah ukuran utama optimum didapatkan, selanjutnya dilakukan pemodelan dengan bantuan *software* Maxsurf Pro sebagai alat bantu dengan mengambil sampel desain yang sudah tersedia. Setelah dibuat model kapal, dilanjutkan dengan pembuatan Rencana Garis untuk menggambarkan bentuk lambung kapal secara keseluruhan dengan cara model dari Maxsurf di-*export* ke AutoCAD untuk proses *finishing*. Untuk Rencana Umum dilakukan setelah Rencana Garis selesai sebab *outline* dari Rencana Umum didapatkan dari Rencana Garis. Pembuatan Rencana Umum dilakukan dengan menggunakan bantuan *software* AutoCAD.

3.3.6. Tahap Analisis Ekonomis

Perhitungan biaya yang dilakukan adalah estimasi biaya pembangunan kapal, estimasi *Breakeven Point* (BEP), harga tiket penyeberangan, dan estimasi kelayakan investasi *Net Present Value* (NPV) dan *Internal Rate of Return* (IRR).

3.3.7. Tahap Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini dirangkum hasil desain yang didapatkan dan saran untuk pengembangan lebih lanjut. Berdasarkan semua tahap yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan dari analisis dan perhitungan. Kesimpulan berupa ukuran utama kapal dan koreksi terhadap standar yang ada. Saran dibuat untuk menyempurnakan terhadap beberapa hal yang belum tercakup di dalam proses desain ini.

BAB 4

ANALISIS TEKNIS

4.1. Umum

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai proses perhitungan dan analisis teknis yang digunakan dalam membuat desain dari *fast ferry boat* ini. Perhitungan meliputi penentuan *payload*, ukuran utama kapal, koefisien kapal, hambatan dan permesinan kapal. Selain itu juga dilakukan perhitungan dan pemeriksaan terhadap lambung timbul kapal, tonase kapal, stabilitas kapal, dan tingkat kenyamanan pada kapal. Selain itu juga akan dilakukan perencanaan desain Rencana Garis (*Lines Plan*), Rencana Umum (*General Arrangement*), dan Rencana Keselamatan (*Safety Plan*).

4.2. Penentuan *Payload*

Penentuan *payload* pada *catamaran fast ferry boat* ini berdasarkan dari data dan perhitungan *forecasting* terhadap jumlah penumpang kapal yang melakukan penyeberangan pada rute Batam – Singapura dan terhadap jumlah *call* dari kapal yang ada (*existing ship*). Dari data kebutuhan penumpang (*demand*) dan kapasitas angkut (*supply*) yang ada, terdapat selisih antara permintaan dan penawaran di 5 tahun ke depan. Sehingga, setelah dilakukan pengolahan pada data tersebut kemudian akan didapatkan *payload* berupa jumlah penumpang. Berdasarkan jumlah tersebut, maka dapat dilakukan perhitungan dengan menggunakan asumsi sehingga akan diketahui berat yang diangkut. Kemudian selain itu, juga dilakukan perhitungan terhadap luasan geladak yang dibutuhkan oleh kapal untuk bisa memenuhi *payload* atau permintaan. Setelah dilakukan perhitungan terkait dengan area yang dibutuhkan kapal, maka didapatkan *payload* pada kapal yaitu berupa berat dan luasan.

Data yang diperoleh berasal dari berbagai sumber yang terpercaya seperti situs resmi perusahaan *existing ferry* dan juga dari Badan Pengusahaan Kawasan Perdagangan Bebas dan Pelabuhan Bebas Batam (BP Batam). Data yang tersedia merupakan *input* yang akan digunakan pada penentuan *payload*. Data *input* diolah dan dilakukan perhitungan sehingga didapatkan hasil dari *forecasting* sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Data *Call* Kapal pada Pelabuhan Batam Center

No	Tahun	Bendera Indonesia		Bendera Asing	
		<i>Call</i>	GT	<i>Call</i>	GT
1	2013	9,289	703,034	14,653	1,715,796
2	2014	7,643	502,946	11,797	1,058,766
3	2015	8,674	614,493	12,952	1,097,002
4	2016	7,958	438,477	13,442	885,814
5	2017	4,895	25,764	3,256	53,518
6	2018	4,471	24,180	3,432	69,631
7	2019	3,938	17,642	2,909	53,229
8	2020	3,469	12,872	2,466	40,690
9	2021	3,056	9,392	2,090	31,105
10	2022	2,692	6,853	1,772	23,778
11	2023	2,371	5,000	1,502	18,177

Pada Tabel 4. 1 terdapat rincian jumlah *call* setiap tahunnya dan hasil *forecasting* lima tahun berikutnya yang akan digunakan untuk perhitungan kapasitas angkut kapal (*supply*).

Tabel 4. 2 Data Jumlah Penumpang pada Pelabuhan Batam Center

No	Tahun	Jumlah Penumpang (orang)			
		Datang		Berangkat	
		WNI	WNA	WNI	WNA
1	2013	843,160	601,450	955,225	638,685
2	2014	889,356	595,998	936,410	698,007
3	2015	1,036,514	726,291	1,111,428	766,495
4	2016	1,117,122	748,420	1,173,932	778,170
5	2017	1,112,535	826,356	1,170,047	868,052
6	2018	1,096,491	898,551	1,135,149	937,236
7	2019	1,157,784	976,099	1,178,355	1,012,485
8	2020	1,222,504	1,060,340	1,223,206	1,093,775
9	2021	1,290,841	1,151,851	1,269,764	1,181,592
10	2022	1,362,998	1,251,260	1,318,094	1,276,459
11	2023	1,439,189	1,359,248	1,368,263	1,378,943

Berdasarkan Tabel 4. 2 dapat diketahui jumlah penumpang setiap tahun dan hasil *forecasting* data tersebut selama lima tahun berikutnya. Dari data tersebut kemudian akan digunakan untuk perhitungan jumlah penumpang sebagai permintaan (*demand*).

Data jumlah *call* dan penumpang yang digunakan dalam menghitung *payload* yaitu data hasil *forecasting* pada tahun 2023. Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan bahwa total jumlah $call = 2,371 + 1,502 = 3,873$.

Sehingga, kapasitas angkut = total *call* x rata-rata kapasitas angkut kapal
 = 3,873 x 215 orang
 = 832,695 orang (tersedia)

Kemudian, untuk permintaan yaitu:

total jumlah penumpang = 1,368,263 + 1,378,943
 = 2,747,206 orang (permintaan)

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, didapatkan selisih sebagai berikut:

permintaan - tersedia = 2,747,206 – 832,695
 = 1,914,511 orang/tahun (tidak tertampung)
 = 5,245 orang/hari

Jika asumsi *call* adalah 11/hari, maka dalam 1 *call*, penumpang dibawa = 475 orang.

Penumpang akan diangkut oleh 2 kapal, maka didapatkan kapasitas 1 kapal yaitu sebanyak 240 orang. Dari data tersebut dapat dibuat perhitungan *payload* berat dan *layout* untuk mencari nilai *payload* luasan geladak (*deck*).

Tabel 4. 3 *Payload* Luasan Geladak

Penentuan <i>Payload</i>					
Jumlah Penumpang	240				Orang
Main Deck	180				
Upper Deck	60				
Jumlah Crew	10				
Muatan	Asumsi Beban (ton)	Luas per Unit (m ²)	Berat/m ²	Luasan Total (m ²)	Berat Total (ton)
Main Deck					
Penumpang	0.075	0.4	0.1875	72	13.5
Bagasi	0.025				4.5
Crew	0.075	0.4	0.1875	4	0.75
Barang bawaan crew	0.025				0.25
Upper Deck					
Penumpang	0.075	0.6	0.125	36	4.5
Bagasi	0.025				1.5
Total <i>payload</i> luasan deck dan berat				112	25

Tabel 4. 3 menunjukkan perhitungan *payload* berat dan luasan geladak berdasarkan pada Surat Dirjen Perhubungan Darat No. AP.005/3/13/DPRD/1994 untuk asumsi berat satu orang dan luasan area tempat duduk yang disyaratkan. Tujuan menghitung *payload* luasan geladak yaitu mencari luasan yang dibutuhkan untuk kapasitas yang diangkut sehingga didapatkan total *payload* luasan geladak sebesar 112 m² dan *payload* berat sebesar 25 ton.

4.3. Penentuan Ukuran Utama Kapal

Penentuan ukuran utama kapal adalah berdasarkan data perhitungan *payload* yang telah dilakukan. Berdasarkan hal tersebut, maka didapatkan nilai untuk ukuran utama kapal yaitu sebagai berikut:

- <i>Length Overall</i>	= 27.478 m
- <i>Length between Perpendicular</i>	= 27 m
- <i>Breadth</i>	= 11 m
- <i>Height</i>	= 3.9 m
- <i>Draught</i>	= 2.1 m
- Lebar <i>demihull</i>	= 6 m
- <i>Breadth each hull</i>	= 2.5 m
- <i>Seats number</i>	= 240 <i>passengers</i>

Jumlah kursi penumpang dibagi menjadi dua, yaitu sebanyak 60 unit untuk kelas VIP yang terletak di *upper deck* dan 180 unit untuk kelas *Economy* yang terletak di *main deck* dengan ukuran standar kursi, jarak antar kursi, serta lebar akses jalan yang sudah disesuaikan dengan aturan.

Ukuran utama yang telah didapatkan kemudian diperiksa rasionya dengan berdasarkan perbandingan-perbandingan pada ukuran kapal sebagai berikut:

L/B_1	=	10.8	$10 < L/B_1 < 15$
B/H	=	2.82	$0.7 < B/H < 4.1$
S/L	=	0.21	$0.19 < S/L < 0.51$
S/B_1	=	2.4	$0.9 < S/B_1 < 4.1$
B_1/T	=	1.19	$0.9 < B_1/T < 3.1$
B_1/B	=	0.22	$0.15 < B_1/B < 0.3$
C_B	=	0.542	$0.36 < C_B < 0.59$

Berdasarkan hasil pemeriksaan perbandingan ukuran utama dapat disimpulkan bahwa ukuran utama kapal cukup ideal untuk dilanjutkan karena hasil perbandingan masuk ke dalam *range* yang telah disyaratkan untuk katamaran.

4.3.1. Penentuan Koefisien Kapal

Penentuan koefisien pada kapal meliputi perhitungan *Froude number* (F_n), *block coefficient* (C_b), *midship coefficient* (C_m), *prismatic coefficient* (C_p), *waterplane coefficient* (C_{wp}), dan *displacement* (Δ). Pada Tugas Akhir ini, model kapal dibuat terlebih dahulu

dengan menggunakan *software* Maxsurf Modeler Student Version. Setelah itu, didapatkan nilai *displacement* yaitu sebesar 157.60 ton. Setelah itu, dilakukan perhitungan koefisien kapal sebagai berikut:

1. Perhitungan C_b

Untuk kapal katamaran, dapat dilakukan perhitungan koefisien blok hanya pada satu lambung saja dengan memanfaatkan nilai *displacement* yang telah didapatkan.

$$\begin{aligned} C_b &= \Delta / (1.025 \cdot L \cdot B_1 \cdot T) \\ &= 0.542 \end{aligned}$$

2. Perhitungan C_m

$$C_m = A_m / (T \cdot B_m)$$

dimana:

$$A_m = \text{Luas } station \text{ midship}$$

$$B_m = \text{Lebar lambung di } midship \text{ setinggi sarat}$$

Maka, didapatkan $C_m = 0.7$

3. Perhitungan C_p

Perhitungan C_p yang digunakan yaitu sebagai berikut:

$$C_x = C_m$$

$$\begin{aligned} C_p &= C_b / C_x \\ &= 0.77 \end{aligned}$$

4. Perhitungan C_{wp}

Perhitungan C_p yang digunakan yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned} C_{wp} &= 0.18 + 0.86 \cdot C_p \\ &= 0.846 \end{aligned}$$

4.4. Perhitungan Teknis

Setelah didapatkan ukuran utama kapal dan telah disesuaikan dengan batasan rasio ukuran utama kapal selanjutnya dilakukan perhitungan teknis meliputi perhitungan hambatan dan sistem propulsi kapal, penentuan spesifikasi mesin utama dan mesin bantu kapal, perhitungan instalasi permesinan kapal, perhitungan konsumsi kapal, perhitungan peralatan dan perlengkapan, perhitungan berat dan titik berat kapal, perhitungan *Lightweight Tonnage* (LWT), perhitungan *Deadweight Tonnage* (DWT), perhitungan lambung timbul (*freeboard*), perhitungan tonase, perhitungan stabilitas, perhitungan tingkat kenyamanan penumpang, dan perhitungan *trim* kapal.

4.4.1. Perhitungan Hambatan dan Power Kapal

Perhitungan hambatan yang dilakukan yaitu dengan menggunakan metode Slender Body. Kecepatan yang digunakan yaitu kecepatan dinas kapal sebesar 30 kn. Pada perhitungan, dibutuhkan beberapa nilai koefisien tambahan karena kapal yang digunakan adalah katamaran. Berdasarkan perhitungan, didapatkan koefisien yaitu:

$$\begin{aligned}
 C_{Fo} &= \text{koefisien tahanan gesek} \\
 &= CF = 0,075/(\log R_n - 2)^2 \\
 &= 0.00170 \\
 1+\beta k_1 &= \text{Catamaran Viscous Resistance Interference} \\
 S/B_1 &= 2.4 \\
 L/B_1 &= 10.8 \\
 1+\beta k &= (\beta (1+k)) - \beta + 1 \\
 &= 1.41 \\
 C_A &= \text{Air resistance} \\
 C_A &= 0,006 (LWL + 100)^{-0,16} - 0,00205 + 0.003 (LWL / 7.5)^{0.5} C_{B4} C_2 \\
 &\quad (0.04 - T / LWL) \\
 &= 0.000695425
 \end{aligned}$$

Nilai hambatan diperoleh dengan menggunakan *software* Maxsurf Resistance Student Version dan diperoleh nilai seperti ditampilkan pada Tabel 4. 4 sebagai berikut:

Tabel 4. 4 Nilai Hambatan Diperoleh dari Maxsurf Resistance

Speed (kn)	Fn (L _{WL})	Fn (Vol.)	Savitsky Pre-planing Resistance (kN)	Savitsky Pre-planing Power (kW)	Savitsky Planing Resistance (kN)	Savitsky Planing Power (kW)	Slender Body Resistance (kN)	Slender Body Power (kW)
15	0.474	1.065	29.7	458.672	--	--	101.5	1,567.156
16	0.506	1.136	42.9	705.852	--	--	121.1	1,993.207
17	0.537	1.207	58.2	1018.547	--	--	159.6	2,791.845
18	0.569	1.277	81.7	1512.501	--	--	206.7	3,827.276
19	0.601	1.348	97.7	1910.062	--	--	257.5	5,032.973
20	0.632	1.419	106.7	2195.589	--	--	307.2	6,321.488
21	0.664	1.490	106.1	2292.163	280.8	6069.214	349.8	7,557.608
22	0.696	1.561	104.9	2375.512	289.6	6555.484	381.3	8,631.779
23	0.727	1.632	108.7	2573.360	297.4	7036.510	402.8	9,532.135
24	0.759	1.703	118.3	2921.826	304.0	7507.938	415.6	10,261.394
25	0.79	1.774	123.5	3177.361	309.8	7967.144	420.6	10,818.204
26	0.822	1.845	126.8	3392.851	314.6	8413.278	421.1	11,265.723
27	0.854	1.916	128.5	3568.901	318.4	8847.024	419.1	11,642.129

Speed (kn)	Fn (L _{WL})	Fn (Vol.)	Savitsky Pre-planing Resistance (kN)	Savitsky Pre-planing Power (kW)	Savitsky Planing Resistance (kN)	Savitsky Planing Power (kW)	Slender Body Resistance (kN)	Slender Body Power (kW)
28	0.885	1.987	128.1	3690.745	321.8	9270.220	415.3	11,965.538
29	0.917	2.058	--	--	324.6	9685.466	409.8	12,226.893
30	0.948	2.129	--	--	327.0	10095.786	406.1	12,534.732
31	0.98	2.200	--	--	329.4	10504.360	403	12,852.780
32	1.012	2.271	--	--	331.4	10914.334	401.1	13,206.912
33	1.043	2.342	--	--	333.6	11328.736	401.2	13,621.680
34	1.075	2.413	--	--	335.8	11750.392	399.7	13,984.115
35	1.107	2.484	--	--	338.2	12181.910	403	14,513.898
36	1.138	2.555	--	--	340.8	12625.666	405	15,000.901
37	1.170	2.626	--	--	343.6	13083.822	408	15,533.786
38	1.201	2.697	--	--	346.8	13558.332	414.9	16,220.182
39	1.233	2.768	--	--	350.2	14050.974	421	16,895.259
40	1.265	2.839	--	--	353.8	14563.352	425	17,491.807

Setelah didapatkan nilai hambatan pada kapal, kemudian dilakukan perhitungan terkait dengan *powering* pada kapal untuk penentuan permesinan yang digunakan. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, didapatkan:

$$\begin{aligned} \text{EHP} &= \text{Effective Horse Power} \\ &= 6267.477 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{THP} &= \text{Thrust Horse Power} \\ &= 6425.052 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{DHP} &= \text{Delivery Horse Power} \\ &= 11920.319 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{SHP} &= \text{Shaft Horse Power} \\ &= 12163.591 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BHP} &= \text{Brake Horse Power} \\ &= 12411.827 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MCR} &= \text{Maximum Continues Rates} \\ &= 14273.601 \text{ kW} \end{aligned}$$

Perhitungan *powering* secara lebih rinci dapat dilihat pada Lampiran B. Untuk perhitungan daya yang dibutuhkan untuk *auxiliary engine* sebagai *supply* kebutuhan listrik di kapal yaitu dengan cara membuat daftar keperluan listrik yang dibutuhkan pada kapal. Berdasarkan *list* kelistrikan yang telah dilakukan, didapatkan kebutuhan *power* untuk *auxiliary*

engine yaitu sebesar 227.664 kW. Untuk nilai MCR diperoleh yaitu sebesar 14273.601 kW dan akan digunakan untuk penggunaan daya sistem propulsi *waterjet* dan digunakan sebagai acuan untuk menentukan permesinan yang akan digunakan.

4.4.2. Permesinan Kapal

Pemilihan permesinan kapal berdasarkan pada perhitungan hambatan dan *powering* yang telah dilakukan. Spesifikasi mesin yang digunakan yaitu sebagai berikut:

- *Main engine*

Engine Type = GE LM 1600 Gas Turbine

max.Power = 7600 kW

= 10333 HP

n(rpm) = 7000 r/min

Exhaust Gas Flow = 47.3 kg/sec

Fuel Oil Consumption = 198.58 g/BHP_h

= 270 g/kWh

Lube Oil Consumption = 0.9 g/kWh

Dimension

Length = 2960 mm

Width = 2360 mm

Height = 910 mm

Weight = 0.905 ton

= 905 kg



Gambar 4. 1 *Main Engine*
(sumber: www.ge.com/marine)

- Sistem propulsi kapal (*waterjet*)

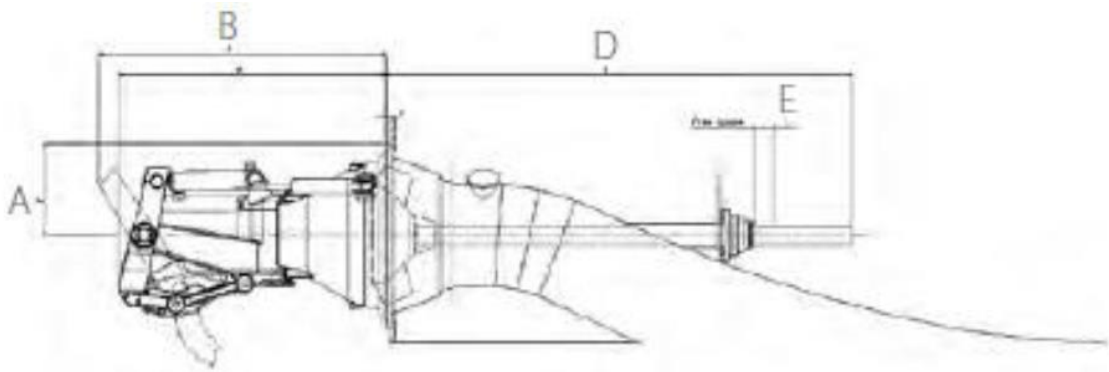
Generator type = Rolls-Royce Waterjets S3-Series (S3-56)

min.Power = 1200 KW

max.Power = 3440 KW

Dimension

<i>Inboard length</i>	=	2310	mm
<i>Outboard length</i>	=	1630	mm
<i>Width</i>	=	1032	mm
<i>Height</i>	=	1300	mm
<i>Weight</i>	=	3.29	ton



Gambar 4. 2 Pengukuran Dimensi *Waterjet*
(sumber: katalog produk)

- Auxiliary engine

<i>Generator type</i>	=	Caterpillar C18	60 Hz
<i>max.Power</i>	=	344	kVA
	=	275	kW

Dimension

<i>Length</i>	=	3040	mm
<i>Width</i>	=	1150.9	mm
<i>Height</i>	=	1557.5	mm
<i>Fuel Oil Consumption</i>	=	25.4	U.S. g/h
	=	138	g/kWh
<i>Weight</i>	=	4.209	ton



Gambar 4. 3 *Auxiliary Engine*
(sumber: katalog produk)

- *Emergency genset*

type = Caterpillar C6.6 ACERT

max.Power = 187 kVA

= 150 KW

Dimension

Length = 1905 mm

Width = 1315 mm

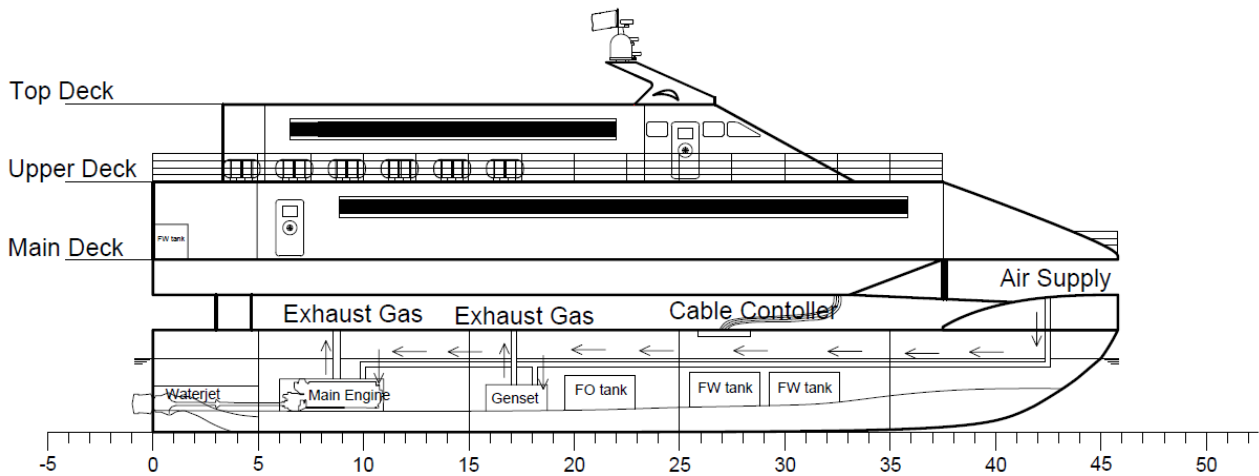
Height = 961 mm

Fuel Oil Consumption = 11 U.S. g/h

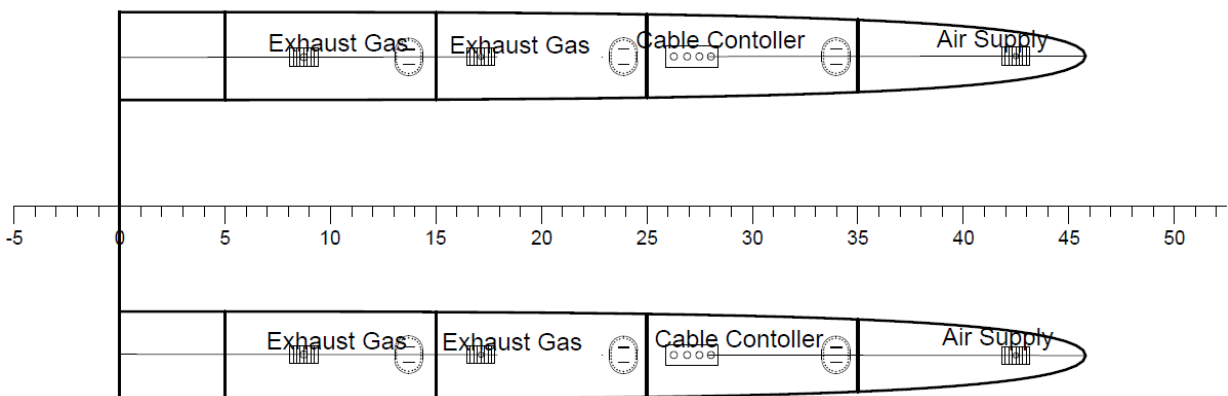
= 59.764 g/kWh

Weight = 1.348 ton

Untuk sistem kerja yang terdapat pada kapal, mesin adalah *inboard* dan terdapat di kedua lambung kapal. Sistem sirkulasi udara pada permesinan telah diatur dan untuk sistem kontrol dari kemudi ke kontrol gerak di ruang mesin adalah dengan menggunakan *cable controller*. Desain dari sistem pada kapal dapat dilihat yaitu sebagai berikut:



Gambar 4. 4 Sistem Permesinan dan Kontrol pada Kapal (*Side View*)



Gambar 4. 5 Sistem Permesinan dan Kontrol pada Kapal (*Top View*)

4.4.3. Perhitungan Konsumsi Kapal

Perhitungan konsumsi yang terdapat di dalam kapal meliputi perhitungan konsumsi bahan bakar mesin utama (*fuel oil*), konsumsi bahan bakar mesin bantu (*diesel oil*), konsumsi minyak pelumas (*lube oil*), dan konsumsi air tawar/bersih (*fresh water*).

Dalam desain *catamaran fast ferry boat*, tangki untuk *fuel oil* terdapat pada kedua lambung kapal dan berada di depan *generator set*. Untuk tangki *diesel oil* dan *lube oil* berada di sebelah mesin utama. Sedangkan letak tangki *fresh water* untuk kebutuhan pendingin mesin berada di kedua lambung kapal dan tangki *fresh water* untuk kebutuhan penumpang diletakkan pada *main deck*.

Ukuran tangki yang dibutuhkan oleh masing-masing komponen pada *consumables* kapal sesuai dengan hasil perhitungan yang dilakukan terhadap berat dari masing-masing komponen terkait. Setelah diketahui besar kebutuhan *consumables*, kemudian dapat diketahui berat dan volume masing-masing yang akan berguna untuk penentuan ukuran tangki.

Berikut merupakan perhitungan dari konsumsi yang ada di dalam kapal.

- Perhitungan *fuel oil*

Fuel Oil Weight

$$W_{FO} = SFR \cdot MCR \cdot range/speed \cdot (1 + margin)$$

$$margin = 5 \quad \%$$

$$W_{FO} = 1.675 \quad \text{ton}$$

$$W_{FO} = 3.350 \quad \text{ton} \quad (\text{untuk 2 mesin})$$

Fuel Oil Volume

$$V_{FO} = W_{fo}/\rho_{fo} + \text{koreksi}$$

koreksi :

$$\text{tambahan konstruksi} = 2 \quad \%$$

$$\text{ekspansi panas} = 2 \quad \%$$

$$\rho_{fo} = 0.95 \quad \text{ton/m}^3$$

$$V_{FO} = 3.67 \quad \text{m}^3$$

- Perhitungan *lube oil*

Lube Oil Weight

$$W_{LO} = SFR \cdot MCR \cdot range/speed \cdot (1 + margin)$$

$$margin = 5 \quad \%$$

$$W_{LO} = 0.006 \quad \text{ton}$$

$$W_{LO} = 0.011 \quad \text{ton} \quad (\text{untuk 2 mesin})$$

Lube Oil Volume

$$V_{LO} = W_{lo}/\rho_{lo} + \text{koreksi}$$

koreksi :

$$\text{tambahan konstruksi} = 2 \quad \%$$

$$\text{ekspansi panas} = 2 \quad \%$$

$$\rho_{lo} = 0.9 \quad \text{ton/m}^3$$

$$V_{LO} = 0.01 \quad \text{m}^3$$

- Perhitungan *diesel oil*

Diesel Oil Weight

$$W_{DO} = \text{SFR} \cdot \text{MCR} \cdot \text{range/speed} \cdot (1 + \text{margin})$$

$$\text{margin} = 5 \quad \%$$

$$W_{DO} = 0.056 \quad \text{ton}$$

$$W_{DO} = 0.112 \quad \text{ton} \quad (\text{untuk 2 mesin})$$

Diesel Oil Volume

$$V_{DO} = W_{lo}/\rho_{lo} + \text{koreksi}$$

koreksi :

$$\text{tambahan konstruksi} = 2 \quad \%$$

$$\text{ekspansi panas} = 2 \quad \%$$

$$\rho_{do} = 0.85 \quad \text{ton/m}^3$$

$$V_{DO} = 0.14 \quad \text{m}^3$$

- Perhitungan *fresh water*

Kebutuhan air bersih pada kapal penumpang berbeda dengan kapal niaga pada umumnya. Oleh karena itu kebutuhan air setiap orang dihitung sebagai berikut

$$W_{FW1} = \text{konsumsi air tawar} = 0.17 \quad \text{t/(person} \cdot \text{day)}$$

$$= 0.00708 \quad \text{t/(person} \cdot \text{hour)}$$

$$= 1.771 \quad \text{liter untuk 250 orang (240 penumpang, 10 crew)}$$

$$= 442.708 \quad \text{liter untuk 1 kali trip (batam-singapura)}$$

$$= 0.44 \quad \text{ton}$$

$$W_{FW2} = \text{air tawar untuk pendingin mesin}$$

$$= (2 \sim 5) \cdot \text{BHP} \cdot 10^{-3}$$

$$= 9.365 \quad \text{ton}$$

$$= 18.729 \quad \text{ton} \quad (\text{untuk 2 mesin})$$

$$W_{FW} \text{ total} = 19.17 \quad \text{ton}$$

Fresh Water Volume

$$V_{FW} = W_{fw}/\rho_{fw} + \text{koreksi}$$

koreksi :

$$\text{tambahan konstruksi} = 2 \quad \%$$

$$\text{ekspansi panas} = 2 \quad \%$$

$$\rho_{fw} = 1 \quad \text{ton/m}^3$$

$$V_{FW} = 19.94 \quad \text{m}^3$$

4.4.4. Peralatan dan Perlengkapan Kapal

Di dalam kapal ini, terdapat berbagai peralatan dan perlengkapan kapal yaitu sebagai berikut:

- Kursi penumpang ekonomi

$$\text{Jumlah kursi} = 180 \quad \text{unit}$$

$$\text{Panjang} = 0.8 \quad \text{m}$$

$$\text{Lebar} = 0.5 \quad \text{m}$$

$$\text{Berat 1 kursi} = 3 \quad \text{kg}$$

$$\text{Berat total} = 540 \quad \text{kg}$$

$$= 0.54 \quad \text{ton}$$



Gambar 4. 6 Kursi Penumpang Ekonomi
(sumber: katalog produk)

- Kursi penumpang VIP

$$\text{Jumlah kursi} = 60 \quad \text{unit}$$

$$\text{Panjang} = 1 \quad \text{m}$$

Lebar	=	0.6	m
Berat 1 kursi	=	4	kg
Berat total	=	240	kg
	=	0.24	ton



Gambar 4. 7 Kursi Penumpang VIP
(sumber: katalog produk)

- *Life raft*

Life raft harus bisa menampung seluruh penumpang dan kru kapal

Jumlah penumpang dan kru kapal	=	250	orang
Kapasitas angkut 1 <i>life raft</i>	=	25	orang
<i>Life raft</i> yang dibutuhkan	=	12	buah
Total kapasitas <i>life raft</i>	=	275	orang
Berat 1 unit <i>life raft</i>	=	139	kg
Berat total <i>life raft</i>	=	1668	kg
	=	1.668	ton

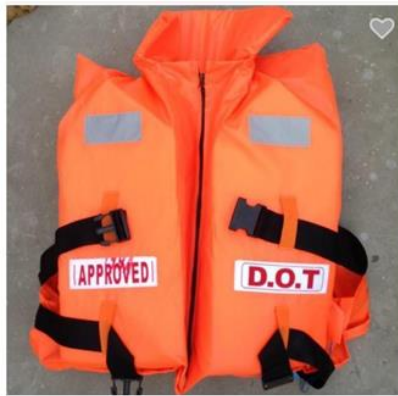


Gambar 4. 8 *Life Raft*
(sumber: katalog produk)

- *Life jacket*

Life jacket harus bisa menampung seluruh penumpang dan kru kapal

Jumlah penumpang dan kru kapal	=	250	orang
<i>Life jacket</i> yang dibutuhkan	=	255	orang
Berat 1 unit <i>life jacket</i>	=	1	kg
Berat total <i>life jacket</i>	=	255	kg
	=	0.255	ton



Gambar 4. 9 *Life Jacket*
(sumber: katalog produk)

- Peralatan navigasi dan perlengkapan lain

Belum ditemukan formula tentang perhitungan peralatan navigasi, sehingga berat untuk peralatan navigasi diasumsikan yaitu sebesar = 750 kg
= 0.75 ton

4.4.5. Perhitungan Berat Kapal

Berat pada kapal terdiri dari dua bagian, yaitu *Deadweight Tonnage* (DWT) dan *Lightweight Tonnage* (LWT).

- Perhitungan DWT

Komponen berat kapal DWT yang dihitung terdiri dari berat penumpang dan *crew* serta barang bawaannya, berat bahan bakar, berat minyak pelumas, berat air tawar, dan berat air kotor. Untuk perhitungan dari masing-masing komponen dapat dilihat pada Tabel 4. 5

Tabel 4. 5 Perhitungan Berat DWT

Total Berat DWT			
No	Komponen Berat Kapal Bagian DWT	Value	Unit
1	Berat Penumpang dan Bagasi	24	ton
2	Berat Crew Kapal dan Bagasi	1	ton

No	Komponen Berat Kapal Bagian DWT	Value	Unit
3	Berat Bahan Bakar (Fuel Oil) Mesin Induk	3.35	ton
4	Berat Minyak Pelumas (Lube Oil)	0.011	ton
5	Berat Bahan Bakar (Diesel Oil) Generator Set	0.11	ton
6	Berat Air Tawar (Fresh Water)	11.21	ton
7	Berat Air Kotor (Sewage)	0.625	ton
Total		40.31	ton

- Perhitungan LWT

Komponen berat kapal LWT merupakan berat kapal kosong dan terdiri dari berat baja kapal (lambung, geladak, bangunan atas) beserta konstruksinya, berat *railing* dan tiang penyangga, berat *equipment* dan *outfitting*, berat suspensi hidrolik, berat permesinan dan propulsi kapal. Untuk perhitungan dari masing-masing komponen adalah sebagai berikut

Tabel 4. 6 Perhitungan Berat LWT

Total Berat LWT			
No	Komponen Berat Kapal Bagian LWT	Value	Unit
1	Berat Lambung (<i>hull</i>) Kapal	21.674	ton
2	Berat Geladak (<i>deck</i>) Kapal	18.825	ton
3	Berat Bangunan Atas Kapal	15.543	ton
4	Berat Konstruksi Lambung Kapal	10.125	ton
5	Berat Konstruksi Bangunan Atas Kapal	3.886	ton
6	Berat <i>Railing</i>	0.025	ton
7	Berat Tiang Penyangga	0.023	ton
8	<i>Equipment & Outfitting</i>	3.453	ton
9	Berat <i>Hydraulic Suspension</i>	12.837	ton
10	Berat <i>Main Engine</i>	1.810	ton
11	Berat <i>Waterjet</i>	6.580	ton
12	Berat <i>Auxiliary Engine</i>	8.418	ton
13	Berat <i>Generator Set</i>	1.348	ton
Total		104.546	ton

Setelah diketahui berat dari komponen DWT dan LWT kapal, maka dapat diketahui total berat kapal seperti dijelaskan pada Tabel 4. 7 sebagai berikut

Tabel 4. 7 Rekapitulasi Komponen Berat DWT dan LWT

Total Berat Kapal (DWT + LWT)			
No	Komponen Berat Kapal	Value	Unit
1	Berat Kapal Bagian DWT	40.310	ton
2	Berat Kapal Bagian LWT	104.546	ton
Total		144.856	ton

4.4.6. Pemeriksaan Koreksi Displasemen Kapal

Setelah diketahui berat DWT dan LWT dari kapal, kemudian berat kapal dibandingkan dengan *displacement* kapal. Selisih antara berat kapal dan *displacement* kapal yang diizinkan yaitu sebesar 2%-10%. Berdasarkan hasil perhitungan berat yang telah dilakukan, didapatkan selisih dengan *displacement* kapal yaitu sebesar 8.09%.

Tabel 4. 8 Pemeriksaan *Displacement* Kapal

Batasan Kapasitas Kapal Sesuai Hukum Archimedes			
No	Komponen Berat Kapal	Value	Unit
1	Displacement	157.60	ton
2	DWT	40.310	ton
3	LWT	104.546	ton
4	DWT + LWT	144.856	ton
Selisih		12.744	ton
		8.09%	(2% ~ 10%)

4.4.7. Perhitungan Titik Berat Kapal

Perhitungan total titik berat kapal terdiri dari titik berat LWT dan titik berat DWT. Untuk penentuan titik berat *hull* dengan acuan dari *Parametric Ship Design chapter 11*. Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan, didapatkan titik berat masing-masing untuk LWT dan DWT seperti dijelaskan pada Tabel 4. 9 sebagai berikut

Tabel 4. 9 Rekapitulasi Titik Berat Komponen LWT dan DWT

TOTAL LWT			TOTAL DWT		
Berat	LCG	VCG	Berat	LCG	VCG
104546	-2.23546	3.85573	40310.16	7.163433	6.612762

Dari komponen LWT dan DWT kemudian akan dihitung titik berat total dari kapal dan didapatkan hasil seperti pada Tabel 4. 10

Tabel 4. 10 Titik Berat Total pada Kapal

BERAT TOTAL			DISPLACEMENT			SELISIH		CHECK DISPLACEMENT
[kg]	LCG	VCG	[kg]	LCB	VCB			
	[m]	[m]		[m]	[m]	[kg]	%	OK
144856.2	0.380034	4.622949	157600	-2.450	1.317	12743.83	8.09%	

4.4.8. Perhitungan Lambung Timbul (*Freeboard*)

Untuk perhitungan *freeboard*, semua rumus yang diberikan mengacu pada konvensi internasional mengenai *load lines* (ICLL, 1966). Hasil yang didapatkan dari perhitungan adalah

tinggi minimum *freeboard* yang diizinkan sehingga kapal bisa berlayar dengan rute pelayaran internasional.

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, didapatkan bahwa:

$$\begin{aligned} \text{Lambung timbul sebenarnya (Fb)} &= H - T \\ &= 1.80 \text{ m} \end{aligned}$$

Dimana lambung timbul yang disyaratkan yaitu sebesar 0.769 m.

Tabel 4. 11 Pemeriksaan Lambung Timbul

Lambung Timbul	Nilai	Satuan
Lambung Timbul yang Disyaratkan	0.769	m
Lambung Timbul Sebenarnya	1.80	m
Kondisi	Diterima	

4.4.9. Perhitungan *Trim* Kapal

Perhitungan *trim* pada kapal dilakukan dengan menggunakan *software* Maxsurf Stability Enterprise dan dibandingkan dengan berbagai batasan seperti yang tertera pada Tabel 4. 12 sebagai berikut

Tabel 4. 12 Batasan untuk *Trim* Kapal

Ukuran Utama			
L _{WL}	=	27.00	m
T	=	2.10	m
H	=	3.90	m
B	=	11.00	m
B ₁	=	2.50	m
V	=	153.76	m ³
C _B	=	0.542	
C _M	=	0.700	
C _P	=	0.775	
C _{WP}	=	0.846	
KG	=	4.071	m
LCG	=	0.380	m
LCB	=	-2.450	m

Batasan *trim* yang digunakan sesuai dengan SOLAS *Chapter* II-1, *Part* B-1, Regulasi 5-1 yaitu *trim* maksimal = $\pm 0.5\% \cdot L_{WL} = 0.135 \text{ m}$

Berdasarkan hasil perhitungan *trim* dari Maxsurf Stability Enterprise, didapatkan nilai *trim* yaitu sebesar 0.13 m. Maka, kesimpulan yang didapatkan yaitu bahwa *trim* diterima dengan kondisi *trim* buritan.

4.4.10. Perhitungan Stabilitas Kapal

Pada perhitungan stabilitas kapal, digunakan 9 *load cases* yang merupakan variasi berdasarkan muatan (penumpang) dan *consumables* dari kapal. Masing-masing kondisi *load cases* dijelaskan pada Tabel 4. 13

Tabel 4. 13 *Load Cases*

<i>Load Cases</i>	<i>Passengers (%)</i>	<i>Consumables (%)</i>
A1 (berangkat)	100	100
B1 (tengah jalan)	100	50
C1 (sampai)	100	10
A2	50	100
B2	50	50
C2	50	10
A3	10	100
B3	10	50
C3	10	10

Kriteria yang digunakan dalam *software* Maxsurf Stability Student Version yaitu berdasarkan aturan yang digunakan dalam IMO yang terdiri dari IS *Code* dan HSC *Code*. Penjelasan mengenai kriteria yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4. 14

Tabel 4. 14 Kriteria Stabilitas

Code		Criteria	Value	Units
IMO A.749 (18) Code on Intact Stability	Chapter 3 - Design Criteria Applicable to All Ships	3.1.2.1: Area 0 to 30 shall not be less than	3.1513	m.deg
		3.1.2.1: Area 0 to 40 shall not be less than	5.1566	m.deg
		3.1.2.1: Area 30 to 40 shall not be less than	1.7189	m.deg
		3.1.2.2: Max GZ at 30 or shall not be less than	0.2	m
		3.1.2.4: Initial GMt shall not be less than	0.15	m
		3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium shall not be greater than	10	deg
HSC Code 2000 on Intact Stability	Annex 7 - High-Speed Craft Code for Multihull	1.1: Area from 0 to 30 shall not be less than	3.1513	m.deg
		1.2: Angle of maximum GZ shall not be less than	10	deg
		1.5: HTL: Area between GZ and HA for H _{pc} + H _w	1.6043	m.deg
		3.2.1: HL1: Angle of equilibrium for wind heeling	16	Deg

Berdasarkan kriteria IS Code, didapatkan hasil perhitungan dan status dari setiap *load cases* yaitu seperti yang tertera pada Tabel 4. 15

Tabel 4. 15 Hasil Stabilitas Kapal Berdasarkan IS Code

No.	Load Case		3.1.2.1 (m.deg)	3.1.2.1 (m.deg)	3.1.2.1 (m.deg)	3.1.2.2 (m)	3.1.2.4 (m)	3.1.2.5 (deg)	Status
	Penumpang	Consumables							
1	100%	100%	58.21	78.94	20.73	2.419	11.78	2.80	Pass
2	100%	50%	59.46	78.49	19.03	2.29	12.27	2.90	Pass
3	100%	10%	60.49	78.08	17.59	2.17	12.71	3.00	Pass
4	50%	100%	63.18	83.56	20.37	2.41	12.89	2.90	Pass
5	50%	50%	64.83	83.44	18.62	2.27	13.52	3.00	Pass
6	50%	10%	65.90	83.27	17.37	2.17	14.01	3.00	Pass
7	10%	100%	67.92	88.10	20.18	2.41	13.93	2.90	Pass
8	10%	50%	68.52	87.48	18.97	2.31	14.62	3.00	Pass
9	10%	10%	68.59	86.69	18.10	2.24	15.20	3.00	Pass

Sedangkan berdasarkan kriteria HSC Code, didapatkan hasil perhitungan dan status dari setiap *load cases* yaitu seperti yang tertera pada

Tabel 4. 16 Hasil Stabilitas Kapal Berdasarkan HSC Code

No.	Load Case		1.1 (m.deg)	1.2 (deg)	1.5 (m.deg)	3.2.1 (deg)	Status
	Penumpang	Consumables					
1	100%	100%	46.95	25.50	18.89	1.20	Pass
2	100%	50%	34.82	20.00	19.59	1.30	Pass
3	100%	10%	33.59	19.10	20.17	1.30	Pass
4	50%	100%	36.81	20.00	20.86	1.30	Pass
5	50%	50%	35.82	19.10	21.70	1.30	Pass
6	50%	10%	36.95	19.10	22.30	1.30	Pass
7	10%	100%	37.12	19.10	22.68	1.30	Pass
8	10%	50%	38.21	19.10	23.16	1.30	Pass
9	10%	10%	36.20	18.20	23.42	1.30	Pass

Berdasarkan hasil perhitungan stabilitas pada Maxsurf, karena status telah memenuhi maka ukuran kapal yang digunakan merupakan ukuran utama akhir.

4.4.11. Analisis Tingkat Kenyamanan Penumpang

Tingkat kenyamanan penumpang pada kapal dilakukan dengan analisis *Motion Sickness Incidence* (MSI) sebagai kriteria. MSI merupakan persentase jumlah kejadian gejala mabuk laut yang dialami oleh penumpang akibat dari percepatan vertikal, frekuensi percepatan, dan durasi terjadinya percepatan tersebut. Dalam Tugas Akhir ini, analisis tingkat kenyamanan penumpang dengan menggunakan bantuan *software* Maxsurf Motions Advanced. Pengaturan untuk tinggi gelombang adalah berdasarkan data dari Pusat

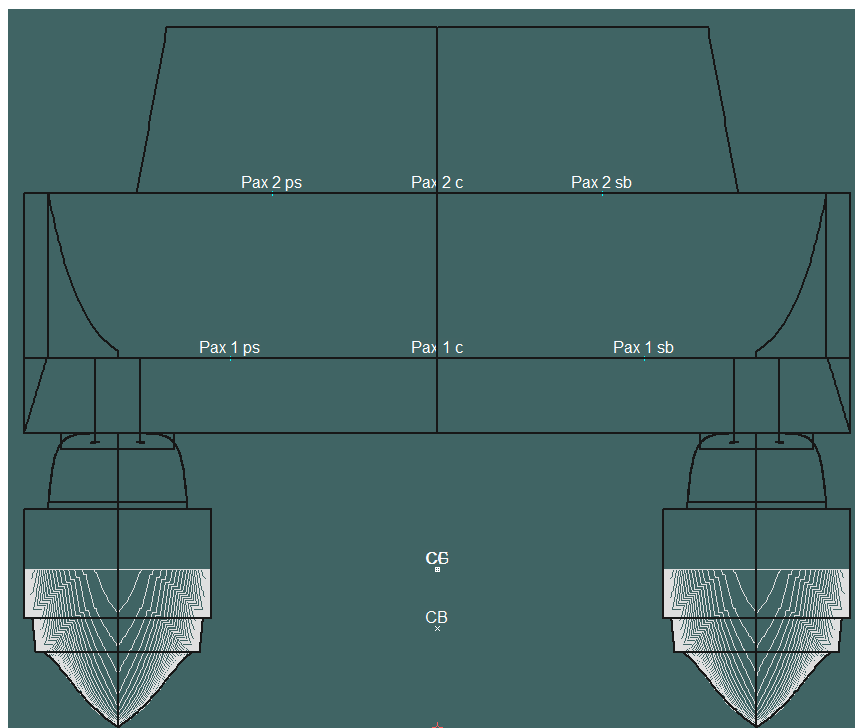
Meteorologi Maritim BMKG dimana tinggi gelombang untuk daerah pelayaran Batam ke Singapura adalah 0.5 m sampai dengan 1.25 m sehingga diambil nilai gelombang maksimal yaitu pada 1.25 m.

Pada *software* juga dilakukan pengaturan terkait dengan kecepatan kapal. Dalam analisis ini, digunakan kecepatan dinas kapal yaitu sebesar 30 knot. Kemudian untuk arah gelombang diatur dengan variasi arah gelombang 0° (*following seas*), arah gelombang 90° (*beam seas*), dan arah gelombang 180° (*head seas*). Pengaturan dapat dilihat seperti pada Gambar 4. 10 sebagai berikut

	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"/>

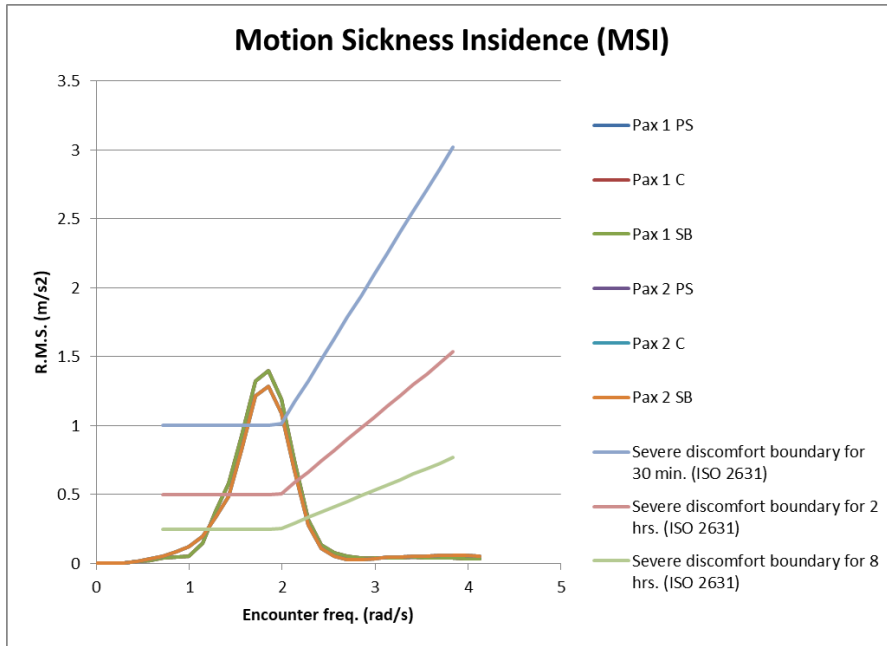
Gambar 4. 10 Pengaturan Arah Gelombang

Selain itu juga dilakukan pengaturan terhadap aspek tinjauan lokasi yang dianalisis (*remote location*). Pada analisis ini, lokasi yang ditinjau secara umum dibagi menjadi dua yaitu di *main deck* (Pax 1) tempat penumpang kelas ekonomi dan *upper deck* (Pax 2) tempat penumpang kelas VIP. Masing-masing *deck* juga terbagi lagi menjadi tiga posisi yaitu di bagian kiri kapal (*port side*), bagian tengah kapal (*centreline*), dan bagian kanan kapal (*starboard side*). Total lokasi yang ditinjau yaitu ada enam area yang terbagi seperti pada Gambar 4. 11 seperti di bawah ini



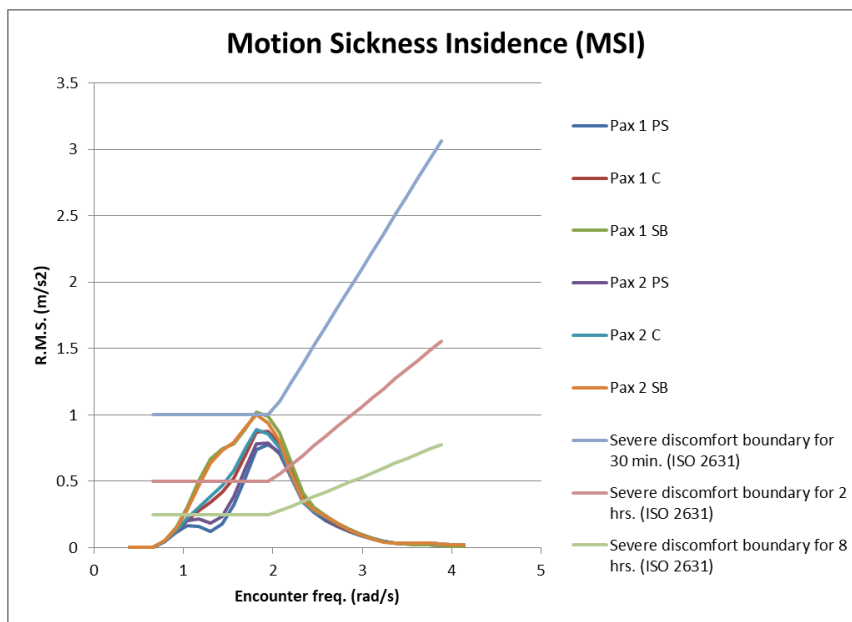
Gambar 4. 11 Remote Location pada Kapal

Analisis dilakukan dengan menggunakan batas MSI 10% dimana nilai di bawah MSI 10% termasuk dalam kategori nyaman dan nilai di atasnya termasuk dalam kategori tidak nyaman. Batas waktu yang digunakan yaitu 30 menit, 2 jam, dan 8 jam. Dari analisis yang dilakukan pada saat *hydraulic suspension* kapal dalam keadaan *off*, hasil menunjukkan bahwa terdapat beberapa kondisi yang melewati batas MSI 10% sehingga dianggap tidak nyaman.



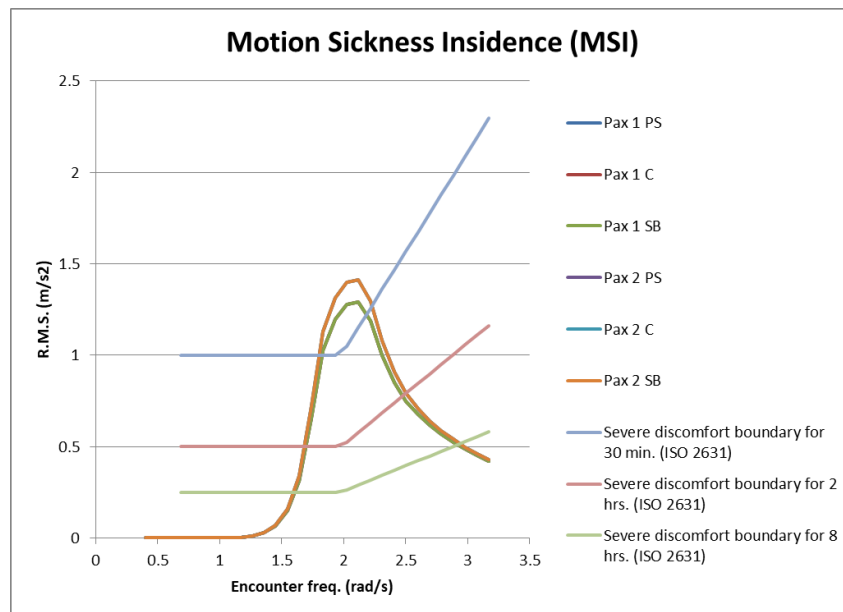
Gambar 4. 12 MSI *Following Seas (Suspension Off)*

Pada Gambar 4. 12 di atas dapat dilihat hasil dari analisis tingkat kenyamanan pada arah gelombang 0°.



Gambar 4. 13 MSI *Beam Seas (Suspension Off)*

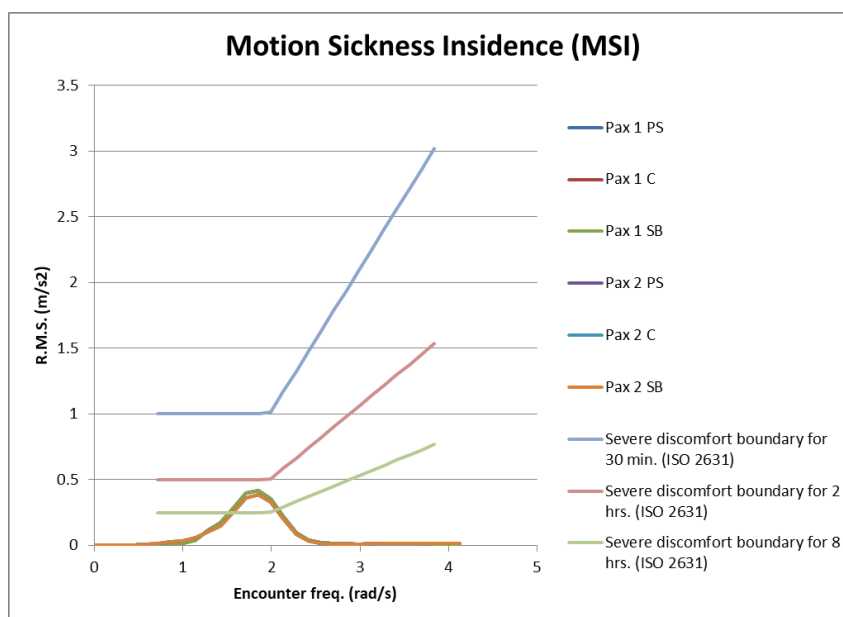
Pada Gambar 4. 13 di atas dapat dilihat hasil dari analisis tingkat kenyamanan pada arah gelombang 90°.



Gambar 4. 14 MSI Head Seas (*Suspension Off*)

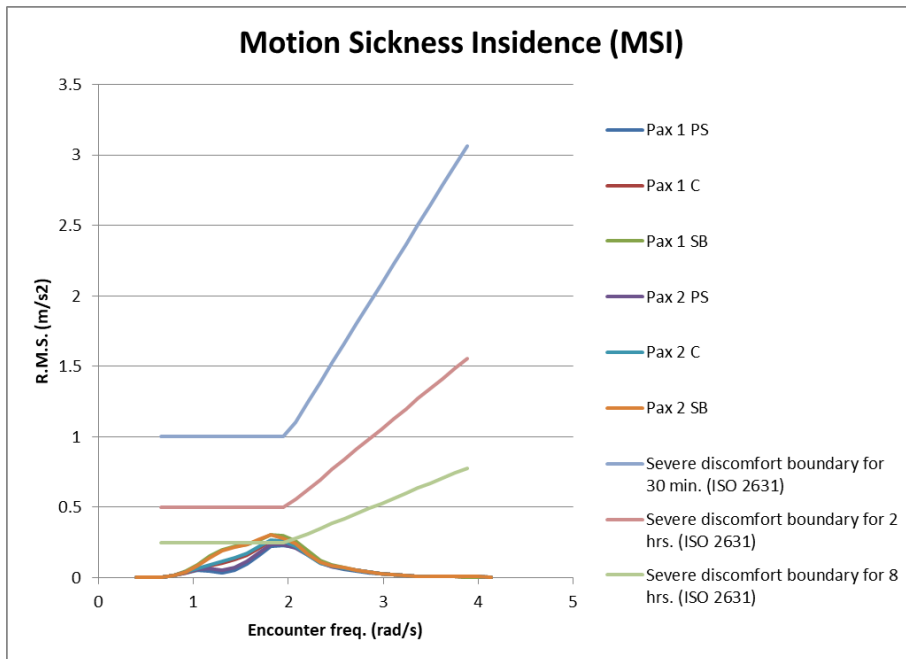
Pada Gambar 4. 14 di atas dapat dilihat hasil dari analisis tingkat kenyamanan pada arah gelombang 180°.

Pada saat *hydraulic suspension* dinyalakan, suspensi tersebut akan membuat kapal tetap stabil saat bergerak. Hal ini karena lambung kapal dipisahkan dari geladak kapal dan bangunan atas sehingga dapat mengurangi getaran sampai dengan 75% (Danyal, 2019). Oleh karena itu, pada analisis kondisi suspensi on dilakukan reduksi sebesar 70% dari hasil analisis tingkat kenyamanan dimana kondisi suspensi *off*. Hasil analisis dapat dilihat sebagai berikut



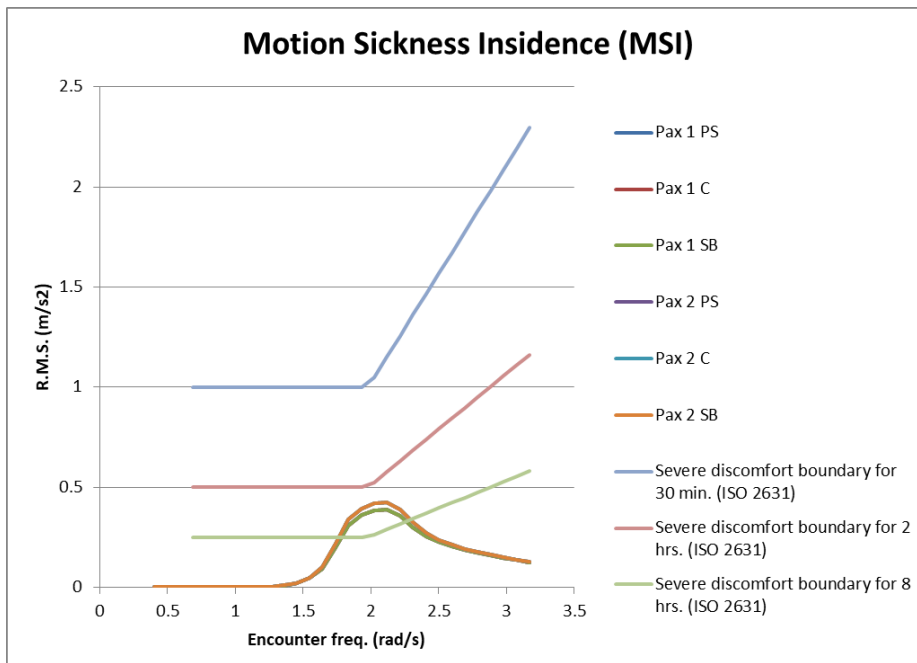
Gambar 4. 15 MSI Following Seas (*Suspension On*)

Pada Gambar 4. 15 di atas dapat dilihat hasil dari analisis tingkat kenyamanan pada arah gelombang 0°.



Gambar 4. 16 MSI *Beam Seas (Suspension On)*

Pada Gambar 4. 16 di atas dapat dilihat hasil dari analisis tingkat kenyamanan pada arah gelombang 90°.



Gambar 4. 17 MSI *Head Seas (Suspension On)*

Pada Gambar 4. 17 di atas dapat dilihat hasil dari analisis tingkat kenyamanan pada arah gelombang 180°.

4.4.12. Perhitungan Tonase Kapal

Perhitungan tonase kapal berfungsi sebagai acuan tonase untuk perhitungan ekonomis kapal, baik biaya labuh maupun pajak kapal. Data yang dibutuhkan yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 H &= 3.90 \text{ m} \\
 T &= 2.10 \text{ m} \\
 V_{DH} &= 63.36 \text{ m}^3 \\
 \nabla &= 153.756 \text{ m}^3 \\
 Z_c &= 10 \text{ orang} \\
 N_1 &= 240 \text{ orang ; asumsi jumlah penumpang dalam kabin} \\
 N_2 &= 230 \text{ orang}
 \end{aligned}$$

Gross Tonnage

$$\begin{aligned}
 V_U &= \nabla \cdot \left(1.25 \cdot \frac{H}{T} - 0.115 \right) ; \text{ volume geladak di bawah geladak cuaca} \\
 &= 339.2518467 \text{ m}^3 \\
 V_H &= V_{DH} ; \text{ volume ruang tertutup di bawah geladak cuaca} \\
 &= 63.36 \text{ m}^3 \\
 V &= V_U + V_H ; \text{ total volume ruang tertutup} \\
 &= 402.6118467 \text{ m}^3 \\
 K_1 &= 0.2 + 0.02 \cdot \log_{10} V \\
 &= 0.252097731 \\
 GT &= V \cdot K_1 \\
 &= 101.497533 \text{ GT}
 \end{aligned}$$

Net Tonnage

$$\begin{aligned}
 V_{R'} &= 755.7 \text{ m}^3 ; \text{ total volume ruang muat} \\
 K_2 &= 0.2 + 0.02 \cdot \log_{10} V_{R'} \\
 &= 0.257566988 \\
 K_3 &= 1.25 \frac{GT+10000}{10000} \\
 &= 1.252834273 \\
 a &= K_2 \cdot V_{R'} \cdot \left(\frac{4 \cdot T}{3 \cdot H} \right)^2 \\
 &= 100.3289971
 \end{aligned}$$

Jadi,

$$\begin{aligned}
 a \geq 0.25 \cdot GT & \quad (taken) \quad 0.25 \text{ GT} = 25.37438326 \\
 NT &= a + K_3 \cdot \left(N_1 \cdot \frac{N_1}{10} \right) \\
 &= 7316.654412 \text{ NT}
 \end{aligned}$$

Jadi,

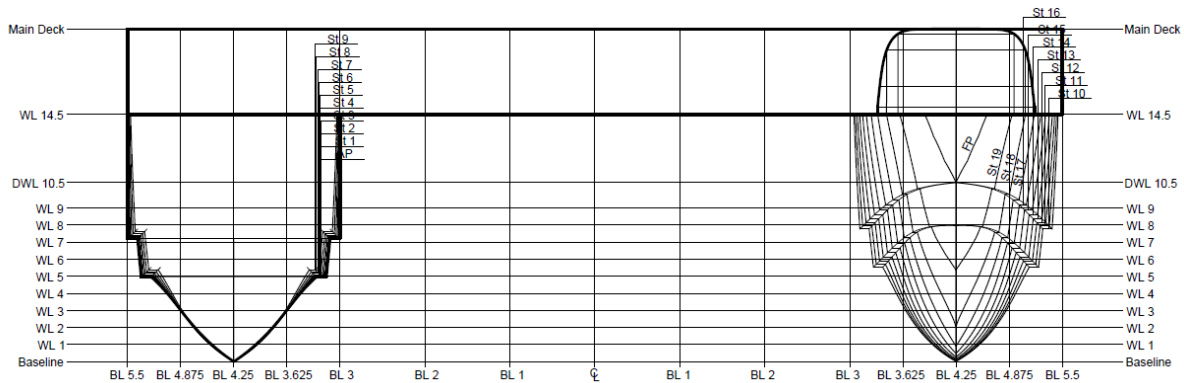
$$NT \geq 0.30 \cdot GT \quad (\text{taken}) \quad 0.30 NT = 2194.996324$$

4.5. Pembuatan Desain Rencana Garis (*Lines Plan*)

Proses pembuatan *Lines Plan* dilakukan dengan menggunakan *software* desain *hull form*, yaitu Maxsurf Modeler Student Version. Desain *Lines Plan* menggunakan *sample design*. *Lines Plan* merupakan gambar yang menyatakan bentuk potongan *body* kapal yang memiliki tiga sudut pandang yaitu, *body plan* (secara melintang), *buttock plan* (secara memanjang) dan *half-breadth plan* (dilihat dari atas).

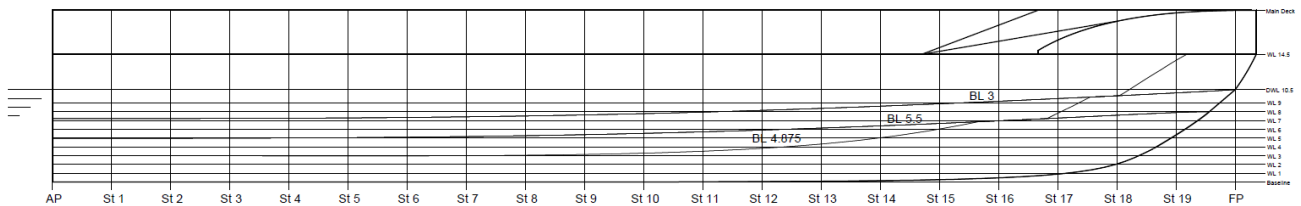
Langkah awal dari pembuatan Rencana Garis ini adalah memasukkan desain kapal yang sudah ada ke dalam *software* Maxsurf, kemudian disesuaikan dengan ukuran utama kapal awal yang sesuai dengan perhitungan. Untuk langkah akhir pengerjaan Rencana Garis dilakukan dengan menggunakan *software* AutoCAD.

Pada desain *body plan* kapal, pemakaian bentuk station U dan V dapat didasarkan atas fungsi dari kedua *station*. Untuk bentuk V biasanya digunakan untuk *station Fore Part*, sedangkan bentuk U digunakan pada *station After Part*. (Schneekluth, H & V. Bertram, 1988)



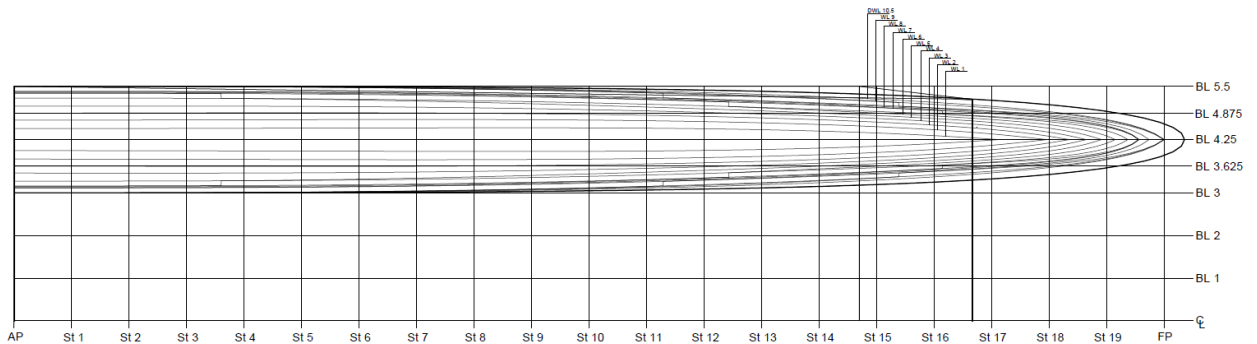
Gambar 4. 18 *Body Plan*

Untuk bentuk *Sheer Plan* merupakan gambar kapal tampak samping (*side view*). Pada saat mendesain *Sheer Plan* perlu juga dipertimbangkan penggunaan *bulbous bow* dan *transom*. Pada desain Rencana Garis kapal ini, digunakan *transom*.



Gambar 4. 19 *Sheer Plan*

Bentuk *Half-Breadth Plan* merupakan tampak atas dari *Body Plan* tetapi setengah bagian saja karena bagian kanan dan kiri kapal simetris.

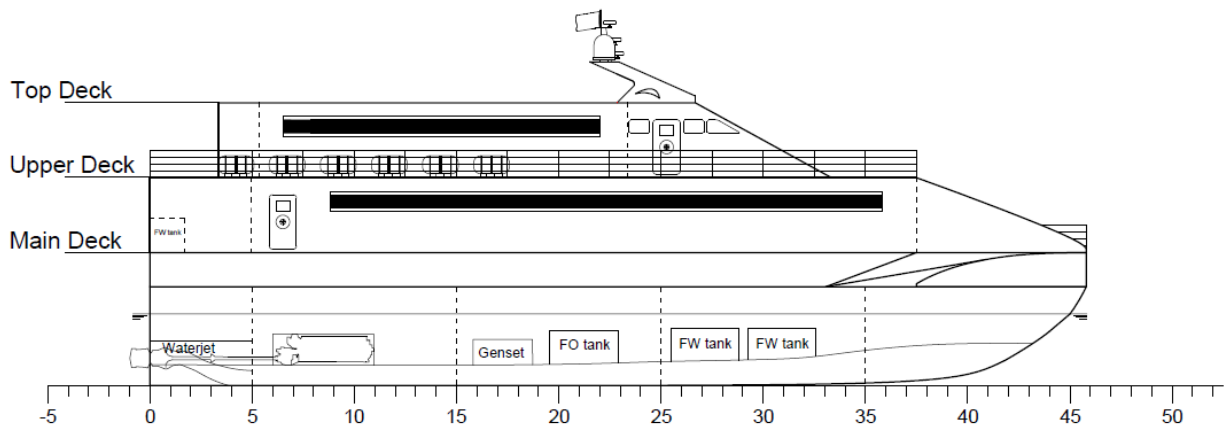


Gambar 4. 20 *Half-Breadth Plan*

4.6. Pembuatan Desain Rencana Umum (*General Arrangement*)

Rencana Umum dibuat berdasarkan *Lines Plan* yang telah dibuat sebelumnya. Dengan *Lines Plan* secara garis besar bentuk badan kapal akan terlihat sehingga memudahkan dalam merencanakan serta menentukan pembagian ruangan sesuai dengan fungsinya masing-masing. Pembuatan *General Arrangement* pada Tugas Akhir ini dengan menggunakan bantuan dari *software* AutoCAD.

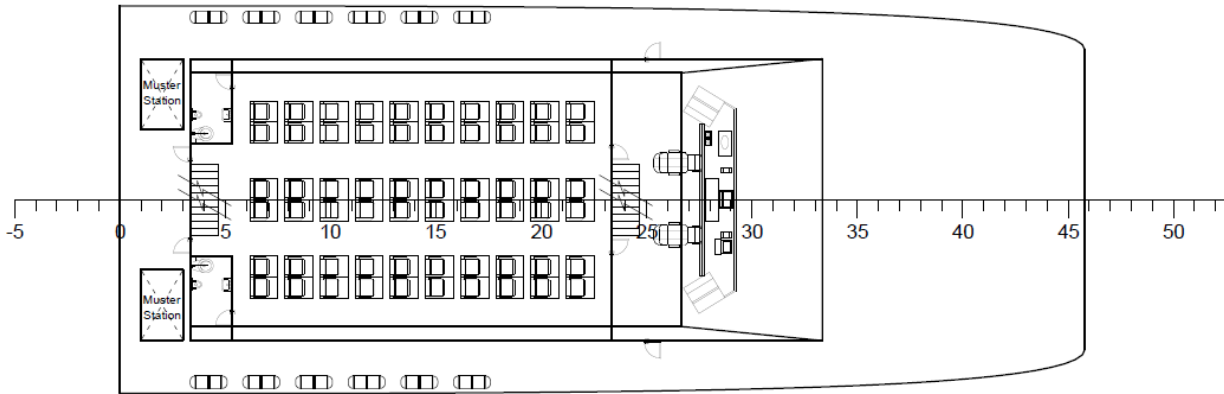
Rencana Umum dibuat dengan menggambarkan *layout* kapal tampak samping. Jarak gading yang digunakan pada kapal adalah 0.6 m dan gading besar terdapat pada setiap lima jarak gading. Detail pemodelan *catamaran fast ferry boat* dapat dilihat pada Gambar 4. 21.



Gambar 4. 21 *Profil View*

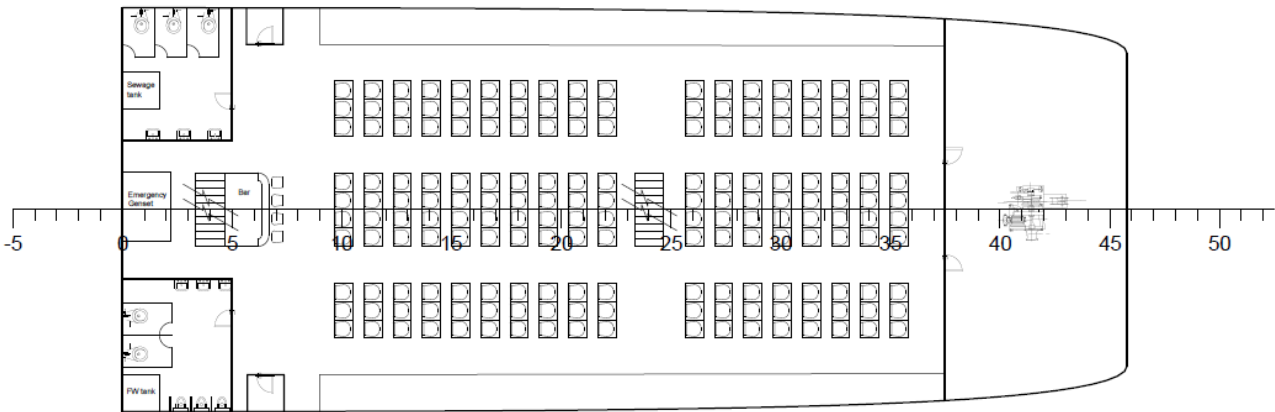
Pada pemodelan *catamaran fast ferry boat* dapat dilihat bahwa terdapat dua tingkat geladak yaitu *main deck* dan *upper deck*. Untuk *main deck* merupakan *passenger deck* yang digunakan sebagai kelas ekonomi, sedangkan *upper deck* digunakan untuk penumpang kelas VIP dan juga untuk *navigation deck*.

Layout untuk *upper deck* dari kapal pada Rencana Umum merupakan proyeksi tampak atas. *Upper deck* adalah geladak pada tingkat dua di kapal. Karena melayani penumpang kelas VIP, maka pada kapal ini terdapat fasilitas pelayanan yang ekstra dan dapat dilihat pada Gambar 4. 22 sebagai berikut:



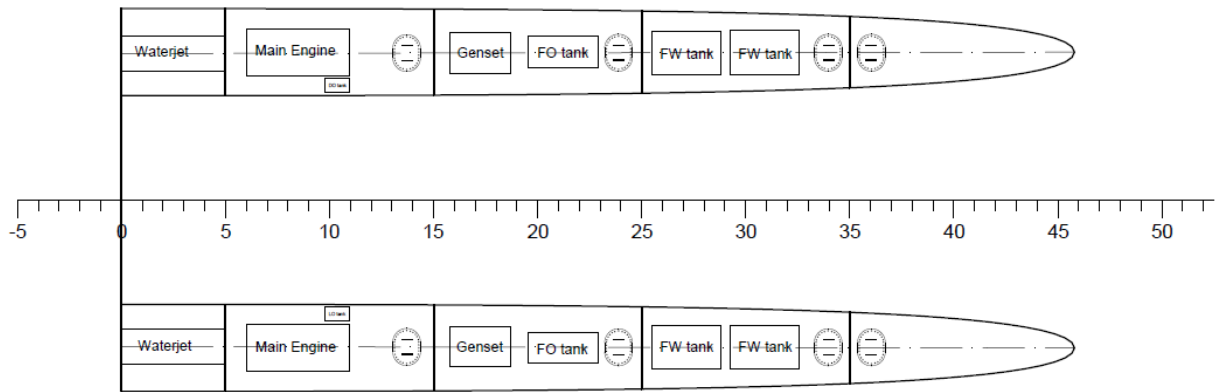
Gambar 4. 22 Upper Deck

Layout untuk geladak utama (*main deck*) pada Rencana Umum merupakan proyeksi tampak atas yang berada pada geladak di tingkat satu. Pada geladak ini terdapat penumpang kelas ekonomi dan juga bar yang menjual makanan dan minuman serta berfungsi sebagai fasilitas pada *catamaran fast ferry boat* ini. Selain itu juga terdapat *emergency genset* yang diletakkan di bagian belakang pada geladak ini. Detail *layout* dapat dilihat pada Gambar 4. 23.



Gambar 4. 23 Main Deck

Layout below main deck pada kapal berfungsi sebagai *engine room* dan berbagai tangki yang terdapat di kapal. Terdapat 3 tangki yang terletak di *port side* dan 3 tangki di *starboard side*. Tangki tersebut yaitu tangki air tawar (*fresh water tank*), tangki bahan bakar (*fuel oil tank*), tangki minyak pelumas (*lube oil tank*), dan tangki minyak diesel (*diesel oil tank*). Pada bagian belakang kapal, terdapat mesin induk (*main engine*), mesin bantu (*auxiliary engine*), dan propulsi kapal (*waterjet*).



Gambar 4. 24 *Below Main Deck*

4.7. Pembuatan Desain Rencana Keselamatan (*Safety Plan*)

Catamaran fast ferry boat yang merupakan kapal penumpang harus memiliki standar minimum terkait perencanaan keselamatan dengan memperhitungkan jumlah penumpang di dalam kapal dan ruang akomodasi penumpang.

4.7.1. *Life Saving Appliance*

Peralatan keselamatan terdiri dari berbagai jenis. Pada kapal ini, disediakan peralatan keselamatan untuk penumpang dan kru sesuai dengan aturan yang ada. Peralatan yang dimaksud yaitu:

1. *Life buoy* sebanyak 8 buah karena ukuran kapal <60 meter sesuai dengan SOLAS Reg. III/22-1
2. *Life jacket* sebanyak 255 buah yang akan disediakan untuk semua penumpang di kapal (kapasitas 240 orang) sesuai dengan SOLAS Reg. III/7-2
3. *Life raft* sebanyak 12 buah dengan kapasitas angkut 25 orang dalam 1 *life raft*. Jenis *life raft* yang digunakan yaitu *throw-overboard life raft*. Jumlah yang disediakan telah diperhitungkan untuk dapat menampung seluruh penumpang di kapal sesuai dengan aturan SOLAS Reg. III/21-1.4
4. *Line throwing appliance* sebanyak 1 buah yang diletakkan pada *navigation room* sesuai dengan LSA Code VII/7.1
5. *Muster / assembly station* yang berada pada ruang terbuka di *upper deck* dan memiliki lokasi berdekatan dengan posisi *life raft* dan telah mengikuti aturan berdasarkan MSC/Circular. 699/II-2

6. *Escape routes* yang dipasang pada setiap lorong dan tangga pada kapal. Desain dibuat untuk mengarahkan penumpang ke *muster station* apabila terjadi suatu kondisi darurat sesuai dengan MSC/*Circular*. 699/II-2
7. *Visual signal* yang digunakan untuk komunikasi darurat dalam keadaan bahaya yaitu berupa *rocket parachutes flare* yang terletak di *navigation room* dan *life raft*.

4.7.2. Fire Fighting Equipment

Peralatan pemadam kebakaran diletakkan di lokasi yang mudah dijangkau sesuai dengan aturan SOLAS Reg. II/10 sehingga dapat diakses dengan mudah dan cepat apabila terjadi kondisi kebakaran. Pada kapal ini, peralatan pemadam kebakaran yang dipasang terdiri dari berbagai alat yaitu:

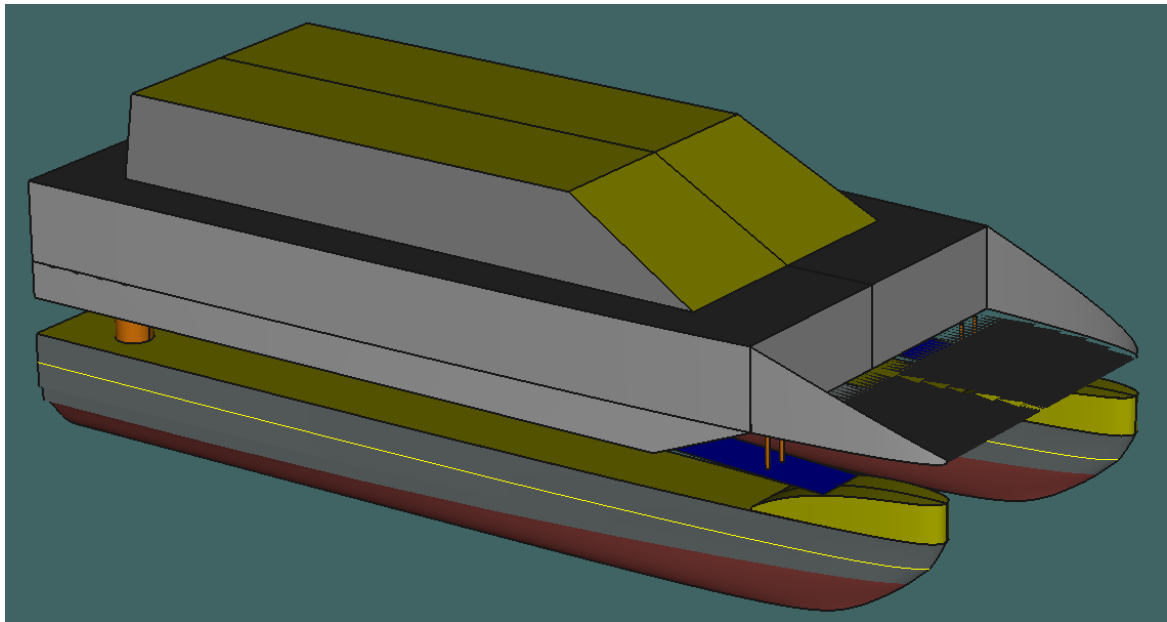
1. *Fire hydrant with coupling for water* sebanyak 4 buah yang diletakkan masing-masing 2 buah di *main deck* dan *upper deck* kapal. Alat ini memiliki *hose* sepanjang 15 meter.
2. *Fixed CO₂ fire system* sebanyak 4 buah dan terletak di *engine room*.
3. *Sprinkler* sebanyak 9 buah yang terletak 5 buah pada *main deck*, 3 buah pada *upper deck*, dan 1 buah pada *navigation room* sesuai dengan ketentuan SOLAS Reg. III/10-6.
4. *Portable CO₂ fire extinguisher* sebanyak 4 buah yang terletak di *engine room* dan berfungsi untuk meredakan kebakaran pada area yang banyak mengandung minyak atau bahan bakar.
5. *Portable foam extinguisher* sebanyak 12 buah.
6. *Portable dry powder extinguisher* sebanyak 3 buah.
7. Selain itu juga terdapat alat pendeteksi kebakaran sesuai dengan ketentuan HSC Code VII/7 yang terdiri dari *bell fire alarm*, *push button for fire alarm*, *heat detector*, *CO₂ alarm*, dan *fire alarm panel*.

4.8. Pembuatan Desain Model 3 Dimensi (3D Model)

Setelah dilakukan pemodelan dari Rencana Umum, selanjutnya dilakukan pembuatan desain model 3 dimensi dari kapal. Pengerjaan dilakukan dengan menggunakan bantuan dua *software* yaitu Maxsurf Modeler dan Rhinoceros.

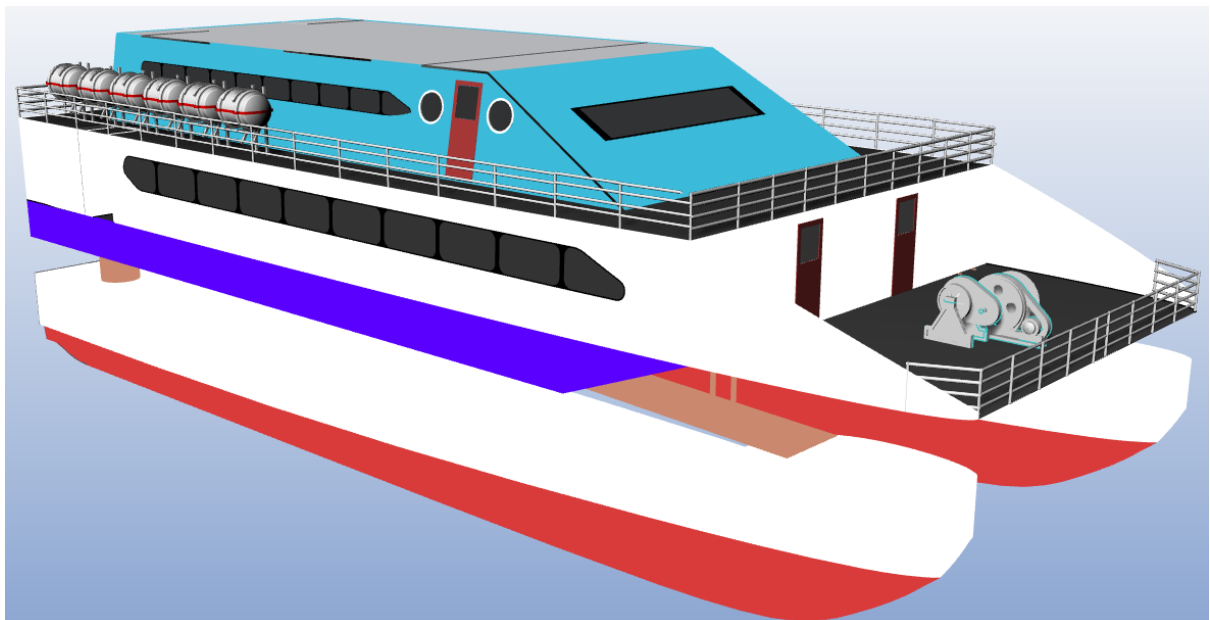
Pada tahap awal, pemodelan dengan menggunakan *software* Maxsurf Modeler yang sesuai dengan karakteristik lambung kapal seperti yang dijelaskan pada analisis teknis. Pada

proses pemodelan di Maxsurf Modeler, dibuat desain *hull*, *hydraulic suspension*, *main deck*, dan *upper deck*. Hasil pemodelan dapat dilihat pada Gambar 4. 25



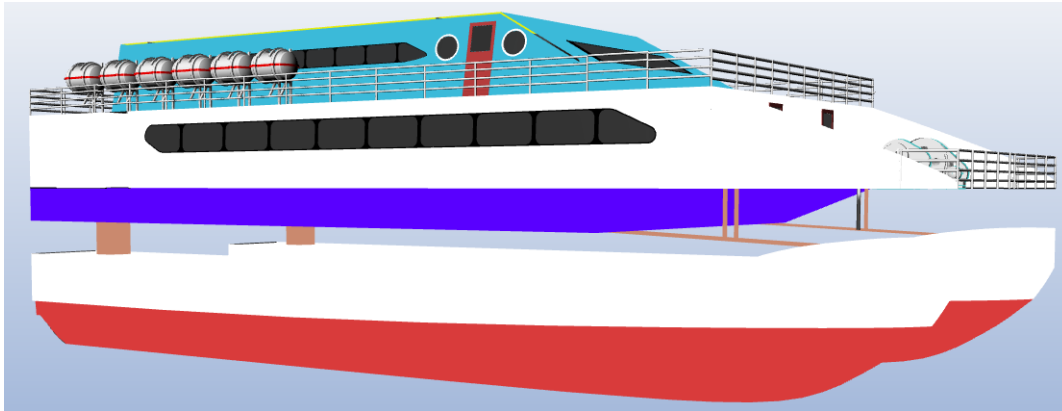
Gambar 4. 25 Pemodelan 3D pada Maxsurf Modeler

Berikutnya untuk pengerjaan pada bangunan atas dan berbagai detail lainnya adalah dengan menggunakan *software* Rhinoceros. Pengerjaan dilakukan dengan *export* model dari Maxsurf ke Rhinoceros. Kemudian dilanjutkan dengan melengkapi model dan menambahkan detail-detail pada kapal. Hasil model kapal adalah sebagai berikut



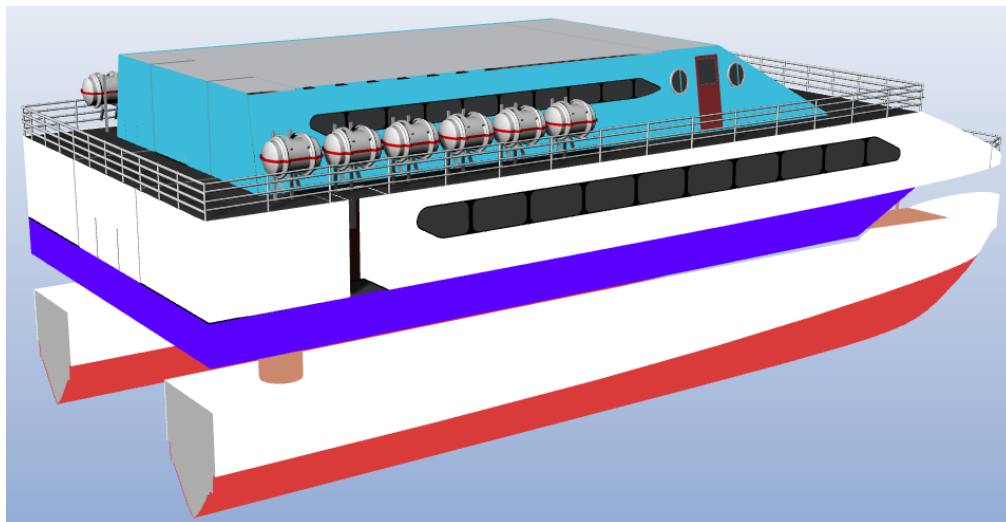
Gambar 4. 26 Tampak Perspektif 3D *Catamaran Fast Ferry Boat*

Kapal dilihat tampak perspektif dari samping maka akan terlihat seperti berikut



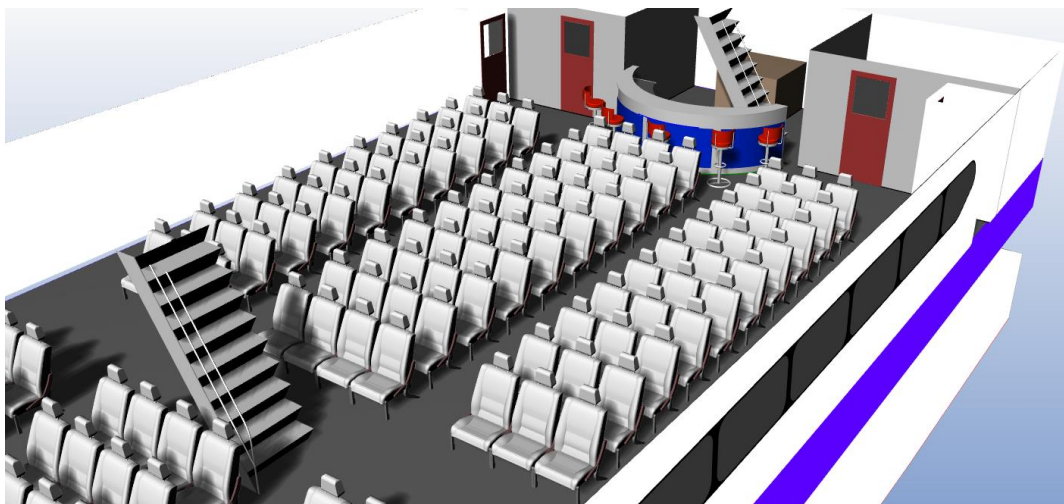
Gambar 4. 27 Tampak Samping 3D *Catamaran Fast Ferry Boat*

Kapal dilihat tampak perspektif dari samping maka akan terlihat seperti berikut



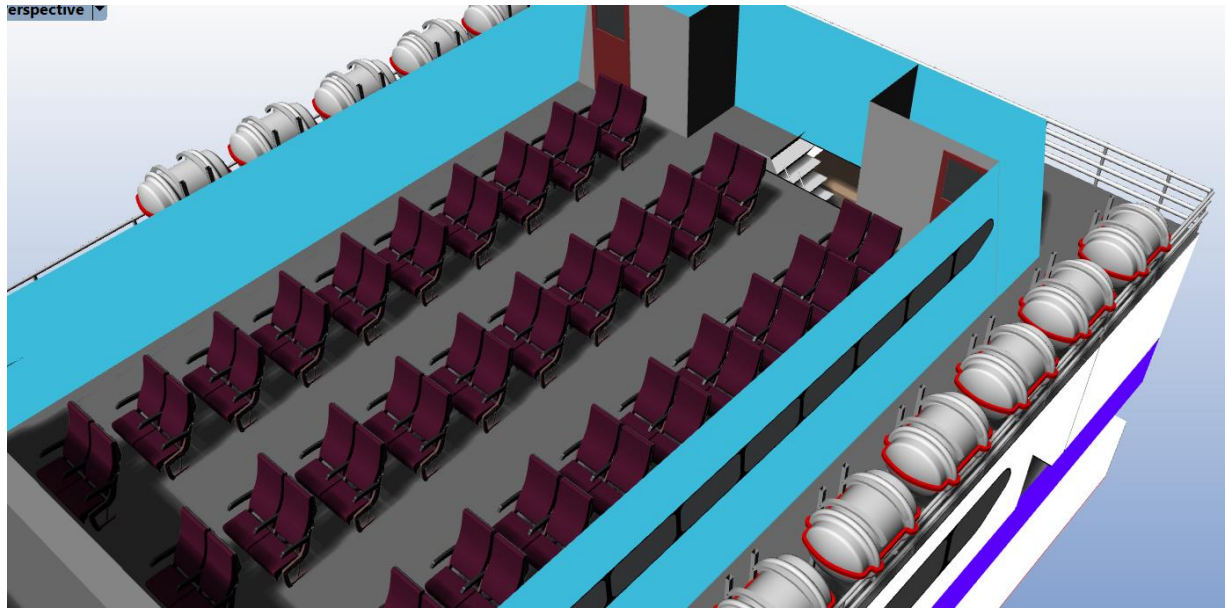
Gambar 4. 28 Tampak Perspektif (Belakang) 3D *Catamaran Fast Ferry Boat*

Desain interior dari *main deck* pada kapal akan terlihat seperti berikut



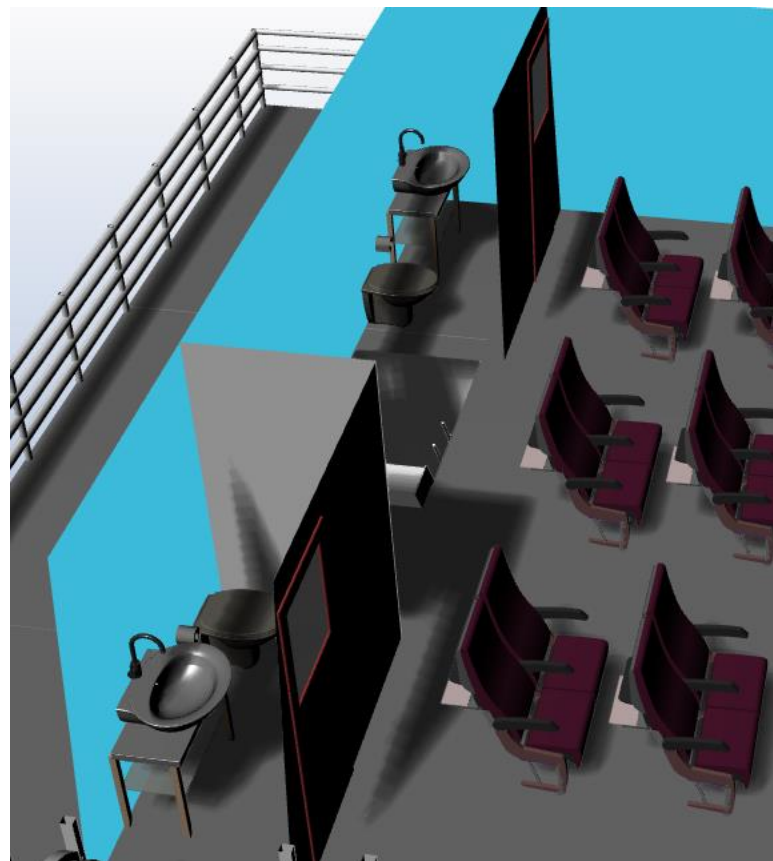
Gambar 4. 29 Desain Interior *Main Deck Catamaran Fast Ferry Boat*

Desain interior dari *upper deck* pada kapal akan terlihat seperti berikut



Gambar 4. 30 Desain Interior *Upper Deck Catamaran Fast Ferry Boat*

Detail toilet pada kapal akan terlihat seperti berikut



Gambar 4. 31 Detail Toilet *Catamaran Fast Ferry Boat*

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 5 ANALISIS EKONOMIS

5.1. Perhitungan Biaya Pembangunan Kapal (*Building Cost*)

Dalam analisis biaya pembangunan kapal, terbagi menjadi 3 komponen utama yaitu biaya pelat dan konstruksi, biaya *equipment* dan *outfitting*, serta biaya untuk tenaga penggerak. Selain itu juga dalam analisis ekonomis dilakukan perhitungan koreksi yang meliputi keuntungan galangan, biaya inflasi, dan biaya pajak pemerintah. Masing-masing komponen tersebut dibuat *list* untuk harga dan dilakukan kalkulasi untuk dapat mengetahui biaya dari pembangunan *catamaran fast ferry boat*. Rekapitulasi dari perhitungan biaya pembangunan dapat dilihat pada Tabel 5. 1

Tabel 5. 1 Rekapitulasi Biaya Pembangunan Kapal

Biaya Pembangunan			
No	Item	Value	Unit
1	Pelat dan Konstruksi	38140	USD
2	<i>Equipment & Outfitting</i>	5128933	USD
3	Tenaga Penggerak	3897702	USD
Total Harga (USD)		9064775	USD
Kurs USD - Rp (per 17 Desember 2019, BI)		13998	Rp/USD
Total Harga (Rupiah)		126,888,721,752	Rp

Berdasarkan biaya pembangunan tersebut, maka dapat dihitung koreksi biaya pembangunan seperti berikut

Tabel 5. 2 Koreksi Biaya Pembangunan

No	Item	Value	Unit	
Koreksi Ekonomi	1	Keuntungan Galangan		
		<i>10% dari biaya pembangunan awal</i>		
		Keuntungan Galangan	12,688,872,175	Rp
	2	Biaya Untuk Inflasi		
		<i>5% dari biaya pembangunan awal</i>		
		Biaya Inflasi	6,344,436,088	Rp
	3	Biaya Pajak Pemerintah		
		<i>10% PPn (Pajak Pertambahan Nilai)</i>		
		<i>15% PPh (Pajak Penghasilan)</i>		
		Biaya Pajak Pemerintah	31,722,180,438	Rp
	Total Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi		50,755,488,701	Rp

5.2. Perhitungan Biaya Operasional Kapal (*Operational Cost*)

Untuk dapat memenuhi biaya pembangunan, dilakukan peminjaman uang kepada bank. Pada pembangunan kapal ini, digunakan bank Mandiri sebagai sumber untuk peminjaman dana. Bank Mandiri memiliki beberapa ketentuan mengenai pengajuan kredit investasi. Ketentuan terkait dapat dilihat rinciannya pada Lampiran C.

Selain itu, pada kapal juga terdapat biaya pengeluaran terkait dengan operasional kapal. Biaya yang dimaksud yaitu cicilan pinjaman, biaya perawatan, biaya asuransi, gaji kru, biaya bahan bakar, biaya kebutuhan air bersih, dan biaya labuh serta tambat. Hasil rekapitulasi biaya dapat dilihat pada Tabel 5. 3.

Tabel 5. 3 Rekapitulasi Biaya Operasional Kapal

OPERATIONAL COST		
Biaya	Nilai	Masa
Cicilan Pinjaman	Rp 38,682,026,826	per tahun
Maintenance Cost	Rp 17,764,421,045	per tahun
Insurance Cost	Rp 3,552,884,209	per tahun
Gaji Crew	Rp 420,000,000	per tahun
Bahan Bakar Fuel Oil	Rp 11,278,667,400	per tahun
Bahan Bakar Diesel Oil	Rp 1,301,698,035	per tahun
Air Bersih (Fresh Water)	Rp 2,663,984,157	per tahun
Port Charges	Rp 921,602,948	per tahun
Total	Rp 76,585,284,621	per tahun

5.3. Harga Tiket

Penentuan harga tiket pada *catamaran fast ferry boat* ditentukan berdasarkan acuan pada harga tiket kapal *ferry* yang ada saat ini seperti perusahaan Batamfast Ferry, Indo Ferry, dan Majestic Fast Ferry. Berdasarkan hal tersebut, penentuan harga tiket dibagi menjadi dua yaitu harga untuk hari biasa (Senin-Jumat) dan harga untuk hari libur atau akhir pekan (Sabtu dan Minggu). Selain itu harga tiket juga dibagi berdasarkan kelas yang ditawarkan, dalam hal ini terbagi menjadi kelas ekonomi dan kelas VIP. Lalu pada harga tiket juga terdapat kategori umur dimana usia 0-15 tahun termasuk dalam kategori anak dan usia di atas 15 tahun termasuk dalam kategori dewasa.

Selain itu harga tiket juga dibagi berdasarkan kelas yang ditawarkan, dalam hal ini terbagi menjadi kelas ekonomi dan kelas VIP. Penempatan kursi pada kelas ekonomi berada pada *main deck*, sedangkan kelas VIP berada pada *upper deck*. Perbedaan dari kedua kelas ini yaitu pada kelas VIP penumpang akan mendapatkan ekstra pelayanan dari pramugari dan

fasilitas tempat duduk yang lebih baik dengan area lebih luas. Perencanaan dari harga tiket untuk *low season* dapat dilihat pada Tabel 5. 4 sebagai berikut

Tabel 5. 4 Perencanaan Harga Tiket *Catamaran Fast Ferry (Low Season)*

Klasifikasi Tiket	Versi 1	Versi 2	Versi 3	Versi 4
Tiket VIP - Dewasa (<i>Weekdays</i>)	Rp 300,000	Rp 275,000	Rp 250,000	Rp 225,000
Tiket VIP - Dewasa (<i>Weekend</i>)	Rp 325,000	Rp 300,000	Rp 275,000	Rp 250,000
Tiket VIP - Anak (<i>Weekdays</i>)	Rp 175,000	Rp 150,000	Rp 125,000	Rp 100,000
Tiket VIP - Anak (<i>Weekend</i>)	Rp 200,000	Rp 175,000	Rp 150,000	Rp 125,000
Tiket Economy - Dewasa (<i>Weekdays</i>)	Rp 225,000	Rp 200,000	Rp 175,000	Rp 150,000
Tiket Economy - Dewasa (<i>Weekend</i>)	Rp 275,000	Rp 250,000	Rp 225,000	Rp 200,000
Tiket Economy - Anak (<i>Weekdays</i>)	Rp 150,000	Rp 125,000	Rp 100,000	Rp 75,000
Tiket Economy - Anak (<i>Weekend</i>)	Rp 175,000	Rp 150,000	Rp 125,000	Rp 100,000

Sedangkan untuk harga tiket pada *peak season* diasumsikan terdapat kenaikan 50% dari harga pada *low season* sehingga harga yang didapatkan adalah sebagai berikut

Tabel 5. 5 Perencanaan Harga Tiket *Catamaran Fast Ferry (Peak Season)*

Klasifikasi Tiket	Versi 1	Versi 2	Versi 3	Versi 4
Tiket VIP - Dewasa (<i>Weekdays</i>)	Rp 450,000	Rp 412,500	Rp 375,000	Rp 337,500
Tiket VIP - Dewasa (<i>Weekend</i>)	Rp 487,500	Rp 450,000	Rp 412,500	Rp 375,000
Tiket VIP - Anak (<i>Weekdays</i>)	Rp 262,500	Rp 225,000	Rp 187,500	Rp 150,000
Tiket VIP - Anak (<i>Weekend</i>)	Rp 300,000	Rp 262,500	Rp 225,000	Rp 187,500
Tiket Economy - Dewasa (<i>Weekdays</i>)	Rp 337,500	Rp 300,000	Rp 262,500	Rp 225,000
Tiket Economy - Dewasa (<i>Weekend</i>)	Rp 412,500	Rp 375,000	Rp 337,500	Rp 300,000
Tiket Economy - Anak (<i>Weekdays</i>)	Rp 225,000	Rp 187,500	Rp 150,000	Rp 112,500
Tiket Economy - Anak (<i>Weekend</i>)	Rp 262,500	Rp 225,000	Rp 187,500	Rp 150,000

5.4. *Payback Period*

Dalam analisis ekonomis yang dilakukan, dilakukan perhitungan terhadap modal awal dan jangka waktu pengembalian modal awal. Detail untuk perhitungan yang dilakukan dapat dilihat pada lampiran C Tugas Akhir ini. Berdasarkan hal tersebut, maka rekapitulasi dari *payback period* dapat dilihat sebagai berikut

Tabel 5. 6 Rekapitulasi *Payback Period*

Harga Tiket	Penumpang	Payback Period
Versi 1	100%	1 Tahun 5 Bulan 22 Hari
	70%	2 Tahun 8 Bulan 19 Hari
	50%	6 Tahun 5 Bulan 6 Hari
Versi 2	100%	2 Tahun 9 Bulan 2 Hari
	70%	3 Tahun 5 Bulan 10 Hari
	50%	10 Tahun 5 Bulan 13 Hari
Versi 3	100%	2 Tahun 10 Bulan 3 Hari

Harga Tiket	Penumpang	Payback Period
Versi 3	70%	4 Tahun 8 Bulan 14 Hari
	50%	>20 tahun
Versi 4	100%	2 Tahun 10 Bulan 3 Hari
	70%	7 Tahun 6 Bulan 22 Hari
	50%	>20 tahun

5.5. Net Present Value (NPV)

Net Present Value (NPV) adalah selisih antara nilai pemasukan dan nilai pengeluaran sekarang. Untuk nilai pengeluaran yang digunakan merupakan hasil diskon dari *social opportunity cost of capital* sebagai diskon faktor. Perhitungan yang dilakukan melibatkan anggaran modal untuk proyeksi analisis probabilitas investasi dengan tujuan mencari investasi dengan nilai NPV positif (Ross, 2005).

NPV yang memiliki nilai negatif akan berstatus layak, sedangkan untuk NPV bernilai negatif akan memiliki status tidak layak. Perhitungan NPV dilakukan dalam tahun rencana investasi selama 20 tahun. Analisis juga dilakukan berdasarkan masing-masing variasi harga tiket (4 variasi) dan dengan variasi jumlah penumpang yaitu 100%, 70%, dan 50%. Berdasarkan hal tersebut, maka didapatkan nilai NPV sebagai berikut

Tabel 5. 7 Rekapitulasi Nilai NPV

Harga Tiket	Penumpang	NPV
Versi 1	100%	Rp 683,196.42
	70%	Rp 333,530.74
	50%	Rp 100,420.28
Versi 2	100%	Rp 560,582.73
	70%	Rp 247,701.16
	50%	Rp 39,113.44
Versi 3	100%	Rp 437,969.05
	70%	Rp 161,871.57
	50%	Rp (22,193.41)
Versi 4	100%	Rp 315,355.36
	70%	Rp 76,041.99
	50%	Rp (83,500.25)

Dari analisis yang telah dilakukan, maka dapat diketahui bahwa nilai NPV pada versi 3 dengan variasi 50% penumpang dan versi 4 dengan variasi 50% penumpang memiliki nilai NPV negatif. Hal ini menunjukkan bahwa investasi yang dilakukan tidak bermanfaat sehingga tidak layak untuk dilakukan.

5.6. Internal Rate of Return (IRR)

Internal Rate of Return merupakan tingkat bunga dimana nilai NPV dari semua *cash flow* dari suatu investasi memiliki nilai nol. Fungsi dari IRR yaitu untuk mengevaluasi daya tarik dari suatu investasi (Ross, 2005). IRR dapat dikatakan layak apabila nilai dari IRR lebih besar daripada tingkat diskonto atau bunga pinjaman. Sedangkan, apabila nilai IRR lebih rendah dari tingkat diskonto maka investasi tidak layak untuk dilakukan. Karena nilai tingkat diskonto adalah 13.58% maka rekapitulasi dari perhitungan IRR dapat dilihat pada Tabel 5. 8

Tabel 5. 8 Rekapitulasi Nilai IRR

Harga Tiket	Penumpang	IRR
Versi 1	100%	80%
	70%	47%
	50%	24%
Versi 2	100%	68%
	70%	38%
	50%	18%
Versi 3	100%	57%
	70%	30%
	50%	11%
Versi 4	100%	45%
	70%	22%
	50%	3%

Dari hasil analisis yang dilakukan, didapatkan nilai dari IRR berada di bawah nilai tingkat diskonto pada harga tiket versi 3 dan versi 4 dengan jumlah penumpang 50%. Oleh karena itu, investasi pada kedua versi harga tiket ini dianggap tidak layak.

5.7. Pemilihan Harga Tiket

Berdasarkan hasil dari analisis ekonomis yang telah dilakukan, dengan melakukan pertimbangan terhadap masing-masing nilai investasi pada NPV dan IRR maka diketahui bahwa investasi yang bermanfaat sehingga layak untuk dijalankan adalah pada harga tiket versi 1 dan versi 2.

Oleh karena itu, pemilihan harga tiket yang diambil adalah versi 1 dimana hasil analisis investasi layak untuk dilakukan dengan *payback period* paling lama kurang dari 10 tahun yaitu 6 tahun 5 bulan 6 hari. Sedangkan untuk *payback period* paling cepat yang diasumsikan penumpang selalu penuh (100%) adalah dalam jangka waktu 1 tahun 5 bulan 22 hari. Untuk harga tiket akhir yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 5. 9

Tabel 5. 9 Harga Tiket Akhir *Catamaran Fast Ferry*

Klasifikasi Tiket	<i>Low Season</i>	<i>Peak Season</i>
Tiket VIP - Dewasa (<i>Weekdays</i>)	Rp 300,000	Rp 450,000
Tiket VIP - Dewasa (<i>Weekend</i>)	Rp 325,000	Rp 487,500
Tiket VIP - Anak (<i>Weekdays</i>)	Rp 175,000	Rp 262,500
Tiket VIP - Anak (<i>Weekend</i>)	Rp 200,000	Rp 300,000
Tiket Economy - Dewasa (<i>Weekdays</i>)	Rp 225,000	Rp 337,500
Tiket Economy - Dewasa (<i>Weekend</i>)	Rp 275,000	Rp 412,500
Tiket Economy - Anak (<i>Weekdays</i>)	Rp 150,000	Rp 225,000
Tiket Economy - Anak (<i>Weekend</i>)	Rp 175,000	Rp 262,500

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan proses analisis teknis dan analisis ekonomis maka didapatkan kesimpulan dari Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Berdasarkan hasil analisis dari data penumpang dan *existing ferry* pada rute penyeberangan Batam – Singapura maka diperoleh *payload* penumpang sebanyak 240 orang dengan 10 orang *crew*.
2. Ukuran utama akhir yang diperoleh untuk *catamaran fast ferry boat* yaitu:
 - *Length Overall* = 27.478 m
 - *Length between Perpendicular* = 27 m
 - *Breadth* = 11 m
 - *Height* = 3.9 m
 - *Draught* = 2.1 m
 - *Demihull* = 6 m
 - *Breadth each hull* = 2.5 m
3. Berdasarkan hasil analisis teknis kapal, dapat diketahui bahwa:
 - *freeboard* dari kapal adalah 1.8 m, lebih besar dari syarat 0.769 m sehingga kondisi *freeboard* diterima
 - *trim* kapal adalah 0.13 m dengan batas 0.135 m, maka kondisi *trim* diterima
 - stabilitas kapal memenuhi berdasarkan kriteria *IS Code* dan *HSC Code* dan detail dapat dilihat pada Lampiran B
4. Desain Rencana Garis (*Lines Plan*), Rencana Umum (*General Arrangement*), model 3D, dan Rencana Keselamatan (*Safety Plan*) dapat dilihat pada lampiran pada Tugas Akhir ini.

5. Analisis tingkat kenyamanan penumpang dengan menggunakan *Motion Sickness Incidence* dan didapatkan bahwa pada saat *hydraulic suspension* dimatikan, terdapat beberapa kondisi tidak nyaman. Sedangkan setelah *hydraulic suspension* dinyalakan, semua kondisi menunjukkan hasil yang nyaman dengan reduksi percepatan vertikal sebesar 70%.
6. Besar biaya pembangunan *catamaran fast ferry* yaitu sebesar Rp 126,888,721,752. Pemilihan harga tiket akhir yang digunakan yaitu versi 1 dengan estimasi *payback period*, nilai NPV, dan nilai IRR adalah sebagai berikut

Tabel 6. 1 Kesimpulan Perhitungan Analisis Ekonomis *Catamaran Fast Ferry*

Keterangan	Rekapitulasi Analisis Ekonomis		
	Penumpang		
	100%	70%	50%
<i>Payback Period</i>	1 Tahun 5 Bulan 22 Hari	2 Tahun 8 Bulan 19 Hari	6 Tahun 5 Bulan 6 Hari
<i>Net Present Value (NPV)</i>	Rp 683,196.42	Rp 333,530.74	Rp 100,420.28
<i>Internal Rate of Return (IRR)</i>	79.99%	46.57%	24.00%

6.2. Saran

Saran dari pembuatan Tugas Akhir ini yaitu:

1. Pembuatan desain *catamaran fast ferry boat* dengan konsep pendekatan, maka perhitungan konstruksi diharapkan lebih rinci agar semakin mendekati kondisi sesungguhnya.
2. Perlu adanya pendalaman materi mengenai *hydraulic suspension technology* karena masih kurangnya referensi terkait topic tersebut.
3. Perlu dilakukan analisis khusus mengenai kaitan antara *hydraulic suspension technology* dan *motion sickness incidence*.

DAFTAR PUSTAKA

- Adji, S. W. (2009). *Waterjet Propulsion System*.
- Biro Klasifikasi Indonesia. (2016). *Rules for the Classification and Construction - Part 1. Seagoing Ships (Volume II: Rules for Classification and Surveys)*. Jakarta: Biro Klasifikasi Indonesia Head Office.
- Biro Klasifikasi Indonesia. (2016). *Rules for the Classification and Construction - Part 3. Special Ships (Volume III: Rules for High Speed Craft)*. Jakarta: Biro Klasifikasi Indonesia Head Office.
- Biro Klasifikasi Indonesia. (2017). *Rules for the Classification and Construction - Part 1. Seagoing Ships (Volume II: Rules for Hull)*. Jakarta: Biro Klasifikasi Indonesia Head Office.
- Caterpillar. (2010). Catalogue. *Marine Engine Selection Guide*.
- Cepowski, T. (2012). The Prediction of The Motion Sickness Incidence Index at The Initial Design Stage.
- Dubrovsky, V., & Lyakhovitsky, A. (2001). *Multi-hull Ships*. New Jersey: Backbone Pub. Co.
- Erlangga, R. N. (2018). *Desain High-Speed Passenger Craft (Ferry Hydrofoil) untuk Daerah Pelayaran Batam - Singapura*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Gomez, C. (2019, Juni 11). Retrieved Desember 15, 2019, from Designboom: <https://www.designboom.com/technology/nauti-craft-marine-suspension-technology-australia-06-11-2019/>
- Hakim, I. H. (2015). *Desain Katamaran Bertenaga Surya Sebagai Sarana Wisata untuk Perairan Pantai Losari Makassar*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Harvald, S. S. (1983). *Resistance and Propulsion of Ships*. New York: John Wiley and Sons.
- IMO. (1969). International Conference on Tonnage Measurement of Ship 1969. London, UK: IMO.
- IMO. (1974). *International Life-Saving Appliance Code*. London: IMO Publishing.
- IMO. (n.d.). Intact Stability Code. *Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments*. London, UK: IMO.
- International Maritime Organization (IMO). (Consolidated Edition 2009). *International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974, as amended (SOLAS 1974)*. London: IMO Publishing.
- Kurniawati, H.A. (2009). Lecture Handout. *Ship Outfitting*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Lewis, E. V. (1980). *Principles of Naval Architecture, Second Revision, Volume II*. New Jersey: The Society of Naval Architects and Marine Engineers.
- Mustofa, A. (2015). *Desain Public Catamaran Boat dengan Sistem Penggerak Hybrid pada Desitinasi Wisata Kepulauan Raja Ampat Bagian Utara*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Panunggal, P. E. (2007). Diktat Kuliah Merancang Kapal I. Surabaya: ITS, FTK, Jurusan Teknik Perkapalan.
- Parsons, M. G. (2004). *Parametric Design*. The Society of Naval Architects and Marine Engineers.
- Putra, A. B. (2019). *Desain Self-Righting Rescue Boat untuk BASARNAS*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

- Resolution MSC. (n.d.). International Code of Safety for High-Speed Craft. *HSC 2000 Code*.
- Ross, S. A., Westerfield, R. W., & Jaffe, J. (2005). *Corporate Finance*. International Edition, McGraw-Hill.
- Santosa, I. (1999). Diktat Kuliah Perencanaan Kapal. Surabaya: ITS, FTK, Jurusan Teknik Perkapalan.
- Savitsky, D. (1964). *Marine Technol*, 32 (3). *Hydrodynamic Design of Planning Hulls*, 78-88.
- Schneekluth, H., & Bertram, V. (1988). *Ship Design for Efficiency & Economy*, 2nd ed. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Taggart, Robert, & Ed. (1980). *Ship Design and Construction*. The Society of Naval Architects and Marine Engineers.
- Watson, D. (1998). *Practical Ship Design* (Vol. 1). (R. Bhattacharyya, Ed.) Oxford: Elsevier.

LAMPIRAN

LAMPIRAN A DATA PENDUKUNG TUGAS AKHIR

LAMPIRAN B PERHITUNGAN TEKNIS

LAMPIRAN C PERHITUNGAN EKONOMIS

LAMPIRAN D DESAIN *LINES PLAN*

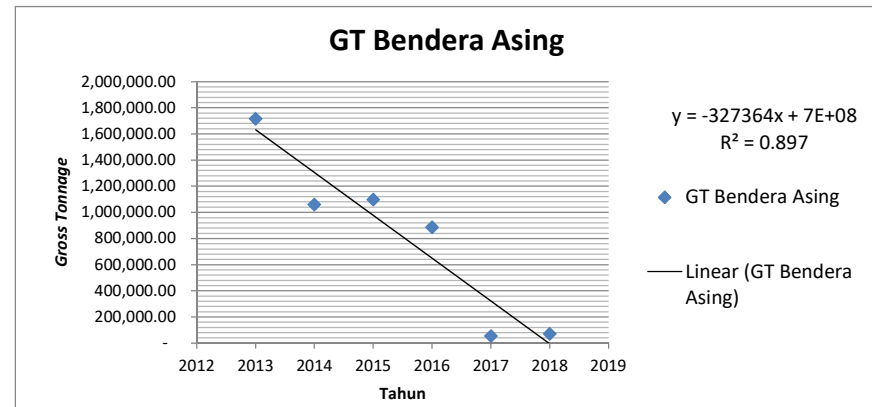
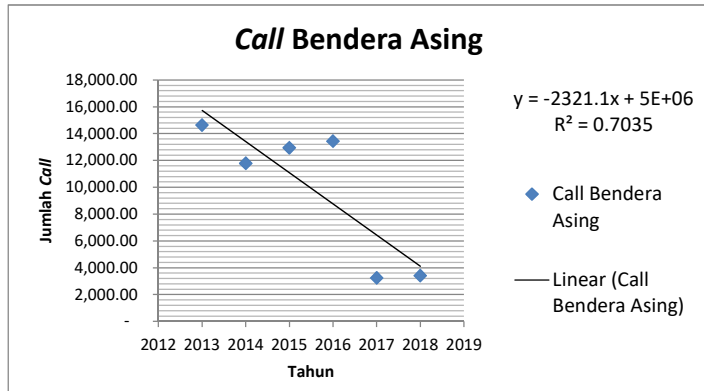
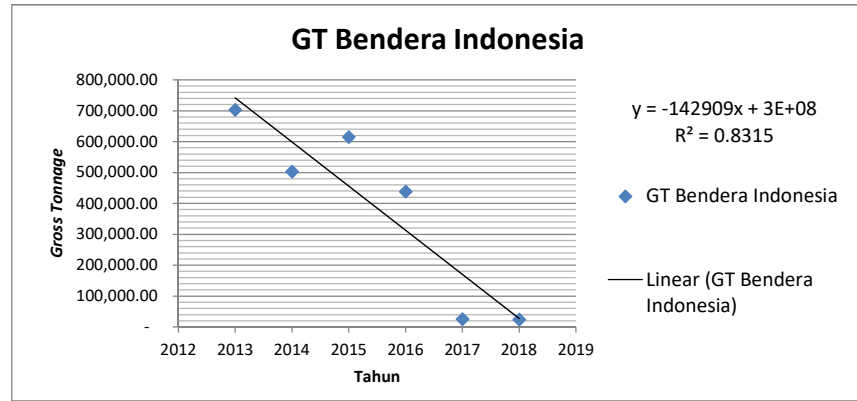
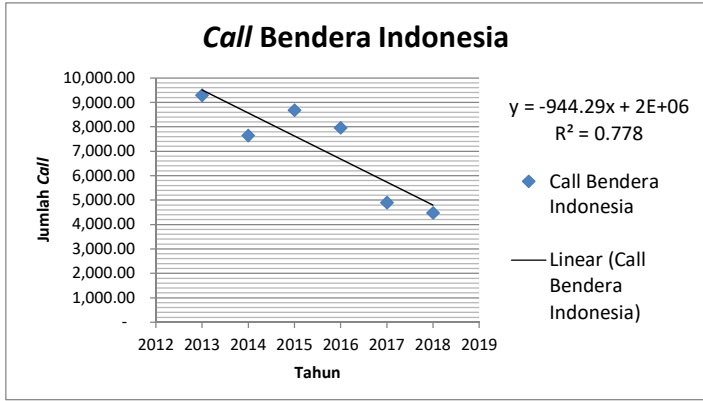
LAMPIRAN E DESAIN *GENERAL ARRANGEMENT*

LAMPIRAN F DESAIN *SAFETY PLAN*

LAMPIRAN G DESAIN 3D MODEL

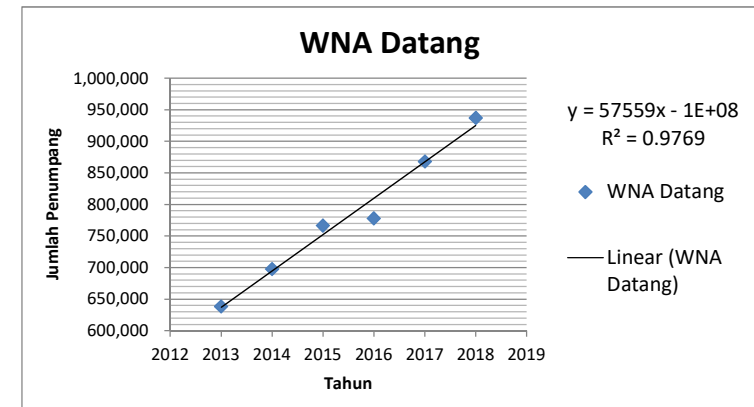
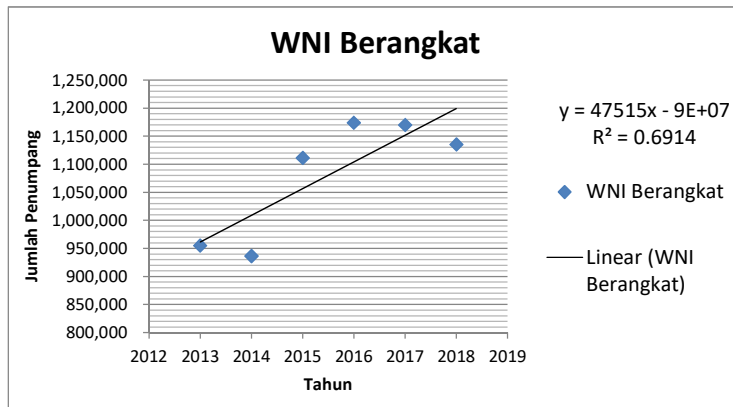
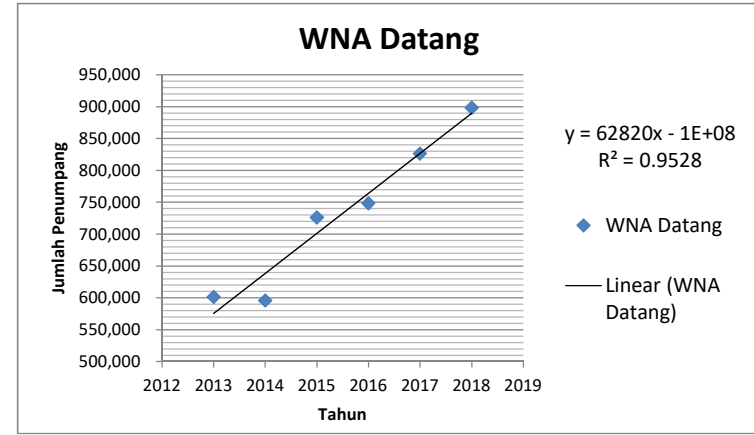
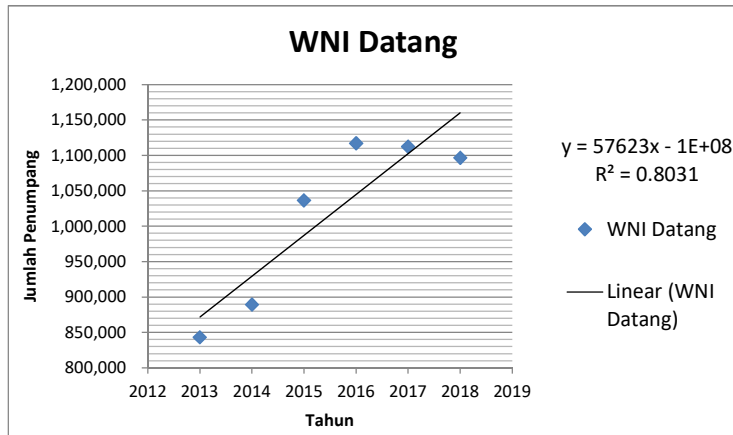
LAMPIRAN A
DATA PENDUKUNG TUGAS AKHIR

No	tahun	Bendera Indonesia		Bendera Asing	
		Call	Gt	Call	Gt
1	2013	9,289.00	703,034.00	14,653.00	1,715,796.00
2	2014	7,643.00	502,946.00	11,797.00	1,058,766.00
3	2015	8,674.00	614,493.00	12,952.00	1,097,002.00
4	2016	7,958.00	438,477.00	13,442.00	885,814.00
5	2017	4,895.00	25,764.00	3,256.00	53,518.00
6	2018	4,471.00	24,180.00	3,432.00	69,631.00



No	Tahun	Bendera Indonesia		Bendera Asing	
		<i>Call</i>	GT	<i>Call</i>	GT
1	2013	9,289	703,034	14,653	1,715,796
2	2014	7,643	502,946	11,797	1,058,766
3	2015	8,674	614,493	12,952	1,097,002
4	2016	7,958	438,477	13,442	885,814
5	2017	4,895	25,764	3,256	53,518
6	2018	4,471	24,180	3,432	69,631
7	2019	3,938	17,642	2,909	53,229
8	2020	3,469	12,872	2,466	40,690
9	2021	3,056	9,392	2,090	31,105
10	2022	2,692	6,853	1,772	23,778
11	2023	2,371	5,000	1,502	18,177

No	tahun	Jumlah Penumpang			
		Datang		Berangkat	
		WNI	WNA	WNI	WNA
1	2013	843,160	601,450	955,225	638,685
2	2014	889,356	595,998	936,410	698,007
3	2015	1,036,514	726,291	1,111,428	766,495
4	2016	1,117,122	748,420	1,173,932	778,170
5	2017	1,112,535	826,356	1,170,047	868,052
6	2018	1,096,491	898,551	1,135,149	937,236



No	Tahun	Jumlah Penumpang (orang)			
		Datang		Berangkat	
		WNI	WNA	WNI	WNA
1	2013	843,160	601,450	955,225	638,685
2	2014	889,356	595,998	936,410	698,007
3	2015	1,036,514	726,291	1,111,428	766,495
4	2016	1,117,122	748,420	1,173,932	778,170
5	2017	1,112,535	826,356	1,170,047	868,052
6	2018	1,096,491	898,551	1,135,149	937,236
7	2019	1,157,784	976,099	1,178,355	1,012,485
8	2020	1,222,504	1,060,340	1,223,206	1,093,775
9	2021	1,290,841	1,151,851	1,269,764	1,181,592
10	2022	1,362,998	1,251,260	1,318,094	1,276,459
11	2023	1,439,189	1,359,248	1,368,263	1,378,943

taken

SINDO FERRY		
No	Nama Kapal	Kapasitas (orang)
1	Sindo 1	220
2	Sindo 6	200
3	Sindo 7	200
4	Sindo 9	200
5	Sindo 10	200
6	Sindo 12	200
7	Sindo 31	200
8	Sindo Princess	150
9	Sindo Empress	150
10	Merbau Era	200
11	Queen Star 1*	266
12	Queen Star 2*	266
13	Queen Star 3*	300
14	Queen Star 5*	268
15	Queen Star 6*	268

MAJESTIC FAST FERRY		
No	Nama Kapal	Kapasitas (orang)
1	Majestic Dream	317
2	Majestic Pride	317
3	Majestic Faith	317
4	Majestic 7	200
5	Majestic 8	200
6	Majestic 9	200
7	Wavemaster 3	168
8	Wavemaster 5	168
9	Wavemaster 6	168
10	Wavemaster 7	168
11	Wavemaster 8	168
12	Wavemaster 9	168

BATAM FAST		
No	Nama Kapal	Kapasitas (orang)
1	BatamFast 1	211
2	BatamFast 2	240
3	BatamFast 3	240
4	BatamFast 5	338
5	BatamFast 8	333
6	BatamFast 9	196
7	BatamFast 10	166
8	BatamFast 11	166
9	BatamFast 12	191
10	BatamFast 15	191
11	BatamFast 18	250
12	BatamFast 19	194
13	BatamFast 20	194
14	Golden Image	150
15	BatamFast 6	100
16	AsianFast 1	257

SUPPLY

Total jumlah call (2023)	=	2,371	+	1,502	
	=	3,873			
Rata-rata kapasitas angkut	=	215		orang	
Kapasitas angkut	=	total call x rata-rata kapasitas angkut kapal			
	=	832,695		orang	

DEMAND

Total jumlah penumpang	=	1,368,263	+	1,378,943	
	=	2,747,206		orang	

SELISIH

Selisih jumlah penumpang dan kapasitas angkut	=	demand	-	supply	
	=	2,747,206	-	832,695	
	=	1,914,511		orang/tahun (tidak tertampung)	
	=	5245		orang/hari	

PAYLOAD

Penumpang tidak terangkut	=	5245		orang/hari	
Asumsi call	=	11		/hari	
Maka dalam 1 call, penumpang dibawa	=	476.8396		orang	
	=	475		orang	(taken)
Penumpang akan diangkut oleh 2 kapal, maka kapasitas 1 kapal (pembulatan)	=	237.5		orang	
	=	240		orang	(taken)

LAMPIRAN B
PERHITUNGAN TEKNIS

Surat Dirjen Perhubungan Darat No. AP.005/3/13/DPRD/1994

Penentuan <i>Payload</i>					
Jumlah Penumpang	240				Orang
Main Deck	180				
Upper Deck	60				
Jumlah Crew	10				
Muatan	Asumsi Beban (ton)	Luas per Unit (m ²)	Berat/m ²	Luasan Total (m ²)	Berat Total (ton)
Main Deck					
Penumpang	0.075	0.4	0.1875	72	13.5
Bagasi	0.025				4.5
Crew	0.075	0.4	0.1875	4	0.75
Barang bawaan crew	0.025				0.25
Upper Deck					
Penumpang	0.075	0.6	0.125	36	4.5
Bagasi	0.025				1.5
Total <i>payload</i> luasan deck dan berat				112	25

Parent Ship

BatamFast 18	Loa	31.7 m
	Lpp	28.42 m
	B	9.6 m
	H	2.38 m
	T	1.1 m
	Vs	23 knots

Ukuran utama

Loa	=	27.478 m	(Length overall , panjang keseluruhan kapal)
Lpp	=	27 m	(Length between perpendiculars)
B	=	11 m	(Breadth , lebar total kapal)
H	=	3.9 m	(Height , tinggi kapal sampai geladak utama)
T	=	2.1 m	(Draught , sarat kapal)
S	=	6 m	(lebar demihull antar lambung kapal)
B ₁	=	(B - S)/2	
	=	2.5 m	(Breadth each hull , lebar tiap lambung kapal)
Vmax	=	35 knots =	18.004 m/s
Vs	=	30 knots =	15.432 m/s

Perbandingan Ukuran Utama

OK	L/B ₁	=	10.8	; Sahoo, Browne & Salas (2004)	→	10 < L/B ₁ < 15
OK	B/H	=	2.8205128	; Insel & Molland (1992)	→	0.7 < B/H < 4.1
OK	S/L	=	0.2183565	; Insel & Molland (1992)	→	0.19 < S/L < 0.51
OK	S/B ₁	=	2.4	; Insel & Molland (1992)	→	0.9 < S/B ₁ < 4.1
OK	B ₁ /T	=	1.1904762	; Insel & Molland (1992)	→	0.9 < B ₁ /T < 3.1
OK	B ₁ /B	=	0.2272727	; Multi Hull Ships, hal. 61	→	0.15 < B ₁ /B < 0.3
OK	C _B	=	0.542	; Insel & Molland (1992)	→	0.36 < C _B < 0.59

ukuran utama kapal					
L_{pp}	=	27.00	m		
B	=	11.00	m		
H	=	3.90	m		
T	=	2.10	m		
S	=	6.00	m		
B_1	=	2.50	m		
V_s	=	30.00	knots	=	15.43 m/s

Unit Conversion			
$\rho_{air\ laut}$	=	1.025	ton/m ³
	=	1025	kg/m ³
1 knot	=	1852	nm/hour
	=	0.514	m/s
1 m	=	3.281	ft
1 ft	=	0.3048	m
1 kW	=	1.3596	HP

External Factor			
gravity	=	9.81	m/s ²
suhu air laut	=	77	°F
g	=	0.000010145	ft ² /s
	=	9.42501E-07	m ² /s

Perhitungan Koefisien dan Ukuran Utama Lainnya

Panjang Garis Air (L_{WL})			
L_{WL}	=	L_{pp}	
	=	27.000	m (karena menggunakan <i>waterjet</i>)

Perhitungan Froude Number			
F_n	=	$V / \sqrt{g L}$	
	=	0.94829	

Displasemen			
Nilai diperoleh dari perhitungan hidrostatis model di <i>maxsurf</i>			
Δ	=	157.60	ton (2 lambung)
	=	78.8	ton (1 lambung)

Volume Displasemen

$$\begin{aligned}\nabla_{\text{tot}} &= \Delta/\rho \\ &= 153.756 \text{ m}^3 \quad (\text{untuk 2 hull})\end{aligned}$$

maka untuk 1 hull,

$$\nabla = 76.878 \text{ m}^3$$

Koefisien Blok

$$\begin{aligned}C_B &= \Delta / (1.025 \cdot L \cdot B_1 \cdot T) && (\text{BKI Vol. III, Rules for High Speed Craft}) \\ &= 0.542\end{aligned}$$

Koefisien Luas Midship

$$\begin{aligned}A_m &= 1.56 \text{ m}^2 && \text{luas } \textit{station midship} \text{ setinggi sarat} \\ B_m &= 2.35 \text{ m} && \text{lebar lambung } \textit{midship} \text{ setinggi sarat} \\ C_M &= A_m / (T \cdot B_m) \\ &= 0.700\end{aligned}$$

(www.catamaransite.com/catamaran_hull_design_formulas.html)

Koefisien Prismatik

$$\begin{aligned}C_x &= C_M && (\text{Parametric Ship Design hal. 11-10}) \\ C_P &= C_b/C_x \\ &= 0.77\end{aligned}$$

Koefisien Bidang Garis Air

$$\begin{aligned}C_{WP} &= 0.18 + 0.86 \cdot C_p && (\text{Parametric Ship Design hal. 11-16}) \\ &= 0.846\end{aligned}$$

PERHITUNGAN HAMBATAN

Ukuran Utama		
LPP	=	27.0 m
LWL	=	27.00 m
B	=	11.00 m
B ₁	=	2.50 m
H	=	3.90 m
T	=	2.10 m
S	=	6.00 m
V _{max}	=	18.004 m/s

koefisien dan ukuran lainnya	
C _B	= 0.542
C _M	= 0.700
C _P	= 0.775
C _{WP}	= 0.846
F _n	= 0.948

Koreksi		
F _n	=	0.948
V _s	=	30.00 knot
	=	15.43 m/s
g	=	9.81 m/s ²
ρ	=	1.025 ton/m ³
∇	=	76.87804878 m ³
Δ	=	157.6 ton/m ³

asumsi		
air laut	=	77 °F
1 m	=	3.281 ft
1 ft	=	0.3048 m
g	=	0.000010145 ft ² /s
	=	9.42501E-07 m ² /s

Viscous Resistance (ITTC 1957)	
CF ₀	= angka reynolds
Rn	= v · Lwl / ν
	= 442121386.95
CF ₀	= koefisien tahanan gesek (PNA vol 2 hal 90)
	= CF = 0,075/(log Rn - 2) ²
	= 0.00170

Catamaran Viscous Resistance Interference																																							
1+βk ₁	= 2.4																																						
S/B ₁	= 10.8																																						
L/B ₁	= 10.8																																						
(variation of viscous interference factor with S/B1 from insel - molland)																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="5">S/B₁</th> <th></th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>L/B₁</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">β</td> <td></td> <td>1.32</td> <td>1.32</td> <td>1.32</td> <td>1.32</td> <td>1.32</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1.6</td> <td>1.57</td> <td>1.54</td> <td>1.52</td> <td>1.5</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2.35</td> <td>2.32</td> <td>2.29</td> <td>2.27</td> <td>2.25</td> <td>11</td> </tr> </tbody> </table>				S/B ₁								1	2	3	4	5	L/B ₁	β		1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	7		1.6	1.57	1.54	1.52	1.5	9		2.35	2.32	2.29	2.27	2.25	11
		S/B ₁																																					
		1	2	3	4	5	L/B ₁																																
β		1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	7																																
		1.6	1.57	1.54	1.52	1.5	9																																
		2.35	2.32	2.29	2.27	2.25	11																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="3">S/B₁</th> <th></th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>2</th> <th>3</th> <th>2.4</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">β</td> <td></td> <td>1.57</td> <td>1.54</td> <td>1.558</td> <td>untuk harga L/B₁ = 9</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2.32</td> <td>2.29</td> <td>2.308</td> <td>untuk harga L/B₁ = 11</td> </tr> </tbody> </table>				S/B ₁						2	3	2.4		β		1.57	1.54	1.558	untuk harga L/B ₁ = 9		2.32	2.29	2.308	untuk harga L/B ₁ = 11															
		S/B ₁																																					
		2	3	2.4																																			
β		1.57	1.54	1.558	untuk harga L/B ₁ = 9																																		
		2.32	2.29	2.308	untuk harga L/B ₁ = 11																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="3">L/B₁</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>9</th> <th>11</th> <th>10.80</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>β</td> <td></td> <td>1.56</td> <td>2.31</td> <td>2.23</td> </tr> </tbody> </table>				L/B ₁					9	11	10.80	β		1.56	2.31	2.23																							
		L/B ₁																																					
		9	11	10.80																																			
β		1.56	2.31	2.23																																			
Maka, nilai β diambil = 2.23																																							
(table II derived from factors for the models in monohull configuration)																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Model</th> <th>C4</th> <th>C5</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>L/B₁</td> <td>9</td> <td>11</td> <td>10.80</td> </tr> <tr> <td>(1+k)</td> <td>1.3</td> <td>1.17</td> <td>1.18</td> </tr> </tbody> </table>		Model	C4	C5		L/B ₁	9	11	10.80	(1+k)	1.3	1.17	1.18																										
Model	C4	C5																																					
L/B ₁	9	11	10.80																																				
(1+k)	1.3	1.17	1.18																																				
Maka, nilai (1+k) diambil = 1.18																																							
1+βk	= (β (1+k)) - β + 1																																						
	= 1.41																																						

Air Resistance	
C ₂	= 1 ; tanpa bulb
C _A	
T/LWL	= 0.077777778 ; untuk T/LWL > 0,04
C _A	= 0,006 (LWL + 100) ^{-0.16} - 0,00205 + 0.003 (LWL / 7.5) ^{0.5} C _B ⁴ C ₂ (0.04 - T / LWL)
	= 0.000695425 (PNA vol 2 hal 93)

Item	Value	Unit	Savitsky Pre-planing	Savitsky Planing	Wyman
LWL	27	m	27	27	27
Beam	11	m	11	11	--
Draft	2.1	m	--	--	--
Displaced volume	153.81	m ³	153.81	153.81	153.81
Wetted area	270.629	m ²	271	--	271
Prismatic coeff. (Cp)	0.775		--	--	--
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.838		--	--	--
1/2 angle of entrance	18.4	deg.	18.4	--	--
LCG from midships(+ve for'd)	-2.449	m	--	-2	--
Transom area	7.355	m ²	7.355 (high)	--	--
Transom wl beam	11	m	--	--	--
Transom draft	2.1	m	--	--	--
Max sectional area	7.355	m ²	7.355 (low)	--	--
Bulb transverse area	0	m ²	--	--	--
Bulb height from keel	0	m	--	--	--
Draft at FP	2.1	m	--	--	--
Deadrise at 50% LWL	0	deg.	--	0	--
Hard chine or Round bilge	Hard chine		--	--	--
Frontal Area	0	m ²			
Headwind	0	kn			
Drag Coefficient	0				
Air density	0.001	tonne/m ³			
Appendage Area	0	m ²			
Nominal App. length	0	m			
Appendage Factor	1				
Correlation allow.	0.0004			Varies with speed	
Kinematic viscosity	1.18830E-06	m ² /s			
Water Density	1.026	tonne/m ³			

Speed (kn)	Fn (L _{wl})	Fn (Vol.)	Savitsky Pre-planing Resistance (kN)	Savitsky Pre-planing Power (kW)	Savitsky Planing Resistance (kN)	Savitsky Planing Power (kW)	Slender Body Resistance (kN)	Slender Body Power (kW)
0	0	0	--	--	--	--	--	--
1	0.032	0.071	--	--	--	--	0.2	0.177
2	0.063	0.142	--	--	--	--	0.6	1.314
3	0.095	0.213	--	--	--	--	3	9.124
4	0.126	0.284	--	--	--	--	7.7	31.749
5	0.158	0.355	--	--	--	--	14.9	76.431
6	0.19	0.426	--	--	--	--	22.1	136.289
7	0.221	0.497	--	--	--	--	33.1	238.370
8	0.253	0.568	--	--	--	--	43	353.644
9	0.285	0.639	--	--	--	--	54.2	502.200
10	0.316	0.71	--	--	--	--	76	781.692
11	0.348	0.781	--	--	--	--	70.9	802.066
12	0.379	0.852	--	--	--	--	142.7	1,761.554
13	0.411	0.923	--	--	--	--	160.5	2,146.704
14	0.443	0.994	--	--	--	--	119.8	1,725.544
15	0.474	1.065	29.7	458.672	--	--	101.5	1,567.156
16	0.506	1.136	42.9	705.852	--	--	121.1	1,993.207
17	0.537	1.207	58.2	1018.547	--	--	159.6	2,791.845
18	0.569	1.277	81.7	1512.501	--	--	206.7	3,827.276
19	0.601	1.348	97.7	1910.062	--	--	257.5	5,032.973
20	0.632	1.419	106.7	2195.589	--	--	307.2	6,321.488
21	0.664	1.490	106.1	2292.163	280.8	6069.214	349.8	7,557.608
22	0.696	1.561	104.9	2375.512	289.6	6555.484	381.3	8,631.779
23	0.727	1.632	108.7	2573.360	297.4	7036.510	402.8	9,532.135
24	0.759	1.703	118.3	2921.826	304.0	7507.938	415.6	10,261.394
25	0.79	1.774	123.5	3177.361	309.8	7967.144	420.6	10,818.204
26	0.822	1.845	126.8	3392.851	314.6	8413.278	421.1	11,265.723
27	0.854	1.916	128.5	3568.901	318.4	8847.024	419.1	11,642.129
28	0.885	1.987	128.1	3690.745	321.8	9270.220	415.3	11,965.538
29	0.917	2.058	--	--	324.6	9685.466	409.8	12,226.893
30	0.948	2.129	--	--	327.0	10095.786	406.1	12,534.732
31	0.98	2.200	--	--	329.4	10504.360	403	12,852.780
32	1.012	2.271	--	--	331.4	10914.334	401.1	13,206.912
33	1.043	2.342	--	--	333.6	11328.736	401.2	13,621.680
34	1.075	2.413	--	--	335.8	11750.392	399.7	13,984.115
35	1.107	2.484	--	--	338.2	12181.910	403	14,513.898
36	1.138	2.555	--	--	340.8	12625.666	405	15,000.901
37	1.170	2.626	--	--	343.6	13083.822	408	15,533.786
38	1.201	2.697	--	--	346.8	13558.332	414.9	16,220.182
39	1.233	2.768	--	--	350.2	14050.974	421	16,895.259
40	1.265	2.839	--	--	353.8	14563.352	425	17,491.807

Required Value			
Rt	=	406100 N	
V	=	15.433 m/s	
Cb	=	0.542	
1+k	=	1.183	
Cf	=	0.002	
Ca	=	0.000695425	

Pengertian			
η_b	=	line bearing efficiency	
η_c	=	electric transmission/power conversion efficiency	
η_g	=	reduction gear efficiency	
η_{ge}	=	en electric generator efficiency	
η_h	=	hull efficiency = $(1 - t)/(1 - w)$	
η_m	=	electric motor efficiency	
η_o	=	propeller open water efficiency	
η_p	=	propeller behind condition efficiency	
η_r	=	relative rotative efficiency	
η_s	=	stern tube bearing efficiency	
η_t	=	overall transmission efficiency	

Effective Horse Power			
EHP	=	Rt x v/1000	<i>(parametric design hal 11-27)</i>
	=	6267.477 KW	

Thrust Horse Power			
THP	=	$TV_A / 1000$	<i>(parametric design hal 11-27)</i>
T	=	$Rt / (1 - t)$	<i>(parametric design hal 11-27)</i>
V_A	=	$V (1 - w)$	<i>(parametric design hal 11-27)</i>
C_v	=	$(1 + k) C_F + C_A$	<i>(PNA vol 2 hal 162)</i>
C_v	=	0.002704449	
w	=	$0.3 C_b + 10 C_v C_b - 0.1$	<i>(PNA vol 2 hal 163)</i>
	=	0.077372433	
t	=	0.1	<i>(PNA vol 2 hal 163)</i>
η_h	=	$(1 - t)/(1 - w)$	<i>(parametric design hal 11-29)</i>
	=	0.975474863	
THP	=	6425.052 KW	

Delivery Horse Power			
DHP	=	PT / η_p	<i>(parametric design hal 11-29)</i>
η_o	=	0.55	<i>(propeller B-series = 0.5 - 0.6)</i>
η_r	=	0.98	<i>(PNA vol 2 hal 163)</i>
η_p	=	$\eta_o \eta_r$	<i>(parametric design hal 11-27)</i>
	=	0.539	
DHP	=	11920.319 KW	

Shaft Power Horse			
SHP	=	$PD/(\eta_b \eta_s)$	<i>(parametric design hal 11-29)</i>
$\eta_b \eta_s$	=	untuk mesin aft	<i>(parametric design hal 11-31)</i>
	=	0.98	
SHP	=	12163.591 KW	

Brake Power Horse			
BHP	=	$PS/(\eta_T)$	<i>(parametric design hal 11-29)</i>
η_t	=	;transmission efficiency	<i>(parametric design hal 11-33)</i>
	=	0.98	
BHP	=	12411.827 KW	

Maximum Continues Rates			
MCR	=	BHP + service margin 15 %	<i>(parametric design hal 11-30)</i>
MCR	=	14273.601 KW	
	=	19406.389 HP	

Perhitungan Generator Power

Penentuan Jumlah titik lampu dalam ruangan

N = Jumlah titik lampu

E = Kuat penerangan/target penerangan yang akan dicapai (Lux)

L = Panjang ruangan (m)

W = Lebar ruangan (m)

Ø = Total lumen lampu (*Lamp luminous flux*)

LLF = *Light loss factor* (faktor cahaya rugi)

CU = *Coefficient of utilization* (Faktor pemanfaatan (50%-65%))

n = Jumlah lampu dalam 1 titik lampu

Main Deck

Menggunakan lampu TL LED 16 W

E = 200 Lux

L = 22.5 m

W = 11 m

Ø = 1600

LLF = 0.8 (0.7 - 0.8)

CU = 65% (50% - 65%)

n = 2

Jumlah Ruangan = 1

$N = E \times L \times W / \text{Ø} \times \text{LLF} \times \text{CU} \times n$

= 29.74759615 titik lampu

= 30 titik lampu

Jumlah Lampu 60 Lampu

Upper Deck

Menggunakan lampu TL LED 16 W

E = 200 Lux

L = 14 m

W = 8 m

Ø = 1600

LLF = 0.8 (0.7 - 0.8)

CU = 65% (50% - 65%)

n = 2

Jumlah Ruangan = 1

$N = E \times L \times W / \text{Ø} \times \text{LLF} \times \text{CU} \times n$

= 13.46153846 titik lampu

= 13 titik lampu

Jumlah Lampu 26 Lampu

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)	Jumlah	Total
1	Anchor Light	0.9	2	1.8
2	Anchor Windlass	15.0	2	30.0
3	Autopilot	4.0	1	4.0
4	Bilge Pump	5.0	5	25.0
5	Cabin Lights	1.8	86	154.8
6	Chart Plotter/GPS	0.8	2	1.6
7	Chart Table Light	0.3	2	0.6
8	Cockpit Instruments	0.3	3	0.9
9	Cockpit Light	1.0	5	5.0
10	Compass Light	0.2	4	0.8
11	Deck Lights	1.7	5	8.5
12	Distribution panel & DCM	0.1	2	0.2
13	Fresh Water Pump	4.0	3	12.0
14	Fridge	4.0	7	28.0
15	Gas Alarm	0.6	10	6.0
16	Masthead Light	0.9	4	3.6
17	Navigation Lights	3.7	4	14.8
18	Navtex	0.4	1	0.4
19	Radar(Stanby)	1.0	1	1.0
20	Radar(Transmit)	2.5	1	2.5
21	SSB (Stanby)	1.0	1	1.0
22	SSB(Tansmit)	25.0	1	25.0
23	Stereo	1.0	1	1.0
24	Tricolour	2.2	1	2.2
25	Ventilation Fans	1.0	25	25.0
26	VHF (Stanby)	0.3	1	0.3
27	VHF (Transmit)	1.2	1	1.2
28	Marine Air Conditioning	26.0	45	1170.0
29	Fire Fighting Pump	50.0	5	250.0
30	Electric Winch	60.0	2	120.0
Total				1897.2

1 KVA	=	0.800	kW
1 HP	=	0.746	kW
KVA	=	Maximum Total Leg Amps. x System Voltage/1000	
	=	227.664	KVA
Power	=	182.1312	kW
Efficiency Factor	=	25%	
Power	=	227.664	kW
	=	305.18	HP

Engine Requirement			
Engine Power Requirement	=	14273.6 kW	= 19406.39 HP
	=	7136.801 kW; untuk 1 mesin	= 9703.194 HP
Generator Power Requirement	=	227.664 kW	= 305.18 HP
Emergency Genset	=	50% generator power requirement	
	=	113.832 KW	

Engine Type	
Engine Type	= GE LM 1600 Gas Turbine
max.Power	= 7600 kW
	= 10333 HP
n(rpm)	= 7000 r/min
Exhaust Gas Flow	= 47.3 kg/sec
Fuel Oil Consumption	= 198.58 g/BHP _h
	= 270 g/kWh
Lube Oil Consumption	= 0.9 g/kWh
Dimension	
Length	= 2960 mm
Width	= 2360 mm
Height	= 910 mm
Weight	= 0.905 ton
	= 905 kg

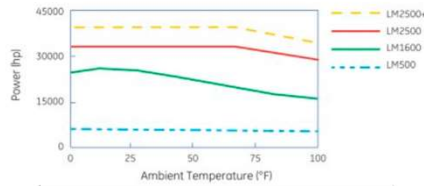
Performance	
Output	20,000 shp (14,920 kW)
SFC (lb/shp-hr)	.376
Heat rate	6,928 Btu/shp-hr
	9,290 Btu/kW-hr
	9,801 kJ/kW-hr
Exhaust gas flow	104 lb/sec (47.3 kg/sec)
Exhaust gas temperature	950°F (510°C)
Power turbine speed	7,000 rpm

Average performance, 60 Hz, 59°F, sea level, 60% relative humidity, no inlet/exhaust losses



Max Power vs. Ambient Temperature

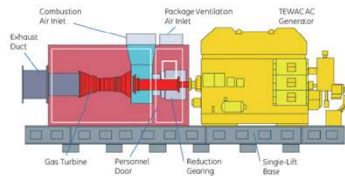
(losses: inlet/exhaust 4/6 inches water)



Dimensions*

Base plate width	93 in (2.36 m)
Base plate length	281 in (7.14 m)
Enclosure height	94 in (2.39 m)
Base plate weight	60,000 lb (27,273 kg)
Duct flow areas	Inlet 12 ft ² (1.12 m ²)
	Exhaust 7 ft ² (0.65 m ²)

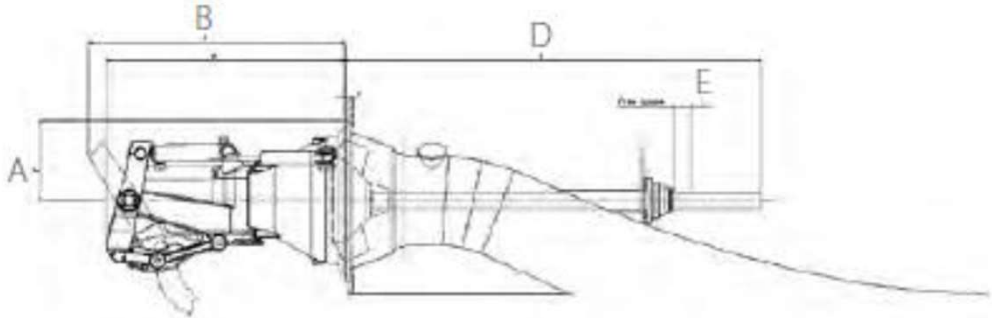
* Exact dimensions, weight and performance vary with the specific generator selected.



Heat rate 11,603 Btu/kW-hr
 Average performance, 60 Hertz, 59°F (15°C), sea level, 60% relative humidity, 4 inches (10 centimeters) water inlet loss, 6 inches (15 centimeters) water exhaust loss



Waterjet		
Generator type	=	Rolls-Royce Waterjets S3-Series (S3-90)
min.Power	=	2000 kW
max.Power	=	8500 kW
Dimension		
Inboard length	=	3180 mm
Outboard length	=	2527 mm
Width	=	1032 mm
Height	=	1300 mm
Weight	=	3.29 ton



Technical data

Waterjet	Dimensions (mm)				Power range (kW)*	Weight (kg)		
	A	B	D (typical)	E (typical)		Steerable	Booster	EW**
S3-45	410	1318	2450	100	800 - 1790	725	453	577
S3-50	500	1455	2110	100	1000 - 2580	1004	600	750
S3-56	550	1630	2310	100	1200 - 3440	1385	865	1040
S3-63	600	1782	2510	100	1400 - 4300	1882	1172	1490
S3-71	650	2005	2600	100	1500 - 5100	2550	1596	2130
S3-80	700	2269	2800	100	1800 - 6500	3565	2180	3050
S3-90	800	2527	3180	100	2000 - 8500	4820	2940	4340
S3-100	900	2785	3560	100	2500 - 10000	6090	3700	5950
S3-112	1000	3119	3910	100	4000 - 12500	8360	5240	8370
S3-125	1100	3487	4020	100	5000 - 16000	11720	7460	11630
S3-140	1232	3906	4503	100	6000 - 20000	16210	10360	16341
S3-160	1400	4462	5180	100	7000 - 26000	23670	10550	24400
S3-180	1600	5020	5770	100	8000 - 33000	33100	12650	34740
S3-200	1760	5580	6432	100	10000 - 41000	44720	28840	47633

* Depending on speed and operating profile. For performance predictions please contact Rolls-Royce
 ** Entrained water inside transom

All data subject to change without prior notice

Generator type			
Generator type	=	Caterpillar C18 60 Hz	
max.Power	=	344 kVA	
	=	275 KW	
Dimension			
Length	=	3040 mm	
Width	=	1150.9 mm	
Height	=	1557.5 mm	
Fuel Oil Consumption	=	25.4 U.S. g/h	
	=	138 g/kWh	
Weight	=	4.209 ton	



RATINGS AND FUEL CONSUMPTION

Generator Set						
	ekW @ .8pf	kV•A	rpm	U.S. g/h	l/h	EPA - IMO - EU
60 Hertz	340	425	1800	25.4	96.0	T2C - II - CC2
60 Hertz	425	531	1800	31.5	119.1	T2C - II - CC2
60 Hertz	500*	625	1800	35.2	133.2	T2C - II - CC2
60 Hertz	550*	688	1800	38.3	145.1	T2C - II - CC2
50 Hertz	275	344	1500	19.9	75.3	T2C - II - CC2
50 Hertz	350	438	1500	25.2	95.4	T2C - II - CC2
50 Hertz	400	500	1500	28.7	108.6	T2C - II - CC2
50 Hertz	450	563	1500	32.3	122.3	T2C - II - CC2

*Keel cooling not available.

Heat Exchanger (32°C), Keel Cooled (52°C)

	LG	H	W
min.	119.7 in/3040 mm	61.3 in/1557.5 mm	45.3 in/1150.9 mm
max.	121.1 in/3075.5 mm	61.3 in/1557.5 mm	51.2 in/1300.9 mm

In-line 6, 4-Stroke-Cycle Diesel

Aspiration	TA, TTA	
Bore x Stroke	5.7 x 7.2 in	145 x 183 mm
Displacement	1106 cu in	18.1 liter
Rotation (from flywheel end)	Counterclockwise	
Generator set weight (approx)	9280-10,275 lb	4209-4661 kg

Generator tambahan			
type	=	Caterpillar C6.6 ACERT	
max.Power	=		187 kVA
	=		150 KW
Dimension			
Length	=	1905 mm	
Width	=	1315 mm	
Height	=	961 mm	
Fuel Oil Consumption	=	11 U.S. g/h	
	=	59.764 g/kWh	
Weight	=	1.348 ton	



RATINGS AND FUEL CONSUMPTION

Generator Set						
	ekW @ .8pf	kV•A	rpm	U.S. g/h	l/h	EPA - IMO - EU
60 Hertz	113R	141	1800	8.7	33.1	T2C - II -IW
60 Hertz	125	156	1800	8.74	33.1	T2C - II -IW
60 Hertz	138R	173	1800	11.0	41.5	T2C - II -IW
60 Hertz	150	187	1800	11.0	41.5	T2C - II -IW
60 Hertz	158R	198	1800	12.0	45.4	T2C - II -IW
60 Hertz	170	212	1800	12.0	45.4	T2C - II -IW
50 Hertz	93R	116	1500	7.1	26.9	T2C - II -IW
50 Hertz	100	125	1500	7.1	26.9	T2C - II -IW
50 Hertz	118R	148	1500	9.1	34.5	T2C - II -IW
50 Hertz	125	156	1500	9.1	34.5	T2C - II -IW
50 Hertz	136R	170	1500	10.7	40.6	T2C - II -IW
50 Hertz	143	178	1500	10.7	40.6	T2C - II -IW

R – Radiator cooled only.

MCS approved packages available.

	LG	H	WE
min.	75.0-1905.0 mm	37.8 in/961 mm	51.8 in/1315 mm
max.	104.7 in/2660 mm	37.8 in/961 mm	55.7 in/1416 mm

In-line 6, 4-Stroke-Cycle Diesel

Aspiration	TA	
Bore x Stroke	4.13 x 5.0 in	105 x 127 mm
Displacement	402.7 cu in	6.6 liter
Rotation (from flywheel end)	Counterclockwise	
Generator set weight (approx)	2972-3675 lb	1348-1667 kg

$$n = 2$$

Input data		
Lpp	=	27.00 m
Lwl	=	27.00 m
B	=	11.00 m
H	=	3.90 m
T	=	2.10 m
displacement	=	157.6 ton
volume	=	153.8 m ³
h _{DB}	=	m
crew	=	orang

Input power	
EHP	= 6267.477 kW
THP	= 6425.052 kW
DHP	= 11920.32 kW
SHP	= 12163.59 kW
BHP	= 12411.83 kW
MCR	= 14273.6 kW
MCRgen	= 227.664 kW

Data Pelayaran	
Jarak Pelayaran	= 21.1 nm
Vs	= 30 knot
Lama Pelayaran	= 0.703333333 jam
	= 42 menit
SFR	= 270.000 g/kWhr
	= 0.00027 t/kWhr
MCR	= 7600 KW
	= 10332.96 HP

Fuel Oil	
Fuel Oil Weight <i>(parametric design hal 11-24)</i>	
W _{FO}	= SFR • MCR • range/speed • (1+ margin)
margin	= 5 %
W _{FO}	= 3.031 ton
W _{FO}	= 6.062 ton (untuk 2 mesin)
Fuel Oil Volume <i>(Lecture of Ship Design and Ship Theory)</i>	
V _{FO}	= Wfo/ρfo + koreksi
	koreksi :
	tambahan konstruksi = 2 %
ρfo	= 0.95 ton/m ³
	ekspansi panas = 2 %
V _{FO}	= 6.64 m ³

Lube Oil		
Lube Oil Weight <i>(parametric design hal 11-24)</i>		
W_{LO}	= SFR • MCR • range/speed • (1+ margin)	
margin	= 5 %	
W_{LO}	= 0.010 ton	
W_{LO}	= 0.020 ton (untuk 2 mesin)	
Lube Oil Volume <i>(Lecture of Ship Design and Ship Theory)</i>		
V_{LO}	= $W_{LO}/\rho_{LO} + \text{koreksi}$ koreksi :	
		tambahan konstruksi = 2 %
ρ_{LO}	= 0.9 ton/m ³ ekspansi panas = 2 %	
V_{LO}	= 0.02 m ³	

Auxiliary Engine Fuel Oil		
Diesel Oil Weight <i>(Lecture of Ship Design and Ship Theory)</i>		
W_{do}	= SFR • MCR • range/speed • (1+ margin)	
SFR	= 0.000138 t/kWh	
margin	= 5 %(5 - 10%)	
MCR	= 275 kW	
W_{do}	= 0.056 ton	
	= 0.112 ton (untuk 2 genset)	
Diesel Oil Volume <i>(Lecture of Ship Design and Ship Theory)</i>		
V_{do}	= $W_{do}/\rho_{do} + \text{koreksi}$ koreksi :	
		tambahan konstruksi = 2 %
ρ_{do}	= 0.85 ton/m ³ ekspansi panas = 2 %	
V_{do}	= 0.14 m ³	

Fresh Water			
Fresh Water Weight			
Kebutuhan air bersih pada kapal penumpang berbeda dengan kapal niaga pada umumnya			
Oleh karena itu kebutuhan air setiap orang dihitung sebagai berikut <i>(parametric design hal 11-24)</i>			
W_{FW1}	=	konsumsi air tawar	= 0.17 t/(person • day)
			= 0.00708 t/(person • hour)
	=	1.771	liter untuk 250 orang (240 penumpang, 10 crew)
	=	442.708	liter untuk 1 kali trip (batam-singapura)
	=	0.44	ton
W_{FW2}	=	air tawar untuk pendingin mesin	
	=	$(2 \sim 5) \cdot BHP \cdot 10^{-3}$	<i>(Lecture of Ship Design and Ship Theory)</i>
	=	14.274	ton
	=	28.547	ton (untuk 2 mesin)
W_{FW} total	=	28.99	ton
Fresh Water Volume <i>(Lecture of Ship Design and Ship Theory)</i>			
V_{fw}	=	$W_{fw}/\rho_{fw} + \text{koreksi}$	koreksi :
			tambahan konstruksi = 2 %
ρ_{fw}	=	1 ton/m ³	ekspansi panas = 2 %
V_{fw}	=	30.15	m ³

Sewage			
Sewage Weight			
<i>(ClassNK Technical Information TEC-0545)</i>			
N_p	=	250	person
Waste water (A)	=	0.06	m ³ /person/day
	=	0.0025	m ³ /person/hour
Da	=	1	day
Cr (Volume)	=	A . N_p . Da	
	=	0.625	m ³
	=	625	liter (capacity for sewage holding tank)
W_s	=	0.625	ton

Beban Pada Lambung

Ukuran Utama		
LPP	=	27.0 m
LWL	=	27.00 m
B	=	11.00 m
B ₁	=	2.50 m
H	=	3.90 m
T	=	2.10 m
S	=	6.00 m
V _{max}	=	18.004 m/s

koefisien dan ukuran lainnya		
C _B	=	0.542
C _M	=	0.700
C _P	=	0.775
C _{WP}	=	0.846
F _n	=	0.948

Penentuan L konstruksi

97%Lwl	26.19 m	jika 96% Lwl < Lpp < 97% Lwl, maka Lkons = Lpp
96%Lwl	25.92 m	jika 96% Lwl > Lpp, maka Lkons = 96% Lwl
		jika 97% Lwl < Lpp, maka Lkons = 97% Lwl

Jadi,

$$L_{kons} = 25.920 \text{ m}$$

Basic external dynamic load (P_o)

$$P_o = 2,1 \cdot (C_B + 0,7) \cdot C_o \cdot C_L \cdot f \cdot C_{RW} \quad [\text{kN/m}^2]$$

$$C_o = ((L/25) + 4,1) \times C_{RW} \quad ; \text{ untuk } L < 90 \text{ m}$$

$$C_o = 4.623$$

$$f = 1 \quad \text{untuk pelat kulit, geladak cuaca}$$

$$f = 0.75 \quad \text{untuk gading biasa, balok geladak}$$

$$f = 0.6 \quad \text{untuk gading besar, senta, penumpu}$$

$$C_L = (L/90)^{1/2} \quad ; \text{ untuk } L < 90 \text{ m}$$

$$C_L = 0.537$$

$$C_{RW} = 0.9 \quad \text{for service range P}$$

$$P_o = 2,1 \cdot (0.54 + 0,7) \cdot 4.62 \cdot 0.54 \cdot 1.00 \cdot 0.90$$

$$P_o = 5.826 \quad [\text{kN/m}^2]$$

Beban pada sisi kapal (P_s)

Harga C_f dapat dicari dari tabel dibawah ini

Tabel 1

	Range	Factor c _D	Factor c _F
A	0 ≤ x/L < 0,2	1,2 - x/L	1,0 + 5/Cb [0,2 - x/L]
	x/L = 0.12	C _D = 1.084	C _F = 1.777
M	0,2 ≤ x/L < 0,7	1	1
	x/L = 0.58	C _D = 1	C _F = 1
F	0,7 ≤ x/L ≤ 1	1,0 + c/3 [x/L - 0,7]	1 + 20/Cb [x/L - 0,7] ²
	x/L = 0.81	c = 0,15 · L - 10 L _{min} = 100 m C _D = 0.633	C _F = 1.448

daerah $0 \leq x/L < 0.2$ [A]

$$\begin{aligned}
P_O &= 5.826 \text{ kN/m}^2 \\
Z_1 &= 1.263 \text{ m} \quad (\text{di bawah garis air}) \\
P_{S1} &= 10 (T - Z) + P_o \times C_f \times (1 + Z / T) \\
&= 24.946 \text{ kN/m}^2 \\
Z_2 &= 2.15 \text{ m} \quad (\text{di atas garis air}) \\
P_{S2} &= 20 \times P_o \times C_f / (10 + Z - T) \\
&= 20.599 \text{ kN/m}^2
\end{aligned}$$

daerah $0.2 \leq x/L < 0.7$ [M]

$$\begin{aligned}
P_O &= 5.826 \text{ kN/m}^2 \\
Z_1 &= 1.263 \text{ m} \quad (\text{di bawah garis air}) \\
P_{S1} &= 10 (T - Z) + P_o \times C_f \times (1 + Z / T) \\
&= 17.699 \text{ kN/m}^2 \\
Z_2 &= 2.15 \text{ m} \quad (\text{di atas garis air}) \\
P_{S2} &= 20 \times P_o \times C_f / (10 + Z - T) \\
&= 11.593 \text{ kN/m}^2
\end{aligned}$$

daerah $0.7 \leq x/L$ [F]

$$\begin{aligned}
P_O &= 5.826 \text{ kN/m}^2 \\
Z_1 &= 1.263 \text{ m} \quad (\text{di bawah garis air}) \\
P_{S1} &= 10 (T - Z) + P_o \times C_f \times (1 + Z / T) \\
&= 21.876 \text{ kN/m}^2 \\
Z_2 &= 2.15 \text{ m} \quad (\text{di atas garis air}) \\
P_{S2} &= 20 \times P_o \times C_f / (10 + Z - T) \\
&= 16.784 \text{ kN/m}^2
\end{aligned}$$

Rekapitulasi beban pada sisi kapal

A	20.59867	kN/m ²
M	17.6992	kN/m ²
	11.59314	kN/m ²
F	21.87599	kN/m ²
	16.7835	kN/m ²

diambil nilai maksimal, maka

$$P_s = 21.876 \text{ kN/m}^2$$

Beban pada dasar kapal (P_B)

$$P_B = 10 \cdot T + P_o \cdot C_F$$

daerah $0 \leq x/L < 0.2$ [A]

$$\begin{aligned}
P_B &= 10 \cdot T + P_o \cdot C_F \\
&= 31.351 \text{ kN/m}^2
\end{aligned}$$

daerah $0.2 \leq x/L < 0.7$ [M]

$$\begin{aligned}
P_B &= 10 \cdot T + P_o \cdot C_F \\
&= 26.826 \text{ kN/m}^2
\end{aligned}$$

daerah $0.7 \leq x/L$ [F]

$$\begin{aligned} P_B &= 10 \cdot T + P_O \cdot C_F \\ &= 29.434 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Rekapitulasi beban pada dasar kapal

A	31.351	kN/m ²
M	26.826	kN/m ²
F	29.434	kN/m ²

diambil nilai maksimal, maka

$$P_B = 31.351 \text{ kN/m}^2$$

Perbandingan beban sisi (P_S) dengan beban pada dasar kapal (P_B)

$$\begin{aligned} P_S &= 21.876 \text{ kN/m}^2 \\ P_B &= 31.351 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

diambil beban yang paling besar, maka beban maksimal pada hull

$$P = 31.351 \text{ kN/m}^2$$

Beban pada geladak cuaca (P_D)

$$\begin{aligned} P_D &= (P_O \times 20 \times T \times C_d) / ((10 + Z - T)H) \\ P_O &= 5.826 \text{ kN/m}^2 \\ H &= 2.7 \text{ m} \\ Z &= 2.7 \text{ m} \end{aligned}$$

daerah $0 \leq x/L < 0.2$ [A]

$$\begin{aligned} C_D &= 1.084 \\ P_D &= (5.83 \times 20 \times 2.10 \times 1.08) / ((10 + 2.70 - 2.10)2.70) \\ &= 9.269362 \end{aligned}$$

daerah $0.2 \leq x/L < 0.7$ [M]

$$\begin{aligned} C_D &= 1 \\ P_D &= (5.83 \times 20 \times 2.10 \times 1.00) / ((10 + 2.70 - 2.10)2.70) \\ &= 8.549027 \end{aligned}$$

daerah $0.7 \leq x/L$ [F]

$$\begin{aligned} C_D &= 0.633 \\ P_D &= (5.83 \times 20 \times 2.10 \times 0.63) / ((10 + 2.70 - 2.10)2.70) \\ &= 5.409107 \end{aligned}$$

Rekapitulasi beban pada geladak cuaca

A	9.269	kN/m ²
M	8.549	kN/m ²
F	5.409	kN/m ²

diambil nilai maksimal, maka

$$P_D = 9.269 \text{ kN/m}^2$$

Perhitungan Tebal Pelat

Jarak gading (a)

Jarak yang diukur dari pinggir mal ke pinggir mal gading.

$$\begin{aligned} L &= 25.920 \text{ m} \\ a_0 &= L/500 + 0.48 \text{ m} \quad (\text{BKI '89}) \\ &= 0.532 \text{ m} \\ a &= 0.6 \text{ m} \quad (\text{taken}) \end{aligned}$$

Tebal Pelat Minimum

$$\begin{aligned} t_{\min} &= (1.5 - 0.01 L) (L \cdot k)^{1/2} \quad ; \text{ untuk } L < 50 \text{ m} \\ &= 6.317122 \text{ mm} \quad \gg 7 \text{ mm} \end{aligned}$$

Tebal Pelat Alas

untuk 0.4 L amidship

$$t_{B1} = 1.9 \cdot n_f \cdot a \cdot (P_B \cdot k)^{1/2} + t_k \quad ; \text{ untuk } L < 90 \text{ m}$$

untuk 0.1 L di belakang AP dan 0.05 L di depan FP minimal:

$$t_{B2} = 1.21 \cdot a \cdot (P_B \cdot k)^{1/2} + t_k$$

dimana:

$$\begin{aligned} k &= \text{Faktor material berdasarkan BKI sec 2.B.2} \\ k &= 1 \\ n_f &= 1 \quad ; \text{ untuk konstruksi melintang} \\ n_f &= 0.83 \quad ; \text{ untuk konstruksi memanjang} \\ a &= 0.6 \quad ; \text{ jarak gading} \\ t_k &= 1.5 \quad ; \text{ untuk } t' < 10 \text{ mm} \\ t_k &= (0.1 \cdot t' / k^{1/2}) + 0.5 \quad ; t' > 10 \text{ mm (max 3mm)} \end{aligned}$$

daerah $0 \leq x/L < 0.2$ [A]

$$\begin{aligned} P_B &= 31.351 \text{ kN/m}^2 \\ t_{B1} &= 1.9 \times 1.00 \times 0.60 \times (31.35 \times 1.00)^{0.5} + t_k \\ &= 6.383 + t_k \\ &= 7.883 \text{ mm} \quad \gg 8 \text{ mm} \\ t_{B2} &= 1.21 \times 0.60 \times (31.35 \times 1.00)^{0.5} + t_k \\ &= 4.065 + t_k \\ &= 5.565 \text{ mm} \quad \gg 6 \text{ mm} \end{aligned}$$

jadi, t pada daerah $0 \leq x/L < 0.2$ [A]

$$t = 8 \text{ mm}$$

daerah $0.2 \leq x/L < 0.7$ [M]

$$\begin{aligned} P_B &= 26.826 \text{ kN/m}^2 \\ t_{B1} &= 1.9 \times 1.00 \times 0.60 \times (26.83 \times 1.00)^{0.5} + t_k \\ &= 5.904 + t_k \\ &= 7.404 \text{ mm} \quad \gg 8 \text{ mm} \\ t_{B2} &= 1.21 \times 0.60 \times (26.83 \times 1.00)^{0.5} + t_k \\ &= 3.760 + t_k \\ &= 5.260 \text{ mm} \quad \gg 6 \text{ mm} \end{aligned}$$

jadi, t pada daerah $0.2 \leq x/L < 0.7$ [M]

$$t = 8 \text{ mm}$$

daerah $0.7 \leq x/L$ [F]

$$P_B = 29.434 \text{ kN/m}^2$$

$$t_{B1} = 1.9 \times 1.00 \times 0.60 \times (29.43 \times 1.00)^{0.5} + t_k$$

$$= 6.185 + t_k$$

$$= 7.685 \text{ mm} \quad \gg \quad 8 \text{ mm}$$

$$t_{B2} = 1.21 \times 0.60 \times (29.43 \times 1.00)^{0.5} + t_k$$

$$= 3.939 + t_k$$

$$= 5.439 \text{ mm} \quad \gg \quad 6 \text{ mm}$$

jadi, t pada daerah $0.7 \leq x/L$ [F]

$$t = 8 \text{ mm}$$

Rekapitulasi tebal pelat alas

A	8	mm
M	8	mm
F	8	mm

diambil nilai t yang paling besar, maka

$$t = 8 \text{ kN/m}^2$$

Tebal Pelat Sisi

untuk 0.4 L amidship

$$t_{S1} = 1.9 \cdot n_f \cdot a \cdot (P_S \cdot k)^{1/2} + t_k \quad ; \text{ untuk } L < 90 \text{ m}$$

untuk 0.1 L di belakang AP dan 0.05 L di depan FP minimal:

$$t_{S2} = 1.21 \cdot a \cdot (P_S \cdot k)^{1/2} + t_k$$

daerah $0 \leq x/L < 0.2$ [A]

$$P_{S1} = 24.946 \text{ kN/m}^2$$

$$t_{S1} = 1.9 \times 1.00 \times 0.60 \times (24.95 \times 1.00)^{0.5} + t_k$$

$$= 5.694 + t_k$$

$$= 7.194 \text{ mm} \quad \gg \quad 8 \text{ mm}$$

$$t_{S2} = 1.21 \times 0.60 \times (24.95 \times 1.00)^{0.5} + t_k$$

$$= 3.626 + t_k$$

$$= 5.126 \text{ mm} \quad \gg \quad 6 \text{ mm}$$

$$P_{S2} = 20.599 \text{ kN/m}^2$$

$$t_{S1} = 1.9 \times 1.00 \times 0.60 \times (20.60 \times 1.00)^{0.5} + t_k$$

$$= 5.174 + t_k$$

$$= 6.674 \text{ mm} \quad \gg \quad 7 \text{ mm}$$

$$t_{S2} = 1.21 \times 0.60 \times (20.60 \times 1.00)^{0.5} + t_k$$

$$= 3.295 + t_k$$

$$= 4.795 \text{ mm} \quad \gg \quad 5 \text{ mm}$$

jadi, t pada daerah $0 \leq x/L < 0.2$ [A]

$$t = 8 \text{ mm}$$

daerah $0.2 \leq x/L < 0.7$ [M]

$$P_{S1} = 17.699 \text{ kN/m}^2$$

$$\begin{aligned}
t_{S1} &= 1.9 \times 1.00 \times 0.60 \times (17.70 \times 1.00)^{0.5} + t_k \\
&= 4.796 + t_k \\
&= 6.296 \text{ mm} \quad \gg \quad 7 \text{ mm} \\
t_{S2} &= 1.21 \times 0.60 \times (17.70 \times 1.00)^{0.5} + t_k \\
&= 3.054 + t_k \\
&= 4.554 \text{ mm} \quad \gg \quad 5 \text{ mm} \\
P_{S2} &= 11.593 \text{ kN/m}^2 \\
t_{S1} &= 1.9 \times 1.00 \times 0.60 \times (11.59 \times 1.00)^{0.5} + t_k \\
&= 3.882 + t_k \\
&= 5.382 \text{ mm} \quad \gg \quad 6 \text{ mm} \\
t_{S2} &= 1.21 \times 0.60 \times (11.59 \times 1.00)^{0.5} + t_k \\
&= 2.472 + t_k \\
&= 3.972 \text{ mm} \quad \gg \quad 4 \text{ mm}
\end{aligned}$$

jadi, t pada daerah $0.2 \leq x/L < 0.7$ [M]

$$t = 7 \text{ mm}$$

daerah $0.7 \leq x/L$ [F]

$$\begin{aligned}
P_{S1} &= 21.876 \text{ kN/m}^2 \\
t_{S1} &= 1.9 \times 1.00 \times 0.60 \times (21.88 \times 1.00)^{0.5} + t_k \\
&= 5.332 + t_k \\
&= 6.832 \text{ mm} \quad \gg \quad 7 \text{ mm} \\
t_{S2} &= 1.21 \times 0.60 \times (21.88 \times 1.00)^{0.5} + t_k \\
&= 3.396 + t_k \\
&= 4.896 \text{ mm} \quad \gg \quad 5 \text{ mm} \\
P_{S2} &= 16.784 \text{ kN/m}^2 \\
t_{S1} &= 1.9 \times 1.00 \times 0.60 \times (16.78 \times 1.00)^{0.5} + t_k \\
&= 4.670 + t_k \\
&= 6.170 \text{ mm} \quad \gg \quad 7 \text{ mm} \\
t_{S2} &= 1.21 \times 0.60 \times (16.78 \times 1.00)^{0.5} + t_k \\
&= 2.974 + t_k \\
&= 4.474 \text{ mm} \quad \gg \quad 5 \text{ mm}
\end{aligned}$$

jadi, t pada daerah $0.7 \leq x/L$ [F]

$$t = 7 \text{ mm}$$

Rekapitulasi tebal pelat sisi

A	8	mm
M	7	mm
F	7	mm

diambil nilai t yang paling besar, maka

$$t = 8 \text{ kN/m}^2$$

Tebal Pelat Geladak

Tebal pelat geladak ditentukan dari nilai terbesar dari formula berikut:

$$t_{E1} = 1.21 \cdot a \cdot (P_D \cdot k)^{1/2} + t_k$$

daerah $0 \leq x/L < 0.2$ [A]

$$\begin{aligned} P_D &= 9.269 \text{ kN/m}^2 \\ t_{E1} &= 1.21 \times 0.60 \times (9.27 \times 1.00)^{0.5} + t_k \\ &= 2.210 + t_k \\ &= 3.710 \text{ mm} \quad \gg \quad 4 \text{ mm} \end{aligned}$$

jadi, t pada daerah $0 \leq x/L < 0.2$ [A]

$$t = 4 \text{ mm}$$

daerah $0.2 \leq x/L < 0.7$ [M]

$$\begin{aligned} P_D &= 8.549 \text{ kN/m}^2 \\ t_{E1} &= 1.21 \times 0.60 \times (8.55 \times 1.00)^{0.5} + t_k \\ &= 2.123 + t_k \\ &= 3.623 \text{ mm} \quad \gg \quad 4 \text{ mm} \end{aligned}$$

jadi, t pada daerah $0.2 \leq x/L < 0.7$ [M]

$$t = 4 \text{ mm}$$

daerah $0.7 \leq x/L$ [F]

$$\begin{aligned} P_D &= 5.409 \text{ kN/m}^2 \\ t_{E1} &= 1.21 \times 0.60 \times (5.41 \times 1.00)^{0.5} + t_k \\ &= 1.688 + t_k \\ &= 3.188 \text{ mm} \quad \gg \quad 4 \text{ mm} \end{aligned}$$

jadi, t pada daerah $0.7 \leq x/L$ [F]

$$t = 4 \text{ mm}$$

Rekapitulasi tebal pelat geladak

A	4	mm
M	4	mm
F	4	mm

diambil nilai t yang paling besar, maka

$$t = 4 \text{ kN/m}^2$$

Rekapitulasi tebal pelat keseluruhan

	A	M	F	Diambil	Unit
Alas	8	8	8	8	mm
Sisi	8	7	7	8	mm
Geladak	4	4	4	4	mm

untuk memudahkan dalam perhitungan berat baja lambung kapal, maka tebal pelat yang digunakan untuk pembangunan kapal *catamaran fast ferry boat* ini adalah tebal pelat yang paling besar.

jadi,

$$t = 8 \text{ mm}$$

EQUIPMENT AND OUTFITTING

Kursi Penumpang

Jumlah kursi	=	180	unit	} Ekonomi
Panjang	=	0.8	m	
Lebar	=	0.5	m	
Berat 1 kursi	=	3	kg	
Berat total	=	540	kg	
	=	0.54	ton	

FERRY PASSENGER SEATS AUSTIN SEAT



Shown with Life Jacket bag

FEATURES

- + Interior Seat
- + Class Society Certified
- + USCG Certified
- + 500mm Width Between Arm Rests
- + 80mm Arm Rest Width (Standard)
- + Reclining Version: 106° to 124°
- + Full Reclining Version: 150°

OPTIONS

- + Life Jacket Bag Under Seat
- + Seat Track or Bolt Down Mounted
- + Head Rest Cover
- + Magazine Pouch
- + Arm Rest Pad
- + Other Options per Options Catalog

Part Numbers

Fixed Back : Austin-FB
Reclining Back : Austin-RB
Full Recline 150° : Austin-FR

Upholster Materials

- + Treated Fabric
- + PVC Synthetic Leather
- + Leather

Materials of Construction

- + Light Weight Aluminum Seat Frame, Beam, Legs, Track and Arm-Rests
- + Screws and Nuts Are 304 Stainless Steel

Jumlah kursi	=	60	unit	} VIP
Panjang	=	1	m	
Lebar	=	0.6	m	
Berat 1 kursi	=	4	kg	
Berat total	=	240	kg	
	=	0.24	ton	

FERRY PASSENGER SEATS RICHMOND SEAT



FEATURES

- + Interior Seat
- + Sleeper Seat
- + Backrest Adjustment: 135 Degrees
- + 500mm Width Between Arm Rests
- + 600mm Overall Width

OPTIONS

- + Video System
- + Light
- + Tray Table in Arm Rest

Part Numbers

Richmond Sleeper Seat

Upholster Materials

- + Treated Fabric
- + PVC Synthetic Leather
- + Leather

Materials of Construction

- + Aluminum Seat Frame
- + Aluminum Surround and Arm Rests
- + Screws and Nuts Are 304 Stainless Steel

Berat total kursi = 0.78 ton

Peralatan Keselamatan

● Life Raft

Life raft harus bisa menampung seluruh penumpang dan kru kapal

Jumlah penumpang dan kru kapal	=	250	orang
Kapasitas angkut 1 <i>life raft</i>	=	25	orang
<i>Life raft</i> yang dibutuhkan	=	12	buah
Total kapasitas <i>life raft</i>	=	300	orang
Berat 1 unit <i>life raft</i>	=	139	kg
Berat total <i>life raft</i>	=	1668	kg
	=	1.668	ton

THROW-OVERBOARD LIFERAFT



LIFERAFT TO

Throw-overboard liferafts are stored in containers on deck and inflate in the water when the painter line is pulled. Standard liferafts are available for: 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25 persons and even larger liferafts. The liferafts are approved by all international authorities and are fully MED approved. Available with Solas A or B emergency pack. Please specify flagstate and number of persons on board.

Packed in a cylindrical container.

Equipped with either a SOLAS A Pack (international trip) or SOLAS B Pack (short term voyage). (Please select appropriate option in the drop down box above).

MED and SOLAS approved.

25 person container dimensions:

Length: 1440mm

Diameter: 730mm

Weight with SOLAS A pack: 183kg

Weight with SOLAS B pack: 139kg

● Life Jacket

Life jacket harus bisa menampung seluruh penumpang dan kru kapal

Jumlah penumpang dan kru kapal	=	250	orang
<i>Life jacket</i> yang dibutuhkan	=	255	orang
Berat 1 unit <i>life jacket</i>	=	1	kg
Berat total <i>life jacket</i>	=	255	kg
	=	0.255	ton



Life Jacket

लाइफ जैकेट

Rs 1,500/Piece [Get Latest Price](#)

Minimum Order Quantity 5 Piece

Specifications:

- Weight: 1.000-1.200 kgs

- 4 Dimensions: length 132cms, width 67 cms

We hold expertise in manufacturing, trading, exporting and supplying an exclusive range of Life Jacket. This life jacket is designed from supreme quality unfinished material as per the

[View Complete Details](#)

[Contact Seller](#)

Ask for best deal

[Get Latest Price](#)

Request a quote

Peralatan Navigasi dan Perlengkapan Lain

Belum ditemukan formula tentang perhitungan peralatan navigasi, sehingga berat untuk peralatan navigasi diasumsikan yaitu

sebesar	=	750	kg
	=	0.75	ton

Hydraulic Suspension Components

1 Tinggi	=	1	m
Diameter	=	1	m
Volume	=	0.785714	m ³
ρ stainless steel	=	7480	kg/m ³
Berat	=	5877.143	kg
2 Tebal pelat	=	0.008	m
Panjang	=	4.5	m
Lebar	=	1.5	m
Volume	=	0.054	m ³
ρ baja	=	7850	kg/m ³
Berat	=	423.9	kg
3 Tinggi	=	1	m
Diameter	=	0.1	m
Volume	=	0.007857	m ³
ρ stainless steel	=	7480	kg/m ³
Berat	=	58.77143	kg

Perhitungan Berat Kapal (DWT dan LWT)

Berat Kapal DWT			
No	Item	Value	Unit
1	Berat Penumpang dan Barang Bawaan		
	Jumlah penumpang	240	persons
	Berat penumpang	75	kg/person
	Berat bagasi	25	kg/person
	Berat total penumpang	18000	kg
	Berat total bagasi penumpang	6000	kg
	Berat total	24000	kg
		24	ton
2	Berat Crew Kapal dan Barang Bawaan		
	Jumlah crew kapal	10	persons
	Berat crew kapal	75	kg/person
	Berat bagasi	25	kg/person
	Berat total crew kapal	750	kg
	Berat total bagasi crew kapal	250	kg
	Berat total	1000	kg
		1	ton
3	Berat Bahan Bakar (Fuel Oil) Mesin Induk	3.350	ton
4	Berat Minyak Pelumas (Lube Oil)	0.011	ton
5	Berat Bahan Bakar (Diesel Oil) Generator Set	0.112	ton
6	Berat Air Tawar (Fresh Water)	11.21	ton
7	Berat Air Kotor (Sewage)	0.625	ton

Total Berat DWT			
No	Komponen Berat Kapal Bagian DWT	Value	Unit
1	Berat Penumpang dan Bagasi	24	ton
2	Berat Crew Kapal dan Bagasi	1	ton
3	Berat Bahan Bakar (Fuel Oil) Mesin Induk	3.35	ton
4	Berat Minyak Pelumas (Lube Oil)	0.011	ton
5	Berat Bahan Bakar (Diesel Oil) Generator Set	0.11	ton
6	Berat Air Tawar (Fresh Water)	11.21	ton
7	Berat Air Kotor (Sewage)	0.625	ton
	Total	40.31	ton

Berat Kapal LWT			
No	Item	Value	Unit
1	Berat Lambung (hull) Kapal		
	<i>Dari software Maxsurf Pro & Autocad, didapatkan luasan permukaan lambung kapal</i>		
	Luas dua lambung	339838000	mm ²
		339.838	m ²
	Luasan transom bagian belakang	5283900	mm ²
		5.2839	m ²
	Total luasan lambung kapal	345.1219	m ²
	Tebal pelat lambung	8	mm
		0.008	m
	Volume = luas x tebal	2.7609752	m ³
	ρ baja	7850	kg/m ³
	Berat total	21673.65532	kg
	21.67365532	ton	
2	Berat Geladak (deck) Kapal		
	<i>Dari software Maxsurf Pro & Autocad, didapatkan luasan permukaan lambung kapal</i>		
	Luas geladak tiap lambung	61340200	mm ²
		61.3402	m ²
	Luasan geladak dua lambung	122.6804	m ²
	Luas demihull	177073300	mm ²
		177.0733	m ²
	Total luasan geladak kapal	299.7537	m ²
	Tebal pelat geladak	8	mm
		0.008	m
	Volume = luas x tebal	2.3980296	m ³
	ρ baja	7850	kg/m ³
Berat total	18824.53236	kg	
	18.82453236	ton	
3	Berat Bangunan Atas Kapal		
	Luas permukaan dinding <i>main deck</i>	137.5	m ²
	Luas permukaan dinding <i>upper deck</i>	110	m ²
	Luas permukaan total	247.5	m ²
	Tebal pelat bangunan atas	8	m
	Volume = luas x tebal	1.98	m ³
	ρ baja	7850	kg/m ³
Berat total	15543	kg	
	15.543	ton	

4	Berat Konstruksi Lambung Kapal		
	<i>Berat konstruksi lambung kapal menurut pengalaman empiris</i>		
	<i>20% - 25% dari berat logam lambung kapal (diambil 25%)</i>		
	Berat baja lambung + geladak kapal	40.49818768	ton
	25% dari berat baja kapal	10.12454692	ton
	Berat total	10.12454692	ton
5	Berat Konstruksi Bangunan Atas Kapal		
	<i>Berat konstruksi bangunan atas menurut pengalaman empiris</i>		
	<i>20% - 25% dari berat logam bangunan atas (diambil 25%)</i>		
	Berat baja bangunan atas	15.543	ton
	25% dari berat baja bangunan atas	3.88575	ton
	Berat total	3.88575	ton
6	Berat Railing		
	<i>Panjang railing didapatkan dari pengukuran railing dari rancangan umum</i>		
	<i>material railing menggunakan pipa aluminium dengan tebal 3 mm</i>		
	Panjang railing	20	m
	Diameter pipa	0.05	m
	Tebal pipa	0.003	m
	Luas permukaan railing	3.141592654	m ²
	Volume = luas x tebal	0.009424778	m ³
	ρ aluminium	2700	kg/m ³
	Berat total	0.0254469	ton
7	Berat Tiang Penyangga		
	<i>Tiang Penyangga dipasang di setiap jarak gading besar</i>		
	<i>material tiang menggunakan pipa aluminium dengan tebal 3 mm</i>		
	Tinggi Tiang	2	m
	Jumlah Tiang	9	m
	Diameter Pipa	0.05	m
	Tebal pipa	0.003	m ²
	Luas permukaan tiang	2.827433388	m ³
	Volume = luas x tebal	0.0084823	m ³
ρ aluminium	2700	kg/m ³	
	Berat total	0.02290221	ton
8	Equipment & Outfitting		
	Berat total kursi penumpang	0.78	ton
	Berat total <i>life raft</i>	1.668	ton
	Berat total <i>life jacket</i>	0.255	ton
	Berat total peralatan navigasi&perkap lain	0.75	ton
	Berat total	3.453	ton

9	Berat Hydraulic Suspension		
	Komponen 1	5.877	ton
	Jumlah	2	
	Berat	11.754	ton
	Komponen 2	0.4239	ton
	Jumlah	2	
	Berat	0.8478	ton
	Komponen 3	0.058771429	ton
	Jumlah	4	
	Berat	0.235085714	ton
	Berat total	12.837	ton
10	Berat Main Engine		
	<i>Diambil dari katalog</i>		
	Jumlah main engine	2	ton
	Berat main engine	0.905	ton
	Berat total	1.81	ton
11	Berat Waterjet		
	<i>Diambil dari katalog</i>		
	Jumlah waterjet	2	ton
	Berat waterjet	3.29	ton
	Berat total	6.58	ton
12	Berat Auxiliary Engine		
	<i>Diambil dari katalog</i>		
	Jumlah auxiliary engine	2	ton
	Berat auxiliary engine	4.209	ton
	Berat total	8.418	ton
13	Berat Generator Set		
	<i>Diambil dari katalog</i>		
	Jumlah generator set	1	ton
	Berat generator set	1.348	ton
	Berat total	1.348	ton

Total Berat LWT			
No	Komponen Berat Kapal Bagian LWT	Value	Unit
1	Berat Lambung (<i>hull</i>) Kapal	21.674	ton
2	Berat Geladak (<i>deck</i>) Kapal	18.825	ton
3	Berat Bangunan Atas Kapal	15.543	ton
4	Berat Konstruksi Lambung Kapal	10.125	ton
5	Berat Konstruksi Bangunan Atas Kapal	3.886	ton
6	Berat <i>Railing</i>	0.025	ton
7	Berat Tiang Penyangga	0.023	ton
8	<i>Equipment & Outfitting</i>	3.453	ton
9	Berat <i>Hydraulic Suspension</i>	12.837	ton
10	Berat <i>Main Engine</i>	1.810	ton
11	Berat <i>Waterjet</i>	6.580	ton
12	Berat <i>Auxiliary Engine</i>	8.418	ton
13	Berat <i>Generator Set</i>	1.348	ton
Total		104.546	ton

Total Berat Kapal (DWT + LWT)			
No	Komponen Berat Kapal	Value	Unit
1	Berat Kapal Bagian DWT	40.310	ton
2	Berat Kapal Bagian LWT	104.546	ton
Total		144.856	ton

Batasan Kapasitas Kapal Sesuai Hukum Archimedes			
No	Komponen Berat Kapal	Value	Unit
1	Displacement	157.60	ton
2	DWT	40.310	ton
3	LWT	104.546	ton
4	DWT + LWT	144.856	ton
Selisih		12.744	ton
		8.09%	(2% ~ 10%)

Titik Berat Kapal

Suspensi Off

Ukuran Utama		
LPP	=	27.00 m
LWL	=	27.00 m
B	=	11.00 m
B ₁	=	2.50 m
H	=	3.90 m
T	=	2.10 m
S	=	6.00 m
Δ	=	157.60 ton
LCB	=	-2.450 m (dari midship)
C _B	=	0.54
V _{max}	=	18.004 m/s

Titik Berat Hull

Ref : Parmetric ship design chapter 11, Watson dan Gilfilan hal 11-22

Berat lambung	=	21673.66	kg
LCG lambung	=	-0.25 + LCB	
	=	-2.70	m (dari midship)
VCG lambung	=	0.01D (46.6 + 0.135(0.81 – CB). (L/D) ²) + 0.008D(L/B – 6.5)	
	=	1.880018	m (dari baseline)

LWT								
HULL			DECK			CONSTRUCTION		
Berat	LCG	VCG	Berat	LCG	VCG	Berat	LCG	VCG
[kg]	[m]	[m]	[kg]	[m]	[m]	[kg]	[m]	[m]
21673.66	-2.70	1.88	18824.53	-0.239	3.90	10124.55	-2.70	1.88

BANGUNAN ATAS			MAIN ENGINE			WATER JET		
Berat	LCG	VCG	Berat	LCG	VCG	Berat	LCG	VCG
[kg]	[m]	[m]	[kg]	[m]	[m]	[kg]	[m]	[m]
19428.75	-3.17	7.2	1810	-8.41	1.06	6580	-12.75	0.65

RAILING			TIANG PENYANGGA			EQUIPMENT		
Berat	LCG	VCG	Berat	LCG	VCG	Berat	LCG	VCG
[kg]	[m]	[m]	[kg]	[m]	[m]	[kg]	[m]	[m]
25.4469	-3.00	6.5	22.90221	-3.00	6.5	3453	-3.15	6.5

AUX ENGINE			EMERGENCY GENSET			HYDRAULIC SUSPENSION		
Berat	LCG	VCG	Berat	LCG	VCG	Berat	LCG	VCG
[kg]	[m]	[m]	[kg]	[m]	[m]	[kg]	[m]	[m]
8418	-5.56	1	1348	-12.84	4.38	12837.17	7.20	3.40

TOTAL LWT		
Berat	LCG	VCG
104546	-2.23546	3.443446

DWT					
PENUMPANG			CREW		
Berat	LCG	VCG	Berat	LCG	VCG
[kg]	[m]	[m]	[kg]	[m]	[m]
24000	-5.50	5.865	1000	3.5	6.95

FRESH WATER			SEWAGE		
Berat	LCG	VCG	Berat	LCG	VCG
[kg]	[m]	[m]	[kg]	[m]	[m]
11212.05	-12.50	6.6	625	-12.50	6.6

FUEL OIL			LUBE OIL			DIESEL OIL		
Berat	LCG	VCG	Berat	LCG	VCG	Berat	LCG	VCG
[kg]	[m]	[m]	[kg]	[m]	[m]	[kg]	[m]	[m]
3349.836	-3.00	1.12	11.16612	-5.04	1.12	112.1046	-3.00	1.12

TOTAL DWT		
Berat	LCG	VCG
40310.16	7.163433	5.698921

BERAT TOTAL			DISPLACEMENT			SELISIH		CHECK DISPLACEMENT
[kg]	LCG	VCG	[kg]	LCB	VCB	[kg]	%	OK
	[m]	[m]		[m]	[m]			
144856.2	0.380034	4.071093	157600	-2.450	1.317	12743.83	8.09%	

Titik Berat Kapal

Suspensi On

Ukuran Utama		
LPP	=	27.00 m
LWL	=	27.00 m
B	=	11.00 m
B ₁	=	2.50 m
H	=	3.90 m
T	=	2.10 m
S	=	6.00 m
Δ	=	157.60 ton
LCB	=	-2.450 m (dari midship)
C _B	=	0.54
V _{max}	=	18.004 m/s

Titik Berat Hull

Ref : Parmetric ship design chapter 11, Watson dan Gilfilan hal 11-22

Berat lambung	=	21673.66	kg
LCG lambung	=	-0.25 + LCB	
	=	-2.70	m (dari midship)
VCG lambung	=	0.01D (46.6 + 0.135(0.81 – CB). (L/D) ²) + 0.008D(L/B – 6.5)	
	=	1.880018	m (dari baseline)

LWT								
HULL			DECK			CONSTRUCTION		
Berat	LCG	VCG	Berat	LCG	VCG	Berat	LCG	VCG
[kg]	[m]	[m]	[kg]	[m]	[m]	[kg]	[m]	[m]
21673.66	-2.70	1.88	18824.53	-0.239	4.90	10124.55	-2.70	1.88

BANGUNAN ATAS			MAIN ENGINE			WATER JET		
Berat	LCG	VCG	Berat	LCG	VCG	Berat	LCG	VCG
[kg]	[m]	[m]	[kg]	[m]	[m]	[kg]	[m]	[m]
19428.75	-3.17	8.2	1810	-8.41	1.06	6580	-12.75	0.65

RAILING			TIANG PENYANGGA			EQUIPMENT		
Berat	LCG	VCG	Berat	LCG	VCG	Berat	LCG	VCG
[kg]	[m]	[m]	[kg]	[m]	[m]	[kg]	[m]	[m]
25.4469	-3.00	7.5	22.90221	-3.00	7.5	3453	-3.15	7.5

AUX ENGINE			EMERGENCY GENSET			HYDRAULIC SUSPENSION		
Berat	LCG	VCG	Berat	LCG	VCG	Berat	LCG	VCG
[kg]	[m]	[m]	[kg]	[m]	[m]	[kg]	[m]	[m]
8418	-5.56	1	1348	-12.84	5.38	12837.17	7.20	3.40

TOTAL LWT		
Berat	LCG	VCG
104546	-2.23546	3.85573

DWT					
PENUMPANG			CREW		
Berat	LCG	VCG	Berat	LCG	VCG
[kg]	[m]	[m]	[kg]	[m]	[m]
24000	-5.50	6.865	1000	3.5	7.95

FRESH WATER			SEWAGE		
Berat	LCG	VCG	Berat	LCG	VCG
[kg]	[m]	[m]	[kg]	[m]	[m]
11212.05	-12.50	7.6	625	-12.50	7.6

FUEL OIL			LUBE OIL			DIESEL OIL		
Berat	LCG	VCG	Berat	LCG	VCG	Berat	LCG	VCG
[kg]	[m]	[m]	[kg]	[m]	[m]	[kg]	[m]	[m]
3349.836	-3.00	1.12	11.16612	-5.04	1.12	112.1046	-3.00	1.12

TOTAL DWT		
Berat	LCG	VCG
40310.16	7.163433	6.612762

BERAT TOTAL			DISPLACEMENT			SELISIH		CHECK DISPLACEMENT
[kg]	LCG	VCG	[kg]	LCB	VCB	[kg]	%	OK
	[m]	[m]		[m]	[m]			
144856.2	0.380034	4.622949	157600	-2.450	1.317	12743.83	8.09%	

Perhitungan Lambung Timbul

Kapal penyeberangan katamaran merupakan kapal dengan panjang lebih dari 24 m. Sehingga untuk menghitung lambung timbul menggunakan ketentuan Internasional Convention on Load Lines (ICLL) 1966.

Input Data		
L_{pp}	=	27.00 m
L_{WL}	=	27.00 m
B	=	11.00 m
H	=	3.90 m
T	=	2.10 m
B_1	=	2.50 m
V	=	153.756
$D_{moulded}$	=	3.9 m
$0.85 D_{moulded}$	=	3.315 m
C_B	=	0.54235

Tipe Kapal

(ICLL) International Convention on Load Lines - Chapter 3, Regulation 27 menyebutkan:

Kapal Tipe A adalah:

- Kapal yang didesain untuk mengangkut kargo curah cair
- Kapal yang memiliki kekokohan tinggi pada geladak terbuka
- Kapal yang memiliki tingkat permeabilitas rendah pada ruang muat

Kapal Tipe B adalah selain kapal Tipe A.

Sehingga kapal penyeberangan katamaran termasuk kapal Tipe B

Lambung Timbul (ICLL Chapter 3, Reg. 28, Freeboard Table for Type B Ships)

Table 28.2 Freeboard table for type 'B' ships

Length of ship (m)	Freeboard (mm)	Length of ship (m)	Freeboard (mm)	Length of ship (m)	Freeboard (mm)
24	200	70	721	116	1609
25	208	71	738	117	1630
26	217	72	754	118	1651
27	225	73	769	119	1671
28	233	74	784	120	1690
29	242	75	800	121	1709
30	250	76	816	122	1729

$$Fb_1 = 225 \text{ mm} \quad \text{Untuk kapal dengan } L = 27 \text{ m}$$

$$Fb_1 = 22.5 \text{ cm}$$

$$= 0.225 \text{ m}$$

Untuk kapal Tipe B dengan panjang dibawah 108 meter, tinggi freeboard ditambah 50 mm

(ICLL) International Convention on Load Lines - Chapter 3, Regulation 27

$$Fb_2 = 275 \text{ mm}$$

$$0.275 \text{ m}$$

Koreksi

Coefficient Block

Koreksi C_B hanya untuk kapal dengan $C_B > 0.68$

$$C_B = 0.54235$$

(Tidak ada koreksi)

Depth

$$L / 15 = 1.8$$

$$D = 3.9$$

$D > L / 15$; maka ada koreksi depth

$$F_b = R \cdot (D - (L/15))$$

$$R = L / 0.48 \quad ; \text{Practical Ship Design pg. 309}$$

$$R = 56.25$$

$$F_b = 118.125 \text{ mm} = 0.118125 \text{ m}$$

$$F_{b3} = 0.393125 \text{ m}$$

Koreksi lambung timbul untuk kapal dibawah 100 meter

ICLL Chapter 3, Reg. 29

Correction to the Freeboard for Ships under 100 metres (328 feet) in length

E = panjang efektif bangunan atas

$$\text{Koreksi} = 7.5(100-L)(0.35-(E/L)) \text{ millimetres}$$

$$= -376.15 \text{ mm}$$

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

$$\text{Sehingga, koreksi pengurangan lambung timbul bangunan atas} = -0.376 \text{ m}$$

Total Lambung Timbul

$$F_b' = F_{b3} - \text{Koreksi lambung timbul kapal dibawah 100 m}$$

$$= 0.769 \text{ m}$$

Batasan

Lambung timbul sebenarnya

$$F_b = H - T$$

$$= 1.80 \text{ m}$$

Lambung timbul sebenarnya harus lebih besar daripada yang disyaratkan

Kondisi = Diterima

Lambung Timbul	Nilai	Satuan
Lambung Timbul yang Disyaratkan	0.769	m
Lambung Timbul Sebenarnya	1.80	m
Kondisi	Diterima	

Perhitungan Tonase

(According to: International Convention Tonnage Measurement 1969)

Input Data

H	=	3.90 m	
T	=	2.10 m	
V _{DH}	=	63.36 m ³	
∇	=	153.756 m ³	
Z _c	=	10 orang	
N ₁	=	240 orang	; asumsi jumlah penumpang dalam kabin
N ₂	=	230 orang	

Gross Tonnage

$$\begin{aligned}V_U &= \nabla \cdot \left(1.25 \cdot \frac{H}{T} \right) - 0.115) && \text{; volume geladak di bawah geladak cuaca} \\ &= 339.2518 \text{ m}^3 \\ V_H &= V_{DH} && \text{; volume ruang tertutup di bawah geladak cuaca} \\ &= 63.36 \text{ m}^3 \\ V &= V_U + V_H && \text{; total volume ruang tertutup} \\ &= 402.6118 \text{ m}^3 \\ K_1 &= 0.2 + 0.02 \cdot \log_{10} V \\ &= 0.252098 \\ GT &= V \cdot K_1 \\ &= 101.4975 \text{ GT}\end{aligned}$$

Net Tonnage

$$\begin{aligned}V_{R'} &= 755.7 \text{ m}^3 && \text{; total volume ruang muat} \\ K_2 &= 0.2 + 0.02 \cdot \log_{10} V_{R'} \\ &= 0.257567 \\ K_3 &= 1.25 \frac{GT+10000}{10000} \\ &= 1.252834 \\ a &= K_2 \cdot V_{R'} \cdot \left(\frac{4 \cdot T}{3 \cdot H} \right)^2 \\ &= 100.329 \\ \text{Jadi,} & a \geq 0.25 \cdot GT && \text{Accepted} && 0.25 \text{ GT} = 25.37438 \\ NT &= a + K_3 \cdot \left(N_1 \cdot \frac{N_1}{10} \right) \\ &= 7316.654 \text{ NT} \\ \text{Jadi,} & NT \geq 0.30 \cdot GT && \text{Accepted} && 0.30 \text{ NT} = 2194.996\end{aligned}$$

Perhitungan Trim

Perhitungan trim dilakukan dengan menggunakan software Maxsurf Stability Enterprise dan dibandingkan dengan beberapa batasan berikut ;

Ukuran Utama		
L_{WL}	=	27.00 m
T	=	2.10 m
H	=	3.90 m
B	=	11.00 m
B1	=	2.50 m
∇	=	153.76 m ³
C_B	=	0.542
C_M	=	0.700
C_P	=	0.775
C_{WP}	=	0.846
KG	=	4.071 m
LCG	=	0.380 m
LCB	=	-2.450 m

Batasan Trim

Trim Maksimal menurut SOLAS *Chapter II-1, Part B-1, Regulasi 5-1*

$$\pm 0.5\% \cdot L_{WL} = 0.135 \text{ m}$$

Perhitungan Trim Menurut *Maxsurf Stability Enterprise*

$$\text{Trim} = 0.13 \text{ m}$$

Kondisi Trim	=	Trim Buritan
Kesimpulan	=	<i>Accepted</i>

Load Case

Load Cases	Passengers (%)	Consumables (%)
A1 (berangkat)	100	100
B1 (tengah jalan)	100	50
C1 (sampai)	100	10
A2	50	100
B2	50	50
C2	50	10
A3	10	100
B3	10	50
C3	10	10

Perhitungan Stabilitas

Code on Intact Stability

The Code on Intact Stability, IMO Resolution A.749(18), consolidates several previous stability regulations (IMO, 1995). The code contains regulations concerning all cargo ships exceeding 24 m in length with additional special rules for:

- cargo ships carrying timber deck cargo
- cargo ships carrying grain in bulk
- container ships
- passenger ships
- fishing vessels
- special purpose ships
- offshore supply vessels
- mobile offshore drilling units
- pontoons
- dynamically supported craft

The main design criteria of the code are:

- General intact stability criteria for all ships:
 1. $e_{0,30^\circ} \geq 0.055$ m-rad; $e_{0,30^\circ}$ is the area under the static stability curve to 30°
 $e_{0,40^\circ} \geq 0.09$ m-rad; corresponding area up to 40°
 $e_{30,40^\circ} \geq 0.03$ m-rad; corresponding area between 30° and 40° .
 If the angle of flooding ϕ_f is less than 40° , ϕ_f instead of 40° is to be used in the above rules.
 2. $h_{30^\circ} \geq 0.20$ m; h_{30° is the righting lever at 30° heel.
 3. The maximum righting lever must be at an angle $\phi \geq 25^\circ$.
 4. The initial metacentric height $\overline{GM}_0 \geq 0.15$ m.

Code		Criteria	Value	Units
IMO A.749 (18) Code on Intact Stability	Chapter 3 - Design Criteria Applicable to All Ships	3.1.2.1: Area 0 to 30 shall not be less than	3.1513	m.deg
		3.1.2.1: Area 0 to 40 shall not be less than	5.1566	m.deg
		3.1.2.1: Area 30 to 40 shall not be less than	1.7189	m.deg
		3.1.2.2: Max GZ at 30 or shall not be less than	0.2	m
		3.1.2.4: Initial GMT shall not be less than	0.15	m
		3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium shall not be greater than	10	deg

HSC Code 2000 on Intact Stability	Annex 7 - High-Speed Craft Code for Multihull	1.1: Area from 0 to 30 shall not be less than	3.1513	m.deg
		1.2: Angle of maximum GZ shall not be less than	10	deg
		1.5: HTL: Area between GZ and HA for H _{pc} + H _w	1.6043	m.deg
		3.2.1: HL1: Angle of equilibrium for wind heeling	16	deg

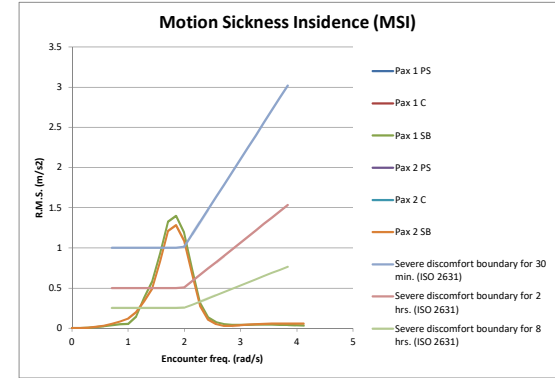
No.	Load Case		3.1.2.1 (m.deg)	3.1.2.1 (m.deg)	3.1.2.1 (m.deg)	3.1.2.2 (m)	3.1.2.4 (m)	3.1.2.5 (deg)	Status
	Penumpang	Consumables							
1	100%	100%	58.21	78.94	20.73	2.419	11.78	2.80	Pass
2	100%	50%	59.46	78.49	19.03	2.29	12.27	2.90	Pass
3	100%	10%	60.49	78.08	17.59	2.17	12.71	3.00	Pass
4	50%	100%	63.18	83.56	20.37	2.41	12.89	2.90	Pass
5	50%	50%	64.83	83.44	18.62	2.27	13.52	3.00	Pass
6	50%	10%	65.90	83.27	17.37	2.17	14.01	3.00	Pass
7	10%	100%	67.92	88.10	20.18	2.41	13.93	2.90	Pass
8	10%	50%	68.52	87.48	18.97	2.31	14.62	3.00	Pass
9	10%	10%	68.59	86.69	18.10	2.24	15.20	3.00	Pass

No.	Load Case		1.1 (m.deg)	1.2 (deg)	1.5 (m.deg)	3.2.1 (deg)	Status
	Penumpang	Consumables					
1	100%	100%	46.95	25.50	18.89	1.20	Pass
2	100%	50%	34.82	20.00	19.59	1.30	Pass
3	100%	10%	33.59	19.10	20.17	1.30	Pass
4	50%	100%	36.81	20.00	20.86	1.30	Pass
5	50%	50%	35.82	19.10	21.70	1.30	Pass
6	50%	10%	36.95	19.10	22.30	1.30	Pass
7	10%	100%	37.12	19.10	22.68	1.30	Pass
8	10%	50%	38.21	19.10	23.16	1.30	Pass
9	10%	10%	36.20	18.20	23.42	1.30	Pass

Tingkat Kenyamanan

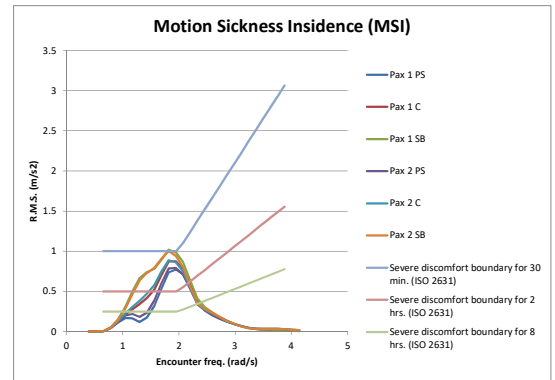
30 kn; 0 deg.; Pierson Moskowitz; 5.589 s, 1.25 m (Suspension off)

No.	Encounter freq. (rad/s)	Pax 1 PS (m/s ²)	Pax 1 C (m/s ²)	Pax 1 SB (m/s ²)	Pax 2 PS (m/s ²)	Pax 2 C (m/s ²)	Pax 2 SB (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	0.004	0	0	0	0	0	0	--	--	--	--	--	--	--	
2	0.146	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	--	--	--	--	--	--	--	
3	0.288	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	--	--	--	--	--	--	--	
4	0.43	0.013	0.013	0.013	0.015	0.015	0.015	--	--	--	--	--	--	--	
5	0.572	0.024	0.024	0.024	0.032	0.032	0.032	--	--	--	--	--	--	--	
6	0.714	0.038	0.038	0.038	0.056	0.056	0.056	1	0.5	0.25	0.316	0.474	0.703	1.157	Nyaman
7	0.856	0.05	0.05	0.05	0.084	0.084	0.084	1	0.5	0.25	0.224	0.336	0.483	0.779	Nyaman
8	0.998	0.053	0.053	0.053	0.121	0.121	0.121	1	0.5	0.25	0.219	0.328	0.458	0.76	Nyaman
9	1.14	0.145	0.145	0.145	0.198	0.198	0.198	1	0.5	0.25	0.215	0.32	0.433	0.741	Nyaman
10	1.282	0.379	0.379	0.379	0.335	0.335	0.335	1	0.5	0.25	0.213	0.317	0.416	0.733	Nyaman
11	1.424	0.379	0.379	0.379	0.489	0.489	0.489	1	0.5	0.25	0.223	0.331	0.438	0.778	Tidak Nyaman
12	1.566	0.929	0.929	0.929	0.829	0.829	0.829	1	0.5	0.25	0.238	0.358	0.473	0.834	Tidak Nyaman
13	1.708	1.326	1.326	1.326	1.213	1.213	1.213	1	0.5	0.25	0.26	0.393	0.522	0.897	Tidak Nyaman
14	1.851	1.399	1.399	1.399	1.284	1.284	1.284	1	0.5	0.25	0.287	0.432	0.583	0.964	Tidak Nyaman
15	1.993	1.191	1.191	1.191	1.093	1.093	1.093	1.014	0.507	0.254	0.322	0.48	0.648	1.047	Tidak Nyaman
16	2.135	0.743	0.743	0.743	0.676	0.676	0.676	1.169	0.586	0.293	0.363	0.543	0.727	1.162	Tidak Nyaman
17	2.277	0.317	0.317	0.317	0.278	0.278	0.278	1.323	0.665	0.333	0.411	0.619	0.822	1.315	Nyaman
18	2.419	0.137	0.137	0.137	0.108	0.108	0.108	1.477	0.744	0.372	0.458	0.694	0.917	1.467	Nyaman
19	2.561	0.078	0.078	0.078	0.053	0.053	0.053	1.632	0.823	0.412	0.527	0.792	1.047	1.646	Nyaman
20	2.703	0.051	0.051	0.051	0.03	0.03	0.03	1.786	0.902	0.451	0.638	0.934	1.246	1.878	Nyaman
21	2.845	0.042	0.042	0.042	0.029	0.029	0.029	1.94	0.981	0.491	0.748	1.076	1.445	2.111	Nyaman
22	2.987	0.041	0.041	0.041	0.037	0.037	0.037	2.095	1.06	0.53	0.859	1.217	1.645	2.343	Nyaman
23	3.129	0.042	0.042	0.042	0.044	0.044	0.044	2.249	1.139	0.569	0.97	1.359	1.844	2.576	Nyaman
24	3.271	0.043	0.043	0.043	0.049	0.049	0.049	2.403	1.218	0.609	1.161	1.594	2.164	3.071	Nyaman
25	3.413	0.044	0.044	0.044	0.053	0.053	0.053	2.557	1.297	0.648	1.361	1.837	2.497	3.591	Nyaman
26	3.555	0.043	0.043	0.043	0.056	0.056	0.056	2.712	1.376	0.688	1.56	2.081	2.829	4.112	Nyaman
27	3.697	0.042	0.042	0.042	0.057	0.057	0.057	2.866	1.455	0.727	1.76	2.325	3.161	4.632	Nyaman
28	3.839	0.039	0.039	0.039	0.057	0.057	0.057	3.02	1.534	0.767	--	--	--	--	
29	3.981	0.037	0.037	0.037	0.057	0.057	0.057	--	--	--	--	--	--	--	
30	4.123	0.034	0.034	0.034	0.056	0.056	0.056	--	--	--	--	--	--	--	



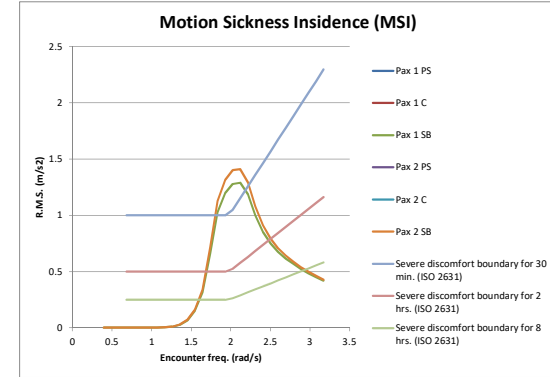
30 kn; 90 deg.; Pierson Moskowitz; 5.589 s, 1.25 m (Suspension off)

No.	Encounter freq. (rad/s)	Pax 1 PS (m/s ²)	Pax 1 C (m/s ²)	Pax 1 SB (m/s ²)	Pax 2 PS (m/s ²)	Pax 2 C (m/s ²)	Pax 2 SB (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	0	0	0	0	--	--	--	--	--	--	--	
2	0.529	0	0	0	0	0	0	--	--	--	--	--	--	--	
3	0.658	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	1	0.5	0.25	0.366	0.549	0.821	1.363	Nyaman
4	0.787	0.045	0.047	0.052	0.048	0.048	0.051	1	0.5	0.25	0.252	0.378	0.553	0.894	Nyaman
5	0.916	0.113	0.123	0.151	0.126	0.129	0.145	1	0.5	0.25	0.222	0.333	0.472	0.771	Nyaman
6	1.044	0.168	0.207	0.304	0.201	0.222	0.284	1	0.5	0.25	0.218	0.326	0.445	0.753	Nyaman
7	1.173	0.163	0.279	0.506	0.219	0.307	0.47	1	0.5	0.25	0.214	0.319	0.427	0.736	Tidak Nyaman
8	1.302	0.12	0.343	0.668	0.186	0.384	0.636	1	0.5	0.25	0.214	0.319	0.419	0.739	Tidak Nyaman
9	1.431	0.178	0.419	0.742	0.237	0.47	0.731	1	0.5	0.25	0.224	0.332	0.439	0.78	Tidak Nyaman
10	1.56	0.322	0.525	0.782	0.387	0.58	0.792	1	0.5	0.25	0.237	0.357	0.471	0.832	Tidak Nyaman
11	1.689	0.531	0.701	0.894	0.599	0.748	0.907	1	0.5	0.25	0.256	0.387	0.514	0.888	Tidak Nyaman
12	1.818	0.738	0.873	1.021	0.784	0.89	1.005	1	0.5	0.25	0.281	0.423	0.569	0.948	Tidak Nyaman
13	1.947	0.773	0.875	0.987	0.789	0.86	0.94	1	0.5	0.25	0.31	0.464	0.627	1.018	Tidak Nyaman
14	2.076	0.717	0.785	0.865	0.71	0.75	0.8	1.105	0.554	0.277	0.344	0.511	0.687	1.099	Tidak Nyaman
15	2.204	0.556	0.588	0.635	0.526	0.535	0.557	1.245	0.625	0.313	0.387	0.58	0.774	1.237	Nyaman
16	2.333	0.366	0.38	0.413	0.342	0.343	0.357	1.385	0.697	0.348	0.43	0.649	0.86	1.375	Nyaman
17	2.462	0.266	0.277	0.306	0.269	0.272	0.287	1.525	0.768	0.384	0.473	0.718	0.946	1.513	Nyaman
18	2.591	0.206	0.216	0.239	0.224	0.227	0.237	1.665	0.84	0.42	0.551	0.823	1.089	1.695	Nyaman
19	2.72	0.161	0.168	0.185	0.18	0.18	0.186	1.805	0.912	0.456	0.651	0.951	1.27	1.907	Nyaman
20	2.849	0.124	0.129	0.139	0.137	0.135	0.138	1.945	0.983	0.492	0.752	1.08	1.451	2.118	Nyaman
21	2.978	0.093	0.097	0.103	0.099	0.096	0.096	2.085	1.055	0.527	0.852	1.209	1.632	2.329	Nyaman
22	3.107	0.068	0.07	0.073	0.068	0.066	0.064	2.225	1.127	0.563	0.953	1.337	1.813	2.54	Nyaman
23	3.236	0.049	0.049	0.05	0.047	0.045	0.043	2.365	1.198	0.599	1.112	1.533	2.082	2.941	Nyaman
24	3.364	0.035	0.034	0.034	0.037	0.035	0.034	2.505	1.27	0.635	1.293	1.754	2.383	3.414	Nyaman
25	3.493	0.029	0.026	0.027	0.035	0.034	0.033	2.645	1.342	0.671	1.474	1.975	2.685	3.886	Nyaman
26	3.622	0.026	0.023	0.024	0.035	0.034	0.033	2.785	1.413	0.707	1.655	2.197	2.986	4.359	Nyaman
27	3.751	0.024	0.021	0.021	0.033	0.032	0.032	2.925	1.485	0.742	1.836	2.418	3.288	4.831	Nyaman
28	3.88	0.022	0.018	0.017	0.029	0.028	0.028	3.065	1.556	0.778	--	--	--	--	
29	4.009	0.017	0.013	0.012	0.023	0.023	0.023	--	--	--	--	--	--	--	
30	4.138	0.011	0.009	0.007	0.019	0.019	0.019	--	--	--	--	--	--	--	



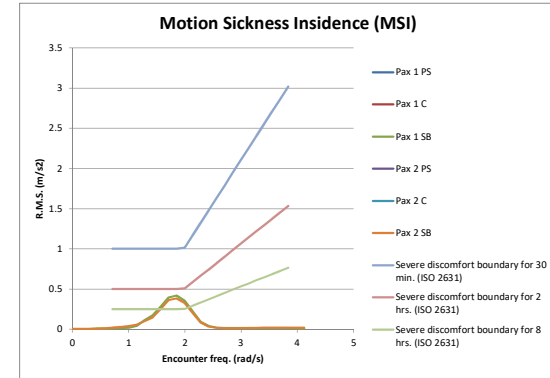
30 kn; 180 deg.; Pierson Moskowitz; 5.589 s, 1.25 m (Suspension off)

No.	Encounter freq. (rad/s)	Pax 1 PS (m/s ²)	Pax 1 C (m/s ²)	Pax 1 SB (m/s ²)	Pax 2 PS (m/s ²)	Pax 2 C (m/s ²)	Pax 2 SB (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	0	0	0	0	--	--	--	--	--	--	--	
2	0.496	0	0	0	0	0	0	--	--	--	--	--	--	--	
3	0.591	0	0	0	0	0	0	--	--	--	--	--	--	--	
4	0.687	0	0	0	0	0	0	1	0.5	0.25	0.34	0.511	0.761	1.258	Nyaman
5	0.782	0	0	0	0	0	0	1	0.5	0.25	0.256	0.384	0.562	0.91	Nyaman
6	0.878	0	0	0	0	0	0	1	0.5	0.25	0.223	0.335	0.479	0.776	Nyaman
7	0.973	0	0	0	0	0	0	1	0.5	0.25	0.22	0.329	0.462	0.763	Nyaman
8	1.069	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	1	0.5	0.25	0.217	0.324	0.445	0.75	Nyaman
9	1.164	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	1	0.5	0.25	0.214	0.319	0.428	0.737	Nyaman
10	1.26	0.01	0.01	0.01	0.011	0.011	0.011	1	0.5	0.25	0.211	0.314	0.413	0.726	Nyaman
11	1.356	0.028	0.028	0.028	0.03	0.03	0.03	1	0.5	0.25	0.218	0.324	0.427	0.756	Nyaman
12	1.451	0.067	0.067	0.067	0.071	0.071	0.071	1	0.5	0.25	0.226	0.334	0.443	0.786	Nyaman
13	1.547	0.151	0.151	0.151	0.161	0.161	0.161	1	0.5	0.25	0.236	0.354	0.467	0.826	Nyaman
14	1.642	0.313	0.313	0.313	0.339	0.339	0.339	1	0.5	0.25	0.247	0.374	0.494	0.866	Nyaman
15	1.738	0.658	0.658	0.658	0.719	0.719	0.719	1	0.5	0.25	0.265	0.401	0.535	0.911	Tidak Nyaman
16	1.833	1.028	1.028	1.028	1.127	1.127	1.127	1	0.5	0.25	0.284	0.427	0.576	0.956	Tidak Nyaman
17	1.929	1.198	1.198	1.198	1.314	1.314	1.314	1	0.5	0.25	0.305	0.457	0.619	1.007	Tidak Nyaman
18	2.024	1.278	1.278	1.278	1.4	1.4	1.4	1.049	0.525	0.263	0.33	0.492	0.663	1.067	Tidak Nyaman
19	2.12	1.289	1.289	1.289	1.41	1.41	1.41	1.153	0.578	0.289	0.359	0.535	0.717	1.147	Tidak Nyaman
20	2.216	1.187	1.187	1.187	1.293	1.293	1.293	1.257	0.631	0.316	0.39	0.586	0.781	1.249	Tidak Nyaman
21	2.311	0.999	0.999	0.999	1.08	1.08	1.08	1.361	0.684	0.342	0.422	0.637	0.845	1.352	Tidak Nyaman
22	2.407	0.851	0.851	0.851	0.911	0.911	0.911	1.464	0.738	0.369	0.454	0.688	0.909	1.454	Tidak Nyaman
23	2.502	0.749	0.749	0.749	0.792	0.792	0.792	1.568	0.791	0.395	0.486	0.739	0.973	1.556	Nyaman
24	2.598	0.674	0.674	0.674	0.707	0.707	0.707	1.672	0.844	0.422	0.556	0.829	1.099	1.706	Nyaman
25	2.693	0.616	0.616	0.616	0.64	0.64	0.64	1.776	0.897	0.448	0.63	0.925	1.233	1.863	Nyaman
26	2.789	0.569	0.569	0.569	0.587	0.587	0.587	1.88	0.95	0.475	0.705	1.02	1.367	2.019	Nyaman
27	2.884	0.525	0.525	0.525	0.54	0.54	0.54	1.983	1.003	0.502	0.779	1.115	1.501	2.176	Nyaman
28	2.98	0.486	0.486	0.486	0.498	0.498	0.498	2.087	1.056	0.528	0.854	1.211	1.635	2.332	Nyaman
29	3.076	0.451	0.451	0.451	0.461	0.461	0.461	2.191	1.109	0.555	0.929	1.306	1.769	2.489	Nyaman
30	3.171	0.418	0.418	0.418	0.428	0.428	0.428	2.295	1.162	0.581	1.021	1.423	1.931	2.705	Nyaman



30 kn; 0 deg.; Pierson Moskowitz; 5.589 s, 1.25 m (Suspension on)

No.	Encounter freq. (rad/s)	Pax 1 PS (m/s ²)	Pax 1 C (m/s ²)	Pax 1 SB (m/s ²)	Pax 2 PS (m/s ²)	Pax 2 C (m/s ²)	Pax 2 SB (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	0.004	0	0	0	0	0	0	--	--	--	--	--	--	--	
2	0.146	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	--	--	--	--	--	--	--	
3	0.288	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	--	--	--	--	--	--	--	
4	0.43	0.0039	0.0039	0.0039	0.0045	0.0045	0.0045	--	--	--	--	--	--	--	
5	0.572	0.0072	0.0072	0.0072	0.0096	0.0096	0.0096	--	--	--	--	--	--	--	
6	0.714	0.0114	0.0114	0.0114	0.0168	0.0168	0.0168	1	0.5	0.25	0.316	0.474	0.703	1.157	Nyaman
7	0.856	0.015	0.015	0.015	0.0252	0.0252	0.0252	1	0.5	0.25	0.224	0.336	0.483	0.779	Nyaman
8	0.998	0.0159	0.0159	0.0159	0.0363	0.0363	0.0363	1	0.5	0.25	0.219	0.328	0.458	0.76	Nyaman
9	1.14	0.0435	0.0435	0.0435	0.0594	0.0594	0.0594	1	0.5	0.25	0.215	0.32	0.433	0.741	Nyaman
10	1.282	0.1137	0.1137	0.1137	0.1005	0.1005	0.1005	1	0.5	0.25	0.213	0.317	0.416	0.733	Nyaman
11	1.424	0.1737	0.1737	0.1737	0.1467	0.1467	0.1467	1	0.5	0.25	0.223	0.331	0.438	0.778	Nyaman
12	1.566	0.2787	0.2787	0.2787	0.2487	0.2487	0.2487	1	0.5	0.25	0.238	0.358	0.473	0.834	Nyaman
13	1.708	0.3978	0.3978	0.3978	0.3639	0.3639	0.3639	1	0.5	0.25	0.26	0.393	0.522	0.897	Nyaman
14	1.851	0.4197	0.4197	0.4197	0.3852	0.3852	0.3852	1	0.5	0.25	0.287	0.432	0.583	0.964	Nyaman
15	1.993	0.3573	0.3573	0.3573	0.3279	0.3279	0.3279	1.014	0.507	0.254	0.322	0.48	0.648	1.047	Nyaman
16	2.135	0.2229	0.2229	0.2229	0.2028	0.2028	0.2028	1.169	0.586	0.293	0.363	0.543	0.727	1.162	Nyaman
17	2.277	0.0951	0.0951	0.0951	0.0834	0.0834	0.0834	1.323	0.665	0.333	0.411	0.619	0.822	1.315	Nyaman
18	2.419	0.0411	0.0411	0.0411	0.0324	0.0324	0.0324	1.477	0.744	0.372	0.458	0.694	0.917	1.467	Nyaman
19	2.561	0.0234	0.0234	0.0234	0.0159	0.0159	0.0159	1.632	0.823	0.412	0.527	0.792	1.047	1.646	Nyaman
20	2.703	0.0153	0.0153	0.0153	0.009	0.009	0.009	1.786	0.902	0.451	0.638	0.934	1.246	1.878	Nyaman
21	2.845	0.0126	0.0126	0.0126	0.0087	0.0087	0.0087	1.94	0.981	0.491	0.748	1.076	1.445	2.111	Nyaman
22	2.987	0.0123	0.0123	0.0123	0.0111	0.0111	0.0111	2.095	1.06	0.53	0.859	1.217	1.645	2.343	Nyaman
23	3.129	0.0126	0.0126	0.0126	0.0132	0.0132	0.0132	2.249	1.139	0.569	0.97	1.359	1.844	2.576	Nyaman
24	3.271	0.0129	0.0129	0.0129	0.0147	0.0147	0.0147	2.403	1.218	0.609	1.1	1.594	2.164	3.071	Nyaman
25	3.413	0.0132	0.0132	0.0132	0.0159	0.0159	0.0159	2.557	1.297	0.648	1.361	1.837	2.497	3.591	Nyaman
26	3.555	0.0129	0.0129	0.0129	0.0168	0.0168	0.0168	2.712	1.376	0.688	1.56	2.081	2.829	4.112	Nyaman
27	3.697	0.0126	0.0126	0.0126	0.0171	0.0171	0.0171	2.866	1.455	0.727	1.76	2.325	3.161	4.632	Nyaman
28	3.839	0.0117	0.0117	0.0117	0.0171	0.0171	0.0171	3.02	1.534	0.767	--	--	--	--	
29	3.981	0.0111	0.0111	0.0111	0.0171	0.0171	0.0171	--	--	--	--	--	--	--	
30	4.123	0.0102	0.0102	0.0102	0.0168	0.0168	0.0168	--	--	--	--	--	--	--	



LAMPIRAN C
PERHITUNGAN EKONOMIS

Building Cost

No	Item	Value	Unit
1	Lambung Kapal (hull)		
	(tebal pelat = 8 mm, jenis material = baja)		
	Harga	500	USD/ton
	Berat hull	21.674	ton
	Harga Lambung Kapal (hull)	10836.83	USD
2	Geladak Kapal (deck)		
	(tebal pelat = 8 mm, jenis material = baja)		
	Harga	500	USD/ton
	Berat geladak	18.825	ton
Harga Lambung Kapal (deck)	9412.27	USD	
3	Konstruksi Lambung		
	Harga	500	USD/ton
	Berat konstruksi	10.125	ton
	Harga Konstruksi Lambung	5062.27	USD
4	Bangunan Atas		
	Harga	500	USD/ton
	Berat konstruksi	3.886	ton
	Harga Konstruksi	1942.88	USD
5	Elektroda		
	(Diasumsikan 6% dari berat pelat kapal)		
	Sumber: Nekko Steel - AnekaMaju.com		
	Harga	2590	USD/ton
	Berat total elektroda	4.203	ton
Harga Elektroda	10886.00	USD	
Total harga pelat dan elektroda		38140.24	USD

No	Item	Value	Unit
1	Railing dan Tiang Penyangga		
	(pipa alumunium d=50 mm, t=3 mm)		
	Sumber: www.metalsdepot.com		
	Harga	35	USD/m
	Panjang <i>railing</i> dan tiang penyangga	35	m
	Harga Railing dan Tiang Penyangga	1225.00	USD
2	Kursi		
	Sumber: www.alibaba.com		
	Jumlah	260	unit
	Harga per unit	120	USD/ton
	Harga Kursi	31200.00	USD
3	Meja		
	Jumlah	4	unit
	Harga per unit	500	USD/ton
	Harga Meja	2000.00	USD
4	Peralatan Navigasi dan Komunikasi		
	Sumber: www.alibaba.com		
	a. Peralatan Navigasi		
	Radar	2600	USD
	Kompas	60	USD
	GPS	850	USD
	Lampu Navigasi		
	- <i>Masthead Light</i>	9.75	USD
	- <i>Anchor Light</i>	8.9	USD
	- <i>Starboard Light</i>	12	USD
	- <i>Portside Light</i>	12	USD
	Simplified Voyage Data Recorder (S-VDR)	17500	USD
	Automatic Identification System (AIS)	4500	USD
	Telescope Binocular	60	USD
	Harga Peralatan Navigasi	25612.65	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	12500	USD
Harga Total	12500.00	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	19500	USD
	Harga Total	19500.00	USD
	Portable 2-Way VHF Radiotelephone		
	Jumlah	2	Unit
	Harga per unit	87	USD
	Harga Total	174.00	USD
	Harga Peralatan Komunikasi	33542.00	USD
	Lifebuoy		
	Sumber: alibaba.com		
5	Jumlah	10	unit
	Harga per unit	20	USD
	Harga Total	200.00	USD
	Liferaft		
	Sumber: alibaba.com		
6	Jumlah	12	unit
	Harga per unit	1500	USD
	Harga Total	18000.00	USD
	Life Jacket		
	Sumber: alibaba.com		
7	Jumlah	255	unit
	Harga per unit	10	USD
	Harga Total	2550.00	USD

8	Jendela		
	Jumlah jendela kotak	24	unit
	Harga per unit	250	USD
	Jumlah <i>side scuttle</i>	6	unit
	Harga per unit	250	USD
	Harga Total	500.00	USD
9	Pintu		
	Jumlah	12	unit
	Harga per unit	300	USD
	Harga Total	3600.00	USD
10	Hydraulic Suspension		
	Jumlah	2	unit
	Harga per unit	1200000	USD
	Harga Total	2400000.00	USD
11	Windlass		
	Sumber: www.alibaba.com		
	Jumlah	1	unit
	Harga per unit	10500	USD
	Harga Total	10500.00	USD
12	Tali Tambat		
	Sumber: alibaba.com		
	Jumlah	2	unit
	Harga per unit	1.6	USD
	Harga Total	3.20	USD
Total harga equipment & outfitting		2528932.85	USD

No	Item	Value	Unit
1	Main Engine		
	(2 unit main engine - GE LM500 - The 4.5 MW Gas Turbine)		
	Sumber:		
	Jumlah	2	unit
	Harga per unit	1750000	USD
	Harga Main Engine	3500000	USD
2	Waterjet		
	Sumber: www.alibaba.com		
	Jumlah	2	unit
	Harga per unit	85000	USD
	Harga Waterjet	170000	USD
3	Auxiliary Engine		
	(2 unit generator set - Caterpillar C18 60 Hz)		
	Sumber: marketbook.web.id/listings/construction-equipment/for-sale/list/category/153001/power-systems-generators/manufacture/caterpillar/model-group/c18		
	Jumlah	2	unit
	Harga per unit	107801	USD
		Harga Auxiliary Engine	215602
4	Emergency Genset		
	Sumber: https://www.mylittlesalesman.com/caterpillar-c66-engine-9427701		
	Jumlah	1	unit
	Harga per unit	12100	USD
	Harga Emergency Set	12100	USD
Total harga tenaga penggerak		3897702	USD

Biaya Pembangunan			
No	Item	Value	Unit
1	Pelat dan Konstruksi	38140	USD
2	Equipment & Outfitting	2528933	USD
3	Tenaga Penggerak	3897702	USD
Total Harga (USD)		6464775	USD
Kurs USD - Rp (per 17 Desember 2019, BI)		13998	Rp/USD
Total Harga (Rupiah)		90,493,921,752	Rp

Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi dan Kebijakan Pemerintah

sumber: Watson, Practical Ship Design, 1998

No	Item	Value	Unit
1	Keuntungan Galangan		
	10% dari biaya pembangunan awal		
	Keuntungan Galangan	9,049,392,175	Rp
2	Biaya Untuk Inflasi		
	5% dari biaya pembangunan awal		
	Biaya Inflasi	4,524,696,088	Rp
3	Biaya Pajak Pemerintah		
	10% PPn (Pajak Pertambahan Nilai)		
	15% PPh (Pajak Penghasilan)		
	Biaya Pajak Pemerintah	22,623,480,438	Rp
Total Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi		36,197,568,701	Rp

Total Rp 126,691,490,453

Berdasarkan Peraturan Kepala Badan Pengusahaan Kawasan Perdagangan Bebas dan Pelabuhan Bebas Batam No 17 Tahun 2016
Mengenai Jenis dan Tarif Layanan Kepelabuhanan

(per 17 Desember 2019, BI)

1 SGD = Rp 10,333.06

Nama Pelabuhan	Tarif Pelayanan Kapal	
	Labuh	Tambat
	Rp/GT.Kunjungan	Rp/GT.Etm
Pelabuhan Batam Center	Rp 43	Rp 80
Pelabuhan Harbourfront	\$ 0.11	\$ 0.10
	Rp 1,136.64	Rp 1,033.31

Operational Cost

Cash Loan

Kredit Investasi

Kredit investasi adalah kredit jangka menengah/panjang yang diberikan kepada (calon) debitur untuk membiayai barang-barang modal dalam rangka rehabilitasi, modernisasi, perluasan ataupun pendirian proyek baru, misalnya untuk pembelian mesin-mesin, bangunan dan tanah untuk pabrik, yang pelunasannya dari hasil usaha dengan barang-barang modal yang dibiayai.

Ketentuan :

- Mempunyai Feasibility Study.
- Mempunyai izin-izin usaha, misalnya SIUP, TDP, dll.
- Maksimum jangka waktu kredit 15 tahun dan masa tenggang waktu (Grace Period) maksimum 4 tahun.
- Agunan utama adalah usaha yang dibiayai. Debitur menyerahkan agunan tambahan jika menurut penilaian Bank diperlukan.
- Maksimum pembiayaan bank 65% dan Self Financing (SF) 35%.

Bunga :

Suku bunga kredit 13,5 % *)

Pinjaman Bank		
Biaya	Nilai	Unit
Building Cost	126,691,490,453	Rp
Pinjaman dari Bank	65%	
Pinjaman	82,349,468,794	Rp
Bunga Bank	13.5%	Per tahun
Nilai Bunga Bank	Rp 11,117,178,287	Per tahun
Masa Pinjaman	5	Tahun
Pembayaran Cicilan Pinjaman	1	Per Tahun
Nilai Cicilan Pinjaman	27,587,072,046	Rp

154,278,562,499

Biaya Perawatan	Nilai	Unit
Diasumsikan 10% total dari <i>Building Cost</i>		
Total Maintenance Cost	Rp 12,669,149,045	per tahun

Asuransi	Nilai	Unit
Diasumsikan 2% total dari <i>Building Cost (Watson, 1998)</i>		
Biaya Asuransi	Rp 2,533,829,809	per tahun

Gaji Crew	Nilai	Unit
Jumlah crew kapal	10	orang
Gaji crew kapal per bulan	Rp 6,500,000	per orang
Gaji crew kapal per tahun	Rp 78,000,000	per orang
Total Gaji Crew	Rp 780,000,000	per tahun

Bahan Bakar Fuel Oil	Nilai	Unit
Asumsi Operasional <i>Fuel Oil</i>	7.737	jam/hari
Kebutuhan Bahan Bakar	623	liter/jam
Harga bahan bakar	Rp 9,950	per liter
Harga bahan bakar	Rp 47,958,436	per hari
Harga bahan bakar	Rp 1,438,753,085	per bulan
Harga bahan bakar	Rp 17,265,037,020	per tahun

Bahan Bakar Diesel Oil	Nilai	Unit
Asumsi Operasional <i>Diesel Oil</i>	7.737	jam/hari
Kebutuhan Bahan Bakar	90.75	liter/jam
Harga bahan bakar	Rp 8,500	per liter
Harga bahan bakar	Rp 5,967,871	per hari
Harga bahan bakar	Rp 179,036,138	per bulan
Harga bahan bakar	Rp 2,148,433,650	per tahun

Air Bersih (<i>Fresh Water</i>)	Nilai	Unit
Harga air bersih di Batam	60	per liter
Jumlah Pemakaian	123332.60	liter/hari
Biaya Pemakaian	Rp 7,399,956	per hari
Total Biaya Pemakaian	Rp 2,663,984,157	per tahun

<i>Port Charges</i>	Nilai	Unit
GT Kapal	101.498	GT
Pelabuhan Batam Center	Nilai	Unit
Biaya Labuh	Rp 4,364	/call
Biaya Tambat	Rp 8,120	/call
Total Biaya	Rp 12,484	/call
Pelabuhan Harbourfront	Nilai	Unit
Biaya Labuh	Rp 115,366	/call
Biaya Tambat	Rp 104,878	/call
Total Biaya	Rp 220,244	/call
Total (Batam-Singapura)	Rp 2,560,008.19	/hari
	Rp 921,602,948.35	/tahun

OPERATIONAL COST		
Biaya	Nilai	Masa
Cicilan Pinjaman	Rp 27,587,072,046	per tahun
<i>Maintenance Cost</i>	Rp 12,669,149,045	per tahun
<i>Insurance Cost</i>	Rp 2,533,829,809	per tahun
<i>Gaji Crew</i>	Rp 780,000,000	per tahun
Bahan Bakar <i>Fuel Oil</i>	Rp 17,265,037,020	per tahun
Bahan Bakar <i>Diesel Oil</i>	Rp 2,148,433,650	per tahun
Air Bersih (<i>Fresh Water</i>)	Rp 2,663,984,157	per tahun
<i>Port Charges</i>	Rp 921,602,948	per tahun
Total	Rp 66,569,108,676	per tahun

Ticket Price

Klasifikasi Tiket	Low Season				Peak Season			
	Versi 1	Versi 2	Versi 3	Versi 4	Versi 1	Versi 2	Versi 3	Versi 4
Tiket VIP - Dewasa (<i>Weekdays</i>)	Rp 300,000	Rp 275,000	Rp 250,000	Rp 225,000	Rp 450,000	Rp 412,500	Rp 375,000	Rp 337,500
Tiket VIP - Dewasa (<i>Weekend</i>)	Rp 325,000	Rp 300,000	Rp 275,000	Rp 250,000	Rp 487,500	Rp 450,000	Rp 412,500	Rp 375,000
Tiket VIP - Anak (<i>Weekdays</i>)	Rp 175,000	Rp 150,000	Rp 125,000	Rp 100,000	Rp 262,500	Rp 225,000	Rp 187,500	Rp 150,000
Tiket VIP - Anak (<i>Weekend</i>)	Rp 200,000	Rp 175,000	Rp 150,000	Rp 125,000	Rp 300,000	Rp 262,500	Rp 225,000	Rp 187,500
Tiket Economy - Dewasa (<i>Weekdays</i>)	Rp 225,000	Rp 200,000	Rp 175,000	Rp 150,000	Rp 337,500	Rp 300,000	Rp 262,500	Rp 225,000
Tiket Economy - Dewasa (<i>Weekend</i>)	Rp 275,000	Rp 250,000	Rp 225,000	Rp 200,000	Rp 412,500	Rp 375,000	Rp 337,500	Rp 300,000
Tiket Economy - Anak (<i>Weekdays</i>)	Rp 150,000	Rp 125,000	Rp 100,000	Rp 75,000	Rp 225,000	Rp 187,500	Rp 150,000	Rp 112,500
Tiket Economy - Anak (<i>Weekend</i>)	Rp 175,000	Rp 150,000	Rp 125,000	Rp 100,000	Rp 262,500	Rp 225,000	Rp 187,500	Rp 150,000

Asumsi:

Jumlah penumpang dewasa VIP	=	48	pax	(80% * 60)		Low Season	Peak Season	Total
Jumlah penumpang anak VIP	=	12	pax	(20% * 60)	Weekdays	177	84	261
Jumlah penumpang dewasa Ekonomi	=	144	pax	(80% * 180)	Weekend	39	65	104
Jumlah penumpang anak Ekonomi	=	36	pax	(20% * 180)				

Pendapatan Penjualan Tiket	Low Season				Peak Season			
	Versi 1	Versi 2	Versi 3	Versi 4	Versi 1	Versi 2	Versi 3	Versi 4
Tiket VIP - Dewasa (<i>Weekdays</i>)	Rp 14,400,000	Rp 13,200,000	Rp 12,000,000	Rp 10,800,000	Rp 21,600,000	Rp 19,800,000	Rp 18,000,000	Rp 16,200,000
Tiket VIP - Dewasa (<i>Weekend</i>)	Rp 15,600,000	Rp 14,400,000	Rp 13,200,000	Rp 12,000,000	Rp 23,400,000	Rp 21,600,000	Rp 19,800,000	Rp 18,000,000
Tiket VIP - Anak (<i>Weekdays</i>)	Rp 2,100,000	Rp 1,800,000	Rp 1,500,000	Rp 1,200,000	Rp 3,150,000	Rp 2,700,000	Rp 2,250,000	Rp 1,800,000
Tiket VIP - Anak (<i>Weekend</i>)	Rp 2,400,000	Rp 2,100,000	Rp 1,800,000	Rp 1,500,000	Rp 3,600,000	Rp 3,150,000	Rp 2,700,000	Rp 2,250,000
Tiket Economy - Dewasa (<i>Weekdays</i>)	Rp 32,400,000	Rp 28,800,000	Rp 25,200,000	Rp 21,600,000	Rp 48,600,000	Rp 43,200,000	Rp 37,800,000	Rp 32,400,000
Tiket Economy - Dewasa (<i>Weekend</i>)	Rp 39,600,000	Rp 36,000,000	Rp 32,400,000	Rp 28,800,000	Rp 59,400,000	Rp 54,000,000	Rp 48,600,000	Rp 43,200,000
Tiket Economy - Anak (<i>Weekdays</i>)	Rp 5,400,000	Rp 4,500,000	Rp 3,600,000	Rp 2,700,000	Rp 8,100,000	Rp 6,750,000	Rp 5,400,000	Rp 4,050,000
Tiket Economy - Anak (<i>Weekend</i>)	Rp 6,300,000	Rp 5,400,000	Rp 4,500,000	Rp 3,600,000	Rp 9,450,000	Rp 8,100,000	Rp 6,750,000	Rp 5,400,000

Waktu	Pendapatan/call (Penumpang 100%)			
	Versi 1	Versi 2	Versi 3	Versi 4
<i>Weekdays</i>	Rp 54,300,000	Rp 48,300,000	Rp 42,300,000	Rp 36,300,000
<i>Weekend</i>	Rp 63,900,000	Rp 57,900,000	Rp 51,900,000	Rp 45,900,000
Total Pendapatan/tahun	Rp 228,996,900,000	Rp 204,906,900,000	Rp 180,816,900,000	Rp 156,726,900,000

Waktu	Pendapatan/call (Penumpang 70%)			
	Versi 1	Versi 2	Versi 3	Versi 4
<i>Weekdays</i>	Rp 38,010,000	Rp 33,810,000	Rp 29,610,000	Rp 25,410,000
<i>Weekend</i>	Rp 44,730,000	Rp 40,530,000	Rp 36,330,000	Rp 32,130,000
Total Pendapatan/tahun	Rp 160,297,830,000	Rp 143,434,830,000	Rp 126,571,830,000	Rp 109,708,830,000

Waktu	Pendapatan/call (Penumpang 50%)			
	Versi 1	Versi 2	Versi 3	Versi 4
<i>Weekdays</i>	Rp 27,150,000	Rp 24,150,000	Rp 21,150,000	Rp 18,150,000
<i>Weekend</i>	Rp 31,950,000	Rp 28,950,000	Rp 25,950,000	Rp 22,950,000
Total Pendapatan/tahun	Rp 114,498,450,000	Rp 102,453,450,000	Rp 90,408,450,000	Rp 78,363,450,000

Keterangan	Rekapitulasi Analisis Ekonomis		
	Penumpang		
	100%	70%	50%
<i>Payback Period</i>	1 Tahun 5 Bulan 22 Hari	2 Tahun 8 Bulan 19 Hari	6 Tahun 5 Bulan 6 Hari
<i>Net Present Value (NPV)</i>	Rp 683,196.42	Rp 333,530.74	Rp 100,420.28
<i>Internal Rate of Return (IRR)</i>	79.99%	46.57%	24.00%

PERHITUNGAN TINGKAT DISKONTO (*DISCOUNT RATE*)

$$\text{Weighted Average Cost of Capital (WACC)} = Wd \times Kd (1-t) + We \times Ke$$

Nilai Investasi	Rp	154,278,562,498.74
Umur Ekonomis (tahun)	20	

Struktur Pendanaan

65%	Kredit investasi bank	Rp	100,281,065,624.18
	Jangka pinjaman (tahun)	5	
	Bunga	13.50%	
	Pajak	25%	
35%	Shareholder	Rp	53,997,496,874.56
	Expected return	20%	

Tingkat diskonto

Menggunakan *Cost of Capital*

$$WACC = Wd.Kd(1-t) + We.Ke$$

Di mana,

Wd = Proporsi Pinjaman dari Total Pendanaan

We = Proporsi Modal dari Total Pendanaan

Kd = Biaya pinjaman

Ke = Biaya modal

t = Pajak

Maka,

$$WACC = \mathbf{13.58\%}$$

(Ridho,2019)

Payback Period

Harga Tiket	Penumpang	NPV	IRR	Payback Period	Status
Versi 1	100%	Rp 683,196.42	80%	1 Tahun 5 Bulan 22 Hari	Layak
	70%	Rp 333,530.74	47%	2 Tahun 8 Bulan 19 Hari	Layak
	50%	Rp 100,420.28	24%	6 Tahun 5 Bulan 6 Hari	Layak
Versi 2	100%	Rp 560,582.73	68%	2 Tahun 9 Bulan 2 Hari	Layak
	70%	Rp 247,701.16	38%	3 Tahun 5 Bulan 10 Hari	Layak
	50%	Rp 39,113.44	18%	10 Tahun 5 Bulan 13 Hari	Layak
Versi 3	100%	Rp 437,969.05	57%	2 Tahun 10 Bulan 3 Hari	Layak
	70%	Rp 161,871.57	30%	4 Tahun 8 Bulan 14 Hari	Layak
	50%	Rp (22,193.41)	11%	>20 tahun	Tidak Layak
Versi 4	100%	Rp 315,355.36	45%	2 Tahun 10 Bulan 3 Hari	Layak
	70%	Rp 76,041.99	22%	7 Tahun 6 Bulan 22 Hari	Layak
	50%	Rp (83,500.25)	3%	>20 tahun	Tidak Layak

Versi 1					
Rekapitulasi Arus Kas (Penumpang 100%)					
Periode	Tahun	Modal Awal		Arus Kas	Kumulatif Arus Kas
0	2023	Rp	154,278,562,498.74	Rp (154,278,562,498.74)	Rp (154,278,562,498.74)
1	2024	Rp	154,278,562,498.74	Rp 108,648,643,261.11	Rp (45,629,919,237.63)
2	2025	Rp	154,278,562,498.74	Rp 95,657,199,811.69	Rp 50,027,280,574.06
3	2026	Rp	154,278,562,498.74	Rp 84,219,182,137.62	Rp 134,246,462,711.68
4	2027	Rp	154,278,562,498.74	Rp 74,148,842,469.71	Rp 208,395,305,181.38
5	2028	Rp	154,278,562,498.74	Rp 65,282,643,455.42	Rp 273,677,948,636.80
6	2029	Rp	154,278,562,498.74	Rp 57,476,602,392.93	Rp 331,154,551,029.73
7	2030	Rp	154,278,562,498.74	Rp 50,603,953,022.99	Rp 381,758,504,052.72
8	2031	Rp	154,278,562,498.74	Rp 44,553,086,907.38	Rp 426,311,590,960.10
9	2032	Rp	154,278,562,498.74	Rp 39,225,740,962.86	Rp 465,537,331,922.97
10	2033	Rp	154,278,562,498.74	Rp 34,535,401,717.15	Rp 500,072,733,640.12
11	2034	Rp	154,278,562,498.74	Rp 30,405,900,372.78	Rp 530,478,634,012.89
12	2035	Rp	154,278,562,498.74	Rp 26,770,175,863.34	Rp 557,248,809,876.23
13	2036	Rp	154,278,562,498.74	Rp 23,569,185,814.86	Rp 580,817,995,691.09
14	2037	Rp	154,278,562,498.74	Rp 20,750,947,726.72	Rp 601,568,943,417.81
15	2038	Rp	154,278,562,498.74	Rp 18,269,694,801.49	Rp 619,838,638,219.30
16	2039	Rp	154,278,562,498.74	Rp 16,085,132,714.68	Rp 635,923,770,933.98
17	2040	Rp	154,278,562,498.74	Rp 14,161,785,254.77	Rp 650,085,556,188.75
18	2041	Rp	154,278,562,498.74	Rp 12,468,418,207.03	Rp 662,553,974,395.77
19	2042	Rp	154,278,562,498.74	Rp 10,977,532,125.26	Rp 673,531,506,521.04
20	2043	Rp	154,278,562,498.74	Rp 9,664,915,754.37	Rp 683,196,422,275.41
PAYBACK PERIOD				1.477	
				1 Tahun 5 Bulan 22 Hari	

Versi 1					
Rekapitulasi Arus Kas (Penumpang 70%)					
Periode	Tahun	Modal Awal		Arus Kas	Kumulatif Arus Kas
0	2023	Rp	154,278,562,498.74	Rp (154,278,562,498.74)	Rp (154,278,562,498.74)
1	2024	Rp	154,278,562,498.74	Rp 63,285,255,818.20	Rp (90,993,306,680.54)
2	2025	Rp	154,278,562,498.74	Rp 55,718,048,373.48	Rp (35,275,258,307.06)
3	2026	Rp	154,278,562,498.74	Rp 49,055,674,570.83	Rp 13,780,416,263.77
4	2027	Rp	154,278,562,498.74	Rp 43,189,940,743.59	Rp 56,970,357,007.36
5	2028	Rp	154,278,562,498.74	Rp 38,025,590,265.64	Rp 94,995,947,273.00
6	2029	Rp	154,278,562,498.74	Rp 33,478,756,630.73	Rp 128,474,703,903.72
7	2030	Rp	154,278,562,498.74	Rp 29,475,601,501.77	Rp 157,950,305,405.49
8	2031	Rp	154,278,562,498.74	Rp 25,951,115,612.63	Rp 183,901,421,018.12
9	2032	Rp	154,278,562,498.74	Rp 22,848,063,049.69	Rp 206,749,484,067.81
10	2033	Rp	154,278,562,498.74	Rp 20,116,051,768.84	Rp 226,865,535,836.65
11	2034	Rp	154,278,562,498.74	Rp 17,710,715,253.47	Rp 244,576,251,090.12
12	2035	Rp	154,278,562,498.74	Rp 15,592,992,024.19	Rp 260,169,243,114.31
13	2036	Rp	154,278,562,498.74	Rp 13,728,491,299.57	Rp 273,897,734,413.88
14	2037	Rp	154,278,562,498.74	Rp 12,086,934,506.85	Rp 285,984,668,920.73
15	2038	Rp	154,278,562,498.74	Rp 10,641,663,572.86	Rp 296,626,332,493.60
16	2039	Rp	154,278,562,498.74	Rp 9,369,208,010.01	Rp 305,995,540,503.60
17	2040	Rp	154,278,562,498.74	Rp 8,248,903,767.13	Rp 314,244,444,270.74
18	2041	Rp	154,278,562,498.74	Rp 7,262,557,655.54	Rp 321,507,001,926.28
19	2042	Rp	154,278,562,498.74	Rp 6,394,151,900.55	Rp 327,901,153,826.82
20	2043	Rp	154,278,562,498.74	Rp 5,629,584,020.73	Rp 333,530,737,847.55
PAYBACK PERIOD				2.719	
				2 Tahun 8 Bulan 19 Hari	

Versi 1					
Rekapitulasi Arus Kas (Penumpang 50%)					
Periode	Tahun	Modal Awal		Arus Kas	Kumulatif Arus Kas
0	2023	Rp	154,278,562,498.74	Rp (154,278,562,498.74)	Rp (154,278,562,498.74)
1	2024	Rp	154,278,562,498.74	Rp 33,042,997,522.93	Rp (121,235,564,975.81)
2	2025	Rp	154,278,562,498.74	Rp 29,091,947,414.67	Rp (92,143,617,561.14)
3	2026	Rp	154,278,562,498.74	Rp 25,613,336,192.97	Rp (66,530,281,368.17)
4	2027	Rp	154,278,562,498.74	Rp 22,550,672,926.18	Rp (43,979,608,441.99)
5	2028	Rp	154,278,562,498.74	Rp 19,854,221,472.45	Rp (24,125,386,969.54)
6	2029	Rp	154,278,562,498.74	Rp 17,480,192,789.26	Rp (6,645,194,180.28)
7	2030	Rp	154,278,562,498.74	Rp 15,390,033,820.95	Rp 8,744,839,640.67
8	2031	Rp	154,278,562,498.74	Rp 13,549,801,416.13	Rp 22,294,641,056.80
9	2032	Rp	154,278,562,498.74	Rp 11,929,611,107.58	Rp 34,224,252,164.38
10	2033	Rp	154,278,562,498.74	Rp 10,503,151,803.29	Rp 44,727,403,967.67
11	2034	Rp	154,278,562,498.74	Rp 9,247,258,507.27	Rp 53,974,662,474.94
12	2035	Rp	154,278,562,498.74	Rp 8,141,536,131.42	Rp 62,116,198,606.37
13	2036	Rp	154,278,562,498.74	Rp 7,168,028,289.37	Rp 69,284,226,895.74
14	2037	Rp	154,278,562,498.74	Rp 6,310,925,693.61	Rp 75,595,152,589.35
15	2038	Rp	154,278,562,498.74	Rp 5,556,309,420.45	Rp 81,151,462,009.80
16	2039	Rp	154,278,562,498.74	Rp 4,891,924,873.56	Rp 86,043,386,883.35
17	2040	Rp	154,278,562,498.74	Rp 4,306,982,775.38	Rp 90,350,369,658.73
18	2041	Rp	154,278,562,498.74	Rp 3,791,983,954.55	Rp 94,142,353,613.28
19	2042	Rp	154,278,562,498.74	Rp 3,338,565,084.07	Rp 97,480,918,697.35
20	2043	Rp	154,278,562,498.74	Rp 2,939,362,864.97	Rp 100,420,281,562.32
PAYBACK PERIOD		6.432			
		6 Tahun 5 Bulan 6 Hari			

Versi 2					
Rekapitulasi Arus Kas (Penumpang 100%)					
Periode	Tahun	Modal Awal		Arus Kas	Kumulatif Arus Kas
0	2023	Rp	154,278,562,498.74	Rp (154,278,562,498.74)	Rp (154,278,562,498.74)
1	2024	Rp	154,278,562,498.74	Rp 92,741,528,310.36	Rp (61,537,034,188.38)
2	2025	Rp	154,278,562,498.74	Rp 81,652,146,204.03	Rp 20,115,112,015.65
3	2026	Rp	154,278,562,498.74	Rp 71,888,754,705.58	Rp 92,003,866,721.22
4	2027	Rp	154,278,562,498.74	Rp 63,292,801,149.46	Rp 155,296,667,870.69
5	2028	Rp	154,278,562,498.74	Rp 55,724,691,486.90	Rp 211,021,359,357.59
6	2029	Rp	154,278,562,498.74	Rp 49,061,523,347.30	Rp 260,082,882,704.88
7	2030	Rp	154,278,562,498.74	Rp 43,195,090,164.35	Rp 303,277,972,869.23
8	2031	Rp	154,278,562,498.74	Rp 38,030,123,954.75	Rp 341,308,096,823.98
9	2032	Rp	154,278,562,498.74	Rp 33,482,748,213.06	Rp 374,790,845,037.04
10	2033	Rp	154,278,562,498.74	Rp 29,479,115,798.65	Rp 404,269,960,835.69
11	2034	Rp	154,278,562,498.74	Rp 25,954,209,694.52	Rp 430,224,170,530.21
12	2035	Rp	154,278,562,498.74	Rp 22,850,787,162.95	Rp 453,074,957,693.16
13	2036	Rp	154,278,562,498.74	Rp 20,118,450,151.72	Rp 473,193,407,844.88
14	2037	Rp	154,278,562,498.74	Rp 17,712,826,854.54	Rp 490,906,234,699.41
15	2038	Rp	154,278,562,498.74	Rp 15,594,851,134.79	Rp 506,501,085,834.21
16	2039	Rp	154,278,562,498.74	Rp 13,730,128,110.75	Rp 520,231,213,944.96
17	2040	Rp	154,278,562,498.74	Rp 12,088,375,599.63	Rp 532,319,589,544.59
18	2041	Rp	154,278,562,498.74	Rp 10,642,932,349.86	Rp 542,962,521,894.45
19	2042	Rp	154,278,562,498.74	Rp 9,370,325,075.54	Rp 552,332,846,969.99
20	2043	Rp	154,278,562,498.74	Rp 8,249,887,261.80	Rp 560,582,734,231.79
PAYBACK PERIOD		2.754			
		2 Tahun 9 Bulan 2 Hari			

Versi 2					
Rekapitulasi Arus Kas (Penumpang 70%)					
Periode	Tahun	Modal Awal		Arus Kas	Kumulatif Arus Kas
0	2023	Rp	154,278,562,498.74	Rp (154,278,562,498.74)	Rp (154,278,562,498.74)
1	2024	Rp	154,278,562,498.74	Rp 52,150,275,352.68	Rp (102,128,287,146.07)
2	2025	Rp	154,278,562,498.74	Rp 45,914,510,848.12	Rp (56,213,776,297.95)
3	2026	Rp	154,278,562,498.74	Rp 40,424,375,368.40	Rp (15,789,400,929.55)
4	2027	Rp	154,278,562,498.74	Rp 35,590,711,819.42	Rp 19,801,310,889.87
5	2028	Rp	154,278,562,498.74	Rp 31,335,023,887.68	Rp 51,136,334,777.55
6	2029	Rp	154,278,562,498.74	Rp 27,588,201,298.79	Rp 78,724,536,076.33
7	2030	Rp	154,278,562,498.74	Rp 24,289,397,500.72	Rp 103,013,933,577.05
8	2031	Rp	154,278,562,498.74	Rp 21,385,041,545.78	Rp 124,398,975,122.83
9	2032	Rp	154,278,562,498.74	Rp 18,827,968,124.83	Rp 143,226,943,247.66
10	2033	Rp	154,278,562,498.74	Rp 16,576,651,625.89	Rp 159,803,594,873.55
11	2034	Rp	154,278,562,498.74	Rp 14,594,531,778.69	Rp 174,398,126,652.24
12	2035	Rp	154,278,562,498.74	Rp 12,849,419,933.92	Rp 187,247,546,586.16
13	2036	Rp	154,278,562,498.74	Rp 11,312,976,335.37	Rp 198,560,522,921.53
14	2037	Rp	154,278,562,498.74	Rp 9,960,249,896.33	Rp 208,520,772,817.86
15	2038	Rp	154,278,562,498.74	Rp 8,769,273,006.18	Rp 217,290,045,824.03
16	2039	Rp	154,278,562,498.74	Rp 7,720,704,787.26	Rp 225,010,750,611.29
17	2040	Rp	154,278,562,498.74	Rp 6,797,517,008.53	Rp 231,808,267,619.82
18	2041	Rp	154,278,562,498.74	Rp 5,984,717,555.52	Rp 237,792,985,175.35
19	2042	Rp	154,278,562,498.74	Rp 5,269,106,965.74	Rp 243,062,092,141.09
20	2043	Rp	154,278,562,498.74	Rp 4,639,064,075.93	Rp 247,701,156,217.02
PAYBACK PERIOD				3.444	
				3 Tahun 5 Bulan 10 Hari	

Versi 2					
Rekapitulasi Arus Kas (Penumpang 50%)					
Periode	Tahun	Modal Awal		Arus Kas	Kumulatif Arus Kas
0	2023	Rp	154,278,562,498.74	Rp (154,278,562,498.74)	Rp (154,278,562,498.74)
1	2024	Rp	154,278,562,498.74	Rp 25,089,440,047.55	Rp (129,189,122,451.19)
2	2025	Rp	154,278,562,498.74	Rp 22,089,420,610.84	Rp (107,099,701,840.35)
3	2026	Rp	154,278,562,498.74	Rp 19,448,122,476.94	Rp (87,651,579,363.40)
4	2027	Rp	154,278,562,498.74	Rp 17,122,652,266.06	Rp (70,528,927,097.34)
5	2028	Rp	154,278,562,498.74	Rp 15,075,245,488.19	Rp (55,453,681,609.15)
6	2029	Rp	154,278,562,498.74	Rp 13,272,653,266.45	Rp (42,181,028,342.70)
7	2030	Rp	154,278,562,498.74	Rp 11,685,602,391.63	Rp (30,495,425,951.07)
8	2031	Rp	154,278,562,498.74	Rp 10,288,319,939.81	Rp (20,207,106,011.26)
9	2032	Rp	154,278,562,498.74	Rp 9,058,114,732.68	Rp (11,148,991,278.59)
10	2033	Rp	154,278,562,498.74	Rp 7,975,008,844.04	Rp (3,173,982,434.55)
11	2034	Rp	154,278,562,498.74	Rp 7,021,413,168.14	Rp 3,847,430,733.60
12	2035	Rp	154,278,562,498.74	Rp 6,181,841,781.23	Rp 10,029,272,514.83
13	2036	Rp	154,278,562,498.74	Rp 5,442,660,457.81	Rp 15,471,932,972.64
14	2037	Rp	154,278,562,498.74	Rp 4,791,865,257.52	Rp 20,263,798,230.15
15	2038	Rp	154,278,562,498.74	Rp 4,218,887,587.10	Rp 24,482,685,817.25
16	2039	Rp	154,278,562,498.74	Rp 3,714,422,571.59	Rp 28,197,108,388.84
17	2040	Rp	154,278,562,498.74	Rp 3,270,277,947.81	Rp 31,467,386,336.65
18	2041	Rp	154,278,562,498.74	Rp 2,879,241,025.97	Rp 34,346,627,362.62
19	2042	Rp	154,278,562,498.74	Rp 2,534,961,559.21	Rp 36,881,588,921.82
20	2043	Rp	154,278,562,498.74	Rp 2,231,848,618.68	Rp 39,113,437,540.50
PAYBACK PERIOD				10.452	
				10 Tahun 5 Bulan 13 Hari	

Versi 3					
Rekapitulasi Arus Kas (Penumpang 100%)					
Periode	Tahun	Modal Awal		Arus Kas	Kumulatif Arus Kas
0	2023	Rp	154,278,562,498.74	Rp (154,278,562,498.74)	Rp (154,278,562,498.74)
1	2024	Rp	154,278,562,498.74	Rp 76,834,413,359.61	Rp (77,444,149,139.13)
2	2025	Rp	154,278,562,498.74	Rp 67,647,092,596.37	Rp (9,797,056,542.77)
3	2026	Rp	154,278,562,498.74	Rp 59,558,327,273.53	Rp 49,761,270,730.76
4	2027	Rp	154,278,562,498.74	Rp 52,436,759,829.22	Rp 102,198,030,559.99
5	2028	Rp	154,278,562,498.74	Rp 46,166,739,518.38	Rp 148,364,770,078.37
6	2029	Rp	154,278,562,498.74	Rp 40,646,444,301.66	Rp 189,011,214,380.03
7	2030	Rp	154,278,562,498.74	Rp 35,786,227,305.71	Rp 224,797,441,685.74
8	2031	Rp	154,278,562,498.74	Rp 31,507,161,002.11	Rp 256,304,602,687.85
9	2032	Rp	154,278,562,498.74	Rp 27,739,755,463.26	Rp 284,044,358,151.10
10	2033	Rp	154,278,562,498.74	Rp 24,422,829,880.16	Rp 308,467,188,031.26
11	2034	Rp	154,278,562,498.74	Rp 21,502,519,016.26	Rp 329,969,707,047.52
12	2035	Rp	154,278,562,498.74	Rp 18,931,398,462.56	Rp 348,901,105,510.08
13	2036	Rp	154,278,562,498.74	Rp 16,667,714,488.58	Rp 365,568,819,998.67
14	2037	Rp	154,278,562,498.74	Rp 14,674,705,982.35	Rp 380,243,525,981.02
15	2038	Rp	154,278,562,498.74	Rp 12,920,007,468.09	Rp 393,163,533,449.12
16	2039	Rp	154,278,562,498.74	Rp 11,375,123,506.82	Rp 404,538,656,955.94
17	2040	Rp	154,278,562,498.74	Rp 10,014,965,944.49	Rp 414,553,622,900.43
18	2041	Rp	154,278,562,498.74	Rp 8,817,446,492.70	Rp 423,371,069,393.12
19	2042	Rp	154,278,562,498.74	Rp 7,763,118,025.82	Rp 431,134,187,418.94
20	2043	Rp	154,278,562,498.74	Rp 6,834,858,769.22	Rp 437,969,046,188.16
PAYBACK PERIOD		2.164			
		2 Tahun 1 Bulan 30 Hari			

Versi 3					
Rekapitulasi Arus Kas (Penumpang 70%)					
Periode	Tahun	Modal Awal		Arus Kas	Kumulatif Arus Kas
0	2023	Rp	154,278,562,498.74	Rp (154,278,562,498.74)	Rp (154,278,562,498.74)
1	2024	Rp	154,278,562,498.74	Rp 41,015,294,887.15	Rp (113,263,267,611.59)
2	2025	Rp	154,278,562,498.74	Rp 36,110,973,322.75	Rp (77,152,294,288.84)
3	2026	Rp	154,278,562,498.74	Rp 31,793,076,165.96	Rp (45,359,218,122.87)
4	2027	Rp	154,278,562,498.74	Rp 27,991,482,895.25	Rp (17,367,735,227.62)
5	2028	Rp	154,278,562,498.74	Rp 24,644,457,509.71	Rp 7,276,722,282.09
6	2029	Rp	154,278,562,498.74	Rp 21,697,645,966.84	Rp 28,974,368,248.94
7	2030	Rp	154,278,562,498.74	Rp 19,103,193,499.67	Rp 48,077,561,748.61
8	2031	Rp	154,278,562,498.74	Rp 16,818,967,478.94	Rp 64,896,529,227.54
9	2032	Rp	154,278,562,498.74	Rp 14,807,873,199.97	Rp 79,704,402,427.51
10	2033	Rp	154,278,562,498.74	Rp 13,037,251,482.94	Rp 92,741,653,910.45
11	2034	Rp	154,278,562,498.74	Rp 11,478,348,303.91	Rp 104,220,002,214.36
12	2035	Rp	154,278,562,498.74	Rp 10,105,847,843.65	Rp 114,325,850,058.01
13	2036	Rp	154,278,562,498.74	Rp 8,897,461,371.18	Rp 123,223,311,429.19
14	2037	Rp	154,278,562,498.74	Rp 7,833,565,285.80	Rp 131,056,876,714.98
15	2038	Rp	154,278,562,498.74	Rp 6,896,882,439.49	Rp 137,953,759,154.47
16	2039	Rp	154,278,562,498.74	Rp 6,072,201,564.51	Rp 144,025,960,718.97
17	2040	Rp	154,278,562,498.74	Rp 5,346,130,249.94	Rp 149,372,090,968.91
18	2041	Rp	154,278,562,498.74	Rp 4,706,877,455.51	Rp 154,078,968,424.42
19	2042	Rp	154,278,562,498.74	Rp 4,144,062,030.93	Rp 158,223,030,455.36
20	2043	Rp	154,278,562,498.74	Rp 3,648,544,131.13	Rp 161,871,574,586.48
PAYBACK PERIOD		4.705			
		4 Tahun 8 Bulan 14 Hari			

Versi 3					
Rekapitulasi Arus Kas (Penumpang 50%)					
Periode	Tahun	Modal Awal		Arus Kas	Kumulatif Arus Kas
0	2023	Rp	154,278,562,498.74	Rp (154,278,562,498.74)	Rp (154,278,562,498.74)
1	2024	Rp	154,278,562,498.74	Rp 17,135,882,572.18	Rp (137,142,679,926.57)
2	2025	Rp	154,278,562,498.74	Rp 15,086,893,807.01	Rp (122,055,786,119.55)
3	2026	Rp	154,278,562,498.74	Rp 13,282,908,760.92	Rp (108,772,877,358.63)
4	2027	Rp	154,278,562,498.74	Rp 11,694,631,605.94	Rp (97,078,245,752.69)
5	2028	Rp	154,278,562,498.74	Rp 10,296,269,503.94	Rp (86,781,976,248.76)
6	2029	Rp	154,278,562,498.74	Rp 9,065,113,743.63	Rp (77,716,862,505.13)
7	2030	Rp	154,278,562,498.74	Rp 7,981,170,962.31	Rp (69,735,691,542.82)
8	2031	Rp	154,278,562,498.74	Rp 7,026,838,463.49	Rp (62,708,853,079.33)
9	2032	Rp	154,278,562,498.74	Rp 6,186,618,357.77	Rp (56,522,234,721.56)
10	2033	Rp	154,278,562,498.74	Rp 5,446,865,884.79	Rp (51,075,368,836.76)
11	2034	Rp	154,278,562,498.74	Rp 4,795,567,829.02	Rp (46,279,801,007.74)
12	2035	Rp	154,278,562,498.74	Rp 4,222,147,431.04	Rp (42,057,653,576.71)
13	2036	Rp	154,278,562,498.74	Rp 3,717,292,626.24	Rp (38,340,360,950.47)
14	2037	Rp	154,278,562,498.74	Rp 3,272,804,821.43	Rp (35,067,556,129.04)
15	2038	Rp	154,278,562,498.74	Rp 2,881,465,753.75	Rp (32,186,090,375.30)
16	2039	Rp	154,278,562,498.74	Rp 2,536,920,269.63	Rp (29,649,170,105.67)
17	2040	Rp	154,278,562,498.74	Rp 2,233,573,120.24	Rp (27,415,596,985.43)
18	2041	Rp	154,278,562,498.74	Rp 1,966,498,097.38	Rp (25,449,098,888.05)
19	2042	Rp	154,278,562,498.74	Rp 1,731,358,034.35	Rp (23,717,740,853.70)
20	2043	Rp	154,278,562,498.74	Rp 1,524,334,372.39	Rp (22,193,406,481.31)
PAYBACK PERIOD	>20				
	>20 tahun				

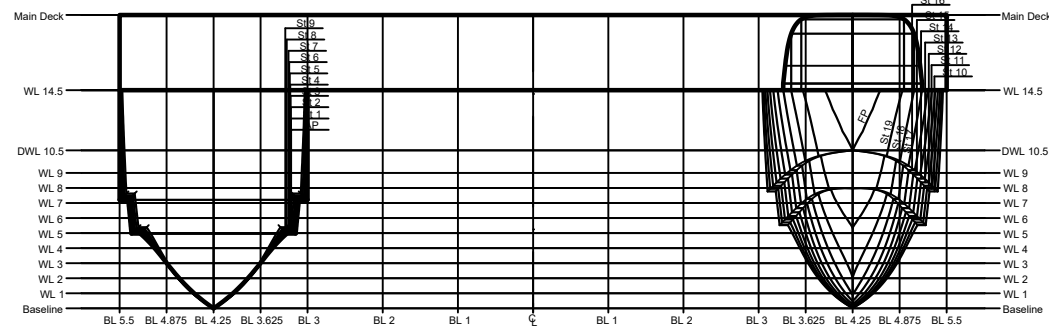
Versi 4					
Rekapitulasi Arus Kas (Penumpang 100%)					
Periode	Tahun	Modal Awal		Arus Kas	Kumulatif Arus Kas
0	2023	Rp	154,278,562,498.74	Rp (154,278,562,498.74)	Rp (154,278,562,498.74)
1	2024	Rp	154,278,562,498.74	Rp 60,927,298,408.86	Rp (93,351,264,089.88)
2	2025	Rp	154,278,562,498.74	Rp 53,642,038,988.71	Rp (39,709,225,101.18)
3	2026	Rp	154,278,562,498.74	Rp 47,227,899,841.48	Rp 7,518,674,740.31
4	2027	Rp	154,278,562,498.74	Rp 41,580,718,508.98	Rp 49,099,393,249.29
5	2028	Rp	154,278,562,498.74	Rp 36,608,787,549.87	Rp 85,708,180,799.15
6	2029	Rp	154,278,562,498.74	Rp 32,231,365,256.03	Rp 117,939,546,055.19
7	2030	Rp	154,278,562,498.74	Rp 28,377,364,447.06	Rp 146,316,910,502.25
8	2031	Rp	154,278,562,498.74	Rp 24,984,198,049.47	Rp 171,301,108,551.72
9	2032	Rp	154,278,562,498.74	Rp 21,996,762,713.45	Rp 193,297,871,265.17
10	2033	Rp	154,278,562,498.74	Rp 19,366,543,961.66	Rp 212,664,415,226.83
11	2034	Rp	154,278,562,498.74	Rp 17,050,828,338.00	Rp 229,715,243,564.83
12	2035	Rp	154,278,562,498.74	Rp 15,012,009,762.18	Rp 244,727,253,327.01
13	2036	Rp	154,278,562,498.74	Rp 13,216,978,825.45	Rp 257,944,232,152.46
14	2037	Rp	154,278,562,498.74	Rp 11,636,585,110.17	Rp 269,580,817,262.63
15	2038	Rp	154,278,562,498.74	Rp 10,245,163,801.39	Rp 279,825,981,064.02
16	2039	Rp	154,278,562,498.74	Rp 9,020,118,902.89	Rp 288,846,099,966.92
17	2040	Rp	154,278,562,498.74	Rp 7,941,556,289.35	Rp 296,787,656,256.27
18	2041	Rp	154,278,562,498.74	Rp 6,991,960,635.53	Rp 303,779,616,891.80
19	2042	Rp	154,278,562,498.74	Rp 6,155,910,976.09	Rp 309,935,527,867.89
20	2043	Rp	154,278,562,498.74	Rp 5,419,830,276.65	Rp 315,355,358,144.54
PAYBACK PERIOD	2.841				
	2 Tahun 10 Bulan 3 Hari				

Versi 4					
Rekapitulasi Arus Kas (Penumpang 70%)					
Periode	Tahun	Modal Awal		Arus Kas	Kumulatif Arus Kas
0	2023	Rp	154,278,562,498.74	Rp (154,278,562,498.74)	Rp (154,278,562,498.74)
1	2024	Rp	154,278,562,498.74	Rp 29,880,314,421.63	Rp (124,398,248,077.12)
2	2025	Rp	154,278,562,498.74	Rp 26,307,435,797.39	Rp (98,090,812,279.73)
3	2026	Rp	154,278,562,498.74	Rp 23,161,776,963.53	Rp (74,929,035,316.19)
4	2027	Rp	154,278,562,498.74	Rp 20,392,253,971.08	Rp (54,536,781,345.11)
5	2028	Rp	154,278,562,498.74	Rp 17,953,891,131.75	Rp (36,582,890,213.36)
6	2029	Rp	154,278,562,498.74	Rp 15,807,090,634.90	Rp (20,775,799,578.46)
7	2030	Rp	154,278,562,498.74	Rp 13,916,989,498.62	Rp (6,858,810,079.84)
8	2031	Rp	154,278,562,498.74	Rp 12,252,893,412.09	Rp 5,394,083,332.25
9	2032	Rp	154,278,562,498.74	Rp 10,787,778,275.10	Rp 16,181,861,607.36
10	2033	Rp	154,278,562,498.74	Rp 9,497,851,339.99	Rp 25,679,712,947.35
11	2034	Rp	154,278,562,498.74	Rp 8,362,164,829.13	Rp 34,041,877,776.48
12	2035	Rp	154,278,562,498.74	Rp 7,362,275,753.38	Rp 41,404,153,529.86
13	2036	Rp	154,278,562,498.74	Rp 6,481,946,406.98	Rp 47,886,099,936.84
14	2037	Rp	154,278,562,498.74	Rp 5,706,880,675.27	Rp 53,592,980,612.11
15	2038	Rp	154,278,562,498.74	Rp 5,024,491,872.80	Rp 58,617,472,484.90
16	2039	Rp	154,278,562,498.74	Rp 4,423,698,341.76	Rp 63,041,170,826.66
17	2040	Rp	154,278,562,498.74	Rp 3,894,743,491.34	Rp 66,935,914,318.00
18	2041	Rp	154,278,562,498.74	Rp 3,429,037,355.50	Rp 70,364,951,673.49
19	2042	Rp	154,278,562,498.74	Rp 3,019,017,096.13	Rp 73,383,968,769.62
20	2043	Rp	154,278,562,498.74	Rp 2,658,024,186.32	Rp 76,041,992,955.94
PAYBACK PERIOD				7.560	
				7 Tahun 6 Bulan 22 Hari	

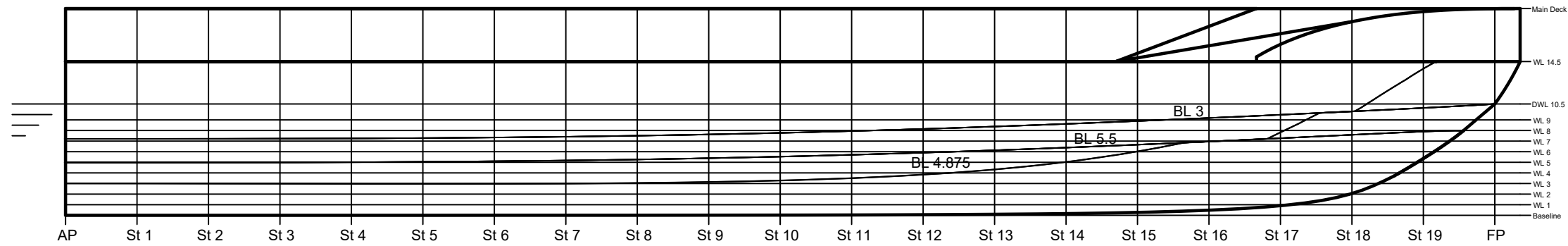
Versi 4					
Rekapitulasi Arus Kas (Penumpang 50%)					
Periode	Tahun	Modal Awal		Arus Kas	Kumulatif Arus Kas
0	2023	Rp	154,278,562,498.74	Rp (154,278,562,498.74)	Rp (154,278,562,498.74)
1	2024	Rp	154,278,562,498.74	Rp 9,182,325,096.80	Rp (145,096,237,401.94)
2	2025	Rp	154,278,562,498.74	Rp 8,084,367,003.18	Rp (137,011,870,398.76)
3	2026	Rp	154,278,562,498.74	Rp 7,117,695,044.90	Rp (129,894,175,353.86)
4	2027	Rp	154,278,562,498.74	Rp 6,266,610,945.82	Rp (123,627,564,408.04)
5	2028	Rp	154,278,562,498.74	Rp 5,517,293,519.68	Rp (118,110,270,888.36)
6	2029	Rp	154,278,562,498.74	Rp 4,857,574,220.81	Rp (113,252,696,667.55)
7	2030	Rp	154,278,562,498.74	Rp 4,276,739,532.99	Rp (108,975,957,134.56)
8	2031	Rp	154,278,562,498.74	Rp 3,765,356,987.17	Rp (105,210,600,147.39)
9	2032	Rp	154,278,562,498.74	Rp 3,315,121,982.87	Rp (101,895,478,164.52)
10	2033	Rp	154,278,562,498.74	Rp 2,918,722,925.55	Rp (98,976,755,238.98)
11	2034	Rp	154,278,562,498.74	Rp 2,569,722,489.89	Rp (96,407,032,749.09)
12	2035	Rp	154,278,562,498.74	Rp 2,262,453,080.85	Rp (94,144,579,668.24)
13	2036	Rp	154,278,562,498.74	Rp 1,991,924,794.67	Rp (92,152,654,873.57)
14	2037	Rp	154,278,562,498.74	Rp 1,753,744,385.34	Rp (90,398,910,488.24)
15	2038	Rp	154,278,562,498.74	Rp 1,544,043,920.40	Rp (88,854,866,567.84)
16	2039	Rp	154,278,562,498.74	Rp 1,359,417,967.66	Rp (87,495,448,600.18)
17	2040	Rp	154,278,562,498.74	Rp 1,196,868,292.67	Rp (86,298,580,307.51)
18	2041	Rp	154,278,562,498.74	Rp 1,053,755,168.80	Rp (85,244,825,138.71)
19	2042	Rp	154,278,562,498.74	Rp 927,754,509.48	Rp (84,317,070,629.23)
20	2043	Rp	154,278,562,498.74	Rp 816,820,126.11	Rp (83,500,250,503.12)
PAYBACK PERIOD				>20	
				>20 tahun	

LAMPIRAN D
DESAIN *LINES PLAN*

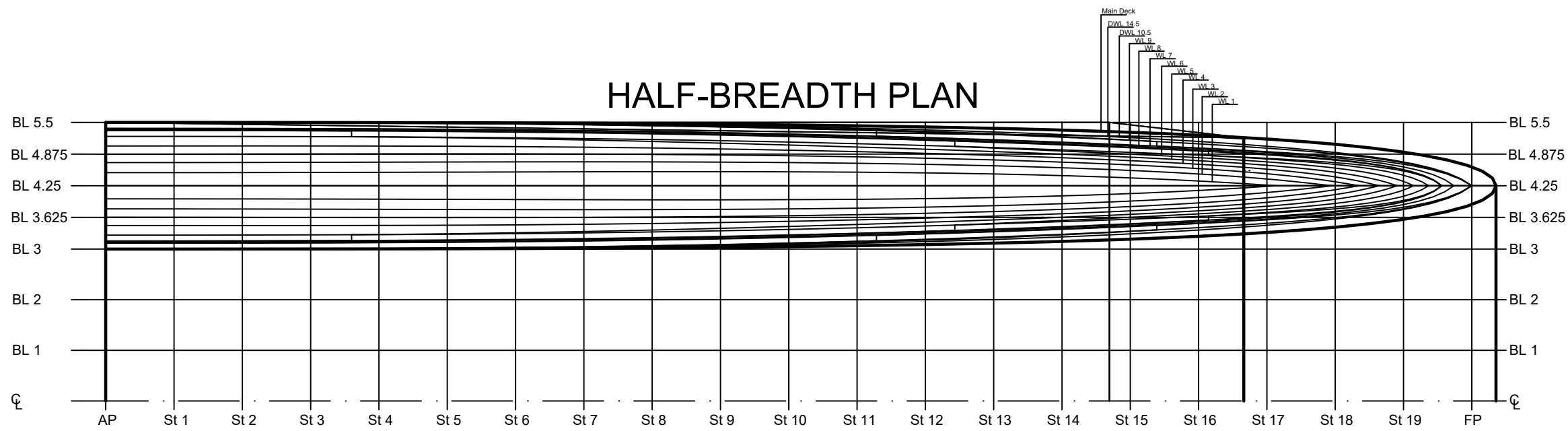
BODY PLAN



SHEER PLAN




HALF-BREADTH PLAN



PRINCIPAL DIMENSIONS	
SHIP TYPE	PASSENGER SHIP
LENGTH OF OVER ALL (Loa)	27.478 m
LENGTH BETWEEN PERPENDICULARS (Lpp)	27 m
BREADTH (B)	11 m
BREADTH EACH HULL (B _i)	2.5 m
HEIGHT (H)	3.9 m
DRAUGHT (T)	2.1 m
SERVICE SPEED (Vs)	30 knots
MAIN ENGINE POWER	10333 HP

BL	BL 1	BL 2	BL 3	BL 3.625	BL 4.25	BL 4.875	BL 5.5
AP	2.900	2.900	2.900	0.603	0.000	0.603	2.900
ST 1	2.900	2.900	2.900	0.602	0.000	0.602	2.900
ST 2	2.900	2.900	2.900	0.600	0.000	0.600	2.900
ST 3	2.900	2.900	2.900	0.597	0.000	0.597	2.900
ST 4	2.900	2.900	2.900	0.594	0.000	0.594	2.900
ST 5	2.900	2.900	2.900	0.593	0.000	0.593	2.900
ST 6	2.900	2.900	2.900	0.594	0.000	0.594	2.900
ST 7	2.900	2.900	2.900	0.599	0.000	0.599	2.900
ST 8	2.900	2.900	2.900	0.609	0.001	0.609	2.900
ST 9	2.900	2.900	2.900	0.628	0.002	0.628	2.900
ST 10	2.900	2.900	2.900	0.657	0.003	0.657	2.900
ST 11	2.900	2.900	2.900	0.700	0.006	0.700	2.900
ST 12	2.900	2.900	2.900	0.767	0.011	0.767	2.900
ST 13	2.900	2.900	2.900	0.864	0.018	0.864	2.900
ST 14	2.900	2.900	2.900	1.006	0.032	1.006	2.900
ST 15	2.900	2.900	2.900	1.205	0.055	1.205	2.900
ST 16	2.900	2.900	2.900	1.391	0.096	1.391	2.900
ST 17	2.900	2.900	2.900	1.565	0.182	1.565	2.900
ST 18	2.900	2.900	2.900	1.960	0.411	1.960	2.900
ST 19	2.900	2.900	2.900	2.766	1.071	2.766	2.900
FP	2.900	2.900	2.900	2.900	2.100	2.900	2.900

WL	Outer Hull															Inner Hull											
	Baseline	WL 1	WL 2	WL 3	WL 4	WL 5	WL 6	WL 7	WL 8	WL 9	WL 10.5	WL 14.5	Main Deck	Baseline	WL 1	WL 2	WL 3	WL 4	WL 5	WL 6	WL 7	WL 8	WL 9	WL 10.5	WL 14.5	Main Deck	
AP	4.250	4.509	4.707	4.873	5.035	5.341	5.361	5.380	5.500	5.500	5.500	5.500	5.500	4.250	3.991	3.793	3.627	3.465	3.159	3.139	3.120	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	
ST 1	4.250	4.509	4.707	4.873	5.035	5.341	5.360	5.379	5.500	5.500	5.500	5.500	5.500	4.250	3.991	3.793	3.627	3.465	3.159	3.140	3.121	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	
ST 2		4.510	4.709	4.875	5.036	5.339	5.358	5.378	5.498	5.498	5.499	5.500	5.500		3.990	3.791	3.625	3.464	3.161	3.142	3.122	3.002	3.002	3.001	3.000	3.000	
ST 3		4.513	4.712	4.877	5.036	5.335	5.355	5.375	5.495	5.495	5.496	5.499	5.499		3.987	3.788	3.623	3.464	3.165	3.145	3.125	3.005	3.005	3.004	3.001	3.001	
ST 4		4.515	4.715	4.879	5.034	5.213	5.349	5.369	5.489	5.491	5.492	5.497	5.497		3.985	3.785	3.621	3.466	3.287	3.151	3.131	3.011	3.009	3.008	3.003	3.003	
ST 5		4.519	4.718	4.880	5.030	5.198	5.340	5.361	5.482	5.484	5.487	5.494	5.494		3.981	3.782	3.620	3.470	3.302	3.160	3.139	3.018	3.016	3.013	3.006	3.006	
ST 6		4.522	4.721	4.879	5.022	5.179	5.328	5.349	5.471	5.474	5.479	5.490	5.490		3.978	3.779	3.621	3.478	3.321	3.172	3.151	3.029	3.026	3.021	3.010	3.010	
ST 7		4.526	4.722	4.876	5.011	5.154	5.311	5.333	5.456	5.461	5.468	5.484	5.484		3.974	3.778	3.624	3.489	3.346	3.189	3.167	3.044	3.039	3.032	3.016	3.016	
ST 8		4.528	4.721	4.869	4.996	5.124	5.290	5.312	5.437	5.444	5.454	5.475	5.475		3.972	3.779	3.631	3.504	3.376	3.210	3.188	3.063	3.056	3.046	3.025	3.025	
ST 9		4.528	4.716	4.858	4.976	5.091	5.264	5.286	5.414	5.423	5.436	5.465	5.465		3.972	3.784	3.642	3.524	3.409	3.236	3.214	3.086	3.077	3.064	3.035	3.035	
ST 10		4.525	4.707	4.842	4.952	5.054	5.232	5.255	5.384	5.396	5.414	5.451	5.451		3.975	3.793	3.658	3.548	3.446	3.268	3.245	3.116	3.104	3.086	3.049	3.049	
ST 11		4.518	4.694	4.822	4.924	5.015	5.195	5.218	5.349	5.364	5.387	5.433	5.433		3.982	3.806	3.678	3.576	3.485	3.305	3.282	3.151	3.136	3.113	3.067	3.067	
ST 12		4.504	4.672	4.794	4.889	4.971	5.152	5.175	5.198	5.324	5.352	5.411	5.411		3.996	3.828	3.706	3.611	3.529	3.348	3.325	3.302	3.176	3.148	3.089	3.089	
ST 13		4.483	4.644	4.760	4.850	4.925	4.994	5.127	5.150	5.277	5.311	5.384	5.384		4.017	3.856	3.740	3.650	3.575	3.506	3.373	3.350	3.223	3.189	3.116	3.116	
ST 14		4.450	4.605	4.716	4.802	4.873	4.935	5.071	5.096	5.219	5.261	5.349	5.349		4.050	3.895	3.784	3.698	3.627	3.565	3.429	3.404	3.281	3.239	3.151	3.151	
ST 15		4.404	4.552	4.661	4.745	4.814	4.873	5.009	5.034	5.151	5.200	5.305	5.305		4.096	3.948	3.839	3.755	3.686	3.627	3.491	3.466	3.349	3.300	3.195	3.195	
ST 16		4.343	4.482	4.588	4.674	4.745	4.805	4.937	4.964	4.990	5.125	5.248	5.248		4.157	4.018	3.912	3.826	3.755	3.695	3.563	3.536	3.510	3.375	3.252	3.252	
ST 17		4.262	4.383	4.487	4.577	4.654	4.721	4.778	4.880	4.909	5.030	5.172	5.172		4.238	4.117	4.013	3.923	3.846	3.779	3.722	3.620	3.591	3.470	3.328	3.328	
ST 18																											
ST 19																											
FP																											



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

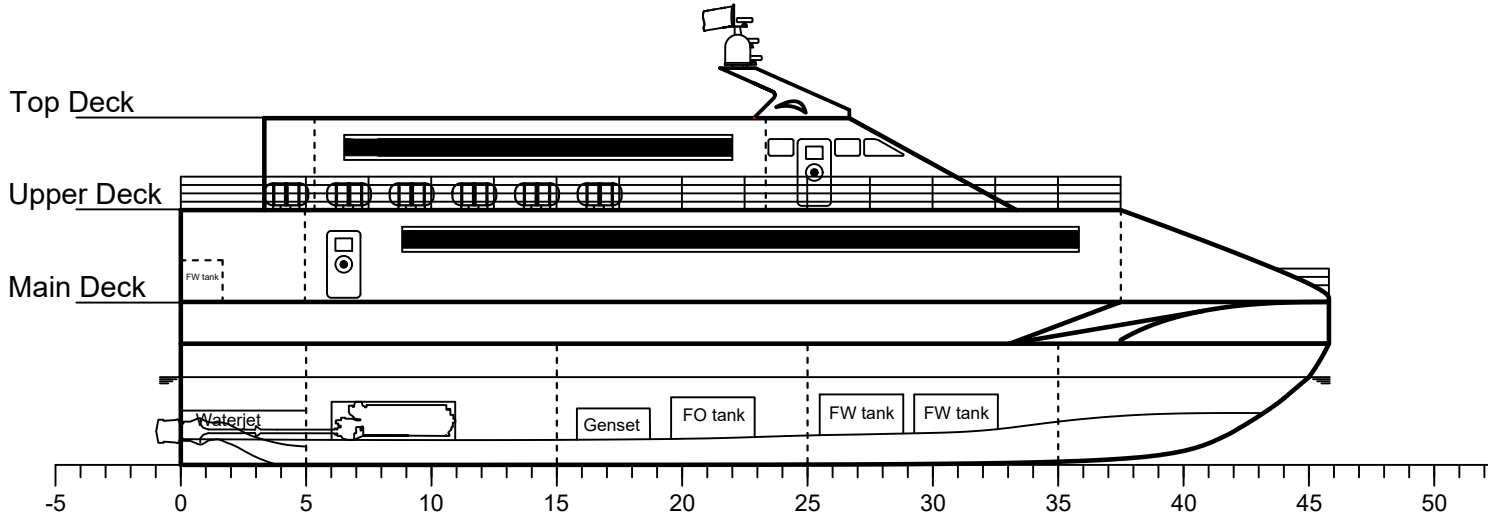
CATAMARAN FAST FERRY BOAT

LINES PLAN

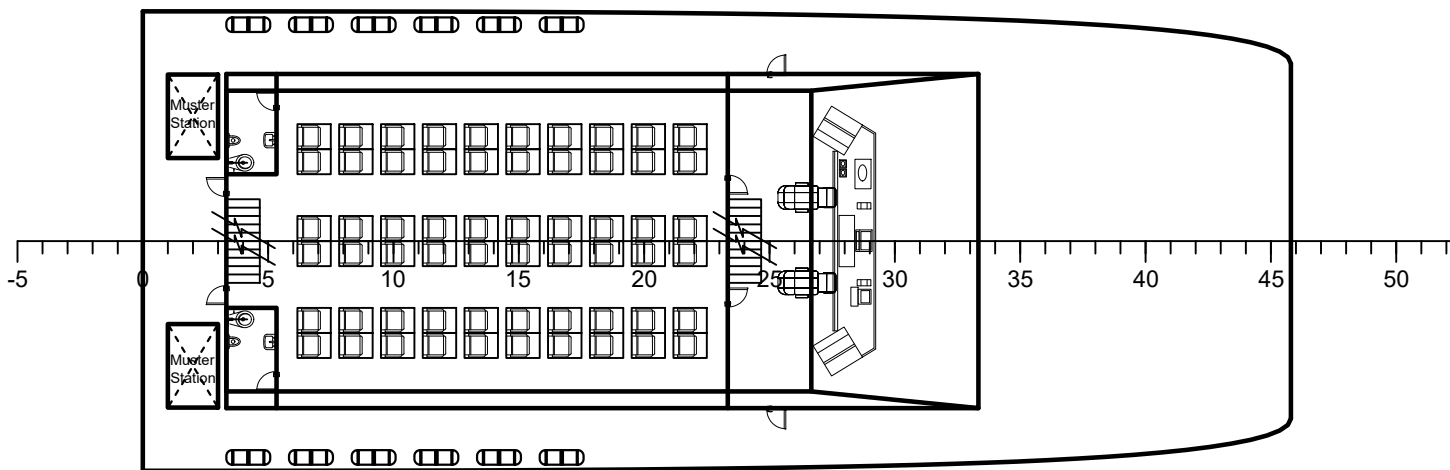
SCALE	1 : 50	SIGNATURE	DATE	REMARKS
DRAWN	Tania Dwiretno			04111640000042
APPROVED	Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.			A1

LAMPIRAN E
DESAIN *GENERAL ARRANGEMENT*

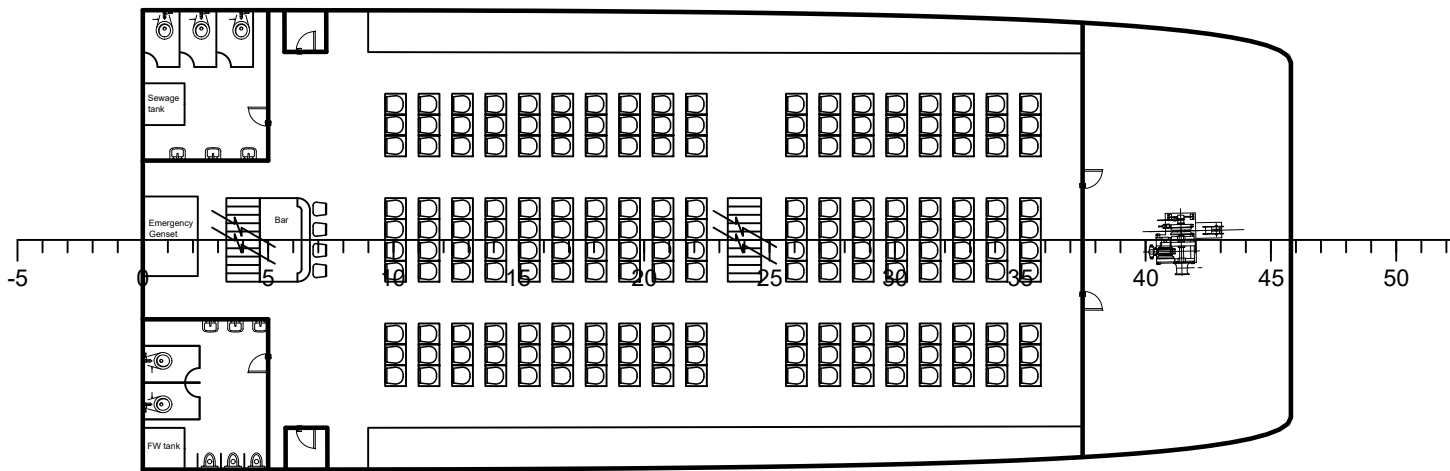
PROFIL VIEW



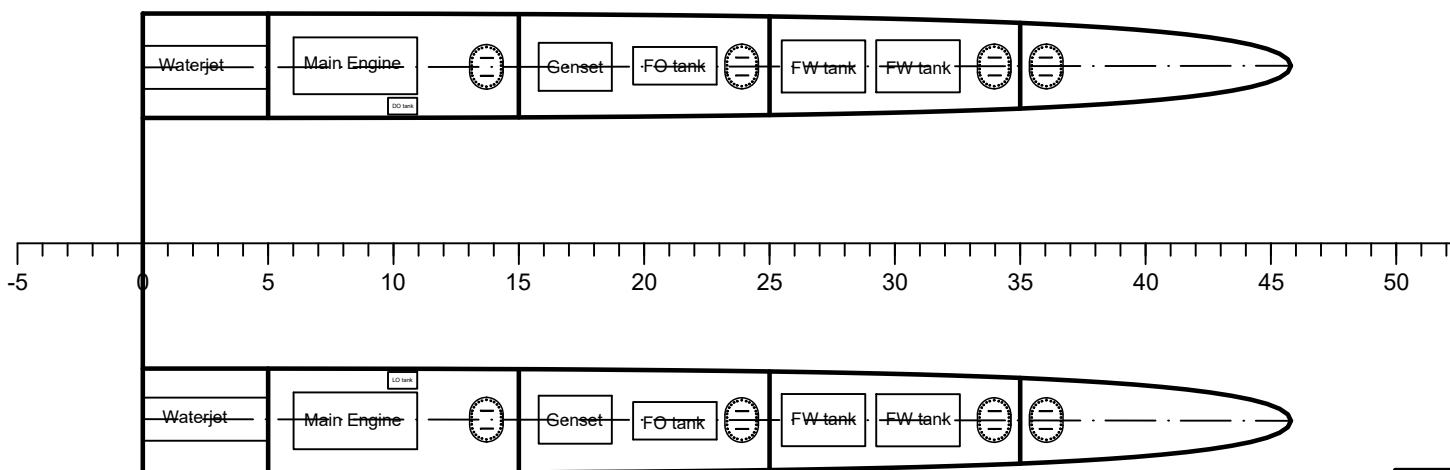
UPPER DECK



MAIN DECK



AT WATERLINE 1.2 m



PRINCIPAL DIMENSIONS	
SHIP TYPE	PASSENGER SHIP
LENGTH OF OVER ALL (Loa)	27.478 m
LENGTH BETWEEN PERPENDICULARS (Lpp)	27 m
BREADTH (B)	11 m
BREADTH EACH HULL (B _h)	2.5 m
HEIGHT (H)	3.9 m
DRAUGHT (T)	2.1 m
SERVICE SPEED (Vs)	30 knots
MAIN ENGINE POWER	10333 HP



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

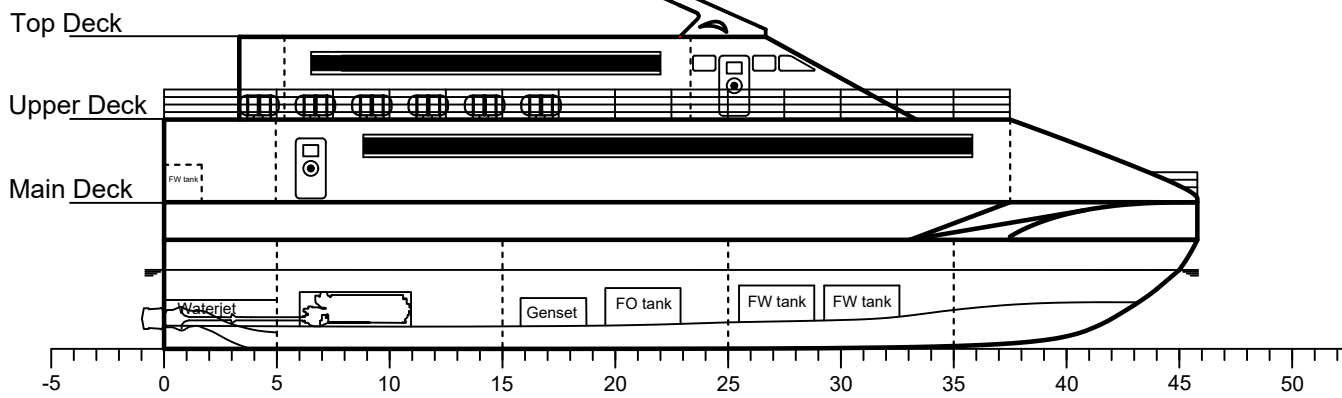
CATAMARAN FAST FERRY BOAT

GENERAL ARRANGEMENT

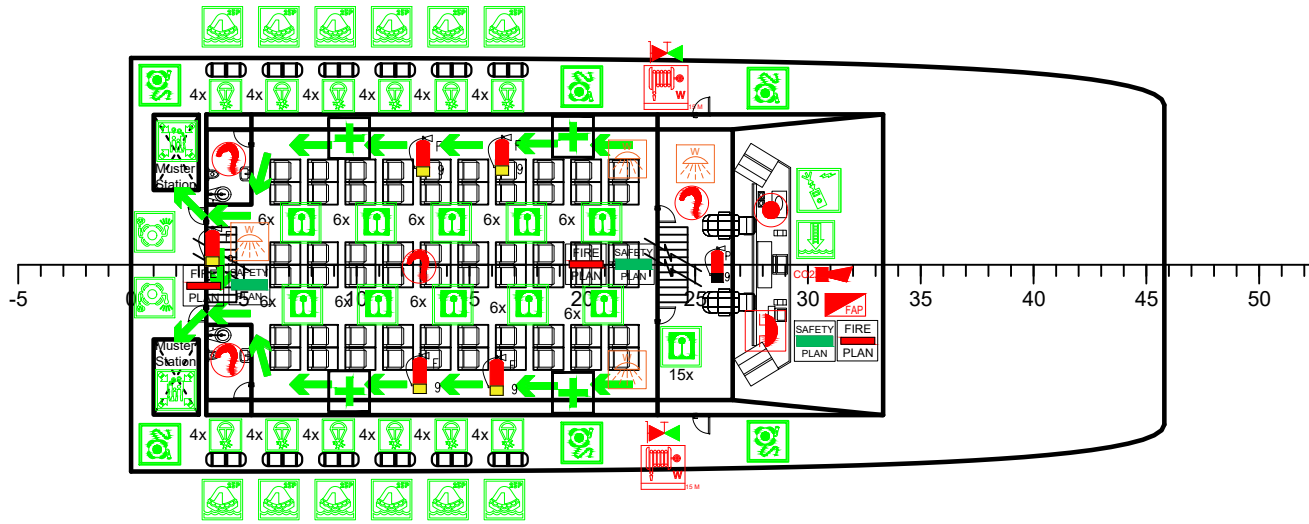
SCALE	1 : 90	SIGNATURE	DATE	REMARKS
DRAWN	Tania Dwiretno			04111640000042
APPROVED	Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.			A1

LAMPIRAN F
DESAIN *SAFETY PLAN*

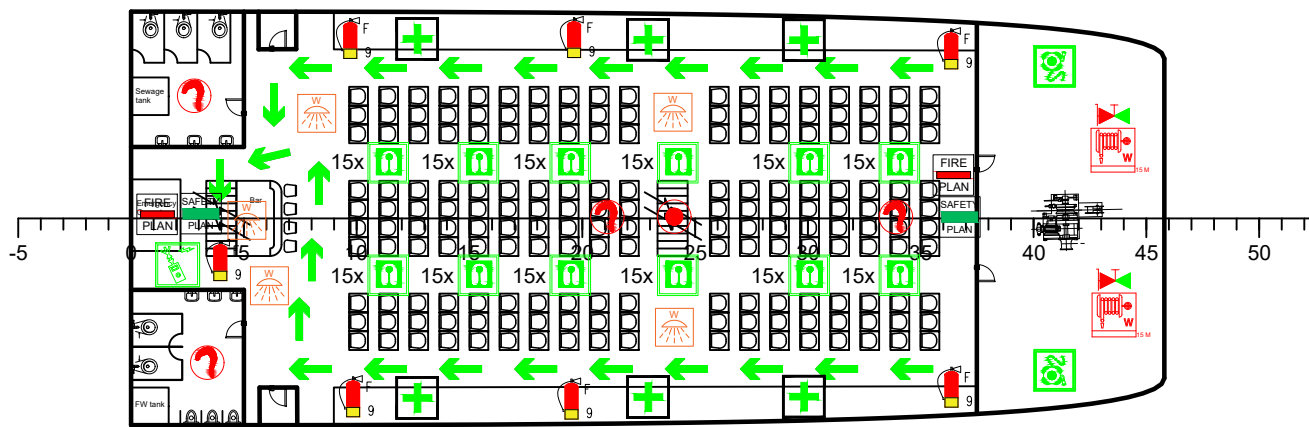
PROFIL VIEW



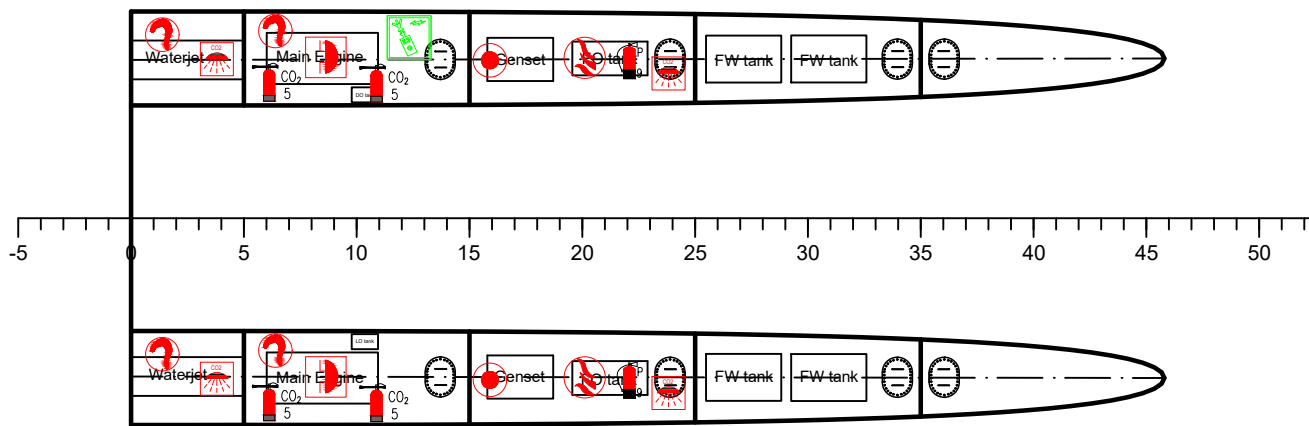
UPPER DECK



MAIN DECK



AT WATERLINE 1.2 m

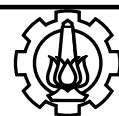


SYMBOL	DESIGNATION	OTHERS	MAIN DECK	UPPER DECK	NAVIGATION ROOM	BELOW MAIN DECK	TOTAL
	INFLATABLE LIFERAFT FOR 25 PERSONS (THROWN TYPE)			12			12
	LIFEBUOY WITH SELF-IGNITING LIGHT AND SMOKE SIGNAL			2			2
	LIFEBUOY WITH 30 M Line		2	6			8
	LIFEJACKET WITH LIGHT AND WHISTLE		180	75			255
	ROCKET PARACHUTE FLARE			48			48
	TWO WAY RADIO TELEPHONE APPARATUS				1	1	2
	MUSTER STATION			2			2
	FIRST AID KIT		6	4			10
	SAFETY PLAN		2	2	1		5
	LINE THROWING APPLIANCE (CONSIST OF : 4 PROJECTILE & 4 LINES)				1		1
	MAIN ESCAPE ROUTE						

SYMBOL	DESIGNATION	OTHERS	MAIN DECK	UPPER DECK	NAVIGATION ROOM	BELOW MAIN DECK	TOTAL
	PORTABLE FIRE EXTINGUISHER CO2 TYPE 5 KG					4	4
	PORTABLE FIRE EXTINGUISHER FOAM TYPE 9 LITRES		7	5			12
	PORTABLE FIRE EXTINGUISHER DRY POWDER TYPE 9 Kg				1	2	3
	FIRE HYDRANT WITH COUPLING FOR WATER EXTINGUISHING SYSTEM (Hose 15 m)		2	2			4
	SPACE PROTECTED BY SPRINKLER SYSTEM		5	3	1		9
	SMOKE DETECTOR		4	3	1	4	12
	HEAT DETECTOR					2	2
	PUSH BUTTON/SWITCH FOR GENERAL ALARM		1		1	2	4
	FIRE ALARM BELL & GENERAL ALARM				1	2	3
	CO2 HORN (SIGNAL LIGHT COLUMN)				1		1
	SPACE PROTECTED BY CO2 FIRE EXTINGUISHING SYSTEM					4	4
	FIRE CONTROL PLAN		2	2	1		5
	FIRE ALARM PANEL					1	1

PRINCIPAL DIMENSIONS

SHIP TYPE	PASSENGER SHIP
LENGTH OF OVER ALL (Loa)	27.478 m
LENGTH BETWEEN PERPENDICULARS (Lpp)	27 m
BREADTH (B)	11 m
HEIGHT (H)	3.9 m
DRAUGHT (T)	2.1 m
SERVICE SPEED (Vs)	30 knots
COMPLEMENTS	10 persons
MAIN ENGINE POWER	6124 HP



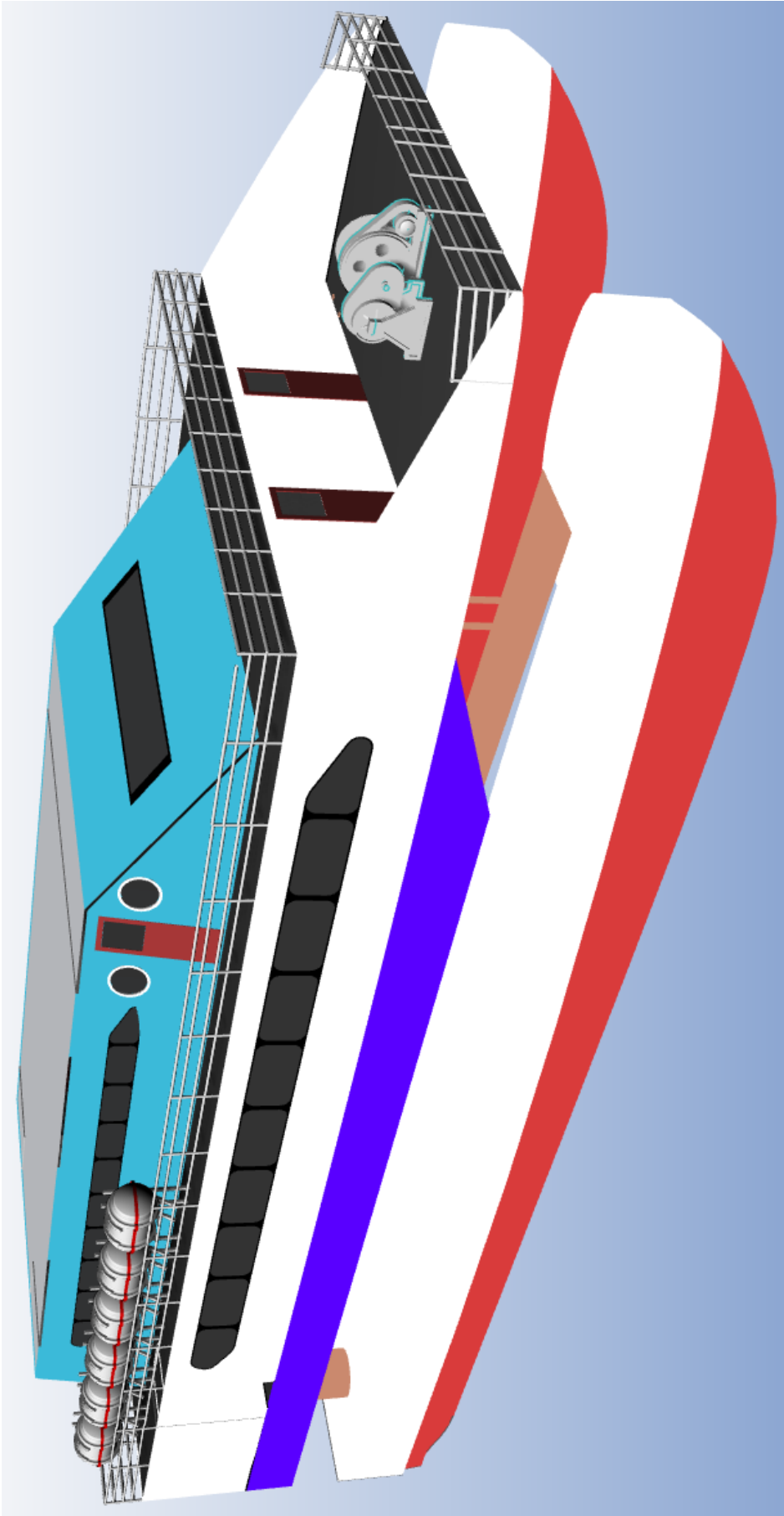
DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE
 FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

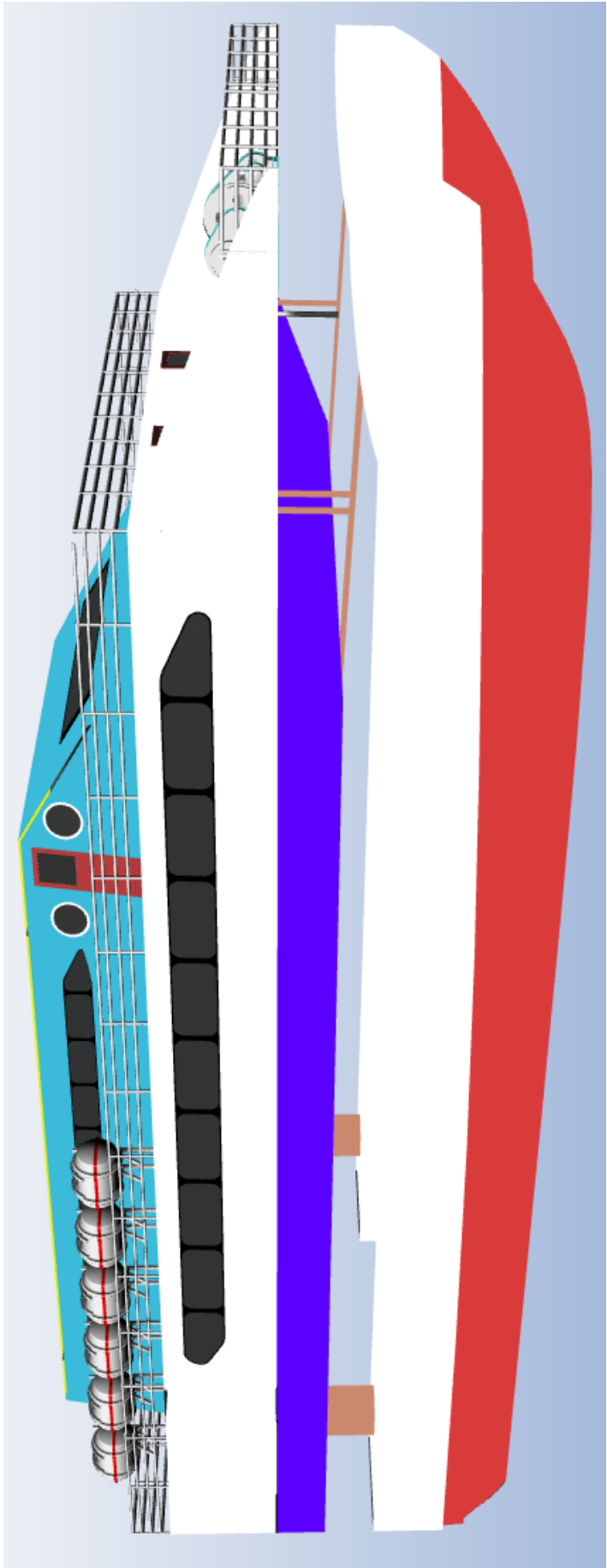
CATAMARAN FAST FERRY BOAT

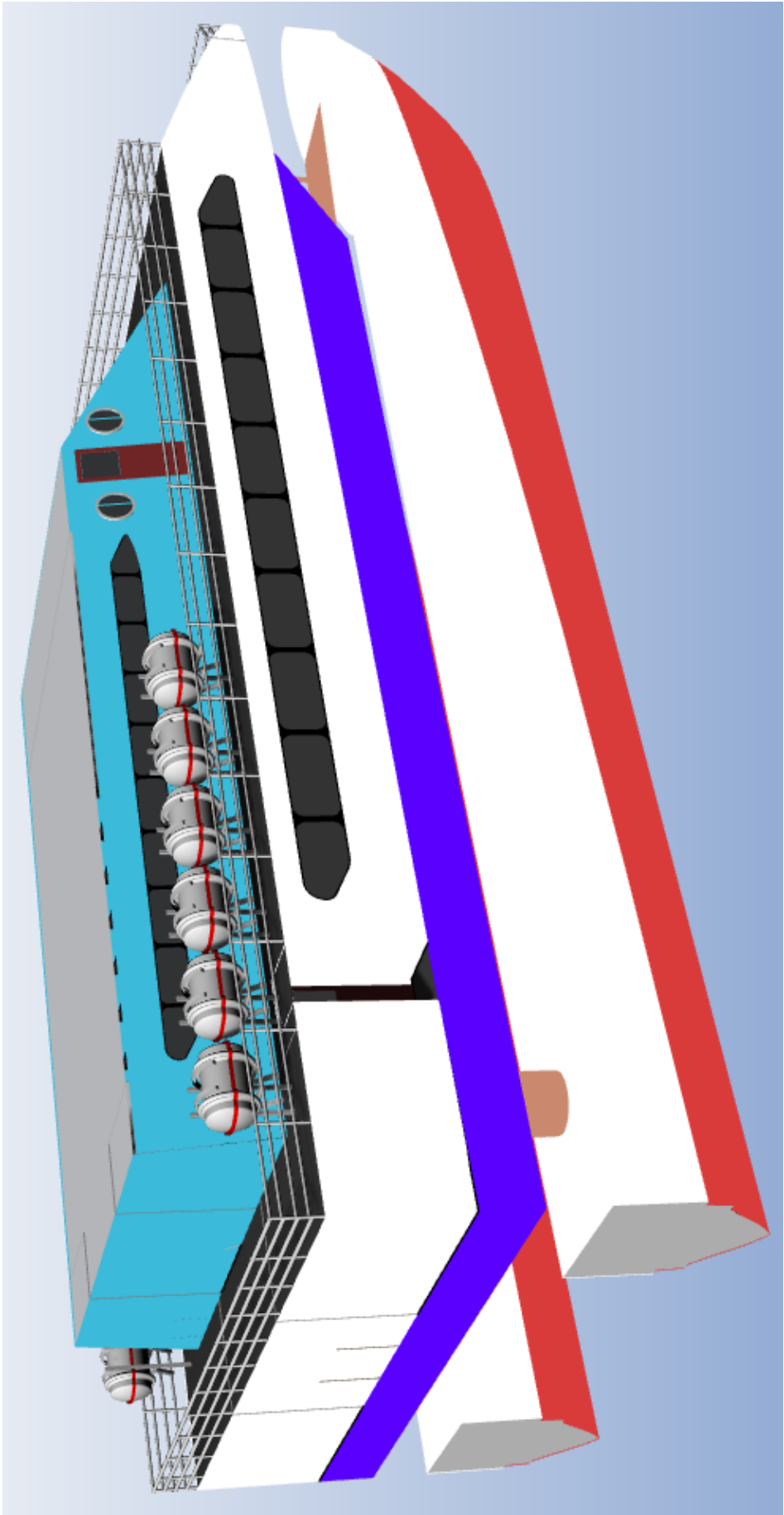
SAFETY PLAN

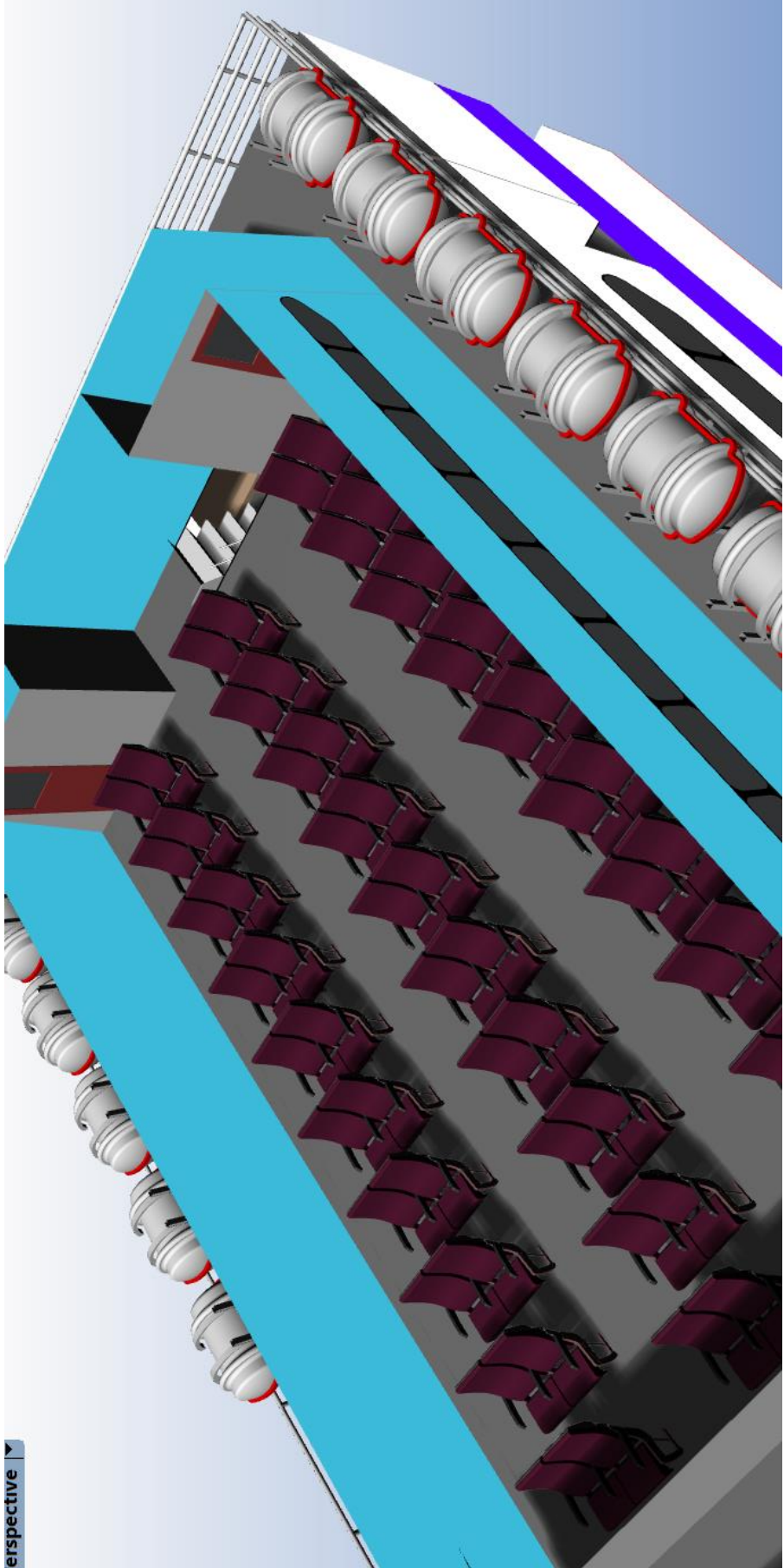
SCALE	1 : 100	SIGNATURE	DATE	REMARKS
DRAWN	Tania Dwiretno			04111640000042
APPROVED	Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.			A1

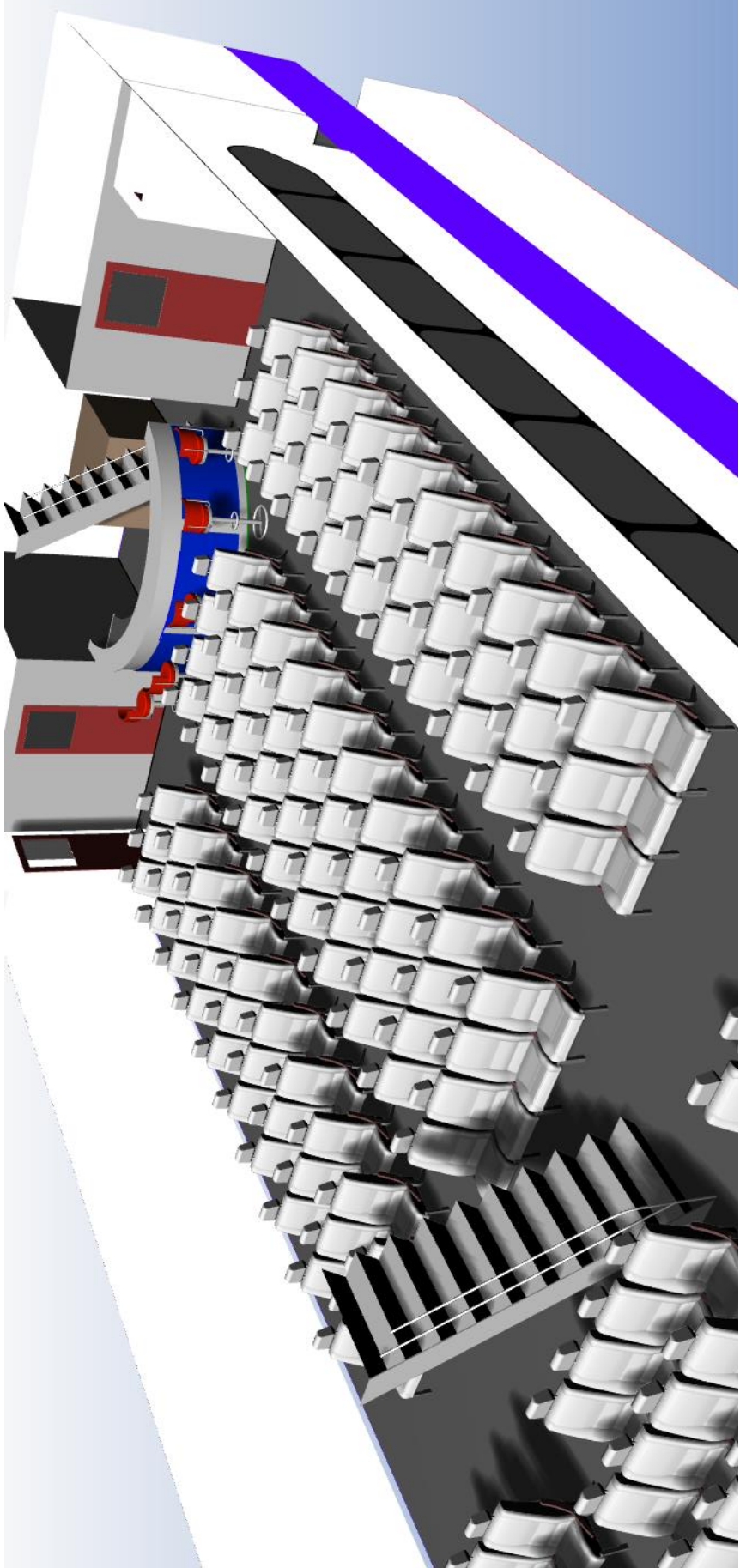
LAMPIRAN G
DESAIN 3D MODEL











BIODATA PENULIS



TANIA DWIRETNO, itulah nama lengkap Penulis. Dilahirkan di Jakarta pada 25 Juli 1996 silam, Penulis merupakan anak kedua dalam keluarga. Penulis menempuh pendidikan formal tingkat dasar pada TK Eka Santi Bekasi, kemudian melanjutkan ke SDS St. Paskalis I Jakarta, SMPK3 PENABUR Jakarta dan SMAK PENABUR Bintaro Jaya. Setelah lulus SMA, Penulis diterima di Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS pada tahun 2016 melalui jalur SBMPTN.

Di Departemen Teknik Perkapalan Penulis mengambil Rumpun Mata Kuliah Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal. Selama masa studi di ITS, selain kuliah Penulis juga aktif untuk kegiatan non-akademik yaitu dalam Himpunan Mahasiswa Teknik Perkapalan (HIMATEKPAL) FTK ITS sebagai Bendahara Umum Himpunan untuk periode 2018.2019. Selain itu, Penulis juga pernah menjadi pengurus di Persekutuan Mahasiswa Kristen (PMK) ITS sebagai *Staff* Logistik dan beberapa kali menjadi panitia dalam kegiatan-kegiatan lain di lingkungan ITS yang diselenggarakan oleh BEM ITS ataupun UKM.

Email : tania16@mhs.na.its.ac.id/taniadwiretno@gmail.com

Phone : +62 812 9417 7227