



TUGAS AKHIR - MN 184802

**DESAIN KAPAL PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA DIESEL
(PLTD) UNTUK DAERAH PASCA BENCANA ALAM**

Jessica Stacey Dhaniswara
NRP 0411144000071

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

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



TUGAS AKHIR - MN 184802

**DESAIN KAPAL PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA DIESEL
(PLTD) UNTUK DAERAH PASCA BENCANA ALAM**

Jessica Stacey Dhaniswara
NRP 0411144000071

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

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



FINAL PROJECT - MN 184802

**DIESEL POWERPLANT SHIP'S DESIGN FOR POST
NATURAL DISASTER REGION**

**Jessica Stacey Dhaniswara
NRP 0411144000071**

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

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

LEMBAR PENGESAHAN

DESAIN KAPAL PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA DIESEL (PLTD) UNTUK DAERAH PASCA BENCANA ALAM

TUGAS AKHIR


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

Oleh:

JESSICA STACEY DHANISWARA
NRP 0411144000071

Disetujui oleh:

Dosen Pembimbing


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

Mengetahui,
Kepala Departemen Teknik Perkapalan



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

SURABAYA, 20 JANUARI 2020

LEMBAR REVISI

DESAIN KAPAL PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA DIESEL (PLTD) UNTUK DAERAH PASCA BENCANA ALAM

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir
Tanggal 6 Januari 2020

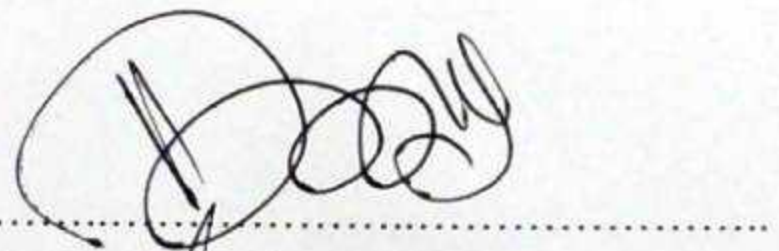
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

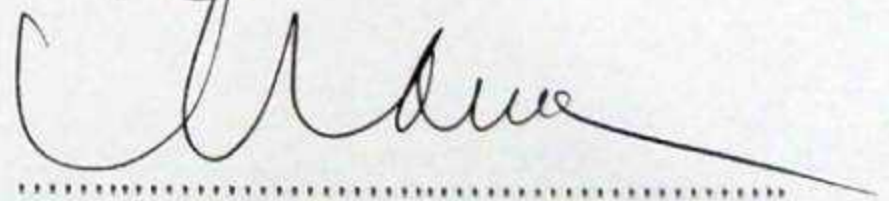
JESSICA STACEY DHANISWARA
NRP 04111440000071

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

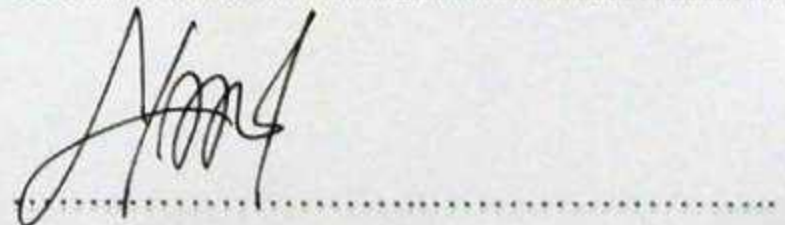
1. Dony Setyawan, S.T., M.Eng.



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

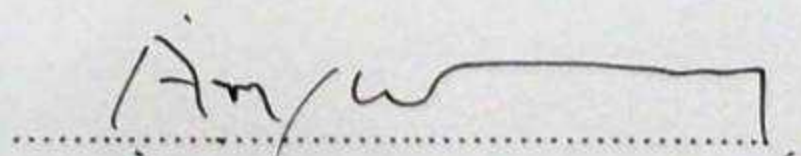


3. Danu Utama, S.T., M.T.



Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

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



SURABAYA, 13 JANUARI 2020

Dipersembahkan kepada kedua orang tua atas segala dukungan dan doanya

KATA PENGANTAR

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

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

1. Bapak Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan dan motivasinya selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini;
2. Bapak Dony Setyawan, S.T., M.Eng., Bapak Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng., dan Bapak Danu Utama, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan sarannya untuk perbaikan Laporan Tugas Akhir ini;
3. 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 izin pemakaian fasilitas laboratorium;
4. Kedua orangtua dan kakak saya yang saya cintai, atas segala waktu yang telah diluangkan bersama dan menyemangati selalu selama pengerjaan Tugas Akhir ini;
5. Teman-teman *Pepayas*, *Thrones*, *Rookie* dan *Spread the Love*, atas motivasinya selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini;
6. Teman-teman angkatan 2014, P54 Deadrise.

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

Surabaya, 8 Januari 2020

Jessica Stacey Dhaniswara

DESAIN KAPAL PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA DIESEL (PLTD) UNTUK DAERAH PASCA BENCANA ALAM

Nama Mahasiswa : Jessica Stacey Dhaniswara
NRP : 0411144000071
Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara yang terletak di antara tiga lempengan tektonik aktif, yaitu: lempeng Indo-Australia, lempeng Eurasia, dan lempeng Pasifik. Hal itu membuat Indonesia menjadi negara yang rawan akan terjadinya bencana alam seperti gempa bumi dan tsunami. Bencana alam khususnya tsunami, dapat mengakibatkan rusaknya sarana prasarana di daerah tersebut, dalam penelitian ini khususnya putusnya jaringan listrik pada daerah tersebut. Dikarenakan rusaknya sarana prasana pada daerah tersebut, maka untuk perbaikan jaringan listrik via jalur darat akan lebih susah karena akses jalan yang rusak ataupun terhalangi puing-puing bangunan/pohon, sehingga pada penelitian ini akan dibuat suatu alat untuk menyalurkan jaringan listrik, dalam hal ini Kapal Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD). Untuk mendapatkan *payload* Kapal PLTD diperlukan data kebutuhan listrik daerah dari daerah yang rawan bencana dan menentukan homebase dari Kapal PLTD ini, agar waktu yang ditempuh untuk mencapai daerah pascabencana alam tidak terlalu lama, dan akses jaringan listrik untuk perbaikan daerah tersebut dapat segera menyala dan membantu perbaikan sarana prasana disana. Dari penelitian ini didapatkan *payload* Kapal PLTD Terang Terus sebesar 2,975 MW, dengan ukuran utama kapal $L = 52,80$ m, $B = 14$ m, $H = 6,50$ m, $T = 4,227$ m, $C_b = 0,614$, dan $V_s = 12$ *knot*.

Kata Kunci: Diesel, Kapal Pembangkit Listrik, Pascabencana, Pembangkit Listrik Tenaga Diesel.

DIESEL POWERPLANT SHIP'S DESIGN FOT POST NATURAL DISASTER REGION

Author : Jessica Stacey Dhaniswara
Student Number : 0411144000071
Department / Faculty : Naval Architecture / Marine Technology
Supervisor : Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D..

ABSTRACT

Indonesia is a country located between three active tectonic plates, namely: the Indo-Australian plate, the Eurasian plate and the Pacific plate. This makes Indonesia a country prone to natural disasters such as the earthquake and tsunami. Natural disasters, especially tsunamis, can result in damage to infrastructure in the area, in this study in particular the breakdown of the electricity network in the area. Due to the damage to the infrastructure in the area, works for repairing the electricity network via road/land will be more difficult because of the damaged road access or obstructed by building debris / trees, so that in this study a device will be made to channel the electricity network, in this case the Ship Diesel Power Plant. To get the payload of PLTD Vessels, data on electricity needs of the region from disaster-prone areas is needed and determining the homebase of this PLTD Vessel, so that the time taken to reach the post-natural disaster area is not too long, and access to the electricity network to repair the area can immediately start and help repair infrastructure there. From this research, the payload of PLTD Vessel is 2,975 MW, with the main size of ship $L = 52,80$ m, $B = 14$ m, $H = 6.50$ m, $T = 4,227$ m, $C_b = 0.614$, and $V_s = 12$ knots.

Keywords: Diesel, Diesel Powerplant, Post-Disaster, Powerplant Ship.

DAFTAR ISI

LEMBAR REVISI.....	vii
KATA PENGANTAR.....	xi
ABSTRAK.....	xiii
ABSTRACT	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xix
DAFTAR TABEL	xxi
DAFTAR SIMBOL	xxiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Manfaat	3
1.6. Hipotesis	3
BAB 2 STUDI LITERATUR.....	5
2.1. Dasar Teori	5
2.1.2. Kebutuhan Listrik Daerah.....	6
2.1.3. Pembangkit Listrik.....	6
2.1.4. Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD).....	8
2.2. Sistem pada PLTD	9
2.2.1. Jenis Mesin Diesel	12
2.2.2. Floating Power Plant.....	16
2.2.3. Teori Desain.....	19
2.2.4. Metode Desain Kapal.....	19
2.2.5. Prinsip Archimedes	20
2.2.6. Perhitungan Ukuran Utama Kapal.....	20
2.2.7. Perhitungan Berat Baja Kapal.....	21
2.2.8. Trim dan Stabilitas	28
2.2.9. <i>Freeboard</i>	31
2.2.10. Bencana Alam.....	33
2.3. Tinjauan Pustaka.....	35
2.3.1. Desain Kapal Pembangkit Listrik Tenaga Gas untuk Wilayah Indonesia.....	35
2.3.2. Studi Perencanaan Unit Pembangkit Listrik Tenaga Diesel PLTD Terapung untuk Wilayah Kepulauan Provinsi Riau dan Sekitarnya	36
BAB 3 METODOLOGI	37
3.1. Bagan Alir.....	37
BAB 4 TINJAUAN LOKASI.....	41
4.1. Indonesia Timur.....	41
4.2. Home Base Kapal	44
4.3. Daerah Operasional	45
4.3.1. Maluku	46
4.3.2. Papua Barat	49

4.3.3. Sulawesi	51
4.3.4. Nusa Tenggara Barat (NTB)	56
4.3.5. Nusa Tenggara Timur (NTT)	57
4.4. Jarak Tempuh	58
BAB 5 ANALISIS TEKNIS	59
5.1. Perhitungan Kebutuhan Daya Listrik	59
5.1.1. Penentuan Mesin Pembangkit Listrik Tenaga Diesel	60
5.2. Menentukan Ukuran Utama	62
5.2.1. Membuat <i>Layout</i> Awal	62
5.2.2. Dimensi Mesin PLTD	62
5.2.3. Mendapatkan Nilai L dan B Kapal	63
5.2.4. Metode Regresi Linear untuk Menentukan Nilai Sarat Kapal	64
5.3. Hasil Perhitungan Koefisien Bentuk Badan Kapal	65
5.4. Hasil Perhitungan Hambatan Kapal	66
5.5. Pemilihan Mesin Utama	67
5.6. Hasil Perhitungan Berat Kapal	68
5.6.1. Perhitungan DWT	68
5.6.2. Perhitungan LWT	69
5.7. Freeboard	70
5.8. Hasil Perhitungan Stabilitas	70
5.9. Desain Rencana Garis	72
5.10. Desain Rencana Umum	73
5.11. Desain 3D	74
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN	75
6.1. Kesimpulan	75
6.2. Saran	76
DAFTAR PUSTAKA	77
LAMPIRAN	
LAMPIRAN A PERHITUNGAN ANALISA TEKNIS	
LAMPIRAN B RENCANA GARIS	
LAMPIRAN C RENCANA UMUM	
LAMPIRAN D SAFETY PLAN	
LAMPIRAN E DESAIN 3 DIMENSI	
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kapasitas SPD	9
Gambar 2.2 Skema Kerja PLTD.....	11
Gambar 2.3 Mesin Diesel 4 Langkah	12
Gambar 2.4 Mesin Diesel 2 Langkah	13
Gambar 2.5 Klasifikasi <i>Floating Power Plant</i> berdasarkan Daya	18
Gambar 2.6 <i>Khan</i> dan <i>Shark Class</i>	19
Gambar 2.7 <i>Orca</i> dan <i>Seal Class</i>	19
Gambar 2.8 <i>Mermaid Class</i>	19
Gambar 2.9 <i>Spiral Design</i>	20
Gambar 2.10 Ilustrasi Momen Penegak Kapal	29
Gambar 2.11 Kondisi Stabilitas Positif	30
Gambar 2.12 Kondisi Stabilitas Netral.....	30
Gambar 2.13 Kondisi Stabilitas Negatif.....	31
Gambar 3.1 Bagan Alir Pengerjaan Tugas Akhir.....	38
Gambar 4.1 Lempeng Tektonik di Indonesia	41
Gambar 4.2 Wilayah Potensi Tsunami di Indonesia	41
Gambar 4.3 Segmentasi Zona Subduksi di Indonesia	42
Gambar 4.4 Pelabuhan Murhum – Baubau	45
Gambar 4.5 Pelabuhan Murhum Dekat dengan Pangkalan TNI AL.....	45
Gambar 4.6 Daerah Operasional Kapal PLTD Terang Terus	46
Gambar 4.7 Lokasi Pelabuhan Yos Soedarso - Ambon	47
Gambar 4.8 Lokasi Pelabuhan Ahmad Yani - Ternate.....	48
Gambar 4.9 Lokasi Pelabuhan Manokwari	49
Gambar 4.10 Lokasi Pelabuhan Biak	50
Gambar 4.11 Pelabuhan Murhum - Baubau	52
Gambar 4.12 Lokasi Pelabuhan Bitung.....	53
Gambar 4.13 Lokasi Pelabuhan Pantoloan - Palu	54
Gambar 4.14 Lokasi Pelabuhan Toli-Toli	55
Gambar 4.15 Lokasi Pelabuhan Bima	56
Gambar 4.16 Lokasi Pelabuhan Ende.....	58
Gambar 5.1 MAN <i>Power Plants Programme</i> 2015/16	61
Gambar 5.2 Sketsa Mesin PLTD Penentuan Ukuran Utama Kapal	61
Gambar 5.3 Desain Awal Layout Kapal.....	62
Gambar 5.4 Regresi Ukuran pada Layout Awal (LoA dan B) dengan T	64
Gambar 5.5 Tangki dan Stabilitas Kapal.....	71
Gambar 5.6 Gambar <i>General Arrangement</i> Kapal PLTD.....	74

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Klasifikasi <i>Floating Power Plant</i>	18
Tabel 4.1 Detil Pelabuhan Yos Soedarso – Ambon	47
Tabel 4.2 Detil Pelabuhan Ahmad Yani – Ternate.....	48
Tabel 4.3 Detil Pelabuhan Manokwari	50
Tabel 4.4 Detil Pelabuhan Biak	51
Tabel 4.5 Detil Pelabuhan Murhum Baubau	52
Tabel 4.6 Detil Pelabuhan Bitung.....	53
Tabel 4.7 Detil Pelabuhan Pantoloan – Palu	54
Tabel 4.8 Detil Pelabuhan Toli-Toli.....	56
Tabel 4.9 Detil Pelabuhan Bima.....	57
Tabel 4.10 Detil Pelabuhan Bung Karno – Ende.....	58
Tabel 4.11 Jarak Tempuh dari Kota Bau-Bau	58
Tabel 5.1 Daya Kebutuhan Listrik Daerah di Indonesia	59
Tabel 5.2 Daya Tersambung per Sektor Pelanggan	60
Tabel 5.3 Payload Kapal.....	61
Tabel 5.4 Spesifikasi Mesin PLTD.....	62
Tabel 5.5 Data <i>Offshore Supply Vessel</i> sebagai Kapal Pembanding.....	63
Tabel 5.6 Nilai Lpp dan Loa Kapal PLTD Terang Terus.....	63
Tabel 5.7 Hasil Perhitungan Sarat Kapal PLTD Terang Terus	64
Tabel 5.8 Nilai BHP, THP, DHP, SHP, dan BHP	66
Tabel 5.9 Spesifikasi Mesin Utama	67
Tabel 5.10 Berat DWT Kapal.....	68
Tabel 5.11 Berat LWT Kapal	69
Tabel 5.12 DWT Setelah Dilakukan Analisa pada <i>Software Maxsurf Stability</i>	69
Tabel 5.13 Pemeriksaan <i>Free Board</i>	70
Tabel 5.14 Hasil Analisis dengan menggunakan <i>Maxsurf Stability Enterprise</i>	71

DAFTAR SIMBOL

Δ	=	Volume displacement (m ³)
∇	=	Displacement kapal (ton)
B	=	Lebar kapal (m)
C _b	=	Koefisien blok
C _{batt}	=	Kapasitas baterai (Ah)
C _f	=	Koefisien hambatan gesek
C _m	=	Koefisien midship
C _p	=	Koefisien prismatic
C _{tot}	=	Koefisien hambatan total
C _w	=	Koefisien hambatan gelombang
C _{wp}	=	Koefisien water plane
DWT	=	Dead weight tonnage (ton)
F _n	=	Froude number
g	=	Percepatan gravitasi (m/s ²)
H	=	Tinggi lambung kapal (m)
LCB	=	Longitudinal center of bouyancy (m)
LCG	=	Longitudinal center of gravity (m)
LOA	=	Length overall (m)
L _{pp}	=	Length perpendicular (m)
L _{wl}	=	Length of waterline (m)
LWT	=	Light weight tonnage (ton)
P _B	=	Brake power (kW)
P _E	=	Effective power (kW)
P _T	=	Thrust power (kW)
R _n	=	Reynolds number
R _t	=	Hambatan total kapal (N)
T	=	Sarat kapal (m)
VCG	=	Vertical center of gravity (m)
V _{max}	=	Kecepatan maksimal kapal (knot)
V _s	=	Kecepatan dinas kapal (knot)
η_H	=	Nilai efisiensi bentuk badan kapal
ρ	=	Massa jenis (kg/m ³)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan negara yang terletak di antara tiga lempengan tektonik aktif, yaitu: lempeng Indo-Australia, lempeng Eurasia, dan lempeng Pasifik. Hal itu membuat Indonesia menjadi negara yang rawan akan terjadinya bencana alam seperti gempa bumi dan tsunami. Pada tahun 2018 di Indonesia banyak dilanda bencana alam, salah satunya pada akhir tahun 2018, telah terjadi bencana tsunami di Banten. Bencana tsunami ini berdampak pada padamnya jaringan listrik di daerah Banten dan Lampung. Sebanyak 102 gardu listrik padam, 39 tiang listrik patah, dan 2 tiang listrik roboh. (tribunnews.com/2018)

Perbaikan terhadap padamnya jaringan listrik di daerah Banten dan Lampung oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN) dilakukan melalui jalur darat, terhambat oleh jalan/ jalur darat yang terhambat oleh akses jalan yang terisolasi karena turut mengalami kerusakan, sehingga pasokan material untuk perbaikan terlambat. Selain itu, kewaspadaan para pekerja akan datangnya bencana susulan membuat pekerjaan perbaikan tidak maksimal.

Diperlukan sumber tenaga cadangan untuk memasok kebutuhan listrik pada area pasca bencana pada saat tidak adanya sambungan jaringan listrik pada daerah tersebut. Maka pada penelitian ini akan dikembangkan desain kapal Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) untuk memasok kebutuhan listrik disaat jalur darat belum ada material untuk melakukan perbaikan pada area pasca bencana.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Kamaluddin, mengenai Desain Kapal Pembangkit Listrik Tenaga Gas untuk Wilayah Indonesia dilakukan untuk menambah dan membantu suplai listrik pada daerah-daerah terpencil di Indonesia. (Islamy, 2018) juga meneliti mengenai Desain Pembangkit Listrik Tenaga Surya Apung untuk Wilayah Kepulauan Selayar, yang bertujuan untuk membantu suplai listrik di Kepulauan Selayar, dengan desain lambung kapal *catamaran*, dan menggunakan sistem *Conventional Buoy Mooring*.

Pertimbangan penentuan jenis kapal pada penelitian ini berdasarkan fungsi kapal yang akan digunakan. Untuk pendistribusian listrik darurat pasca bencana yang harus dilakukan secara cepat, dibutuhkan lambung kapal dengan hambatan yang minimal (Kamaluddin, 2016). Jenis lambung kapal direncanakan berupa lambung tunggal (*mono hull*) karena memberikan ruang muat yang tidak terpotong oleh konstruksi jembatan (*bridge*) pada kapal yang menggunakan tipe lambung *catamaran*.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas permasalahan yang timbul adalah:

1. Bagaimana menentukan *payload* yang sesuai untuk kapal PLTD tersebut?
2. Bagaimana membuat desain kapal PLTD meliputi ukuran utama, Rencana Garis, Rencana Umum, *Safety Plan* serta desain 3 Dimensi kapal.

1.3. Tujuan

Tujuan utama dari penelitian ini adalah mendapatkan desain kapal PLTD untuk membantu pemulihan daerah pasca bencana alam. Adapun tujuan lainnya adalah:

1. Menentukan *payload* yang sesuai untuk kapal PLTD.
2. Mendapatkan desain kapal PLTD meliputi ukuran utama, Rencana Garis, Rencana Umum, *Safety Plan* serta desain 3 Dimensi kapal.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah digunakan sebagai acuan dalam penulisan tugas akhir sehingga dapat sesuai dengan permasalahan serta tujuan yang diharapkan. Batasan permasalahan yang dibahas dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Desain yang dibahas hanya sebatas *concept design*.
2. Tidak membahas perhitungan kekuatan memanjang.
3. Tidak dilakukan analisis ekonomis.
4. Proses penyaluran listrik dari kapal ke daratan diabaikan.
5. Desain kapal menggunakan sistem *self propelled*.
6. Daerah pasca bencana yang dekat / di sekitar pantai.
7. Daerah operasional kapal di Indonesia Timur.

1.5. Manfaat

Dari penulisan tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Secara akademis, diharapkan hasil pengerjaan Tugas Akhir ini dapat membantu menunjang proses belajar mengajar dan turut membantu para korban di daerah pasca bencana alam.
2. Secara praktek, hasil dari Tugas Akhir ini dapat digunakan sebagai referensi pengembangan konsep dan desain kapal PLTD untuk menunjang perbaikan kondisi di daerah pasca bencana alam.

1.6. Hipotesis

Dengan adanya Tugas Akhir ini, akan didapatkan desain kapal PLTD yang sesuai dan dapat membantu suplai listrik di daerah pasca bencana alam dan dapat mempercepat proses perbaikan / pemulihan kondisi lingkungan di daerah tersebut.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 2

STUDI LITERATUR

2.1. Dasar Teori

Pada dasar teori ini dijelaskan secara detail mengenai pengetahuan mengenai kelistrikan, pembangkit listrik tenaga surya apung, konsep-konsep, peraturan-peraturan, serta rumus pendekatan yang digunakan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.

2.1.1. Kelistrikan

a. Pengertian Listrik

Listrik adalah rangkaian fenomena fisika yang berhubungan dengan kehadiran dan aliran muatan listrik. Listrik menimbulkan berbagai macam efek, seperti petir, listrik statis, arus listrik dan induksi elektromagnetik. Adanya listrik juga dapat menimbulkan dan menerima radiasi elektromagnetik, seperti gelombang radio. Sedangkan, menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), listrik adalah daya atau kekuatan yang ditimbulkan oleh adanya gesekan atau melalui proses kimia, dapat digunakan untuk menghasilkan panas atau cahaya, atau untuk menghasilkan listrik. Listrik dihasilkan dari sumber listrik melalui proses pembangkitan listrik. Listrik memiliki sifat yang tetap pada benda yang dapat diukur. Terdapat dua jenis muatan listrik: positif dan negatif. Muatan yang sejenis akan mengalami gaya saling menolak, sedangkan muatan yang berbeda akan mengalami gaya tarik menarik.

Secara umum, listrik adalah sumber energi yang disalurkan melalui kabel atau penghantar lainnya. Di dalam kabel akan timbul arus listrik, yaitu muatan aliran elektron yang mengalir tiap satuan waktu.

b. Arus Listrik

Arus listrik adalah banyaknya muatan listrik yang disebabkan dari pergerakan elektron-elektron yang mengalir melalui suatu titik dalam sirkuit listrik tiap satuan waktu. Arus listrik dapat diukur melalui satuan ampere atau melalui satuan *coulomb/detik*. Arus listrik terbagi menjadi 2 (dua); arus listrik AC dan arus listrik DC.

Arus listrik AC (*alternating current*), merupakan listrik yang besarnya dan arah arusnya selalu berubah-ubah dan bolak-balik. Arus listrik AC akan membentuk suatu gelombang yang dinamakan dengan gelombang sinus atau lebih lengkapnya sinusoida.

Arus listrik DC (*Direct current*) merupakan arus listrik searah. Pada awalnya aliran arus pada listrik DC dikatakan mengalir dari ujung positif menuju ujung negatif. Semakin kesini pengamatan-pengamatan yang dilakukan oleh para ahli menunjukkan bahwa pada arus searah merupakan arus yang alirannya dari negatif (elektron) menuju kutub positif.

2.1.2. Kebutuhan Listrik Daerah

Listrik merupakan salah satu kebutuhan masyarakat yang sangat penting bagi masyarakat saat ini dan sebagai sumber daya ekonomis yang paling utama yang dibutuhkan dalam suatu kegiatan sehari-hari. Dalam waktu yang akan datang, kebutuhan listrik akan meningkat seiring dengan adanya peningkatan dan perkembangan baik dari jumlah penduduk, jumlah investasi yang semakin meningkat akan memunculkan berbagai industri-industri baru. Penggunaan listrik merupakan faktor yang penting dalam kehidupan masyarakat, baik pada sektor rumah tangga, penerangan, komunikasi, industri dan sebagainya. Seiring dengan perkembangan dan kemajuan teknologi, pembangunan teknologi industri berkaitan erat dengan tenaga listrik yang merupakan salah satu faktor yang penting yang sangat mendukung perkembangan pembangunan khususnya sektor industri, dalam kehidupan modern tenaga listrik merupakan unsur mutlak untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat, oleh karena itu energi listrik merupakan tolak ukur kemajuan masyarakat.

Data kebutuhan listrik daerah dibutuhkan untuk mendapatkan nilai rata-rata dari kebutuhan daerah yang Peneliti akan tinjau. Serta untuk perhitungan kebutuhan listrik tersebut dirumuskan dengan:

$$X = 7,5 \% \times \text{Mean (ESDM, 2017)}.$$

X = Kebutuhan Listrik Daerah untuk Sektor Umum dan Sektor Rumah Tangga

Mean = Rata-Rata Kebutuhan Listrik Beberapa Daerah

2.1.3. Pembangkit Listrik

Pembangkit listrik adalah suatu alat yang digunakan untuk membangkitkan dan memproduksi listrik dengan cara mengubah suatu energi tertentu menjadi energi listrik. Terdapat berbagai macam pembangkit listrik berdasarkan energi pembangkitnya, antara lain:

- Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)
Pembangkit listrik ini menggunakan tenaga air sebagai energi potensial.
- Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB)
Pembangkit listrik ini menggunakan tenaga angin sebagai energi potensial.
- Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD)
Pembangkit listrik ini menggunakan tenaga mesin diesel sebagai penggerak untuk memutarakan turbin.
- Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)
Pembangkit listrik ini mengandalkan energi kinetik dari uap untuk menghasilkan energi listrik.
- Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG)
Pembangkitan listrik ini mengkonversi energi kinetik dari gas untuk menghasilkan putaran pada turbin gas sehingga menggerakkan generator dan kemudian menghasilkan energi listrik
- Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU)
Pada dasarnya PLTGU adalah gabungan dari PLTG dan PLTU yang dikombinasikan, Pembangkit listrik ini memanfaatkan energi gas dan uap yang sangat efisien, dengan menggunakan satu macam bahan bakar dapat menggerakkan dua turbin, yaitu turbin gas dan turbin uap
- Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP)
Pembangkit listrik ini memanfaatkan energi dari panas bumi, sehingga dapat memanaskan ketel uap, dan uap yang dihasilkan digunakan untuk menggerakkan turbin.
- Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN)
Pembangkit listrik ini mengkonversi energi panas (thermal) menjadi energi mekanik dimana panas yang dihasilkan diperoleh dari satu atau lebih reaktor nuklir pembangkit listrik.
- Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)
Pembangkit listrik ini menggunakan cahaya matahari sebagai energi utama. Energi dari cahaya matahari dapat langsung diubah menjadi energi listrik oleh konverter generator dan di simpan di dalam baterai

2.1.4. Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD)

Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) ialah Pembangkit listrik yang menggunakan mesin diesel sebagai mesin penggerak utama yang berbahan bakar *High Speed Diesel Oil* (HSDO) sebagai penggerak utama (*prime mover*). *Prime mover* merupakan peralatan yang mempunyai fungsi menghasilkan energi mekanis yang diperlukan untuk memutar rotor generator.

Prinsip kerja PLTD sangat sederhana, udara di kompress dalam silinder untuk menaikkan suhu, maka kita menginjeksikan bahan bakar ke dalam mesin dan pembakaran menghasilkan fluida kerja pada suhu tinggi dan tekanan tinggi untuk mengubah energi panas menjadi energi mekanik.

Proses pembakaran pada mesin diesel tidak menghasilkan pembakaran yang sempurna. Efisiensi PLTD sangat dipengaruhi oleh pemakaian bahan bakar, hal ini disebabkan biaya yang terbesar dalam pengoperasian PLTD adalah biaya bahan bakar ($\pm 70\%$ dari keseluruhan biaya operasional). Hal inilah yang menyebabkan efisiensi pembangkit jenis ini rendah, lebih kecil dari 50 %. Jika dibandingkan dengan motor bensin, gas buang motor diesel tidak banyak mengandung komponen beracun yang dapat mencemari udara. Selain dari pada itu pemakaian, bahan bakar motor diesel lebih rendah ($\pm 25\%$) dari pada motor bensin, sedangkan harganya pun lebih murah sehingga penggunaan motor diesel umumnya lebih hemat dari pada motor bensin sebagai penggerak mesin industri. Ditinjau dari sisi investasi harga, motor diesel umumnya lebih mahal dari motor bensin karena untuk kapasitas mesin yang sama motor diesel harus dibuat dengan konstruksi dan berat yang lebih besar.

Dalam pembuatan PLTD, terdapat faktor-faktor yang perlu diperhatikan pada saat pemilihan lokasi PLTD, diantaranya sebagai berikut: jarak dari beban dekat, pesediaan areal tanah dan air, pondasi, pengangkutan bahan bakar, kebisingan dan kesulitan lingkungan.

Kegunaan utama PLTD adalah penyedia daya listrik yang dapat berfungsi untuk:

1. Pusat pembangkit
2. Cadangan (*stand by plant*)
3. Beban puncak
4. Cadangan untuk keadaan darurat (*emergency*).

PLN membakukan kapasitas SPD (Satuan Pembangkit Diesel) seperti pada Gambar 2.1 sebagai berikut:

-Kelas 1 :	SPD berkapasitas 50 Kw	PLTD bakal
-Kelas 2 :	SPD berkapasitas 100 Kw	
-Kelas 3 :	SPD berkapasitas 250 Kw	PLTD kecil
-Kelas 4 :	SPD berkapasitas 500 Kw	
-Kelas 5 :	SPD berkapasitas 750 Kw	
-Kelas 6 :	SPD berkapasitas 1000 Kw	
-Kelas 7 :	SPD berkapasitas 2500 Kw	
-Kelas 8 :	SPD berkapasitas 4000 Kw	PLTD sedang
-Kelas 9 :	SPD berkapasitas 6000 Kw	
-Kelas 10 :	SPD berkapasitas 8000 Kw	
-Kelas 11 :	SPD berkapasitas 12000 Kw	PLTD besar

Gambar 2.1 Kapasitas SPD

2.2. Sistem pada PLTD

1. Sistem Pada Bahan Bakar

Termasuk tangki bahan bakar, pompa pemindah bahan bakar, saringan alat pemanas dan sambungan pipa kerja. Pompa pemindah bahan bakar membutuhkan pemindahan bahan bakar dari ujung perantara ke tangki penyimpanan dan dari tangki penyimpanan ke mesin. Saringan membutuhkan jaminan kebersihan bahan bakar. Alat pemanas untuk minyak diperlukan untuk lokasi yang mempunyai temperatur yang dingin yang mengganggu aliran fluida.

2. Sistem Udara Masuk

Termasuk saringan udara, saluran pompa kompresor (bagian integral dari mesin). Kegunaan saringan udara adalah untuk membersihkan debu dari udara yang disuplai ke mesin, juga semua ini dapat menimbulkan kenaikan daya luaran.

3. Sistem Pembuangan Gas

Termasuk peredam dan penyambungan saluran. *Temperature* pembuangan gas panasnya cukup tinggi, gas ini merupakan pemanas minyak atau persediaan udara pada mesin. Peredam mengurangi kegaduhan suara.

4. Sistem Pendinginan

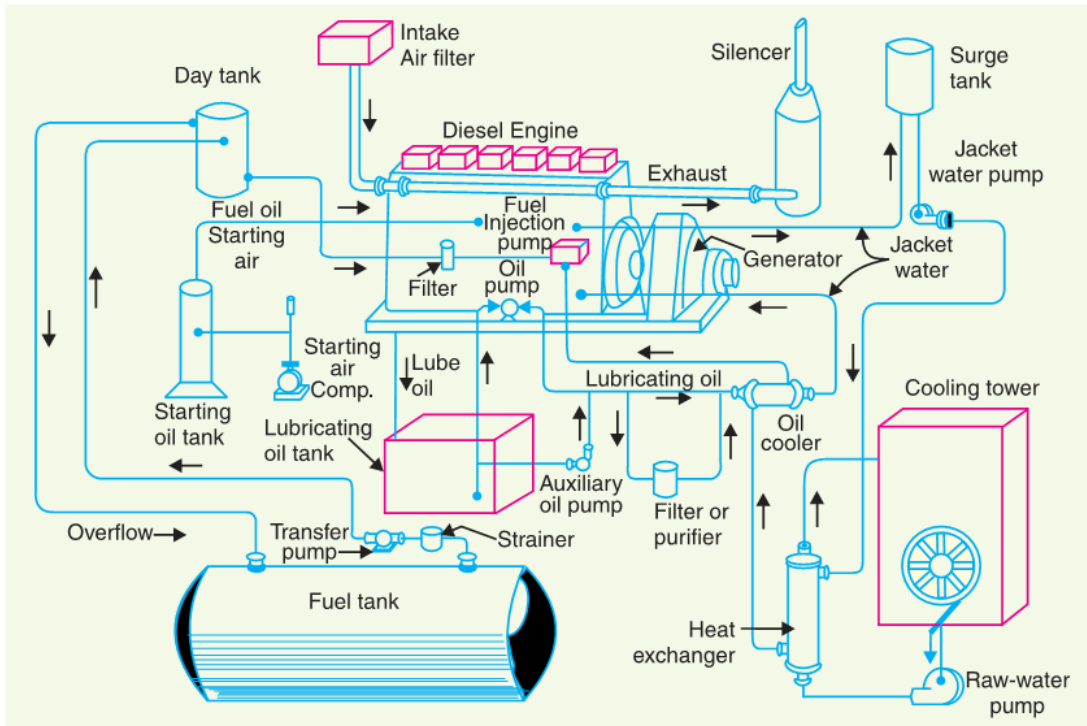
Termasuk pompa-pompa pendingin, menara pendingin, perawatan air atau mesin penyaring dan sambungan pipa kerja. Kegunaan system pendinginan adalah untuk meningkatkan panas dari mesin silinder yang menyimpan *temperature* silinder dalam tempat yang aman. Pompa mengedarkan air melewati silinder dan kepala selubung mengangkut panas. Sistem pendinginan membutuhkan sumber air, sebuah pompa dan tempat untuk pembuangan air panas, penyebaran air oleh mesin pendingin ini seperti dalam alat radiator, pendingin uap, menara pendingin, penyemprot dan sebagainya.

5. Sistem Pelumasan

Termasuk pompa minyak pelumas, tangki minyak, penyaring, pendingin, alat pembersih dan sambungan pipa kerja. Fungsi sistem pelumasan yaitu untuk mengurangi gesekan dari bagian yang bergerak dan mengurangi pemakaian dan sobekan bagian-bagian mesin.

6. Sistem Penggerak Awal

Termasuk aki, tangki hampa udara, *starter* sendiri dan sebagainya. Fungsi sistem penggerak mula adalah menjalankan mesin. Sistem ini memungkinkan mesin pada awalnya berputar dan berjalan sampai terjadi pembakaran dan *unit* meninggalkannya untuk memperoleh daya.



Gambar 2.2 Skema Kerja PLTD

Secara umum, skema PLTD pada Gambar 2.2 dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Untuk melakukan pembakaran optimal pada diesel *engine*, maka diperlukan Oksigen dari udara di sekitar. Di sinilah peran *air filter* yang fungsinya untuk menyaring udara yang masuk ke *turbocharger* dan *engine*.
2. Di dalam *diesel engine*, solar yang dipakai sebagai bahan bakar, menghasilkan energi untuk memutar generator yang kemudian menghasilkan listrik yang dihubungkan ke trafo dan gardu listrik.
3. Pada proses PLTD satu hal yang sangat perlu diperhatikan adalah sistem pendingin pada minyak pelumas mesin (sistem yang sama dipakai pada kendaraan bermotor). Sistem pendingin yang dipakai biasanya adalah sistem *heat exchanger* dan sistem radiator atau kedua sistem ini digabungkan.
4. *Heat exchanger* adalah sistem pendingin minyak pelumas, dimana air digunakan sebagai sarana pendingin. Proses *heat exchanger* ini memiliki konsep yaitu, air pendingin dialirkan terus dari sumber air terdekat seperti danau, sungai ataupun kolam buatan. Air terus dialirkan secara konstan melalui pipa-pipa yang kemudian dihubungkan dengan pipa minyak pelumas. Pada aplikasi tertentu, pipa air pendingin ini akan ‘menyelimuti’ pipa minyak pelumas, sehingga terjadi perpindahan suhu tinggi dari minyak ke suhu rendah (*heat exchanging*) dari air, yang menyebabkan

suhu minyak menjadi berkurang. Sedangkan air yang memiliki suhu yang lebih tinggi akan dialirkan kembali menuju sumber air. Berikut seterusnya sistem ini bekerja.

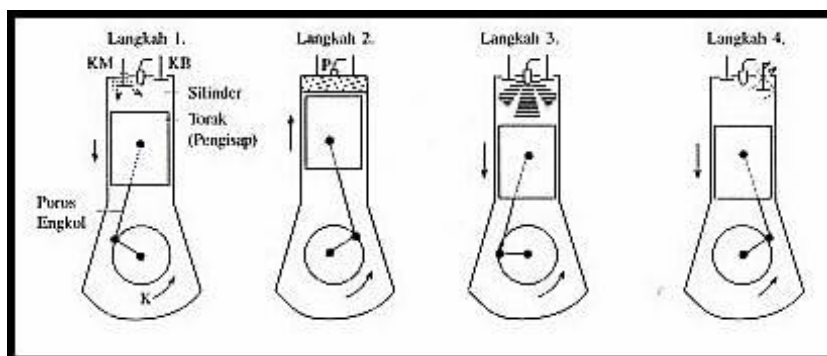
5. Sedangkan untuk sistem pendingin radiator (aplikasi yang sama pada kendaraan bermotor), minyak pelumas didinginkan dengan menggunakan kipas radiator. Dimana pada sistem ini mengaplikasikan konsep perpindahan suhu melalui radiasi, kipas radiator yang terus berputar akan menghasilkan angin untuk mendinginkan minyak pelumas.

2.2.1. Jenis Mesin Diesel

Mesin diesel bekerja berdasarkan siklus diesel. Mulanya udara dikompresi ke dalam piston, yang kemudian diinjeksi dengan bahan bakar kedalam tempat yang sama. Kemudian pada tekanan tertentu campuran bahan bakar dan udara akan terbakar dengan sendirinya. Proses pembakaran seperti ini pada kenyataannya terkadang tidak menghasilkan pembakaran yang sempurna. Hal inilah yang menyebabkan efisiensi pembangkit jenis ini rendah, lebih kecil dari 50 %. Namun apabila dibandingkan dengan mesin bensin (otto), mesin diesel pada kapasitas daya yang besar masih memiliki efisiensi yang lebih tinggi, hal ini dikarenakan rasio kompresi pada mesin diesel jauh lebih besar dari pada mesin bensin. Pada prinsipnya terdapat 2 jenis mesin diesel, yaitu:

1. Mesin diesel 4 langkah

Mesin diesel 4-langkah, langkah tenaga terjadi langkah setiap 4 langkah atau setiap 2 putaran.

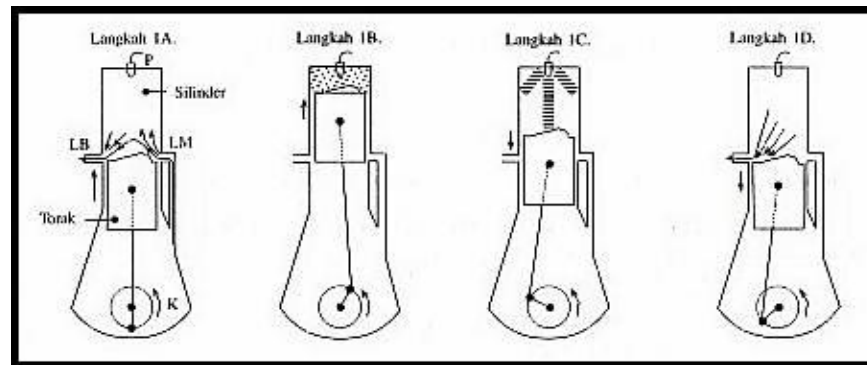


Gambar 2.3 Mesin Diesel 4 Langkah

2. Mesin diesel 2 langkah

Mesin diesel 2 langkah dengan dimensi dan jumlah putaran per detik yang sama dibandingkan dengan mesin diesel 4 langkah, dapat menghasilkan daya 2 kali lebih

besar. Hal ini disebabkan karena pada mesin diesel 2-langkah terdapat 1 kali langkah tenaga untuk setiap 2 langkah atau setiap 1 putaran.



Gambar 2.4 Mesin Diesel 2 Langkah

Namun dalam praktik, angka 2 kali lebih besar untuk daya yang di dapat pada mesin diesel 2 langkah tidak tercapai (hanya sekitar 1,8 kali). Hal ini disebabkan karena proses pembilasan ruang bakar silinder mesin diesel 2 langkah tidak sebersih pada mesin diesel 4 langkah sehingga proses pembakarannya tidak sesempurna seperti pada mesin diesel 4 langkah. Karena proses pembakaran ini, maka efisiensi mesin diesel 2 langkah tidak bisa sebaik efisiensi mesin diesel 4-langkah. Pemakaian bahan bakarnya lebih boros. Mesin diesel 2-langkah lebih cocok digunakan pada keperluan yang memerlukan penghematan ruangan, seperti pada lokomotif kereta api atau pada kapal laut. Mesin ini disebut sebagai mesin diesel 2-langkah karena dalam setiap langkahnya terjadi satu kali langkah bertenaga dengan dorongan gas hasil pembakaran.

Untuk keperluan pembangkit tenaga listrik, umumnya yang digunakan adalah mesin diesel 4 langkah karena masalah ruangan tidak menjadi persoalan, dan yang lebih penting ialah pemakaian bahan bakarnya lebih hemat. Karena frekuensi yang harus dihasilkan *generator* harus konstan 50 *Hertz* atau 60 *Hertz*, maka putaran mesin diesel harus konstan. Di pasaran, terdapat unit pembangkit diesel dengan putaran (untuk frekuensi 50 *Hertz*) dari 300 putaran per menit sampai dengan 1.500 putaran per menit (rpm). Untuk daya yang sama makin tinggi nilai rpmnya, makin kecil dimensi unit pembangkitnya dan harganya per kW terpasang juga lebih murah. Tetapi karena banyaknya bagian yang bergerak pada mesin diesel, makin tinggi nilai rpm mesin diesel, makin sering mesin diesel tersebut mengalami gangguan. Oleh karena itu, untuk unit pembangkit diesel yang harus beroperasi kontinu, lebih baik digunakan pembangkit yang mempunyai nilai rpm rendah. Sedangkan untuk unit pembangkit cadangan, dapat digunakan unit dengan nilai rpm yang tinggi.

Dengan memperhatikan buku petunjuk pabrik, mesin-mesin diesel yang mempunyai nilai rpm rendah, sampai dengan 500 rpm, dapat menggunakan bahan bakar minyak (1313 M) dengan kualitas No. 2 dan No. 3 yang harganya relatif lebih murah daripada bahan BBM kualitas No. 1. BBM untuk mesin diesel yang tersedia di Indonesia disediakan oleh PERTAMINA, yaitu:

1. Kualitas No. 1 *High Speed Diesel Oil*, biasa disingkat HSD
2. Kualitas No. 2 *Intermediate Diesel Oil*, biasa disingkat IDO
3. Kualitas No. 3 *Marine Fuel Oil*, biasa disingkat MFO

Mesin diesel dengan nilai rpm di atas 500 rpm, harus menggunakan HSD. Mesin diesel dengan rpm rendah, sampai dengan 500 rpm, memakai UFO di mana harus dipanaskan terlebih dahulu agar tercapai viskositas yang cukup rendah. apabila menggunakan IDO, maka tidak diperlukan pemanasan terlebih dahulu.

Daya keluaran dari poros mesin Diesel 4 langkah dinyatakan oleh persamaan berikut ini:

$$P = S \times A \times I \text{ BEMP} \times (n / 2 \text{ atau } 1) \times K$$

(II.1)

dimana :

P : Daya yang keluar dari poros mesin Diesel [HP]

S : Jumlah silinder

A : Luas permukaan torak [cm²]

I : Langkah torak [meter]

BMEP : Brake Mean Effective Pressure = Tekanan rata-rata [kg/cm²]

n : Jumlah putaran poros per detik [ppd]

2 : Pembagi n untuk mesin Diesel 4-langkah

1 : Pembagi n untuk mesin Diesel 2-langkah

K : Konstanta

satuan = inchi, mengingat bahwa 1 HP = 75 kgm/detik

Dengan memperhitungkan efisiensi generator yang diputar oleh mesin diesel dan mengingat bahwa 1 Daya Kuda = 736 Watt, maka apabila daya keluar mesin diesel diketahui, selanjutnya dapat dihitung daya keluar dari generator yang diputar mesin diesel. Dalam pembangkitan tenaga listrik yang menggunakan mesin diesel, putaran mesin diesel harus konstan agar frekuensi yang didapat dari generator selalu konstan

50 Hz atau 60 Hz sehingga untuk pengaturan daya keluar dari generator, yang dapat diatur hanya nilai BMER. Pengaturan nilai BMEP ini dilakukan dengan mengatur pemberian bahan bakar yang harus diikuti oleh pengaturan pemberian udara. Hal ini disebabkan bahan bakar memerlukan udara untuk pembakaran. Terlalu banyak udara atau terlalu sedikit udara untuk pembakaran menyebabkan pembakaran bahan bakar dalam silinder mesin diesel menjadi tidak efisien. Masalahnya, dalam mesin diesel yang putarannya konstan, perubahan pemberian bahan bakar tidak dapat diikuti oleh perubahan pemberian udara pembakaran secara seimbang sehingga nilai efisiensi maupun nilai BMEP tidak konstan sebagai fungsi beban. Oleh karena itu, unit pembangkit diesel sebaiknya dioperasikan dengan beban konstan yang menghasilkan efisiensi maksimum, yaitu pada kira-kira beban 80%.

Dalam perkembangan mesin diesel, pembuat (pabrik) berusaha membuat mesin diesel dengan daya sebesar mungkin tetapi dimensinya sekecil mungkin sehingga dicapai ongkos pembuatan yang serendah mungkin, agar dapat bersaing dalam pasar. Untuk melaksanakan hal ini, para pembuat mesin diesel berusaha menaikkan nilai BMEP dan nilai n . Usaha lainnya adalah menambah jumlah silinder. Dalam praktek mesin diesel paling banyak mempunyai 16 buah silinder.

Umumnya semua unit pembangkit diesel dapat dinyalakan tanpa memerlukan sumber tenaga listrik dari luar (dapat melakukan *black start*). Menyalakan mesin diesel dengan daya di bawah 50 kW dapat dilakukan dengan tangan melalui engkol. Untuk daya di atas 50 kW sampai kira-kira 100 kW, umumnya dinyalakan dengan menggunakan baterai aki. Sedangkan untuk mesin diesel dengan daya di atas 100 kW, umumnya digunakan udara tekan.

Dari segi pemeliharaan dan perbaikan, unit pembangkit diesel tergolong unit yang banyak menimbulkan masalah, khususnya yang menyangkut mesin dieselnnya. Hal ini disebabkan karena banyaknya bagian-bagian yang bergerak dan bergesek satu sama lain sehingga menjadi aus dan memerlukan penggantian secara periodik. Untuk itu, diperlukan manajemen pemeliharaan beserta penyediaan suku cadang yang teratur, efektif, dan efisien.

Keuntungan utama penggunaan pembangkit listrik berbahan bakar minyak atau sering disebut dengan PLTD adalah dapat beroperasi sepanjang waktu selama masih tersediannya bahan bakar. Kunggulan dari pembangkit ini tinggi karena dalam operasinya tidak bergantung pada alam seperti halnya PLTA. Waktu menyalakan

engine yang cepat, namun ongkos bahan bakarnya tergolong mahal dan bergantung dengan perubahan harga minyak dunia yang cenderung meningkat dari tahun ke tahun, PLTD disarankan hanya dipakai untuk melayani konsumen pada saat beban puncak.

Investasi awal pembangunan PLTD yang relatif murah, kebutuhan energi di daerah-daerah terisolasi yang mendesak dan kebutuhan energi daerah-daerah yang belum terlalu besar, pemerintah Indonesia berinisiatif membangun PLTD yang berfungsi sebagai *base-supply* untuk memenuhi kebutuhan listrik di daerah-daerah ini, untuk mengurangi biaya transmisi dan rugi-rugi jaringan dalam menyalurkan energi listrik dari kota terdekat.

2.2.2. Floating Power Plant

Powership (atau pembangkit listrik terapung) merupakan kapal dengan tujuan khusus, dimana pembangkit listrik dipasang di atas *barge* sebagai sumber daya pembangkit listrik. Dalam pembangunan pembangkit listrik, perlu diperhatikan hal-hal seperti besar pembangkit listrik, ketersediaan lahan, kemudahan akses, kondisi infrastruktur, serta waktu pembangunan dari pembangkit listrik tersebut.

Banyak pulau memiliki keterbatasan atau, lebih sering, tidak memiliki akses ke jaringan listrik di daratan. Situasi ini terutama terlihat di negara-negara seperti Jepang, Indonesia atau Filipina, di mana wilayah lepas pantai tidak dapat dihubungkan dengan kabel bawah laut. Di daerah ini pembangkit listrik lokal atau menggunakan angin atau energi pasang surut, tidak layak karena kebutuhan energi yang kecil atau koneksi yang kompleks ke jaringan pulau. Di sinilah pembangkit listrik terapung masuk.

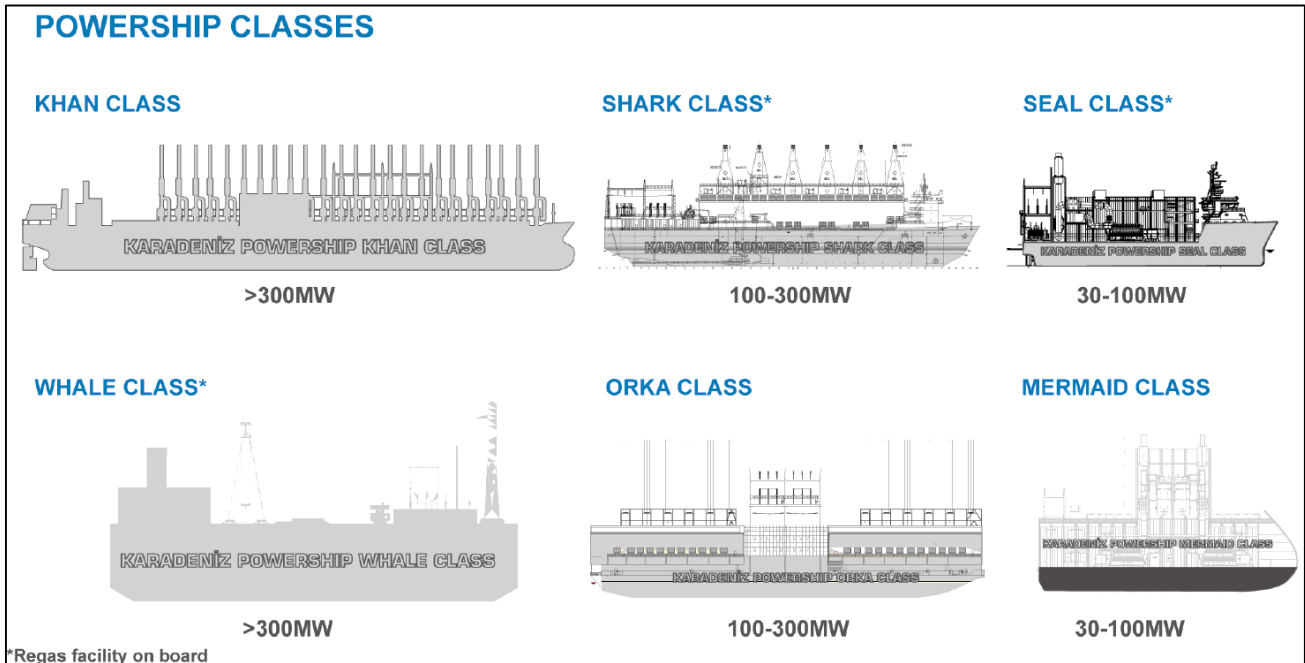
Desain mereka memungkinkan transportasi yang mudah dan posisi di daerah-daerah terpencil di sungai, lautan atau tempat-tempat di mana opsi berbasis lahan tidak layak, misalnya, Cina telah mengumumkan bahwa pemerintah akan mengirim armada pembangkit listrik tenaga nuklir untuk menyediakan energi bagi pulau-pulau terpencil dan rig minyak pada tahun 2020. Karena sifat dasar mengambang dari pembangkit listrik, kebutuhan untuk situs yang tersedia untuk membangun sumber energi tradisional dihilangkan. Pembangkit listrik terapung juga memiliki keuntungan dari implementasi yang mudah dan penghematan biaya karena memungkinkan untuk menggunakan kembali kapal yang ada untuk tujuan ini, memotong kebutuhan untuk konstruksi tambahan.

Mobilitas seperti itu memungkinkan untuk digunakan di mana saja di dunia terutama daerah, mengalami kekurangan daya akibat bencana alam atau infrastruktur yang kurang berkembang.

Mungkin juga ada motivasi ekonomi seperti di Australia, di mana penyedia energi utama telah mengumumkan kenaikan harga lebih dari 300 dolar Australia. Ini telah mendorong rencana untuk menyewa pembangkit listrik terapung dari Powership perusahaan Turki sebagai langkah sementara sampai pabrik permanen dibangun. Menyewa kapal listrik, daripada membangunnya, akan memungkinkan pemerintah Australia untuk menghindari komitmen keuangan jangka panjang, yang merupakan keuntungan tambahan dari pembangkit listrik mengambang ini.

Menghasilkan tenaga lepas pantai juga bisa menjadi solusi ramah lingkungan. Di mana pulau-pulau yang kekurangan listrik cenderung menggunakan generator diesel yang mengeluarkan emisi berbahaya ke udara, pembangkit listrik apung memiliki kemampuan untuk menghasilkan listrik dengan memanfaatkan tenaga surya, angin dan pasang surut serta LNG, yang membakar jauh lebih bersih daripada bahan bakar fosil lainnya. Meskipun, kadang-kadang pembangkit ini dijalankan dengan diesel juga, tetapi dengan meningkatnya kepedulian terhadap lingkungan dan dampak negatif dari emisi bahan bakar berbahaya, ini secara bertahap menjadi langka. Belum lagi, dari sudut pandang konsumen, kapal tenaga LNG membuat listrik lebih murah sepertiga dari generator diesel konvensional, menurut Mitsubishi Heavy Industries. Artinya, opini publik bisa lebih setuju terhadap pembangkit listrik apung LNG yang lebih efisien dalam menghasilkan listrik.

Memang, solusi pembangkit listrik mengambang LNG mendapatkan daya tarik di seluruh dunia. Misalnya, perusahaan China Wison Offshore & Marine sedang mengembangkan fasilitas pemuatan dan penyimpanan LNG, regasifikasi, dan pembangkit listrik dalam satu unit untuk menghasilkan pasokan listrik. Kapasitas dari terkecil hingga terbesar berkisar dari 10 MW hingga 800 MW. Hal ini membuat LNG menjadi pusat perhatian lebih banyak lagi dengan perusahaan lain seperti Wärtsilä, MAN Diesel & Turbo, Siemens dan Sevan Marine yang berinvestasi dalam pengembangan pembangkit listrik terapung. Pengembangan rantai pasokan terintegrasi seperti itu memperkuat tidak hanya pengaruh perusahaan-perusahaan LNG tetapi seluruh industri itu sendiri.



Gambar 2.5 Klasifikasi Floating Power Plant berdasarkan Daya

Pembagian klasifikasi *Floating Power Plant* berdasarkan besarnya daya kapal tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.5 di atas. Untuk rincian perbandingannya dapat dilihat pada Tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 2.1 Perbandingan Klasifikasi Floating Power Plant

	<i>Khan Class</i>	<i>Shark Class</i>	<i>Orca Class</i>	<i>Seal Class</i>	<i>Mermaid Class</i>
<i>Capacity (MW)</i>	415 – 470	110 – 240	200 - 260	34-40	34-80
<i>Length (Overall) Meter</i>	285 - 300	160 - 240	135 - 140	84	90-110
<i>Breadth (Extreme) Meter</i>	45-50	20-32	42	18-22	25
<i>Height (Extreme) Meter</i>	47 - 50	40	45 - 60	25-32	46
<i>Draft (Moulded) Meter</i>	5-7	5-6	3-4	5-6	3-4
<i>Self - Propelled</i>	✓	✓	x	✓	x
<i>On-Board Accomodation (Pax)</i>	80	50	60	20	20
<i>Substation Voltage (kV)</i>	100 - 420	70 - 170	100 - 240	36-170	36-170
<i>Frequency (Hz)</i>	42	50 / 60	50 / 60	50/60	50/60



Gambar 2.6 Khan dan Shark Class



Gambar 2.7 Orca dan Seal Class



Gambar 2.8 Mermaid Class

2.2.3. Teori Desain

Desain adalah proses-proses penyusunan konsep, pencetusan ide-ide baru, visualisasi, perhitungan, penyusunan bagian-bagian, penghalusan, dan penentuan detail untuk menentukan bentuk dari sebuah produk *engineering*. Dalam mendesain kapal, kapal yang didesain harus dapat mengapung, bergerak, aman, dan ramah lingkungan. Dengan mempertimbangkan regulasi seperti statutori dan peraturan klas, *owner requirement*, dan teknologi pengetahuan kapal, dapat ditentukan kapal secara umum, permesinan, konstruksi lambung, serta kelistrikan.

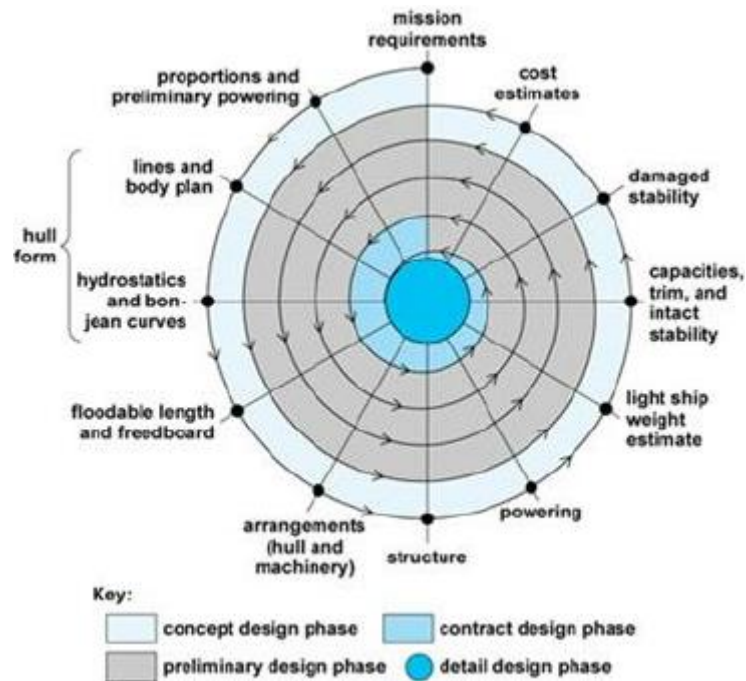
2.2.4. Metode Desain Kapal

Kapal dirancang untuk mencapai tujuan yang biasanya tujuan tersebut didefinisikan pada permintaan dari calon pemilik kapal (*Shipowner's Requirements*). Untuk mencapai tujuan tersebut, terdapat proses yang mengacu pada serangkaian tindakan atau operasi yang rumit sampai akhir. Dalam mendesain kapal, proses tersebut dapat dilihat pada *spiral* desain.

Spiral desain seperti pada Gambar 2.9 adalah model konseptual dari suatu proses untuk mempengaruhi desain kapal (Mistree, Smith, Bras, Allen, & Muster, 1990), dimana semua variabel terkait satu sama lainnya yang digunakan untuk menciptakan

sebuah konsep design yang efektif dan efisien sesuai untuk peruntukannya. Spiral design terdiri dari:

- a. *Concept Design*
- b. *Preliminary design*
- c. *Contract Design*
- d. *Detailed Design*



Gambar 2.9 Spiral Design

2.2.5. Prinsip Archimedes

Prinsip Archimedes menyatakan bahwa gaya apung ke atas yang diberikan pada tubuh yang dibenamkan dalam fluida, baik sepenuhnya atau sebagian terendam, sama dengan berat cairan yang dipindahkan tubuh dan mengarah ke atas pada pusat massa cairan yang dipindahkan. Prinsip Archimedes adalah hukum fisika yang fundamental bagi mekanika fluida. Itu diformulasikan oleh *Archimedes of Syracuse*.

2.2.6. Perhitungan Ukuran Utama Kapal

Terdapat langkah-langkah perhitungan untuk menentukan ukuran utama kapal yang dirancang dalam proses mendesain kapal. Langkah-langkah ini berlaku pada umumnya untuk berbagai tipe kapal. Ukuran utama yang dicari harus sesuai dengan jenis kapal yang telah ditentukan. Ukuran-ukuran tersebut antara lain:

- LPP (*Length Between Perpendicular*) adalah panjang yang diukur antara jarak horizontal garis tegak buritan (*After Perpendicular*) hingga garis tegak haluan (*Fore Perpendicular*).
- LOA (*Length Overall*) adalah panjang yang diukur antara jarak horizontal dari titik terluar bagian depan sampai titik terluar bagian belakang kapal.
- B_m (*Moulded Breadth*) adalah lebar kapal yang diukur dari bidang tengah kapal diantara dua sisi dalam kulit kapal untuk kapal yang terbuat dari baja, sedangkan untuk kapal non-logam diukur dari kedua sisi terluar kulit kapal.
- H (*Height*) adalah jarak tegak yang diukur pada bagian tengah kapal, dari atas lunas sampai sisi atas balok geladak di sisi kapal.
- T (*Draught*) adalah jarak yang diukur dari sisi atas lunas sampai permukaan air.

2.2.7. Perhitungan Berat Baja Kapal

Perhitungan berat baja kapal dihitung guna mengetahui berat lambung kapal yang didapatkan dari berat konstruksi kapal, baik pelat, penegar, dan penumpu. Mengacu pada peraturan BKI Volume II Bab 4, perhitungan berat konstruksi pertamanya didapatkan dengan menghitung pembebanan pada tiap sisi kapal terhadap pelat, penegar, dan penumpu.

Sebelum menghitung beban dari tiap sisi, dihitung terlebih dahulu beban dinamis eksternal dasar;

$$p_0 = 2,1 \cdot (C_B + 0,7) \cdot c_0 \cdot c_L \cdot f \quad [\text{kN/m}^2] \quad (\text{II.1})$$

untuk arah gelombang dengan atau melawan kepala kapal

$$p_{01} = 2,6 \cdot (C_B + 0,7) \cdot c_0 \cdot c_L \quad [\text{kN/m}^2] \quad (\text{II.2})$$

untuk arah gelombang melintang ke kepala kapal

dimana

C_B = koefisien blok

c_0 = *wave coefficient*

$$= [L/25 + 4,1] \cdot c_{RW} \quad \text{untuk } L < 90 \text{ m}$$

$$= [10,75 - [(300 - L) / 100]^{1,5}] \cdot c_{RW} \quad \text{untuk } 90 \leq L \leq 300 \text{ m}$$

$$= 10,75 \cdot c_{RW} \quad \text{untuk } L > 300 \text{ m}$$

c_L = *length coefficient*

$$= (L / 90)^{0,5} \quad \text{untuk } L < 90 \text{ m}$$

$$= 1,0 \quad \text{untuk } L \geq 90 \text{ m}$$

- CRW = *service range coefficient*
- = 1,00 untuk pelayaran tak terbatas
 - = 0,90 untuk pelayaran P
 - = 0,75 untuk pelayaran L
 - = 0,60 untuk pelayaran T
- f = *probability factor*
- = 1,00 untuk pelat kulit, geladak cuaca
 - = 0,75 untuk gading biasa, balok geladak
 - = 0,06 untuk gading besar, senta, penumpang

	Range	Factor c_D	Factor $c_F^{1)}$
A	$0 \leq \frac{x}{L} < 0,2$	$1,2 - \frac{x}{L}$	$1,0 + \frac{5}{C_B} \left(0,2 - \frac{x}{L} \right)$
M	$0,2 \leq \frac{x}{L} < 0,7$	1,0	1,0
F	$0,7 \leq \frac{x}{L} \leq 1,0$	$1,0 + \frac{c}{3} \left(\frac{x}{L} - 0,7 \right)$ $c = 0,15 L - 10$ where: $L_{min} = 100 \text{ m}$ $L_{max} = 250 \text{ m}$	$1,0 + \frac{20}{C_B} \left(\frac{x}{L} - 0,7 \right)^2$
1) Within the range A the ratio x/L need not be taken less than 0,1, within the range F the ratio x/L need not be taken greater than 0,93			

a. Perhitungan Pembebanan

- **Beban alas**

Beban luar p_B pada alas kapal ditentukan menurut rumus berikut:

$$p_B = 10 \cdot T + p_0 \cdot c_F \quad [\text{kN/m}^2] \quad (\text{II.3})$$

untuk arah gelombang berlawanan atau searah dengan arah laju kapal.

$$p_B = 10 \cdot T + p_{01} \cdot 2|y|/B \quad [\text{kN/m}^2] \quad (\text{II.4})$$

untuk arah gelombang melintang terhadap arah maju kapal, termasuk penambahan tekanan quasi-statis akibat kemiringan kapal dimana $|y|$ adalah jarak dari titik berat ke *centerline*.

- **Beban sisi**

Beban luar p_s pada sisi kapal ditentukan berdasarkan letak terhadap sarat.

1. Untuk elemen yang pusat bebannya terletak dibawah sarat maka :

$$p_s = 10 \cdot (T-z) + p_0 \cdot (1+z/T) \quad [\text{kN/m}^2] \quad (\text{II.5})$$

untuk arah gelombang berlawanan atau searah dengan arah laju kapal.

$$p_{s1} = 10 \cdot (T-z) + p_{01} \cdot [1+z/T(2-z/T)] \cdot 2|y|/B \quad [\text{kN/m}^2] \quad (\text{II.6})$$

untuk arah gelombang melintang terhadap arah maju kapal, termasuk penambahan tekanan quasi-statis akibat kemiringan kapal.

2. Untuk elemen yang pusat bebannya terletak di atas sarat maka:

$$p_s = p_0 \cdot C_f \cdot 20/(10+z-T) \quad [\text{kN/m}^2] \quad (\text{II.7})$$

untuk arah gelombang berlawanan atau searah dengan arah laju kapal.

$$p_s = p_{01} \cdot [20/(10+z-T)] \cdot |y|/B \quad [\text{kN/m}^2] \quad (\text{II.8})$$

untuk arah gelombang melintang terhadap arah maju kapal, termasuk penambahan tekanan quasi-statis akibat kemiringan kapal.

- **Beban Geladak**

Beban pada geladak cuaca ditentukan sesuai rumus berikut:

$$p_D = p_0 \cdot [(20 \cdot T) / \{(10+z-T)H\}] \cdot C_D \quad [\text{kN/m}^2] \quad (\text{II.9})$$

Di mana C_D adalah faktor distribusi untuk beban laut pada sisi kapal dan geladak cuaca (bergantung pada daerah konstruksi).

Untuk geladak kekuatan yang diperlakukan sebagai geladak cuaca dan juga geladak akil, maka besar beban tidak boleh kurang dari yang terbesar dari dua nilai berikut:

$$p_{D\min} = 16 \cdot f \quad [\text{kN/m}^2] \quad (\text{II.10})$$

dan

$$p_{D\min} = 0,7 \cdot p_0 \quad [\text{kN/m}^2] \quad (\text{II.11})$$

- **Beban *Lower Deck***

Beban pada dek kargo ditentukan berdasarkan rumus berikut:

$$p_L = p_c (1 + a_v) \quad [\text{kN/m}^2] \quad (\text{II.12})$$

p_c = beban kargo statis $[\text{kN/m}^2]$

jika beban kargo tidak diketahui, maka $p_c = 7 \cdot h$ untuk tween deck, tetapi tidak kurang dari 15 kN/m^2

$$h = \text{tinggi rata-rata tween deck} \quad [\text{m}]$$

dimana karena adanya tinggi palkah, peningkatan tinggi kargo harus diperhitungkan.

$$a_v = \text{faktor percepatan}$$

$$= F \cdot m$$

$$F = 0.11 \times (v_o / L^{0.5})$$

$$m = m_0 - 5 (m_0 - 1) \text{ for } 0 < x/L < 0,2$$

$$= 1,0 \quad \text{for } 0,2 < x/L < 0,7$$

$$= \quad \text{for } 0,7 < x/L < 1,0$$

$$m_0 = (1,5 + F)$$

v_0 = kecepatan kapal, tidak kurang dari $L^{0.5}$ [kn]

- **Beban sekat**

Beban sekat dalam ditentukan sebagai berikut:

$$p = 9,81 \cdot h \quad [\text{kN/m}^2] \quad (\text{II.13})$$

h = jarak dari pusat beban konstruksi ke titik 1 m di atas geladak sekat pada sisi kapal, untuk sekat tubrukan ketitik 1 m di atas tepi atas sekat tubrukan pada sisi kapal.

- **Beban konstruksi haluan/buritan**

1. **Beban konstruksi haluan**

Beban rancang untuk konstruksi haluan dari depan ke $0,1 L$ dibelakang F.P. dan di atas garis air balas sesuai dengan sarat T_b ditentukan sesuai dengan rumus berikut:

$$p_e = c [0,2 \cdot v_0 + 0,6 L^{1/2}]^2 \quad [\text{kN/m}^2] \quad (\text{II.14})$$

Dengan L maks = 300 m

$$c = 0,8 \text{ pada umumnya} \\ = 0,4 / (1,2 - 1,09 \sin \alpha)$$

untuk sisi dengan pelebaran yang sangat besar di mana sudut pelebaran α lebih besar dari 40° . Sudut pelebaran α pada pusat beban diukur dalam bidang gading antara garis vertikal dan garis singgung pelat sisi.

2. **Beban konstruksi buritan**

Beban rancang untuk konstruksi buritan dari ujung belakang sampai $0,1 L$ di depan ujung belakang L dan di atas sarat balas rancang terkecil pada pusat tongkat kemudi sampai dengan $T + c_0/2$ harus ditentukan sesuai dengan rumus berikut:

$$p_e = c_A \cdot L \quad [\text{kN/m}^2] \quad (\text{II.15})$$

Dengan L maks = 300 m

$$c_A = 0,3 \cdot c \geq 0,36 \\ c = (\text{lihat kontruksi haluan})$$

P_e = tidak boleh lebih kecil dari P_s atau P_{s1}

b. Perhitungan Tebal Pelat

Tebal pelat dihitung setelah kita mendapatkan nilai beban. Selain faktor beban faktor material yang digunakan juga berpengaruh terhadap ketebalan pelat yang

digunakan dan juga penguat tambahan dari pelat. Ketebalan pelat harus diturunkan secara bertahap, jika ketebalannya berbeda. Penurunan secara bertahap harus juga dilakukan antara tebal pelat yang disyaratkan untuk penguatan alas bagian depan sesuai dengan BKI dan tebal pelat yang didekatnya. Tebal pelat yang dihitung pada konstruksi kapal antara lain:

- **Tebal pelat alas**

Tebal pelat alas tidak boleh kurang dari yang lebih besar diantara dua nilai berikut:

$$t_{B1} = 18,3 n_f \cdot a \cdot (p_B / \sigma_{pl})^{1/2} + t_K \quad [\text{mm}] \quad (\text{II.16})$$

$$t_{B2} = 1,21 \cdot a \cdot (p_B \cdot K)^{1/2} + t_K \quad [\text{mm}] \quad (\text{II.17})$$

$$\sigma_{pl} = (\sigma_{perm}^2 - 3 \cdot \tau_L^2)^{1/2} - 0,89 \cdot \sigma_{LB} \quad [\text{N/mm}^2]$$

Untuk pendekatan awal, σ_{LB} dan τ_L dapat diperoleh dari rumus berikut:

$$\sigma_{LB} = 120 / k \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\tau_L = 0 \quad [\text{N/mm}^2]$$

Di manapun tebal pelat alas tidak boleh kurang dari:

$$t_{min} = (L \cdot k)^{1/2} \quad [\text{mm}]$$

atau $t_{min} = 16 \text{ mm}$ diambil yang terkecil

- **Tebal pelat sisi**

Tebal pelat alas tidak boleh kurang dari yang lebih besar diantara dua nilai berikut:

$$t_{B1} = 18,3 n_f \cdot a \cdot (p_s / \sigma_{pl})^{1/2} + t_K \quad [\text{mm}] \quad (\text{II.18})$$

$$t_{B2} = 1,21 \cdot a \cdot (p \cdot K)^{1/2} + t_K \quad [\text{mm}] \quad (\text{II.19})$$

$$\sigma_{pl} = (\sigma_{perm}^2 - 3 \cdot \tau_L^2)^{1/2} - 0,89 \cdot \sigma_{LS} \quad [\text{N/mm}^2]$$

Untuk pendekatan awal, σ_{LS} dan τ_L dapat diperoleh dari rumus berikut:

$$\sigma_{LS} = 0,76 \cdot \sigma_{LB} \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\tau_L = 55/k \quad [\text{N/mm}^2]$$

- **Tebal pelat geladak**

Tebal pelat geladak dihitung menurut acuan BKI *sectoin VII* (tebal *critical*) dan nilainya tidak boleh kurang dari nilai berikut:

$$t_{crit} = c \cdot 2,32 \cdot a \cdot \sigma_{LB}^{1/2} + t_K \quad [\text{mm}] \quad (\text{II.20})$$

di mana nilai

$$c = 0,5$$

- **Tebal pelat sekat**

$$t_1 = c \cdot a \cdot (p)^{1/2} + t_K \quad [\text{mm}] \quad (\text{II.21})$$

$$t_{\min} = 6 (f)^{1/2} \quad [\text{mm}]$$

c. Perhitungan Ukuran Konstruksi Penguat

Konstruksi penguat adalah konstruksi yang digunakan untuk mendukung konstruksi utama. Penambahan penguat akan menambah modulus dari konstruksi utama, konstruksi penguat bisa dipasang secara memanjang dan melintang sesuai dengan kebutuhan dan juga beban-beban yang bekerja pada kapal. Ukuran penguat yang dihitung yaitu:

• Pembujur alas

Pembujur sedapat mungkin menembus wrang dan pelintang. Hubungan bilah pembujur ke bilah wrang dan pelintang harus sedemikian rupa sehingga gaya reaksi tumpuan dapat disalurkan. Tegangan geser yang diizinkan $100/k$ [N/mm^2] tidak boleh dilampaui.

Modulus penampang dan luas geser pembujur alas tidak boleh kurang dari:

$$W_{\ell} = (83, 3/\sigma_{pr}) \cdot m \cdot a \cdot \ell \cdot p \quad [\text{cm}^3] \quad (\text{II.22})$$

$$A_{\ell} = (1-0,817 \cdot m_a) \cdot 0,05 \cdot a \cdot \ell \cdot p \quad [\text{cm}^2] \quad (\text{II.23})$$

Tegangan izin σ_{pr} ditentukan menurut rumus berikut:

$$\sigma_{pr} = \sigma_{perm} - |\sigma_L| \quad [\text{N}/\text{mm}^2]$$

$$\sigma_{pr} \leq 150/k \quad [\text{N}/\text{mm}^2]$$

$$\sigma_{perm} = 230 /k \quad [\text{N}/\text{mm}^2]$$

• Pembujur sisi

Modulus penampang dan luas geser pembujur sisi tidak boleh kurang dari:

$$W_{\ell} = (83, 3/\sigma_{pr}) \cdot m \cdot a \cdot \ell^2 \cdot p \quad [\text{cm}^3] \quad (\text{II.24})$$

$$A_{\ell} = (1-0,817 \cdot m_a) \cdot 0,05 \cdot a \cdot \ell \cdot p \quad [\text{cm}^2] \quad (\text{II.25})$$

Tegangan izin σ_{pr} ditentukan menurut rumus berikut:

$$\sigma_{pr} = \sigma_{perm} - |\sigma_L| \quad [\text{N}/\text{mm}^2]$$

$$\sigma_{pr} \leq 150/k \quad [\text{N}/\text{mm}^2]$$

$$\sigma_{perm} = 230 /k \quad [\text{N}/\text{mm}^2]$$

• Pembujur geladak

Modulus penampang dan luas geser pembujur geladak tidak boleh kurang dari:

$$W_{\ell} = (83, 3/\sigma_{pr}) \cdot m \cdot a \cdot \ell \cdot p \quad [\text{cm}^3] \quad (\text{II.26})$$

$$A_{\ell} = (1-0,817 \cdot m_a) \cdot 0,05 \cdot a \cdot \ell \cdot p \quad [\text{cm}^2] \quad (\text{II.27})$$

Tegangan izin σ_{pr} ditentukan menurut rumus berikut:

$$\sigma_{pr} = \sigma_{perm} - |\sigma_L| \quad [N/mm^2]$$

$$\sigma_{pr} \leq 150/k \quad [N/mm^2]$$

$$\sigma_{perm} = 230/k \quad [N/mm^2]$$

- **Penegar sekat**

Modulus penampang penegar sekat tidak boleh kurang dari:

$$W_{\ell} = c \cdot a \cdot \ell^2 \cdot p \quad [cm^3] \quad (II.28)$$

Pada bagian horisontal sekat, penegar harus juga memenuhi aturan untuk balok geladak sesuai Bab 10.

- **Pelintang sisi/gading besar**

Modulus penampang W dan luas geser A_w pelintang sisi tidak boleh kurang dari:

$$W = c \cdot e \cdot \ell^2 \cdot p \quad [cm^3] \quad (II.29)$$

$$A_w = \cdot 0,05 \cdot e \cdot \ell \cdot p \quad [cm^2] \quad (II.30)$$

- **Pelintang geladak/balok besar**

Modulus penampang W dan luas geser A_w pelintang geladak tidak boleh kurang dari:

$$W = c \cdot e \cdot \ell^2 \cdot p \quad [cm^3] \quad (II.31)$$

$$A_w = \cdot 0,05 \cdot e \cdot \ell \cdot p \quad [cm^2] \quad (II.32)$$

- **Penumpu geladak**

Modulus penampang W dan luas geser A_w penumpu geladak tidak boleh kurang dari:

$$W = c \cdot e \cdot \ell^2 \cdot p \quad [cm^3] \quad (II.33)$$

$$A_w = \cdot 0,05 \cdot e \cdot \ell \cdot p \quad [cm^2] \quad (II.34)$$

- **Penumpu sekat**

Modulus penampang penegar sekat tidak boleh kurang dari:

$$W_{\ell} = c \cdot a \cdot \ell^2 \cdot p \quad [cm^3] \quad (II.35)$$

Pada bagian horisontal sekat, penegar harus juga memenuhi aturan untuk balok geladak sesuai Bab 10.

- **Gading kecil**

Modulus penampang dan luas geser gading kecil tidak boleh kurang dari:

$$W_r = n \cdot c \cdot a \cdot \ell^2 \cdot p \cdot c_r \quad [cm^3] \quad (II.36)$$

$$A_{ro} = (1 - 0,817 \cdot m_a) \cdot 0,04 \cdot a \cdot \ell \cdot p \quad [cm^2] \quad (II.37)$$

- **Balok geladak**

Modulus penampang dan luas geser balok geladak tidak boleh kurang dari:

$$W_r = n \cdot c \cdot a \cdot \ell^2 \cdot p \cdot c_r \quad [\text{cm}^3] \quad (\text{II.38})$$

$$A_{ro} = (1 - 0,817 \cdot m_a) \cdot 0,04 \cdot a \cdot \ell \cdot p \quad [\text{cm}^2] \quad (\text{II.39})$$

- **Senta sisi**

Modulus penampang W dan luas geser Aw Senta sisi tidak boleh kurang dari:

$$W = c \cdot e \cdot \ell^2 \cdot p \quad [\text{cm}^3] \quad (\text{II.40})$$

$$A_w = 0,05 \cdot e \cdot \ell \cdot p \quad [\text{cm}^2] \quad (\text{II.41})$$

2.2.8. Trim dan Stabilitas

Perhitungan trim kapal ditujukan untuk mengetahui apakah keadaan suatu kapal mengalami even keel atau mengalami perbedaan sarat antara bagian haluan (*forepeak*) dan bagian buritan (*afterpeak*). Jenis trim pada kapal pada umumnya dibagi menjadi dua jenis, yaitu *trim by bow* dan *trim by stern*. Trim maksimal pada kapal menurut SOLAS Regulasi II/7 yaitu sebesar 0.5% Lwl, dimana trim pada kapal tidak boleh melebihi batasan maksimal tersebut. Trim sendiri dihitung dengan mencari selisih antara trim pada bagian haluan dan trim pada bagian buritan.

Stabilitas kapal adalah kemampuan kapal untuk kembali ke posisi kesetimbangan pada kondisi air tenang saat kapal tersebut mengalami gangguan. Secara umum hal-hal yang mempengaruhi keseimbangan kapal dapat dikelompokkan kedalam dua kelompok besar yaitu:

- a. Faktor internal yaitu tata letak barang/cargo, bentuk ukuran kapal, kebocoran karena kandas atau tubrukan
- b. Faktor eksternal yaitu berupa angin, ombak, arus dan badai

Titik-titik penting stabilitas kapal antara lain adalah :

- a. KM (Tinggi titik metasentris di atas lunas)

KM ialah jarak tegak dari lunas kapal sampai ke titik M, atau jumlah jarak dari lunas ke titik apung (KB) dan jarak titik apung ke metasentris (BM).

- b. KB (Tinggi Titik Apung dari Lunas)

Letak titik B di atas lunas bukanlah suatu titik yang tetap, akan tetapi berpindah-pindah oleh adanya perubahan sarat atau senget kapal.

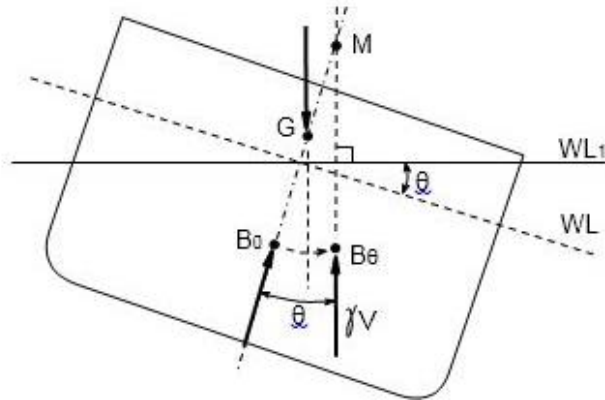
- c. BM (Jarak Titik Apung ke Metasentris)

BM dinamakan jari-jari metasentris atau metacentris radius karena bila kapal mengoleng dengan sudut-sudut yang kecil, maka lintasan pergerakan titik B

Pada prinsipnya keadaan stabilitas ada tiga yaitu :

a. Stabilitas Positif (*Stable Equilibrium*)

Suatu keadaan dimana titik G-nya berada di atas titik M, sehingga sebuah kapal yang memiliki stabilitas mantap sewaktu menyenget mesti memiliki kemampuan untuk menegak kembali.

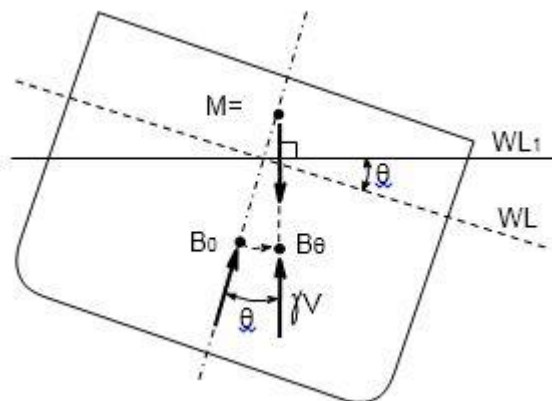


Gambar 2.11 Kondisi Stabilitas Positif

(Sumber Gambar: (Farras, 2018))

b. Stabilitas Netral (*Neutral Equilibrium*)

Suatu keadaan stabilitas dimana titik G-nya berhimpit dengan titik M. Maka momen penegak kapal yang memiliki stabilitas netral sama dengan nol, atau bahkan tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali sewaktu menyenget. Dengan kata lain bila kapal senget tidak ada MP maupun momen penerus sehingga kapal tetap miring pada sudut senget yang sama, penyebabnya adalah titik G terlalu tinggi dan berhimpit dengan titik M karena terlalu banyak muatan di bagian atas kapal.

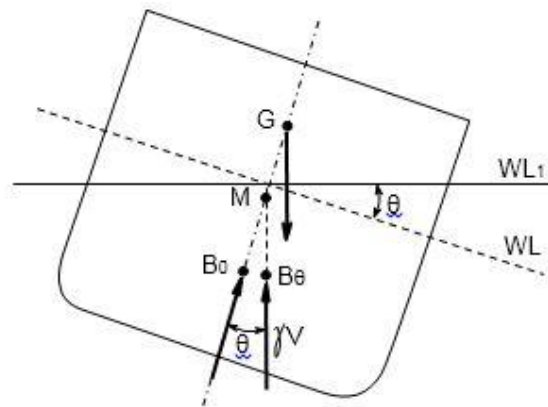


Gambar 2.12 Kondisi Stabilitas Netral

(Sumber Gambar: (Farras, 2018))

c. Stabilitas Negatif (*Unstable Equilibrium*)

Suatu keadaan stabilitas dimana titik G-nya berada di atas titik M, sehingga sebuah kapal yang memiliki stabilitas negatif sewaktu menyenget tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali, bahkan sudut sengetnya akan bertambah besar, yang menyebabkan kapal akan bertambah miring lagi bahkan bisa menjadi terbalik. Atau suatu kondisi bila kapal miring karena gaya dari luar, maka timbullah sebuah momen yang dinamakan momen penerus atau *healing moment* sehingga kapal akan bertambah miring.



Gambar 2.13 Kondisi Stabilitas Negatif

(Sumber Gambar: (Farras, 2018))

Kemudian setelah harga GZ didapat, dilakukan pengecekan stabilitas dengan menggunakan kriteria dari "Intact Stability Code, IMO" MSC.36(63) HSC Code Multihull Annex 7 (Placeholder1), yang isinya adalah sebagai berikut:

Kriteria stabilitas untuk kapal *multihull*:

1. $e_{30^\circ} \geq 0.055 \times 30^\circ / \Theta$ (m.rad)

Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $30^\circ \geq 0.055 \times 30^\circ / \Theta$ (m.rad).

2. h_{\max} pada $\phi_{\max} \geq 10^\circ$

Lengan penegak maksimum harus terletak pada sudut oleng lebih dari 10°

2.2.9. Freeboard

Freeboard adalah selisih antara tinggi kapal dengan sarat kapal, dimana untuk tinggi kapal mencakup tebal kulit dan lapisan kayu (jika ada) sedangkan sarat T diukur pada sarat musim panas.

Panjang *freeboard* adalah panjang yang diukur sebesar 96% panjang garis air (LWL) pada 85% tinggi kapal *moulded* (Hm). Untuk pemakaian panjang *freeboard* dalam perhitungan, dipilih yang terpanjang antara Lpp dan 96% LWL pada 85% Hm.

Lebar *freeboard* adalah lebar *moulded* kapal pada midship (Bm). Tinggi *freeboard* adalah tinggi yang diukur pada *midship* dari bagian atas *keel* sampai pada bagian atas *freeboard deck beam* yang ada di sisi kapal ditambah dengan *pelat stringer* (senta) bila geladak tanpa penutup kayu.

Tujuan dari aturan *freeboard* adalah untuk menjaga keselamatan penumpang, *crew*, muatan, dan kapal itu sendiri. Bila kapal memiliki *freeboard* tinggi maka daya apung cadangan akan besar sehingga kapal memiliki sisa pengapungan apabila mengalami kerusakan.

Untuk menentukan *freeboard*, perlu diketahui terlebih dahulu tipe kapal yang dirancang dengan melihat dari beberapa ketentuan yang ada untuk tipe-tipe tersebut.

- Tipe A:

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

Contoh Kapal tipe A: Kapal Tanker, LNG Carrier, dll.

- Tipe B :

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

Untuk perhitungan *freeboard*, semua rumus yang diberikan mengacu pada "International Convention on Load Lines 1966, Protocol of 1988, Consolidated Edition 2005". Untuk kapal tanpa penggerak sendiri, *freeboard* menurut Regulation 27 (14) diberi *freeboard* 25% lebih kecil dari hasil perhitungan regulasi ini. Hasil yang didapatkan adalah minimum tinggi minimum *freeboard* yang diijinkan sehingga kapal bisa berlayar dengan rute Pelayaran Internasional.

2.2.10. Bencana Alam

Bencana alam menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) merupakan bencana yang disebabkan oleh alam (seperti gempa bumi, angin besar, dan banjir). Jenis-jenis bencana alam:

1. Gempa Bumi

Gempa bumi adalah getaran atau guncangan yang terjadi di permukaan bumi yang disebabkan oleh tumbukan antar lempeng bumi, patahan aktif, aktivitas gunung api atau runtuhannya batuan.

Gempa bumi Aceh pada 26 Desember 2004 yang memakan banyak korban jiwa. Gempa berkekuatan 9,1 hingga 9,3 Skala Richter dari dasar laut sebelah Barat Aceh, setelahnya diikuti dengan tsunami yang memporak-pondakan Aceh dan sekitarnya.

2. Letusan Gunung Api

Letusan gunung api merupakan bagian dari aktivitas vulkanik yang dikenal dengan istilah "erupsi". Bahaya letusan gunung api dapat berupa awan panas, lontaran material (pijar), hujan abu lebat, lava, gas racun, tsunami dan banjir lahar.

Letusan Merapi 2010 adalah rangkaian peristiwa gunung berapi yang terjadi di Indonesia. Pada akhir September 2010 silam, Gunung Merapi di Yogyakarta mulai melakukan aktivitas seismik dan menyebabkan letusan gunung berapi pada tanggal 26 Oktober 2010. Akibat letusan tersebut sedikitnya 353 orang tewas, termasuk Mbah Maridjan.

3. Tsunami

Tsunami berasal dari bahasa Jepang yang berarti gelombang ombak lautan ("tsu" berarti lautan, "nami" berarti gelombang ombak). Tsunami adalah serangkaian gelombang ombak laut raksasa yang timbul karena adanya pergeseran di dasar laut akibat gempa bumi.

Tsunami yang terjadi di Palu pada bulan September ini menjadi bencana alam yang sangat mematikan yang menelan korban jiwa sebanyak 2.100 orang meninggal, dan ribuan bangunan telah rusak bahkan hancur.

Pada tanggal 22 Desember 2018, terjadi peristiwa tsunami yang disebabkan oleh letusan Anak Krakatau di Selat Sunda dan menghantam daerah pesisir Banten dan Lampung, Indonesia.

4. Tanah longsor

Tanah longsor merupakan salah satu jenis gerakan massa tanah atau batuan, ataupun percampuran keduanya, menuruni atau keluar lereng akibat terganggunya kestabilan tanah atau batuan penyusun lereng. Pada tanggal 31 Desember 2018 lalu terjadi longsor di Kampung Cigarehong, Dusun Cimapag, yang berada di Sirnaresmi, Cisolok, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat.

5. Banjir

Banjir adalah peristiwa atau keadaan dimana terendamnya suatu daerah atau daratan karena volume air yang meningkat.

6. Banjir bandang

Banjir bandang adalah banjir yang datang secara tiba-tiba dengan debit air yang besar yang disebabkan ter bendungnya aliran sungai pada alur sungai. Banjir bandang setinggi dua meter menerjang Desa Dungaliyo, Kabupaten Gorontalo, Provinsi Gorontalo pada 9 Oktober 2018.

7. Kekeringan

Kekeringan adalah ketersediaan air yang jauh di bawah kebutuhan air untuk kebutuhan hidup, pertanian, kegiatan ekonomi dan lingkungan. Adapun yang dimaksud kekeringan di bidang pertanian adalah kekeringan yang terjadi di lahan pertanian yang ada tanaman (padi, jagung, kedelai dan lain-lain) yang sedang dibudidayakan.

Berdasarkan data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) per 6 Agustus 2018, sejumlah kabupaten/kota di 8 provinsi mengalami kekeringan di Indonesia yaitu Jawa Tengah, Jawa Barat, NTB, Jawa Timur, DIY, Banten, NTT, Lampung.

8. Kebakaran hutan

Kebakaran hutan dan lahan adalah suatu keadaan di mana hutan dan lahan dilanda api, sehingga mengakibatkan kerusakan hutan dan lahan yang menimbulkan kerugian ekonomis dan atau nilai lingkungan. Kebakaran hutan dan lahan seringkali menyebabkan bencana asap yang dapat mengganggu aktivitas dan kesehatan masyarakat sekitar. Pada Januari 2018, ada sekitar 5.776,46 hektare hutan dan lahan yang terbakar di seluruh Riau.

9. Angin puting beliung

Angin puting beliung adalah angin kencang yang datang secara tiba-tiba, mempunyai pusat, bergerak melingkar menyerupai spiral dengan kecepatan 40-50 km/jam hingga menyentuh permukaan bumi dan akan hilang dalam waktu singkat (3-5 menit). Pada 30 Desember 2018 sebanyak 165 rumah rusak akibat angin puting beliung yang menerjang Desa Panguragan Kulon, Kabupaten Cirebon, Jawa Barat.

10. Gelombang pasang atau badai

Gelombang pasang adalah gelombang tinggi yang ditimbulkan karena efek terjadinya siklon tropis di sekitar wilayah Indonesia dan berpotensi kuat menimbulkan bencana alam. Indonesia bukan daerah lintasan siklon tropis tetapi keberadaan siklon tropis akan memberikan pengaruh kuat terjadinya angin kencang, gelombang tinggi disertai hujan deras.

Badai tropis cempaka pernah terjadi pada tahun 2017. Wilayah yang berpotensi terkena dampak badai tropis Cempaka adalah wilayah Banten, DKI Jakarta, Jawa Barat, Jawa Tengah, Yogyakarta dan Jawa Timur.

11. Abrasi

Abrasi adalah proses pengikisan pantai oleh tenaga gelombang laut dan arus laut yang bersifat merusak. Abrasi biasanya disebut juga erosi pantai. Kerusakan garis pantai akibat abrasi ini dipicu oleh terganggunya keseimbangan alam daerah pantai tersebut. Walaupun abrasi bisa disebabkan oleh gejala alami, namun manusia sering disebut sebagai penyebab utama abrasi.

2.3. Tinjauan Pustaka

2.3.1. Desain Kapal Pembangkit Listrik Tenaga Gas untuk Wilayah Indonesia

Penelitian yang dilakukan oleh Kamaluddin dengan judul: Desain Kapal Pembangkit Listrik Tenaga Gas untuk Wilayah Indonesia memiliki tujuan mendapatkan daya listrik yang bisa diproduksi serta ukuran utama kapal. Penelitian ini dilakukan dikarenakan banyaknya daerah di Indonesia yang belum terjangkau jaringan listrik. Sehingga dibutuhkan sarana penyalur listrik memiliki mobilitas (kapal pembangkit listrik) sebagai upaya memenuhi kebutuhan daya listrik di wilayah Indonesia. Dari penelitian ini didapatkan output daya listrik 144 MW dan ukuran utama kapal.

2.3.2. Studi Perencanaan Unit Pembangkit Listrik Tenaga Diesel PLTD Terapung untuk Wilayah Kepulauan Provinsi Riau dan Sekitarnya

Penelitian yang dilakukan oleh Taufik Fajar Nugroho, dengan judul Studi Perencanaan Unit Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) Terapung untuk Wilayah Kepulauan Riau dan Sekitarnya, memiliki tujuan menentukan optimasi konfigurasi mesin genset untuk *emergency*, mendesain sebuah tingkang sesuai dengan kebutuhan *space* untuk sistem pembangkit listrik, dan menghitung estimasi investasi yang diperlukan untuk pengadaan pembangkit listrik terapung yang telah direncanakan. Penelitian ini dilakukan karena tidak adanya daya listrik cadangan ketika daya listrik utama sedang dilakukan perbaikan/perawatan berkala. Dari penelitian ini didapatkan kapasitas daya listrik *emergency* sebesar 3 MW, ukuran utama tongkang: $L_{wl}=38$ m, $B=8.5$ m, $H=2.53$ m, $T=1.77$ m, $displacement=533.87$ ton.

2.3.3. PLTD Apung I Aceh

Penelitian yang dilakukan oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Badan Geologi, Museum Geologi membahas mengenai *Re-branding* PLTD Apung I Aceh. Awalnya PLTD Apung terletak di pelabuhan Ulee Lhee Banda Aceh tertambat di Pelabuhan Ulee Lheu, fungsi, film, struktur, peran PLTD bagi Aceh, Sebelum ditempatkan di Banda Aceh, tongkang itu pernah difungsikan di Sektor Mahakam Kalimantan. Dari tongkang itu, dapat menghasilkan 10,5 MW listrik. Jika seluruh Kota Banda Aceh memerlukan aliran listrik sebanyak 38 MW, maka PLTD apung itu mampu menyuplai hampir sepertiga kebutuhan listrik di Ibu Kota Nanggroe Aceh Darussalam.

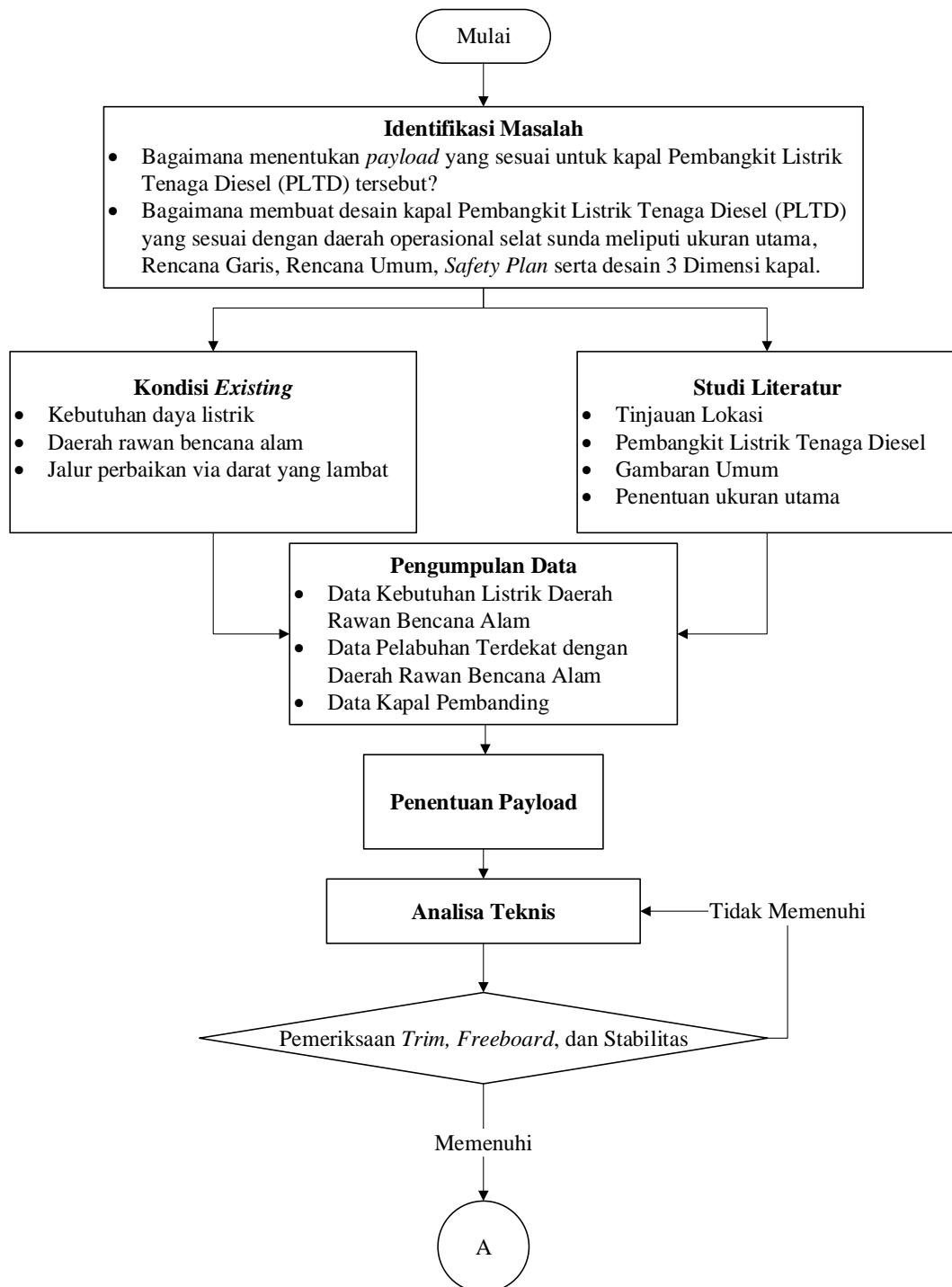
2.3.4. Desain Pembangkit Listrik Tenaga Surya Apung untuk Wilayah Kepulauan Selayar, Sulawesi Selatan

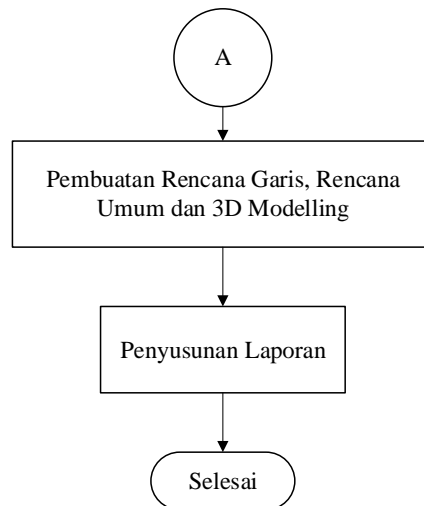
Penelitian yang dilakukan oleh Halida Aulia El-Islamy pada 2018 ini membahas mengenai sulitnya aliran listrik/tidak adanya aliran listrik di wilayah Kepulauan Selayar, Sulawesi Selatan. Desain kapal yang didapatkan adalah desain barge dengan sistem *mooring* dan menggunakan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Apung (PLTSA). Dari penelitian tersebut dibutuhkan sekitar 4 *barge* dengan 2410 unit panel surya dan 4 *inverter* pada tiap kapalnya untuk memenuhi kebutuhan daya listrik per hari sebesar 1,849,362.051 W. Ukuran utama kapal yang didapatkan adalah $L = 164$ m, $B = 42$ m, $H = 4.2$ m, $T = 1.2$ m.

BAB 3 METODOLOGI

3.1. Bagan Alir

Bagan alir (*flowchart*) metodologi dalam pengerjaan Tugas Akhir ini dapat dilihat pada gambar bagan di bawah ini:





Gambar 3.1 Bagan Alir Pengerjaan Tugas Akhir

3.2. Pendahuluan

Metodologi penelitian merupakan cara penulis untuk dapat menyelesaikan tugas akhir. Sistematika penyelesaian tugas akhir ini diawali dengan identifikasi masalah, perumusan masalah, penentuan tujuan, sampai dengan studi literatur. Selanjutnya pada bab ini akan dijelaskan mengenai sistematika pengumpulan data dan bagaimana cara mengolah data tersebut. Metodologi penelitian dilakukan dengan tujuan untuk dapat menjawab permasalahan yang dipertanyakan pada Bab 1 dan Bab 2.

3.3. Studi Literatur

Hal yang dilakukan sebelum melakukan penelitian adalah melakukan studi literatur terlebih dahulu. Studi literatur ini berdasarkan buku, jurnal, atau laporan hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan. Dalam hal ini, studi literatur dibagi menjadi dua yaitu dasar teori dan tinjauan pustaka. Dimana dasar teori merupakan penjelasan variabel-variabel yang digunakan pada saat penelitian, sedangkan tinjauan pustaka merupakan penjelasan mengenai penelitian-penelitian terdahulu yang sudah dilakukan.

3.4. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan secara sekunder, dimana data tidak didapatkan langsung oleh penulis. Data inilah yang akan digunakan menjadi patokan inti dari proses pengerjaan Tugas Akhir ini kedepannya.

3.4.1. Data Kondisi Kelistrikan

Data kondisi kelistrikan di Indonesia ataupun tarif PLN didapatkan guna mengetahui kebutuhan listrik di daerah tersebut serta membuktikan dapat terpenuhinya kebutuhan listrik dengan pengerjaan Tugas Akhir ini.

3.4.2. Data Kondisi Perairan

Data kondisi perairan di Indonesia didapatkan sebagai pertimbangan dalam menentukan bentuk dan ukuran utama kapal.

3.4.3. Data Alat Pembangkit Listrik

Data alat pembangkit listrik digunakan untuk menentukan jumlah peralatan listrik yang akan digunakan untuk mengetahui jumlah listrik yang dihasilkan untuk memenuhi kebutuhan listrik.

3.5. Pengolahan Data

Proses ini dilakukan setelah terkumpulnya data yang dibutuhkan dan dapat menunjang proses pembelajaran literatur lebih lanjut. Data yang didapatkan tersebut kemudian diolah mulai dari perhitungan kelistrikan, perhitungan *payload*, perhitungan ukuran utama, dan dilanjutkan dengan perhitungan teknis.

3.5.1. Kebutuhan Listrik

Data kelistrikan dari PLN diolah sehingga didapatkan asumsi besar listrik yang akan dihasilkan PLTD serta banyaknya alat kelistrikan yang akan digunakan nantinya untuk memenuhi kebutuhan listrik daerah pasca bencana yang ada di Indonesia.

3.5.2. Penentuan Ukuran Utama Kapal

Penentuan ukuran utama kapal didapatkan dari *layout* awal untuk melakukan perhitungan teknis kapal selanjutnya.

3.5.3. Perhitungan Teknis Kapal lainnya

Perhitungan teknis dan pengecekan batasan teknis, meliputi pengecekan *bouyancy* kapal, *trim* kapal, *freeboard* kapal, dan stabilitas kapal. Perhitungan stabilitas kapal menggunakan bantuan dari software *Maxsurf Advanced Stability Education Version*.

3.5.4. Pembuatan Desain Rencana Garis, Rencana Umum, dan 3D

Setelah semua batasan teknis terpenuhi, kemudian didesain *Lines Plan* dan *General Arrangement* menggunakan bantuan software *Maxsurf Education Version* dan

CAD. *General Arrangement* sendiri didesain dengan menggunakan referensi dari Tugas Akhir yang berkaitan yang sudah pernah dilakukan sebelumnya.

Setelah *Lines Plan* dan *General Arrangement* sudah dibuat, dilanjutkan dengan desain 3D dengan mengambil data dari *software Maxsurf Education Version* dan melanjutkannya di *software AutoCAD* untuk hasil desain 3D yang lebih riil.

3.5.5. Listrik yang Dihasilkan Pembangkit Listrik Tenaga Diesel

Perhitungan listrik di awal merupakan perhitungan untuk mengetahui besar listrik yang harus dihasilkan PLTD serta banyaknya alat kelistrikan yang akan digunakan nantinya untuk memenuhi kebutuhan listrik daerah pasca bencana yang ada di Indonesia.

3.5.6. Home Base

Home Base dari PLTD ditentukan dengan mempertimbangkan lokasi dan jarak home base ke daerah pasca bencana alam.

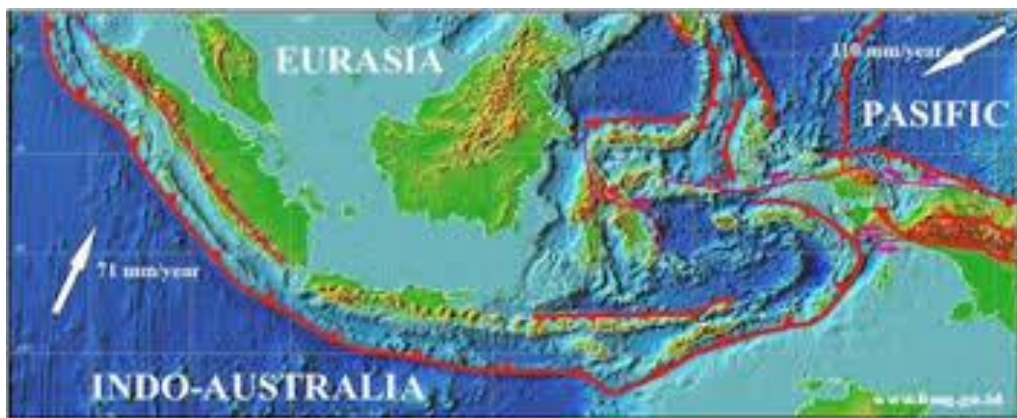
3.6. Lokasi Pengerjaan

Pengerjaan Tugas Akhir ini dilakukan di Departemen Teknik Perkapalan Kampus Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Sukolilo, Surabaya.

BAB 4 TINJAUAN LOKASI

4.1. Indonesia Timur

Indonesia, khususnya Indonesia bagian timur termasuk daerah yang paling rawan terkena bencana gempa bumi dan tsunami. Hal ini dikarenakan terdapat tiga lempengan tektonik aktif yang terus bergerak, yakni lempeng Indo-Australia, lempeng Eurasia, dan lempeng Pasifik, dan dapat dilihat pada Gambar 4.1 di bawah ini.



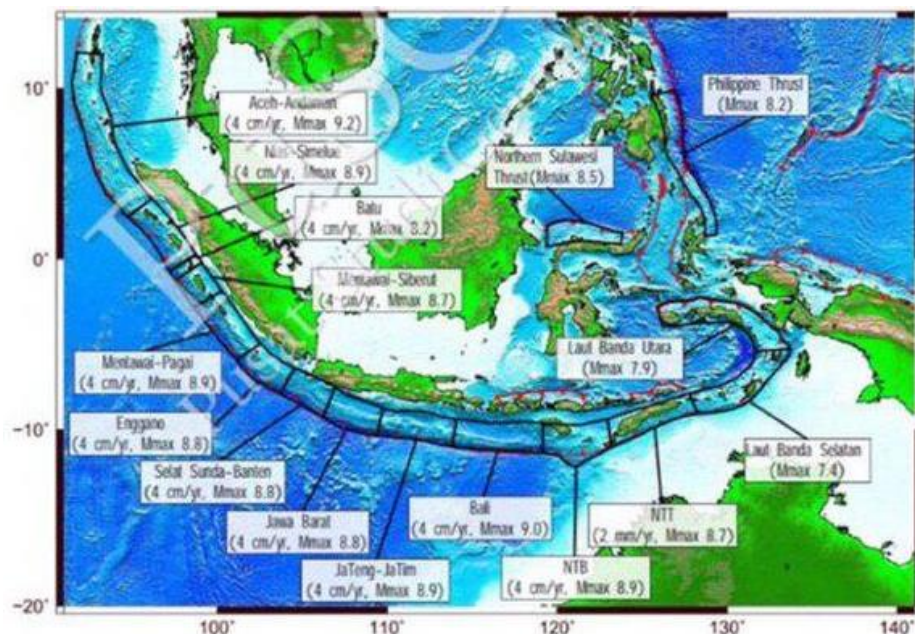
Gambar 4.1 Lempeng Tektonik di Indonesia

Dari akibat adanya lempeng tektonik aktif tersebut, Indonesia merupakan wilayah negara yang sangat rawan akan terjadinya bencana alam, tsunami dan gempa bumi. Dapat dilihat pada Gambar 4.2. Terbentang panjang untuk wilayah pantai Selatan di Sumatera, Jawa, Bali, dan Nusa Tenggara. Lalu, di wilayah Sulawesi, Maluku, dan Papua Utara.



Gambar 4.2 Wilayah Potensi Tsunami di Indonesia

Menurut Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) Indonesia, khususnya bagian timur termasuk daerah yang paling rawan terkena bencana gempa bumi dan tsunami. Hal ini dikarenakan terdapat tiga lempengan tektonik aktif yang terus bergerak, yakni lempeng Indo-Australia, lempeng Eurasia, dan lempeng Pasifik. Jalur pertemuan lempeng berada di laut sehingga apabila terjadi gempabumi besar dengan kedalaman dangkal maka akan berpotensi menimbulkan tsunami. Mekanisme gempa itu bisa terjadi di pertemuan lempeng benua. Dalam geologi tektonik, wilayah pertemuan dua lempeng ini disebut zona subduksi. Segmentasi subduksi itu di laut dan bisa menyebabkan tsunami. Ada 16 titik megathrust yang dimiliki Indonesia, dapat dilihat pada Gambar 4.3 di bawah ini.



Gambar 4.3 Segmentasi Zona Subduksi di Indonesia

Infrastruktur dan sarana, prasarana tsunami, sosialisasi, latihan, antisipasi menghadapi tsunami masih sangat minim. Terlebih pada Wilayah Indonesia Timur, yang jauh dari ibukota dan jauh dari pusat ekonomi (Pulau Jawa). Pembangunan infrastruktur di Indonesia Timur masih belum sebaik pembangunan di Indonesia Barat, walaupun sekarang sedang dilakukan pembangunan dan perbaikan infrastruktur yang merata di seluruh Indonesia, butuh waktu juga untuk masyarakat sekitar untuk memahami dan mempelajari teknologi-teknologi baru yang akan diletakkan di daerah mereka.

Badan Geologi, Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral (ESDM) telah mengidentifikasi wilayah-wilayah di Indonesia yang rawan gerakan tanah, gempa

bumi dan tsunami. 19 wilayah Indonesia terindikasi rawan terhadap terjadi gelombang tsunami. 19 wilayah di Indonesia yang rawan terhadap terjadinya gelombang tsunami yaitu:

1. Nangroe Aceh Darussalam (P. Simeulue, Pantai Barat NAD (Lhok Nga, Calang, Meulaboh), Lhokseumawe)
2. Sumatera Utara (Pulau Nias, Pantai Barat Sumatera Utara (Singkil, Sibolga)
3. Sumatera Barat (Kep. Mentawai, Pantai Barat Sumatera Barat (termasuk Siri Sori)
4. Bengkulu (Pulau Enggano, Pantai Barat Bengkulu (termasuk Kota Bengkulu dan Manna)
5. Lampung dan Banten (Pantai Selatan Lampung, Pantai Barat Banten)
6. Jawa Barat Tengah Bagian Selatan (Pantai Selatan Jawa Barat - Tengah)
7. Jawa Timur Bagian Selatan (Pantai Selatan Jawa Timur)
8. Bali (Pantai Selatan Bali)
9. Nusa Tenggara Barat (Pantai Selatan Lombok, Sumbawa , dan Pantai utara Bima)
10. Nusa Tenggara Timur (Pantai Utara Flores, Pulau Babi, Pantai Utara P. Timor (Atapupu), dan Pantai Selatan Sumba)
11. Sulawesi Utara (Manado, Bitung, Sangihe, dan Talaud)
12. Sulawesi Tengah-Palu (Pulau Peleng, Banggai Kepulauan, Luwuk, Palu, Teluk Tomini, Tambu, Mupaga, Toli-toli, Donggala, dan Tojo)
13. Sulawesi Selatan (Bulukumba, Tinambung, dan Majene)
14. Sulawesi Tenggara (Pantai Kendari)
15. Maluku Utara (Sanana, Ternate, Tidore, Halmahera, dan Pulau Obi)
16. Maluku Selatan (Bandanaira, P. Seram, P. Buru, Pantai Talaga, P. Banda, P. Kai, P. Tual)
17. Papua Utara (Yapen, Biak, Supiori, Oranbari, dan Ransiki)
18. Kalimantan Selatan Bagian Timur (Langadai dan Loeri)
19. Sangata (Daerah Sekuran).

Berdasarkan catatan yang ada di Badan Geologi, Wilayah Maluku Selatan tercatat terbanyak terkena tsunami yaitu sebanyak 19 kali (tahun 1629, 1657, 1659, 1673, 1674, 1708, 1763, 1775, 1802, 1841, 1851, 1852, 1861, 1876, 1899, 1950, 1966,

1983 dan tahun 1996) dan yang paling sedikit yaitu Sangata yang hanya terkena satu kali gelombang tsunami pada tahun 1921.

Kapal PLTD ini di desain untuk membantu proses perbaikan, baik perbaikan listrik serta perbaikan wilayah tersebut, sampai *supply* listrik di darat dapat berjalan menyala.

Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) ialah Pembangkit listrik yang menggunakan mesin diesel yang berbahan bakar *High Speed Diesel Oil* (HSDO) sebagai penggerak mula (*prime mover*). Prime mover merupakan peralatan yang mempunyai fungsi menghasilkan energi mekanis yang diperlukan untuk memutar rotor *generator*.

Proses pembakaran pada mesin *diesel* tidak menghasilkan pembakaran yang sempurna. Efisiensi PLTD sangat dipengaruhi oleh pemakaian bahan bakar, hal ini disebabkan biaya yang terbesar dalam pengoperasian PLTD adalah biaya bahan bakar ($\pm 70\%$ dari keseluruhan biaya operasional). Hal inilah yang menyebabkan efisiensi pembangkit jenis ini rendah, lebih kecil dari 50 %. Jika dibandingkan dengan motor bensin, gas buang motor diesel tidak banyak mengandung komponen beracun yang dapat mencemari udara. Selain dari pada itu pemakaian, bahan bakar motor *diesel* lebih rendah ($\pm 25\%$) dari pada motor bensin, sedangkan harganya pun lebih murah sehingga penggunaan motor *diesel* umumnya lebih hemat dari pada motor bensin sebagai penggerak mesin industri. Ditinjau dari sisi investasi harga, motor *diesel* umumnya lebih mahal dari motor bensin karena untuk kapasitas mesin yang sama motor *diesel* harus dibuat dengan konstruksi dan berat yang lebih besar.

4.2. Home Base Kapal

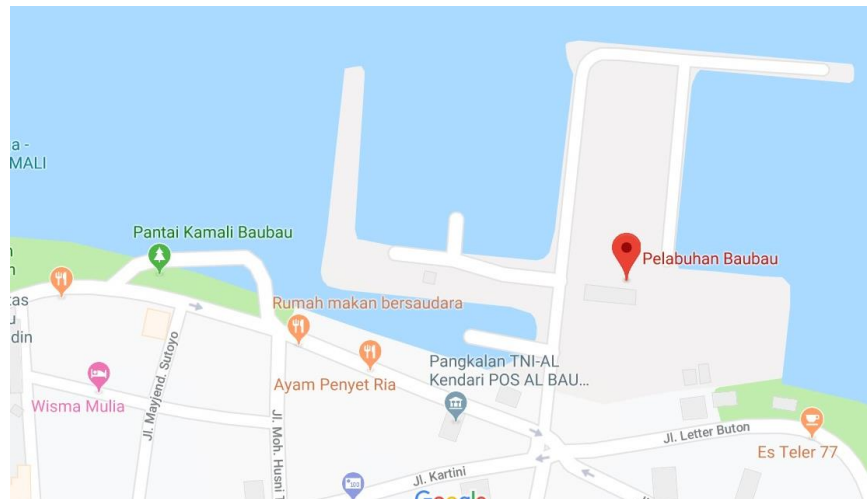
Home Base Kapal PLTD Terang Terus ini terletak di Pelabuhan Murhum, Kota Baubau, Sulawesi Tenggara. Penentuan Lokasi Home Base Kapal untuk diletakkan dan bersandar di Kota Baubau karena beberapa alasan.

1. Lokasi Pelabuhan Murhum yang terletak di tengah-tengah daerah potensi bencana alam, namun pelabuhan ini sendiri tidak terletak pada daerah yang rawan bencana alam.



Gambar 4.4 Pelabuhan Murhum – Baubau

2. Lokasi Pelabuhan Murhum dekat dengan Pangkalan TNI AL dapat dilihat pada Gambar 4.5 di bawah ini.



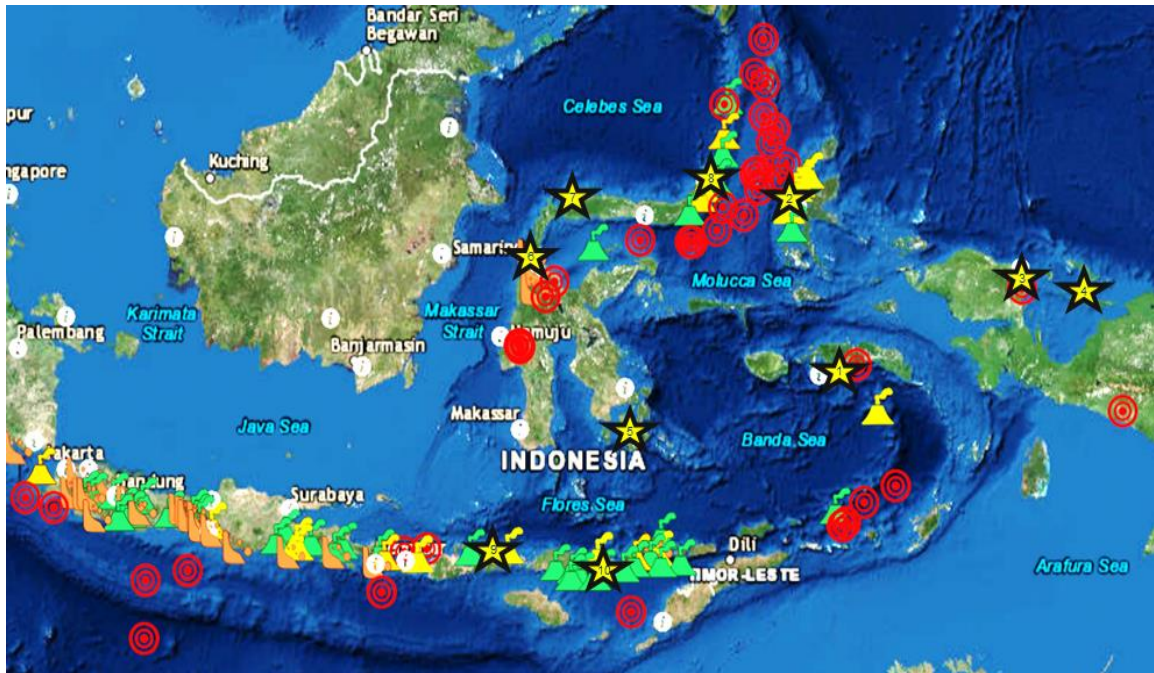
Gambar 4.5 Pelabuhan Murhum Dekat dengan Pangkalan TNI AL

3. Tersedianya bahan bakar untuk *bunkering* bahan bakar kapal.

4.3. Daerah Operasional

Dari sub bab 4.1 mengenai rawannya bencana alam tsunami dan gempa pada wilayah Indonesia Timur, dilakukan pemilihan daerah operasional Kapal PLTD Terang Terus. Alasan pemilihan daerah operasional kapal ini:

1. Daerah tersebut merupakan daerah yang rawan bencana alam.
2. Terdapat pelabuhan pada daerah tersebut.



Gambar 4.6 Daerah Operasional Kapal PLTD Terang Terus

Pada Gambar 4.6 di atas adalah daerah operasional dari Kapal PLTD Terang Terus Terang Terus, yaitu:

1. Ambon
2. Ternate
3. Manokwari
4. Biak
5. Baubau
6. Bitung
7. Pantoloan
8. Toli-Toli
9. Nusa Tenggara Barat (NTB) - Bima
10. Nusa Tenggara Timur (NTT) - Ende

4.3.1. Maluku

1. Pelabuhan Ambon

Kota Ambon adalah sebuah kota dan sekaligus ibu kota dari Provinsi Maluku. Kota Ambon sendiri berbatasan dengan Laut Banda di sebelah selatan dan dengan kabupaten Maluku Tengah di sebelah timur (Pulau-Pulau Lease yang terdiri atas Pulau-Pulau Haruku, Pulau Saparua, Pulau Molana, Pulau Pombo Dan Pulau Nusalaut), di sebelah barat (Petuanan Negeri Hila, Leihitu, Maluku Tengah Dan Kaitetu, Leihitu,

Maluku Tengah Yang Masuk Dalam Kecamatan Leihitu, Maluku Tengah) dan di sebelah utara (Kecamatan Salahutu, Maluku Tengah). Kota ini tergolong sebagai salah satu kota utama dan kota besar di *region* pembangunan Indonesia Timur, dilihat dari aspek perkembangan dan pertumbuhan ekonomi.



Gambar 4.7 Lokasi Pelabuhan Yos Soedarso - Ambon

Pada Gambar 4.7 terdapat Pelabuhan Nusantara Yos Soedarso, yang difungsikan sebagai pelabuhan utama untuk kegiatan ekspor dan impor serta penumpang. Sedangkan untuk mendukung kegiatan pelayaran antar pulau, tersedia Pelabuhan Gudang Arang dan Pelabuhan Slamet Riyadi yang berfungsi sebagai pelabuhan lokal yang dikelola oleh PT Pelindo IV.

Detil Pelabuhan Yos Sudarso Ambon mengenai kondisi pelabuhannya dapat dilihat pada Tabel 4.1 di bawah ini.

Tabel 4.1 Detil Pelabuhan Yos Soedarso – Ambon
(Sumber: <https://inaport4.co.id>)

Alamat	Jl. Yos Sudarso No. 1 Kota Ambon, Maluku 97126
Waktu Operasional	24 jam
Kedalaman Max	10 meter
Kecepatan Angin	6 knot
Kecepatan Arus	4 knot
Tinggi Gelombang	1 m
Panjang Dermaga	937 m
Kapal Pandu	2 Unit
Container Crane (CC)	2 Unit
Rubber Tyred Gantry (RTG)	5 Unit
LLC	1 Unit
Crane 25 Ton	1 Unit
Reach Stacker (RS)	4 Unit
Forklift 7 Ton	1 Unit

Forklift 5 Ton	1 Unit
Head Tractor (HT)	8 Unit
Tronton 40 Feet	10 Unit
Fresh Water	Available, supply capacity approximately 100 tons/hour
Bunkering	Only diesel and marine fuel, supplied by PERTAMINA depend on request
Repair	Docking and engine repair with slipway dock capacity for 5000 DWT are available.

2. Pelabuhan Ternate

Kota Ternate adalah sebuah kota yang berada di bawah kaki gunung api Gamalama pada sebuah Pulau Ternate di Provinsi Maluku Utara. Kota Ternate merupakan kota kepulauan yang memiliki luas wilayah 547,736 km persegi, dengan delapan pulau. Pulau Ternate, Pulau Hiri, Pulau Moti, Pulau Mayau dan Pulau Tifure merupakan lima pulau yang berpenduduk, sedangkan terdapat tiga pulau lain seperti Pulau Maka, Pulau Mano dan Pulau Gurida merupakan pulau berukuran kecil yang tidak berpenghuni.



Gambar 4.8 Lokasi Pelabuhan Ahmad Yani - Ternate

Selain itu, kota ini juga memiliki pelabuhan laut, yaitu Pelabuhan Ahmad Yani dapat dilihat pada Gambar 4.8 dengan jalur pelayaran yang dilalui kapal Pelni dua kali seminggu. Terdapat pula dua perusahaan ekspedisi kapal angkutan, yaitu Mentari dan Tanto. Untuk menyeberang ke pulau-pulau sekitar seperti Halmahera, Tidore, Hiri, Moti dan Meitara, dapat menggunakan perahu kecil dari *fiberglass* yang umum disebut *Speed*.

Detil Pelabuhan Ahmad Yani Ternate mengenai kondisi pelabuhannya dapat dilihat pada Tabel 4.2 di bawah ini.

Tabel 4.2 Detil Pelabuhan Ahmad Yani – Ternate

(Sumber: <https://inaport4.co.id>)

Alamat	Jl. Kompleks Pelabuhan Ternate, Ternate Maluku Utara 97714
--------	--

Waktu Operasional	24 jam
Kedalaman Max	10 meter
Kecepatan Angin	21 knot
Kecepatan Arus	0.5 knot
Tinggi Gelombang	2 m
Panjang Dermaga	473 Meter
Kapal Pandu	2 Unit
Container Crane (CC)	1 Unit
Reach Stacker (RS)	2 Unit
Forklift 32 Ton	1 Unit
Forklift 7 Ton	1 Unit
Forklift 5 Ton	1 Unit
Head Tractor (HT)	3 Unit
Tronton 20 Feet	6 Unit
<i>Fresh Water</i>	<i>Available, at Ternate pier from public water development capacity 350 tons.</i>
<i>Bunkering</i>	<i>Not Available</i>
<i>Repair</i>	<i>Not Available</i>

4.3.2. Papua Barat

1. Pelabuhan Manokwari

Manokwari adalah Ibu kota Provinsi Papua Barat. Manokwari juga merupakan Ibu kota Kabupaten Manokwari. Manokwari terletak di pantai utara Daerah Kepala Burung Pulau Papua. Kabupaten ini juga memiliki pelabuhan, yaitu Pelabuhan Manokwari yang lokasinya dapat dilihat pada Gambar 4.9, beroperasi selama 24 jam dalam satu hari.



Gambar 4.9 Lokasi Pelabuhan Manokwari

Detil Pelabuhan Manokwari mengenai kondisi pelabuhannya dapat dilihat pada Tabel 4.3 di bawah ini.

Tabel 4.3 Detil Pelabuhan Manokwari

(Sumber: <https://inaport4.co.id>)

Alamat	Jl. Banjarmasin No. 3, Manokwari, Papua Barat 98311
Waktu Operasional	24 jam
Kedalaman Max Jetty A	4.5 m
Kedalaman Max Jetty B	12 m
Kecepatan Angin	7 knot
Kecepatan Arus	7 knot
Tinggi Gelombang	2 m
Panjang Dermaga	163 m
Kapal Pandu	1 Unit
Fix Crane	2 Unit
Reach Stacker (RS)	1 Unit
Forklift 32 Ton	1 Unit
Forklift 7 Ton	2 Unit
Forklift 5 Ton	1 Unit
Head Tractor (HT)	4 Unit
Tronton 40 Feet	1 Unit
<i>Fresh Water</i>	<i>Available, at Manokwari pier A and pier B. Capacity 480 tons and 10 tons respectively.</i>
Bunkering	<i>Not Available</i>
<i>Repair</i>	<i>Available for Floating dock and dry dock repairs with lifting capacity 750 DWT</i>

2. Pelabuhan Biak

Kabupaten Biak Numfor adalah salah satu kabupaten di Provinsi Papua. Ibu kota kabupaten ini terletak di Biak. Wilayah otonom yang kini disebut sebagai Kabupaten Supiori, pernah menjadi bagian dari kabupaten ini. Kabupaten Biak Numfor terdiri dari dua pulau kecil, yaitu Pulau Biak dan Pulau Numfor. Kabupaten ini merupakan gugusan pulau yang berada di sebelah utara daratan Papua dan berseberangan langsung dengan Samudera Pasifik.



Gambar 4.10 Lokasi Pelabuhan Biak

Dari sisi pelabuhan, Kementerian Perhubungan telah menjadikan pelabuhan di Kabupaten Biak pada Gambar 4.10 di atas, untuk disinggahi rute tol laut yang mengangkut berbagai jenis kebutuhan bahan pokok ke wilayah itu. Detil Pelabuhan Manokwari mengenai kondisi pelabuhannya dapat dilihat pada Tabel 4.4 di bawah ini.

Tabel 4.4 Detil Pelabuhan Biak

(Sumber: <https://inaport4.co.id>)

Alamat	Jl. Jenderal Sudirman No. 51, Biak, Papua 98115
Waktu Operasional	24 jam
Kedalaman Max	7.2 m
Kecepatan Angin	27 knot
Kecepatan Arus	1.5 knot
Tinggi Gelombang	3 m
Panjang Dermaga	202 m
Kapal Pandu	1 Unit
Reach Stacker (RS)	1 Unit
Forklift 32 Ton	2 Unit
Forklift 7 Ton	1 Unit
Head Tractor (HT)	4 Unit
Tronton 20 Feet	2 Unit
Tronton 40 Feet	1 Unit
<i>Fresh Water</i>	<i>Available, at biak pier supply capacity 50 tons/hour.</i>
Bunkering	<i>Available, supplied by PERTAMINA pipe line or car Oil tank capacity 5 ton.</i>
<i>Repair</i>	<i>Not Available</i>

4.3.3. Sulawesi

1. Pelabuhan Baubau

Dari sisi letak secara nasional, Kota Baubau merupakan kota yang memiliki letak strategis. Kota Baubau adalah daerah penghubung (*connecting area*) antara Kawasan Barat Indonesia (KBI) dengan Kawasan Timur Indonesia (KTI). Kota Baubau berada di Pulau Buton yang terletak di sebelah tenggara jazirah Pulau Sulawesi. Pulau ini diapit oleh lautan, yaitu Laut Banda di sebelah utara dan timur, kemudian Laut Flores di sebelah selatannya, sedangkan di sebelah barat terdapat Selat Buton dan Teluk Bone.



Gambar 4.11 Pelabuhan Murhum - Baubau

Gambar 4.11 di atas menunjukkan posisi geografis yang strategis untuk Baubau dalam peran penting untuk jalur pelayaran nasional dan berkembang sebagai pusat aktivitas penduduk terutama di sektor perdagangan dan jasa. Pelabuhan di kota ini berfungsi sebagai jalur transit atau persinggahan yang menghubungkan jalur pelayaran antara Makassar, Maluku dan Papua. Detil Pelabuhan Murhum – BauBau mengenai kondisi pelabuhannya dapat dilihat pada Tabel 4.5 di bawah ini.

Tabel 4.5 Detil Pelabuhan Murhum Baubau

(Sumber: <https://inaport4.co.id>)

Alamat	Jl. Yos Sudarso No. 5 Kota Baubau, Sulawesi Tenggara, 93717
Waktu Operasional	24 jam
Kedalaman Max	10 meter
Kecepatan Angin	6 knot
Kecepatan Arus	4 knot
Tinggi Gelombang	1 m
Panjang Dermaga	180 m
Kapal Patroli	2 Unit
Crane	1 Unit
Forklift	2 Unit
Mobil Patroli	2 Unit
<i>Fresh Water</i>	<i>Available</i>
Bunkering	<i>Available, with capacity 100 kilo liters.</i>

2. Pelabuhan Bitung

Kota Bitung adalah salah satu kota di Provinsi Sulawesi Utara. Kota ini memiliki perkembangan yang cepat karena terdapat pelabuhan laut yang mendorong percepatan pembangunan. Sebagai Kota Pelabuhan, sarana transportasi di Kota Bitung cukup memadai. Sarana transportasi laut di Bitung menghubungkan daerah daratan dan Pulau Lembeh. Pelabuhan Bitung terdiri dari pelabuhan penumpang dan pelabuhan peti kemas. Perusahaan

pengelola pelabuhan, PT Pelindo IV membuat Kota Bitung lebih maju pesat perekonomiannya, apalagi dengan dijadikannya Pelabuhan Bitung sebagai Gerbang Timur Internasional. Lokasi Pelabuhan Bitung dapat dilihat pada Gambar 4.12 di bawah ini.



Gambar 4.12 Lokasi Pelabuhan Bitung

Pelabuhan Bitung merupakan satu-satunya pelabuhan di Sulawesi Utara yang disinggahi dan dilabuhi oleh kapal-kapal penumpang antar kota-kota besar di Indonesia dan Internasional. Detil Pelabuhan Bitung mengenai kondisi pelabuhannya dapat dilihat pada Tabel 4.6 di bawah ini.

Tabel 4.6 Detil Pelabuhan Bitung
(Sumber: <https://inaport4.co.id>)

Alamat	Jl. D.S Sumolang No. 1 Bitung, Sulawesi Utara 95522
Waktu Operasional	24 jam
Kedalaman Max	12 meter
Kecepatan Angin	3 knot
Kecepatan Arus	3 knot
Tinggi Gelombang	1 m
Panjang Dermaga	21.264 Meter
Kapal Tunda / Towing Boats	2 Unit
Kapal Pandu / Pilot Boats	2 Unit
Crane 25 Ton	1 Unit
Head Tractor (HT)	3 Unit
Reach Stacker (RS)	1 Unit
Forklift 5 Ton	1 Unit
Forklift 7 Ton	2 Unit
<i>Fresh Water</i>	<i>Available, supply capacity approximately 100 up to 150 tons/hour.</i>
Bunkering	<i>Only diesel and marine fuel, supplied by PERTAMINA depend on request 100 -150.</i>
<i>Repair</i>	<i>Dry dock with helling dock capacity under 100 ton are avaiabel.</i>

3. Pelabuhan Pantoloan

Pantoloan adalah sebuah kelurahan di Kecamatan Tawaeli, Kota Palu, Sulawesi Tengah. Di Kelurahan Pantoloan Induk pula terletak pelabuhan penumpang dan barang, yaitu Pelabuhan Pantoloan. Pantoloan Induk juga merupakan Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) bersama Kelurahan Baiya dan Kelurahan Lambara di Kota Palu. Warga ataupun wisatawan yang akan masuk ke Provinsi Sulawesi Tengah, khususnya ke Kota Palu dengan menggunakan jalur laut akan berlabuh di Pelabuhan Pantoloan. Pelabuhan ini berjarak sekitar 22 km dari kota tersebut.

Sejak 2014 lalu, Pemerintah telah menetapkan Pelabuhan Pantoloan sebagai Pusat Logistik dan Barang Nasional. Pelabuhan yang dikelola PT Pelindo IV ini juga kini berstatus sebagai pelabuhan internasional, sehingga aktivitas bongkar muatpun terus meningkat. Lokasi Pelabuhan Pantoloan dapat dilihat pada Gambar 4.13 di bawah ini.



Gambar 4.13 Lokasi Pelabuhan Pantoloan - Palu

Adapun, penetapan tersebut bukan tanpa alasan. Setelah melewati sejumlah kajian, ditetapkan bahwa Pelabuhan Pantoloan adalah satu-satunya pelabuhan terdalam di Selat Makassar yang masuk dalam Alur Laut Kepulauan Indonesia (ALKI) II. Dengan begitu, semua komoditas sumber daya alam untuk diekspor dari radius 500 km ke Palu, seluruhnya akan diangkut melalui Pelabuhan Pantoloan. Itulah sebabnya, pada 2015 Pemerintah berinisiatif untuk melakukan pengembangan di Pelabuhan Pantoloan. Detil Pelabuhan Pantoloan mengenai kondisi pelabuhannya dapat dilihat pada Tabel 4.7 di bawah ini.

Tabel 4.7 Detil Pelabuhan Pantoloan – Palu

(Sumber: <https://inaport4.co.id>)

Alamat	Jl. Kompleks Pelabuhan Pantoloan No. 23 Pantoloan, Sulawesi Tengah 94352
Waktu Operasional	24 jam
Kedalaman Max	9.5 meter
Kecepatan Angin	8 knot
Kecepatan Arus	1.5 knot
Tinggi Gelombang	2 m
Panjang Dermaga	473 Meter

Kapal Tunda	1 Unit
Kapal Pandu	2 Unit
Rubber Tyred Gantry (RTG)	2 Unit
Reach Stacker (RS)	4 Unit
Head Tractor (HT)	8 Unit
Container Crane (CC)	1 Unit
LLC	1 Unit
Forklift 7 Ton	2 Unit
Forklift 5 Ton	1 Unit
<i>Fresh Water</i>	<i>Available, at pantoloan pier from public water development supply capacity 100 tons/hour.</i>
<i>Bunkering</i>	<i>Available at Loly Pertamina pier, supplied by PERTAMINA depend on request with capacity 175 tons/hour.</i>
<i>Repair</i>	<i>Not Available</i>

4. Pelabuhan Toli-Toli

Kabupaten Tolitoli atau Toli-toli adalah salah satu kabupaten di Provinsi Sulawesi Tengah. Ibu kota kabupaten ini terletak di Kota Tolitoli. Tolitoli terletak di antara 0.350 – 1.200 Lintang Utara dan Lintang Selatan serta 1.200 – 122.090 Bujur Timur dengan mempunyai batas-batas di sebelah utara berbatasan dengan Laut Sulawesi berbatasan dengan Filipina, sebelah timur dengan Kabupaten Buol, sebelah selatan dengan Kabupaten Donggala dan Parigi Moutong serta di sebelah barat berbatasan dengan Selat Makassar. Lokasi Pelabuhan Pantoloan dapat dilihat pada Gambar 4.14 di bawah ini.



Gambar 4.14 Lokasi Pelabuhan Toli-Toli

Pelabuhan yang ada di Toli-toli kurang lebih ada empat, yaitu: Pelabuhan Dede yang menjadi pelabuhan utama di Toli-toli dan Pelabuhan *Ferry*, yakni pelabuhan penyeberangan antara Tolitoli, Tarakan dan Amurang. Kemudian ada Pelabuhan minyak di Lalos dan Pelabuhan ikan di Ogoamas, yakni pelabuhan ikan yang bertaraf internasional yang sedang

dibangun, di mana pelabuhan ikan ini adalah pelabuhan ikan terbesar di Sulawesi Tengah. Detil Pelabuhan Toli-Toli mengenai kondisi pelabuhannya dapat dilihat pada Tabel 4.8 di bawah ini.

Tabel 4.8 Detil Pelabuhan Toli-Toli

(Sumber: <https://inaport4.co.id>)

Alamat	Jl. Yos Sudarso No. 394, Tolitoli, Sulawesi Tengah
Waktu Operasional	24 jam
Kedalaman Max	15 meter
Kecepatan Angin	7 knot
Kecepatan Arus	3 knot
Tinggi Gelombang	2.4 m
Panjang Dermaga	2.263 m
Forklift 32 Ton	1 Unit
Forklift 5 Ton	1 Unit
Head Tractor (HT)	3 Unit
<i>Fresh Water</i>	<i>Available, supply capacity approximately 100 up to 150 tons/hour.</i>

4.3.4. Nusa Tenggara Barat (NTB)

1. Pelabuhan Bima

Bima adalah sebuah kota otonom yang terletak di Pulau Sumbawa bagian timur, Provinsi Nusa Tenggara Barat, Indonesia. Secara geografis Kota Bima terletak di bagian timur Pulau Sumbawa dan dapat dilihat pada Gambar 4.15 di bawah ini.



Gambar 4.15 Lokasi Pelabuhan Bima

Transportasi laut di Bima ditunjang oleh: 1 pelabuhan laut sebagai pintu gerbang utama masuknya penumpang, barang dan jasa. Sehubungan dengan fungsinya yang strategis, pelabuhan laut Bima memiliki dermaga samudera sepanjang 142 m dan luas lantai 2.050 m² serta dermaga pelayaran rakyat sepanjang 50 m dengan lantai 500 m². Kedalaman air Teluk Bima 12 m, lebar minimum 1000 m dan kedalaman sepanjang 134 m serta luas lantai 750 m², open storage 26.097 m², terminal penumpang 200 m, listrik dengan kekuatan

15 KVA dan 2 buah Bunker air bersih, masing-masing dengan volume 200 ton. Pelabuhan laut Bima selain dapat disinggahi kapal-kapal besar seperti KM AWU, KM Tatamelau, KM Kelimutu, KFC Barito dan KFC Serayu serta kapal-kapal perintis. Disamping itu juga menjadi pusat bongkar muat barang ekspedisi dan pelayaran. Detil Pelabuhan Bima mengenai kondisi pelabuhannya dapat dilihat pada Tabel 4.9 di bawah ini.

Tabel 4.9 Detil Pelabuhan Bima
(Sumber: www.pelindo.co.id/id/port-terminal)

Alamat	Tanjung, Rasanae Bar., Bima, Nusa Tenggara Bar.
Waktu Operasional	24 jam
Kedalaman Max	6 meter
Tinggi Gelombang	1 m
Panjang Dermaga	192 m
Top Leader 40 Ton	1 Unit
Forklift 5 Ton	1 Unit
Truck trailer	2 Unit
<i>Fresh Water</i>	<i>Available</i>

4.3.5. Nusa Tenggara Timur (NTT)

1. Pelabuhan Ende

Kabupaten Ende adalah sebuah kabupaten di Pulau Flores, provinsi Nusa Tenggara Timur, Indonesia. Letak Kabupaten Ende yang strategis, yang batas wilayahnya berhubungan langsung dengan dua perairan laut utara dan selatan sehingga terdapat Pelabuhan Barang dan Penumpang, Pelabuhan Pertamina dan Pelabuhan Ikan. Pelabuhan Bung Karno merupakan salah satu pelabuhan yang terletak di Pantai Ende Kelurahan Mbongawani Kecamatan Ende Selatan Kabupaten Ende Provinsi Nusa Tenggara Timur. Pada awalnya nama Pelabuhan tersebut adalah Pelabuhan Ende. Untuk mengenang jejak sejarah perjuangan Bung Karno sewaktu diasingkan di Ende pada tahun 1934 -1938 maka Pemerintah Kabupaten Ende mendeklarasikan pergantian nama Pelabuhan Ende menjadi Pelabuhan Bung Karno. Lokasi Pelabuhan Bung Karno dapat dilihat pada Gambar 4.16, dan detil Pelabuhan Bung Karno pada Tabel 4.10 di bawah ini.



Gambar 4.16 Lokasi Pelabuhan Ende

Tabel 4.10 Detil Pelabuhan Bung Karno – Ende
(Sumber: www.pelindo.co.id/id/port-terminal)

Alamat	Kel. Tetandara, Ende Sel., Kabupaten Ende, Nusa Tenggara Tim.
Waktu Operasional	24 jam
Kedalaman Max	10 meter
Panjang Dermaga	100 m
<i>Fresh Water</i>	<i>Available</i>
Bunkering	<i>Not available</i>
<i>Repair</i>	<i>Not available</i>

4.4. Jarak Tempuh

Jarak tempuh dari Kota Bau-Bau menuju ke masing-masing daerah dapat dilihat pada di Tabel 4.11 bawah ini.

Tabel 4.11 Jarak Tempuh dari Kota Bau-Bau

Home Base	Lokasi Tujuan	Jarak (nm)	Waktu	
Baubau	Maluku	Ambon	382,59	1 Hari 7 Jam
		Ternate	577,17	2 Hari 8 Jam
	Papua Barat	Manokwari	839,33	2 Hari 18 Jam
		Biak	953,97	2 hari 22 Jam
	Sulawesi	Bitung	519,58	1 Hari 19 Jam
		Pantoloan	568,98	1 Hari 22 Jam
		Toli-Toli	753,18	2 Hari 14 Jam
	NTB	Bima	437,45	1 Hari 12 Jam
NTT	Ende	674,63	2 Hari 8 Jam	

BAB 5 ANALISIS TEKNIS

5.1. Perhitungan Kebutuhan Daya Listrik

Perhitungan kebutuhan listrik dilakukan untuk mengetahui besar listrik yang harus dihasilkan Pembangkit Listrik Tenaga Diesel agar dapat memenuhi kebutuhan listrik di daerah pasca bencana alam tertentu. Penentuan besarnya daya yang dibutuhkan untuk pembangkit PLTD didapatkan dengan cara, mengumpulkan informasi mengenai kebutuhan listrik daerah di Indonesia pada daerah-daerah rawan bencana alam di tepi pantai, dapat dilihat pada Tabel 5.1 di bawah ini.

Tabel 5.1 Daya Kebutuhan Listrik Daerah di Indonesia

(Sumber: Sumber: <https://www.esdm.go.id/id/>)

No.	Provinsi	Kota	Kebutuhan Listrik Daerah (MW)
1	Nusa Tenggara Barat	Pantai Selatan Lombok	18
		Sumbawa	35
		Bima	30.8
2	Nusa Tenggara Timur	Pantai Utara Flores	10.8
		Pulau Babi	4.2
		Pantai Selatan Sumba	5.18
3	Sulawesi Utara	Atapupu	24
		Manado	7.25
		Bitung	14
		Sangihe	15.09
4	Sulawesi Tengah-Palu	Talaud	6.89
		Luwuk	25.8
		Palu	30.3
		Teluk Tomini	7
		Toli-Toli	13.9
5	Sulawesi Selatan	Donggala	16
		Bulukunba	35
		Tinambung	28
6	Sulawesi Tenggara	Majene	39.66
		Pantai Kendari	29.54
7	Maluku Utara	Sanana	9.2
		Ternate	30
		Tidore	14

		Pulau Obi	21.2
8	Maluku Selatan	Bandanaira	4.8
		Pulau Seram	13.8
9	Papua Utara	Yapen	10.45
		Biak	15
		Supiori	3.9
10	Kalimantan Selatan Bagian Timur	Langadai	14.9
		Loeri	13.6
11	Sangata	Daerah Sekuran	16.2
KEBUTUHAN LISTRIK MAXIMUM			39.66

Dari Tabel 5.1 di atas, dapat diketahui beban listrik maksimum dari daerah yang sering mengalami bencana adalah 39.66 MW.

Tabel 5.2 Daya Tersambung per Sektor Pelanggan

(Sumber: Sumber: <https://www.esdm.go.id/id/>)

Ref : Statistik Ketenagalistrikan 2017 Kementerian ESDM, 2018

PERIODE (p)	TAHUN	KELOMPOK PELANGGAN						TOTAL
		RUMAH TANGGA	INDUSTRI	USAHA	SOSIAL	KANTOR PEMERINTAH	JALAN UMUM	
1	2012	40869.15	19980.94	17228.93	2892.66	2060.70	865.37	83897.75
2	2013	45214.25	21544.30	19931.50	3247.82	2247.51	909.47	93094.85
3	2014	48374.47	23541.96	21223.71	3537.17	2390.43	962.79	100030.53
4	2015	51654.89	25024.02	22477.28	3861.60	2560.54	1003.91	106582.24
5	2016	55284.57	26569.81	24362.29	4334.48	2753.50	1043.00	114347.65
6	2017	59257.37	27584.67	26197.72	4897.48	2979.73	1100.67	122017.64
12	2023	91870.26			8932.49	4577.79	1461.52	14971.79

. Dan dari Tabel 5.2 di atas, dapat dilihat alokasi daya tersambung per sektor pelanggan, yang dibagi menjadi 6 sektor, yaitu: Rumah Tangga, Industri, Usaha, Sosial, Kantor Pemerintah, dan Jalan Umum. Untuk kegiatan *emergency*, total persentase dari sektor sosial, pemerintah, dan jalan umum adalah sebesar 7,5%.

5.1.1. Penentuan Mesin Pembangkit Listrik Tenaga Diesel

Penentuan daya yang akan digunakan beserta jumlahnya akan digunakan untuk mengetahui berapa daya yang dibutuhkan untuk mesin pembangkit listrik tenaga *diesel*. Dari data yang didapat pada Sub Bab sebelumnya, mesin pembangkit yang akan digunakan adalah dari *MAN Power Plants Programme 2015/16*.



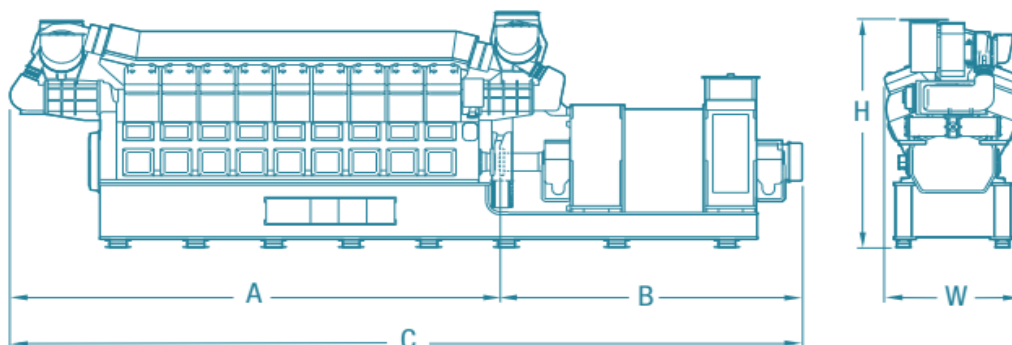
Gambar 5.1 MAN Power Plants Programme 2015/16

Dari data pada Sub Bab sebelumnya didapatkan daya maksimum yang dibutuhkan oleh daerah adalah sebesar 39,66 MW. Setelah mendapatkan daya maksimum yang dibutuhkan mesin PLTD, dilakukan perhitungan lebih lanjut seperti pada Tabel 5.3 di bawah ini.

Tabel 5.3 Payload Kapal

Persentase kebutuhan listrik untuk sektor umum dan rumah tangga =	7.50%	dari kebutuhan Beban Listrik Max.
	<i>Ref : Statistik Ketenagalistrikan 2017 Kementrian ESDM, 2017</i>	
Payload Kapal (keperluan umum dan rumah tangga) =	2.975	MW
	2975	KW
Waktu untuk perbaikan sistem darat =	5	hari

Didapatkan payload Kapal PLTD Terang Terus adalah 2,975 MW, menentukan mesin diesel yang cocok dilakukan dengan cara mencari ukuran/daya mesin pembangkit PLTD pada katalog-katalog mesin yang telah ada sebelumnya. Sketsa gambar dari katalog dapat dilihat pada Gambar 5.2.

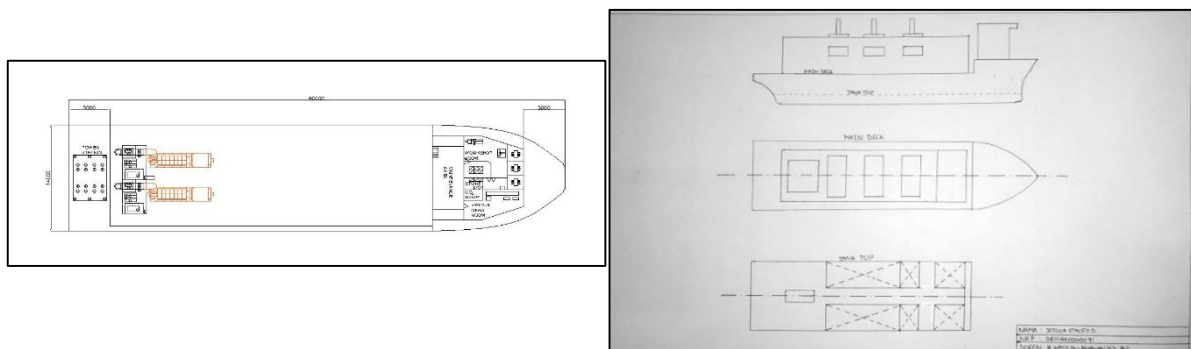


Gambar 5.2 Sketsa Mesin PLTD Penentuan Ukuran Utama Kapal

5.2. Menentukan Ukuran Utama

5.2.1. Membuat *Layout* Awal

Untuk menentukan dimensi utama dari kapal PLTD, langkah utama yang dilakukan adalah menggambar *layout* awal kapal, pembuatan *layout* ini berdasarkan kapal referensi dari Kapal Karpowership *Seal Class* dan juga *Floating Powerplant* MAN. Setelah didapatkan *layout* awal, perhitungan payload dilakukan, yaitu pada Sub Bab V.1 payload kapal = 2,975 MW. Langkah selanjutnya adalah menentukan spesifikasi mesin pembangkit listriknya, yang akan dibahas lebih lanjut pada Sub Bab 5.2.2.



Gambar 5.3 Desain Awal *Layout* Kapal

5.2.2. Dimensi Mesin PLTD

Untuk menentukan ukuran utama kapal, dibutuhkan ukuran dimensi dari mesin PLTD yang sudah didapatkan dari Sub Bab sebelumnya. Dan berikut adalah pada Tabel 5.4 terdiri dari spesifikasi dari mesin PLTD yang akan digunakan untuk Kapal PLTD Terang Terus

Tabel 5.4 Spesifikasi Mesin PLTD

MAN 16v28/32s		
Daya =	3456	KW
Jumlah Genset =	2	buah
Dimensi;		
L =	9.938	m
B =	2.47	m
H =	3.574	m
Berat =	62.2	ton
Bahan Bakar (HFO)/Genset		
SFOC =	189.1	g/kWh
Daya Output =	4501	kW
Lama waktu pemakaian =	120	jam
Lube Oil		
Lube Oil Consumption =	0.8	g/kWh
Lama waktu pemakaian =	120	jam

5.2.3. Mendapatkan Nilai L dan B Kapal

Nilai L dan B kapal, ditentukan dengan cara mencari nilai perbandingan Lpp/Loa dari data kapal pembanding *offshore supply vessel*.

Tabel 5.5 Data Offshore Supply Vessel sebagai Kapal Pembanding
(Sumber: <http://www.equasis.org/>)

KAPAL PEMBANDING								
Nama	DWT (Ton)	Main Dimension (m)						Lpp / Loa
		LOA	LPP	B	T	L/B	B/T	
TEGAP JAYA	383	40.0	37.4	11.2	4.2	3.338	2.667	1.070
A.D.PEGASUS	372	40.6	37.9	11.4	4.8	3.328	2.375	1.070
ASL PELANGI	580	45.0	42.1	11.8	3.8	3.564	3.105	1.070
AL FAISAL 1		46.5	40.8	11.3	3.9	3.610	2.897	1.140
ZAKHER ADMIRAL	809	47.0	43.9	12.8	4.4	3.432	2.909	1.070
GROSBEAK	-	48.0	42.1	11.8	4.0	3.568	2.950	1.140
AFRICA SUPPORT 4		50.4	44.2	11.9	3.9	3.718	3.051	1.140
ATLAS GARNET		55.0	51.4	13.8	4.2	3.725	3.286	1.070
ZAMIL 503	1689	60.5	57.1	15.8	5.0	3.612	3.160	1.060
ADWITA	1903	61.9	57.3	15.5	4.5	3.691	3.451	1.080
TAG 5	1350	63.4	59.3	16.0	4.6	3.703	3.478	1.070
STEADY FALCON	2021	66.2	61.9	16.0	4.4	3.867	3.636	1.070
TAN CANG 89	2370	67.0	62.6	16.0	4.2	3.914	3.810	1.070
TAG 6	2437	68.6	65.3	16.7	4.2	3.912	3.976	1.050
AFRICAN SPIRIT		69.0	64.5	17.0	4.4	3.793	3.864	1.070
SETIA SAKTI		76.0	71.0	20.0	4.8	3.551	4.167	1.070
							Total	17.31
							Rata-rata	1.082

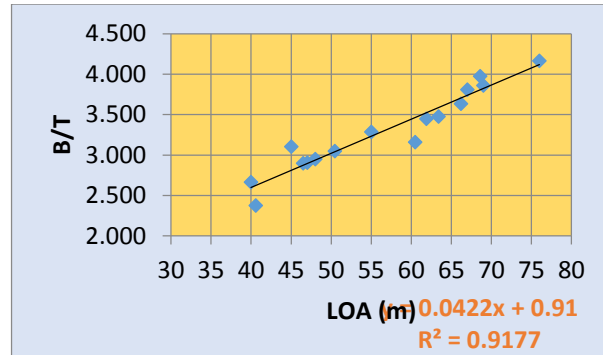
Dari Tabel 5.5 di atas, didapatkan nilai rata-rata perbandingan Lpp/Loa = 1,08. Setelah itu, ditentukan jarak gading kapal = 0,6 m. Diasumsikan Lpp_{awal} kapal = 52,8 m (sesuai dengan jarak gading), sehingga didapatkan nilai Loa = 56,5 m.

Tabel 5.6 Nilai Lpp dan Loa Kapal PLTD Terang Terus

L _{layout} =	56.50	>>>	52.80	m
LOA =	Lpp/1.07			
	56.50	B (m) =	14	m

5.2.4. Metode Regresi Linear untuk Menentukan Nilai Sarat Kapal

Untuk mendapatkan nilai Sarat kapal dilakukan perhitungan dengan metode regresi linear antara nilai B/T dan Loa.



Gambar 5.4 Regresi Ukuran pada Layout Awal (LoA dan B) dengan T

Berikut pada Tabel 5.7 di bawah, merupakan hasil perhitungan regresi, didapatkan nilai $T_{\text{hitungan}} = 4,227$ m, $T_{\text{min}} = 4,227$ m, dan $T_{\text{max}} = 4,269$ m. Dan diambil nilai $T = 4,227$ m.

Tabel 5.7 Hasil Perhitungan Sarat Kapal PLTD Terang Terus

koef ¹ =	0.042				
konstanta =	0.910				
Y (B/T) =	3.296		MIN		MAX
T =	4.248	m	4.227	4.248	4.269
J. Gading =	0.6	L/B =	3.771	OK	
n. Gading =	88				
Lpp =	52.8				
LoA =	56.496				

5.3. Hasil Perhitungan Koefisien Bentuk Badan Kapal

Perhitungan teknis seperti koefisien dan ukuran utama lainnya didapatkan dari hidrostatik kapal dari *software Maxsurf Education Version*.

- Panjang Kapal
 $L_{pp} = 52,80 \text{ m}$
- Koefisien Blok
 $C_B = 0,614$
- Lebar
 $B = 14 \text{ m}$
- Tinggi
 $H = 6,5 \text{ m}$
- Sarat
 $T = 4,227 \text{ m}$
- Kecepatan
 $V_s = 12 \text{ knot} = 6,7 \text{ m/s}$
- Koefisien Luas Midship
 $C_M = 0,978$
- Koefisien Prismatic
 $C_P = 0,627$
- Koefisien Bidang Garis Air
 $C_{WP} = 0,790$
- *Longitudinal Centre of Bouyancy*
 $LCB = -4,128 \% \text{ dari } z$
 $LCB \text{ dari Midship} = -2,267 \text{ m dari Midship}$
 $LCB \text{ dari FP} = 24,133 \text{ m dari FP}$
- *Volume Displacement*
 $V = 1994,124 \text{ m}^3$
- *Displacement*
 $\Delta = 2043,978 \text{ ton}$

5.4. Hasil Perhitungan Hambatan Kapal

Langkah awal yang dilakukan dalam perhitungan daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan kapal ialah menentukan beberapa nilai yang diperlukan untuk perhitungan.

$$1+\beta_k = 1,373$$

$$CF = 0,075 / \left[\left(\log_{10} R_n - 2 \right) \right]^2$$

$$= 0,001794$$

$$T/L_{wl} = 0,07697$$

$$CA = 0,006 (L_{wl} + 100) - 0,16 - 0,00205$$

$$CA = 0,00063$$

$$CV = (1+\beta_k) \cdot CF + CA$$

$$= 0,003090744$$

$$w = 1,025 \cdot \nabla \cdot g$$

$$= 20051,420$$

$$t = 0,325 C_b - 0,1885 D / \sqrt{BT}$$

$$= 0,1243$$

$$\eta_H = \text{Hull Efficiency}$$

$$= \frac{(1-t)}{(1-w)}$$

$$= 1,008240048$$

$$\eta_p = \text{Open Water Test Propeller Efficiency}$$

$$= 0,545 \text{ (Purwana \& Hidayati, 2014)}$$

$$\eta_r = \text{Rotative Efficiency}$$

$$= 0,9737 + 0,111(CP - 0,0227 LCB) - 0,06327 P/D$$

$$= 0,990400669$$

Nilai perhitungan awal dan nilai hambatan total (R_t) dapat digunakan untuk perhitungan power yang dibutuhkan untuk menggerakkan kapal. Berikut pada **Tabel 5.8** ialah hasil dari perhitungan power untuk Kapal PLTD Terang Terus ini.

Tabel 5.8 Nilai BHP, THP, DHP, SHP, dan BHP

EHP	=	506.263	KW
THP	=	502.125	KW
DHP	=	921.804	KW
SHP	=	950.313	KW
BHP	=	969.707	KW

Brake Power Horse

$$\text{BHP} = \text{PS} / (\eta_T) \quad (\text{parametric design hal 11-29})$$

$$\eta_T = ; \text{low speed diesel} \quad (\text{parametric design hal 11-33})$$

$$= 0.98$$

$$\text{BHP} = 969.707 \quad \text{KW}$$

Maximum Continues Rates

$$\text{MCR} = \text{BHP} + \text{service margin } 15 \% \quad (\text{parametric design hal 11-30})$$

$$\text{MCR} = 1115.163 \quad \text{KW}$$

$$= 1516.176 \quad \text{HP}$$

Engine Power Requirement

$$\text{Main Engine Power} = 1115.163 \quad \text{KW} = 1516.175854 \quad \text{HP}$$

$$\text{Generator Power} = 24\% \text{ Main Engine Power}$$

$$267.639 \quad \text{KW} = 363.882205 \quad \text{HP}$$

Dalam pemilihan mesin induk, daya dari mesin yang terdapat pada katalog harus lebih besar dari nilai MCR yang telah dihitung. Mesin induk yang direncanakan berjumlah dua, sehingga mesin induk yang dipilih sebagai penggerak kapal adalah sebagai berikut.

5.5. Pemilihan Mesin Utama

Proses pemilihan mesin induk dilakukan dengan mempertimbangkan berat mesin, daya mesin, serta harga dan konsumsi daya listrik. Dari katalog yang sudah dikumpulkan penulis, didapatkan mesin kapal beserta spesifikasinya. Tabel 5.9 di bawah ini merupakan spesifikasi mesin yang dipilih untuk kapal ini. Dari katalog MAN *Engine*, didapatkan mesin yang digunakan adalah tipe MAN L23/30A dengan kapasitas daya mesin sebesar 1280 kW. Jumlah ini mencukupi kebutuhan propulsi kapal.

Tabel 5.9 Spesifikasi Mesin Utama

Engine Type	=	MAN L23/30A
Engine Type	=	MAN L23/30A
max.Power	=	1280 kW
	=	1740 HP
n(rpm)	=	900 r/min
Cylinder number	=	8
Fuel Oil Consumption	=	194 g/kWh
Lube Oil Consumption	=	1 g/kWh
Dimension		
Length (L)	=	4477 mm
Width	=	1660 mm

Height	=	2467 mm
Weight	=	13.5 ton

5.6. Hasil Perhitungan Berat Kapal

Perhitungan berat baja kapal dihitung guna mengetahui berat konstruksi kapal sehingga dapat diperhitungkan apakah kapal dapat mengapung atau tidak. Berat kapal dibagi menjadi dua bagian, yaitu bagian DWT (*Dead Weight Tonnage*) dan LWT (*Light Weight Tonnage*). Jumlah total dari berat LWT dan DWT tidak boleh melebihi *margin displacement*. Dimana *margin displacement* adalah 0-10 %. Berikut akan dijelaskan satu per satu bagian dari DWT dan LWT.

Untuk mendapatkan berat baja tersebut, pertama-tama dilakukan perhitungan pembebanan terlebih dahulu. Tebal pelat dihitung setelah kita mendapatkan nilai beban. Kemudian dilanjutkan dengan perhitungan konstruksi penguat yang dipasang secara memanjang. Setelah didapatkan ukuran tebal pelat dan ukuran konstruksi penguat, berat dari konstruksi dan pelat dihitung. Perhitungan berat pelat sendiri dihitung dengan cara mengalikan volume pelat dengan massa jenis baja, yaitu 7850 kg/m^3 . Sedangkan untuk mendapatkan berat dari konstruksi penguat, dapat dihitung dengan mengalikan volume dengan jumlahnya, lalu dikalikan dengan massa jenis baja.

5.6.1. Perhitungan DWT

DWT adalah berat dari muatan atau barang yang bisa dipindahkan dari kapal. Pada Tugas Akhir ini DWT terdiri dari berat bahan bakar, minyak pelumas, air tawar, bahan makanan, kru dan barang. Dari Tabel 5.10 dapat diketahui total berat dari perhitungan komponen DWT sebesar 470,796 ton.

Tabel 5.10 Berat DWT Kapal

DWT		
	Nama	W (ton)
$W_{C\&E}$	CREW & EQUIPMENT	3.910
W_{PS}	PROVISION AND STORE	18.208
W_{HFO}	HEAVY FUEL OIL	117.952
W_{MDO}	MARINE DIESEL OIL	148.666
W_{LO}	L.O. ME/AE AND POWER PLANT	1.675
W_{FW}	F.W. TOTAL	67.305
TOTAL		367.487

5.6.2. Perhitungan LWT

LWT merupakan berat kapal kosong, yaitu berat keseluruhan kapal tanpa adanya penumpang dan kru. Berat LWT meliputi berat kulit lambung kapal, berat konstruksi, berat *powerplant*, berat mesin utama dan peralatan-peralatan yang dipasang dikapal. Tabel 5.11 di bawah ini merupakan hasil dari perhitungan LWT untuk Kapal PLTD Terang Terus ini.

Tabel 5.11 Berat LWT Kapal

LWT		
	Nama	W (ton)
W_{ST} (HULL + DH)	Berat Baja	725.921
W_{EQ}	Equipment	140.924
$W_{MACHINE}$	Permesinan	105.771
$W_{POWERPLANT}$	Power Plant	270.757
TOTAL		1243.373

Hasil pengecekan nilai DWT dan LWT dibandingkan dengan nilai displacement setelah dilakukan analisa pada Software Maxsurf Stability dapat dilihat pada Tabel 5.12 di bawah ini.

Tabel 5.12 DWT Setelah Dilakukan Analisa pada Software Maxsurf Stability

	Nama	W (ton)	LCG (m)	KG (m)	TCG (m)	W x LCG	W x KG	W x TCG
$W_{C\&E}$	CREW & EQUIPMENT	3.910	18.802	8.000	0.000	73.515	31.280	0
W_{PS}	PROVISION AND STORE	18.208	17.235	3.25	0.000	313.821	59.177	0
W_{HFO}	HEAVY FUEL OIL	117.311	26.698	0.777	0	3131.969	91.151	0
W_{MDO}	MARINE DIESEL OIL	119.546	21.414	1.762	0	2560.075	210.689	0
W_{LO}	L.O. ME/AE AND POWER PLANT	3.769	27.601	0.751	0	104.030	2.831	0
W_{FW}	F.W. TOTAL	92.225	38.540	2.4882	0	3554.421	229.476	0
W_{BW}	BALLAST WATER	303.482	32.801	2.777	0	9954.563	842.987	0
TOTAL		658.451				19692.394	1467.591	0.000

LCG DWT	29.907	m dari mid	29.907	m dari AP
KG DWT	2.229	m		
TCG DWT	0.000	m		

LCG TOTAL	8.173	m dari mid	84.373	m dari AP
KG TOTAL	4.456	m		
TCG TOTAL	0.000	m		

LWT + DWT	1901.825	ton
DISPLACEMENT	2043.97753	ton
Margin	142.153	ton
Margin (%)	6.955	%
STATUS	ACCEPT	

5.7. Freeboard

Untuk perhitungan *freeboard*, *Diesel Power Plant Ship* merupakan kapal dengan panjang lebih dari 24 m. Sehingga untuk menghitung lambung timbul menggunakan ketentuan *International Convention on Load Lines (ICLL) 1966. (ICLL) International Convention on Load Lines - Chapter 3, Regulation 27* menyebutkan bahwa:

Kapal Tipe A adalah:

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

Kapal Tipe B adalah selain kapal Tipe A.

Sehingga *Diesel Powerplant Ship* termasuk kapal Tipe B.

Pada Tabel 5.13 di bawah ini dapat dilihat nilai lambung timbul dari *Diesel Powerplant Ship* ini.

Tabel 5.13 Pemeriksaan Free Board

Lambung Timbul	Nilai	Satuan
Lambung Timbul yang Syaratkan	0.215	m
Lambung Timbul Sebenarnya	2.7	m
Kondisi	Diterima	

5.8. Hasil Perhitungan Stabilitas

Stabilitas merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi pada proses desain kapal. Dalam desain ini analisis stabilitas menggunakan bantuan *software Maxsurf Stability Enterprise*. Kriteria stabilitas yang digunakan adalah kriteria stabilitas untuk kapal jenis kapal kargo dan kapal penumpang yang mengacu pada *Intact Stability (IS) Code - Chapter 3*. Kriteria tersebut antara lain sebagai berikut:

- Luas area dibawah kurva lengan pengembali (*GZ curve*) antara sudut $0^{\circ} - 30^{\circ}$ tidak boleh kurang dari 0.055 m radians, untuk sudut 40° tidak boleh kurang dari 0.09 m radians, dan untuk sudut diantara $30^{\circ} - 40^{\circ}$ tidak boleh kurang dari 0.03 m radians.
- Luas area dibawah kurva lengan pengembali (*GZ curve*) dan HTL tidak boleh kurang dari 0.20 m.deg pada sudut 30° .

- c. Lengan GZ maksimum terjadi pada kondisi *heel* dengan sudut tidak lebih dari 30° dan tidak kurang dari 25° .
- d. Tinggi awal titik metasentrik (GM) tidak boleh kurang dari 0.15 m.

Model yang telah dibuat di *Maxsurf Modeler Advanced* disimpan dan dibuka menggunakan program *Maxsurf Stability Enterprise*. Setelah model dibuka, selanjutnya proses perhitungan stabilitas dan trim dapat dilakukan.

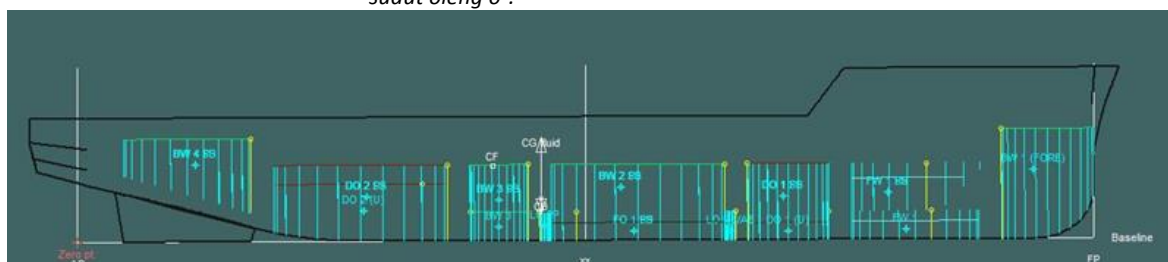
Dalam analisis perhitungan stabilitas ini digunakan beberapa kriteria kondisi pemuatan (*Loadcase*) untuk mengetahui keseimbangan kapal secara melintang atau oleng pada masing-masing kondisi. *Loadcasse* yang akan diperiksa berkaitan dengan DWT, seperti isi tangki, jumlah *crew and provisions*, dll. Pada desain kapal ini akan diperiksa koreksi stabilitas pada kondisi saat kapal kondisi tangki kosong (0%), 30%, 60% dan 100%. Hasil Analisis dengan menggunakan *Maxsurf Stability Enterprise* diuraikan pada Tabel 5.14 sebagai berikut:

Tabel 5.14 Hasil Analisis dengan menggunakan *Maxsurf Stability Enterprise*

No.	Loadcase	e 30°	e 40°	e 30-40°	h 30°	θ_{max}	GM ₀
		m.deg	m.deg	m.deg	m.deg	deg	m
1	Loadcase I (100%)	21.5973	40.6355	19.0382	2.374	130.9	2.287
2	Loadcase II (60%)	21.3463	40.3519	19.0056	2.38	130	2.286
3	Loadcase III (30%)	21.2076	40.1893	18.9817	2.364	130	2.29
Batasan		≥ 3.1513	≥ 5.1566	≥ 1.7189	≥ 0.2	≥ 25	≥ 0.15
Status		ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT

Keterangan:

- e 30° adalah luas bidang dibawah kurva lengan statis (GZ) sampai 30° sudut oleng,
- e 40° adalah luas bidang dibawah kurva lengan statis (GZ) sampai 40° sudut
- e 30-40° adalah luasan bidang yang terletak di bawah lengkung lengan statis (GZ) diantara sudut oleng 30° dan 40°
- h 30° adalah lengan statis (GZ) pada sudut oleng > 30°.
- θ_{max} adalah sudut dimana lengan stabilitas statis (GZ) maksimum terjadi.
- GM₀ adalah tinggi metacentre (MG) pada sudut oleng 0°.



Gambar 5.5 Tangki dan Stabilitas Kapal

5.9. Desain Rencana Garis

Dalam pembuatannya diawali dengan pembuatan model 3D pada *software Maxsurf*. Lambung kapal yang memiliki karakteristik yang sama dengan perhitungan koefisien pada Sub Bab V.3. Rencana garis air menunjukkan interseksi permukaan lambung kapal dengan bidang yang sejajar bidang dasar / *baseplane* horizontal, bidang dasar / *baseplane* adalah bidang horizontal yang melalui garis dasar / *baseline*. Interseksi dengan bidang-bidang tersebut akan menghasilkan Rencana garis air / *Waterlines plan*. *Body plan* menunjukkan bentuk dari *station/section* yang merupakan interseksi antara permukaan lambung kapal dengan bidang yang tegak lurus dengan bidang tegak / *buttockplane* dan bidang garis air / *waterline plane*. Pada umumnya penggambaran *body plan* dibagi 2 sisi kiri dan sisi kanan, sisi kiri untuk setengah bagian belakang dan sisi kanan untuk setengah bagian depan.

Berikut adalah langkah-langkah pengerjaan rencana garis dengan gambar rencana garis terlampir.

1. Buka referensi *sample design* yang sudah ditentukan.
2. Ukuran untuk *surface* sesuai ukuran utama (LoA dan B) hasil regresi, dengan H mengambil asumsi 6,5 m.
3. Dilakukan penyesuaian titik AP, FP, dan juga ketinggian sarat kapal menggunakan perintah "*frame of reference*". Masukkan nilai sarat (T) hasil perhitungan regresi ke dalam model melalui menu data -> *frame of reference*.
4. Setelah tanda sarat muncul pada model, maka koefisien-koefisien hidrostatik (Lwl, CB, CM, CP, CWP dan LCB) akan muncul.
5. Langkah berikutnya adalah perencanaan jarak *station*, *water line*, dan *buttock line*. Dalam proses ini digunakan perintah *grid spacing* di mana jarak-jarak yang ditentukan sebagai berikut:
 - Dengan panjang 52,80 m, kapal dibagi ke dalam 21 *station* dengan jarak 2,51 m.
 - Dengan tinggi 6,5 m, kapal dibagi ke dalam 9 *water lines*.
 - Dengan lebar setengah kapal 7 m, kapal dibagi ke dalam 7 *buttock lines*.
6. Melakukan *setting control point* untuk merubah bentuk kapal dibawah garis air. Pada langkah tersebut, *control point* yang dipindahkan akan memberikan nilai hidrostatik pada kapal. *Control point* dipindahkan sehingga menghasilkan nilai hidrostatik yang

sesuai. Untuk mengetahui nilai hidrostatik dari kapal yang telah didesain, perintah yang dapat digunakan adalah *calculate hydrostatic*. Sehingga nilai-nilai koefisien di atas pada model sama nilainya atau mendekati nilai yang terdapat pada perhitungan dengan margin tertentu (nilai margin $\pm 0,5\%$)

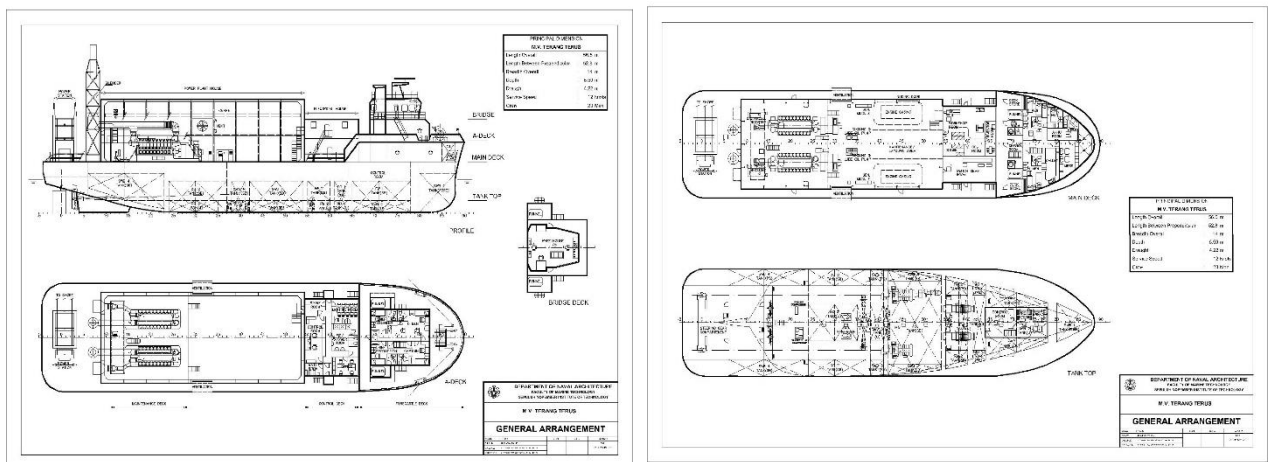
7. Pada saat membentuk haluan dan buritan mengikuti kaidah yang sering digunakan serta panjang dari AP hingga FP menyesuaikan kelipatan jarak gading yang umum digunakan (0,6 m)
8. Untuk membentuk bangunan atas pada model dilakukan dengan memasukan *image background* pada *maxsurf* berupa gambar layout awal.

5.10. Desain Rencana Umum

Berikut langkah atau tahapan yang dilakukan dalam mendesain rencana umum. Untuk gambar rencana umum terlampir.

1. Langkah awal adalah menentukan jarak gading. Pada *Powerplant Ship* ini jarak gading yang direncanakan adalah 600 mm.
2. Langkah peletakkan komponen ruangan mempertimbangkan:
 - a. Mencari referensi GA kapal dengan jenis yang sama serta ukurannya mendekati kapal yang didesain.
 - b. Untuk *layout powerplant* beserta *electrical house* mengambil referensi dari kapal MAN serta GA kapal *Karpowership*.
 - c. Untuk ruangan di atas *maindeck*;
 - Membuat daftar ruangan-ruangan pada setiap *deck*. Jumlah *crew* pada tiap *deck* menjadi bahan pertimbangan. Misalnya pada ruang istirahat *crew* dan ruang *meeting*.
 - Melakukan peletakan ruangan dengan memperhatikan ketersediaan akses keluar masuk yang cukup pada tiap ruangan. (ketersediaan *space* untuk pintu).
 - Disediakan juga CO2 room untuk *firefighting*.
 - Disediakan pula akses keluar darurat pada tiap *deck*.
 - d. Untuk ruangan di bawah *maindeck*;

- Petelakkan komponen tidak menyebabkan *trim* berlebihan, serta tidak mengganggu stabilitas.
 - Ketersediaan akses menuju suatu lokasi.
 - Penentuan letak tangki, dilakukan dengan melakukan pengecekan terhadap trim dan stabilitas (persyaratan). Tangki diusahakan untuk diletakkan di bawah tank top agar menurunkan titik beratnya, selain itu juga harus tersedia manhole sebagai sarana / akses untuk *survey*.
- e. Selanjutnya dilakukan *redraw* ruangan di kapal tsb untuk dipindahkan ke *layout* kapal yang Peneliti desain, yang sudah disesuaikan dengan pembagian jumlah *crew* tiap *deck* serta *space deckhouse* atas yg tersedia.



Gambar 5.6 Gambar *General Arrangement* Kapal PLTD

5.11. Desain 3D

Setelah selesai membuat *General Arrangement* (Rencana Umum), langkah selanjutnya adalah membuat desain 3D untuk mengetahui bentuk kapal dalam 3 dimensi. Pembuatan desain 3D menggunakan *software* *Rinoceros 5*. Pada tahap awal pemodelan 3D, hasil permodelan menggunakan bantuan *software* *Maxsurf Modeler* yang sudah dilakukan seperti pada Sub Bab IV.12 diexport ke dalam bentuk file *.3dm* agar kemudian dapat dikerjakan di *software* *AutoCAD* untuk memudahkan pemodelan. Untuk gambar *3D modeling* terlampir.

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

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

1. *Payload* Kapal PLTD Terang Terus ini sebesar 2,975 MW (*Mega Watt*).
2. Dari *payload* di atas didapatkan
 - Ukuran utama kapal PLTD Terang Terus adalah sebagai berikut:
 $L_{pp} = 52,80 \text{ m}$
 $C_b = 0.614$
 $B = 14 \text{ m}$
 $H = 6,5 \text{ m}$
 $T = 4,227 \text{ m}$
 $V_s = 12 \text{ knot}$.
 - Gambar Rencana Garis (*Lines Plan*) kapal PLTD Terang Terus, pada *Lines Plan* terdapat 3 fitur, yaitu gambar *Body Plan*, gambar *Sheer Plan*, dan Gambar *Half Breadth Plan*; *Lines Plan* ini memiliki 8 garis *Water Lines* (WL 0, WL 1, WL 2, WL 3, WL 4, WL 5, WL 6, dan WL 6,5).
 - Rencana Umum (*General Arrangement*) kapal PLTD Terang Terus, pada *General Arrangement* terdapat 4 *Deck*, yaitu *Tank Top*, *Main Deck*, *A-Deck*, dan *Bridge*. Pada *Main Deck* terdapat Sistem Mesin PLTD (*Prime Mover*, *Starting System*), *Power Station*, *Engine Casing*, *Workshop Room*, *CO2 Room*, *Galley* dan *Mess*). Pada *A-Deck* terdapat *Control Room* dan *Crew Room*; dan pada *Tank Top* terdapat *Control Room*, *Provision Store*, dan *Freezer*, serta tangki-tangki persediaan *Fuel Oil*, *Lube Oil*, *Fresh Water*, dan *Diesel Oil*.
 - *Safety Plan* dari kapal PLTD Terang Terus, pada *Safety Plan* terdapat denah lokasi dari peralatan keselamatan pada masing-masing *deck*, mulai dari peralatan pemadam kebakaran, peralatan kesehatan, dan peralatan *emergency* lainnya.

- Gambar 3 Dimensi mencakup gambar-gambar pada *General Arrangement* yang telah dibuat.

6.2. Saran

Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini masih banyak banyak perhitungan yang dilkakukan menggunakan asumsi dan pendekatan. Maka untuk menyempurnakan Tugas Akhir ini terdapat beberapa saran sebagai berikut:

1. Perhitungan berat konstruksi kapal untuk diperinci agar mendekati dengan keadaan sesungguhnya.
2. Perlu adanya analisis konstruksi yang lebih detail agar dipastikan kapal layak dibangun.
3. Perlu adanya Kapal PLTD yang dibangun untuk kawasan rawan bencana di Indonesia bagian Barat.

DAFTAR PUSTAKA

- Energy, E. (n.d.). *EZKHEL ENERGY*. Retrieved from EZKHEL ENERGY: <https://ezkhelenergy.blogspot.com/2011/07/pembangkit-listrik-tenaga-diesel-pltd.html>
- Equasis. (n.d.). *Equasis*. Retrieved from Equasis: <http://www.equasis.org/>
- ESDM, K. (2019). *Kementerian ESDM RI*. Retrieved from <https://www.esdm.go.id>
- ESDM, K. E. (2017). *Statistik Ketenagalistrikan 2017*. Kementerian ESDM.
- Farras, A. A. (2018). *Desain Kapal 3-In-1 Multipurpose Container-Passenger-Vehicle dengan Variasi Bangunan Atas Portable sebagai Penunjang Tol Laut di Wilayah Indonesia Timur*. 2018: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Google. (2019, November). *Google Maps*. Retrieved from www.maps.google.co.id.
- Harvald, S.S. (1983). *Resistance and Propulsion of Ships*. New York: John Wiley and Sons.
- IMO. (1966). International Convention on Load Lines (ICLL). *International Convention on Load Lines*.
- IMO. (1974). Intact Stability Code. IMO.
- IMO. (1974). International Convention for the Safety of Life at Sea. *International Convention for the Safety of Life at Sea*. London: IMO.
- International Maritime Organization (IMO). (Consolidated Edition 2009). *International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974, as amended (SOLAS 1974)*. London: IMO Publishing.
- Islamy, H. A. (2018). *Desain Pembangkit Listrik Tenaga Surya Apung untuk Wilayah Kepulauan Selayar, Sulawesi Selatan*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Karpowership. (2019). *KARPOWERSHIP*. Retrieved from www.karpowership.com
- KBBI. (n.d.). *KBBI Daring*. Retrieved from KBBI Daring: <https://kbbi.kemdikbud.go.id/>
- Linde, H. (2004). Multipurpose Cargo Ships. In T. Lamb (Ed.), *Ship Design and Construction* (Vol. 2, pp. 27-35). New Jersey.
- MAN. (2015). *Power Plants Programme 2015/16*. MAN.
- MAN. (2018). *Power Generation Programme 2018/19*. MAN.
- Mistree, F., Smith, W. F., Bras, B. A., Allen, J. K., & Muster, D. (1990). Decision-Based Design: A Contemporary Paradigm for Ship Design. *SNAME Transaction*, 565.
- Pelindo3. (2019). *PelindoIII*. Retrieved from PelindoIII: www.pelindo.co.id/id/port-terminal/
- Pelindo4. (2019). *PelindoIV*. Retrieved from PelindoIV: inaport4.co.id
- Rawson, K.J. and Tupper, E.C. (2001). *Basic Ship Theory* (5th ed., Vol. 1). Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Watson, D. (1998). *Practical Ship Design* (Vol. 1). (R. Bhattacharyya, Ed.) Oxford: Elsevier.
- Wisdom. (2019). *Wisdom Event*. Retrieved from Wisdom Event: <https://wisdom.events/blog/benefits-of-floating-power-plants/>

LAMPIRAN

Lampiran A Perhitungan Analisa Teknis

Lampiran B Rencana Garis

Lampiran C Rencana Umum

Lampiran D *Safety Plan*

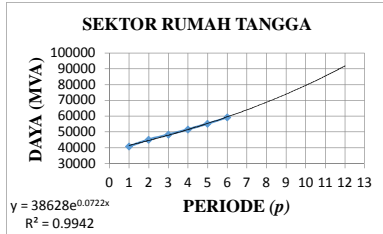
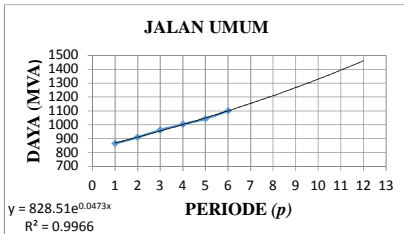
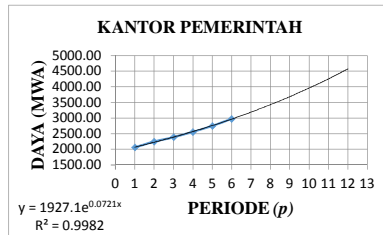
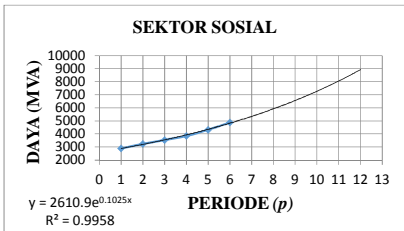
Lampiran E Desain 3 Dimensi

LAMPIRAN A
PERHITUNGAN ANALISA TEKNIS

DAYA TERSAMBUNG PER SEKTOR PELANGGAN (MVA)

Ref : Statistik Ketenagalistrikan 2017 Kementerian ESDM, 2018

PERIODE (p)	TAHUN	KELOMPOK PELANGGAN						TOTAL
		RUMAH TANGGA	INDUSTRI	USAHA	SOSIAL	KANTOR PEMERINTAH	JALAN UMUM	
1	2012	40869.15	19980.94	17228.93	2892.66	2060.70	865.37	83897.75
2	2013	45214.25	21544.30	19931.50	3247.82	2247.51	909.47	93094.85
3	2014	48374.47	23541.96	21223.71	3537.17	2390.43	962.79	100030.53
4	2015	51654.89	25024.02	22477.28	3861.60	2560.54	1003.91	106582.24
5	2016	55284.57	26569.81	24362.29	4334.48	2753.50	1043.00	114347.65
6	2017	59257.37	27584.67	26197.72	4897.48	2979.73	1100.67	122017.64
12	2023	91870.26			8932.49	4577.79	1461.52	14971.79



Daya listrik untuk sektor sosial, kantor pemerintah dan jalan umum;

Daya/tahun = 14971.79 MVA
 Daya/wilayah = 427.77 MVA = 342.21 MW

Daya listrik untuk sektor sosial, kantor pemerintah dan jalan umum;

Daya/tahun = 8977.88 MVA
 Daya/wilayah = 256.51 MVA = 205.21 MW

<https://www.sariling.co.id/perbedaan-kw-dan-kva-dan-cara-menghitung-besaran-watt.html>

1kVA = 0.8 kW

72132.54
 46219780
 0.001560642 MW
 1.560642219 kW Tiap rumah

KEBUTUHAN DAYA LISTRIK WILAYAH INDONESIA TIMUR PADA TAHUN 2018

REF: <https://www.liputan6.com/news/read/3855893/peta-daerah-rawan-tsunami-di-indonesia-yang-wajib-diketahui>
<https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/19-wilayah-indonesia-rawan-tsunami-masyarakat-diminta-waspada>

No.	Provinsi	Kota	Kebutuhan Daya Listrik (MW)
1	Nusa Tenggara Barat	Pantai Selatan Lombok	18
		Sumbawa	35
		Bima	30.8
2	Nusa Tenggara Timur	Pantai Utara Flores	10.8
		Pulau Babi	4.2
		Pantai Selatan Sumba	5.18
3	Sulawesi Utara	Atapupu	24
		Manado	7.25
		Bitung	14
		Sangihe	15.09
4	Sulawesi Tengah-Palu	Talaud	6.89
		Luwuk	25.8
		Palu	30.3
		Teluk Tomini	7
5	Sulawesi Selatan	Toli-Toli	13.9
		Donggala	16
		Bulukunba	35
6	Sulawesi Tenggara	Tinambung	28
		Majene	39.66
		Pantai Kendari	29.54
7	Maluku Utara	Pantai Kendari	29.54
		Sanana	9.2
		Ternate	30
		Tidore	14
8	Maluku Selatan	Pulau Obi	21.2
		Bandanaira	4.8
		Pulau Seram	13.8
9	Papua Utara	Yapen	10.45
		Biak	15
		Supiori	3.9
10	Kalimantan Selatan Bagian Timur	Langadai	14.9
		Loeri	13.6
11	Sangata	Daerah Sekuran	16.2
TOTAL			563.46

RERATA KEBUTUHAN DAYA LISTRIK 39.660 MW

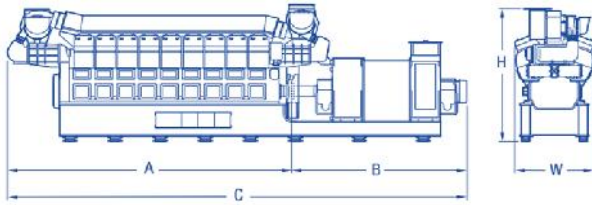
Persentase kebutuhan listrik untuk sektor umum dan rumah tangga = 7.50% dari kebutuhan
 Ref : Statistik Ketenagalistrikan 2017 Kementerian ESDM, 2018

Payload Kapal (keperluan umum dan rumah tangga) = 2.975 MW
 2975 KW

Waktu untuk perbaikan sistem darat = 5 hari

PEMILIHAN DIESEL ENGINE UNTUK POWER PLANT

Ref : MAN Power Plants Programme, 2015-2016
MAN 16v28/32s



Bore 280 mm, Stroke 325 mm	157	18V
Engine speed	1490/1500	1490/1500
Power (kW)	5240	5240
Rated generator	4501/4500	4501/4500
Electric GenSet (rated value at 100% load)		
Liquid fuel (100% at 100% load)	8,249	8,249
	0,219	0,219
Lube Oil Consumption (g/kWh)	1,500	1,500
Normal generator efficiency (%)		
Dimensions		
A	9,938	9,938
B	2,47	2,47
C	3,574	3,574
H	3,574	3,574
Weight dry mass	62,2	62,2

Daya =	3456	KW
Jumlah Genset =	2	buah
Dimensi;		
L =	9.938	m
B =	2.47	m
H =	3.574	m
Berat =	62.2	ton

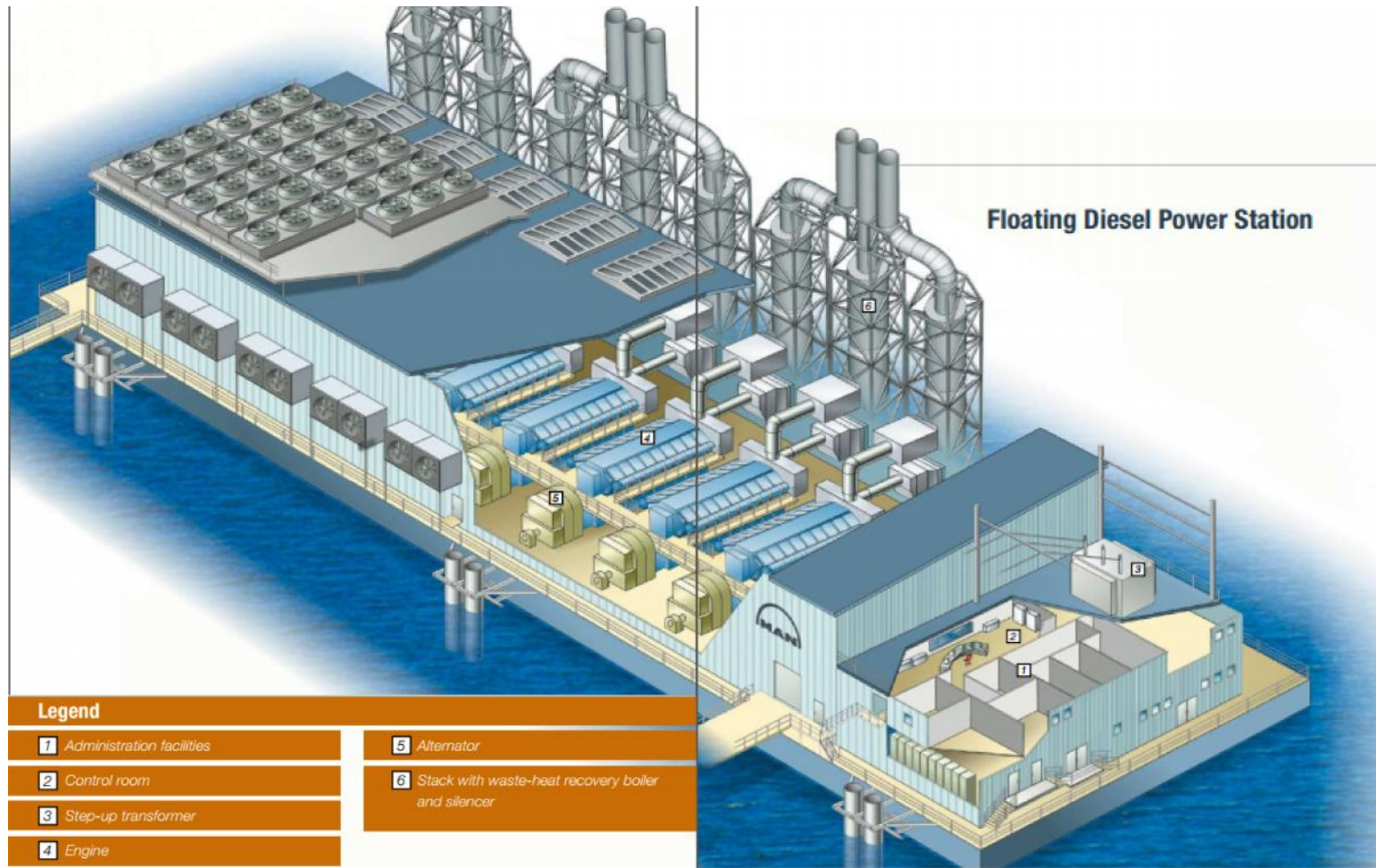
Bahan Bakar (HFO)/Genset

SFOC =	189.1	g/kWh
Daya Output =	4501	kW
Lama waktu pemakaian =	120	jam

Lube Oil

Lube Oil Consumption =	0.8	g/kWh
Lama waktu pemakaian =	120	jam

CONTOH KONFIGURASI POWER PLANT



MAN 72 MW FLOATING DIESEL POWER STATION

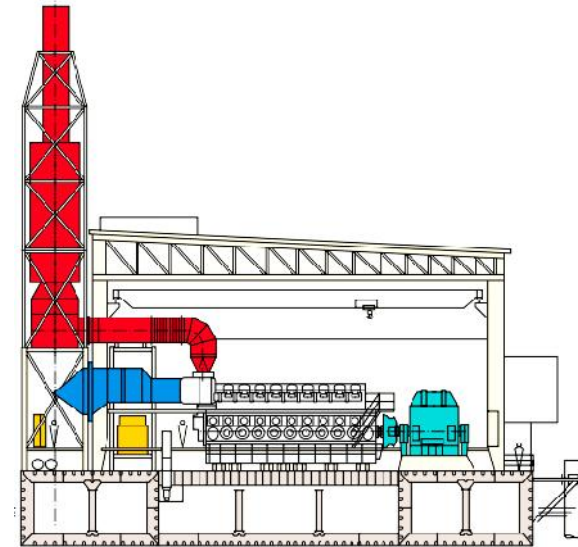
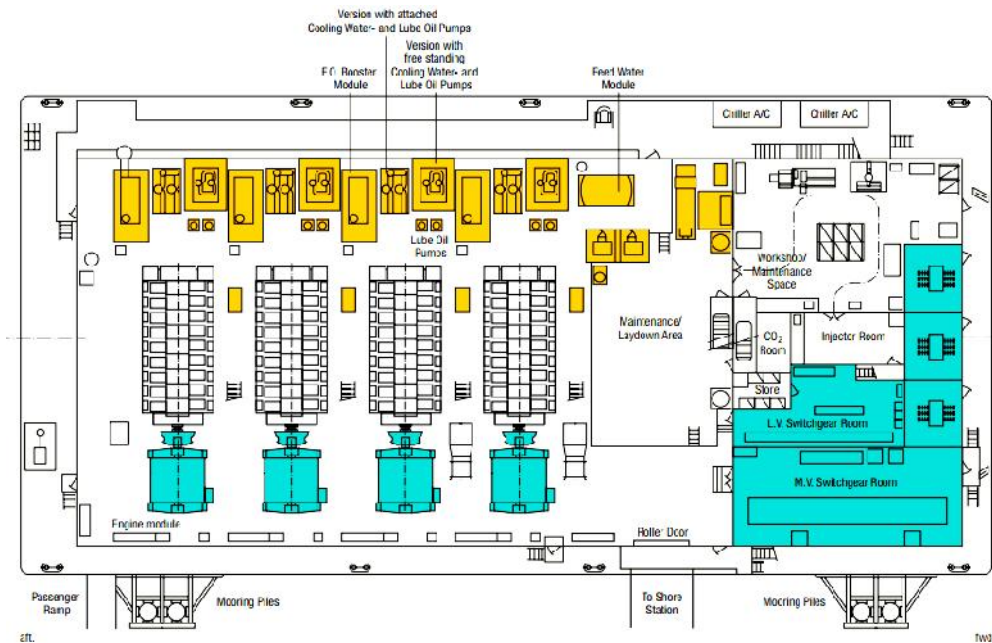
GENERATOR = DIESEL ENGINE

TYPE = MAN 18V48/60

NUMBER = 4 ENGINE

POWER = 18 MW/ENGINE

A. CONTOH KONFIGURASI POWER PLANT (TOP VIEW)



B. CONTOH KONFIGURASI POWER PLANT (FRONT VIEW)

Perhitungan Hambatan Dengan Metode Holtrop (PNA vol 2 hal 91 - 93)

Ukuran Utama		
LPP	=	52.80 m
LWL	=	54.91 m
B	=	14 m
H	=	6.50 m
T	=	4.23 m

Koefisien dan ukuran lainnya		
C _b	=	0.614
C _m	=	0.978
C _p	=	0.627
C _{wp}	=	0.790

Asumsi		
air laut	=	77 °F
1 m	=	3.281 ft
1 ft	=	0.3048 m
g	=	0.000010145 ft ² /s
	=	1.16E-06 m ² /s

Koreksi		
Fn	=	0.266
Vs	=	12 knot
	=	6.17 m/s
g	=	9.81 m/s ²
LCB	=	-4.128 %
ρ	=	1.025 ton/m ³
V	=	1994.124418 m ³
Δ	=	2043.977528 ton/m ³

Vs/V(g.Lpp)

0,7+0,125 . ATAN(2

0,977+0,085.(C_B-0,6)

CB/ CM

0,262 + 0,81 CP

LWL-B-T-C_B

LWL-B-T-C_B.densitas

Type of Appendages	Value of 1 + k ₂
Rudder of single	1.3 to 1.5
Spade-type rudders	2.8
Skeg-rudders off	1.5 to 2.0
Shaft brackets	3
Bossings	2
Bilge keel	1.4
Stabilizer fins	2.8
Shafts	2
Sonar dome	2.7

c	0.011 . Cstern
cstern = -25	untuk pram dengan gondola
cstern = -10	untuk potongan bentuk V
cstern = 0	untuk bentuk potongan normal
cstern = +10	untuk potongan bentuk U dengan stern Hogner

1. Viscous Resistance	
CF ₀	
Rn	= angka reynolds
	= V . Lwl / ν
	= 292633104.3
CF ₀	= koefisien tahanan gesek
	= CF = 0,075/(log Rn - 2) ²
	= 0.00179

(PNA vol 2 hal 90)

2. Resistance Appendages	
1+k ₁	
C	= 1 + (0.011 . Cstern)
C _{stern}	= -10 ; lihat tabel diatas
C	= 0.89

(PNA vol 2 hal 91)

L _w /L	= 1 - C _p + 0,06 . C _p . LCB / (4 . C _p - 1)
	= 0.270

(PNA vol 2 hal 91)

L ³ /V	= 83.033
-------------------	----------

1+k ₂	= 0,93 + 0,4871 . c . (B/L) ^{1,0681} . (T/L) ^{0,4651} . (L/L _w) ^{0,1236} . (L ³ /V) ^{0,3649} . (1-CP) ^{-0,6042}
	= 1.260

(PNA vol 2 hal 91)

1+k ₂	= lihat di tabel
	= 7.8

(PNA vol 2 hal 92)

Item	Value	Units	Holtrop
1	LWL	54.909 m	54.909
2	Beam	13.953 m	13.953
3	Draught	4.237 m	4.237
4	Displaced volume	1690.630 m ³	1690.630
5	Wetted area	217.642 m ²	217.642
6	Perpendicular (cp)	0.631	0.631
7	Waterline shaft (CWS)	0.731	0.731
8	12 angle of canting	21.5 deg	21.5
9	LCB from midships (ve to)	-4.128 m	-4.128
10	Transom area	1.439 m ²	1.439
11	Transom w/ beam	5 m	--
12	Transom dia. 1	0.748 m	--
13	Max sectional area	57.495 m ²	--
14	Ruik transverse area	0 m ²	0
15	ULC height from keel	0 m	0
16	Draught of PR	4.237 m	4.237
17	Depth at 50% LWL	0.731 deg	--
18	Hard chine or round bilge	Round bilge	--
19			
20	Initial Area	0 m ²	--
21	Headwind	0 km	--
22	Drag Coefficient	0	--
23	Air density	1.225 kg/m ³	--
24	Appendage Area	15.622 m ²	--
25	Minimal App. length	1.8 m	--
26	Appendage factor	7.8	--
27			
28	Correlation coeff.	0.0083	Calculate
29	Kinematic viscosity	0.0000011 m ² /s	--
30	Water Density	1.025 kg/m ³	--

Wetted Surface Area (S)			
A_{BT}	=	0	; tanpa bulb
	=	0	m^2
			(PNA vol 2 hal 92)
WSA	=	Wetted Surface Area	
	=	$L[2T + B]C_{cm}^{0.5} (0.453 + 0.4425 C_b - 0.2862 C_{cb} - 0.003467 B/T + 0.3696 C_{app}) + 2.38 A_{3117}/C_b$	
WSA	=	884.220	m^2
			(PNA vol 2 hal 91)
Wetted Surface Area of appendages (Sapp)			
S_{rudder}	=	$C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 (1.75 \cdot L \cdot T / 100)$	
	=	15.622	m^2
			(BKI Vol. II hal 14-1)
$S_{bilge\ keel}$	=	0	m^2
S_{app}	=	Srudder + Sbilgekeel	
	=	15.6219	m^2
S_{total}	=	S + Sapp	
	=	899.842	m^2
1 + K			
1 + K	=	$1 + k_1 + [1 + k_2 - (1 + k_1)] \cdot S_{app}/S_{tot}$	
	=	1.373	
			(PNA vol 2 hal 92)

3. Wave Making Resistance			
C_t			
B/LWL	=	0.2550	
C_d	=	B/Lwl	$0,11 \leq L \leq 0,25$
	=	0.2549	
Ta	=	4.227	m
Tf	=	4.227	m
i_e	=	$125.67 B/L - 162.25 C_p^2 + 234.32 C_p^3 + 0.1551 (LCB + 6.8 (Ta - Tf)/T)^3$	
	=	15.132	deg
d	=	-0.9	
C_1	=	$2223105 C_d^{3.7861} (T/B)^{1.0796} (90 - i_e)^{1.3757}$	
	=	9.102	
			(PNA vol 2 hal 92)
m_1			
CS	=	$8,0798 - 13,8673 \cdot C_p$	For $C_p \leq 0,8$
	=	-0.621	
$V^{1/3}/L$	=	0.229	
m_1	=	$0.01404 L/T - 1.7525 V^{1/3}/L - 4.7932 B/L - C_5$	
	=	-0.821	
λ	=	$1.446 C_p - 0.03 L/B$	$L/B < 12$
	=	0.790	
			(PNA vol 2 hal 92)
m_2			
L^3/V	=	83.033	
C_5	=	-1.694	; untuk $LWL^3/V \leq 512$
m_2	=	$C_p \cdot 0.4e^{-0.0347m - 3.29}$	

	=	-0.048	(PNA vol 2 hal 92)
C_2	=	1	; tanpa bulb (PNA vol 2 hal 92)
C_3	=	0	
A_T	=	$1 - 0.8 A_T / (BTC_{90})$	
C_3	=	1	(PNA vol 2 hal 93)
RW/W	=	$C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot e^{(m1Fn^d + m2 \cos(\lambda \cdot Fn - Z))}$	
	=	0.60497	(PNA vol 2 hal 93)

4. Correlation Allowance			
C_A	=	0.07697	; untuk T/LWL > 0,04
T/LWL	=	0,006 (LWL + 100) ^{0,16} - 0,00205	
C_A	=	0.00063	(PNA vol 2 hal 93)

Bouyancy			
W	=	1,025 . . g	
	=	20051.420	kN

Total Resistance			
R_{total}	=	$\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S_{total} [C_r (1 + k) + C_d] + RW/W \cdot W$	
	=	66450.897	N
	=	66.451	kN
$R_{total} + 15\% R_{total}$	=	76.419	kN
Versi Software	=	82.008	kN
Nilai Hambatan diambil	=	82.008	kN

(PNA vol 2 hal 93)

Resistance (kN)

Force (kN)

Force Number

Legend

Hambatan = 82,008 kN Skala = 1 : 907 cm

Required Value	
Rt	= 82008.000 N
V	= 6.173 m/s
Cb	= 0.614
1+k	= 1.373
C _r	= 0.001794
C _A	= 0.000628

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

Effective Horse Power		
EHP	=	Rt x v/1000
	=	506.263 KW

(parametric design hal 11-27)

Thrust Horse Power		
THP	=	TVA / 1000
T	=	Rt / (1 - t)
V _A	=	V (1 - w)
C _v	=	(1+k) C _r + C _A
C _v	=	0.003090744
D	=	0,6-0,65T >>> 0,6 T
	=	2.536 m
w	=	0,3095*CB+10*CV*CB-0,23*D/(B*T)^0,5
	=	0.133081792
t	=	0,325*CB-0,1885*D/(B*T)^0,5
	=	0.125938345
η_h	=	(1 - t)/(1 - w)
	=	1.008240048
THP	=	502.125 KW

(parametric design hal 11-27)
(parametric design hal 11-27)
(parametric design hal 11-27)
(PNA vol 2 hal 162)
 Ref : Resistance and Propulsion of Ships, SV. AA. Harvald hal.137
(PNA vol 2 hal 163)
(parametric design hal 11-29)

EHP	=	506.263	KW
THP	=	502.125	KW
DHP	=	921.804	KW
SHP	=	950.313	KW
BHP	=	969.707	KW

Delivery Horse Power		
DHP	=	PT / η_o
η_o	=	0.55
η_c	=	0,9737+0,111*(C _r -0,0225*LCB)-0,06325*(P/D)
P/D	=	0,5 - 1,4 >>> 1
	=	0.990400669
η_o	=	$\eta_p \eta_c$
η_o	=	0.545
DHP	=	921.804 KW

(parametric design hal 11-29)
(propeller B-series = 0.5 - 0.6)
(PNA vol 2 hal 163)
(parametric design hal 11-27)

Shaft Power Horse		
SHP	=	PD/($\eta_b \eta_c$)
$\eta_b \eta_c$	=	machinery amidships
	=	0.97
SHP	=	950.313 KW

(parametric design hal 11-29)
(parametric design hal 11-31)

Brake Power Horse		
BHP	=	PS/ (η_r)
η_r	=	low speed diesel
	=	0.98
BHP	=	969.707 KW

(parametric design hal 11-29)
(parametric design hal 11-33)

Maximum Continues Rates		
MCR	=	BHP + service margin 15 %
	=	1115.163 KW
	=	1516.176 HP

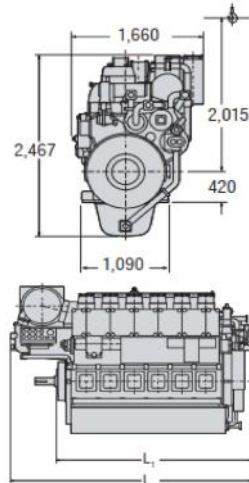
(parametric design hal 11-30)

Engine Power Requirement		
Main Engine Power	=	1115.163 KW
	=	1516.176 HP
Generator Power	=	24% Main Engine Power
	=	267.639 KW
	=	363.8822 Hp

Medium Speed Engine

Engine Requirement			
Engine Power Requirement	=	1115.16 KW	= 1516.176 HP
Dari layout awal, kapal di desain dengan twin screw propeller (mesin ganda)			
Daya 1 buah mesin	=	557.58 kW	= 758.0879 HP
Generator Power Requirement	=	≥ 24 % engine power requirement	
24%	=	267.64	363.88
Daya 1 buah genset	=	133.82 KW	= 181.94 Hp

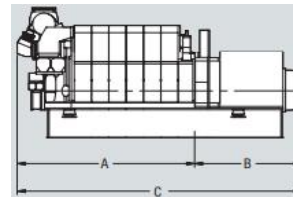
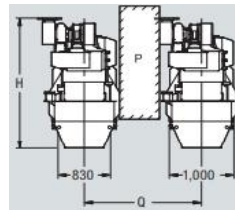
Engine Type	
Enginee Type	= MAN L23/30A
max.Power	= 1280 kW
	= 1740 HP
n(rpm)	= 900 r/min
Cylinder number	= 8
Fuel Oil Consumption	= 194 g/kWh
Lube Oil Consumption	= 1 g/kWh
Dimension	
Length (L)	= 4477 mm
Width	= 1660 mm
Height	= 2467 mm
Weight	= 13.5 ton



Tier II	Tier III	MAN L23/30A
Tier III with SCF		
Bore: 225 mm, Stroke: 300 mm		
Speed	r/min	900
mep	bar	17.1
		kW
6L23/30A		960
9L23/30A		1,200
Dimensions		
Cyl. No.	6	8
L	mm	3,737
L ₁	mm	3,062
Dry mass	t	11.0
		13.5

Minimum centreline distance for twin engine installation: 1,900 mm

Generator type	
Generator type	= MAN L16/24
max.Power	= 430 kW
	= 430 kW
Dimension	
Length [C]	= 4151 mm
Width	= 1000 mm
Height	= 2457 mm
Weight	= 9.5 ton



Engine Type	=	MAN Diesel L23/30A
max.Power	=	1280 kW
	=	1740 HP
n(rpm)	=	900 r/min
Cylinder number	=	8
Fuel Oil Consumption	=	194 g/kWh
Lube Oil Consumption	=	1 g/kWh
Dimension		
Length	=	4477 mm
Width	=	1660 mm
Height	=	2467 mm
Weight	=	13.5 ton

Generator type	=	
max.Power	=	430 kVA
	=	429 kVe
Dimension		
Length	=	4151 mm
Width	=	1000 mm
Height	=	2457 mm
Weight	=	9.5 ton

Input power		
EHP	=	506.2627 KW
THP	=	502.1252 KW
DHP	=	921.8036 KW
SHP	=	950.313 KW
BHP	=	969.7071 KW
MCR	=	1115.163 KW
Gen set	=	267.6392 KW

80

Perhitungan Berat Mesin

1. Main Engine

We = 27 ton ; dari katalog

2. Gearbox

Wgear = $0,4 \cdot PB/n$ ton (Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ; hal 175)
n = 230 rpm ; assumed propeller speed
Wgear = 1.686 ton

3. Shafting

M/I (t/m) = $0,081 (PD/n)^{2/3}$; untuk tensile strength 700N/mm (Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ; hal 175)

lp = 22.51444 m (asumsi panjang shaft 6 meter)
n = 230 rpm (asumsi rpm propeller)
Pd = 922 HP
M/I (t/m) = 0.204 ton/m

Wshaft = 4.601 ton



4. Propeller

Wp = $D^3 \cdot K$; untuk material berbahan 'manga (Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ; hal 176)
K = $0,12 \approx 0,14$; Controlable Pitch Propeller
= 0.14 t/m³
D = 2.536 m Diameter propeller
Wp = 2.283 ton (Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ; hal 175)

Input Data

LWL = 54.91 m
T = 4.23 m
CB = 0.61
RT = 82.008 kN
D = 2.536 m ; Diameter (0.6 s.d. 0.65) T
nrpm = 900 rpm
nrps = 15 rps
P/D = 1 ; Pitch Ratio (0.5 s.d. 1.4)
z = 4 blade ; Jumlah Blade
AE/A0 = 0.4 ; Expanded Area Ratio

LCG_M

5 . Electricity

Wagg = 9.5 ton/genset ; dari katalog
 n Genset = 2 ; Menggunakan 2 genset (1 untuk cadangan)
 Wagg tot = 19 ton

6 . Other Weight

M = (0.04~0.07)P (Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ; hal 176)
 M = 0.04 P
 P = 1280 kW
 M = 51.2 ton

sekat buritan
 sekat haluan

Machinery Total Weight

Wm tot = 105.771 ton

TITIK BERAT PERMESINAN

$h_{DB} = B/20$ (BKI Vol. II, sec. 8 pg. 2)
 = 0.7 m
 $= (350 + 45 B)/1000$ (BKI Vol. II, sec. 8 pg. 3)
 = 1.0 m
 diambil = 1.5 m
 $D' = H - h_{DB}$; tinggi kamar mesin (parametric design hal 11-25)
 = 6.50 m
 $VCG_M = h_{DB} + 0.35 (D' - h_{DB})$
 = 3.25 m

Komponen	W (Ton)	LCG (m) dari mid	M LCG (Ton.m)
ME + GB	28.686	-1.224	-35.113
Shaft	4.601	-13.352	-61.437
Prop	2.283	-24.5	-55.944
Electric	19	8.4	159.600
Other	51.2	0	0.000
TOTAL	105.771	0.067	7.105

TINGGI DOUBLE BOTTOM DAN JARAK COLLISION BULKHEAD

BKI Vol. II 2009 hal. 8-2

Tinggi Double Bottom

$$= B/20$$
$$= 0.7 \text{ m} \quad ; \text{ hanya digunakan sebagai acuan minimal tinggi double}$$

BKI Vol. II 2009 hal. 11-1

Jarak minimal Collision Bulkhead dari FP

$$= 0.05 \cdot LPP \quad ; \text{ diambil nilai terkecil}$$
$$= 2.64 \text{ m} \quad 2.64 \text{ m} \quad 2.8$$
$$= 10 \text{ m}$$

Jarak maksimum Collision Bulkhead dari FP

$$= 0.08 \cdot LPP \quad ; \text{ diambil nilai terbesar}$$
$$= 4.224 \text{ m} \quad 5.64 \text{ m} \quad 5.4$$
$$= 0.05 \cdot LPP + 3$$
$$= 5.64 \text{ m}$$

Jarak Collision Bulkhead dari FP

$$= 47.40 \text{ m} \quad ; \text{ menyesuaikan posisi frame}$$

Letak ini diukur dari AP ke depan

$$= \text{Terletak pada Frame (Gading) ke}$$
$$= 135$$

BKI Vol. II 2009 hal. 8-1

Tinggi Floor Plate di Fore Peak (h)

$$= 0.06 \cdot H + 0.7 \quad ; \text{ hanya digunakan sebagai acuan minimal tinggi double bottom}$$
$$= 1.09 \text{ m}$$

MENENTUKAN BENTUK BURITAN KAPAL

Menentukan Jarak Gading pada kapal

Diambil Jarak Gading untuk daerah Ruang Muat = **0.6** m

Diambil Jarak Gading untuk daerah Ceruk = **0.6** m

Diameter Propeller (D) = $0.65 \cdot T$; diambil antara 0.6 - 0.7 T
= **4.875** m

Diameter Poros Propeller (e) = $0.12 \cdot T$
= 0.90 m

Diambil = **0.72** m 0.36

Jarak baseline terhadap titik tengah poros (a) = $0.33 \cdot T$
= 2.48 m

Diambil = **2.48** m 2.12 2.84

Jarak antara sumbu poros kemudi terhadap ujung poros propeller (b) = $0.35 \cdot T$
= 2.625 m

Diambil = **2.1** m

MENENTUKAN PANJANG KAMAR MESIN

Menentukan Letak Sekat Depan Kamar Mesin

Letak sekat depan kamar mesin

$$\begin{aligned} &= (20-22\%) \cdot LPP \\ &= 30.48 \quad \text{m} \quad 20\% \quad 50.8 \\ &= 33.528 \quad \text{m} \quad 22\% \quad 55.88 \\ \text{Diambil} &= \mathbf{33} \quad \text{m} \quad \text{dari AP} \end{aligned}$$

Letak ini diukur dari AP ke depan

$$\begin{aligned} &= \text{Terletak pada Frame (Gading) ke} \\ &= \mathbf{55} \end{aligned}$$

Menentukan Letak Stern Bulkhead (Sekat Ceruk Buritan)

Dalam ketentuan buku BKI, bahwa untuk letak stern bulkhead diambil 3 jarak gading dari propeller post ke depan

Untuk perencanaan ini menggunakan

$$\begin{aligned} &= 10 \cdot a_0 \\ &= \mathbf{6} \quad \text{m} \end{aligned}$$

Letak ini diukur dari AP ke depan

$$\begin{aligned} &= \text{Terletak pada Frame (Gading) ke} \\ &= \mathbf{10} \end{aligned}$$

Panjang Kamar Mesin

Maka panjang kamar mesin bisa di dapat

Panjang Kamar Mesin

$$= \text{Panjang Sekat Depan Kamar Mesin - (Stern Bulkhead)}$$

$$= 27 \quad \text{m}$$

Diambil

$$= \mathbf{27} \quad \text{m}$$

Beban Pada Lambung

Ukuran utama Diesel Power Plant Ship

Lwl	=	54.91	m	L konstruksi	
L	=	57.6	m	Lpp	= 57.6 m
B	=	14	m	0.96 Lwl	= 52.72 m
T	=	4.22671	m	0.97 Lwl	= 53.26 m
H	=	6.5	m	Yang diambil :	
C _B	=	0.614		L konstruksi	= 53.26 m

longitudinal distance, in metres, measured forwards from the
 X_{wl} = aft end of the L_{wl} to the position or centre of gravity of the item being considered
 vertical distance, in metres, from the baseline to the position
 z = of centre of gravity of the item being considered. z is positive above the baseline
 z_k = vertical distance of the underside of the keel above the baseline
 T_x = local draught to operating waterline at longitudinal position under consideration measured above the baseline is to be taken as the horizontal plane passing through the bottom of the moulded hull at midships

Pressure on the Shell Envelope

$$P_s = P_h + P_w \quad \text{for } z \leq T_x + Z_k$$

$$P_s = P_d \quad \text{at } z = T_x + Z_k + H_w$$

$$P_s = 0.5P_d \quad \text{at } z \geq T_x + Z_k + 1.5 H_w$$

Symbols

H_w is the nominal wave limit height
 P_d is the weather deck pressure
 P_h is the hydrostatic pressure
 P_w is the hydrodynamic wave pressure
 P_h and P_w are to be derived at the appropriate vertical position, z

Pressure on Weather and Interior Decks

$$P_d = P_{wh}$$

$$P_{wh} = (6 + 0.01 f_L)(1 + 0.05\Gamma) + \dots \text{ kN/m}^2$$

where

f_L = the location factor for weather decks
 $= 1.25$
 $= 1$ for interior decks

$$E = \frac{0.7 + 0.08}{\dots} \text{ kN/m}^2$$

$$= 2.240$$

$P_{wh} = 11.090 \text{ kN/m}^2$ and
 $P_{wh} = 9.336 \text{ kN/m}^2$ for interior decks

COMPONENT DESIGN LOADS

Deckhouses, Bulwarks and Superstructures

$$P_{dhp} = C_1 P_d$$

where

$$C_1 = 1.25$$

$$P_d = 11.090 \text{ kN/m}^2$$

So,

$$P_{dhp} = 55.448 \text{ kN/m}^2$$

Nomenclature and Design Factors

P_S = shell envelope pressure

P_{dh} = impact pressure

P_{dhp} = deckhouse, bulwarks and superstructure pressure

P_{cd} = cargo

P_{wh} = pressure on weather deck

P_{pc} = impact pressure acting on the cross-deck structure

P_{WDP} = design pressure for weather deck plating

P_f = forebody impact pressure

H_f = Hull notation

$H_f = 1.05$

G_f = service area restriction notation factor

$G_f = G_3 = 0.85$

S_f = service type factor notation

$S_f = 1$

Deckhouses, Bulwarks and Superstructure

$$\begin{aligned} P_{DHP} &= H_f S_f G_f P_{dhp} \\ &= 49.487 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$



Perhitungan Tebal Pelat

Perhitungan tebal pelat minimum berdasarkan **Lloyd's Register Rules and Regulations for the Classification of Special Service Craft, Part 7 Hull Construction in Aluminium, Chapter 4,**

MINIMUM THICKNESS REQUIREMENTS

Symbols

= service type factor as determined

= 1 for passenger

$$k_m = 385 / (\sigma_A + \sigma_U)$$

σ_A = specified minimum yield stress or 0,2% proof stress of the alloy in unwelded condition, in N/mm²

= 230 N/mm²

σ_U = specified minimum ultimate tensile strength of the alloy in unwelded condition, in N/mm²

= 315 N/mm²

k_m = 0.730

L_R = 54.91 m

Shell Envelope

Superstructure Side Plating

$$\sqrt{3.473 \cdot (0.4 \sqrt{3.473} + 1.1)} \geq 3.0$$

Deckhouse Front 1st Tier

$$\sqrt{5.464 \cdot (0.62 \sqrt{5.464} + 1.8)} \geq 3.5$$

Deckhouse Front Upper Tiers

$$\sqrt{4.764 \cdot (0.55 \sqrt{4.764} + 1.5)} \geq 3.0$$

Deckhouse Aft

$$\sqrt{3.181 \cdot (0.25 \sqrt{3.181} + 0.7)} \geq 2.5$$

SHELL ENVELOPE PLATING

Symbols

L_R = 54.91 m

K_s = Higher tensile steel factor

K_s = 1

Plating General

$$t_p = 22.4 \cdot \sqrt{\frac{p}{230}} \cdot 10^{-3}$$

where

limiting bending stress coefficient for the plating element under

f = consideration given in Table 7.3.1 Limiting stress coefficient for local loading in Chapter 7

s = stiffener spacing, in mm

= 600 mm

= convex curvature correction factor

= 0.7

= panel aspect ratio correction factor

= 1

p = design pressure, in kN/m²

Superstructures, Deckhouses, and Bulwarks Plating

House Side Plating

$$t_p = 22.4 \sqrt{\frac{p}{230}} \cdot 10$$

where

$$p = P_{DHP} = 49.49 \text{ kN/m}^2$$

$$f = 0.65$$

$$t_p = 5.413 \text{ mm}$$

$$t_{\min} = 3.5 \text{ mm}$$

$$t_p \geq t_{\min} \text{ accepted} \quad t = 6 \text{ mm}$$

House Front Plating

$$t_p = 22.4 \sqrt{\frac{p}{230}} \cdot 10$$

where

$$p = P_{DHP} = 49.49 \text{ kN/m}^2$$

$$f = 0.65$$

$$t_p = 5.413 \text{ mm}$$

$$t_{\min} = 3.5 \text{ mm}$$

$$t_p \geq t_{\min} \text{ accepted} \quad t = 6 \text{ mm}$$

House End Plating

$$t_p = 22.4 \sqrt{\frac{p}{230}} \cdot 10$$

where

$$p = P_{DHP} = 49.49 \text{ kN/m}^2$$

$$f = 0.65$$

$$t_p = 5.413 \text{ mm}$$

$$t_{\min} = 2.5 \text{ mm}$$

$$t_p \geq t_{\min} \text{ accepted} \quad t = 6 \text{ mm}$$

House Top Plating

$$t_p = 22.4 \sqrt{\frac{p}{230}} \cdot 10$$

where

$$p = P_{DHP} = 49.49 \text{ kN/m}^2$$

$$f = 0.65$$

$$t_p = 5.413 \text{ mm}$$

$$t_{\min} = 2.5 \text{ mm}$$

$$t_p \geq t_{\min} \text{ accepted} \quad t = 6 \text{ mm}$$

untuk mempermudah perhitungan berat, tebal pelat diambil sebagai berikut:

pelat bangunan atas = 6 mm

tebal pelat diambil = 10 mm

A. GENERATOR DIESEL UTAMA

No	Komponen	Jumlah	Berat (ton)	Berat Total (Ton)	VCG (m)	M VCG (Ton.m)	LCG (m) dari midship	M LCG (Ton.m)	TCG (M) dari centerline	M TCG (Ton.m)
1	Main Diesel Generator	2	62.2	124.4	7.893	981.889	-12.213	-1519.297	0.000	0.000
2	Starting + Auxiliaries	2	7	14	6.773	94.824	-10.146	-142.050	0.000	0.000
3	Air Intake System	2	10	20	10.794	215.880	-16.756	-335.126	0.000	0.000
4	Exhaust System	2	10	20	15.365	307.300	-22.143	-442.858	0.000	0.000
5	Engine Module	2	5	10	7.807	78.072	-4.7869	-47.869	0.000	0.000
6	D.O Pressure Booster	2	5	10	8.476	84.760	-18.860	-188.595	0.000	0.000
7	Cooling + Lube Oil Pump	2	5	10	3.252	32.520	-6.115	-61.150	0.000	0.000
8	Ventilation	2	1.5	3	8.534	25.602	-8.044	-24.133	0.000	0.000
9	Gardu Induk + Outfitting	1	1.2	1.2	8.832	10.598	-25.956	-31.148	0.000	0.000
TOTAL				212.6	8.615	1831.445	-13.134	-2792.226	0.000	0.000

B. POWER PLANT HOUSE

Bahan = Aluminium 5083

Massa jenis = 2.66 Ton/m³

No	Komponen	Luas (m ²)	Tebal (m)	Jumlah	Berat (Ton)	VCG (m)	M VCG (Ton.m)	LCG (m) dari midship	M LCG (Ton.m)	TCG (m) dari centerline	M TCG (Ton.m)
1	Pelat Kulit (Front)	35.551	0.01	1	0.946	12.588	11.904	6.180	5.844	0.000	0.000
2	Pelat Kulit (Side) PS	222.022	0.01	1	5.906	10.798	63.773	-7.209	-42.572	-5.850	-34.549
3	Pelat Kulit (Side) SB	218.815	0.01	1	5.820	10.797	62.843	-7.446	-43.336	5.850	34.050
4	Pelat Kulit (Aft)	94.664	0.01	1	2.518	10.742	27.049	-21.076	-53.071	-0.078	-0.195
5	Pelat Kulit (Top)	318.952	0.01	1	8.484	15.000	127.262	-7.446	-63.169	0.000	0.000
6	Konstruksi (W = W _{Shell})				23.674	10.125	239.700	-7.446	-176.266	0.000	0.000
TOTAL					47.348	11.247	532.532	-7.869	-372.570	-0.015	-0.694

C. ELECTRICAL HOUSE

Bahan = Aluminium 5083

Massa jenis = 2.66 Ton/m³

No	Komponen	Luas (m ²)	Tebal (m)	Jumlah	Berat (Ton)	VCG (m)	M VCG (Ton.m)	LCG (m) dari midship	M LCG (Ton.m)	TCG (m) dari centerline	M TCG (Ton.m)
1	Pelat Kulit (Front)	38.658	0.01	1	1.028	9.525	9.795	13.435	13.815	0	0.000
2	Pelat Kulit (Side) PS	45.175	0.01	1	1.202	9.765	11.734	9.885	11.879	-5.850	-7.030
3	Pelat Kulit (Side) SB	46.898	0.01	1	1.247	9.805	12.232	9.625	12.007	5.850	7.298
4	Pelat Kulit (Top)	72.447	0.01	1	1.927	13.250	25.534	9.810	18.905	0	0.000
5	Konstruksi (W = W _{Shell})				5.405	9.875	53.370	9.810	53.019	0	0.000
TOTAL					10.809	10.423	112.664	10.142	109.625	0.025	0.268

W_{POWER PLANT} =

270.757 9.147 2476.641 -11.284 -3055.172 -0.002 -0.426

A. GENERATOR DIESEL UTAMA

No	Komponen	Jumlah	Berat (ton)	Berat Total (Ton)	VCG (m)	M VCG (Ton.m)	LCG (m) dari midship	M LCG (Ton.m)	TCG (M) dari centerline	M TCG (Ton.m)
1	Main Diesel Generator	2	62.2	124.4	7.893	981.889	-12.213	-1519.297	0.000	0.000
2	Starting + auxiliaries	2	7	14	6.773	94.824	-10.146	-142.050	-2.108	-29.514
3	Air intake system	2	10	20	10.794	215.880	-16.756	-335.126	1.517	30.334
4	Exhaust system	2	10	20	15.365	307.300	-22.143	-442.858	-0.517	-10.346
5	Engine Module	2	5	10	7.807	78.072	-4.7869	-47.869	-0.553	-5.533
6	F.O Module Booster	2	5	10	8.476	84.760	-18.860	-188.595	0.725	7.248
7	Cooling + Lube Oil Pump	2	5	10	3.252	32.520	-20.024	-200.244	-0.553	-5.527
8	Ventilation	2	1.5	3	8.534	25.602	-8.044	-24.133	6.409	19.227
Total				211.4	8.613	1820.847	-13.719	-2900.173	0.028	5.890

B. RUANG GENERATOR

Bahan =

Massa jenis = 2.66 Ton/m³ (Aluminium 5083)

No	Komponen	Luas (m ²)	Tebal (m)	Jumlah	Berat (Ton)	VCG (m)	M VCG (Ton.m)	LCG (m) dari midship	M LCG (Ton.m)	TCG (m) dari centerline	M TCG (Ton.m)
Potongan A-A											
1	Penumpu Atap	8.499		1	0	14.375	0	-7.446	0	0	0
2	Penumpu Sisi Depan dan Belakang (Web)	9.105		1	0	10.125	0	-7.446	0	0	0
3	Penumpu Sisi Depan dan Belakang (Face)	5.336		1	0	11.105	0	-7.446	0	0	0
4	Crane (Web)	7.062		1	0	13.018	0	-7.446	0	0	0
5	Crane (Face)	13.171		1	0	13.018	0	-7.446	0	0	0
Potongan B-B											
6	Penumpu Atap	8.499		4	0	15.900	0	-7.446	0	0	0
Potongan C-C											
7	Penumpu Atap	5.766		2	0	15.900	0	-7.446	0	0	0
8	Penumpu Sisi Kanan dan Kiri (Web)	7.379		2	0	10.125	0	-7.446	0	0	0
9	Penumpu Sisi Kanan dan Kiri (Face)	5.336		2	0	11.105	0	-7.446	0	0	0
10	Lintasan Crane	60.748		2	0	12.470	0	-7.446	0	0	0
Potongan D-D											
11	Penumpu Atap	5.766		6	0	15.900	0	-7.446	0	0	0
12	Penegar Sisi Kanan dan Kiri (Web)	4.932		6	0	10.208	0	-7.446	0	0	0

13	Penegar Sisi Kanan dan Kiri (Face)	1.883		6	0	10.595	0	-7.446	0	0	0
	Pelat										
14	Pelat Kulit	549.774	0.006	1	8.77439391	10.125	88.8406506	-7.446	-65.32992536	0	0
15	Pelat Atap	318.890	0.006	1	5.0894815	15.000	76.3422224	-7.446	-37.89383626	0	0
	Total				13.86387541	11.9146247	165.1828731	-7.44552	-103.2237616	0	0



PERHITUNGAN BERAT BAJA

Harvald & Jensen Method (1992)

INPUT DATA

L	52.80	m
B	14	m
H	6.5	m

REFERENSI Schneekluth Hal. 154

No.	Type kapal	CSO
1	Bulk carriers	0.07
2	Cargo ship (1 deck)	0.07
3	Cargo ship (2 decks)	0.076
4	Cargo ship (3 decks)	0.082
5	Passenger ship	0.058
6	Product carriers	0.0664
7	Reefers	0.0609
8	Rescue vessel	0.0232
9	Support vessels	0.0974
10	Tanker	0.0752
11	Train ferries	0.65
12	Tugs	0.0892
13	VLCC	0.0645

BERAT BAJA (W_{ST})

D_A Tinggi Kapal setelah dikoreksi dengan Deck House dan Super Structure

$$H + \frac{V_1 + V_2}{L \cdot B}$$

7.262 m

C_{SO} 0.0974 t/m³

Δ kapal Berat Kapal
2043.978 ton

U $\log \frac{\Delta}{100}$

1.310476117

C_S $C + 0.06 e^{(U)}$
0.135 t/m³

TOTAL BERAT BAJA

W_{ST} L_{pp} · B · D_A · C_S
725.921 ton

Koefisien titik berat

No.	Type kapal	C _{KG}
1	Passanger ship	0.67 – 0.72
2	Large cargo ship	0.58 – 0.64
3	Small cargo ship	0.60 – 0.80
4	Bulk carrier	0.55 – 0.58
5	Tankers	0.52 – 0.54

TITIK BERAT BAJA

C_{KG} steel for Small Cargo
0.6

KG D_A * C_{KG}
4.357 m

LCG_(%) -0,15 + LCB(%)
-4.278 % L

LCG_M LCB(%) · L_{pp}
-2.259 m

LCG_{FP} 0.5 · L_{pp} - LCG_M
28.659 m

(Ship Design for Efficiency and Economy-2nd Edition hal. 150)

(Parametric Design Chapter 11 , hal. 25)

Volume Deck House (V_{DH})

1. Volume Deck House 1 (V_{DH1})

Panjang Deck House 1 (l_{DH1}) 7.985 m ; sesuai gambar

Lebar Deck House 1 (b_{DH1}) 7.241 m

Tinggi Deck House 1 (t_{DH1}) 3 m

Volume Deck House 1 (V_{DH1}) $l_{DH1} \cdot b_{DH1} \cdot t_{DH1}$

173.4599 m³

2. Volume Deck House 2 (V_{DH2})

Panjang Deck House 2 (l_{DH2}) 0.000 m ; sesuai gambar

Lebar Deck House 2 (b_{DH2}) 0.000 m

Tinggi Deck House 2 (t_{DH2}) 0 m

Volume Deck House 2 (V_{DH2}) $l_{DH2} \cdot b_{DH2} \cdot t_{DH2}$

0 m³

3. Volume Deck House 3 (V_{DH3})

Panjang Deck House 3 (l_{DH3}) 0.000 m ; sesuai gambar

Lebar Deck House 3 (b_{DH3}) 0 m

Tinggi Deck House 3 (t_{DH3}) 0 m

Volume Deck House 3 (V_{DH3}) $l_{DH2} \cdot b_{DH2} \cdot t_{DH2}$

0 m³

4. Volume Deck House 4 (V_{DH4})

Panjang Deck House 4 (l_{DH4}) 0.000 m ; sesuai gambar

Lebar Deck House 4 (b_{DH4}) 0 m

Tinggi Deck House 4 (t_{DH4}) 0 m

Volume Deck House 4 (V_{DH4}) $l_{DH2} \cdot b_{DH2} \cdot t_{DH2}$

0 m³

5. Volume Wheel House (V_{WH})

Panjang Wheel House (l_{WH}) 6.861 m ; sesuai gambar

Lebar Wheel House (b_{WH}) 6.300 m

Tinggi Wheel House (t_{WH}) 2.5 m

Volume Wheel House (V_{WH}) $l_{WH} \cdot b_{WH} \cdot t_{WH}$

108.0628 m³

$$V_{DH} = V_{DH1} + V_{WH}$$

281.5227 m³

Volume Superstructure (V_{SS})

1. Volume Forecastle (V_{FC})

Panjang Forecastle (l_{FC})	13.45 m	; sesuai gambar
Lebar Forecastle (b_{FC})	12.2479 m	
Tinggi Forecastle (t_{FC})	2.5 m	
Luas Area Forecastle (L_{FC})	112.713 m ²	; dari autoCAD
Volume Forecastle (V_{FC})	$A_{FC} \cdot T_{FC}$	
	281.7824 m ³	

2. Volume Power Plant House (V_{PPH})

Panjang Power Plant House (l_{PPH})	0 m	; sesuai gambar
Lebar Power Plant House (b_{PPH})	0 m	
Tinggi Power Plant (t_{PPH})	0 m	
Luas Area Power Plant (L_{PPH})	0 m ²	; dari autoCAD
Volume Power Plant House (V_{PPH})	$A_{FC} \cdot T_{FC}$	
	0 m ³	

3. Volume Electrical House (V_{EH})

Panjang Electrical House (l_{EH})	0 m	; sesuai gambar
Lebar Electrical House (b_{EH})	0 m	
Tinggi Electrical House (t_{EH})	0 m	
Volume Electrical House (V_{EH})	$A_{FC} \cdot T_{FC}$	
	0 m ³	

$V_{PPH} + V_{EH}$ dihitung terpisah

$$V_A = V_{FC} + V_{PPH} + V_{EH} = 281.7824 \text{ m}^3$$

Berat dan Titik Berat Deck House

Nama	W (ton)	LCG _M	KG	W x LCG	W x KG
FC Deck	0.000	18.420	8	0	0
Deck House 1	0.000	19.396	8	0	0
Deck House 2	0	0	0	0	0
Deck House 3	0	0	0	0	0
Wheel House	0	18.268	9.25	0	0
Berat Total Deck House	0	ton		0	0
LCG Deckhouse	#DIV/0!	m			
KG Deck House	#DIV/0!	m			

Berat dan Titik Berat Power Plant House dan Electrical House

Nama	W (ton)	LCG _M	KG	W x LCG	W x KG
Forecastle	0	21.256	7.510	0	0
Power Plant + Electrical House	0	0	0	0	0
Berat SS	0	ton		0	0
LCG SS	#DIV/0!	m			
KG SS	#DIV/0!	m			

CREW LIST ONBOARD			
Level	Crew	Jumlah	Tempat
Deck Department	Captain	1	Deck House 1
	Chief Cook	1	Forecastle Deck
	Assistance Cook	1	Forecastle Deck
	Seaman	3	Forecastle Deck
	Total	6	
Engineering Department	Chief Engineer	1	Deck House 1
	Engineer System Mechanical	3	Forecastle Deck
	Engineer System Electrical	3	Forecastle Deck
	Engineer System Power Plant	3	Deck House 1
	Operation & Maintenance	1	Forecastle Deck
	Total	11	
Production Department	Chief Production	1	Deck House 1
	Engineer Fuel Oil & Lubricating	3	Deck House 1
	Engineer Safety Electrical	1	Forecastle Deck
	Logistic	1	Forecastle Deck
	Total	6	
Total Keseluruhan Crew		23	

Forecastle Deck
Chief Cook
Assistance Cook
Seaman
Engineer System Mechanical
Operation & Maintenance
Logistic
Engineer System Electrical
Engineer Safety Electrical

Deck House 1
Captain
Chief Engineer
Chief Production
Engineer System Power Plant
Engineer Fuel Oil & Lubricating

Jumlah Crew Per Layer pada:	
Forecastle Deck	14 orang
Deck House 1	9 orang

PERHITUNGAN CREW AND CONSUMABLE

Input;

S = 950 nm (Baubau-Jayapura)
v = 12 kn
Crew = 23 orang referensi dari kapal MVPP Nezh Bey

1. HFO

Fuel Oil Consumption

MAN 8L23/30A (Main Engine)

BHP Eng. = 1280 kW
SFOC = 194 g/kWh
c = 1.5 (reserved correction (1.3-1.5))

$$W_{HFO} = \text{BHP} \times \text{SFOC} \times (S/V_s) \times 10^{-6} \times c$$

$W_{HFO} = 58.386$ ton **konsumsi** fuel oil untuk 1 kali roundtrip

$W_{HFO} = 116.7725$ ton konsumsi fuel oil untuk 2 mesin penggerak

$$V_{HFO} = (W_{Do} / \rho) + 2\%$$

$$V_{HFO} = 120.311 \text{ m}^3$$

; Diktat IGM Santosa Penambahan 2% untuk konstruksi dan 2% untuk ekspansi panas dan $\rho = 0.99$

Diesel Oil Consumption

MAN L16/24A (Aux. Engine)

$C_{Do} = 0.15$ Diktat IGM Santosa hal 38, (0.1 ~ 0.2)

$$W_{Do} = W_{FO} \cdot C_{Do}$$

$W_{Do} = 9.634$ ton

$W_{Do} = 19.267$ ton konsumsi diesel oil untuk 2 mesin bantu

$$V_{Do} = (W_{Do} / \rho) + 2\%$$

$$V_{Do} = 23.121 \text{ m}^3$$

; Diktat IGM Santosa Penambahan 2% untuk konstruksi dan 2% untuk ekspansi panas dan $\rho = 0.85$

Diesel Oil Consumption

MAN V28/32s (Main Generator)

Power Eng. = 3456 kW
SFOC = 189.1 g/kWh
 $t_{\text{service}} = 120$ hour

t_{service} didapatkan sebesar 5 hari berdasarkan asumsi

c = 1.5 (reserved correction (1.3-1.5))

$$W_{Do} = \text{BHP} \times \text{SFOC} \times t_{\text{service}} \times 10^{-6} \times c$$

$W_{Do} = 117.635$ ton

$W_{Do} = 129.3989$ ton konsumsi diesel oil untuk generator utama ditambah 10% untuk cadangan

$$V_{Do} = (W_{Do} / \rho) + 2\%$$

$$V_{Do} = 154.848 \text{ m}^3$$

; Diktat IGM Santosa Penambahan 2% untuk konstruksi dan 2% untuk ekspansi panas dan $\rho = 0.85$

2. LO

Lubricating Oil Consumption

MAN 8L23/30A (Main Engine)

$$\begin{aligned} \text{BHP Eng.} &= 1280 \text{ kW} \\ \text{SLOC} &= 1 \text{ g/kWh} \\ c &= 1.5 \text{ (reserved correction (1.3-1.5))} \end{aligned}$$

$$W_{LO} = \text{BHP} \times \text{SLOC} \times (S/V_S) \times 10^{-6} \times c$$

$$W_{LO} = 0.304 \text{ ton} \quad \text{konsumsi lube oil untuk 1 kali roundtrip}$$

$$W_{LO} = 0.608 \text{ ton} \quad \text{konsumsi lube oil untuk 2 mesin penggerak}$$

$$\begin{aligned} V_{LO} &= (W_{DO} / \rho) + 2\% && ; \text{Diktat IGM Santosa Penambahan 2\% untuk} \\ V_{LO} &= 0.626 \text{ m}^3 && \text{konstruksi dan 2\% untuk ekspansi panas} \\ &&& \text{dan } \rho = 0.99 \end{aligned}$$

Auxiliary Engine

$$\begin{aligned} \text{Power Eng.} &= 430 \text{ kW} \\ \text{SLOC} &= 0.35 \text{ g/kWh} \\ c &= 1.5 \text{ (reserved correction (1.3-1.5))} \end{aligned}$$

$$W_{LO} = \text{BHP} \times \text{SLOC} \times (S/V_S) \times 10^{-6} \times c$$

$$W_{LO} = 0.036 \text{ ton} \quad \text{konsumsi lube oil untuk 1 kali roundtrip}$$

$$W_{LO} = 0.071 \text{ ton} \quad \text{konsumsi lube oil untuk 2 mesin bantu}$$

$$\begin{aligned} V_{LO} &= (W_{DO} / \rho) + 2\% && ; \text{Diktat IGM Santosa Penambahan 2\% untuk} \\ V_{LO} &= 0.086 \text{ m}^3 && \text{konstruksi dan 2\% untuk ekspansi panas} \\ &&& \text{dan } \rho = 0.85 \end{aligned}$$

MAN V28/32s (Main Generator)

$$\begin{aligned} \text{Power Eng.} &= 3456 \text{ kW} \\ \text{SLOC} &= 0.8 \text{ g/kWh} \\ t_{\text{service}} &= 120 \text{ hour} \end{aligned}$$

t_{service} didapatkan sebesar 5 hari berdasarkan asumsi

$$c = 1.5 \text{ (reserved correction (1.3-1.5))}$$

$$W_{LO} = \text{BHP} \times \text{SLOC} \times t_{\text{service}} \times 10^{-6} \times c$$

$$W_{LO} = 0.498 \text{ ton}$$

$$W_{LO} = 0.995328 \text{ ton} \quad \text{konsumsi lube oil untuk 2 generator utama}$$

$$\begin{aligned} V_{LO} &= (W_{DO} / \rho) + 2\% && ; \text{Diktat IGM Santosa Penambahan 2\% untuk} \\ V_{LO} &= 1.191 \text{ m}^3 && \text{konstruksi dan 2\% untuk ekspansi panas} \\ &&& \text{dan } \rho = 0.85 \end{aligned}$$

3. Crew and Effect

$$C_{C\&E} = 0.17 \text{ ton/orang} \quad \text{(Parametric design chapter 11, hal. 11-25)}$$

$$W_{C\&E} = Z_c \cdot C_{C\&E} = 3.91 \text{ ton}$$

4. Fresh Water dibikin roundtrip

C_{FW1}	0.17 ton/orang.hari	; Koef. untuk cuci, mandi, dan minum kru
	0.0070833 ton/orang.jam	; Ref: Parametric design chapter 11, hal. 11-24
C_{FW2}	0.005 ton/HP	; Koef. air tawar untuk pendingin mesin

> FW untuk Crew

a. Perjalanan

$$W_{FW1} = C \frac{S}{V} Z = 12.253 \text{ ton}$$

b. 5 Day Service Time

$$W_{FW1} = 19.55 \text{ ton}$$

> FW untuk Pendingin Mesin

a. Main Engine

$$W_{FW2} = C_{FW2} \times \text{BHP} = \begin{array}{l} 6.4 \text{ ton} \\ 12.8 \text{ ton} \quad (2 \text{ mesin}) \end{array}$$

b. Auxiliary Engine

$$W_{FW2} = C_{FW2} \times \text{BHP} = \begin{array}{l} 2.15 \text{ ton} \\ 4.3 \text{ ton} \quad (2 \text{ mesin}) \end{array}$$

Untuk cadangan air tawar, maka W_{fw} diestimasi untuk 1 kali roundtrip + 5 hari service time

$$W_{FW2} \text{ total} = 78.255 \text{ ton}$$

5. Provision Store

$$W_{PS} = \begin{array}{l} 0.01 \text{ ton/orang.hari} \\ 18.208 \text{ ton} \end{array}$$

W total

$$\begin{aligned} W \text{ total} &= W_{FO} + W_{LO} + W_{C\&E} + W_{FW} + W_{PS} \\ &= 367.487 \text{ ton} \end{aligned}$$

Berat Crew Per Layer	
$W_{C\&E / layer}$	Jumlah kru per layer · berat rata-rata kru
$W_{C\&E FC Deck}$	2.38 ton
$W_{C\&E DH 1}$	1.53 ton
$W_{C\&E TOTAL}$	3.91 ton

Center of crew and effects weight				
Room Layer	VCG	LCG Midship	Total Person	$W_{C\&E}$ (ton)
FC Deck	8	18.420	14	2.38
Deck House 1	8	19.396	9	1.53

TITIK BERAT CONSUMABLE PER LAYER										
KG	W	KG	+ W	KG	+ W	KG	+ W	KG	+ W	KG
	$\frac{W + W + W + W + W}{0.000 \text{ m}}$									
LCG	W	LCG	+ W	LCG	+ W	LCG	+ W	LCG	+ W	LCG
	$\frac{W + W + W + W + W}{47.092 \text{ m}}$									

TITIK BERAT CREW PER LAYER						
KG	W	KG	+ W	KG	+ W	KG
	$\frac{W + W + W}{8.000 \text{ m}}$					
LCG	W	LCG	+ W	LCG	+ W	LCG
	$\frac{W + W + W}{18.802 \text{ m}}$					

TITIK BERAT CONSUMABLE					
KG	W	KG	+ W	KG	
	$\frac{W + W}{0.090 \text{ m}}$				<i>; tidak termasuk provision store</i>
LCG	W	LCG	+ W	LCG	
	$\frac{W + W}{46.776 \text{ m}}$				<i>; tidak termasuk provision store</i>

PERHITUNGAN BERAT PERALATAN DAN PERLENGKAPAN

Ship Design Efficiency and Economy, 1998

INPUT DATA

L	52.80	m
B	14.00	m
H	6.50	m

GRUP III Accomodation		; <i>Ship Design for Efficiency and Economy hal. 175</i>	
The specific volumetric and unit area weights are:			
For small and medium sized cargo ship	60 - 70	kg/m ³	
For large cargo ships, large tanker, etc	80 - 90	kg/m ³	
Therefore, for this design, it is used	60	kg/m ³	
Forecastle Deck			
L	13.45 m	Deck House 1	Wheel House
B	12.2479 m	L	7.985 m
H	2.5 m	B	7.241 m
A	112.71 m ²	H	3.000 m
W	16.91 ton	V	173.46 m ³
		W	31.22 ton
			Wheel House
		L	6.861 m
		B	6.300 m
		H	2.500 m
		V	108.06 m ³
		W	6.48 ton
Electrical House			
L	7.25 m		
B	10 m		
H	6.75 m		
V	489.375 m ³		
W	29.3625 ton		
W _{GRUP III}	W _{DECK HOUSE} + W _{WH} + W _{FD}		
	83.97599 ton		

GRUP IV Miscellaneous	
C	0.2 ton/m ² ; 0.18 ton/m ² < C < 0.26 ton/m ² untuk ukuran sedang, <i>Ship Design Efficiency and Economy hal 172</i>
W _{GRUP IV}	$\sqrt{(L_{pp} B H)} C$
	56.94823 ton

BERAT TOTAL PERALATAN DAN PERLENGKAPAN	
W _{E&O}	W _{TOTAL} + W _{GRUP IV}
	140.9 ton

PERHITUNGAN TITIK BERAT PERALATAN DAN PERLENGKAPAN

LCG ₂	
Forecastle Deck	
L	13.45 m
W	16.90695 ton
LCG	18.42 m
Deck House 1	
L	7.98541 m
W	31.22278 ton
LCG	19.396 m
Wheel House	
L _{WHEEL HOUS}	6.86113 m
W _{WHEEL HOL}	6.3 ton
LCG _{WHEEL HI}	18.268 m
Electrical House	

L	7.25 m			
W	10 ton			
LCG	9.805 m			
1. LCG₁ (25% W_{E&O} at LCG_M)				
W _{E&O KM}	25%*W _{E&O DH}	<i>asumsi W_{E&O} di Kamar Mesin</i>		
	35.23105 ton			
LCG _{E&O KM}	0.067175 m	dari midship	>>>	Machinery amidship
2. LCG₂ (37.5% W_{E&O} at LCG_{DH})				
W _{E&O DH}	37.5%*W _{E&O DH}	<i>asumsi W_{E&O} di Rumah Geladak</i>		
	52.84658 ton			
LCG _{E&O DH}	17.54099 m	dari midship		
3. LCG₃ (37.5% W_{E&O} at midship)				
W _{E&O OTHER}	37.5%*W _{E&O DH}	<i>asumsi W_{E&O} di Tempat Lain</i>		
	52.84658 ton			
LCG _{E&O OTHE}	-7.4 m	dari midship	>>>	Outfitting penunjang Power Plant
KG_{E&O}				
D _A	7.262047 m	<i>Tinggi Kapal Setelah Dikoreksi dengan Superstructure dan Deck House</i>		
KG _{E&O}	(1.00 - 1.05) · DA	<i>; Ship Design for Efficiency and Economy hal. 173</i>		
	7.262047 m			
LCG_{E&O}				
LCG _{E&O}	$\frac{50\% W_{\&} LCG + 30\% W_{\&} LCG + 20\% W_{\&} LCG}{W_{\&}}$			
	3.819666 m	dari midship		
	30.21967 m	dari AP		
	22.58033 m	dari FP		

PERHITUNGAN BERAT TOTAL DAN TITIK BERAT TOTAL

LWT								
	Nama	W (ton)	LCG (m)	KG (m)	TCG (m)	W x LCG	W x KG	W x TCG
$W_{ST(HULL+DH)}$	Berat Baja	725.921	-2.259	4.357	0.000	-1639.671	3163.002	0.000
W_{EQ}	Equipment	140.924	3.820	7.262	0.000	538.283	1023.398	0.000
$W_{MACHINE}$	Permesinan	105.771	0.067	3.250	0.000	7.105	343.757	0.000
$W_{POWERPLANT}$	Power Plant	270.757	-11.284	9.147	-0.002	-3055.172	2476.641	-0.426
TOTAL		1243.373	-3.337	5.635	0.000	-4149.454	7006.797	-0.426
LCG LWT		-3.337	m dari mid	23.063	m dari AP			
KG LWT		5.635	m					
TCG LWT		0.000	m					

DWT								
	Nama	W (ton)	LCG (m)	KG (m)	TCG (m)	W x LCG	W x KG	W x TCG
$W_{C\&E}$	CREW & EQUIPMENT	3.910	18.802	8.000	0.000	73.515	31.280	0
W_{PS}	PROVISION AND STORE	18.208	17.235	3.25	0.000	313.821	59.177	0
W_{HFO}	HEAVY FUEL OIL	116.772	0	0	0	0.000	0.000	0
W_{MDO}	MARINE DIESEL OIL	148.666	0	0	0	0.000	0.000	0
W_{LO}	L.O. ME/AE AND POWER PLANT	1.675	0	0	0	0.000	0.000	0
W_{FW}	F.W. TOTAL	78.255	0	0	0	0.000	0.000	0
TOTAL		367.487				387.336	90.457	0.000
LCG DWT		1.054	m dari mid	77.254	m dari AP			
KG DWT		0.246	m					
TCG DWT		0.000	m					

DWT setelah tangki dibuat di *Software Maxsurf Stability*

	Nama	W (ton)	LCG (m)	KG (m)	TCG (m)	W x LCG	W x KG	W x TCG
$W_{C\&E}$	CREW & EQUIPMENT	3.910	18.802	8.000	0.000	73.515	31.280	0
W_{PS}	PROVISION AND STORE	18.208	17.235	3.25	0.000	313.821	59.177	0
W_{HFO}	HEAVY FUEL OIL	117.311	26.698	0.777	0	3131.969	91.151	0
W_{MDO}	MARINE DIESEL OIL	119.546	21.4149771	1.76241023	0	2560.075	210.689	0
W_{LO}	L.O. ME/AE AND POWER PLANT	3.769	27.6015123	0.751	0	104.030	2.831	0
W_{FW}	F.W. TOTAL	92.225	38.5407523	2.48822165	0	3554.421	229.476	0
W_{BW}	BALLAST WATER	303.482	32.8011631	2.77771708	0	9954.563	842.987	0
	TOTAL	658.451				19692.394	1467.591	0.000
	LCG DWT	29.907	m dari mid	29.907	m dari AP			
	KG DWT	2.229	m					
	TCG DWT	0.000	m					
	LCG TOTAL	8.173	m dari mid	84.373	m dari AP			
	KG TOTAL	4.456	m					
	TCG TOTAL	0.000	m					

PERBANDINGAN DWT+LWT DAN DISPLACEMENT

LWT + DWT	1901.825 ton
DISPLACEMENT	2043.97753 ton
Margin	142.153 ton
Margin (%)	6.955 %
STATUS	ACCEPT

	Nama	W (ton)	LCG (m)	KG (m)	TCG (m)	W x LCG	W x KG	W x TCG
--	------	---------	---------	--------	---------	---------	--------	---------

Perhitungan Lambung Timbul

Diesel Power Plant Ship merupakan kapal dengan panjang lebih dari 24 m. Sehingga untuk menghitung lambung timbul menggunakan ketentuan *Internasional Convention on Load Lines (ICLL)* 1966.

Input Data

$$\begin{array}{llll}
 H & = & 6.5 & \text{m} & \nabla & = & 1994.12 & \text{m}^3 \\
 d & = & 0.85 \cdot H & & B & = & 14 & \text{m} \\
 & & = & 5.525 & C_B & = & & / (L \cdot B \cdot d) \\
 L & = & L_{wl} & & & & & \\
 & = & 54.912 & \text{m} & & = & 0.4695 & \\
 L & = & 54.912 & \text{m} & & & &
 \end{array}$$

1. Tipe Kapal

(ICLL) *International Convention on Load Lines - Chapter 3, Regulation 27* menyebutkan bahwa : Kapal Tipe A adalah :

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

Kapal Tipe B adalah selain kapal Tipe A.

Sehingga kapal pembangkit listrik termasuk kapal **Tipe B**

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

$$\begin{array}{ll}
 Fb_1 & = 501.856 \text{ mm} \\
 Fb_1 & = 50.186 \text{ cm} \\
 & = 0.502 \text{ m}
 \end{array}$$

Untuk kapal dengan $L = 54,9 \text{ m}$ $x = 501.856$

L	F
54	490
54.9	x
55	503

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

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

$$\begin{array}{ll}
 Fb_2 & = 552 \text{ mm} \\
 & 0.552 \text{ m}
 \end{array}$$

Koreksi

1. Koefisien Block

Koreksi C_B hanya untuk kapal dengan $C_B > 0.68$

$$C_B = 0.469 \quad \text{Tidak Dikoreksi}$$

2. Depth (D)

$$L/15 = 3.661$$

$$D = 4.5 \text{ m}$$

jika, $D < L/15$; tidak ada koreksi

jika, $D > L/15$; lambung timbul standar ditambah dengan $(D - (L/15))R \text{ cm}$

dimana $R = (L/0.48)$

$$D > L/15 \quad \text{maka,} \quad R = 114.4$$

$$\text{Koreksi} = 96.004 \text{ mm} = 0.096 \text{ m}$$

$$Fb_3 = 0.598 \text{ m}$$

3. Koreksi lambung timbul untuk kapal dibawah 100 meter

(ICLL Chapter 3, Reg. 29, Correction to the Freeboard for Ships under 100 metres (328 feet) in length)

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

$$= 38.30 \text{ mm} \quad E = 13 \text{ m} \quad (\text{L efektif Bangunan Atas})$$

$$= 0.38 \text{ m}$$

Sehingga, koreksi pengurangan lambung timbul akibat bangunan $a = 0.383 \text{ m}$

Total Lambung Timbul

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

$$= 0.215 \text{ m}$$

Batasan

Lambung Timbul Sebenarnya

$$F_b = H - T$$

$$= 2.7 \text{ m}$$

Lambung Timbul Sebenarnya harus lebih besar dari Lambung Timbul Disyaratkan

Kondisi = Diterima

Lambung Timbul	Nilai	Satuan
Lambung Timbul yang Syaratkan	0.215	m
Lambung Timbul Sebenarnya	2.7	m
Kondisi	Diterima	

TABLE B
Freeboard Table for Type 'B' Ships

Length of ship (metres)	Freeboard (milli-metres)	Length of ship (metres)	Freeboard (milli-metres)	Length of ship (metres)	Freeboard (milli-metres)
24	200	51	455	78	850
25	208	52	467	79	868
26	217	53	478	80	887
27	225	54	490	81	905
28	233	55	503	82	923
29	242	56	516	83	942
30	250	57	530	84	960
31	258	58	544	85	978
32	267	59	559	86	996
33	275	60	573	87	1015
34	283	61	587	88	1034
35	292	62	601	89	1054
36	300	63	615	90	1075
37	308	64	629	91	1096
38	316	65	644	92	1116
39	325	66	659	93	1135
40	334	67	674	94	1154
41	344	68	689	95	1172
42	354	69	705	96	1190
43	364	70	721	97	1209
44	374	71	738	98	1229
45	385	72	754	99	1250
46	396	73	769	100	1271

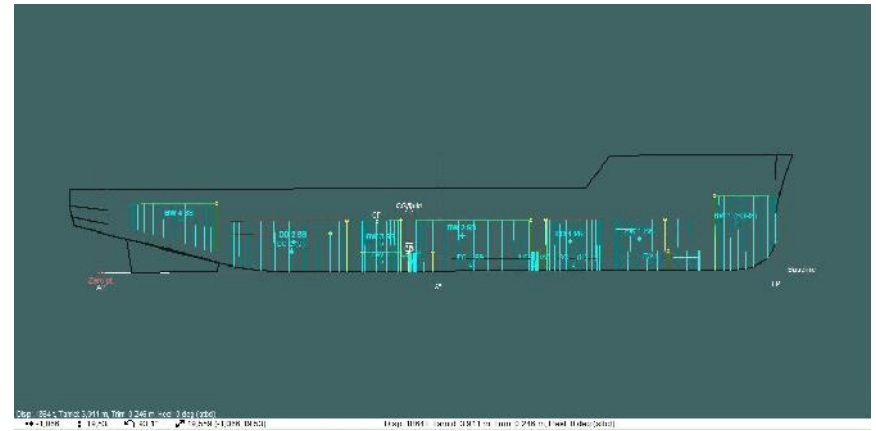
REKAP TRIM

BATASAN TRIM $\pm 0.5\% \cdot L_{pp} = 0.2904 \text{ m}$

No.	Loadcase	Nilai (m)	Batasan (m)	Trim	Status
1	Loadcase I (100%)	-0.276	0.2904	Trim Haluan	ACCEPT
2	Loadcase II (60%)	0.246	0.2904	Trim Buritan	ACCEPT
3	Loadcase III (30%)	0.276	0.2904	Trim Buritan	ACCEPT

STABILITAS

No.	Loadcase	e_{30° m.deg	e_{40° m.deg	e_{30-40° m.deg	h_{30° m.deg	θ_{max} deg	GM_0 m
1	Loadcase I (100%)	21.5973	40.6355	19.0382	2.374	130.9	2.287
2	Loadcase II (60%)	21.3463	40.3519	19.0056	2.38	130	2.286
3	Loadcase III (30%)	21.2076	40.1893	18.9817	2.364	130	2.29
Batasan		≥ 3.1513	≥ 5.1566	≥ 1.7189	≥ 0.2	≥ 25	≥ 0.15
Status		ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT



Keterangan:

- e_{30° adalah luas bidang dibawah kurva lengan statis (GZ) sampai 30° sudut oleng,
- e_{40° adalah luas bidang dibawah kurva lengan statis (GZ) sampai 40° sudut
- e_{30-40° adalah luasan bidang yang terletak di bawah lengkung lengan statis (GZ) diantara sudut oleng 30° dan 40°
- h_{30° adalah lengan statis (GZ) pada sudut oleng $> 30^\circ$.
- θ_{max} adalah sudut dimana lengan stabilitas statis (GZ) maksimum terjadi.
- GM_0 adalah tinggi metacentre (MG) pada sudut oleng 0° .

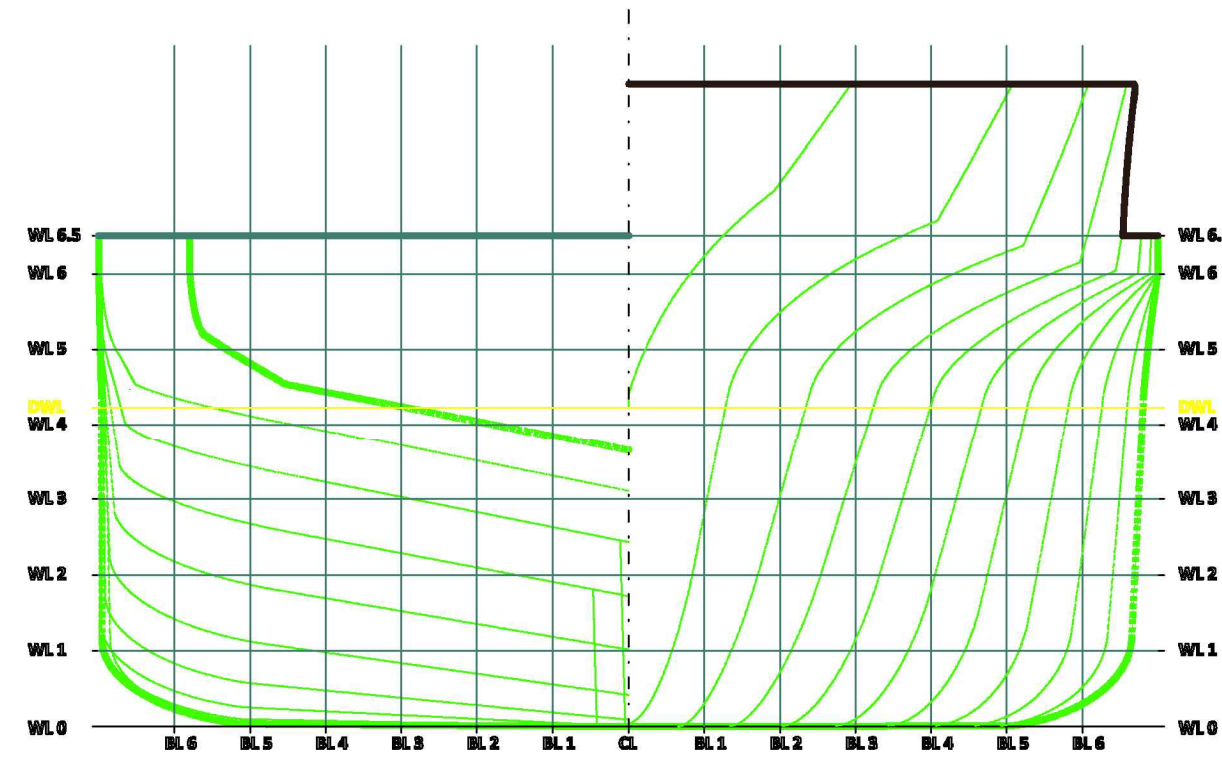
Lloyd's Register Rulefinder 2014 – Version 9.21
 2008 IS Code – International Code on Intact Stability, 2008 Resolution MSC.267(85) Resolution MSC.319(89) - Part A – Mandatory Criteria - Chapter 2 – General Criteria - 2.2 Criteria regarding righting lever curve properties

2.2 Criteria regarding righting lever curve properties

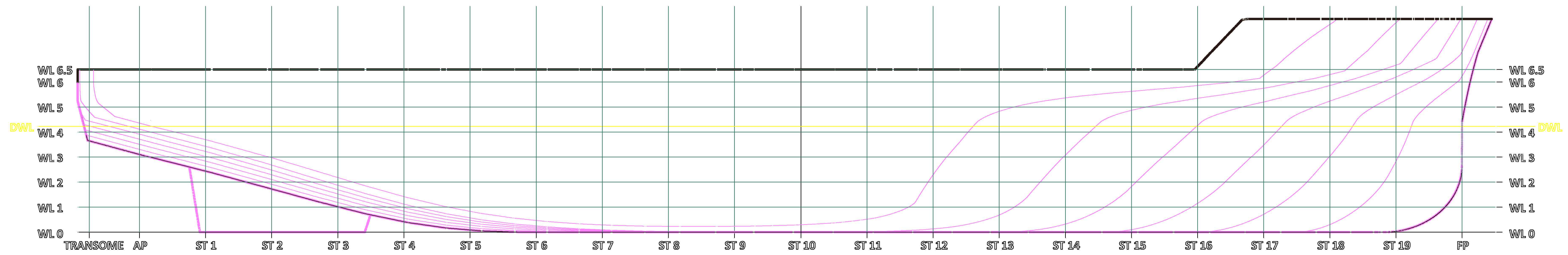
- 2.2.1. The area under the righting lever curve (GZ curve) shall not be less than 0.055 metre-radians up to $\varphi = 30^\circ$ angle of heel and not less than 0.09 metre-radians up to $\varphi = 40^\circ$ or the angle of down-flooding φ_f [see footnote](#) if this angle is less than 40° . Additionally, the area under the righting lever curve (GZ curve) between the angles of heel of 30° and 40° or between 30° and φ_f , if this angle is less than 40° , shall not be less than 0.03 metre-radians.
- 2.2.2. The righting lever GZ shall be at least 0.2 m at an angle of heel equal to or greater than 30° .
- 2.2.3. The maximum righting lever shall occur at an angle of heel not less than 25° . If this is not practicable, alternative criteria, based on an equivalent level of safety [see footnote](#), may be applied subject to the approval of the Administration.
- 2.2.4. The initial metacentric height GM_0 shall not be less than 0.15 m.

LAMPIRAN B
RENCANA GARIS

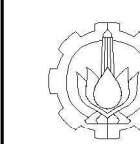
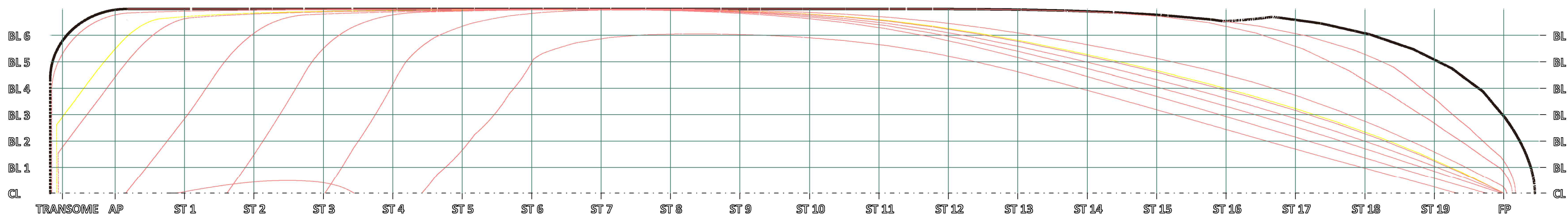
BODY PLAN



SHEER PLAN



HALF BREATH PLAN



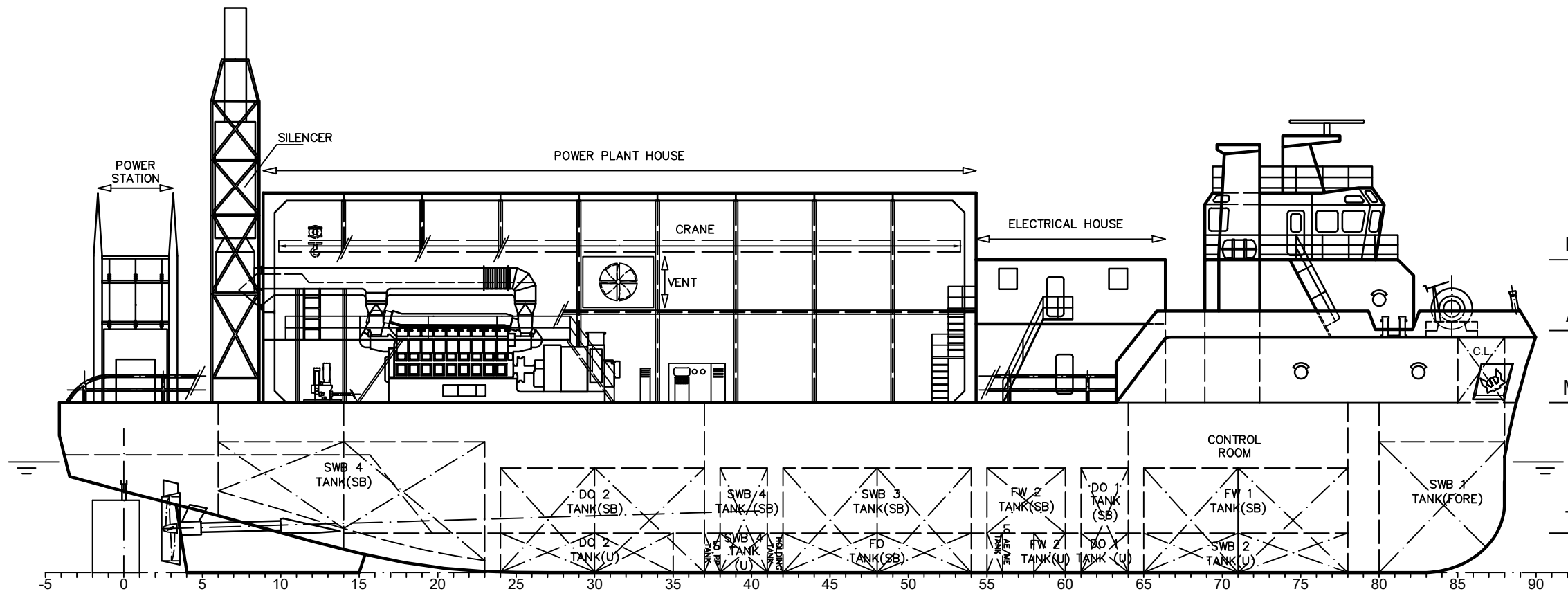
DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY

M.V. TERANG TERUS

LINES PLAN

SCALE	SIGN	DATE	REMARK
1 : 250			
DRAWN : JESSICA STACEY			NRP :
CHECKED : Ir. WASIS DWI ARYAWAN M.Sc., Ph.D			04111440000071
APPROVED : Ir. WASIS DWI ARYAWAN M.Sc., Ph.D			

LAMPIRAN C
RENCANA UMUM

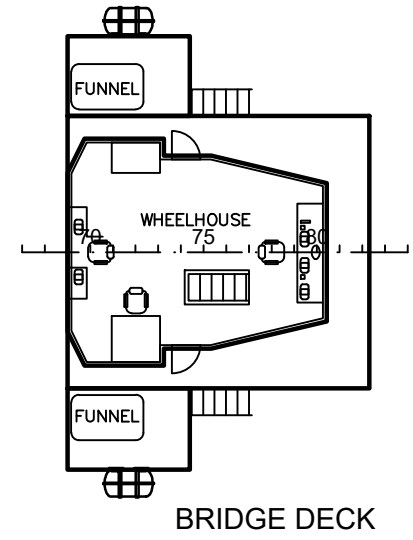


PRINCIPAL DIMENSION	
M.V. TERANG TERUS	
Length Overall	: 56.5 m
Length Between Prependicular	: 52.8 m
Breadth Overall	: 14 m
Depth	: 6.50 m
Draught	: 4.22 m
Service Speed	: 12 knots
Crew	: 23 Men

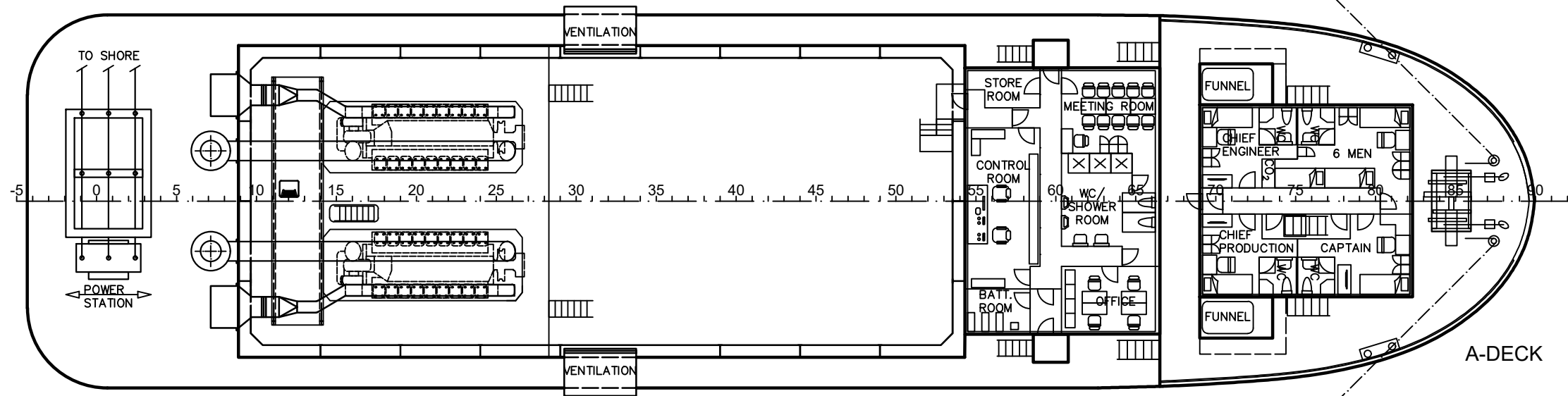
BRIDGE
 A-DECK
 MAIN DECK
 TANK TOP

-5 0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90

PROFILE



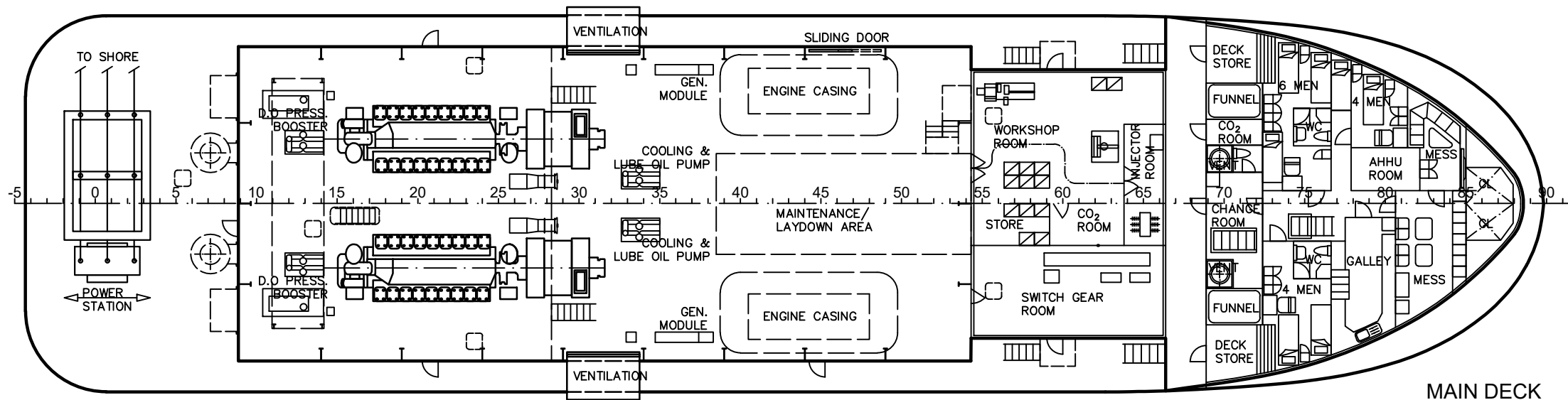
BRIDGE DECK



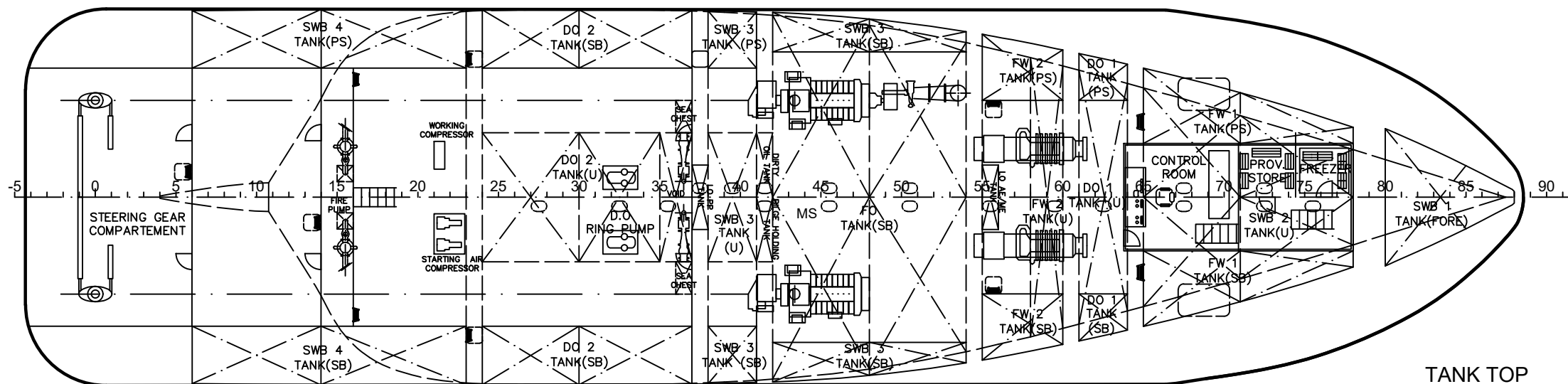
A-DECK

← MAINTENANCE DECK → ← CONTROL DECK → ← FORECASTLE DECK →

DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY			
M.V. TERANG TERUS			
GENERAL ARRANGEMENT			
SCALE : 1 : 200	SIGN	DATE	REMARK
DRAWN : JESSICA STACEY			NRP :
CHECKED : Ir. WASIS DWI ARYAWAN M.Sc., Ph.D			0411144000071
APPROVED : Ir. WASIS DWI ARYAWAN M.Sc., Ph.D			



MAIN DECK



TANK TOP

PRINCIPAL DIMENSION	
M.V. TERANG TERUS	
Length Overall	: 56.5 m
Length Between Perpendicular	: 52.8 m
Breadth Overall	: 14 m
Depth	: 6.50 m
Draught	: 4.22 m
Service Speed	: 12 knots
Crew	: 23 Men

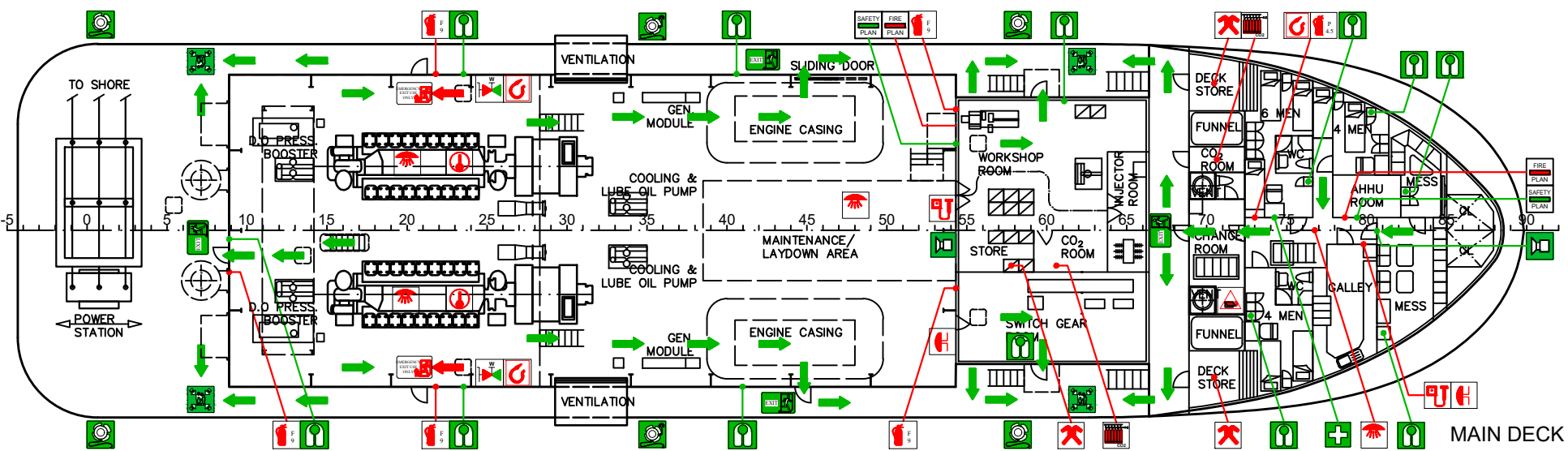
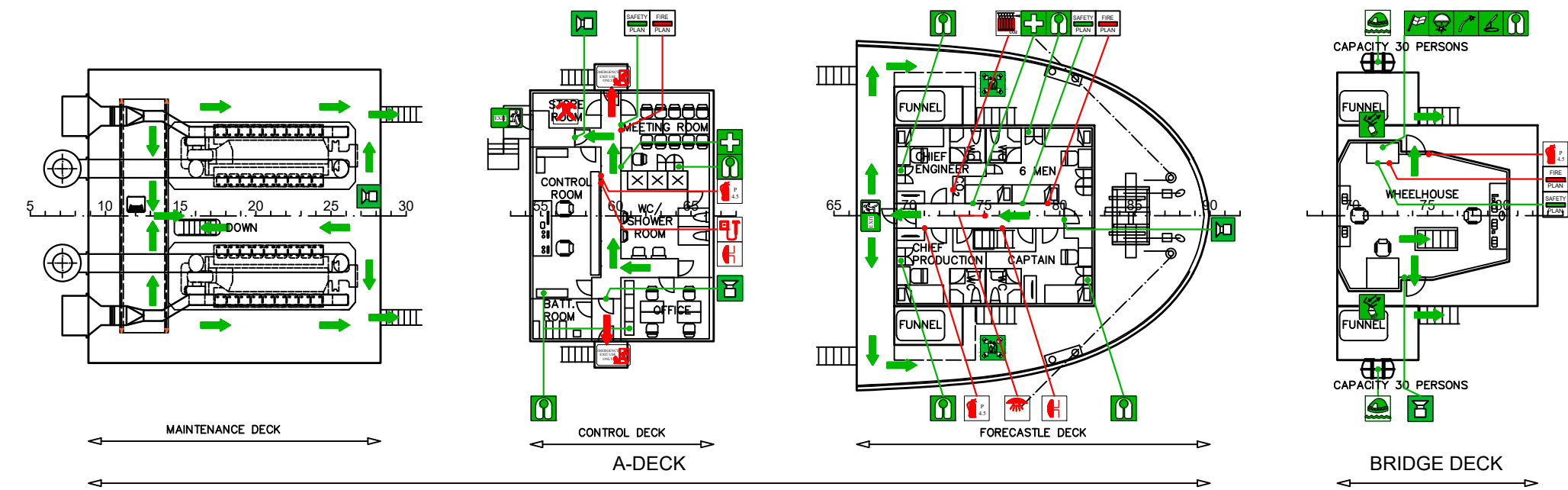
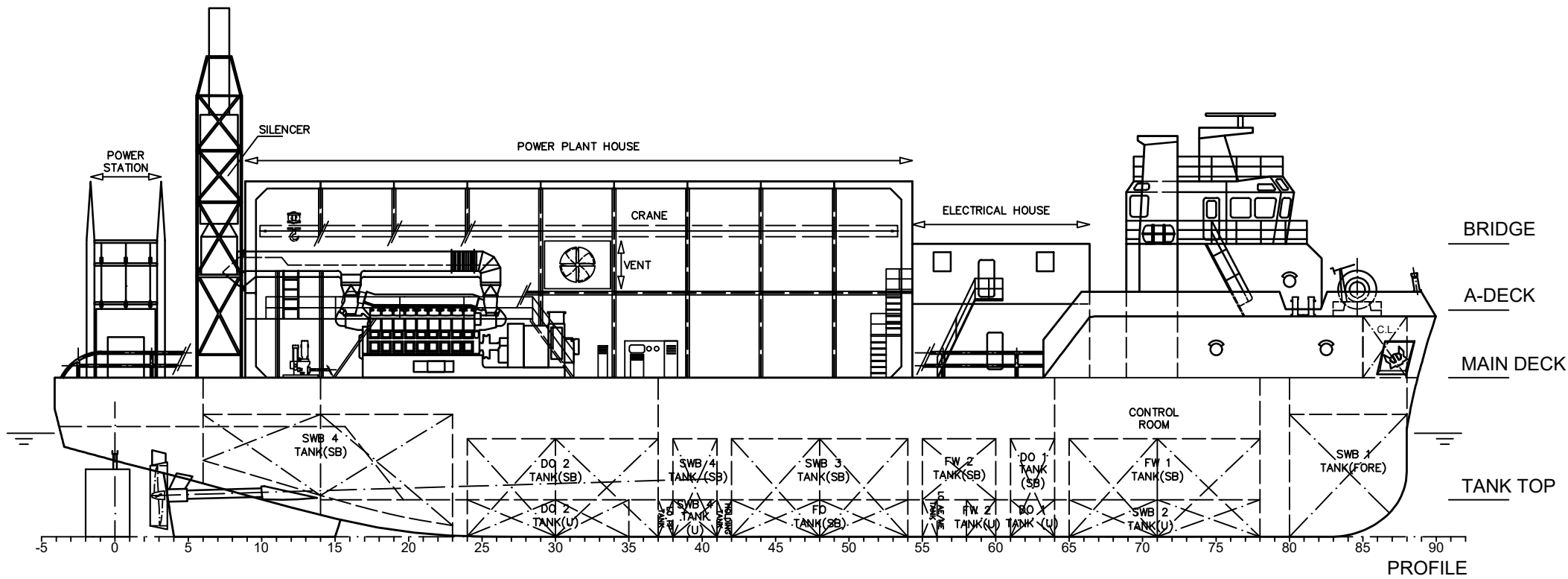
DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE
 FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY

M.V. TERANG TERUS

GENERAL ARRANGEMENT

SCALE	SIGN	DATE	REMARK
: 1 : 250			
DRAWN : JESSICA STACEY			NRP :
CHECKED : Ir. WASIS DWI ARYAWAN M.Sc., Ph.D			0411144000071
APPROVED : Ir. WASIS DWI ARYAWAN M.Sc., Ph.D			

LAMPIRAN D
SAFETY PLAN



SYMBOL	NO	DESCRIPTION	QTY
[Symbol]	①	MANUAL CALL POINT TITIK PANGGIL MANUAL	7
[Symbol]	②	BELL FIRE ALARM ALARM KEBAKARAN	6
[Symbol]	③	OPTICAL SMOKE DETECTOR DETEKTOR ASAP	12
[Symbol]	④	OPTICAL HEAT DETECTOR DETEKTOR PANAS KEDAP	4
[Symbol]	⑤	SPACE PROTECTED BY CO2 RUANG YANG DILINDUNGI OLEH CO2	9
[Symbol]	⑥	HOSE BOX WITH SPRAY/NOZZLE (15m length) KOTAK SELANG PEMADAM KEBAKARAN (panjang 15 meter)	4
[Symbol]	⑦	FIRE HYDRANT SALURAN PEMADAM KEBAKARAN	4
[Symbol]	⑧	FIRE DETECTION ALARM SYSTEM SISTEM PENDETEKSI ALARM KEBAKARAN	1
[Symbol]	⑨	PORTABLE FIRE EXTINGUISHER POWDER 4.5 KG PEMADAM API JUNJING SERBUK 4.5 KG	10
[Symbol]	⑩	CO2 BOTTLES 77.4 KG BOTOL CO2 77.4 KG	1
[Symbol]	⑪	FIRE PUMP POMPA PEMADAM KEBAKARAN	2
[Symbol]	⑫	PORTABLE FIRE EXTINGUISHER POWDER 9 KG PEMADAM API JUNJING POWDER 9 KG	7
[Symbol]	⑬	REMOTE VENTILATION DAMPER KENDALI PENUTUP DARURAT VENTILASI	2
[Symbol]	⑭	FIREMAN'S OUTFIT PAKAIAN PEMADAM KEBAKARAN	4
[Symbol]	⑮	EPIRB PEMANCAR RADIO PENANDA POSISI KEADAAN DARURAT	1
[Symbol]	⑯	LIFE JACKET JAKET KESELAMATAN	40
[Symbol]	⑰	LIFE BUOY WITH SELF IGNITION LIGHT PELAMPUNG DENGAN ISYARAT LAMPU	4
[Symbol]	⑱	LIFE BUOY WITH LINE PELAMPUNG DENGAN TALI	4
[Symbol]	⑲	LIFERAFT (CAPACITY 65 PERSONS) RAKIT PENOLONG (KAPASITAS 65 ORANG)	2
[Symbol]	⑳	BENDERA INTERNASIONAL INTERNATIONAL FLAG	1
[Symbol]	㉑	FIRST AID KIT KOTAK OBAT/P3K	1
[Symbol]	㉒	MUSTER STATION TEMPAT BERKUMPUL	6
[Symbol]	㉓	RADAR TRANSPONDER RADAR PEMANCAR/PENERIMA SINYAL DARURAT	1
[Symbol]	㉔	MAIN EXIT PINTU KELUAR UTAMA	6
[Symbol]	㉕	CCTV CAMERA KAMERA PENYADAP	10
[Symbol]	㉖	ROCKET PARACHUTE FLARES ISYARAT PAYUNG TERJUN	12
[Symbol]	㉗	RED HAND FLARE ISYARAT FLARE TANGAN	6
[Symbol]	㉘	LINE THROWING APPARATUS PELONTAR TALI	2
[Symbol]	㉙	SAFETY AND FIRE PLAN RENCANA KESELAMATAN DAN KEBAKARAN	5
[Symbol]	㉚	EMERGENCY ENGINE ROOM EXIT PINTU KELUAR DARURAT KAMAR MESIN	4
[Symbol]	㉛	EMERGENCY EXIT USE ONLY PINTU KELUAR KHUSUS KEADAAN DARURAT	4
[Symbol]		EMERGENCY EXIT PINTU KELUAR DARURAT	
[Symbol]		EXIT LINE/EVACUATION ROUTE JALUR KELUAR/RENCANA KESELAMATAN	

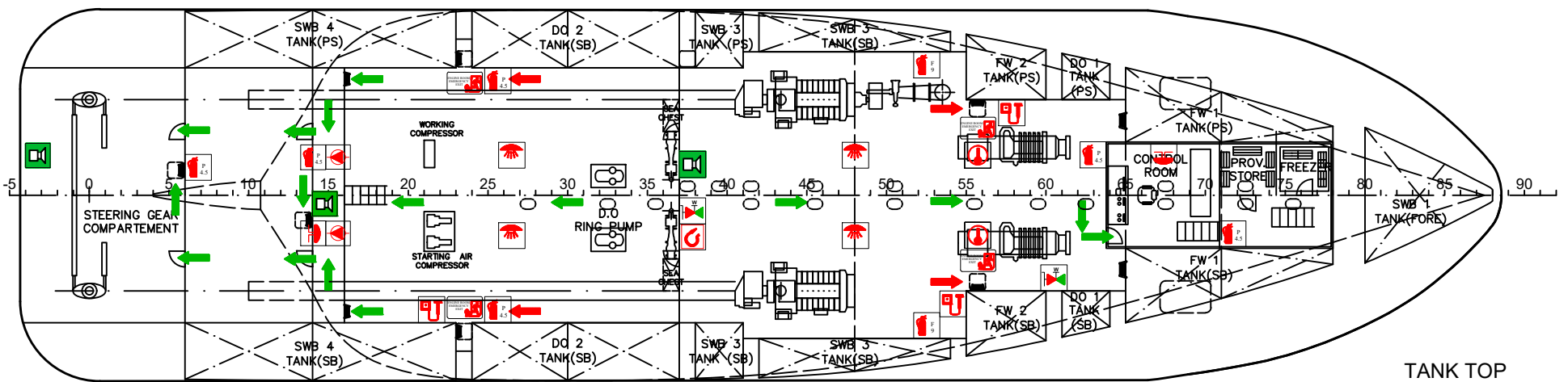
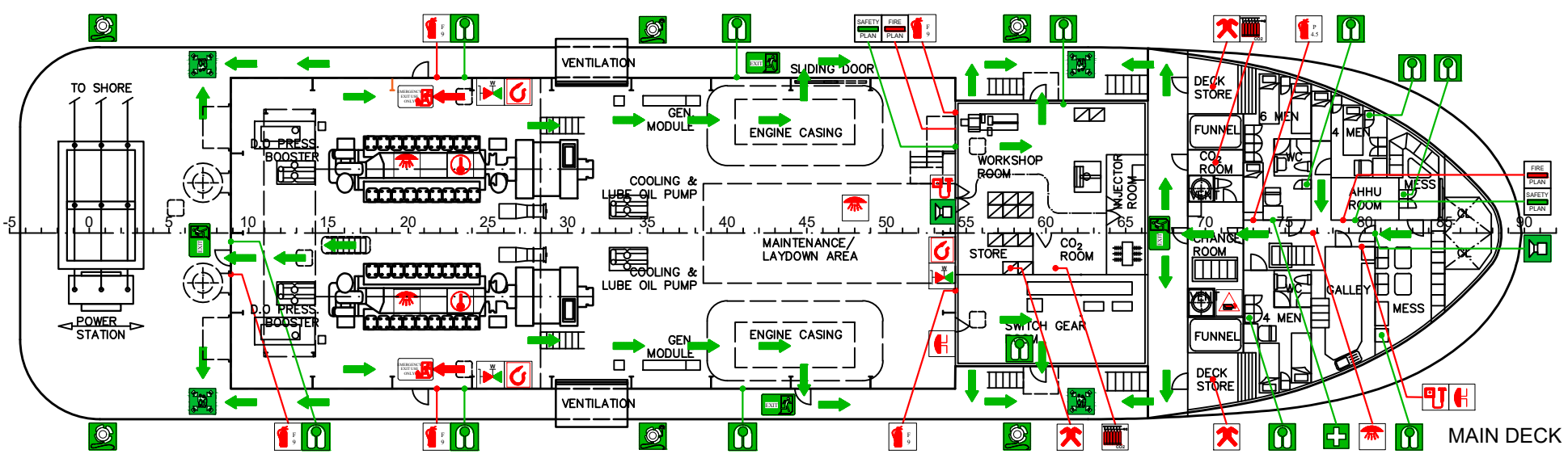
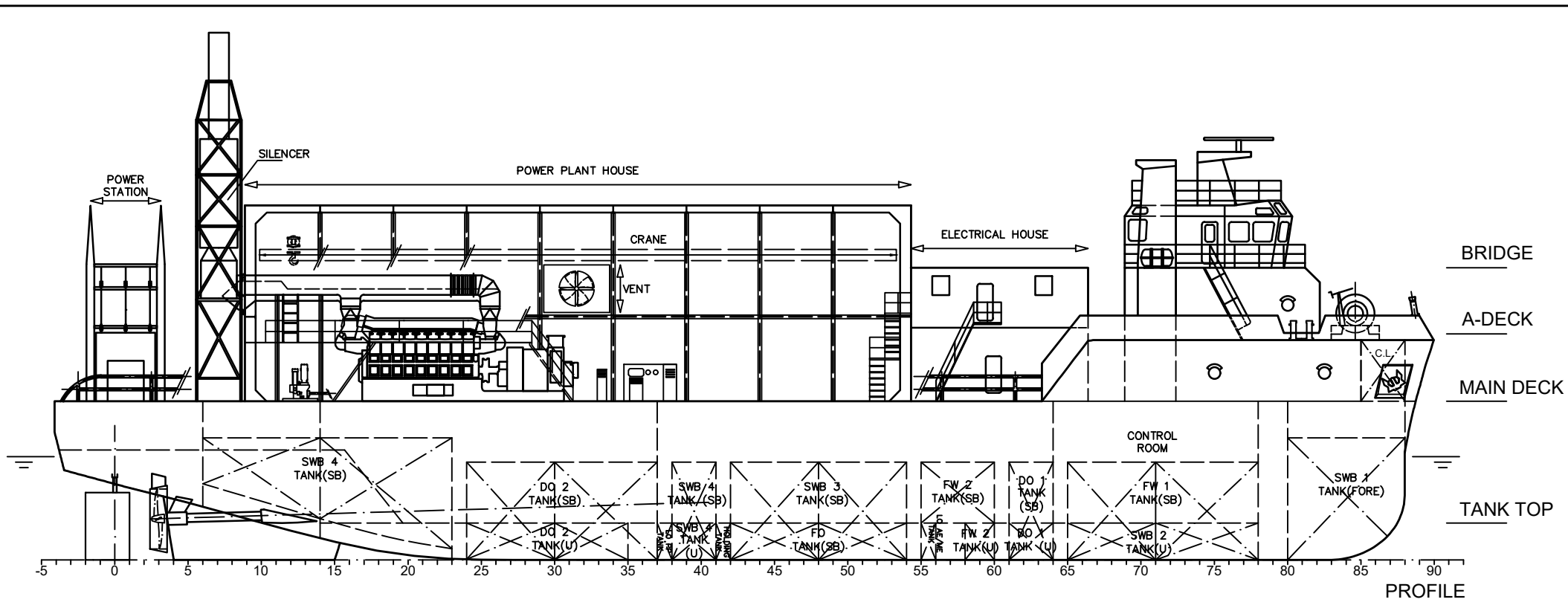
PRINCIPAL DIMENSION	
M.V. TERANG TERUS	
Length Overall	: 56.5 m
Length Between Perpendicular	: 52.8 m
Breadth Overall	: 14 m
Depth	: 6.50 m
Draught	: 4.22 m
Service Speed	: 12 knots
Crew	: 23 Men

DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE
 FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY

M.V. TERANG TERUS

SAFETY AND FIRE PLAN

SCALE	SIGN	DATE	REMARK
: 1:200			
DRAWN : JESSICA STACEY			NRP :
CHECKED : Ir. WASIS DWI ARYAWAN M.Sc., Ph.D			04111440000071
APPROVED : Ir. WASIS DWI ARYAWAN M.Sc., Ph.D			



SYMBOL	NO	DESCRIPTION	QTY
[Symbol]	①	MANUAL CALL POINT TITIK PANGGIL MANUAL	7
[Symbol]	②	BELL FIRE ALARM ALARM KEBAKARAN	6
[Symbol]	③	OPTICAL SMOKE DETECTOR DETEKTOR ASAP	12
[Symbol]	④	OPTICAL HEAT DETECTOR DETEKTOR PANAS KEDAP	4
[Symbol]	⑤	SPACE PROTECTED BY CO2 RUANG YANG DILINDUNGI OLEH CO2	9
[Symbol]	⑥	HOSE BOX WITH SPRAY/NOZZLE (15m length) KOTAK SELANG PEMADAM KEBAKARAN (panjang 15 meter)	4
[Symbol]	⑦	FIRE HYDRANT SALURAN PEMADAM KEBAKARAN	4
[Symbol]	⑧	FIRE DETECTION ALARM SYSTEM SISTEM PENDETEKSI ALARM KEBAKARAN	1
[Symbol]	⑨	PORTABLE FIRE EXTINGUISHER POWDER 4.5 KG PEMADAM API JUNJING SERBUK 4.5 KG	10
[Symbol]	⑩	CO2 BOTTLES 77.4 KG BOTOL CO2 77.4 KG	1
[Symbol]	⑪	FIRE PUMP POMPA PEMADAM KEBAKARAN	2
[Symbol]	⑫	PORTABLE FIRE EXTINGUISHER POWDER 9 KG PEMADAM API JUNJING POWDER 9 KG	7
[Symbol]	⑬	REMOTE VENTILATION DAMPER KENDALI PENUTUP DARURAT VENTILASI	2
[Symbol]	⑭	FIREMAN'S OUTFIT PAKAIAN PEMADAM KEBAKARAN	4
[Symbol]	⑮	EPIRB PEMANCAR RADIO PENANDA POSISI KEADAAN DARURAT	1
[Symbol]	⑯	LIFE JACKET JAKET KESELAMATAN	40
[Symbol]	⑰	LIFE BUOY WITH SELF IGNITION LIGHT PELAMPUNG DENGAN ISYARAT LAMPU	4
[Symbol]	⑱	LIFE BUOY WITH LINE PELAMPUNG DENGAN TALI	4
[Symbol]	⑲	LIFERAFT (CAPACITY 30 PERSONS) RAKIT PENOLONG (KAPASITAS 30 ORANG)	2
[Symbol]	⑳	BENDERA INTERNASIONAL INTERNATIONAL FLAG	1
[Symbol]	㉑	FIRST AID KIT KOTAK OBAT/P3K	1
[Symbol]	㉒	MUSTER STATION TEMPAT BERTUMPUL	6
[Symbol]	㉓	RADAR TRANSPONDER RADAR PEMANCAR/PENERIMA SINYAL DARURAT	1
[Symbol]	㉔	MAIN EXIT PINTU KELUAR UTAMA	6
[Symbol]	㉕	CCTV CAMERA KAMERA PENYADAP	10
[Symbol]	㉖	ROCKET PARACHUTE FLARES ISYARAT PAYUNG TERJUN	12
[Symbol]	㉗	RED HAND FLARE ISYARAT FLARE TANGAN	6
[Symbol]	㉘	LINE THROWING APPARATUS PELONTAR TALI	2
[Symbol]	㉙	SAFETY AND FIRE PLAN RENCANA KESELAMATAN DAN KEBAKARAN	5
[Symbol]	㉚	EMERGENCY ENGINE ROOM EXIT PINTU KELUAR DARURAT KAMAR MESIN	4
[Symbol]	㉛	EMERGENCY EXIT USE ONLY PINTU KELUAR KHUSUS KEADAAN DARURAT	4

EMERGENCY EXIT
PINTU KELUAR DARURAT
 EXIT LINE/EVACUATION ROUTE
JALUR KELUAR/RENCANA KESELAMATAN

PRINCIPAL DIMENSION	
M.V. TERANG TERUS	
Length Overall	: 56.5 m
Length Between Perpendicular	: 52.8 m
Breadth Overall	: 14 m
Depth	: 6.50 m
Draught	: 4.22 m
Service Speed	: 12 knots
Crew	: 23 Men

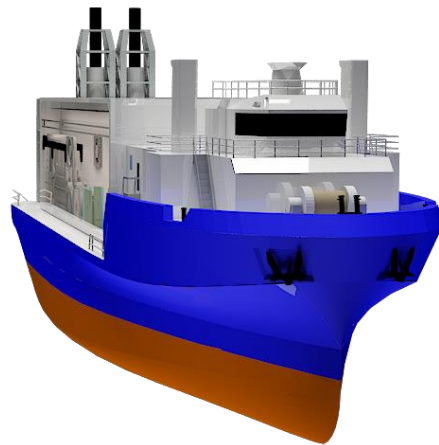
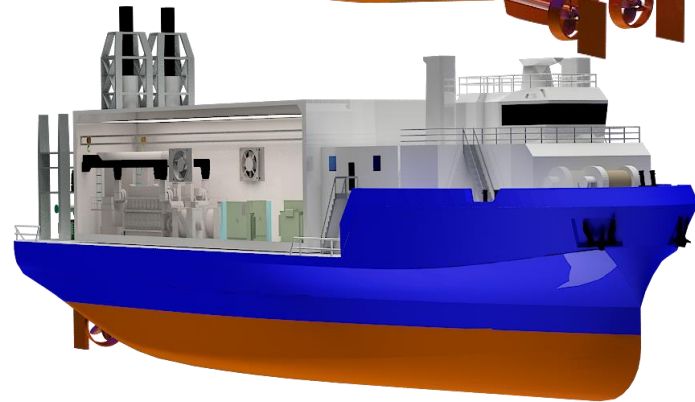
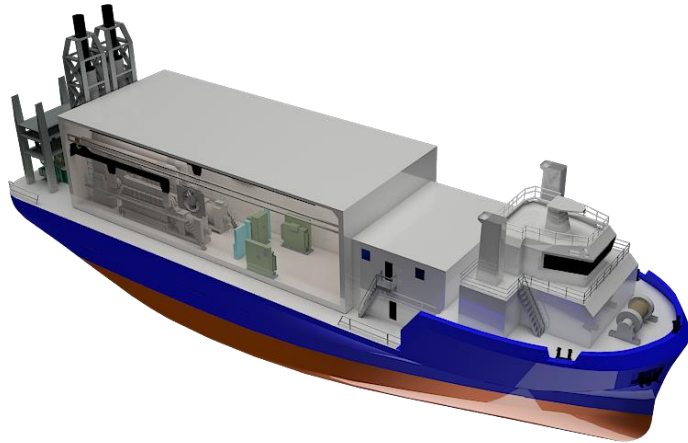
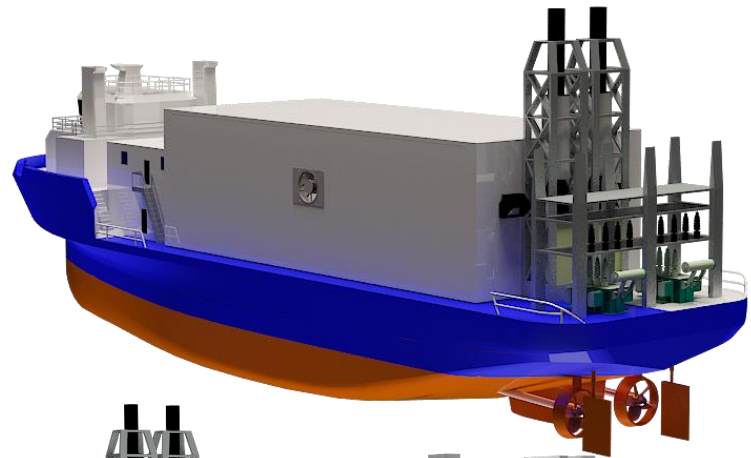
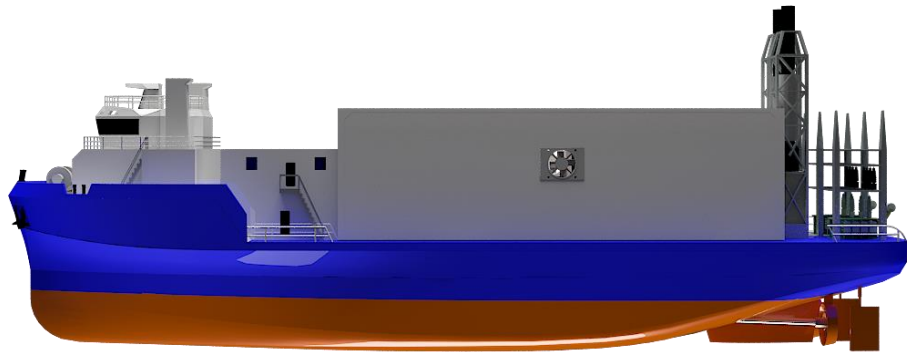
DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE
 FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY

M.V. TERANG TERUS

SAFETY AND FIRE PLAN

SCALE	SIGN	DATE	REMARK
: 1:200			
DRAWN : JESSICA STACEY			NRP :
CHECKED : W. WASIS DWI ARYAWAN M.Sc., Ph.D.			04111440000071
APPROVED : W. WASIS DWI ARYAWAN M.Sc., Ph.D.			

LAMPIRAN E
DESAIN 3 DIMENSI



BIODATA PENULIS



Jessica Stacey Dhaniswara, itulah nama lengkap penulis. Dilahirkan di Malang pada 22 Juni 1996 silam, Penulis merupakan anak kedua dalam keluarga. Penulis menempuh pendidikan formal tingkat dasar pada TKK Santa Maria II Malang, kemudian melanjutkan ke SDK Santa Maria II Malang, SMPK Santa Maria II Malang dan SMAK Santo Albertus Malang. Setelah lulus SMA, Penulis diterima di Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS pada tahun 2014 melalui jalur SBMPTN.

Di Departemen Teknik Perkapalan Penulis mengambil Bidang Studi Industri Perkapalan. Selama masa studi di ITS, selain kuliah Penulis juga pernah menjadi sekretaris Departemen Kemahasiswaan Himatekpal ITS 2015/2016, *staff* Departemen PSDM KMK ITS 2015/2016, sekretaris 1 KMK ITS 2016/2017, serta Kepala Divisi Departemen Kemahasiswaan Himatekpal ITS 2016/2017.

Penulis tercatat pernah menjadi *grader* untuk mata kuliah Teknologi Las.

Email: jessicastaceydhaniswara@gmail.com