



TUGAS AKHIR - MN 141581

**KONSEP DESAIN *UNLIMITED POWER CRUISE*
DENGAN MEMANFAATKAN ENERGI OMBAK DAN
CAHAYA MATAHARI UNTUK WISATA BAHARI PADA
DAERAH *CORAL REEF TRIANGLE* (WAKATOBI -
RAJA AMPAT)**

**Suto Guswanda
NRP 4112100016**

**Dosen Pembimbing
Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.**

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



TUGAS AKHIR - MN 141581

**KONSEP DESAIN *UNLIMITED POWER CRUISE* DENGAN
MEMANFAATKAN ENERGI OMBAK DAN CAHAYA
MATAHARI UNTUK WISATA BAHARI PADA DAERAH
CORAL REEF TRIANGLE (WAKATOBI - RAJA AMPAT)**

**Suto Guswanda
NRP 4112100016**

**Dosen Pembimbing
Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.**

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



FINAL PROJECT - MN 141581

**CONCEPT DESIGN OF UNLIMITED POWER CRUISE USING
WAVE KINETIC POWER AND SOLAR CELL FOR MARINE
TOURISM IN THE CORAL REEF TRIANGLE (WAKATOBI -
RAJA AMPAT)**

**Suto Guswanda
NRP 4112100016**

**Supervisor
Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.**

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

LEMBAR PENGESAHAN

KONSEP DESAIN *UNLIMITED POWER CRUISE* DENGAN MEMANFAATKAN ENERGI OMBAK DAN CAHAYA MATAHARI UNTUK WISATA BAHARI PADA DAERAH *CORAL REEF TRIANGLE* (WAKATOBI – RAJA AMPAT)

TUGAS AKHIR

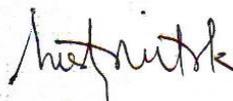
Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Keahlian Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

SUTO GUSWANDA
NRP 4112100016

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing



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

Mengetahui,
Kepala Departemen Teknik Perkapalan



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

SURABAYA, 18 JULI 2017

LEMBAR REVISI

KONSEP DESAIN *UNLIMITED POWER CRUISE* DENGAN MEMANFAATKAN ENERGI OMBAK DAN CAHAYA MATAHARI UNTUK WISATA BAHARI PADA DAERAH *CORAL REEF TRIANGLE* (WAKATOBI – RAJA AMPAT)

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir
Tanggal 5 Juli 2017

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

Oleh:

SUTO GUSWANDA
NRP 4112100016

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

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



.....

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



.....

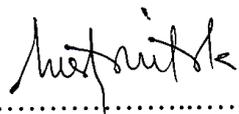
3. Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.



.....

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.



.....

SURABAYA, 18 JULI 2017

*Dedicated to My Beloved Parents,
Prof.Dr.Herwandi M.HUM and Gusti Mulia, S.H.
And for My beloved Sister Aurora Alifa*

For their Endless love , suport and encouragement.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunianya Tugas Akhir “**Konsep Desain *Unlimited Power Cruise* dengan Memanfaatkan Energi Ombak dan Cahaya Matahari untuk Wisata Bahari pada Daerah *Coral Reef Triangle* (Wakatobi – Raja Ampat)**” dapat diselesaikan dengan baik.

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

1. Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan dan motivasinya selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini;
2. Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D selaku Kepala Departemen Teknik Perkapalan ITS;
3. Aries Sulisetyono, ST, MA.Sc, Ph.D selaku Dosen Wali;
4. Hasanudin, S.T.,M.T. selaku Kepala Laboratorium Desain Kapal Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS atas bantuannya selama pengerjaan Tugas Akhir ini dan atas ijin pemakaian fasilitas laboratorium;
5. Dedi Budi Purwanto, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan sarannya untuk perbaikan Laporan Tugas Akhir ini;
6. Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan sarannya untuk perbaikan Laporan Tugas Akhir ini;
7. Danu Utama, S.T., M.T. selaku yang telah memberikan kritik dan sarannya untuk perbaikan Laporan Tugas Akhir ini;
8. *Lloyd's Register of Shipping* yang telah memberikan perangkat lunak *Rulefinder 9.21* untuk mempermudah pencarian dan pemakaian *Class rules* dan *statutory regulations*;
9. Keluarga penulis, Prof. Dr. Herwandi, M.HUM. , Gusti Mulia, SH. Aurora Alifa yang telah menjadi motivasi penulis untuk meraih masa depan;
10. Keluarga besar HIMATEKPAL FTK-ITS, yang telah memberikan arti lebih dari sekedar menuntut ilmu selama menjalani perkuliahan
11. Keluarga besar P-52 (FORECASTLE) sebagai saudara seperjuangan
12. Dan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu

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

Surabaya, Juli 2017

Suto Guswanda

**KONSEP DESAIN *UNLIMITED POWER CRUISE* DENGAN
MEMANFAATKAN ENERGI OMBAK DAN CAHAYA MATAHARI
UNTUK WISATA BAHARI PADA DAERAH *CORAL REEF TRIANGLE*
(WAKATOBI – RAJA AMPAT)**

Nama Mahasiswa : Suto Guswanda
NRP : 4112100016
Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.

ABSTRAK

Coral Reef Triangle merupakan tempat dengan keanekaragaman karang tertinggi di dunia. *Coral Reef Triangle* tersebut berada pada daerah Indonesia bagian timur. Keunikan ini merupakan potensi yang sangat besar bagi Indonesia untuk mengembangkan wisata bahari jika ditinjau dari jumlah spot terumbu karang di Indonesia. Dalam hal ini, Wakatobi dan Raja Ampat merupakan sektor strategis jika ingin dikembangkan kedalam bentuk pariwisata yang lebih baik. Terlebih lagi Raja Ampat di Papua Barat di nobatkan sebagai destinasi snorkeling terbaik dunia atau World's Best Snorkeling Destination berdasarkan Survei CNN pada Tahun 2015. Adanya pengakuan dan publikasi dari media internasional merupakan capaian yang positif untuk mendorong peningkatan kunjungan wisata ke Raja Ampat. Maka penulis melakukan penelitian mengenai konsep desain *unlimited power cruise* dengan memanfaatkan energi ombak dan cahaya matahari untuk wisata bahari pada daerah *Coral Reef Triangle* (Wakatobi-Raja Ampat). Desain *unlimited power cruise* ini akan mengacu kepada jumlah wisatawan yang dapat diangkut oleh *unlimited power cruise* ini. Dari prosesnya, *unlimited power cruise* ini membawa 108 penumpang dengan ukuran utama $L=107.89$ m , B 19 m , $H = 7$ m , $T=3.5$ m . Biaya pembangunan *unlimited power cruise* ini adalah sebesar Rp216,853,083,091 dengan *payback period* tahun ke 4 atau bulan ke 46 operasional.

Kata kunci: *Coral Reef Triangle*, Raja Ampat, *Unlimited Power Cruise*, Wakatobi

CONCEPT DESIGN OF UNLIMITED POWER CRUISE USING WAVE KINETIC POWER AND SOLAR CELL FOR MARINE TOURISM IN THE CORAL REEF TRIANGLE (WAKATOBI – RAJA AMPAT)

Author : Suto Guswanda
ID No. : 4112100016
Dept. / Faculty : Naval Architecture / Marine Technology
Supervisor : Ir.Hesty Anita Kurniawati, M.Sc..

ABSTRACT

Coral Reef Triangle is a place with the highest coral diversity in the world. Coral Reef Triangle is located in the eastern part of Indonesia. This unique is a huge potential for Indonesia to develop marine tourism if viewed from the number of reef spots in Indonesia. In this case, Wakatobi and Raja Ampat are strategic sectors if they want to be developed into a better form of tourism. Moreover Raja Ampat in West Papua is crowned as the world's best snorkeling destination or World's Best Snorkeling Destination based on CNN Survey in 2015. The recognition and publication of the international media is a positive achievement to encourage increased tourist visits to Raja Ampat. So the authors do research on concept design of unlimited power cruise using wave kinetic power and solar cell for marine tourism in the coral reef triangle (wakatobi – raja ampas). This unlimited power cruise design will refer to the number of tourists that can be transported by this unlimited power cruise. This unlimited power cruise carries 108 passengers with the main size $L = 107.89$ m, $B = 19$ m, $H = 7$ m, $T = 3.5$ m. The cost of construction of unlimited power cruise is Rp216,853,083,091 with payback period of 4th Years or 46th months of operation.

Keywords: Coral Reef Triangle, Raja Ampat, Unlimited Power Cruise, Wakatobi

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
Bab I PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang Masalah.....	1
I.2. Perumusan Masalah.....	3
I.3. Tujuan.....	4
I.4. Batasan Masalah.....	4
I.5. Manfaat.....	4
I.6. Hipotesis.....	4
Bab II STUDI LITERATUR	5
II.1. Dasar Teori.....	5
II.1.1. Metode Desain Spiral	5
II.1.1.1. Siklus Desain Spiral.....	6
II.1.2. Stabilitas	9
II.1.3. Kapal Pesiar.....	13
II.1.4. Wavestar Energy Converter (WEC).....	14
II.1.4.1. Hydraulic Motors and Generators.....	15
II.1.4.2. Pressure Line System.....	16
II.1.4.3. DDC (Discrete Displacement Cylinder).....	17
II.1.4.4. Model	19
II.1.5. Gearbox	20
II.1.6. Forecasting (Peramalan)	23
II.1.6.1. Kualitatif	23
II.1.6.2. Kuantitatif	24
II.2. Tinjauan Pustaka	27
II.2.1. Tinjauan wilayah	27
II.2.2. Perhitungan <i>Freeboard</i>	28
II.2.3. Safety plan	29
II.2.4. Analisis Ekonomis.....	35
Bab III METODOLOGI	37
III.1. Metode Diagram Alir	37
III.2. Tahap pengerjaan	38
III.3. Tahap studi literatur	38
III.4. Tahap Pengumpulan Data	38
III.5. Tahap pengelolaan data.....	39
III.6. Tahap Perencanaan.....	39
III.7. Perhitungan biaya.....	40

III.8.	Kesimpulan dan Saran.....	40
Bab IV	analisis teknis	41
IV.1.	Umum.....	41
IV.2.	Rute Pelayaran.....	41
IV.3.	Penentuan <i>Payload</i>	42
IV.4.	Penentuan Ukuran Utama.....	43
IV.5.	Perhitungan Teknis.....	44
IV.5.1.	Perhitungan Baja Kapal	45
IV.5.2.	Perhitungan berat permesinan.....	45
IV.5.3.	Perhitungan berat peralatan dan perlengkapan kapal.....	46
IV.5.4.	Perhitungan berat kapal.....	46
IV.5.5.	Perhitungan DWT	47
IV.5.6.	Perhitungan LWT.....	47
IV.5.7.	Perhitungan Trim	47
IV.5.8.	Perhitungan Freeboard	48
IV.5.9.	Perhitungan stabilitas	49
IV.6.	Electrical Arrangement	50
IV.6.1.	WEC (<i>Wavestar Energy Converter</i>).....	50
IV.6.2.	<i>Solar Panel Cell</i>	51
IV.6.3.	Baterai	52
IV.6.4.	Gearbox.....	52
IV.6.5.	Mesin penggerak.....	54
IV.6.6.	Electrical Arrangement	55
IV.7.	Pembuatan <i>Lines Plan</i>	56
IV.8.	Pembuatan <i>General Arrangement</i>	57
IV.8.1.	Side elevation.....	58
IV.8.2.	<i>Lower deck</i>	58
IV.8.3.	1st deck	58
IV.8.4.	2nd deck	59
IV.8.5.	3rd deck.....	59
IV.8.6.	4th deck.....	59
IV.8.7.	5th deck.....	60
IV.8.8.	6th deck.....	60
IV.9.	Pembuatan <i>Safety Plan</i>	60
IV.9.1.	<i>Life Saving Appliances</i>	60
IV.9.2.	<i>Fire Control Equipment</i>	65
IV.10.	Pemeriksaan <i>Navigation Bridge Visibility</i> dan Sistem <i>Lashing</i>	67
IV.11.	Permodelan 3 Dimensi	68
Bab V	ANALISIS EKONOMIS.....	71
V.1.	Perhitungan Estimasi Biaya Pembangunan Kapal	71
V.2.	Perhitungan Estimasi <i>Break Even Point</i> (BEP).....	73
V.3.	Penentuan harga tiket	73
V.4.	Estimasi keuntungan bersih.....	73
V.5.	Perhitungan Break Even Point (BEP)	74
Bab VI	KESIMPULAN DAN SARAN.....	77
VI.1.	Kesimpulan.....	77
VI.2.	Saran.....	78
DAFTAR	PUSTAKA.....	79
LAMPIRAN		

LAMPIRAN A HASIL PERHITUNGAN TEKNIS
LAMPIRAN B PENGECEKAN STABILITAS DAN TRIM
LAMPIRAN C LINES PLAN
LAMPIRAN D GENERAL ARRANGEMENT
LAMPIRAN E SAFETY PLAN
LAMPIRAN F ELECTRICAL ARRANGEMENT
LAMPIRAN G 3D
BIODATA PENULIS

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Keanekaragaman Hayati Terumbu Karang	1
Gambar I.2 Area Konservasi Terumbu Karang	2
Gambar I.3 Proyeksi Penerimaan Devisa dari Sektor Sektor Utama	3
Gambar II.1 Desain Spiral	5
Gambar II.2 Sketsa Momen Penegak atau Pengembali	10
Gambar II.3 Kondisi Stabilitas Positif	11
Gambar II.4 Kondisi Stabilitas Netral	12
Gambar II.5 Kondisi Stabilitas Negatif	12
Gambar II.6 Definisi dari <i>Power Take-Off (PTO) System</i>	15
Gambar II.7 Ilustrasi Keseluruhan WEC	17
Gambar II.8 Sistem DDC	18
Gambar II.9 Model Sub-Sistem Wavestar WEC dan Sistem PTO	19
Gambar II.10 Ilustrasi Float pada Wavestar	19
Gambar II.11 Karakteristik Propulsi	20
Gambar II.12 Penggunaan Wartsila 2-Speed	21
Gambar II.13 Perubahan Gearbox	22
Gambar II.14 Macam Macam <i>Warsila 2 Speed Gearbox</i>	23
Gambar II.15 Lokasi Pelabuhan Panggulubello, Wakatobi	27
Gambar II.16 Lokasi Pelabuhan Wasai	28
Gambar II.17 Spesifikasi <i>Lifebouoy</i>	30
Gambar II.18 Spesifikasi <i>Lifejacket</i>	32
Gambar II.19 <i>Liferaft</i>	32
Gambar II.20 Spesifikasi gambar <i>assembly station</i>	33
Gambar III.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir	37
Gambar IV.1 Skema Pelayaran Keseluruhan	41
Gambar IV.2 Skema Pelayaran pada Wakatobi dan Raja Ampat	42
Gambar IV.3 Jadwal Operasi Kapal	43
Gambar IV.4 Seadream Yacht Club	44
Gambar IV.5 Power yang Dibutuhkan untuk Kecepatan 5 Knot	50
Gambar IV.6 Silfab SLG360M	51
Gambar IV.7 <i>Solar Panel Cell</i>	51
Gambar IV.8 Eos Aurora 1000	52
Gambar IV.9 Wartsila 2-Speed Gear	53
Gambar IV.10 Kemungkinan Konfigurasi pada Wartsila 2-Speed Gear	54
Gambar IV.11 Electrical Arrangement	55
Gambar IV.12 Lines Plan	56
Gambar IV.13 <i>General arrangement</i>	57
Gambar IV.14 <i>Side View</i>	58
Gambar IV.15 Lower Deck	58
Gambar IV.16 1st Deck	59
Gambar IV.17 2nd Deck	59
Gambar IV.18 3rd Deck	59
Gambar IV.19 4th Deck	59

Gambar IV.20 5th Deck.....	60
Gambar IV.21 6th Deck.....	60
Gambar IV.22 Pandangan dari Posisi Navigasi ke Arah Depan	67
Gambar IV.23 Permodelan 3D pada <i>Software Maxsurf</i>	68
Gambar IV.24 Permodelan 3D pada <i>Software Sketch Up</i>	68
Gambar IV.25 Permodelan 3D pada <i>Software Lumion</i>	69
Gambar V.1 Grafik BEP.....	75

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Rincian rute perjalanan	28
Tabel II.2 Pengurangan lambung timbul tipe B	29
Tabel IV.1 Jumlah Wisatawan Wakatobi dan Raja Ampat	42
Tabel IV.2 Jumlah Rata Rata Wisatawan Wakatobi dan Raja Ampat	43
Tabel IV.3 Rangkuman Perhitungan Berat Baja Kapal	45
Tabel IV.4 Rangkuman Perhitungan Berat Permesinan	45
Tabel IV.5 Rangkuman Berat Peralatan dan Perlengkapan Kapal	46
Tabel IV.6 Rangkuman berat total kapal	46
Tabel IV.7 Kondisi <i>Trim</i> pada Tiap <i>Loadcase</i>	47
Tabel IV.8 Rekapitulasi Lambung Timbul	48
Tabel IV.9 Stabilitas Kapal	49
Tabel IV.10 Spesifikasi Mesin Wavestar di Denmark	50
Tabel IV.11 Spesifikasi Umum Silfab	51
Tabel IV.12 Peletakan <i>Solar Panel</i>	52
Tabel IV.13 Baterai	52
Tabel IV.14 Spesifikasi Mesin Utama	54
Tabel IV.15 Spesifikasi Genset	55
Tabel IV.16 Spesifikasi Motor Listrik	55
Tabel IV.17 Ketentuan Jumlah <i>Lifebuoy</i>	61
Tabel IV.18 Perencanaan Jumlah Peletakan <i>Lifebuoy</i>	62
Tabel IV.19 Kriteria Ukuran <i>Lifejacket</i>	62
Tabel IV.20 Perencanaan Jumlah dan Peletakan <i>Lifejacket</i>	63
Tabel V.1 Perhitungan Estimasi Pembangunan Kapal	72
Tabel V.2 Total Biaya Operational	73
Tabel V.3 Harga Tiket	73
Tabel V.4 Estimasi Keuntungan	74
Tabel V.5 Perhitungan BEP	74

BAB I PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang Masalah

“PARIWISATA SEBAGAI SEKTOR ANDALAN YANG HARUS DI DUKUNG OLEH SEMUA SEKTOR LAIN TERUTAMA YANG TERIKAT LANGSUNG DENGAN INFRASTRUKTUR DAN TRANSPORTASI”

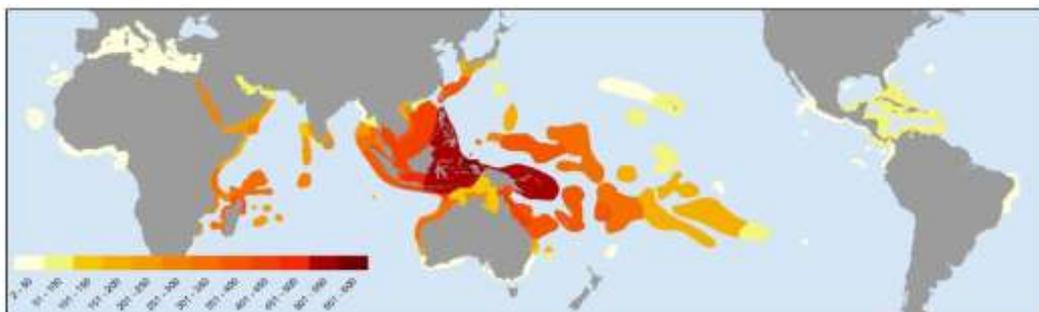
(Presiden Joko Widodo)

Sejak terpilihnya Joko Widodo sebagai Presiden RI ke 7, beberapa prioritas pembangunan era Kabinet Kerja senantiasa digaungkan, salah satunya terkait dengan pariwisata. Meningkatnya pertumbuhan ekonomi, penerimaan devisa dan penyerapan tenaga adalah sederetan tujuan jangka panjang yang ingin dicapai melalui pembangunan pariwisata.

Dan juga berdasarkan visi yang diusung oleh Presiden Republik Indonesia periode 2014-2019 tersebut merumuskan misi yang dikerucutkan kedalam 9 agenda prioritas pemerintah yang disebut NAWACITA. didalamnya, terkandung agenda prioritas pemerintah Republik Indonesia 2015-2019 yang terkait pada pariwisata, adalah agenda prioritas butir keenam yakni:

“MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS RAKYAT DAN DAYA SAING DI PASAR INTERNATIONAL SEHINGGA BANGSA INDONESIA DAPAT MAJU DAN BANGKIT BERSAMA BANGSA-BANGSA ASIA LAINNYA”

(Laporan Akuntabilitas Kinerja Kementerian Pariwisata Tahun 2015)



Gambar I.1 Keanekaragaman Hayati Terumbu Karang

Pada Gambar I.1 menunjukkan lokasi Coral Reef Triangle (segitiga karang) (>500 species di setiap wilayah). Warna menunjukkan total kekayaan spesies per region (Green & Cros, 2008)

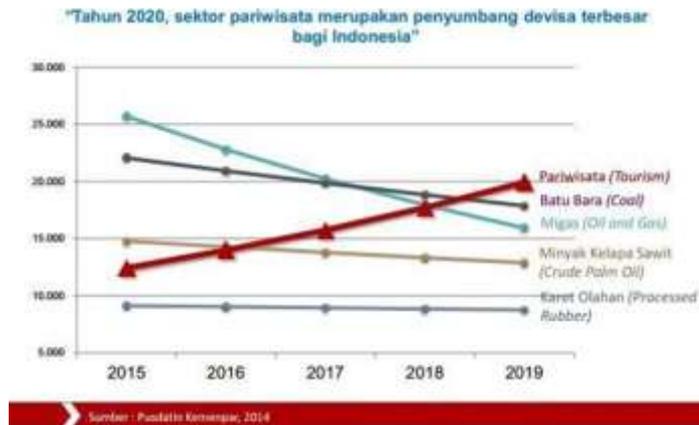
Coral Reef Triangle merupakan tempat dengan keanekaragaman karang tertinggi di dunia. Dapat dilihat pada gambar 1:76% (605 spesies) dari spesies karang dunia (798 Spesies)



Gambar I.2 Area Konservasi Terumbu Karang
(Ecology Global Network, 2017)

Pada Gambar I.2 dapat dilihat bahwa potensi yang sangat besar bagi Indonesia untuk mengembangkan wisata bahari jika ditinjau dari jumlah spot terumbu karang di Indonesia. Dalam hal ini, Wakatobi dan Raja Ampat merupakan sektor strategis jika ingin dikembangkan kedalam bentuk pariwisata yang lebih baik. Terlebih lagi Raja Ampat di Papua Barat di nobatkan sebagai destinasi snorkeling terbaik dunia atau World's Best Snorkeling Destination berdasarkan Survei CNN pada Tahun 2015. Adanya pengakuan dan publikasi dari media internasional merupakan capaian yang positif untuk mendorong peningkatan kunjungan wisata ke Raja Ampat.

Dalam data statistik per Januari s.d. Desember 2015 menunjukkan capaian pembangunan pariwisata Indonesia mampu melampaui target yang telah ditentukan. Hal ini dibuktikan melalui kunjungan wisatawan mancanegara yang meningkat menjadi 10,4 juta orang, dari target 2015 sebesar 10 juta orang. Adapun kunjungan wisatawan mancanegara tersebut berkontribusi terhadap penerimaan devisa sebesar Rp 144 triliun. Peningkatan pencapaian devisa tersebut justru terjadi ketika devisa dari komoditi batu bara dan migas cenderung mengalami penurunan, seperti diproyeksikan melalui Gambar I.3.



Gambar I.3 Proyeksi Penerimaan Devisa dari Sektor Sektor Utama dalam Perekonomian Indonesia

(Pariwisata, Februari 2016)

Untuk menjawab tantangan kedepan berdasarkan Gambar I.3 dan peluang yang sudah di jelaskan pada Gambar I.2 . Maka di butuhkan yang mampu mengakomodir pariwisata yang dapat memanfaatkan keunggulan Indonesia di wilayah *Coral Reef Triangle* tersebut.

I.2. Perumusan Masalah

Sehubungan dengan latar belakang tersebut di atas permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah:

- a. Bagaimana menentukan jumlah penumpang (*passenger*) pada *Unlimited Power Cruise* ini?
- b. Bagaimana menentukan ukuran utama, mendesain *Lines Plan*, dan *general arrangement* yang sesuai dengan kebutuhan wisata bahari pada daerah *Coral Reef Triagle*?
- c. Bagaimana bentuk 3D dari *Unlimited Power Cruise* ini?
- d. Bagaimana *Safety Plan* dari *Unlimited Power Cruise*?
- e. Bagaimana pengaplikasian energi kinetik pada ombak yang di konversikan menjadi energi pada *Unlimited Power Cruise* ini?
- f. Bagaimana analisa keekonomian dari desain *Unlimited Power Cruise* ini?

I.3. Tujuan

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Untuk menentukan jumlah penumpang (*passenger*) pada *Unlimited Power Cruise* ini.
- b. Untuk menentukan ukuran utama, mendesain *Lines Plan*, dan *general arrangement Unlimited Power Ship* yang sesuai dengan kebutuhan wisata bahari pada daerah *Coral Reef Triangle* pada Wakatobi – Raja Ampat
- c. Untuk mendapatkan bentuk 3D dari *Unlimited Power Cruise* ini.
- d. Untuk mendapatkan *Safety Plan* dari *Unlimited Power Cruise* ini.
- e. Untuk mengetahui pengaplikasian energi kinetik pada ombak yang di konversikan menjadi energi pada *Unlimited Power Cruise* ini
- f. Untuk mengetahui analisis keekonomian dari pada *Unlimited Power Cruise* dengan memanfaatkan energi ombak dan cahaya matahari untuk wisata bahari Wakatobi – Raja Ampat

I.4. Batasan Masalah

- a. Lingkup penelitian yang dibahas sampai konsep desain
- b. Tidak sampai membahas perhitungan konstruksi, kekuatan memanjang dan kekuatan melintang
- c. Analisis yang dilakukan meliputi hambatan, stabilitas, titik berat, freeboard, trim, serta desain *Lines Plan*, *3D*, *Safety Plan*, dan rencana umum

I.5. Manfaat

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

- a. Secara akademis, diharapkan hasil pengerjaan dari Tugas Akhir ini dapat membantu menunjang proses belajar mengajar dan turut memajukan mutu pendidikan di Indonesia dan mutu penelitian di Indonesia.
- b. Secara praktek, diharapkan hasil dari Tugas Akhir ini dapat berguna sebagai referensi pengadaan dan desain *Unlimited Power Cruise* dengan memanfaatkan energy kinetic dari ombak dan cahaya matahari.

I.6. Hipotesis

Hipotesis dari tugas akhir ini adalah dapat dibuatnya konsep desain *Unlimited Power Cruise* dengan memanfaatkan energi ombak dan cahaya matahari untuk wisata bahari pada daerah *Coral Reef Triangle* (Wakatobi – Raja Ampat).

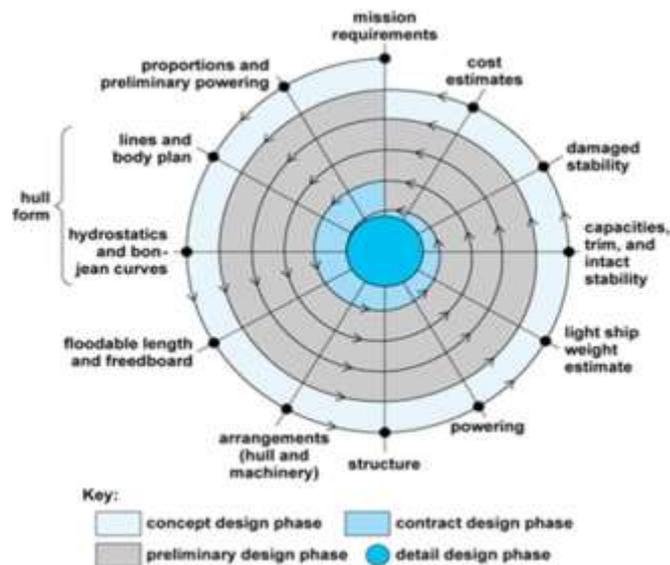
BAB II STUDI LITERATUR

II.1. Dasar Teori

Pada BAB II ini berisikan tentang dasar teori dan tinjauan pustaka dari topik utama dalam pembuatan Tugas Akhir ini. Dasar teori berisi uraian singkat tentang landasan teori yang mempunyai keterkaitan langsung dan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam Tugas Akhir ini.

II.1.1. Metode Desain Spiral

Salah satu definisi dari desain menurut *Collins English Dictionary* (1986), desain sebagai kegiatan untuk menyusun struktur atau bentuk dari sesuatu, dengan membuat sketsa atau rancangan. Kamus ini juga mendefinisikan desain sebagai objek. Dalam pengertian yang lebih sederhana, desain adalah rancangan atau perencanaan atau gambar awal. Namun desain tidak sesederhana itu. Desain adalah proses dengan tingkat kompleksitas yang sangat tinggi yang melibatkan berbagai macam permasalahan dalam menguraikan dan menggabungkan semua atribut atau fitur dari produk secara bersama-sama untuk menghasilkan produk yang dapat diterima (Manfaat, 2013).



Gambar II.1 Desain Spiral

Terdapat banyak metode yang dapat digunakan dalam mendesain sebuah kapal, salah satunya yaitu metode desain spiral. Dalam perencanaannya, selalu ada perubahan

pada tiap proses sehingga harus mengalami penyesuaian pada langkah sebelumnya. Prosedur ini akan berjalan beberapa kali sampai mendapat hasil yang optimal.

II.1.1.1. Siklus Desain Spiral

Dalam siklus desain spiral setiap fase atau siklus dianggap sebagai kenaikan level desain. Siklus-siklus desain tersebut dapat dijelaskan secara bertahap menjadi.

1. *Design Statement*

Design Statement merupakan tahap awal dari proses desain yang digunakan untuk mendefinisikan atau memberi gambaran tentang tujuan/kegunaan dari kapal tersebut, hal ini juga sangat berguna untuk menentukan permintaan dari pemesan (*owner requirement*) dan juga untuk mengarahkan *designer* dalam menemukan pilihan yang rasional antara perbandingan *design* selama proses *design*. *Design statement* terdiri dari beberapa bagian, yaitu:

- ✓ Menentukan tujuan atau misi dari kapal yang akan didesain untuk mendapatkan data-data atau gambaran awal tentang desain kapal. Data-data ini meliputi kondisi perairan, kondisi pelabuhan tempat kapal akan berlabuh dan lain-lain.
- ✓ Ukuran utama yang sesuai dengan kondisi daerah tujuan kapal. Setelah tujuan diketahui dan kondisi lingkungan dari tujuan atau rute kapal yang akan didesain diketahui, maka designer akan menerjemahkan ke dalam bentuk perhitungan maupun dalam bentuk gambar, sehingga akan didapatkan beberapa alternatif ukuran utama yang optimal, kemudian dipilih salah satu.
- ✓ *Permintaan Owner (owner requirement)*
Owner requirement ini biasanya meliputi kecepatan kapal, daya muat kapal yang dapat menghasilkan keuntungan (DWT).

✓ *Batasan design*

Pada proses ini, yang dilakukan adalah menentukan batasan disain yang harus dipenuhi dalam proses disain. Hal-hal yang termasuk dalam batasan disain misalnya adalah pertimbangan kondisi lingkungan rute operasi kapal tersebut, seperti kecepatan angin, panjang gelombang dan ketinggian ombak.

2. *Concept Design*

Concept design adalah tahap pertama dalam proses disain yang menerjemahkan permintaan pemilik kapal kedalam ketentuan-ketentuan dasar dari kapal yang akan direncanakan (Evans, 1959). Dibutuhkan TFS (*Technical Feasibility Study*) sehingga nantinya akan menghasilkan ukuran utama kapal yang direncanakan seperti panjang, lebar, tinggi, sarat dan power, serta karakter-karakter yang lain seperti kecepatan, *deadweight* dan kapasitas serta *lightweight*. Hasil dari *concept design* digunakan untuk mendapatkan perkiraan biaya konstruksi. Langkah-langkah pada *concept design* adalah sebagai berikut:

- a) Klasifikasi biaya untuk pengadaan kapal baru kemudian dibandingkan dengan kapal sejenis yang sudah ada.
- b) Mengidentifikasi semua perbandingan desain utama.
- c) Memilih proses *iterative* yang akan menghasilkan disain yang mungkin.
- d) Membuat ukuran yang sesuai baik secara analisis maupun subyektif untuk desain.
- e) Melakukan proses optimasi ukuran utama kapal, berdasarkan parameterparameter yang ada.
- f) Mengoptimasi detail kapal.

3. *Preliminary Design*

Selanjutnya adalah memeriksa kembali ukuran utama dasar kapal yang dikaitkan dengan performance (Evans, 1959). Pemeriksaan ulang terhadap panjang, lebar, *horse power*, *deadweight* yang diharapkan tidak banyak berubah pada tahap ini. Hal di atas merupakan dasar dalam pengembangan rencana kontrak dan spesifikasi.

Tahap *preliminary design* ditandai dengan beberapa langkah sebagai berikut ini:

- a) Melengkapi bentuk lambung kapal.
- b) Pengecekan terhadap analisa detail struktural kapal.
- c) Penyelesaian bagian interior kapal.
- d) Perhitungan hidrostatis dan stabilitas kapal.
- e) Mengevaluasi kembali perhitungan hambatan, *powering* maupun *performance* kapal.
- f) Perhitungan berat kapal secara detail dalam hubungannya dengan penentuan sarat dan trim kapal.

g) Perhitungan biaya secara menyeluruh dan detail.

4. *Contract Design*

Hasil yang didapatkan adalah dokumen kontrak pembuatan kapal. Langkah-langkahnya meliputi satu, dua atau lebih putaran dari desain spiral (Evans, 1959). Oleh karena itu pada langkah ini mungkin akan terjadi perbaikan hasil-hasil *preliminary design*. Tahap merencanakan/menghitung lebih teliti *hull form* (bentuk badan kapal) dengan memeriksa dan memperbaiki lines plan, tenaga penggerak dengan menggunakan *model test*, *seakeeping* dan *maneuvering* karakteristik, pengaruh jumlah propeller terhadap badan kapal, detail konstruksi, pemakaian jenis material, jarak dan tipe gading. Pada tahap ini dibuat juga estimasi berat dan titik berat yang dihitung berdasarkan posisi dan berat masing-masing dari item konstruksi. Pada tahap ini, rencana umum juga dibuat. Kepastian permesinan, jumlah dan berat bahan bakar, air tawar dan akomodasi ditentukan dan dibuat. Kemudian dibuat spesifikasi rencana standar kualitas dari bagian badan kapal serta peralatan. Juga uraian mengenai metode pengetesan dan percobaan sehingga akan didapatkan kepastian kondisi kapal yang sebaiknya.

5. *Detail Design*

Tahap akhir dari perencanaan kapal adalah pengembangan detail gambar kerja (Evans, 1959). Hasilnya dari langkah ini adalah berisi petunjuk/instruksi mengenai detail instalasi sistem-sistem yang ada di kapal tersebut dan konstruksi kepada tukang (*fitter*), tukang las (*welder*), tukang perlengkapan (*outfitter*), tukang pelat, penjual mesin, tukang pipa dan lain-lain. Langkah ini adalah perubahan dari tugas *engineer* (ahli teknik) menjadi tugas yang harus dikerjakan oleh tukang-tukang tersebut di lapangan. Pengerjaan dilapangan harus sesuai dengan yang telah didesain.

II.1.2. Stabilitas

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

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), sehingga KM dapat dicari dengan rumus $KM = KB + BM$.

- 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 (Wakidjo, 1972). Menurut Rubianto (1996), nilai KB dapat dicari berdasarkan ketentuan:

- Untuk kapal tipe plat *bottom*, $KB = 0,50d$
- Untuk kapal tipe V *bottom*, $KB = 0,67d$
- Untuk kapal tipe U *bottom*, $KB = 0,53d$

- c. BM (Jarak Titik Apung ke Metasentris)

Menurut Usman (1981), BM dinamakan jari-jari metasentris atau metacentris radius karena bila kapal mengoleng dengan sudut-sudut yang kecil, maka lintasan pergerakan titik B merupakan sebagian busur lingkaran dimana M merupakan titik pusatnya dan BM sebagai jari-jarinya. Titik M masih bisa dianggap tetap karena sudut olengnya kecil (100-150).

Lebih lanjut dijelaskan Rubianto (1996):

$BM = b^2/10d$, dimana: $b = \text{lebar kapal (m)}$

$d = \text{draft kapal (m)}$

d. KG (Tinggi Titik Berat dari Lunas)

Nilai KB untuk kapal kosong diperoleh dari percobaan stabilitas (*inclining experiment*), selanjutnya KG dapat dihitung dengan menggunakan dalil momen. Nilai KG dengan dalil momen ini digunakan bila terjadi pemuatan atau pembongkaran di atas kapal dengan mengetahui letak titik berat suatu bobot di atas lunas yang disebut dengan *vertical centre of gravity* (VCG) lalu dikalikan dengan bobot muatan tersebut sehingga diperoleh momen bobot tersebut, selanjutnya jumlah momen-momen seluruh bobot di kapal dibagi dengan jumlah bobot menghasilkan nilai KG pada saat itu.

e. GM (Tinggi Metasentris)

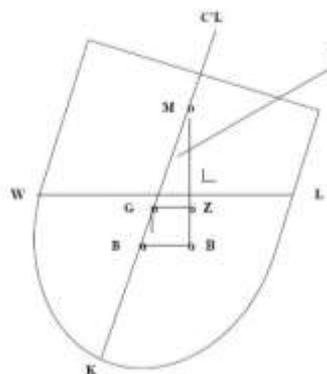
Tinggi metasentris atau *metacentris high* (GM) merupakan jarak tegak antara titik G dan titik M.

$$GM = KM - KG$$

$$GM = (KB + BM) - KG$$

f. Momen Penegak (*Righting Moment*) dan Lengan Penegak (*Righting Arms*)

Momen penegak adalah momen yang akan mengembalikan kapal ke kedudukan tegaknya setelah kapal miring karena gaya-gaya dari luar dan gaya-gaya tersebut tidak bekerja lagi (Rubianto, 1996). Momen penegak atau lengan penegak Pada waktu kapal miring, maka titik B pindah ke B1, sehingga garis gaya berat bekerja ke bawah melalui G dan gaya keatas melalui B1. Titik M merupakan busur dari gaya-gaya tersebut. Seperti pada Gambar II.2 merupakan sketsa momen penegak atau pengembali.



Gambar II.2 Sketsa Momen Penegak atau Pengembali

Sumber: Kharismarsono, 2017

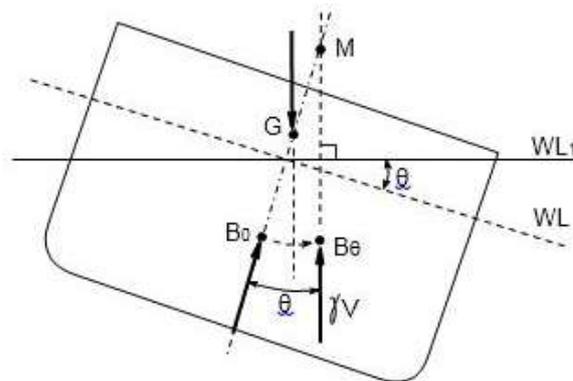
Beberapa hal yang perlu diketahui sebelum melakukan perhitungan stabilitas kapal antara lain adalah

- a. Berat benaman (isi kotor) atau displasemen adalah jumlah ton air yang dipindahkan oleh bagian kapal yang tenggelam dalam air.
- b. Berat kapal kosong (*Light Displacement*) yaitu berat kapal kosong termasuk mesin dan alat-alat yang melekat pada kapal.
- c. *Operating load* (OL) yaitu berat dari sarana dan alat-alat untuk mengoperasikan kapal dimana tanpa alat ini kapal tidak dapat berlayar

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.



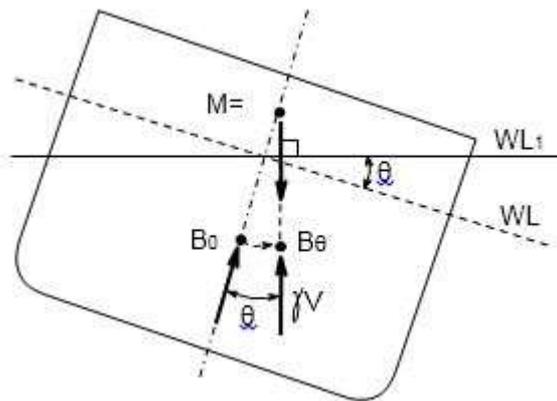
Gambar II.3 Kondisi Stabilitas Positif

Sumber: Kharismarsono, 2017

Pada Gambar II.3 menggambarkan stabilitas positif dimana titik *metacenter* lebih besar kedudukannya daripada titik gravitasi.

- b. Stabilitas Netral (*Neutral Equilibrium*)

Suatu keadaan stabilitas dimana titik G-nya berhimpit dengan titik M. Maka momen penagak 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.



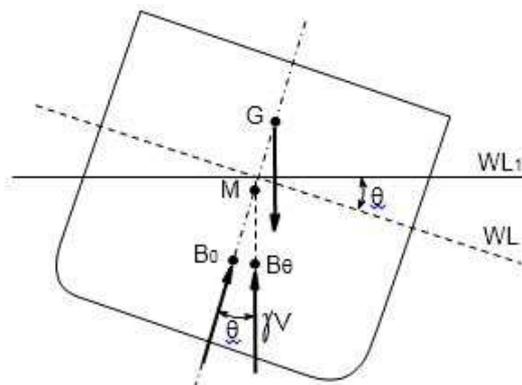
Gambar II.4 Kondisi Stabilitas Netral

Sumber: Kharismarsono, 2017

Pada Gambar II.4 menggambarkan stabilitas netral dimana titik *metacenter* sama kedudukannya dengan titik gravitasi.

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 II.5 Kondisi Stabilitas Negatif

Sumber: Kharismarsono, 2017

Pada Gambar II.5 menggambarkan kondisi stabilitas negatif yang harus dihindari. Pengecekan perhitungan stabilitas menggunakan kriteria berdasarkan *Intact Stability (IS) Code Reg. III/3.1*, yang isinya adalah sebagai berikut:

1. $e_{0.30} \geq 0.055$ m.rad, luas Gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $30^\circ \geq 0.055$ meter rad.
2. $e_{0.40} \geq 0.09$ m.rad, luas Gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $40^\circ \geq 0.09$ meter rad.
3. $e_{30,40} \geq 0.03$ m.rad, luas Gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $30^\circ \sim 40^\circ \geq 0.03$ meter
4. $h_{30} \geq 0.2$ m, lengan penegak GZ paling sedikit 0.2 meter pada sudut oleng 30° atau lebih.
5. h_{\max} pada $\phi_{\max} \geq 25^\circ$, lengan penegak maksimum harus terletak pada sudut oleng lebih dari 25°
6. $GM_0 \geq 0.15$ m, tinggi metasenter awal GM_0 tidak boleh kurang dari 0.15 meter

Sedangkan kriteria stabilitas tambahan untuk kapal penumpang adalah:

1. Sudut oleng akibat penumpang bergerombol di satu sisi kapal tidak boleh melebihi 10° .
2. Sudut oleng akibat kapal berbelok tidak boleh melebihi 10° jika dihitung dengan rumus berikut:

$$M_R = 0.196 \frac{V_0^2}{L} \Delta \left(KG - \frac{d}{2} \right)$$

Dengan

M_R = momen oleng (kN.m)

V_0 = kecepatan dinas (m/s)

L = panjang kapal pada bidang air (m)

Δ = *displacement* (ton)

d = sarat rata-rata (m)

KG = tinggi titik berat di atas bidang dasar (m)

II.1.3. Kapal Pesiar

Kapal pesiar (*cruise ship* atau *cruise liner*) adalah kapal penumpang yang dipakai untuk pelayaran pesiar. Penumpang menaiki kapal pesiar untuk menikmati waktu yang dihabiskan di atas kapal yang dilengkapi fasilitas penginapan dan perlengkapan bagaikan hotel berbintang. Sebagian kapal pesiar memiliki rute pelayaran yang selalu kembali ke

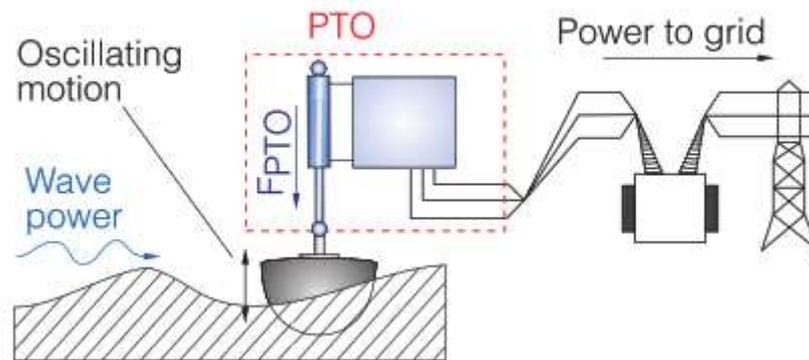
pelabuhan asal keberangkatan. Lama pelayaran pesiar bisa berbeda-beda, mulai dari beberapa hari sampai sekitar tiga bulan.

Hal ini berarti bahwa kapal pesiar harus didesain supaya wisatawan bisa menikmati wisatanya dengan maksimal dengan cara menciptakan suasana dikapal yang menarik dan lengkap dengan fasilitas fasilitas yang menyenangkan. Didalam kapal pesiar biasanya terdapat fasilitas fasilitas yang mewah dan tidak bisa ditemui di kapal kapal lain seperti contohnya kamar hotel, bar, restaurant, cafe, dan fasilitas fasilitas lainnya yang memanjakan wisatawan.

Sama halnya dengan kapal dagang atau niaga lainnya, kapal wisata juga didesain berdasarkan alur pelayarannya, kualitas dan kuantitas penumpangnya. Kapal jenis ini biasanya dikembangkan oleh Negara negara yang memiliki wilayah lautan yang luas, terutama yang memiliki pemandangan alam yang menakjubkan seperti yang ada di perairan Indonesia.

II.1.4. *Wavestar Energy Converter (WEC)*

Konsep penyerap ganda, yang terdiri dari 20 pelampung berbentuk belahan yang terpasang pada satu platform tunggal. Inti dari WEC adalah sistem *Power Take-Off* (PTO), mengubah gerak induksi gelombang pelampung menjadi output daya yang stabil. Sebuah PTO yang didasarkan pada teknologi perpindahan cairan perpindahan diskrit dieksplorasi untuk WEC Wavestar. Penyerapan daya dari pelampung dilakukan oleh silinder hidrolis, memasok tenaga ke sistem tekanan tetap biasa dengan akumulator untuk merapikan energi. Energi tekanan yang tersimpan diubah menjadi listrik dengan kecepatan konstan oleh motor hidrolis dan generator. Dapat di perhatikan pada Gambar II.6. Penyimpanan, dengan demikian, memisahkan proses rumit penyerapan tenaga gelombang dari pembangkit listrik. Inti untuk memungkinkan teknologi PTO ini menerapkan kontrol kekuatan bebas longgar dari silinder penyerap energi. Hal ini dicapai dengan menggunakan silinder multi-bilik khusus, di mana bilik yang berbeda dapat dihubungkan ke tekanan sistem yang tersedia dengan menggunakan katup on / off cepat. Hasilnya, *Discrete Displacement Cylinder* (DDC) dibuat, memungkinkan kontrol kekuatan diskrit bebas yang hilang.



Gambar II.6 Definisi dari *Power Take-Off (PTO) System*

Konsep PTO diilustrasikan pada Gambar II.6 untuk wavestar 20 float dengan pelampung diameter 5 m. Masing-masing lengan pelampung dilengkapi dengan sistem *Discrete Displacement Cylinder (DDC)*, yang terdiri dari silinder multi-bilik dengan manifold terpadu, yang mengendalikan kekuatan yang dihasilkan, FPTO (*Force applied by PTO cylinder*). DDC ini memberikan kontrol kekuatan independen terhadap pelampung. Semua DDCs memasok aliran minyak ke dalam sistem garis tekanan umum, yang terdiri dari tiga garis tekanan:

- Tekanan rendah, pL: 10 bar-30 bar;
- Tekanan tengah (intermediate), pM: 70 bar-170 bar;
- Tekanan tinggi, pH: 150 bar-320 bar.

Garis tekanan ini mengalir melalui seluruh tabung utama, sehingga mengumpulkan semua daya yang diekstraksi ke dalam penyimpanan energi hidrolik umum. Motor hidrolik dan generator mengubah energi tekanan yang tersimpan menjadi listrik. Dengan cara ini, proses penyerapan tenaga gelombang yang rumit dan pembangkitan listrik dapat di pisahkan.

II.1.4.1. Hydraulic Motors and Generators

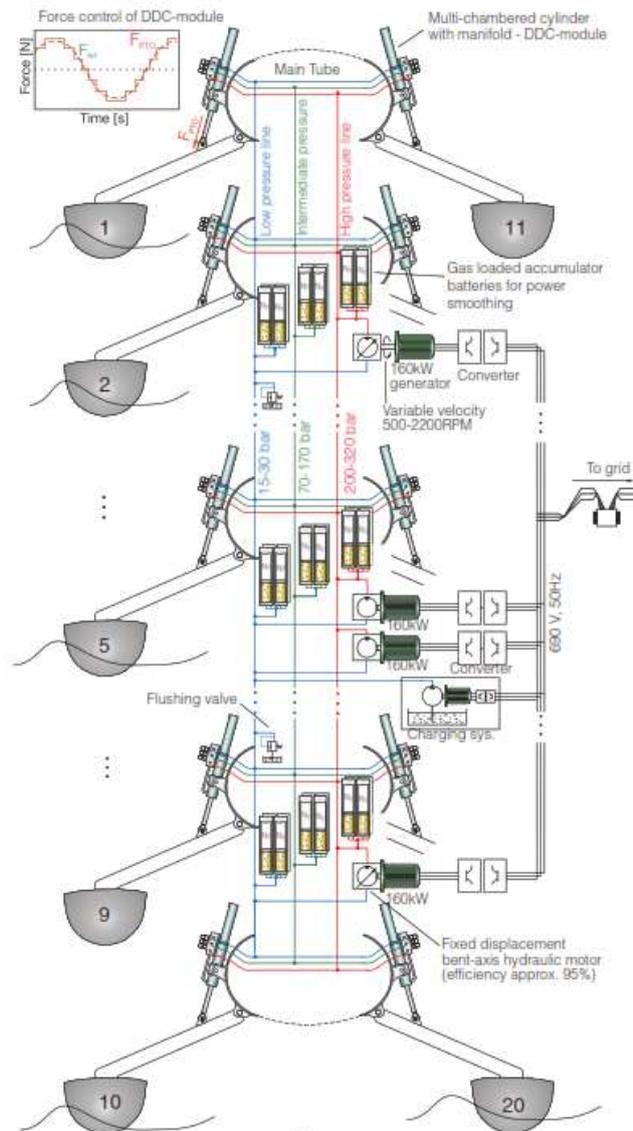
Empat pasang motor hidrolik dan generator utama ditempatkan pada jalur bertekanan tinggi untuk pembangkit listrik. Generator ini didistribusikan secara strategis di WEC Wavestar (pada float row 2, 5 dan 8) untuk meminimalkan kehilangan pipa. Dua generator paralel ditempatkan pada float row 5 untuk kapasitas generator tambahan di tengah sistem selama keadaan laut energik tinggi. Setiap pasang motor dan generator terdiri dari generator asinkron 160 kW yang digerakkan oleh motor hidrolik 250 cm³ / rev, yang mengoperasikan generator dengan torsi 1193 Nm pada tekanan 300 bar.

Pada setiap titik generator, baterai penyimpanan akumulator hidrolis terisi muatan ditempatkan. Akumulator ini melakukan penyimpanan energi jangka pendek untuk menghaluskan kekuatan gelombang yang diekstraksi. Ukuran penyimpanan dapat ditingkatkan sesuai keinginan untuk memenuhi tingkat smoothing yang dibutuhkan.

Karena tekanan hanya sedikit bervariasi, dikarenakan akumulator, torsi yang dihasilkan oleh motor hampir konstan, sehingga mendorong generator pada beban stabil. Untuk menyesuaikan variasi input daya secara keseluruhan dari gelombang selama keadaan laut, kecepatan generator dikendalikan menggunakan konverter. Setiap set generator memiliki konverter sendiri, memungkinkan kontrol kecepatan generator, saat memberi makan 690 V pada 50 Hz ke grid. Selama kurang energiknya laut, kombinasi generator dan konverter yang berbeda dapat ditutup, sehingga hanya jumlah generator yang dibutuhkan.

II.1.4.2. Pressure Line System

Pembangkitan tenaga hanya dilakukan dari high pressure line, juga memiliki kapasitas penyimpanan terbesar. Motor hidrolis menggerakkan generator mengeluarkan tenaga dari jalur bertekanan tinggi dan memberikan aliran kembali ke garis tekanan rendah dalam pengaturan sirkuit tertutup. Low pressure line berfungsi untuk menghindari kavitasi pada silinder selama tekanan bergeser di dalam bilik. Untuk menyaring minyak dalam sistem sirkuit tertutup dan menambah kebocoran aliran di motor, pompa pengisian dipasang, memasok aliran ke saluran tekanan rendah.

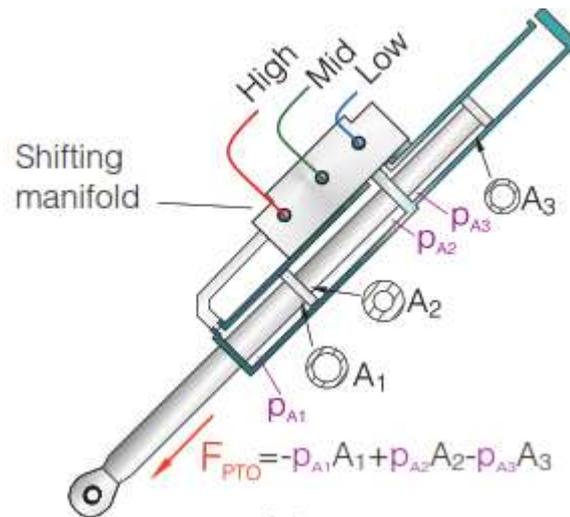


Gambar II.7 Ilustrasi Keseluruhan WEC

Mid-pressure line dalam sistem memiliki tekanan menengah, yang digunakan untuk meningkatkan efisiensi DDC. Kehilangan kompresi yang terkait dengan pergeseran tekanan di ruang silinder sebanding dengan kuadrat perubahan tekanan. Hasilnya, memiliki pilihan untuk beralih ke tekanan menengah mengurangi kehilangan kompresi ini.

II.1.4.3. DDC (*Discrete Displacement Cylinder*)

Teknologi inti untuk memungkinkan konsep PTO dengan garis tekanan umum adalah DDC, yang menerapkan kontrol kekuatan throttle-less pada silinder. Silinder memiliki tiga ruang aktif, dimana masing-masing ruang dapat dihubungkan ke tekanan rendah, menengah atau tinggi.



Gambar II.8 Sistem DDC

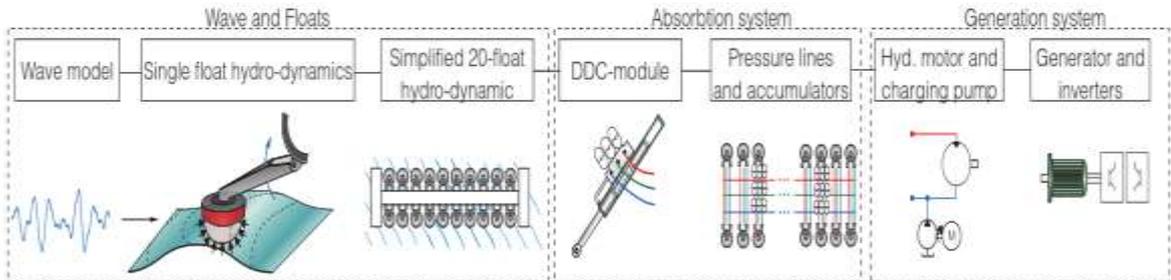
Properti penting DDC adalah untuk dapat memproses tingkat daya ekstrim dengan kerugian rendah, karena ruang silinder terhubung langsung ke jalur tekanan saat berada dalam konfigurasi gaya yang diberikan. Hanya kerugian kompresi yang konstan, yang kemudian menjadi lebih signifikan pada tingkat daya rendah. Namun, efisiensi dipertahankan dengan mengurangi tingkat tekanan keseluruhan, karena gaya DDC tinggi tidak diperlukan dalam kondisi ini.

Fitur penting lain dari konsep PTO dengan DDC adalah selalu dapat mengurangi gaya beban yang terlepas dari kecepatan dan posisi float. Dengan cara ini, WEC dapat selalu mengurangi daya serap pelampung jika kapasitas muatan penuh tercapai, mirip dengan turbin angin yang keluar dari angin.

Aliran ke jalur tekanan menengah hanya dipasok dan diekstraksi oleh silinder untuk mengurangi biaya. Dengan demikian, kontrol tekanan menengah apung dilakukan secara kolektif oleh semua DDCs, memastikan aliran net ke sistem tekanan menengah nol dari waktu ke waktu.

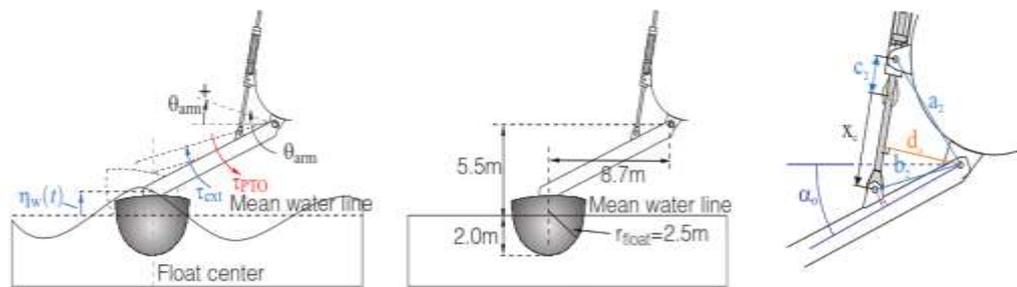
II.1.4.4. Model

Gambaran umum dari sub sistem model terlihat pada Gambar II.9



Gambar II.9 Model Sub-Sistem Wavestar WEC dan Sistem PTO

Penyerapan Wavestar dimodelkan dengan menggunakan teori gelombang linier, menghasilkan deskripsi yang memadai dalam kondisi di mana WEC menghasilkan energi. Penyerap diilustrasikan pada Gambar II.10, yang mewakili satu sistem kebebasan tunggal yang ditunjukkan oleh gerakan sudutnya, θ_{arm} . Posisi sudut, θ_{arm} , didefinisikan nol bila float horizontal, yaitu posisi pada air tenang. Model di sini sebentar disajikan untuk satu penyerap dengan diameter 5 m.

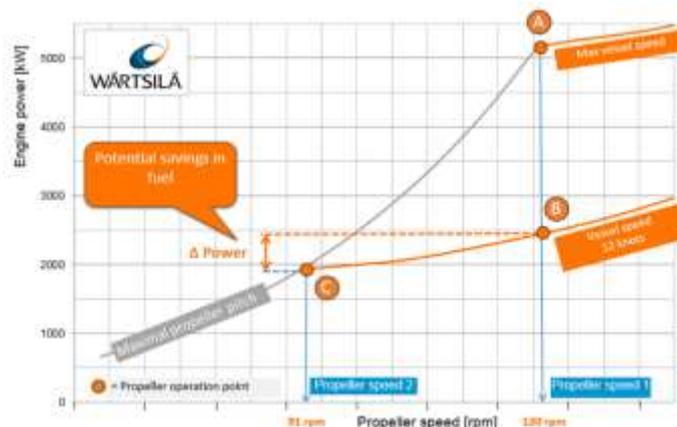


Gambar II.10 Ilustrasi Float pada Wavestar

(Hansen, Kramer, & Vidal, 2013)

II.1.5. Gearbox

Kapal biasanya dilengkapi dengan sistem propulsi yang didesain untuk kecepatan maksimum atau kebutuhan penarik tertentu. Namun, banyak kapal mungkin hanya membutuhkan daya propulsi maksimum ini sesekali dan bekerja dalam kondisi off-condition dengan daya rendah dan dengan efisiensi lebih rendah. Untuk instalasi *controllable pitch propeller* (CPP), agak mudah mengurangi kecepatan atau dorong dengan mengurangi pitch baling-baling. Namun, jauh lebih efisien untuk mengurangi kecepatan baling-baling pada beban bagian seperti ditunjukkan pada Gambar II.11.



Gambar II.11 Karakteristik Propulsi

Sistem propulsi didesain untuk kecepatan kapal Max (kondisi A). Ini membutuhkan kecepatan baling-baling 130 rpm (kecepatan baling-baling 1) dan tenaga 5250 kW. Namun, kapal akan sering beroperasi pada kecepatan kapal yang lebih rendah, 12 knot. Kecepatan kapal ini bisa dicapai dengan salah satu dari berikut ini:

1. Mengurangi pitch baling-baling dan menjaga kecepatan baling-baling konstan pada 130 rpm (Kondisi B, Kecepatan baling-baling 1)
2. Mengurangi kecepatan baling-baling dari 130 rpm menjadi 91 rpm dengan menaikkan pitch baling-baling yang sesuai ke arah pitch optimal baling-baling (Condition C, kecepatan baling-baling 2)

Tenaga propulsi yang dibutuhkan pada kondisi B adalah 2450 kW, sedangkan untuk kondisi C hanya 1900 kW. Pengurangan 550 kW dalam persyaratan daya untuk 12 knot yang berlayar sesuai dengan 22% bahan bakar yang terbakar.

Kondisi C, Kecepatan baling-baling 2 dapat dicapai dengan mengurangi kecepatan mesin juga dengan berlari sepanjang kurva baling-baling. Namun, solusi ini memiliki kekurangan tertentu, seperti berikut ini:

1. Mengurangi efisiensi mesin pada putaran mesin rendah
2. Kemampuan *power-ramp-up* yang lebih lambat pada kecepatan mesin rendah
3. Kebutuhan untuk konversi frekuensi daya listrik untuk *Power Take Off* atau *Power Take In* melalui gearbox
4. Keterbatasan dalam mengoptimalkan tenaga mesin utama untuk kedua propulsi dan produksi tenaga listrik

Beberapa penghematan daya dapat dicapai dengan membiarkan variasi frekuensi yang terbatas, namun penghematan serupa dapat diperoleh untuk sistem 2 kecepatan juga.

Total penghematan bahan bakar untuk kapal tergantung pada profil operasi kapal dan waktu yang sebenarnya dapat dioperasikan pada kecepatan baling-baling yang lebih rendah. Kapal AHTS pada Gambar 2 memiliki profil operasi yang memungkinkan pengurangan konsumsi bahan bakar tahunan 10% / 750-metrik ton. Dengan harga BBM 400 USD / mton (Marine Diesel Oil / Juni 2016), penghematan tahunan sekitar USD 300.000. Ini berarti bahwa tambahan capex untuk fungsi 2 kecepatan dibayar kembali dalam waktu kurang dari satu tahun.

Kontribusi penghematan bahan bakar terhadap lingkungan juga penting, dengan pengurangan emisi NOx dan CO2 dalam urutan yang sama. Ini hanya satu contoh. Untuk jenis kapal lainnya, potensi penghematan bisa lebih tinggi lagi, tergantung hanya pada profil operasi spesifik mereka.



Gambar II.12 Penggunaan Wartsila 2-Speed

Gearbox 2-speed tidak baru di pasaran. Gearbox 2-speed Wartsila pertama, EVC84 / 2-P55, didesain pada tahun 1994. Ini sebenarnya adalah kotak peralatan

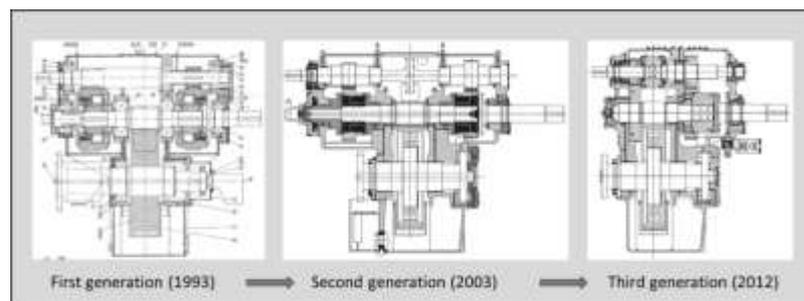
Wartsila pertama yang pernah ada. Ini didesain bekerja sama dengan Valmet di Finlandia.

Generasi kedua dari kotak peralatan 2-speed Wartsila diperkenalkan pada tahun 2003 dengan gearbox SCV95 / 2. Perkembangan generasi ketiga gearbox 2 kecepatan Wärtsilä dimulai pada bulan Oktober 2011. Ini dipicu oleh meningkatnya perhatian terhadap emisi lingkungan dan biaya bahan bakar.

Desain ukuran pertama, SCV90 / 2-P58, dirilis pada paruh pertama 2012, dan gearbox pertama dikirim ke pelanggan pada bulan Desember tahun yang sama. Waktu pembuatan dan desain pilot ini kurang dari 15 bulan.

Desain terbaru ditandai dengan:

1. Panjang pemasangan kurang 35% (antara mesin utama dan generator)
2. Berat badan 20% lebih rendah
3. Desain yang kokoh untuk mesin dan perakitan, mendukung standar kualitas tinggi



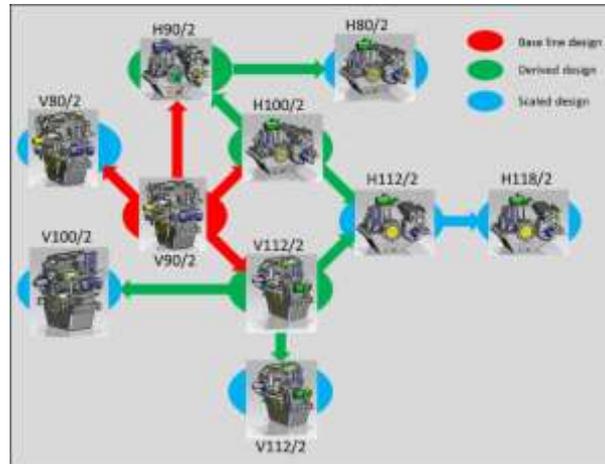
Gambar II.13 Perubahan Gearbox

Generasi ketiga dari kotak peralatan 2-speed Wartsila 2 sekarang telah diperluas ke keluarga besar gearbox. Ini mencakup rentang daya dari 2 MW sampai dengan 13 MW. Ini tersedia dalam lima ukuran dasar 80, 90, 100, 112 dan 118 (ukuran kotak roda gigi = offset antara poros input dan output dalam cm) dengan eksekusi vertikal (V) dan horisontal (H).

"Pohon keluarga" untuk kotak roda gigi ini ditunjukkan pada Gambar 4. Karena rentang daya yang besar untuk kotak roda gigi, ukuran yang berbeda tidak dapat didesain dengan penskalaan sendiri. Pada tingkat yang lebih rinci, ada perbedaan desain yang signifikan. Namun, desainnya memiliki fitur dasar yang sama:

1. Dua kecepatan baling-baling yang dapat dipilih 70-85% (Kecepatan 2) dan 100% (Kecepatan 1)

2. Pembangkit listrik tanpa gangguan dari PTO (Power Take Off) saat terjadi perubahan kecepatan
3. Garis PTO berdimensi untuk memuat beban mesin utama hingga 100%



Gambar II.14 Macam Macam Warsila 2 Speed Gearbox

(Dr. Kjell Haugland, 2016)

II.1.6. Forecasting (Peramalan)

Metode peramalan dapat digunakan untuk menganalisa pola dari data masa lalu dalam memprediksi kebutuhan yang diperlukan di masa yang akan datang, sehingga dapat memberikan proyeksi permintaan yang sistematis.

Untuk membuat peramalan permintaan harus menggunakan suatu metode tertentu. Pada dasarnya, semua metode peramalan memiliki ide sama, yaitu menggunakan data masa lalu untuk memperkirakan atau memproyeksikan data di masa yang akan datang. Berdasarkan tekniknya, metode peramalan dapat dikategorikan ke dalam metode kualitatif dan kuantitatif.

II.1.6.1. Kualitatif

Metode peramalan yang bersifat subyektif, karena dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti intuisi, emosi, dan pengalaman seseorang.

1. Juri dari opini eksekutif

Pada metode ini data diperoleh dengan mengambil pendapat dari sekelompok manajer level puncak dan seringkali dikombinasikan dengan model-model statistik untuk menghasilkan estimasi permintaan kelompok.

2. Metode Delphi

Teknik peramalan dengan menggunakan proses sebelum membuat peramalannya. Dalam metode ini karyawan menggunakan teknik menyebarkan

kuesioner kepada para responden dan hasil survei tersebut dijadikan sebagai pengambilan keputusan sebelum peramalan dibuat.

3. Gabungan tenaga penjualan

Dalam pendekatan ini, setiap tenaga penjualan mengestimasi jumlah penjualan yang dapat dicapai diwilayahnya. Kemudian ramalan ini dikaji kembali untuk memastikan apakah peramalan cukup realistis dan dikombinasikan pada tingkat wilayah dan nasional untuk memperoleh peramalan secara menyeluruh.

4. Survei pasar konsumen

Metode ini meminta masukan dari konsumen mengenai rencana pembelian mereka dimasa depan. Survei konsumen ini dapat dilakukan melalui percakapan informal dengan para konsumen.

II.1.6.2. Kuantitatif

Metode *forecast* dilakukan dengan menggunakan model matematis yang beragam dengan data historis yang terkait dengan peramalan dan variabel sebab akibat untuk meramalkan permintaan. Metode peramalan kuantitatif juga dibagi menjadi dua jenis, yaitu *Time Series Forecasting* dan *Associative Forecasting Method*.

1. *Time Series Forecasting*

Time series method merupakan analisis deret waktu yang terdiri dari *trend*, *seasonal*, *cycle*, dan *random variation*. Analisis deret waktu ini sangat tepat dipakai untuk meramalkan permintaan yang pola permintaan di masa lalunya cukup konsisten dan akurat dalam periode waktu yang lama. Adapun metode yang dapat digunakan untuk menganalisis data tersebut, yaitu:

a. Naive Method (pendekatan naif)

merupakan teknik peramalan yang mengasumsikan *forecast* permintaan periode berikutnya sama dengan permintaan pada periode sebelumnya, sehingga dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$F_t = Y_{t-1}$$

Keterangan:

F_t = peramalan permintaan periode berikutnya,

Y_{t-1} = peramalan permintaan periode sebelumnya.

b. *Moving Average*

Moving average merupakan metode peramalan yang menggunakan rata-rata historis aktual di beberapa periode terakhir untuk peramalan periode berikutnya. Dalam peramalan ini, diasumsikan permintaan pasar tetap stabil. Secara matematis, *moving average* dirumuskan sebagai berikut:

$$F_t = \frac{\sum \text{permintaan dalam periode } n \text{ sebelumnya}}{n}$$

Keterangan:

F_t = peramalan permintaan periode berikutnya,

n = jumlah periode dalam *moving average*.

c. *Weighted Moving Average*

Secara sistematis, *weighted moving average* dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$F_t = \frac{\sum (\text{bobot pada periode } n) (\text{permintaan pada periode } n)}{\sum \text{bobot}}$$

Keterangan:

F_t = peramalan permintaan periode

Pemilihan bobot merupakan hal yang tidak pasti karena tidak ada rumus untuk menetapkannya.

d. *Exponential Smoothing* (pemulusan eksponensial)

Exponential Smoothing merupakan metode peramalan rata-rata bergerak dengan pembobotan, di mana α adalah sebuah bobot atau konstanta penghalusan yang dipilih oleh peramal yang mempunyai nilai antara 0 dan 1. Secara sistematis, metode *exponential smoothing* dirumuskan sebagai berikut:

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1})$$

Keterangan:

F_t = peramalan permintaan di periode berikutnya,

F_{t-1} = peramalan permintaan di periode sebelumnya,

A_{t-1} = permintaan aktual di periode sebelumnya,

α = konstanta eksponensial α ($0 \leq \alpha \leq 1$).

e. *Exponential Smoothing with Trend Adjustment* (Penghalusan Eksponensial dengan Tren)

Penghalusan eksponensial yang disesuaikan adalah ramalan penghalusan eksponensial sederhana dengan menambahkan dua konstanta penghalusan untuk rata-rata dan β untuk tren. Rumus peramalan dengan penghalusan eksponensial dengan tren sebagai berikut:

$$\begin{aligned} FIT_t &= F_t + T_t \\ F_t &= \alpha(A_{t-1}) + (1-\alpha)(F_{t-1} + T_{t-1}) \\ T_t &= \beta(F_t + T_{t-1}) + (1-\beta) T_{t-1} \end{aligned}$$

Keterangan:

- FIT_t = peramalan dengan tren
- F_t = peramalan dengan eksponensial yang dihaluskan dari data berseri pada periode t,
- F_{t-1} = peramalan dengan eksponensial yang dihaluskan dari data berseri pada periode t-1,
- T_t = tren dengan eksponensial yang dihaluskan pada periode t,
- T_{t-1} = tren dengan eksponensial yang dihaluskan pada periode t-1,
- A_{t-1} = permintaan aktual pada periode t-1,
- α = konstanta penghalusan untuk rata-rata ($0 \leq \alpha \leq 1$),
- β = konstanta penghalusan untuk rata-rata ($0 \leq \beta \leq 1$).

f. *Trend Projection* (Proyeksi Tren)

Metode yang digunakan untuk mencocokkan garis tren pada serangkaian data masa lalu, kemudian memproyeksikan garis pada masa depan untuk peramalan jangka menengah atau jangka panjang. Garis tren pada metode proyeksi tren dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\hat{y} = a + bx$$

Untuk garis kemiringan b dapat ditemukan dengan persamaan:

$$\begin{aligned} b &= \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2} \\ a &= \bar{y} - b\bar{x} \\ \bar{x} &= \frac{\sum x}{n} \\ \bar{y} &= \frac{\sum y}{n} \end{aligned}$$

Keterangan:

- \hat{y} = variabel terikat yang akan diprediksi

- a = persilangan sumbu y,
- b = kemiringan garis regresi,
- x = variabel bebas,
- n = jumlah data atau pengamatan,
- \bar{x} = rata-rata nilai x,
- \bar{y} = rata-rata nilai y.

(Baroto, 2002)

II.2. Tinjauan Pustaka

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

II.2.1. Tinjauan wilayah

Pelabuhan Panggulubello merupakan pelabuhan yang ada di Wakatobi, tepatnya pada Pulau Wangi Wangi. Pelabuhan ini di pilih, dikarenakan posisinya yang strategis dan memiliki akses yang baik jika di lakukan perjalanan dari Bandar Udara Matahora, cukup dengan perjalan menggunakan kendaraan bermotor selama 25 menit. Sehingga wisatawan yang akan dating nantinya akan memiliki akses yang baik, dikarenakan sudah adanya akses bandara tersebut.



Gambar II.15 Lokasi Pelabuhan Panggulubello, Wakatobi
Sumber: Google Map, 2017

Pemilihan pelabuhan yang ada di raja ampat pun juga mengutamakan akses dan kenyamanan dari wisatawan, dapat di perhatikan pada Gambar II.16



Gambar II.16 Lokasi Pelabuhan Wasai
Sumber: Google Map, 2017

Berikut adalah rincian jarak yang akan di tempuh, perhatikan Tabel II.1

Tabel II.1 Rincian rute perjalanan

Rute	Jarak	Kecepatan	Lama perjalanan
Di Wakatobi	16.92 KM	5 knot	1.827 Jam
Wakatobi-Raja Ampat	948.61 KM	20 knot	25.61 Jam
Di Raja Ampat	46.89	5 knot	5.06 Jam

II.2.2. Perhitungan *Freeboard*

Freeboard adalah hasil pengurangan tinggi kapal dengan sarat kapal dimana tinggi kapal termasuk tebal kulit dan lapisan kayu jika ada, sedangkan sarat T diukur pada sarat musim panas.

Besarnya *freeboard* adalah panjang yang diukur sebesar 96% panjang garis air (LWL) pada 85% tinggi kapal *moulded*. Untuk memilih panjang *freeboard*, pilih yang terpanjang antara L_{pp} dan 96% LWL pada 85% Hm. Lebar *freeboard* adalah lebar *moulded* kapal pada *midship* (B_m). Dan tinggi *freeboard* adalah tinggi yang diukur pada *midship* dari bagian atas *keel* sampai pada bagian atas *freeboard deck beam* pada sisi kapal ditambah dengan tebal pelat *stringer* (senta) bila geladak tanpa penutup kayu.

Adapun langkah untuk menghitung *freeboard* berdasarkan *Non Convention Vessel Standard* sebagai berikut :

- Input Data yang Dibutuhkan

1. Perhitungan

- a. Tipe kapal

Tipe A : adalah kapal yang:

1. didesain hanya untuk mengangkut kargo curah cair; atau
2. memiliki kekokohan tinggi pada geladak terbuka dengan alasan kenyataan bahwa tangki kargo hanya memiliki lubang akses yang kecil, ditutup dengan penutup baja atau bahan lain dengan paking kedap air; dan

3. memiliki permeabilitas yang rendah pada ruang muat yang terisi penuh.

Kapal tipe A: tanker, LNG carrier

Kapal tipe B: kapal yang tidak memenuhi persyaratan pada kapal tipe A.

Kapal tipe B: *Grain carrier, ore carrier, general cargo, passenger ships*

b. *Freeboard standard*

Yaitu *freeboard* yang tertera pada Tabel *standard freeboard* sesuai dengan tipe kapal.

c. Koreksi

- Koreksi untuk kapal yang panjang kurang dari 100 m
- koreksi blok koefisien (C_b)
- Koreksi tinggi kapal
- Tinggi standard bangunan atas dan koreksi bangunan atas
- Koreksi bangunan atas
- Minimum *Bow height*

Tabel II.2 Pengurangan lambung timbul tipe B

Panjang (L)	≤ 100 m	110 m	120 m	≥ 130 m
Pengurangan (cm)	4	5	8	12

Apabila pada kapal tipe B dilengkapi dengan penutup palkah dari baja ringan, lambung timbul kapal dikurangi sesuai pada Tabel II.2. Besarnya pengurangan untuk panjang kapal diantara besaran tersebut di atas didapat dengan Interpolasi Linier.

II.2.3. Safety plan

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

A. *Live Saving Appliances*

Sesuai dengan *LSA code Reg. I/1.2.2*, seluruh perlengkapan *life saving appliances* harus mendapat persetujuan dari badan klasifikasi terkait terlebih dulu. Sebelum persetujuan diberikan, seluruh perlengkapan *life saving appliances* harus melalui

serangkaian pengetesan untuk memenuhi standar keselamatan yang ada dan bekerja sesuai fungsinya dengan baik.

a. Lifebuoy

Menurut LSA code Chapter II part 2.1, spesifikasi umum *lifebuoy* antara lain sebagai berikut:

1. Memiliki diameter luar tidak lebih dari 800 mm dan diameter dalam tidak kurang dari 400 mm.
2. Mampu menahan beban tidak kurang dari 14,5 kg dari besi di air selama 24 jam.
3. Mempunyai massa tidak kurang dari 2,5 kg
4. Tidak mudah terbakar atau meleleh meskipun terbakar selama 2 detik.

Spesifikasi *lifebuoy self-igniting lights* pada *lifebuoy* adalah:

1. Memiliki lampu berwarna putih yang dapat menyala dengan intensitas 2 cd pada semua arah dan memiliki sumber energy yang dapat bertahan hingga 2 jam.

Spesifikasi *Lifebuoy self-activating smoke signals* pada *lifebuoy* adalah:

1. Dapat memancarkan asap dengan warna yang mencolok pada dengan rating yang seragam dalam waktu tidak kurang dari 15 menit ketika mengapung di atas air tenang.
2. Tidak mudah meledak atau memancarkan api selama waktu pengisian emisi pada *signal*.
3. Dapat tetap memancarkan asap ketika seluruh bagian tercelup ke dalam air tidak kurang dari 10 detik.

Spesifikasi *lifebuoy self-activating smoke signals* pada *lifebuoy* adalah:

1. Tidak kaku
2. Mempunyai diameter tidak kurang dari 8 mm.
3. Mempunyai kekuatan patah tidak kurang dari 5 kN.

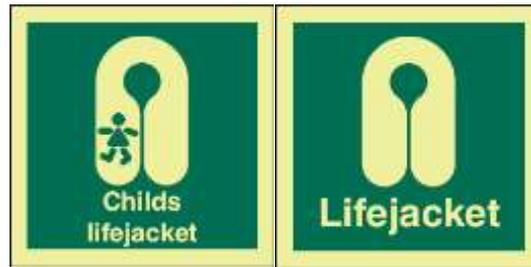


Gambar II.17 Spesifikasi *Lifebouoy*
Sumber: Rohmadhana, 2016

b. Lifejacket

LSA Code Chapt. II Part 2.2

- Persyaratan umum *lifejacket*
 1. Tidak mudah terbakar atau meleleh meskipun terbakar selama 2 detik.
 2. *Lifejacket* dewasa harus dibuat sedemikian rupa sehingga:
 - Setidaknya 75 % dari total penumpang, yang belum terbiasa dapat dengan benar-benar menggunakan hanya dalam jangka waktu 1 menit tanpa bantuan, bimbingan atau penjelasan sebelumnya.
 - Setelah demonstrasi, semua orang benar-benar dapat menggunakan dalam waktu 1 menit tanpa bimbingan.
 - Nyaman untuk digunakan.
 - Memungkinkan pemakai untuk melompat dari ketinggian kurang lebih 4,5 m ke dalam air tanpa cedera dan tanpa mencabut atau merusak *lifejacket* tersebut.
 3. Sebuah *lifejacket* dewasa harus memiliki daya apung yang cukup dan stabilitas di air tenang.
 4. Sebuah *lifejacket* dewasa harus memungkinkan pemakai untuk berenang jangka pendek ke *survival craft*.
 5. Sebuah *lifejacket* harus memiliki daya apung yang tidak kurang lebih dari 5% setelah 24 jam perendaman di air tawar.
 6. Sebuah *lifejacket* harus dilengkapi dengan peluit beserta tali.
- *Lifejacket lights*
 1. Setiap *Lifejacket lights* harus:
 - Memiliki intensitas cahaya tidak kurang dari 0.75 cd di semua arah belahan atas.
 - Memiliki sumber energy yang mampu memberikan intensitas cahaya dari 0.75 cd untuk jangka waktu minimal 8 jam.
 - Berwarna putih.
 2. Jika lampu yang dijelaskan diatas merupakan lampu berkedip, maka:
 - Dilengkapi dengan sebuah saklar yang dioperasikan secara manual, dan
 - Tingkat berkedip (*flash*) dengan tidak kurang dari 50 berkedip dan tidak lebih dari 70 berkedip per menit dengan intensitas cahaya yang efektif minimal 0,75 cd.



Gambar II.18 Spesifikasi *Lifejacket*
 Sumber: Rohmadhana, 2016

c. *Liferaft* atau rakit penolong

Life raft adalah perahu penyelamat berbentuk kapsul yang ada di kapal yang digunakan sebagai alat menyelamatkan diri bagi semua penumpang kapal dalam keadaan bahaya yang mengharuskan semua penumpang untuk keluar dan menjauh dari kapal tersebut. Kapasitas *liferaft* tergantung dari besar kecilnya kapal dan banyaknya crew. *Liferaft* ini akan diletakkan di pinggir sebelah kanan kapal (*star board side*) dan sebelah kiri kapal (*port side*).



Gambar II.19 *Liferaft*
 Sumber: Rohmadhana, 2016

d. *Muster / Assembly Station*

Menurut *MSC/Circular.699 - Revised Guidelines for Passenger Safety Instructions - (adopted on 17 July 1995) - Annex - Guidelines for Passenger Safety Instructions - 2 Signs*, ketentuan *muster stasion* adalah:

1. *Muster Station* harus diidentifikasi dengan *muster station symbol*.
2. Simbol *Muster station* harus diberi ukuran secukupnya dan diletakkan di *muster station* serta dipastikan untuk mudah terlihat.



Gambar II.20 Spesifikasi gambar *assembly station*
Sumber: Rohmadhana, 2016

B. *Fire Control Equipment*

Berikut ini adalah beberapa contoh jenis *fire control equipment* yang biasanya dipasang di kapal:

a. *Fire valve*

Adalah katup yang digunakan untuk kondisi kebakaran.

b. *Master valve*

Adalah katup utama yang digunakan untuk membantu fire valve dan valve yang lainnya.

c. *Emergency fire pump*

FSS Code (Fire Safety System) Chapter 12

Kapasitas pompa tidak kurang dari 40% dari kapasitas total pompa kebakaran yang dibutuhkan oleh peraturan II-2/10.2.2.4.1

d. *Fire pump*

SOLAS Chapter II-2 Part C Regulation 10.2.2 Water Supply System

Kapal harus dilengkapi dengan pompa kebakaran yang dapat digerakkan secara independen (otomatis).

e. *Fire hose reel with spray jet nozzle & hydrant*

Menurut SOLAS Reg. II/10-2, Panjang *fire hoses* minimal adalah 10 m, tetapi tidak lebih dari 15 m di kamar mesin, 20 m di geladak terbuka, dan 25 m di geladak terbuka unotuk kapal dengan lebar mencapai 30 m.

f. *Portable CO₂ fire extinguisher*

SOLAS Chapter II-2 Part C Regulation 10.3.2.3

Pemadam kebakaran jenis karbon dioksida tidak boleh ditempatkan pada ruangan akomodasi. Berat dan kapasitas dari pemadam kebakaran portabel:

1. Berat pemadam kebakaran portable tidak boleh lebih dari 23 kg

2. Untuk pemadam kebakaran jenis powder atau karbon dioksida harus mempunyai kapasitas minimal 5 kg, dan untuk jenis *foam* kapasitas minimal 9L.
- g. *Portable foam extinguisher*
FSS Code, Chapter 4.2 Fire Extinguisher
Setiap alat pemadam yang berupa bubuk atau karbon dioksida harus memiliki kapasitas minimal 5 kg, dan untuk pemadam kebakaran yang berupa busa (foam) harus memiliki kapasitas paling sedikit 9 L.
 - h. *Portable dry powder extinguisher*
SOLAS Chapter II-2 Part G Regulation 19 3.7
Alat pemadam kebakaran portabel dengan total kapasitas minimal 12 kg bubuk kering atau setara dengan keperluan pada ruang muat. Pemadam ini harus di tambahkan dengan pemadam jenis lain yang diperlukan pada bab ini.
 - i. *Bell fire alarm*
MCA Publication LY2 section 13.2.9 Live Saving appliances
Untuk kapal kurang dari 500 GT, alarm ini dapat terdiri dari peluit atau sirene yang dapat didengar di seluruh bagian kapal. Untuk kapal 500 GT dan di atasnya, kebutuhannya berdasarkan 13.2.9.1 harus dilengkapi dengan bel dan dioperasikan secara elektrik atau sistem klakson, yang menggunakan energi utama dari kapal dan juga energy saat gawat darurat.
 - j. *Push button for fire alarm*
Push button for general alarm ini digunakan / ditekan apabila terjadi tanda bahaya yang disebabkan apa saja dan membutuhkan peringatan menyeluruh pada kapal secepat mungkin.
 - k. *Smoke detector*
HSC Code-Chapter 7-Fire Safety- Part A 7.7.2.2
Smoke Detector dipasang pada seluruh tangga, koridor dan jalan keluar pada ruangan akomodasi. Pertimbangan diberikan pemasangan smoke detector untuk tujuan tertentu dengan pipa ventilasi.
 - l. *Co₂ nozzle*
Adalah *nozzle* untuk memadamkan kebakaran dengan menggunakan karbon dioksida.

m. *Fire alarm panel*

HSC Code – Chapter 7 – Fire Safety – Part A – General – 7.7 Fire detection and extinguishing systems. Control panel harus diletakkan pada ruangan atau pada main fire control station.

II.2.4. Analisis Ekonomis

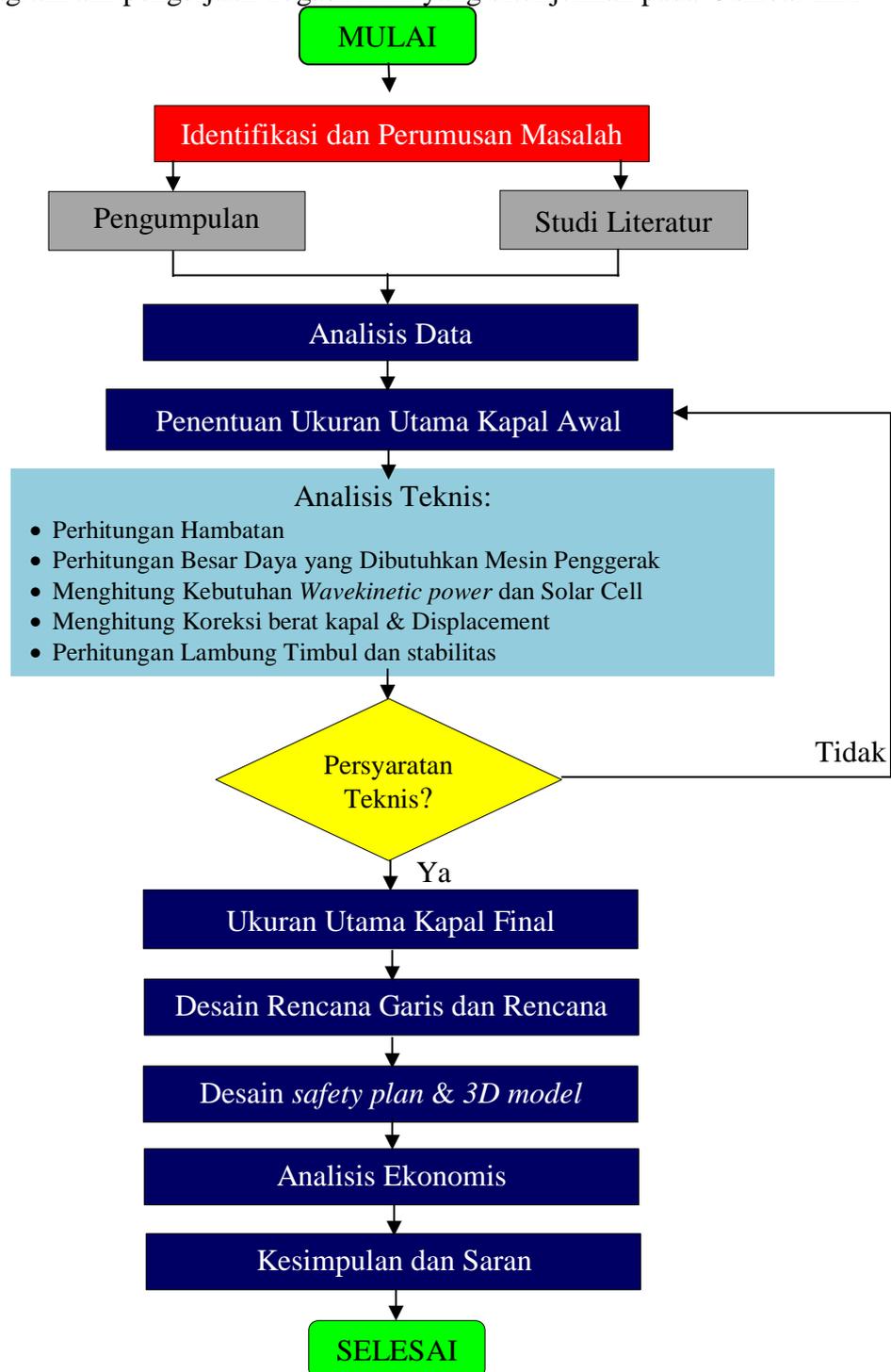
Analisis biaya pembangunan dilakukan dengan membagi komponen biaya pembangunan menjadi dua kelompok biaya, yaitu biaya yang terkait berat kapal (*weight cost*) dan biaya yang tidak terkait dengan berat kapal (*non-weight cost*). *Weight* dilakukan pemecahan komponen lagi menjadi beberapa komponen yaitu biaya struktur kapal (*hull structural cost*), biaya komponen permesinan dan penggerak (*machinery and propulsion cost*), biaya perlengkapan kapal (*outfitting cost*). Biaya struktur kapal dihitung dengan cara menghitung berat baja kapal yang dibutuhkan dikalikan dengan *unit price* dari baja itu sendiri. Perhitungan biaya pembangunan kapal pada laporan Tugas Akhir ini menggunakan “Pedoman Pembuatan Perkiraan Biaya (*Cost Estimate*) Direktorat Pengolahan PERTAMINA”.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III METODOLOGI

III.1. Metode Diagram Alir

Berikut adalah diagram alir pengerjaan Tugas Akhir yang ditunjukkan pada Gambar III.1



Gambar III.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

III.2. Tahap pengerjaan

Pada tahap awal ini dilakukan identifikasi permasalahan berupa:

1. Potensi daerah untuk wisata bahari di wilayah Wakatobi dan Raja Ampat
2. Untuk mengetahui pengaplikasian energi kinetik pada ombak yang di konversikan menjadi energi pada *Unlimited Power Cruise* ini
3. Skema rute pelayaran dan penggunaan sumber energi dalam sistim propulsi pada kapal
4. Bentuk dari badan kapal yang mungkin untuk pengaplikasian *Unlimited Power Cruise*
5. Kondisi kekinian, wisatawan yang dating ke Wakatobi dan Raja Ampat dalam 5 tahun terakhir

III.3. Tahap studi literatur

Pada tahap ini dilakukan studi literatur yang berkaitan dengan permasalahan pada Tugas Akhir ini. Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan pengetahuan serta teori-teori yang berkaitan dengan Tugas Akhir ini, bisa dalam bentuk hasil penelitian sebelumnya agar bisa lebih memahami permasalahan dan pengembangan yang dilakukan. Studi yang dilakukan diantaranya:

➤ *Cara Kerja Wave Kinetic Power dan Solar Panel Cell*

Perlu untuk diketahui bagaimana proses konversi dari ombak menjadi energi listrik yang di terapkan pada konsep WEC dan juga proses pemanfaatan energi matahari. Sehingga dapat ditentukan bentuk dari kapal, jumlah converter energi ombak dan besarnya kebutuhan terhadap solar panel yang akan digunakan pada kapal.

➤ *Metode Desain kapal*

Ada beberapa metode dalam proses mendesain kapal yang perlu diketahui dan dapat dijadikan sebagai pertimbangan dalam pemilihan metode mana yang sesuai.

III.4. Tahap Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam Tugas Akhir ini adalah metode pengumpulan secara tidak langsung (sekunder). Pengumpulan data ini dilakukan dengan mengambil data terkait dengan permasalahan dalam tugas ini. Adapun data-data yang diperlukan antara lain:

1. Data Jumlah wisatawan di Wakatobi dan Raja Ampat

Data di dapatkan dari berbagai surat kabar yang mengulas tentang berapa banyak jumlah wisatawan untuk 5 tahun terakhir. Sedangkan untuk data terbaru pada tahun

2017, di gunakan metode *forecasting* (peramalan) . sehingga dapat dijadikan acuan dalam menentukan *payload* kapal nantinya

2. WEC dan *Solar Panel*

Untuk mengetahui kebutuhan yang digunakan dalam system WEC dan juga konfigurasi pada permesinan nantinya. Sehingga dapat ditentukan berapa lama kapal dapat beroperasi tanpa menggunakan mesin diesel.

III.5. Tahap pengelolaan data

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

1. *Payload*
2. Ukuran utama kapal
3. Menghitung kebutuhan *hydrogen fuel cell* dan *solar panel cell*
4. Menghitung *Light Weight Tonnage* dan *Dead Weight Tonnage*
5. Menghitung volume ruang muat
6. Menghitung *displacement*
7. Menghitung *freeboard*
8. Menghitung stabilitas

III.6. Tahap Perencanaan

Pada tahapan ini akan dilakukan proses perencanaan (desain) kapal. Perencanaan yang dilakukan terbagi menjadi 2 yaitu:

1. Desain Rencana Garis

Pembuatan rencana garis dilakukan dengan bantuan *software maxsurf*. Setelah proses desain rencana garis selesai, proses berikutnya adalah menyempurnakan atau menyelesaikan desain rencana garis dengan bantuan *software AutoCad*.

2. Desain Rencana Umum

Dari rencana garis yang telah didesain, dibuatlah rencana umum dari tampak depan, samping, dan belakang. Di dalam rencana umum ini sudah termasuk penataan ruangan, peralatan, perlengkapan, muatan, dan hal lainnya.

3. Desain Perencanaan Keselamatan Kapal

Dari rencana umum yang telah didesain, dibuatlah perencanaan keselamatan kapal. Di dalam perencanaan keselamatan kapal ini jumlah penumpang diperhitungkan

dalam penentuan jumlah peralatan keselamatan. Perencanaan keselamatan kapal mengacu pada SOLAS 1974.

4. Permodelan 3D

Dari rencana garis dan rencana umum yang telah diselesaikan, maka dibuatlah permodelan 3D dari desain kapal ini dengan bantuan *software maxsurf, sketchup,* dan *lumion*.

III.7. Perhitungan biaya

Perhitungan biaya yang dilakukan adalah estimasi biaya pembangunan kapal, estimasi BEP (*Breakeven Point*) dan harga tiket.

III.8. Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini dirangkum hasil desain yang didapat dan saran untuk pengembangan lebih lanjut. Setelah semua tahapan selesai dilaksanakan, selanjutnya ditarik kesimpulan dari analisis dan perhitungan. Kesimpulan berupa ukuran utama kapal dan koreksi terhadap standar yang ada.

Saran dibuat untuk menyempurnakan terhadap beberapa hal yang belum tercakup di dalam proses desain ini.

BAB IV ANALISIS TEKNIS

IV.1. Umum

Analisis teknis pada kapal ini meliputi beberapa aspek, antara lain sebagai berikut:

1. Perhitungan dan pemeriksaan kriteria *freeboard* mengacu pada *International Convention on Tonnage Measurement of Ships 1969* dari IMO (*International Maritime Organization*).
2. Pemeriksaan kondisi keseimbangan kapal sebelum, meliputi pemeriksaan kriteria stabilitas berdasarkan *Intact Stability (IS) Code* IMO dan kriteria trim berdasarkan SOLAS 1974 Reg. II/7.
3. Perencanaan *Safety Plan*

IV.2. Rute Pelayaran

Pada MV SUTO ada 2 mesin penggerak yang akan digunakan saat berlayar mulai dari wakatobi menuju Raja Ampat maupun sebaliknya, yakni mesin diesel dan mesin elektrik. Dalam prosesnya kedua mesin ini akan bekerja terpisah. Dimana kapal berlayar dalam kecepatan dinas yakni 20 knot akan menggunakan mesin diesel, sedangkan saat kapal sedang *cruise* atau saat kapal berlayar dalam kecepatan 5 knot untuk menikmati keadaan sekitar Wakatobi dan Raja Ampat menggunakan mesin elektrik.



Gambar IV.1 Skema Pelayaran Keseluruhan
Sumber: Google Map, 2017

Pada Gambar IV.1 dapat di perhatikan rute keseluruhan dari MV SUTO, sedangkan pada Gambar IV.2 dijelaskan dengan lebih terperinci dan rute terbagi atas 4 titik. Dimana saat kapal berada pada titik 1 menuju titik 2 dan titik 3 menuju ke 4, kapal menggunakan motor listrik dan memiliki kecepatan 5 knot dalam pelayarannya atau sebaliknya. Sedangkan saat kapal berada pada titik 2 menuju 3, kapal akan menggunakan mesin diesel dan melaju dengan kecepatan 20 knot.



Gambar IV.2 Skema Pelayaran pada Wakatobi dan Raja Ampat
Sumber: Google Map, 2017

IV.3. Penentuan *Payload*

Penentuan *payload* dari Kapal pesiar ini berdasarkan jumlah wisatawan yang berkunjung ke Wakatobi dan Raja Ampat. Dimana hasil dari jumlah wisatawan pertahunnya akan di rata ratakan sehingga dapat mengakomodir kedua potensi destinasi wisata tersebut.

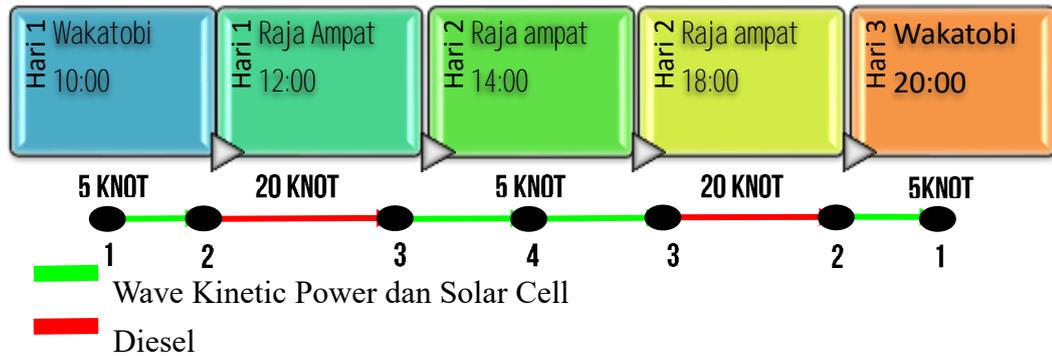
Data jumlah pengguna jasa ini didapatkan dari data akumulasi yang bersumber dari berita yang di kumpulkan dari berbagai sumber selama 5 tahun terakhir untuk wilayah Wakatobi dan Raja Ampat. Sedangkan data yang paling terbaru, diperoleh dengan metode *forecasting* (peramalan) dengan bantuan ms. Excel.

Berikut ini ada data jumlah wisatawan Wakatobi dan Raja Ampat

Tabel IV.1 Jumlah Wisatawan Wakatobi dan Raja Ampat

JUMLAH WISATAWAN WAKATOBI				JUMLAH WISATAWAN RAJA AMPAT			
1	TAHUN	WISATAWAN			TAHUN	WISATAWAN	
2	2013	11650	/TAHUN		2013	12000	/TAHUN
3	2014	15000	/TAHUN		2014	14000	/TAHUN
4	2015	17000	/TAHUN		2015	21000	/TAHUN
5	2016	22000	/TAHUN		2016	24667	/TAHUN
6	2017	40000	/TAHUN		2017	30556	/TAHUN
7	2018	40240	/TAHUN	FORECAST	2018	34963	/TAHUN
8	2019	48892	/TAHUN		2019	40358	/TAHUN
9	2020	58234	/TAHUN		2020	45095	/TAHUN

Pada Tabel IV.1 terlihat bahwa potensi yang dimiliki pada Wakatobi sebesar 58.234 pengunjung pertahunnya sedangkan Raja Ampat pada tahun 2020 memiliki potensi 45.095 pengunjung pertahunnya. Dan dalam merancang kapal ini, diperkirakan rata-rata kedua potensi wisata ini.



Gambar IV.3 Jadwal Operasi Kapal

Pada Gambar IV.3 menunjukkan bahwa kapal beroperasi selama 3 hari dengan dua opsi penggunaan energi yang berbeda. Dalam satu bulan kapal dapat beroperasi sebanyak 8 kali, jika mengikuti jadwal yang tercantum pada Gambar IV.3

Tabel IV.2 Jumlah Rata Rata Wisatawan Wakatobi dan Raja Ampat

WISATAWAN 2020	
WAKATOBI	= 58234 /TAHUN
RAJA AMPAT	= 45095 /TAHUN
RATA RATA	= 51664 /TAHUN
	4305 /BULAN
CRUISE	= 8 /BULAN
POTENSI	= 538 /PENUMPANG TIAP CRUISE
DIESTIMASIKAN	20% IKUT DALAM CRUISE
	108 /PENUMPANG TIAP CRUISE

Pada Tabel IV.2 dicantumkan dalam satu bulan, kapal dapat berlaya sejumlah 4 kali dengan potensi penumpang perbulannya sejumlah 4.305 orang. Dan potensi untuk setiap *cruise* nya adalah 538 penumpang. Dan kapal ini di estimasikan mampu menampung 20% dari jumlah penumpang tersebut. Sehingga di dapatkan jumlah penumpang yang akan di bawa ialah 108 orang.

IV.4. Penentuan Ukuran Utama

Penentuan ukuran utama mengacu di mulai dengan mencari kapal referensi yang di nilai memenuhi kebutuhan yakni 108 orang penumpang.



Gambar IV.4 Seadream Yacht Club
 Sumber: Sea Dream Yachts Club, 2017

Pada Gambar IV.4 merupakan kapal yacht berkapasitas 108 orang penumpang. Sehingga dapat dijadikan acuan dalam proses mendesain kapal.

Ada pun batasan Ukuran utama tersebut disesuaikan perbandingan ukuran utama sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 L/T &= 25.5 & 10 < L/T < 30 \\
 L/B &= 4.7 & 2.7 < L/B < 5 \\
 B/T &= 5.43 & 2.46 < B/T < 19.32 \\
 C_p &= 0.598 & 0.52 < C_p < 0.60
 \end{aligned}$$

Dari pengecekan batasan–batasan perbandingan ukuran utama tersebut dapat disimpulkan bahwa ukuran utama kapal memenuhi karena hasil perbandingan masuk dalam *range* yang telah ditentukan.

Dari perhitungan teknis yang telah dilakukan, dilakukan pengecekan teknis meliputi pengecekan berat, stabilitas, *trim*, dan lambung timbul kapal. Dari pengecekan teknis yang telah dilakukan, diketahui bahwa ukuran utama awal yang digunakan sudah memenuhi pengecekan berat.

IV.5. Perhitungan Teknis

Setelah didapatkan ukuran utama kapal, dan telah disesuaikan dengan batasan rasio ukuran utama kapal selanjutnya dilakukan perhitungan teknis meliputi perhitungan

berat baja kapal, perhitungan peralatan dan perlengkapan, perhitungan LWT, perhitungan DWT, Trim, lambung timbul dan stabilitas.

IV.5.1. Perhitungan Baja Kapal

Perhitungan berat baja kapal didapatkan dengan menggunakan metode Harvald & Jensen (1992), dari buku *Ship Design Efficiency and Economy* (Schneekluth & Bertram, 1998). Berikut ini adalah hasil perhitungan berat baja kapal:

Tabel IV.3 Rangkuman Perhitungan Berat Baja Kapal

Volume Total (V_{tot})		
$V_{tot} =$	$V1 + V2 + V3 + V4 + V5 + V6$	
$=$	8466.450 m^3	
Berat Baja (W_{ST})		
W_{ST}	$=$	$L_{pp} \cdot B \cdot D_A \cdot C_s$
	$=$	1985.87 ton
Titik Berat Baja (KG_{ST})		
KG_{ST}	$=$	$D_A \cdot C_{KG}$
	$=$	6.476 m
Longitudinal Center of Gravity from Midship (LCG_M)		
LCG_M	$=$	$-(LCG_{FP} - 0.5 \cdot LPP)$
	$=$	-1 m

IV.5.2. Perhitungan berat permesinan

Berat permesinan terdiri dari beberapa komponen, yaitu mesin itu sendiri, unit propulsi dan unit elektrikal. Dari perhitungan yang dilakukan menggunakan rumus pendekatan, berat permesinan di tambah dengan berat lainnya. Didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut

Tabel IV.4 Rangkuman Perhitungan Berat Permesinan

Berat Total Permesinan (W_M)		
W_M	$=$	$W_e + W_{T.Prop} + W_{gs} + W_{hybrid} + W_{ot}$
	$=$	851.58 ton
Titik Berat Permesinan (KGM)		
Hdb	$=$	$(350 + 45 \cdot B) / (10^3)$
	$=$	1.21 m
KGM	$=$	$hdb + 0.35(H - hdb)$
	$=$	3.23 m
Longitudinal Center of Gravity from Midship (LCG_M)		
LCG_{FP}	$=$	$LWL - LCB - \text{Titik Berat Mesin}$
	$=$	87.08 m
LCG_M	$=$	$-(LCG_{FP} - 0.5 \cdot LPP)$
	$=$	-42.45 m

IV.5.3. Perhitungan berat peralatan dan perlengkapan kapal

Tabel IV.5 Rangkuman Berat Peralatan dan Perlengkapan Kapal

No	Peralatan	Jumlah	Berat (ton/unit)	Total (ton)
1	Railing	1	0.008	0.008
2	Lifebuoy	36	0.003	0.108
3	Set Navigasi & komunikasi	1	39.429	39.429
4	Jangkar	2	0.660	1.320
5	Solar panel	52	0.023	1.196
6	Battery	1	35	35.000
7	Komponen kelistrikan	1	0.1	0.100
8	Kaca Polycarbonate	1	0.313	0.313
9	Liferaft	2	0.220	0.440
10	Life Jacket	220	0.004	0.880
TOTAL				78.786

Dapat diperhatikan pada Tabel IV.5 bahwa W peralatan dan perlengkapan total adalah 78.714 ton. Titik berat dari peralatan dan perlengkapan adalah sebagai berikut:

LCG = 10.643 m, dibelakang midship

LCG = 78.617 m, dari FP

IV.5.4. Perhitungan berat kapal

Dapat diperhatikan pada Tabel IV.6, Berat kapal terdiri dari dua komponen, yaitu komponen DWT (*Dead Weight Tonnage*) dan komponen LWT (*Light Weight Tonnage*). Dari perhitungan yang dilakukan didapatkan margin berat kapal sebesar 2.4%. Sedangkan margin maksimal berat kapal yang diijinkan adalah 10%, sehingga perhitungan berat kapal diterima.

Tabel IV.6 Rangkuman berat total kapal

Berat LWT	
LWT	= WST + WE&O + WM
	= 2916.158ton
Berat DWT	
DWT	= Wconsumable + Wpenumpang+ Wcrew
	= 57.408 ton
Berat Total	
W	= LWT + DWT
	= 2973.565ton
Margin	
<i>Displacement</i> (Δ)	= 3048 ton
Margin	= $((\Delta - W) / \Delta) \times 100\%$
	= 2.4% (Accepted)

IV.5.5. Perhitungan DWT

Komponen berat kapal DWT dalam tugas akhir ini terdiri dari berat *crew* dan barang bawaannya, berat tangki air tawar, berat tangki bahan bakar, berat tangki minyak pelumas, serta berat tangki HFO. Tabel IV.6 terdapat rekapitulasi perhitungan berat DWT kapal yang didesain.

IV.5.6. Perhitungan LWT

Berat LWT merupakan berat kapal kosong dan terdiri dari berat baja kapal, berat konstruksi lambung kapal, berat permesinan, dan peralatan yang digunakan. Tabel IV.6 terdapat rekapitulasi perhitungan berat LWT kapal yang didesain.

IV.5.7. Perhitungan Trim

Trim adalah perbedaan tinggi sarat kapal antara sarat depan dan belakang. Sedangkan *even keel* merupakan kondisi di mana sarat belakang T_b dan sarat depan T_a adalah sama. *Trim* terbagi dua yaitu:

1. *Trim* haluan
2. *Trim* buritan

Adapun batasan untuk *trim* didasarkan pada selisih harga mutlak antara LCG dan LCB dengan batasan $\leq 0.5\%$ L_s sesuai aturan SOLAS Ch II-1 Reg. 5-1.3. Apabila perhitungan tidak memenuhi syarat, maka dapat diperbaiki dengan cara menggeser letak tangki-tangki yang telah direncanakan sebelumnya pada gambar rencana umum awal atau mengubah volume tangki-tangki pada *loadcase stability*. Untuk detail perhitungan pemeriksaan sarat dan *trim* kapal dapat dilihat pada Tabel IV.7

Tabel IV.7 Kondisi *Trim* pada Tiap *Loadcase*

No	Kondisi	Batasan	Nilai	Status
1	Loadcase 1	0.539	0.511	Diterima
2	Loadcase 2	0.539	0.473	Diterima
3	Loadcase 3	0.539	0.383	Diterima
4	Loadcase 4	0.539	0.508	Diterima
5	Loadcase 5	0.539	0.471	Diterima
6	Loadcase 6	0.539	0.38	Diterima
7	Loadcase 7	0.539	0.506	Diterima
8	Loadcase 8	0.539	0.468	Diterima
9	Loadcase 9	0.539	0.378	Diterima

Kondisi *trim* kapal pada semua *loadcase* telah **memenuhi** kriteria dari SOLAS Ch II-1 Reg. 5-1.3 yaitu *trim* kapal tidak melebihi nilai 0.5%Ls sebesar 0.539.

IV.5.8. Perhitungan Freeboard

Lambung timbul atau *freeboard* merupakan daya apung cadangan kapal dan memiliki dampak langsung terhadap keselamatan, baik keselamatan *crew*, muatan, dan kapal itu sendiri. Besarnya nilai *freeboard* diukur dari jarak secara vertikal pada bagian midship kapal dari tepi garis geladak hingga garis air di area midship. Dalam peraturan *International Convention on Load Lines 1966 and Protocol of 1988*, perhitungan nilai *freeboard* dibedakan menjadi dua tipe sesuai dengan jenis dan kriteria kapal, yaitu kapal tipe A yang memiliki kriteria sebagai kapal yang didesain memuat muatan cair curah, memiliki akses bukaan ke kompartemen yang kecil, serta ditutup penutup bermaterial baja yang kedap, dan memiliki kemampuan menyerap air atau gas yang rendah pada ruang muat yang terisi penuh. Contoh jenis kapal yang termasuk pada tipe A adalah Tanker dan LNG Carrier. Sedangkan kapal tipe B adalah kapal yang tidak memenuhi kriteria dari kapal tipe A. Sehingga Kapal ini merupakan kapal dengan tipe B.

Perhitungan lambung timbul secara rinci dapat dilihat dalam lampiran perhitungan lambung timbul dan pada Tabel IV.8 merupakan rekapitulasi perhitungan lambung timbul yang mengacu pada formula yang diatur oleh *International Convention on Load Lines 1966 and Protocol of 1988*

Tabel IV.8 Rekapitulasi Lambung Timbul

Komponen Koreksi		<i>Freeboard</i>
<i>Freeboard</i> Standard	Fb 1	1440 Mm
Fb Koreksi Cb	Fb 2	0 Mm
Fb Koreksi <i>Depth</i>	Fb3	0 Mm
Fb Koreksi <i>Bangunan Atas</i>	Fb4	-907 Mm
Fb Koreksi Bow Height	Fb5	0 Mm
Total <i>Freeboard</i> min	Fb'	533 Mm

Lambung timbul minimum air laut untuk kapal tipe B adalah lambung timbul setelah dikoreksi dengan penambahan atau pengurangan. Nilai Fb' adalah 533 mm. *Freeboard* sebenarnya pada kapal ini adalah 3500 mm. Karena Fb *Actual* lebih besar dari Fb' (Fb minimal) maka *freeboard* Kapal MV SUTO telah **memenuhi** persyaratan lambung timbul *International Convention on Load Lines 1966 and Protocol of 1988*.

IV.5.9. Perhitungan stabilitas

Kapal yang akan dibangun harus dapat dibuktikan secara teoritis bahwa kapal tersebut memenuhi standard keselamatan pelayaran *Safety Of Life At Sea* (SOLAS) atau *International Maritime Organization* (IMO). Perhitungan stabilitas dilakukan dengan bantuan software *Maxsurf Stability Enterprise Education Version*. Kriteria stabilitas yang digunakan dalam perhitungan *software* adalah IS Code 2008. Tabel IV.9 merupakan rangkuman hasil perhitungan yang telah dibandingkan dengan batasannya:

Tabel IV.9 Stabilitas Kapal

Data	Loadcase I	Loadcase II	Loadcase III	Loadcase IV	Loadcase V	Loadcase VI	Loadcase VII	Loadcase VIII	Loadcase IX	Kriteria IMO	Kondisi
e_{0-30° (m.deg)	76.9764	75.6151	75.7898	77.0163	75.6534	75.828	77.0563	77.192	75.6918	≥ 3.1513	Diterima
e_{0-40° (m.deg)	117.508	115.434	116.1756	117.563	115.487	116.2292	117.6182	117.779	115.5401	≥ 5.1566	Diterima
e_{30-40° (m.deg)	40.5316	39.8189	40.3858	40.5468	39.8336	40.4012	40.576	40.5619	39.8482	≥ 1.7189	Diterima
h_{30° (m.deg)	4.081	4.007	4.066	4.082	4.008	4.067	4.085	4.084	4.01	≥ 0.2	Diterima
θ_{max} (deg)	37.3	36.4	36.4	37.3	36.4	36.4	37.3	37.3	36.4	≥ 25	Diterima
GM_0 (m)	14.739	14.469	14.322	14.75	14.48	14.332	14.771	14.76	14.49	≥ 0.15	Diterima

Keterangan:

- e_{0-30° (m.deg) adalah luas bidang dibawah kurva lengan statis (GZ) sampai 30° sudut oleng,
- e_{0-40° adalah luas bidang dibawah kurva lengan statis (GZ) sampai 40° sudut oleng,
- 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° .
- Loadcase I adalah tangki berisi 100% dan muatan 100%.
- Loadcase II adalah tangki berisi 50% dan muatan 100%.
- Loadcase III adalah tangki berisi 10% dan muatan 100%.
- Loadcase IV adalah tangki berisi 100% dan muatan 75%.
- Loadcase V adalah tangki berisi 50% dan muatan 75%.

- Loadcase VI adalah tangki berisi 10% dan muatan 75%.
- Loadcase VII adalah tangki berisi 100% dan muatan 50%.
- Loadcase VIII adalah tangki berisi 50% dan muatan 50%.
- Loadcase IX adalah tangki berisi 10% dan muatan 50%.

IV.6. Electrical Arrangement

Dalam sistem permesinan yang di implementasikan pada MV SUTO ini, ada beberapa elemen terkait, untuk menjalankan kapal pada kecepatan 20 knot dan 5 knot. Kecepatan 20 knot kapal menggunakan mesin diesel sedangkan kecepatan 5 knot menggunakan motor elektrik yang tenaganya didapatkan dari baterai. yang dibutuhkan untuk dapat mewujudkan hal tersebut dibutuhkan WEC, *solar panel*, *gearbox*, mesin diesel, elektrik motor, baterai, dan juga generator set.

Pada Gambar IV.5 yang merupakan hasil dari *maxsurf resistance* kecepatan 5 knot, kapal akan butuh power sebesar 46.657 KW untuk bergerak. Sedangkan MV SUTO akan berlayar selama 5 jam untuk kecepatan 5 knot. Sehingga kebutuhan yang harus di akomodir adalah 234.785 KWh.

	Speed (kn)	Froude No. LWL	Froude No. Vol.	Delft I,II Sail Resist. (kN)	Delft I,II Sail Power (kW)
1	0.000	0.000	0.000	--	--
2	0.500	0.008	0.022	0.6	0.175
3	1.000	0.017	0.043	1.4	0.854
4	1.500	0.025	0.065	2.5	2.238
5	2.000	0.034	0.086	3.7	4.517
6	2.500	0.042	0.108	5.2	7.868
7	3.000	0.051	0.130	6.9	12.466
8	3.500	0.059	0.151	8.7	18.480
9	4.000	0.068	0.173	10.8	26.076
10	4.500	0.076	0.195	13.0	35.414
11	5.000	0.085	0.216	15.4	46.657
12	5.500	0.093	0.238	18.0	59.961
13	6.000	0.102	0.259	20.8	75.483

Gambar IV.5 Power yang Dibutuhkan untuk Kecepatan 5 Knot

IV.6.1. WEC (*Wavestar Energy Converter*)

Mengacu pada *Wavestar* di Roshage, Denmark yang memiliki 2 float untuk digunakan sebagai mengonversikan energi ombak menjadi listrik.

Tabel IV.10 Spesifikasi Mesin *Wavestar* di Denmark

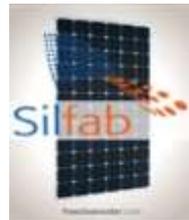
Production to grid [MWh/year]	73
Float diameter [m]	5
Length of arm [m]	10
Site depth [m]	5
Max control torque e6[Nm]	1
Array interaction [%]	85
Number of floats	2

Sumber: *Wavestar*, 2013

Tabel IV.10 2 float mampu menghasilkan listrik sebesar 73 MWh/tahun atau dalam 1 hari mampu menghasilkan 200 KWh/hari

IV.6.2. Solar Panel Cell

Solar panel yang digunakan adalah Silfab SLG360M dengan daya 360 W, lihat Gambar IV.6 Dengan spesifikasi yang dapat dilihat di



Gambar IV.6 Silfab SLG360M

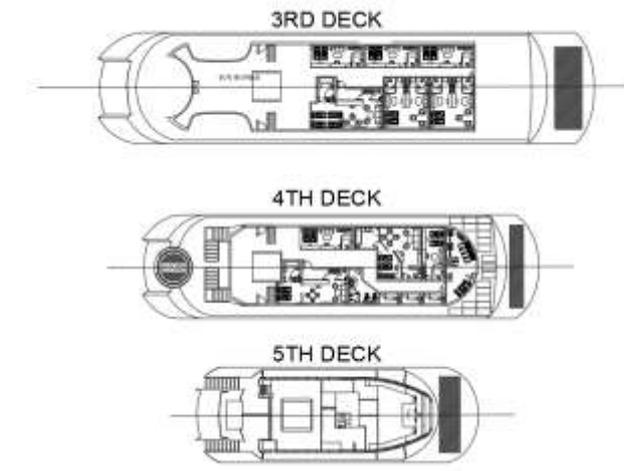
Sumber: Freecleansolar.com, 2017

Tabel IV.11 Spesifikasi Umum Silfab

Tipe	SILFAB SLG360M	
Daya	360	W
Tegangan	47.9	volt
Arus	9.71	Ah
Berat	23	kg
Panjang	1.97	m
Lebar	0.99	m
Luas	1.9503	m ²
Harga	300	USD/UNIT
Masa pakai	25	tahun

Sumber: Freecleansolar.com, 2017

dipasang pada deck ke-3, ke-4, dan ke-5, dapat dilihat pada gambar



Gambar IV.7 Solar Panel Cell

Yang mampu menghasilkan 220.32 KWh selama 12 jam. Berikut rangkuman dari penggunaan *solar panel cell* pada Tabel IV.12

Tabel IV.12 Peletakan *Solar Panel*

Posisi	Ukuran	<i>Solar panel</i>	Daya
Deck ke-3	4 x12 m	24	103.68 KWh
Deck ke-4	2 x12 m	12	51.84 KWh
Deck ke-5	3 x 11 m	15	64.8 KWh

IV.6.3. Baterai

Untuk kebutuhan penyimpanan daya, di perlukan baterai yang mampu menampung setidaknya 2 x 234.785 KWh ditambah 25% dari daya generator set (380 KW) sehingga paling tidak baterai mampu menampung 850 KW . Maka di gunakanlah EOS AURORA dengan kapasitas 1000 KW.



Gambar IV.8 Eos Aurora 1000
Sumber: EOS, 2017

Tabel IV.13 Baterai

Tipe	EOS AURORA 1000	
Kapasitas	1000	kWh
Tegangan	400	VAC
Berat	35	ton
Jumlah	1	unit
Harga	263.000	USD/unit

Sumber : EOS, 2017

IV.6.4. Gearbox

Untuk dapat menggunakan 2 opsi kecepatan yang berasal dari 2 mesin berbeda. Maka di gunakanlah gearbox yang mampu mengakomodir hal tersebut. Maka di gunakanlah Wärtsilä 2-speed Gear .

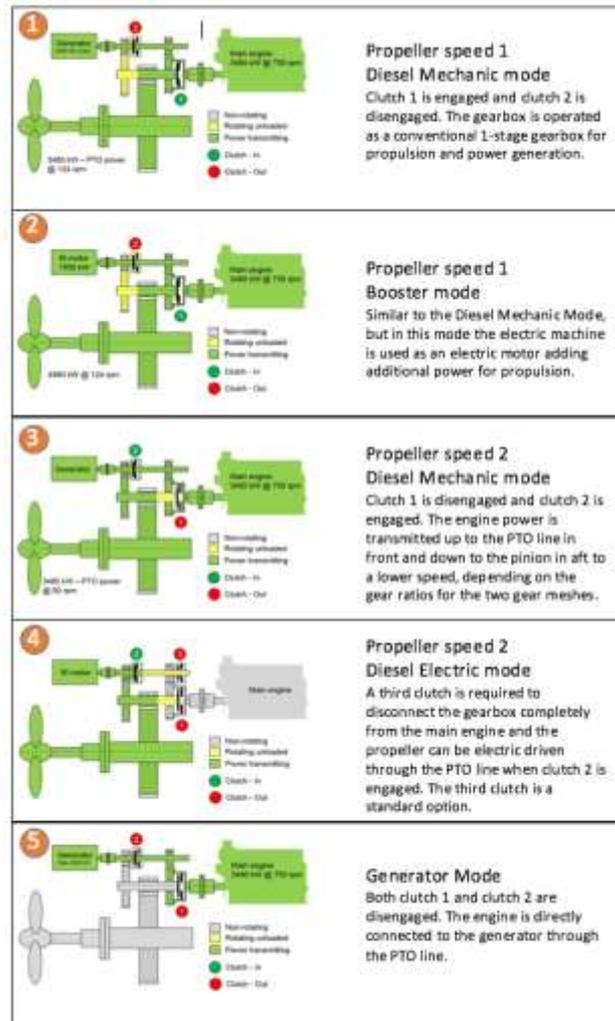


Gambar IV.9 Wartsila 2-Speed Gear

Sumber: Wartsila, 2017

Prinsip operasi untuk gearbox 2-Speed untuk kapal dengan lima mode operasi yang bisa di gunakan pada Wartsila *2-speed gear* ini. ditunjukkan pada Gambar IV.10:

1. Kecepatan baling-baling 1 - mode Mekanika Diesel
2. Kecepatan baling-baling 1 - Mode booster
3. Kecepatan baling-baling 2 - mode Mekanika Diesel
4. Kecepatan baling-baling 2 - Modus Diesel Electric
5. Mode generator



Gambar IV.10 Kemungkinan Konfigurasi pada Wartsila 2-Speed Gear
(Dr. Kjell Haugland, 2016)

IV.6.5. Mesin penggerak

Adapun rincian perhitungan serta pemilihan komponen bisa dilihat pada halaman lampiran laporan. Pada Tabel IV.14 merupakan mesin utama yang digunakan. Pada MV SUTO ini menggunakan 2 mesin utama.

Tabel IV.14 Spesifikasi Mesin Utama

	Merk	Wartsila 26
	Type	9L26
	Daya	3060 KW
	RPM	1000 rpm
	L	5449 mm
	W	2107 mm
	H	2686 mm
	Dry mass	23300 kg

Sumber: Wartsila, 2017

MV SUTO ini juga menggunakan 2 genset, dapat dilihat Tabel IV.15

Tabel IV.15 Spesifikasi Genset

	Merk	Wartsila 20 genset
	Type	8L20 50 HZ
	Daya	1520 KW
	RPM	1000 rpm
	L	2070 mm
	W	6030 mm
	H	2542 mm
	Dry mass	20700 kg

Sumber: Wartsila, 2017

Untuk elektrik motornya, kapal ini menggunakan motor listrik yang dapat dilihat pada Tabel IV.16

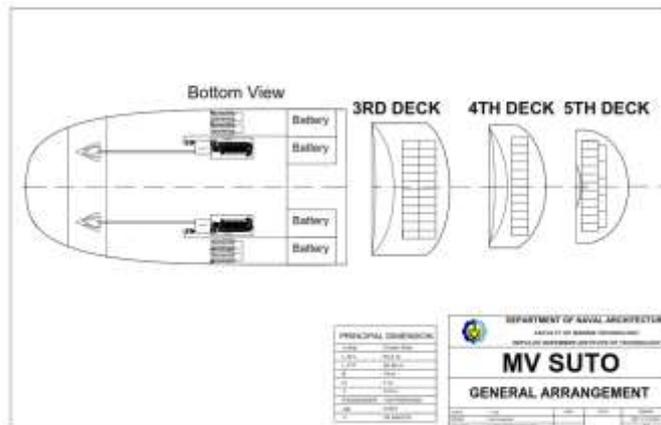
Tabel IV.16 Spesifikasi Motor Listrik

	Merk	ABB	
	Type	M3BP 315 SMA 6	
	Daya	55	kW
	RPM	1000	rpm
	Tegangan	400	Volt
	Arus	-	
	Frekuensi	50	Hz
	Dry mass	645	kg/unit
	Jumlah	2	unit

Sumber: ABB, 2014

IV.6.6. Electrical Arrangement

Gambar IV.11 merupakan electrical Arrangement dari MV SUTO

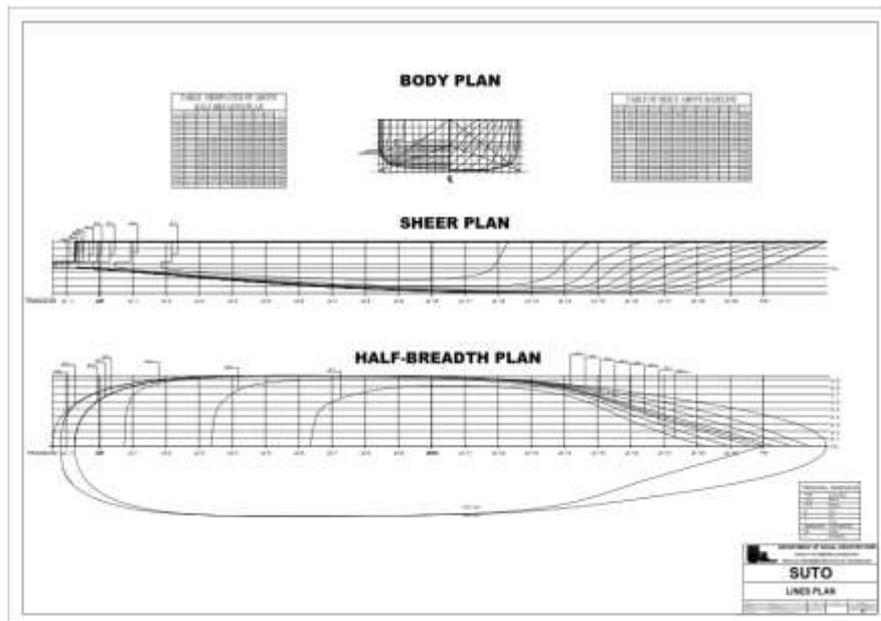


Gambar IV.11 Electrical Arrangement

IV.7. Pembuatan *Lines Plan*

Dalam proses desain MV SUTO, pembuatan rencana garis dengan menggunakan *software Maxsurf Modeler*. *Design* dibuat mengacu kepada kapal kapal yang telah ada dan disesuaikan dengan karakteristik pendekatan yang digunakan.

Untuk melihat *smooth* atau tidaknya permukaan desain, didalam *Maxsurf Modeler* telah disediakan pandangan dari beberapa sudut, yaitu tampak depan/belakang, tampak samping, tampak atas dan pandangan perspektif. Garis-garis dari berbagai sudut pandang itulah yang nantinya akan dijadikan sebagai rencana garis. Gambar IV.12 merupakan gambar dari model yang telah dibuat.



Gambar IV.12 Lines Plan

Setelah ukuran sesuai kemudian ditentukan sarat dari model ini. Untuk memasukkan nilai sarat kapal dilakukan dengan mengakses *menu data > frame of reference*. Pada Gambar tampak panjang Lwl kapal.

Setelah sarat kapal ditentukan selanjutnya dilakukan pengecekan nilai hidrostatis dari model yang dibuat, yaitu dengan mengakses *menu data > calculate hydrostatic*. Dari sini akan tampak data-data hidrostatis model. Jika data belum sesuai dengan perhitungan maka perlu dilakukan perubahan terhadap model. Namun ketika data hidrostatis telah sesuai maka model ini dapat langsung diexport ke format *dxf* untuk di perbaiki dengan *software CAD*.

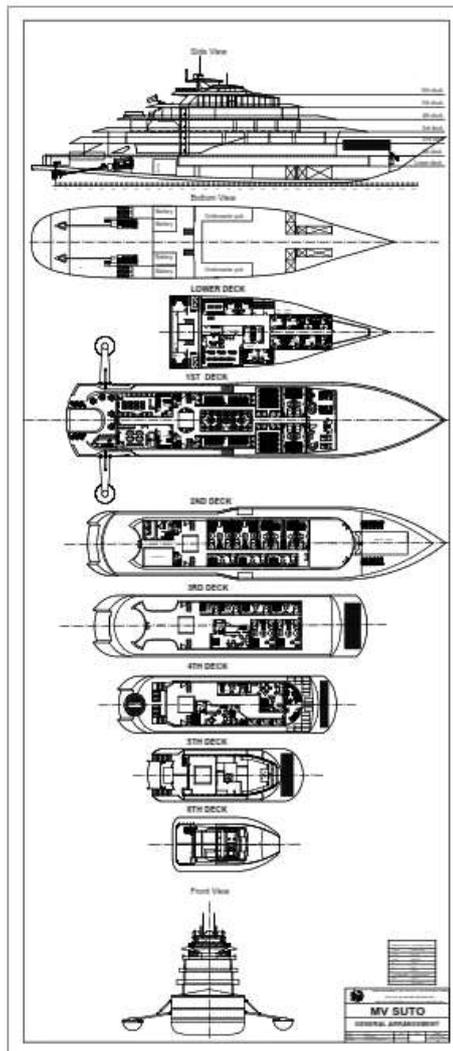
Untuk menyimpan rencana garis dari model yang telah dibuat, buka salah satu pandangan dari model, kemudian klik *file > export > DXF and IGES*, atur skala 1:1,

kemudian *klik ok* dan *save file* baru tersebut. Cara ini berlaku untuk semua pandangan dari model.

Setelah didapatkan *body plan*, *sheer plan* dan *halfbreadth plan*, langkah selanjutnya adalah menggabung ketiganya dalam satu *file dwg* yang merupakan output dari *software CAD*. Dalam proses penggabungan juga dilakukan sedikit *editing* pada rencana garis yang telah didapat.

IV.8. Pembuatan *General Arrangement*

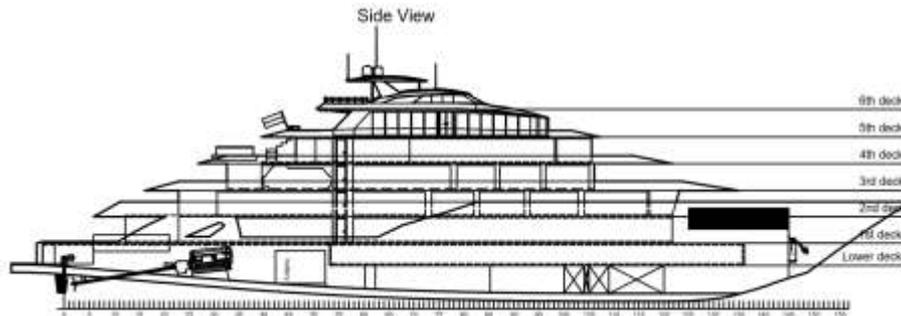
Dari gambar *Lines Plan* yang sudah di buat, maka dapat dibuat pula gambar *General Arrangement* dari *Unlimited Power Cruise*. *General Arrangement* didefinisikan sebagai perencanaan ruangan yang dibutuhkan sesuai dengan fungsi dan perlengkapan kapal. Pembuatan *General Arrangement* dilakukan dengan bantuan *software AutoCAD 2017*.



Gambar IV.13 *General arrangement*

IV.8.1. Side elevation

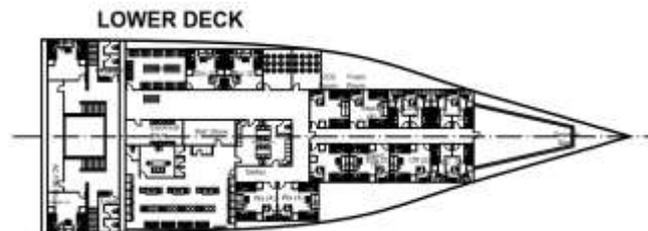
Pada permodelan rencana umum Kapal ini dilakukan pemroyeksian *layout* kapal tampak samping. Jarak gading pada kapal ini adalah 0,6 m. Detail permodelan rencana umum MV SUTO tampak samping dapat dilihat pada Gambar IV.14 berikut.



Gambar IV.14 Side View

IV.8.2. Lower deck

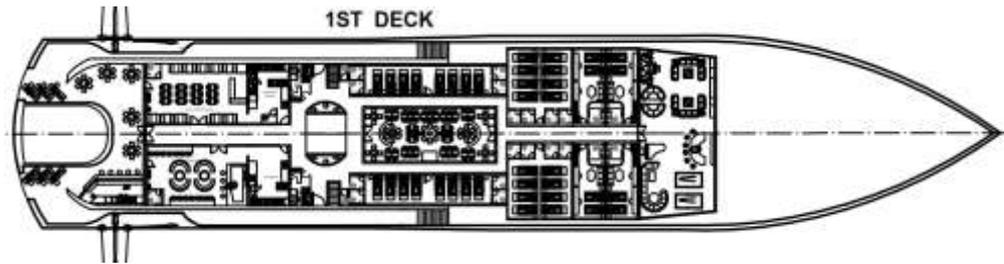
Ruangan pada geladak ini lebih difungsikan untuk tempat penyimpanan. Pada Gambar IV.15 merupakan deck yang terisolasi dari tamu/khusus *crew*. Ruang-ruang yang terisolasi dari tamu antara lain, *mess room*, *galley*, toilet, *electrical store*, *dining saloon*, *general store*, *refrigerator store*, *CO₂ room*, *foam room*, dan *AC fan room*.



Gambar IV.15 Lower Deck

IV.8.3. 1st deck

merupakan geladak utama dari MV SUTO. Pada 1st *deck* terdapat ruangan yang diperuntukkan kepentingan umum, pribadi, dan juga khusus. Terdapat berbagai fasilitas pada 1st *deck* ini, *pool*, restoran, PUB, kamar wisatawan, resepsionis, *Dining Saloon*, perpustakaan, area bermain billiard, maupun bar.



Gambar IV.16 1st Deck

IV.8.4. 2nd deck

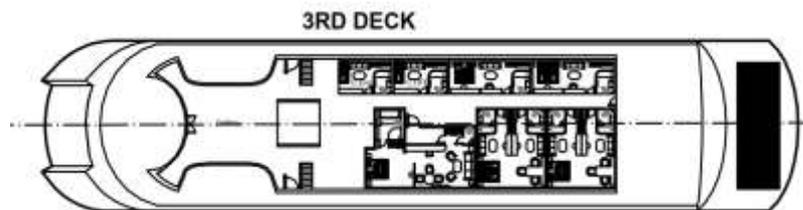
Sama seperti 1st deck, 2nd deck juga terdapat ruangan untuk kepentingan umum, pribadi, dan juga khusus.



Gambar IV.17 2nd Deck

Pada Gambar IV.17, dapat dilihat bahwa terdapat kamar wisatawan, mushola, klinik, *pool*, dan *main saloon*.

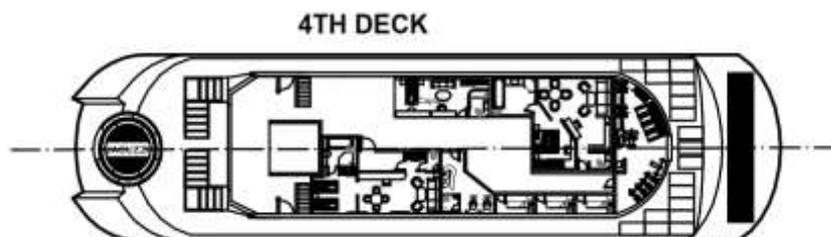
IV.8.5. 3rd deck



Gambar IV.18 3rd Deck

Pada deck ini terdapat ruangan *chief engineer*, *chief officer*, kamar wisatawan, dan juga *gallery*

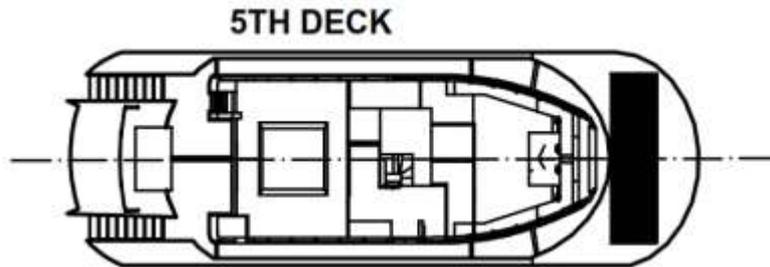
IV.8.6. 4th deck



Gambar IV.19 4th Deck

Pada deck ini terdapat ruang *captain*, kamar wisatawan, GYM, SPA, dan yoga

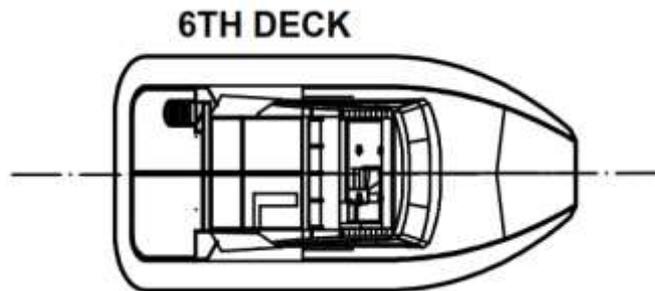
IV.8.7. 5th deck



Gambar IV.20 5th Deck

Pada deck ini di peruntukan untuk hiburan pada MV SUTO. Wisatawan bisa menikmati minuman yang dapat di beli pada skybar pada 6th deck, dan menikmatinya pada deck ini.

IV.8.8. 6th deck



Gambar IV.21 6th Deck

Pada deck ini terdapat tepat untuk mengemudikan kapal dan pada sisi lainnya, merupakan skybar dimana wisatawan bisa menikmati minuman bernuansa tropis sambil menikmati keindahan wakatobi maupun raja empat

IV.9. Pembuatan *Safety Plan*

Kapal pesiar ini harus memiliki standar minimum sebagai kapal pengangkut penumpang, maka harus dilakukan perencanaan keselamatan dengan memperhitungkan jumlah penumpang dan ruang akomodasi penumpang.

IV.9.1. *Life Saving Appliances*

1. *Lifebuoy*

Ketentuan jumlah *lifebuoy* untuk kapal penumpang menurut SOLAS Reg. III/22-1 dapat dilihat pada Tabel IV.17

Tabel IV.17 Ketentuan Jumlah *Lifebuoy*

Panjang Kapal (m)	Jumlah <i>Lifebuoy</i> Minimum
Di bawah 60	8
Antara 60 sampai 120	12
Antara 120 sampai 180	18
Antara 180 sampai 240	24
Lebih dari 240	30

Panjang (L_{pp}) kapal MV SUTO adalah 107.89 meter, sehingga jumlah minimum *lifebuoy* yang harus tersedia adalah 12. Spesifikasi *lifebuoy* berdasarkan LSA Code II/2-1 adalah sebagai berikut:

- a. Memiliki diameter luar tidak lebih dari 800 mm dan diameter dalam tidak kurang dari 400 mm.
- b. Mampu menahan beban tidak kurang dari 14,5 kg dari besi di air selama 24 jam.
- c. Mempunyai massa tidak kurang dari 2,5 kg
- d. Tidak mudah terbakar atau meleleh meskipun terbakar selama 2 detik.

Sedangkan ketentuan untuk jumlah dan peletakan *lifebuoy* menurut SOLAS Reg. III/7-1 adalah:

- b. Didistribusikan di kedua sisi kapal dan di geladak terbuka dengan lebar sampai sisi kapal. Pada sisi belakang kapal (buritan kapal) harus diletakkan 1 buah *lifebuoy*.
- c. Setidaknya satu pelampung diletakkan di setiap sisi kapal dan dilengkapi dengan tali penyelamat.
- d. Tidak kurang dari 1.5 dari jumlah total *lifebuoy* harus dilengkapi dengan pelampung dengan lampu menyala (*lifebuoy self-igniting lights*). Sedangkan untuk kapal penumpang setidaknya 6 *lifebuoy* harus dilengkapi *lifebuoy self-igniting lights*.
- e. Tidak kurang dari 2 dari jumlah total *lifebuoy* harus dilengkapi dengan *lifebuoy self-activating smoke signal* dan harus mudah diakses dari *Navigation bridge*.

Berdasarkan ketentuan-ketentuan tersebut maka perencanaan jumlah dan peletakan *lifebuoy* pada kapal MV SUTO dapat dilihat pada Tabel IV.18

Tabel IV.18 Perencanaan Jumlah Peletakan *Lifebuoy*

Jenis <i>Lifebuoy</i>	Jumlah					
	1 st <i>deck</i>	2 nd <i>deck</i>	3 rd <i>deck</i>	4 th <i>deck</i>	5 th <i>deck</i>	6 th <i>deck</i>
<i>Lifebuoy</i>	3	3	3	3	3	1
<i>Lifebuoy with line</i>	2	2	2	2	2	2
<i>Lifebuoy with self-igniting lights</i>	1	1	1	1	1	1
<i>Lifebuoy with smoke signal</i>		-	-	-	-	2

2. *Lifejacket*

Kriteria ukuran *lifejacket* menurut LSA code II/2.2 dapat dilihat pada Tabel IV.19

Tabel IV.19 Kriteria Ukuran *Lifejacket*

Ukuran <i>Lifejacket</i>	Balita	Anak-anak	Dewasa
Berat (kg)	< 15	15 - 43	> 43
Tinggi (cm)	< 100	100 - 155	> 155

Sedangkan ketentuan jumlah dan penempatan *lifejacket* pada kapal penumpang berdasarkan SOLAS Reg. III/7-2 adalah sebagai berikut:

a. Sebuah *lifejacket* harus tersedia untuk setiap orang di atas kapal, dan dengan ketentuan:

- Untuk kapal penumpang dengan pelayaran kurang dari 24 jam, jumlah *lifejacket* untuk bayi setidaknya sama dengan 2.5% dari jumlah penumpang.
- Untuk kapal penumpang dengan pelayaran lebih dari 24 jam, jumlah *lifejacket* untuk bayi harus disediakan untuk setiap bayi di dalam kapal.
- Jumlah *lifejacket* untuk anak-anak sedikitnya sama dengan 10 % dari jumlah penumpang atau boleh lebih banyak sesuai permintaan ketersediaan *lifejacket* untuk setiap anak.

- Jumlah *lifejacket* yang cukup harus tersedia untuk orang-orang pada saat akan menuju *survival craft*. *Lifejacket* tersedia untuk orang-orang yang berada di *poop deck*, ruang kontrol mesin, dan tempat awak kawal lainnya.
 - Jika *lifejacket* yang tersedia untuk orang dewasa tidak didesain untuk berat orang lebih dari 140 kg dan lingkar dada mencapai 1.750 mm, jumlah *lifejacket* yang cukup harus tersedia di kapal untuk setiap orang tersebut.
- b. *Lifejacket* harus ditempatkan pada tempat yang mudah diakses dan dengan penunjuk posisi yang jelas.
- c. *Lifejacket* yang digunakan di *totally enclosed lifeboat*, kecuali *free fall lifeboats*, tidak boleh menghalangi akses masuk ke dalam *lifeboat* atau tempat duduk, termasuk pada saat pemasangan sabuk pengaman.

Ketentuan perencanaan peletakan *lifejacket* berdasarkan SOLAS Reg. III/22 adalah sebagai berikut:

- a. *Lifejacket* harus diletakkan di tempat yang mudah dilihat, di geladak atau di *muster stasion*.
- b. *Lifejacket* penumpang diletakkan di ruangan yang terletak langsung diantara area umum dan *muster stasion*. Untuk kapal pelayaran lebih dari 24 jam, *lifejacket* harus diletakkan di area umum, *muster stasion*, atau diantaranya.
- c. *Lifejacket* yang digunakan pada kapal penumpang harus tipe *lifejacket lights*

Berdasarkan ketentuan-ketentuan tersebut maka perencanaan peletakan *lifejacket* dapat dilihat pada Tabel IV.20

Tabel IV.20 Perencanaan Jumlah dan Peletakan *Lifejacket*

Jenis <i>Lifejacket</i>	Jumlah					
	<i>1st deck</i>	<i>2nd deck</i>	<i>3rd deck</i>	<i>4th deck</i>	<i>5th deck</i>	<i>6th deck</i>
<i>Lifejacket lights</i>	60	26	12	12	-	-
<i>Childs Lifejacket</i>	60	26	12	12	-	-

3. *Liferaft*

Liferaft yang digunakan adalah tipe *inflatable liferaft*. Ketentuan peletakan *inflatable liferaft* pada kapal penumpang menurut SOLAS Reg. III/21-1.4 sebagai berikut:

- a. *Inflatable liferaft* harus diletakkan disetiap sisi kapal dengan kapasitas mampu mengakomodasi seluruh orang di kapal.
- b. Kecuali kalau diletakkan di setiap sisi geladak tunggal terbuka yang mudah dipindahkan, maka *liferaft* yang tersedia pada setiap sisi kapal memiliki kapasitas 150% jumlah penumpang.

Dengan memperhitungkan kapasitas penumpang sebanyak 108 orang, maka diperlukan 2 *inflatable liferaft* dengan kapasitas per unit 85 orang. Berdasarkan ketentuan SOLAS Reg. III/21-1.43, *liferaft* dipasang disetiap sisi kapal. Perencanaan letak *inflatable liferaft* adalah pada geladak di atas 3rd deck.

4. *Line Throwing Appliances*

Ketentuan ukuran dan peletakan *line throwing appliances* menurut LSA code VII/7.1 adalah sebagai berikut:

- a. Mampu melontarkan tali dengan tepat.
- b. Di dalamnya terdapat minimal 4 proyektil yang masing-masing dapat membawa tali setidaknya 230 meter pada kondisi cuaca yang baik dengan *breaking strength* minimal 2 kN.
- c. Terdapat instruksi yang jelas di bagian luarnya untuk menjelaskan penggunaan dari *line throwing appliances*.

Berdasarkan ketentuan tersebut maka akan dipasang 2 (dua) *line throwing appliances* pada setiap sisi kapal pada *main deck*.

5. *Muster / Assembly Stasion*

Muster stasion merupakan area untuk berkumpul disaat terjadi bahaya. Rencananya *muster stasion* akan diletakkan di *main deck* dan *poop deck*. Ketentuan letak *muster stasion* berdasarkan MSC/Circular.699/II-2 adalah sebagai berikut:

- a. *Muster Station* harus diidentifikasi dengan *muster station symbol*.
- b. Simbol *Muster station* harus diberi ukuran secukupnya dan diletakkan di *muster station* serta dipastikan mudah terlihat.

6. *Escape Routes*

Simbol *escape route* dipasang disetiap lorong kapal, tangga-tangga, dan didesain untuk mengarahkan penumpang kapal menuju *muster stasion*. Ketentuan peletakan simbol *escape route* berdasarkan MSC/Circular.699/II-2 adalah sebagai berikut:

- a. Simbol arah ke *muster station* atau simbol *escape way* harus disediakan disemua area penumpang, seperti pada tangga, gang atau lorong menuju *muster station*, di tempat-tempat umum yang tidak digunakan sebagai *muster station*, di setiap pintu masuk ruangan dan area yang menghubungkan tempat umum dan disekitar pintu-pintu pada *deck* terluar yang memberikan akses menuju *muster station*.
- b. Sangat penting bahwa rute menuju ke *muster station* harus ditandai dengan jelas dan tidak diperbolehkan untuk digunakan sebagai tempat meninggalkan barang-barang.
- c. Tanda arah *embarkation station* dari *muster station* ke *embarkation station* harus disediakan.

7. *Visual signal*

Visual signal merupakan alat yang digunakan untuk komunikasi darurat ketika dalam keadaan bahaya. Jenis *visual signal* yang rencananya digunakan adalah *rocket parachutes flare* yang dipasang di *navigation deck*, dan *liferaft*.

8. *Radio and Navigation*

a. *Search And Rescue Radar (SART)*

Pada kapal ini rencananya akan dipasang 2 SART di setiap sisi *navigation deck*. Berdasarkan ketentuan SOLAS Reg. III/6, SART harus dibawa saat naik di *lifeboat* atau *liferaft* ketika dilakukan evakuasi agar radar tetap bisa ditangkap.

b. *Emergency Position Indicating Radio Beacon (EPIRB)*

Pada kapal ini rencananya akan dipasang 1 EPIRB pada *navigation deck* dan diletakkan diluar. Frekuensi EPIRB yang digunakan menurut SOLAS Reg. IV/8 adalah 406 Mhz, dan tertera juga tanggal akhir masa berlaku atau tanggal terakhir sensor apung.

c. *Radio Telephone Apparatus*

Berdasarkan ketentuan SOLAS Reg. III/6, Terdapat paling sedikit tiga set *radio telephone* yang memenuhi standart dan diletakkan di *navigation deck* (2 buah) dan 1 di *engine room*.

IV.9.2. Fire Control Equipment

Berdasarkan SOLAS Reg. II/10, pemadam kebakaran diletakkan di tempat-tempat yang terlihat, mudah dijangkau dengan cepat dan mudah kapanpun atau saat dibutuhkan. Sedangkan menurut MSC 911 /7, lokasi alat pemadam kebakaran portabel berdasarkan kesesuaian kebutuhan dan kapasitas. Alat pemadam kebakaran untuk

kategori ruang khusus harus cocok untuk kebakaran kelas A dan B. Peralatan pemadam kebakaran yang dipasang pada kapal ini antara lain sebagai berikut:

1. *Fire hose reel with spray jet nozzle & hydrant*

Untuk kapal yang mengangkut lebih dari 36 penumpang *fire hoses* harus terhubung ke *hydrant*. Menurut SOLAS Reg. II/10-2, Panjang *fire hoses* minimal adalah 10 m, tetapi tidak lebih dari 15 m di kamar mesin, 20 m di geladak terbuka, dan 25 m di geladak terbuka untuk kapal dengan lebar mencapai 30 m.

2. *Fixed CO₂ fire system*

Menurut SOLAS Reg. II/10-5, *fixed CO₂ fire system* digunakan untuk sistem pemadam kebakaran di kamar mesin atau untuk kebakaran kategori A, dimana terdapat kandungan minyak atau bahan bakar. *Fixed CO₂ fire system* diletakkan di sebuah ruangan di geladak utama.

3. *Sprinkler*

Menurut ketentuan SOLAS Reg. II/10-6, untuk kapal penumpang yang mengangkut lebih dari 36 penumpang harus dilengkapi dengan sistem *sprinkler* otomatis untuk area yang memiliki resiko kebakaran besar, misalnya seperti di *passenger deck*.

4. *Portable CO₂ fire extinguisher*

Digunakan untuk memadamkan kebakaran di area yang terdapat banyak sistem kelistrikan atau mengandung minyak dan bahan bakar lainnya.

5. *Portable foam extinguisher*

Digunakan untuk memadamkan kebakaran di kamar mesin.

6. *Portable dry powder extinguisher*

Digunakan untuk memadamkan kebakaran tipe A,B, dan C, sehingga diletakkan di area umum seperti geladak penumpang dan geladak akomodasi lainnya.

Sedangkan alat pendeteksi kebakaran yang harus dipasang berdasarkan ketentuan HSC Code VII/7 antara lain sebagai berikut:

1. *Bell fire alarm*

Untuk kapal kurang dari 500 GT, *alarm* ini dapat terdiri dari peluit atau sirene yang dapat didengar di seluruh bagian kapal.

2. *Push button for fire alarm*

Push button for general alarm ini digunakan atau ditekan apabila terjadi tanda bahaya yang disebabkan apa saja dan membutuhkan peringatan menyeluruh pada kapal secepat mungkin.

3. *Heat detector*

Heat Detector dipasang pada seluruh tangga, koridor dan jalan keluar pada ruangan akomodasi.

4. *CO₂ alarm*

Berfungsi jika terdapat kontaminasi karbon dioksida berlebih pada satu ruangan / bagian kapal.

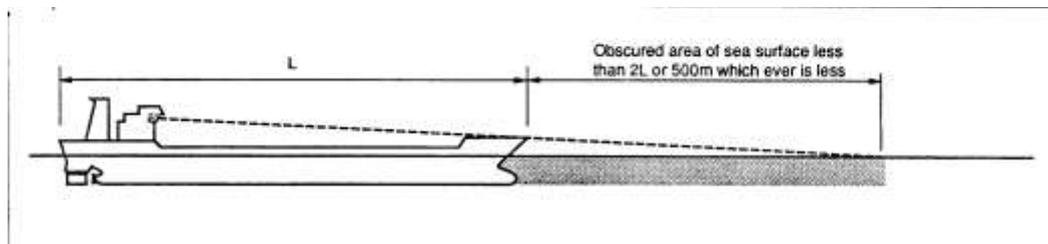
5. *Fire alarm panel*

Control Panel harus diletakkan pada ruangan atau pada *main fire control station*.

IV.10. Pemeriksaan *Navigation Bridge Visibility* dan Sistem *Lashing*

Navigation Bridge Visibility

Menurut SOLAS Reg. V/22, kapal dengan panjang keseluruhan (Loa) 45 meter atau lebih yang dibangun pada atau sesudah 1 Juli 1998, pandangan terhadap permukaan laut dari posisi navigasi kapal tidak lebih dari dua kali panjang kapal (Loa), atau 500 meter, diambil yang lebih kecil. Ketentuan ini untuk memastikan keleluasaan pandangan kapal terhadap kapal lain dengan ukuran lebih kecil yang kemungkinan ada di depan kapal, sehingga menghindari terjadinya tabrakan.



Gambar IV. 1 Aturan *Navigation Bridge Visibility*

Sumber: Rohmadhana, 2016

Berdasarkan kondisi SUTO CRUISE dengan panjang (Loa) 107.95 meter maka harus memenuhi ketentuan SOLAS Reg. V/22.



Gambar IV.22 Pandangan dari Posisi Navigasi ke Arah Depan

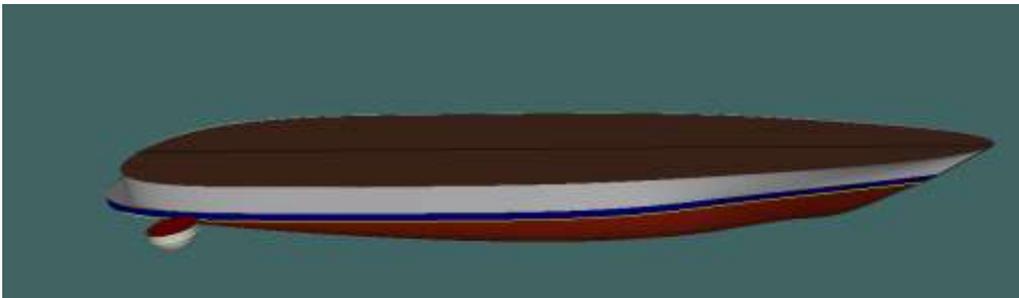
Pada Gambar IV.22 dapat dilihat bahwa pandangan dari posisi navigasi ke depan. Dari kondisi tersebut dapat dipastikan bahwa pandangan dari posisi navigasi kedepan telah memenuhi ketentuan SOLAS Reg. V/22.

IV.11. Permodelan 3 Dimensi

Setelah dilakukan permodelan rencana umum, selanjutnya permodelan 3D dapat dilakukan dengan pemroyeksian sesuai dengan rencana umum. Pengerjaan permodelan 3D dibantu dengan dua *software* yaitu *Maxsurf*, *Sketchup* 2017, dan *Lumion*.

Pada tahap awal permodelan lambung menggunakan *software Maxsurf Modeler* dan menggunakan bantuan *sample design* yang sudah tersedia. *Sample design* tersebut diatur sedemikian rupa sehingga memiliki karakteristik yang sama dengan hasil tertentu (memiliki ukuran utama, *displacement*, CB, C_P , dan LCB yang sama). Setelah *sample design* dibuka, langkah selanjutnya adalah menentukan panjang, lebar, dan tinggi dari model yang dibuat. Caranya yaitu dengan mengubah ukuran *surface* pada menu *surface > size surface* kemudian akan muncul kotak dialog.

Pada proses pengerjaan permodelan 3D pada lambung dengan menggunakan *Maxsurf Modeler* ini didapatkan bentuk model *hull*, *main deck*, dan *float*. Kemudian untuk menampilkan bentuk *hull* secara pejal dengan menggunakan menu *rendering* pada *toolbar* yang tersedia sehingga didapatkan bentuk seperti pada Gambar IV.23 berikut.



Gambar IV.23 Permodelan 3D pada *Software Maxsurf*

Selanjutnya lambung di ekport ke *Sketch Up* untuk permodelan bangunan atas sehingga didapatkan bentuk seperti pada Gambar IV.24 berikut.



Gambar IV.24 Permodelan 3D pada *Software Sketch Up*

Selanjutnya model di ekport ke lumion untuk di *render* sehingga didapatkan bentuk seperti pada Gambar IV.25 berikut.



Gambar IV.25 Permodelan 3D pada *Software Lumion*

Untuk Permodelan lainnya seperti kamar, *dining saloon*, perpustakaan, dan bar dapat dilihat di lampiran G.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V

ANALISIS EKONOMIS

V.1. Perhitungan Estimasi Biaya Pembangunan Kapal

Untuk membangun sebuah kapal diperlukan banyak plat yang digunakan untuk memenuhi akomodasi, lambung, dan konstruksi kapal. Kuantitas berat total plat inilah yang menentukan besarnya biaya kapal. Selain itu faktor yang mempengaruhi besarnya harga kapal adalah permesinan yang digunakan, perlengkapan dan peralatan. Sehingga dari perhitungan yang telah dibuat dapat ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel V.1 Perhitungan Estimasi Pembangunan Kapal

Cost	Detail	%	\$
DIRECT COST	1. Hull Part		
	1.a. Steel plate and profile	21.00	\$3,403,778.12
	1.b. Hull outfit, deck machinery and accommodation	7.00	\$1,134,592.71
	1.c. Piping, valves and fittings	2.50	\$405,211.68
	1.d. Paint and cathodic protection/ICCP	2.00	\$324,169.34
	1.e. Coating (BWT only)	1.50	\$243,127.01
	1.f. Fire fighting, life saving and safety equip	1.00	\$162,084.67
	1.g. Hull spare part, tool, and inventory	0.30	\$48,625.40
	Subtotal (1)	35.30	\$5,721,588.93
	2. Machinery Part		
	2.a. Propulsion system and accessories	12.00	\$1,945,016.07
	2.b. Auxiliary diesel engine and accessories	3.50	\$567,296.35
	2.c. Boiler and Heater	1.00	\$162,084.67
	2.d. Other machinery in in E/R	3.50	\$567,296.35
	2.e. Pipe, valves, and fitting	2.50	\$405,211.68
	2.f. Machinery spare part and tool	0.50	\$81,042.34
	Subtotal (2)	23.00	\$3,727,947.46
	3. Electric Part		
	3.a. Electric power source and accessories	3.00	\$486,254.02
	3.b. Lighting equipment	1.50	\$243,127.01
	3.c. Radio and navigation equipment	2.50	\$405,211.68
	3.d. Cable and equipment	1.00	\$162,084.67
	3.e. Electric spare part and tool	0.20	\$32,416.93
Subtotal (3)	8.20	\$1,329,094.31	
4. Construction cost			
Consumable material, rental equipment and labor	20.00	\$3,241,693.45	
Subtotal (4)	20.00	\$3,241,693.45	
5. Launching and testing			
Subtotal (5)	1.00	\$162,084.67	
6. Inspection, survey and certification			
Subtotal (6)	1.00	\$162,084.67	
TOTAL I (sub 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)		88.50	\$14,344,493.50
INDIRECT COST	7. Design cost	3.00	\$486,254.02
	8. Insurance cost	1.00	\$162,084.67
	9. Freight cost, import duties, IDC, Q/A, guarantee engineer, handling fee, guarantee & warranty cost.	2.50	\$405,211.68
	TOTAL II (sub 7+ 8 + 9)	6.50	\$1,053,550.37
MARGIN	TOTAL III	5.00	\$810,423.36
GRAND TOTAL (I + II + III)		100.00	\$16,208,467.23
Bank Indonesia (29 Mei 2017) 20.30 WIB - JUAL			
1 USD =	Rp13,379.00	Rp ^{TOTAL} =	Rp216,853,083,091

V.2. Perhitungan Estimasi *Break Even Point* (BEP)

Biaya operasional merupakan biaya yang harus dikeluarkan *owner* kapal secara rutin. Pada Tugas Akhir ini, perhitungan biaya operasional ditentukan untuk biaya rutin yang harus dikeluarkan *owner* kapal setiap tahun. Beberapa faktor yang mempengaruhi besarnya biaya operasional di antaranya biaya perawatan kapal, asuransi, gaji kru kapal, cicilan pinjaman bank, *port charges*, serta biaya bahan bakar.

Tabel V.2 Total Biaya Operasional

OPERATIONAL COST		
Biaya Perawatan	Rp86,741,233,236	per tahun
Asuransi	Rp2,168,530,831	per tahun
Gaji Komplemen Kapal	Rp2,394,000,000	per tahun
Bahan Bakar Diesel	Rp7,110,213,707.51	per tahun
Fresh Water	Rp263,015,742	per tahun
Port Charges	Rp31,424,928	per tahun
TOTAL	Rp98,708,418,444	per tahun

Dari Tabel V.2 dapat disimpulkan bahwa total pengeluaran setiap tahun untuk biaya perawatan, asuransi, gaji komplemen kapal, bahan bakar, *fresh water*, serta biaya *port charges* adalah sebesar **Rp98,708,418,444**

V.3. Penentuan harga tiket

Penentuan harga mengacu kepada kamar yang akan di sewakan

Tabel V.3 Harga Tiket

Tatami	3 jt
Standard	3.5 jt
Couple	4 jt
Deluxe	4.5 jt
Big Couple	5 jt
Luxury	5.5 jt
Platinum	6 jt

V.4. Estimasi keuntungan bersih

Setelah melakukan perhitungan biaya operasional dan perencanaan jumlah trip dalam satu tahun serta menentukan harga tiket, maka didapatkan estimasi keuntungan bersih yang terangkum dalam Tabel V.4 berikut ini.

Tabel V.4 Estimasi Keuntungan

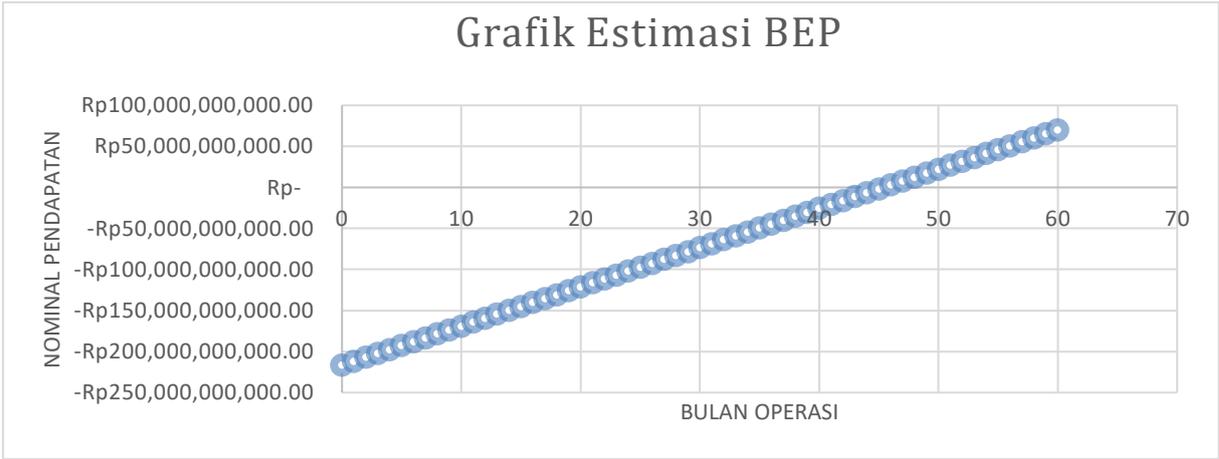
Item	Nominal
Biaya Investasi	Rp216,853,083,090.53
Modal Bank 70%	Rp151,797,158,163.37
Hutang perbulan bunga 12.5%	Rp316,244,079.51
Keuntungan kotor	Rp37,440,000,000.00
Biaya Operasional (Gaji)	Rp2,394,000,000.00
Biaya perawatan 40%	Rp14,976,000,000.00
Biaya Tak terduga 15 %	Rp5,616,000,000.00
Pajak penghasilan Usaha 25%	Rp9,360,000,000.00
Keuntungan Bersih	Rp4,777,755,920.49

V.5. Perhitungan Break Even Point (BEP)

Tabel V.5 Perhitungan BEP

Bulan ke	Nominal
0	-Rp216,853,083,090.53
1	-Rp212,075,327,170.04
2	-Rp207,297,571,249.54
43	-Rp11,409,578,509.33
44	-Rp6,631,822,588.84
45	-Rp1,854,066,668.34
46	Rp2,923,689,252.15
47	Rp7,701,445,172.64
48	Rp12,479,201,093.14

Dari Tabel V.5 dapat ditarik kesimpulan bahwa BEP akan terjadi pada tahun ke 4 atau bulan ke 46 operasional MV SUTO dengan estimasi pengambilan keuntungan bersih sebesar **Rp4,777,755,920.49**. Sehingga dari Tabel V.5 dapat digambarkan dengan grafik pada Gambar V.1.



Gambar V.1 Grafik BEP

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

VI.1. Kesimpulan

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

1. Penentuan ukuran utama MV SUTO CRUISE berdasarkan jumlah wisatawan di wakatobi dan raja ampat. Dari data tersebut, kemudian dibuat *layout* awal dan didapatkan *payload* 108 penumpang.

Ukuran Utama MV SUTO CRUISE yang didesain yaitu:

- Lpp (Panjang) = 98.62 m
- B (Lebar) = 19 m
- H (Tinggi) = 7 m
- T (Sarat) = 3.5 m

2. Pengaplikasian konversi energy ombak dapat dilakukan dengan menggunakan WEC (*Wavestar Energy Converter*) dan menghasilkan 200KW/hari.
3. Perhitungan teknis yang dilakukan telah memenuhi.
 - Perhitungan berat yang telah dilakukan menghasilkan margin berat sebesar 2.4 %. *Displacement* kapal adalah 3048 ton dan berat kapal (LWT+DWT) adalah 2973.565 ton. Sehingga perhitungan berat diterima.
 - Sesuai dengan perhitungan yang telah dilakukan kondisi trim buritan **diterima** karena selish LCG dan LCB kurang dari 0.5 % dari Ls kapal yaitu 0.539.
 - Perhitungan lambung timbul yang telah dilakukan menghasilkan batasan lambung timbul sebesar 533 mm, sedangkan lambung timbul kapal sebenarnya adalah 3500 mm. Sehingga perhitungan lambung timbul diterima.
 - Perhitungan stabilitas yang dilakukan menggunakan acuan regulasi dari IMO IS Code 2008. Hasil yang didapatkan semua parameter stabilitas telah terpenuhi.
4. Berdasarkan Analisis Ekonomis yang dilakukan, didapatkan biaya investasi pembangunan MV SUTO sebesar Rp216,853,083,091. Estimasi keuntungan bersih pertahun adalah sebesar Rp4,777,755,920.49

5. Desain yang telah di buat dilampirkan pada lampiran, meliputi

- Lines Plan
- General Arrangement
- 3D

VI.2. Saran

1. Perlu adanya tinjauan lebih rinci terhadap aspek konstruksi dan kekuatan Kapal, mengingat pada Tugas Akhir ini masih banyak digunakan perhitungan secara pendekatan.
2. Perlu dibuat permodelan 3D yang lebih presisi dan lebih mendetail terkait *fuel system configuration* maupun peralatan dan perlengkapan yang tersedia pada kapal.
3. Serta diharapkan adanya perhitungan & analisis ekonomis yang riil terhadap anggaran pembangunan MV SUTO sehingga kapal ini dapat direalisasikan.

DAFTAR PUSTAKA

- ABB. (2014, Oktober). Catalogue. *Low voltage process performance motors according to EUMEPS*. ABB.
- Baroto, T. (2002). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Jakarta: Pustaka Tangga.
- Dr. Kjell Haugland. (2016). Wartsila.
- Ecology Global Network. (2017, 3 22). *First Annual Coral Triangle Day June 9*. Retrieved from <http://www.ecology.com>: <http://www.ecology.com/2012/06/09/annual-coral-triangle-day-june-9/>
- EOS. (2017, 4 14). *EOS ENERGY STORAGE*. Retrieved from Eos Aurora Grid-Scale Energy Storage: <http://www.eosenergystorage.com/products>
- Evans, J. H. (1959). *Basic Design Concepts* (Vol. 21). Naval Engineers Journal.
- Freecleansolar.com. (2017, 4 14). *360 watt Silfab XL Solar Panel SLG360M*. Retrieved from <http://www.freecleansolar.com>: <http://www.freecleansolar.com/>
- Google Map. (2017, 22 3). *Google*. Retrieved from Google Map: <https://www.google.co.id/maps>
- Green, A., & Cros, A. (2008). The Nature Conservancy, Coral Reef Triangle Fact, Figures, and Calculation: Part II: Patterns of Biodiversity and Endmism, Dec 16. The Nature Conservancy.
- Hansen, R. H., Kramer, M. M., & Vidal, d. E. (2013). *Energies. Discrete Displacement Hydraulic Power Take-Off System for the Wavestar Wave Energy Converter*.
- Harvald, S.S. (1983). *Resistance and Propulsion of Ships*. New York: John Wiley and Sons.
- International Maritime Organization (IMO). (Consolidated Edition 2009). *International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974, as amended (SOLAS 1974)*. London: IMO Publishing.
- Kharismarsono, I. H. (2017). *DESAIN KAPAL DESTILATOR CRUDE OIL UNTUK*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Kurniawati, H.A. (2009). Lecture Handout. *Ship Outfitting*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Manfaat, D. (2013). *Case-Based Design*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Mustofa, A. (2015). *Desain Public Catamaran Boat dengan Sistem Penggerak Hybrid pada Destinasi Wisata Kepulauan Raja Ampat Bagian Utara*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Pariwisata, D. (2013). *RENCANA PENGELOLAAN PARIWISATA WAKATOB*. Wakatobi.
- Pariwisata, K. (Februari 2016). *Laporan Akuntabilitas Kinerja Kementrian Pariwisata Tahun 2015*. Jakarta.
- Rawson, K.J. and Tupper, E.C. (2001). *Basic Ship Theory* (5th ed., Vol. 1). Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Rohmadhana, F. (2016). *Analisis Teknis dan Ekonomis Konversi Landing Craft Tank (LCT) Menjadi Kapal Motor Penyeberangan (KMP) Tipe Ro-ro untuk Rute Ketapang*

- (Kabupaten Banyuwangi) – Gilimanuk (Kabupaten Jemberana). Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Schneekluth, H., & Bertram, V. (1998). *Ship Design for Efficiency and Economy*. Oxford: Butterwoth Heinemann.
- Sea Dream Yachts Club. (2017, 3 27). *Sea Dream Yachts Club*. Retrieved from Sea Dream Yachts Club: <http://www.seadream.com/yachts/>
- Wartsila. (2017, 4 14). *Wartsila*. Retrieved from Wartsila 2-Speed Gear: <https://www.wartsila.com/products/marine-oil-gas/propulsors-gears/gears/wartsila-2-speed-gear>
- Wavestar. (2013, Januari). Wavestar prototype at roshage. *Wavestar prototype at roshage Performance data for ForskVE project no 2009-1-10305 phase 1 & 2, January 2013* . Denmark: Wavestar.

LAMPIRAN A
HASIL PERHITUNGAN TEKNIS

TA

Dosen Pembimbing : Ir. Hesty Anita Kurniawati M.Sc.

Oleh : SUTO GUSWANDA

Jenis Kapal	CRUISE SHIP	
PASSANGER	108 PERSON	8100 kg 8.1 TON
Kecepatan Dinas	20 knot	
	10.28 m/s	
Radius Pelayaran	546.66327 mil laut	
Rute	Wakatobi - Raja Ampat	

UKURAN UTAMA KAPAL	
DWT	=
LOA	= 107.95
LPP	= 89.26
T	= 3.5
B	= 19
H	= 7

L/B from 7.63 to 4.7, with small ships to 4.0
 L/D from 15.48 to 8.12
 B/D from 1.47 to 2.38
 B/T from 2.4 to 3.9 with $T = 0.61D$ and
 from 1.84 to 2.98 with $T = 0.8D$
 C_B from 0.52 to 0.716.
 Ratio of length to breadth = L/B Approx. range 3.5 to 10.
 Ratio of length to draft = L/T Approx. range 10 to 30.
 Ratio of breadth to draft = B/T Approx. range 1.8 to 5.

PNA VOL 1 19		SHIP DESIGN HAL 160	
B/T	= 5.428571	L/D	= 13.46714
L/T	= 25.50286	B/D	= 2
L/16	= 5.57875	B/T 0.61	= 4.449649
L/B	= 4.697895	B/T 0.8	= 3.392857
		T, 0.61	= 4.27
		T, 0.8	= 5.6

Delft	2.76	<	L/B	<	5.00
	2.46	<	B/T	<	19.32
	4.34	<	$L/V^{1/3}$	<	8.50
	-6.0%	<	LCB	<	0.0%
	0.52	<	Cp	<	0.60

DWT = 450
 LOA = 107.95 LWL = 94.27
 LBP = 89.26
 T = 3.5
 B = 19
 H = 7

PNA VOL 1 19 SHIP DESIGN HAL 160
 $B/T = 5.428571$ $L/D = 12.75143$
 $L/T = 25.50286$ $B/D = 2.714286$
 $L/16 = 5.57875$ $B/T 0.61 = 4.449649$
 $L/B = 4.697895$ $B/T 0.8 = 3.392857$
 $T, 0.61 = 4.27$
 $T, 0.8 = 5.6$

$V/L = 0.224065$
 $V = 20$ 10.288 M/S

$L = 292.8478$

3.28084

DELFT
 $L/B = 4.961579$
 $B/T = 5.428571$
 $L/V^{(1/3)} = 32.88367$
 LCB =
 CP =

	FN	=	0.338
	CB	=	0.501
	CM	=	0.907
	CP	=	0.598
	CWP	=	0.83
	LCB	=	43.766 from ap
	LWL	=	94.267
	V	=	2973.577 M3
	Δ (ton)	=	3048 T
4.961421	L/B	=	4.698
	B/T	=	5.429
	L/V^3	=	6.207

Longitudinal Center of Bouyancy

- a. LCB (%) = $8.80 - 38.9 \cdot F_n$
= $-0.970 \% L_{pp}$
- b. LCB dari M = $LCB \% / 100 \cdot L_{pp}$
= -0.87 m dari M
- c. LCB dari AP = $0.5 \cdot L_{PP} - LCB_m$
= 43.77 m dari AP
- d. LCB dari FP = $L_{pp} - LCB \text{ dari AP}$
= 45.494 m dari FP

(Parametric Ship Design 11-19)

Delft

2.76	<	L/B	<	5.00
2.46	<	B/T	<	19.32
4.34	<	L/V ^{1/3}	<	8.50
-6.0%	<	LCB	<	0.0%
0.52	<	Cp	<	0.60

AP

TR

Hydrostatics at DWL

hydrostatics at DWL

-hydrostatics at DWL

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	3048	t
2	Volume (displaced)	2973.577	m ³
3	Draft Amidships	3.500	m
4	Immersed depth	3.500	m
5	WL Length	94.266	m
6	Beam max extents on WL	19.000	m
7	Wetted Area	1636.069	m ²
8	Max sect. area	55.670	m ²
9	Waterpl. Area	1407.610	m ²
10	Prismatic coeff. (Cp)	0.598	
11	Block coeff. (Cb)	0.501	
12	Max Sect. area coeff. (Cm)	0.907	
13	Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.830	
14	LCB length	43.766	from z
15	LCF length	35.899	from z
16	LCB %	49.030	from z
17	LCF %	40.217	from z
18	KB	2.174	m
19	KG fluid	3.500	m
20	BMt	11.675	m
21	BML	247.645	m
22	GMt corrected	10.349	m
23	GML	246.319	m
24	KMt	13.849	m
25	KML	249.819	m
26	Immersion (TPc)	14.428	tonne/
27	MTc	84.106	tonne.
28	RM at 1deg = GMt.Disp.si	550.500	tonne.
29	Length:Beam ratio	4.698	
30	Beam:Draft ratio	5.429	
31	Length:Vol ^{0.333} ratio	6.207	
32	Precision	Highest	212 st

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	3048	t
2	Volume (displaced)	2973.577	m ³
3	Draft Amidships	3.500	m
4	Immersed depth	3.500	m
5	WL Length	94.266	m
6	Beam max extents on WL	19.000	m
7	Wetted Area	1636.069	m ²
8	Max sect. area	55.670	m ²
9	Waterpl. Area	1407.610	m ²
10	Prismatic coeff. (Cp)	0.598	
11	Block coeff. (Cb)	0.501	
12	Max Sect. area coeff. (Cm)	0.907	
13	Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.830	
14	LCB length	50.116	from z
15	LCF length	42.249	from z
16	LCB %	56.144	from z
17	LCF %	47.331	from z
18	KB	2.174	m
19	KG fluid	0.000	m
20	BMt	11.675	m
21	BML	247.645	m
22	GMt corrected	13.849	m
23	GML	249.819	m
24	KMt	13.849	m
25	KML	249.819	m
26	Immersion (TPc)	14.428	tonne/
27	MTc	85.301	tonne.
28	RM at 1deg = GMt.Disp.si	736.677	tonne.
29	Length:Beam ratio	4.698	
30	Beam:Draft ratio	5.429	
31	Length:Vol ^{0.333} ratio	6.207	
32	Precision	Highest	212 st

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	3048	t
2	Volume (displaced)	2973.577	m ³
3	Draft Amidships	3.500	m
4	Immersed depth	3.500	m
5	WL Length	94.266	m
6	Beam max extents on WL	19.000	m
7	Wetted Area	1636.069	m ²
8	Max sect. area	55.670	m ²
9	Waterpl. Area	1407.610	m ²
10	Prismatic coeff. (Cp)	0.598	
11	Block coeff. (Cb)	0.501	
12	Max Sect. area coeff. (Cm)	0.907	
13	Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.830	
14	LCB length	-0.866	from z
15	LCF length	-8.733	from z
16	LCB %	-0.970	from z
17	LCF %	-9.783	from z
18	KB	2.174	m
19	KG fluid	3.500	m
20	BMt	11.675	m
21	BML	247.645	m
22	GMt corrected	10.349	m
23	GML	246.319	m
24	KMt	13.849	m
25	KML	249.819	m
26	Immersion (TPc)	14.428	tonne/
27	MTc	84.106	tonne.
28	RM at 1deg = GMt.Disp.si	550.500	tonne.
29	Length:Beam ratio	4.698	
30	Beam:Draft ratio	5.429	
31	Length:Vol ^{0.333} ratio	6.207	
32	Precision	Highest	212 st

Hambatan Kapal

Perhitungan Hambatan

Ukuran Utama			Koefisien		
Lpp	=	89.26 m	Cb	=	0.501
Lwl	=	94.27 m	Cm	=	0.907
B	=	19.00 m	Cp	=	0.598
H	=	7.00 m	C _{WP}	=	0.830
T	=	3.50 m	LCB	=	-1.227
∇	=	2973.58 m ³	Fn	=	0.338
Δ	=	3048.00 ton	Cstern	=	0
			Vs	=	10.288 m/s ²

Choice No.	C _{stern}	Used for
1	-25	Pram with Gondola
2	-10	V - Shaped Sections
3	0	Normal Section Shape
4	10	U - Shaped Sections with Hogner Stern

Principles of Naval Architecture Vol.II hlm.91

1. Viscous Resistance

⊙ C_{FO}

$$Rn = \frac{L_{WL} \cdot V_s}{1.18831 \cdot 10^{-6}} \quad ; \text{Angka Reynolds}$$

$$= 816158881.1$$

Principles of Naval Architecture Vol.II hlm.90

$$C_{FO} = \frac{0.075}{(\log Rn - 2)^2} \quad ; \text{Koefisien Tahanan Gesek}$$

$$= 0.001570$$

Principles of Naval Architecture Vol.II hlm.90

⊙ 1+k₁

$$C = 1 + (0.11 \cdot C_{stern})$$

$$= 1$$

$$L_R/L = \frac{(1 - C_p) + (0.06 \cdot C_p \cdot LCB)}{(4 \cdot C_p) - 1}$$

$$= 0.370$$

$$L_{WL}^3 / \nabla = \frac{L_{WL}^3}{L_{PP} \cdot B \cdot T \cdot C_B}$$

$$= 281.735$$

$$1+k_1 = 0.93 + 0.4871 \cdot C \cdot \left(\frac{B}{L_{WL}}\right)^{1.0681} \cdot \left(\frac{T}{L_{WL}}\right)^{0.4611} \cdot \left(\frac{L}{L_R}\right)^{0.1216} \cdot \left(\frac{L_{WL}^3}{\nabla}\right)^{0.3649} \cdot (1 - C_p)^{-0.6042}$$

Hambatan Kapal

$$= 1.226$$

2. Resistance of Appendages

● Wetted Surface Area

Principles of Naval Architecture Vol.II hlm.91

$$A_{BT} = 10\% \cdot B \cdot T \cdot C_m$$

; tidak menggunakan bulbous bow

$$= 0$$

cross sectional area of bulb in FP

$$S = L_{WL} \cdot (2 \cdot T + B) \cdot \sqrt{C_M} \cdot (0.453 + 0.4425 \cdot C_B - 0.2862 \cdot C_M - 0.003467 \cdot \frac{B}{T} + 0.3696 \cdot C_{WP} + 2.38 \cdot \frac{A_{BT}}{C_B})$$

$$= 1641.121 \text{ m}^2$$

$$S_{rudder} = 2 \cdot 0,8 \cdot (C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot 1.75 \cdot L_{PP} \cdot \frac{T}{100})$$

BKI Vol. II hal 14-1

$$= 13.121 \text{ m}^2$$

$$S_{bilgekeel} = L_{Keel} \cdot H_{Keel} \cdot 4 = 4 \cdot (0.6 \cdot C_B \cdot L_{PP}) \cdot \left(\frac{0.18}{C_B - 0.2} \right)$$

$$= 64.18179508 \text{ m}^2$$

$$S_{app} = S_{rudder} + S_{bilgekeel}$$

$$= 77.303 \text{ m}^2$$

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

$$= 1718.424 \text{ m}^2$$

$$1 + k_2 = \frac{1.5 \cdot S_{rudder} + 1.4 \cdot S_{bilgekeel}}{S_{rudder} + S_{bilgekeel}}$$

$$= 1.417$$

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

$$= 1.234$$

Hambatan Kapal

3. Wave Making Resistance

⊙ C_1

$$\begin{aligned}
 B/L_{WL} &= 0.202 \\
 C_4 &= 0.202 \quad ; \text{karena } 0.11 < B/L_{WL} \leq 0.25 \\
 T_a &= 3.500 \quad \text{m} \quad \text{Even Keel} \rightarrow T_a = T \\
 T_f &= 3.500 \quad \text{m} \quad T_f = T \\
 i_E &= 125.67 \cdot \frac{B}{L_{WL}} - 162.25 \cdot C_p^2 + 234.32 \cdot C_p^3 + 0.1551 \cdot \\
 &\quad [LCB_{AP} + (6.8 \cdot \frac{T_a - T_f}{T})^3] \\
 &= 24.204 \\
 d &= -0.9 \quad \text{Principle of Naval Architecture Vol. II hal 92} \\
 C_1 &= 2223105 \cdot C_4^{3.7861} \cdot \left(\frac{T}{B}\right)^{1.0796} \cdot (90 - i_E)^{-1.3757} \\
 &= 2.623
 \end{aligned}$$

⊙ m_1

$$\begin{aligned}
 \frac{\sqrt[3]{V}}{L_{WL}} &= 0.152540871 \\
 C_5 &= 8.0798 \cdot C_p - 13.8673 \cdot C_p^2 + 6.9844 \cdot C_p^4 \\
 &\quad \text{untuk } C_p \leq 0.8 \\
 &= 1.366 \\
 m_1 &= 0.01404 \cdot \frac{L_{WL}}{T} - 1.7525 \cdot \frac{\sqrt[3]{V}}{L_{WL}} - 4.7932 \cdot \left(\frac{B}{L_{WL}}\right) - C_5 \\
 &= -2.222 \\
 \lambda &= 1.446 \cdot C_p - 0.03 \cdot \frac{L}{B} \quad ; \text{untuk } L/B \leq 12 \\
 &= 0.724
 \end{aligned}$$

⊙ m_2

$$\begin{aligned}
 C_6 &= -1.69385 \quad ; \text{untuk } L_{WL}^3/V \leq 512 \\
 m_2 &= C_6 \cdot 0.4 \cdot e^{-0.034 \cdot Fn^{-3.29}} \\
 &= -0.20285
 \end{aligned}$$

⊙ C_2

$$\begin{aligned}
 A_{BT} &= 0 \quad ; \text{tidak menggunakan bulbous bow} \\
 r_B &= 0.56 \cdot \sqrt{A_{BT}} \\
 &= 0.000 \\
 h_B &= 0 \\
 i &= T_f - h_B - 0.4464 \cdot r_B \\
 &= 3.500 \\
 C_2 &= 1 \\
 A_T &= 0
 \end{aligned}$$

Hambatan Kapal

$$\begin{aligned} \odot C_3 &= 1 - \frac{0.8 \cdot A_T}{B \cdot T \cdot C_M} && \text{Saat } V = 0, \text{ Transom tidak tercelup air} \\ &= 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \odot R_{W/W} &= C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot e^{(m_1 \cdot Fn^d + m_2 \cdot \cos(\lambda \cdot Fn^{-2}))} \\ &= 0.005886 \end{aligned}$$

$$Tf/LWL = 0.04 \quad (Tf/LWL > 0.04)$$

$$\begin{aligned} \odot C_A &= 0.006 \cdot (L_{WL} + 100)^{-0.16} - 0.00205 && \text{Principle of Naval Architecture Vol. II hal 93} \\ &= 0.000532 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \odot W &= \Delta \cdot g && ; \text{ Gaya Berat} \\ &= 29900.9 \text{ N} && \text{Principle of Naval Architecture Vol. II hal 93} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \odot R_{\text{total}} &= 0.5 \cdot 1025 \cdot V_S^2 \cdot S_{\text{total}} \cdot (C_{FO} \cdot (1 + k) + C_A + \left(\frac{R_W}{W} \cdot W\right)) \\ &= 230246.652 \text{ N} \\ &= 230.247 \text{ kN} && \text{Principle of Naval Architecture Vol. II hal 93} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \odot R_{\text{total}} + \text{Margin } 15\% R_{\text{total}} \\ &= 264.784 \text{ kN} \end{aligned}$$

Perhitungan Propulsi dan Daya Mesin

Input Data

L_{WL}	=	94.27 m
T	=	3.50 m
C_B	=	0.501
D	=	2.275 m
R_T	=	264.784 kN
Displasm	=	3048.00 ton
n_{rpm}	=	1000
n_{rps}	=	16.67
P/D	=	1 ; Pitch Ratio (0.5 s.d. 1.4)
z	=	4
A_E/A_0	=	0.4

Note :

D = Diameter propeller, $D = 0,65.T$
n = Putaran propeller
P/D = Pitch ratio, 0,5 - 1.4
Z = Jumlah daun propeller
 A_E/A_0 = Expanded Area Ratio, 0,4 ; 0,55 ; 0,7 ; 0,85, 1
= yang digunakan dalam perhitungan 0,4
 P_E = Effective Horse Power = $R_T.V_s$
; Principle of Naval Architecture Vol. II hal. 186
; Principle of Naval Architecture Vol. II hal. 186

Perhitungan Awal

$1+k$	=	1.2342
C_F	=	0.0016
C_A	=	0.0005

Koefisien Viskositas

$$C_V = (1+k) C_F + C_A = 0.00247$$

; Principle of Naval Architecture Vol. II hal. 162

wake fraction (Single Screw Ship)

$$w = 0.3 C_b + 10 C_V = 0.06267$$

; Principle of Naval Architecture Vol. II hal. 163

$$t = 0.1$$

; Principle of Naval Architecture Vol. II hal. 163

$$V_a = V_s \cdot (1 - w) = 9.643 \text{ m/s}$$

V_a = Speed of Advance
(parametric design hal 11-27)

Effective Horse Power (EHP)

$$P_E = R_T \times V_s = 2724.09 \text{ KW}$$

Thrust Horse Power (THP)

$$P_T = P_E \cdot (1-w) / (1-t) = 2837.071 \text{ KW}$$

Propulsive Coefficient Calculation

$$\begin{aligned}\eta_H &= \text{Hull Efficiency} && \text{(parametric design hal 11-29)} \\ &= (1 - t)/(1 - w) \\ &= 0.960\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\eta_o &= \text{Open Water Test Propeller Efficiency} \\ &= (J/(2 \cdot n)) \cdot (KT/KQ) && \text{(propeller B-series = 0.5 - 0.6)} \\ &= 0.6\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\eta_r &= \text{Rotative Efficiency} && \text{; Ship Resistance and Propulsion} \\ &= 0.985 && \text{Modul 7 hal. 2} \\ & && \text{(PNA vol 2 hal 163)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\eta_D &= \text{Quasi-Propulsive Coefficient} && \text{(parametric design hal 11-27)} \\ &= \eta_H \cdot \eta_o \cdot \eta_r \\ &= 0.5675\end{aligned}$$

Delivered Horse Power (DHP)

$$\begin{aligned}PD &= \text{Delivered Power at Propeller} && \text{(parametric design hal 11-29)} \\ &= PE/\eta_D \\ &= 4800.459 \text{ Kw}\end{aligned}$$

Shaft Horse Power (SHP or PS)

$$\begin{aligned}\eta_s &= \text{Shaft Efficiency; } (0.981 \sim \dots) && \text{; untuk mesin di after} \\ &= 0.98 && \text{(parametric design hal 11-29)} \\ PS &= \text{Shaft Power} \\ &= PD/\eta_s \\ &= 4898.428 \text{ kw}\end{aligned}$$

Brake Horse Power Calculation (BHP)

$$\begin{aligned}\eta_R &= \text{Reduction Gear Efficiency} \\ &= 0.98 \\ PB_0 &= \text{Brake Horse Power (BHP}_0\text{)} \\ &= PS/\eta_R \\ &= 4998.40 \text{ KW}\end{aligned}$$

$$\text{Koreksi } = 15\% \cdot PB_0$$

$$PB = 115\% \cdot PB_0$$

$$BHP = 5748.155 \text{ KW}$$

$$= 7708.276 \text{ HP}$$

$$1 \text{ Kw} = 1.341 \text{ HP}$$

METODE DELFT 1,2
 V 20
 HAMBATAN 436 KN
 POWER 4486.467 KW
 Fn 0.338

1 YEAR = 365 HARI
 HONSTHOLM WAVE RIDER = 73 MWH/YEAR
 73000 KWH/YEAR

2 FLOAT 200 KWH/DAY

10 FLOAT 1000 KWH/DAY

	Speed (kn)	Froude No. LWL	Froude No. Vol.	Delft I,II Sail Resist. (kn)	Delft I,II Sail Power (kW)	Machine specifications	
1	0.000	0.000	0.000	--	--	Production to grid [MWh/year]	73
2	0.500	0.008	0.022	0.6	0.175	Float diameter [m]	5
3	1.000	0.017	0.043	1.4	0.854	Length of arm [m]	10
4	1.500	0.025	0.065	2.5	2.238	Site depth [m]	5
5	2.000	0.034	0.086	3.7	4.517	Max control torque e6[Nm]	1
6	2.500	0.042	0.108	5.2	7.868	Array interaction [%]	85
7	3.000	0.051	0.130	6.9	12.466	Number of floats	2
8	3.500	0.059	0.151	8.7	18.480		
9	4.000	0.068	0.173	10.8	26.076		
10	4.500	0.076	0.195	13.0	35.414		
11	5.000	0.085	0.216	15.4	46.657		
12	5.500	0.093	0.238	18.0	59.961		
13	6.000	0.102	0.259	20.8	75.483		
14	6.500	0.110	0.281	23.7	93.376		
15	7.000	0.118	0.303	26.9	113.794		
16	7.500	0.127	0.324	30.5	138.278		
17	8.000	0.135	0.346	35.3	170.897		
18	8.500	0.144	0.368	40.3	207.316		
19	9.000	0.152	0.389	46.2	251.647		
20	9.500	0.161	0.411	54.2	311.852		
21	10.000	0.169	0.432	62.4	377.930		
22	10.500	0.178	0.454	71.0	451.170		
23	11.000	0.186	0.476	80.1	533.289		
24	11.500	0.195	0.497	89.4	622.060		
25	12.000	0.203	0.519	100.0	726.620		
26	12.500	0.212	0.541	113.1	855.566		
27	13.000	0.220	0.562	126.3	993.674		
28	13.500	0.228	0.584	140.1	1144.860		
29	14.000	0.237	0.605	154.8	1311.539		
30	14.500	0.245	0.627	169.6	1488.490		
31	15.000	0.254	0.649	185.5	1684.445		
32	15.500	0.262	0.670	202.8	1902.407		
33	16.000	0.271	0.692	220.2	2132.331		
34	16.500	0.279	0.714	239.0	2386.347		
35	17.000	0.288	0.735	259.1	2665.972		
36	17.500	0.296	0.757	279.4	2959.440		
37	18.000	0.305	0.778	307.6	3351.350		
38	18.500	0.313	0.800	342.6	3836.279		
39	19.000	0.321	0.822	377.8	4344.159		
40	19.500	0.330	0.843	408.5	4820.804		
41	20.000	0.338	0.865	436.1	5278.205		

46.657
 233.285

Pemilihan Mesin

Penentuan Mesin Utama

MCR Mesin

BHP = 5748.155 kW
= 7708.27601 HP

1 Kw = 1.341 HP

Mesin = Four - Stroke Engine
Merk = Wärtsilä 26
Type = 9L26

Jumlah Mesin = 2
2874.08

Daya Mesin yang digunakan

Daya = 3060 KW
= 4103.46 HP

Konsumsi Fuel Oil

SFR = 192 g/kWh = 0.000192 ton/kWh
= 141 g/BHPH = 0.000141 ton/BHPH

Konsumsi Lubricating Oil

System Oil = 0.5 g/kWh = 0.0000005 ton/kWh
Cylinder Oil = 0.4 g/BHPH

Pemilihan Mesin

Cylinder bore x stroke =
rpm/min = 1000 rpm
Engine dry mass = 23300 kg = 23.3 ton

Pemilihan Mesin Induk :

Daya [kW]	=	3060 kW		
RPM	=	1000 rpm		
L	=	5449 mm	=	5.449 m
W	=	2107 mm	=	2.107 m
H	=	2686 mm	=	2.686 m
Dry mass	=	23300 kg		

Pemilihan Mesin

Spesifikasi Mesin

Generator Set

Daya Genset	= 25% Engine	Jumlah	2 unit
	= 1437.04 kW		
	= 770.83 HP		

Pemilihan Genset

Merk	= Wärtsilä 20 Genset
Type	= 8L20 50HZ
Daya	= 1520 kW
RPM	= 1000 rpm
W	= 2070 mm
L	= 6030 mm
H	= 2524 mm
Dry mass	= 20700 kg
	= 20.7 ton

Pemilihan Mesin

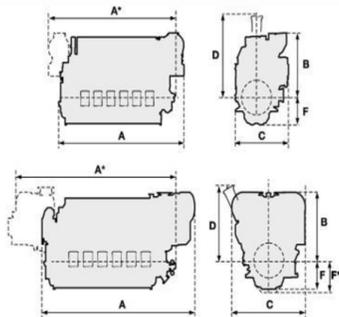
MAIN ENGINE



Wärtsilä 26		IMO Tier II or III	Rated power	
Cylinder bore	260 mm	Fuel specification: Fuel oil	Engine type	kW
Piston stroke	320 mm	700 cSt/50°C	6L26	2 040
Cylinder output	340 kW/cyl	7200 sR1/100°F	8L26	2720
Speed	1000rpm	ISO 8217, category ISO-F-RMK 700	9L26	3 060
Mean effective pressure	24 bar	SFOC 188.7 g/kWh at ISO condition	12V26	4 080
Piston speed	10.7m/s		16V26	5 440

Dimensions (mm) and weights (tonnes)				
Engine type	F dry sump	F wet sump	Weight dry sump	Weight wet sump
6L26	818	950	17.0	17.2
8L26	818	950	21.6	21.9
9L26	818	950	23.3	23.6
12V26	800	1110	28.7	29.0
16V26	800	1110	36.1	37.9

Rated power	
Engine type	kW
6L26	2 040
8L26	2720
9L26	3 060
12V26	4 080
16V26	5 440



Dimensions (mm) and weights (tonnes)							
Engine type	A*	A	B*	B	C*	C	D
6L26	4387	4130	1882	1833	1960	2020	2430
8L26	5302	5059	2023	1868	2010	2107	2430
9L26	5691	5449	2023	1868	2016	2107	2430
12V26	5442	5314	2034	2034	2552	2602	2060
16V26	6223	6025	2151	2190	2489	2763	2060

Definitions and notes



Pemilihan Mesin

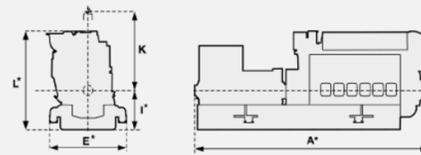
GENERATOR SET



20DF Genset 31DF Genset 34DF Genset **20 Genset** 26 Genset 31 Genset 32 Genset 38 G

Wärtsilä 20 generating set		IMO Tier II or III	
Cylinder bore	200 mm	Generator voltage	0.4 - 13.8 kV
Piston stroke	280 mm	Generator efficiency	0.95 - 0.96
Cylinder output	185, 200 kW/cyl	Fuel specification	Fuel oil
Speed	900, 1000rpm	700 cSt/50°C	7200 sR1/100°C
Mean effective pressure	27.3, 28.0bar	ISO 8217, category ISO-F-RMK 700	
Piston speed	8.4, 9.3m/s	SFOC 190,3 g/kWh at ISO condition	

Genset 20, Rated power				
Engine type	60 Hz		50 Hz	
	185 kW/cyl, 900 rpm		200 kW/cyl, 1000 rpm	
	Eng. kW	Gen. kW	Eng. kW	Gen. kW
4L20	740	700	800	760
6L20	1110	1055	1200	1140
8L20	1480	1405	1600	1520
9L20	1665	1580	1800	1710



Rencana Permesinan

Perhitungan Berat Permesinan

Input Data

D	=	Diameter Propeller		Jumlah Mesin =	2
	=	2.275 m			
n_{rpm}	=	1000 rpm			
z	=	4 blade			
AE/AO	=	0.4			
DHP (PD)	=	<i>Delivered Power at Propeller</i>			
	=	4800.46 kW			
BHP (PB)	=	<i>Brake Horse Power</i>			
	=	4998.40 kW	=		
WME	=	Berat Mesin Induk			
	=	23300 kg (2 unit)	=	46.6 ton	
item	unit	berat	jumlah		
wec	2	24		48 ton	
gearbox	2	14		28 ton	
battery	1				

Propulsion Unit

• Gear Box

$$W_{gear} = (0.3 \sim 0.4) \frac{P_B}{n}$$
$$= 2.00 \text{ ton}$$

• Shafting

$$\text{Panjang poros (l)} = 7 \text{ m}$$

$$M_s/l = 0.081 \left(\frac{P_D}{n} \right)^{\frac{2}{3}}$$
$$= 0.231 \text{ ton/m}$$

$$M_s = M_s/l \cdot l$$
$$= 1.614 \text{ ton}$$

• Propeller

$$d_s = 11.5 \left(\frac{P_D}{n} \right)^{\frac{1}{3}}$$
$$= 19.400 \text{ cm}$$
$$= 0.194 \text{ m}$$

$$K \approx (d_s/D)(1.85A_E/A_0 - (Z-2)/100)$$
$$= 0.061$$

$$W_{prop} = D^3 \cdot K$$
$$= 0.723 \text{ ton}$$

Rencana Permesinan

- **Total**

$$\begin{aligned}W_{T.Prop} &= W_{Gear} + M_s + W_{Prop} \\ &= 30.336 \text{ ton}\end{aligned}$$

Ship Design for Efficiency and Economy-2nd Edition hlm.175

Unit Elektrikal

$$\begin{aligned}W_{gs} &= 0.001P (15 + 0.014P) \\ &= 424.8 \text{ Ton}\end{aligned}$$

Ship Design for Efficiency and Economy-2nd Edition hlm.176

Lain - Lain :

$$\begin{aligned}W_{ot} &= (0.04 \sim 0.07) \cdot PB \text{ Genset} \\ &= 349.89 \text{ Ton}\end{aligned}$$

Ship Design for Efficiency and Economy-2nd Edition hlm.177

Berat Total Permesinan

$$\begin{aligned}WM &= W_e + W_{T.Prop} + W_{gs} + W_{hybrid} + W_{ot} \\ &= 851.58 \text{ Ton}\end{aligned}$$

Titik Berat Machinery :

$$\begin{aligned}h_{dbM} &= \text{Tinggi Double bottom KM} \\ &= (350 + 45 \cdot B) / (10^3) \\ &= 1.21 \text{ m}\end{aligned}$$

(BKI vol 2 section 24 hal 24-2)

$$\begin{aligned}KG &= h_{db} + 0.35(H - h_{db}) \\ &= 3.23 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}LCB &= \text{Panjang Ceruk Buritan} \\ &= 5\% \cdot L_{PP} \\ &= 4.46 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}LCG_{FP} &= L_{WL} - LCB - \text{titik berat mesin} \\ &= 87.08 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}LCG_M &= - (LCG_{FP} - 0.5 \cdot L_{PP}) \\ &= -42.45 \text{ m}\end{aligned}$$

(parametric design hal 11-25)

diameter poros 0.8 m

Perhitungan Berat Baja Harvald Jensen Method (1992)

Perhitungan Berat Baja				
Koefisien titik berat		No	Type kapal	CSO
Type kapal	CKG			
Passanger ship	0.67 - 0.72	1	Bulk carriers	0.070
Large cargo ship	0.58 - 0.64	2	Cargo ship (1 deck)	0.070
Small cargo ship	0.60 - 0.80	3	Cargo ship (2 decks)	0.076
Bulk carrier	0.55 - 0.58	4	Cargo ship (3 decks)	0.082
Tankers	0.52 - 0.54	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	0.650
		12	Tugs	0.0892
		13	VLCC	0.0645

Input data

Lpp	=	89.26	Cb	=	0.501
Lwl	=	94.27	Fn	=	0.338
B	=	19.00	LCB (%)	=	-0.970
H	=	7.00			
T	=	3.50			

Volume Super Structure dan Deck House (V_{DH})

=> Volume Super Structure ---> Schneekluth method

DECK 1

L =	60	m
B =	15.000	m
H =	3.00	m
$V_1 =$	2700.000	m^3

DECK 2

L =	55	m
B =	13.500	m
H =	3.00	m
$V_2 =$	2227.500	m^3

DECK 3

L =	40	m
B =	13.000	m
H =	3.00	m
$V_3 =$	1560.000	m^3

Perhitungan Berat Baja Harvald Jensen Method (1992)

DECK 4

$$\begin{aligned}L &= 35 \text{ m} \\B &= 11.750 \text{ m} \\H &= 3.00 \text{ m} \\V4 &= 1233.750 \text{ m}^3\end{aligned}$$

DECK 5

$$\begin{aligned}L &= 20 \text{ m} \\B &= 10.500 \text{ m} \\H &= 3.00 \text{ m} \\V5 &= 630.000 \text{ m}^3\end{aligned}$$

=> **Volume Deck house**

Navigation Deck

$$\begin{aligned}L &= 8.0 \text{ m} \\B &= 6.000 \text{ m} \\H &= 2.40 \text{ m} \\V6 &= 115.200 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Volume Total

$$\begin{aligned}\mathbf{V_{tot}} &= V1 + V2 + V3 + V4 + V5 + V6 \\ &= 8466.450 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Perhitungan Berat Baja Harvald Jensen Method (1992)

Berat Baja (W_{ST})

$$\begin{aligned}D_A &= \text{Tinggi Kapal Setelah Dikoreksi dengan} \\ &\quad \text{Superstructure dan Deck House} \\ &= H + V_{DH} / (L_{PP} \cdot B) \\ &= 11.992 \text{ m} \\ C_{SO} &= 0.058 \text{ ton/m}^3 \\ D &= \text{Berat Kapal} \\ &= 3048.00 \text{ ton} \\ U &= \log \left(\frac{\Delta}{100} \right) \\ &= 1.48 \\ C_S &= C_{SO} + 0.06 \cdot e^{-(0.5 \cdot U + 0.1 \cdot U^{2.45})} \\ &= 0.0976 \\ \\ W_{ST} &= L_{pp} \cdot B \cdot D_A \cdot C_S \\ &= \mathbf{1985.87 \text{ ton}}\end{aligned}$$

Titik Berat Baja

$$\begin{aligned}C_{KG} &= \text{Koefisien KG Baja} \\ &= 0.54\end{aligned}$$

KG

$$\begin{aligned}KG_{ST} &= D_A \cdot C_{KG} \\ &= 6.476 \text{ m}\end{aligned}$$

LCG Dari Midship

$$\begin{aligned}LCG_{(\%)} &= -0.15 + LCB(\%) \\ &= -1.120 \% L\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}LCG_M &= LCG(\%) \cdot L_{PP} \\ &= -1.000 \text{ m}\end{aligned}$$

LCG dari FP

$$\begin{aligned}LCG_{FP} &= 0.5 \cdot L_{PP} - LCG_M \\ &= 43.630 \text{ m}\end{aligned}$$

Berat Consumable

Crew & Consumables

Input Data

Lpp	=	89.260 m	Lama Berlayar	=	23.806 jam
B	=	19.000 m			
H	=	7.000 m			
T	=	3.500 m			
V _s	=	10.288 m/s	=	22.963 mil/jam	
S	=	546.663266 mil laut	; Jarak Pelayaran		
BHP	=	5748.16 kW			
	=	7708.27601 HP			

Jumlah & Berat Crew

C _{st}	=	1.25 ; Coef. Steward (1.2 ~ 1.33)	
C _{dk}	=	12.5 ; Coef. Deck (11.5 ~ 14.5)	
C _{eng}	=	10 ; Coef. Engine (8.5 ~ 11 untuk diesel)	
cadet	=	2 ; Umumnya 2 orang	
Z _c	=	C _{st} · { C _{dk} · $\left(\frac{L_{pp} \cdot B \cdot H \cdot 35}{10^5}\right)^{\frac{1}{6}}$ + C _{eng} · $\left(\frac{BHP}{10^5}\right)^{\frac{1}{3}}$ + cadet }	
	=	72.2468387 orang	
	=	57 orang	
C _{C&E}	=	0.075 ton/orang	asumsi
W _{C&E}	=	Berat Kru Total + Cadet	
	=	Z _c · C _{C&E}	
	=	4.3 ton	

Fuel Oil

W _{FO}	=	SFR · BHP · $\frac{S}{V_s}$	margin = 4%
	=	26.2738946 ton	C = koreksi cadangan (1,3 - 1,5)
V _{FO}	=	$\frac{W_{FO} + 4\% \cdot W_{FO}}{\pi}$; Diktat IGM Santosa Penambahan 2% untuk konstruksi dan 2% untuk ekspansi panas dan $\pi = 0.95$
	=	28.7630004 m ³	(Parametric design chapter 11, hal.11-24)

Lubricating Oil

W _{LO}	=	SFR · BHP · $\frac{S}{V_s}$	blo = 1,2 - 1,6
	=	0.0684216 ton	C = koreksi cadangan (1,3 - 1,5)
V _{LO}	=	$\frac{W_{LO} + 4\% \cdot W_{LO}}{\pi}$	
	=	0.07906496 m ³	

Pertambahan Lubricating Oil Saat Kapal Berhenti (Di Pelabuhan)

SFR+	=	0.00002 ton/jam
W _{LO} +	=	0.000496 ton
W _{LO} ''+	=	0.07956 ton/jam

Berat Consumable

Diesel Oil

$$C_{DO} = 0.2 ; \text{Diktat IGM Santosa hal. 38 (0.1 ~ 0.2)}$$

$$W_{DO} = W_{FO} \cdot C_{DO} = 5.2547789 \text{ ton}$$

$$V_{DO} = \frac{W_{DO} + 4\% \cdot W_{DO}}{\pi} = 5.753 \text{ m}^3$$

; Diktat IGM Santosa
Penambahan 4% untuk koreksi
dan $\pi = 0.95$

Berat Penumpang

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Penumpang (n)} &= 108 \text{ pax} \\ \text{Berat Penumpang} &= 0.075 \text{ ton/orang} \\ \text{Berat Total} &= 8.1 \text{ ton} \end{aligned}$$

Fresh Water

$$\begin{aligned} \text{range} &= 546.663266 \text{ mil laut} \\ V_s &= 22.96 \text{ mil/jam} && ; \text{Asumsi Penumpang} \\ \text{day} &= 1.00 \text{ hari} && ; \text{minum kg/orang hari} = 10 \text{ kg} \\ \text{PENUMPANG + PENJAGA STAND} &&& ; \text{cuci kg/orang hari} = 20 \text{ kg} \\ \text{Diminum} &= 1110.97 \text{ kg/hari} && ; \text{Asumsi Crew} \\ \text{Cuci} &= 2142.58 \text{ kg/hari} && ; \text{minum kg/orang hari} = 10 \text{ kg} \\ \text{CREW} &&& ; \text{cuci kg/orang hari} = 80 \text{ kg} \\ \text{Diminum} &= 565.40 \text{ kg/hari} && ; \text{pendingin mesin kg/BHP} = 3 \text{ kg} \\ \text{Cuci} &= 4523.23 \text{ kg/hari} && ; \text{Total penumpang ditambah crew} \\ \text{Pendingin Mesin} &= 0.00039 \text{ kg/hari} \\ W_{FW \text{ Tot}} &= 8342.18 \text{ kg} && [\text{Watson, Chapter 11, hal11-24}] \\ &= 8.34218 \text{ ton} \\ \rho_{fw} &= 1 \text{ ton/m}^3 \\ V_{FW} &= W_{FW \text{ Tot}} / \rho_{fw} + (4\% \cdot W_{FW \text{ Tot}}) / \rho_{fw} && ; \text{Ada penambahan dari Lubricating Oil system} \\ &= 8.67586648 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Provision & Store

$$\begin{aligned} C_{PR} &= 5 \text{ kg/orang hari} \\ W_{PR} &= C_{PR} \cdot \frac{S}{24 \times V_S} \cdot (Z_c + n) && ; \text{Koef. Provision \& Store} \\ &= 818.34692 \text{ kg} && ; \text{Berat Provision \& Store} \\ &= 0.8183469 \text{ ton} \end{aligned}$$

Total Berat Consumable and Crew (W_{cons})

$$\begin{aligned} W_{cons} &= W_{C\&E} + W_{LO} + W_{PR} + W_{FW} + W_{DO} + W_{FO} \\ &= 45.033 \text{ ton} \end{aligned}$$

Titik Berat Consumable

Perencanaan Kamar Mesin, Kru dan Akomodasi

Input Data

L_{PP}	=	89.260 m	$C_{C\&E}$	=	0.075 ton/orang
L_{WL}	=	94.270 m			(Parametric design chapter 11, hal.11-25)
B	=	19.000 m	$W_{C\&E}$	=	4.275 ton
H	=	7.000 m			
T	=	3.500 m			
W_{FW}	=	8.3422 ton			
W_{LO}	=	0.079561 ton			
W_{DO}	=	5.254779 ton			
W_{FO}	=	26.273895 ton			
h_{DB}	=	$350 + 45 \cdot B$			
	=	1205.000 mm			
	=	1.205 m			
	=	1.200 m			
L_{KM}	=	$3,7 + L_{(Panjang\ Mesin\ Induk)} + 1,8$; Panjang kamar mesin
	=	10.949 m			
L_{CB}	=	$4\% \cdot L_{pp}$; jarak gading = 0.6 m
	=	3.5704 m			
L_{CH}	=	$7\% \cdot L_{pp}$; jarak gading = 0.6 m
	=	6.2482 m			
L_{CF}	=	$5 \cdot \text{Jarak gading}$; jarak gading = 0.6 m
	=	3 m			
L_{FO}	=	$5 \cdot \text{Jarak gading}$; jarak gading = 0.6 m
	=	3 m			

Titik Berat Consumable

Dimensi Ruang Akomodasi

$$L_{RM} = L_{pp} - (L_{CB} + L_{CH} + L_{KM} + L_{CF}) \quad ; \text{ Panjang ruang muat}$$
$$= 65.49 \text{ m}$$

DECK 1

$$\diamond L_{D1} = 60 \text{ m}$$

$$\diamond HD1 = 3 \text{ m}$$

DECK 2

$$\diamond L_{D1} = 55 \text{ m}$$

$$\diamond HD1 = 3 \text{ m}$$

DECK 3

$$\diamond L_{D1} = 40 \text{ m}$$

$$\diamond HD1 = 3 \text{ m}$$

DECK 4

$$\diamond L_{D1} = 35 \text{ m}$$

$$\diamond HD1 = 3 \text{ m}$$

DECK 5

$$\diamond L_{D1} = 20 \text{ m}$$

$$\diamond HD1 = 3 \text{ m}$$

Navigation =

$$\diamond h_{nd} = 2.4$$

$$\diamond L_{dnd} = 8.0 \text{ m}$$

Titik Berat Air Tawar

$$\text{Dimensi Ta} = H - T$$

$$\diamond t_{FW} = 3.500 \text{ m}$$

$$= 0.65 \cdot B$$

$$\diamond \ell_{FW} = 12.35 \text{ m}$$

$$= \frac{V_{FW}}{t_{FW} \cdot \ell_{FW}}$$

$$\diamond p_{FW} = 0.200714 \text{ m}$$

$$\text{Titik Berat} = T + 0.5 \cdot t_{FW}$$

$$\diamond KG_{FW} = 1.75 \text{ m}$$

$$= L_{WL} - L_{CB} + 0.5 \cdot t_{FW}$$

$$\diamond LCG_{FW} = 92.4496 \text{ m} \quad 47.8196$$

Titik Berat Consumable

Titik Berat Lubricating Oil

Dimensi Tangki 0.5LPP 44.63

$$\begin{aligned}\diamond t_{LO} &= H - T \\ &= 3.500 \text{ m} \\ \diamond \ell_{LO} &= 65\% \cdot B \\ &= 12.35 \text{ m} \\ \diamond p_{LO} &= \frac{V_{LO}}{t_{LO} \cdot \ell_{LO}} \\ &= 0.00183 \text{ m}\end{aligned}$$

Titik Berat Tangki

$$\begin{aligned}\diamond KG_{LO} &= 0.5 \cdot t_{LO} \\ &= 1.75 \text{ m} \\ \diamond LCG_{LO} &= L_{WL} - L_{CB} - L_{KM} + 0.5 \cdot p_{LO} \\ &= 79.7515 \text{ m} \quad 35.1215\end{aligned}$$

Titik Berat Diesel Oil

Dimensi Tangki

$$\begin{aligned}\diamond t_{DO} &= H - T \\ &= 3.500 \text{ m} \\ \diamond \ell_{DO} &= 65\% \cdot B \\ &= 12.35 \text{ m} \\ \diamond p_{DO} &= \frac{V_{DO}}{t_{DO} \cdot \ell_{DO}} \\ &= 0.13309 \text{ m}\end{aligned}$$

Titik Berat Tangki

$$\begin{aligned}\diamond KG_{DO} &= 0.5 \cdot t_{DO} \\ &= 1.75 \text{ m} \\ \diamond LCG_{DO} &= L_{WL} - L_{CB} - L_{KM} + 0.5 \cdot p_{DO} \\ &= 79.8171 \text{ m} \quad 35.1871\end{aligned}$$

Titik Berat Fuel Oil

Dimensi Tangki

$$\begin{aligned}\diamond t_{FO} &= H - T \\ &= 3.500 \text{ m} \\ \diamond \ell_{FO} &= 3 \text{ m} \\ \diamond p_{FO} &= \frac{V_{FO}}{\ell_{FO} \cdot t_{FO}} \\ &= 2.739 \text{ m}\end{aligned}$$

Titik Berat Tangki

$$\begin{aligned}\diamond KG_{FO} &= h_{DB} + 0.5 \cdot t_{FO} \\ &= 2.56967 \text{ m} \\ \diamond LCG_{FO} &= L_{WL} - L_{CB} - L_{KM} + 0.5 \cdot L_{CF} - 0.5 \cdot p_{FO} \\ &= 76.7506 \text{ m} \quad 32.1206\end{aligned}$$

Titik Berat Consumable

Perencanaan Kru			
CREW LIST ONBOARD			
Level	Crew	Jumlah	Tempat
Deck Dept.	Captain	1	nav deck
	Chief Officer	1	deck 4
	Officer	2	deck 3
	Chief Engineer	1	deck 4
	Enginer	2	deck 3
	steward	12	deck 2
	laundryman	4	deck 1
	Doctor	2	deck 2
	Nurse	2	deck 2
	bar	4	deck 1
	Security	4	deck 1
	Chef	4	deck 1
	Restaurant Waitress	8	deck 1
	Fitness Instructor	2	deck 4
	Receptionist	2	deck 1
	spa	4	deck 4
	Café Waitress	2	deck 1
		57	
Total Keseluruhan Crew		57	
Jumlah Crew Per Layer			
Jumlah Crew di Deck 1 :		28 orang	
Jumlah Crew di Deck 2 :		16 orang	
Jumlah Crew di Deck 3 :		4	
Jumlah Crew di Deck 4 :		8	
Jumlah Crew di Deck 5 :			
Jumlah Crew di Navigation Deck :		1 orang	

57

Berat crew per layer

W_{deck1}	=	2.100	ton
W_{deck2}	=	1.200	ton
W_{deck3}	=	0.300	ton
W_{deck4}	=	0.600	ton
W_{deck5}	=	0.000	ton
W_{deck1}	=	0.075	ton

Titik Berat Consumable

Titik Berat Kru dan *Luggage*

KG

$$\begin{aligned}\diamond \text{Kgmain} &= H \\ &= \#\# \text{ m} \\ \diamond \text{KGd1} &= H + 0.5 \cdot h_{pd} \\ &= 9 \text{ m} \\ \diamond \text{KGd2} &= H + h_{d1} + 0.5 \cdot h_{d2} \\ &= 12 \text{ m} \\ \diamond \text{Kgd3} &= H + h_{d1} + h_{d2} + 0.5 \cdot h_{d3} \\ &= \#\# \text{ m} \\ \diamond \text{KGd4} &= H + h_{d1} + h_{d2} + h_{d3} + 0.5 \cdot h_{d4} \\ &= 18 \text{ m} \\ \diamond \text{KGd5} &= H + h_{d1} + h_{d2} + h_{d3} + h_{d4} + 0.5 \cdot h_{d5} \\ &= 21 \text{ m} \\ \diamond \text{KGnd} &= H + h_{d1} + h_{d2} + h_{d3} + h_{d4} + h_{d4} + 0.5 \cdot h_{nd} \\ &= 23 \text{ m}\end{aligned}$$

LCG

$$\begin{aligned}\diamond \text{LCGd1} &= 0.5 \cdot L_{cd} + L_{RM} + L_{CH} + L_{CF} \\ &= 104.7406 \text{ m} \\ \diamond \text{LCGd2} &= 0.5 \cdot L_{pd} + L_{RM} + L_{CH} + L_{CF} \\ &= 102.2406 \text{ m} \\ \diamond \text{LCGd3} &= 0.5 \cdot L_{nd} + L_{RM} + L_{CH} + L_{CF} \\ &= 94.7406 \text{ m} \\ \diamond \text{LCGd4} &= 0.5 \cdot L_{cd} + L_{RM} + L_{CH} + L_{CF} \\ &= 92.2406 \text{ m} \\ \diamond \text{LCGd5} &= 0.5 \cdot L_{pd} + L_{RM} + L_{CH} + L_{CF} \\ &= 84.7406 \text{ m} \\ \diamond \text{LCGnd} &= 0.5 \cdot L_{nd} + L_{RM} + L_{CH} + L_{CF} \\ &= 78.7406 \text{ m}\end{aligned}$$

Titik Berat

$$\text{KG}_{C\&E} = 11.28421 \text{ m}$$

$$\text{LCG}_{C\&E} = 101.1266 \text{ m}$$

Titik Berat *Consumable*

$$\begin{aligned}\text{KG} &= \frac{W_{C\&E} \cdot \text{KG}_{C\&E} + W_{FW} \cdot \text{KG}_{FW} + W_{LO} \cdot \text{KG}_{LO} + W_{DO} \cdot \text{KG}_{DO} + W_{FO} \cdot \text{KG}_{FO}}{W_{C\&E} + W_{FW} + W_{LO} + W_{DO} + W_{FO}} \\ &= 3.15857 \text{ m} \\ \text{LCG} &= \frac{W_{C\&E} \cdot \text{LCG}_{C\&E} + W_{FW} \cdot \text{LCG}_{FW} + W_{LO} \cdot \text{LCG}_{LO} + W_{DO} \cdot \text{LCG}_{DO} + W_{FO} \cdot \text{LCG}_{FO}}{W_{C\&E} + W_{FW} + W_{LO} + W_{DO} + W_{FO}} \\ &= 82.43792 \text{ m}\end{aligned}$$

No

Jenis Kebutuhan

MOTOR LISTRIK

1	PEMILIHAN MOTOR LISTRIK	
Merk	ABB	
Type	M3BP 315 SMA 6	
Daya	55	kW
RPM	1000	rpm
Tegangan	400	Volt
Arus	-	
Frekuensi	50	Hz
Dry mass	645	kg/unit
Jumlah	2	unit

275

Technical data
IE2 cast iron motors, 1000 r/min

IP 55 - IC 411 - Insulation class F, temperature rise class B
IE2 efficiency class according to IEC 60034-30-1; 2014

Output kW	Motor type	Product code	Speed r/min	Efficiency IEC 60034-30-1; 2014			Power factor Cos φ	Current Torque					Moment of inertia J = 1/4 GD ² kgm ²	Weight kg	Sound pressure level L _{WA} dB
				Full load 100%	3/4 load 75%	1/2 load 50%		I _n A	I ₂ /I _n	T _n Nm	T ₂ /T _n	T ₁ /T _n			
1000 r/min = 6 poles				400 V 50 Hz			CENELEC-design								
0.18	M3BP 71 MA 6	3GBP073321-**-B	900	63.7	63.8	59.0	0.71	0.57	3.1	1.9	2.0	2.1	0.000890	10	42
0.25	M3BP 71 MB 6	3GBP073322-**-B	895	67.2	67.2	62.6	0.69	0.77	3.4	2.6	2.2	2.3	0.00110	12	42
0.55	M3BP 80 MB 6	3GBP083322-**-B	920	73.9	75.0	72.8	0.71	1.51	3.8	5.7	1.8	2.2	0.00239	17	47
0.75	M3BP 90 SLC 6	3GBP093323-**-B	960	78.7	77.3	72.5	0.58	2.3	4.5	7.4	2.3	3.1	0.00491	25	44
1.1	M3BP 90 SLE 6	3GBP093324-**-B	930	78.2	78.6	76.4	0.66	3.0	4.0	11.2	1.9	2.3	0.00540	28	44
1.5	M3BP 100 L 6	3GBP103322-**-B	950	82.2	82.9	81.6	0.69	3.8	4.0	15.0	1.5	2.1	0.00873	37	49
2.2	M3BP 112 MB 6	3GBP113322-**-B	950	82.5	83.8	81.7	0.69	5.5	4.4	22.1	1.7	2.3	0.0125	44	66
3	M3BP 132 SMB 6	3GBP133321-**-B	975	85.3	84.5	81.3	0.63	8.0	5.5	29.3	1.8	2.9	0.0334	69	57
4	M3BP 132 SMC 6	3GBP133322-**-B	960	84.9	85.3	83.9	0.68	10.0	4.6	39.7	1.5	2.2	0.0334	69	57
5.5	M3BP 132 SMF 6	3GBP133324-**-B	965	86.1	86.6	85.5	0.71	12.9	5.1	54.4	2.0	2.3	0.0487	86	57
7.5	M3BP 160 MLA 6	3GBP163031-**-G	975	88.5	89.9	89.7	0.79	15.4	7.4	73.4	1.7	3.2	0.0670	134	59
11	M3BP 160 MLB 6	3GBP163032-**-G	972	89.3	90.6	90.5	0.79	22.5	7.5	108	1.9	2.9	0.114	172	59
15	M3BP 180 MLA 6	3GBP183031-**-G	981	90.4	91.4	91.0	0.77	31.0	6.5	146	1.8	2.8	0.192	221	59
15	M3BP 180 MLB 6	3GBP183033-**-G	977	90.2	91.2	90.7	0.76	31.5	5.8	146	1.8	2.7	0.168	207	59
18.5	M3BP 200 MLA 6	3GBP203031-**-G	988	91.6	92.2	91.7	0.80	36.4	6.7	178	2.3	2.9	0.382	269	63
22	M3BP 200 MLB 6	3GBP203032-**-G	987	92.0	92.9	92.7	0.82	42.0	6.6	212	2.2	2.8	0.448	291	63
30	M3BP 225 SMA 6	3GBP223031-**-G	986	92.6	93.3	92.8	0.83	56.2	7.0	290	2.6	2.9	0.663	349	63
37	M3BP 250 SMA 6	3GBP253031-**-G	989	93.1	93.8	93.4	0.82	69.9	6.8	357	2.4	2.7	1.130	395	63
45	M3BP 280 SMA 6	3GBP283210-**-G	990	93.4	93.6	93.1	0.84	82.7	7.0	434	2.5	2.5	1.850	605	66
55	M3BP 280 SMB 6	3GBP283220-**-G	990	93.8	94.0	93.3	0.84	100	7.0	530	2.7	2.6	2.20	645	66
75	M3BP 315 SMA 6	3GBP313210-**-G	992	94.4	94.4	93.5	0.82	139	7.4	721	2.4	2.8	3.20	830	70
90	M3BP 315 SMB 6	3GBP313220-**-G	992	94.8	94.8	94.2	0.84	163	7.5	866	2.4	2.8	4.10	930	70
110	M3BP 315 SMC 6	3GBP313230-**-G	991	95.0	95.0	94.6	0.83	201	7.4	1059	2.5	2.9	4.90	1000	70

2

WAVESTAR

Machine specifications	
Production to grid [MWh/year]	73
Float diameter [m]	5
Length of arm [m]	10
Site depth [m]	5
Max control torque e6[Nm]	1
Array Interaction [%]	85
Number of floats	2

73 MWH/YEAR
73000 KWH/YEAR
200 KWH/DAY

365

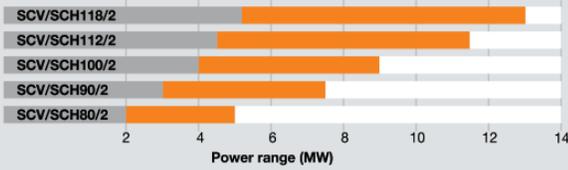
GEAR BOX

Wärtsilä 2-speed Gear

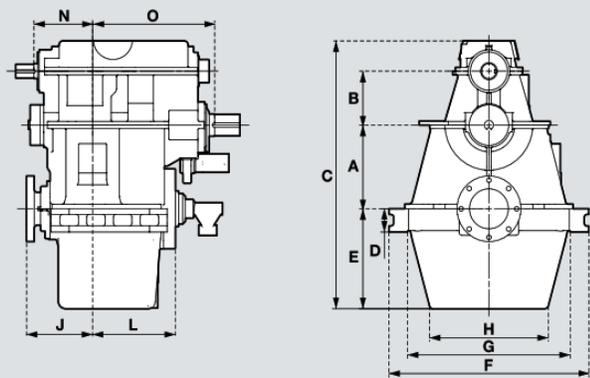
SCV90/2-P58

Berat	17	ton
Jumlah	1	unit

GEARBOX



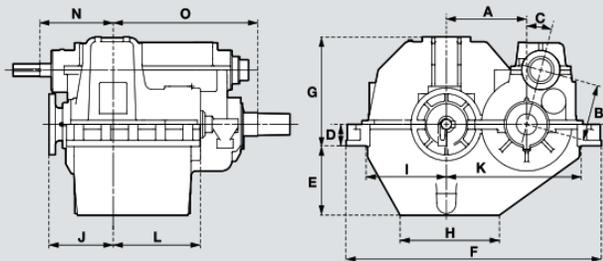
SCV type, vertical offset between main engine and propeller shaft



2-speed gears, vertical offset, dimensions

Gear type/size	A	B	C	D	E	F	G	H	J	L	N	O	Weight tonnes
SCV80/2-P54	800	540	2680	220	880	1960	1580	1150	660	800	580	1325	14
SCV90/2-P58	900	580	2760	250	1075	2210	1800	1300	730	915	650	1350	17
SCV100/2-P68	1000	680	3350	260	1100	2500	2000	1470	800	1036	915	1800	24
SCV112/2-P68	1120	680	3500	260	1200	2805	2320	1772	1500	665	900	1800	34
SCV118/2-P68	1180	700	3700	300	1200	2800	2320	1750	1520	715	1050	1800	38

SCH type, horizontal offset between main engine and propeller shaft



2-speed gears, horizontal offset, dimensions

Gear type/size	A	B	C	D	E	F	G	H	J	L	N	O	Weight tonnes
SCH80/2-P54	800	540	15	220	700	2450	1050	950	660	800	580	1325	15
SCH90/2-P58	900	580	15	260	820	3000	1160	1130	730	985	650	1350	19
SCH100/2-P68	1000	680	15	260	840	3180	1870	1240	800	1036	915	1800	27
SCH112/2-P68	1120	680	15	260	950	3200	1950	1400	665	1500	1735	965	38
SCH118/2-P68	1180	700	15	300	1000	3500	1650	2000	1520	715	1050	1800	40

4 SOLAR PANEL

Tipe	SILFAB SLG360M	
Daya	360	W
Tegangan	47.9	volt
Arus	9.71	Ah
Berat	23	kg
Panjang	1.97	m
Lebar	0.99	m
Luas	1.9503	m ²
Harga	325	USD/UNIT
Shipping cost		USD
Masa pakai	25	tahun

2x1			
4X12	48	24	
2X12	24	12	
3X11	33	15	
		51	360
			18360
			18.36
			220.32

Massa =

Pon Kilogram

Home > SOLAR PANELS > by Watt > 360 watts >

360 watt Silfab XL Solar Panel SLG360M



Your Price: \$300.00
 Watts 360
 Cost per Watt (after tax credit) \$0.58
NOTE: Minimum Order May Apply - Pallet 24
Shipping via Freight Required

Availability: Min Order 10; Ships 1 - 2 Weeks
 Product Code: SLG360M

Qty:

ADD TO CART

+ Add To Wish List

+ Larger Photo

Description | SPECIFICATIONS

SILFAB SOLAR PANEL 360 WATT SLG360M

The 360 watt Silfab SLG M Solar Panel has 18.5% module efficiency rating with 72 solar cells. Silfab SLG M monocrystalline solar panels have white back-sheet, silver aluminum frame and anti-reflective glass. Silfab SLG M solar panels are ideal for grid-connected, large rooftop or ground mount solar systems. Made in Canada, and backed by a 12 year product workmanship and 25 year power output warranty from Silfab. Order online or PHONE 888-498-3331

WANT A SOLAR PANEL SYSTEM AT THE LOWEST COST? **START SOLAR DESIGN**

DETAILS LIST Product Features

- Series Fuse Rating 15 A
- Warranted Tolerance (-/+) 0 + 5W
- Temperature Coefficient Isc 0.035
- Temperature Coefficient Voc -0.3
- Temperature Coefficient Pmax -0.42
- Nominal Operating Cell Temperature NOCT (±2°C): 116.6 F, 47 C
- Module Dimensions 77.56 x 38.97 x 1.5 inches (1970 x 990 x 38)
- Module Area 21 sq ft
- Panel Weight: 50.7 lbs
- Cable Length 47.2 inches
- Cable Size - Type No 12 AWG - PV Cable
- Connector Type MC4
- Bypass Diodes: 6 diodes (45V/12A)
- Glass: 3.2 mm high transmittance, tempered, anti-reflective coating
- Encapsulate: PID-resistant POE
- Back sheet: Multilayer polyester-based, white
- Frame: Anodized Aluminum, Black finish
- Maximum Surface Load (wind / snow): 5,400 Pa
- Ambient Average Operating Temperature: -4°F to 104°F
- Hail Safety Impact Velocity: 1" hailstone (25mm) at 51.5 mph (83 km/h)
- Certifications ULC ORD C1703, UL 1703, IEC 61215, IEC 61730, CEC Listed
- Fire Classification UL 1703 Type 2, (Type 1 on request)
- 12 Years Product Workmanship Limited Warranty
- 25 Years Linear Power Performance Guarantee
- ≥ 97% end of 1st year
- ≥ 90% end of 12th year
- ≥ 82% end of 30th year

5 BATERAI

Tipe	EOS AURORA 1000	
Kapasitas	1000	kWh
Tegangan	400	VAC
Berat	35	ton
Jumlah	1	unit
Harga	263000	USD/unit
Shipping cost		USD

Select Shipment Year

2017 ▼

Enter Power Requirement (kW)

200

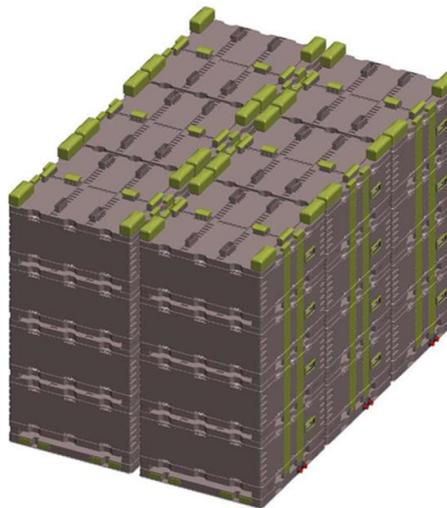
Energy (kWh)

1,000

RESULTS

DC System Price	\$250/kWh*
Baseplate	\$13/kWh
System Total	\$263/kWh

page 2 of 2 | \$263,000



\$ Low Cost/kWh At \$160/kWh (for volume purchases of 40MWh or more) and \$200/kWh (for orders less than 40MWh) for the DC system, Eos is cost competitive with existing peak generation technologies

L Extremely Long Lived Aurora® is projected to last 5,000 cycles for a 15-year calendar life

High Energy Density Each 250kW subsystem is 11 ft. high, 11 ft. wide, and 16 ft. long and Eos offers several layout options for a 1MW | 4MWh footprint.

High Energy Efficiency With a round trip efficiency of 75% in full depth of discharge applications, Aurora® is one of the most efficient long-duration energy storage solutions

100% Safe Non-flammable aqueous electrolyte has no flashpoint; non-hazardous and non-corrosive when shipped

Eos Aurora 1000 | 4000
Grid-Scale Energy Storage



Perhitungan Berat Peralatan dan Perlengkapan

Perhitungan Berat Peralatan & Perlengkapan

[Referensi : Ship Design Efficiency and Economy , 1998]

Input Data :

L = 89.26 m
 B = 19.00 m
 H = 7.00 m
 T = 3.50 m

Grup III (Accommodation)

The specific volumetric and unit area weights are:

For small and medium-sized cargo ships: 160–170 kg/m² or 60–70 kg/m³

For large cargo ships, large tankers, etc.: 180–200 kg/m² or 80–90 kg/m³

Therefore, for oat, it is used (CALV) : 170 kg/m²

PERHITUNGAN

No	Peralatan	Jumlah	Berat (ton/unit)	Total (ton)
1	Railing	1	0.008	0.008
2	Lifebuoy	36	0.003	0.108
3	Set Navigasi & komunikasi	1	39.429	39.429
4	Jangkar	2	0.660	1.320
5	Solar panel	52	0.023	1.196
6	Battery	1	35	35.000
7	Komponen kelistrikan	1	0.1	0.100
8	Kaca Polycarbonate	1	0.313	0.313
9	Liferaft	2	0.220	0.440
10	Life Jacket	220	0.004	0.880
TOTAL				78.786

Grup IV (Miscellaneous)

K untuk Lbp 150 m = 0.28

K untuk Lbp 300 m = 0.17

gradien = -0.000733333

K untuk Lbp 89.26 m = 44.820642

Crude oil tankers:

with length of around 150 m $K \approx 0.28 \text{ t/m}^2$

with length of over 300 m $K \approx 0.17 \text{ t/m}^2$

Equipment and Outfitting Total Weight

= K . L . B

= 760.131 [ton]

Outfit Weight Center Estimation

$D_A = 11.992 \text{ m}$

$KG_{E\&O} = 1.02 - 1.08D_A$

= 12.592 m

$VCG_O = H + 1.25$

= 8.250 m

1. $LCG_1 (25\% W_{E\&O} \text{ at } LCG_M)$

Perhitungan Berat Peralatan dan Perlengkapan

$$W_{E\&O\ KM} = 190.033 \text{ ton}$$

$$LCG_1 = 42.453 \text{ m} \quad \text{dari AP}$$

deck 1

$$LCG_1 = 30.000 \text{ m} \quad \text{dari AP}$$

deck 2

$$LCG_1 = 27.500 \text{ m} \quad \text{dari AP}$$

deck 3

$$LCG_1 = 20.000 \text{ m} \quad \text{dari AP}$$

deck 4

$$LCG_1 = 17.500 \text{ m} \quad \text{dari AP}$$

deck 5

$$LCG_1 = 10.000 \text{ m} \quad \text{dari AP}$$

Ruang Navigasi

$$LCG_{III} = 4.000 \text{ m} \quad \text{dari AP}$$

2. LCG_2 (37,5% $W_{E\&O}$ at LCG_{DH})

$$W_{E\&O\ DH} = 285.049 \text{ ton}$$

$$LCG_{M\ DH} = 0.095 \text{ m}$$

3. LCG_3 (37,5% $W_{E\&O}$ at midship)

$$W_{E\&O\ Midship} = 285.049 \text{ ton}$$

$$\text{midship} = 0 \text{ m}$$

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

$$= 10.649 \text{ m}$$

$LCG_{E\&O}$ (dari FP)

$$= 78.611 \text{ m}$$

Perhitungan Berat Peralatan dan Perlengkapan

RAILING			
Panjang	9.4	m	0.8
Diameter pipa	0.05	m	1.6
Tebal pipa	0.002	m	1.5
Luas permukaan	1.4758	m ²	1.5
Volume	0.00295	m ³	1.6
ρ aluminium	2700	kg/m ³	1.6
Berat total	7.96932	kg	0.8
	0.00797	ton	9.4

BATERAI SOLAR PANEL		
Tipe	EOS AURORA 1000	
Kapasitas	1000	kWh
Tegangan	400	VAC
Berat	35	ton
Jumlah	1	unit

PEMILIHAN SOLAR PANEL		
Tipe	SILFAB SLG360M	
Daya	360	W
Tegangan	47.9	volt
Arus	9.71	Ah
Berat	23	kg
Panjang	1.97	m
Lebar	0.99	m
Luas	1.9503	m ²

Karena luas atap yang tersedia > kebutuhan luas atap, maka luas atap memenuhi

Kebutuhan luas atap	101.416	m ²
Luas atap	105	m ²

DECK 3 DECK 4 DECK 5
48 24 33

PERHITUNGAN JANGKAR		
3% Lpp	=	2.6778
$D^{2/3}$	=	3048.00 ton
h	=	H-T
	=	3.5 m
A	=	$Lwl \times T$
	=	329.945 m ²
Z	=	$2/3 + 2.h.B + A/10$
	=	3213.9945

Perhitungan Berat Total dan Titik Berat Total

Berat Baja

$$\begin{aligned}
 W_{ST} &= 1985.868 \\
 KG_{ST} &= 6.476 \text{ m} & 0.5 \text{ LPP} &= 44.63 \\
 LCG_{ST} &= 43.630 \text{ m} & ; \text{ dari FP} & -1.000
 \end{aligned}$$

Berat Peralatan dan Perlengkapan

$$\begin{aligned}
 W_{E\&O} &= 78.786 \\
 KG_{E\&O} &= 4.801 \text{ m} \\
 LCG_{E\&O} &= 32.063 \text{ m} & ; \text{ dari FP}
 \end{aligned}$$

Berat Permesinan

$$\begin{aligned}
 W_M &= 851.576 \\
 KG_M &= 3.233 \text{ m} \\
 LCG_{FP} &= 87.083 \text{ m} & ; \text{ dari FP}
 \end{aligned}$$

Berat Consumable

$$\begin{aligned}
 W_{cons} &= 45.033 \\
 KG_{cons} &= 3.159 \text{ m} \\
 LCG_{cons} &= 82.438 \text{ m} & ; \text{ dari FP}
 \end{aligned}$$

Berat Payload

$$\begin{aligned}
 W_{payload} &= 8.10 \\
 KG_{payload} &= (H - h_{DB}) \cdot 0.5 + h_{DB} \\
 &= 3.975 \text{ m} \\
 LCG_{payload} &= (0.5 \cdot L_{RM}) + (0.5 \cdot \text{koferdam}) + L_{CH} \\
 &= 43.579 \text{ m} & ; \text{ dari FP} & -1.051
 \end{aligned}$$

Berat LWT

$$\begin{aligned}
 LWT &= W_{ST} + W_{E\&O} + W_M \\
 &= 2916.230 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Berat Total

$$\begin{aligned}
 W &= LWT + DWT \\
 &= 2973.637 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Berat DWT

$$DWT = 57.408 \text{ ton}$$

KG Total

$$\begin{aligned}
 KG &= \frac{W_{ST} \cdot KG_{ST} + W_{E\&O} \cdot KG_{E\&O} + W_M \cdot KG_M + W_{cons} \cdot KG_{cons} + W_{payload} \cdot KG_{payload}}{W_{ST} + W_{E\&O} + W_M + W_{cons} + W_{payload}} \\
 &= \mathbf{5.444 \text{ m}}
 \end{aligned}$$

LCG Total dari FP

$$\begin{aligned}
 LCG &= \frac{W_{ST} \cdot LCG_{ST} + W_{E\&O} \cdot LCG_{E\&O} + W_M \cdot LCG_M + W_{cons} \cdot LCG_{cons} + W_{payload} \cdot LCG_{payload}}{W_{ST} + W_{E\&O} + W_M + W_{cons} + W_{payload}} \\
 &= \mathbf{55.166 \text{ m}}
 \end{aligned}$$

Perhitungan :

$$\begin{aligned}
 \text{Selisih Displacement \& Berat Kapal} &= 74.36 \\
 \text{Selisih dalam \%} &= 2.4\% \\
 \text{Kondisi} &= \mathbf{Accepted} \quad (\text{Batasan kondisi} = 2-10\%)
 \end{aligned}$$

Perhitungan Kapasitas Ruang Muat

Input Data

L_{PP}	=	89.260 m
B	=	19.000 m
H	=	7.000 m
T	=	3.500 m
C_B	=	0.501 m
C_M	=	0.907 m
h_{DB}	=	0.000 m
L_{RM}	=	65.492 m
L_{KM}	=	10.949 m
L_{CF}	=	3.000 m

Perhitungan

1. Chamber

C	=	$\frac{1}{50} \cdot B$
	=	0.380 m
C_m	=	$\frac{2}{3} \cdot C$
	=	0.253 m

2. Sheer

kapal tidak menggunakan sheer

S_a	=	0
S_f	=	0
S_m	=	0

3. D' ; IGM Santosa hal. 58

D'	=	$H + C_m + S_m$
	=	7.253 m

4. C_B Deck

Section	=	Normal Section
c	=	0
C_B Deck	=	$C_B + c \cdot \left(\frac{H}{T} - 1\right) \cdot (1 - C_B)$
	=	0.501

5. Volume Dibawah Upperdeck Diantara L_{PP}

V_h	=	C_B Deck $\cdot L_{PP} \cdot B \cdot D'$
	=	8466.45 m ³

6. Volume Muatan Diatas Geladak

V_u	=	675.779 m ³
-------	---	------------------------

7. Konstanta Deduction

s	=	0.02
-----	---	------

8. Kamar Mesin

ℓ_{KM}	=	10.949 m
b_{KM}	=	65% $\cdot B$
	=	12.35 m
h_{KM}	=	H
	=	7.000 m
V_{KM}	=	$\ell_{KM} \cdot b_{KM} \cdot h_{KM}$
	=	946.541 m ³

9. Ceruk Buritan

ℓ_{CB}	=	5% $\cdot L_{pp}$
	=	4.463 m
b_{CB}	=	50% $\cdot B$
	=	9.5 m
h_{CB}	=	H
	=	7.000 m
V_{CB}	=	0.5 $\cdot \ell_{CB} \cdot b_{CB} \cdot h_{CB}$
	=	148.395 m ³

10. Ceruk Haluan

ℓ_{CH}	=	7,5% $\cdot L_{pp}$
	=	6.2482 m
b_{CH}	=	50% $\cdot B$
	=	9.5 m
h_{CH}	=	H
	=	7.000 m
V_{CH}	=	0.5 $\cdot \ell_{CH} \cdot b_{CH} \cdot h_{CH}$
	=	207.753 m ³

11. V_m	=	$V_{KM} + V_{CB} + V_{CH}$
	=	1302.69 m ³

12. V_r	=	$(V_h - V_m) \cdot (1 + s) + V_u$
	=	7982.82 m ³

Koreksi

1. Double Bottom

$$\begin{aligned} \ell_{DB} &= \ell_{RM} \\ &= 0.000 \text{ m} \\ b_{DB} &= B \\ &= 19.000 \text{ m} \\ h_{DB} &= 0.000 \text{ m} \\ V_{DB} &= \ell_{DB} \cdot b_{DB} \cdot Hdb \\ &= 0.000 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

2. Koferdam

$$\begin{aligned} V_{CF} &= \ell_{CF} \cdot b_{CF} \cdot h_{CF} \\ &= 0.000 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Volume Ruang Muat

$$\begin{aligned} Vr' &= Vr - (V_{DB} + V_{DS} + V_{CF}) \\ &= 7982.815 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

3. Double skin

$$\begin{aligned} Lds &= 0.000 \text{ m} \\ Bds &= 0 \\ Hds &= H-Hdb \\ &= 0.0 \text{ m} \\ Vds &= Lds \cdot Bds \cdot Hds \\ &= 0 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Tabel Freeboard standart

[Adapted from : International Convention on Load Lines
1966 and Protocol of 1988]

Length of ships [m]	Freeboard [mm]	
	Tabel A	Tabel B
80	841	887
81	855	905
82	869	923
83	883	942
84	897	960
85	911	978
86	926	996
87	940	1015
88	955	1034
89	969	1054
90	984	1075
91	999	1096
92	1014	1116
93	1029	1135
94	1044	1154
95	1059	1172
96	1074	1190
97	1089	1209
98	1105	1229
99	1120	1250
100	1135	1271
101	1151	1293
102	1166	1315
103	1181	1337
104	1196	1359
105	1212	1380
106	1228	1401
107	1244	1421
108	1260	1440
109	1276	1459
110	1293	1479
111	1309	1500
112	1326	1521
113	1342	1543
114	1359	1565
115	1376	1587
116	1392	1609

T

[Ada

L

[m]

30

75

125

Prosentase pengurangan untuk kapal tipe " A "

[Adapted from : International Convention on Load Lines 1966 and Protocol of 1988]

Total Panjang Efektif Superstructure

0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
7	14	21	31	41	52	63	75.3	87.7

Prosentase pengurangan untuk kapal tipe " B "

[Adapted from : International Convention on Load Lines 1966 and Protocol of 1988]

Total Panjang Efektif Superstructure

0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
0	5	10	15	23.5	32	46	63	75.3
0	6.3	12.7	19	27.5	36	46	63	75.3

Perhitungan Berat Total dan Titik Berat Total

International Convention on Load Lines, 1966 and Protocol of 1988

Input Data :

L =	89.26	m	
B =	19.00	m	5.95
H =	7.00	m	
d ₁ =	85% Moulded Depth		
=	5.95	m	
C _B =	0.50		
Tipe kapal= Type b			

Perhitungan :

• Freeboard Standard

Fb = 1440.00 mm
1.44 m

Regulation 28 Table 28.1

• Koreksi

Regulation 31 Correction for depth

1. Koreksi Depth (D)

Untuk kapal dengan harga $D < L/15$ maka dikoreksi tidak ada koreksi

2. Block coefficient correction

Jika $C_b > 0.68$

$C_b = 0.50$ tidak ada koreksi

3. Koreksi Bangunan Atas (Super Structure)

Effective Length Super Structure

E = 60.00

koreksi C_b

Fb₂ = 0.000

E[x.L] = 0.7

%Fb = 63%

Superstructure

Fb₄ = -907 mm

Total Freeboard

Fb' = Fb₂ + Fb₃ + (-Fb₄)

= 532.80 mm

Fb' = 0.53 m

• Batasan Freeboard

Actual Freeboard

Fba = H-T m

= 3.50 m

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

OK

Perhitungan Tonase

International Convention on Load Lines, 1966 and Protocol of 1988

Input Data

H	=	7.00 m
T	=	3.50 m
V_{DH}	=	8466.450 m ³
∇	=	2973.577 m ³
Z _C	=	35 orang
N ₁	=	108 orang
N ₂	=	73 orang

Gross Tonnage

V_U	=	$\nabla \cdot \left(\left(1.25 \cdot \frac{H}{T} \right) - 0.115 \right)$	<i>; Volume geladak dibawah geladak cuaca</i>
	=	7091.981 m ³	
V_H	=	V_{DH}	<i>; Volume ruang tertutup diatas geladak cuaca</i>
	=	8466.450 m ³	
V	=	$V_U + V_H$	<i>; Total volume ruang tertutup</i>
	=	15558.431 m ³	
K_1	=	$0.2 + 0.02 \cdot \log_{10} V$	
	=	0.284	
GT	=	$V \cdot K_1$	
	=	4416.094 GT	

Building Cost Calculation

Ref: Pedoman Pembuatan Perkiraan Biaya (Cost Estimate), Direktorat Pengolahan, PERTAMINA

Input Data :

Steel Weight = 1985.868 ton



STEELBENCHMARKER PRICES
May 23, 2016
dollars per metric tonne
(net ton) [gross ton] (Euros)

Region: USA, East of the Mississippi

Hot-rolled band:	684	(620)
Cold-rolled coil:	874	(793)
Standard plate:	714	(648)
#1 Heavy melting scrap:	239	[243]
Shredded scrap:	266	[270]
#1 Busheling scrap:	275	[279]

Ref: SteelBenchmarker (23 May 2016)

Reference Cost

Yang dijadikan acuan dalam perhitungan adalah biaya steel plate and profile

$$\text{\$ Steel Plate} = W_s \times UP_s$$

$$W_s = \text{Steel Weight} \\ = 1985.868 \text{ ton}$$

$$UP_s = \text{Unit Price for Steel} \\ = \$1714.0 / \text{ton}$$

$$\text{\$ Steel Plate} = \$3,403,778.12$$

$$\%_s = \% \text{ biaya steel dari biaya total} \\ = 21.00 \%$$

Example of Detail Cost Calculation

Perhitungan dilakukan dengan melakukan perbandingan antara persentase detail dengan reference cost, dalam hal ini yang dijadikan acuan adalah steel plate and profile cost

$$\text{\$ Detail} = (\% \text{ Detail} / \% \text{ Reference}) \times \text{\$ Reference}$$

ex:

Ingin mencari biaya detail dari design cost (\\$ Design)

$$\% \text{ Detail} = \% \text{ Design} \\ = 3.00 \% \text{ (Total Cost)}$$

$$\% \text{ Reference} = \% \text{ Steel Plate and Profile} \\ = 21.00 \% \text{ (Total Cost)}$$

$$\text{\$ Reference} = \text{\$ Steel Plate and Profile} \\ = \$3,403,778.12$$

$$\% \text{ Design} = (003 / 021) \times 3,403,778 \\ = \$486,254.02$$

Table of Building Cost Calculation Calculation

SUMMARY CONCEPTUAL ESTIMATE - SEA WATER (SW)

Cost	Detail	%	\\$
DIRECT COST	1. Hull Part		
	1.a. Steel plate and profile	21.00	\$3,403,778.12
	1.b. Hull outfit, deck machinery and accommodation	7.00	\$1,134,592.71
	1.c. Piping, valves and fittings	2.50	\$405,211.68
	1.d. Paint and cathodic protection/ICCP	2.00	\$324,169.34
	1.e. Coating (BWT only)	1.50	\$243,127.01
	1.f. Fire fighting, life saving and safety equipment	1.00	\$162,084.67
	1.g. Hull spare part, tool, and inventory	0.30	\$48,625.40
	Subtotal (1)	35.30	\$5,721,588.93
	2. Machinery Part		
	2.a. Propulsion system and accessories	12.00	\$1,945,016.07
	2.b. Auxiliary diesel engine and accessories	3.50	\$567,296.35
	2.c. Boiler and Heater	1.00	\$162,084.67
	2.d. Other machinery in in E/R	3.50	\$567,296.35
	2.e. Pipe, valves, and fitting	2.50	\$405,211.68
	2.f. Machinery spare part and tool	0.50	\$81,042.34
	Subtotal (2)	23.00	\$3,727,947.46
	3. Electric Part		
	3.a. Electric power source and accessories	3.00	\$486,254.02
	3.b. Lighting equipment	1.50	\$243,127.01
	3.c. Radio and navigation equipment	2.50	\$405,211.68
	3.d. Cable and equipment	1.00	\$162,084.67
	3.e. Electric spare part and tool	0.20	\$32,416.93
	Subtotal (3)	8.20	\$1,329,094.31
	4. Construction cost		
	Consumable material, rental equipment and labor	20.00	\$3,241,693.45
Subtotal (4)	20.00	\$3,241,693.45	
5. Launching and testing			
Subtotal (5)	1.00	\$162,084.67	
6. Inspection, survey and certification			
Subtotal (6)	1.00	\$162,084.67	
TOTAL I (sub 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)	88.50	\$14,344,493.50	
INDIRECT COST	7. Design cost	3.00	\$486,254.02
	8. Insurance cost	1.00	\$162,084.67
	9. Freight cost, import duties, IDC, Q/A, guarantee engineer, handling fee, guarantee & warranty cost.	2.50	\$405,211.68
	TOTAL II (sub 7+ 8 + 9)	6.50	\$1,053,550.37
MARGIN TOTAL III	5.00	\$810,423.36	
GRAND TOTAL (I + II + III)	100.00	\$16,208,467.23	

TOTAL Cost in IDR Calculation

Bank Indonesia (29 Mei 2017) 20.30 WIB - JUAL

1 USD = Rp13,379.00

Rp_{TOTAL} = Rp216,853,083,091

Operational Cost

Building Cost	Rp	216,853,083,091	
Biaya Perawatan			
<i>Diasumsikan 40% dari keuntungan kotor</i>			
Total maintenance cost	Rp	86,741,233,236	per tahun

Asuransi			
<i>Diasumsikan 1% total steel plate and profile</i>			
Biaya asuransi	Rp	2,168,530,831	per tahun

Gaji Komplemen Kapal			
Jumlah komplemen kapal		57	orang
Gaji komplemen kapal per bulan	Rp	3,500,000	per orang
Gaji komplemen kapal per tahun	Rp	42,000,000	per orang
Gaji Total Komplemen	Rp	2,394,000,000	

Bahan Bakar Diesel			
Asumsi Operasional Diesel			1 trip
Kebutuhan Bahan Bakar		28763.00	liter/1 trip
Harga bahan bakar	Rp	5,150	per liter
Harga bahan bakar	Rp	148,129,452.24	per trip
Harga bahan bakar	Rp	592,517,809	per bulan
Harga bahan bakar	Rp	7,110,213,707.51	per tahun

Fresh Water			
Konsumsi Air Tawar		832883	liter/tahun
Harga Air Tawar		315.79	/liter
Total biaya air tawar	Rp	263,015,742	/tahun

Port Charges			
GT kapal		4416	GT
panggulubello			
1. Biaya labuh	Rp	24,381	/call
2. Biaya Tambat	Rp	15,640	/call
3. Biaya Pandu Variabel	Rp	123,651	/call
Total Biaya	Rp	163,672	/call
wasai			
1. Biaya labuh	Rp	24,381	/call
2. Biaya Tambat	Rp	15,640	/call
3. Biaya Pandu Variabel	Rp	123,651	/call
Total Biaya	Rp	163,672	/call
Total (panggulu bello - wasail)	Rp	327,343	/RTD
	Rp	31,424,928	/tahun

OPERATIONAL COST			
Biaya Perawatan	Rp	86,741,233,236	per tahun
Asuransi	Rp	2,168,530,831	per tahun
Gaji Komplemen Kapal	Rp	2,394,000,000	per tahun
Bahan Bakar Diesel	Rp	7,110,213,707.51	per tahun
Fresh Water	Rp	263,015,742	per tahun
Port Charges	Rp	31,424,928	per tahun
TOTAL	Rp	98,708,418,444	per tahun

Item	Nominal
Biaya Investasi	Rp 216,853,083,090.53
Modal Bank 70%	Rp 151,797,158,163.37
Hutang perbulan bunga 12.5%	Rp 316,244,079.51
Keuntungan kotor	Rp 37,440,000,000.00
Biaya Operasional (Gaji)	Rp 2,394,000,000.00
Biaya perawatan 40%	Rp 14,976,000,000.00
Biaya Tak terduga 15 %	Rp 5,616,000,000.00
Pajak penghasilan Usaha 25%	Rp 9,360,000,000.00
Keuntungan Bersih	Rp 4,777,755,920.49

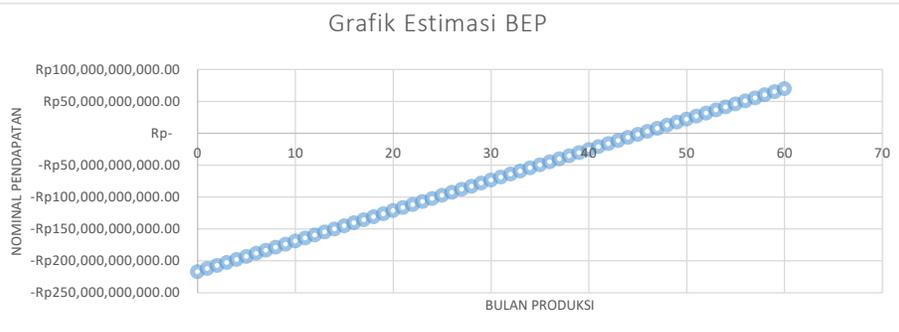
Bunga BNI 60 bulan
12.50%

Bulan ke	Nominal
0	-Rp 216,853,083,090.53
1	-Rp 212,075,327,170.04
2	-Rp 207,297,571,249.54
3	-Rp 202,519,815,329.05
4	-Rp 197,742,059,408.56
5	-Rp 192,964,303,488.06
6	-Rp 188,186,547,567.57
7	-Rp 183,408,791,647.08
8	-Rp 178,631,035,726.58
9	-Rp 173,853,279,806.09
10	-Rp 169,075,523,885.60
11	-Rp 164,297,767,965.11
12	-Rp 159,520,012,044.61
13	-Rp 154,742,256,124.12
14	-Rp 149,964,500,203.63
15	-Rp 145,186,744,283.13
16	-Rp 140,408,988,362.64
17	-Rp 135,631,232,442.15
18	-Rp 130,853,476,521.65
19	-Rp 126,075,720,601.16
20	-Rp 121,297,964,680.67
21	-Rp 116,520,208,760.18
22	-Rp 111,742,452,839.68
23	-Rp 106,964,696,919.19
24	-Rp 102,186,940,998.70
25	-Rp 97,409,185,078.20
26	-Rp 92,631,429,157.71
27	-Rp 87,853,673,237.22
28	-Rp 83,075,917,316.72
29	-Rp 78,298,161,396.23
30	-Rp 73,520,405,475.74
31	-Rp 68,742,649,555.25
32	-Rp 63,964,893,634.75
33	-Rp 59,187,137,714.26
34	-Rp 54,409,381,793.77
35	-Rp 49,631,625,873.27
36	-Rp 44,853,869,952.78
37	-Rp 40,076,114,032.29
38	-Rp 35,298,358,111.79
39	-Rp 30,520,602,191.30
40	-Rp 25,742,846,270.81
41	-Rp 20,965,090,350.32
42	-Rp 16,187,334,429.82
43	-Rp 11,409,578,509.33
44	-Rp 6,631,822,588.84
45	-Rp 1,854,066,668.34
46	Rp 2,923,689,252.15
47	Rp 7,701,445,172.64
48	Rp 12,479,201,093.14
49	Rp 17,256,957,013.63
50	Rp 22,034,712,934.12
51	Rp 26,812,468,854.61
52	Rp 31,590,224,775.11
53	Rp 36,367,980,695.60
54	Rp 41,145,736,616.09
55	Rp 45,923,492,536.59
56	Rp 50,701,248,457.08
57	Rp 55,479,004,377.57
58	Rp 60,256,760,298.06
59	Rp 65,034,516,218.56
60	Rp 69,812,272,139.05

Bank Indonesia (29 Mei 2017) 20.30 WIB - JUAL
1 USD = Rp13,379.00

	KASUR	KAMAR			
tatami	16	3	48	3,000,000.00	144,000,000.00
standard	4	8	32	3,500,000.00	112,000,000.00
couple	2	4	8	4,000,000.00	32,000,000.00
deluxe	4	2	8	4,500,000.00	36,000,000.00
big couple	2	2	4	5,000,000.00	20,000,000.00
luxury	2	2	4	5,500,000.00	22,000,000.00
Platinum	2	2	4	6,000,000.00	24,000,000.00
			108		390,000,000.00
					37,440,000,000.00

Grafik Estimasi BEP



		0 -Rp	216,853,083,090.53
IRR	26%	1 -Rp	159,520,012,044.61
NPV	Rp247,108,842,614.37	2 -Rp	102,186,940,998.70
		3 -Rp	40,076,114,032.29
IRR=	INTERNAL RATE OF RETURN	4 Rp	12,479,201,093.14
NPV =	NET PRESENT VALUE	5 Rp	69,812,272,139.05
		6 Rp	127,145,343,184.97
		7 Rp	184,478,414,230.88
		8 Rp	241,811,485,276.80
		9 Rp	299,144,556,322.71
		10 Rp	356,477,627,368.63

Perencanaan Trip

Bulan	Trip per minggu	Jumlah minggu	Trip per Bulan
Januari	2	4	8
Februari	2	4	8
Maret	2	4	8
April	2	4	8
Mei	2	4	8
Juni	2	4	8
Juli	2	4	8
Agustus	2	4	8
September	2	4	8
Oktober	2	4	8
November	2	4	8
Desember	2	4	8
Perencanaan Trip dalam 1 Tahun			96

LAMPIRAN B
PENGECEKAN STABILITAS DAN TRIM

LOADCASE TANKI 100% MUATAN 100%							
No	Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin
1	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass	
2		from the greater of					
3		spec. heel angle	0	deg	0		
4		to the lesser of					
5		spec. heel angle	30	deg	30		
6		angle of vanishing stability	98.2	deg			
7		shall not be less than (>=)	3.1513	m.deg	76.9764	Pass	2342.69
8							
9	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass	
10		from the greater of					
11		spec. heel angle	0	deg	0		
12		to the lesser of					
13		spec. heel angle	40	deg	40		
14		first downflooding angle	n/a	deg			
15		angle of vanishing stability	98.2	deg			
16		shall not be less than (>=)	5.1566	m.deg	117.508	Pass	2178.79
17							
18	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass	
19		from the greater of					
20		spec. heel angle	30	deg	30		
21		to the lesser of					
22		spec. heel angle	40	deg	40		
23		first downflooding angle	n/a	deg			
24		angle of vanishing stability	98.2	deg			
25		shall not be less than (>=)	1.7189	m.deg	40.5316	Pass	2258
26							
27	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
28		in the range from the greater of					
29		spec. heel angle	30	deg	30		
30		to the lesser of					
31		spec. heel angle	90	deg			
32		angle of max. GZ	37.3	deg	37.3		
33		shall not be less than (>=)	0.2	m	4.081	Pass	1940.5
34		Intermediate values					
35	angle at which this GZ occurs		deg	37.3			
36							
37	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass	
38		shall not be less than (>=)	25	deg	37.3	Pass	49.09
39							
40	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt				Pass	
41		spec. heel angle	0	deg			
42		shall not be less than (>=)	0.15	m	14.739	Pass	9726
43							
44	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium				Pass	
45		Pass. crowding arm = nPass M / disp. D cos^n(phi)					
46		number of passengers: nPass =	0				
47		passenger mass: M =	0.075	tonne			
48		distance from centre line: D =	0	m			
49		cosine power: n =	0				
50		shall not be greater than (<=)	10	deg	0	Pass	100.09
51		Intermediate values					
52	Heel arm amplitude		m	0			
53							
54	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.6: Turn: angle of equilibrium				Pass	
55		Turn arm: a v^2 / (R g) h cos^n(phi)					
56		constant: a =	0.9996				
57		vessel speed: v =	0	kn			
58		turn radius, R, as percentage of Lwl	510	%			
59		h = KG - mean draft / 2	2.029	m			
60		cosine power: n =	0				
61		shall not be greater than (<=)	10	deg	0	Pass	100.09
62		Intermediate values					
63		Heel arm amplitude		m	0		
64							
65	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.2.2: Severe wind and rolling				Pass	
66		Wind arm: a P A (h - H) / (g disp.) cos^n(phi)					
67		constant: a =	0.99966				
68		wind pressure: P =	504	Pa			
69		area centroid height (from zero point): h =	6	m			
70		additional area: A =	50	m^2			
71		H = vert. centre of projected lat. u'water area	-1.88	m			
72		cosine power: n =	0				
73		gust ratio	1.5				
74		Area2 integrated to the lesser of					
75		roll back angle from equilibrium (with steady heel arm)	25.0 (-24.8)	deg	-24.8		
76		Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
77		spec. heel angle	50	deg	50		
78		first downflooding angle	n/a	deg			
79		angle of vanishing stability (with gust heel arm)	97.5	deg			
80		Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
81		angle of max. GZ	37.3	deg	37.3		
82		Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersionAngle				
83		Criteria:					Pass
84		Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16	deg	0.2	Pass	98.96
85	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than	80	%	2.03	Pass	97.46	
86	Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100	%	262.93	Pass	162.93	
87	Intermediate values						
88	Model windage area		m^2	398.913			
89	Model windage area centroid height (from zero point)		m	1.431			
90	Total windage area		m^2	448.913			
91	Total windage area centroid height (from zero point)		m	1.94			
92	Heel arm amplitude		m	0.042			
93	Equilibrium angle with steady heel arm		deg	0.2			
94	Equilibrium angle with gust heel arm		deg	0.3			
95	Deck edge immersion angle		deg	8.2			
96	Area1 (under GZ), from 0.3 to 50.0 deg.		m.deg	156.8067			
97	Area1 (under HA), from 0.3 to 50.0 deg.		m.deg	3.0971			
98	Area1, from 0.3 to 50.0 deg.		m.deg	153.7096			
99	Area2 (under GZ), from -24.8 to 0.3 deg.		m.deg	-56.8993			
100	Area2 (under HA), from -24.8 to 0.3 deg.		m.deg	1.5619			
101	Area2, from -24.8 to 0.3 deg.		m.deg	58.4612			

LOADCASE TANKI 50% MUATAN 100%							
No	Code	Criteria:	Value	Units	Actual	Status	Margin
1	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass	
2		from the greater of					
3		spec. heel angle	0	deg	0		
4		to the lesser of					
5		spec. heel angle	30	deg	30		
6		angle of vanishing stability	97.3	deg			
7		shall not be less than (>=)	3.1513	m.deg	75.6151	Pass	2299.49
8							
9	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass	
10		from the greater of					
11		spec. heel angle	0	deg	0		
12		to the lesser of					
13		spec. heel angle	40	deg	40		
14		first downflooding angle	n/a	deg			
15		angle of vanishing stability	97.3	deg			
16		shall not be less than (>=)	5.1566	m.deg	115.434	Pass	2138.57
17							
18	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass	
19		from the greater of					
20		spec. heel angle	30	deg	30		
21		to the lesser of					
22		spec. heel angle	40	deg	40		
23		first downflooding angle	n/a	deg			
24		angle of vanishing stability	97.3	deg			
25		shall not be less than (>=)	1.7189	m.deg	39.8189	Pass	2216.54
26							
27	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
28		in the range from the greater of					
29		spec. heel angle	30	deg	30		
30		to the lesser of					
31		spec. heel angle	90	deg			
32		angle of max. GZ	36.4	deg	36.4		
33		shall not be less than (>=)	0.2	m	4.007	Pass	1903.5
34		Intermediate values					
35		angle at which this GZ occurs		deg	36.4		
36							
37	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass	
38		shall not be less than (>=)	25	deg	36.4	Pass	45.46
39							
40	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMT				Pass	
41		spec. heel angle	0	deg			
42		shall not be less than (>=)	0.15	m	14.469	Pass	9546
43							
44	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium				Pass	
45		Pass. crowding arm = nPass M / disp. D cos^n(phi)					
46		number of passengers: nPass =	0				
47		passenger mass: M =	0.075	tonne			
48		distance from centre line: D =	0	m			
49		cosine power: n =	0				
50		shall not be greater than (<=)	10	deg	0	Pass	100.05
51		Intermediate values					
52		Heel arm amplitude		m	0		
53							
54	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.6: Turn: angle of equilibrium				Pass	
55		Turn arm: $a \sqrt{2} / (R \cdot g) h \cos^n(\phi)$					
56		constant: a =	0.9996				
57		vessel speed: v =	0	kn			
58		turn radius, R, as percentage of Lwl	510	%			
59		$h = KG - \text{mean draft} / 2$	1.936	m			
60		cosine power: n =	0				
61		shall not be greater than (<=)	10	deg	0	Pass	100.05
62		Intermediate values					
63		Heel arm amplitude		m	0		
64							
65	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.2.2: Severe wind and rolling				Pass	
66		Wind arm: $a P A (h - H) / (g \text{ disp.}) \cos^n(\phi)$					
67		constant: a =	0.99966				
68		wind pressure: P =	504	Pa			
69		area centroid height (from zero point): h =	6	m			
70		additional area: A =	50	m^2			
71		H = vert. centre of projected lat. u'water area	-1.856	m			
72		cosine power: n =	0				
73		gust ratio	1.5				
74		Area2 integrated to the lesser of					
75		roll back angle from equilibrium (with steady heel arm)	25.0 (-24.8)	deg	-24.8		
76		Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
77		spec. heel angle	50	deg	50		
78		first downflooding angle	n/a	deg			
79		angle of vanishing stability (with gust heel arm)	96.6	deg			
80		Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
81		angle of max. GZ	36.4	deg	36.4		
82		Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersionAngle				
83		Criteria:				Pass	
84		Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16	deg	0.2	Pass	98.95
85		Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (<=)	80	%	2.12	Pass	97.35
86		Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100	%	262.79	Pass	162.79
87		Intermediate values					
88		Model windage area		m^2	395.623		
89		Model windage area centroid height (from zero point)		m	1.449		
90		Total windage area		m^2	445.623		
91		Total windage area centroid height (from zero point)		m	1.96		
92		Heel arm amplitude		m	0.04		
93		Equilibrium angle with steady heel arm		deg	0.2		
94		Equilibrium angle with gust heel arm		deg	0.3		
95		Deck edge immersion angle		deg	8		
96		Area1 (under GZ), from 0.3 to 50.0 deg.		m.deg	153.8571		
97		Area1 (under HA), from 0.3 to 50.0 deg.		m.deg	3.0007		
98		Area1, from 0.3 to 50.0 deg.		m.deg	150.8564		
99		Area2 (under GZ), from -24.8 to 0.3 deg.		m.deg	-55.8923		
100		Area2 (under HA), from -24.8 to 0.3 deg.		m.deg	1.5132		
101		Area2, from -24.8 to 0.3 deg.		m.deg	57.4055		

LOADCASE TANKI 10% MUATAN 100%							
No	Code	Criteria:	Value	Units	Actual	Status	Margin
1	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass	
2		from the greater of					
3		spec. heel angle	0	deg	0		
4		to the lesser of					
5		spec. heel angle	30	deg	30		
6		angle of vanishing stability	99	deg			
7		shall not be less than (>=)	3.1513	m.deg	75.7898	Pass	2305.03
8							
9	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass	
10		from the greater of					
11		spec. heel angle	0	deg	0		
12		to the lesser of					
13		spec. heel angle	40	deg	40		
14		first downflooding angle	n/a	deg			
15		angle of vanishing stability	99	deg			
16		shall not be less than (>=)	5.1566	m.deg	116.176	Pass	2152.95
17							
18	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass	
19		from the greater of					
20		spec. heel angle	30	deg	30		
21		to the lesser of					
22		spec. heel angle	40	deg	40		
23		first downflooding angle	n/a	deg			
24		angle of vanishing stability	99	deg			
25		shall not be less than (>=)	1.7189	m.deg	40.3858	Pass	2249.52
26							
27	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
28		in the range from the greater of					
29		spec. heel angle	30	deg	30		
30		to the lesser of					
31		spec. heel angle	90	deg			
32		angle of max. GZ	36.4	deg	36.4		
33		shall not be less than (>=)	0.2	m	4.066	Pass	1933
34		Intermediate values					
35	angle at which this GZ occurs		deg	36.4			
36							
37	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass	
38		shall not be less than (>=)	25	deg	36.4	Pass	45.46
39							
40	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMT				Pass	
41		spec. heel angle	0	deg			
42		shall not be less than (>=)	0.15	m	14.322	Pass	9448
43							
44	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium				Pass	
45		Pass. crowding arm = nPass M / disp. D cos^n(phi)					
46		number of passengers: nPass =	0				
47		passenger mass: M =	0.075	tonne			
48		distance from centre line: D =	0	m			
49		cosine power: n =	0				
50		shall not be greater than (<=)	10	deg	0	Pass	100.01
51		Intermediate values					
52	Heel arm amplitude		m	0			
53							
54	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.6: Turn: angle of equilibrium				Pass	
55		Turn arm: a v^2 / (R g) h cos^n(phi)					
56		constant: a =	0.9996				
57		vessel speed: v =	0	kn			
58		turn radius, R, as percentage of Lwl	510	%			
59		h = KG - mean draft / 2	1.904	m			
60		cosine power: n =	0				
61		shall not be greater than (<=)	10	deg	0	Pass	100.01
62	Intermediate values						
63	Heel arm amplitude		m	0			
64							
65	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.2.2: Severe wind and rolling				Pass	
66		Wind arm: a P A (h - H) / (g disp.) cos^n(phi)					
67		constant: a =	0.99966				
68		wind pressure: P =	504	Pa			
69		area centroid height (from zero point): h =	6	m			
70		additional area: A =	50	m^2			
71		H = vert. centre of projected lat. u'water area	-1.824	m			
72		cosine power: n =	0				
73		gust ratio	1.5				
74		Area2 integrated to the lesser of					
75		roll back angle from equilibrium (with steady heel arm)	25.0 (-24.8)	deg	-24.8		
76		Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
77		spec. heel angle	50	deg	50		
78		first downflooding angle	n/a	deg			
79		angle of vanishing stability (with gust heel arm)	98.3	deg			
80		Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
81		angle of max. GZ	36.4	deg	36.4		
82		Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersionAngle				
83		Criteria:				Pass	
84		Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16	deg	0.2	Pass	98.96
85		Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (<=)	80	%	2.14	Pass	97.33
86		Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100	%	265.76	Pass	165.76
87		Intermediate values					
88		Model windage area		m^2	391.262		
89		Model windage area centroid height (from zero point)		m	1.472		
90		Total windage area		m^2	441.262		
91		Total windage area centroid height (from zero point)		m	1.985		
92		Heel arm amplitude		m	0.039		
93		Equilibrium angle with steady heel arm		deg	0.2		
94		Equilibrium angle with gust heel arm		deg	0.3		
95		Deck edge immersion angle		deg	7.8		
96		Area1 (under GZ), from 0.3 to 50.0 deg.		m.deg	155.338		
97	Area1 (under HA), from 0.3 to 50.0 deg.		m.deg	2.8848			
98	Area1, from 0.3 to 50.0 deg.		m.deg	152.4532			
99	Area2 (under GZ), from -24.8 to 0.3 deg.		m.deg	-55.9097			
100	Area2 (under HA), from -24.8 to 0.3 deg.		m.deg	1.4545			
101	Area2, from -24.8 to 0.3 deg.		m.deg	57.3642			

LOADCASE TANKI 100% MUATAN 75%							
No	Code	Criteria:	Value	Units	Actual	Status	Margin
1	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass	
2		from the greater of					
3		spec. heel angle	0	deg	0		
4		to the lesser of					
5		spec. heel angle	30	deg	30		
6		angle of vanishing stability	98.2	deg			
7		shall not be less than (>=)	3.1513	m.deg	77.0163	Pass	2343.95
8							
9	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass	
10		from the greater of					
11		spec. heel angle	0	deg	0		
12		to the lesser of					
13		spec. heel angle	40	deg	40		
14		first downflooding angle	n/a	deg			
15		angle of vanishing stability	98.2	deg			
16		shall not be less than (>=)	5.1566	m.deg	117.563	Pass	2179.86
17							
18	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass	
19		from the greater of					
20		spec. heel angle	30	deg	30		
21		to the lesser of					
22		spec. heel angle	40	deg	40		
23		first downflooding angle	n/a	deg			
24		angle of vanishing stability	98.2	deg			
25		shall not be less than (>=)	1.7189	m.deg	40.5468	Pass	2258.88
26							
27	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
28		in the range of the greater of					
29		spec. heel angle	30	deg	30		
30		to the lesser of					
31		spec. heel angle	90	deg			
32		angle of max. GZ	37.3	deg	37.3		
33		shall not be less than (>=)	0.2	m	4.082	Pass	1941
34		Intermediate values					
35	angle at which this GZ occurs		deg	37.3			
36							
37	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass	
38		shall not be less than (>=)	25	deg	37.3	Pass	49.09
39							
40	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMT				Pass	
41		spec. heel angle	0	deg			
42		shall not be less than (>=)	0.15	m	14.75	Pass	9733.33
43							
44	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium				Pass	
45		Pass. crowding arm = nPass M / disp. D cos^n(phi)					
46		number of passengers: nPass =	0				
47		passenger mass: M =	0.075	tonne			
48		distance from centre line: D =	0	m			
49		cosine power: n =	0				
50		shall not be greater than (<=)	10	deg	0	Pass	100.09
51		Intermediate values					
52	Heel arm amplitude		m	0			
53							
54	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.6: Turn: angle of equilibrium				Pass	
55		Turn arm: a v^2 / (R g) h cos^n(phi)					
56		constant: a =	0.9996				
57		vessel speed: v =	0	kn			
58		turn radius, R, as percentage of Lwl	510	%			
59		h = KG - mean draft / 2	2.029	m			
60		cosine power: n =	0				
61		shall not be greater than (<=)	10	deg	0	Pass	100.09
62	Intermediate values						
63	Heel arm amplitude		m	0			
64							
65	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.2.2: Severe wind and rolling				Pass	
66		Wind arm: a P A (h - H) / (g disp.) cos^n(phi)					
67		constant: a =	0.99966				
68		wind pressure: P =	504	Pa			
69		area centroid height (from zero point): h =	6	m			
70		additional area: A =	50	m^2			
71		H = vert. centre of projected lat. u'water area	-1.881	m			
72		cosine power: n =	0				
73		gust ratio	1.5				
74		Area2 integrated to the lesser of					
75		roll back angle from equilibrium (with steady heel arm)	25.0 (-24.8)	deg	-24.8		
76		Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
77		spec. heel angle	50	deg	50		
78		first downflooding angle	n/a	deg			
79		angle of vanishing stability (with gust heel arm)	97.5	deg			
80		Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
81		angle of max. GZ	37.3	deg	37.3		
82		Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersionAngle				
83		Criteria:				Pass	
84		Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16	deg	0.2	Pass	98.96
85		Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (<=)	80	%	2.03	Pass	97.46
86		Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100	%	262.89	Pass	162.89
87		Intermediate values					
88		Model windage area		m^2	399.056		
89		Model windage area centroid height (from zero point)		m	1.431		
90		Total windage area		m^2	449.056		
91		Total windage area centroid height (from zero point)		m	1.939		
92		Heel arm amplitude		m	0.042		
93		Equilibrium angle with steady heel arm		deg	0.2		
94		Equilibrium angle with gust heel arm		deg	0.3		
95		Deck edge immersion angle		deg	8.2		
96		Area1 (under GZ), from 0.3 to 50.0 deg.		m.deg	156.8793		
97	Area1 (under HA), from 0.3 to 50.0 deg.		m.deg	3.1012			
98	Area1, from 0.3 to 50.0 deg.		m.deg	153.7782			
99	Area2 (under GZ), from -24.8 to 0.3 deg.		m.deg	-56.9314			
100	Area2 (under HA), from -24.8 to 0.3 deg.		m.deg	1.5639			
101	Area2, from -24.8 to 0.3 deg.		m.deg	58.4954			

LOADCASE TANKI 50% MUATAN 75%							
No	Code	Criteria:	Value	Units	Actual	Status	Margin
1	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass	
2		from the greater of					
3		spec. heel angle	0	deg	0		
4		to the lesser of					
5		spec. heel angle	30	deg	30		
6		angle of vanishing stability	97.3	deg			
7		shall not be less than (>=)	3.1513	m.deg	75.6534	Pass	2300.71
8							
9	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass	
10		from the greater of					
11		spec. heel angle	0	deg	0		
12		to the lesser of					
13		spec. heel angle	40	deg	40		
14		first downflooding angle	n/a	deg			
15		angle of vanishing stability	97.3	deg			
16		shall not be less than (>=)	5.1566	m.deg	115.487	Pass	2139.6
17							
18	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass	
19		from the greater of					
20		spec. heel angle	30	deg	30		
21		to the lesser of					
22		spec. heel angle	40	deg	40		
23		first downflooding angle	n/a	deg			
24		angle of vanishing stability	97.3	deg			
25		shall not be less than (>=)	1.7189	m.deg	39.8336	Pass	2217.39
26							
27	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
28		in the range from the greater of					
29		spec. heel angle	30	deg	30		
30		to the lesser of					
31		spec. heel angle	90	deg			
32		angle of max. GZ	36.4	deg	36.4		
33		shall not be less than (>=)	0.2	m	4.008	Pass	1904
34		Intermediate values					
35		angle at which this GZ occurs		deg	36.4		
36							
37	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass	
38		shall not be less than (>=)	25	deg	36.4	Pass	45.46
39							
40	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMT				Pass	
41		spec. heel angle	0	deg			
42		shall not be less than (>=)	0.15	m	14.48	Pass	9553.33
43							
44	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium				Pass	
45		Pass. crowding arm = nPass M / disp. D cos^n(phi)					
46		number of passengers: nPass =	0				
47		passenger mass: M =	0.075	tonne			
48		distance from centre line: D =	0	m			
49		cosine power: n =	0				
50		shall not be greater than (<=)	10	deg	0	Pass	100.05
51		Intermediate values					
52		Heel arm amplitude		m	0		
53							
54	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.6: Turn: angle of equilibrium				Pass	
55		Turn arm: a v^2 / (R g) h cos^n(phi)					
56		constant: a =	0.9996				
57		vessel speed: v =	0	kn			
58		turn radius, R, as percentage of Lwl	510	%			
59		h = KG - mean draft / 2	1.936	m			
60		cosine power: n =	0				
61		shall not be greater than (<=)	10	deg	0	Pass	100.05
62		Intermediate values					
63		Heel arm amplitude		m	0		
64							
65	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.2.2: Severe wind and rolling				Pass	
66		Wind arm: a P A (h - H) / (g disp.) cos^n(phi)					
67		constant: a =	0.99966				
68		wind pressure: P =	504	Pa			
69		area centroid height (from zero point): h =	6	m			
70		additional area: A =	50	m^2			
71		H = vert. centre of projected lat. u'water area	-1.857	m			
72		cosine power: n =	0				
73		gust ratio	1.5				
74		Area2 integrated to the lesser of					
75		roll back angle from equilibrium (with steady heel arm)	25.0 (-24.8)	deg	-24.8		
76		Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
77		spec. heel angle	50	deg	50		
78		first downflooding angle	n/a	deg			
79		angle of vanishing stability (with gust heel arm)	96.6	deg			
80		Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
81		angle of max. GZ	36.4	deg	36.4		
82		Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersionAngle				
83		Criteria:				Pass	
84		Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16	deg	0.2	Pass	98.94
85		Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (<=)	80	%	2.12	Pass	97.35
86		Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100	%	262.76	Pass	162.76
87		Intermediate values					
88		Model windage area		m^2	395.764		
89		Model windage area centroid height (from zero point)		m	1.448		
90		Total windage area		m^2	445.764		
91		Total windage area centroid height (from zero point)		m	1.959		
92		Heel arm amplitude		m	0.04		
93		Equilibrium angle with steady heel arm		deg	0.2		
94		Equilibrium angle with gust heel arm		deg	0.3		
95		Deck edge immersion angle		deg	8		
96		Area1 (under GZ), from 0.3 to 50.0 deg.		m.deg	153.927		
97		Area1 (under HA), from 0.3 to 50.0 deg.		m.deg	3.0045		
98		Area1, from 0.3 to 50.0 deg.		m.deg	150.9225		
99		Area2 (under GZ), from -24.8 to 0.3 deg.		m.deg	-55.9232		
100		Area2 (under HA), from -24.8 to 0.3 deg.		m.deg	1.5152		
101		Area2, from -24.8 to 0.3 deg.		m.deg	57.4384		

LOADCASE TANKI 10% MUATAN 75%							
No	Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin
1	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass	
2		from the greater of					
3		spec. heel angle	0	deg	0		
4		to the lesser of					
5		spec. heel angle	30	deg	30		
6		angle of vanishing stability	99	deg			
7		shall not be less than (>=)	3.1513	m.deg	75.828	Pass	2306.24
8							
9	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass	
10		from the greater of					
11		spec. heel angle	0	deg	0		
12		to the lesser of					
13		spec. heel angle	40	deg	40		
14		first downflooding angle	n/a	deg			
15		angle of vanishing stability	99	deg			
16		shall not be less than (>=)	5.1566	m.deg	116.2292	Pass	2153.99
17							
18	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass	
19		from the greater of					
20		spec. heel angle	30	deg	30		
21		to the lesser of					
22		spec. heel angle	40	deg	40		
23		first downflooding angle	n/a	deg			
24		angle of vanishing stability	99	deg			
25		shall not be less than (>=)	1.7189	m.deg	40.4012	Pass	2250.41
26							
27	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
28		in the range from the greater of					
29		spec. heel angle	30	deg	30		
30		to the lesser of					
31		spec. heel angle	90	deg			
32		angle of max. GZ	36.4	deg	36.4		
33		shall not be less than (>=)	0.2	m	4.067	Pass	1933.5
34		Intermediate values					
35	angle at which this GZ occurs		deg	36.4			
36							
37	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass	
38		shall not be less than (>=)	25	deg	36.4	Pass	45.46
39							
40	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt				Pass	
41		spec. heel angle	0	deg			
42		shall not be less than (>=)	0.15	m	14.332	Pass	9454.67
43							
44	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium				Pass	
45		Pass. crowding arm = nPass M / disp. D cos^n(phi)					
46		number of passengers: nPass =	0				
47		passenger mass: M =	0.075	tonne			
48		distance from centre line: D =	0	m			
49		cosine power: n =	0				
50		shall not be greater than (<=)	10	deg	0	Pass	100.01
51		Intermediate values					
52	Heel arm amplitude		m	0			
53							
54	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.6: Turn: angle of equilibrium				Pass	
55		Turn arm: a v^2 / (R g) h cos^n(phi)					
56		constant: a =	0.9996				
57		vessel speed: v =	0	kn			
58		turn radius, R, as percentage of Lwl	510	%			
59		h = KG - mean draft / 2	1.904	m			
60		cosine power: n =	0				
61		shall not be greater than (<=)	10	deg	0	Pass	100.01
62	Intermediate values						
63	Heel arm amplitude		m	0			
64							
65	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.2.2: Severe wind and rolling				Pass	
66		Wind arm: a P A (h - H) / (g disp.) cos^n(phi)					
67		constant: a =	0.99966				
68		wind pressure: P =	504	Pa			
69		area centroid height (from zero point): h =	6	m			
70		additional area: A =	50	m^2			
71		H = vert. centre of projected lat. u'water area	-1.825	m			
72		cosine power: n =	0				
73		gust ratio	1.5				
74		Area2 integrated to the lesser of					
75		roll back angle from equilibrium (with steady heel arm)	25.0 (-24.8)	deg	-24.8		
76		Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
77		spec. heel angle	50	deg	50		
78		first downflooding angle	n/a	deg			
79		angle of vanishing stability (with gust heel arm)	98.3	deg			
80		Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
81		angle of max. GZ	36.4	deg	36.4		
82		Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersionAngle				
83		Criteria:					Pass
84		Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16	deg	0.2	Pass	98.96
85		Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than	80	%	2.14	Pass	97.33
86		Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100	%	265.73	Pass	165.73
87		Intermediate values					
88		Model windage area		m^2	391.402		
89		Model windage area centroid height (from zero point)		m	1.472		
90		Total windage area		m^2	441.402		
91		Total windage area centroid height (from zero point)		m	1.985		
92		Heel arm amplitude		m	0.039		
93	Equilibrium angle with steady heel arm		deg	0.2			
94	Equilibrium angle with gust heel arm		deg	0.3			
95	Deck edge immersion angle		deg	7.8			
96	Area1 (under GZ), from 0.3 to 50.0 deg.		m.deg	155.4094			
97	Area1 (under HA), from 0.3 to 50.0 deg.		m.deg	2.8884			
98	Area1, from 0.3 to 50.0 deg.		m.deg	152.5209			
99	Area2 (under GZ), from -24.8 to 0.3 deg.		m.deg	-55.9403			
100	Area2 (under HA), from -24.8 to 0.3 deg.		m.deg	1.4564			
101	Area2, from -24.8 to 0.3 deg.		m.deg	57.3967			

LOADCASE TANKI 100% MUATAN 50%							
No	Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin
1	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass	
2		from the greater of					
3		spec. heel angle	0	deg	0		
4		to the lesser of					
5		spec. heel angle	30	deg	30		
6		angle of vanishing stability	98.2	deg			
7		shall not be less than (>=)	3.1513	m.deg	77.0563	Pass	2345.22
8							
9	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass	
10		from the greater of					
11		spec. heel angle	0	deg	0		
12		to the lesser of					
13		spec. heel angle	40	deg	40		
14		first downflooding angle	n/a	deg			
15		angle of vanishing stability	98.2	deg			
16		shall not be less than (>=)	5.1566	m.deg	117.618	Pass	2180.92
17							
18	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass	
19		from the greater of					
20		spec. heel angle	30	deg	30		
21		to the lesser of					
22		spec. heel angle	40	deg	40		
23		first downflooding angle	n/a	deg			
24		angle of vanishing stability	98.2	deg			
25		shall not be less than (>=)	1.7189	m.deg	40.5619	Pass	2259.76
26							
27	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
28		in the range from the greater of					
29		spec. heel angle	30	deg	30		
30		to the lesser of					
31		spec. heel angle	90	deg			
32		angle of max. GZ	37.3	deg	37.3		
33		shall not be less than (>=)	0.2	m	4.084	Pass	1942
34		Intermediate values					
35	angle at which this GZ occurs		deg	37.3			
36							
37	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass	
38		shall not be less than (>=)	25	deg	37.3	Pass	49.09
39							
40	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt				Pass	
41		spec. heel angle	0	deg			
42		shall not be less than (>=)	0.15	m	14.76	Pass	9740
43							
44	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium				Pass	
45		Pass. crowding arm = nPass M / disp. D cos^n(phi)					
46		number of passengers: nPass =	0				
47		passenger mass: M =	0.075	tonne			
48		distance from centre line: D =	0	m			
49		cosine power: n =	0				
50		shall not be greater than (<=)	10	deg	0	Pass	100.09
51		Intermediate values					
52	Heel arm amplitude		m	0			
53							
54	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.6: Turn: angle of equilibrium				Pass	
55		Turn arm: a v^2 / (R g) h cos^n(phi)					
56		constant: a =	0.9996				
57		vessel speed: v =	0	kn			
58		turn radius, R, as percentage of Lwl	510	%			
59		h = KG - mean draft / 2	2.029	m			
60		cosine power: n =	0				
61		shall not be greater than (<=)	10	deg	0	Pass	100.09
62	Intermediate values						
63	Heel arm amplitude		m	0			
64							
65	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.2.2: Severe wind and rolling				Pass	
66		Wind arm: a P A (h - H) / (g disp.) cos^n(phi)					
67		constant: a =	0.99966				
68		wind pressure: P =	504	Pa			
69		area centroid height (from zero point): h =	6	m			
70		additional area: A =	50	m^2			
71		H = vert. centre of projected lat. u'water area	-1.882	m			
72		cosine power: n =	0				
73		gust ratio	1.5				
74		Area2 integrated to the lesser of					
75		roll back angle from equilibrium (with steady H) (-24.8)	0	deg	-24.8		
76		Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
77		spec. heel angle	50	deg	50		
78		first downflooding angle	n/a	deg			
79		angle of vanishing stability (with gust heel arm)	97.5	deg			
80		Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
81		angle of max. GZ	37.3	deg	37.3		
82		Select required angle for angle of steady heel ratio: DeckEdgeImmersionAngle					
83		Criteria:					Pass
84		Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16	deg	0.2	Pass	98.96
85		Angle of steady heel / Deck edge immersion angle	80	%	2.03	Pass	97.46
86		Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100	%	262.85	Pass	162.85
87		Intermediate values					
88		Model windage area		m^2	399.198		
89		Model windage area centroid height (from zero point)		m	1.43		
90		Total windage area		m^2	449.198		
91		Total windage area centroid height (from zero point)		m	1.938		
92		Heel arm amplitude		m	0.042		
93		Equilibrium angle with steady heel arm		deg	0.2		
94		Equilibrium angle with gust heel arm		deg	0.3		
95		Deck edge immersion angle		deg	8.2		
96		Area1 (under GZ), from 0.3 to 50.0 deg.		m.deg	156.9521		
97	Area1 (under HA), from 0.3 to 50.0 deg.		m.deg	3.1053			
98	Area1, from 0.3 to 50.0 deg.		m.deg	153.8468			
99	Area2 (under GZ), from -24.8 to 0.3 deg.		m.deg	-56.9636			
100	Area2 (under HA), from -24.8 to 0.3 deg.		m.deg	1.566			
101	Area2, from -24.8 to 0.3 deg.		m.deg	58.5296			

LOADCASE TANKI 50% MUATAN 50%							
No	Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin
1	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass	
2		from the greater of					
3		spec. heel angle	0	deg	0		
4		to the lesser of					
5		spec. heel angle	30	deg	30		
6		angle of vanishing stability	97.3	deg			
7		shall not be less than (>=)	3.1513	m.deg	75.6918	Pass	2301.92
8							
9	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass	
10		from the greater of					
11		spec. heel angle	0	deg	0		
12		to the lesser of					
13		spec. heel angle	40	deg	40		
14		first downflooding angle	n/a	deg			
15		angle of vanishing stability	97.3	deg			
16		shall not be less than (>=)	5.1566	m.deg	115.54	Pass	2140.63
17							
18	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass	
19		from the greater of					
20		spec. heel angle	30	deg	30		
21		to the lesser of					
22		spec. heel angle	40	deg	40		
23		first downflooding angle	n/a	deg			
24		angle of vanishing stability	97.3	deg			
25		shall not be less than (>=)	1.7189	m.deg	39.8482	Pass	2218.24
26							
27	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
28		in the range from the greater of					
29		spec. heel angle	30	deg	30		
30		to the lesser of					
31		spec. heel angle	90	deg			
32		angle of max. GZ	36.4	deg	36.4		
33		shall not be less than (>=)	0.2	m	4.01	Pass	1905
34		Intermediate values					
35	angle at which this GZ occurs		deg	36.4			
36							
37	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass	
38		shall not be less than (>=)	25	deg	36.4	Pass	45.46
39							
40	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt				Pass	
41		spec. heel angle	0	deg			
42		shall not be less than (>=)	0.15	m	14.49	Pass	9560
43							
44	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium				Pass	
45		Pass. crowding arm = nPass M / disp. D cos^n(phi)					
46		number of passengers: nPass =	0				
47		passenger mass: M =	0.075	tonne			
48		distance from centre line: D =	0	m			
49		cosine power: n =	0				
50		shall not be greater than (<=)	10	deg	0	Pass	100.05
51		Intermediate values					
52	Heel arm amplitude		m	0			
53							
54	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.6: Turn: angle of equilibrium				Pass	
55		Turn arm: a v^2 / (R g) h cos^n(phi)					
56		constant: a =	0.9996				
57		vessel speed: v =	0	kn			
58		turn radius, R, as percentage of Lwl	510	%			
59		h = KG - mean draft / 2	1.935	m			
60		cosine power: n =	0				
61		shall not be greater than (<=)	10	deg	0	Pass	100.05
62	Intermediate values						
63	Heel arm amplitude		m	0			
64							
65	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.2.2: Severe wind and rolling				Pass	
66		Wind arm: a P A (h - H) / (g disp.) cos^n(phi)					
67		constant: a =	0.99966				
68		wind pressure: P =	504	Pa			
69		area centroid height (from zero point): h =	6	m			
70		additional area: A =	50	m^2			
71		H = vert. centre of projected lat. u'water area	-1.858	m			
72		cosine power: n =	0				
73		gust ratio	1.5				
74		Area2 integrated to the lesser of					
75		roll back angle from equilibrium (with steady)	0 (-24.8)	deg	-24.8		
76		Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
77		spec. heel angle	50	deg	50		
78		first downflooding angle	n/a	deg			
79		angle of vanishing stability (with gust heel arm)	96.6	deg			
80		Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
81		angle of max. GZ	36.4	deg	36.4		
82		Select required angle for angle of steady heel rat	DeckEdgeImmersionAngle				
83		Criteria:					Pass
84		Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16	deg	0.2	Pass	98.94
85		Angle of steady heel / Deck edge immersion ang	80	%	2.12	Pass	97.35
86		Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100	%	262.72	Pass	162.72
87		Intermediate values					
88		Model windage area		m^2	395.906		
89		Model windage area centroid height (from zero point)		m	1.447		
90		Total windage area		m^2	445.906		
91		Total windage area centroid height (from zero point)		m	1.958		
92		Heel arm amplitude		m	0.04		
93	Equilibrium angle with steady heel arm		deg	0.2			
94	Equilibrium angle with gust heel arm		deg	0.3			
95	Deck edge immersion angle		deg	8			
96	Area1 (under GZ), from 0.3 to 50.0 deg.		m.deg	153.9971			
97	Area1 (under HA), from 0.3 to 50.0 deg.		m.deg	3.0084			
98	Area1, from 0.3 to 50.0 deg.		m.deg	150.9886			
99	Area2 (under GZ), from -24.8 to 0.3 deg.		m.deg	-55.9542			
100	Area2 (under HA), from -24.8 to 0.3 deg.		m.deg	1.5172			
101	Area2, from -24.8 to 0.3 deg.		m.deg	57.4713			

LOADCASE 10% MUATAN 50%							
No	Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin
1	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass	
2		from the greater of					
3		spec. heel angle	0	deg	0		
4		to the lesser of					
5		spec. heel angle	30	deg	30		
6		angle of vanishing stability	99	deg			
7		shall not be less than (>=)	3.1513	m.deg	75,8662	Pass	2307.46
8							
9	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass	
10		from the greater of					
11		spec. heel angle	0	deg	0		
12		to the lesser of					
13		spec. heel angle	40	deg	40		
14		first downflooding angle	n/a	deg			
15		angle of vanishing stability	99	deg			
16		shall not be less than (>=)	5.1566	m.deg	116.283	Pass	2155.03
17							
18	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass	
19		from the greater of					
20		spec. heel angle	30	deg	30		
21		to the lesser of					
22		spec. heel angle	40	deg	40		
23		first downflooding angle	n/a	deg			
24		angle of vanishing stability	99	deg			
25		shall not be less than (>=)	1.7189	m.deg	40.4166	Pass	2251.3
26							
27	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
28		in the range from the greater of					
29		spec. heel angle	30	deg	30		
30		to the lesser of					
31		spec. heel angle	90	deg			
32		angle of max. GZ	36.4	deg	36.4		
33		shall not be less than (>=)	0.2	m	4.069	Pass	1934.5
34		Intermediate values					
35	angle at which this GZ occurs		deg	36.4			
36							
37	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass	
38		shall not be less than (>=)	25	deg	36.4	Pass	45.46
39							
40	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt				Pass	
41		spec. heel angle	0	deg			
42		shall not be less than (>=)	0.15	m	14.342	Pass	9461.33
43							
44	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium				Pass	
45		Pass. crowding arm = nPass M / disp. D cos^n(phi)					
46		number of passengers: nPass =	0				
47		passenger mass: M =	0.075	tonne			
48		distance from centre line: D =	0	m			
49		cosine power: n =	0				
50		shall not be greater than (<=)	10	deg	0	Pass	100.01
51		Intermediate values					
52	Heel arm amplitude		m	0			
53							
54	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.6: Turn: angle of equilibrium				Pass	
55		Turn arm: a v^2 / (R g) h cos^n(phi)					
56		constant: a =	0.9996				
57		vessel speed: v =	0	kn			
58		turn radius, R, as percentage of Lwl	510	%			
59		h = KG - mean draft / 2	1.904	m			
60		cosine power: n =	0				
61		shall not be greater than (<=)	10	deg	0	Pass	100.01
62	Intermediate values						
63	Heel arm amplitude		m	0			
64							
65	A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.2.2: Severe wind and rolling				Pass	
66		Wind arm: a P A (h - H) / (g disp.) cos^n(phi)					
67		constant: a =	0.99966				
68		wind pressure: P =	504	Pa			
69		area centroid height (from zero point): h =	6	m			
70		additional area: A =	50	m^2			
71		H = vert. centre of projected lat. u'water area	-1.826	m			
72		cosine power: n =	0				
73		gust ratio	1.5				
74		Area2 integrated to the lesser of					
75		roll back angle from equilibrium (with steady heel arm)	25.0 (-24.8)	deg	-24.8		
76		Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
77		spec. heel angle	50	deg	50		
78		first downflooding angle	n/a	deg			
79		angle of vanishing stability (with gust heel arm)	98.4	deg			
80		Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
81		angle of max. GZ	36.4	deg	36.4		
82		Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersionAngle				
83		Criteria:					Pass
84		Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16	deg	0.2	Pass	98.96
85		Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be	80	%	2.14	Pass	97.33
86		Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100	%	265.7	Pass	165.7
87		Intermediate values					
88		Model windage area		m^2	391.543		
89		Model windage area centroid height (from zero point)		m	1.471		
90		Total windage area		m^2	441.543		
91		Total windage area centroid height (from zero point)		m	1.984		
92		Heel arm amplitude		m	0.039		
93		Equilibrium angle with steady heel arm		deg	0.2		
94		Equilibrium angle with gust heel arm		deg	0.3		
95		Deck edge immersion angle		deg	7.8		
96		Area1 (under GZ), from 0.3 to 50.0 deg.		m.deg	155.4808		
97	Area1 (under HA), from 0.3 to 50.0 deg.		m.deg	2.8921			
98	Area1, from 0.3 to 50.0 deg.		m.deg	152.5887			
99	Area2 (under GZ), from -24.8 to 0.3 deg.		m.deg	-55.9709			
100	Area2 (under HA), from -24.8 to 0.3 deg.		m.deg	1.4582			
101	Area2, from -24.8 to 0.3 deg.		m.deg	57.4292			

LOADCASE TANKI 100% MUATAN100%		
1	Draft Amidships m	2.773
2	Displacement t	2123
3	Heel deg	0
4	Draft at FP m	2.52
5	Draft at AP m	3.026
6	Draft at LCF m	2.811
7	Trim (+ve by stern) m	0.506
8	WL Length m	82.963
9	Beam max extents on WL m	27.795
10	Wetted Area m^2	1393.131
11	Waterpl. Area m^2	1261.919
12	Prismatic coeff. (Cp)	0.597
13	Block coeff. (Cb)	0.337
14	Max Sect. area coeff. (Cm)	0.888
15	Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.547
16	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	0.221
17	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	-6.612
18	KB m	1.747
19	KG fluid m	3.416
20	BMT m	16.404
21	BML m	255.851
22	GMT corrected m	14.735
23	GML m	254.182
24	KMT m	18.151
25	KML m	257.594
26	Immersion (TPc) tonne/cm	12.935
27	MTC tonne.m	60.441
28	RM at 1deg = GMT.Disp.sin(1) tonn	545.848
29	Max deck inclination deg	0.3246
30	Trim angle (+ve by stern) deg	0.3246

LOADCASE TANKI 50% MUATAN 100%		
1	Draft Amidships m	2.814
2	Displacement t	2172
3	Heel deg	0
4	Draft at FP m	2.58
5	Draft at AP m	3.048
6	Draft at LCF m	2.85
7	Trim (+ve by stern) m	0.468
8	WL Length m	83.443
9	Beam max extents on WL m	27.861
10	Wetted Area m^2	1406.451
11	Waterpl. Area m^2	1270.705
12	Prismatic coeff. (Cp)	0.596
13	Block coeff. (Cb)	0.336
14	Max Sect. area coeff. (Cm)	0.889
15	Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.547
16	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	0.17
17	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	-6.721
18	KB m	1.771
19	KG fluid m	3.504
20	BMT m	16.199
21	BML m	254.595
22	GMT corrected m	14.466
23	GML m	252.861
24	KMT m	17.97
25	KML m	256.362
26	Immersion (TPc) tonne/cm	13.025
27	MTC tonne.m	61.53
28	RM at 1deg = GMT.Disp.sin(1) tonne.m	548.378
29	Max deck inclination deg	0.3003
30	Trim angle (+ve by stern) deg	0.3003

LOADCASE 10% TANKI MUATAN 100%		
1	Draft Amidships m	2.869
2	Displacement t	2234
3	Heel deg	0
4	Draft at FP m	2.68
5	Draft at AP m	3.057
6	Draft at LCF m	2.897
7	Trim (+ve by stern) m	0.378
8	WL Length m	83.891
9	Beam max extents on WL m	27.903
10	Wetted Area m^2	1419.432
11	Waterpl. Area m^2	1277.526
12	Prismatic coeff. (Cp)	0.595
13	Block coeff. (Cb)	0.335
14	Max Sect. area coeff. (Cm)	0.891
15	Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.546
16	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	0.231
17	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	-6.714
18	KB m	1.8
19	KG fluid m	3.353
20	BMT m	15.872
21	BML m	251.202
22	GMT corrected m	14.32
23	GML m	249.65
24	KMT m	17.672
25	KML m	253
26	Immersion (TPc) tonne/cm	13.095
27	MTC tonne.m	62.482
28	RM at 1deg = GMT.Disp.sin(1) tonne	558.326
29	Max deck inclination deg	0.2423
30	Trim angle (+ve by stern) deg	0.2423

LOADCASE TANKI100% MUATAN 75%		
1	Draft Amidships m	2.772
2	Displacement t	2121
3	Heel deg	0
4	Draft at FP m	2.517
5	Draft at AP m	3.026
6	Draft at LCF m	2.809
7	Trim (+ve by stern) m	0.508
8	WL Length m	82.947
9	Beam max extents on WL m	27.793
10	Wetted Area m^2	1392.664
11	Waterpl. Area m^2	1261.649
12	Prismatic coeff. (Cp)	0.597
13	Block coeff. (Cb)	0.337
14	Max Sect. area coeff. (Cm)	0.888
15	Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.547
16	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	0.22
17	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	-6.611
18	KB m	1.746
19	KG fluid m	3.415
20	BMT m	16.415
21	BML m	255.948
22	GMT corrected m	14.746
23	GML m	254.279
24	KMT m	18.16
25	KML m	257.69
26	Immersion (TPc) tonne/cm	12.932
27	MTC tonne.m	60.406
28	RM at 1deg = GMT.Disp.sin(1) tonn	545.72
29	Max deck inclination deg	0.3264
30	Trim angle (+ve by stern) deg	0.3264

LOADCASE TANKI 50% MUATAN 75%		
1	Draft Amidships m	2.813
2	Displacement t	2170
3	Heel deg	0
4	Draft at FP m	2.577
5	Draft at AP m	3.048
6	Draft at LCF m	2.848
7	Trim (+ve by stern) m	0.471
8	WL Length m	83.427
9	Beam max extents on WL m	27.859
10	Wetted Area m^2	1406.01
11	Waterpl. Area m^2	1270.462
12	Prismatic coeff. (Cp)	0.596
13	Block coeff. (Cb)	0.336
14	Max Sect. area coeff. (Cm)	0.889
15	Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.547
16	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	0.169
17	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	-6.72
18	KB m	1.77
19	KG fluid m	3.503
20	BMT m	16.21
21	BML m	254.7
22	GMT corrected m	14.477
23	GML m	252.967
24	KMT m	17.98
25	KML m	256.467
26	Immersion (TPc) tonne/cm	13.022
27	MTC tonne.m	61.498
28	RM at 1deg = GMT.Disp.sin(1) tonne.m	548.267
29	Max deck inclination deg	0.3021
30	Trim angle (+ve by stern) deg	0.3021

LOADCASE TANKI 10% MUATAN 75%		
1	Draft Amidships m	2.867
2	Displacement t	2232
3	Heel deg	0
4	Draft at FP m	2.677
5	Draft at AP m	3.057
6	Draft at LCF m	2.895
7	Trim (+ve by stern) m	0.38
8	WL Length m	83.876
9	Beam max extents on WL m	27.901
10	Wetted Area m^2	1419.001
11	Waterpl. Area m^2	1277.295
12	Prismatic coeff. (Cp)	0.595
13	Block coeff. (Cb)	0.335
14	Max Sect. area coeff. (Cm)	0.891
15	Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.546
16	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	0.23
17	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	-6.713
18	KB m	1.8
19	KG fluid m	3.352
20	BMT m	15.882
21	BML m	251.306
22	GMT corrected m	14.33
23	GML m	249.754
24	KMT m	17.682
25	KML m	253.103
26	Immersion (TPc) tonne/cm	13.092
27	MTC tonne.m	62.451
28	RM at 1deg = GMT.Disp.sin(1) tonne	558.221
29	Max deck inclination deg	0.2441
30	Trim angle (+ve by stern) deg	0.2441

LOADCASE 100% MUATAN 50%		
1	Draft Amidships m	2.77
2	Displacement t	2118
3	Heel deg	0
4	Draft at FP m	2.514
5	Draft at AP m	3.025
6	Draft at LCF m	2.808
7	Trim (+ve by stern) m	0.511
8	WL Length m	82.932
9	Beam max extents on WL m	27.792
10	Wetted Area m^2	1392.197
11	Waterpl. Area m^2	1261.379
12	Prismatic coeff. (Cp)	0.597
13	Block coeff. (Cb)	0.337
14	Max Sect. area coeff. (Cm)	0.888
15	Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.547
16	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	0.218
17	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	-6.61
18	KB m	1.745
19	KG fluid m	3.414
20	BMT m	16.425
21	BML m	256.046
22	GMT corrected m	14.757
23	GML m	254.377
24	KMT m	18.17
25	KML m	257.786
26	Immersion (TPc) tonne/cm	12.929
27	MTC tonne.m	60.372
28	RM at 1deg = GMT.Disp.sin(1) tonn	545.593
29	Max deck inclination deg	0.3282
30	Trim angle (+ve by stern) deg	0.3282

LOADCASE 50% MUATAN 50%		
1	Draft Amidships m	2.811
2	Displacement t	2168
3	Heel deg	0
4	Draft at FP m	2.574
5	Draft at AP m	3.047
6	Draft at LCF m	2.846
7	Trim (+ve by stern) m	0.473
8	WL Length m	83.412
9	Beam max extents on WL m	27.858
10	Wetted Area m^2	1405.569
11	Waterpl. Area m^2	1270.219
12	Prismatic coeff. (Cp)	0.596
13	Block coeff. (Cb)	0.336
14	Max Sect. area coeff. (Cm)	0.889
15	Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.547
16	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	0.167
17	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	-6.72
18	KB m	1.769
19	KG fluid m	3.502
20	BMT m	16.22
21	BML m	254.806
22	GMT corrected m	14.487
23	GML m	253.073
24	KMT m	17.989
25	KML m	256.571
26	Immersion (TPc) tonne/cm	13.02
27	MTC tonne.m	61.466
28	RM at 1deg = GMT.Disp.sin(1) tonne.m	548.156
29	Max deck inclination deg	0.3039
30	Trim angle (+ve by stern) deg	0.3039

LOADCASE 10% MUATAN 50%		
1	Draft Amidships m	2.865
2	Displacement t	2230
3	Heel deg	0
4	Draft at FP m	2.674
5	Draft at AP m	3.057
6	Draft at LCF m	2.894
7	Trim (+ve by stern) m	0.383
8	WL Length m	83.86
9	Beam max extents on WL m	27.9
10	Wetted Area m^2	1418.57
11	Waterpl. Area m^2	1277.064
12	Prismatic coeff. (Cp)	0.595
13	Block coeff. (Cb)	0.335
14	Max Sect. area coeff. (Cm)	0.891
15	Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.546
16	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	0.228
17	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	-6.713
18	KB m	1.799
19	KG fluid m	3.351
20	BMT m	15.892
21	BML m	251.409
22	GMT corrected m	14.34
23	GML m	249.857
24	KMT m	17.691
25	KML m	253.205
26	Immersion (TPc) tonne/cm	13.09
27	MTC tonne.m	62.42
28	RM at 1deg = GMT.Disp.sin(1) tonne	558.115
29	Max deck inclination deg	0.2458
30	Trim angle (+ve by stern) deg	0.2458

REKAP TRIM									
TRIM	loadcase 1	loadcase 2	loadcase 3	loadcase 4	loadcase 5	loadcase 6	loadcase 7	loadcase 8	loadcase 9
	0.511	0.473	0.383	0.508	0.471	0.38	0.506	0.468	0.378

No	Kondisi	Batasan	Nilai	Status
1	Loadcase 1	0.53945	0.511	Diterima
2	Loadcase 2	0.53945	0.473	Diterima
3	Loadcase 3	0.53945	0.383	Diterima
4	Loadcase 4	0.53945	0.508	Diterima
5	Loadcase 5	0.53945	0.471	Diterima
6	Loadcase 6	0.53945	0.38	Diterima
7	Loadcase 7	0.53945	0.506	Diterima
8	Loadcase 8	0.53945	0.468	Diterima
9	Loadcase 9	0.53945	0.378	Diterima

LOADCASE TANKI 100% MUATAN 100%

No	Item Name	Quantity	Unit Mass Tonne	Total Mass Tonne	Unit Volume m3	Total Volume m3	Long Arm m	Trans Arm m	Vert Arm m	Total FSM Tonne.m	FSM Type
1	Lightship	1	1985.87	1985.87			-1	0	0	0	User Specified
2	FUEL OIL PORT	100%	24.783	24.783	26.245	26.245	23.683	-2.995	-1.545	0	IMO A.749(18)
3	FUEL OIL STB	100%	24.783	24.783	26.245	26.245	23.683	2.995	-1.545	0	IMO A.749(18)
4	DIESEL OIL PORT	100%	8.064	8.064	9.6	9.6	19.2	-3	-1.55	0	IMO A.749(18)
5	DIESEL OIL STB	100%	8.064	8.064	9.6	9.6	19.2	3	-1.55	0	IMO A.749(18)
6	LUBRICATING OIL	100%	2.208	2.208	2.4	2.4	17.7	-3	-1.55	0	IMO A.749(18)
7	LUBRICATING OIL	100%	2.208	2.208	2.4	2.4	17.7	3	-1.55	0	IMO A.749(18)
8	FRESH WATER PORT	100%	14.4	14.4	14.4	14.4	16.2	-3.5	-1.55	0	IMO A.749(18)
9	FRESH WATER STB	100%	14.4	14.4	14.4	14.4	16.2	3.5	-1.55	0	IMO A.749(18)
10	SEWAGE TANK	100%	13.061	13.061	13.061	13.061	16.174	-6.373	-1.502	0	IMO A.749(18)
11	SLOP TANK	100%	12.334	12.334	13.061	13.061	16.174	6.373	-1.502	0	IMO A.749(18)
12	PENUMPANG	108	0.075	8.1			1.676	0	1	0	User Specified
13	CREW	57	0.075	4.275			5.287	0	1	0	User Specified
14	BALAST 1	0%	75.69	0	75.69	0	9.034	-4.966	-2.55	0	IMO A.749(18)
15	BALAST 2	0%	75.69	0	75.69	0	9.034	4.966	-2.55	0	IMO A.749(18)
16	BALAST 4	0%	36	0	36	0	3.034	3.5	-2.55	0	IMO A.749(18)
17	BALAST 3	0%	36	0	36	0	3.034	-3.5	-2.55	0	IMO A.749(18)
18	Total Loadcase			2122.55	354.792	131.412	0.231	-0.002	-0.084	0	
19	FS correction								0		
20	VCG fluid								-0.084		

LOADCASE TANKI 50% MUATAN 100

No	Item Name	Quantity	Unit Mass Tonne	Total Mass Tonne	Unit Volume m3	Total Volume m3	Long Arm m	Trans Arm m	Vert Arm m	Total FSM Tonne.m	FSM Type
1	Lightship	1	1985.87	1985.87			-1	0	0	0	User Specified
2	FUEL OIL PORT	50%	24.783	12.392	26.245	13.122	23.647	-2.99	-2.043	4.118	IMO A.749(18)
3	LUBRICATING OIL	50%	2.208	1.104	2.4	1.2	17.7	-3	-2.05	0.368	IMO A.749(18)
4	DIESEL OIL PORT	50%	8.064	4.032	9.6	4.8	19.197	-3	-2.05	1.344	IMO A.749(18)
5	FRESH WATER PORT	50%	14.4	7.2	14.4	7.2	16.197	-3.5	-2.05	5.4	IMO A.749(18)
6	FUEL OIL STB	50%	24.783	12.392	26.245	13.122	23.647	2.99	-2.043	4.118	IMO A.749(18)
7	LUBRICATING OIL	50%	2.208	1.104	2.4	1.2	17.7	3	-2.05	0.368	IMO A.749(18)
8	DIESEL OIL STB	50%	8.064	4.032	9.6	4.8	19.197	3	-2.05	1.344	IMO A.749(18)
9	FRESH WATER STB	50%	14.4	7.2	14.4	7.2	16.197	3.5	-2.05	5.4	IMO A.749(18)
10	SEWAGE TANK	50%	13.061	6.531	13.061	6.531	16.163	-6.283	-1.992	4.665	IMO A.749(18)
11	SLOP TANK	50%	12.334	6.167	13.061	6.531	16.163	6.283	-1.992	4.405	IMO A.749(18)
12	PENUMPANG	108	0.075	8.1			1.676	0	1	0	User Specified
13	CREW	57	0.075	4.275			5.287	0	1	0	User Specified
14	BALAST 1	50%	75.69	37.845	75.69	37.845	11.933	-5.058	-2.024	143.587	IMO A.749(18)
15	BALAST 2	50%	75.69	37.845	75.69	37.845	11.933	5.058	-2.024	143.587	IMO A.749(18)
16	BALAST 4	50%	36	18	36	18	5.984	3.5	-2.05	13.5	IMO A.749(18)
17	BALAST 3	50%	36	18	36	18	5.984	-3.5	-2.05	13.5	IMO A.749(18)
18	Total Loadcase			2172.087	354.792	177.396	0.178	-0.001	-0.157	345.703	
19	FS correction								0.159		
20	VCG fluid								0.002		

LOADCASE TANKI 10% MUATAN 100%											
No	Item Name	Quantity	Unit Mass Tonne	Total Mass Tonne	Unit Volume m3	Total Volume m3	Long Arm m	Trans Arm m	Vert Arm m	Total FSM Tonne.m	FSM Type
1	Lightship	1	1985.87	1985.87			-1	0	0	0	User Specified
2	FUEL OIL PORT	10%	24.783	2.478	26.245	2.624	23.598	-2.971	-2.447	4.118	IMO A.749(18)
3	LUBRICATING OIL	10%	2.208	0.221	2.4	0.24	17.7	-3	-2.45	0.368	IMO A.749(18)
4	DIESEL OIL PORT	10%	8.064	0.806	9.6	0.96	19.2	-3	-2.45	1.344	IMO A.749(18)
5	FRESH WATER PORT	10%	14.4	1.44	14.4	1.44	16.2	-3.5	-2.45	5.4	IMO A.749(18)
6	FUEL OIL STB	10%	24.783	2.478	26.245	2.624	23.598	2.971	-2.447	4.118	IMO A.749(18)
7	LUBRICATING OIL	10%	2.208	0.221	2.4	0.24	17.7	3	-2.45	0.368	IMO A.749(18)
8	DIESEL OIL STB	10%	8.064	0.806	9.6	0.96	19.2	3	-2.45	1.344	IMO A.749(18)
9	FRESH WATER STB	10%	14.4	1.44	14.4	1.44	16.2	3.5	-2.45	5.4	IMO A.749(18)
10	SEWAGE TANK	10%	13.061	1.306	13.061	1.306	16.161	-6.134	-2.428	4.665	IMO A.749(18)
11	SLOP TANK	10%	12.334	1.233	13.061	1.306	16.161	6.134	-2.428	4.405	IMO A.749(18)
12	PENUMPANG	108.00	0.075	8.1			1.676	0	1	0	User Specified
13	CREW	57.00	0.075	4.275			5.287	0	1	0	User Specified
14	BALAST 1	100%	75.69	75.69	75.69	75.69	11.95	-5.162	-1.527	0	IMO A.749(18)
15	BALAST 2	100%	75.69	75.69	75.69	75.69	11.95	5.162	-1.527	0	IMO A.749(18)
16	BALAST 4	100%	36	36	36	36	6	3.5	-1.55	0	IMO A.749(18)
17	BALAST 3	100%	36	36	36	36	6	-3.5	-1.55	0	IMO A.749(18)
18	Total Loadcase			2234.056	354.792	236.521	0.239	0	-0.161	31.53	
19	FS correction								0.014		
20	VCG fluid								-0.147		

LOADCASE TANKI 100% MUATAN 75%											
No	Item Name	Quantity	Unit Mass Tonne	Total Mass Tonne	Unit Volume m3	Total Volume m3	Long Arm m	Trans Arm m	Vert Arm m	Total FSM Tonne.m	FSM Type
1	Lightship	1	1985.87	1985.87			-1	0	0	0	User Specified
2	FUEL OIL PORT	100%	24.783	24.783	26.245	26.245	23.683	-2.995	-1.545	0	IMO A.749(18)
3	LUBRICATING OIL	100%	2.208	2.208	2.4	2.4	17.7	-3	-1.55	0	IMO A.749(18)
4	DIESEL OIL PORT	100%	8.064	8.064	9.6	9.6	19.2	-3	-1.55	0	IMO A.749(18)
5	FRESH WATER PORT	100%	14.4	14.4	14.4	14.4	16.2	-3.5	-1.55	0	IMO A.749(18)
6	FUEL OIL STB	100%	24.783	24.783	26.245	26.245	23.683	2.995	-1.545	0	IMO A.749(18)
7	LUBRICATING OIL	100%	2.208	2.208	2.4	2.4	17.7	3	-1.55	0	IMO A.749(18)
8	DIESEL OIL STB	100%	8.064	8.064	9.6	9.6	19.2	3	-1.55	0	IMO A.749(18)
9	FRESH WATER STB	100%	14.4	14.4	14.4	14.4	16.2	3.5	-1.55	0	IMO A.749(18)
10	SEWAGE TANK	100%	13.061	13.061	13.061	13.061	16.174	-6.373	-1.502	0	IMO A.749(18)
11	SLOP TANK	100%	12.334	12.334	13.061	13.061	16.174	6.373	-1.502	0	IMO A.749(18)
12	PENUMPANG	81	0.075	6.075			1.676	0	1	0	User Specified
13	CREW	57	0.075	4.275			5.287	0	1	0	User Specified
14	BALAST 1	0%	75.69	0	75.69	0	11.949	-4.845	-2.55	0	IMO A.749(18)
15	BALAST 2	0%	75.69	0	75.69	0	11.949	4.845	-2.55	0	IMO A.749(18)
16	BALAST 4	0%	36	0	36	0	6	3.5	-2.55	0	IMO A.749(18)
17	BALAST 3	0%	36	0	36	0	6	-3.5	-2.55	0	IMO A.749(18)
18	Total Loadcase			2120.525	354.792	131.412	0.229	-0.002	-0.085	0	
19	FS correction								0		
20	VCG fluid								-0.085		

LOADCASE TANKI 50% MUATAN 75%											
No	Item Name	Quantity	Unit Mass Tonne	Total Mass Tonne	Unit Volume m3	Total Volume m3	Long Arm m	Trans Arm m	Vert Arm m	Total FSM Tonne.m	FSM Type
1	Lightship	1	1985.87	1985.87			-1	0	0	0	User Specified
2	FUEL OIL PORT	50%	24.783	12.392	26.245	13.122	23.666	-2.99	-2.043	4.118	IMO A.749(18)
3	LUBRICATING OIL	50%	2.208	1.104	2.4	1.2	17.7	-3	-2.05	0.368	IMO A.749(18)
4	DIESEL OIL PORT	50%	8.064	4.032	9.6	4.8	19.2	-3	-2.05	1.344	IMO A.749(18)
5	FRESH WATER PORT	50%	14.4	7.2	14.4	7.2	16.2	-3.5	-2.05	5.4	IMO A.749(18)
6	FUEL OIL STB	50%	24.783	12.392	26.245	13.122	23.666	2.99	-2.043	4.118	IMO A.749(18)
7	LUBRICATING OIL	50%	2.208	1.104	2.4	1.2	17.7	3	-2.05	0.368	IMO A.749(18)
8	DIESEL OIL STB	50%	8.064	4.032	9.6	4.8	19.2	3	-2.05	1.344	IMO A.749(18)
9	FRESH WATER STB	50%	14.4	7.2	14.4	7.2	16.2	3.5	-2.05	5.4	IMO A.749(18)
10	SEWAGE TANK	50%	13.061	6.531	13.061	6.531	16.165	-6.283	-1.992	4.665	IMO A.749(18)
11	SLOP TANK	50%	12.334	6.167	13.061	6.531	16.165	6.283	-1.992	4.405	IMO A.749(18)
12	PENUMPANG	81	0.075	6.075			1.676	0	1	0	User Specified
13	CREW	57	0.075	4.275			5.287	0	1	0	User Specified
14	BALAST 1	50%	75.69	37.845	75.69	37.845	11.949	-5.057	-2.024	143.587	IMO A.749(18)
15	BALAST 2	50%	75.69	37.845	75.69	37.845	11.949	5.057	-2.024	143.587	IMO A.749(18)
16	BALAST 4	50%	36	18	36	18	6	3.5	-2.05	13.5	IMO A.749(18)
17	BALAST 3	50%	36	18	36	18	6	-3.5	-2.05	13.5	IMO A.749(18)
18	Total Loadcase			2170.062	354.792	177.396	0.178	-0.001	-0.158	345.703	
19	FS correction								0.159		
20	VCG fluid								0.001		

LOADCASE TANKI 10% MUATAN 75%											
No	Item Name	Quantity	Unit Mass Tonne	Total Mass Tonne	Unit Volume m3	Total Volume m3	Long Arm m	Trans Arm m	Vert Arm m	Total FSM Tonne.m	FSM Type
1	Lightship	1	1985.87	1985.87			-1	0	0	0	User Specified
2	FUEL OIL PORT	10%	24.783	2.478	26.245	2.624	23.598	-2.971	-2.447	4.118	IMO A.749(18)
3	FUEL OIL STB	10%	24.783	2.478	26.245	2.624	23.598	2.971	-2.447	4.118	IMO A.749(18)
4	LUBRICATING OIL	10%	2.208	0.221	2.4	0.24	17.7	-3	-2.45	0.368	IMO A.749(18)
5	LUBRICATING OIL	10%	2.208	0.221	2.4	0.24	17.7	3	-2.45	0.368	IMO A.749(18)
6	DIESEL OIL PORT	10%	8.064	0.806	9.6	0.96	19.2	-3	-2.45	1.344	IMO A.749(18)
7	DIESEL OIL STB	10%	8.064	0.806	9.6	0.96	19.2	3	-2.45	1.344	IMO A.749(18)
8	FRESH WATER PORT	10%	14.4	1.44	14.4	1.44	16.2	-3.5	-2.45	5.4	IMO A.749(18)
9	FRESH WATER STB	10%	14.4	1.44	14.4	1.44	16.2	3.5	-2.45	5.4	IMO A.749(18)
10	SEWAGE TANK	10%	13.061	1.306	13.061	1.306	16.161	-6.134	-2.428	4.665	IMO A.749(18)
11	SLOP TANK	10%	12.334	1.233	13.061	1.306	16.161	6.134	-2.428	4.405	IMO A.749(18)
12	PENUMPANG	81	0.075	6.075			1.676	0	1	0	User Specified
13	CREW	57	0.075	4.275			5.287	0	1	0	User Specified
14	BALAST 1	100%	75.69	75.69	75.69	75.69	11.95	-5.162	-1.527	0	IMO A.749(18)
15	BALAST 2	100%	75.69	75.69	75.69	75.69	11.95	5.162	-1.527	0	IMO A.749(18)
16	BALAST 4	100%	36	36	36	36	6	3.5	-1.55	0	IMO A.749(18)
17	BALAST 3	100%	36	36	36	36	6	-3.5	-1.55	0	IMO A.749(18)
18	Total Loadcase			2232.031	354.792	236.521	0.238	0	-0.163	31.53	
19	FS correction								0.014		
20	VCG fluid								-0.148		

LOADCASE TANKI 100% MUATAN 50%											
No	Item Name	Quantity	Unit Mass Tonne	Total Mass Tonne	Unit Volume m3	Total Volume m3	Long Arm m	Trans Arm m	Vert Arm m	Total FSM Tonne.m	FSM Type
1	Lightship	1	1985.87	1985.87			-1	0	0	0	User Specified
2	FUEL OIL PORT	100%	24.783	24.783	26.245	26.245	23.683	-2.995	-1.545	0	IMO A.749(18)
3	FUEL OIL STB	100%	24.783	24.783	26.245	26.245	23.683	2.995	-1.545	0	IMO A.749(18)
4	LUBRICATING OIL	100%	2.208	2.208	2.4	2.4	17.7	-3	-1.55	0	IMO A.749(18)
5	LUBRICATING OIL	100%	2.208	2.208	2.4	2.4	17.7	3	-1.55	0	IMO A.749(18)
6	DIESEL OIL PORT	100%	8.064	8.064	9.6	9.6	19.2	-3	-1.55	0	IMO A.749(18)
7	DIESEL OIL STB	100%	8.064	8.064	9.6	9.6	19.2	3	-1.55	0	IMO A.749(18)
8	FRESH WATER PORT	100%	14.4	14.4	14.4	14.4	16.2	-3.5	-1.55	0	IMO A.749(18)
9	FRESH WATER STB	100%	14.4	14.4	14.4	14.4	16.2	3.5	-1.55	0	IMO A.749(18)
10	SEWAGE TANK	100%	13.061	13.061	13.061	13.061	16.174	-6.373	-1.502	0	IMO A.749(18)
11	SLOP TANK	100%	12.334	12.334	13.061	13.061	16.174	6.373	-1.502	0	IMO A.749(18)
12	PENUMPANG	54	0.075	4.05			1.676	0	1	0	User Specified
13	CREW	57	0.075	4.275			5.287	0	1	0	User Specified
14	BALAST 1	0%	75.69	0	75.69	0	11.949	-4.845	-2.55	0	IMO A.749(18)
15	BALAST 2	0%	75.69	0	75.69	0	11.949	4.845	-2.55	0	IMO A.749(18)
16	BALAST 4	0%	36	0	36	0	6	3.5	-2.55	0	IMO A.749(18)
17	BALAST 3	0%	36	0	36	0	6	-3.5	-2.55	0	IMO A.749(18)
18	Total Loadcase			2118.5	354.792	131.412	0.228	-0.002	-0.086	0	
19	FS correction								0		
20	VCG fluid								-0.086		

LOADCASE TANKI 50% MUATAN 50%											
No	Item Name	Quantity	Unit Mass Tonne	Total Mass Tonne	Unit Volume m3	Total Volume m3	Long Arm m	Trans Arm m	Vert Arm m	Total FSM Tonne.m	FSM Type
1	Lightship	1	1985.87	1985.87			-1	0	0	0	User Specified
2	FUEL OIL PORT	50%	24.783	12.392	26.245	13.122	23.666	-2.99	-2.043	4.118	IMO A.749(18)
3	FUEL OIL STB	50%	24.783	12.392	26.245	13.122	23.666	2.99	-2.043	4.118	IMO A.749(18)
4	LUBRICATING OIL	50%	2.208	1.104	2.4	1.2	17.7	-3	-2.05	0.368	IMO A.749(18)
5	LUBRICATING OIL	50%	2.208	1.104	2.4	1.2	17.7	3	-2.05	0.368	IMO A.749(18)
6	DIESEL OIL PORT	50%	8.064	4.032	9.6	4.8	19.2	-3	-2.05	1.344	IMO A.749(18)
7	DIESEL OIL STB	50%	8.064	4.032	9.6	4.8	19.2	3	-2.05	1.344	IMO A.749(18)
8	FRESH WATER PORT	50%	14.4	7.2	14.4	7.2	16.2	-3.5	-2.05	5.4	IMO A.749(18)
9	FRESH WATER STB	50%	14.4	7.2	14.4	7.2	16.2	3.5	-2.05	5.4	IMO A.749(18)
10	SEWAGE TANK	50%	13.061	6.531	13.061	6.531	16.165	-6.283	-1.992	4.665	IMO A.749(18)
11	SLOP TANK	50%	12.334	6.167	13.061	6.531	16.165	6.283	-1.992	4.405	IMO A.749(18)
12	PENUMPANG	54	0.075	4.05			1.676	0	1	0	User Specified
13	CREW	57	0.075	4.275			5.287	0	1	0	User Specified
14	BALAST 1	50%	75.69	37.845	75.69	37.845	11.949	-5.057	-2.024	143.587	IMO A.749(18)
15	BALAST 2	50%	75.69	37.845	75.69	37.845	11.949	5.057	-2.024	143.587	IMO A.749(18)
16	BALAST 4	50%	36	18	36	18	6	3.5	-2.05	13.5	IMO A.749(18)
17	BALAST 3	50%	36	18	36	18	6	-3.5	-2.05	13.5	IMO A.749(18)
18	Total Loadcase			2168.037	354.792	177.396	0.177	-0.001	-0.159	345.703	
19	FS correction								0.159		
20	VCG fluid								0		

LOADCASE TANKI 10% MUATAN 75%											
No	Item Name	Quantity	Unit Mass Tonne	Total Mass Tonne	Unit Volume m3	Total Volume m3	Long Arm m	Trans Arm m	Vert Arm m	Total FSM Tonne.m	FSM Type
1	Lightship	1	1985.87	1985.87			-1	0	0	0	User Specified
2	FUEL OIL PORT	10%	24.783	2.478	26.245	2.624	23.598	-2.971	-2.447	4.118	IMO A.749(18)
3	FUEL OIL STB	10%	24.783	2.478	26.245	2.624	23.598	2.971	-2.447	4.118	IMO A.749(18)
4	LUBRICATING OIL	10%	2.208	0.221	2.4	0.24	17.7	-3	-2.45	0.368	IMO A.749(18)
5	LUBRICATING OIL	10%	2.208	0.221	2.4	0.24	17.7	3	-2.45	0.368	IMO A.749(18)
6	DIESEL OIL PORT	10%	8.064	0.806	9.6	0.96	19.2	-3	-2.45	1.344	IMO A.749(18)
7	DIESEL OIL STB	10%	8.064	0.806	9.6	0.96	19.2	3	-2.45	1.344	IMO A.749(18)
8	FRESH WATER PORT	10%	14.4	1.44	14.4	1.44	16.2	-3.5	-2.45	5.4	IMO A.749(18)
9	FRESH WATER STB	10%	14.4	1.44	14.4	1.44	16.2	3.5	-2.45	5.4	IMO A.749(18)
10	SEWAGE TANK	10%	13.061	1.306	13.061	1.306	16.161	-6.134	-2.428	4.665	IMO A.749(18)
11	SLOP TANK	10%	12.334	1.233	13.061	1.306	16.161	6.134	-2.428	4.405	IMO A.749(18)
12	PENUMPANG	54.00	0.075	4.05			1.676	0	1	0	User Specified
13	CREW	57.00	0.075	4.275			5.287	0	1	0	User Specified
14	BALAST 1	100%	75.69	75.69	75.69	75.69	11.95	-5.162	-1.527	0	IMO A.749(18)
15	BALAST 2	100%	75.69	75.69	75.69	75.69	11.95	5.162	-1.527	0	IMO A.749(18)
16	BALAST 4	100%	36	36	36	36	6	3.5	-1.55	0	IMO A.749(18)
17	BALAST 3	100%	36	36	36	36	6	-3.5	-1.55	0	IMO A.749(18)
18	Total Loadcase			2230.006	354.792	236.521	0.237	0	-0.164	31.53	
19	FS correction								0.014		
20	VCG fluid								-0.149		

LAMPIRAN C
LINES PLAN

BODY PLAN

TABLE ORDINATES OF ABOVE HALF BREADTH PLAN

WL	WL 0 (m)	WL 1 (m)	WL 2 (m)	WL 3 (m)	WL 4 (m)	WL 5 (m)	WL 6 (m)	WL 7 (m)	MAN DECK
ST-1	-	-	-	-	4.757	-	-	-	4.757
ST 0	-	-	-	-	7.388	8.224	8.240	8.240	8.240
ST 1	-	-	-	-	6.770	8.520	8.130	8.130	8.130
ST 2	-	-	-	-	8.680	9.000	8.940	8.940	8.940
ST 3	-	-	-	-	9.180	9.300	9.160	9.160	9.160
ST 4	-	-	-	-	7.430	9.370	9.470	9.460	9.460
ST 5	-	-	-	-	8.670	9.430	9.500	9.500	9.500
ST 6	-	-	-	-	5.030	9.540	9.460	9.460	9.460
ST 7	-	-	-	-	7.070	9.540	9.470	9.460	9.460
ST 8	-	-	-	-	7.700	9.520	9.340	9.330	9.330
ST 9	-	-	-	-	7.990	9.500	9.250	9.240	9.240
ST 10	-	-	-	-	7.860	9.500	9.170	9.160	9.160
ST 11	-	-	-	-	7.630	9.500	9.040	9.030	9.030
ST 12	-	-	-	-	7.170	9.600	8.180	8.140	8.140
ST 13	-	-	-	-	6.880	9.780	7.580	7.700	8.270
ST 14	-	-	-	-	5.280	9.610	8.320	7.910	7.940
ST 15	-	-	-	-	4.740	9.440	8.910	8.250	7.330
ST 16	-	-	-	-	3.220	4.170	4.780	5.280	6.420
ST 17	-	-	-	-	1.910	2.750	3.350	4.180	4.450
ST 18	-	-	-	-	0.300	1.310	2.190	2.990	3.840
ST 19	-	-	-	-	-	-	0.890	1.750	2.610
FP	-	-	-	-	-	-	0.460	1.47	2.990

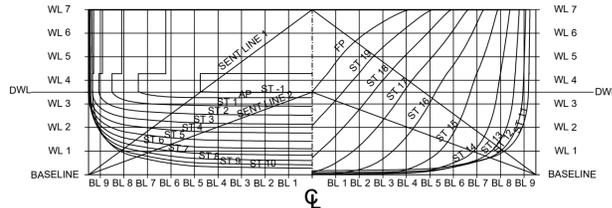
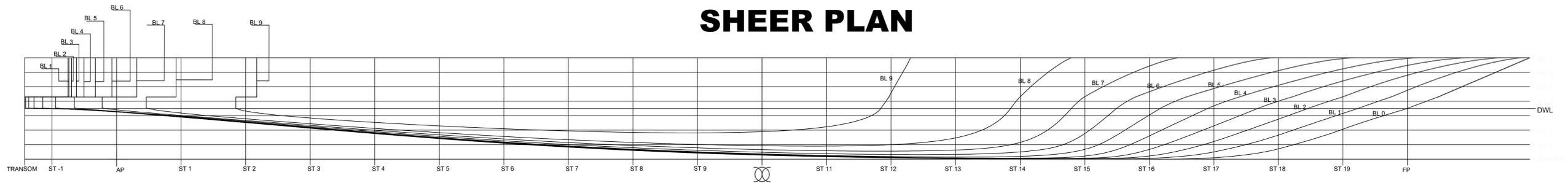


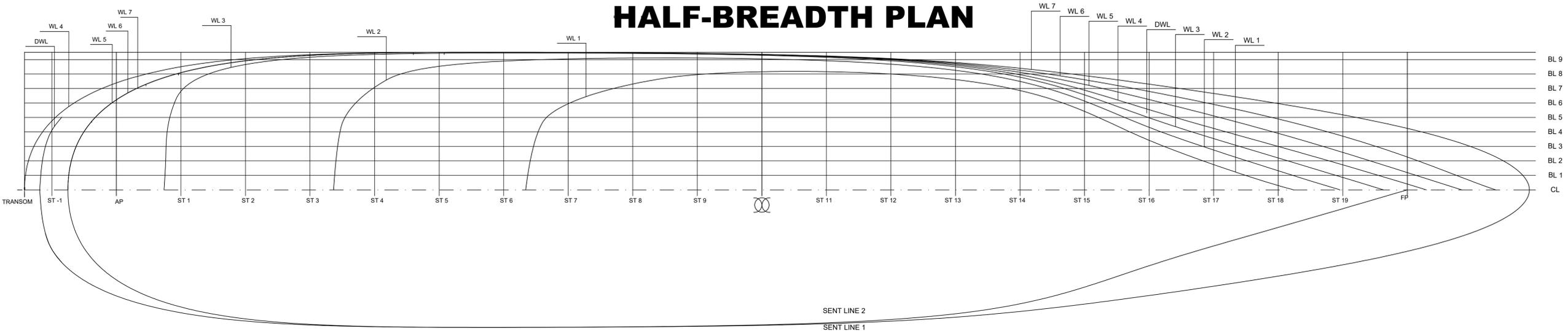
TABLE OF HEIGHT ABOVE BASELINE

WL	BL 0 (m)	BL 1 (m)	BL 2 (m)	BL 3 (m)	BL 4 (m)	BL 5 (m)	BL 6 (m)	BL 7 (m)	BL 8 (m)	BL 9 (m)	MAN DECK
ST-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.757
ST 0	3.491	3.491	3.489	3.488	3.488	-	-	-	-	-	4.757
ST 1	3.263	3.266	3.265	3.262	3.263	3.269	3.296	3.400	-	-	7.000
ST 2	2.900	2.905	2.910	2.913	2.919	2.937	2.966	3.017	3.170	-	7.000
ST 3	2.589	2.614	2.550	2.567	2.535	2.559	2.603	2.665	2.760	2.790	7.000
ST 4	2.101	2.107	2.115	2.123	2.135	2.162	2.221	2.306	2.433	2.553	7.000
ST 5	1.6880	1.6940	1.7030	1.713	1.728	1.758	1.831	1.942	2.095	2.210	7.000
ST 6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.000
ST 7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.000
ST 8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.000
ST 9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.000
ST 10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.000
ST 11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.000
ST 12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.000
ST 13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.000
ST 14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.000
ST 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.000
ST 16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.000
ST 17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.000
ST 18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.000
ST 19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.000
FP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.000

SHEER PLAN



HALF-BREADTH PLAN



PRINCIPAL DIMENSION	
TYPE	: Cruise Ship
L W L	: 94.4 m
L P P	: 90.56 m
B	: 19 m
H	: 7 m
T	: 3.5 m
PASSENGER	: 108 PERSONS
CB	: 0.501
V	: 20 KNOTS

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

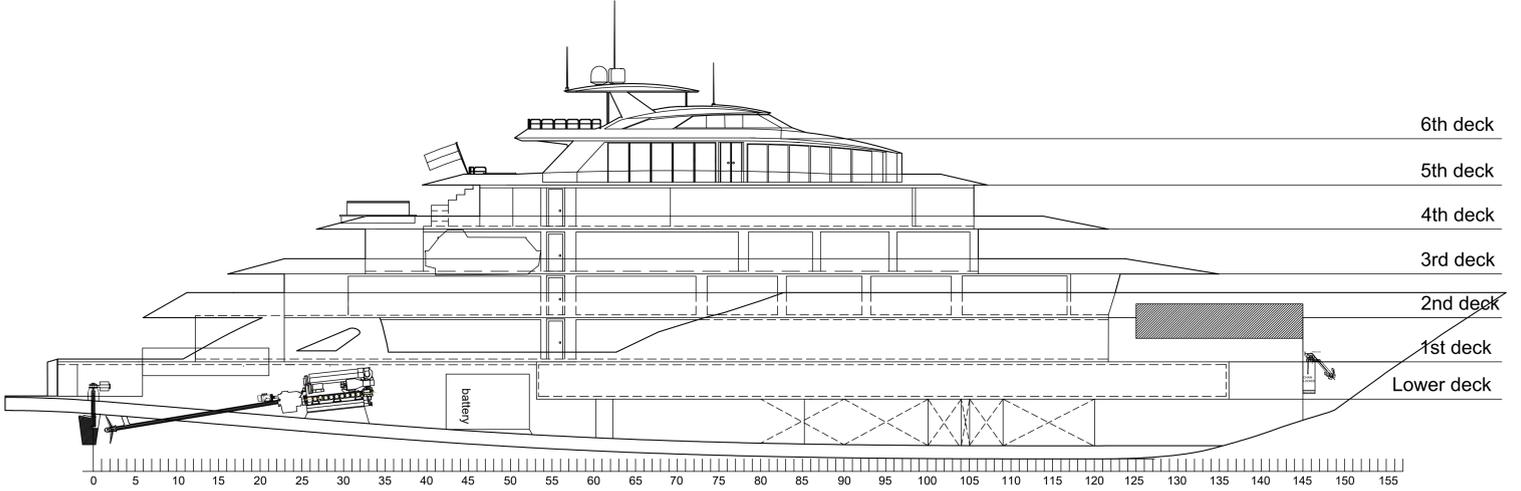
SUTO

LINES PLAN

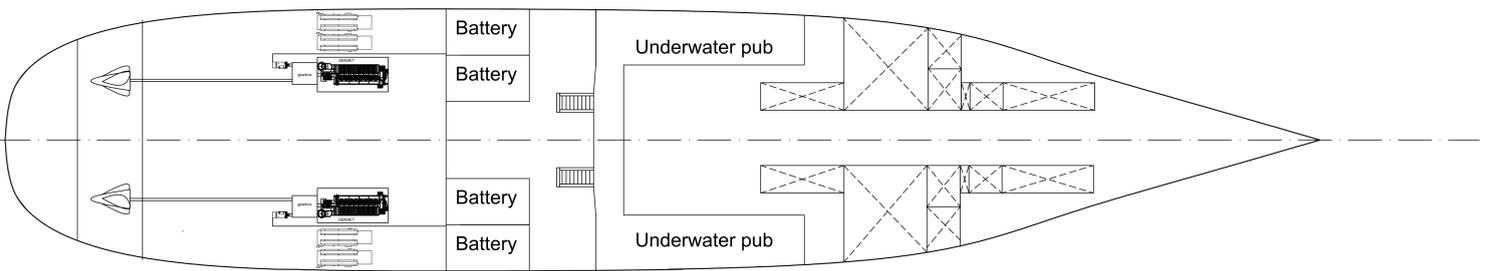
SCALE	: 1 : 150	SIGN		DATE		REMARK	
DRAWN	: Suto Guswanda						NRP : 4112100016
CHECKED	: Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.						A1

LAMPIRAN D
GENERAL ARRANGEMENT

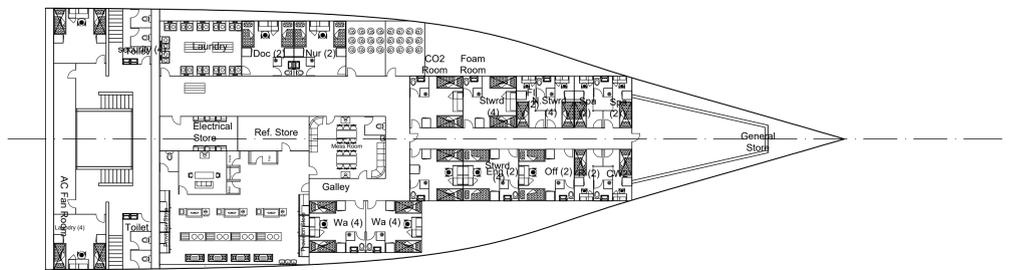
SIDE VIEW



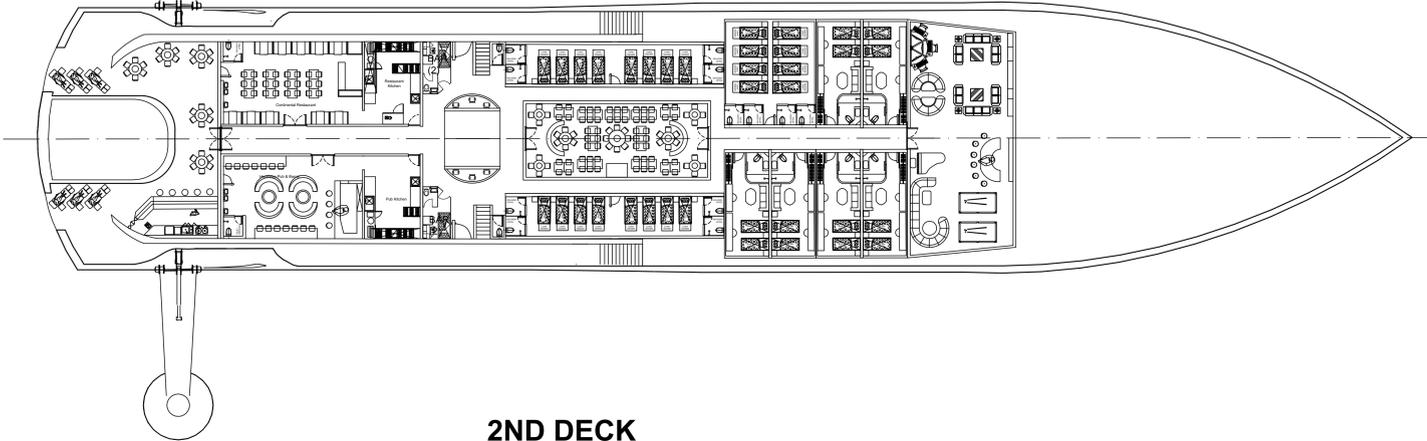
BOTTOM VIEW



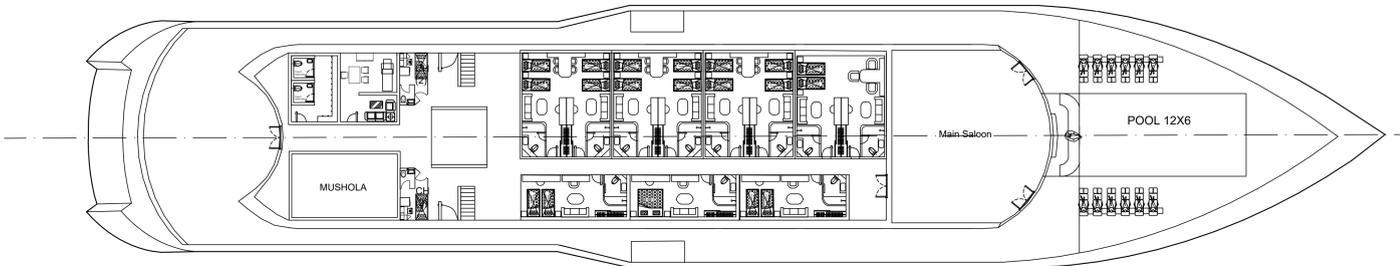
LOWER DECK



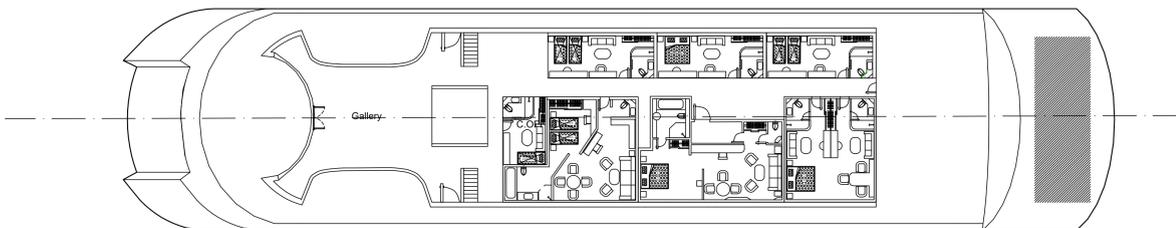
1ST DECK



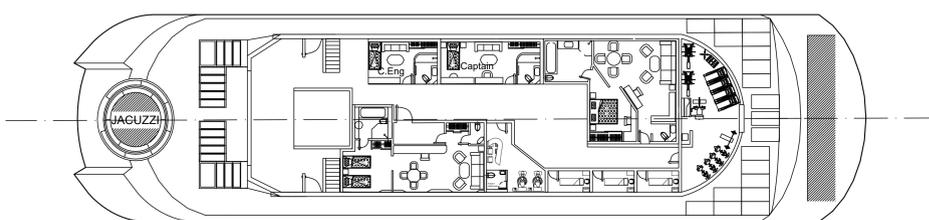
2ND DECK



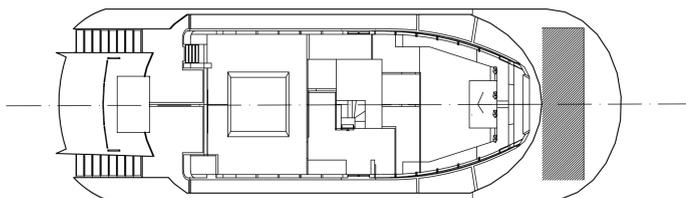
3RD DECK



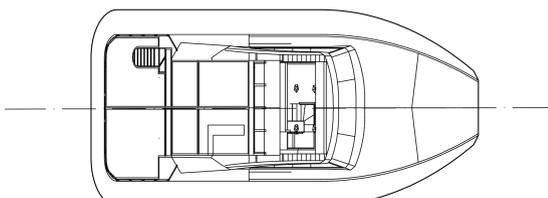
4TH DECK



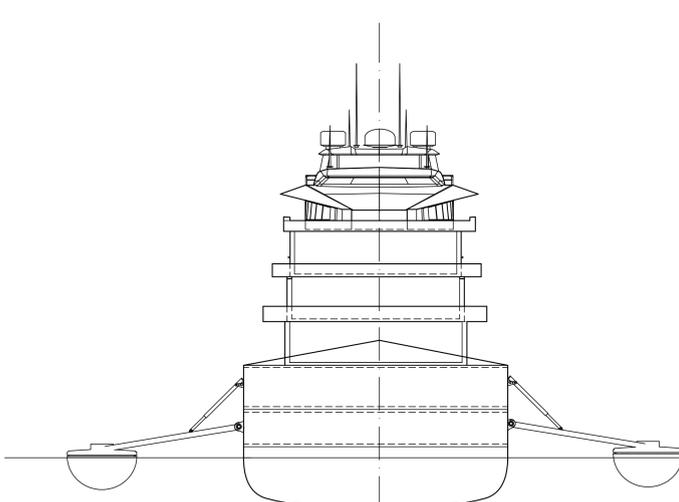
5TH DECK



6TH DECK



FRONT VIEW



PRINCIPAL DIMENSIONS	
SHIP TYPE	CRUISE SHIP
LENGTH OVERALL	107.89 m
LENGTH BETWEEN PERPENDICULARS	90.56 m
BREADTH	19 m
HEIGHT	7 m
DRAUGHT	3.5 m
SERVICE SPEED	20 Knots
COMPLEMENTS	57 Persons
MAINEENGINE POWER	4103 HP
PASSENGERS	108 Persons

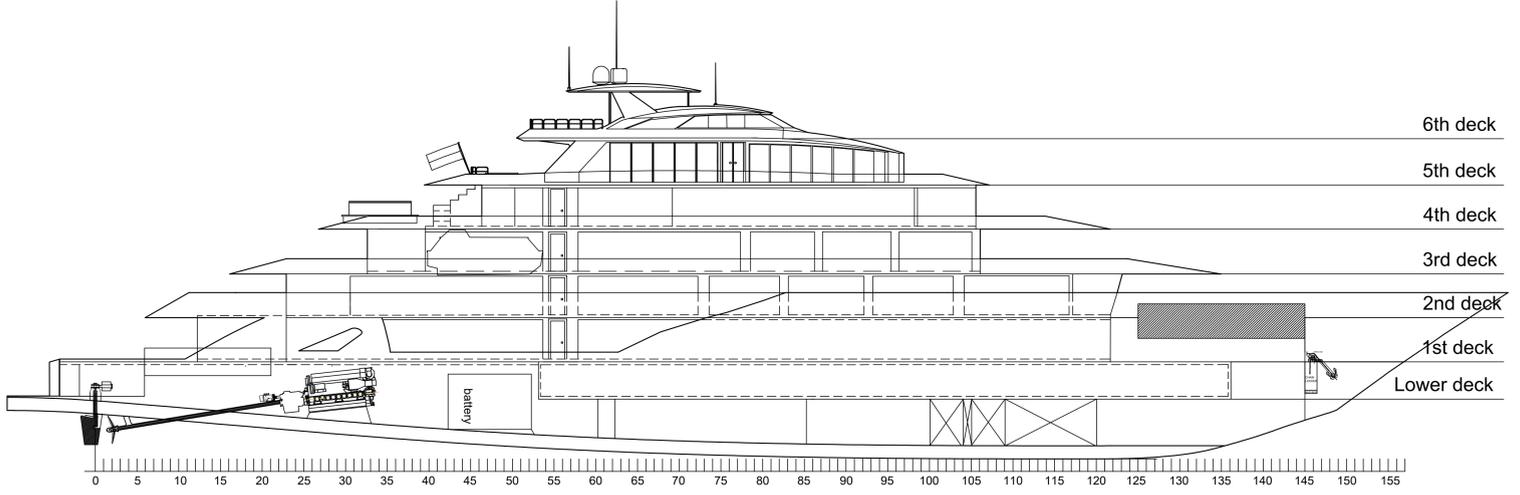
DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

MV SUTO
GENERAL ARRANGEMENT

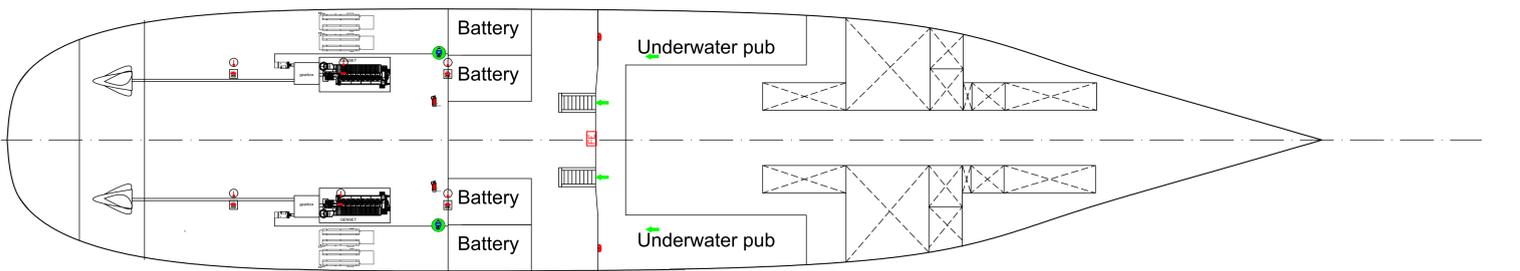
SCALE	1 : 200	SIGNATURE	DATE	REMARKS
DRAWN	Suto Guswanda			4112100016
APPROVED	Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.			A1

LAMPIRAN E
SAFETY PLAN

SIDE VIEW



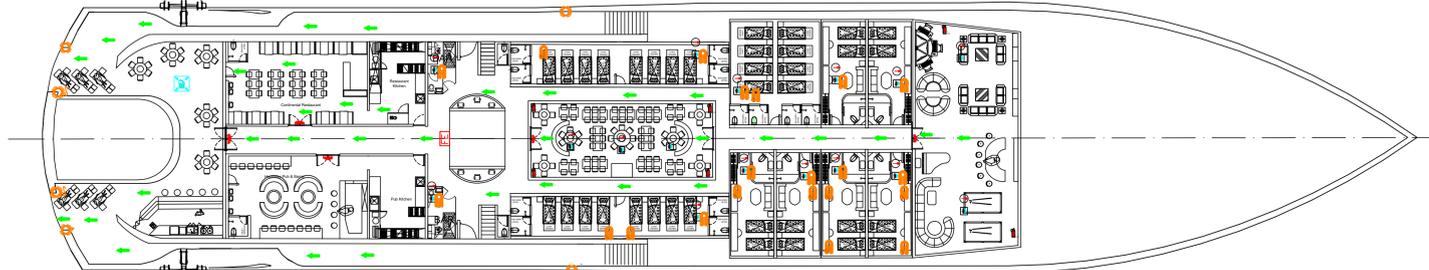
BOTTOM VIEW



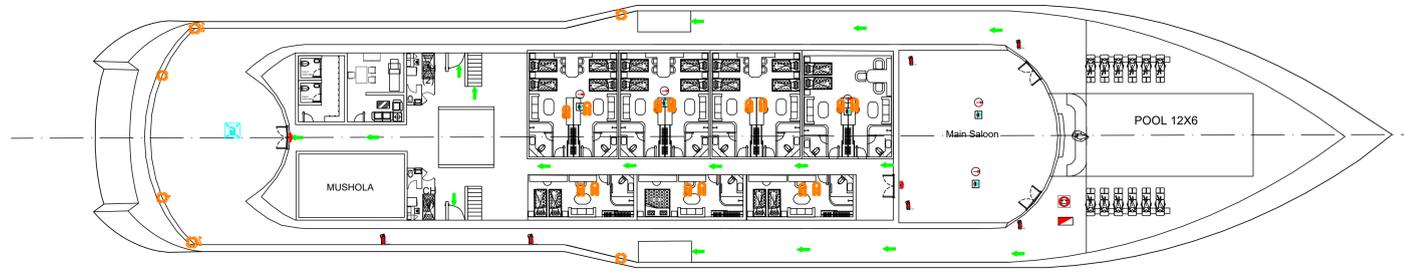
LOWER DECK



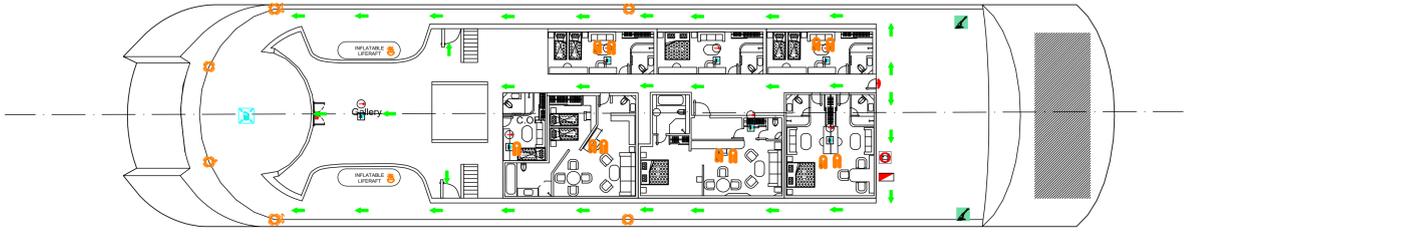
1ST DECK



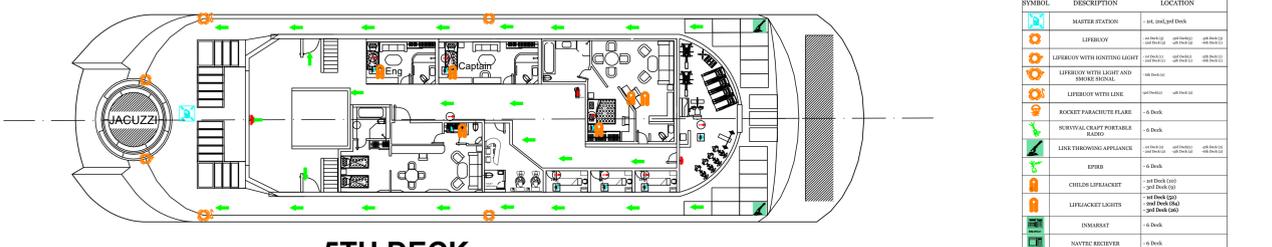
2ND DECK



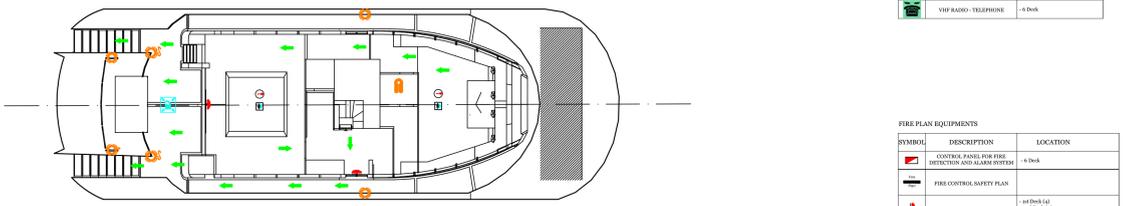
3RD DECK



4TH DECK



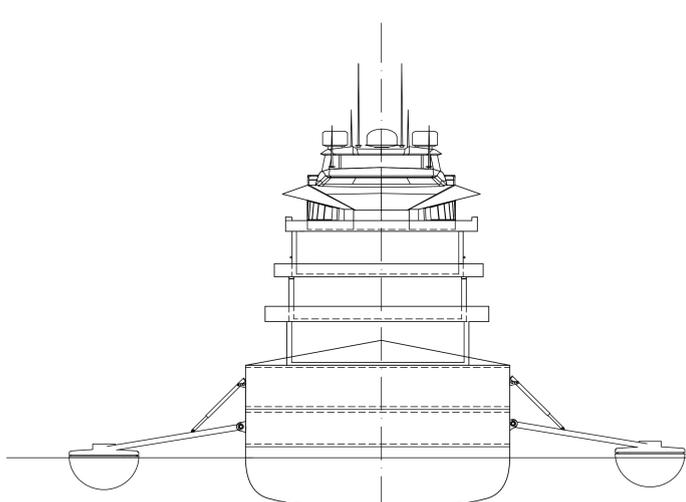
5TH DECK



6TH DECK



FRONT VIEW



SYMBOL	DESCRIPTION	LOCATION
[Symbol]	MARBLE STATION	1st Deck (2)
[Symbol]	LIFEBUOY	1st Deck (2), 2nd Deck (2), 3rd Deck (2), 4th Deck (2)
[Symbol]	LIFEBUOY WITH HOISTING LIGHT	1st Deck (2), 2nd Deck (2), 3rd Deck (2), 4th Deck (2)
[Symbol]	LIFEBUOY WITH LIGHT AND BUOY SIGNAL	1st Deck (2)
[Symbol]	LIFEBUOY WITH LINE	1st Deck (2), 2nd Deck (2)
[Symbol]	BUCKET PANGKUTAN FLARE	4 Deck
[Symbol]	SURVIVAL CHART PORTABLE RADIO	4 Deck
[Symbol]	LINE THROWING APPLIANCE	1st Deck (2), 2nd Deck (2), 3rd Deck (2), 4th Deck (2)
[Symbol]	EPFB	4 Deck
[Symbol]	CHILD LIFEJACKET	1st Deck (2), 2nd Deck (2), 3rd Deck (2)
[Symbol]	LIFEBRACKET LIGHTS	1st Deck (2), 2nd Deck (2), 3rd Deck (2)
[Symbol]	IRMARKET	4 Deck
[Symbol]	NAVYIC RECEIVER	4 Deck
[Symbol]	WATER RECEIVER	4 Deck
[Symbol]	VHF RADIO - TELEPHONE	4 Deck

SYMBOL	DESCRIPTION	LOCATION
[Symbol]	CONTROL PANEL FOR FIRE DETECTOR AND ALARM SYSTEM	4 Deck
[Symbol]	FIRE CONTROL SAFETY PLAN	
[Symbol]	FIRE ALARM BELL	1st Deck (2), 2nd Deck (2), 3rd Deck (2)
[Symbol]	PORTABLE FIRE EXTINGUISHER (POWDER)	Deck 1, 2, 3, 4
[Symbol]	PORTABLE FIRE EXTINGUISHER (FOAM)	Single Room, Reception and Pub
[Symbol]	PORTABLE FIRE EXTINGUISHER (WATER)	1st Deck, 2nd Deck
[Symbol]	FIRE HOSE AND NOZZLE	1st Deck (2), 2nd Deck (2), 3rd Deck (2)
[Symbol]	FIRE HYDRANT	1st Deck (2), 2nd Deck (2), 3rd Deck (2)
[Symbol]	HEAT DETECTOR	1st Deck, 2nd Deck, 3rd Deck
[Symbol]	MANUALLY OPERATED GALE PUMP	Navigation Room, Single Room
[Symbol]	EMERGENCY SOURCE OF ELECTRICAL POWER (BATTERY)	Navigation Room
[Symbol]	FIREMAN'S OUTFIT	Bottom Deck, 1st Deck
[Symbol]	SPRINKLER	Deck 1, 2, 3, 4
[Symbol]	HEAT DETECTOR	Deck 1, 2, 3, 4
[Symbol]	FIRE EXTINGUISHING SYSTEM (WATER)	Bottom Deck
[Symbol]	EMERGENCY SELF-HEATING SOURCE (BATTERY)	Bottom Deck

PRINCIPAL DIMENSIONS	
SHIP TYPE	CRUISE SHIP
LENGTH OVERALL	107.89 m
LENGTH BETWEEN PERPENDICULARS	90.56 m
BREADTH	19 m
HEIGHT	7 m
DRAUGHT	3.5 m
SERVICE SPEED	20 Knots
COMPLEMENTS	57 Persons
MAINEENGINE POWER	4103 HP
PASSENGERS	108 Persons

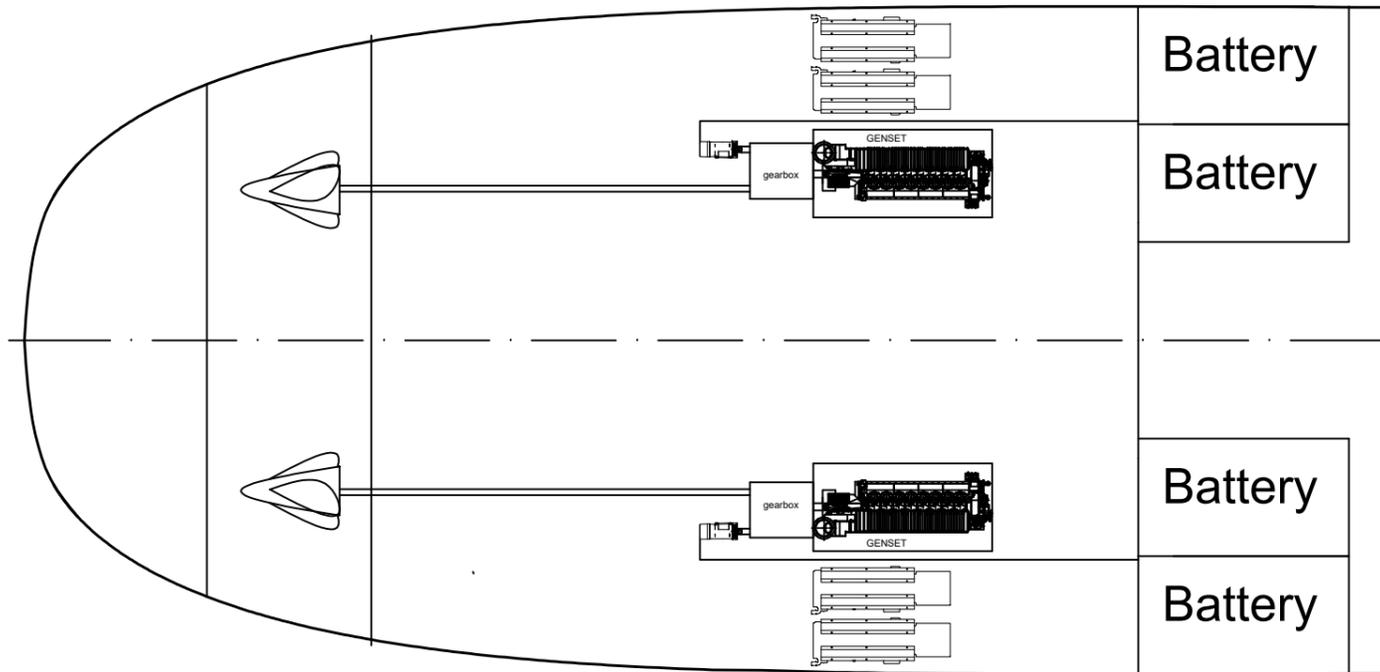
DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

MV SUTO
SAFETY PLAN

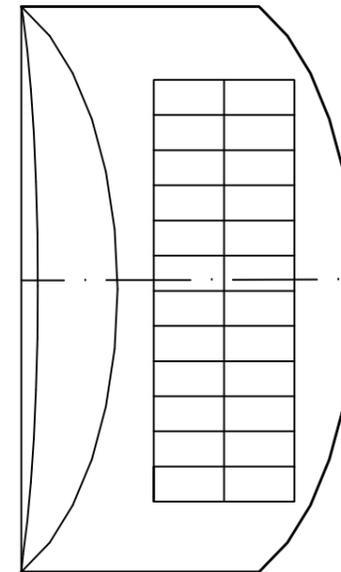
SCALE	SIGNATURE	DATE	REMARKS
1 : 200	Suto Guswanda		4112100016
DRAWN	Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.		A1
APPROVED			

LAMPIRAN F
ELECTRICAL ARRANGEMENT

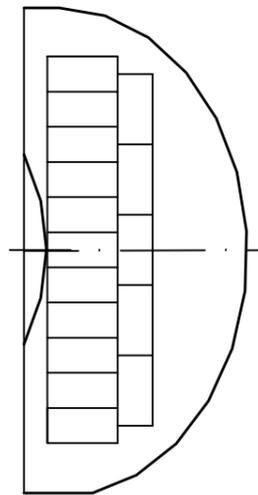
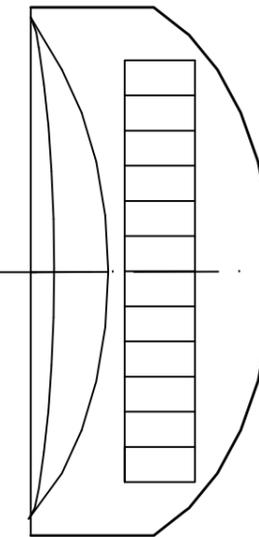
BOTTOM VIEW



3RD DECK



4TH DECK 5TH DECK



PRINCIPAL DIMENSIONS

SHIP TYPE	CRUISE SHIP
LENGTH OVERALL	107.89 m
LENGTH BETWEEN PERPENDICULARS	90.56 m
BREADTH	19 m
HEIGHT	7 m
DRAUGHT	3.5 m
SERVICE SPEED	20 Knots
COMPLEMENTS	57 Persons
MAINENGINE POWER	4103 HP
PASSENGERS	108 Persons



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

MV SUTO

ELECTRICAL ARRANGEMENT

SCALE	1 : 200	SIGNATURE	DATE	REMARKS
DRAWN	Suto Guswanda			4112100016
APPROVED	Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.			A3

LAMPIRAN G
3D

MV SUTO

Wakatobi - Raja Ampat



Unlimited Power Cruise
Wave Kinetic Power
Solar Power

BIODATA PENULIS



Suto Guswanda, itulah nama lengkap penulis. Dilahirkan di Kinawai 13 Juni 1994 silam, Penulis merupakan anak pertama dari bapak Prof.Dr Herwandi M.Hum. dan ibuk Gusti Mulia S.H . Penulis menempuh pendidikan formal tingkat dasar pada TK Dian Andalas, kemudian melanjutkan ke SD Dian Andalas, SMPN 8 Padang dan SMAN 4 Padang. Setelah lulus SMA, Penulis diterima di Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS pada tahun 2012 melalui jalur SNMPTN Undangan.

Di Departemen Teknik Perkapalan Penulis mengambil Bidang Studi Rekayasa Perkapalan – Hidrodinamika Kapal. Selama masa studi di ITS, selain kuliah Penulis juga pernah menjadi *Staff* Departemen Dalam Negeri (Dagri) BEM FTK ITS 2013/2014, Ketua BEM FTK 2014/2015, Kepala Divisi Internal Dagri Himatekpal ITS 2013/2014, serta menjadi salah satu dari 12 orang pemandu Latihan Keterampilan Managemen Mahasiswa Tingkat Menengah (LKMM TM) ITS 2016 dan menjadi Koordinator dalam tim tersebut.

penulis aktif dalam kegiatan managerial yang ada di ITS diantaranya Peserta LKMM Pra Tingkat Dasar (PRA TD) FTK ITS 2012, Peserta LKMM TD Himatekpal ITS 2013, Peserta Pelatihan Pemandu FTK ITS 2013, Peserta LKMM TM FTK ITS 2014, dan Peserta LKMM Tingkat Lanjut (TL) ITS 2015.

Adapun penulis pernah tergabung dalam berbagai kepanitiaan di ITS diantaranya Semarak Mahasiswa Perkapalan (SAMPAN) 7 ITS 2012, SAMPAN 8 ITS, SAMPAN 9 ITS, ROBOBOAT 2013, Marine Technology (MARTECH) 2014. Selain itu, penulis juga aktif dalam kegiatan keolahragaan, yaitu sebagai Pemain Basket Departemen Teknik Perkapalan 2012-2014, dengan prestasi Juara 1 ITS Basketball League 2013.

Email: Sutoguswanda@gmail.com