



TUGAS AKHIR - MN 184802

**DESAIN *SHALLOW DRAFT CARGO-PASSENGER SHIP*
DENGAN SISTEM PENGGERAK MOTOR LISTRIK DENGAN
SUMBER ENERGI HIBRIDA UNTUK PERAIRAN SUNGAI
MAHAKAM**

**Ibnul Qayyim
NRP 0411164000092**

**Dosen Pembimbing
Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.**

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



TUGAS AKHIR - MN 184802

**DESAIN *SHALLOW DRAFT CARGO-PASSENGER SHIP*
DENGAN SISTEM PENGGERAK MOTOR LISTRIK DENGAN
SUMBER ENERGI HIBRIDA UNTUK PERAIRAN SUNGAI
MAHAKAM**

**Ibnul Qayyim
NRP 0411164000092**

**Dosen Pembimbing
Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.**

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



FINAL PROJECT - MN 184802

**DESIGN OF SHALLOW DRAFT CARGO-PASSENGER SHIP
WITH ELECTRICAL PROPULSION SYSTEM BY USING
HYBRID ENERGY SOURCE FOR MAHAKAM RIVER**

**Ibnul Qayyim
NRP 0411164000092**

**Supervisor
Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.**

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

LEMBAR PENGESAHAN

DESAIN *SHALLOW DRAFT CARGO-PASSENGER SHIP* DENGAN SISTEM PENGGERAK MOTOR LISTRIK DENGAN SUMBER ENERGI HIBRIDA UNTUK PERAIRAN SUNGAI MAHAKAM

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:

IBNUL QAYYIM
NRP 0411164000092

Disetujui oleh:

Dosen Pembimbing

Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.
NIP 19761029 200212 1 003

Mengetahui,
Kepala Departemen Teknik Perkapalan

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

SURABAYA, 4 AGUSTUS 2020



LEMBAR REVISI

DESAIN *SHALLOW DRAFT CARGO-PASSENGER SHIP* DENGAN SISTEM PENGGERAK MOTOR LISTRIK DENGAN SUMBER ENERGI HIBRIDA UNTUK PERAIRAN SUNGAI MAHAKAM

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir
Tanggal 21 Juli 2020

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

Oleh:

IBNUL QAYYIM
NRP 04111640000092

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Dr. Eng. Yuda Apri Hermawan, S.T., M.T.

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

3. Danu Utama, S.T., M.T.



Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

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

SURABAYA, 4 AGUSTUS 2020

Dipersembahkan kepada kedua orang tua atas segala dukungan dan doanya.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah swt., 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. Ayah, ibu, dan adik-adik yang telah memberikan dukungan dalam segala aspek penting pada setiap proses penulisan Tugas Akhir ini;
2. Bapak Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan dan motivasinya selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini;
3. Bapak Yuda, Ibu Hesty Anita, dan Bapak Danu selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan sarannya untuk perbaikan Laporan Tugas Akhir ini;
4. Bapak Hasanudin, S.T., M.T. selaku Kepala Laboratorium Desain Kapal Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS atas bantuannya selama pengerjaan Tugas Akhir ini dan atas ijin pemakaian fasilitas laboratorium;
5. Bapak Imam Baihaqi, S.T., M.T. selaku Dosen Wali selama masa perkuliahan di Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS;
6. Teman-teman Kapal in Exile dan P56 IRONCLAD yang selalu mendukung, memberikan semangat dan bantuan yang sangat berarti pada pengerjaan Tugas Akhir ini;
7. Pihak-pihak lain yang turut membantu dalam pengerjaan Tugas Akhir ini yang tidak bisa penulis tuliskan satu persatu.

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, 4 Agustus 2020

Ibnul Qayyim

DESAIN *SHALLOW DRAFT CARGO-PASSENGER SHIP* DENGAN SISTEM PENGGERAK MOTOR LISTRIK DENGAN SUMBER ENERGI HIBRIDA UNTUK PERAIRAN SUNGAI MAHAKAM

Nama Mahasiswa : Ibnul Qayyim
NRP : 0411164000092
Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.

ABSTRAK

Sungai Mahakam yang terletak di Kalimantan Timur merupakan salah satu sungai terbesar di Indonesia dengan panjang 920 km. Sungai Mahakam merupakan salah satu sarana transportasi utama di Pulau Kalimantan, khususnya untuk daerah Kalimantan Timur. Sungai Mahakam dapat menjadi penghubung daerah yang belum memiliki sarana transportasi jalan. Kapal di Sungai Mahakam pada umumnya digunakan oleh masyarakat daerah-daerah pedalaman yang berpergian secara rutin dan distribusi barang kebutuhan masyarakat pedalaman juga mengandalkan transportasi Sungai Mahakam. Hal ini menyebabkan kapal merupakan sarana transportasi vital masyarakat pedalaman Kalimantan Timur. Saat ini kondisi kapal di Sungai Mahakam sudah tua. Kapal Sungai Mahakam pun menjadi salah satu aspek yang perlu pembaruan untuk menunjang sarana transportasi Kalimantan Timur yang sebagian daerahnya akan menjadi Ibu Kota baru. Kecepatan kapal Sungai Mahakam saat ini juga dinilai relatif terlalu lama dikarenakan kondisi kapal yang sudah tua dan kondisi lingkungan di sekitar Sungai Mahakam. Oleh karena itu, mengganti kapal Sungai Mahakam dengan kecepatan yang lebih tinggi dan menyesuaikan dengan kebutuhan penunjang Ibu Kota baru dirasa dibutuhkan. Tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini adalah mendesain kapal dengan baru dengan fasilitas dan fitur yang menyesuaikan dengan Ibu Kota baru dengan dapat menurunkan waktu tempuh perjalanan. *Payload* kapal didapatkan berdasarkan hasil *forecasting demand* dari jumlah penumpang dan barang yang diangkut kapal. Kemudian didapatkan kebutuhan luasan tiap *payload* dan ukuran utama kapal. Setelah itu dilakukan perhitungan teknis yang meliputi hambatan dan propulsi, kebutuhan *hybrid system*, berat, *freeboard*, stabilitas, dan *trim*. Rute pelayaran kapal Tugas Akhir ini adalah Samarinda-Melak-Long Iram-Long Bagun. *Payload* yang didapatkan adalah 100 orang penumpang, 55 ton barang, dan 22 unit sepeda motor. Ukuran utama yang didapatkan adalah $Loa = 44$ m; $Lpp = 40.8$; $B = 7$ m; $H = 4$ m; $T = 1.7$ m. Material kapal yang digunakan adalah baja. Menggunakan mesin dengan power sebesar 672 kW. Tinggi *freeboard minimum* adalah sebesar 653 mm. Panel surya yang digunakan sebanyak 83 unit. Biaya total pembangunan kapal yaitu sebesar Rp 21,025,231,720

Kata kunci: *Cargo-Passenger Ship*, *Hybrid*, Motor Listrik, Sungai Mahakam.

DESIGN OF SHALLOW DRAFT CARGO-PASSENGER SHIP WITH ELECTRICAL PROPULSION SYSTEM BY USING ENERGY SOURCE FOR MAHAKAM RIVER

Author : Ibnul Qayyim
Student Number : 0411164000092
Department / Faculty : Naval Architecture / Marine Technology
Supervisor : Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.

ABSTRACT

The Mahakam River, located in East Kalimantan, is one of the largest rivers in Indonesia, with a length of 920 km. The Mahakam River is one of the main infrastructures of transportation on the island of Kalimantan, especially in the East Kalimantan region. Mahakam River has a potential to be a connecting area but it does not have road transportation facilities yet. Ships on the Mahakam River are generally used by rural communities who travel regularly, thus the distribution of goods needed by the inland people relies on the transportation of the Mahakam River. This means that the ship is a vital means of transportation inland communities of East Kalimantan. Currently, the ships in the Mahakam River are very old. Mahakam River's Ships have also become one of the aspects that need to be renewed to support East Kalimantan's transportation facilities, which will support the plan of East Kalimantan being the new Capital City. due to the ships' lifetime that are getting closer to their end and Mahakam River's environmental conditions. Therefore, replacing the Mahakam Riverboat with a higher speed vessel and adjusting to the needs of supporting the new capital is deemed as necessary. The purpose of this final project research is to design a new ship with facilities and features that adjusts to the new capital's needs by reducing travel time. The ship's payload is obtained based on the results of forecasting demand from the number of passengers and goods transported by the ship. Then the area needs for each payload and the main size of the ship are obtained. After that, technical calculations include obstacles and propulsion, hybrid system requirements, weight, freeboard, stability, and trim. The route of the ship is Samarinda-Melak-Long Iram-Long Bagun. The ship's payload is 100 persons passenger, 55 tons of cargo, and 22 unit of motorcycle. The main size obtained was $Loa = 44$ m; $Lpp = 40.8$; $B = 7$ m; $H = 4$ m; $T = 1.7$ m. Ship material used is stell. The power of motor for propulsion is 672 kW. The minimum freeboard height is 653 mm. 83 solar panel are used at this ship. The total cost of ship construction is Rp 21,025,231,720.

Keywords: Cargo-Passenger Ship, Electric Motor, Hybrid, Mahakam River.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	v
LEMBAR REVISI.....	vii
KATA PENGANTAR	xi
ABSTRAK.....	xiii
ABSTRACT	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xxi
DAFTAR TABEL	xxiii
DAFTAR SIMBOL	xxv
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. Proses Desain Kapal	5
2.1.2. Perhitungan Hambatan Kapal	5
2.1.3. Perhitungan Propulsi dan <i>Powering</i>	5
2.1.4. Perhitungan Berat dan Titik Berat Komponen DWT	7
2.1.5. Perhitungan Berat dan Titik Berat Komponen LWT	8
2.1.6. Pemeriksaan <i>Margin Displacement</i>	9
2.1.7. Perhitungan dan Pengecekan Stabilitas	9
2.1.8. Perhitungan dan Pemeriksaan Lambung Timbul (<i>Freeboard</i>)	12
2.2. Tinjauan Pustaka.....	15
2.2.1. Daerah Pelayaran Sungai Mahakam	15
2.2.2. <i>Shallow Draft</i>	16
2.2.3. Kapal Penumpang-Barang	16
2.2.4. <i>Hybrid System</i>	16
2.2.5. <i>Solar Cell</i>	17
2.2.6. Perencanaan Keselamatan.....	18
2.2.7. Analisis Ekonomis	18
BAB 3 METODOLOGI	19
3.1. Umum	19
3.2. Bagan Alir.....	19
3.3. Tahap Pengerjaan.....	20
3.3.1. Tahap Identifikasi Masalah.....	20
3.3.2. Tahap Studi Literatur	20
3.3.3. Tahap Penumpulan Data	21
3.3.4. Tahap Pengolahan Data	21
3.3.5. Tahap Perencanaan	21

3.3.6. Tahap Analisis Ekonomis	21
3.3.7. Tahap Kesimpulan dan Saran	22
BAB 4 ANALISIS TEKNIS	23
4.1. Umum	23
4.2. Penentuan Rute	23
4.3. Penentuan Payload.....	25
4.4. Penentuan Ukuran Utama Kapal	27
4.5. Penentuan Material Kapal.....	27
4.6. Perhitungan Teknis	28
4.6.1. Perhitungan Hambatan dan <i>Power</i> Kapal	28
4.6.2. Permesinan Kapal	30
4.6.3. Desain Sistem Hibrida	32
4.6.4. Perhitungan Panel Surya	32
4.6.5. Skenario Hibrida Kapal.....	33
4.6.6. Perhitungan Konsumsi Kapal	35
4.6.7. Perlengkapan dan Perlengkapan Kapal.....	37
4.6.8. Perhitungan Berat Kapal.....	39
4.6.9. Pemeriksaan Koreksi Displacemen Kapal	40
4.6.10. Perhitungan Titik Berat Kapal	41
4.6.11. Perhitungan Lambung Timbul (<i>Freeboard</i>)	41
4.6.12. Perhitungan Stabilitas Kapal.....	41
4.6.13. Perhitungan <i>Trim</i> Kapal.....	43
4.7. Pembuatan Desain Rencana Garis (<i>Lines Plan</i>).....	44
4.8. Pembuatan Desain Rencana Umum (<i>General Arrangement</i>).....	45
4.9. Pembuatan Desain Rencana Keselamatan (<i>Safety Plan</i>).....	47
4.9.1. <i>Life Saving Appliance</i>	47
4.9.2. <i>Fire Fighting Equipment</i>	48
4.10. Pembuatan Desain Model 3 Dimensi (<i>3D Model</i>).....	49
BAB 5 Analisis ekonomis	53
5.1. Perhitungan Biaya Pembangunan Kapal (<i>Building Cost</i>).....	53
5.2. Perhitungan Biaya Operasional Kapal (<i>Operational Cost</i>)	54
5.3. Harga Tiket	54
5.4. <i>Net Present Value</i> (NPV).....	55
5.5. <i>Internal Rate of Return</i> (IRR).....	56
5.6. Pemilihan Harga Tiket.....	57
5.7. <i>Payback Period</i>	57
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN	59
6.1. Kesimpulan	59
6.2. Saran	60
DAFTAR PUSTAKA.....	61
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.....	10
Gambar 2.2 Titik Penting dalam Stabilitas Kapal	10
Gambar 2.3 Peta Alur Pelayaran Sungai Mahakam	15
Gambar 2.4 Lapisan Panel Surya	17
Gambar 3.1 Bagan Alir Pengerjaan Tugas Akhir.....	20
Gambar 4.1 Rute kapal di Sungai Mahakam.....	23
Gambar 4.2 Durasi pelayaran	25
Gambar 4.3 Motor Penggerak Utama.....	30
Gambar 4.4 Generator Utama.....	31
Gambar 4.5 Generator Darurat	31
Gambar 4.6 Skema Hibrida pada Kapal	32
Gambar 4.7 Panel Surya	33
Gambar 4.8 <i>Solar Panel Deck</i>	33
Gambar 4.9 Diagram penggunaan energi pada siang hari.....	34
Gambar 4.10 Diagram penggunaan energi pada sebagian malam hari	35
Gambar 4.11 Penggunaan energi pada sebagian malam lainnya.....	35
Gambar 4.12 Kasur Penumpang.....	37
Gambar 4.13 Bantal Penumpang	38
Gambar 4.14 <i>Life Raft</i>	38
Gambar 4.15 <i>Body Plan</i>	45
Gambar 4.16 <i>Sheer Plan</i>	45
Gambar 4.17 <i>Half Breadth Plan</i>	45
Gambar 4.18 <i>Profile View</i>	46
Gambar 4.19 <i>Second Deck</i>	46
Gambar 4.20 <i>Main Deck</i>	47
Gambar 4.21 <i>Below Main Deck</i>	47
Gambar 4.22 <i>Solar Panel Deck</i>	47
Gambar 4.23 Pemodelan 3D pada Maxsurf Modeller	49
Gambar 4.24 Tampak Perspektif 3D	49
Gambar 4.25 Desain <i>Main Deck</i>	50
Gambar 4.26 Desain <i>Second Deck</i>	50
Gambar 4.27 Desain <i>Solar Panel Deck</i>	50
Gambar 4.28 Desain Tempat Tidur Penumpang	50
Gambar 4.29 Desain Tempat Sepeda Motor	51
Gambar 4.30 Desain Toilet.....	51
Gambar 4.31 Desain Mushola	51
Gambar 4.32 Desain <i>Crew Room</i>	52
Gambar 4.33 Desain <i>Navigation Room</i>	52

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Pertimbangan Penentuan Rute.....	24
Tabel 4.2 <i>Forecasting Payload</i>	26
Tabel 4.3 Kebutuhan Luas Tiap <i>Item</i>	26
Tabel 4.4 Perbandingan Material.....	28
Tabel 4.5 Nilai Hambatan yang diperoleh dari Maxsurf	29
Tabel 4.6 Skenario Pemakaian Tenaga di <i>shallow draft cargo-passenger ship</i>	34
Tabel 4.7 Rekapitulasi Berat DWT	39
Tabel 4.8 Rekapitulasi Berat LWT	40
Tabel 4.9 Akumulasi LWT dan DWT	40
Tabel 4.10 <i>Margin Displacement</i>	40
Tabel 4.11 Titik Berat LWT dan DWT	41
Tabel 4.12 Titik Berat Total	41
Tabel 4.13 Pemeriksaan Lambung Timbul.....	41
Tabel 4.14 <i>Load Cases</i>	42
Tabel 4.15 Kriteria Stabilitas.....	42
Tabel 4.16 Hasil Stabilitas bagian 1	43
Tabel 4.17 Hasil Stabilitas bagian 2	43
Tabel 4.18 Batasan untuk <i>Trim</i> Kapal	44
Tabel 4.19 <i>Trim Condition</i>	44
Tabel 5.1 Rekapitulasi Biaya Pembangunan	53
Tabel 5.2 Koreksi Biaya Pembangunan	53
Tabel 5.3 Rekapitulasi Biaya Operasional Kapal	54
Tabel 5.4 Perencanaan Harga Tiket.....	54
Tabel 5.5 Rekapitulasi Nilai NPV	55
Tabel 5.6 Rekapitulasi Nilai IRR	56
Tabel 5.7 Rekapitulasi Analisis Ekonomis.....	56
Tabel 5.8 Harga Tiket Akhir.....	57
Tabel 5.9 <i>Payback Period</i>	57

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

Sungai Mahakam adalah sungai yang terletak di Pulau Kalimantan. Sungai terbesar kedua di Indonesia ini memiliki panjang 920 km. Sungai Mahakam memiliki angkutan utama yang digunakan oleh masyarakat untuk bertransportasi dari satu tempat ke tempat lain. Alasan masyarakat lebih memilih angkutan sungai dibandingkan dengan angkutan lain dikarenakan biaya yang dikeluarkan lebih murah dan barang yang dapat dibawa lebih banyak walaupun waktu tempuh menjadi lebih lama (bisnis.com, 2019). Angkutan sungai di Sungai Mahakam sendiri pada saat ini memiliki armada sebanyak 24 kapal (bisnisnews.id, 2019). Namun pada saat ini kegiatan operasional angkutan sungai tersebut memiliki masalah yang diantara masalah tersebut dapat menyebabkan operasional dari angkutan sungai menjadi berhenti sementara. Masalah-masalah tersebut antara lain umur kapal yang sudah tua (bisnis.com, 2019).

Pemerintah juga sudah mengumumkan bahwa ibu kota negara Indonesia akan pindah ke provinsi Kalimantan Timur, tepatnya berada di sebagian Kabupaten Kutai Kartanegara dan Kabupaten Penajam Paser Utara. Dengan begitu, Sungai Mahakam pun akan menjadi bagian dari ibu kota negara yang baru. Pengembangan ibu kota baru di Pulau Kalimantan akan menggunakan konsep *Green, Smart, Beautiful, and Sustainable* (CNN Indonesia, 2019). Sehingga penggunaan transportasi yang ramah lingkungan menjadi salah satu opsi utama dalam mengembangkan ibu kota negara yang baru.

Berdasarkan latar belakang tersebut, dibutuhkan kapal yang dapat beroperasi di Sungai Mahakam dan diharapkan dapat menjadi jalan keluar dari permasalahan yang ada pada angkutan sungai di Sungai Mahakam. Kapal akan di desain dapat mengangkut lebih banyak muatan. Dengan konsep yang akan dikembangkan di ibu kota negara baru, kapal akan memiliki sistem bahan bakar hybrid yang bertujuan untuk mengurangi emisi gas buang dan menjaga kelestarian lingkungan.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, beberapa permasalahan yang akan diselesaikan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menentukan daerah operasional kapal?
2. Bagaimana menentukan *payload* kapal?
3. Bagaimana menentukan ukuran utama kapal?
4. Bagaimana menentukan material kapal?
5. Bagaimana analisis teknis kapal?
6. Bagaimana menentukan jumlah kebutuhan *solar cell*?
7. Bagaimana membuat desain Rencana Garis, Rencana Umum, model 3D, dan *Safety Plan* kapal?
8. Bagaimana analisis ekonomis kapal?

1.3. Tujuan

Tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan daerah operasional kapal.
2. Menentukan *payload* kapal.
3. Menentukan ukuran utama kapal.
4. Menentukan material kapal.
5. Melakukan perhitungan teknis kapal.
6. Memperoleh jumlah kebutuhan *solar cell*.
7. Memperoleh desain Rencana Garis, Rencana Umum, *Safety Plan*, dan model 3D kapal.
8. Melakukan analisis ekonomis kapal.

1.4. Batasan Masalah

Dalam pengerjaan tugas akhir ini, batasan masalah yang ditentukan adalah:

1. Pengerjaan desain hanya sebatas *concept design*.
2. Perhitungan konstruksi dan kekuatan memanjang kapal diabaikan.
3. Hybrid system yang digunakan adalah kombinasi *solar cell* dan *diesel generator*.

1.5. Manfaat

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

1. Secara akademis, hasil pengerjaan Tugas Akhir ini diharapkan dapat membantu menunjang proses belajar mengajar.

2. Secara praktis, diharapkan hasil pengerjaan Tugas Akhir ini dapat berguna sebagai referensi pengembangan konsep dan desain kapal pengangkut penumpang dan barang di Sungai Mahakam.

1.6. Hipotesis

Dengan membangun kapal pengangkut penumpang-barang yang memiliki sumber energi hybrid, diharapkan dapat menjadi sarana transportasi modern yang memiliki sarat kapal yang cukup untuk beroperasi selama setahun penuh, efisien, dan ramah lingkungan pada angkutan Sungai Mahakam.

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. Proses Desain Kapal

Proses desain kapal yang dilakukan mengikuti proses *spiral design* yang membutuhkan prinsip umum dalam mendesain kapal. Pada proses *spiral design* tahapan desain yang dilakukan akan mengalami pengulangan analisis ketika ditemukan kondisi yang tidak memenuhi persyaratan. Proses analisa dilakukan secara terus menerus sehingga semua kondisi desain terpenuhi. Terdapat empat tahapan dalam *spiral design* ini, yaitu *concept design*, *preliminary design*, *contract design*, dan *detail design*.

2.1.2. 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* (C_b), *Prismatic Coefficient* (C_p), *Midship Coefficient* (C_m), dan *Waterpalne Coefficient* (C_{wp}).

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).

2.1.3. 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 kaapl 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 propeler kapal.

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

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

Dimana

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

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

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

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

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

$$C_v = (1 + k) \cdot C_{FO} \cdot C_A \quad [PNA \text{ vol II hal } 163]$$

c. DHP (*Delivery Horse Power*), daya 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

$$\text{BHP} = \text{SHP} / \eta_T \dots\dots\dots (2.5)$$

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 Countinuous Rate*).

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

[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%.

2.1.4. Perhitungan Berat dan Titik Berat Komponen DWT

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

a. Perhitungan Berat Baja Kapal

Perhitungan berat baja kapal menggunakan metode perhitungan 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 persatu 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.

2.1.5. 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 nilai 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 :

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

[*Parametric Design, chapter 11*]

Dimana :

SFR = *Specific Fuel Rate*

= Dapat dilihat di katalog [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 *lubrication oil*

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

[*Parametric Design, chapter 11*]

Dimana :

ρ_{LO} = berat jenis *lubrication oil*

= 0.9 ton/m³

c. *Fresh Water*

Untuk *crew*

V_{FW} = volume fuel oil

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

[*Parametric Design, chapter 11*]

Dimana :

W_{FW} = 0.17 ton/person/day

ρ_{FW} = berat jenis *fresh water*

= 1 ton/m³

2.1.6. 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.

2.1.7. 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*".

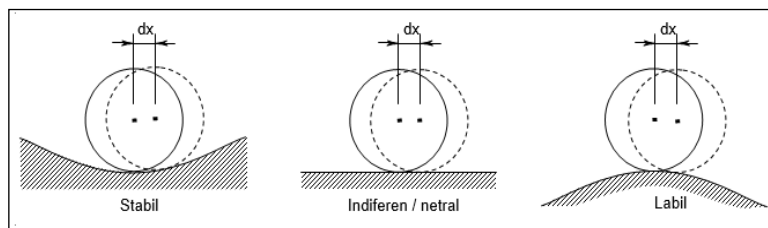
Ada 2 macam stabilitas kapal yaitu stabilitas memanjang (*trim*) dan stabilitas melintang (oleng). Stabilitas memanjang adalah stabilitas kapal saat terjadi perbedaan srat di haluan dan buritan, stabilitas ini sering diabaikan. Stabilitas melintang adalah kemampuan kapal untuk kembali tegak setelah mengalami 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 oleh dan gerakan lain. Dalam cuaca buruk, gaya-gaya ini akan menjadi semakin besar dan akan menyebabkan oleh 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.

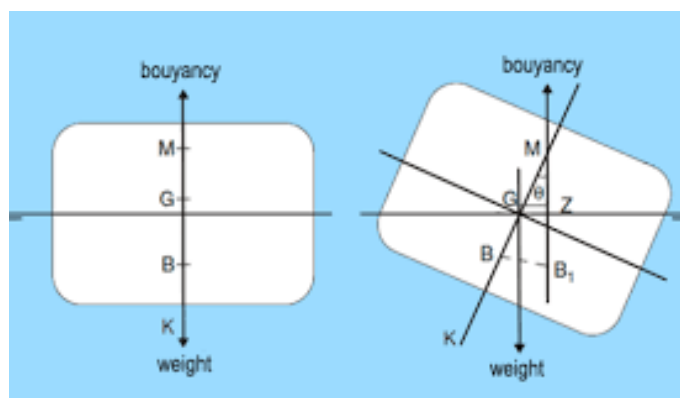
Suatu benda dikatakan dalam keadaan seimbang jika jumlah gaya yang bekerja pada benda dan jumlah momen yang bekerja pada benda terhadap suatu titik sama dengan nol. Jika benda yang dalam keadaan seimbang tadi mendapat gangguan kecil sesaat dari luar, ada 3 kemungkinan yang akan terjadi yaitu:

- 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 tersebut 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: 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. $e_{0,30} \geq 3.1513 \text{ m.deg}$

Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $30^\circ \geq 3.1513 \text{ m.deg}$

2. $e_{0,40} \geq 5.1566 \text{ m.deg}$

Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $40^\circ \geq 5.1566 \text{ m.deg}$.

3. $e_{30,40} \geq 1.7189 \text{ m.deg}$

Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $30^{\circ}\sim 40^{\circ}\geq 1.7189$ m.deg.

4. $h_{30^{\circ}} \geq 0.2$ m

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

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

Tinggi penegak GZ maksimum harus terletak pada sudut lebih dari 25 derajat.

6. $GM_t > 0.15$ m

Tinggi titik berat kapal dengan metacenter tidak boleh kurang dari 0.15 meter

7. $\phi_{\max} \leq 10^{\circ}$

Sudut kapal pada saat seluruh penumpang berada di satu sisi yang sama tidak boleh lebih dari 10 derajat.

2.1.8. 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):

$$L = \text{length}$$

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

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*

$$= \frac{\nabla}{L \cdot B \cdot d_1}$$

d₁ = 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 Cb (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 :

$$Fb_3 = (D - L/15) \cdot R \quad [mm] \quad (2.13)$$

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

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

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:

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

2.2. 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 Sungai Mahakam

Sungai merupakan salah satu jalur transportasi yang dibutuhkan dalam mengangkut barang dan penumpang di Pulau Kalimantan, khususnya di Sungai Mahakam. Sungai Mahakam biasa dilewati tidak hanya untuk angkutan penumpang dan barang, melainkan untuk kapal tongkang pembawa batu bara yang akan disalurkan ke pembangkit listrik sekitar Sungai Mahakam. Oleh karena itu, angkutan Sungai Mahakam memiliki rintangan tersendiri pada saat berlayar yakni berisiko untuk menabrak kapal tongkang. Angkutan sungai yang ada di Sungai Mahakam tersedia beberapa rute seperti pada Gambar 2.3, yakni Samarinda-Melak yang berjarak 325 km atau 175 nm, Samarinda-Long Iram yang berjarak 409 km atau 220 nm, dan Samarinda-Long Bagun yang berjarak 523 km atau 282 nm (Sunarto, 2018).

Pada rute terjauh yakni rute Samarinda-Long Bagun memiliki estimasi waktu pelayaran selama dua hari dua malam atau sekitar 48 jam dengan menggunakan angkutan sungai atau bus air.



Gambar 2.3 Peta Alur Pelayaran Sungai Mahakam
(Sumber: www.google.com/maps)

Angkutan sungai pada sungai Mahakam masih menjadi transportasi yang dipilih oleh masyarakat dikarenakan sarana prasarana lain seperti jalan tidak cukup memadai apabila digunakan untuk mengangkut barang yang banyak ke pedalaman Kalimantan. Angkutan sungai dipilih juga menelan biaya yang lebih murah jika dibandingkan dengan angkutan jalan. Alasan lain menggunakan angkutan sungai dikarenakan selama perjalanan penumpang bisa lebih menikmati indahnya alam Kalimantan disekitar sungai Mahakam.

2.2.2. Shallow Draft

Ada beberapa definisi *shallow draft* yang didefinisikan oleh beberapa ahli berdasarkan yang telah dilakukan. Salah satunya adalah Koh dan Yasukawa (2012) yang melakukan studi perbandingan sebuah *pusher-barge* pada kondisi *shallow water*, *medium shallow water*, dan *deep water* di Kyushu University Square Tank. Pada penelitian tersebut *shallow water* didefinisikan sebagai perbandingan antara kedalaman air (h) dan sarat kapal (T) adalah 1.2, *medium shallow water* bernilai $h/T=1.5$, serta *deep water* bernilai $h/T=19.3$. Definisi yang lain diberikan oleh SNAME (1989) bahwa kondisi *shallow water* didefinisikan dengan nilai $h/T < 1.5$, kondisi *medium water* apabila $1.5 < h/T < 4$, serta kondisi *deep water* dengan $h/T > 4$.

Sedangkan Ali dan Pitoyo (2012) yang melakukan studi stabilitas kapal sarat rendah. Pada penelitian tersebut disebutkan bahwa kapal sarat rendah yaitu kapal yang memiliki rasio B/T besar yakni $B/T \geq 4$

2.2.3. Kapal Penumpang-Barang

Kapal penumpang-barang merupakan kapal yang memiliki fungsi sebagai pengangkut penumpang sekaligus mengangkut barang. Definisi kapal penumpang itu sendiri adalah kapal dengan penumpang lebih dari 12 penumpang. Sedangkan kapal barang adalah kapal yang memiliki fungsi untuk mengangkut barang yang dikirimkan oleh seorang pengirim dan tujuan kepada penerima barang.

2.2.4. Hybrid System

Hybrid system merupakan konsep penggabungan dua atau lebih suatu bahan atau sumber yang berbeda untuk memenuhi kebutuhan beban yang ada. Sistem penggerak *hybrid* yang digunakan adalah kombinasi antara *electric motor* dengan diesel serta sumber energi dari baterai dan generator. Komponen *hybrid* dapat dirangkai dalam beberapa jenis rangkaian, yaitu:

- a. Sistem *Hybrid* Seri

Pada sistem ini yang digunakan hanya salah satu sistem saja, dan tidak memerlukan daya yang besar. Sehingga, penggunaannya dapat dilakukan secara bergantian.

b. Sistem *Hybrid* Paralel

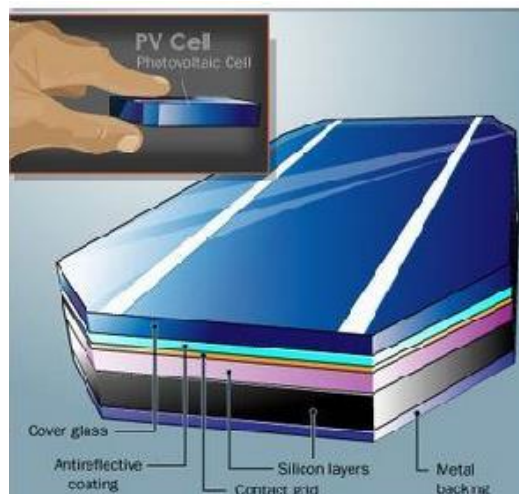
Pada sistem ini yang digunakan adalah *solar cell* bekerja bersama-sama dengan diesel, di mana kondisi ini digunakan ketika kapal membutuhkan daya yang besar. Pada sistem ini, penggunaannya tidak dapat dilakukan secara bergantian.

c. Sistem *Hybrid* Seri-Pararel

Pada sistem ini, *solar cell* dan *diesel* dapat digunakan bersamaan, namun dapat juga dimatikan salah satunya.

2.2.5. *Solar Cell*

Sel surya adalah sebuah perangkat yang mampu mengkonversi langsung cahaya matahari menjadi listrik. Sel surya bisa disebut sebagai pemeran utama untuk memaksimalkan potensi sangat besar energi cahaya matahari yang sampai ke bumi.



Gambar 2.4 Lapisan Panel Surya
(sumber=magnapam.com)

Pada Gambar 2.4 Sel surya terdiri dari beberapa lapisan yaitu:

1. Substrat / *metal backing*

Substrat adalah material yang menopang seluruh komponen sel surya, sehingga harus mempunyai konduktivitas listrik yang baik karena berfungsi sebagai kontak terminal positif sel surya. Material yang digunakan umumnya metal atau logam seperti aluminium.

2. Material semikonduktor

Material semikonduktor merupakan bagian inti dari sel surya. Material semikonduktor inilah yang berfungsi menyerap cahaya dari sinar matahari.

3. Kontak metal / *contact grid*

Selain substrat sebagai kontak positif, diatas sebagian material semikonduktor biasanya dilapiskan material metal atau material konduktif transparan sebagai kontak negatif.

4. Lapisan anti-refleksi

Refleksi cahaya harus diminimalisir agar mengoptimalkan cahaya yang terserap oleh semikonduktor. Oleh karena itu biasanya sel surya dilapisi oleh lapisan anti-refleksi.

5. Enkapsulasi / *cover glass*

Bagian ini berfungsi untuk melindungi modul surya dari hujan atau kotoran.

2.2.6. 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.

2.2.7. 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*).

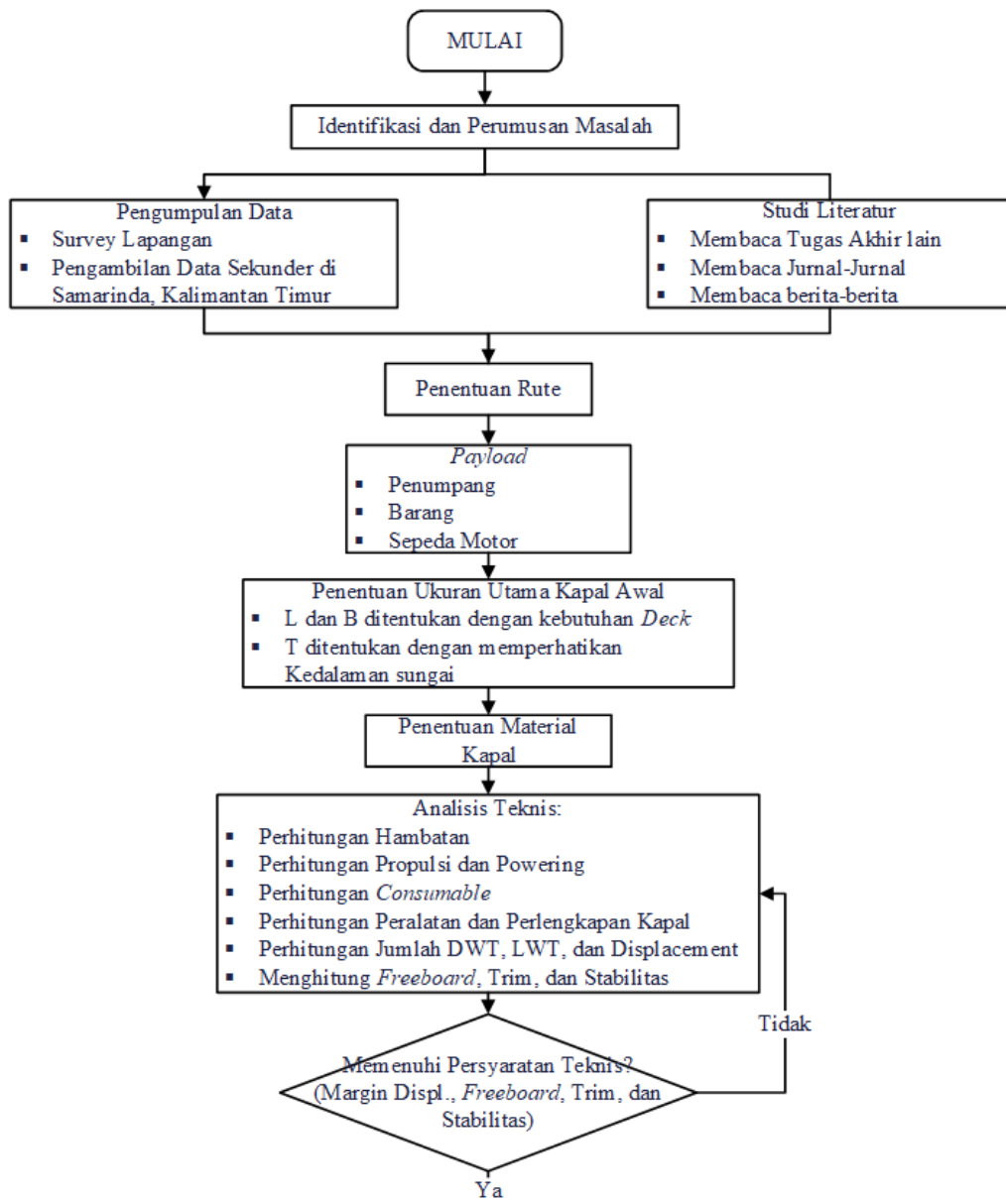
Untuk mengetahui nilai ekonomis sebuah kapal, perhitungannya dibedakan menjadi dua bagian yaitu biaya investasi dan biaya operasional kapal. Biaya investasi terdiri dari biaya material kapal, biaya peralatan dan perlengkapan kapal, biaya permesinan kapal, dan *non-weight cost*. Sedangkan biaya operasional 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*, dan *supplies*).

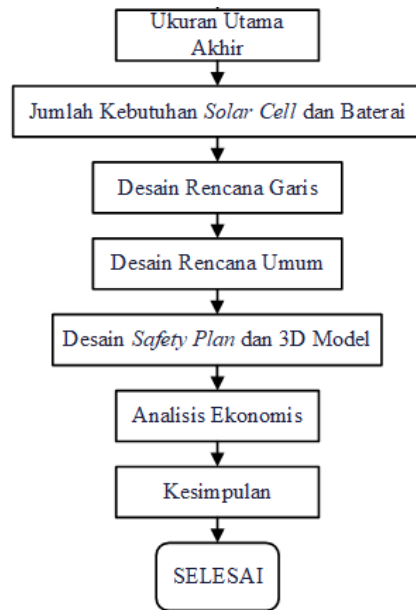
BAB 3 METODOLOGI

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. Bagan Alir





Gambar 3.1 Bagan 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 kapal penumpang-barang Sungai Mahakam sudah memiliki umur yang relatif tua dan tidak dapat beroperasi selama setahun penuh akibat dari pendangkalan sungai. Kemudian daerah pelayaran kapal penumpang-barang Sungai Mahakam akan menjadi ibu kota baru Indonesia sehingga perlu modernisasi teknologi pada kapal tersebut.

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. *Shallow Draft*
2. *Hybrid System*
3. *Solar Cell*

3.3.3. Tahap Penumpulan Data

Data pengerjaan Tugas Akhir ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari literatur, *paper*, buku, dan internet serta data dari Dinas Perhubungan Kota Samarinda, Kalimantan Timur.

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 lambung timbul (*freeboard*).
11. 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 kapal *passenger-cargo ship* ini. Perhitungan meliputi penentuan payload, ukuran utama kapal, koefisien kapal, hambatan dan permesinan kapal. Selain itu juga dilakukan perhitungan dan pemeriksaan terhadap kebutuhan *solar cell*, lambung timbul kapal, dan stabilitas kapal. Selain itu juga akan dilakukan perencanaan desain Rencana Garis (*Lines Plan*), Rencana Umum (*General Arrangement*), dan Rencana Keselamatan (*Safety Plan*).

4.2. Penentuan Rute

Penentuan rute *shallow draft cargo-passenger ship* mempertimbangkan beberapa aspek. Rute *existing* di Sungai Mahakam saat ini terdiri dari beberapa rute, namun terdapat tiga rute utama yakni Samarinda-Melak, Samarinda-Long Iram, dan Samarinda-Long Bagun. Untuk rute Samarinda-Melak memiliki jarak 325 km atau 175 nm, Samarinda-Long Iram memiliki jarak 409 km atau 220 nm, dan Samarinda-Long Bagun memiliki jarak 523 km atau 282 nm. Durasi rute *existing* Samarinda-Long Bagun selama 48 jam. Dengan durasi tersebut, dapat diketahui bahwa kecepatan rata-rata kapal adalah 6 knot.



Gambar 4.1 Rute kapal di Sungai Mahakam

Untuk *shallow draft cargo-passenger ship* ini akan menggunakan rute alternatif yaitu dengan rute Samarinda-Melak-Long Iram-Long Bagun seperti pada Gambar 4.1. Penentuan rute tersebut didasarkan beberapa pertimbangan. Pertama, *payload* kapal *existing* tidak sesuai dengan kebutuhan rute *existing* seperti terlihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Pertimbangan Penentuan Rute

		Rute <i>Existing</i> (5 Tahun Terakhir)			Rute Alternatif (5 Tahun Kedepan)	
1	Potensi Muatan/Hari/Tahun	Barang (Ton)	23	1	39	54
		Sepeda Motor (Unit)	7	0	5	22
		Penumpang (Orang)	31	1	25	100
2	Kapasitas Kapal <i>Existing</i>	Barang (Ton)	43	88	33	55
		Sepeda Motor (Unit)	-	-	-	22
		Penumpang (Orang)	104	102	98	100
3	Jarak (nm)	175	220	282	282	
4	Durasi (Jam)	30	38	48	24	
5	Kecepatan (knot)	6	6	6	12	

Pada tabel tersebut, terlihat bahwa kapasitas kapal *existing* tidak sesuai dengan muatan dalam lima tahun terakhir. Sehingga, perlu menyesuaikan rute dan kapasitas kapal agar penggunaan kapal menjadi tepat sasaran.

Kedua, *trend* permintaan untuk kategori *payload* penumpang dan sepeda motor selalu meningkat. Dengan peningkatan tersebut, dapat dilakukan penyesuaian kebutuhan antara kapal yang akan digunakan dengan rute alternatif. Ketiga, diperlukan satu kapal untuk memenuhi tiga rute *existing* untuk mengurangi populasi kapal. Dengan latar belakang kapal ini akan menjadi transportasi penunjang ibu kota baru yang memiliki salah satu slogannya yakni *green*, maka dilakukan upaya untuk mengurangi polusi udara yang dihasilkan oleh transportasi umumnya.

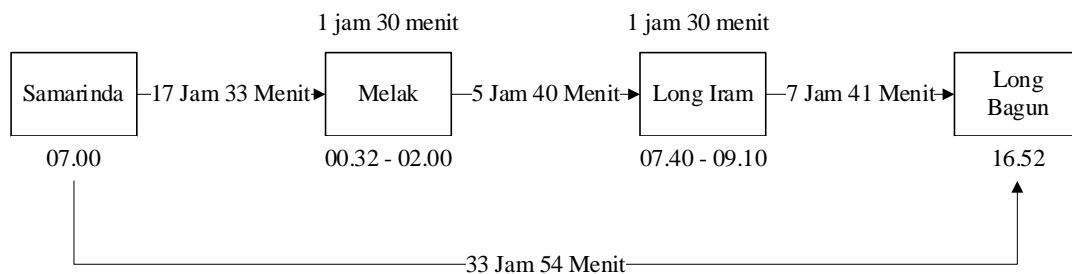
Durasi pelayaran kapal *existing* dinilai masih bisa ditingkatkan. Pada rute terjauh dengan jarak 282 nm waktu yang ditempuh memakan waktu 48 jam. Apabila kecepatan kapal ditingkatkan, maka durasi pelayaran menjadi lebih singkat. Kecepatan dinas *shallow draft cargo-passenger ship* ditentukan sebesar 12 kn. Penentuan tersebut diharapkan kapal dapat sampai di tujuan dengan durasi 24 jam, setengah dari durasi kapal *existing*.

Namun, perlu disadari bahwa kecepatan untuk menghitung durasi keseluruhan pelayaran tidak bisa disamaratakan sebesar kecepatan dinas. Maka dari itu, untuk menghitung

durasi total pelayaran, perlu mengasumsikan kecepatan rata-rata. Kecepatan rata-rata di setiap antar Pelabuhan berbeda, tergantung karakteristik dari sungai. Pengurangan tersebut sudah termasuk pengurangan kecepatan Ketika kapal bermanuver di keadaan sungai berbelok, menghindari kapal lain, dan lain-lain. Kecepatan rata-rata dari Samarinda – Melak sebesar 10 kn, Melak – Long Iram 8 kn, dan Long Iram – Long Bagun 8 kn.

Lalu, perlu diperhitungkan durasi ketika kapal berlabuh pada dermaga Melak dan Long Iram. Durasi berlabuh di masing-masing dermaga diasumsikan selama 100 menit. Pada durasi waktu tersebut digunakan untuk menurunkan barang, sepeda motor, dan penumpang yang akan turun di dermaga tersebut.

Sehingga, durasi total dari pelayaran *shallow draft cargo-passenger ship* adalah 31 jam 18 menit. Rincian durasi pelayaran dapat dilihat pada Gambar 4.2



Gambar 4.2 Durasi pelayaran

4.3. Penentuan Payload

Penentuan *payload* pada *shallow draft passenger-cargo ship* ini berdasarkan data dan perhitungan *forecasting* terhadap jumlah penumpang dan barang kapal yang melakukan pelayaran pada rute Samarinda – Melak – Long Iram – Long Bagun. Kapal ini memiliki peran untuk menggantikan kapal yang sudah ada sehingga akan diprediksi jumlah penumpang 5 tahun ke depan. Dari pengolahan data tersebut kemudian didapatkan *payload* berupa penumpang, barang dalam jumlah ton, dan sepeda motor.

Berdasarkan jumlah tersebut, maka kemudian dapat dilakukan perhitungan dengan menggunakan asumsi sehingga akan diketahui berat yang diangkut. Lalu juga dilakukan perhitungan terhadap luasan geladak yang dibutuhkan oleh kapal untuk bisa memenuhi *payload*.

Data yang diperoleh berasal dari sumber resmi yakni permintaan data dan survei langsung kepada Dinas Perhubungan Kota Samarinda, Kalimantan Timur. 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 4.2 *Forecasting Payload*

No.	Tahun	Keberangkatan		
		Jumlah Penumpang	Barang (ton)	Sepeda Motor
1	2015	18325	26489	3870
2	2016	17130	22968	3803
3	2017	19566	23678	3994
4	2018	22491	20931	4632
5	2019	26958	22386	5692
6	2020	29823	21555	6292
7	2021	32993	20755	6956
8	2022	36500	19985	7689
9	2023	40380	19244	8500
10	2024	44672	18530	9396

Berdasarkan Tabel 4.2 dapat diketahui jumlah penumpang, barang, dan sepeda motor setiap tahun dan hasil *forecasting* data tersebut selama lima tahun berikutnya. Dari data tersebut kemudian akan digunakan untuk perhitungan jumlah *payload* disetiap harinya.

Dari data lima tahun ke depan akan dirata-rata, kemudian dibagi jumlah hari selama setahun. Sehingga perhitungannya sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah penumpang perhari} &= (\text{total penumpang lima tahun ke depan} : 5) : 365 \\ &= 36874 : 365 \\ &= 100 \text{ orang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah barang perhari (ton)} &= (\text{total barang lima tahun ke depan} : 5) : 365 = 20014 : 365 \\ &= 55 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah sepeda motor} &= (\text{total sepeda motor lima tahun ke depan} : 5) : 365 = 7767 \\ &= 22 \text{ sepeda motor} \end{aligned}$$

Kemudian dicari luasan yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan *payload*. Luasan geladak ini mengacu pada Surat Dirjen Perhubungan Darat No. AP.005/3/13/DPRD/1994. Berikut merupakan tabel kebutuhan luasan geladak pada kapal.

Tabel 4.3 Kebutuhan Luas Tiap *Item*

No	Ruangan	Ukuran						
		Jumlah	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Volume	Luas/item	Luas (m ²)
1	Kasur Penumpang	100	2	0.8			1.6	160
2	Ruangan Motor	22	2	0.8			1.6	35.2
3	Cargo (ton)	55	3.9	5.8	2	45.8	22.9	22.9
Total Luasan yang dibutuhkan								218.1

Dari Tabel 4.3 menunjukkan bahwa total luas geladak yang dibutuhkan untuk payload yang diangkut adalah 218.117 m².

4.4. Penentuan Ukuran Utama Kapal

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

- *Length Overall* = 44 meter
- *Length between Perpendicular* = 40.8 meter
- *Breadth* = 7 meter
- *Height* = 4 meter
- *Draught* = 1.7 meter

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

Lpp/B	= 5.83	3.5 < Lpp/B < 10
Lpp/T	= 24.00	10 < Lpp/T < 30
B/T	= 4.12	1.8 < B/T < 5
B/H	= 1.75	1.5 < B/H < 1.8
T/H	= 0.43	0.4 < T/H < 0.82

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 kapal.

4.5. Penentuan Material Kapal

Penentuan material untuk *shallow draft cargo-passenger ship* merupakan salah satu aspek yang perlu dipertimbangkan dalam pembuatannya. Pada kapal eksisting, material yang digunakan adalah material kayu. Penggunaan material kayu pada kapal eksisting dikarenakan kapal tersebut masih tergolong kapal tradisional dan dibangun oleh galangan tradisional. Untuk penentuan material kapal Tugas Akhir ini, perlu dipertimbangkan dari beberapa aspek. Pada Tabel 4.4 dijabarkan pertimbangan-pertimbangan yang dapat dijadikan dasar untuk penentuan material kapal.

Tabel 4.4 Perbandingan Material

No	Aspek	Baja	Kayu
1	Kekuatan	Lebih kuat per satuan berat	Lebih mudah rusak bila dibandingkan dengan baja
2	Perawatan	Perawatan lebih mudah	Perawatan lebih sulit
3	<i>Lifetime</i>	Lebih tahan lama	Kurang tahan lama dibandingkan baja
4	Biaya	Biaya produksi dan distribusi lebih murah	Biaya produksi dan distribusi lebih mahal
5	<i>Sustainability</i>	Lebih berkelanjutan	Sulit untuk dilakukan berkelanjutan
6	Lingkungan	Lebih ramah lingkungan, lebih efektif untuk didaur ulang	Harus menebang pohon, tidak efektif untuk didaur ulang

Berdasarkan pertimbangan pada tabel di atas. Material kapal yang dapat mendukung tujuan dari pembuatan kapal Tugas Akhir ini adalah material kapal Baja.

4.6. 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, perhitungan *solar cell* 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 stabilitas, dan perhitungan *trim* kapal.

4.6.1. Perhitungan Hambatan dan *Power* Kapal

Perhitungan hambatan yang dilakukan yaitu dengan menggunakan metode Holtrop. Kecepatan yang digunakan yaitu kecepatan dinas kapal sebesar 12 kn. Pada perhitungan, dibutuhkan beberapa nilai koefisien tambahan. Berdasarkan perhitungan, didapatkan koefisien yaitu :

$$\begin{aligned}
 C_{FO} &= \text{koefisien tahanan gesek} \\
 &= 0.075/(\log R_n - 2)^2 \\
 &= 0.0024993
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_v &= \text{Viscous Resistance} \\
 &= 34.062
 \end{aligned}$$

$$R_w/W = \text{Wave-making resistance coefficient} \\ = 0.00842$$

$$C_A = \text{Correlation Allowance} \\ = 0.0006627$$

Nilai hambatan diperoleh dengan menggunakan *software* Maxsurf Resistance Student Version dan diperoleh nilai seperti ditampilkan pada Tabel 4.5 sebagai berikut:

Tabel 4.5 Nilai Hambatan yang diperoleh dari Maxsurf

Speed (kn)	Froude No. LWL	Froude No. Vol.	Holtrop Resist (kN)	Holtrop Power (kW)	Wyman Resist (kN)	Wyman Power (kW)
0	0	0	--	--	--	--
1	0.026	0.066	0.5	0.522	0.3	0.288
2	0.052	0.131	2.1	4.42	1.1	2.303
3	0.078	0.197	4.7	14.551	2.5	7.772
4	0.104	0.263	7.9	32.482	4.5	18.423
5	0.13	0.329	11.5	59.206	7	35.983
6	0.156	0.394	15.5	95.62	10.1	62.179
7	0.182	0.46	19.8	142.692	13.7	98.738
8	0.208	0.526	24.5	201.492	17.9	147.387
9	0.234	0.592	29.5	273.142	22.7	209.854
10	0.26	0.657	34.9	359.131	28	287.865
11	0.286	0.723	40.5	458.897	33.9	383.148
12	0.312	0.789	46.9	578.69	40.3	497.431
13	0.338	0.854	53.7	717.851	47.3	632.439
14	0.364	0.92	59.8	861.184	54.8	789.901
15	0.39	0.986	65.8	1015.457	63	971.544
16	0.416	1.052	74	1218.21	71.6	1179.095
17	0.442	1.117	83.4	1458.521	80.9	1414.28
18	0.468	1.183	92.8	1717.97	90.6	1678.828
19	0.494	1.249	102.1	1995.826	101	1974.465
20	0.519	1.315	111.3	2291.205	111.9	2302.919

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

$$\text{EHP} = \text{Effective Horse Power} \\ = 289.529 \text{ kW}$$

$$\text{THP} = \text{Thrust Horse Power} \\ = 292.318 \text{ kW}$$

DHP	= <i>Delivery Horse Power</i>
	= 542.334 kW
SHP	= <i>Shaft Horse Power</i>
	= 553.402 kW
BHP	= <i>Brake Horse Power</i>
	= 564.696 kW
MCR	= <i>Maximum Continues Rates</i>
	= 649.401 kW

4.6.2. Permesinan Kapal

Kapal pada Tugas Akhir ini akan menggunakan mesin utama yang menggunakan tenaga listrik. Sesuai dengan MCR kapal sebelumnya yakni 649.401 kW, maka pemilihan mesin elektrik untuk mesin utama kapal dapat ditentukan. Namun, kebutuhan listrik kapal juga perlu diketahui agar bisa ditentukan kebutuhan besar daya *generator*. Kebutuhan listrik pada kapal didapatkan nilai sebesar 31.2 kW. Spesifikasi mesin, *generator*, dan *emergency generator* yang digunakan yaitu sebagai berikut:

- *Main Engine*

<i>Engine Type</i>	= Marathon DM IP23 355MX-4
<i>Max.Power</i>	= 672 kW
	= 901 HP
n (rpm)	= 1780 r/min
<i>Cylinder Number</i>	= 4
<i>Dimension</i>	= 1264 x 700 x 887.5 mm
<i>Weight</i>	= 1.945 ton



Gambar 4.3 Motor Penggerak Utama
(sumber: <http://www.regalbeloit.eu/catalogues/catalogue.pdf>)

- *Generator*

Generator type = Cummins KTA38-G3
Max.Power = 728 kW
Dimension = 3172 x 1752 x 2004 mm
Weight = 4.99 ton
Fuel Oil Consumption = 57.2 g/kWh



Gambar 4.4 Generator Utama
(sumber: cummins.com)

- *Emergency Generator*

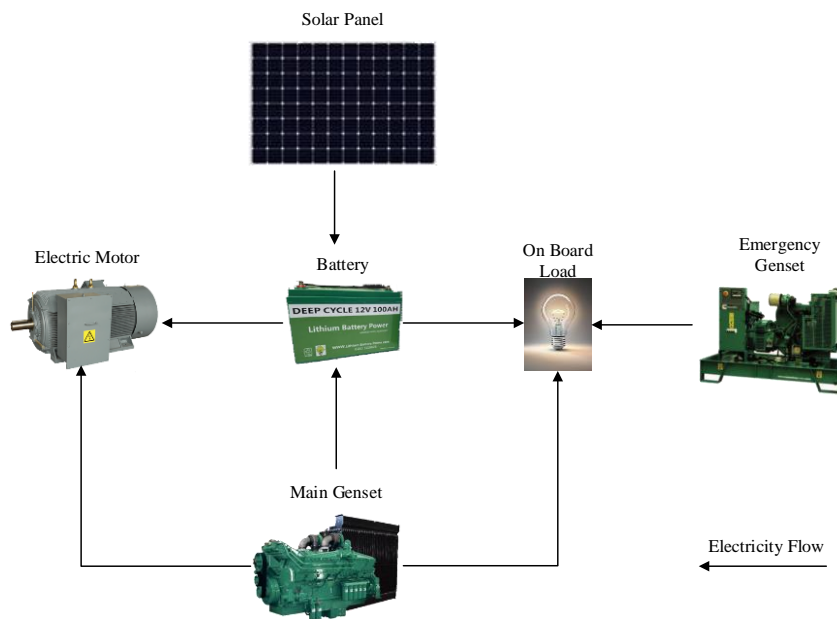
Generator Type = Cummins 4BTA3.3 C50 B6
Max.Power = 45 kW
Dimension = 1753 X 930 X 1256 mm
Weight = 0.776 ton
Fuel Oil Consumption = 9.3 g/kWh



Gambar 4.5 Generator Darurat
(sumber: cummins.com)

4.6.3. Desain Sistem Hibrida

Sistem sumber energi hibrida yang digunakan adalah kombinasi antara *solar panel* dengan *diesel generator*. Kedua sumber energi tersebut digunakan untuk mensuplai kebutuhan energi yang ada di kapal, yakni kebutuhan propulsi dan kebutuhan kelistrikan kapal. Selain itu, untuk mengoptimalkan pengaturan sumber energi di dalam kapal, ditambahkan baterai lithium untuk dapat menyerap energi yang akan digunakan di kapal. Gambar 4.6 merupakan skema yang digunakan oleh *shallow draft cargo-passenger ship*.

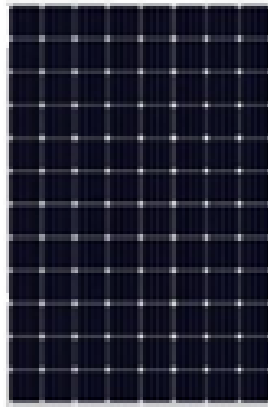


Gambar 4.6 Skema Hibrida pada Kapal

4.6.4. Perhitungan Panel Surya

Setelah melakukan desain sistem hibrida pada kapal, dilakukan perhitungan jumlah kebutuhan panel surya untuk menyuplai energi pada kapal. Besar daya yang diberikan panel surya ditentukan berdasarkan luasan atap kapal. Telah dilakukan sketsa luasan atap kapal yang sebelumnya dilakukan di AutoCAD, dan didapatkan luas atap sebesar 291.194 m².

Setelah dilakukan pengukuran luasan atap, kemudian ditentukan banyaknya panel surya yang akan digunakan. Panel surya yang akan digunakan adalah merk HENGDA dengan dimensi 1956 x 1310 mm sehingga memiliki luasan 2.562 m². Penentuan banyaknya panel surya yang dapat ditempatkan pada atap kapal dilakukan dengan mensketsa penempatan panel surya dengan AutoCAD. Dari hasil sketsa tersebut, didapatkan jumlah panel surya yang digunakan adalah 83 buah.

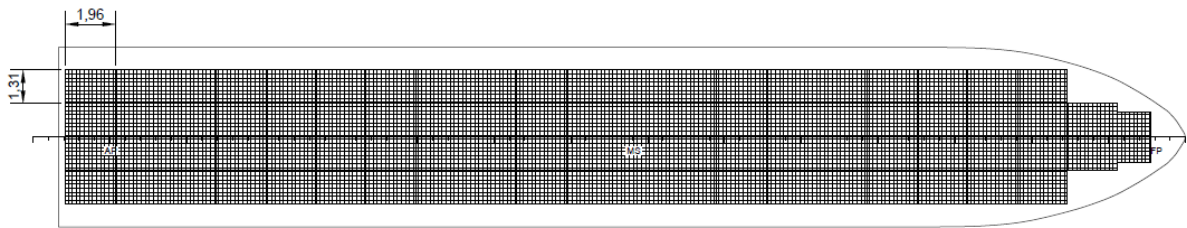


Gambar 4.7 Panel Surya

Setelah didapatkan jumlah panel surya yang akan digunakan. Diketahui bahwa setiap panel surya dapat menyuplai daya sebesar 0.5 kW. Jika dikalikan jumlah panel surya, maka daya yang dapat dihasilkan adalah 41.5 kW.

Maka dari itu, apabila hanya mengandalkan sumber energi matahari, masih belum cukup untuk bisa menyuplai energi yang dibutuhkan pada kapal. Sehingga, penggunaan *diesel generator* sebagai sumber energi kedua dibutuhkan.

Untuk pengaturan peletakan panel surya di atap kapal, terlihat pada Gambar 4.8



Gambar 4.8 *Solar Panel Deck*

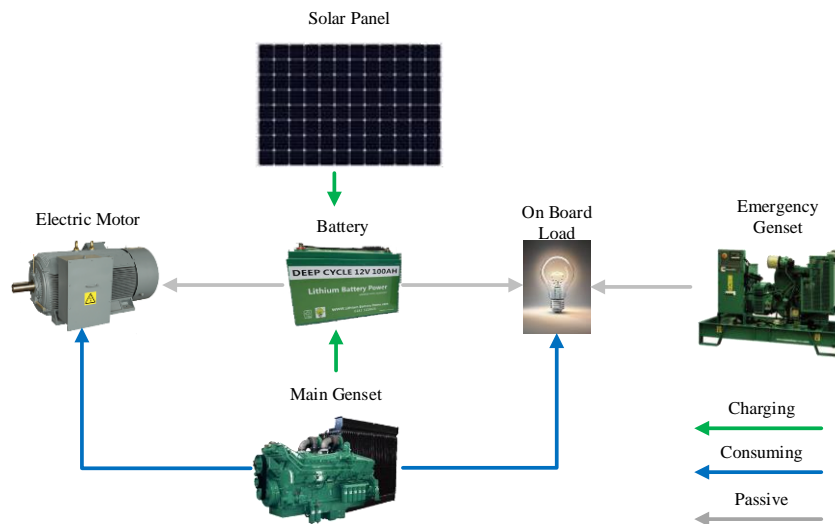
4.6.5. Skenario Hibrida Kapal

Terdapat dua sumber energi yang dapat digunakan sebagai energi penggerak motor listrik ataupun energi listrik harian, yakni matahari dan diesel. Matahari dapat menghasilkan energi untuk kapal melalui panel surya. Panel surya mengkonversi cahaya matahari menjadi energi yang selanjutnya dapat disimpan di baterai. Penggunaan panel surya untuk mengubah cahaya matahari menjadi energi hanya bisa dilakukan pada saat cahaya matahari bersinar secara optimal atau pada saat siang hari.

Tabel 4.6 Skenario Pemakaian Tenaga di *shallow draft cargo-passenger ship*

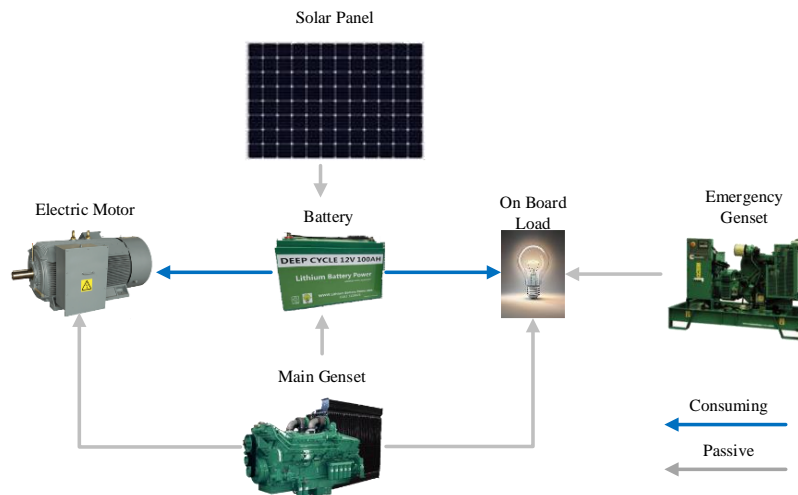
Rute	Waktu	Mode
Samarinda - Melak	07.00 - 19.00	Diesel
	19.00 - 20.20	Elektrik
	20.20 - 00.32	Diesel
Bersandar	00.32 - 02.00	
Melak - Long Iram	02.00 - 07.40	
Bersandar	07.40 - 09.10	
Long Iram - Long Bagun	09.10 - 16.52	

Detail waktu pemakaian sistem hibrida kapal dan diesel kapal terlihat pada Tabel 4.6. Waktu pemakaian hibrida kapal disesuaikan dengan waktu berlayar kapal.



Gambar 4.9 Diagram penggunaan energi pada siang hari

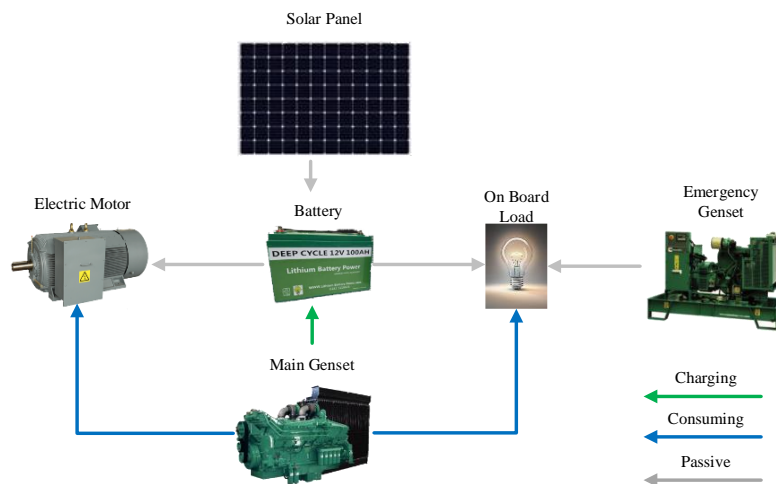
Pada saat siang hari, *diesel generator* digunakan untuk menggerakkan kapal dengan mensuplai energi ke motor listrik dan untuk mensuplai kebutuhan listrik harian seperti terlihat pada Gambar 4.9. Selain itu, *diesel generator* juga digunakan untuk melakukan pengisian energi ke dalam baterai. Pada saat siang hari, baterai tidak hanya menyimpan energi dari *diesel generator*, tapi juga dari panel surya.



Gambar 4.10 Diagram penggunaan energi pada sebagian malam hari

Ketika malam tiba, ketika energi baterai sudah terisi penuh, maka baterai dapat digunakan untuk menggerakkan dan mensuplai energi listrik harian. Baterai dapat mensuplai energi secara keseluruhan di kapal dengan durasi 1 jam 20 menit atau berlayar dengan kecepatan 12 knot sejauh 30 km. Skema penggunaan energi listrik dapat dilihat pada Gambar 4.10

Ketika energi pada baterai mendekati habis, kapal akan menggunakan energi dari *diesel generator* kembali. Pada saat itu, *diesel generator* juga tetap melakukan proses pengisian energi ke dalam baterai. Sehingga diagram yang dapat digambarkan adalah pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Penggunaan energi pada sebagian malam lainnya

4.6.6. Perhitungan Konsumsi Kapal

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

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 *diesel oil*

Diesel Oil Weight

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

$$\text{Margin} = 2 \%$$

$$W_{DO} = 3.4 \text{ ton}$$

Diesel Oil Volume

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

Koreksi :

$$\text{Tambahan konstruksi} = 2 \%$$

$$\text{Ekspansi panas} = 2 \%$$

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

$$V_{DO} = 3.74 \text{ m}^3$$

- Perhitungan *Lube Oil*

Lube Oil Weight

$$W_{LO} = \text{SFR} * \text{MCR} * \text{range/speed} * 50$$

$$W_{LO} = 0.85 \text{ ton}$$

Lube Oil Volume

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

Koreksi :

$$\text{Tambahan konstruksi} = 2 \%$$

$$\text{Ekspansi panas} = 2 \%$$

$$\rho_{LO} = 0.9 \%$$

$$V_{LO} = 0.98 \text{ ton}$$

- 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

$$W_{FW} = \text{konsumsi air tawar} = 0.17 \text{ t/(person.day)}$$

$$= 7.98 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned}
 W_{FW2} &= \text{air tawar untuk pendingin generator} \\
 &= (2 \sim 5) \cdot \text{BHP} \cdot 10^{-3} \\
 &= 5.069 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$W_{FW} \text{ total} = 13.05 \text{ ton}$$

Fresh Water Volume

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

Koreksi :

$$\text{Tambahan konstruksi} = 2 \%$$

$$\text{Ekspansi panas} = 2 \%$$

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

$$V_{FW} = 13.09 \text{ ton}$$

4.6.7. Perlengkapan dan Perlengkapan Kapal

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

- Kasur Penumpang dan *crew*
 - Jumlah Kasur = 112 unit
 - Panjang = 1.95 m
 - Lebar = 0.8 m
 - Berat 1 kasur = 2.98 kg
 - Berat total = 339.72 kg
 - = 0.334 ton



Gambar 4.12 Kasur Penumpang
(sumber: www.ikea.co.id)

- Bantal Penumpang dan *crew*
 - Jumlah bantal = 112 unit
 - Panjang = 0.75 m
 - Lebar = 0.47 m
 - Berat 1 bantal = 0.78 kg

Berat total = 88.92 kg
= 0.89 ton



Gambar 4.13 Bantal Penumpang
(sumber: shopee.co.id)

- *Life raft*

Life raft harus bisa menampung seluruh penumpang dan kru kapal

Jumlah penumpang dan kru kapal = 112 orang

Kapal angkut 1 *life raft* = 35 orang

Life raft yang dibutuhkan = 8 buah

Total kapasitas *life raft* = 280 orang

Berat 1 unit *life raft* = 230 kg

Berat total *life raft* = 1840 kg
= 1.840 ton



Gambar 4.14 *Life Raft*

- *Life jacket*

Life jacket harus bisa mengakomodir seluruh penumpang dan kru kapal

Jumlah penumpang dan kru kapal = 112 orang

Life jacket yang dibutuhkan = 112 orang

Berat 1 unit *life jacket* = 0.74 kg

Berat total *life jacket* = 84.36 kg

= 0.085 ton

- *Life buoy*

Jumlah *life buoy* = 8 buah

Berat 1 unit *life buoy* = 14.5 kg

Berat total *life buoy* = 116 kg

= 0.116 kg

- Peralataan navigasi dan perlengkapan lain

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

= 0.75 ton

4.6.8. 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 4.7

Tabel 4.7 Rekapitulasi Berat DWT

Total Berat DWT			
No	Komponen Berat Kapal Bagian DWT	Value	Unit
1	Berat Penumpang dan Bagasi	10	ton
2	Berat Crew Kapal dan Bagasi	2.73	ton
3	Berat Kargo	55	ton
4	Berat Sepeda Motor	2.64	ton
3	Berat Bahan Bakar (Diesel Oil) Generator Utama dan Emergency	2.97	ton
4	Berat Minyak Pelumas (Lube Oil)	0.713	ton
5	Berat Air Tawar (Fresh Water)	12.13	ton
6	Berat Provision & Store	1.89	ton
7	Berat Air Kotor (Sewage)	6.714	ton
Total		94.79	ton

- Perhitungan LWT

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

Tabel 4.8 Rekapitulasi Berat LWT

Total Berat LWT			
No	Komponen Berat Kapal Bagian LWT	Value	Unit
1	Berat Kapal	94.896	ton
2	Berat Konstruksi Kapal	18.979	ton
3	<i>Equipment & Outfitting</i>	4.179	ton
4	Berat <i>Main Engine</i>	1.945	ton
5	Berat <i>Generator Set</i>	4.990	ton
6	Berat <i>Emergency Genset</i>	0.776	ton
7	Berat Hybrid System	11.261	ton
Total		137.026	ton

Setelah diketahui berat dari komponen DWT dan LWT kapal, maka dapat diketahui total berat kapal seperti dijelaskan pada tabel berikut

Tabel 4.9 Akumulasi LWT dan DWT

Total Berat Kapal (DWT + LWT)			
No	Komponen Berat Kapal	Value	Unit
1	Berat Kapal Bagian DWT	94.786	ton
2	Berat Kapal Bagian LWT	137.026	ton
Total		231.812	ton

4.6.9. Pemeriksaan Koreksi Displacemen 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 4.76%.

Tabel 4.10 *Margin Displacement*

Batasan Kapasitas Kapal Sesuai Hukum Archimedes			
No	Komponen Berat Kapal	Value	Unit
1	Displacement	243.40	ton
2	DWT	94.786	ton
3	LWT	137.026	ton
4	DWT + LWT	231.812	ton
Selisih		11.588	ton
		4.76%	(2% ~ 10%)

4.6.10. 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 4.11 sebagai berikut

Tabel 4.11 Titik Berat LWT dan DWT

TOTAL LWT			TOTAL DWT		
Berat	LCG	VCG	Berat	LCG	VCG
134.915	16.460	2.410	96.267	20.601	2.705

Dari komponen LWT dan DWT kemudian akan dihitung titik berat total dari kapal dan didapatkan hasil seperti pada Tabel 4.12

Tabel 4.12 Titik Berat Total

BERAT TOTAL			DISPLACEMENT			SELISIH		CHECK DISPLACEMENT
[ton]	LCG [m]	VCG [m]	[ton]	LCB [m]	VCB [m]	[ton]	%	OK
229.701	18.177	2.532	243.40	17.75	1.064	13.699	5.63%	

4.6.11. 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:

$$\begin{aligned} \text{Lambung timbul sebenarnya (Fb)} &= H - T \\ &= 2.30 \end{aligned}$$

Dimana lambung timbul yang disyaratkan yaitu sebesar 0.653 m.

Tabel 4.13 Pemeriksaan Lambung Timbul

Lambung Timbul	Nilai	Satuan
Lambung Timbul yang Disyaratkan	0.653	m
Lambung Timbul Sebenarnya	2.30	m
Kondisi	Diterima	

4.6.12. Perhitungan Stabilitas Kapal

Pada perhitungan stabilitas kapal, digunakan 9 *load cases* yang merupakan variasi berdasarkan muatan (penumpang, barang, dan sepeda motor) dan consumable dari kapal. Masing-masing kondisi *load cases* dijelaskan pada Tabel 4.14

Tabel 4.14 *Load Cases*

Load Case				
No	Penumpang	Barang	Sepeda Motor	Consumable
1	100%	100%	100%	100%
2	50%	50%	50%	10%
3	100%	0%	0%	100%
4	50%	0%	0%	10%
5	0%	100%	0%	100%
6	0%	50%	0%	10%
7	100%	100%	0%	100%
8	50%	0%	50%	10%
9	0%	0%	0%	10%

Kriteria yang digunakan dalam *software* Maxsurf Stability Student Version yaitu berdasarkan aturan yang digunakan dalam IMO yang terdiri dari IS Code. Penjelasan mengenai kriteria yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.15

Tabel 4.15 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 ton 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 to be less than	0.2	m
		3.1.2.3 : Angle of Maximum GZ	25	deg
		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
		3.1.2.6 : Turn: Angle of Equilibrium shall not be greater than	10	deg
		3.2.2.1 : Severe Wind and Rolling (Weather Criterion) : Angle of steady heel shall not be greater than	10	deg
		3.2.2.2 : Severe Wind and Rolling (Weather Criterion) : Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than	80	%
		3.2.2.3 : Severe Wind and Rolling (Weather Criterion) : Area1 / Area2 shall not be less than	100	%

Berdasarkan kriteria IS *Code*, didapatkan hasil perhitungan dan status dari setiap *load cases* yaitu seperti yang tertera pada Tabel 4.16 dan Tabel 4.17

Tabel 4.16 Hasil Stabilitas bagian 1

Load Case No.	3.1.2.1 (m.deg)	3.1.2.1 (m.deg)	3.1.2.1 (m.deg)	3.1.2.2 (m)	3.1.2.3 (deg)	Status
1	11.58	18.13	6.55	0.96	62.70	<i>Pass</i>
2	12.01	18.87	6.87	1.03	64.50	<i>Pass</i>
3	12.08	19.03	6.95	1.02	63.60	<i>Pass</i>
4	12.11	19.33	7.22	1.05	65.50	<i>Pass</i>
5	12.15	19.09	6.94	1.03	63.60	<i>Pass</i>
6	12.38	19.48	7.10	1.06	63.60	<i>Pass</i>
7	11.74	18.40	6.66	0.98	63.60	<i>Pass</i>
8	12.01	19.13	7.13	1.04	64.50	<i>Pass</i>
9	12.33	19.80	7.47	1.09	65.50	<i>Pass</i>

Tabel 4.17 Hasil Stabilitas bagian 2

Load Case No.	3.1.2.4 (m)	3.1.2.5 (deg)	3.1.2.6 (deg)	3.2.2.1 (deg)	3.2.2.2 (%)	3.2.2.3 (%)	Status
1	2.38	3.20	0.5	2.40	4.54	185.76	<i>Pass</i>
2	2.23	4.10	0.5	3.40	6.15	153.52	<i>Pass</i>
3	2.26	4.20	0.5	3.70	6.38	148.20	<i>Pass</i>
4	1.87	5.20	0.5	4.70	8.00	134.34	<i>Pass</i>
5	2.62	3.20	0.4	2.50	4.66	183.73	<i>Pass</i>
6	2.49	3.70	0.4	3.00	5.46	165.98	<i>Pass</i>
7	2.43	3.20	0.4	2.40	4.56	185.85	<i>Pass</i>
8	1.87	5.10	0.5	4.60	7.95	133.82	<i>Pass</i>
9	1.82	5.40	0.5	4.90	8.39	134.56	<i>Pass</i>

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

4.6.13. Perhitungan *Trim* Kapal

Perhitungan *trim* pada kapal dilakukan dengan menggunakan *software* Maxsurf Stability Enterprise dan dibandingkan dengan berbagai batasan seperti pada Tabel 4.18

Tabel 4.18 Batasan untuk *Trim* Kapal

Ukuran Utama			
L_{WL}	=	40.00	m
T	=	1.70	m
H	=	4.00	m
B	=	7.00	m
∇	=	243.40	m ³
C_B	=	0.511	
C_M	=	0.624	
C_P	=	0.819	
C_{WP}	=	0.835	
KG	=	2.532	m
LCG	=	18.177	m
LCB	=	17.750	m

Batasan *trim* yang digunakan sesuai dengan SOLAS *Chapter* II-1, *Part* B-1, Regulasi 5-1 yaitu *trim* maksimal = $\pm 0.5\%$. $L_{WL} = 0.200$ m. Berdasarkan hasil perhitungan *trim* dari Maxsurf Stability Enterprise, didapatkan nilai *trim* yang terlihat pada Tabel 4.19

Tabel 4.19 *Trim Condition*

Load Case No.	Trim Condition	Status
1	0.017	<i>Pass</i>
2	-0.165	<i>Pass</i>
3	0.200	<i>Pass</i>
4	-0.084	<i>Pass</i>
5	-0.038	<i>Pass</i>
6	0.040	<i>Pass</i>
7	0.030	<i>Pass</i>
8	-0.091	<i>Pass</i>
9	-0.128	<i>Pass</i>

Maka, kesimpulan yang didapatkan yaitu bahwa *trim* diterima.

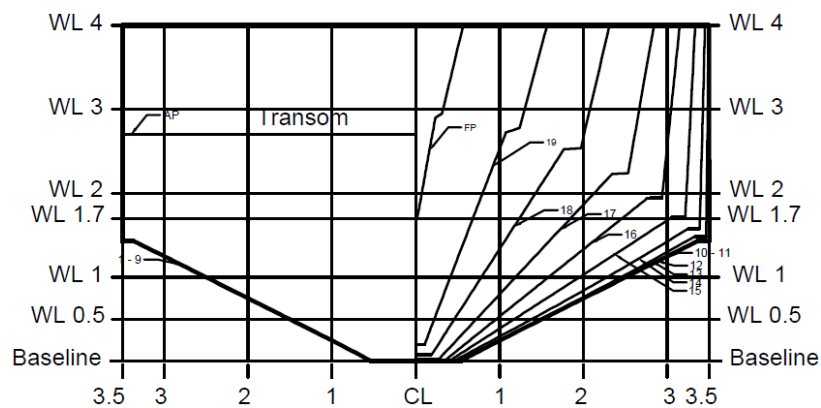
4.7. Pembuatan Desain Rencana Garis (*Lines Plan*)

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).

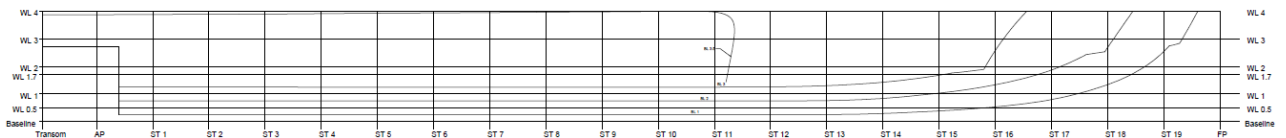
Langkah awal dari pembuatan Rencana Garis ini adalah memasukan desain kapal yang sudah ada ke dalam *software* Maxsurf, kemudian disesuaikan dengan ukuran utama kapal awal yang sesuai dengan perhitungan. Untuk langkah akhir pengerjaan Rencana Garis dilakukan dengan menggunakan *software* AutoCAD.

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)



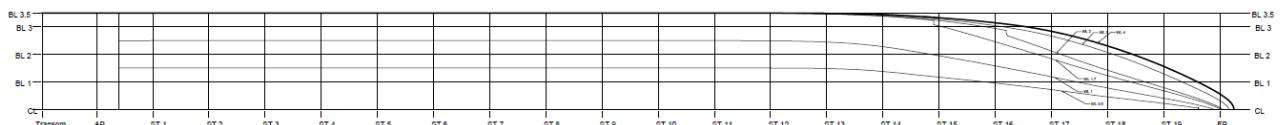
Gambar 4.15 *Body Plan*

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 4.16 *Sheer Plan*

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



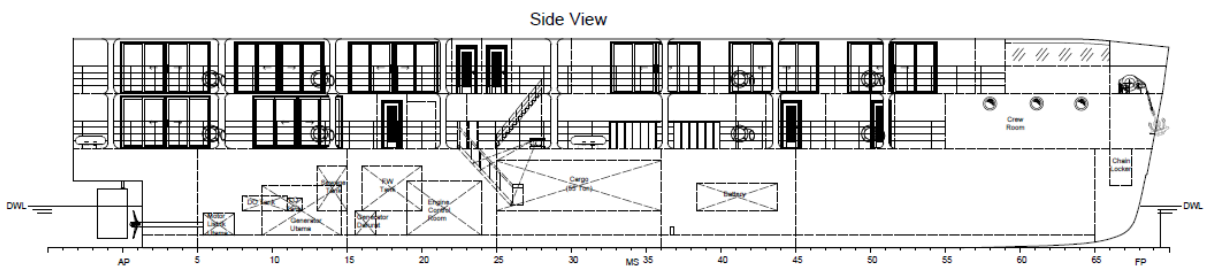
Gambar 4.17 *Half Breadth Plan*

4.8. 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

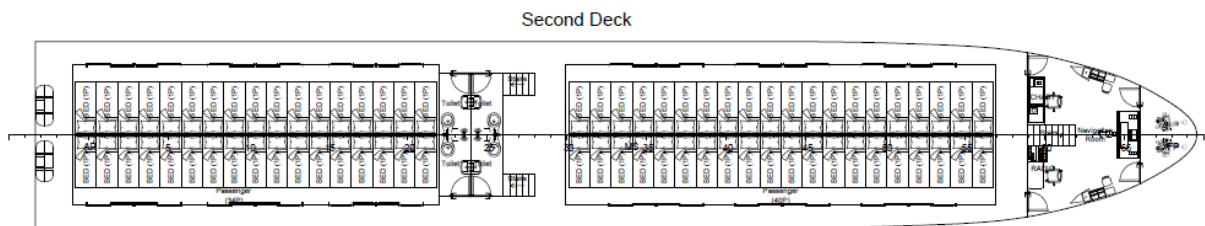
merencanakan serta menentukan pembagian ruangan sesuai dengan fungsinya masing-masing. Pembuatan *General Arrangement* pada Tugas Akhir ini dengan menggunakan bantuan dari *software* AutoCAD.

Rencana Umum dibuat dengan menggambar *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 kapal *shallow draft Cargo-Passenger* dapat dilihat pada Gambar 4.18



Gambar 4.18 *Profile View*

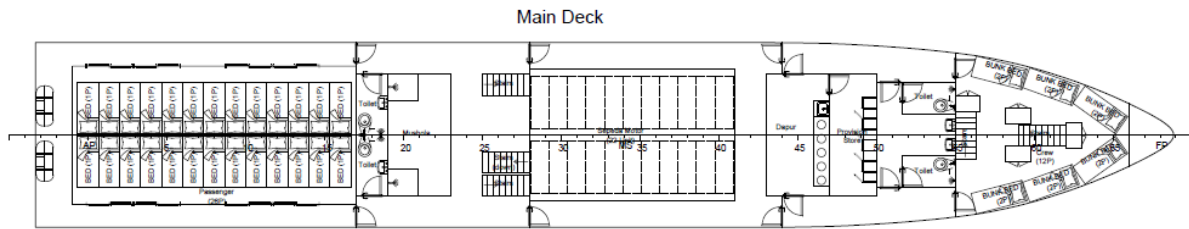
Pada pemodelan kapal Tugas Akhir ini dapat dilihat bahwa terdapat dua tingkat geladak yaitu *main deck* dan *second deck*. Untuk *main deck* merupakan *passenger deck* dan sepeda motor. Sedangkan *second deck* digunakan untuk penumpang dan *navigation deck*.



Gambar 4.19 *Second Deck*

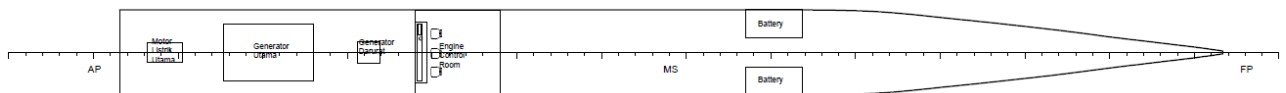
Layout untuk *second deck* dari kapal pada Rencana Umum merupakan proyeksi tampak atas. *Second deck* adalah geladak tingkat dua di kapal. Pada *second deck* terdapat tempat untuk penumpang dan tempat navigasi kapal.

Layout untuk geladak utama (*main deck*) pada Rencana Umum merupakan proyeksi tampak atas yang berada pada geladak di tingkat satu. Pada geladak ini terdapat tempat untuk penumpang dan sepeda motor. Selain itu pada geladak ini juga terdapat dapur yang menjual makanan dan minuman.



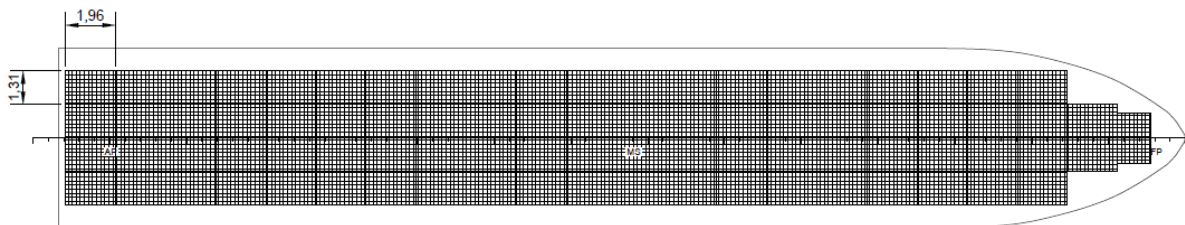
Gambar 4.20 Main Deck

Layout below main deck pada kapal berfungsi sebagai *cargo room*, *engine control room*, baterai, dan berbagai tangki yang terdapat di kapal. Tangki tersebut yaitu tangki air tawar (*fresh water tank*), tangki bahan bakar (*diesel oil tank*), tangki minyak pelumas (*lube oil tank*), dan tangki pembuangan (*sewage tank*). Pada bagian belakang kapal terdapat motor induk untuk penggerak kapal, generator utama (*main generator*), dan generator darurat (*emergency generator*).



Gambar 4.21 Below Main Deck

Lalu pada bagian paling atas dari kapal terdapat *solar deck* yakni tempat panel surya diletakan. Panel surya tersebut berjumlah 83 unit dan berfungsi sebagai penangkap sinar matahari untuk dapat menghasilkan energi yang dapat digunakan oleh kapal.



Gambar 4.22 Solar Panel Deck

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

Shallow Draft Cargo-Passenger Ship yang juga merupakan kapal penumpang harus memiliki standar minimum terkait perencanaan keselamatan dengan memperhitungkan jumlah penumpang di dalam kapal dan ruang akomodasi penumpang.

4.9.1. Life Saving Appliance

Peralatan keselamatan terdiri dari berbagai jenis alat. 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 112 buah yang akan disediakan untuk semua penumpang dan *crew* di kapal sesuai dengan SOLAS Reg. III/7-2.
3. *Life raft* sebanyak 8 buah dengan kapasitas angkut 35 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. *Muster / assembly station* yang berada pada ruang terbuka di *main deck* dan memiliki lokasi berdekatan dengan posisi *life raft* dan telah mengikuti aturan berdasarkan MSC/Circular. 699/II-2.
5. *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.
6. *Visual signal* yang digunakan untuk komunikasi darurat dalam keadaan bahaya yaitu berupa *rocket parachutes flare* yang terletak di *navigation room* dan *life raft*.

4.9.2. Fire Fighting Equipment

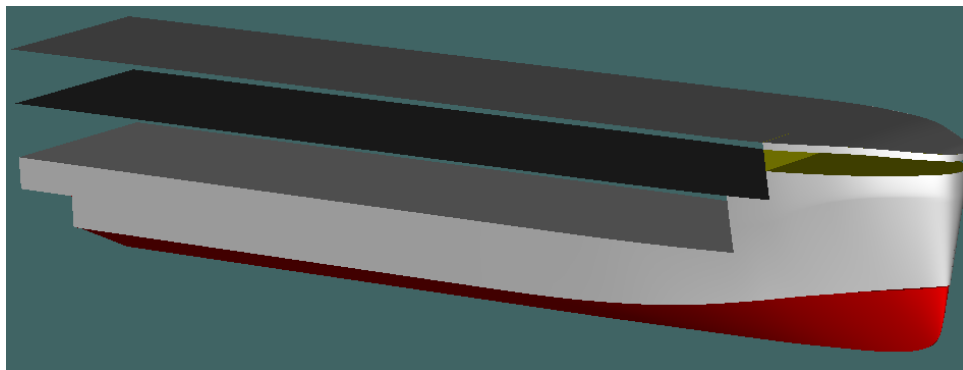
Peralatan pemadam kebakaran diletakan di lokasi yang mudah dijangkau sesuai dengan aturan SOLAS Reg. II/10 sehingga dapat diakses dengan mudah dan cepat apabila terjadi kondisi kebakaran. Pada kapal ini, peralatan pemadam kebakaran yang dipasang terdiri dari berbagai alat yaitu:

1. *Portable CO2 fire extinguisher* sebanyak 2 buah yang terletak di *engine room* berfungsi untuk meredakan kebakaran pada area yang banyak mengandung minyak atau bahan bakar.
2. *Portable foam fire extinguisher* sebanyak 3 buah.
3. *Portable dry powder fire extinguisher* sebanyak 12 buah.
4. *Sprinkler* sebanyak 4 buah yang terletak 2 buah di *main deck* dan 2 buah pada *second deck* sesuai dengan ketentuan SOLAS Reg. III/10-6
5. Selain itu juga terdapat alat pendeteksi kebakaran sesuai dengan ketentuan HSC Code VII/7 yang terdiri dari *Smoke detector*, *Heat detector*, *Push button for general alarm*, *Fire alarm bell*, dan *Fire alarm panel*

4.10. 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 SketchUp.

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* atau lambung kapal. Hasil pemodelan dapat dilihat pada Gambar 4.23



Gambar 4.23 Pemodelan 3D pada Maxsurf Modeller

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



Gambar 4.24 Tampak Perspektif 3D

Desain interior pada *main deck* dapat dilihat pada Gambar 4.25



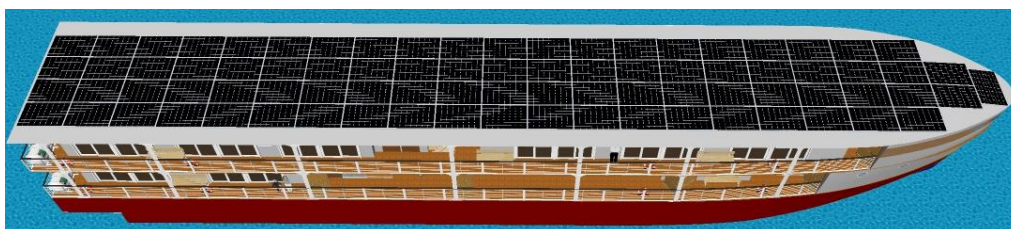
Gambar 4.25 Desain *Main Deck*

Desain *second deck* dapat dilihat pada Gambar 4.26



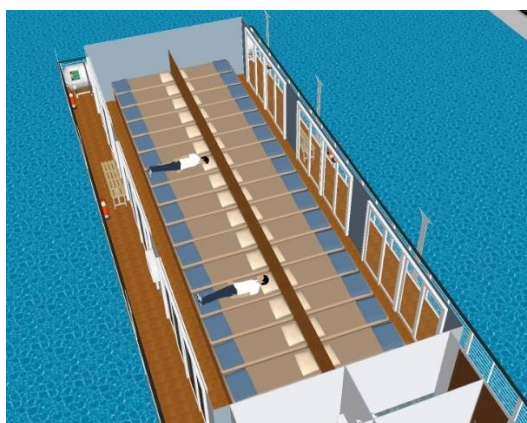
Gambar 4.26 Desain *Second Deck*

Desain *solar panel deck* dapat dilihat pada Gambar 4.27



Gambar 4.27 Desain *Solar Panel Deck*

Desain tempat tidur penumpang dapat dilihat pada Gambar 4.28

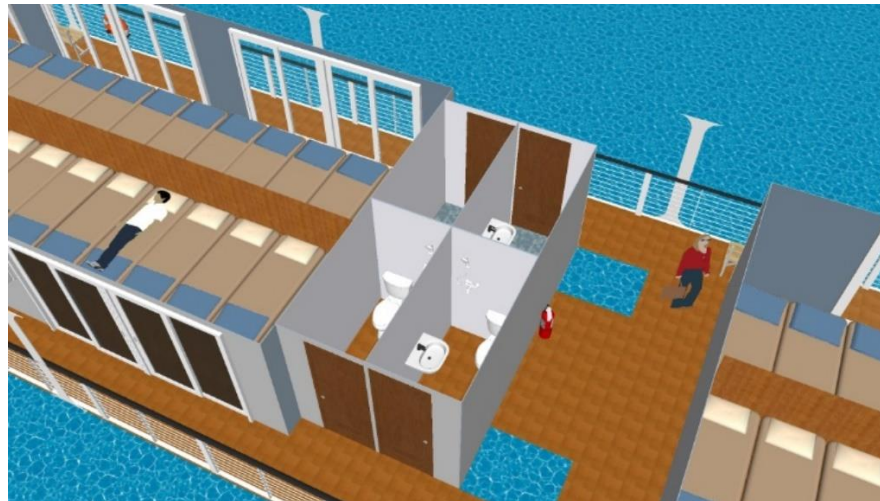


Gambar 4.28 Desain Tempat Tidur Penumpang

Desain tempat sepeda motor terlihat pada Gambar 4.29



Gambar 4.29 Desain Tempat Sepeda Motor
Desain toilet terlihat pada Gambar 4.30 Desain Toilet



Gambar 4.30 Desain Toilet
Desain mushola terlihat pada Gambar 4.31 Desain Mushola



Gambar 4.31 Desain Mushola

Desain tempat tidur crew terlihat pada Gambar 4.32



Gambar 4.32 Desain *Crew Room*

Desain *wheelhouse* terlihat pada Gambar 4.33



Gambar 4.33 Desain *Navigation Room*

BAB 5 ANALISIS EKONOMIS

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

Dalam analisis biaya pembangunan kapal, terbagi menjadi 4 komponen utama yaitu biaya pelat dan konstruksi, biaya *equipment* dan *outfitting*, biaya *hybrid system*, serta biaya untuk tenaga penggerak. Dalam menghitung biaya pembangunan ini digunakan metode analisis harga satuan bangunan. Selain itu juga dalam analisis ekonomis dilakukan perhitungan koreksi 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 *shallow draft cargo-passenger ship*. Rekapitulasi biaya pembangunan dapat dilihat pada Tabel 5.1

Tabel 5.1 Rekapitulasi Biaya Pembangunan

No.	Item	Value	Unit
1	Pelat dan Elektroda	337297	USD
2	Equipment dan Outfitting	95840	USD
3	Tenaga Penggerak	165000	USD
4	Hybrid System	430300	USD
Total Harga (USD)		1028437.976	USD
Kurs USD - Rp (per 12 Juni 2020)		14602.75	Rp/USD
Total Biaya Koreksi		6,007,209,063	Rp
Total Harga (Rupiah)		15,018,022,656	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	1,501,802,266	Rp
	2	Biaya Untuk Inflasi		
		<i>5% dari biaya pembangunan awal</i>		
		Biaya Inflasi	750,901,133	Rp
	3	Biaya Pajak Pemerintah		
		<i>10% PPn (Pajak Pertambahan Nilai)</i>		
		<i>15% PPh (Pajak Penghasilan)</i>		
		Biaya Pajak Pemerintah	3,754,505,664	Rp
Total Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi		6,007,209,063	Rp	

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

Untuk dapat memenuhi biaya pembangunan, dilakukan peminjaman uang kepada bank. Pada pembangunan kapal ini, dilakukan 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, dan biaya kebutuhan air bersih. Hasil rekapitulasi dapat dilihat pada Tabel 5.3

Tabel 5.3 Rekapitulasi Biaya Operasional Kapal

OPERATIONAL COST		
Biaya	Nilai	Masa
Cicilan Pinjaman	Rp 4,578,244,207	per tahun
<i>Maintenance Cost</i>	Rp 5,256,307,930	per tahun
<i>Insurance Cost</i>	Rp 420,504,634	per tahun
Gaji Crew	Rp 1,092,000,000	per tahun
Bahan Bakar Diesel Oil	Rp 3,644,325,128	per tahun
Air Bersih (<i>Fresh Water</i>)	Rp 57,384,180	per tahun
Total	Rp 15,048,766,079	per tahun

5.3. Harga Tiket

Penentuan harga tiket pada *shallow draft cargo-passenger ship* ditentukan berdasarkan acuan pada harga tiket kapal yang ada saat ini. Harga tiket acuan saat ini sudah tercantum di dalam Peraturan Gubernur Kalimantan Timur No.64 Tahun 2014 tentang Tarif Angkutan Sungai. Menurut Peraturan Gubernur harga tiket penumpang saat ini disamaratakan. Baik untuk penumpang dewasa maupun anak-anak dan untuk hari biasa maupun hari libur. Harga tiket yang saat ini digunakan adalah harga tiket versi 2.

Fasilitas yang didapatkan penumpang adalah tempat tidur selama perjalanan. Selain itu juga tersedia tempat untuk membeli makanan di atas kapal. Tempat tidur untuk penumpang terdapat pada *main deck* dan *second deck*. Perencanaan harga tiket untuk kapal ini dapat dilihat pada Tabel 5.4

Tabel 5.4 Perencanaan Harga Tiket

Klasifikasi Tiket	Versi 1	Versi 2	Versi 3	Versi 4
Tiket Penumpang (Melak&Long Iram)	Rp 475,000	Rp 325,000	Rp 225,000	Rp 200,000
Tiket Penumpang (Long Bagun)	Rp 575,000	Rp 475,000	Rp 375,000	Rp 350,000
Tarif Barang Per Ton (Melak&Long Iram)	Rp 500,000	Rp 350,000	Rp 200,000	Rp 180,000
Tarif Barang Per Ton (Long Bagun)	Rp 600,000	Rp 450,000	Rp 300,000	Rp 280,000

Klasifikasi Tiket	Versi 1	Versi 2	Versi 3	Versi 4
Sepeda Motor (Melak&Long Iram)	Rp 300,000	Rp 200,000	Rp 100,000	Rp 80,000
Sepeda Motor (Long Bagun)	Rp 350,000	Rp 250,000	Rp 150,000	Rp 130,000

5.4. 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 positif 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 *payload* yaitu 100%, 70%, dan 60%. Berdasarkan hal tersebut, maka didapatkan nilai NPV sebagai berikut.

Tabel 5.5 Rekapitulasi Nilai NPV

Harga Tiket	Payload	NPV
Versi 1	100%	Rp68,058.30
	70%	Rp17,516.20
	60%	Rp668.84
Versi 2	100%	Rp23,993.12
	70%	Rp(13,329.43)
	60%	Rp(25,770.28)
Versi 3	100%	Rp(13,998.55)
	70%	Rp(39,923.59)
	60%	Rp(48,565.27)
Versi 4	100%	Rp(21,503.99)
	70%	Rp(45,177.40)
	60%	Rp(53,068.54)

Dari analisis yang telah dilakukan, maka dapat diketahui bahwa nilai NPV pada versi 2 dengan variasi 70% *payload* dan variasi 60% *payload*, versi 3 pada variasi 100%, 70% dan 60% *payload*, dan versi 4 pada variasi 100%, 70% dan 60% *payload* memiliki nilai NPV negatif. Hal ini menunjukkan bahwa investasi yang dilakukan tidak bermanfaat sehingga tidak layak untuk dilakukan.

5.5. 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 5.6.

Tabel 5.6 Rekapitulasi Nilai IRR

Harga Tiket	Payload	IRR
Versi 1	100%	54%
	70%	25%
	60%	14%
Versi 2	100%	28%
	70%	4%
	60%	~
Versi 3	100%	3%
	70%	~
	60%	~
Versi 4	100%	-6%
	70%	~
	60%	~

Dari analisis yang telah dilakukan, didapatkan nilai dari IRR berada di bawah nilai tingkat diskonto pada harga tiket versi 2 dengan variasi 70% dan 60% *payload*, versi 3 pada variasi 100%, 70% dan 60% *payload*, dan versi 4 pada variasi 100%, 70% dan 60% *payload*. Oleh karena itu, investasi pada ketiga versi harga tiket ini dianggap tidak layak.

Untuk rekapitulasi analisis ekonomis dapat dilihat pada Tabel 5.7

Tabel 5.7 Rekapitulasi Analisis Ekonomis

Harga Tiket	Payload	NPV	IRR	Payback Period	Status
Versi 1	100%	Rp 68,058.30	54%	2 Tahun 3 Bulan 15 Hari	Layak
	70%	Rp 17,516.20	25%	6 Tahun 2 Bulan 24 Hari	Layak
	60%	Rp 668.84	14%	17 Tahun 11 Bulan 10 Hari	Layak
Versi 2	100%	Rp 23,993.12	28%	5 Tahun 0 Bulan 27 Hari	Layak
	70%	Rp (13,329.43)	4%	>20 Tahun	Tidak Layak
	60%	Rp (25,770.28)	~	>20 Tahun	Tidak Layak

Harga Tiket	Payload	NPV	IRR	Payback Period	Status
Versi 3	100%	Rp (13,998.55)	3%	>20 Tahun	Tidak Layak
	70%	Rp (39,923.59)	~	>20 Tahun	Tidak Layak
	60%	Rp (48,565.27)	~	>20 Tahun	Tidak Layak
Versi 4	100%	Rp (21,503.99)	-6%	>20 Tahun	Tidak Layak
	70%	Rp (45,177.40)	~	>20 Tahun	Tidak Layak
	60%	Rp (53,068.54)	~	>20 Tahun	Tidak Layak

5.6. Pemilihan Harga Tiket

Berdasarkan hasil 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.

Oleh karena itu, pemilihan harga tiket yang diambil adalah versi 1 dimana analisis investasi layak untuk dilakukan karena memiliki nilai NPV yang positif dan nilai IRR ada di atas nilai tingkat diskonto. Untuk harga tiket akhir yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 5.8

Tabel 5.8 Harga Tiket Akhir

Klasifikasi Tiket	Harga Tiket
Tiket Penumpang (Melak&Long Iram)	Rp475,000
Tiket Penumpang (Long Bagun)	Rp575,000
Tarif Barang Per Ton (Melak&Long Iram)	Rp500,000
Tarif Barang Per Ton (Long Bagun)	Rp600,000
Sepeda Motor (Melak&Long Iram)	Rp300,000
Sepeda Motor (Long Bagun)	Rp350,000

5.7. Payback Period

Pada harga tiket yang sudah ditentukan, dilakukan perhitungan jangka waktu pengembalian modal awal. Detail perhitungan yang dilakukan dapat dilihat pada Lampiran C tugas akhir ini. Berdasarkan hal tersebut, maka rekapitulasi dari *payback period* dapat dilihat sebagai berikut

Tabel 5.9 Payback Period

Harga Tiket	Payload	Payback Period
Versi 1	100%	2 Tahun 3 Bulan 15 Hari
	70%	6 Tahun 2 Bulan 24 Hari
	60%	17 Tahun 11 Bulan 10 Hari

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan percobaan dan penelitian maka kesimpulan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil analisis, maka rute yang akan dilalui oleh kapal Tugas Akhir ini adalah Samarinda-Melak-Long Iram-Long Bagun.
2. Payload yang akan dimuat pada *shallow draft cargo-passenger ship* ini adalah 100 orang penumpang, 55 ton barang, dan 22 unit sepeda motor.
3. Ukuran utama akhir yang diperoleh untuk *shallow draft cargo-passenger ship* yaitu :
 - *Length Overall* = 44 m
 - *Length between Perpendicular* = 40.8 m
 - *Breadth* = 7 m
 - *Height* = 4 m
 - *Draught* = 1.7 m
4. Berdasarkan hasil analisis material kapal, material kapal yang digunakan untuk membangun *shallow draft cargo-passenger ship* adalah baja.
5. Berdasarkan hasil analisis teknis kapal, dapat diketahui bahwa:
 - *Freeboard* dari kapal adalah 2.3 m, lebih besar dari syarat 0.653 m sehingga kondisi *freeboard* diterima.
 - Stabilitas kapal memenuhi berdasarkan kriteria IS Code dan detail dapat dilihat pada Lampiran B
6. Panel surya yang digunakan pada kapal ini sebanyak 83 unit dengan total energi 186.7 kWh. Kapal ini dilengkapi dengan baterai dengan energi total sebesar 914.4 kWh yang mampu menyuplai energi untuk kapal berlayar selama 1 jam 20 menit atau sejauh 30 km.

7. Desain Rencana Garis (*Lines Plan*), Rencana Umum (*General Arrangement*), model 3D, dan Rencana Keselamatan (*Safety Plan*) dapat dilihat pada Lampiran D, E, dan F pada Tugas Akhir ini.
8. Besar biaya pembangunan *shallow draft cargo-passenger ship* yaitu sebesar Rp 21,025,231,720. Pemilihan harga tiket akhir yang digunakan yaitu versi 1 dengan nilai NPV Rp 68,058.30, nilai IRR 54%, dan estimasi *payback period* adalah 2 Tahun 3 Bulan 15 Hari.

6.2. Saran

Saran dari pembuatan Tugas Akhir ini yaitu :

1. Pembuatan desain *shallow draft cargo-passenger ship* dengan konsep pendekatan, maka perhitungan konstruksi diharapkan lebih rinci agar semakin mendekati kondisi sesungguhnya.
2. Perlu adanya analisis lebih mendalam mengenai sumber energi hibrida yang digunakan.
3. Perlu adanya analisis lebih mendalam mengenai kedalaman Sungai Mahakam.

DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- Bisnis.com. (2019). Ibu kota pindah, Ini peluang bagi angkutan sungai mahakam. (Diakses pada tanggal 18 September 2019 pukul 5.33 WIB)
<https://ekonomi.bisnis.com/read/20190827/98/1141513/ibu-kota-pindah-ini-peluang-bagi-angkutan-sungai-mahakam>
- Bisnisnews.id (2019) Jaringan Jalan Dan Angkutan Sungai Di Kaltim Dan Kaltara (Diakses pada tanggal 18 september 2019 pukul 6.00 WIB)
<https://bisnisnews.id/detail/berita/jaringan-jalan-dan-angkutan-sungai-di-kaltim-dan-kaltara>
- Diesel KTA38-Series. (Diakses pada 29 April 2020) <https://www.cummins.com/g-drive-engines/diesel-kta38-series>
- 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.
- Marathon (2013) Catalogue. Electric Motor Selection Guide
- Koh, K.K, Yasukawa, H (2012). Comparison study of a pusher–barge system in shallow water, medium shallow water and deep water conditions. Pegamon
- Kurniawati, H.A. (2009). Lecture Handout. Ship Outfitting. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- 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
- Peraturan Gubernur No.64 Tahun 2014 = tiket kapal / Peraturan Gubernur Kalimantan Timur No.69 Tahun 2014 tentang Tarif Angkutan Sungai dan Danau Lintas Kabupaten/Kota dalam Provinsi untuk Kelas Ekonomi
- Pitoyo, Ali,B (2012). Studi Koefisien N Pada Prediksi Roll Kapal Sarat Rendah Dalam IMO A.749(18).
- Potensi Kalimantan Timur Sebagai Ibu Kota Baru RI (Diakses pada tanggal 18 September 2019 pukul 7.00 WIB) <https://www.youtube.com/watch?v=tRJTT63bBV0>
- Ross, S.A., Randolph W.W., and Jeffrey J. (2010). Corporate finance 9th edition, Mc Graw-Hill
- Santosa, I. (1999). Diktat Kuliah Perencanaan Kapal. Surabaya: ITS, FTK, Jurusan Teknik Perkapalan.
- Schneekluth, H., & Bertram, V. (1988). Ship Design for Efficiency & Economy, 2nd ed. Oxford: Butterworth-Heinemann.

- SNAME (1989). *Ship Design and Construction*. New York: The Society of Naval Architects and Marine Engineers.
- Stabilitas Pada Kapal (Diakses pada tanggal 25 September 2019 pukul 9.00 WIB) dosenkapal.com/2017/12/stabilitas-kapal.
- Sunarto (2018). Tantangan untuk Peran Keselamatan di Sungai: Studi Kasus Pulau Kalimantan. *Jurnal Penelitian Transportasi Laut*. Jakarta: Puslitbang Transportasi Laut, Sungai, Danau dan Penyeberangan, Badan Litbang Perhubungan
- Surat Dirjen Perhubungan Darat No.AP.005/3/13/DPRD/1994 tentang Petunjuk Teknis Persyaratan Pelayanan Minimal Kapal Sungai, Danau, dan Penyebrangan
- Dwiretno, T (2019). *Desain Catamaran Fast Ferry Boat Dengan Hydraulic Suspension Technology Rute Batam – Singapura*. Surabaya : Departemen Teknik Pekapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Fakhira, N.A (2019). *Desain Glass Bottom Catamaran Boat Dengan Hybrid Propulsion System Sebagai Sarana Wisata Di Kepulauan Karimunjawa, Jawa Tengah*. Surabaya : Departemen Teknik Pekapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- 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*

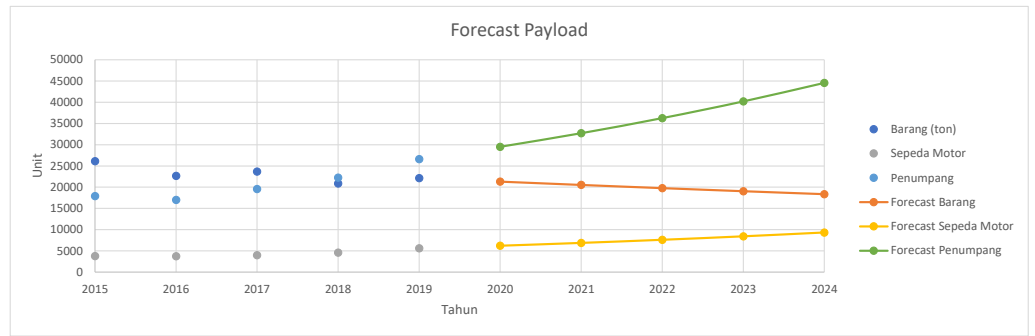
Lampiran E Desain *General Arrangement*

Lampiran F Desain *Safety Plan*

Lampiran G Desain 3D Model

LAMPIRAN A
DATA PENDUKUNG TUGAS AKHIR

Forecast Payload			
Tahun	Barang	Sepeda Motor	Penumpang
2015	26120	3784	17910
2016	22676	3755	16989
2017	23668	3987	19548
2018	20856	4601	22238
2019	22116	5612	26622
2020	21306	6213	29511
2021	20526	6878	32713
2022	19775	7614	36262
2023	19051	8429	40197
2024	18354	9331	44558
Rata-rata 5 tahun kedepan	19802.4	7693	36648.2
Rata2/hari	55	22	101



LAMPIRAN B
PERHITUNGAN TEKNIS

Penentuan Payload					
Jumlah Penumpang	100				Orang
Jumlah Barang	55				Ton
Jumlah Sepeda Motor	22				Motor
Muatan	Asumsi Beban (ton)	Luas per Unit (m3)	Berat/m2	Luasan Total (m3)	Berat Total (ton)
Bottom Deck					
Barang					55
Main Deck					
Motor	0.120	1.6		35.2	2.64
Second Deck					
Penumpang	0.075	1.6		160	7.5
Bagasi	0.025				2.5
Total payload luasan deck dan berat				195.2	67.64

Payload Luasan

SK Dirjen Perhubungan Darat Nomor 5 Tahun 1994

No	Ruangan	Ukuran						
		Jumlah	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Volume	Luas/ite m	Luas (m ²)
1	Kasur Penumpang	100	2	0.8			1.6	160
2	Ruangan Motor	22	2	0.8			1.6	35.2
3	Cargo (ton)	55	3.27	7	2	45.83	22.92	22.92
Total Luasan yang dibutuhkan								218.12

Ukuran Utama

LOA	=	44 m	(<i>Length overall</i> , panjang keseluruhan kapal)
LPP	=	40.8 m	(<i>Length between perpendiculars</i>)
B	=	7 m	(<i>Breadth</i> , lebar total kapal)
H	=	4 m	(<i>Height</i> , tinggi kapal sampai geladak utama)
T	=	1.7 m	(<i>Draught</i> , sarat kapal)
Vmax	=	18 kn	
Vs	=	12 kn	

Rasio Ukuran Utama					
Lpp/B	=	5.83	→	$3.5 < Lpp/B < 10$	OK
Lpp/T	=	24.00	→	$10 < Lpp/T < 30$	OK
B/T	=	4.12	→	$1.8 < B/T < 5$	OK
B/H	=	1.75	→	$1.5 < B/H < 1.8$	OK
T/H	=	0.43	→	$0.4 < T/H < 0.82$	OK
B/T shallow draft	=	4.12	→	$4 < B/T$	OK

Ukuran utama kapal

L_{PP}	=	40.80	m
B	=	7.00	m
H	=	4.00	m
T	=	1.70	m
V_s	=	12.00 knots	= 6.17 m/s

Unit Conversion

ρ_{air sungai}	=	1	ton/m ³
	=	1000	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 la	=	77	°F
g	=	1.01E-05	ft2/s
	=	9.43E-07	m2/s

Perhitungan Koefisien dan Ukuran Utama Lainnya

Panjang Garis Air (L_{WL})

L_{WL}	=	L _{WL}	dari maxsurf
	=	40.000	m

Perhitungan Froude Number

Fn	=	$V / \sqrt{(g L)}$
	=	0.31164

Displasemen

Nilai diperoleh dari perhitungan hidrostatis model di *maxsurf*

Δ	=	243.40	ton
----------	---	--------	-----

Volume Displasemen

∇_{tot}	=	Δ / ρ	
	=	243.400	m ³

Koefisien Blok

C_B	=	dari maxsurf
	=	0.511

Koefisien Luas Midship

$$\begin{aligned} C_M &= \text{dari maxsurf} \\ &= 0.624 \end{aligned}$$

Koefisien Prismatic

$$\begin{aligned} C_P &= \text{dari maxsurf} \\ &= 0.819 \end{aligned}$$

Koefisien Bidang Garis Air

$$\begin{aligned} C_{WP} &= \text{dari maxsurf} \\ &= 0.835 \end{aligned}$$

Longitudinal Center of Bouyancy

$$\begin{aligned} LCB &= \text{dari maxsurf (jarak LCB dari AP)} \\ &= 17.750 \end{aligned}$$

Perhitungan Hambatan

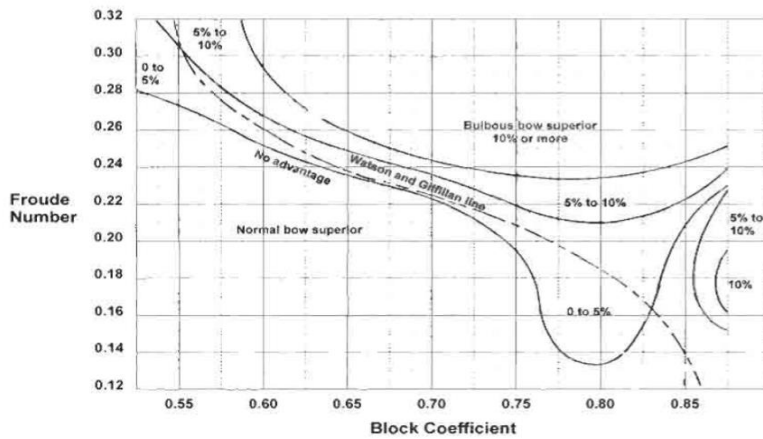
Reynold Number		Environmental Factor
Rn = $V_s \times L_{wl} / \nu$	Principles of Naval Architecture Vol. II page 6	$\rho_{sw} = 1000 \text{ kg/m}^3$
= 28092529.39		= 1 ton/m ³
		$\nu = 0.00000879 \text{ m}^2/\text{s}$

Friction Coefficient	
$C_{F0} = 0.075 / (\log Rn - 2)^2$	Principles of Naval Architecture Vol. II page 90
= 0.002526346	

Bare Hull Form																							
$C = 1 + 0.011 C_{stern}$	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Afterbody Shape Coefficient</th> </tr> <tr> <th>Afterbody Shape</th> <th>C_{stern}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pram with Gondola</td> <td>-25</td> </tr> <tr> <td>V-Shaped Section</td> <td>-10</td> </tr> <tr> <td>Normal Section Shape</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>U-shaped Sections with Hogner Stern</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	Afterbody Shape Coefficient		Afterbody Shape	C_{stern}	Pram with Gondola	-25	V-Shaped Section	-10	Normal Section Shape	0	U-shaped Sections with Hogner Stern	10										
Afterbody Shape Coefficient																							
Afterbody Shape		C_{stern}																					
Pram with Gondola		-25																					
V-Shaped Section		-10																					
Normal Section Shape	0																						
U-shaped Sections with Hogner Stern	10																						
= 0.89																							
$L_R/L = 1 - C_p + 0.06 C_p \times LCB / (4 C_p - 1)$																							
= 0.564231547																							
	Principles of Naval Architecture Vol. II page 91																						
$1+k_1 = 0.93 + 0.4871 C(B/L)^{1.0681} (T/L)^{0.4611} (L/LR)^{0.1216} (L^3/\nabla)^{0.3649} (1 - C_p)^{-0.6042}$	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Effective Form Factor Value k_2 for Different Appendages</th> </tr> <tr> <th>Type of Appendage</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rudder of single-screw ship</td> <td>1.3 to 1.5</td> </tr> <tr> <td>Spade-type rudders of twin-screw ships</td> <td>2.8</td> </tr> <tr> <td>Skeg-rudders of twin-screw ships</td> <td>1.5 to 2</td> </tr> <tr> <td>Shaft Brackets</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Bossings</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Bilge Keels</td> <td>1.4</td> </tr> <tr> <td>Stabilizer Fin</td> <td>2.8</td> </tr> <tr> <td>Shafts</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Sonar Dome</td> <td>2.7</td> </tr> </tbody> </table>	Effective Form Factor Value k_2 for Different Appendages		Type of Appendage		Rudder of single-screw ship	1.3 to 1.5	Spade-type rudders of twin-screw ships	2.8	Skeg-rudders of twin-screw ships	1.5 to 2	Shaft Brackets	3	Bossings	2	Bilge Keels	1.4	Stabilizer Fin	2.8	Shafts	2	Sonar Dome	2.7
Effective Form Factor Value k_2 for Different Appendages																							
Type of Appendage																							
Rudder of single-screw ship		1.3 to 1.5																					
Spade-type rudders of twin-screw ships		2.8																					
Skeg-rudders of twin-screw ships	1.5 to 2																						
Shaft Brackets	3																						
Bossings	2																						
Bilge Keels	1.4																						
Stabilizer Fin	2.8																						
Shafts	2																						
Sonar Dome	2.7																						
= 1.291232899																							
Untuk rudder:	Principles of Naval Architecture Vol. II page 92																						
$1+k_2 = 1.4$																							

Wetted Surface Area

$$A_{BT} = 0 \quad (\text{no bulb fitted}) \quad \text{Practical Ship Design Vol. I page 233, DGM Watson}$$



$$S = L(2T+B)C_M^{0.5}(0.4530 + 0.4425C_B - 0.2862C_M - 0.003467 B/T + 0.3696C_{WP}) + 2.38A_{BT}/C_B$$

$$= 261.2047592 \text{ m}^2$$

Wetted Surface Area of Appendages

$$S_{\text{rudder}} = (c_1 \times c_2 \times c_3 \times c_4 \times (1.75 L \times T) / 100) \times 2$$

$$= 2.38 \text{ m}^2$$

BKI Vol. II, sec. 14.A.3 pg. 2

	$c_1 = 1$	General
	$c_2 = 1$	General
	$c_3 = 1$	NACA profiles and plate rudder
	$c_4 = 1$	Rudders in propeller jet

$$S_{\text{app}} = S_{\text{rudder}}$$

$$= 2.38 \text{ m}^2 \quad \text{Principles of Naval Architecture Vol. II page 92}$$

Total Wetted Surface Area

$$S_{\text{total}} = S + S_{\text{app}}$$

$$= 263.5847592 \text{ m}^2 \quad \text{Principles of Naval Architecture Vol. II page 92}$$

Total Hull Form

$$1+k = (1 + k_1) + ((1 + k_2) - (1 + k_1))(S_{\text{app}}/S_{\text{total}})$$

$$= 2.6795739 \quad \text{Principles of Naval Architecture Vol. II page 92}$$

Viscous Resistance

$$R_v = 1/2 \times \rho \times V_S^2 \times C_{FO} \times S_{\text{total}} \times (1 + k)$$

$$= 34.00073965 \quad \text{Principles of Naval Architecture Vol. II page 90}$$

Wave-Making Resistance Calculation

Coefficient for low speed range ($Fn \leq 0.4$)

Principles of Naval Architecture Vol. II page 92-93

$$B/L_{WL} = 0.175$$

$$C_4 = B/L_{WL} \quad \text{for} \quad 0.11 \leq B/L_{WL} \leq 0.25$$

$$= 0.175$$

$$T_a = 1.70$$

$$T_f = 1.70$$

$$i_E = 125.67 (B/L_{WL}) - 162.25 C_p^2 + 234.32 C_p^3 + 0.1551 (LCB + 6.8 (T_a - T_f)/T)^3$$

$$= 41.8857785$$

$$C_1 = 2223105 \times C_4^{3.7861} \times (T/B)^{1.0796} \times (90 - i_E)^{-1.3757}$$

$$= 3.18527945$$

$$C_2 = 1 \quad \text{(no bulb fitted)}$$

$$A_T = 0 \quad \text{(no transom immersed at zero speed)}$$

$$C_3 = 1 - 0.8 A_T / (B \times T \times C_M)$$

$$= 1$$

$$C_5 = 8.0798 C_p - 13.8673 C_p^2 + 6.9844 C_p^3 \quad \text{for } C_p \leq 0.8$$

$$= 1.152615087$$

$$L_{WL}^3/\nabla = 262.9416598$$

$$C_6 = -1.69385 \quad \text{for } L_{WL}^3/\nabla \leq 512$$

$$\nabla^{1/3}/L_{WL} = 0.15609184$$

$$m_1 = 0.01404 (L_{WL}/T) - 1.7525 (\nabla^{1/3}/L_{WL}) - 4.7932 (B/L_{WL}) - C_5$$

$$= -1.934623095$$

$$m_2 = C_6 \times 0.4 e^{-0.034 Fn^{3.29}}$$

$$= -0.140218942$$

$$d = -0.9$$

$$L_{WL}/B = 5.714285714$$

$$\lambda = 1.446 CP - 0.03 (L_{WL}/B) \quad \text{for } L_{WL}/B \leq 12$$

$$= 1.012845429$$

Wave-making resistance coefficient

$$R_{W/W} = C_1 \times C_2 \times C_3 \times e^{(m_1 \times Fn^d + m_2 \times \cos(\lambda \times Fn - 2))}$$

$$= 0.013693363$$

Displacement Weight

$$\begin{aligned} W &= \rho \times \nabla \times g \\ &= 2387.754 \text{ kN} \end{aligned}$$

Principles of Naval Architecture Vol. II
page 64

Correlation Allowance

$$\begin{aligned} T/L_{WL} &= 0.0425 \\ C_A &= 0.006 (L_{WL} + 100)^{-0.16} - 0.00205 \\ &= 0.000671265 \end{aligned}$$

Principles of Naval Architecture Vol. II
page 93

Total Resistance

$$\begin{aligned} R_{T0} &= \frac{1}{2} \times \rho \times V_S^2 \times S_{total} \times (C_{FO} \times (1 + k) + C_A) + R_W/W \times W \\ &= 37404.938 \text{ N} \\ &= 37.405 \text{ kN} \end{aligned}$$

Principles of Naval Architecture Vol. II page
93

Voyage Margin

$$\text{Margin} = 15\%$$

$$\begin{aligned} R_T &= (100\% + 15\%) \times R_{T0} \\ &= 43015.679 \text{ N} \\ &= 43.016 \text{ kN} \end{aligned}$$

LWL	40	m	40	40
Beam	6.997	m	6.997 (high)	--
Draft	1.7	m	1.7 (low)	--
Displaced volume	243.764	m ³	243.764	243.764
Wetted area	287.77	m ²	287.77	287.77
Prismatic coeff. (Cp)	0.821		0.821	--
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.836		0.836	--
1/2 angle of entrance	16.7	deg.	16.7	--
LCG from midships(+ve for'd)	-3.024	m	-3.024	--
Transom area	7.417	m ²	7.417	--
Transom wl beam	6.997	m	--	--
Transom draft	1.7	m	--	--
Max sectional area	7.427	m ²	--	--
Bulb transverse area	2.215	m ²	2.215	--
Bulb height from keel	1.089	m	1.089	--
Draft at FP	1.7	m	1.7	--
Deadrise at 50% LWL	26.8	deg.	--	--
Hard chine or Round bilge	Round bilge		--	--
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 allowance	0.0004		Calculated by method	
Kinematic viscosity	1.1883E-06	m ² /s		
Water Density	1.0259	tonne/m ³		

Speed (kn)	Froude No. LWL	Froude No.Vol.	Holtrop Resist (kN)	Holtrop Power (kW)	Wyman Resist (kN)	Wyman Power (kW)
0	0	0	--	--	--	--
1	0.026	0.066	0.5	0.522	0.3	0.288
2	0.052	0.131	2.1	4.42	1.1	2.303
3	0.078	0.197	4.7	14.551	2.5	7.772
4	0.104	0.263	7.9	32.482	4.5	18.423
5	0.13	0.329	11.5	59.206	7	35.983
6	0.156	0.394	15.5	95.62	10.1	62.179
7	0.182	0.46	19.8	142.692	13.7	98.738
8	0.208	0.526	24.5	201.492	17.9	147.387
9	0.234	0.592	29.5	273.142	22.7	209.854
10	0.26	0.657	34.9	359.131	28	287.865
11	0.286	0.723	40.5	458.897	33.9	383.148
12	0.312	0.789	46.9	578.69	40.3	497.431
13	0.338	0.854	53.7	717.851	47.3	632.439
14	0.364	0.92	59.8	861.184	54.8	789.901
15	0.39	0.986	65.8	1015.457	63	971.544
16	0.416	1.052	74	1218.21	71.6	1179.095
17	0.442	1.117	83.4	1458.521	80.9	1414.28
18	0.468	1.183	92.8	1717.97	90.6	1678.828
19	0.494	1.249	102.1	1995.826	101	1974.465
20	0.519	1.315	111.3	2291.205	111.9	2302.919
21	0.545	1.38	120.5	2603.066	123.4	2665.917
22	0.571	1.446	129.8	2938.575	135.4	3065.186
23	0.597	1.512	138.1	3268.155	147.4	3487.047
24	0.623	1.577	145.2	3584.268	152.7	3771.44
25	0.649	1.643	151.1	3887.099	157.9	4061.053
26	0.675	1.709	156.2	4178.666	162.8	4355.305
27	0.701	1.775	160.6	4461.107	167.5	4653.655
28	0.727	1.84	164.4	4735.837	172	4955.593
29	0.753	1.906	167.7	5003.307	176.3	5260.646
30	0.779	1.972	170.5	5263.044	180.4	5568.37
31	0.805	2.038	172.9	5513.802	184.3	5878.352
32	0.831	2.103	174.8	5753.72	188	6190.209
33	0.857	2.169	178.1	6047.356	191.5	6503.583
34	0.883	2.235	186.2	6513.467	194.9	6818.145
35	0.909	2.3	194.6	7006.28	198.1	7133.586
36	0.935	2.366	203.2	7526.521	201.1	7449.623
37	0.961	2.432	212.1	8074.849	204	7765.993
38	0.987	2.498	221.3	8651.881	206.7	8082.451
39	1.013	2.563	230.7	9258.205	209.3	8398.775
40	1.039	2.629	240.4	9894.394	211.8	8714.756

Required Value			
Rt	=	46900 N	
V	=	6.173 m/s	
Cb	=	0.511	
1+k	=	2.680	
Cf	=	0.003	
Ca	=	0.000671265	

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	=	$Rt \times v/1000$	<i>(parametric design hal 11-27)</i>
	=	289.529 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>
Cv	=	$(1 + k) C_F + C_A$	<i>(PNA vol 2 hal 162)</i>
	=	0.007440796	
w	=	$0.3 C_b + 10 C_v C_b - 0.1$	<i>(PNA vol 2 hal 163)</i>
	=	0.091322468	
t	=	0.1	<i>(PNA vol 2 hal 163)</i>
η_h	=	$(1 - t)/(1 - w)$	<i>(parametric design hal 11-29)</i>
	=	0.990450372	
THP	=	292.321 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	=	542.339 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	=	553.407	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	=	564.701	KW	

Maximum Continues Rates

MCR	=	BHP + service margin 15 %		<i>(parametric design hal 11-30)</i>
MCR	=	649.407	KW	
	=	882.933	HP	

Penentuan Kelistrikan

Sistem Kelistrikan Kapal adalah AC

System Voltage 120.0

Daftar komponen kelistrikan kapal

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

Peralatan Listrik	Jumlah	Watt	Total
Anchor Light	2	8	16
Anchor windlass	1	1200	1200
Autopilot	1	3	3
Bilge Pump	2	18	36
Cabin Lights	0	0	0
Chart Plotter/GPS	1	15	15
Chart Table Light	1	12	12
Cockpit Instruments	1	120	120
Cockpit Light	0	0	0
Compass Light	2	12	24
Deck Light	0	0	0
Distribution Panel & DCM	2	100	200
Fresh Water Pump	2	20	40
Fridge	2	600	1200
Gas Alarm	5	12	60
Masthead Light	4	60	240
Navigation Lights	4	65	260
Navtex	1	12	12
Radar (Standby)	1	40	40
Radar (Transmit)	1	180	180
SSB (Standby)	1	100	100
SSB (Transmit)	1	200	200
Stereo	1	30	30
Ventilation Fans	26	45	1170
VHF (Standby)	1	25	25
VHF (Transmit)	1	25	25
Marine Air Conditioning	12	1500	18000
Fire Fighting Pump	5	75	375
Electric Winch	0	2200	0
Total			23583

$$1\text{KVA} = 0.800 \text{ KW}$$

$$\text{KVA} = \text{Maximum Total Leg Amps.} \times \text{System Voltage}/1000$$

$$\text{Power} = 24.949 \text{ KW}$$

$$\text{Efficiency Factor} = 25\%$$

$$\text{Power} = 31.18625 \text{ KW}$$

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)
 \emptyset = 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

Kuat penerangan yang dibutuhkan

Ruang permesinan 70 Pencahayaan di Lingkungan Kerja, 2014
 Kafeteria 300 SNI-03-6197-2000

Ruang Permesinan

Menggunakan lampu TL LED 19 W

E = 70 Lux
 L = 3 m
 W = 7 m
 \emptyset = 2300
 LLF = 0.8 (0.7 - 0.8)
 CU = 65% (50% - 65%)
 n = 1
 Jumlah ruangan = 1

$$N = \frac{E \times L \times W}{\emptyset \times LLF \times CU \times n}$$
 = 1.2291 titik lampu
 = 2 titik lampu
 Jumlah lampu = 2 Lampu

Ruang Penumpang

Menggunakan lampu LED

40 Watt
 E = 200 Lux
 L = 80 m
 W = 2.5 m
 \emptyset = 3000
 LLF = 0.8 (0.7 - 0.8)
 CU = 65% (50% - 65%)
 n = 1
 Jumlah Ruangan = 1

$$N = \frac{E \times L \times W}{\emptyset \times LLF \times CU \times n}$$
 = 25.64102564 titik lampu
 = 26 titik lampu
 Jumlah Lampu = 26 Lampu

R. Motor

Menggunakan lampu TL LED 16 W

E = 100 Lux
 L = 5 m
 W = 7 m
 \emptyset = 1600
 LLF = 0.8 (0.7 - 0.8)
 CU = 65% (50% - 65%)
 n = 1
 Jumlah Ruangan = 1

$$N = \frac{E \times L \times W}{\emptyset \times LLF \times CU \times n}$$
 = 4.20673 titik lampu
 = 5 titik lampu
 Jumlah Lampu = 5 Lampu

R. Navigasi

Menggunakan lampu TL LED 20 W

E = 250 Lux
 L = 3 m
 W = 5 m
 \emptyset = 1600
 LLF = 0.8 (0.7 - 0.8)
 CU = 65% (50% - 65%)
 n = 1
 Jumlah Ruangan = 1

$$N = \frac{E \times L \times W}{\emptyset \times LLF \times CU \times n}$$
 = 4.507211538 titik lampu
 = 5 titik lampu
 Jumlah Lampu = 5 Lampu

Cafe

Menggunakan lampu LED

20 Watt
 E = 300 Lux
 L = 3 m
 W = 2 m
 \emptyset = 1500
 LLF = 0.8 (0.7 - 0.8)
 CU = 65% (50% - 65%)
 n = 1
 Jumlah Ruangan = 1

$$N = \frac{E \times L \times W}{\emptyset \times LLF \times CU \times n}$$
 = 2.30769 titik lampu
 = 3 titik lampu
 Jumlah Lampu = 3 Lampu

R. Cargo

Menggunakan lampu TL LED 16 W

E = 100 Lux
 L = 3.5 m
 W = 7 m
 \emptyset = 1600
 LLF = 0.8 (0.7 - 0.8)
 CU = 65% (50% - 65%)
 n = 1
 Jumlah Ruangan = 1

$$N = \frac{E \times L \times W}{\emptyset \times LLF \times CU \times n}$$
 = 2.944711538 titik lampu
 = 3 titik lampu
 Jumlah Lampu = 3 Lampu

Perhitungan Hybrid

Luas atap =	291.19	m ²
-------------	--------	----------------

Solar Panel			
Type	=	HENGDA	
Number of Cells	=	54	
Dimension	=	1956 x 1310	mm
Power	=	500	W
	=	0.5	kW
Depth	=	45	mm
Weight	=	26	kg
	=	0.026	ton

Jumlah Kebutuhan Solar Panel			
Solar Panel Power	=	0.5	kW
n	=	83	pcs
	=	83	pcs
Power Solar Panel	=	41.5	kW
Energi Solar Panel 1 kali trip	=	186.75	kWh
W solar panel	=	2.158	ton
Kontribusi Solar Panel thp kebutuhan listrik harian kapal	=	20.4%	

Skema Penggunaan Solar Panel		
	Trip	
Berangkat		4.5 jam
Pulang		4.5 jam

Battery			
Type	=	LBP12V100AH	
Current Hour	=	100	A
Voltage	=	12	V
Power	=	1200	W
Length	=	323	mm
Width	=	171	mm
Height	=	215	mm
Weight	=	14.5	kg
	=	0.0145	ton

Jumlah Kebutuhan Baterai			
Kapasitas Baterai	=	1200	W
	=	1.2	kW
Energi yg Dibutuhkan	=	914.142125	kWh
Jumlah Baterai	=	761.7851042	
	=	762	pcs
Baterai yg digunakan	=	762	pcs
Power Baterai	=	914.4	kW
W battery	=	11.049	ton

Lama Pengisian Baterai		
Lama Waktu Pengisian	=	Power Dibutuhkan / (Power Baterai x Jumla
	=	1.0 hour

Inverter			
Type	=	Mass Sine 12V/800	
Output Power	=	0.65	kW
Voltage	=	230	V
Current	=	3	A
Width	=	220	mm
Height	=	325	mm
Depth	=	111	mm
Weight	=	3.9	kg
	=	0.0039	ton
	=	0.0078	ton

W Hybrid	=	11.2610899	ton
----------	---	------------	-----



Overview

Quick Details

Place of Origin:	Jiangsu, China	Brand Name:	HENGDA
Model Number:	HDM96	Type:	Standard Solar Panel
Size:	1956*1310*45mm	Product name:	Solar Panel
Certificate:	ISO9001 ISO14001 CE/TUV/UL/MCS/CEC/PV CYCLE	Solar cell:	Mono 156*156 Cell
Application:	Commercial	Junction Box:	IP67 Rated
Warranty:	25 Years Output Power Guarantee	Connector:	MC4 Compatible Connector
Frame:	Anodized Aluminium Alloy	Weight:	26 Kg (49.6 lb)
Efficiency:	16.8%~20% High Efficiency		

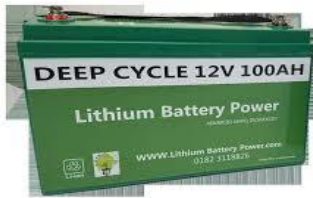
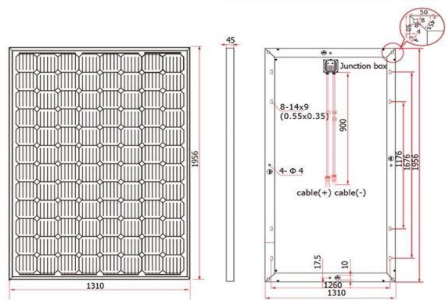
Model	HD400M-96	HD420M-96	HD440M-96	HD450M-96	HD460M-96	HD480M-96	HD500M-96
Rated Maximum Power at STC	400W	420W	440W	450W	460W	480W	500W
Maximum Power Voltage (Vmp)	47.22V	47.45V	47.71V	47.87V	48.01V	48.33V	48.60V
Maximum Power Current (Imp)	8.47A	8.85A	9.22A	9.40A	9.59A	9.93A	10.29A
Open Circuit Voltage (Voc)	58.05V	58.26V	58.42V	58.57V	58.75V	58.90V	59.12V
Short Circuit Current (Isc)	9.18A	9.40A	9.66A	9.73A	9.78A	10.04A	10.44A
Module Efficiency	15.61%	16.39%	17.17%	17.56%	17.93%	18.73%	19.46%
Power Tolerance	0~+3%	0~+3%	0~+3%	0~+3%	0~+3%	0~+3%	0~+3%

STC: Irradiance 1000W/m², Module Temperature 25°C, Air Mass 1.5

Mechanical Parameters	
Cell Type	Mono-crystalline 156x156mm (6inch)
No. of Cells	86 (8x12)
Dimension	1956x1310x45mm
Glass	3.2mm, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Junction Box	IP65/IP67 Rated
Output Cable	Section Size: 4mm ² , Length: 900mm
Frame	Anodized Aluminum Alloy
No. of Bypass Diodes	6
Connector	MC4 Compatible

Working Conditions	
Maximum System Voltage	DC 1000V(IEC) / 1500V(IEC) / 1000V(UL)

Product Details



Specifications

Nominal Voltage	12.8 V	
Nominal Capacity @ 1C	100 Ah	
Charge Voltage	14.45V - 14.60V	
Charge Current	Recommended	≤ 25 A
	Max Continuous ¹	100 A
Discharge Voltage Minimum	10 V	
Discharge Current Max Continuous ¹	100 A	
Pulse Current 5 Sec	875 A	
Weight	32 lb / 14.5 kg	
Dimensions L x W x H (including terminals)	12.7"/323mm x 6.7"/171mm x 8.5"/215mm	
BCI Group Number	Group 31	
Terminals, Female-threaded	M8 x 1.25	
DC internal resistance (max)	3.55 mΩ	

6 TECHNICAL DATA

6.1 SPECIFICATIONS

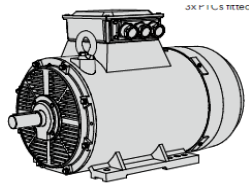
Model	Mass Sine	12/800 - 230V	24/800 - 230V	
Part number		24010800	24020800	
Function of the apparatus:		Conversion of a DC voltage to a pure AC sine wave voltage		
Manufacturer:		Mastervolt, Amsterdam, The Netherlands		
42	DC input	12/800 - 230V	24/800 - 230V	
	Nominal battery voltage	12V	24V	
	Absolute maximum voltage range (no defects)	0.0 - 16.0 V	0.0 - 35.0 V	
	Low battery switch off (1-30 sec delay)	10.0V ±0.5V	19.0V ±0.5V	
	9C	Low battery switch on	11.0V ±0.5V	22.0V ±0.5V
		High battery switch off (No delay)	16.0V ±0.5V	33.0V ±0.5V
	1E	High battery switch on	15.5V ±0.5V	31.0V ±0.5V
		Max. ripple allowed on DC (No defects)	5 % RMS	5 % RMS
		Input current at nominal load	68A	34A
	Wire size (up to 2m/6ft)	2x 25mm ² / AWG 3	2x 16mm ² / AWG5	
Recommended fuse	100A	63A		
Recommended batteries	>100Ah	>50Ah		
DC No load power consumption				
Stand-by mode		65mA/0.8W	35mA/0.8W	
Low power mode / Economic mode		410mA/4.9W	200mA/4.9W	
High power mode		470mA/5.6W	240mA/5.6W	
AC output				
Nominal voltage (±5%)		230VAC	230VAC	
Wave form		True sine wave, max 5% distortion, 3% typical		
Frequency		50Hz +/- 0.1%		
P30 power @ T-amb=25°C/77°F, cosφ=1		800VA	800VA	
Nominal power @ T-amb=40°C/104°F, cosφ=1		800VA	800VA	

Engine Requirement			
Engine Power Requirement	=	649.4067 kW	= 882.9334 HP
Generator Power Requirement	=	721.7543 kW	= 981.2971 HP
Emergency Genset	=	31.18625 KW	
	=	42.40083 HP	

Electric Motor			
Engine Type	=	DM IP23 355MX-4	
max.Power	=		672 kW
	=		901 HP
n(rpm)	=		1780 r/min
Cylinder number	=		4
Current	=		891.0 A
Voltage	=		460 V
Dimension			
Length	=		1264 mm
Width	=		700 mm
Height	=		887.5 mm
Weight	=		1.945 ton
	=		

Generator type			
Generator type	=	Cummins KTA38-G3	
max.Power	=		728 kW
	=		990 HP
Dimension			
Length	=		3172 mm
Width	=		1752 mm
Height	=		2004 mm
Fuel Oil Consumption	=		57.2 g/kwh
Lube Oil Consumption	=		0.8 g/kWh
Weight	=		4.99 ton

Emergency Generator type			
Generator type	=	Cummins 4BTA3.3 C50 B6	
max.Power	=		45 kW
Dimension			
Length	=		1753 mm
Width	=		930 mm
Height	=		1256 mm
Fuel Oil Consumption	=		9.3 g/kwh
Lube Oil Consumption	=		0.5 g/kWh
Weight	=		0.776 ton



Material	TYPE	Output		Frame Size	Speed		Rated current 50Hz				Power Factor cosφ	Efficiency			Rated torque Nm	Ratio			Weight kg	
		50Hz kW	60Hz kW		50Hz rpm	60Hz rpm	380V A	400V A	415V A	460V A		Class	100% Load %	75% Load %		50% Load %	Starting current	Starting torque		B/dwn torque
1500/1750rpm, 4-pole, 50/60Hz, IZ3, Imin/Imax/If, 3																				
Aluminium	DM IP23 160M-4	11	13.2	160M	1450	1740	23.2	22	21	22.9	0.82	IE1	88.5	89.4	89.9	72.5	6.5	2	2.3	140
Cast iron	DM IP23 160L-4	15	18	160L	1460	1750	31.6	30	28.6	31.3	0.83	IE1	89.5	90.2	89.5	98.1	6.5	2	2.5	142
Cast iron	DM IP23 160LX-4	18.5	22.2	160L	1460	1750	37.9	36	34.3	37.5	0.83	IE1	90.6	91.3	90.9	121	6.5	2	2.5	154
Aluminium	DM IP23 180M-4	22	26.4	180M	1460	1750	41.8	39.7	37.8	41.4	0.88	IE1	91.5	91.8	90.9	144	7.5	2.7	3.2	206
Cast iron	DM IP23 180L-4	30	36	180L	1455	1750	56.8	54	51.4	56.3	0.88	IE1	91.8	92.3	91.8	197	7.5	2.7	3.2	226
Cast iron	DM IP23 200M-4	37	44.4	200M	1465	1760	71.5	67.9	64.7	70.8	0.86	IE1	91.8	92	90.9	241	6.5	2.1	2.6	297
Cast iron	DM IP23 200L-4	45	54	200L	1465	1760	86.8	82.5	78.6	86	0.86	IE1	91.9	92.3	91.4	293	6.5	2.1	2.6	311
Aluminium	DM IP23 225M-4	55	66	225M	1470	1760	103	98	93	102	0.88	IE1	93	93.3	92.6	357	7.2	2.3	3	389
Cast iron	DM IP23 250S-4	75	90	250S	1475	1770	139	132	126	138	0.88	IE1	93.1	93.4	92.6	486	7.2	2.4	3	524
Cast iron	DM IP23 250M-4	90	108	250M	1475	1770	164	156	149	163	0.89	IE1	93.5	93.8	93.3	583	7.5	2.4	3	551
Aluminium	DM IP23 280S-4	110	132	280S	1475	1770	209	199	190	208	0.86	IE1	94.5	94.9	94.4	712	7.4	2.6	3.2	735
Cast iron	DM IP23 280M-4	132	158	280M	1470	1760	251	238	227	248	0.86	IE1	93.2	93.4	92.6	858	7	2.4	3	742
Aluminium	DM IP23 315S-4(A)	160	192	315S	1480	1780	299	284	270	296	0.87	IE1	95	95.1	94.5	1032	6.2	1.7	2.5	968
Cast iron	DM IP23 315M-4(A)	200	240	315M	1480	1780	373	354	337	369	0.87	IE1	95.3	95.5	94.9	1291	6.2	1.7	2.5	1064
Cast iron	DM IP23 315LA-4(A)	250	300	315L	1480	1780	458	435	414	454	0.88	IE1	95.4	95.7	95.4	1613	6.2	1.7	2.5	1165
Aluminium	DM IP23 315LB-4(A)	280	336	315L	1480	1780	518	492	469	513	0.87	IE1	95.5	95.9	95.7	1807	6	1.6	2.4	1205
Cast iron	DM IP23 315LX-4(B)	315	378	315L	1480	1780	576	547	521	571	0.88	IE1	95.8	96.1	95.9	2033	6.5	1.8	2.6	1364
Cast iron	DM IP23 315LY-4(B)	355	426	315L	1480	1780	656	623	593	650	0.87	IE1	95.9	96	95.6	2291	7	1.9	2.8	1498
Cast iron	DM IP23 315LZB-4(B)	400	480	315L	1480	1780	747	710	676	741	0.86	n/a	95.8	96.2	95.9	2581	6.7	1.6	2.4	1506
Aluminium	DM IP23 355M-4	500	600	355M	1485	1780	899	854	813	891	0.88	n/a	96	95.7	94.3	3215	6	1.4	2.3	1790
Cast iron	DM IP23 355MX-4	560	672	355M	1485	1780	1006	956	910	997	0.88	n/a	96.1	95.8	94.4	3601	6	1.4	2.3	1945
Cast iron	DM IP23 355L-4	630	756	355L	1485	1780	1131	1074	1023	1112	0.88	n/a	96.2	95.9	94.5	4052	6.5	1.6	2.5	2095
Cast iron	DM IP23 355LX-4	710	852	355L	1485	1780	1273	1209	1151	1261	0.88	n/a	96.3	96	94.6	4566	6.5	1.6	2.5	2130

Aluminium motors
Cast iron motors

3x PTCs fitted as standard

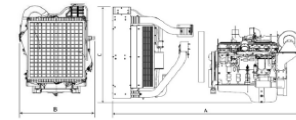


1500 rpm (50 Hz ratings)

Gross engine output			Net engine output			Typical generator set output					
Standby	Prime	Base	Standby	Prime	Base	Standby (ESP)		Prime (PRP)		Base (COP)	
kWm/BHP			kWm/BHP			kWe	kVA	kWe	kVA	kWe	kVA
880/1200	806/1080	650/880	863/1157	783/1050	633/849	800	1000	728	910	600	750

1800 rpm (60 Hz ratings)

Gross engine output			Net engine output			Typical generator set output					
Standby	Prime	Base	Standby	Prime	Base	Standby (ESP)		Prime (PRP)		Base (COP)	
kWm/BHP			kWm/BHP			kWe	kVA	kWe	kVA	kWe	kVA
1000/1340	910/1220	776/1041	952/1276	872/1169	738/989	900	1125	820	1025	700	875



Weights and dimensions

Length mm	Width mm	Height mm	Weight (dry) kg
3172	1752	2004	4660



Input data		
Lpp	=	40.80 m
Lwl	=	40.00 m
B	=	7.00 m
H	=	4.00 m
T	=	1.70 m
Δ	=	243.40 ton
∇_{tot}	=	243.400 m ³
C _B	=	0.511

Po	=	2,1.(C _B + 0,7). Co . CL . f .C _{RW}	[kN/m ²]
C ₀	=	((L/25)+4.1)C _{rw}	; untuk L < 90
C ₀	=	4.299	
f	=	1	pelat
f	=	0.75	penegar
f	=	0.6	penumpu
C _L	=	(L/90) ²	L < 90 m
	=	0.673	
C _{rw}	=	0.75	; pelayaran lokal
Po1	=	2.6(C _B +0.7).Co.Cl	[kN/m ²]
P ₀	=	5.52	kN/m ²
			,Untuk pelat kulit, geladak cuaca
Po1	=	9.1136797	

Harga CF dapat di cari dari tabel dibawah ini		
Range	Factor c _D	Factor c _F
0 ≤ x/L < 0,2	1,2 - x/L	1,0 + 5/Cb [0,2 - x/L]
A x/L = 0.0735294	C _D = 1.1264706	C _F = 2.2374813
0,2 ≤ x/L < 0,7	1	1
M x/L = 0.1911765	C _D = 1	C _F = 1
0,7 ≤ x/L ≤ 1	1,0 + c/3 [x/L - 0,7]	1 + 20/Cb [x/L - 0,7] ²
F x/L = 0.2941176	c = 0,15. L - 10 L _{min} = 100 m C _D = 1.525	C _F = 7.448

Beban pada sisi kapal pada pelat dapat dihitung sebagai berikut:		
daerah 0 ≤ x/L < 0.2		
P _s	=	10 (T - Z) + P _o x C _f x (1 + Z / T)
P _{s1}	=	P _{o1} .(20/(5+Z-T))
Z	=	2 m
P _s	=	23.985742 kN/m ²
P _{s1}	=	34.391244 kN/m ²
daerah 0.2 ≤ x/L < 0.7		
P _s	=	10.719974 kN/m ²
P _{s1}	=	34.391244 kN/m ²
daerah 0.7 ≤ x/L < 1		
P _s	=	79.839887 kN/m ²
P _{s1}	=	34.391244 kN/m ²

Beban Pada Dasar Kapal (PB)daerah $0 \leq x/L < 0.2$

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

$$P_{B1} = 10 \cdot T + P_{o1} \cdot 2 \cdot |y|/B$$

$$y = 3.50 \text{ m}$$

$$P_B = 29.352657 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{B1} = 26.11368 \text{ kN/m}^2$$

daerah $0.2 \leq x/L < 0.7$

$$P_B = 22.520787 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{B1} = 26.11368 \text{ kN/m}^2$$

daerah $0.7 \leq x/L < 1$

$$P_B = 58.117542 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{B1} = 26.11368 \text{ kN/m}^2$$

Beban Pada Geladak Cuaca (Pd)daerah $0 \leq x/L < 0.2$

$$P_d = (P_o \times 20 \times T \times C_d) / ((10 + Z - T)H)$$

$$P_d = 4.2976856 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{dmin} = 16 \cdot f \quad \text{atau} \quad P_{dmin} = 0.7 \cdot P_0 = 3.864550735 \text{ kN/m}^2$$

daerah $0.2 \leq x/L < 0.7$

$$P_d = 3.8151778 \text{ kN/m}^2$$

daerah $0.7 \leq x/L < 1$

$$P_d = 5.8179218 \text{ kN/m}^2$$

Beban Pada Geladak Bangunan Atas

$$P_{DA} = P_D \cdot n \quad \text{kN/m}^2$$

$$n = 1 - [(z - H)/10] ; \quad n_{min} = 0,5$$

$$P_{DAmin} = 4 \quad \text{kN/m}^2$$

Main Deck

$$h_{poop} = 2.2 \text{ m}$$

$$\# \quad z = 3.7 \text{ m}$$

$$n = 1 - ((z - H)/10) = 1.03 \quad n_{min} = 0.5$$

$$P_{DA} = 16.48$$

Second Deck

$$h_{poop} = 2.2 \text{ m}$$

$$\# \quad z = 5.9 \text{ m}$$

$$n = 1 - ((z - H)/10) = 0.81 \quad n_{min} = 0.5$$

$$P_{DA} = 8$$

Perhitungan Tebal Pelat**Tebal Pelat Sisi**daerah $0 \leq x/L < 0.2$

$$t = 1.9 \cdot N_f \cdot a \cdot (ps.k)^{0.5} + tk$$

$$= 8.1854215 \text{ mm} \approx 9 \text{ mm}$$

daerah $0.2 \leq x/L < 0.7$

$$t = 1.9 \cdot N_f \cdot a \cdot (ps.k)^{0.5} + tk$$

$$= 8.1854215 \text{ mm} \approx 9 \text{ mm}$$

daerah $0.7 \leq x/L < 1$

$$t = 1.9 \cdot N_f \cdot a \cdot (ps.k)^{0.5} + tk$$

$$= 11.686261 \text{ mm} \approx 12 \text{ mm}$$

Tebal Pelat Bottomdaerah $0 \leq x/L < 0.2$

$$t = 1.9 \cdot N_f \cdot a \cdot (Pb \cdot K)^{0.5} + tk$$

$$= 8.6763025 \text{ mm} \approx 9 \text{ mm}$$

daerah $0.2 \leq x/L < 0.7$

$$t = 1.9 \cdot N_f \cdot a \cdot (Pb \cdot K)^{0.5} + tk$$

$$= 8.8255762 \text{ mm} \approx 9 \text{ mm}$$

daerah $0.7 \leq x/L < 1$

$$t = 1.9 \cdot N_f \cdot a \cdot (Pb \cdot K)^{0.5} + tk$$

$$= 10.690774 \text{ mm} \approx 11 \text{ mm}$$

Tebal Pelat Geladakdaerah $0 \leq x/L < 0.2$

$$t = 1.9 \cdot N_f \cdot a \cdot (Pd \cdot K)^{0.5} + tk$$

$$= 4.904 \text{ mm} \approx 5 \text{ mm}$$

daerah $0.2 \leq x/L < 0.7$

$$t = 1.9 \cdot N_f \cdot a \cdot (Pd \cdot K)^{0.5} + tk$$

$$= 4.904 \text{ mm} \approx 5 \text{ mm}$$

daerah $0.7 \leq x/L < 1$

$$t = 1.9 \cdot N_f \cdot a \cdot (Pd \cdot K)^{0.5} + tk$$

$$= 4.904 \text{ mm} \approx 5 \text{ mm}$$

Tebal Pelat Bangunan Atas**Second Deck**

$$t = 0.9 \cdot a \cdot x \cdot (P \cdot x \cdot k)^{0.5} + tk$$

$$= 2.19 + tk$$

$$= tk = 1.5 \text{ mm} \quad \text{untuk } t' < 10 \text{ mm}$$

$$= 3.69 \text{ mm}$$

$$t = C \cdot a \cdot \sqrt{P \cdot k} + tk$$

$$= 4.4472381 \text{ mm} \approx 5 \text{ mm}$$

atau

$$t = (5.5 + 0.02L) \cdot \sqrt{k}$$

$$= 5.8296 \approx 6 \text{ mm}$$

Perhitungan Berat

Perhitungan luasan, dihitung menggunakan *software Maxsurf*

1. Lambung

Luas	=	580.325 m ²
Tebal	=	0.012 m
p Material Baja	=	7.85 ton/m ³
Berat	=	54.667 ton
	=	54.667
VCG	=	2.342 m
LCG	=	17.308 m

2. Geladak

Luas	=	854.121 m ²
Tebal	=	0.006 m
p Material Baja	=	7.85 ton/m ³
Berat	=	40.229 ton
VCG	=	6.237 m
LCG	=	19.846 m

3. Konstruksi

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

Sehingga,		LCG	18.38406
Berat	=	18.979 ton	VCG 3.993206

4. Total

Berat Total	=	113.875 ton
VCG	=	3.993 m
LCG	=	18.384 m

1. Peralatan Keselamatan (<i>Life Jacket, Life Buoy</i>)		SOLAS Chapter III Part B and LSA Code Chapter II			
· Life Jacket					
Jumlah penumpang dan kru kapal	=	114	orang		
Life jacket yang dibutuhkan	=	114	buah		
Berat 1 unit life jacket	=	0.740	kg		
Berat total	=	84.360	kg		
	=	0.08436	ton		
VCG	=		m		
LCG	=		m		
· Life Buoy					
Life buoy yang dibutuhkan	=	8	buah		<i>; for ship with L < 60 m</i>
Berat 1 unit life buoy	=	14.5	kg		
Berat total	=	116	kg		
	=	0.116	ton		
VCG	=		m		
LCG	=		m		
· Life Raft					
Tipe	=	ATO B - 35			
Life raft yang dibutuhkan	=	8	buah	35	280
Berat 1 unit life raft	=	230.0	kg		140
Berat total	=	1840	kg		
	=	1.840	ton		
VCG	=		m		
LCG	=		m		

2. Jangkar					
Pemilihan jangkar mengacu pada Z Number					
	Z	=	$\Delta^{(2/3)} + 2hB + 0.1A$		
Dimana					
Z	=	Z number			
Δ	=	Moulded Displacement	=	243.40	
h	=	Freeboard	=	6.7	
B	=	Lebar	=	7.00	
A	=	Luasan diatas sarat	=	288.31	
Z	=	161.614	=	480 kg =	0.96 ton

3. Kasur		
Jumlah kasur (crew dan penumpang)	=	114
	=	114
Panjang	=	1.95 m
Tebal	=	0.36 m
Lebar	=	0.8 m
Volume	=	0.5616 m ³
Berat kasur	=	2.98 kg
Berat total	=	339.72 kg
	=	0.33972 ton

4. Bantal		
Jumlah bantal (crew dan penumpang)	=	114
	=	114
Panjang	=	0.75 m
Tebal	=	0.035 m
Lebar	=	0.47 m
Volume	=	0.0123375 m ³
Berat bantal	=	0.78 kg
Berat total	=	88.92 kg
	=	0.08892 ton

5. 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

Total Berat Outfitting		
$W_{\text{outfitting}}$	=	4.179 ton

Input data	
Lpp	= 40.80 m
Lwl	= 40.00 m
B	= 7.00 m
H	= 4.00 m
T	= 1.70 m
displacement	= 243.40 ton
volume	= 243.40 m ³
h _{ad}	= m
Passenger	= 100 orang
crew	= 14 orang

Data Pelayaran	
Jarak Pelayaran	= 523 km
Vk	= 12 kn
Lama Pelayaran	= 23.55855856 jam
	= 0.982 hari
	= 1.00 hari
SFRg1	= 57.2 g/kWhr
SFRg2	= 9.3 g/kWhr
MCRg1	= 728.000 kW
MCRg2	= 45.000 kW

input power	
EHP	= 289.5293 kW
THP	= 292.3209 kW
DHP	= 542.3393 kW
SHP	= 553.4075 kW
BHP	= 564.7015 kW
MCR	= 649.4067 kW
MCRgen	= 721.7543 kW

22.2 km/jam
0.8
0.5

1. Diesel Oil	
Diesel Oil Weight (parametric design hal 11-24)	
W _{oo}	= SFR • MCR • range/speed • (1 + margin) massa jenis = 0.832 kg/l
	50.55300481
margin	= 2 %
W _{oo}	= 2.97 ton
Diesel Oil Volume (Lecture of Ship Design and Ship Theory)	
V _{oo}	= W _{oo} /ρ _{oo} + koreksi koreksi :
	tambahan konstruksi = 2 %
ρ _{oo}	= 0.9443 ton/m ³ ekspansi panas = 2 %
V _{oo}	= 3.27 m ³ Lebar Av Tinggi Av Panjang
	(kanan Kiri) 2.7 0.673639198 1.8

Jumlah crew	
Cst•Cdk•((L _{pp} •B•H•35)/10 ⁵) ^(1/3) +C _{eng} •(BHP/10 ⁵) ^(1/3) + cadet	
Z _c	= Jumlah crew
C _{dk}	= koefisien deck departement 11.5 - 14.5
C _{st}	= koefisien steward departement = 1.2 - 1.33
C _{eng}	= koefisien engine departement
	Untuk mesin diesel Ceng = 8.5 - 11.0
cadet	= jumlah kadet
	= 2 orang
Z _c	= 13.43
	= 14.00 orang
	14.00

2. Lube Oil	
Lube Oil Weight	
W_{LO}	= $SFR \cdot MCR \cdot \text{range/speed} \cdot 50$
margin	= 2 %
W_{LO}	= 0.71 ton
Lube Oil Volume (Lecture of Ship Design and Ship Theory)	
V_{LO}	= $W_{LO}/\rho_{lo} + \text{koreksi}$
ρ_{lo}	= 0.9 ton/m ³
V_{LO}	= 0.82 m ³
	koreksi : tambahan konstruksi = 2 % ekspansi panas = 2 % Lebar Av Tinggi Av Panjang 2.7 0.508250856 0.6 (kanan Kiri)

3. Fresh Water	
Fresh Water Weight	
W_{FW1}	= konsumsi air tawar passanger
	= 0.07 t/(person • day) (kebutuhan per hari)
	= 7.98 ton kebutuhan per orang = 70L/trip ; pu.go.id
	1 L = 1 kg
W_{FW2}	= air tawar untuk pendingin generator
	= $(2 - 5) \cdot BHP \cdot 10^{-3}$ (Lecture of Ship Design and Ship Theory)
	= 4.146 ton
W_{FW} total	= 12.13 ton
ρ_{fw}	= 1 ton/m ³
V_{fw}	= 12.17 m ³
	Lebar Av Tinggi Av Panjang 2.7 1.877536086 2.4 (kanan Kiri)

4. Crew & Effect	
Crew & Effect Weight (parametric design hal 11-25)	
W_{CE}	= 0.17 t/person
	= 2.38 ton

5. Provisions & Stores	
Provisions & Stores Weight (parametric design hal 11-25)	
W_{PS}	= 0.01 t/(person • day)
	= 1.14 ton

6. Payload	
Berat penumpang	= 75 kg/person
	= 7.5 ton
Bagasi penumpang	= 10 kg/person
	= 1 ton
payload	= 8.5 ton

7. Sewage	
Sewage Weight (ClassNK Technical Information TEC-0545)	
N_p	= 114 person
Waste water (A)	= 0.06 m ³ /person/day
Da	= 0.982 day
Cr (Volume)	= A . Np . Da
	= 6.714189189 m ³
	= 6714.189189 liter
W_s	= 6.714189189 ton
	(capacity for sewage holding tank)
	Lebar Av Tinggi Av Panjang (kanan Kiri) 2.7 2.072280614 1.2

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

Berat Total Crew & Consumable (tanpa payload) = 23.67 ton

Total Berat DWT			
No	Komponen Berat Kapal Bagian DWT	Value	Unit
1	Berat Penumpang dan Bagasi	10	ton
2	Berat Crew Kapal dan Bagasi	2.73	ton
3	Berat Kargo	55	ton
4	Berat Sepeda Motor	2.64	ton
3	Berat Bahan Bakar (Diesel Oil) Generator Utama dan Emergency	2.97	ton
4	Berat Minyak Pelumas (Lube Oil)	0.713	ton
5	Berat Air Tawar (Fresh Water)	12.13	ton
6	Berat Provision & Store	1.89	ton
7	Berat Air Kotor (Sewage)	6.714189	ton
Total		94.79	ton

Total Berat LWT			
No	Komponen Berat Kapal Bagian LWT	Value	Unit
1	Berat Kapal	94.896	ton
2	Berat Konstruksi Kapal	18.979	ton
3	<i>Equipment & Outfitting</i>	4.179	ton
4	Berat <i>Main Engine</i>	1.945	ton
5	Berat <i>Generator Set</i>	4.990	ton
6	Berat <i>Emergency Genset</i>	0.776	ton
7	Berat Hybrid System	11.261	ton
Total		137.026	ton

Total Berat Kapal (DWT + LWT)			
No	Komponen Berat Kapal	Value	Unit
1	Berat Kapal Bagian DWT	94.786	ton
2	Berat Kapal Bagian LWT	137.026	ton
Total		231.812	ton

Batasan Kapasitas Kapal Sesuai Hukum Archimedes			
No	Komponen Berat Kapal	Value	Unit
1	Displacement	243.40	ton
2	DWT	94.786	ton
3	LWT	137.026	ton
4	DWT + LWT	231.812	ton
Selisih		11.588	ton
		4.76%	(2% ~ 10%)

Perhitungan Lambung Timbul

Kapal sungai merupakan kapal dengan panjang lebih dari 40 m. Sehingga untuk menghitung lambung timbul menggunakan ketentuan Internasional Convention on Load Lines (ICLL) 1966.

Input Data		
L_{pp}	=	40.80 m
L_{WL}	=	40.00 m
B	=	7.00 m
H	=	4.00 m
T	=	1.70 m
V	=	243.400 m ³
$D_{moulded}$	=	4.00 m
$0.85 D_{moulded}$	=	3.400 m
C_B	=	0.511

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)

34	283	80	887	126	1815
35	292	81	905	127	1837
36	300	82	923	128	1859
37	308	83	942	129	1880
38	316	84	960	130	1901
39	325	85	978	131	1921
40	334	86	996	132	1940
41	344	87	1015	133	1959
42	354	88	1034	134	1979

Fb_1 = 334 mm Untuk kapal dengan $L = 40$ m

Fb_1 = 33.4 cm

= 0.334 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 = 384 mm

0.384 m

Koreksi

Coefficient Block

Koreksi C_B hanya untuk kapal dengan $C_B > 0.68$

$$C_B = 0.511$$

(Tidak ada koreksi)

Depth

$$L / 15 = 2.666667$$

$$D = 4$$

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

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

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

$$R = 83.33333$$

$$Fb = 111.1111 \text{ mm} = 0.111111 \text{ m}$$

$$Fb_3 = 0.495111 \text{ m}$$

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

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

$$= -157.50 \text{ mm}$$

$$= -0.16 \text{ m}$$

$$\text{Sehingga, koreksi pengurangan lambung timbul bangunan atas} = -0.158 \text{ m}$$

Total Lambung Timbul

$$Fb' = Fb_3 - \text{Koreksi lambung timbul kapal dibawah 100 m}$$

$$= 0.653 \text{ m}$$

Batasan

Lambung timbul sebenarnya

$$Fb = H - T$$

$$= 2.30 \text{ m}$$

Lambung timbul sebenarnya harus lebih besar daripada yang disyaratkan

Kondisi = Diterima

Lambung Timbul	Nilai	Satuan
Lambung Timbul yang Disyaratkan	0.653	m
Lambung Timbul Sebenarnya	2.30	m
Kondisi	Diterima	

Load Case					Area 0 to 30 (m.deg)	Area 0 to 40 (m.deg)	Area 30 to 40 (m.deg)	Max GZ at 30 (m)	Angle of Maximum GZ (deg)	Initial GMt (m)	Passenger Crowding (deg)	Trim Condition	Severe Wind and Rolling (deg)	Severe Wind and Rolling (%)	Severe Wind and Rolling (%)	Status
No	Penumpang	Barang	Sepeda Motor	Consumable												
1	100%	100%	100%	100%	11.58	18.13	6.55	0.96	62.70	2.38	3.20	0.017	2.400	4.540	185.760	Pass
2	50%	50%	50%	10%	12.01	18.87	6.87	1.03	64.50	2.23	4.10	-0.165	3.400	6.150	153.520	Pass
3	100%	0%	0%	100%	12.08	19.03	6.95	1.02	63.60	2.26	4.20	0.200	3.700	6.380	148.200	Pass
4	50%	0%	0%	10%	12.11	19.33	7.22	1.05	65.50	1.87	5.20	-0.084	4.700	8.000	134.340	Pass
5	0%	100%	0%	100%	12.15	19.09	6.94	1.03	63.60	2.62	3.20	-0.038	2.500	4.660	183.730	Pass
6	0%	50%	0%	10%	12.38	19.48	7.10	1.06	63.60	2.49	3.70	0.040	3.000	5.460	165.980	Pass
7	100%	100%	0%	100%	11.74	18.40	6.66	0.98	63.60	2.43	3.20	0.030	2.400	4.560	185.850	Pass
8	50%	0%	50%	10%	12.01	19.13	7.13	1.04	64.50	1.87	5.10	-0.091	4.600	7.950	133.820	Pass
9	0%	0%	0%	10%	12.33	19.80	7.47	1.09	65.50	1.82	5.40	-0.128	4.900	8.390	134.560	Pass

Code	Criteria	Value	Units
IMO A.749 (18) Code on Intact Stability	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 to be less than	0.2	m
	3.1.2.3 : Angle of Maximum GZ	25	deg
	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

No	Aspek	Baja	Kayu
1	Kekuatan	Lebih kuat per satuan berat	Lebih mudah rusak bila dibandingkan dengan baja
2	Perawatan	Perawatan lebih mudah	Perawatan lebih sulit
3	<i>Lifetime</i>	Lebih tahan lama	Kurang tahan lama dibandingkan baja
4	Biaya	Biaya produksi dan distribusi lebih murah	Biaya produksi dan distribusi lebih mahal
5	<i>Sustainability</i>	Lebih berkelanjutan	Sulit untuk dilakukan berkelanjutan
6	Lingkungan	Lebih ramah lingkungan, lebih efektif untuk didaur ulang	Harus menebang pohon, tidak efektif untuk didaur ulang

LAMPIRAN C
PERHITUNGAN EKONOMIS

PELAT DAN ELEKTRODA

No.	Item	Value	Unit
1	Lambung Kapal (hull) (tebal pelat = 12 mm, jenis material = baja)		
	Harga	2800	USD/ton
	Berat Hull	54.666615	ton
	Harga Lambung Kapal (Hull)	153066.522	USD
2	Geladak Kapal (Deck) (tebal pelat = 6 mm, jenis material = baja)		
	Harga	2800	USD/ton
	Berat Deck	40.2290991	ton
	Harga Deck Kapal (Hull)	112641.4775	USD
3	Konstruksi Lambung		
	Harga	2800	USD/ton
	Berat Konstruksi	18.97914282	ton
	Harga Konstruksi Lambung	53141.5999	USD
4	Elektroda (Diasumsikan 6% dari berat pelat kapal Sumber: Nekko Steel - AnekaMaju.com)		
	Harga	2700	USD/ton
	Berat Total Elektroda	6.832491415	Ton
	Harga Elektroda	18447.72682	USD
	Total Harga Pelat dan Elektroda	337297.3262	USD

EQUIPMENT & OUTFITTING

No.	Item	Value	Unit
1	Life Jacket Sumber: alibaba.com		
	Jumlah	144	unit
	Harga	20	USD/Unit
	Harga Total	2880	USD
2	Life Buoy Sumber: alibaba.com		
	Jumlah	8	buah
	Harga	30	USD/buah
	Harga Total	240	USD
3	Life Raft Sumber: alibaba.com		
	Jumlah	8	Unit
	Harga	2000	USD/Unit
	Harga Total	16000	USD
4	Windlass Sumber: alibaba.com		
	Jumlah	1	Unit
	Harga	12000	USD/Unit
	Harga Total	12000	USD
5	Tali Tambat Sumber: alibaba.com		
	Jumlah	2	Unit
	Harga	3	USD/Unit
	Harga Total	6	USD
5	Kasur Sumber : ikea.co.id		
	Jumlah	114	Unit
	Harga	28	USD/Unit
	Harga Total	3192	USD
6	Bantal Sumber : ikea.co.id		
	Jumlah	114	Unit
	Harga	5	USD/Unit
	Harga Total	570	USD
7	Peralatan Navigasi Sumber: alibaba.com		
	Radars	3000	USD
	Kompas	100	USD
	GPS	1000	USD
	Lampu Navigasi		
	- Masthead Light	9.75	USD
	- Anchor Light	8.9	USD
	- Starboard Light	12	USD
	- Portside Light	12	USD
	Simplified Voyage Data Recorder (D-VDR)	17500	USD
	Automatic Identification System (AIS)	4500	USD
	Telescope Binocular	60	USD
	Harga Peralatan Navigasi	26202.65	USD
	8	Peralatan Komunikasi	
Radiotelephone			
Jumlah		1	Set
Harga		200	USD/Set
Harga Total		200	USD
Digital Selective Calling (DSC)			
Jumlah		1	Set
Harga		200	USD/Set
Harga Total		200	USD
Navigational Telex (Navtex)			
Jumlah		1	Set
Harga		13000	USD/Set
Harga Total		13000	USD
EPIRB			
Jumlah	1	Set	
Harga	150	USD/Set	
Harga Total	150	USD	
SART			
Jumlah	2	Set	
Harga	500	USD/Set	
Harga Total	1000	USD	
SSAS			
Jumlah	1	Set	
Harga	20000	USD/Set	
Harga Total	20000	USD	
Portable 2-Way VHF Radiotelephone			
Jumlah	2	Unit	
Harga	100	USD/Unit	
Harga Total	200	USD	
Harga Peralatan Komunikasi	34750	USD	
Total Harga Equipment & Outfitting	95840.65	USD	

TENAGA PENGGERAK

No.	Item	Value	Unit
1	Electric Motor (Marathon Electric Motors DM IP23 355MX-4)		
	Sumber: alibaba.com		
	Jumlah	1	Unit
	Harga	20000	USD/Unit
	Harga Electric Motor	20000	USD
2	Diesel Generator (Cummins KTA38-G3)		
	Sumber: alibaba.com		
	Jumlah	1	Unit
	Harga	100000	USD/Unit
	Harga Diesel Generator	100000	USD
3	Emergency Generator Type (Cummins QSB5-G6)		
	Sumber: alibaba.com		
	Jumlah	1	Unit
	Harga	45000	USD/Unit
	Harga Emergency Generator	45000	USD
Total Tenaga Penggerak		165000	USD

Hybrid System

No.	Item	Value	Unit
1	Solar Panel Hengda		
	Sumber: alibaba.com		
	Jumlah	83	Unit
	Harga	1500	USD/Unit
	Harga Solar Panel	124500	USD
2	Baterai LBP		
	Sumber: alibaba.com		
	Jumlah	762	Unit
	Harga	400	USD/Unit
	Harga Baterai	304800	USD
3	Inverter Mass sine		
	Sumber: alibaba.com		
	Jumlah	1	Unit
	Harga	1000	USD/Unit
	Harga Inverter	1000	USD
Total Tenaga Penggerak		430300	USD

Biaya Pembangunan

No.	Item	Value	Unit
1	Pelat dan Elektroda	337297	USD
2	Equipment dan Outfitting	95841	USD
3	Tenaga Penggerak	165000	USD
4	Hybrid System	430300	USD
Total Harga (USD)		1028438	USD
Kurs USD - Rp (per 12 Juni 2020)		14602.75	Rp/USD
Total Biaya Koreksi		6,007,209,063	Rp
Total Harga (Rupiah)		15,018,022,656.91	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	1,501,802,266	Rp
2	Biaya Untuk Inflasi		
	5% dari biaya pembangunan awal Biaya Inflasi	750,901,133	Rp
3	Biaya Pajak Pemerintah		
	10% Ppn (Pajak Pertambahan Nilai)		
	15% PPh (Pajak Penghasilan)		
	Biaya Pajak Pemerintah	3,754,505,664	Rp
Total Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi		6,007,209,063	Rp

Operational Cost

<p>Cash Loan</p> <p>Kredit Investasi</p> <p>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.</p> <p>Ketentuan :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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%. <p>Bunga :</p> <p>Suku bunga kredit 13,5 % *)</p>

Pinjaman Bank		
Biaya	Nilai	Unit
<i>Building Cost</i>	21,025,231,720	Rp
Pinjaman dari Bank	65%	
Pinjaman	13,666,400,618	Rp
Bunga Bank	13.5%	Per tahun
Nilai Bunga Bank	Rp 1,844,964,083	Per tahun
Masa Pinjaman	5	Tahun
Pembayaran Cicilan Pinjaman	1	Per Tahun
Nilai Cicilan Pinjaman	4,578,244,207	Rp
	25,603,475,927	

Biaya Perawatan	Nilai	Unit
Diasumsikan 25% total dari <i>Building Cost</i>		
Total Maintenance Cost	Rp 5,256,307,930	per tahun

Asuransi	Nilai	Unit
Diasumsikan 2% total dari <i>Building Cost</i> (Watson, 1998)		
Biaya Asuransi	Rp 420,504,634	per tahun

Gaji Crew	Nilai	Unit
Jumlah crew kapal	14	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 1,092,000,000	per tahun

Bahan Bakar Diesel Oil	Nilai	Unit
Asumsi Operasional Diesel <i>Oil</i>	23.559	jam/hari
Kebutuhan Bahan Bakar	50.55300481	liter/jam
Harga bahan bakar	Rp 8,500	per liter
Harga bahan bakar	Rp 10,123,125	per hari
Harga bahan bakar	Rp 303,693,761	per bulan
Harga bahan bakar	Rp 3,644,325,128	per tahun

Air Bersih (<i>Fresh Water</i>)	Nilai	Unit
Harga air bersih di Batam	19.975	per liter
Jumlah Pemakaian	7980.00	liter/hari
Biaya Pemakaian	Rp 159,401	per hari
Total Biaya Pemakaian	Rp 57,384,180	per tahun

OPERATIONAL COST		
Biaya	Nilai	Masa
Cicilan Pinjaman	Rp 4,578,244,207	per tahun
<i>Maintenance Cost</i>	Rp 5,256,307,930	per tahun
<i>Insurance Cost</i>	Rp 420,504,634	per tahun
Gaji Crew	Rp 1,092,000,000	per tahun
Bahan Bakar <i>Diesel Oil</i>	Rp 3,644,325,128	per tahun
Air Bersih (<i>Fresh Water</i>)	Rp 57,384,180	per tahun
		per tahun
		per tahun
Total	Rp 15,048,766,079	per tahun

Ticket Price

Klasifikasi Tiket	Versi 1	Versi 2	Versi 3 (Existing)	Versi 4
Tiket Penumpang (Melak&Long Iram)	Rp 475,000	Rp 325,000	Rp 225,000	Rp 200,000
Tiket Penumpang (Long Bagun)	Rp 575,000	Rp 475,000	Rp 375,000	Rp 350,000
Tarif Barang Per Ton (Melak&Long Iram)	Rp 500,000	Rp 350,000	Rp 200,000	Rp 180,000
Tarif Barang Per Ton (Long Bagun)	Rp 600,000	Rp 450,000	Rp 300,000	Rp 280,000
Sepeda Motor (Melak&Long Iram)	Rp 300,000	Rp 200,000	Rp 100,000	Rp 80,000
Sepeda Motor (Long Bagun)	Rp 350,000	Rp 250,000	Rp 150,000	Rp 130,000

Asumsi

Jumlah Penumpang Melak&Long Iram	=	65 Pax
Jumlah Penumpang Long Bagun	=	35 Pax
Jumlah Barang Melak&Long Iram	=	3 Ton
Jumlah Barang Long Bagun	=	52 Ton
Jumlah Sepeda Motor Melak&Long Iram	=	14 Pax
Jumlah Sepeda Motor Long Bagun	=	8 Pax

Pendapatan(Penumpang, Barang, Sepeda Motor 100%)				
Pendapatan Penjualan Tiket	Versi 1	Versi 2	Versi 3	Versi 4
Tiket Penumpang (Melak&Long Iram)	Rp 31,057,692	Rp 21,250,000	Rp 14,711,538	Rp 13,076,923
Tiket Penumpang (Long Bagun)	Rp 19,903,846	Rp 16,442,308	Rp 12,980,769	Rp 12,115,385
Tarif Barang Per Ton (Melak&Long Iram)	Rp 1,294,118	Rp 905,882	Rp 517,647	Rp 465,882
Tarif Barang Per Ton (Long Bagun)	Rp 31,447,059	Rp 23,585,294	Rp 15,723,529	Rp 14,675,294
Sepeda Motor (Melak&Long Iram)	Rp 4,304,348	Rp 2,869,565	Rp 1,434,783	Rp 1,147,826
Sepeda Motor (Long Bagun)	Rp 2,678,261	Rp 1,913,043	Rp 1,147,826	Rp 994,783
Total Pendapatan/tahun	Rp 33,100,143,124	Rp 24,442,623,893	Rp 16,978,373,893	Rp 15,503,773,893

Pendapatan(Penumpang, Barang, Sepeda Motor 70%)				
Pendapatan Penjualan Tiket	Versi 1	Versi 2	Versi 3	Versi 4
Tiket Penumpang (Melak&Long Iram)	Rp 21,740,385	Rp 14,875,000	Rp 10,298,077	Rp 9,153,846
Tiket Penumpang (Long Bagun)	Rp 13,932,692	Rp 11,509,615	Rp 9,086,538	Rp 8,480,769
Tarif Barang Per Ton (Melak&Long Iram)	Rp 905,882	Rp 634,118	Rp 362,353	Rp 326,118
Tarif Barang Per Ton (Long Bagun)	Rp 22,012,941	Rp 16,509,706	Rp 11,006,471	Rp 10,272,706
Sepeda Motor (Melak&Long Iram)	Rp 3,013,043	Rp 2,008,696	Rp 1,004,348	Rp 803,478
Sepeda Motor (Long Bagun)	Rp 1,874,783	Rp 1,339,130	Rp 803,478	Rp 696,348
Total Pendapatan/tahun	Rp 23,170,100,187	Rp 17,109,836,725	Rp 11,884,861,725	Rp 10,852,641,725

Pendapatan(Penumpang, Barang, Sepeda Motor 60%)				
Pendapatan Penjualan Tiket	Versi 1	Versi 2	Versi 3	Versi 4
Tiket Penumpang (Melak&Long Iram)	Rp 18,634,615	Rp 12,750,000	Rp 8,826,923	Rp 7,846,154
Tiket Penumpang (Long Bagun)	Rp 11,942,308	Rp 9,865,385	Rp 7,788,462	Rp 7,269,231
Tarif Barang Per Ton (Melak&Long Iram)	Rp 776,471	Rp 543,529	Rp 310,588	Rp 279,529
Tarif Barang Per Ton (Long Bagun)	Rp 18,868,235	Rp 14,151,176	Rp 9,434,118	Rp 8,805,176
Sepeda Motor (Melak&Long Iram)	Rp 2,582,609	Rp 1,721,739	Rp 860,870	Rp 688,696
Sepeda Motor (Long Bagun)	Rp 1,606,957	Rp 1,147,826	Rp 688,696	Rp 596,870
Total Pendapatan/tahun	Rp 19,860,085,874	Rp 14,665,574,336	Rp 10,187,024,336	Rp 9,302,264,336

Payback Period

Harga Tiket	Payload	NPV	IRR	Payback Period	Status
Versi 1	100%	Rp 68,058.30	54%	2 Tahun 3 Bulan 15 Hari	Layak
	70%	Rp 17,516.20	25%	6 Tahun 2 Bulan 24 Hari	Layak
	60%	Rp 668.84	14%	17 Tahun 11 Bulan 10 Hari	Layak
Versi 2	100%	Rp 23,993.12	28%	5 Tahun 0 Bulan 27 Hari	Layak
	70%	Rp (13,329.43)	4%	>20 Tahun	Tidak Layak
	60%	Rp (25,770.28)	#NUM!	>20 Tahun	Tidak Layak
Versi 3	100%	Rp (13,998.55)	3%	>20 Tahun	Tidak Layak
	70%	Rp (39,923.59)	#NUM!	>20 Tahun	Tidak Layak
	60%	Rp (48,565.27)	#NUM!	>20 Tahun	Tidak Layak
Versi 4	100%	Rp (21,503.99)	-6%	>20 Tahun	Tidak Layak
	70%	Rp (45,177.40)	#NUM!	>20 Tahun	Tidak Layak
	60%	Rp (53,068.54)	#NUM!	>20 Tahun	Tidak Layak

Versi 1					
Rekapitulasi Arus Kas (Penumpang, Barang, Sepeda Motor 100%)					
Periode	Tahun	Net Cashflow	Arus Kas	Kumulatif Arus Kas	
0	2023	Rp (25,603,475,926.64)	Rp (25,603,475,926.64)	Rp (25,603,475,926.64)	
1	2024	Rp 13,801,348,180.40	Rp 12,151,079,672.39	Rp (13,452,396,254.24)	
2	2025	Rp 13,801,348,180.40	Rp 10,698,138,708.98	Rp (2,754,257,545.26)	
3	2026	Rp 13,801,348,180.40	Rp 9,418,930,245.07	Rp 6,664,672,699.81	
4	2027	Rp 13,801,348,180.40	Rp 8,292,680,565.74	Rp 14,957,353,265.54	
5	2028	Rp 13,801,348,180.40	Rp 7,301,099,931.31	Rp 22,258,453,196.86	
6	2029	Rp 13,801,348,180.40	Rp 6,428,085,561.05	Rp 28,686,538,757.91	
7	2030	Rp 13,801,348,180.40	Rp 5,659,460,131.89	Rp 34,345,998,889.80	
8	2031	Rp 13,801,348,180.40	Rp 4,982,741,545.71	Rp 39,328,740,435.52	
9	2032	Rp 13,801,348,180.40	Rp 4,386,940,226.24	Rp 43,715,680,661.75	
10	2033	Rp 13,801,348,180.40	Rp 3,862,380,653.71	Rp 47,578,061,315.46	
11	2034	Rp 13,801,348,180.40	Rp 3,400,544,239.22	Rp 50,978,605,554.68	
12	2035	Rp 13,801,348,180.40	Rp 2,993,930,987.04	Rp 53,972,536,541.72	
13	2036	Rp 13,801,348,180.40	Rp 2,635,937,698.38	Rp 56,608,474,240.10	
14	2037	Rp 13,801,348,180.40	Rp 2,320,750,738.68	Rp 58,929,224,978.78	
15	2038	Rp 13,801,348,180.40	Rp 2,043,251,627.08	Rp 60,972,476,605.86	
16	2039	Rp 13,801,348,180.40	Rp 1,798,933,914.78	Rp 62,771,410,520.64	
17	2040	Rp 13,801,348,180.40	Rp 1,583,830,002.56	Rp 64,355,240,523.19	
18	2041	Rp 13,801,348,180.40	Rp 1,394,446,708.90	Rp 65,749,687,232.10	
19	2042	Rp 13,801,348,180.40	Rp 1,227,708,542.48	Rp 66,977,395,774.58	
20	2043	Rp 13,801,348,180.40	Rp 1,080,907,757.64	Rp 68,058,303,532.22	
PAYBACK PERIOD		2.292			
		2 Tahun 3 Bulan 15 Hari			

Versi 1					
Rekapitulasi Arus Kas (Penumpang, Barang, Sepeda Motor 70%)					
Periode	Tahun	Modal Awal	Arus Kas	Kumulatif Arus Kas	
0	2023	Rp (25,603,475,926.64)	Rp (25,603,475,926.64)	Rp	(25,603,475,926.64)
1	2024	Rp 6,353,815,977.47	Rp 5,594,071,184.70	Rp	(20,009,404,741.94)
2	2025	Rp 6,353,815,977.47	Rp 4,925,171,350.64	Rp	(15,084,233,391.30)
3	2026	Rp 6,353,815,977.47	Rp 4,336,253,871.69	Rp	(10,747,979,519.61)
4	2027	Rp 6,353,815,977.47	Rp 3,817,755,018.27	Rp	(6,930,224,501.34)
5	2028	Rp 6,353,815,977.47	Rp 3,361,254,624.57	Rp	(3,568,969,876.77)
6	2029	Rp 6,353,815,977.47	Rp 2,959,339,349.21	Rp	(609,630,527.57)
7	2030	Rp 6,353,815,977.47	Rp 2,605,482,286.21	Rp	1,995,851,758.64
8	2031	Rp 6,353,815,977.47	Rp 2,293,936,971.30	Rp	4,289,788,729.94
9	2032	Rp 6,353,815,977.47	Rp 2,019,644,062.11	Rp	6,309,432,792.05
10	2033	Rp 6,353,815,977.47	Rp 1,778,149,177.01	Rp	8,087,581,969.06
11	2034	Rp 6,353,815,977.47	Rp 1,565,530,558.09	Rp	9,653,112,527.15
12	2035	Rp 6,353,815,977.47	Rp 1,378,335,383.78	Rp	11,031,447,910.93
13	2036	Rp 6,353,815,977.47	Rp 1,213,523,696.72	Rp	12,244,971,607.64
14	2037	Rp 6,353,815,977.47	Rp 1,068,419,036.34	Rp	13,313,390,643.99
15	2038	Rp 6,353,815,977.47	Rp 940,664,974.50	Rp	14,254,055,618.48
16	2039	Rp 6,353,815,977.47	Rp 828,186,848.18	Rp	15,082,242,466.66
17	2040	Rp 6,353,815,977.47	Rp 729,158,068.06	Rp	15,811,400,534.72
18	2041	Rp 6,353,815,977.47	Rp 641,970,455.56	Rp	16,453,370,990.28
19	2042	Rp 6,353,815,977.47	Rp 565,208,126.84	Rp	17,018,579,117.12
20	2043	Rp 6,353,815,977.47	Rp 497,624,499.50	Rp	17,516,203,616.62
PAYBACK PERIOD	6.234				
	6 Tahun 2 Bulan 24 Hari				

Versi 1					
Rekapitulasi Arus Kas (Penumpang, Barang, Sepeda Motor 60%)					
Periode	Tahun	Modal Awal	Arus Kas	Kumulatif Arus Kas	
0	2023	Rp (25,603,475,926.64)	Rp (25,603,475,926.64)	Rp	(25,603,475,926.64)
1	2024	Rp 3,871,305,243.16	Rp 3,408,401,688.80	Rp	(22,195,074,237.84)
2	2025	Rp 3,871,305,243.16	Rp 3,000,848,897.86	Rp	(19,194,225,339.98)
3	2026	Rp 3,871,305,243.16	Rp 2,642,028,413.89	Rp	(16,552,196,926.09)
4	2027	Rp 3,871,305,243.16	Rp 2,326,113,169.11	Rp	(14,226,083,756.97)
5	2028	Rp 3,871,305,243.16	Rp 2,047,972,855.66	Rp	(12,178,110,901.32)
6	2029	Rp 3,871,305,243.16	Rp 1,803,090,611.92	Rp	(10,375,020,289.39)
7	2030	Rp 3,871,305,243.16	Rp 1,587,489,670.98	Rp	(8,787,530,618.41)
8	2031	Rp 3,871,305,243.16	Rp 1,397,668,779.82	Rp	(7,389,861,838.59)
9	2032	Rp 3,871,305,243.16	Rp 1,230,545,340.74	Rp	(6,159,316,497.85)
10	2033	Rp 3,871,305,243.16	Rp 1,083,405,351.44	Rp	(5,075,911,146.41)
11	2034	Rp 3,871,305,243.16	Rp 953,859,331.04	Rp	(4,122,051,815.36)
12	2035	Rp 3,871,305,243.16	Rp 839,803,516.02	Rp	(3,282,248,299.34)
13	2036	Rp 3,871,305,243.16	Rp 739,385,696.16	Rp	(2,542,862,603.17)
14	2037	Rp 3,871,305,243.16	Rp 650,975,135.57	Rp	(1,891,887,467.61)
15	2038	Rp 3,871,305,243.16	Rp 573,136,090.30	Rp	(1,318,751,377.31)
16	2039	Rp 3,871,305,243.16	Rp 504,604,492.64	Rp	(814,146,884.66)
17	2040	Rp 3,871,305,243.16	Rp 444,267,423.23	Rp	(369,879,461.44)
18	2041	Rp 3,871,305,243.16	Rp 391,145,037.78	Rp	21,265,576.35
19	2042	Rp 3,871,305,243.16	Rp 344,374,654.96	Rp	365,640,231.30
20	2043	Rp 3,871,305,243.16	Rp 303,196,746.78	Rp	668,836,978.09
PAYBACK PERIOD	17.946				
	17 Tahun 11 Bulan 10 Hari				

Versi 2					
Rekapitulasi Arus Kas (Penumpang, Barang, Sepeda Motor 100%)					
Periode	Tahun	Modal Awal	Arus Kas	Kumulatif Arus Kas	
0	2023	Rp (25,603,475,926.64)	Rp (25,603,475,926.64)	Rp	(25,603,475,926.64)
1	2024	Rp 7,308,208,757.32	Rp 6,434,344,363.46	Rp	(19,169,131,563.18)
2	2025	Rp 7,308,208,757.32	Rp 5,664,970,550.56	Rp	(13,504,161,012.61)
3	2026	Rp 7,308,208,757.32	Rp 4,987,593,067.13	Rp	(8,516,567,945.48)
4	2027	Rp 7,308,208,757.32	Rp 4,391,211,636.72	Rp	(4,125,356,308.76)
5	2028	Rp 7,308,208,757.32	Rp 3,866,141,318.85	Rp	(259,214,989.91)
6	2029	Rp 7,308,208,757.32	Rp 3,403,855,230.38	Rp	3,144,640,240.47
7	2030	Rp 7,308,208,757.32	Rp 2,996,846,073.08	Rp	6,141,486,313.54
8	2031	Rp 7,308,208,757.32	Rp 2,638,504,218.85	Rp	8,779,990,532.40
9	2032	Rp 7,308,208,757.32	Rp 2,323,010,372.62	Rp	11,103,000,905.02
10	2033	Rp 7,308,208,757.32	Rp 2,045,241,069.83	Rp	13,148,241,974.85
11	2034	Rp 7,308,208,757.32	Rp 1,800,685,473.90	Rp	14,948,927,448.75
12	2035	Rp 7,308,208,757.32	Rp 1,585,372,122.51	Rp	16,534,299,571.26
13	2036	Rp 7,308,208,757.32	Rp 1,395,804,432.96	Rp	17,930,104,004.23
14	2037	Rp 7,308,208,757.32	Rp 1,228,903,919.41	Rp	19,159,007,923.63
15	2038	Rp 7,308,208,757.32	Rp 1,081,960,199.78	Rp	20,240,968,123.41
16	2039	Rp 7,308,208,757.32	Rp 952,586,980.49	Rp	21,193,555,103.90
17	2040	Rp 7,308,208,757.32	Rp 838,683,304.23	Rp	22,032,238,408.13
18	2041	Rp 7,308,208,757.32	Rp 738,399,431.45	Rp	22,770,637,839.58
19	2042	Rp 7,308,208,757.32	Rp 650,106,801.47	Rp	23,420,744,641.05
20	2043	Rp 7,308,208,757.32	Rp 572,371,585.52	Rp	23,993,116,226.56
PAYBACK PERIOD	5.076				
	5 Tahun 0 Bulan 27 Hari				

Versi 2					
Rekapitulasi Arus Kas (Penumpang, Barang, Sepeda Motor 70%)					
Periode	Tahun	Modal Awal	Arus Kas	Kumulatif Arus Kas	
0	2023	Rp (25,603,475,926.64)	Rp (25,603,475,926.64)	Rp	(25,603,475,926.64)
1	2024	Rp 1,808,618,381.31	Rp 1,592,356,468.44	Rp	(24,011,119,458.19)
2	2025	Rp 1,808,618,381.31	Rp 1,401,953,639.75	Rp	(22,609,165,818.45)
3	2026	Rp 1,808,618,381.31	Rp 1,234,317,847.13	Rp	(21,374,847,971.32)
4	2027	Rp 1,808,618,381.31	Rp 1,086,726,767.96	Rp	(20,288,121,203.36)
5	2028	Rp 1,808,618,381.31	Rp 956,783,595.85	Rp	(19,331,337,607.51)
6	2029	Rp 1,808,618,381.31	Rp 842,378,117.73	Rp	(18,488,959,489.78)
7	2030	Rp 1,808,618,381.31	Rp 741,652,445.04	Rp	(17,747,307,044.74)
8	2031	Rp 1,808,618,381.31	Rp 652,970,842.49	Rp	(17,094,336,202.24)
9	2032	Rp 1,808,618,381.31	Rp 574,893,164.58	Rp	(16,519,443,037.66)
10	2033	Rp 1,808,618,381.31	Rp 506,151,468.29	Rp	(16,013,291,569.37)
11	2034	Rp 1,808,618,381.31	Rp 445,629,422.37	Rp	(15,567,662,147.00)
12	2035	Rp 1,808,618,381.31	Rp 392,344,178.61	Rp	(15,175,317,968.39)
13	2036	Rp 1,808,618,381.31	Rp 345,430,410.93	Rp	(14,829,887,557.47)
14	2037	Rp 1,808,618,381.31	Rp 304,126,262.85	Rp	(14,525,761,294.61)
15	2038	Rp 1,808,618,381.31	Rp 267,760,975.38	Rp	(14,258,000,319.23)
16	2039	Rp 1,808,618,381.31	Rp 235,743,994.17	Rp	(14,022,256,325.06)
17	2040	Rp 1,808,618,381.31	Rp 207,555,379.23	Rp	(13,814,700,945.83)
18	2041	Rp 1,808,618,381.31	Rp 182,737,361.34	Rp	(13,631,963,584.48)
19	2042	Rp 1,808,618,381.31	Rp 160,886,908.13	Rp	(13,471,076,676.35)
20	2043	Rp 1,808,618,381.31	Rp 141,649,179.01	Rp	(13,329,427,497.34)
PAYBACK PERIOD	30.929				
	>20 Tahun				

Versi 2				
Rekapitulasi Arus Kas (Penumpang, Barang, Sepeda Motor 60%)				
Periode	Tahun	Modal Awal	Arus Kas	Kumulatif Arus Kas
0	2023	Rp (25,603,475,926.64)	Rp (25,603,475,926.64)	Rp (25,603,475,926.64)
1	2024	Rp (24,578,410.69)	Rp (21,639,496.56)	Rp (25,625,115,423.20)
2	2025	Rp (24,578,410.69)	Rp (19,051,997.19)	Rp (25,644,167,420.39)
3	2026	Rp (24,578,410.69)	Rp (16,773,892.87)	Rp (25,660,941,313.26)
4	2027	Rp (24,578,410.69)	Rp (14,768,188.30)	Rp (25,675,709,501.56)
5	2028	Rp (24,578,410.69)	Rp (13,002,311.82)	Rp (25,688,711,813.38)
6	2029	Rp (24,578,410.69)	Rp (11,447,586.48)	Rp (25,700,159,399.86)
7	2030	Rp (24,578,410.69)	Rp (10,078,764.30)	Rp (25,710,238,164.16)
8	2031	Rp (24,578,410.69)	Rp (8,873,616.29)	Rp (25,719,111,780.46)
9	2032	Rp (24,578,410.69)	Rp (7,812,571.43)	Rp (25,726,924,351.89)
10	2033	Rp (24,578,410.69)	Rp (6,878,398.89)	Rp (25,733,802,750.78)
11	2034	Rp (24,578,410.69)	Rp (6,055,928.14)	Rp (25,739,858,678.92)
12	2035	Rp (24,578,410.69)	Rp (5,331,802.69)	Rp (25,745,190,481.61)
13	2036	Rp (24,578,410.69)	Rp (4,694,263.09)	Rp (25,749,884,744.70)
14	2037	Rp (24,578,410.69)	Rp (4,132,956.00)	Rp (25,754,017,700.70)
15	2038	Rp (24,578,410.69)	Rp (3,638,766.08)	Rp (25,757,656,466.78)
16	2039	Rp (24,578,410.69)	Rp (3,203,667.93)	Rp (25,760,860,134.71)
17	2040	Rp (24,578,410.69)	Rp (2,820,595.77)	Rp (25,763,680,730.48)
18	2041	Rp (24,578,410.69)	Rp (2,483,328.69)	Rp (25,766,164,059.17)
19	2042	Rp (24,578,410.69)	Rp (2,186,389.65)	Rp (25,768,350,448.81)
20	2043	Rp (24,578,410.69)	Rp (1,924,956.49)	Rp (25,770,275,405.30)
PAYBACK PERIOD	-2890.380			
	>20 Tahun			

Versi 3				
Rekapitulasi Arus Kas (Penumpang, Barang, Sepeda Motor 100%)				
Periode	Tahun	Modal Awal	Arus Kas	Kumulatif Arus Kas
0	2023	Rp (25,603,475,926.64)	Rp (25,603,475,926.64)	Rp (25,603,475,926.64)
1	2024	Rp 1,710,021,257.32	Rp 1,505,548,897.66	Rp (24,097,927,028.98)
2	2025	Rp 1,710,021,257.32	Rp 1,325,525,910.01	Rp (22,772,401,118.97)
3	2026	Rp 1,710,021,257.32	Rp 1,167,028,809.78	Rp (21,605,372,309.19)
4	2027	Rp 1,710,021,257.32	Rp 1,027,483,682.19	Rp (20,577,888,627.00)
5	2028	Rp 1,710,021,257.32	Rp 904,624,383.15	Rp (19,673,264,243.85)
6	2029	Rp 1,710,021,257.32	Rp 796,455,738.21	Rp (18,876,808,505.64)
7	2030	Rp 1,710,021,257.32	Rp 701,221,141.88	Rp (18,175,587,363.76)
8	2031	Rp 1,710,021,257.32	Rp 617,374,031.26	Rp (17,558,213,332.51)
9	2032	Rp 1,710,021,257.32	Rp 543,552,770.60	Rp (17,014,660,561.91)
10	2033	Rp 1,710,021,257.32	Rp 478,558,539.02	Rp (16,536,102,022.89)
11	2034	Rp 1,710,021,257.32	Rp 421,335,862.23	Rp (16,114,766,160.66)
12	2035	Rp 1,710,021,257.32	Rp 370,955,472.17	Rp (15,743,810,688.49)
13	2036	Rp 1,710,021,257.32	Rp 326,599,216.13	Rp (15,417,211,472.37)
14	2037	Rp 1,710,021,257.32	Rp 287,546,770.37	Rp (15,129,664,701.99)
15	2038	Rp 1,710,021,257.32	Rp 253,163,942.44	Rp (14,876,500,759.55)
16	2039	Rp 1,710,021,257.32	Rp 222,892,372.15	Rp (14,653,608,387.40)
17	2040	Rp 1,710,021,257.32	Rp 196,240,464.12	Rp (14,457,367,923.28)
18	2041	Rp 1,710,021,257.32	Rp 172,775,404.49	Rp (14,284,592,518.79)
19	2042	Rp 1,710,021,257.32	Rp 152,116,132.28	Rp (14,132,476,386.51)
20	2043	Rp 1,710,021,257.32	Rp 133,927,151.07	Rp (13,998,549,235.44)
PAYBACK PERIOD	73.762			
	>20 Tahun			

Versi 3					
Rekapitulasi Arus Kas (Penumpang, Barang, Sepeda Motor 70%)					
Periode	Tahun	Modal Awal	Arus Kas	Kumulatif Arus Kas	
0	2023	Rp (25,603,475,926.64)	Rp (25,603,475,926.64)	Rp	(25,603,475,926.64)
1	2024	Rp (2,110,112,868.69)	Rp (1,857,800,357.62)	Rp	(27,461,276,284.25)
2	2025	Rp (2,110,112,868.69)	Rp (1,635,657,608.64)	Rp	(29,096,933,892.90)
3	2026	Rp (2,110,112,868.69)	Rp (1,440,077,133.02)	Rp	(30,537,011,025.91)
4	2027	Rp (2,110,112,868.69)	Rp (1,267,882,800.21)	Rp	(31,804,893,826.12)
5	2028	Rp (2,110,112,868.69)	Rp (1,116,278,259.14)	Rp	(32,921,172,085.27)
6	2029	Rp (2,110,112,868.69)	Rp (982,801,526.79)	Rp	(33,903,973,612.05)
7	2030	Rp (2,110,112,868.69)	Rp (865,285,006.80)	Rp	(34,769,258,618.85)
8	2031	Rp (2,110,112,868.69)	Rp (761,820,288.82)	Rp	(35,531,078,907.68)
9	2032	Rp (2,110,112,868.69)	Rp (670,727,156.84)	Rp	(36,201,806,064.51)
10	2033	Rp (2,110,112,868.69)	Rp (590,526,303.27)	Rp	(36,792,332,367.79)
11	2034	Rp (2,110,112,868.69)	Rp (519,915,305.80)	Rp	(37,312,247,673.59)
12	2035	Rp (2,110,112,868.69)	Rp (457,747,476.63)	Rp	(37,769,995,150.22)
13	2036	Rp (2,110,112,868.69)	Rp (403,013,240.86)	Rp	(38,173,008,391.08)
14	2037	Rp (2,110,112,868.69)	Rp (354,823,741.47)	Rp	(38,527,832,132.55)
15	2038	Rp (2,110,112,868.69)	Rp (312,396,404.75)	Rp	(38,840,228,537.30)
16	2039	Rp (2,110,112,868.69)	Rp (275,042,231.66)	Rp	(39,115,270,768.96)
17	2040	Rp (2,110,112,868.69)	Rp (242,154,608.85)	Rp	(39,357,425,377.81)
18	2041	Rp (2,110,112,868.69)	Rp (213,199,457.52)	Rp	(39,570,624,835.34)
19	2042	Rp (2,110,112,868.69)	Rp (187,706,560.30)	Rp	(39,758,331,395.64)
20	2043	Rp (2,110,112,868.69)	Rp (165,261,925.10)	Rp	(39,923,593,320.74)
PAYBACK PERIOD		-70.513			
		>20 Tahun			

Versi 3					
Rekapitulasi Arus Kas (Penumpang, Barang, Sepeda Motor 60%)					
Periode	Tahun	Modal Awal	Arus Kas	Kumulatif Arus Kas	
0	2023	Rp (25,603,475,926.64)	Rp (25,603,475,926.64)	Rp	(25,603,475,926.64)
1	2024	Rp (3,383,490,910.69)	Rp (2,978,916,776.04)	Rp	(28,582,392,702.68)
2	2025	Rp (3,383,490,910.69)	Rp (2,622,718,781.53)	Rp	(31,205,111,484.21)
3	2026	Rp (3,383,490,910.69)	Rp (2,309,112,447.28)	Rp	(33,514,223,931.49)
4	2027	Rp (3,383,490,910.69)	Rp (2,033,004,961.01)	Rp	(35,547,228,892.50)
5	2028	Rp (3,383,490,910.69)	Rp (1,789,912,473.24)	Rp	(37,337,141,365.74)
6	2029	Rp (3,383,490,910.69)	Rp (1,575,887,281.78)	Rp	(38,913,028,647.52)
7	2030	Rp (3,383,490,910.69)	Rp (1,387,453,723.03)	Rp	(40,300,482,370.55)
8	2031	Rp (3,383,490,910.69)	Rp (1,221,551,728.85)	Rp	(41,522,034,099.40)
9	2032	Rp (3,383,490,910.69)	Rp (1,075,487,132.65)	Rp	(42,597,521,232.05)
10	2033	Rp (3,383,490,910.69)	Rp (946,887,917.37)	Rp	(43,544,409,149.42)
11	2034	Rp (3,383,490,910.69)	Rp (833,665,695.15)	Rp	(44,378,074,844.57)
12	2035	Rp (3,383,490,910.69)	Rp (733,981,792.90)	Rp	(45,112,056,637.46)
13	2036	Rp (3,383,490,910.69)	Rp (646,217,393.19)	Rp	(45,758,274,030.65)
14	2037	Rp (3,383,490,910.69)	Rp (568,947,245.42)	Rp	(46,327,221,276.07)
15	2038	Rp (3,383,490,910.69)	Rp (500,916,520.48)	Rp	(46,828,137,796.55)
16	2039	Rp (3,383,490,910.69)	Rp (441,020,432.93)	Rp	(47,269,158,229.49)
17	2040	Rp (3,383,490,910.69)	Rp (388,286,299.84)	Rp	(47,657,444,529.32)
18	2041	Rp (3,383,490,910.69)	Rp (341,857,744.86)	Rp	(47,999,302,274.19)
19	2042	Rp (3,383,490,910.69)	Rp (300,980,791.16)	Rp	(48,300,283,065.35)
20	2043	Rp (3,383,490,910.69)	Rp (264,991,617.16)	Rp	(48,565,274,682.51)
PAYBACK PERIOD		-25.991			
		>20 Tahun			

Versi 4				
Rekapitulasi Arus Kas (Penumpang, Barang, Sepeda Motor 100%)				
Periode	Tahun	Modal Awal	Arus Kas	Kumulatif Arus Kas
0	2023	Rp (25,603,475,926.64)	Rp (25,603,475,926.64)	Rp (25,603,475,926.64)
1	2024	Rp 604,071,257.32	Rp 531,840,649.16	Rp (25,071,635,277.48)
2	2025	Rp 604,071,257.32	Rp 468,246,870.99	Rp (24,603,388,406.49)
3	2026	Rp 604,071,257.32	Rp 412,257,191.21	Rp (24,191,131,215.28)
4	2027	Rp 604,071,257.32	Rp 362,962,365.01	Rp (23,828,168,850.26)
5	2028	Rp 604,071,257.32	Rp 319,561,868.72	Rp (23,508,606,981.55)
6	2029	Rp 604,071,257.32	Rp 281,350,899.66	Rp (23,227,256,081.89)
7	2030	Rp 604,071,257.32	Rp 247,708,930.53	Rp (22,979,547,151.36)
8	2031	Rp 604,071,257.32	Rp 218,089,632.34	Rp (22,761,457,519.02)
9	2032	Rp 604,071,257.32	Rp 192,012,002.28	Rp (22,569,445,516.74)
10	2033	Rp 604,071,257.32	Rp 169,052,552.49	Rp (22,400,392,964.25)
11	2034	Rp 604,071,257.32	Rp 148,838,432.83	Rp (22,251,554,531.42)
12	2035	Rp 604,071,257.32	Rp 131,041,375.96	Rp (22,120,513,155.46)
13	2036	Rp 604,071,257.32	Rp 115,372,366.44	Rp (22,005,140,789.01)
14	2037	Rp 604,071,257.32	Rp 101,576,947.29	Rp (21,903,563,841.72)
15	2038	Rp 604,071,257.32	Rp 89,431,087.69	Rp (21,814,132,754.03)
16	2039	Rp 604,071,257.32	Rp 78,737,544.88	Rp (21,735,395,209.15)
17	2040	Rp 604,071,257.32	Rp 69,322,660.98	Rp (21,666,072,548.17)
18	2041	Rp 604,071,257.32	Rp 61,033,542.93	Rp (21,605,039,005.23)
19	2042	Rp 604,071,257.32	Rp 53,735,579.54	Rp (21,551,303,425.70)
20	2043	Rp 604,071,257.32	Rp 47,310,255.47	Rp (21,503,993,170.23)
PAYBACK PERIOD	69.649			
	>20 Tahun			

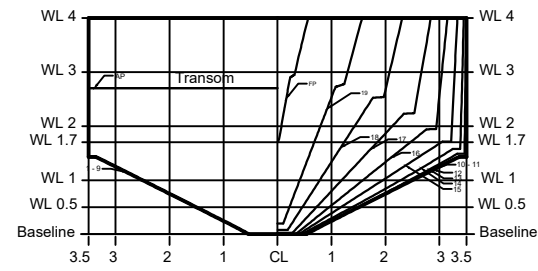
Versi 4				
Rekapitulasi Arus Kas (Penumpang, Barang, Sepeda Motor 70%)				
Periode	Tahun	Modal Awal	Arus Kas	Kumulatif Arus Kas
0	2023	Rp (25,603,475,926.64)	Rp (25,603,475,926.64)	Rp (25,603,475,926.64)
1	2024	Rp (2,884,277,868.69)	Rp (2,539,396,131.57)	Rp (28,142,872,058.20)
2	2025	Rp (2,884,277,868.69)	Rp (2,235,752,935.95)	Rp (30,378,624,994.16)
3	2026	Rp (2,884,277,868.69)	Rp (1,968,417,266.01)	Rp (32,347,042,260.17)
4	2027	Rp (2,884,277,868.69)	Rp (1,733,047,722.24)	Rp (34,080,089,982.41)
5	2028	Rp (2,884,277,868.69)	Rp (1,525,822,019.25)	Rp (35,605,912,001.66)
6	2029	Rp (2,884,277,868.69)	Rp (1,343,374,913.77)	Rp (36,949,286,915.43)
7	2030	Rp (2,884,277,868.69)	Rp (1,182,743,554.74)	Rp (38,132,030,470.17)
8	2031	Rp (2,884,277,868.69)	Rp (1,041,319,368.07)	Rp (39,173,349,838.24)
9	2032	Rp (2,884,277,868.69)	Rp (916,805,694.66)	Rp (40,090,155,532.90)
10	2033	Rp (2,884,277,868.69)	Rp (807,180,493.84)	Rp (40,897,336,026.74)
11	2034	Rp (2,884,277,868.69)	Rp (710,663,506.38)	Rp (41,607,999,533.12)
12	2035	Rp (2,884,277,868.69)	Rp (625,687,343.98)	Rp (42,233,686,877.10)
13	2036	Rp (2,884,277,868.69)	Rp (550,872,035.64)	Rp (42,784,558,912.73)
14	2037	Rp (2,884,277,868.69)	Rp (485,002,617.63)	Rp (43,269,561,530.36)
15	2038	Rp (2,884,277,868.69)	Rp (427,009,403.08)	Rp (43,696,570,933.44)
16	2039	Rp (2,884,277,868.69)	Rp (375,950,610.75)	Rp (44,072,521,544.19)
17	2040	Rp (2,884,277,868.69)	Rp (330,997,071.04)	Rp (44,403,518,615.23)
18	2041	Rp (2,884,277,868.69)	Rp (291,418,760.62)	Rp (44,694,937,375.85)
19	2042	Rp (2,884,277,868.69)	Rp (256,572,947.22)	Rp (44,951,510,323.07)
20	2043	Rp (2,884,277,868.69)	Rp (225,893,752.02)	Rp (45,177,404,075.09)
PAYBACK PERIOD	-87.332			
	>20 Tahun			

Versi 4				
Rekapitulasi Arus Kas (Penumpang, Barang, Sepeda Motor 60%)				
Periode	Tahun	Modal Awal	Arus Kas	Kumulatif Arus Kas
0	2023	Rp (25,603,475,926.64)	Rp (25,603,475,926.64)	Rp (25,603,475,926.64)
1	2024	Rp (4,047,060,910.69)	Rp (3,563,141,725.14)	Rp (29,166,617,651.78)
2	2025	Rp (4,047,060,910.69)	Rp (3,137,086,204.94)	Rp (32,303,703,856.71)
3	2026	Rp (4,047,060,910.69)	Rp (2,761,975,418.42)	Rp (35,065,679,275.14)
4	2027	Rp (4,047,060,910.69)	Rp (2,431,717,751.32)	Rp (37,497,397,026.46)
5	2028	Rp (4,047,060,910.69)	Rp (2,140,949,981.90)	Rp (39,638,347,008.36)
6	2029	Rp (4,047,060,910.69)	Rp (1,884,950,184.91)	Rp (41,523,297,193.27)
7	2030	Rp (4,047,060,910.69)	Rp (1,659,561,049.83)	Rp (43,182,858,243.11)
8	2031	Rp (4,047,060,910.69)	Rp (1,461,122,368.20)	Rp (44,643,980,611.31)
9	2032	Rp (4,047,060,910.69)	Rp (1,286,411,593.64)	Rp (45,930,392,204.95)
10	2033	Rp (4,047,060,910.69)	Rp (1,132,591,509.29)	Rp (47,062,983,714.23)
11	2034	Rp (4,047,060,910.69)	Rp (997,164,152.79)	Rp (48,060,147,867.02)
12	2035	Rp (4,047,060,910.69)	Rp (877,930,250.62)	Rp (48,938,078,117.64)
13	2036	Rp (4,047,060,910.69)	Rp (772,953,503.00)	Rp (49,711,031,620.64)
14	2037	Rp (4,047,060,910.69)	Rp (680,529,139.27)	Rp (50,391,560,759.91)
15	2038	Rp (4,047,060,910.69)	Rp (599,156,233.33)	Rp (50,990,716,993.24)
16	2039	Rp (4,047,060,910.69)	Rp (527,513,329.30)	Rp (51,518,230,322.54)
17	2040	Rp (4,047,060,910.69)	Rp (464,436,981.72)	Rp (51,982,667,304.25)
18	2041	Rp (4,047,060,910.69)	Rp (408,902,861.80)	Rp (52,391,570,166.05)
19	2042	Rp (4,047,060,910.69)	Rp (360,009,122.81)	Rp (52,751,579,288.86)
20	2043	Rp (4,047,060,910.69)	Rp (316,961,754.52)	Rp (53,068,541,043.38)
PAYBACK PERIOD		-22.555		
		>20 Tahun		

LAMPIRAN D
DESAIN *LINES PLAN*

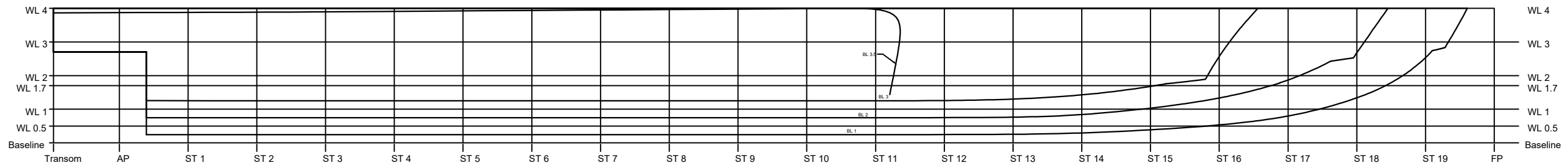
No Station	Half Breadth							No Station
	Flat of Bottom	W.L	W.L	W.L	W.L	W.L	W.L	
	0	0.5	1	1.7	2	3	4	
Transom						3.500	3.500	Transom
AP						3.500	3.500	AP
1	0.535	1.506	2.499	3.500	3.500	3.500	3.500	1
2	0.535	1.506	2.501	3.500	3.500	3.500	3.500	2
3	0.535	1.506	2.501	3.500	3.500	3.500	3.500	3
4	0.535	1.506	2.501	3.500	3.500	3.500	3.500	4
5	0.535	1.506	2.501	3.500	3.500	3.500	3.500	5
6	0.535	1.506	2.501	3.500	3.500	3.500	3.500	6
7	0.535	1.506	2.501	3.500	3.500	3.500	3.500	7
8	0.535	1.506	2.501	3.500	3.500	3.500	3.500	8
9	0.535	1.506	2.501	3.500	3.500	3.500	3.500	9
10	0.535	1.506	2.501	3.500	3.500	3.500	3.500	10
11	0.535	1.508	2.502	3.500	3.500	3.500	3.500	11
12	0.528	1.505	2.494	3.500	3.500	3.500	3.500	12
13	0.498	1.488	2.448	3.466	3.471	3.483	3.492	13
14	0.448	1.382	2.280	3.387	3.396	3.425	3.449	14
15	0.395	1.174	1.951	3.032	3.229	3.280	3.332	15
16	0.336	0.959	1.583	2.459	2.941	3.045	3.148	16
17	0.275	0.721	1.189	1.844	2.125	2.665	2.840	17
18		0.461	0.782	1.233	1.427	2.076	2.309	18
19		0.220	0.411	0.680	0.795	1.297	1.567	19
FP				0.000	0.072	0.325	0.566	FP

BODY PLAN

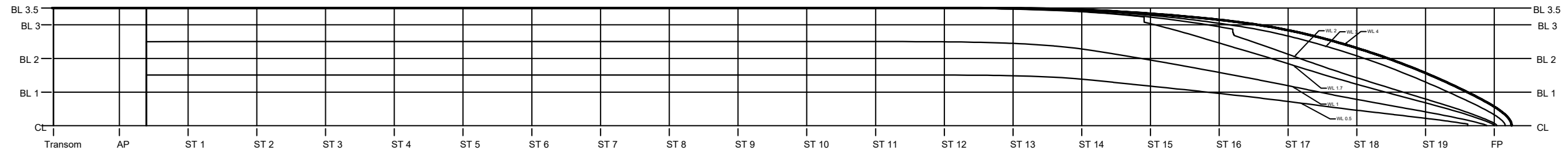


No Station	Sheer					No Station
	Center Line	B.L	B.L	B.L	B.L	
	0	1	2	3	3.5	
Transom	2.703	2.703	2.703	2.703	2.703	Transom
AP	2.703	2.703	2.703	2.703	2.703	AP
1	0.000	0.245	0.748	1.251	1.432	1
2	0.000	0.245	0.748	1.251	1.432	2
3	0.000	0.245	0.748	1.251	1.432	3
4	0.000	0.245	0.748	1.251	1.432	4
5	0.000	0.245	0.748	1.251	1.432	5
6	0.000	0.245	0.748	1.251	1.432	6
7	0.000	0.245	0.748	1.251	1.432	7
8	0.000	0.245	0.748	1.251	1.432	8
9	0.000	0.245	0.748	1.251	1.432	9
10	0.000	0.245	0.748	1.251	1.432	10
11	0.000	0.245	0.748	1.250	1.432	11
12	0.000	0.246	0.749	1.258	1.493	12
13	0.000	0.255	0.763	1.302	4.000	13
14	0.000	0.294	0.841	1.426		14
15	0.000	0.388	1.031	1.679		15
16	0.000	0.533	1.334	2.570		16
17	0.023	0.798	1.867			17
18	0.077	1.338	2.674			18
19	0.199	2.533				19
FP	1.700					FP

SHEER PLAN



HALFBREADTH PLAN



PRINCIPAL DIMENSIONS

SHIP TYPE	CARGO & PASSENGER
LENGTH OVERALL (Loa)	44.5 m
LENGTH BETWEEN PERPENDICULAR (Lpp)	40.8 m
BREADTH (B)	7 m
HEIGHT (H)	4 m
DRAUGHT (T)	1.7 m
SERVICE SPEED (Vs)	12 knot
CREW	14 Persons
MAIN ENGINE POWER	650 kW



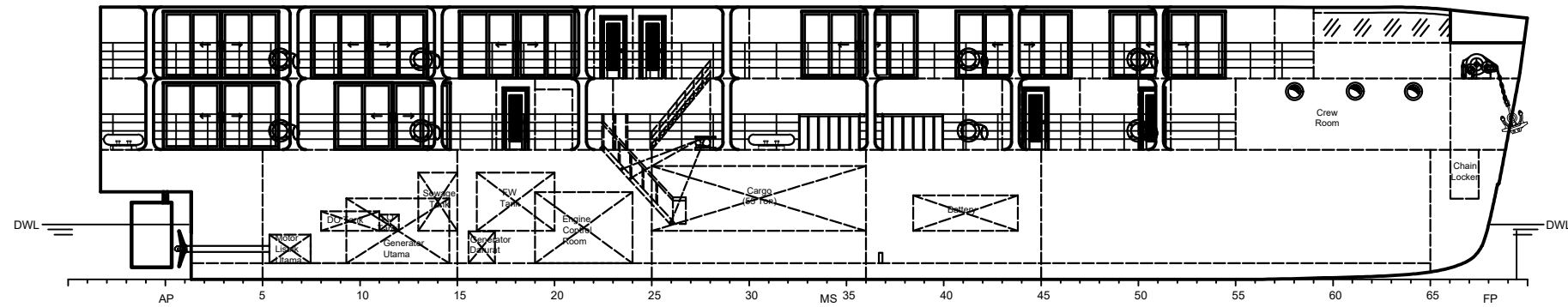
DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

TUGAS AKHIR LINES PLAN

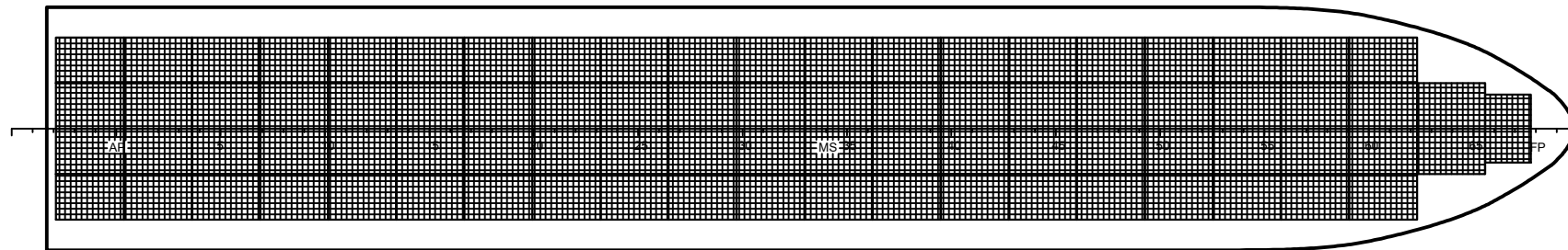
SCALE	1 : 100	SIGNATURE	DATE	REMARKS
DRAWN	Ibnul Qayyim			0411164000092
APPROVE	Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.			A2

LAMPIRAN E
DESAIN *GENERAL ARRANGEMENT*

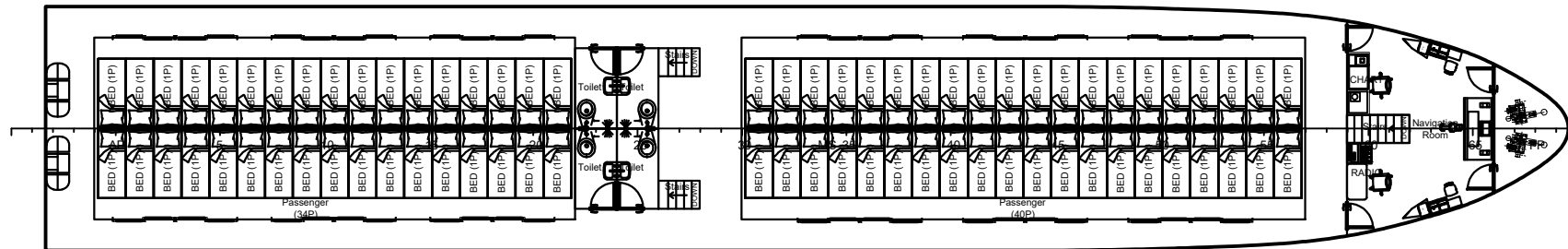
Side View



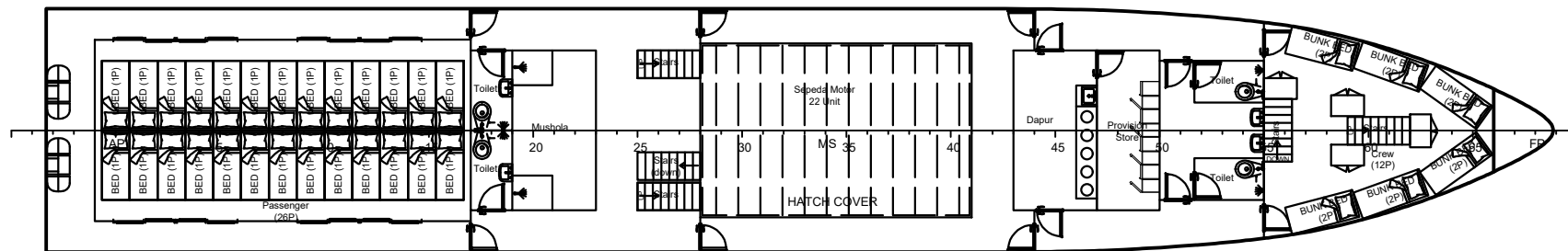
Solar Deck



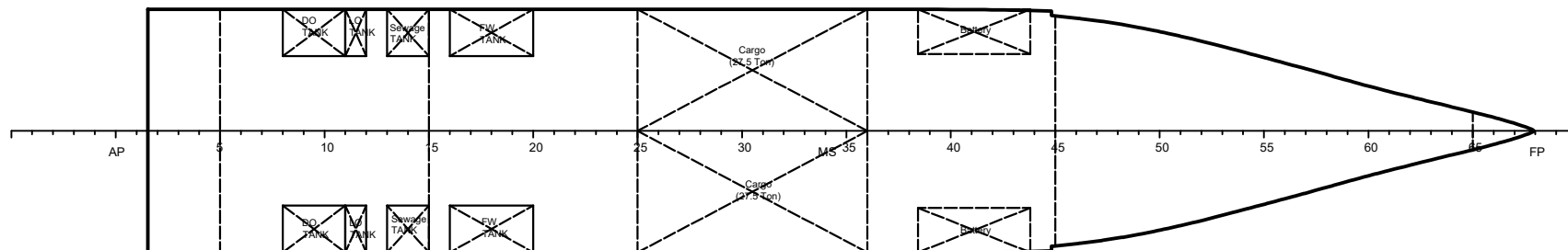
Passenger Deck



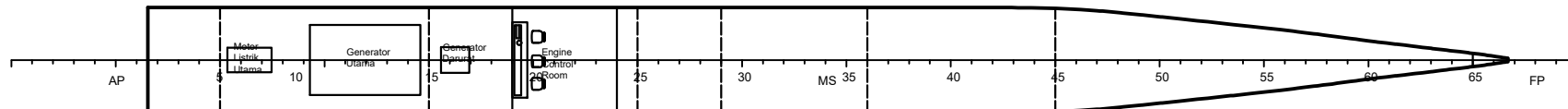
Main Deck



SECOND DECK



DOUBLE BOTTOM



PRINCIPAL DIMENSIONS

SHIP TYPE	Cargo & Passenger
LENGTH OVERALL (Loa)	44 m
LENGTH BETWEEN PERPENDICULAR (Lpp)	40.8 m
BREADTH (B)	7 m
HEIGHT (H)	4 m
DRAUGHT (T)	1.7 m
SERVICE SPEED (Vs)	12 knot
CREW	12 Persons
MAIN ENGINE POWER	650 kW



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

TUGAS AKHIR
GENERAL ARRANGEMENT

SCALE	1 : 100	SIGNATURE	DATE	REMARKS
DRAWN	Ibnul Qayyim			0411164000092
APPROVE	Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.			A1

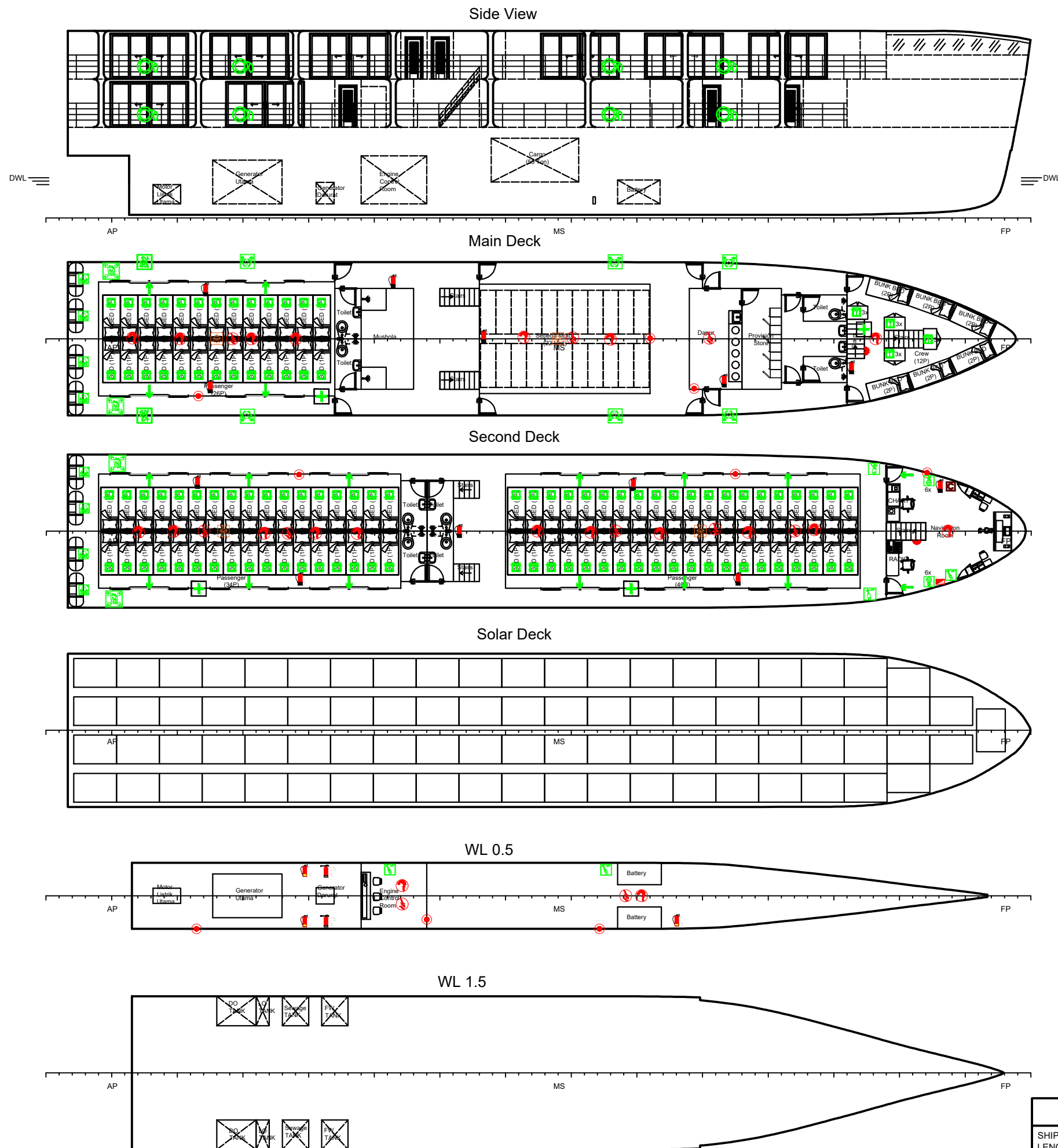
LAMPIRAN F
DESAIN *SAFETY PLAN*

FIRE PLAN EQUIPMENT

SYMBOL	DESIGNATION	SECOND DECK	MAIN DECK	BELOW MAIN DECK	TOTAL
	PORTABLE FIRE EXTINGUISHER CO2 TYPE 5 KG			2	2
	PORTABLE FIRE EXTINGUISHER FOAM TYPE 9 LITRES			3	3
	PORTABLE FIRE EXTINGUISHER DRY POWDER TYPE 9 Kg	2	6		12
	FIRE HOSE AND NOZZLE			0	0
	SPACE PROTECTED BY SPRINKLER SYSTEM	2	2		4
	SMOKE DETECTOR	11	7	2	20
	HEAT DETECTOR	5	3	2	10
	PUSH BUTTON/SWITCH FOR GENERAL ALARM	3	3	3	9
	FIRE ALARM BELL & GENERAL ALARM	1	1		2
	FIRE ALARM PANEL	1			1

SAFETY PLAN EQUIPMENT

SYMBOL	DESIGNATION	SECOND DECK	MAIN DECK	BELOW MAIN DECK	TOTAL
	INFLATABLE LIFERAFT FOR 16 PERSONS (THROWN TYPE)	4	4		8
	LIFEBUOY WITH SELF-IGNITING LIGHT AND SMOKE SIGNAL		6		6
	LIFEBUOY WITH 30 M Line		2		2
	LIFEJACKET WITH LIGHT AND WHISTLE	74	38		112
	ROCKET PARACHUTE FLARE	12			12
	SAT. EMERGENCY POSITION INDICATING RADIO BEACON SAT. EPIRB	1			1
	RADAR TRANSPONDER	1			1
	TWO WAY RADIO TELEPHONE APPARATUS	1	2		3
	MUSTER STATION	2	2		4
	FIRST AID KIT	2	2		4
	CONTROL PANEL	1			1
	LINE THROWING APPLIANCE (CONSIST OF : 4 PROJECTILES & 4 LINES)				0
	MAIN ESCAPE ROUTE				



PRINCIPAL DIMENSIONS

SHIP TYPE	Cargo & Passenger
LENGTH OVERALL (Loa)	44 m
LENGTH BETWEEN PERPENDICULAR (Lpp)	40.8 m
BREADTH (B)	7 m
HEIGHT (H)	4 m
DRAUGHT (T)	1.7 m
SERVICE SPEED (Vs)	12 knot
COMPLEMENTS	12 Persons
MAIN ENGINE POWER	650 kW



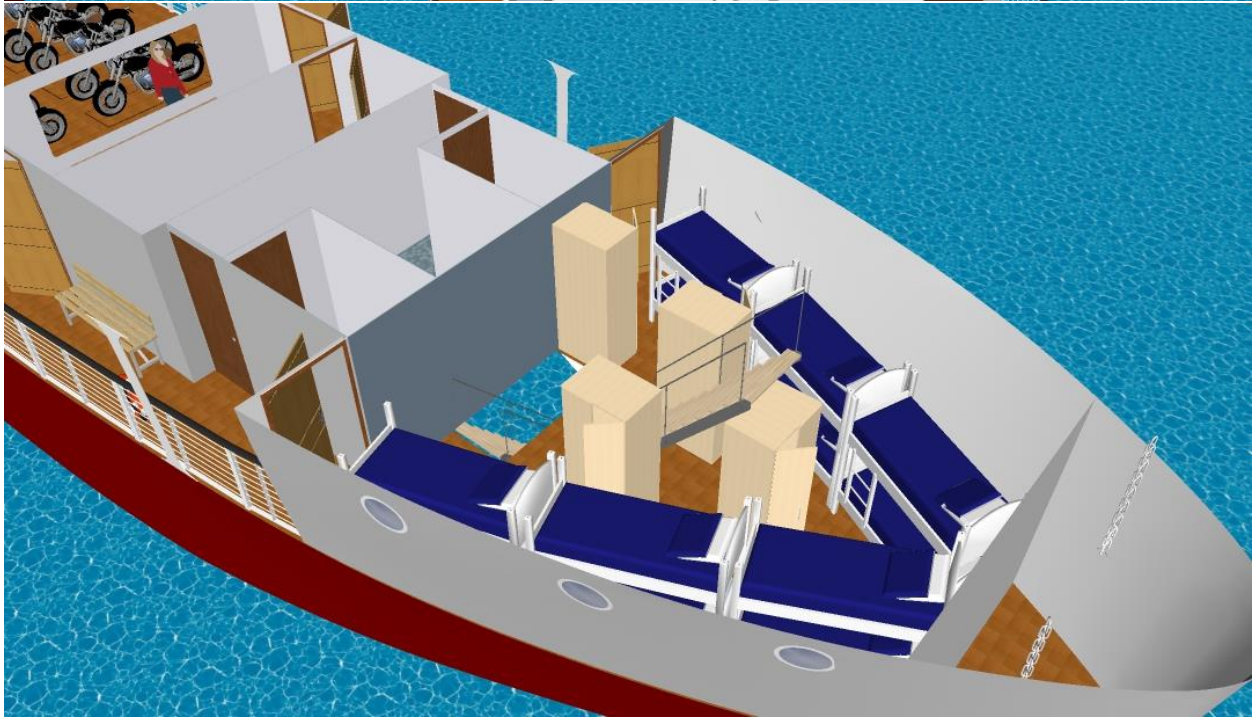
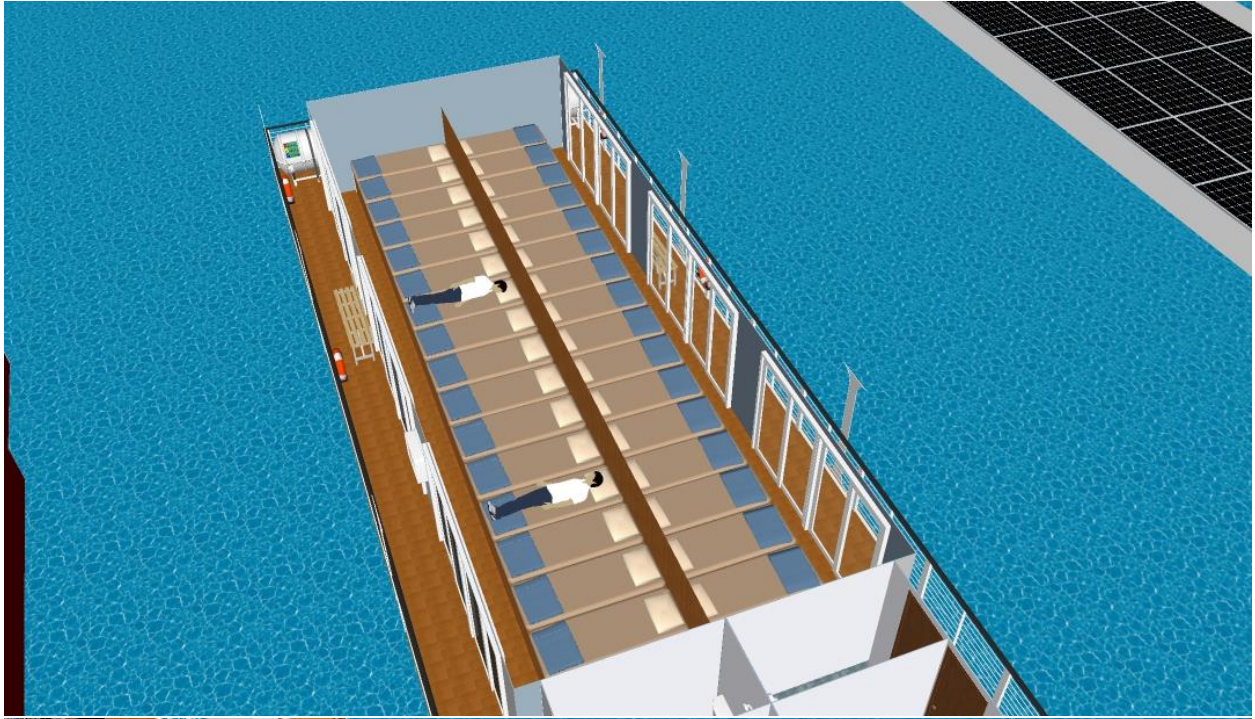
DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

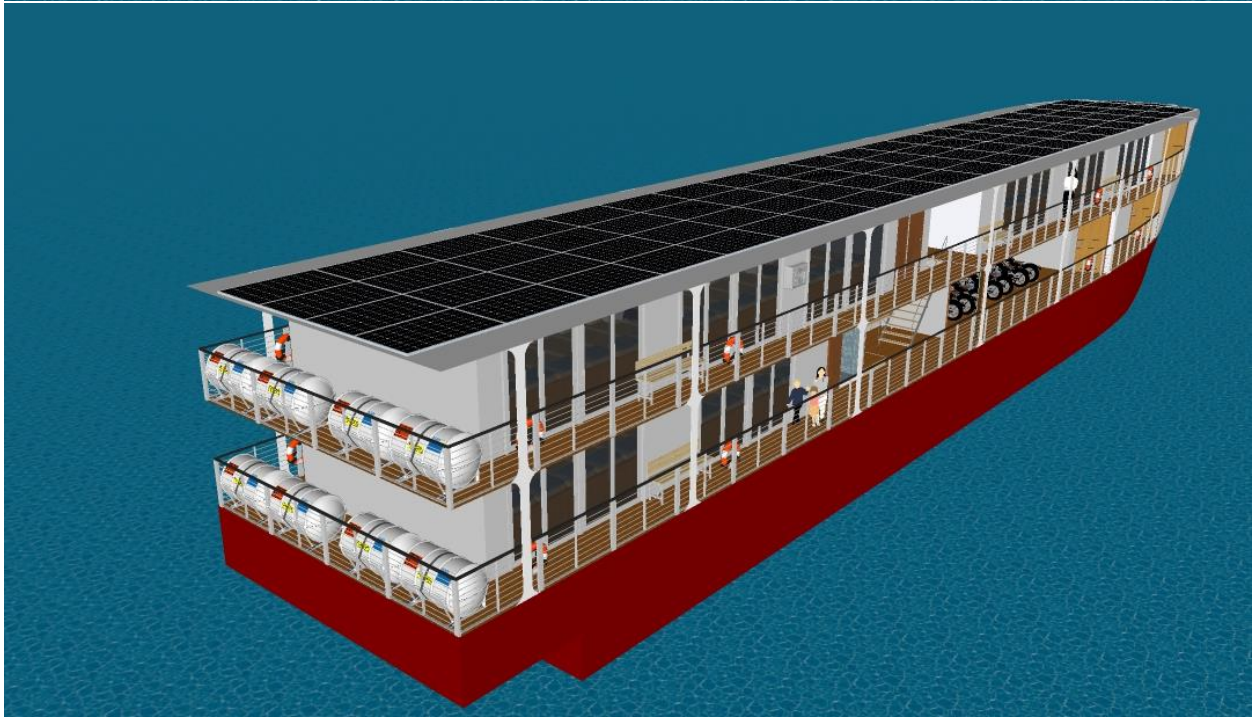
TUGAS AKHIR SAFETY PLAN

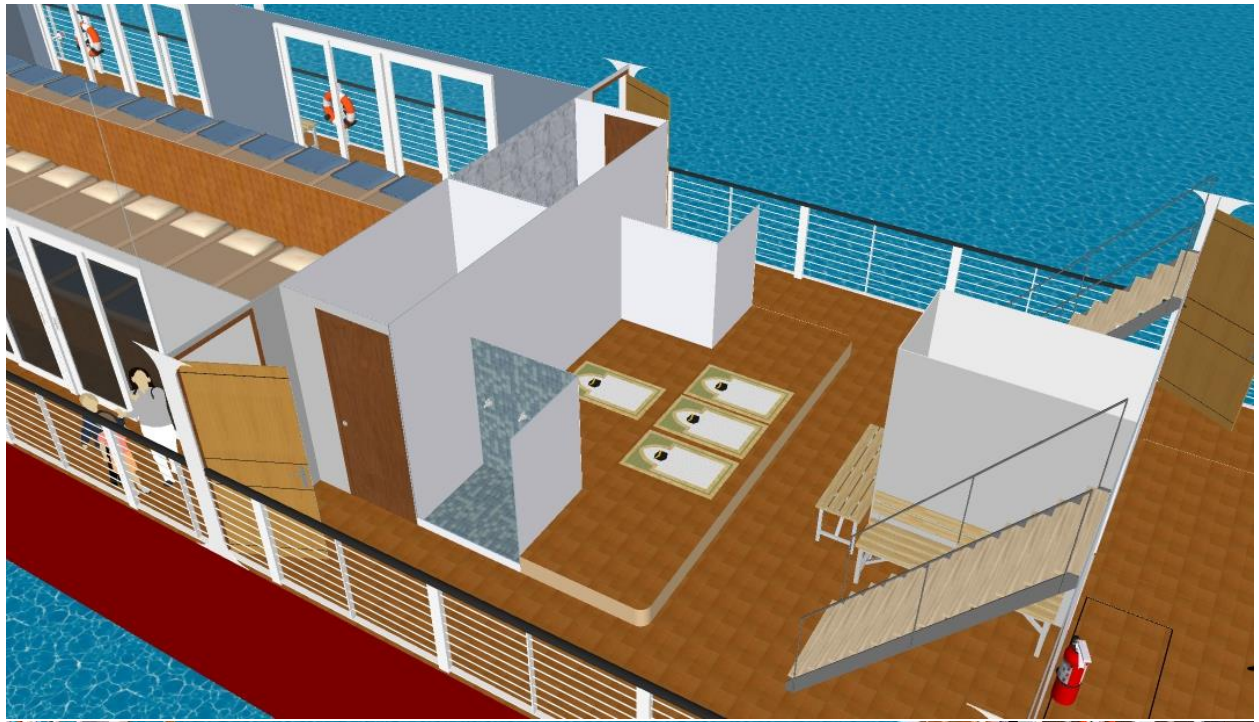
SCALE	SIGNATURE	DATE	REMARKS
1 : 100			
DRAWN	Ibnul Qayyim		0411164000092
APPROVE	Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.		A1

LAMPIRAN G
DESAIN 3D MODEL









BIODATA PENULIS



Ibnul Qayyim adalah nama lengkap penulis. Dilahirkan di Kuala Lumpur pada 28 Juli 1998. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis dibesarkan di Jakarta. Penulis menempuh pendidikan formal tingkat dasar di MI Nurul Huda, kemudian melanjutkan ke MTs Negeri 3 Jakarta, dan SMA Negeri 34 Jakarta. Setelah lulus SMA, Penulis diterima di Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS pada tahun 2016.

Di Departemen Teknik Perkapalan, Penulis mengambil Bidang Studi Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal. Selain mengikuti kegiatan perkuliahan di ITS, Penulis aktif mengikuti kegiatan sosial seperti relawan dalam kegiatan KM ITS for Lombok yang diselenggarakan selama 1 minggu di Desa Rempek Darussalam, Lombok. Penulis juga pernah menjabat di Departemen Riset dan Teknologi milik HIMATEKPAL sebagai Kepala Divisi Riset dan Teknologi. Selama berkuliah penulis juga aktif mengikuti perlombaan tingkat nasional seperti NASDARC ITS, MMENE UI, Decombotion UNDIP, dan lain-lain.

Email: ibnulqayyim28@gmail.com

