



TUGAS AKHIR - MN 141581

**DESAIN KAPAL PEMBANGKIT LISTRIK 30 MEGAWATT
UNTUK PERAIRAN DI INDONESIA**

**Deny Ari Setiawan
NRP 4113100015**

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

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017**



TUGAS AKHIR - MN 141581

**DESAIN KAPAL PEMBANGKIT LISTRIK 30 MEGAWATT
UNTUK PERAIRAN DI INDONESIA**

**Deny Ari Setiawan
NRP 4113100015**

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

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017**



FINAL PROJECT - MN 141581

**SHIP DESIGN OF 30 MEGAWATT POWER PLAN FOR
INDONESIAN'S ISLANDS**

**Deny Ari Setiawan
NRP 4113100015**

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

**DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE & SHIPBUILDING ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2017**

LEMBAR PENGESAHAN

DESAIN KAPAL PEMBANGKIT LISTRIK 30 MEGAWATT UNTUK PERAIRAN DI INDONESIA

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Keahlian Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

DENY ARI SETIAWAN
NRP 4113100015

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing I



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

Mengetahui,
Kepala Departemen Teknik Perkapalan



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

SURABAYA, JULI 2017

LEMBAR REVISI

DESAIN KAPAL PEMBANGKIT LISTRIK 30 MEGAWATT UNTUK PERAIRAN DI INDONESIA

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir
Tanggal 6 Juli 2017

Bidang Keahlian Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

DENY ARI SETIAWAN
NRP 4113100015

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. M. Nurul Misbah, S.T., M.T.



.....

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



.....

3. Teguh Putranto, S.T., M.T.



.....

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

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



.....

SURABAYA, JULI 2017

Dipersembahkan kepada kedua orang tua atas segala dukungan dan doanya

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa , karena berkat Rahmat-Nya Penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul **“Desain Kapal Pembangkit Listrik 30 Megawatt untuk Perairan di Indonesia”**dengan baik. Dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari beberapa pihak yang turut membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada yang terhormat:

1. Keluarga Penulis, khususnya Bapak, Ibu, Kakak yang selalu memberikan do'a dan dukungan serta motivasi bagi Penulis;
2. Bapak Hasanudin, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu dan ilmu, serta senantiasa memberikan arahan dan masukan selama proses pengerjaan Tugas Akhir ini;
3. Bapak Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Departemen Teknik Perkapalan ITS dan selaku Dosen Wali selama menjalani masa perkuliahan di Departemen Teknik Perkapalan ITS;
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. Keluarga besar HIMATEKPAL, yang telah banyak membantu selama proses perkuliahan.
6. Saudara-saudari P-53 (SUBMARINE), teman seperjuangan;
7. Dan semua pihak yang telah membantu menyelesaikan Tugas Akhir ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Demikian Laporan Tugas Akhir ini Penulis susun, dengan harapan dapat memberikan manfaat bagi para pembaca. Penulis menyadari dalam penulisan dan penyusunan Laporan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Surabaya, Juli 2017

Deny Ari Setiawan

DESAIN KAPAL PEMBANGKIT LISTRIK 30 MEGAWATT UNTUK PERAIRAN DI INDONESIA

Nama Mahasiswa : Deny Ari Setiawan
NRP : 4113100015
Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : Hasanudin S.T., M.T.

ABSTRAK

Saat ini Indonesia mengalami kekurangan cadangan listrik. Untuk itu pemerintah menggalakan program 35000 MW guna memenuhi kebutuhan listrik nasional. Program ini rencananya akan terealisasi secara tuntas pada tahun 2019. Oleh karena itu diperlukan kapal pembangkit listrik guna membantu program pemerintah ini. Diantara daerah yang mengalami kekurangan pasokan listrik adalah Kalimantan Barat dan Lombok yaitu sebesar 26.64 megawatt dan 29.25 megawatt. Untuk itu dirancanglah kapal pembangkit listrik untuk kedua daerah tersebut yaitu sebesar 30 megawatt. Kapal yang digunakan memiliki lambung berbentuk *self-propelled barge*. Dari analisa teknis didapatkan ukuran utama kapal yaitu panjang = 76.071 m, lebar = 19.845 m, tinggi 4.704 m, dan sarat 2.425 m. Kemudian dari analisa ekonomis didapatkan biaya investasi awal kapal sebesar Rp 91,840,228,580.

Kata kunci: Indonesia, cadangan listrik, kapal pembangkit listrik, *self-propelled barge*.

DESIGN OF MOTOR VESSEL POWER PLAN 30 MEGAWATT FOR INDONESIAN ISLANDS

Author : Deny Ari Setiawan
ID No. : 4113100015
Dept. / Faculty : Naval Architecture & Shipbuilding Engineering / Marine Technology
Supervisors : Hasanudin, S.T., M.T,

ABSTRACT

Currently, Indonesia has a shortage of electricity reserves. So, the government is promoting a 35,000 MW program for national electricity needs. This program is planned to be realized in 2019. Therefore, it is necessary to build a power ship to help this government program. Among the areas that have electricity shortages are West Kalimantan and Lombok, namely 26.64 megawatts and 29.25 megawatts. For that purpose, the design of power plant vessels for both areas is 30 megawatts. The ship uses self-propelled barges hull shape. From the analysis, the dimension of ship are length = 76.071 m, breath = 19.845 m, height = 4.704 m, dan draught = 2.425 m. And the investation to build the ship is Rp 91,840,228,580.

Keywords: Indonesia, electricity, power plan ship, self-propelled barge

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
HALAMAN PERUNTUKAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR SIMBOL.....	xiii
Bab I PENDAHULUAN.....	1
I.1. Latar Belakang Masalah.....	1
I.2. Perumusan Masalah.....	2
I.3. Tujuan.....	3
I.4. Batasan Masalah.....	3
I.5. Manfaat.....	3
I.6. Hipotesis.....	3
Bab II STUDI LITERATUR.....	5
II.1. Teori Desain Kapal.....	5
II.1.1. Tahapan Desain Kapal.....	5
II.1.2. Metode Desain Kapal.....	7
II.2. <i>Self-Propelled Barge</i> Pembangkit Listrik.....	9
II.2.1. Kapal Pembangkit Listrik.....	9
II.2.2. Barge.....	10
II.3. Tinjauan Teknis.....	10
II.3.1. Penentuan Ukuran Utama Dasar.....	10
II.3.2. Perhitungan Hambatan.....	11
II.3.3. Perhitungan Berat Kapal.....	11
II.3.4. Stabilitas.....	12
II.3.5. Perhitungan Freeboard.....	13
Bab III METODOLOGI.....	15
III.1. Metode Pengerjaan.....	15
III.2. Proses Pengerjaan.....	15
III.3. Lokasi Pengerjaan.....	16
III.4. Bagan Alir.....	17
Bab IV DATA DAN PEMBAHASAN.....	19
IV.1. Pendahuluan.....	19
IV.2. Data.....	19
IV.2.1. Kecepatan Kapal.....	19
IV.2.2. Rute Pelayaran.....	19
IV.2.3. Generator.....	20
IV.2.4. <i>Payload</i>	20
IV.3. Pembahasan.....	20

IV.3.1.	Ukuran Utama Kapal.....	21
IV.3.2.	Perhitungan Koefisien	21
IV.3.3.	Perhitungan Hambatan	22
IV.3.4.	Penentuan Mesin dan Generator Cadangan Kapal.....	23
IV.3.5.	Perhitungan Berat dan Titik Berat Kapal	24
IV.3.6.	Perhitungan <i>Freeboard</i>	26
IV.3.7.	Pengujian Trim.....	26
IV.3.8.	Pengujian Stabilitas	27
IV.4.	Pembuatan Rencana Garis	28
IV.5.	Pembuatan Rencana Umum.....	29
IV.6.	Pembuatan Desain 3 Dimensi	30
IV.7.	Biaya Pembangunan Kapal.....	31
Bab V	KESIMPULAN DAN SARAN	33
V.1.	Kesimpulan	33
V.2.	Saran	33
	DAFTAR PUSTAKA	35
	LAMPIRAN	
	LAMPIRAN A HASIL PENGUKURAN DEFORMASI SPESIMEN	
	LAMPIRAN B KOMPOSISI KIMIA BAJA KARBON	
	dst.	
	BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Kondisi Sistem Kelistrikan Indonesia	1
Gambar II.1 Spiral Desain.....	6
Gambar II.2 Karadeniz Powership Zeynep Sultan milik Turki yang disewa oleh PLN	9
Gambar IV.1 Rute Pelayaran.....	19
Gambar IV.2 Generator ASCOT DGS-MT-2500	20
Gambar IV.3 MAN&BW D2848 LE 422	23
Gambar IV.4 Gambar <i>Lines Plan</i> dari Kapal	28
Gambar IV.5 <i>General Arrangement</i> dari Kapal	30
Gambar IV.6 Desain 3D Kapal	30

DAFTAR TABEL

Tabel I.1 Kondisi Kelistrikan Indonesia	2
Tabel IV.1 Spesifikasi Generator ASCOT DGS-MT-2500	20
Tabel IV.2 <i>Payload</i> Kapal.....	20
Tabel IV.3 Letak dan Berat Komponen-Komponen Kapal	26
Tabel IV.4 Hasil Pengujian Trim.....	27
Tabel IV.5 Hasil Pengujian Stabilitas Kapal.....	27
Tabel IV.6 Rekapitulasi Stabilitas Kapal	28
Tabel IV.7 Tabel Biaya Pembangunan Kapal	31

DAFTAR SIMBOL

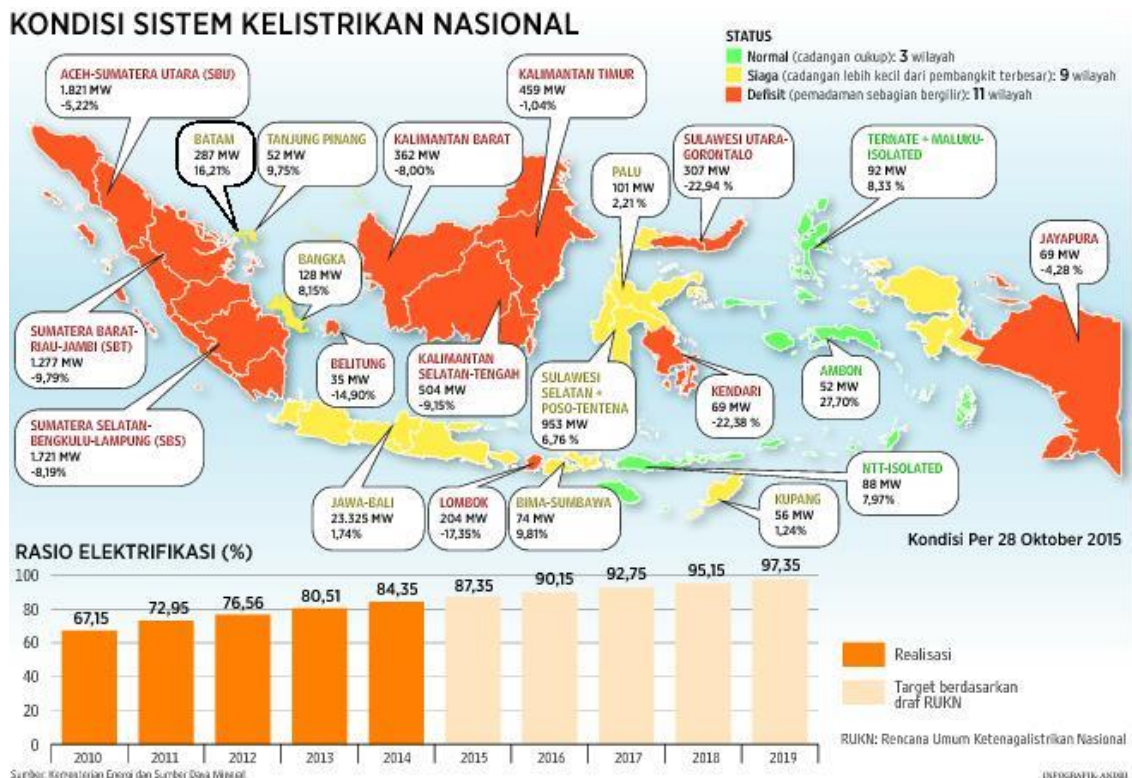
V_s	= Kecepatan dinas (m/s)
g	= Gravitasi (m/s^2)
L	= Panjang kapal (m)
D	= Displasemen
V	= Volume
C_B	= Koefisien blok
C_M	= Koefisien <i>midship</i>
C_P	= Koefisien prismatic
C_W	= Koefisien <i>waterplan</i>
L_{CB}	= <i>Longitudinal Center of Bouyancy</i>
F_n	= <i>Froude Number</i>
V_s	= Kecepatan kapal
EHP	= <i>Efective Horse Power</i>
DHP	= <i>Deliveed Horse Power</i>
BHP	= <i>Brake Horse Power</i>
RPM	= Rotasi Per Menit
LWT	= <i>Light Weight Tonnage</i>
DWT	= <i>Death Weight Tonnage</i>
LCG	= <i>Longitudinal Center of Gravity</i>
W_{me}	= Berat Mesin
W_{au}	= Berat Generator Cadangan
W_m	= Berat Permesinan
$W_{E\&O}$	= Berat Peralatan dan Perlengkapan
L_{pp}	= <i>Length or Perpendicular</i>
B	= Lebar Kapal
H	= Tinggi Kapal
T	= Sarat Kapal

BAB I PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang Masalah

Saat ini kebutuhan listrik Indonesia belum dapat terpenuhi 100%. Oleh karena itu pemerintah Indonesia mencanangkan program 35000 megawatt guna membangun pembangkit listrik berkapasitas total 35000 megawatt hingga 2019. Program 35000 megawatt ini dilaksanakan untuk memenuhi kebutuhan listrik masyarakat di seluruh Indonesia. Hal ini tentu akan meningkatkan pertumbuhan ekonomi di luar Jawa yang sebelumnya kekurangan suplai listrik secara signifikan.

Pemerintah telah berkomitmen untuk merealisasikan program ini dalam jangka waktu 5 tahun yang dimulai pada tahun 2014 hingga 2019. Pada jangka waktu ini, pemerintah bersama PLN dan swasta akan membangun 109 pembangkit listrik, (Kemenperin Indonesia, 2015).



Gambar I.1 Kondisi Sistem Kelistrikan Indonesia
(Sumber: <http://kompas100.print.kompas.com/2015/11/16/kondisi-cadangan-listrik-nasional-mengkhawatirkan/>)

No	Daerah	Daya Listrik Saat Ini (MW)	Presentase	Jumlah Kekurangan (MW)	Besar Minimal Generator yang Dibutuhkan (MW)
1	Aceh-Sumatera Utara	1821	-5.22%	90.09	95
2	Sumatera Barat-Riau-Jambi	1277	-9.79%	112.78	115
3	Sumatera Selatan-Bengkulu-Lampung	1721	-8.19%	129.41	130
4	Batam	287	16.21%	-54.06	0
5	Tanjung Pinang	52	9.75%	-5.56	0
6	Bangka	128	8.15%	-11.28	0
7	Belitung	35	-14.90%	4.44	5
8	Jawa-Bali	23326	1.74%	-412.93	0
9	Kalimantan Barat	362	-8.00%	26.64	30
10	Kalimantan Timur	459	-1.04%	4.72	5
11	Kalimantan Selatan-Tengah	504	-9.15%	41.90	45
12	Lombok	204	-17.35%	29.25	30
13	Bima-Sumbawa	74	9.81%	-7.97	0
14	Sulawesi Selatan-Poso-Tentena	953	6.76%	-68.78	0
15	Palu	101	2.21%	-2.28	0
16	Sulawesi Utara-Gorontalo	307	-22.94%	54.27	55
17	Kendari	69	-22.38%	11.99	15
18	NTT-Isolated	88	7.97%	-7.57	0
19	Kupang	56	1.24%	-0.70	0
20	Ambon	52	27.70%	-18.39	0
21	Ternate-Maluku-Isolated	92	8.33%	-8.30	0
22	Jayapura	69	-4.28%	2.83	5

Tabel I.1 Kondisi Kelistrikan Indonesia

(Sumber: <http://kompas100.print.kompas.com/2015/11/16/kondisi-cadangan-listrik-nasional-mengkhawatirkan/>)

Diantara daerah yang masih kekurangan pasokan listrik menurut gambar dan tabel diatas ada daerah Kalimantan Barat dan Lombok. Saat ini keduanya dialiri listrik sebesar 362 megawatt dan 204 megawatt, hanya dapat memenuhi 92% dan 87.65% kebutuhan listrik. Sehingga dibutuhkan tambahan listrik 26.62 megawatt untuk Kalimantan Barat dan 29.25 megawatt untuk Lombok untuk memenuhi 100% kebutuhan listrik kedua daerah tersebut.

Berkenaan dengan hal tersebut, penulis berinisiatif mendesain dua kapal pembangkit listrik 30 megawatt untuk memenuhi kebutuhan daya sekaligus memberikan surplus listrik di Kalimantan Timur dan Lombok guna membantu mendukung Program 35000 megawatt pemerintah Indonesia, (kompas.com, 2015).

I.2. Perumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah di atas maka permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah:

- Berapa ukuran utama kapal?
- Bagaimana *layout* desain kapal?

- Bagaimana desain Rencana Garis dan Rencana Umum dari kapal?
- Bagaimana permodelan 3D dari kapal?

I.3. Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah :

- Memperoleh *owner requirements* kapal;
- Memperoleh ukuran utama dan biaya investasi kapal;
- Memperoleh Rencana Garis dan Rencana Umum kapal;
- Memperoleh desain permodelan 3D kapal.

I.4. Batasan Masalah

Ruang lingkup dari tugas akhir ini difokuskan pada:

- Desain kapal hanya di wilayah perairan Indonesia;
- Menggunakan kapal baja;
- Sumber tenaga yang digunakan untuk pembangkit listrik adalah mesin diesel;
- Masalah teknis perencanaan yang dibahas hanyalah sebatas concept design;
- Analisis teknis yang dilakukan meliputi hambatan, stabilitas, titik berat, lambung timbul, trim, pembuatan rencana garis, rencana umum, dan desain 3D.

I.5. Manfaat

Manfaat dari tugas akhir ini adalah:

- Secara akademis, diharapkan hasil pengerjaan Tugas Akhir ini dapat membantu menunjang proses belajar mengajar dan turut memajukan khazanah pendidikan;
- Sebagai literatur pada penelitian selanjutnya yang sejenis;
- Secara praktek, diharapkan hasil dari tugas akhir ini dapat berguna sebagai referensi pengadaan kapal pembangkit listrik 30 megawatt untuk Kota Kupang.

I.6. Hipotesis

Hipotesis awal dari tugas akhir ini adalah dengan dibuatnya kapal pembangkit listrik 30 megawatt ini akan memenuhi kebutuhan listrik Kalimantan Barat dan Lombok sehingga dapat membantu melancarkan Program 35000 megawatt pemerintah Indonesia.

Halaman ini Sengaja Dikosongkan

BAB II

STUDI LITERATUR

II.1. Teori Desain Kapal

Dalam bidang perkapalan, proses mendesain dan membangun kapal selalu memiliki keterkaitan dengan dunia bisnis. Dimana dalam proses pembangunan kapal di dasarkan pada permintaan atau pemesanan. Sebelum di lakukan pembangunan kapal, terlebih dahulu seorang desainer membuat desain gambar kapal. Dalam mendesain gambar, dibutuhkan data spesifik permintaan pemilik kapal, yang nantinya akan diterjemahkan dalam bentuk gambar, spesifikasi dan data yang lebih mendetail. Proses desain dari sebuah kapal merupakan suatu proses yang berulang-ulang, dan saling berhubungan, yang nantinya terbagi lagi ke dalam beberapa tahap detail.

Pada umumnya, permintaan dari pemilik kapal adalah terdiri dari kapasitas daya angkut muatan (*payload*), kecepatan dinas, dan rute pelayaran yang diminta, yang umumnya disebut *owner's requirement*. Peranan seorang desainer kapal adalah mampu menerjemahkan ketiga poin tersebut dan mampu melakukan proses desain kapal yang sesuai sehingga memberikan keuntungan pada saat pengoperasian kapal tersebut. Sedangkan di sisi lain, dalam proses desain kapal terdapat batasan-batasan yang dibuat oleh pemilik kapal, diantaranya adalah biaya kapal baik berupa biaya pembangunan ataupun biaya operasional, regulasi-regulasi yang berlaku, serta batasan wilayah operasional kapal seperti sarat di dermaga dan kondisi gelombang. Sehingga dengan adanya *owner's requirements* dan batasan-batasan tersebut, tugas utama seorang desainer kapal adalah mampu mendesain kapal yang dapat memenuhi kedua hal tersebut, (Kamalludin, 2016).

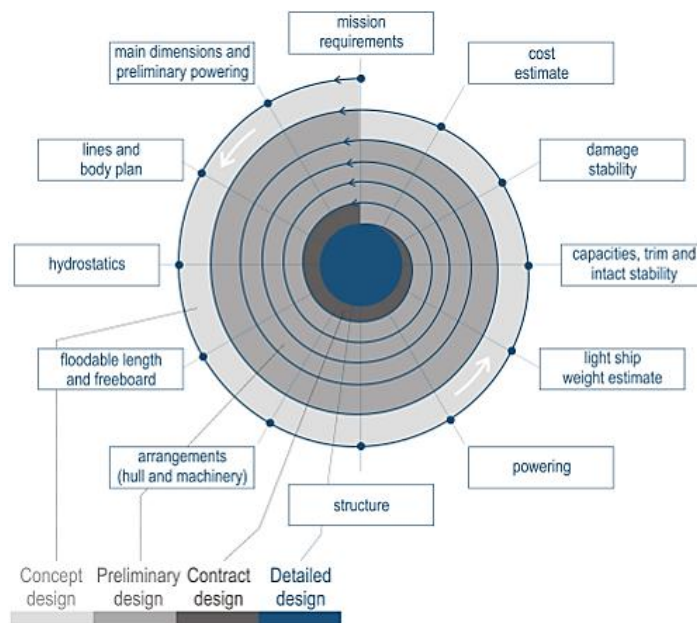
II.1.1. Tahapan Desain Kapal

Seluruh perencanaan dan analisis dalam proses mendesain kapal dilakukan secara berulang demi mencapai hasil yang maksimal ketika desain tersebut dikembangkan. Proses ini biasa disebut dengan proses desain spiral. Pada desain spiral proses desain dibagi ke dalam 4 tahapan, yaitu: *concept design*, *preliminary design*, *contract design*, dan *detail design*.

1. Concept Design

Merupakan tahapan awal dalam proses desain dimana tahapan ini memiliki peranan untuk menerjemahkan *owner requirement* atau permintaan pemilik kapal ke dalam ketentuan dasar dari kapal yang akan didesain. Konsep bisa dibuat dengan menggunakan

rumus pendekatan, kurva ataupun pengalaman untuk membuat perkiraan-perkiraan awal yang bertujuan untuk mendapatkan estimasi biaya konstruksi, biaya permesinan kapal dan biaya peralatan serta perlengkapan kapal. Hasil dari tahapan konsep desain ini umumnya berupa ukuran utama kapal, dan gambar secara umum.



Gambar II.1 Spiral Desain
(Sumber: Friendship Systems, 2015)

2. *Preliminary Design*

Adalah tahap lanjutan dari concept design. Tahapan ini merupakan tahapan pendalaman teknis lebih dalam yang akan memberikan lebih banyak detail pada konsep desain. *Preliminary design* ini merupakan iterasi kedua pada desain spiral. Adapun yang dimaksud detail meliputi fitur-fitur yang memberikan dampak signifikan pada kapal, termasuk juga pendekatan awal biaya yang akan dibutuhkan. Selain itu, proses yang dilakukan pada tahap ini antara lain adalah perhitungan kekuatan memanjang kapal, pengembangan bagian midship kapal, perhitungan yang lebih akurat mengenai berat dan titik berat kapal, sarat, stabilitas, dll. Pada tahap ini, dilakukan pemeriksaan yang terkait dengan *performance* kapal.

3. *Contract Design*

Merupakan tahapan dimana masih dimungkinkannya terjadi perbaikan hasil dari tahap *preliminary design* sehingga desain yang dihasilkan lebih detail dan teliti. Tujuan utama pada kontrak desain adalah pembuatan dokumen yang secara akurat dengan

mendesripsikan kapal yang akan dibuat. Selanjutnya dokumen tersebut akan menjadi dasar dalam kontrak atau perjanjian pembangunan antara pemilik kapal dan pihak galangan kapal. Adapun komponen dari *contract drawing* dan *contract specification* meliputi : *arrangement drawing, structural drawing, structural details, propulsion arrangement, machinery selection, propeller selection, generator selection, electrical selection, dll*. Seluruh komponen tersebut biasa juga disebut sebagai *key plan drawing*. *Key plan drawing* tersebut harus merepresentasikan secara detail fitur-fitur kapal sesuai dengan permintaan pemilik kapal.

4. *Detail Design*

Dalam proses mendesain kapal, tahapan *detail design* merupakan tahapan yang terakhir. Dimana pada tahapan ini dilakukan pendetailan gambar *key plan drawing* menjadi *production drawing* atau gambar produksi yang nantinya akan digunakan sebagai gambar arahan kerja untuk membangun kapal. Tahap ini mencakupi seluruh rencana dan perhitungan yang diperlukan untuk proses konstruksi dan operasional kapal. Disamping itu pada tahap ini diberikan pula petunjuk mengenai instalasi dan detail konstruksi, (*Friendship Systems, 2015*).

II.1.2. Metode Desain Kapal

Terdapat beberapa metode yang digunakan dalam mendesain kapal. Pemilihan metode desain yang akan digunakan dipilih berdasarkan tujuan dan ketersediaan data dari desain-desain kapal sebelumnya. Adapun macam-macam metode dalam mendesain kapal seperti di bawah ini:

1) *Parent Design Approach*

Merupakan salah satu metode dalam mendesain kapal dengan cara mengambil sebuah kapal yang dijadikan sebagai acuan kapal pembanding yang memiliki karakteristik yang sama dengan kapal yang akan dirancang. Keuntungan dalam penggunaan metode ini adalah dapat mendesain kapal lebih cepat karena *performance* kapal yang dijadikan acuan telah terbukti.

2) *Trend Curve Approach*

Adalah metode statistik dengan menggunakan persamaan regresi dari beberapa kapal pembanding untuk menentukan ukuran utama kapal. Dalam metode ini ukuran beberapa kapal pembanding dikomparasi dimana variabel dihubungkan kemudian didapatkan suatu koefisien yang digunakan dalam menentukan ukuran utama kapal.

3) *Iteratif Design Approach*

Merupakan sebuah metode desain kapal yang berdasarkan pada proses siklus dari *prototyping*, *testing*, dan *analyzing*. Perubahan dan perbaikan akan dilakukan berdasarkan hasil pengujian iterasi terbaru sebuah desain. Proses ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan fungsionalitas dari sebuah desain yang sudah ada.

4) *Parametric Design Approach*

Adalah metode yang digunakan dalam mendesain kapal dengan parameter seperti panjang kapal, lebar kapal, sarat kapal, koefisien blok, titik gaya apung, dll. sebagai ukuran utama kapal yang merupakan hasil regresi dari beberapa kapal pembanding, kemudian dilakukan perhitungan teknis yang terdapat dalam proses desain kapal.

5) *Optimization Design Approach*

Optimisasi merupakan suatu proses untuk mendapatkan beberapa kemungkinan hasil yang memenuhi syarat berdasarkan batasan-batasan tertentu. Optimisasi biasa digunakan untuk mencari suatu nilai minimum atau maksimum yang ditetapkan sejak awal sebagai *objective function*. Terdapat beberapa komponen optimisasi yang terlibat dalam setiap proses iterasi, yaitu:

- *Variable* (Variabel)

Variabel adalah nilai yang dicari dalam proses optimisasi.

- *Parameter* (Parameter)

Parameter adalah nilai yang besarnya tidak berubah selama satu kali proses optimisasi karena adanya syarat-syarat tertentu. Parameter dapat diubah setelah satu kali proses optimisasi untuk menyelidiki kemungkinan diperolehnya hasil yang lebih baik dalam proses berikutnya.

- *Constanta* (Konstanta)

Konstanta adalah nilai yang tidak berubah besarnya selama proses optimisasi tuntas dilakukan. Konstanta memiliki nilai yang pasti dan tidak akan berubah.

- *Constrain* (Batasan)

Batasan adalah nilai batas yang telah ditentukan. Batasan ini menjadi syarat apakah hasil optimisasi tersebut dapat diterima atau tidak.

- *Objective Function* (Fungsi Objektif)

Fungsi objektif adalah hubungan antara semua atau beberapa *variable* serta parameter yang nilainya akan dioptimalkan. Fungsi objektif juga disesuaikan dengan permintaan, apakah nilai yang diharapkan merupakan nilai minimum atau maksimum.

Dalam proses desain kapal, proses optimisasi dapat dikombinasikan dengan beberapa metode lainnya seperti yang sudah dijelaskan pada pembahasan sebelumnya. Empat metode tersebut antara lain adalah *method of comparison*, *method of statistic*, *trial and error (iritation)* dan metode *method of complex solution*. Pelaksanaan kombinasi antar dua metode atau lebih dalam proses optimisasi akan cenderung melibatkan prinsip dasar rekayasa teknik (*engineering*) dan prinsip ekonomi. Sehingga dalam setiap iterasi yang terjadi, selain pemeriksaan terhadap batasan atau syarat yang ditentukan, juga dilakukan perhitungan-perhitungan teknis dan ekonomis dengan tetap berorientasi pada objective function yang mewakili tujuan akhir proses perancangan kapal dengan metode optimisasi, (Parsons, 2001).

II.2. Self-Propelled Barge Pembangkit Listrik

Self-Propelled Barge Pembangkit Listrik merupakan kapal pembangkit listrik yang menggunakan *barge* sebagai lambungnya. Biasanya desain lambung ini digunakan untuk kapal pembangkit listrik yang berukuran kecil.

II.2.1. Kapal Pembangkit Listrik

Kapal pembangkit listrik atau *Marine Vessel Power Plant (MVPP)* merupakan kapal yang berfungsi sebagai pembangkit listrik yang dapat berpindah-pindah. Saat ini Indonesia menyewa MVPP dari Turki guna memenuhi kebutuhan listrik di daerah-daerah luar Pulau Jawa, (Kamaluddin, 2016).



Gambar II.2 Karadeniz Powership Zeynep Sultan milik Turki yang disewa oleh PLN
(Sumber: kompas.com/read/2016/11/17/202719126/dua.kapal.pembangkit.listrik.menuju.indonesia)

II.2.2. Barge

Tongkang atau Ponton adalah suatu jenis kapal yang memiliki bentuk lambung datar atau suatu kotak besar yang mengapung. Tongkang sendiri tidak memiliki sistem pendorong (*propulsi*) seperti kapal pada umumnya, digunakan untuk mengangkut barang dan ditarik dengan kapal tunda. Tongkang sendiri umum digunakan untuk mengangkut muatan dalam jumlah besar seperti kayu, batubara, pasir dan lain-lain. Pembuatan kapal tongkang juga berbeda karena hanya konstruksi saja, tanpa adanya beberapa sistem seperti kapal pada umumnya. Berdasarkan fungsinya, Tongkang (*Barge*) dibagi menjadi :

1. *Flat Top Barge*.

Adalah *Barge* yang berbentuk paling sederhana yaitu berbentuk seperti kotak pada umumnya, dan dibagian atasnya berbentuk *Flat* atau datar.

2. *Cargo Barge*.

Dapat dikatakan sama dengan kapal biasa karena mempunyai kamar kargo atau palka. akan tetapi tidak ada kamar untuk mesin, karena kapal ini tidak bermesin induk.

3. *Oil Barge*.

Adalah jenis *Barge* yang digunakan khusus untuk mengangkut minyak. *Barge* jenis ini ada juga yang bersifat ganda, yaitu dibagian bawahnya digunakan untuk membawa minyak, sedangkan diatas deck untuk jenis cargo lainnya.

4. *Construction Barge*.

Adalah jenis *Flat Top Barge* yang digunakan untuk menunjang pekerjaan *Erection* di lepas pantai Diatas deck biasanya dilengkapi juga dengan kamar akomodasi (*Living Quarter*) untuk para pekerja.

5. *Self-Propelled Barge*

Tongkang ini berbeda karena memiliki tenaga penggerak sendiri, dengan bentuk kapal yang basisnya sama dengan kapal tongkang. *Self-Propelled Barge* biasanya dioperasikan pada perairan dangkal maupun sungai, (Handoyo, 2011).

II.3. Tinjauan Teknis

II.3.1. Penentuan Ukuran Utama Dasar

Dalam proses perancangan kapal terdapat langkah-langkah perhitungan untuk menentukan ukuran utama kapal yang didesain. Biasanya penentuan ini berdasarkan data-data

dari kapal pembanding yang telah ada. Akan tetapi dalam pendesainan kapal penyeberangan ini tidak menggunakan data kapal pembanding. Penentuan ukuran utama awal dibuat dengan mendesain *layout* awal kapal yang didasarkan pada kebutuhan payload kapal yang telah ditentukan.

Adapun ukuran-ukuran utama yang perlu diperhatikan adalah :

1. Lpp (Length Between Perpendicular)

Panjang yang diukur antara dua garis tegak yaitu, jarak horizontal antara garis tegak buritan (*After Perpendicular/AP*) dan garis tegak haluan (*Fore Perpendicular/FP*).

2. Bm (*Moulded Breadth*)

Lebar terbesar diukur pada bidang tengah kapal diantara dua sisi dalam kulit kapal untuk kapal-kapal baja. Untuk kapal yang terbuat dari kayu atau bukan logam lainnya, diukur antara dua sisi terluar kulit kapal.

3. H (*Height*)

Jarak tegak yang diukur pada bidang tengah kapal, dari atas lunas sampai titik atas balok geladak sisi kapal.

4. T (*Draught*)

Jarak yang diukur dari sisi atas lunas sampai ke permukaan air.

II.3.2. Perhitungan Hambatan

Perhitungan hambatan dilakukan untuk mendapatkan daya mesin yang dibutuhkan. Nilai yang mempengaruhi besarnya hambatan adalah ukuran dari kapal, badan kapal yang tercelup dalam air, serta kecepatan yang diinginkan. Dalam menghitung hambatan pada kapal ini menggunakan metode *Korean Register Barge*.

II.3.3. Perhitungan Berat Kapal

1. Light Weight (LWT)

Light Weight (LWT) merupakan berat keseluruhan dari kapal kosong yaitu terdiri dari berat baja, permesinan, peralatan, dan perlengkapan kapal.

a. Berat Baja

Perhitungan berat baja untuk kapal ini menggunakan metode *post per post* yaitu dengan menghitung luasan dari pelat yang dibutuhkan dikalikan dengan tebal pelat dan berat jenis dari baja. Kemudian untuk dilakukan pendekatan yaitu 30% dari berat pelat yang digunakan.

b. Berat Peralatan dan Perlengkapan

Perhitungan berat peralatan dan perlengkapan dihitung dengan rumus pendekatan berdasarkan panjang dan lebar kapal.

c. Berat Permesinan

Berat permesinan terdiri dari berat mesin, *gearbox*, *shafting*, dan *propeller*. Untuk perhitungan permesinan ini menggunakan metode schneeklut, yaitu :

Berat Mesin = Dari katalog
 Berat gear box = Dari katolog
 Berat *Shafting* = $M_s/l = 0.081(P_D/n)^{2/3}$ (2.13)

P_D = *Delivered Power at Propeller*

n = rpm

Berat Propeller = $D^3.K$ (2.14)

D = Diameter *Propeller*

K = Koefisien *Fixed Propeller*

2. Dead Weight (DWT)

Komponen dari Dead Weight (DWT) ini terdiri dari *payload* dan *consumable*. Payload dari kapal ini yaitu berat generator, bahan bakar, dan minyak pelumas dari generator. Untuk kebutuhan *consumable* berupa awak kapal, bahan makanan, bahan bakar dan air bersih.

II.3.4. Stabilitas

Dalam Tugas Akhir ini dilakukan perhitungan stabilitas utuh (*intac stability*) dengan menggunakan rumus dari “*The Teory and Ttechnique of Ship Design*” [Manning, 1996]. Pengertian stabilitas adalah kemampuan kapal untuk kembali pada kedudukan setimbang dalam kondisi air tenang ketika kapal mengalami gangguan dalam kondisi tersebut. Perhitungan stabilitas dapat digunakan untuk mengetahui kemampuan kapal kembali pada kedudukan semula apabila mengalai oleng pada saat berlayar. Keseimbangan statis suatu benda dibedakan atas tiga macam yaitu:

1. Keseimbangan stabil

Adalah kondisi ketika benda mendapat kemiringan akibat adanya gaya luar, maka benda akan kembali pada kondisi semula setelah gaya tersebut hilang. Jika ditinjau dari sudut keseimbangan kapal maka letak titik G (*centre of gravity*) berada dibawak titil M (*metacentre*).

2. Keseimbangan Labil

Adalah kondisi ketika benda menngalami kemiringan akibat adanya gaya luar yang bekerja pada benda tersebut, maka kedudukan benda akan cenderung berubah lebih banyak dari

kedudukan semula sesudah gaya tersebut hilang. Jika ditinjau dari sudut keseimbangan kapal maka letak titik G berada diatas titik M.

3. Keseimbangan indeferent

Adalah kondisi ketika benda mengalami kemiringan sedikit dari kedudukannya akibat adanya gaya dari luar, maka benda tetap pada kedudukannya yang baru walaupun gaya tersebut telah hilang. Jika ditinjau dari sudut keseimbangan kapal maka letak titik berat G berimpit dengan titik metacentre M.

Kapal harus mempunyai stabilitas yang baik dan harus mampu menahan semua gaya luar yang mempengaruhinya hingga kembali pada keadaan seimbang. Hal-hal yang memegang peranan penting dalam stabilitas kapal antara lain:

- a. Titik G (*gravity*), yaitu titik berat kapal.
- b. Titik B (*buoyancy*), yaitu titik tekan keatas akibat air yang dipindahkan akibat badan kapal yang tercelup.
- c. Titik M (*metacentre*), yaitu titik perpotongan antara vector gaya tekan keatas pada keadaan tetap dengan vector gaya tekan keatas pada sudut oleng.

Ada beberapa kriteria utama dalam menghitung stabilitas kapal. Kriteria stabilitas tersebut diantaranya (IS Code Ch.3.1) adalah:

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

Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $30^\circ \geq 0.055 \text{ m.rad}$

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

Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $40^\circ \geq 0.09 \text{ m.rad}$

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

Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $30^\circ \sim 40^\circ \geq 0.03 \text{ m.rad}$

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

lengan penegak GZ paling sedikit 0.2 m pada sudut oleng 30° atau lebih.

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

Lengan penegak maksimum pada sudut oleng lebih dari 25°

6. $GM_0 \geq 0.15 \text{ m}$

Tinggi metasenter awal GM_0 tidak boleh kurang dari 0.15 meter.

II.3.5. Perhitungan Freeboard

Lambung timbul (*freeboard*) merupakan salah satu jaminan keselamatan kapal selama melakukan perjalanan dalam mengangkut muatan menjadi jaminan utama kelayakan dari

sistem transportasi laut yang ditawarkan pada pengguna jasa, terlebih pada kapal penumpang, keselamatan merupakan prioritas utama.

Secara sederhana pengertian lambung timbul adalah jarak tepi sisi geladak terhadap air yang diukur pada tengah kapal. Peraturan internasional untuk lambung timbul yang dihasilkan dari konferensi internasional tentang peraturan lambung timbul minimum ILLC (*International Load Lines Convention, 1966 on London*), dalam peraturan tersebut dinyatakan bahwa tinggi lambung timbul minimum (*summer load lines*) telah disebutkan dalam tabel lambung timbul minimum untuk kapal dengan panjang tertentu, (Kamaluddin, 2016).

BAB III METODOLOGI

III.1. Metode Pengerjaan

Pada bab metodologi ini akan dijelaskan bagaimana langkah - langkah dalam pengerjaan Tugas Akhir ini. Digambarkan dengan diagram alir pengerjaan, kemudian dijelaskan setiap poin yang ada dalam diagram alir tersebut.

III.2. Proses Pengerjaan

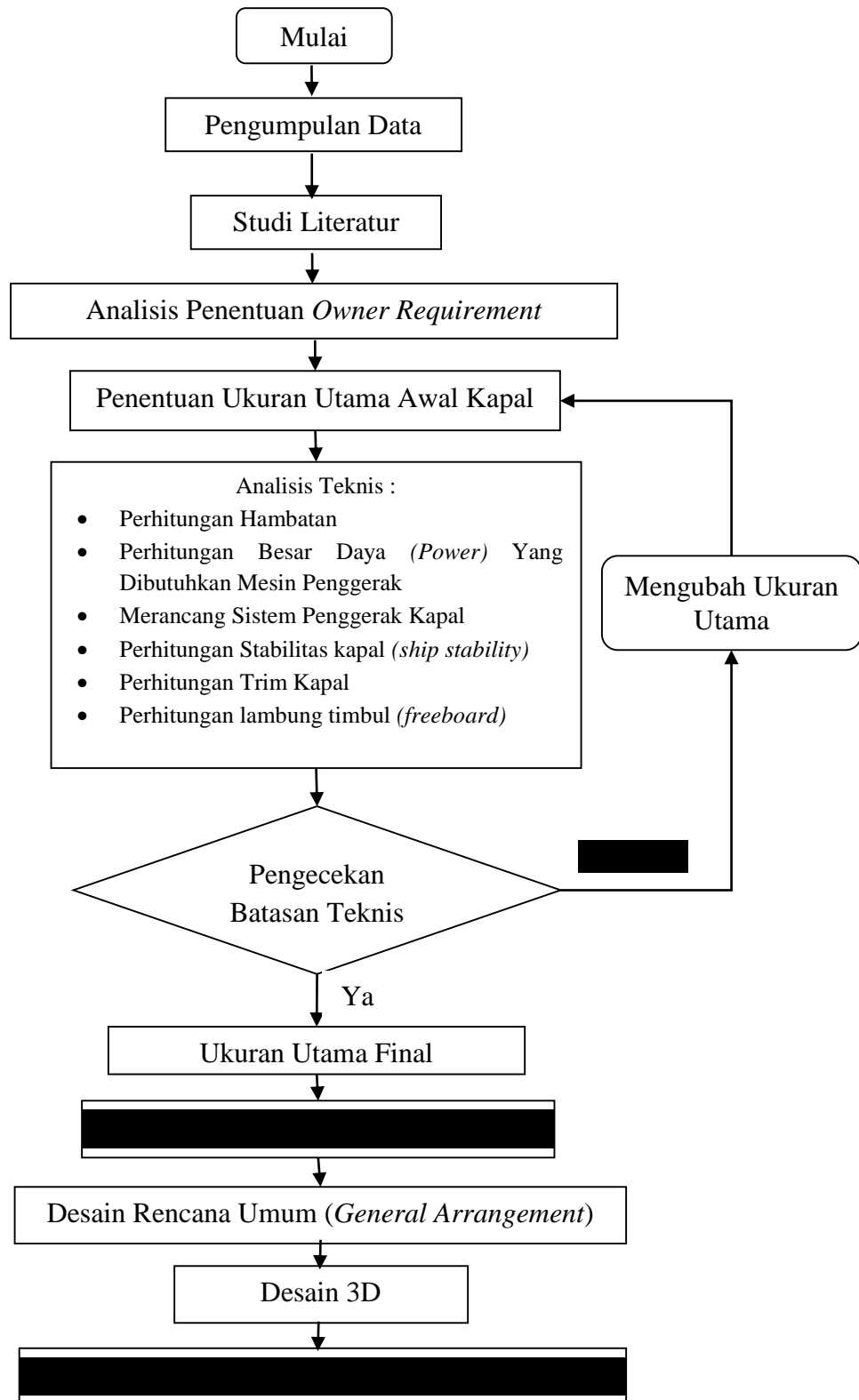
Proses pengerjaan tugas akhir ini dimulai dengan studi literatur yang berkaitan dengan permasalahan pada Tugas Akhir ini. Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan pengetahuan serta teori-teori yang berkaitan dengan Tugas Akhir ini, bisa dalam bentuk hasil penelitian sebelumnya agar bisa lebih memahami permasalahan dan pengembangan yang dilakukan. Selanjutnya adalah pengumpulan data, metode pengumpulan data dalam Tugas Akhir ini adalah metode pengumpulan secara tidak langsung (sekunder). Pengumpulan data ini dilakukan dengan mengambil data terkait dengan permasalahan dalam tugas ini salah satunya yaitu data tentang kelistrikan di Indonesia.

Selanjutnya data tersebut diolah untuk mendapatkan ukuran utama kapal dan melakukan analisis teknis yang meliputi hambatan, stabilitas, titik berat, lambung timbul, dan trim. Setelah itu dilanjutkan dengan proses perencanaan (desain). Proses desain pada tugas akhir ini dibagi menjadi tiga tahap. Pertama adalah desain rencana garis, pembuatan rencana garis dilakukan dengan bantuan *software maxsurf*. Setelah proses desain rencana garis selesai, proses berikutnya adalah menyempurnakan atau menyelesaikan desain rencana garis dengan bantuan *software AutoCad*. Tahap Kedua adalah desain rencana umum yang dibuat dalam tiga pandangan yaitu tampak depan, samping, dan belakang. Dalam rencana umum ini sudah termasuk penataan ruangan, peralatan, perlengkapan, muatan, dan hal lainnya. Tahap terakhir dari proses desain ini adalah permodelan 3D kapal, permodelan 3D dari desain kapal ini dengan bantuan *software sketchup*.

III.3. Lokasi Pengerjaan

Lokasi pengerjaan tugas akhir ini dilakukan pada labolatorium desain di jurusan teknik perkapalan FTK ITS.

III.4. Bagan Alir



Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN

IV.1. Pendahuluan

Pada bab ini akan dibahas mengenai proses penentuan jumlah muatan dan menentukan ukuran utama kapal. Selain itu juga akan di bahas mengenai perhitungan hambatan, perhitungan berat dan titik berat kapal, trim, stabilitas dan lain-lain. Dalam perhitungan tersebut harus memenuhi kriteria – kriteria yang harus terpenuhi, seperti kriteria IMO (*International Maritime Organization*). Di bab ini juga akan dibahas pembuatan Rencana Garis, Rencana Umum kapal, dan desain 3D kapal.

IV.2. Data

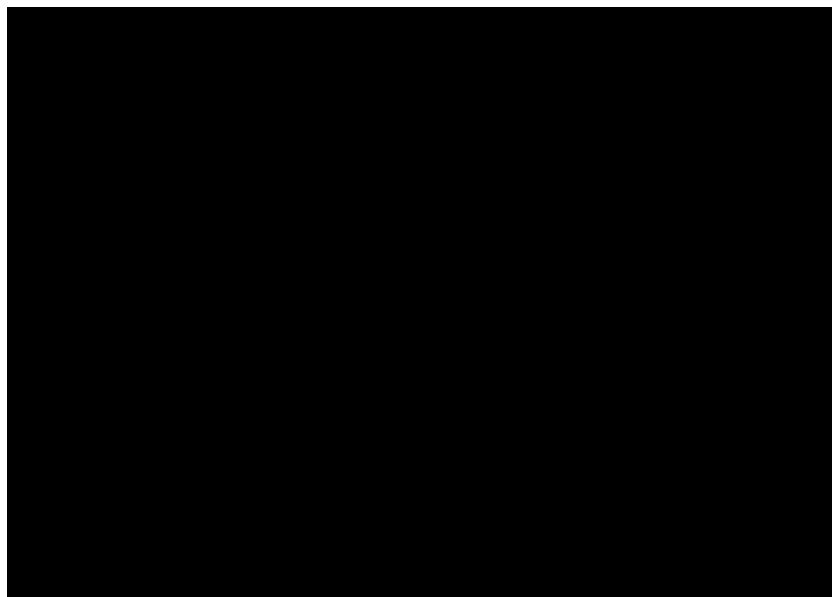
Data-data yang dibutuhkan untuk menentukan desain dari kapal pembangkit listrik. Diantaranya kecepatan kapal, rute pelayaran dan generator yang digunakan untuk menentukan *payload*.

IV.2.1. Kecepatan Kapal

Kecepatan dari kapal ditentukan sama dengan kecepatan dari rata-rata *self-propelled barge* yaitu 8 knots.

IV.2.2. Rute Pelayaran

Disini ditentukan *homebase* dari kapal adalah di Jakarta. Jarak Jakarta-Pontianak adalah 431 nautical miles sedangkan Jakarta-Lombok 698 nautical miles.



Gambar IV.1 Rute Pelayaran

IV.2.3. Generator

Pada kapal ini digunakan generator ASCOT DGS-MT-2500 yang berkapasitas 2.5 megawatt berjumlah 12 buah untuk memenuhi kebutuhan listrik sebesar 30 megawatt di Kalimantan Barat dan Lombok.



Gambar IV.2 Generator ASCOT DGS-MT-2500
(Sumber: www.ascotnational.com)

ASCOT DGS-MT-2500			
Daya	2500 kW	Panjang	12.192 m
Konsumsi BB	225 g/kWH	Tinggi	2.499 m
Berat	91.75 Ton	Lebar	2.438 m

Tabel IV.1 Spesifikasi Generator ASCOT DGS-MT-2500

IV.2.4. Payload

Dari generator yang digunakan dapat ditentukan *payload* dari kapal yaitu berat dari 12 generator, bahan bakar, dan minyak pelumas. Untuk bahan bakar dari generator direncanakan pengisian dilakukan setiap satu minggu, sehingga dibutuhkan tangki bahan bakar untuk satu minggu.

Berat Total (x12)	1101 ton
BB 12 Generator/Minggu	1134 ton
Berat Minyak Pelumas (x12)	19 ton
Payload	2254 ton

Tabel IV.2 Payload Kapal

IV.3. Pembahasan

Pembahasan mengenai penentuan ukuran utama kapal perhitungan hambatan, perhitungan berat dan titik berat kapal, trim, stabilitas dan lain-lain. Dalam perhitungan tersebut harus memenuhi kriteria – kriteria yang harus terpenuhi, seperti kriteria IMO (*International Maritime Organization*). Di bab ini juga akan dibahas pembuatan Rencana Garis, Rencana Umum kapal, dan desain 3D kapal.

IV.3.1. Ukuran Utama Kapal

Dengan menggunakan metode *geosim* dengan kapal pembanding Dynami III maka di dapat ukuran utama kapal sebagai berikut :

$$L = 76.071 \text{ m} \qquad B = 19.845 \text{ m}$$

$$T = 2.425 \text{ m} \qquad H = 4.704 \text{ m}$$

IV.3.2. Perhitungan Koefisien

1. Froude Number (*Fn*)

Bilangan *Froude* adalah sebuah bilangan tak bersatuan yang digunakan untuk mengukur resistensi dari sebuah benda yang bergerak melalui air, dan membandingkan benda-benda dengan ukuran yang berbeda-beda. Didapatkan *Froud Number* sebagai berikut (Lewis, 1998).

$$Fn = \frac{Vs}{\sqrt{g \cdot L}}$$

Dimana:

$$Fn = 0.206$$

$$0,15 \leq Fn \leq 0,3$$

2. Koefisien Blok

Dari perhitungan didapatkan CB sebesar (Watson & Gilfillan):

$$C_B = 1 - 1.26 (B / L + 1) Fn \\ = 0.850$$

3. Koefisien bidang *midship*

Koefisien *Midship* adalah perbandingan antara luas penampang gading besar yang terendam air dengan luas suatu penampang yang lebarnya = B dan tingginya = T. Dari perhitungan didapat harga C_M (Parsons)

$$C_M = 0.977 + 0.085 \cdot (C_B - 0.6) \\ = 0,998$$

4. Koefisien bidang garis air

Koefisien *waterplan* adalah perbandingan antara volume badan kapal yang ada dibawah permukaan air dengan volume sebuah prisma dengan luas penampang pada L_{wl} dan tinggi = T. Dari perhitungan ukuran yang optimal didapat harga C_{WP} (Parsons,2001)

$$C_{WP} = C_B / (0.471 + 0.551) C_B$$

$$= 0,905$$

5. L_{CB}

Length Center of Buoyancy adalah jarak titik gaya angkat secara memanjang. Didapatkan L_{CB} sebagai berikut, (Schneekluth, 1998):

a. L_{CB} (%)

$$L_{CB} = 8.80 - 38.9 \cdot F_n$$

$$= 3.019 \% L_{CB}$$

b. L_{CB} dari AP

$$L_{CB} = 0.5 \cdot L_{PP} + L_{CBM}$$

$$= 40.332 \text{ m dari AP}$$

6. Koefisien prismatic

Koefisien Prismatic adalah perbandingan antara volume badan kapal yang ada di bawah permukaan air dengan volume sebuah prisma dengan luas penampang midship dan panjang L_{wl} . Atau sama dengan koefisien balok dibagi koefisien midship. Dari perhitungan ukuran yang optimal didapat harga C_p (Dokkum, 2003):

$$C_P = \frac{C_B}{C_M}$$

$$= 0.851$$

7. Volume displamen

Berikut adalah perhitungan dari volume displamen (Dokkum, 2003) :

$$V = L \cdot B \cdot T \cdot C_B$$

$$= 3236.692 \text{ m}^3$$

8. Berat displasemen

$$D = V \cdot \rho$$

$$= 3317.610 \text{ ton}$$

IV.3.3. Perhitungan Hambatan

Perhitungan hambatan pada desain kapal ini menggunakan metode *Korean Register Barge* karena lambung dari kapal ditentukan berbentuk *barge*. Dan didapatkan hambatan total sebesar 51.36 kN.

IV.3.4. Penentuan Mesin dan Generator Cadangan Kapal

Perhitungan Propulsi dan daya mesin induk ini tergantung dari hambatan total yang telah dihitung. Berikut langkah perhitungannya:

$$\begin{aligned}RT &= 51.360 \quad \text{kN} \\V_s &= 5.114 \quad \text{m/s} \\EHP &= RT \times V_s \\&= 262.654 \quad \text{kW} \\DHP &= 567.018 \quad \text{kW} \\BHP &= DHP + 3\% DHP + 15\% DHP \\&= 492.109 \quad \text{kW}\end{aligned}$$

Dari BHP yang telah ditentukan maka dipilihlah motor induk yang akan digunakan berdasarkan katalog mesin induk. Dan didapatkan spesifikasi motor induk sebagai berikut.

Merk Mesin	= MAN&BW
Type Mesin	= D2848 LE 422
Daya Mesin	= 551 kW
RPM	= 1800 RPM
Konsumsi Bahan Bakar	= 146 L/jam
Berat Mesin	= 1565 kg
Panjang	= 1546 mm
Lebar	= 1230 mm
Tinggi	= 1120 mm



Gambar IV.3 MAN&BW D2848 LE 422

Dari daya mesin ditentukan daya generator cadangan yaitu sebesar 25% daya mesin induk yaitu sebesar 137.75 kW. Didapatkan spesifikasi generator cadangan sebagai berikut.

Merk Generator	= Generac
----------------	-----------

Type Generator	= SD150
Daya	= 150 kW
Berat	= 360 kg

IV.3.5. Perhitungan Berat dan Titik Berat Kapal

Perhitungan berat dan titik berat kapal ini terdiri dari *Light Weight Tonnage (LWT)* dan *Death Weight Tonnage (DWT)*. Berat dari kapal ini sendiri sebesar 3309.428 ton dengan titik berat vertikal 4.86 m dari *baseline* dan titik berat horizontal 36.10 m. Untuk detail perhitungannya adalah sebagai berikut.

1. LWT

LWT adalah berat kapal kosong kapal yaitu terdiri dari berat baja, permesinan, peralatan, dan perlengkapan kapal.

a. Berat Baja

Berat baja kapal dihitung menggunakan metode *post per post* yaitu dengan menghitung luasan pelat kapal kemudian dikalikan dengan tebal dan masa jenis pelat. Sehingga diperoleh berat keseluruhan pelat adalah 642.674 ton. Kemudian untuk berat penegar diasumsikan seberat 30% dari berat total pelat sehingga diperoleh beratnya adalah 192.803 ton. Sehingga berat keseluruhan dari baja kapal adalah 835.476 ton.

Titik Berat Baja

$$C_{KG} = 0.58$$

$$KG = C_{KG} \times D_A$$

$$= 4.354 \text{ m}$$

LCG dari *midship*

$$\text{Dalam \%L} = -0.15 + LCB$$

$$= 0.648 \%$$

$$\text{Dalam m} = LCG (\%) \times L$$

$$= 0.493$$

LCG dari *FP*

$$LCG_{FP} = 0.5L + LCG \text{ dari midship}$$

$$= 38.528 \text{ m}$$

b. Berat Permesinan

Berat permesinan terdiri dari berat mesin induk, berat generator, dan berat instalasi permesinan.

$$W_{me} = 1.565 \text{ ton}$$

$$W_{au} = 0.340 \text{ ton}$$

$$W_{au} = C_M \times BHP^{0.7}$$

$$= 76.485 \text{ ton}$$

Jadi,

$$W_m = W_{me} + W_{au} + W_{au}$$

$$= 78.390 \text{ ton}$$

Titik Berat Permesinan

Titik berat mesin dapat ditentukan dari letak mesin. Titik berat diasumsikan berada di tengah-tengah mesin.

$$LCG_m = 67.267 \text{ m dari FP}$$

$$KG_m = 2.252 \text{ m}$$

c. Berat Peralatan dan Perlengkapan

Penentuan berat peralatan dan perlengkapan menggunakan rumus pendekatan yaitu sebagai berikut.

$$W_{O\&E} = C_{E\&O} \times L \times B \quad \text{dimana: } 0.18 \text{ ton/m}^2 < C_{E\&O} < 0.26 \text{ ton/m}^2$$

$$= 226.438 \text{ ton} \quad C_{E\&O} = 0.25 \text{ ton/m}^2$$

Titik Berat Peralatan dan Perlengkapan

Titik berat perlengkapan diasumsikan sesuai dengan persebaran peralatan dan perlengkapan yang adap pada kapal.

$$KG_{E\&O} = 6.646 \text{ m}$$

$$LCG_{FP} = 55.97$$

2. DWT

DWT adalah berat muatan dari kapal yaitu terdiri dari berat *payload* dan berat *consumable*.

a. Berat *payload*

Berat *payload* terdiri dari berat generator pembangkit listrik, dan bahan bakarnya.

$$W_{gen} = 1101 \text{ ton}$$

$$KG_{gen} = 7.056 \text{ m (diasumsikan titik berat berada pada tengah-tengah generator)}$$

$$LCG = 30.000 \text{ m dari FP (dilihat dari peletakan generator)}$$

$$W_{bb \text{ gen}} = 1153 \text{ ton (dihitung dari konsumsi bahan bakar generator/minggu)}$$

$$KG = 2.818 \text{ m}$$

$$LCG = 36.284 \text{ m dari FP}$$

b. Berat *consumable*

Berat *consumable* terdiri dari *crew*, bahan bakar, oli diesel, minyak pelumas, air bersih, air kotor, oli kotor, dan bahan makanan. Dari perhitungan yang dituliskan dalam lampiran diperoleh berat *consumable* sebesar 11.86 ton dengan titik berat vertikal 3.25 m dari *baseline* dan titik berat horizontal 62.15 m dari FP.

IV.3.6. Perhitungan *Freeboard*

Freeboard atau lambung timbul merupakan selisih dari tinggi kapal dengan sarat kapal. Lambung timbul berfungsi sebagai daya apung cadangan kapal. Untuk perhitungan dapat dilihat pada lampiran dengan hasil sebagai berikut.

Tinggi minimal *freeboard* = 1.16 m
Freeboard sebenarnya = 3.211 m

Dari hasil tersebut maka *freeboard* kapal dapat diterima karena lebih besar dari *freeboard* minimal dari hasil perhitungan.

IV.3.7. Pengujian Trim

Pengujian trim kapal dilakukan menggunakan *software Maxsurf Hydromax*. Yaitu dengan memasukan model kapal dan berat serta letak komponen-komponen kapal. Diantaranya LWT kapal dan tangki-tangki dari kapal.

	Item Name	Quantity	Weight tonne	Long.Arm m	Vert.Arm m	Trans.Arm m	FS Mom. tonne.m	FSM Type
1	Lightship + Generator	1	2022	38.265	2.720	0.000	0.000	
2	Tank 1S	100%	179.0	25.864	2.858	4.062	0.000	IMO
3	Tank 1P	100%	179.0	25.864	2.858	-4.062	0.000	IMO
4	Tank 2S	100%	179.0	40.864	2.857	4.062	0.000	IMO
5	Tank 2P	100%	179.0	40.864	2.857	-4.062	0.000	IMO
6	Tank 3S	100%	179.0	55.864	2.857	4.062	0.000	IMO
7	Tank 3P	100%	179.0	55.864	2.857	-4.062	0.000	IMO
8	Tank 4S	100%	178.1	70.828	2.865	4.061	0.000	IMO
9	Tank 4P	100%	178.1	70.828	2.865	-4.061	0.000	IMO
10	Ballast Tank S	0%	0.0000	30.426	0.325	0.000	0.000	IMO
11	Ballast Tank S	0%	0.0000	30.426	0.325	0.000	0.000	IMO
12		Total Weight=	3452	LCG=42.4	VCG=2.778	TCG=0.000	0	
13					FS corr.=0			
14					VCG fluid=2.778			

Tabel IV.3 Letak dan Berat Komponen-Komponen Kapal

Dari hasil pengujian menyatakan bahwa kapal telah memenuhi beberapa kriteria trim. Ini menandakan, tidak ada elemen dari kapal yang perlu diganti. Berikut adalah hasil dari pengujian stabilitas dengan *software Maxsurf Hydromax*.

	Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
1	Criteria at equilibrium	Value of heel, trim or dec				Pass
2		the angle of	Heel			
3		shall be less than (<)	10.0	deg	0.0	Pass

Tabel IV.4 Hasil Pengujian Trim

IV.3.8. Pengujian Stabilitas

Pengujian stabilitas kapal dilakukan menggunakan *software Maxsurf Hydromax*. Yaitu dengan memasukan model kapal dan berat serta letak komponen-komponen kapal. Diantaranya LWT kapal dan tangki-tangki dari kapal.

Dari hasil pengujian menyatakan bahwa kapal telah memenuhi beberapa kriteria stabilitas. Ini menandakan, tidak ada elemen dari kapal yang perlu diganti. Berikut adalah hasil dari pengujian stabilitas dengan *software Maxsurf Hydromax*.

	Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
1	GZ curve criteria	Value of GMt at				Pass
2		angle of equilibrium	0.0	deg		
3		shall be greater than (>)	1.500	m	13.990	Pass
4						
5	GZ curve criteria	Value of GZ at				Pass
6		spec. heel angle	30.0	deg		
7		shall be greater than (>)	1.500	m	3.983	Pass
8						
9	GZ curve criteria	Value of max. GZ				Pass
10		in the range from the greater				
11		angle of equilibrium	0.0	deg	0.0	
12		to the lesser of				
13		angle of max. GZ	23.8	deg	23.8	
14		shall be greater than (>)	1.700	m	4.117	Pass
15		Intermediate values				
16		angle at which this GZ occu		deg	23.8	
17						
18	GZ curve criteria	Value of GZ at spec. angl				Pass
19		heel angle at which required	30.0	deg		
20		required value of GZ at this	0.200	m		
21		limited by first downflooding	n/a	deg		
22		shall be greater than (>)	0.252	m	4.117	Pass
23		Intermediate values				
24		angle at which max. GZ occ		deg	23.8	
25						
26	GZ curve criteria	Value of RM at spec. angl				Pass
27		heel angle at which required	30.0	deg		
28		required value of RM at this	200.000	N.m		
29		limited by first downflooding	n/a	deg		
30		shall be greater than (>)	252.200	N.m	139386544.	Pass
31		Intermediate values				
32		angle at which max. GZ occ		deg	23.8	
33						
34	GZ curve criteria	Ratio of GZ values at phi1				Pass

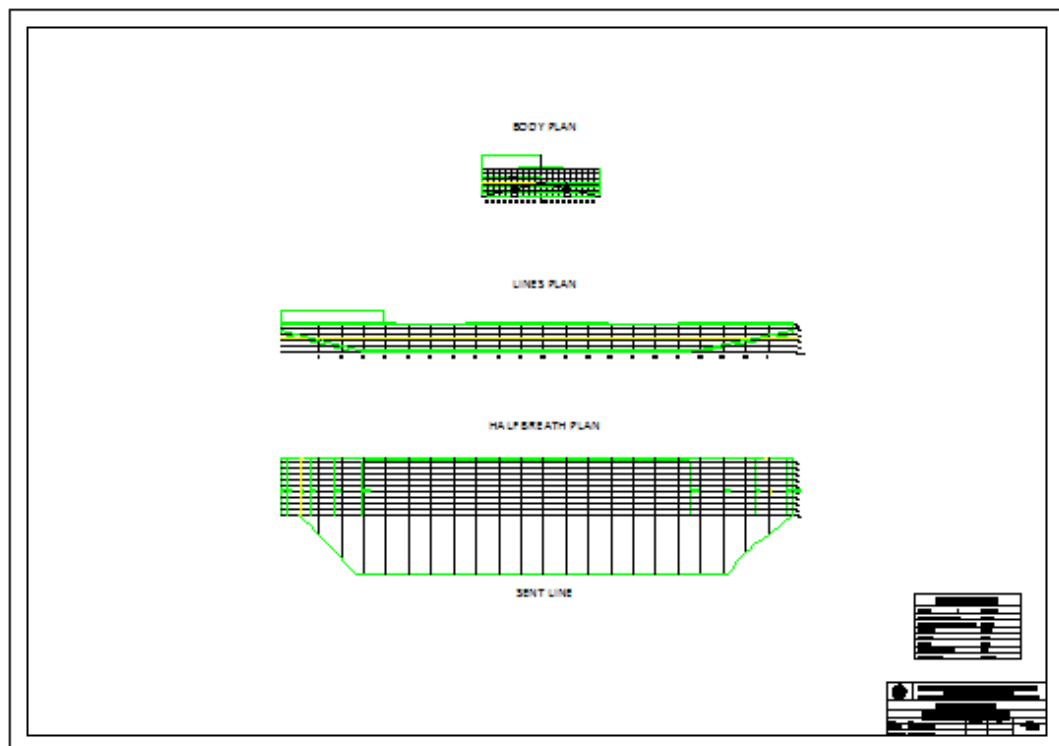
Tabel IV.5 Hasil Pengujian Stabilitas Kapal

Kriteria	Batasan Stabilitas	Harga Stabilitas	Satuan	Status
e 0 - 30°	0.055	0.70	m.rad	Memenuhi
e 0 - 40°	0.09	0.98	m.rad	Memenuhi
e 30 - 40°	0.03	0.28	m.rad	Memenuhi
GZ 30°	0.2	0.59	m	Memenuhi
GM 0°	0.15	1.97	m	Memenuhi
ϕ° maksimum	25	26.25	° (derajat)	Memenuhi

Tabel IV.6 Rekapitulasi Stabilitas Kapal

IV.4. Pembuatan Rencana Garis

Pembuatan Rencana Garis (*Lines Plan*) dapat dilakukan setelah ukuran utama akhir dari hasil perhitungan didapatkan. *Lines Plan* ini merupakan gambar proyeksi badan kapal yang dipotong secara melintang (pandangan depan), secara memanjang (pandangan samping), dan vertikal memanjang (pandangan atas). *Lines plan* berguna untuk mendapatkan desain kapal yang optimum. Pada pembuatan *lines plan* ini digunakan *software Maxsurf* yang kemudian dikonversikan ke *software AutoCAD*, sehingga didapatkan gambar sebagai berikut. Dengan detail dapat dilihat pada lampiran.



Gambar IV.4 Gambar *Lines Plan* dari Kapal

IV.5. Pembuatan Rencana Umum

Setelah pembuatan Rencana Garis selesai, dapat dilakukan pembuatan Rencana Umum/*General Arrangement*. Rencana Umum didefinisikan sebagai perencanaan ruangan yang dibutuhkan sesuai dengan fungsi dan perlengkapannya. Ruangan-ruangan tersebut misalnya: ruang muat, ruang mesin, ruang akomodasi, *superstructure* (bangunan atas), dan lain-lain. Rencana Umum dibuat berdasarkan Rencana Garis yang telah dibuat sebelumnya. Dengan *lines plan* secara garis besar bentuk badan kapal (*outline*) akan terlihat sehingga memudahkan dalam mendesain serta menentukan pembagian ruangan sesuai dengan fungsinya masing-masing. Diantaranya yang perlu diperhatikan dalam pembuatan rencana umum ini adalah sebagai berikut.

1) Ruang Muat

Self Propelled-Barge (SPB) pembangkit listrik ini memiliki ruang muat untuk mengangkut bahan bakar pembangkit listrik sepanjang 61.2 meter dengan lebar 18.25 meter dan tinggi 3.12 meter yang dibagi masing-masing menjadi tiga buah tangki muat di *portside* dan *statboard*. Kemudian di atasnya diletakkan 12 buah generator pembangkit listrik dengan kapasitas 2500 megawatt.

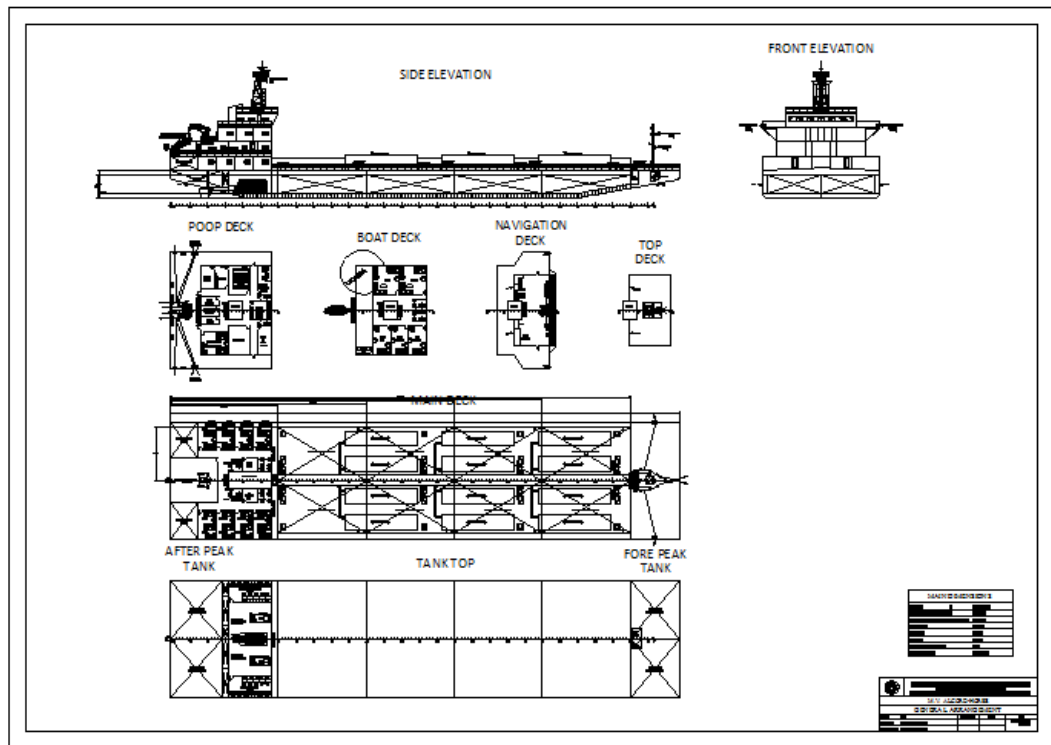
2) Peletakan Sekat

Terdapat 3 sekat pada SPB ini, yaitu sekat ceruk buritan yang terdapat di 0.6 meter dibelakang AP, lalu sekat kamar mesin yang terdapat di 7.8 meter didepan AP, dan yang terakhir adalah sekat tubrukan yang terdapat di 2.745 meter di belakang FP.

3) Perencanaan Ruangan

Jumlah *crew* yang direncanakan pada adalah sejumlah 23 orang, yang mengacu kepada Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia NO: PM 25 Tahun 2015, dimana disebutkan untuk kapal dengan jumlah *Gross Tonnage* 1500-5000 GT jumlah *crew-nya* ialah 19 orang. Dimana telah diperoleh dari perhitungan *tonnage* bahwa jumlah GT SPB ini ialah 2081 GT. Kemudian ditambah dengan 2 orang kadet dan 2 orang teknisi pembangkit listrik.

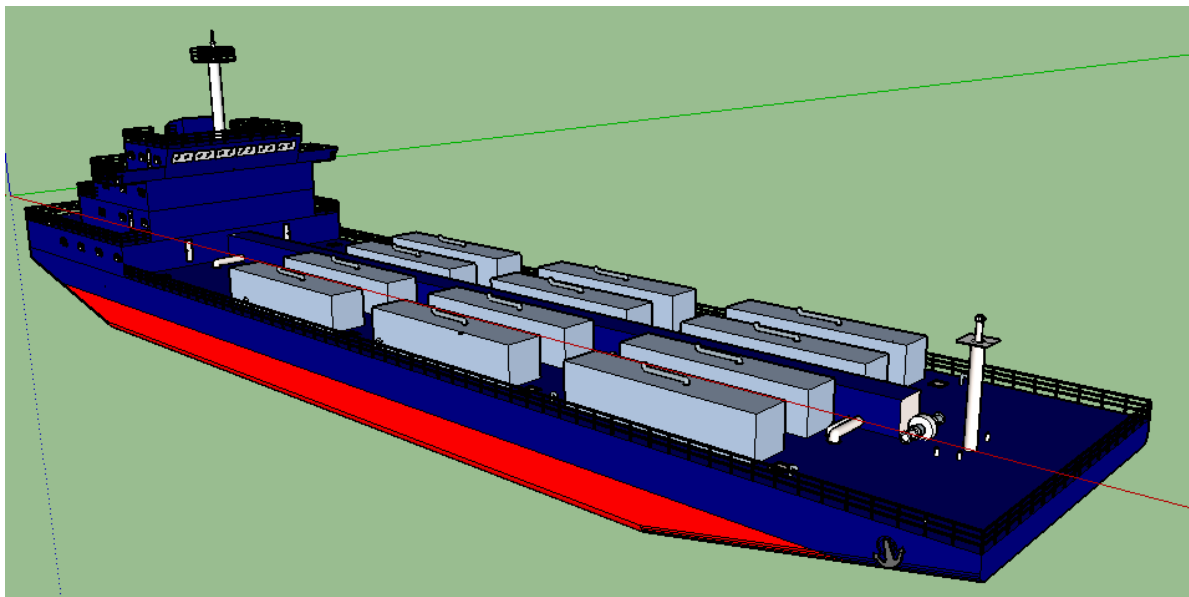
Berikut adalah hasil dari pembuatan *General Arrangement Self Propelled-Barge* pembangkit listrik ini. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada lampiran.



Gambar IV.5 General Arrangement dari Kapal

IV.6. Pembuatan Desain 3 Dimensi

Setelah tahap pendesainan Rencana Umum selesai, maka dapat dibuat model kapal secara 3 dimensi. Pembuatan model kapal ini harus sesuai dengan ukuran utama kapal dengan bentuk lambung yang menyerupai kapal tersebut. Pada pembuat desain 3 dimensi ini digunakan *software SketccUp* dengan hasil gambar sebagai berikut.



Gambar IV.6 Desain 3D Kapal

IV.7. Biaya Pembangunan Kapal

Pada penghitungan biaya pembangunan, yang dilakukan ialah menghitung biaya total pembangunan berdasarkan kebutuhan terhadap suatu item dikali dengan harga dari item (detail item yang diperlukan dapat dilihat pada lampiran) tersebut, karena kapal merupakan kapal konversi dicari juga biaya pembelian kapal yang memiliki ukuran identik, setelah diperoleh nilai keseluruhan biaya pembelian kapal dijumlah dengan biaya pembelian item-item yang diperlukan pada kapal. Penjumlahan keduanya nanti akan ditambah lagi dengan beberapa koreksi diantaranya koreksi keuntungan galangan sebesar 10%, koreksi nilai inflansi mata uang sebesar 2%, dan biaya pajak pemerintah sebesar 10%, setelah diperoleh nilai keseluruhannya, lalu dijumlah maka diperoleh biaya pembangunan/konversi kapal. Berikut adalah hasil rekapitulasi perhitungan estimasi biaya pembuatan kapal.

TOTAL BIAYA (Rp)	=	Rp 74,016,446,000.00
Komisi Galangan	=	Rp 7,401,644,600.00
<i>(10% dari biaya pembangunan awal)</i>		
Biaya Untuk Inflasi	=	Rp 2,220,493,380.00
<i>(2% dari biaya pembangunan awal)</i>		
Biaya Tak Terduga	=	Rp 7,401,644,600.00
<i>(10% dari biaya pembangunan awal)</i>		
Sea Trial	=	Rp 800,000,000.00

Tabel IV.7 Tabel Biaya Pembangunan Kapal

Sehingga biaya total dari produksi kapal ini adalah total biaya + komisi galangan + biaya inflasi + biaya tak terduga

Biaya Keseluruhan (Rp) = Rp91,840,228,580

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1. Kesimpulan

Setelah proses desain dari Tugas Akhir terselesaikan maka didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. *Owner Requirements*

Kecepatan kapal : 8 knot

Rute pelayaran : Jakarta-Lombok, Jakarta-Kalimantan Barat

Daya pembangkit listrik : 30 MW

2. Ukuran Utama Kapal dan Biaya Investasi Kapal:

Lpp : 76.071 m

B : 19.845 m

H : 4.704 m

T : 2.425 m

Kecepatan Dinas : 8 knot

Investasi untuk pembangunan kapal : Rp 91,840,228,580

3. Dihasilkan *Lines Plan* Kapal (hasil pada lampiran)
4. Dihasilkan *General Arrangement* Kapal (hasil pada lampiran)
5. Dihasilkan Tiga dimensi Kapal (hasil pada lampiran)

V.2. Saran

Setelah proses desain dari Tugas Akhir telah terselesaikan maka didapat saran sebagai berikut:

1. Dengan banyaknya estimasi dan pendekatan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini maka dapat dilanjutkan dengan pengerjaan lebih lanjut secara spesifik.
2. Perhitungan Kekuatan Memanjang masih belum dikaji, sehingga perlu dilakukan kajian tentang perhitungan kekuatan memanjang dari kapal ini.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Kemenperin Indonesia (2016). *Program Pembangkit Listrik 35000 MW by Kemenperin Indonesia*. Retrived January 14, 2017 web site: <http://ppi.kemenperin.go.id>
- Hukum Online (2016) “*Peraturan Presiden Nomor 4 Tahun 2016 by Hukum Online*”. Retrived January 14, 2017 website: <http://hukumonline.com>
- Kamaluddin (2016). “*Desain Kapal Pembangkit Listrik Tenaga Gas Untuk Wilayah Indonesia*”. Surabaya.
- Friendship System. (2015). *R&D*. Retrived January 14, 2017 web site: www.friendship-system.com
- Parsons, M. G. (2001). *Parametric Design, Chapter 11*. Michigan: University of Michigan.
- Ascot (2017). *Ascot DGS-MT-2500*. Retrived February 12, 2017 web site: www.ascotnational.com
- Kompas (2015). *Kondisi Cadangan Listrik Nasional Mengkhawatirkan*. Retrived February 10, 2017 web site: www.kompas.com
- Kompas (2015). *Dua Kapal Pembangkit Listrik dari Turki Menuju Indonesia*. Retrived February 10, 2017 web site: www.kompas.com
- Lewis, E. V. (1988). *Principles of Naval Architecture Vol II Resistance, Propulsion and Vibration*. New Jersey.
- Dokkum, K. v. (2005). *Ship Knowledge*. Enkhuizen.
- IMO. (1966). *International Convention on Load Lines*. London.
- IMO. (1974). *Intact Stability Code*. London.
- IMO. (1974). *International Convention for the Safety of Life at Sea*. London.
- Korean Register of Shipping. (2010). *Rules for the Towing Survey of Barges and Tugboats*. Busan.

LAMPIRAN

Penentuan Ukuran Utama Awal

Metode Geosim

Data yang dibutuhkan untuk menggunakan metode ini adalah ukuran utama kapal (L, B, T, dan H) dengan C_D (Coefficient Displacement) dan C_B (Coefficient Block) yang hampir serupa.

Metode Geosim dapat dihitung dengan persamaan:

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

$L_2/L_1 = K$ = Koefisien perbandingan geometris suatu kapal

W_2 = DWT kapal yang akan dicari (ton)

W_1 = DWT kapal *parent ship* (ton)

$$L_2 = L_1 \times K \quad (\text{m})$$

$$B_2 = B_1 \times K \quad (\text{m})$$

$$T_2 = T_1 \times K \quad (\text{m})$$

$$H_2 = H_1 \times K \quad (\text{m})$$

Perhitungan Ukuran Utama Awal dengan Metode Geosim

Parent Ship = Dynami III

$$W_1 = 1850 \text{ ton}$$

$$W_2 = 2479 \text{ ton}$$

$$L_1 = 69.00 \text{ m}$$

$$B_1 = 18.00 \text{ m}$$

$$T_1 = 2.20 \text{ m}$$

$$H_1 = 4.27 \text{ m}$$

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

$$L_2/L_1 = (W_2/W_1)^{1/3}$$

$$L_2/L_1 = (2479 / 1850)^{1/3}$$

$$L_2/L_1 = 1.1025$$

$$K = 1.1025$$

$$L_2 = L_1 \times K = 69.00 \times 1.1025 = 76.071 \text{ m}$$

$$B_2 = B_1 \times K = 18.00 \times 1.1025 = 19.845 \text{ m}$$

$$T_2 = T_1 \times K = 2.20 \times 1.1025 = 2.425 \text{ m}$$

$$H_2 = H_1 \times K = 4.27 \times 1.1025 = 4.704 \text{ m}$$

2. Coefficient Calculation

Input Data :

Lo =	76.071 m	Lo/Bo =	3.833
Ho =	4.704 m	Bo/To =	8.182
Bo =	19.845 m	To/Ho =	0.516
To =	2.425 m	Vs =	9 kn = 4.6296 m/s
Fn =	0.20571	ρ =	1.025 ton/m ³

Perhitungan :

A. Froude Number Dasar

Principle of Naval Architecture Vol.II hlm.154

$$F_{no} = \frac{V_s}{\sqrt{g \cdot L}}$$

=

$$= 0.205713176$$

g = 9.81 m/s²

0,15 ≤ Fn ≤ 0,3

B. Perhitungan ratio ukuran utama kapal :

$$\begin{aligned} Lo/Bo &= 76.07/19.84 = 3.83333 \rightarrow 3.5 < L/B < 10 && \text{Principle of Naval Architecture Vol.I hlm.19} \\ Bo/To &= 19.84/2.425 = 4.682 \rightarrow 1.8 < B/T < 5 \\ Lo/To &= 76.07/2.425 = 29.3636 \rightarrow 10 < L/T < 30 \end{aligned}$$

c. Block Coeffisien (Watson & Gilfillan) :

Parametric design halaman 11-11

$$C_b = \frac{1 - 1.26 (B/L + 1) \frac{V_s}{\sqrt{g \cdot L}}}{\sqrt{g \cdot L}} \rightarrow$$

= 0.850

D. Midship Section Coeffisien (Series 60')

Parametric design halaman 11-12

$$C_m = 0.977 + 0.085(C_b - 0.6)$$

= 0.998

E. Waterplan Coeffisien

Parametric design halaman 11-16

$$C_{wp} = C_b / (0.471 + 0.551 C_b)$$

= 0.905

F. Longitudinal Center of Bouyancy (LCB)

Parametric design halaman 11-19

$$LCB = 8.80 - 38.9 F_n = 3.01891 \%$$

= 40.332 LCB dari Ap

G. Prismatic Coeffisien

$$C_p = \frac{C_b}{C_m} \quad \bullet \quad L_{wl} = 1.04 L_{pp}$$

= 0.851

= 79.1135 m

H. Volume Karena dan Displacement

$$\nabla \text{ (m}^3\text{)} \quad \bullet \quad \Delta \text{ (ton)}$$

$$\nabla = L \cdot B \cdot T \cdot C_B \quad \bullet \quad \Delta = L \cdot B \cdot T \cdot C_B \cdot \rho$$

= 3236.692 m³

= 3317.61 ton

Resistance Calculation

$R_t = R_f + R_w + R_a$ *KRS rule 2011 Rules for towing survey of barges and tugboats*

$R_t =$ total resistance of towed ship

$R_f =$ frictional resistance as obtain from the following formula

$R_f = 0.000136 F_1 A_1 V^2$

dimana :

$F_1 =$ hull surface conditions coefficient ; 0.8

$A_1 =$ surface area bellow waterline (m^2)

$V =$ towing velocity (knots)

$R_f = 0.000136 * 0.8 * 1707.043 * 9^2$

$R_f = 15.04383$

$R_w =$ Wave making resistance as obtain from the following formula

$R_w = 0.014 C F_2 A_2 V^2$

dimana :

$C =$ resistance coefficient of roughr sea conditon ; 1.2

$A_2 =$ hull cross sectional area bellow the waterline (m^2)

$V =$ towing velocity (knots)

$F_2 =$ bow shape coefficient as obtain from the following table

$A_2 = 48.02788 \quad m^2$

$R_w = 26.14253$

$R_a =$ air resistance as obtain form the following formuka

$R_a = 0.0000196 C_s C_h A_3 (V_w + V)^2$

$A_3 =$ total cross section area exposed to wind above the waterline 146.8602

$V =$ towing speed

$C_s =$ shape coefficient of hull surface facing the wind as obtain from the following table

Shape of hull surface	C_s
spherical	0.4
cylindrical	0.5
leg brace	0.5
leg cord	0.7
large flat. hull/deck house	1.0
clustered deck house	1.1
latticed structure	1.25
crane, beam, etc.	1.5

$C_h =$ Coefficient of height from waterline of center area facing the wind as obtain from the following table

Height from waterline (m)	C_H
0 - 15.3	1.0
15.3 - 30.5	1.1
30.5 - 46.0	1.2
46.0 - 61.0	1.3
61.0 - 76.0	1.37
76.0 - 91.5	1.43
91.5 - 106.5	1.48
106.5 - 122.0	1.52
122.0 - 137.0	1.56
137.0 - 152.5	1.60
152.5 - 167.5	1.63
167.5 - 183.0	1.67
183.0 - 198.0	1.70
198.0 - 213.5	1.72
213.5 - 228.5	1.75
228.5 - 244.0	1.77
244.0 - 256.0	1.79
more than 256	1.80

V_w = wind velocity due to service area as obtained from the following table

Service area	Wind velocity (knots)
Smooth water	29.16
Coastal water	36.93
Sea going	50.54

R_a = 10.1733512

Hambatan total

R_T = 51.359713 kN

Perhitungan EHP

$EHP = R_T \times V_{sea}$

$R_T = 51.359713$ kN

$V_{sea} = 5.114$ m/s

$EHP = 262.653572$ kW

352.21844 HP

Perhitungan DHP

$$DHP = \frac{P_E}{\eta_H \eta_o \eta_r}$$

$$\eta_H = \frac{1 - t}{1 - \omega}$$

$$\eta_R = \frac{0.98}{1.10143121}$$

$$\eta_0 = \frac{J}{2\pi} \cdot \frac{K_T}{K_Q}$$

$$DHP = 567.01789$$

$$t = 0.1$$

$$w = 0.3095 C_b + 10 C_v C_b - 0.1 = 0.182881$$

$$cv = (1 + k) CF + CA = 0.00328$$

Perhitungan BHP

Perhitungan BHP menggunakan dua koreksi:
 Koreksi sebesar 3% DHP untuk letak kamar mesin dibelakang (ITTC 1957)
 Koreksi Jalur pelayaran sebesar 15%-20% (ITTC 1957)

$$BHP = DHP + 3\%DHP + X\%DHP$$

dimana X% = 15% untuk koreksi daerah p

$$BHP = DHP + 3\%DHP + 15\%DHP$$

$$= 669.08111 \text{ HP}$$

$$= 492.109157 \text{ kW}$$

Penentuan motor induk

Setelah BHP diperoleh maka langkah selanjutnya adalah menentukan motor induk yang akan digunakan. Berdasarkan katalog mesin induk kapal didapatkan bahwa jenis dan ukuran motor induk dengan spesifikasi sebagai berikut:

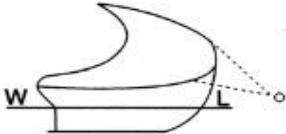
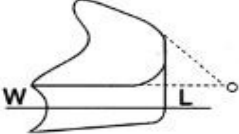
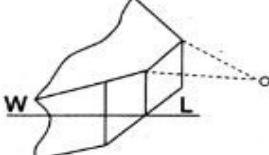
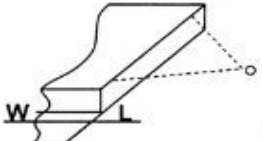
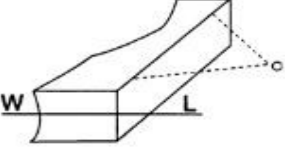
Merek Mesin	=	MAN&BW	
Type Mesin	=	D2848 LE422	
Daya Mesin	=	551 kW	= 749.1502 HP
RPM	=	1800 rpm	
Diameter Silinder	=	128 mm	
Piston Stroke	=	142 mm	
onsumsi Bahan Bakar	=	146 L/jam	
Berat Mesin	=	1565 kg	1.565 ton
Panjang	=	1546 mm	
Lebar	=	1230 mm	
Tinggi	=	1120 mm	

Generator

$$\text{Daya} = 25\% \text{ Mesin Induk} = 137.75 \text{ kW}$$

$$\text{Berat} = 0.36 \text{ ton}$$

$$\text{Generac SD150} = 150 \text{ kW}$$

Bow shape	F_2
	0.2/0.4
	0.3/0.5
	0.4/0.6
	0.3/0.5
	0.8/1.0

PERHITUNGAN BEBAN

INPUT DATA :

Lpp =	76.071	Cb =	0.850
B =	19.845	Cm =	0.998
H =	4.704	Cp =	0.851
T =	2.425	Cw =	0.905
Fn =	0.2057	lwl =	79.11384

PERHITUNGAN :

- L konstruksi

$$\begin{aligned}Lpp &= 76.071 \text{ m} \\0.96 Lwl &= 75.95 \text{ m} \\0.97 Lwl &= 76.74 \text{ m}\end{aligned}$$

Yang diambil :

$$L \text{ konstruksi} = 76.07 \text{ m}$$

- Pelat Lunas Alas dan Bilga

Lebar pelat lunas tidak boleh kurang dari :

$$\begin{aligned}b &= 800 + 5L \\ &= 800 + 5 * 15.62 = 1180.4 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\text{Jadi : Lebar pelat lunas diambil} = 1200 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar pelat bilga diambil} = 1200 \text{ mm}$$

- Wrang Pelat

Tinggi wrang pelat tidak boleh kurang dari :

$$\begin{aligned}h &= 55B - 45 \\ &= 1046.475 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$h_{\min} = 180 \text{ mm}$$

$$\text{Jadi : } h \text{ yang diambil ialah : } 1100 \text{ mm}$$

- Basic external dynamic load (P0)

$$P_0 = 2,1 \cdot (C_B + 0,7) \cdot C_0 \cdot C_L \cdot f \quad [\text{kN/m}^2] \quad (\text{Ref : BKI vol 2 section 4})$$

$$C_0 = ((L/25)+4.1) \times C_{rw} ; \text{ untuk } L < 90 \text{ m}$$

$$C_0 = 5.357$$

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

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

$$f = 0.6 \quad \text{Untuk Gading Besar, Senta, Penumpu}$$

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

$$= 0.919$$

$$C_{RW} = 0.75 \quad ; \text{ untuk pelayaran lokal (L)}$$

$$P_0 = 2.1 \times (0.000 + 0.7) \times 5.357 \times 0.919 \times 1 \times 0.75$$

$$= 16.031 \quad [\text{kN/m}^2]$$

$$P_{01} = 2,6 \cdot (C_B + 0,7) \cdot C_0 \cdot C_L \quad [\text{kN/m}^2] \quad (\text{Ref : BKI vol 2 section 4})$$

$$= 19.848 \quad [\text{kN/m}^2]$$

- Beban pelat pada sisi kapal (PS)

Tabel 1

	Range	Factor C_D	Factor C_F
A	$0 \leq x/L < 0,2$ $x/L = 0.100$	$1,2 - x/L$ $C_D = 1.100$	$1,0 + 5/C_B [0,2 - x/L]$ $C_F = 1.588$
M	$0,2 \leq x/L < 0,7$ $x/L = 0.450$	1 $C_D = 1$	1 $C_F = 1$
F	$0,7 \leq x/L \leq 1$ $x/L = 0.850$	$1,0 + c/3 [x/L - 0,7]$ $c = 0,15 \cdot L - 10$ $C_D = 1.250$	$1 + 20/C_B [x/L - 0,7]^2$ $C_F = 1.529$

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

$$P_0 = 16.031 \text{ kN/m}^2$$

untuk, $Z_1 = 1.213 \text{ m}$ (di bawah garis air)

$$\begin{aligned} P_S &= 10 (T - Z) + P_0 \times C_F \times (1 + Z / T) \quad (\text{Ref: BKI vol 2 section 4}) \\ &= 10 (2.4 - 1.213) + 16.031 \times 0 \times (1 + 1.213/2.4) \\ &= 50.318 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

untuk, $Z_2 = 3.565 \text{ m}$ (di atas garis air)

$$\begin{aligned} P_S &= 20 \times P_0 \times C_F / (10 + Z - T) \\ &= 20 \times 16.031 \times 1.588 / (10 + 3.565 - 4.7) \\ &= 45.712 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

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

untuk, $Z_1 = 1.213 \text{ m}$ (di bawah garis air)

$$\begin{aligned} P_S &= 10 (T - Z) + P_0 \times C_F \times (1 + Z / T) \\ &= 10 (2.4 - 1.213) + 16.031 \times 0 \times (1 + 1.213/2.4) \\ &= 36.170 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

untuk, $Z_2 = 3.565 \text{ m}$ (di atas garis air)

$$\begin{aligned} P_S &= 20 \times P_0 \times C_F / (10 + Z - T) \\ &= 20 \times 16.031 \times 1 / (10 + 3.565 - 2.4) \\ &= 28.782 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

daerah $0.7 \leq x/L \leq 1$ [F]

untuk, $z_1 = 0.600 \text{ m}$ (dibawah garis air)

$$\begin{aligned} P_S &= 10 (T - Z) + P_0 \times C_F \times (1 + Z / T) \\ &= 10 (2.4 - 0.600) + 16.031 \times 1.529 \times (1 + 0.600/2.4) \\ &= 48.835 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

untuk, $z_2 = 1.600 \text{ m}$ (diatas garis air)

$$\begin{aligned} P_S &= 20 \times P_0 \times C_F / (10 + Z - T) \\ &= 20 \times 16.031 \times 1.529 / (10 + 1.600 - 2.4) \\ &= 53.447 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Rekapitulasi beban pada sisi kapal

A	50.318	kN/m ²
	45.712	
M	36.170	kN/m ²
	28.782	kN/m ²
F	48.835	kN/m ²
	53.447	kN/m ²

diambil nilai maksimal, maka

$$P_s = 53.447 \quad \text{kN/m}^2$$

Beban pada dasar kapal (P_B)

$$P_B = 10 \cdot T + P_0 \cdot C_F$$

(Ref: BKI vol 2 section 4)

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

$$\begin{aligned} P_B &= 10 \times 2.4 + 16.031 \times 1.588 \\ &= 49.712 \quad \text{kN/m}^2 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} P_B &= 10 \times 2.4 + 16.031 \times 1 \\ &= 40.281 \quad \text{kN/m}^2 \end{aligned}$$

daerah $0.7 \leq x/L \leq 1$ [F]

$$\begin{aligned} P_B &= 10 \times 2.4 + 16.031 \times 1.529 \\ &= 48.769 \quad \text{kN/m}^2 \end{aligned}$$

Rekapitulasi beban pada dasar kapal

A	49.712	kN/m ²
M	40.281	kN/m ²
F	48.769	kN/m ²

diambil nilai maksimal, maka

$$P_B = 49.712 \quad \text{kN/m}^2$$

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

$$P_s = 53.447 \quad \text{kN/m}^2$$

$$P_B = 49.712 \quad \text{kN/m}^2$$

diambil beban yang paling besar, maka beban maksimal pada hull

$$P = 53.447 \quad \text{kN/m}^2$$

Beban pada geladak cuaca (P_D)

$$P_D = (P_0 \times 20 \times T \times C_D) / ((10 + Z - T)H)$$

(Ref: BKI vol 2 section 4)

$$P_0 = 16.031 \quad \text{kN/m}^2$$

$$H = 4.704 \quad \text{m}$$

$$Z = 4.704 \quad \text{m}$$

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

$$C_D = 1.100$$

$$P_D = (16.031 \times 20 \times 2.4 \times 1.100) / [(10 + 4.704 - 2.4) \times 4.704]$$
$$= 14.807 \text{ kN/m}^2$$

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

$$C_D = 1$$

$$P_D = (16.031 \times 20 \times 2.4 \times 1.000) / [(10 + 4.704 - 2.4) \times 4.704]$$
$$= 13.461 \text{ kN/m}^2$$

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

$$C_D = 1.250$$

$$P_D = (16.031 \times 20 \times 2.4 \times 1.250) / [(10 + 4.704 - 2.4) \times 4.704]$$
$$= 16.826 \text{ kN/m}^2$$

Rekapitulasi beban pada geladak cuaca

A	14.807	kN/m ²
M	13.461	kN/m ²
F	16.826	kN/m ²

diambil nilai maksimal, maka

$$P_D = 16.826 \text{ kN/m}^2$$

Beban Generator pada Geladak Cuaca

Berat Generator = 91.75 ton
899.15 kN

Luas Penampang Generator = 29.7241 m

Beban Generator = 30.24987 kN/m²

PERHITUNGAN TEBAL PLAT

INPUT DATA :

Lpp =	76.071	Cb =	0.85
B =	19.845	Cm =	0.998
H =	4.704	Cp =	0.851
T =	2.425	Cw =	0.905
Fn =	0.2057	lwl =	79.11384

PERHITUNGAN :

- Jarak Gading (a)

Jarak yang diukur dari pinggir mal ke pinggir mal gading.

$$a_0 = L/500 + 0,48 \text{ m} \quad (\text{Ref: BKI 98})$$

$$= 0.52$$

diambil : a = 0.60 m

- Tebal Pelat Minimum

$$t_{\min} = (1,5 - 0,01 \cdot L) \cdot (L \cdot k)^{1/2}; \text{ untuk } L < 50 \text{ m}$$

$$= 5.814 \text{ mm} \quad \gg \quad 6 \text{ mm}$$

$$t_{\max} = 16 \text{ mm}$$

- Tebal Pelat Alas

untuk 0.4 L amidship :

$$t_{B1} = 1,9 \cdot n_f \cdot a \cdot (P_B \cdot k)^{1/2} + t_K; \text{ untuk } L < 90 \text{ m}$$

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

$$t_{B2} = 1,21 \cdot a \cdot (P_B \cdot k)^{1/2} + t_K$$

dimana :

k = Faktor material berdasarkan BKI section 2.B.2

$$k = 1$$

$n_f = 1$ Untuk Konstruksi melintang

$n_f = 0.83$ Untuk Konstruksi memanjang

a = jarak gading

$$a = 0.60 \text{ m}$$

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

$t_K = (0,1 \cdot t' / k^{1/2}) + 0,5$ untuk $t' > 10 \text{ mm}$ (max 3 mm)

daerah $0 \leq x/L < 0.2$ [A], diambil 0.106 L

$$P_B = 49.712 \text{ kN/m}^2$$

$$t_{B1} = 1.9 \times 1 \times 0.60 \times \text{SQRT}(49.712 \times x + t_K)$$

$$= 8.038 + t_K$$

$$= 8.038 + 1.5$$

$$= 9.538 \text{ mm} \quad \gg \quad 10 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 t_{B2} &= 1.21 \times 0.00 \times \text{SQRT}(49.712 \times 1) + t_K \\
 &= 5.119 + t_K \\
 &= 5.119 + 1.5 \\
 &= 6.619 \text{ mm} \quad \gg \quad 7 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

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

$$t = 10 \text{ mm}$$

daerah $0.2 \leq x/L < 0.7$ [M], diambil 0.529 L

$$\begin{aligned}
 P_B &= 40.281 \text{ kN/m}^2 \\
 t_{B1} &= 1.9 \times 1 \times 0.60 \times \text{SQRT}(40.281 \times 1) + t_K \\
 &= 7.235 + t_K \\
 &= 7.235 + 1.5 \\
 &= 8.735 \text{ mm} \quad \gg \quad 9 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t_{B2} &= 1.21 \times 0.60 \times \text{SQRT}(49.712 \times 1) + t_K \\
 &= 4.608 + t_K \\
 &= 4.608 + 1.5 \\
 &= 6.108 \text{ mm} \quad \gg \quad 7 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

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

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

daerah $0.7 \leq x/L$ [F], diambil 0.812 L

$$\begin{aligned}
 P_B &= 48.769 \text{ kN/m}^2 \\
 t_{B1} &= 1.9 \times 1 \times 0.60 \times \text{SQRT}(48.769 \times 1) + t_K \\
 &= 7.961 + t_K \\
 &= 7.961 + 1.5 \\
 &= 9.461 \text{ mm} \quad \gg \quad 10 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t_{B2} &= 1.21 \times 0.60 \times \text{SQRT}(48.769 \times 1) + t_K \\
 &= 5.070 + t_K \\
 &= 5.070 + 1.5 \\
 &= 6.570 \text{ mm} \quad \gg \quad 7 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

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

$$t = 10 \text{ mm}$$

Rekapitulasi tebal pelat alas :

A	10	mm	diambil nilai t yang paling besar, maka t alas = 10 mm
M	9	mm	
F	10	mm	

Tebal Pelat Sisi

untuk 0.4 L amidship :

$$t_{S1} = 1,9 \cdot n_f \cdot a \cdot (P_s \cdot k)^{1/2} + t_K; \text{ untuk } L < 90 \text{ m}$$

untuk 0.1 L dibelakang AP dan 0.05 L didepan FP minimal :

$$t_{S2} = 1,21 \cdot a \cdot (P_s \cdot k)^{1/2} + t_K$$

dimana :

k = Faktor material berdasarkan BKI section 2.B.2

$$k = 1$$

$n_f = 1$ Untuk Konstruksi melintang

$n_f = 0.83$ Untuk Konstruksi memanjang

a = jarak gading

$$a = 0.60 \text{ m}$$

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

$t_K = (0,1 \cdot t' / k^{1/2}) + 0,5$ untuk $t' > 10 \text{ mm}$ (max 3 mm)

daerah $0 \leq x/L < 0.2$ [A], diambil 0.106 L

$$P_s = 50.318 \text{ kN/m}^2$$

$$t_{S1} = 1.9 \times 1 \times 0.60 \times \text{SQRT}(50.318 \times 1 + t_K)$$

$$= 8.087 + t_K$$

$$= 8.087 + 1.5$$

$$= 9.587 \text{ mm} \quad \gg \quad 10 \text{ mm}$$

$$t_{S2} = 1.21 \times 0.60 \times \text{SQRT}(50.318 \times 1 + t_K)$$

$$= 5.150 + t_K$$

$$= 5.150 + 1.5$$

$$= 6.650 \text{ mm} \quad \gg \quad 7 \text{ mm}$$

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

$$t = 10 \text{ mm}$$

daerah $0.2 \leq x/L < 0.7$ [M], diambil 0.529 L

$$P_s = 40.281 \text{ kN/m}^2$$

$$t_{S1} = 1.9 \times 1 \times 0.60 \times \text{SQRT}(40.281 \times 1 + t_K)$$

$$= 7.235 + t_K$$

$$= 7.235 + 1.5$$

$$= 8.735 \text{ mm} \quad \gg \quad 9 \text{ mm}$$

$$t_{S2} = 1.21 \times 0.60 \times \text{SQRT}(40.281 \times 1 + t_K)$$

$$= 4.608 + t_K$$

$$= 4.608 + 1.5$$

$$= 6.108 \text{ mm} \quad \gg \quad 7 \text{ mm}$$

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

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

daerah $0.7 \leq x/L$ [F], diambil 0.812 L

$$P_s = 48.769 \text{ kN/m}^2$$

$$t_{s1} = 1.9 \times 1 \times 0.60 \times \text{SQRT}(48.769 \times 1) + t_k$$

$$= 7.961 + t_k$$

$$= 7.961 + 1.5$$

$$= 9.461 \text{ mm} \quad \gg \quad 10 \text{ mm}$$

$$t_{s2} = 1.21 \times 0.60 \times \text{SQRT}(50.318 \times 1) + t_k$$

$$= 5.070 + t_k$$

$$= 5.070 + 1.5$$

$$= 6.570 \text{ mm} \quad \gg \quad 7 \text{ mm}$$

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

$$t = 10 \text{ mm}$$

Rekapitulasi tebal pelat sisi :

A	10	mm	diambil nilai t yang paling besar, maka t sisi = 10 mm
M	9	mm	
F	10	mm	

• Tebal Pelat Geladak

Tebal pelat geladak ditentukan dari nilai terbesar dari formula berikut:

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

dimana :

k = Faktor material berdasarkan BKI section 2.B.2

$$k = 1$$

a = jarak gading

$$a = 0.60 \text{ m}$$

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

$$t_k = (0,1 \cdot t' / k^{1/2}) + 0,5 \quad \text{untuk } t' > 10 \text{ mm (max 3 mm)}$$

$$L = 16.5094 \text{ m}$$

daerah $0 \leq x/L < 0.2$ [A], diambil 0.1 L

$$P_D = 47.076 \text{ kN/m}^2$$

$$t_{E1} = 1.21 \times 0.6 \times \text{SQRT}(47.076 \times 1) + t_k$$

$$= 4.981 + t_k$$

$$= 4.981 + 1.5$$

$$= 6.281 \text{ mm} \quad \gg \quad 7 \text{ mm}$$

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

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

PERHITUNGAN LWT

Berat Baja Kapal

Koefisien Berat baja = 7850 kg/m³

Berat Lambung Kapal

Luas Pelat Lambung = 2045363697.822 mm²
= 2045.364 m²
Tebal Pelat Lambung = 0.010 m
Berat Lambung Kapal = 160561.050 kg
= 160.561 ton

Berat Geladak + Coverdam Bawah Geladak

Luas Geladak = 1509628925.809 mm²
= 1509.629 m²
Tebal Pelat Geladak = 0.010 m
Berat Lambung Kapal = 118505.871 kg
= 118.506 ton
Berat Coverdam = 118.506 ton

Berat Layer 1

Luas Layer 1 = 1059834039.911 mm²
= 1059.834 m²
Tebal Pelat Layer 1 = 0.006 m
Berat Layer 1 = 49918.183 kg
= 49.918 ton

Berat Layer 2

Luas Layer 2 = 766038407.617 mm²
= 766.038 m²
Tebal Pelat Layer 2 = 0.006 m
Berat Layer 2 = 36080.409 kg
= 36.080 ton

Berat Layer 3

Luas Layer 3	=	586844371.678	mm2
	=	586.844	m2
Tebal Pelat Layer 3	=	0.006	m
Berat Layer 3	=	27640.370	kg
	=	27.640	ton

Berat Sekat

Luas Layer 3	=	423440722.268	mm2
	=	423.441	m2
Tebal Pelat Layer 3	=	0.010	m
Berat Layer 3	=	33240.097	kg
	=	33.240	ton

Berat Double Bottom

Luas Double Bottom	=	830619992.619	mm2
	=	830.620	m2
Tebal Pelat Double Bottom	=	0.010	m
Berat Double Bottom	=	65203.669	kg
	=	65.204	ton

Berat Double Hull

Luas Layer 3	=	420619992.619	mm2
	=	420.620	m2
Tebal Pelat Layer 3	=	0.010	m
Berat Layer 3	=	33018.669	kg
	=	33.019	ton

Total Berat Pelat

Berat Penegar (30% Pelat) = 642.674 ton

Total Berat Baja

= 192.802 ton

= 835.476 ton

2. Berat permesinan (Wm)

Berat mesin induk

$$W_{me} = 1.565 \text{ ton}$$

Berat mesin bantu

$$W_{au} = 0.34 \text{ ton}$$

Berat instalasi permesinan (Wrem)

$$W_{rem} = C_m * MCR^{0.7}$$

dimana:

$$C_m = 0.998$$

$$MCR_{me} = 492.10916 \text{ kW}$$

jadi,

$$W_{rem} = 76.484521 \text{ ton}$$

jadi,

$$W_m = W_{me} + W_{au} + W_{rem} \\ = 78.389521$$

3. Berat Peralatan (Outfitting)

$$W_o = C_o * L * B$$

dimana $C_o = 0.2$

$$W_o = 226.43804 \text{ ton}$$

Berat Kapal Kosong (LWT)

$$LWT = W_{hull} + W_m + W_o$$

$$= 1127.7399$$

Perhitungan titik berat LWT

$$L_{wL} = 79.1135$$

$$L_{pp} = 76.0707$$

$$B = 19.8445$$

$$H = 4.70426$$

$$T = 2.42544$$

$$C_b = 0.85$$

Titik Berat Permesinan (VCGm) dari parametric design hal II-25

VCGm = titik berat permesinan secara vertikal

$$= hdb + 0.35(D' - hdb)$$

dimana :

hdb = tinggi double bottom (m)

$$= 32B + 190 \sqrt{T}$$

$$= 930.92769 \text{ mm}$$

$$= 0.93 \text{ m}$$

$$VCGm = 2.2515925$$

$$LCB = 3.80353$$

$$LCGm = 67.267156 \text{ dari FP}$$

$$LCG_{mid} = 29.231811$$

Center Gravity of Steel

Input Data :

$$\begin{aligned}L_{PP} &= 76.071 \text{ m} \\ B &= 19.845 \text{ m} \\ H &= 4.704 \text{ m} \\ \nabla_A \text{ Superstructure} &= 1524.869 \text{ m}^3 \\ \nabla_{DH} \text{ Deckhouse} &= 928.800 \text{ m}^3 \\ \text{LCB (\%)} &= 0.798\end{aligned}$$

Perhitungan :

KG

$$C_{KG} = 0.58 \rightarrow \text{koefisien titik berat}$$

$$\begin{aligned}KG &= C_{KG} \cdot D_A = C_{KG} \cdot D + \frac{\nabla_A + \nabla_{DH}}{L_{PP} \cdot B} \\ &= 4.354 \text{ m}\end{aligned}$$

LCG dari midship

$$\begin{aligned}\text{dalam \%L} &= -0.15 + \text{LCB} \\ &= 0.648 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{dalam m} &= \text{LCG(\%)} \cdot L \\ &= 0.493 \text{ m}\end{aligned}$$

LCG dari FP

$$\begin{aligned}\text{LCG}_{FP} &= 0.5 \cdot L + \text{LCG dr midship} \\ &= 38.528 \text{ m}\end{aligned}$$

Perhitungan DWT

DWT adalah berat muatan yang terdiri dari berat payload yaitu ikan dan air berat consumable kapal dan crew dan barang bawaannya.

1. Berat Payload

Paylod terdiri dari berat generator, bahan bakar, dan minyak pelumas

Berat generator= 1101 ton
Berat bahan bakar= 1134 ton
Berat minyak pelumas = 19 ton
Payload= 2254 ton

2. Berat consumable

Bahan konsumsi yang diperlukan mesin dan ABK

Input Data :

L = 76.071 m
B = 19.845 m
H = 4.704 m
T = 2.425 m
Vs = 8 knot = 5.144 m/s
PB = 551 kW = 749.15 HP

Perhitungan :

Consumable :

- Jumlah Crew

23 orang

- Crew Weight

CC&E = 0.075 ton/person

WC&E = 1.725 ton

- Fuel Oil

SFR = 0.000227 ton/kW.hr

MCR = 551 kW

Margin = 0.1

$W_{FO} = SFR * MCR * S / Vs * margin$

= 3.743 ton

$V_{FO} = 5.000 \text{ m}^3$

(0.000184 ton/kW hr untuk diesel engine)

[1+(5% ~ 10%)] WFO

: Diklat IGM Santosa Penambahan 2% untuk Konstruksi dan 2% untuk Ekspansi panas

- Diesel Oil

$C_{DIO} = 0.15 \text{ ton/m}^3$

$W_{DIO} = 0.750 \text{ ton}$

$V_{DIO} = 2.000 \text{ m}^3$

Diklat Pak Made IGM Santoso hal.38 [0.1-0.2]

: Diklat IGM Santosa Penambahan 2% untuk koreksi dengan $\pi = 0.85$

- Lubrication Oil

SFR = 0.000035 ton/kW.hr

MCR = 551 kW

Margin = 0.1

$WLO = SFR * MCR * S / Vs * margin$

2.12153329 ton

$VLO = 0.42422148 \text{ m}^3$

: Diklat IGM Santosa Penambahan 2% untuk Konstruksi dan 2% untuk Ekspansi panas dengan $\pi = 0.90$

- Fresh Water

range = 1852000 m

$V_s = 5.144 \text{ m/s}$

day = 4.116702667

$$\begin{aligned} \text{WFW Tot} &= 0.17 \text{ ton}/(\text{person}\cdot\text{day}) \\ &= 14.1678907 \text{ ton} \\ \text{pfw} &= 1 \text{ ton}/\text{m}^3 \\ \text{VFW} &= 1.5 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Dirty Water Tank
 - Weight = 1.500 ton
 - Volume = 1.500 m³

- Dirty Oil Tank
 - Weight = 4.500 m³
 - Volume = 5.000 m³

- Provision and Store
 - $W_{PR} = 0.01 \text{ ton}/(\text{person}\cdot\text{day})$
 - $= 0.958 \text{ ton}$

$$\mathbf{W_{consumable} = 25.619 \text{ ton}}$$

Perhitungan Titik Berat Consumable dan Crew

$$\begin{aligned} LKM &= 5 + L(\text{panjang mesin induk}) + 1 \\ &= 10.800 \text{ m} \\ &= 5.70 \text{ m} \\ &= 8.371 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Panjang tangki fuel oil} = 3 \text{ kali jarak gading} = 1.8 \text{ m}$$

Dimensi ruang akomodasi

$$L_{rm} = L_{pp} - (L_{cb} + L_{ch} + L_{km}) = 51.2$$

- Poop
 - $L_p = 10 \text{ m}$
 - $h_p = 2.4 \text{ m}$
 - $LCH = 7.1 \text{ m}$

- Layer II
 - $h_{II} = 2.4 \text{ m}$
 - $Ld_{II} = 7.5 \text{ m}$

- Layer III
 - $h_{III} = 2.4 \text{ m}$
 - $Ld_{III} = 9 \text{ m}$

- Main Deck
 - $L_p = 25\% \cdot L = 19.0176726 \text{ m}$
 - $h_p = 2.4 \text{ m}$

- Wheel House
 - $h_{IV} = 6 \text{ m}$
 - $Ld_{IV} = 7.5 \text{ m}$

Berat crew per layer

$$\begin{aligned} W_{C\&E \text{ maindeck}} &= 1.70 \text{ ton} \\ W_{C\&E \text{ poop}} &= 0.00 \text{ ton} \\ W_{C\&E \text{ II}} &= 1.19 \text{ ton} \\ W_{C\&E \text{ III}} &= 0.51 \text{ ton} \\ W_{C\&E \text{ IV}} &= 0.00 \text{ ton} \end{aligned}$$

Titik berat crew

• KG

$$KG\ m = H + 0.5 * h\ maindeck = 5.904\ m$$

$$KG\ m = H + h\ m + 0.5 * h\ poop = 8.304255583\ m$$

$$KG\ II = H + h\ maindeck + h\ poop + 0.5h\ II = 10.704\ m$$

$$KG\ III = H + h\ m + h\ p + h + 0.5h\ III = 13.304\ m$$

$$KG\ IV = H + h\ m + h\ p + h + h\ II + 0.5h\ IV = 15.904\ m$$

• LCG

$$LCG\ m = 0.5L\ m + L\ m + L\ ch = 76.180\ m$$

$$LCG\ p = 0.5L\ p + L\ m + L\ ch = 71.671\ m$$

$$LCG\ II = 0.5L\ II + L\ m + L\ ch = 70.421\ m$$

$$LCG\ III = 0.5L\ III + L\ m + L\ ch = 71.171\ m$$

$$LCG\ IV = 0.5L\ IV + L\ m + L\ ch = 66.671\ m$$

• Titik berat

$$KG = 8.694$$

$$LCG = 73.413\ m$$

Titik berat air tawar

• Dimensi tangki

$$T_{tw} = H - T = 2.279\ m$$

$$B_{tw} = 65\%B = 12.899\ m$$

$$P_{tw} = V_{tw} / (T_{tw} * h_{tw}) = 0.051\ m$$

• Titik berat

$$KG_{tw} = T + 0.5T_{tw} = 3.565\ m$$

$$LCG_{tw} = 65.0\ m$$

Titik berat lubrication oil

• Dimensi tangki

$$t_{LO} = 0.024\ m$$

$$B_{LO} = 50\%B = 9.922\ m$$

$$P_{LO} = 1.800\ m$$

• Titik berat

$$KG_{LO} = 7.812\ m$$

$$LCG_{LO} = 63.900\ m$$

Titik berat diesel oil

• Dimensi tangki

$$t_{DO} = h_{oil} = 0.388\ m$$

$$B_{DO} = 65\%B = 12.899\ m$$

$$P_{DO} = 1\ m$$

• Titik berat

$$KG_{DO} = 0.194\ m$$

$$LCG_{DO} = 76.571\ m$$

Titik berat fuel oil

• Dimensi tangki

$$t_{FO} = 2.000\ m$$

$$B_{FO} = 2.000\ m$$

$$L_{FO} = 2.500\ m$$

• Titik berat

$$KG_{FO} = 1.000\ m$$

$$LCG_{FO} = 48.8\ m$$

Dirty Water Tank

• Dimensi tangki

$$t = 1.200$$

$$B = 4.000$$

$$L = 4.200$$

• Titik berat

$$KG_{FW} = 0.600\ m$$

$$LCG_{FW} = 67.7\ m$$

Dirty Oil Tank

• Dimensi tangki

$$t = 1.200$$

$$B = 4.000$$

$$L = 3.600$$

• Titik berat

$$KG_{FO} = 0.600\ m$$

$$LCG_{FO} = 63.800\ m$$

Titik berat consumable

KG =

$$3.819\ m$$

LCG dr FP =

$$63.557\ m$$

Crew List

Ruang		Crew
<i>Main Deck</i>		
Cadet	=	2
Steward	=	1
Sea Man	=	1
Chief Cook	=	1
Boatswain	=	1
oiler	=	2
Assistant Cook	=	1
Electrician	=	2
Quarter Master	=	3
Second Engineer	=	1
Third Engineer	=	1
Total	=	16
<i>Layer 2</i>		
Powerplan Op	=	2
Total	=	2
<i>Layer 3</i>		
Master/Captain	=	1
Chief Engineer	=	1
Chief Officer	=	1
Second Officer	=	1
radio oprator	=	1
Total	=	5
Jumlah Crew	=	23

Equipment and Outfitting Calculation

[Reference : Ship Design Efficiency and Economy , 1998]

Input Data :

$$\begin{aligned}L &= 76.071 \text{ m} \\B &= 19.845 \text{ m} \\H &= 4.704 \text{ m}\end{aligned}$$

Grup III (Accommodation)

The specific volumetric and unit area weights are:

For small and medium sized cargo ship 160 – 170 kg/m²

For large cargo ships, large tanker, etc 180 – 200 kg/m²

Therefore, for oat, it is used 195 kg/m²

• POOP

$$\begin{aligned}L_{\text{poop}} &= 10.000 \text{ m} \\B_{\text{poop}} &= 19.845 \text{ m} \\A_{\text{poop}} &= 198.445 \text{ m}^2 \\W_{\text{poop}} &= 38.697 \text{ ton}\end{aligned}$$

• FORECASTLE

$$\begin{aligned}L_{\text{forecastle}} &= 8.371 \text{ m} \\B_{\text{forecastle}} &= 19.844528 \text{ m} \\A_{\text{forecastle}} &= 166.11854 \text{ m}^2 \\W_{\text{forecastle}} &= 32.393 \text{ ton} \\LCG_{\text{forecastle}} &= 71.88519\end{aligned}$$

• DECKHOUSE

Layer II

$$\begin{aligned}L_{\text{DH II}} &= 12.000 \text{ m} \\B_{\text{DH II}} &= 15.000 \text{ m} \\A_{\text{DH II}} &= 180.000 \text{ m}^2 \\W_{\text{DH II}} &= 35.100 \text{ ton}\end{aligned}$$

Layer III

$$\begin{aligned}L_{\text{DH III}} &= 9.000 \text{ m} \\B_{\text{DH III}} &= 15.000 \text{ m} \\A_{\text{DH III}} &= 135.000 \text{ m}^2 \\W_{\text{DH III}} &= 26.325 \text{ ton}\end{aligned}$$

Wheel House

$$\begin{aligned}L_{\text{WH}} &= 6.000 \text{ m} \\B_{\text{WH}} &= 12.000 \text{ m} \\A_{\text{WH}} &= 72.000 \text{ m}^2 \\W_{\text{WH}} &= 14.040 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$W_{\text{Group III}} = 114.162 \text{ ton}$$

Grup IV (Miscellaneous)

$$\begin{aligned}C &= (0.18 \text{ ton} / \text{m}^2 < C < 0.26 \text{ ton} / \text{m}^2 \\ &= 0.25 \text{ [ton/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}W_{\text{Group IV}} &= (L \cdot B \cdot D)^{2/3} \cdot C \\ &= 92.365 \text{ [ton]}\end{aligned}$$

Equipment and Outfitting Total Weight

$$= 206.527 \text{ [ton]}$$

Outfit Weight Center Estimation

$$\begin{aligned}D_A &= 6.330 \text{ m} \\KG_{E\&O} &= 1.02 - 1.08 D_A \\ &= 6.646 \text{ m}\end{aligned}$$

1. LCG₁ (25% W_{E&O} at LCG_M)

25% W_{E&O} = 51.632

Lcb = 3.804

LCG_M dr FP = 67.267

LCG_M = -29.232

Lkm = 10.800

Layer II

L_{DH II} = 12.000

W_{DH II} = 35.100

LCG_I = [0,5*L+(Lkm+Lcb)+0,5*Ideck]
= -29.432

Layer III

L_{DH III} = 9.000

W_{DH III} = 26.325

LCG_{II} = -27.932

Layer IV

L_{DH IV} = 0.000

W_{DH IV} = 0.000

LCG_{IIII} = -23.432

Wheelhouse

L_{WH} = 6.000

W_{WH} = 14.040

LCG_{IV} = -26.432

2. LCG₂ (37,5% W_{E&O} at LCG_{DH})

37.5% W_{E&O} = 77.447

LCG_{dh} = -28.350

3. LCG₃ (37,5% W_{E&O} at midship)

37.5% W_{E&O} = 77.447

midship = 0

LCG_{E&O} (LCG di belakang midship)

= -17.94 m

LCG_{E&O} (dari FP)

= 55.97 m

Total Weight and Total Centers Estimation

1. Light Weight Tonnes (LWT)

• Steel Weight

$$\begin{aligned}W_{ST} &= 835.476 && \text{ton} \\KG &= 4.354 && \text{m} \\LCG \text{ dr FP} &= 38.528 && \text{m}\end{aligned}$$

• Equipment & Outfitting Weight

$$\begin{aligned}W_{E\&O} &= 206.527 && \text{ton} \\KG_{E\&O} &= 6.646 && \text{m} \\LCG \text{ dr FP} &= 55.975 && \text{m}\end{aligned}$$

• Machinery Weight

$$\begin{aligned}W_M &= 1.565 && \text{ton} \\KG &= 2.252 && \text{m} \\LCG \text{ dr FP} &= 67.267 && \text{m}\end{aligned}$$

$$\text{Total LWT} = 1043.568 \text{ ton}$$

2. Dead Weight Tonnes (DWT)

• Consumable Weight

$$\begin{aligned}W_{\text{consum}} &= 11.860 && \text{ton} \\KG &= 3.247 && \text{m} \\LCG \text{ dr FP} &= 62.151 && \text{m}\end{aligned}$$

• Payload

$$\begin{aligned}W_{\text{bb generator}} &= 1153 && \text{ton} \\KG &= (H-H_{db}) * 0,5 + H_{db} \\ &= 2.818 && \text{m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}LCG \text{ dr FP} &= 0,51 * LRM + Lch \\ &= 36.284 && \text{m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}W_{\text{generator}} &= 1101 && \text{ton} \\KG &= H * 0,5H \text{ gen} \\ &= 7.056 && \text{m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}LCG \text{ dr FP} &= 0,51 * LRM + Lch \\ &= 30.000 && \text{m}\end{aligned}$$

$$\text{Total DWT} = 2265.860045 \text{ ton}$$

Total Weight

Total weight = LWT + DWT =
= 3309.428 ton

KG Total = 4.86 m

LCG Total (dr FP) = 36.10 m

displasemen= 3317.609038

Margin 0.24659% **Accepted**

Hold Capacity Calculation

Input Data :

Lpp =	76.071 m
Lwl =	79.114 m
B =	19.845 m
H =	4.704 m
T =	2.425 m
Cb =	0.850

• Perhitungan camber

$$\begin{aligned}\text{Camber (C)} &= 0.397 \text{ m} \\ \text{Cm} = 2/3 * \text{C} &= 0.265 \text{ m}\end{aligned}$$

• Perhitungan Shee (Kapal ini tidak menggunakan Sheer)

$$\begin{aligned}\text{Sa} &= 0 \text{ m} \\ \text{Sf} &= 0 \text{ m} \\ \text{Sm} &= 0.000 \text{ m} \\ \text{H}' = \text{H} + \text{Cm} + \text{Sm} &= 4.969 \text{ m}\end{aligned}$$

• Perhitungan Cb Deck

$$\begin{aligned}c &= 0.3 \quad (\text{U Shaped section}) \\ \text{Cb Deck} &= \text{Cb} + c(D/T - 1) \cdot (1 - \text{Cb}) \\ &= 0.892\end{aligned}$$

• Perhitungan Vh

Vh = Total volume kapal di bawah upper deck dan diantara perpendicular

$$\text{Vh} = \text{Cb}_{\text{deck}} \cdot L \cdot B \cdot D' = 5692.91 \text{ m}^3$$

• Perhitungan Vu

Vu = cargo capacity yang tersedia diatas upper deck seperti hatch

Vu = Tidak ada capacity di atas deck 0 m^3

HATCH WAY

Panjang =	15.000 m	hold = 4
Tinggi =	0.600 m	
Lebar =	9.538 m	
k =	0.020	

• Perhitungan Kamar Mesin

$$\begin{aligned}\text{Lkm} &= 10.800 \text{ m} \\ \text{Lebar} &= 19.845 \text{ m} \\ \text{Tinggi} &= 4.704 \text{ m} \\ \text{Vkm} &= 1008.22 \text{ m}^3\end{aligned}$$

• Perhitungan Ceruk Buritan

$$\begin{aligned}Lcb &= 5.956 \text{ m} \\ \text{Lebar} &= 19.845 \text{ m} \\ \text{Tinggi} &= 3.123 \text{ m} \\ Vcb &= 369.126 \text{ m}^3\end{aligned}$$

• Perhitungan Ceruk Haluan

$$\begin{aligned}Lch &= 5.340 \text{ m} \\ \text{Lebar} &= 19.845 \text{ m} \\ \text{Tinggi} &= 3.133 \text{ m} \\ Vch &= 332.003 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$Vm = Vkm + Vcb + Vch = 1709.35 \text{ m}^3$$

$$Vr = (Vh - Vm) * (1 + s) + Vu = 4063.23 \text{ m}^3$$

• Koreksi

Double bottom

$$\begin{aligned}Ldb &= 53.975 \text{ m} \\ Bdb &= 19.845 \text{ m} \\ Hdb &= 0.931 \text{ m} \\ Vdb &= 997.117 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Koferdam

$$\begin{aligned}Lcf &= 2.400 \text{ m} \\ Bcf &= 19.845 \text{ m} \\ Hcf &= 3.773 \text{ m} \\ Vcf &= 179.712 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Double Hull

$$\begin{aligned}Ldh &= 53.975 \text{ m} \\ Bdh &= 0.800 \text{ m} \\ Hdh = H - hdb &= 3.773 \text{ m} \\ Vdh &= 325.862 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Koferdam Deck

$$\begin{aligned}Ldb &= 53.975 \text{ m} \\ Bdb &= 19.845 \text{ m} \\ Hdb &= 1.200 \text{ m} \\ Vdb &= 1285.32 \text{ m}^3\end{aligned}$$

(Untuk sisi kanan dan kiri, Jadi dikali 2)

$$Vr' = Vr - (Vdb + Vdh + Vcf) = 1275.22 \text{ m}^3$$

$$\mathbf{Vr \text{ total} = 1275.22 \text{ m}^3}$$

Batasan Kapasitas Ruang Bahan Bakar Powerplan

Input Data :

Volume ruang muat = 1275.219 m³

Berat muatan = 1134 ton

Volume muatan = 1232.609 m³

Perhitungan :

Selisih Volume r.muat & Volume muatan= 42.6102 m³

Selisih dalam % = 3.341%

Kondisi = Accepted

Tonnage Measurement

Input Data :

$$\begin{aligned} H &= 4.704 \text{ m} \\ T &= 2.425 \text{ m} \\ V_{\text{poop}} &= 596.527 \text{ m}^3 \\ V_{\text{forecastle}} &= 199.342 \text{ m}^3 \\ V_{\text{deckhouse}} &= 928.800 \text{ m}^3 \\ Z_C &= 23.000 \text{ orang} \\ N_1 &= 2 \text{ (Asumsi penumpang dalam kabin 2 orang (tidak boleh lebih dari 8 penumpang))} \\ N_2 &= 18 \text{ (jumlah penumpang yang lain)} \\ \nabla &= 3236.69 \text{ m}^3 \\ \Delta &= 3317.609 \text{ ton} \end{aligned}$$

Perhitungan :

Gross Tonnage

$$\begin{aligned} V_U &= \text{Volume dibawah geladak cuaca} \\ &= 6277.71 \text{ m}^3 \\ V_H &= \text{Volume ruang tertutup diatas geladak cuaca} \\ &= 1724.67 \text{ m}^3 \\ V &= 7502.38 \text{ m}^3 \\ K_1 &= 0.2 + 0.02 * \text{Log}_{10}(V) \\ &= 0.28 \\ \mathbf{GT} &= \mathbf{2081.9} \end{aligned}$$

Net Tonnage

$$\begin{aligned} V_C &= 1275.219 \text{ m}^3 \\ K_2 &= 0.2 + 0.02 * \text{Log}_{10}(V_C) \\ &= 0.262 \\ K_3 &= 1.25 * [(GT + 10000) / 10000] \\ &= 1.510 \\ \alpha &= K_2 * V_C * (4d/3D)^2 \\ &= 657.961 \\ \mathbf{\alpha \geq 0.25GT} &= \mathbf{yes} \quad \mathbf{0.25 GT} = 520.485 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{NT} &= \alpha + K_3 * (N_1 + N_2 / 10) \\ &= 663.699 \\ \mathbf{NT \geq 0.30GT} &= \mathbf{yes} \quad \mathbf{0.30 GT} = 624.5821 \end{aligned}$$

Freeboard Calculation

International Convention on Load Lines, 1966 and Protocol of 1988

Input Data :

L =	76.07	m			
B =	19.84	m		$l_{poop} =$	16.70 m
D =	4.70	m		$l_{FC} =$	8.37 m
$d_1 = 85\%$ Moulded Depth				$S = l_{poop} + l_{FC}$	
=	4.00	m		=	25,95+18,98
$C_b =$	0.85			=	25.07 m

Perhitungan :

• Freeboard Standard

Lambung timbul awal untuk $L > 50$ m

$$Fb = 0.8 * L$$

$$Fb = 60.86 \quad \text{cm}$$

• Koreksi

1. Koreksi Depth (D)

koreksi tinggi untuk $L > 50$ m

$$D' = 20 \times (D - L/15) \quad [\text{mm}]$$

$$= 95.1552462$$

$$D' = 0.000 \quad \text{mm}$$

Jika $D < L/15$ tidak ada koreksi

2. Koreksi c_b

L =	76.071	m			
B =	19.845	m		$\nabla = L * B * T * C_b$	
D =	4.704	m		=	3236.691744
$d_1 = 85\%$ Moulded Depth					
=	4.00	m			
$C_b =$	0.850			karena $C_b > 0.68$ maka dikoreksi	
Fb2 =	68.46362121	cm			

3. Koreksi Bangunan Atas (Super Structure)

Forecastle

$l_{FC} =$	8.37	m
$h_{sFC} =$	2.30	m
$h_{FC} =$	2.40	m
$l_{sFC} =$	8.37	m

Poop

$l_{poop} =$	16.70	m
$h_{s_{poop}} =$	2.30	m
$h_{poop} =$	2.4	m
$l_{s_{poop}} =$	16.70	m

Effective Length Super Structure

$$E = l_{sFC} + l_{s_{poop}}$$

$$= 25.07 \quad \text{m}$$

$$E[x.L] = 0.3$$

$$\%Fb = 31\%$$

Superstructure

$$Fb_3 = -19 \quad \text{cm}$$

4. Koreksi lengkung memanjang (sheer)

$$A = 1/6 * [2.5(L+10) - 100(Sf+Sa)] * [0.75 - (s/2L)]$$

dimana :

L =	76.071
Sf =	0
Sa =	0

A =	35.8627876	cm
B =	9.508836279	cm

5. Pengurangan freeboard karena tutup palkah

tabel pengurangan freeboard menurut KM no. 3 tahun 2005

panjang kapal (L)	Pengurangan Fb (cm)	
0	4	karena panjang kapal berada diantara 0-100 meter, maka
100	4	nilai pengurangan freeboard dapat dicari melalui
110	5	interpolasi
120	8	Pengurangan : 4 cm
130	12	
365	12	

Total Freeboard

$$Fb' = Fb_1 + Fb_2 + Fb_3 + Fb_4$$

$$= 115.96 \quad \text{cm}$$

$$Fb' = 1.16 \quad \text{m}$$

• Batasan Freeboard

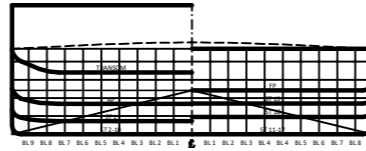
Actual Freeboard

$$Fba = H - T \quad \text{m}$$

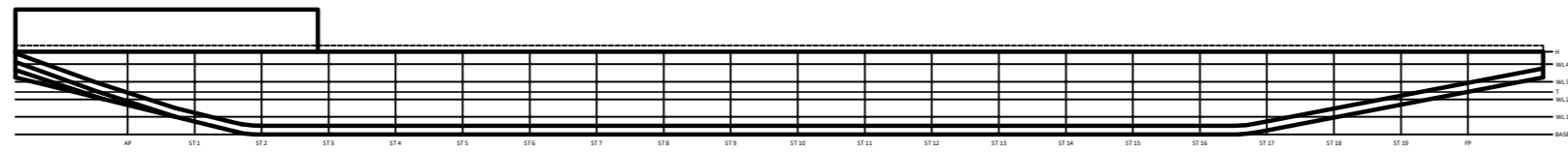
$$= 2.279$$

Kondisi (Fba - Fb') = Accepted (karena Fba > Fb' maka Accepted)

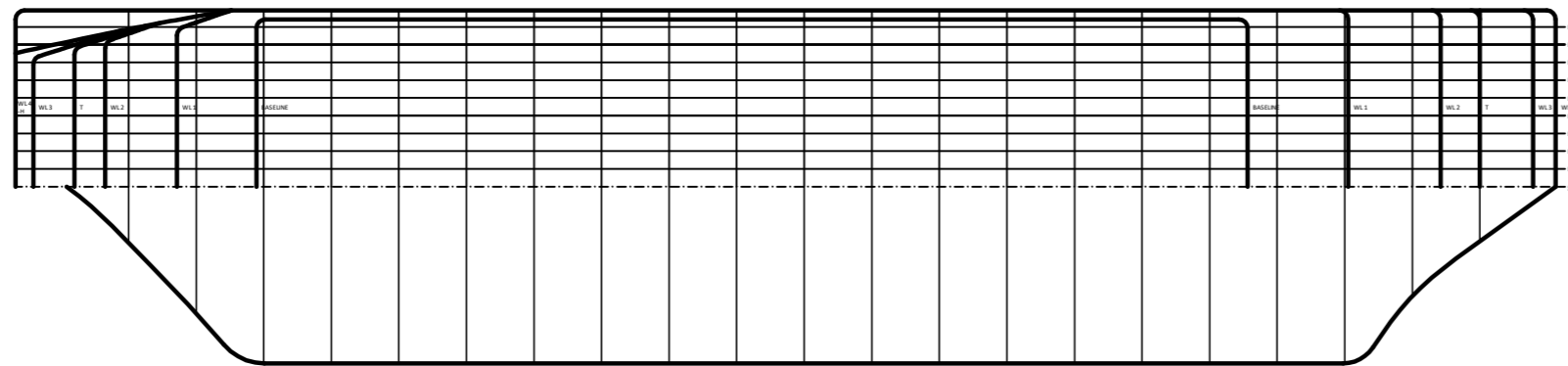
BODY PLAN



LINES PLAN



HALF BREADTH PLAN



SENT LINE

MAIN DIMENSIONS

SHIP TYPE	: SPBPP
LENGTH OF WATER LINE (LWL)	: 79.114 m
LENGTH BETWEEN PERPENDICULARS (LPP)	: 76.071 m
BREADTH (B)	: 19.845 m
HEIGHT (H)	: 4.704 m
DRAFT (T)	: 2.425 m
BLOCK COEFFICIENT (CB)	: 0.850
SERVICE SPEED (V)	: 8.000 Knot

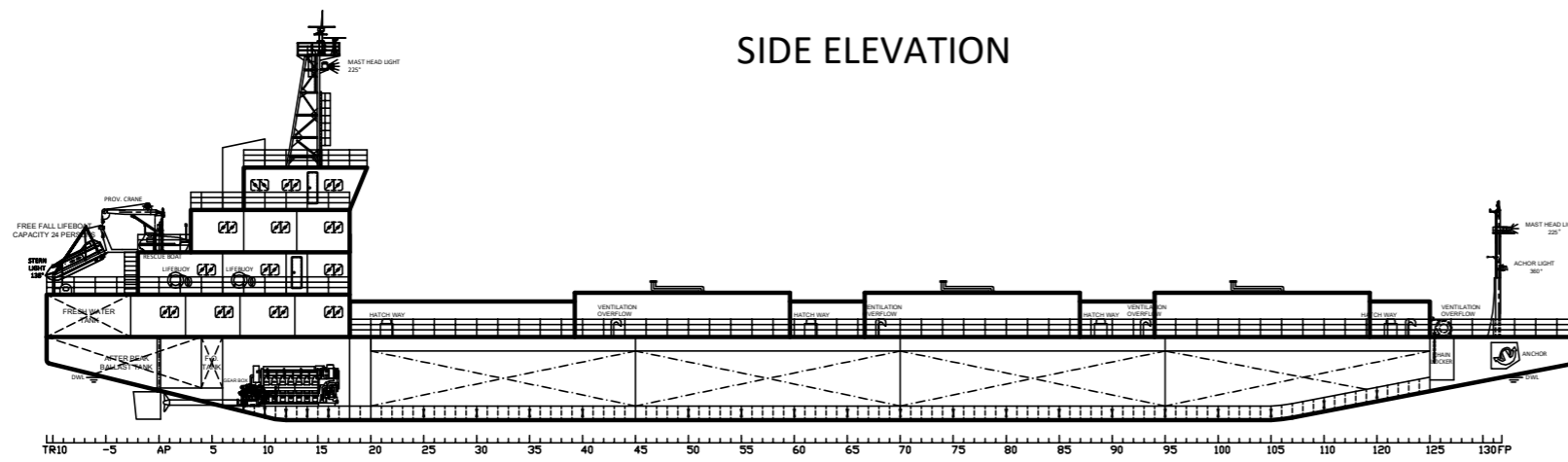


DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE AND SHIPBUILDING
 FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY SURABAYA

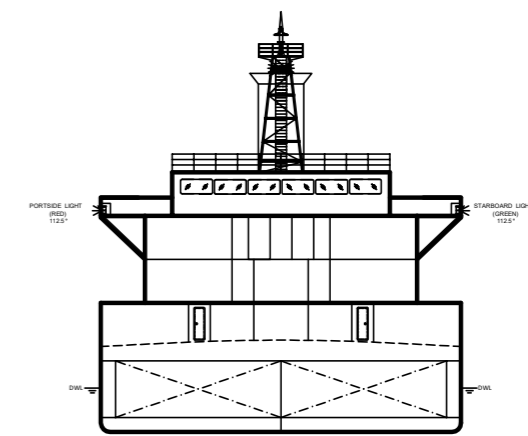
M.V. ALCORD-HORSE

LINES PLAN

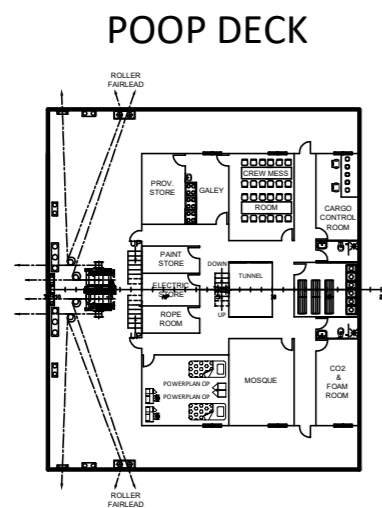
SCALE	: 1:150	SIGNATURE	DATE	NOTE
DRAWN BY	: DENY ARI SETIAWAN			NRP : 4113100015
APPROVED BY	: HASANUDIN, S.T., M.T.			



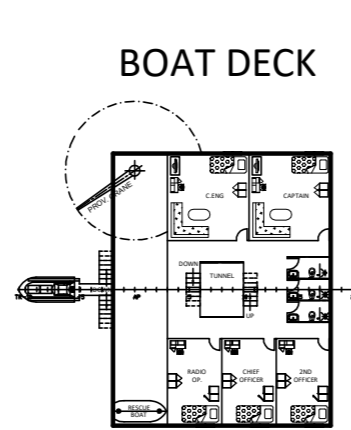
SIDE ELEVATION



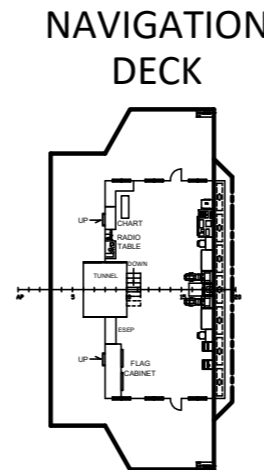
FRONT ELEVATION



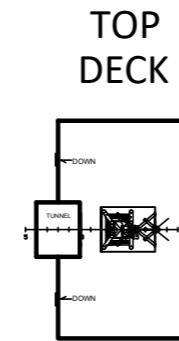
POOP DECK



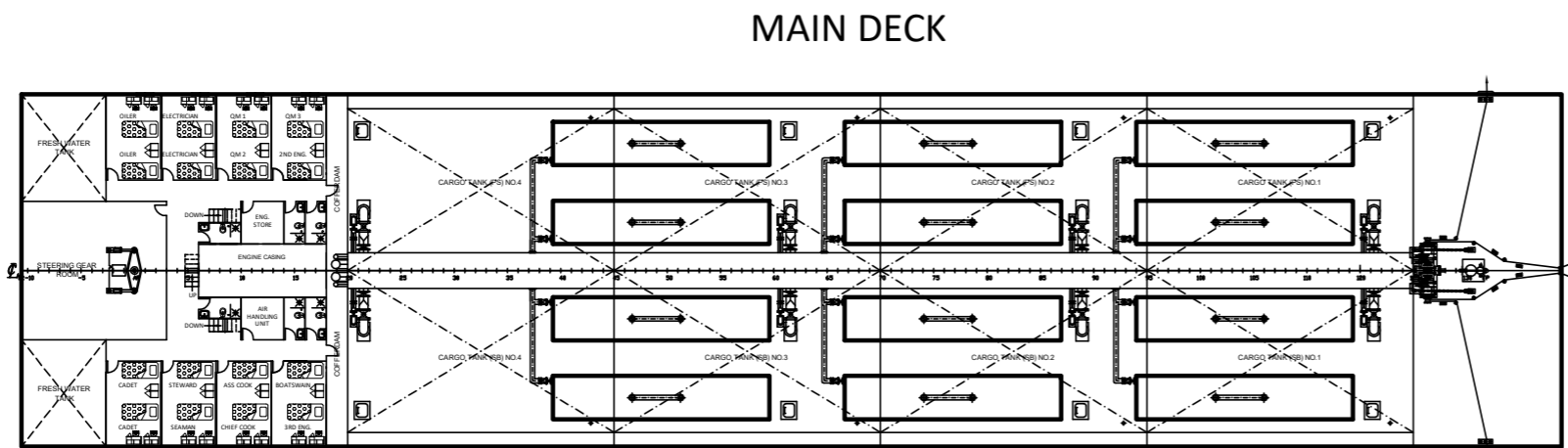
BOAT DECK



NAVIGATION DECK



TOP DECK

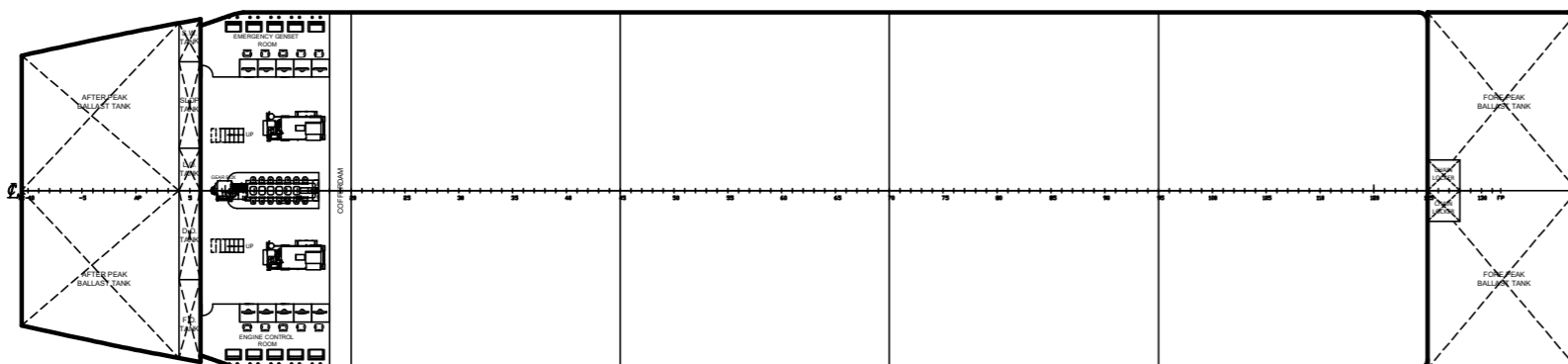


MAIN DECK

AFTER PEAK TANK

TANK TOP

FORE PEAK TANK



MAIN DIMENSIONS	
SHIP TYPE	: SPBPP
LENGTH OF WATER LINE (LWL)	: 79.114 m
LENGTH BETWEEN PERPENDICULARS (LPP)	: 76.071 m
BREADTH (B)	: 19.845 m
HEIGHT (H)	: 4.704 m
DRAFT (T)	: 2.425 m
BLOCK COEFFICIENT (CB)	: 0.850
SERVICE SPEED (V)	: 8.000 Knot

	DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE AND SHIPBUILDING FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY SURABAYA		
	M.V. ALCORD-HORSE GENERAL ARRANGEMENT		
SCALE	: 1:150	SIGNATURE	DATE
DRAWN BY	: DENY ARI SETIAWAN		NOTE
APPROVED BY	: HASANUDIN, S.T., M.T.		NRP : 4113100015

BIODATA PENULIS



Deny Ari Setiawan, itulah nama lengkap penulis. Dilahirkan di Surakarta pada 7 Januari 1996 silam, Penulis merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara dalam keluarga. Penulis menempuh pendidikan formal tingkat dasar pada TK Al-Huda, kemudian melanjutkan ke SDN Kleco II, SDN Bulu 3, SMPN 1 Sukoharjo dan SMAN 1 Sukoharjo. Setelah lulus SMA, Penulis diterima di Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS pada tahun 2013 melalui jalur SNMPTN.

Di Departemen Teknik Perkapalan Penulis mengambil Bidang Studi Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal. Selama masa studi di ITS, selain kuliah Penulis juga pernah menjadi *staff* Departemen Kajian Strategis Teknologi Himatekpal 2013/2014. Selan itu, Penulis juga pernah menjadi peserta pelatihan penulisan karya ilmiah di ITS.

Email: deny13@mhs.na.its.ac.id/deny_as@live.com