



TUGAS AKHIR - MN 184802

DESAIN KAPAL *FEEDER* 3-IN-1 PENUMPANG-BARANG-KONTAINER UNTUK TRAYEK T-7 TOL LAUT

Albert R. H. Sitanggang
NRP 0411134000009

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

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



TUGAS AKHIR - MN 184802

DESAIN KAPAL *FEEDER* 3-IN-1 PENUMPANG-BARANG-KONTAINER UNTUK TRAYEK T-7 TOL LAUT

Albert R. H. Sitanggang
NRP 0411134000009

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

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



FINAL PROJECT - MN 184802

**DESIGN OF FEEDER VESSEL 3-IN-1 PASSENGER-GOODS-
CONTAINER FOR T-7 TRACK TOL LAUT**

**Albert R. H. Sitanggang
NRP 0411134000009**

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

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

LEMBAR PENGESAHAN

DESAIN KAPAL *FEEDER* 3-IN-1 PENUMPANG-BARANG-KONTAINER UNTUK TRAYEK T-7 TOL LAUT

TUGAS AKHIR

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

Oleh:

ALBERT R. H. SITANGGANG
NRP 04111340000009

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing II



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

Dosen Pembimbing I



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

Mengetahui,
Kepala Departemen Teknik Perkapalan



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

SURABAYA, 16 JANUARI 2020

LEMBAR REVISI

DESAIN KAPAL *FEEDER 3-IN-1* PENUMPANG-BARANG-KONTAINER UNTUK TRAYEK T-7 TOL LAUT

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir
Tanggal 08 Januari 2020

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

Oleh:

ALBERT R. H. SITANGGANG
NRP 0411134000009

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

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



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

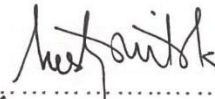


3. Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.



Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

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



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



SURABAYA, 16 JANUARI 2020

*Dedicated for amazing parents,
Rikardo and Flora,
For their endless love, support, and encouragement.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunianya Tugas Akhir yang berjudul “DESAIN KAPAL *FEEDER* 3-IN-1 PENUMPANG-BARANG-KONTAINER UNTUK TRAYEK T-7 TOL LAUT” ini dapat diselesaikan dengan baik.

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

1. Ibu Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc. dan Bapak Danu Utama, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan dan motivasinya selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini;
2. Ibu Septia Hardy Sujatanti, S.T., M.T. selaku dosen wali selama menjalani perkuliahan di Departemen Teknik Perkapalan FTK-ITS;
3. Bapak Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D. selaku Kepala Departemen Teknik Perkapalan FTK-ITS
4. Bapak Hasanudin, S.T., M.T. selaku Kepala Laboratorium Desain Kapal Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS atas bantuannya selama pengerjaan Tugas Akhir ini dan atas izin pemakaian fasilitas laboratorium.
5. Keluarga penulis, Bapak Drs. Rikardo Sitanggang dan Ibu Flora Silalahi yang selalu memberikan doa dan dukungan dalam segala hal kepada penulis.
6. Keluarga Besar HIMATEKPAL FTK-ITS, yang telah memberikan arti lebih dari sekedar menuntut ilmu selama menjalani perkuliahan.
7. Azam, Fajar, Ridho, Mikael, Haikal, Aras, Ivanda, Genta, Hafidz, Mayangkara, Andreas Kukuh, Dany, Sono, Erickza, Rocky atas motivasi dan bantuannya dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
8. Saudara seperguruan P-53 (SUBMARINE), sebagai kawan seperjuangan.

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, 16 Januari 2020

Albert R. H. Sitanggang

DESAIN KAPAL *FEEDER 3-IN-1* PENUMPANG-BARANG-KONTAINER UNTUK TRAYEK T-7 TOL LAUT

Nama Mahasiswa : Albert R. H. Sitanggang
NRP : 0411134000009
Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : 1. Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.
2. Danu Utama, S.T., M.T.

ABSTRAK

Pemerintah telah melakukan berbagai upaya untuk meningkatkan pembangunan ekonomi di Indonesia, khususnya dalam bidang maritim. Salah satu program pemerintah tersebut ialah Program Tol Laut. Dalam mengaplikasikan program tersebut, pemerintah membutuhkan sarana transportasi yang efektif dan efisien, salah satu alat transportasi tersebut adalah kapal *feeder 3-in-1*. Trayek T-7 Tol Laut dengan Wanci dan Namlea sebagai pelabuhan singgahnya, diharapkan dapat menghasilkan desain kapal *feeder 3-in-1* yang optimal sesuai dengan karakteristik pelabuhannya. Kapal ini diharapkan mampu menjadi sarana transportasi antara pelabuhan *hub* ke pelabuhan-pelabuhan *feeder* dan juga sebagai sarana dalam pendistribusian barang, sehingga mampu meningkatkan ekonomi Indonesia khususnya di Wilayah Indonesia Timur (WIT). Kapal *feeder 3-in-1* ini berangkat melalui Pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya menuju Pelabuhan Pangalubelo, Wanci, dan Pelabuhan Besar Namlea, Namlea dengan kecepatan 12 knot. Dalam mendesain kapal dilakukan analisis teknis dan juga analisis ekonomis berupa perhitungan biaya pembangunan kapal. Kapal yang didesain memiliki ukuran utama L_{PP} : 75 meter, B: 12,2 meter, H: 6,1 meter, dan T: 3,26 meter. Dengan ukuran tersebut, kapal ini mampu mengangkut penumpang sebanyak 96 orang, kontainer sebanyak 10 TEUs, dan semen sebanyak 109 ton (dalam bentuk sak di mana 1 sak semen sama dengan 40 kg). Dengan ukuran dan jumlah muatan tersebut seluruh regulasi dan ketentuan teknis telah terpenuhi. Besar biaya pembangunan kapal adalah sebesar Rp. 31.794.377.828 dan investasi terhadap kapal ini layak dilakukan dengan *Net Present Value* Rp. 17.414.000.000, *Internal Rate of Return* 23.78%, dan *Payback Period* dalam 7 tahun 1 bulan dan 28 hari.

Kata kunci: Desain Kapal, Kapal *Feeder*, Kapal 3-in-1 Penumpang-Barang-Kontainer, Tol Laut, Trayek T-7 Surabaya – Wanci – Namlea

DESIGN OF FEEDER VESSEL 3-IN-1 PASSENGER-GOODS-CONTAINER FOR T-7 TRACK TOL LAUT

Author : Albert R. H. Sitanggang
ID No. : 0411134000009
Dept. / Faculty : Naval Architecture & Shipbuilding Engineering / Marine Technology
Supervisors : 1. Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.
2. Danu Utama, S.T., M.T.

ABSTRACT

Government has made various efforts to improve economic development in Indonesia, particularly in the maritime sector. One of the program is the Sea Toll Program. In applying the program, the government needs an effective and efficient means of transportation, one of transportation is a 3-in-1 feeder ship. The T-7 Sea Toll Route with Wanci and Namlea as a stopover port, is expected to produce an optimal 3-in-1 feeder ship design in accordance with the characteristics of the ports. This ship is expected to be a means of transportation between hub ports to feeder ports and also as a means of distributing goods, to be able to improve the Indonesian economy, especially in Eastern Indonesia (WIT). This ship departs through Tanjung Perak Harbor, Surabaya to Pangalubelo Harbor, Wanci, and the Great Namlea Harbor, Namlea with a speed of 12 knots. In designing ship, technical analysis and economic analysis are carried out in the form of calculating ship building costs. Ships designed to have the main dimensions L_{PP} : 75 meters, B: 12,2 meters, H: 6,1 meters, and T: 3,26 meters. With this size, the ship is able to carry 96 passengers, 10 TEUs of containers, and 109 tons of cement (in form of sacks which 1 sack of cement is equal to 40 kg). With the size and amount of the contents, all technical regulations and regulations have been fulfilled. The cost of building the ship is Rp. 31,794,377,828 and investment in this ship is feasible to do with a Net Present Value of Rp. 17,414,000,000, 23.78% Internal Rare of Return, and Payback Period in 7 years 1 months and 28 days.

Keywords: Ship Design, Feeder Vessel, 3-in-1 Passenger-Goods-Container Vessel, Sea Toll, T-7 Route Surabaya – Wanci – Namlea

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR REVISI.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERUNTUKAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR SIMBOL	xv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat	3
1.6 Hipotesis	3
BAB 2 STUDI LITERATUR.....	5
2.1 Dasar Teori	5
2.1.1 Metode Perancangan Kapal	7
2.1.2 Ukuran Utama Kapal	8
2.1.3 Pemeriksaan Ukuran Utama Kapal.....	8
2.1.4 Koefisien Bentuk Badan Kapal	9
2.1.5 Hambatan Kapal	11
2.1.6 Propulsi Kapal	12
2.1.7 Berat Kapal	13
2.1.8 <i>Freeboard</i>	17
2.1.9 Trim	18
2.1.10 Stabilitas	19
2.1.11 <i>Net Present Value</i> (NPV).....	23
2.1.12 <i>Internal Rate of Return</i> (IRR).....	23
2.1.13 <i>Payback Period</i>	23
2.2 Tinjauan Pustaka.....	23
2.2.1 Trayek T-7 Tol Laut	23
2.2.2 Kabupaten Wakatobi-Wanci.....	25
2.2.3 Kabupaten Buru-Namlea	26
2.2.4 Kapal <i>Feeder</i>	27
2.2.5 Kapal 3-in-1	27
BAB 3 METODOLOGI	29
3.1 Diagram Alir.....	29
3.2 Proses Pengerjaan	30
3.2.1 Identifikasi Lapangan dan Perumusan Masalah	30
3.2.2 Pengumpulan Data.....	30

3.2.3 Studi Literatur	30
3.2.4 <i>Owner Requirment</i>	30
3.2.5 Ukuran Utama Kapal	30
3.2.6 Perhitungan Teknis	31
3.2.7 Desain Model	31
3.2.8 Kesimpulan & Saran	32
BAB 4 ANALISIS TEKNIS	33
4.1 Perencanaan Muatan (<i>Payload</i>)	33
4.1.1 <i>Payload</i> Penumpang	33
4.1.2 <i>Payload</i> Barang	37
4.1.3 <i>Payload</i> Kontainer	38
4.2 Penentuan Ukuran Utama Kapal	39
4.3 Pemeriksaan Ukuran Utama Kapal	41
4.4 Perhitungan Koefisien Kapal	42
4.5 Perhitungan Hambatan Kapal	42
4.6 Perhitungan Propulsi Kapal dan Pemilihan Mesin	43
4.7 Perhitungan Berat Kapal	45
4.7.1 DWT	45
4.7.2 LWT	49
4.7.3 Berat Total	52
4.8 Perhitungan Titik Berat Kapal	52
4.8.1 DWT	52
4.8.2 LWT	54
4.8.3 Titik Berat Total	56
4.9 <i>Freeboard</i>	56
4.10 Penentuan <i>Load Case</i>	57
4.10.1 Kondisi Kapal Kosong	58
4.10.2 Kondisi 50% <i>Full Load</i>	59
4.10.3 Kondisi 100% <i>Full Load</i>	59
4.11 Analisis <i>Trim</i>	60
4.12 Analisis Stabilitas	61
4.13 Desain Rencana Garis (<i>Lines Plan</i>)	62
4.14 Desain Rencana Umum (<i>General Arrangement</i>)	64
4.15 Sistem Bongkar Muat	67
4.15.1 Barang	68
4.15.2 Kontainer	68
4.16 Rencana Keselamatan (<i>Safety Plan</i>)	69
4.16.1 <i>Life Saving Appliances</i>	69
4.16.2 <i>Fire Control Equipment</i>	71
4.17 Model Tiga Dimensi (3D)	72
BAB 5 ANALISIS EKONOMIS	75
5.1 Perhitungan Biaya Pembangunan Kapal	75
5.2 Biaya Operasional	80
5.3 Biaya Investasi	81
5.4 Harga Tiket Penumpang-Barang-Kontainer	81
5.5 Perhitungan NPV	82
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN	85
6.1 Kesimpulan	85
6.2 Saran	86

DAFTAR PUSTAKA.....	87
LAMPIRAN	
LAMPIRAN A PERHITUNGAN TEKNIS & EKONOMIS	
LAMPIRAN B <i>LINES PLAN</i>	
LAMPIRAN C <i>GENERAL ARRANGEMENT</i>	
LAMPIRAN D <i>SAFETY PLAN</i>	
LAMPIRAN E DESAIN 3 DIMENSI	
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 Spiral design	5
Gambar 2-2 Ilustrasi Momen Penegak pada Kapal	20
Gambar 2-3 Kondisi Stabilitas Positif	20
Gambar 2-4 Kondisi Stabilitas Netral	21
Gambar 2-5 Kondisi Stabilitas Negatif	22
Gambar 2-6 Trayek T-7 Tol Laut	25
Gambar 2-7 Peta Wilayah Wanci	26
Gambar 2-8 Peta Wilayah Namlea	27
Gambar 2-9 Kapal 3-in-1 KM DOBONSOLO	28
Gambar 3-1 Bagan Alir Pengerjaan Tugas Akhir	29
Gambar 4-1 Grafik Hasil <i>Forecast</i> Penumpang untuk Wisatawan Wanci.....	34
Gambar 4-2 Grafik Hasil <i>Forecast</i> Penumpang Tujuan Namlea	36
Gambar 4-3 <i>Layout</i> Awal Kapal.....	41
Gambar 4-4 Main Engine	44
Gambar 4-5 Mesin Generator	45
Gambar 4-6 Grafik GZ (<i>Righting Arm</i>) <i>Loadcase</i> 1.....	58
Gambar 4-7 <i>Lines plan</i>	64
Gambar 4-8 <i>General Arrangement</i> GoingMerry.....	67
Gambar 4-9 Sistem Bongkar Muat Barang	68
Gambar 4-10. Skema <i>Loading Unloading</i> Muatan	69
Gambar 4-11. Model 3D kapal <i>feeder 3-in-1</i> tampak samping.....	72
Gambar 4-12. Model 3D kapal <i>feeder 3-in-1</i> tempat tidur penumpang	73
Gambar 4-13. Model 3D kapal <i>feeder 3-in-1</i> tempat makan.....	73
Gambar 4-14. Model 3D kapal <i>feeder 3-in-1</i> lubang palkah kontainer.....	74
Gambar 4-15. Model 3D kapal <i>feeder 3-in-1</i> lubang palkah barang.....	74
Gambar 5-1 Perhitungan NPV.....	83
Gambar 5-2 Perhitungan <i>Payback Period</i>	84

DAFTAR TABEL

Table 2.1 Ukuran Utama terhadap Performa Kapal	9
Table 2.2 Specific Volumetric Weight untuk Superstructure	15
Table 2.3 CSO berdasarkan Jenis Kapal	15
Table 2.4 Berat Crane	17
Table 2.5 Accommodation Equipment Specific Volumetric Weight	17
Table 4.1 Data Wisatawan Wanci/Kabupaten Wakatobi	33
Table 4.2 Hasil <i>Forecast</i> untuk Wisatawan Wanci	34
Table 4.3 Data Penumpang Tujuan Namlea/Kabupaten Buru	35
Table 4.4 Hasil <i>Forecast</i> untuk Penumpang Tujuan Namlea.....	35
Table 4.5 <i>Payload</i> Penumpang	37
Table 4.6 Jumlah Demand Daerah Surabaya-Wanci-Namlea	37
Table 4.7 <i>Stowage Factor</i>	38
Table 4.8 Penentuan <i>Payload</i>	39
Table 4.9 Ukuran Utama Parent Ship	40
Table 4.10 Ukuran Utama Kapal Awal	41
Table 4.11 Hasil Pemeriksaan Ukuran Utama Kapal	41
Table 4.12 Hasil Perhitungan Koefisien Bentuk Badan Kapal	42
Table 4.13 Hasil Perhitungan Hambatan Kapal	42
Table 4.14 Hasil Perhitungan Propulsi Kapal	43
Table 4.15 Spesifikasi Mesin Induk	43
Table 4.16 Spesifikasi Mesin Generator.....	44
Table 4.17 Berat Bahan Bakar.....	46
Table 4.18 Berat Minyak Lumas	46
Table 4.19 Berat Air Tawar	47
Table 4.20 Berat Perlengkapan Orang	48
Table 4.21 Berat Provisions	48
Table 4.22 Berat <i>Payload</i>	49
Table 4.23 Berat Deckhouse.....	50
Table 4.24 Berat Lambung Kapal	51
Table 4.25 Berat Peralatan dan Perlengkapan	51
Table 4.26 Berat Permesinan.....	52
Table 4.27 Rekapitulasi Berat Total Kapal	52
Table 4.28 Titik Berat Bahan Bakar	53
Table 4.29 Titik Berat Minyak Lumas	53
Table 4.30 Titik Berat Air Tawar	53
Table 4.31 Titik Berat Perlengkapan Penumpang	54
Table 4.32 Titik Berat <i>Provisions</i>	54
Table 4.33 Titik Berat <i>Payload</i>	54
Table 4.34 Titik Berat <i>Deckhouse</i>	55
Table 4.35 Titik Berat Lambung Kapal	55
Table 4.36 Titik Berat Peralatan dan Perlengkapan	55
Table 4.37 Titik Berat Permesinan	56
Table 4.38 Rekapitulasi Berat Total Kapal	56

Table 4.39 <i>Freeboard</i>	56
Table 4.40 <i>Load Case</i>	57
Table 4.41 Hasil Awal <i>Trim</i>	60
Table 4.42 Hasil Akhir <i>Trim</i>	60
Table 4.43 Kriteria Stabilitas	61
Table 4.44 Hasil Stabilitas	61
Table 4.45 Selsih Model Kapal 3-in-1 dengan Perhitungan.....	63
Table 5.1 Perhitungan Biaya Struktur	75
Table 5.2 Perhitungan Biaya <i>Equipment & Outfitting</i>	75
Table 5.3 Tabel Biaya Permesinan	78
Table 5.4 Biaya Pembangunan GoingMerry	79
Table 5.5 Perhitungan Biaya Koreksi.....	79
Table 5.6 Pinjaman Bank	80
Table 5.7 Perhitungan Biaya Operasional	80
Table 5.8 Biaya Investasi.....	81
Table 5.9 <i>High and Low Season</i>	82
Table 5.10 Harga Tiket Kapal GoingMerry	82

DAFTAR SIMBOL

Loa	=	Length overall (m)
Lpp	=	Length perpendicular (m)
B	=	Lebar kapal (m)
H	=	Tinggi kapal (m)
T	=	Sarat kapal (m)
Δ	=	Displacement (ton)
∇	=	Volume displacement (m ³)
Cb	=	Koefisien blok
Cm	=	Koefisien midship
Cwp	=	Koefisien waterplan area
Cp	=	Koefisien prismatic
Φ	=	Total lumen lampu (flux)
LLF	=	Faktor cahaya rugi
CU	=	Faktor pemanfaatan
N	=	Jumlah titik lampu
E	=	Kuat penerangan (lux)
LWT	=	<i>Light weight tonnage</i> (ton)
DWT	=	<i>Dead weight tonnage</i> (ton)
D	=	<i>Depth</i> (m)
WFW	=	Berat air bersih (ton)
WST	=	Berat air limbah (ton)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki wilayah laut terluas serta memiliki garis pantai terpanjang kedua di dunia. Untuk meningkatkan pembangunan ekonomi Indonesia, berbagai upaya telah dilakukan oleh pemerintah salah satunya adalah program Tol Laut. Realisasi terobosan Tol Laut ditekankan oleh Presiden Jokowi untuk menghubungkan jalur pelayaran rutin dari wilayah timur ke wilayah barat Indonesia guna meminimalisir biaya logistik. Direktur Usaha Angkutan Barang dan Tol Laut PT Pelayaran Nasional Indonesia (Pelni) Harry Boediartha mengatakan, sejak 2015 sampai sekarang jumlah rute yang dilalui kapal tol laut terus meningkat, yakni dari dua rute menjadi 15 rute. Dari beberapa rute ini, sudah ada kapal beroperasi yang ditugaskan oleh masing-masing perusahaan. Perusahaan-perusahaan ini bertanggung jawab atas trayek yang ditugaskan maupun yang dilelang oleh pemerintah. Trayek T-7 ini salah satu trayek yang belum memiliki kapal yang beroperasi di rute tersebut.

Trayek T-7 Tol Laut dengan Wanci dan Namlea sebagai pelabuhan singgahnya yang tidak terlalu jauh diharapkan dapat menghasilkan desain kapal *feeder 3-in-1* yang optimal sesuai dengan karakteristik pelabuhannya. Trayek T-7 ini dibandingkan dengan trayek-trayek lainnya lebih dekat dengan pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya. Memiliki karakteristik gelombang air laut yang tidak terlalu berbeda, keadaan ini sangat berpengaruh dalam mendesain kapal *feeder 3-in-1*. Wanci dan Namlea dapat menjadi *sub-distributor* lanjutan untuk daerah *hinterland* yang berupa wilayah kepulauan. Dalam mengaplikasikan program tersebut, pemerintah membutuhkan sarana transportasi yang efisien dan salah satu alat transportasi tersebut adalah kapal *feeder*.

Dikarenakan tahun ini mulai ada kapal-kapal *feeder*. Kapal itu bisa merambah daerah-daerah yang tidak bisa dilalui kapal besar. Jumlah kapal *feeder* yang disiapkan pemerintah tahun ini sebanyak 15 unit. Namun, karena muatan kargo rendah, pemerintah mengeluarkan subsidi ketika kapal pulang. PT Pelni berusaha mengoptimalkan tingkat keterisian kapal Tol Laut, meminta adanya rangsangan pada daerah untuk berproduksi. Apalagi, sekarang pengiriman kapal bisa langsung ke daerah tujuan. Selain bisa menambah pendapatan, juga

mengurangi harga beli. Meski demikian, secara keseluruhan tingkat keterisian tetap meningkat. Dengan adanya kapal *feeder 3-in-1* ini, tingkat keterisian kapal Tol Laut dapat didongkrak dengan adanya penumpang dan barang dari wilayah kepulauan tersebut.

1.2 Perumusan Masalah

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

1. Berapakah *payload* dari kapal *feeder 3-in-1* ?
2. Berapakah ukuran utama kapal *feeder 3-in-1* yang sesuai?
3. Bagaimana analisis teknis dari kapal *feeder 3-in-1*?
4. Bagaimana memperoleh desain rencana garis (*Linesplan*) dari kapal *feeder 3-in-1*?
5. Bagaimana memperoleh desain rencana umum (*General Arrangement*) dari kapal *feeder 3-in-1*?
6. Bagaimana memperoleh desain model 3D dari kapal *feeder 3-in-1*?
7. Bagaimana memperoleh desain *safety plan* dari kapal *feeder 3-in-1*?
8. Bagaimana analisis ekonomis dari kapal *feeder 3-in-1*?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Memperoleh *payload* kapal *feeder 3-in-1*.
2. Memperoleh ukuran utama kapal *feeder 3-in-1*.
3. Melakukan analisis teknis dari kapal *feeder 3-in-1*.
4. Memperoleh desain rencana garis (*Lines Plan*) dari kapal *feeder 3-in-1*.
5. Memperoleh desain rencana umum (*General Arrangement*) dari kapal *feeder 3-in-1*.
6. Memperoleh desain model 3D dari kapal *feeder 3-in-1*.
7. Memperoleh desain *Safety Plan* dari kapal *feeder 3-in-1*.
8. Melakukan analisis ekonomis dari kapal *feeder 3-in-1*.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam tugas akhir ini antara lain:

1. Masalah teknis (desain) yang dibahas hanya sebatas *concept design*.
2. Tidak membahas tol laut secara mendetail.
3. Tidak membahas perhitungan konstruksi, kekuatan memanjang dan kekuatan melintang.

1.5 Manfaat

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

1. Secara akademis, diharapkan hasil pengerjaan Tugas Akhir ini dapat membantu menunjang proses belajar mengajar dan turut memajukan pendidikan di Indonesia.
2. Secara praktek, diharapkan hasil dari Tugas Akhir ini dapat berguna sebagai referensi desain kapal *feeder 3-in-1* yang memenuhi standar dan spesifikasi di Indonesia.

1.6 Hipotesis

Kapal *feeder 3-in-1* akan menjadi solusi dari kurangnya kapal angkutan penyeberangan di Indonesia dan mengurangi disparitas harga melalui angkutan laut yang terjadwal dan bersubsidi.

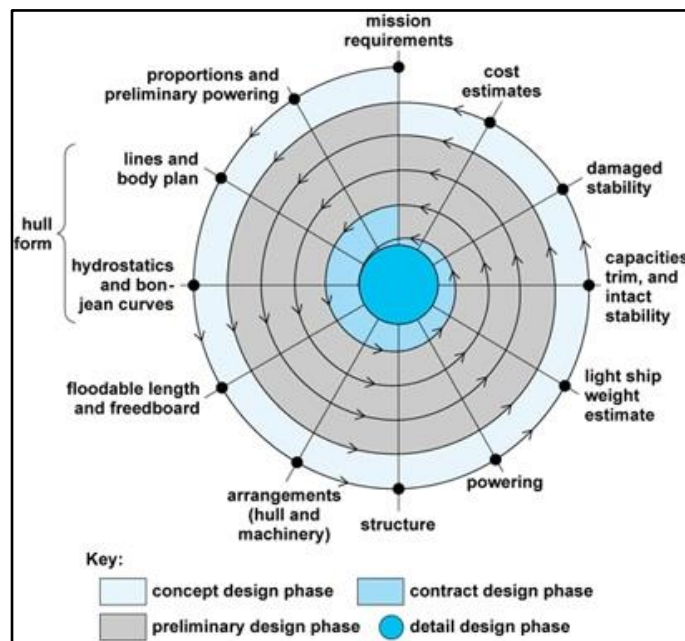
(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 2 STUDI LITERATUR

1.1 Dasar Teori

Proses desain kapal adalah proses yang berulang-ulang, artinya semua perencanaan dan analisis dilakukan secara berulang sampai didapatkan hasil yang maksimal ketika desain tersebut dikembangkan. Desain awal kapal pada umumnya didapatkan melalui 4 tahapan pokok yaitu: *concept design*, *preliminary design*, *contract design*, dan *detail design* (Evans, 1959). Proses dari desain awal biasanya diilustrasikan dalam bentuk *spiral design* yang mana mengindikasikan bahwa untuk mencapai tujuan dari sebuah desain, desainer harus mencari solusi terbaik dalam mengatur dan menyeimbangkan parameter-parameter yang saling terkait satu sama lainnya. Namun sebelum dijalankan keempat tahapan ini seorang desainer harus terlebih dahulu mengetahui *desain statement* dari kapal yang hendak dibangun.

Desain statement adalah tahap paling awal dari proses desain. Proses ini digunakan untuk mendefinisikan atau memberi gambaran tentang tujuan atau kegunaan dari kapal yang akan dibangun. Hal ini sangat berguna untuk menentukan permintaan dari pemesan kapal dan juga untuk mengarahkan desainer kapal dalam menentukan pilihan yang rasional antara perbandingan desain selama proses desain.



Sumber: (www.marinewiki.org)
Gambar 2-1 Spiral design

A. *Concept design*

Concept design adalah tahapan awal dalam proses pendesainan kapal yang berfungsi untuk menerjemahkan permintaan pemilik kapal kedalam ketentuan - ketentuan dasar dari kapal yang akan direncanakan (Evans,1959). Dalam proses ini dibutuhkan TFS (*Technical Feasibility Study*) untuk menghasilkan ukuran utama; panjang, lebar, tinggi, sarat, finnes dan fullness power, karakter lainnya dengan tujuan untuk memenuhi kecepatan, range (endurance), kapasitas, deadweight.

Termasuk juga memperkirakan *preliminary light ship weight* yang pada umumnya diambil dari rumus pendekatan, kurva maupun pengalaman - pengalaman. Hasil – hasil pada *concept design* digunakan untuk mendapatkan perkiraan biaya konstruksi. Langkah langkah pada concept design adalah sebagai berikut:

- a. Klasifikasi biaya untuk kapal baru dengan membandingkan terhadap beberapa kapal sejenis yang sudah ada.
- b. Mengidentifikasi semua perbandingan desain utama
- c. Memilih proses *iterative* yang akan menghasilkan desain yang mungkin
- d. Membuat ukuran yang sesuai (analisis ataupun subyektif) untuk desain
- e. Mengoptimasi ukuran utama kapal
- f. Mengoptimasi detail kapal

B. *Preliminary design*

Preliminary design adalah langkah lanjutan dari *concept design* yaitu dengan melakukan pengecekan kembali ukuran utama kapal yang didapat dari *concept design* untuk kemudian dikaitkan dengan *performance* (Evans, 1959). Pemeriksaan ulang terhadap panjang, lebar, daya mesin, *dead weight* yang diharapkan tidak banyak merubah pada tahap ini. Hasil dari *preliminary design* ini merupakan dasar dalam pengembangan rencana kontrak dan spesifikasi. Tahap *preliminary design* dilakukan dengan beberapa langkah - langkah sebagai berikut:

- a. Melengkapi bentuk lambung kapal
- b. Pengecekan terhadap analisa detail struktur kapal
- c. Penyelesaian bagian interior kapal
- d. Perhitungan stabilitas dan hidrostatis kapal
- e. Mengevaluasi kembali perhitungan tahanan, *powering* maupun *performance*
- f. Perhitungan berat kapal secara detil untuk penentuan sarat dan trim kapal
- g. Perhitungan biaya secara menyeluruh dan detil

C. *Contract design*

Hasilnya sesuai dengan namanya dokumen kontrak pembuatan kapal. Langkah-langkahnya meliputi satu, dua atau lebih putaran dari desain spiral. Oleh karena itu pada langkah ini mungkin terjadi perbaikan hasil-hasil *preliminary design* (Evans, 1959). Tahap merencanakan atau menghitung lebih teliti *hull form* (bentuk badan kapal) dengan memperbaiki *linesplan*, tenaga penggerak dengan menggunakan *model test*, *seakeeping* dan *maneuvering characteristic*, pengaruh jumlah *propeller* terhadap badan kapal, detail konstruksi, pemakaian jenis baja, jarak dan tipe gading. Pada tahap ini dibuat juga estimasi berat dan titik berat yang dihitung berdasarkan posisi dan berat masing –masing item dari konstruksi. *General Arrangement* detail dibuat juga pada tahap ini. Kepastian kapasitas permesinan, bahan bakar, air tawar dan ruang - ruang akomodasi. 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.

D. *Detail design*

Detail design adalah tahap terakhir dari serangkaian proses mendesain kapal. Pada tahap ini hasil dari tahapan sebelumnya dikembangkan menjadi gambar kerja yang detail (Evans, 1959). Pada tahap ini mencakup semua rencana dan perhitungan yang diperlukan untuk proses konstruksi dan operasional kapal. Bagian terbesar dari pekerjaan ini adalah produksi gambar kerja yang diperlukan untuk penggunaan mekanik yang membangun lambung dan berbagai unit mesin bantu dan mendorong lambung, fabrikasi, dan instalasi perpipaan dan kabel. Hasil dari tahapan ini adalah berisi petunjuk atau intruksi mengenai instalasi dan detail konstruksi pada *fitters*, *welders*, *outfitters*, *metal workers*, *machinery vendors*, *pipe fitters*, dan lain-lainnya.

1.1.1 Metode Perancangan Kapal

Pada proses perancangan kapal, ada beberapa metode yang bisa digunakan untuk membantu seorang *designer* dalam menentukan atau merencanakan desain kapal. Metode metode ini digunakan untuk mempermudah kerja seorang *designer* sehingga pekerjaan akan semakin efektif dan efisien. Tidak hanya untuk desainer tetapi juga untuk performa kapal karena pada beberapa metode disebutkan parameter parameter yang mampu menunjang performa kapal. Penentuan metode ini didasarkan pada situasi, kondisi dan kebutuhan kapal. Metode yang digunakan dalam perancangan kapal ini adalah sebagai berikut:

- ***Parent design approach***

Parent design approach adalah salah satu metode dalam mendesain kapal dengan perbandingan atau komparasi, yaitu dengan cara mengambil satu kapal yang dijadikan sebagai acuan perbandingan. Satu kapal perbandingan ini harus memiliki karakteristik yang sama dengan kapal yang akan dirancang. Untuk bisa menggunakan metode ini maka *designer* harus sudah mempunyai referensi kapal yang sama dengan kapal yang akan dirancang. Tidak hanya itu, kapal perbandingan ini haruslah mempunyai *performance* yang bagus yang terbukti baik secara riil maupun perhitungan.

Keuntungan menggunakan metode *parent design approach* adalah:

- a. Proses desain kapal lebih cepat karena sudah ada acuan kapal, sehingga tugas desainer tinggal memodifikasi dan memperbaiki sektor yang dirasa belum maksimal.
- b. *Performance* kapal terbukti (*stabilitas, motion, reistance*), karena bias dilihat di kapal yang sudah ada.

1.1.2 Ukuran Utama Kapal

- a. Lpp (*Length between perpendicular*) yaitu panjang kapal yang diukur antara garis tegak vertikal di buritan (*after perpendicular*) dan garis tegak vertikal di haluan (*fore perpendicular*).
- b. Loa (*Length Overall*) yaitu panjang keseluruhan kapal yang diukur secara horizontal dari titik depan terluar hingga titik belakang terluar kapal.
- c. Bm (*Breadth Moulded*) yaitu lebar terbesar diukur dari bidang tengah kapal. Untuk kapal baja dan logam lainnya, *breadth moulded* diukur tanpa kulit, sedangkan untuk kapal kayu atau berbahan non-logam diukur dari jarak antara dua sisi terluar kulit kapal.
- d. H (*Height*) yaitu jarak tegak yang diukur pada bidang tengah kapal dari atas lunas hingga sisi atas geladak disisi kapal.
- e. T (*draught*) yaitu jarak tegak yang diukur dari sisi atas lunas hingga ke permukaan air.

1.1.3 Pemeriksaan Ukuran Utama Kapal

Pengecekan ukuran utama kapal dilakukan dengan membandingkan rasio perbandingan ukuran utama kapal yang di desain dengan rasio yang di syaratkan. Rasio yang harus diperiksa

meliputi L/B, B/T, L/H, dan B/H. Pemeriksaan ini dilakukan karena setiap ukuran kapal mempengaruhi performa kapal seperti pada Table 2.1 (Hardjono, 2010).

Table 2.1 Ukuran Utama terhadap Performa Kapal

Ukuran Utama	Pengaruh Terhadap Performa
Panjang (L)	<i>Resistance, longitudinal strength, maneuverability, sea keeping, hull volume, capital cost.</i>
Lebar (B)	<i>Transverse stability, hull volume, resistance, maneuverability, capital cost.</i>
Sarat (T)	<i>Displacement, transverse stability, freeboard, resistance</i>
Tinggi (H)	<i>Hull volume, longitudinal strength, transverse stability, capital cost, freeboard</i>

1.1.4 Koefisien Bentuk Badan Kapal

Perhitungan koefisien bentuk badan kapal yang dianalisis meliputi nilai koefisien blok (C_B), koefisien *midship* (C_M), koefisien prismatic (C_P), koefisien *water plane* (C_{WP}), LCB dan juga *displacement*.

A. Koefisien Blok (C_B)

Koefisien Blok adalah perbandingan volume antara badan kapal yang tercelup air dengan volume balok yang memiliki dimensi L x B x H kapal.

$$C_B = \frac{\nabla}{L \times B \times T} \quad (2-1)$$

Persamaan II.1 merupakan persamaan untuk mencari nilai C_B jika displacement kapal diketahui. Untuk mendapatkan nilai C_B pada desain awal, Menurut Watson & Gilfillan dapat menggunakan rumus pendekatan melalui fungsi Froud Number (Parsons, 2001). Seperti yang di tunjukkan pada persamaan di bawah,

$$C_B = -4.22 + 27.8\sqrt{Fn} - 39.1Fn + 46.6Fn^3 \quad (2-2)$$

Dimana Froud Number merupakan fungsi dari kecepatan kapal.

B. Koefisien Midship (C_M)

Koefisien Midship merupakan perbandingan antara luas penampang di bagian tengah kapal (*midship*) yang tercelup ke air dengan luas persegi yang memiliki ukuran B dan T. Untuk mencari nilai C_M bisa dilakukan dengan dengan persamaan di bawah.

$$C_M = \frac{A_M}{B.T} \quad (2-3)$$

Untuk mendapatkan nilai C_M pada desain awal, Menurut Watson & Gilfillan dapat menggunakan rumus pendekatan melalui fungsi C_B (Parsons, 2001). Seperti yang di tunjukkan pada persamaan berikut,

$$C_M = 0.997 + 0.085(C_B - 0.6) \quad (2-4)$$

C. Koefisien Prismatik (C_P)

Koefisien Prismatik adalah perbandingan antara volume badan kapal yang tercelup di dalam air dengan volume prisma segi empat yang memiliki luas penampang gading terbesar dan panjang L .

$$C_P = \frac{\nabla}{A_M.L} \quad (2-5)$$

Selain persamaan di atas, nilai C_P dapat dicari dengan perbandingan nilai C_B dengan C_M .

$$C_P = \frac{C_B}{C_M} \quad (2-6)$$

D. Koefisien *Water Plane* (C_{WP})

Koefisien *waterplan* merupakan perbandingan luas bidang air pada sarat dengan luas persegi yang memiliki dimensi $L_{wl} \times B$. Nilai C_{WP} dapat dicari dengan persamaan,

$$C_{WP} = \frac{A_{WP}}{L_{WL}.B} \quad (2-7)$$

Untuk mendapatkan nilai C_{WP} pada desain awal, Menurut Watson & Gilfillan dapat menggunakan rumus pendekatan melalui fungsi C_P (Parsons, 2001). Seperti yang di tunjukkan pada persamaan di bawah,

$$C_{WP} = 0.262 + 0.810C_P \quad (2-8)$$

E. LCB

LCB merupakan letak memanjang dari titik apung (*buoyancy*). Nilai LCB dapat bernilai positif maupun negatif dari titik tengah kapal (*midship*) yang mempengaruhi hambatan kapal dan juga trim (Parsons, 2001).

$$LCB = -13.5 + 19.4 C_P \quad (2-9)$$

F. *Displacement*

Displacement adalah berat air yang dipindahkan oleh badan kapal yang merupakan hasil konversi dari volume air yang dipindahkan (*volume displacement*) menjadi satuan massa (ton).

$$Volume\ Disp\ (\nabla) = L \times B \times T \times C_B \text{ (m}^3\text{)} \quad (2-10)$$

$$Disp\ (\Delta) = L \times B \times T \times C_B \times \rho \text{ (ton)} \quad (2-11)$$

1.1.5 Hambatan Kapal

Hambatan kapal adalah gaya fluida yang bekerja berlawanan arah gerak kapal pada kecepatan tertentu. Hambatan tersebut merupakan komponen gaya fluida yang bekerja sejajar dengan sumbu gerak kapal. Untuk menghitung hambatan kapal dengan metode *Holtrop* dapat menggunakan persamaan umum berikut,

$$R_T = \frac{1}{2} \rho V^2 S_{Tot} [C_F(1+k) + C_A] + \frac{R_W}{W} W \quad (2-12)$$

A. Koefisien Hambatan Gesek (C_F)

Fluida memiliki suatu sifat yaitu kekentalan atau viskositas. Dengan adanya viskositas, fluida dapat menimbulkan gesekan apabila dilewati oleh suatu benda. Untuk menentukan nilai koefisien hambatan gaya gesek, dapat menggunakan persamaan,

$$C_F = \frac{0.075}{(\log Rn - 2)^2} \quad (2-13)$$

B. Luas Permukaan Basah (S_{Tot})

Luas permukaan basah adalah seluruh luasan badan kapal yang tercelup di dalam air. Selain luasan badan kapal, terdapat luasan tambahan seperti luas *rudder*, *bilge keel*, dll. Luasan permukaan basah dapat mempengaruhi hambatan, semakin besar luasan permukaan basah maka hambatan yang dihasilkan juga akan besar.

C. Koefisien Bentuk ($1+k$)

Koefisien bentuk badan kapal dapat dihitung menggunakan persamaan berikut,

$$(1+k) = (1+k_1) + [(1+k_2) - (1+k_1)] \frac{S_{app}}{S_{tot}} \quad (2-14)$$

D. *Coleration Allowance* (C_A)

Nilai C_A merupakan *faktor* dari perbandingan sarat (T) dengan panjang garis air (L_{wl}).

$$C_A = \frac{T}{L_{wl}} \quad (2-15)$$

E. Koefisien Hambatan Gelombang (R_w)

Hambatan gelombang adalah gaya yang menghambat gerak kapal. Gaya tersebut diperoleh melalui gelombang air yang memiliki kemampuan untuk menahan gerak kapal. Untuk mendapatkan nilai R_w dapat menggunakan persamaan berikut,

$$R_w = C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot e^{m_1 \times F n^d + m_2 \cos(\lambda F n^2)} \quad (2-16)$$

F. Gaya Berat (W)

Dengan menggunakan hukum Newton II, maka gaya berat adalah hasil kali dari *displacement* kapal (ton) dengan percepatan gravitasi (m/s^2).

1.1.6 Propulsi Kapal

Setelah mengetahui hambatan total yang dihasilkan kapal, desainer dapat menentukan kapasitas mesin induk untuk melawan hambatan tersebut. Kapasitas dari mesin induk yang memenuhi dapat ditentukan dengan mencari nilai *Break Horse Power* (BHP). Berikut adalah cara mendapatkan BHP,

A. *Effective Horse Power* (EHP)

EHP merupakan daya yang diperlukan kapal untuk melawan hambatan yang terjadi sehingga kapal mampu bergerak sesuai dengan kecepatan yang ditentukan (Parsons, 2001). Untuk mendapatkan nilai EHP dapat dilakukan dengan persamaan di bawah,

$$P_E = R_T \times v \text{ (kW)} \quad (2-17)$$

B. *Delivered Horse Power* (DHP)

DHP merupakan daya yang sampai pada propeller. Dipengaruhi oleh efisiensi *hull* (η_H), *relative-rotative efficiency* (η_R), dan *open water efficiency* (η_o). Untuk mencari nilai DHP dapat menggunakan persamaan di bawah,

$$P_D = \frac{P_E}{\eta_H \cdot \eta_R \cdot \eta_o} \text{ (kW)} \quad (2-18)$$

C. *Shaft Horse Power* (SHP)

SHP merupakan daya yang telah melewati proses transmisi pada *reduction gear*. SHP dipengaruhi oleh letak kamar mesin dikarenakan letak kamar mesin di bagian belakang dan di tengah kapal memiliki *seal efficiency* (η_s) dan *line shaft bearing efficiency* (η_B).

$$P_S = \frac{P_D}{\eta_S \cdot \eta_B} \text{ (kW)} \quad (2-19)$$

D. *Break Horse Power (BHP)*

BHP merupakan daya yang dibutuhkan oleh mesin induk untuk mencapai kecepatan yang direncanakan. Persamaan untuk menghitung BHP adalah,

$$P_B = \frac{P_D}{\eta_S \cdot \eta_B} \text{ (kW)} \quad (2-20)$$

E. *Maximum Continues Rates (MCR)*

MCR adalah daya yang telah ditambahkan akibat *loss* dari hal yang lain. Pertambahan daya dari BPH menuju MCR disebut *service margin* yang nilainya sebesar 15%-25%.

1.1.7 Berat Kapal

Besarnya *displacement* adalah sama besar dengan berat total seluruh kapal. Komponen komponen berat kapal terdiri dari *light weight tonnage* (LWT) dan *dead weight tonnage* (DWT).

2.1.7.1 DWT

DWT adalah merupakan berat dari muatan yang tidak tetap yang meliputi berat *payload*, bahan bakar, minyak lumas, air tawar, bawaan penumpang, dan kebutuhan penumpang.

2.1.7.1.1 Berat Bahan Bakar (W_{FO})

Untuk menentukan berat bahan bakar yang dibutuhkan kapal, perlu diketahui jarak yang ditempuh kapal sampai ke tempat pengisian bahan bakar kembali, daya mesin, dan juga waktu tempuh kapal. Persamaan untuk menghitung berat bahan bakar adalah seperti persamaan di bawah (Parsons, 2001).

$$W_{FO} = SFR \times MCR \times \frac{Range}{Speed} + Margin \text{ (ton)} \quad (2-21)$$

SFR merupakan *specific fuel rate* yang didapatkan dari spesifikasi mesin. Margin yang digunakan pada perhitungan diatas adalah 5%-10%.

2.1.7.1.2 Berat Minyak Lumas (W_{LO})

Menentukan berat lumas dibagi menjadi dua sesuai dengan rpm mesin yang digunakan (Parsons, 2001).

$$W_{LO} = 20 \text{ ton (Medium speed engine)} \quad (2-22)$$

$$W_{LO} = 15 \text{ ton (Low speed engine)} \quad (2-23)$$

Medium speed engine memiliki kisaran kecepatan sebesar 350-1200 rpm, sedangkan *low speed engine* memiliki kecepatan 70-250 rpm.

2.1.7.1.3 Berat Air Tawar (W_{FW})

Berat air tawar dapat ditentukan dengan mengetahui jumlah orang yang berada di dalam kapal dan waktu tempuh kapal (Parsons, 2001).

$$W_{FW} = \frac{0.17}{\text{Persons} \times \text{Time}} \text{ (ton)} \quad (2-24)$$

2.1.7.1.4 Berat Perlengkapan Orang ($W_{C\&E}$)

Berat perlengkapan orang adalah jumlah berat yang dibawa oleh penumpang dan ABK. Untuk menghitung berat perlengkapan orang dapat menggunakan persamaan dibawah (Parsons, 2001).

$$W_{C\&E} = \frac{0.17}{\text{Persons}} \text{ (ton)} \quad (2-25)$$

2.1.7.1.5 Berat *Provisions* (W_{PR})

Provisions adalah kebutuhan yang diperlukan selama pelayaran. Untuk menghitung berat *provisions* dapat menggunakan persamaan dibawah (Parsons, 2001).

$$W_{FW} = \frac{0.01}{\text{Persons} \times \text{Time}} \text{ (ton)} \quad (2-26)$$

2.1.7.2 LWT

LWT adalah merupakan berat dari muatan kapal kosong yang meliputi berat lambung kapal, *superstructure*, *deckhouses*, permesinan, peralatan dan perlengkapan kapal.

2.1.7.2.1 Berat *Superstructure* (W_{ss})

Berat *superstructure* meliputi berat total konstruksi dan material dari *Poop* dan *Forcastle* pada kapal. Untuk mencari berat darimasing-masing *superstructure* dapat menggunakan rumus berikut (H. Schneekluth, 1998).

$$W_{ss} = Volume\ Superstructure \times Specific\ Volumetric\ Weight\ (ton) \quad (2-27)$$

Specific volumetric weight dapat dilihat dari Table 2.2.

Table 2.2 Spesific Volumetric Weight untuk Superstrucure

L	Specific Volumetric Weight
$\geq 140\ m$	0.1 ton/m ³
$120\ m \leq L < 140\ m$	0.13 ton/m ³

Sumber : H. Schneekluth, 1998

2.1.7.2.2 Berat *Deckhouse* (W_{DH})

Berat *deckhouse* meliputi berat total bangunan atas setiap *layer*. Untuk perhitungan berat *deckhouse* menggunakan persamaan dan *specific volumetric weight* yang sama dengan superstructure (H. Schneekluth, 1998).

2.1.7.2.3 Berat Lambung Kapal (W_{Hull})

Berat lambung kapal dapat dihitung dengan mengurangkan berat *superstructure* dan *deckhouse* dari pendekatan berat baja keseluruhan. Untuk menghitung berat baja keseluruhan dapat menggunakan rumus berikut (Parsons, 2001).

$$W_{ST} = L \times B \times D_{AX} \times C_S \ (ton) \quad (2-28)$$

D_A merupakan *corrected depth due to superstructure and deckhouses* yang dihitung dengan rumus di bawah.

$$D_A = H + \frac{V_A + V_{DH}}{L \times B} \quad (2-29)$$

C_S dapat dihitung dengan persamaan,

$$C_S = C_{S0} + 0.06 e^{-(0.5U + 0.1U^{2.45})} \quad (2-30)$$

$$U = \log \left(\frac{\Delta}{100} \right) \quad (2-31)$$

C_{S0} adalah koefisien berdasarkan dari jenis kapal seperti pada Table 2.3

Table 2.3 CSO berdasarkan Jenis Kapal

Tipe Kapal	CSO
Bulk carriers	0.07

Tipe Kapal	CSO
Cargo ship (1 deck)	0.07
Cargo ship (2 decks)	0.076
Cargo ship (3 decks)	0.082
Passenger ship	0.058
Product carriers	0.0664
Reefers	0.0609
Rescue vessel	0.0232
Support vessels	0.0974
Tanker	0.0752
Train ferries	0.65
Tugs	0.0892
VLCC	0.0645

Sumber: Parsons, 2001

2.1.7.2.4 Berat Permesinan ($W_{Machinery}$)

Berat permesinan meliputi berat mesin induk, mesin bantu, propulsi, dan lainnya. Berat mesin induk dan mesin bantu didapatkan dari spesifikasi mesin yang telah dipilih. Berat propulsi dibagi menjadi berat *gear box*, poros, dan *propeller*. Untuk mendapatkan berat propulsi dapat menggunakan persamaan-persamaan berikut (H. Schneekluth, 1998).

$$W_{Gear\ box} = (0.3 \sim 0.4) \frac{BHP}{Engine\ speed} \text{ (ton)} \quad (2-32)$$

$$W_{Poros} = 0.81 \left(\frac{BPH}{Speed} \right)^{\frac{2}{3}} \text{ (ton)} \quad (2-33)$$

$$W_{Propeller} = D3x K \quad (2-34)$$

Berat lainnya dapat dihitung dengan rumus pendekatan berikut.

$$W_{Ow} = 0.07 P_{Generator} \quad (2-35)$$

2.1.7.2.5 Berat Peralatan dan Perlengkapan Kapal (W_{Eq})

Berat peralatan dan perlengkapan dibagi menjadi beberapa grup yaitu *loading equipment*, *Accommodation*, dan *miscellaneous*. Untuk berat *loading equipment* menggunakan *crane* di geladak didapatkan dari Table 2.4.

Table 2.4 Berat Crane

Max Load (ton)	Weight (t) at max working radius			
	15 m	20 m	25 m	30 m
10	18	22	26	
15	24	28	34	
20		32	38	45
25		38	44	54
30		42	48	57
35		48	52	63

Sumber : H. Schneekluth, 1998

Perhitungan berat perlengkapan di akomodasi menggunakan persamaan berikut.

$$W_{Acc. Eq} = Volume Accomodation \times Specific Volumetric Weight \text{ (ton)} \quad (2-36)$$

Specific volumetric weight dapat dilihat dari Table 2.5.

Table 2.5 Accomodation Equipment Specific Volumetric Weight

Ship's Type	Specific Volumetric Weight
Small and medium cargo ships	60-70 ton/m ³
Large cargo ships, large tanker, etc	80-90 ton/m ³

Sumber : H. Schneekluth, 1998

Berat *miscellaneous* dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$W_{misc} = (L \times B \times D)^{2/3} \times C \quad (2-37)$$

1.1.8 Freeboard

Freeboard adalah selisih antara tinggi kapal, termasuk tebal kulit dan lapisan kayu jika ada, dengan sarat kapal (T) muatan penuh yang diukur pada sarat musim panas (*Summer freeboard*). Panjang *freeboard* adalah panjang yang diukur dari 96% panjang garis air (L_{wl}) pada 85% tinggi kapal kapal moulded. Untuk memilih panjang *freeboard*, pilih yang terpanjang antara L_{pp} dan 96% L_{wl} pada 85% tinggi *moulded*. Lebar *freeboard* adalah lebar yang diukur pada bidang tengah kapal. *Freeboard* memiliki tujuan sebagai daya apung cadangan untuk menjaga keselamatan penumpang, crew, muatan, dan kapal itu sendiri. *Freeboard* pada kapal

harus memenuhi persyaratan dari *International Maritime Organization* (IMO) melalui *International Convention on Load Lines* (ICLL).

Adapun langkah untuk menghitung *freeboard* adalah sebagai berikut :

1. Penentuan Tipe kapal

a. Kapal tipe A: kapal dengan persyaratan salah satu dari:

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

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

2. Perhitungan *Freeboard standart*

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

3. Koreksi

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

1.1.9 Trim

Trim adalah kemiringan kapal secara memanjang akibat perbedaan sarat depan dan sarat belakang kapal. Berdasarkan *International Maritime Organization* (1998) dalam SOLAS Reg II/7, kondisi maksimum dari *trim* adalah $0,5\%L_{wl}$.

1.1.10 Stabilitas

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

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

Titik-titik penting stabilitas kapal antara lain adalah :

1. 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).

2. 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).

3. BM (Jarak Titik Apung ke Metasentris)

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

4. KG (Tinggi Titik Berat dari Lunas)

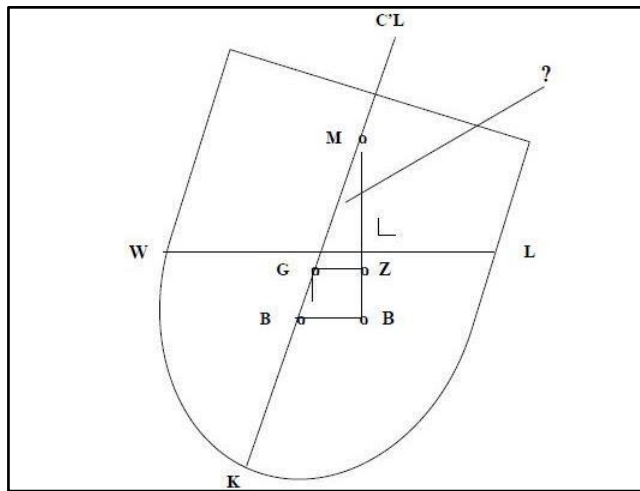
Nilai KB untuk kapal kosong diperoleh dari percobaan stabilitas (*inclining experiment*), selanjutnya KG dapat dihitung dengan menggunakan dalil momen. Nilai KG dengan dalil momen ini digunakan bila terjadi pemuatan atau pembongkaran di atas kapal dengan mengetahui letak titik berat suatu bobot di atas 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.

5. GM (Tinggi Metasentris)

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

6. 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. Bila dari titik G ditarik garis.

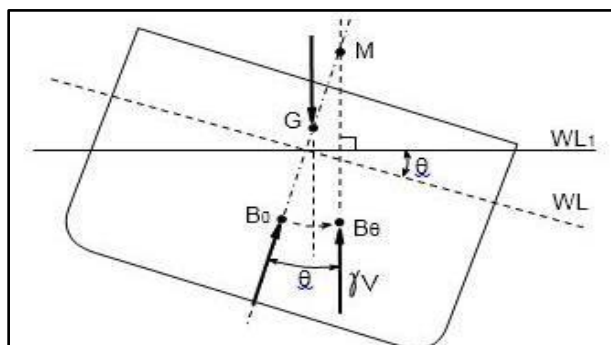


Sumber: Romadhana, 2016
Gambar 2-2 Ilustrasi Momen Penegak pada Kapal

Pada prinsipnya keadaan stabilitas ada tiga yaitu :

A. Stabilitas Positif (*Stable Equilibrium*)

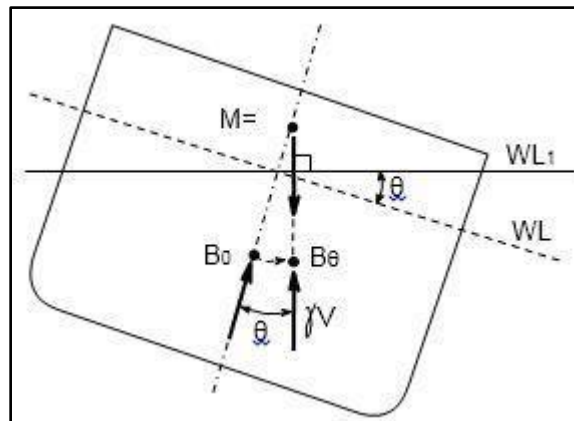
Suatu keadaan dimana titik G-nya berada di atas titik M, sehingga sebuah kapal yang memiliki stabilitas mantap sewaktu menyenget mesti memiliki kemampuan untuk menegak kembali.



Sumber: Romadhana, 2016
Gambar 2-3 Kondisi Stabilitas Positif

B. Stabilitas Netral (*Neutral Equilibrium*)

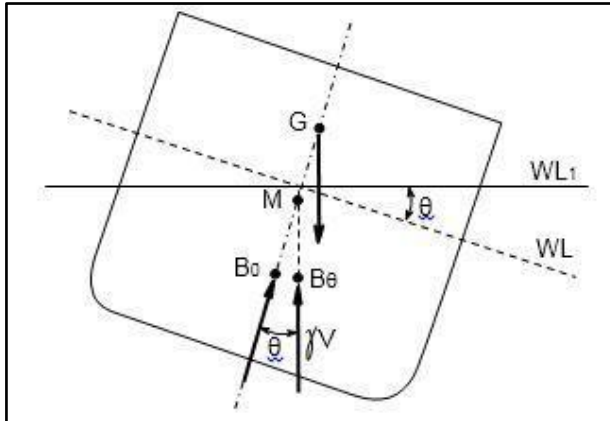
Suatu keadaan stabilitas dimana titik G-nya berhimpit dengan titik M. Maka momen penegak kapal yang memiliki stabilitas netral sama dengan nol, atau bahkan tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali sewaktu menyenget. Dengan kata lain bila kapal senget tidak ada MP maupun momen penerus sehingga kapal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



Sumber: Romadhana, 2016
Gambar 2-4 Kondisi Stabilitas Netral

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.



Sumber: Romadhana, 2017
Gambar 2-5 Kondisi Stabilitas Negatif

Untuk menjaga keselamatan kapal, cargo, ataupun penumpang terdapat aturan stabilitas yang diatur oleh IMO pada Intact Stability Code regulasi A.749(18) yaitu:

a. $e_{0.30^\circ} \geq 0,055 \text{ m.rad}$

Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $30^\circ \geq 0,055 \text{ m.rad}$.

b. $e_{0.40^\circ} \geq 0,09 \text{ m.rad}$

Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $40^\circ \geq 0,09 \text{ m.rad}$.

c. $e_{30.40^\circ} \geq 0,03 \text{ m.rad}$

Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $30^\circ \sim 40^\circ \geq 0,03 \text{ m.rad}$.

d. $h_{30^\circ} \geq 0,2 \text{ m}$

Lengan penegak GZ paling kecil adalah 0,2 meter pada sudut oleng 30° atau lebih.

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

Lengan penegak maksimum harus terletak pada sudut oleng lebih dari 25° .

f. $GM_0 \geq 0,15 \text{ m}$

Tinggi metasenter awal GM_0 tidak boleh kurang dari 0,15 meter.

Untuk kapal penumpang terdapat aturan khusus mengenai stabilitas yaitu:

a. Sudut oleng akibat penumpang bergerombol di satu sisi kapal tidak boleh melebihi 10° .

b. Sudut oleng akibat kapal berbelok tidak boleh melebihi 10°

1.1.11 *Net Present Value (NPV)*

Berikut formula yang digunakan dalam perhitungan NPV:

$$NPV = F_0 + \frac{F_n}{(1+k)^n} \quad (2-38)$$

Di mana,

F_0 = *Cash flow at time zero* (t_0)

F_n = *Cash flow at time n* (t_n)

n = *Number of years from the present*

k = *Discount Rate*

Aturan keputusan untuk NPV sebagai berikut:

- Jika $NPV \geq 0$; *Accept*
- Jika $NPV \leq 0$; *Reject*

(Arnold, 2005)

1.1.12 *Internal Rate of Return (IRR)*

Internal Rate of Return, r , adalah tingkat diskonto pada saat NPV 0, berikut formula dalam perhitungan IRR:

$$F_0 + \frac{F_1}{(1+r)^1} + \frac{F_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+r)^n} = 0 \quad (2-39)$$

Aturan keputusan untuk IRR sebagai berikut:

- Jika $k > r$; *Reject*
- Jika $k \leq r$; *Accept*

(Arnold, 2005)

1.1.13 *Payback Period*

Payback period untuk sebuah investasi merupakan lamanya waktu sebelum akumulasi proyeksi aliran kas sama dengan nilai investasi awal. Aturan keputusan dari *payback period* adalah jika *payback period* dari sebuah proyek kurang atau sama dengan angka yang telah ditentukan, maka investasi diterima (Arnold, 2005).

1.2 *Tinjauan Pustaka*

1.2.1 *Trayek T-7 Tol Laut*

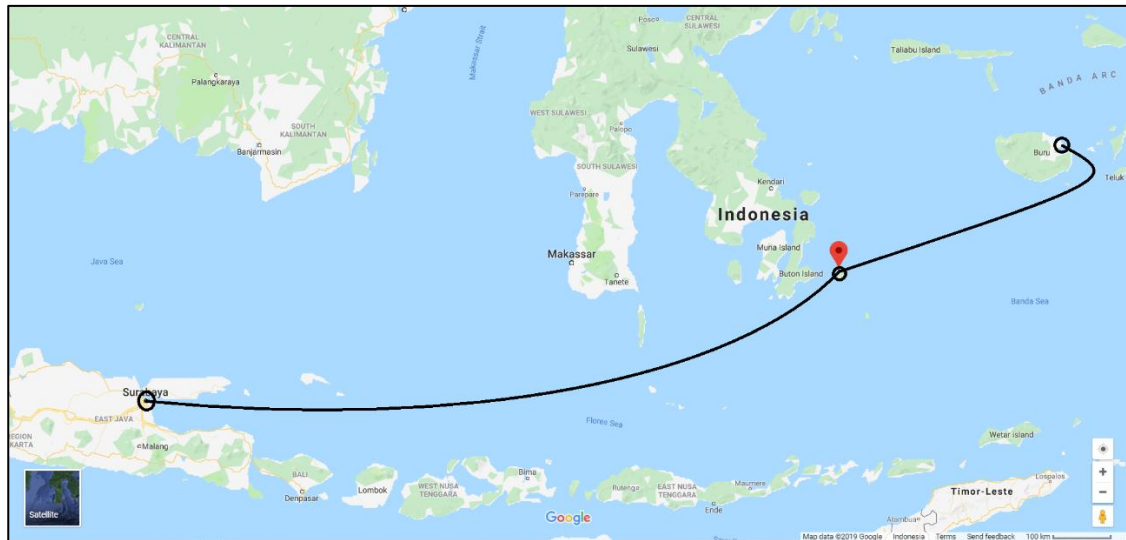
Tol Laut adalah konektivitas di perairan Indonesia yang efektif adanya kapal-kapal yang berlayar secara rutin dan terjadwal dari barat sampai ke timur Indonesia. Salah satu program

untuk mendukung Indonesia sebagai poros maritim dunia 2045 ini berfokus dalam penggerak roda perekonomian secara merata di seluruh wilayah Indonesia.

Dalam rancangannya, Tol Laut memiliki sistem wilayah depan (*foreland*) dan wilayah dalam (*hinterland*), dimana hal tersebut akan menjadikan beribu pulau yang berada di Indonesia menjadi bagian yang tidak terpisahkan. Wilayah depan (*foreland*) adalah sebagai ujung tombak Indonesia untuk pelayaran internasional, dalam rencananya terdapat dua pelabuhan hub internasional yaitu Pelabuhan Kuala Tanjung dan Pelabuhan Bitung yang berfungsi sebagai penghubung pelayaran internasional yang masuk ke daerah Indonesia. Dengan posisi pelabuhan hub internasional di wilayah depan maka kapal yang melakukan ekspor/impor dengan Indonesia akan berlabuh di wilayah depan. Untuk melanjutkan distribusi logistik ke wilayah dalam wajib menggunakan kapal berbendera Indonesia/lokal.

Wilayah dalam (*hinterland*) memiliki lima pelabuhan hub utama dan sembilan belas pelabuhan feeder. Dimana pelabuhan hub utama terletak pada Pelabuhan Kuala Tanjung, Pelabuhan Tanjung Priok, Pelabuhan Tanjung Perak, Pelabuhan Makassar, dan Pelabuhan Bitung. Fungsi pelabuhan hub utama adalah sebagai terminal muatan dimana setelah pelayaran dengan kapal-kapal besar yang beroperasi mengirimkan muatan akan disebarkan ke pelabuhan-pelabuhan *feeder*. Sementara sembilan belas pelabuhan *feeder* yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia berfungsi sebagai distributor barang yang akan disalurkan ke pelabuhan-pelabuhan rakyat dan desa-desa.

Dengan adanya konsep tersebut selain bisa meratakan pertumbuhan ekonomi di seluruh wilayah Indonesia, pergerakan kapal dagang internasional di wilayah dalam Indonesia dapat diminimalisir dan juga menjadikan perusahaan pelayaran lokal dapat bermain di wilayahnya sendiri dengan lebih maksimal. Trayek T-7 meliputi 1 pelabuhan hub utama dan 2 pelabuhan *feeder* yaitu, Tanjung Perak-Wanci-Namlea. Dapat dilihat pada Gambar 2-6.



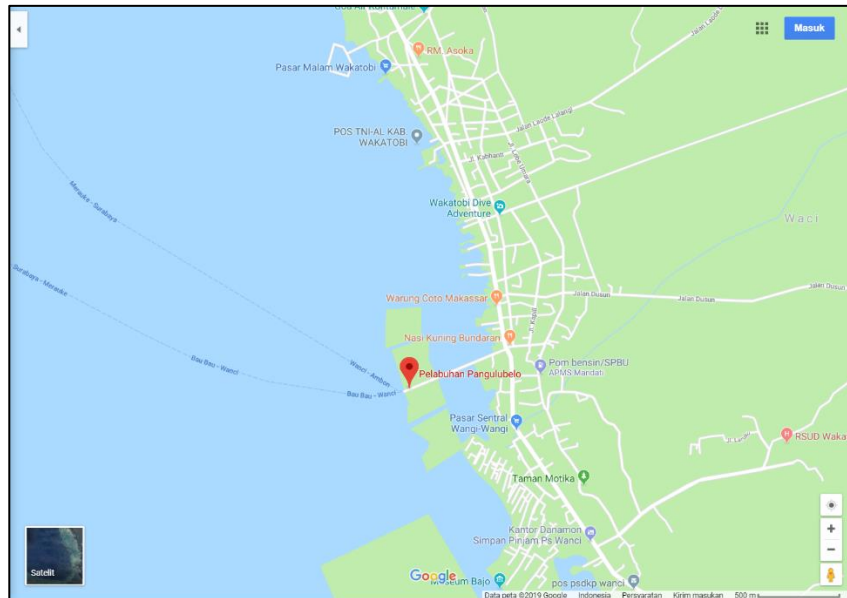
Sumber: (Google Maps, 2019)
Gambar 2-6 Trayek T-7 Tol Laut

1.2.2 Kabupaten Wakatobi-Wanci

Kabupaten Wakatobi terletak pada posisi sangat strategis karena Perairan laut Kabupaten Wakatobi dilalui oleh jalur pelayaran kawasan Timur dan Barat Indonesia. Ditinjau dari sisi *bioregion*, letak geografis Kabupaten Wakatobi sangat penting karena berada pada kawasan yang sangat potensial yakni diapit oleh Laut Banda dan Laut Flores yang memiliki potensi sumberdaya keragaman hayati kelautan dan perikanan yang cukup besar dan Kabupaten Wakatobi berada pada Pusat Kawasan Segi Tiga Karang Dunia (*Coral Tri-angle Center*) yang meliputi 6 (enam) negara, yakni Indonesia, Malaysia, Philipines, Papua New Guine, Solomon Island, dan Timor Leste.

Wilayah Kabupaten Wakatobi diapit oleh perairan laut Buton, laut Banda dan laut Flores. Dengan demikian, maka batas-batas administratif daerah Kabupaten Wakatobi berada pada wilayah perairan laut, sebagai berikut:

- Sebelah Utara berbatasan dengan wilayah perairan laut Kabupaten Buton dan Buton Utara
- Sebelah Timur berbatasan dengan Laut Banda
- Sebelah Selatan berbatasan dengan Laut Flores
- Sebelah Barat berbatasan dengan wilayah perairan laut Kabupaten Buton.



Sumber: *Google Maps, 2019*

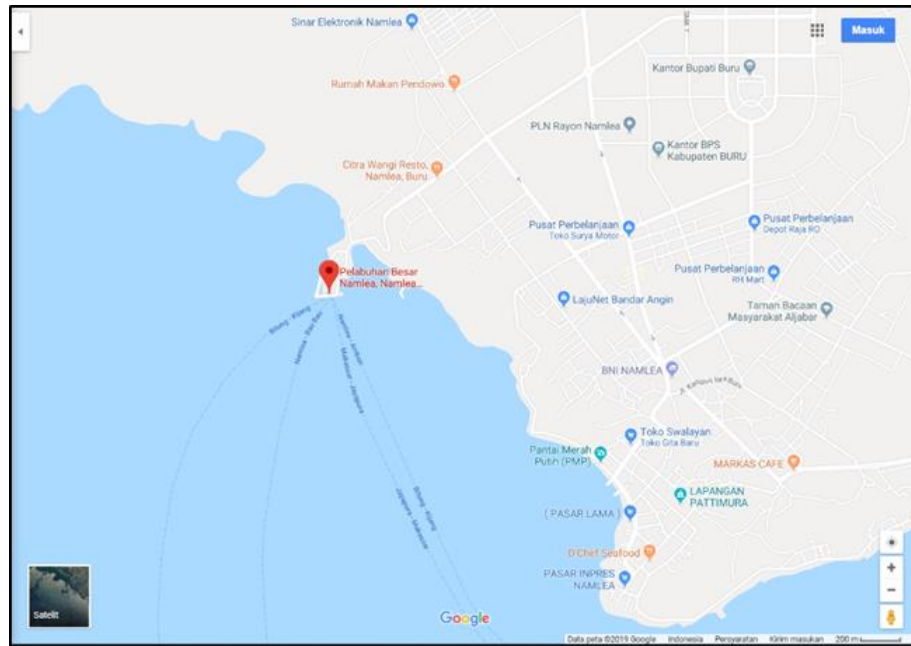
Gambar 2-7 Peta Wilayah Wanci

1.2.3 Kabupaten Buru-Namlea

Namlea adalah sebuah kecamatan di Kabupaten Buru, Maluku, Indonesia. Kecamatan Namlea merupakan Ibukota Kabupaten Buru terdiri dari 11 desa dan 9 dusun. Luas wilayah Kecamatan Namlea 951,15 Km² secara geografis berbatasan dengan:

- Sebelah Utara : Laut Seram
- Sebelah Selatan : Selat Manipa
- Sebelah Barat : Teluk Kayeli dan Dusun Batu Boy
- Sebelah Timur : Selat Manipa

Jarak masing-masing desa di kecamatan Namlea dengan Ibu Kota kecamatan adalah sebagai berikut Lala 2 Km, Ubung 10 Km, Jikumerasa 17 Km, Waimiting 19 Km, Sawa 20 Km, Waeperang 25 Km, Sanleko 10 Km, Karang Jaya 3 Km. Wilayah kecamatan Namlea didominasi dataran rendah dan dikelilingi pegunungan dan perbukitan yang berasosiasi dengan daerah pantai serta perbukitan yang menempati bagian barat laut dengan ketinggian mencapai sekitar 400 meter. Selain itu terdapat juga bukit di bagian selatan dan barat Namlea dengan ketinggian sekitar kurang dari 100 meter.



Sumber: *Google Maps*, 2019

Gambar 2-8 Peta Wilayah Namlea

1.2.4 Kapal Feeder

Kapal *feeder* adalah kapal pengangkut dengan kapasitas kecil yang mengangkut dari pelabuhan muat menuju pelabuhan transit atau lanjut di pindah ke *Mother Vessel*. Sedangkan *mother vessel* adalah kapal pengangkut dengan kapasitas besar yang mengangkut dari pelabuhan transit menuju pelabuhan tujuan. Tetapi jika pengiriman barang dari pelabuhan muat (misalnya: Tanjung Priok, Jakarta) menuju pelabuhan bongkar (misalnya: Busan, Korea) dengan menggunakan 1 kapal saja maka tidak ada istilah *Feeder Vessel* dan *Mother Vessel*.

Istilah *Feeder Vessel* dan *Mother Vessel* jika pengiriman barang dari pelabuhan muat ke pelabuhan bongkar tersebut mengalami pergantian kapal. Misalnya: Pelabuhan muat Tanjung Priok dan pelabuhan bongkarnya Los Angeles, California. Sementara rute pengiriman itu melalui Jakarta - Singapore menggunakan Kapal YM Glory dan Singapore - Los Angeles, CA menggunakan Kapal Hanjin Sao Paulo. Maka *Feeder Vessel* nya adalah YM Glory dan *Mother Vessel*nya adalah Hanjin Sao Paulo.

1.2.5 Kapal 3-in-1

Kapal 3-in-1 merupakan salah satu kapal yang diperkenalkan oleh PT. Pelni. Salah satu contoh kapal 3-in-1 milik PT. Pelni adalah Kapal Motor Dobonsolo yang mampu mengangkut 1500 penumpang, 80 unit kontainer, dan 300 unit mobil. Kapal ini merupakan hasil modifikasi kapal penumpang yang dilakukan PT. Pelni. Dengan pengoperasian KM. Dobonsolo, PT. Pelni

meraup keuntungan mencapai 40%. Untuk contoh layout awal kapal 3-in-1 Penumpang-Barang-Peti Kemas bisa dilihat pada Gambar 2-9.

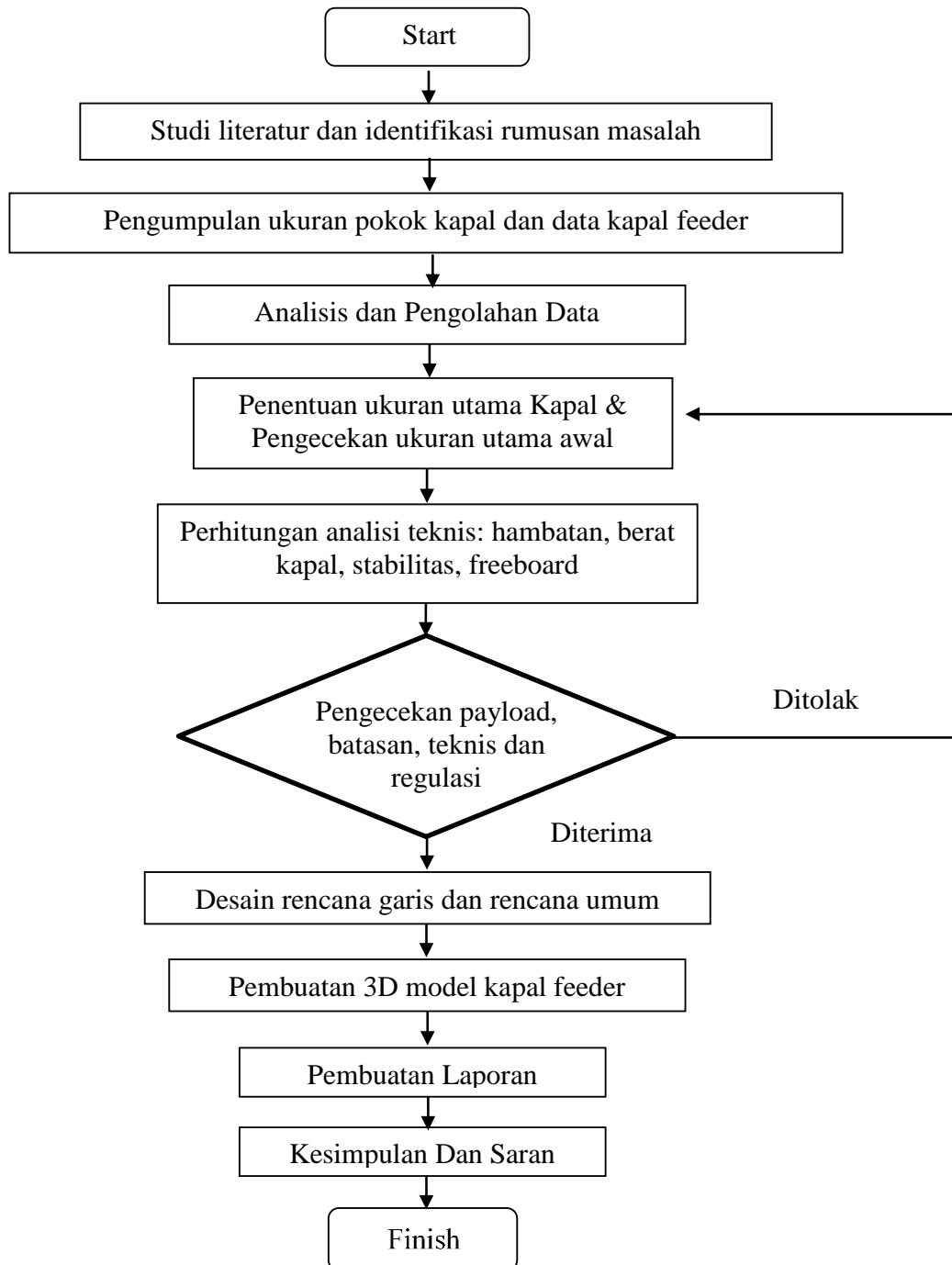


Sumber: *Google Images* 2019

Gambar 2-9 Kapal 3-*in-1* KM DOBONSOLO

BAB 3 METODOLOGI

1.1 Diagram Alir



Gambar 3-1 Bagan Alir Pengerjaan Tugas Akhir

1.2 Proses Pengerjaan

Secara umum tahap dari pengerjaan Tugas Akhir ini terdiri dari beberapa tahapan, antara lain:

1.2.1 Identifikasi Lapangan dan Perumusan Masalah

Identifikasi lapangan diperlukan untuk meninjau kondisi sebenarnya dari wilayah yang ingin dijadikan daerah penelitian. Beberapa hal yang perlu diidentifikasi adalah, apakah daerah tersebut layak dijadikan untuk penelitian, bagaimana kondisi lingkungan di daerah tersebut, seberapa besar potensi perekonomian daerah, dan lain sebagainya. Selanjutnya setelah diketahui kondisi *real* dari lingkungan yang akan dijadikan lokasi penelitian, barulah dirumuskan masalah apa saja yang ingin dikaji dalam penelitian berdasarkan kondisi yang telah ditinjau sebelumnya.

1.2.2 Pengumpulan Data

Dalam tahap ini, dilakukan pengumpulan data-data terkait beserta landasan teori yang mendukung dalam tugas akhir ini. Materi yang menjadi pokok bahasan adalah sebagai berikut:

1. Teori Desain
2. *Feeder Vessel* pada tol laut trayek T-7
3. Sistem Kapal 3-in-1 yang akan digunakan

1.2.3 Studi Literatur

Studi literatur yang digunakan bersumber dari jurnal lokal maupun internasional, dapat juga bersumber dari Tugas Akhir yang pernah dikaji sebelumnya juga beserta buku-buku yang berhubungan dengan pengerjaan tugas akhir ini. Studi literatur diperlukan untuk mendapatkan pemahaman tentang *Reef Cruise*, kapal wisata, dan referensi perhitungan teknis yang merupakan inti dari Tugas Akhir ini.

1.2.4 Owner Requirement

Dari data yang telah terkumpul, langkah selanjutnya dalam tahap pengerjaan adalah melakukan analisis terhadap data tersebut. Analisis diperlukan untuk memperoleh requirement mengenai jenis lambung kapal, kapasitas penumpang yang dapat diangkut, dan sebagainya.

1.2.5 Ukuran Utama Kapal

Dalam penentuan ukuran utama kapal, digunakan metode *parental design approach* yaitu dengan membandingkan model penelitian dengan kapal induk yang sudah ada atau sudah

pernah dibuat sebelumnya. *Parental design approach* yang digunakan adalah Bali Hai Reef Cruise. Kemudian, dari hasilnya dianalisis dengan batasan perbandingan rasio ukuran utama. Jika nilai perbandingan ukuran utama tidak sesuai dengan batasan rasio yang disyaratkan, maka ukuran utama harus diubah dan dimodelkan ulang.

1.2.6 Perhitungan Teknis

Perhitungan teknis yang dilakukan meliputi Perhitungan Stabilitas, perhitungan *freeboard*, perhitungan berat dan *displacement*, perhitungan kebutuhan *fresh water*, penentuan penggunaan genset, serta analisis ekonomi

1.2.7 Desain Model

Pada tahap ini dilakukan perencanaan terhadap Reef Cruise ini sehingga didapatkan desain yang sesuai dengan karakteristik perairan di daerah pelayaran dan dapat diaplikasikan secara optimal. Perencanaan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- **Desain Rencana Garis**

Pembuatan Rencana Garis dilakukan dengan bantuan *software maxsurf*. Bentuk lambung katamaran dibuat supaya semua *coefficient* dan parameternya terpenuhi. Kemudian hasil dari desain di *maxsurf* dapat langsung diambil *lines plan*-nya. Selanjutnya untuk memperhalus hasilnya dilakukan dengan *software AutoCad*.

- **Desain Rencana Umum**

Dari desain Rencana Garis yang dilakukan pada tahap sebelumnya, dibuat Rencana Umum untuk tampak samping dan tampak atas. Penataan muatan, pemasangan peralatan dan perlengkapan, dan lainnya direncanakan dengan baik di sini.

- **Desain Interior Tiga Dimensi**

Dari desain Rencana Garis dan Rencana Umum kemudian dibuat desain tiga dimensinya menggunakan *software Google Sketchup*. Pembuatan bentuk 3D ini supaya memudahkan untuk melihat bentuk kapal dan pembagian ruangan serta penataan peralatan di kapal.

1.2.8 Kesimpulan & Saran

Setelah dilakukan desain model yang sudah sesuai lalu dapat ditarik kesimpulan akhir terhadap perancangan yang ada. Apakah perancangan tersebut sudah sesuai dan memenuhi requirement yang telah ditentukan sebelumnya apa belum. Jika dapat dikatakan sudah memenuhi maka dapat dilakukan analisis terhadap nilai keekonomian *Reef Cruise*. Pada akhirnya saran dipergunakan untuk menyempurnakan Tugas Akhir ini yang dapat dijadikan referensi untuk penelitian selanjutnya.

BAB 4

ANALISIS TEKNIS

4.1 Perencanaan Muatan (*Payload*)

Penentuan muatan kapal *feeder 3-in-1* ini dibagi menjadi tiga bagian berdasarkan jenis muatan kapal yaitu penumpang, barang, dan kontainer. Yang merupakan *payload* penumpang dari kapal *feeder 3-in-1* ini yaitu berat penumpang beserta barang bawaannya.

4.1.1 *Payload* Penumpang

Penentuan *payload* penumpang diambil dari jumlah wisatawan di rute pelayaran Surabaya-Wanci dan Surabaya-Namlea. Metode yang digunakan dalam melakukan *data forecasting* yaitu metode *least square* atau regresi linear. Data yang digunakan yaitu data wisatawan dari tahun 2013 sampai dengan tahun 2017 untuk memproyeksikan jumlah wisatawan sampai pada tahun 2025.

Table 4.1 Data Wisatawan Wanci/Kabupaten Wakatobi

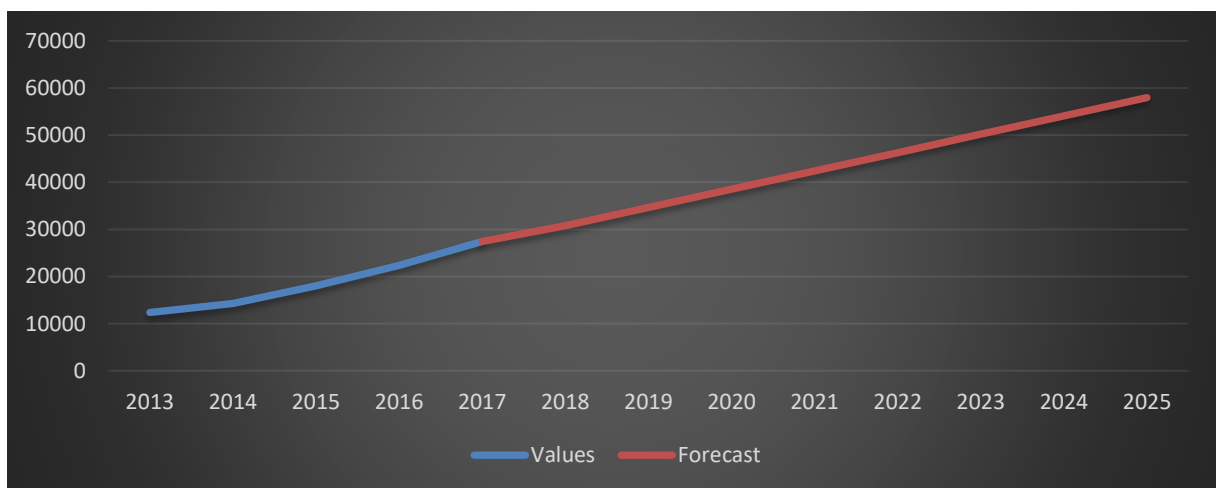
Tahun	Jumlah Penumpang
2013	12.370
2014	14.270
2015	18.027
2016	22.380
2017	27.439

Sumber : (Badan Pusat Statistik, Kab. Wakatobi, 2018)

Setelah didapatkan jumlah wisatawan untuk lima tahun terakhir pada Table 4.1 Data Wisatawan Wanci/Kabupaten Wakatobi, dilakukan *forecasting* dengan menggunakan metode *regresi linear* untuk mendapatkan jumlah penumpang yang dijadikan data acuan penentuan *payload* kapal. Di mana *regresi linear* adalah alat statistik yang dipergunakan untuk mengetahui pengaruh antara satu atau beberapa variabel terhadap satu buah variabel. Pada data *regresi linear* ini data diambil dari jumlah wisatawan Wanci dari tahun 2013-2017, yang di *forecasting* sampai tahun 2025. Hasil *forecasting* dapat dilihat pada Table 4.2 dan Gambar 4-1

Table 4.2 Hasil *Forecast* untuk Wisatawan Wanci

Tahun	Values	Forecast	Penumpang/Hari
2013	12.370		
2014	14.270		
2015	18.027		
2016	22.380		
2017	27.439	27.439	76,219
2018		30.760,673	85,446
2019		34.646,341	96,239
2020		38.532,001	107,033
2021		42.417,676	117,826
2022		46.303,343	128,620
2023		50.189,011	139,413
2024		54.074,678	150,207
2025		57.960,346	161,000



Gambar 4-1 Grafik Hasil *Forecast* Penumpang untuk Wisatawan Wanci

Setelah dilakukan *forecasting* jumlah penumpang pada Tabel IV.2 dan Gambar IV.1, dilakukan perhitungan untuk mendapatkan jumlah penumpang untuk setiap trip dan *payload* kapal. Perhitungan trip dan penumpang untuk daerah Wanci dapat dilihat dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Jarak Surabaya-Wanci} &= 1.275,59 \text{ km} \\ &= 688,76 \text{ nm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan (Vs)} &= 12 \text{ knot} \\ &= 22,22 \text{ km/h} \end{aligned}$$

Waktu yang ditempuh = 57,39 jam
 = 2,4 hari

Jumlah penumpang Wanci di tahun 2025 = 161,00 orang

Jumlah hari per trip = 2,4 hari

Jumlah Penumpang Wanci per trip = 161 orang/2,4 hari
 = 68 orang

Berat 1 orang = 75 kg + 25 kg (barang bawaan)

Berat Total Wanci = 68 orang * 100 kg
 = 6.800 kg
 = 6,8 Ton

Didapat jumlah penumpang 68 orang dengan berat total 6,8 ton untuk penentuan *payload* kapal di daerah Wanci. Kemudian dilakukan perhitungan yang serupa untuk daerah Namlea. Data yang digunakan yaitu data penumpang tujuan Namlea dari tahun 2013 sampai dengan tahun 2017 untuk memproyeksikan jumlah wisatawan sampai pada tahun 2025.

Table 4.3 Data Penumpang Tujuan Namlea/Kabupaten Buru

Tahun	Jumlah Penumpang
2013	140.633
2014	129.339
2015	114.729
2016	111.259
2017	105.537

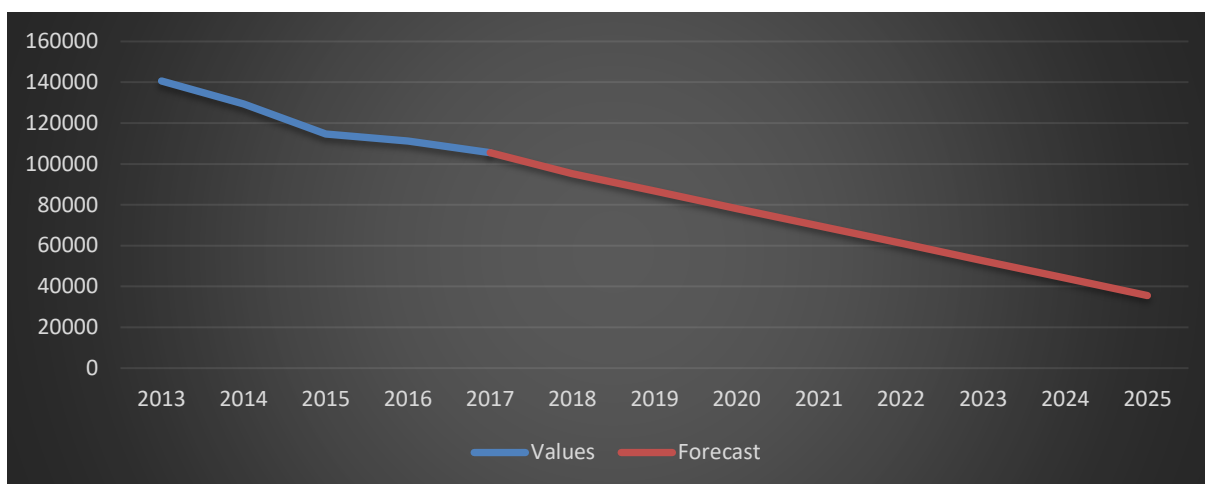
Sumber: Badan Pusat Statistik, Kab. Buru, 2018

Pada data *regresi linear* ini data diambil dari jumlah data penumpang tujuan Namlea dari tahun 2013-2017, yang di *forecasting* sampai tahun 2025. Hasil *forecasting* dapat dilihat pada Table 4.4 dan Gambar 4-2.

Table 4.4 Hasil *Forecast* untuk Penumpang Tujuan Namlea

Tahun	Values	Forecast	Penumpang/Hari
2013	140.633		
2014	129.339		
2015	114.729		
2016	111.259		
2017	105.537	105,537	293,158
2018		95.267,709	264,632
2019		86.737,311	240,936
2020		78.206,914	217,241
2021		69.676,516	193,545

Tahun	Values	Forecast	Penumpang/Hari
2022		61.146,119	169,850
2023		52.615,721	146,154
2024		44.085,323	122,459
2025		35.554,926	98,763



Gambar 4-2 Grafik Hasil *Forecast* Penumpang Tujuan Namlea

Setelah dilakukan *forecasting* jumlah penumpang pada Tabel IV.4 dan Gambar IV.2, dilakukan perhitungan untuk mendapatkan jumlah penumpang untuk setiap *trip* dan *payload* kapal. Perhitungan *trip* dan penumpang untuk daerah Namlea dapat dilihat dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut:

Jarak Surabaya-Namlea = 1.906,87 km
= 1.029,63 nm

Kecepatan (Vs) = 12 knots
= 22,22 km/h

Waktu yang ditempuh = 85,80 jam
= 3,5 hari

Jumlah penumpang Namlea di tahun 2025 = 98,76 orang

Jumlah hari per *trip* = 3,5 hari

Jumlah penumpang Namlea per *trip* = 98,76 orang/3,5 hari
= 28 orang

Berat satu orang = 75 kg + 25 kg (barang bawaan)

Berat Total Namlea = 28 orang * 100 kg

= 2.800 kg

= 2,8 Ton

Didapat jumlah penumpang 28 orang dengan berat total 2,8 ton untuk penentuan *payload* kapal di daerah Namlea. Sehingga didapatkan *payload* yang dibutuhkan yang dapat dilihat pada Table 4.5.

Table 4.5 *Payload* Penumpang

<i>List</i>	Jumlah Penumpang	<i>Unit</i>
Surabaya-Wanci	68	orang
	6.800	kg
	6,8	ton
Berat Total Namlea	28	orang
	2.900	kg
	2,9	ton
Jumlah Penumpang	96	orang
Berat Total	9,6	ton

4.1.2 *Payload* Barang

Payload barang diambil dari referensi kapal yang sudah ada yaitu K.M. Dobonsolo dengan pertimbangan memiliki jenis muatan yang sama. Muatan barang diambil berdasarkan penentuan jumlah persentase *demand* yang akan diangkut dari total *demand* yang ada saat ini. Ada 33 jenis komoditas menurut departemen perhubungan yang beredar saat ini. Setiap komoditas memiliki jumlah *supply* dan *demand* yang berbeda dan bervariasi untuk setiap daerahnya. Adapun jumlah komoditas yang disebarakan dari Surabaya, Wanci, dan Namlea dapat dilihat pada Table 4.6.

Table 4.6 Jumlah Demand Daerah Surabaya-Wanci-Namlea

No	Komoditas	Surabaya / bulan (ton)	Wanci/ bulan (ton)	Namlea/ bulan (ton)
1	Semen	93.806	1.435	1.816
2	Elektronika Rumahan & Kantor	12.059	268	44
3	Pupuk	5.206	1.191	3.936
4	Tekstil	8.441	188	31

Sumber: attn.dep-hub.go.id

Dari jumlah *demand* pada Table 4.6, dilakukan perhitungan jumlah barang (semen) yang diangkut dalam waktu per 1 *trip* nya.

Jumlah *demand* semen di Wanci = 1.435 ton/bulan

Jumlah *demand* semen di Namlea = 1.816 ton/bulan

Jumlah *demand* semen total = 3.251 ton/bulan
 = 812,75 ton/minggu

Asumsi 100% *demand*

1x *trip* = 7 hari

Jumlah barang = 1.08,367 ton

Jumlah barang dalam sak = 2.709,18 sak

Didapat jumlah barang (semen) 2.709 sak dengan berat total 108,37 ton untuk penentuan *payload* kapal.

4.1.3 *Payload* Kontainer

Payload kontainer diambil dari referensi kapal yang sudah ada yaitu K.M. Dobonsolo dengan pertimbangan memiliki jenis muatan yang berbeda. Dari jumlah *demand* yang dapat dilihat pada tabel IV.6, ditentukan jumlah kontainer yang dibutuhkan untuk mengangkut komoditas tersebut adalah sebanyak 10 TEU's dengan masing-masing komoditas dibagi menjadi beberapa muatan sesuai dengan *stowage factor* nya. *Stowage factor* masing-masing komoditas dapat dilihat pada Table 4.7.

Table 4.7 *Stowage Factor*

No	Komoditas	<i>Stowage Factor</i>
1	Pupuk	1.17 m ³ /ton
2	Tekstil	1.14 m ³ /ton
3	Elektronika Rumahan & Kantor	0.67 m ³ /ton

Dari Tabel IV.7 dilakukan perhitungan untuk menentukan pembagian muatan antara komoditas satu dengan yang lain berdasarkan *stowage factor* nya. Dapat dilihat dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut:

Jumlah kontainer pupuk:

Berat = 165 ton

Stowage Factor = 1,17 m³/ton

Vm = 150 ton * 1.17 m³/ton

= 193,05 m³

Jumlah kontainer (C) = 193,05 m³ / 38,27 m³ (luasan satu kontainer) = 5,004

Jumlah kontainer elektronika rumahan & kantor:

Berat = 78 ton

$$\text{Stowage Factor} = 0,67 \text{ m}^3/\text{ton}$$

$$\begin{aligned} \text{Vm} &= 78 \text{ ton} * 0,67 \text{ m}^3/\text{ton} \\ &= 117,15 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah kontainer (C)} = 117,15 \text{ m}^3 / 38,27 \text{ m}^3 \text{ (luas satu kontainer)} = 3,061$$

Jumlah kontainer tekstil:

$$\text{Berat} = 54,75 \text{ ton}$$

$$\text{Stowage Factor} = 1,14 \text{ m}^3/\text{ton}$$

$$\begin{aligned} \text{Vm} &= 54,75 \text{ ton} * 1,14 \text{ m}^3/\text{ton} \\ &= 62,41 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah kontainer (C)} = 62,41 \text{ m}^3 / 38,27 \text{ m}^3 \text{ (luas satu kontainer)} = 1,631$$

Dikarenakan jumlah *demand* yang terlalu banyak untuk muatan kapal *feeder 3-in-1* ini dan kondisi pelabuhan yang tidak mendukung maka ditentukan jumlah kontainer 10 TEU's dengan berat total 303,65 ton untuk penentuan *payload* kapal. Dibagi menjadi beberapa muatan, kontainer pupuk berjumlah 5 TEU's, kontainer elektronika berjumlah 3 TEU's, kontainer tekstil berjumlah 2 TEU's yang dibagi menggunakan *stowage factor* masing-masing komoditas. Sehingga didapatkan *payload* yang dibutuhkan pada Table 4.8.

Table 4.8 Penentuan *Payload*

No	Komoditas	Jumlah	Berat (ton)
1	Penumpang	96 orang	9,6
2	Barang	2.709 sak	108,37
3	Kontainer	10 TEU's	303,65
			421,62

4.2 Penentuan Ukuran Utama Kapal

Setelah didapatkan jumlah muatan yang akan diangkut, langkah berikutnya yaitu menentukan ukuran utama dari kapal *feeder 3-in-1* ini. Penentuan ukuran utama kapal awal menggunakan metode *Geosim Procedure* yang diambil dari *parent ship* K.M. DOBONSOLO seperti yang ditunjukkan pada Table 4.9.

Table 4.9 Ukuran Utama Parent Ship

Ukuran Utama Kapal			
Nama		Nilai	Satuan
<i>Deadweight Tonnage</i>	DWT	3500	ton
Panjang Perpendicular	Lpp	147	m
Lebar	B	24	m
Tinggi	T	12	m
Sarat	H	6.4	m
Kecepatan	Vs	16	knots

Kemudian dilakukan perhitungan untuk mendapatkan *layout* awal kapal. Sehingga didapatkan ukuran utama awal kapal:

$$\begin{aligned}
 K &= (W2/W1)*(1/3) \\
 &= (463,78/3500)*(1/3) \\
 &= 0,510
 \end{aligned}$$

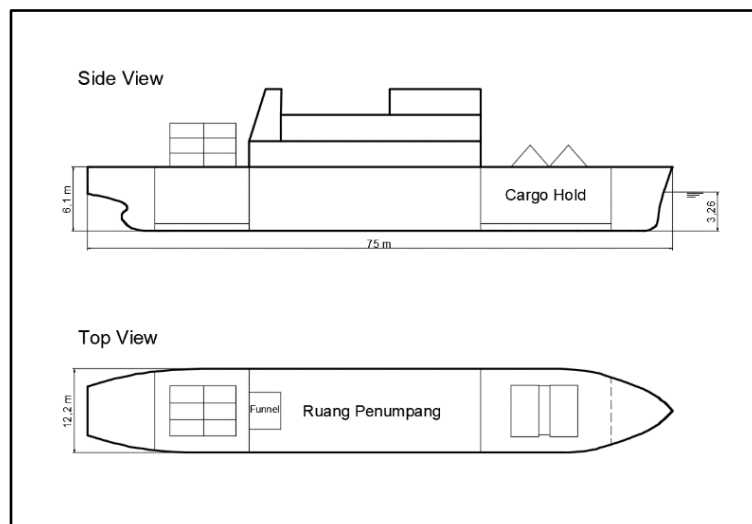
$$\begin{aligned}
 Lpp2 &= k*Lpp1 \\
 &= 74,933 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 B_2 &= k*B1 \\
 &= 12,236 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 H_2 &= k*H1 \\
 &= 6,111 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T_2 &= k*T1 \\
 &= 3,261 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Penentuan lokasi kontainer dan barang dilakukan dengan membuat *layout* awal kapal *feeder 3-in-1* dan plot tempat kontainer dan barang. Hasil *layout* awal kapal *feeder 3-in-1* dapat dilihat pada Gambar 4-3.



Gambar 4-3 *Layout Awal Kapal*

Setelah mendapatkan ukuran utama awal, dilakukan pemodelan lambung dengan *software Maxsurf* untuk menyesuaikan besarnya *displacement* dan lebar kapal minimum 10 m (lebar dua kontainer dan *gangway*). Nilai DWT kapal adalah 10% *payload* kapal *feeder 3-in-1* Sehingga didapatkan ukuran utama awal seperti yang dapat dilihat pada Table 4.10.

Table 4.10 Ukuran Utama Kapal Awal

Ukuran Utama Kapal			
Nama		Nilai	Satuan
<i>Deadweight Tonnage</i>	DWT	463,78	ton
Panjang Perpendicular	Lpp	75	m
Lebar	B	12,2	m
Tinggi	T	6,1	m
Sarat	H	3,26	m
Kecepatan	Vs	12	knots

4.3 Pemeriksaan Ukuran Utama Kapal

Setelah mendapatkan ukuran utama awal dilakukan pemeriksaan, seperti yang tertera pada Sub Bab II.1.3. Rasio ukuran kapal yang diisyaratkan untuk kapal *feeder 3-in-1* ini dapat dilihat pada Table 4.11.

Table 4.11 Hasil Pemeriksaan Ukuran Utama Kapal

Persyaratan	Rasio	Nilai Minimum	Nilai Desain	Nilai Maksimum	Keterangan
Hambatan	L/B	5,7	6,14754098	7,8	<i>Accepted</i>
Stabilitas	B/T	1,8	3,74233129	5	<i>Accepted</i>
Kekuatan Memanjang	L/H	9,9	12,295082	13,5	<i>Accepted</i>
<i>Freeboard</i>	B/H	1,47	2	2,38	<i>Accepted</i>

Hasil pemeriksaan ukuran utama kapal diterima apabila nilai desain yang telah dihitung tidak melebihi dari nilai maksimum dan tidak kurang dari nilai minimumnya.

4.4 Perhitungan Koefisien Kapal

Setelah didapatkan ukuran utama akhir maka dilakukan proses desain pada *software*, kemudian didapatkan bentuk lambung kapal dengan ukuran dan data hidrostatnya. Koefisien yang ditentukan meliputi bentuk koefisien (C_B), koefisien prismatic (C_P), koefisien *midship* (C_M), dan koefisien *water plane* (C_{WP}). Pada sub bab ini juga dihitung nilai LCB dan *displacement* untuk mengetahui karakteristik kapal.

Dengan menggunakan metode yang telah dibahas pada Sub Bab 2.1.4, didapatkan hasil dari koefisien bentuk badan kapal, LCB, dan *displacement* yang dapat dilihat pada Table 4.12. Untuk detail perhitungan dapat dilihat pada Lampiran A.

Table 4.12 Hasil Perhitungan Koefisien Bentuk Badan Kapal

Koefisien Bentuk Badan Kapal, LCB, dan <i>Displacement</i>			
Nama		Nilai	Satuan
Koefisien Blok	C_B	0,693	
Koefisien Prismatic	C_P	0,704	
Koefisien <i>Midship</i>	C_M	0,985	
Koefisien <i>Water Plane</i>	C_{WP}	0,785	
<i>Longitudinal Center of Bouyancy</i>	LCB	37.612	m dari AP
<i>Volume Displacement</i>		2.067,007	m ³
<i>Displacement</i>		2.118,683	Ton

4.5 Perhitungan Hambatan Kapal

Setelah didapatkan ukuran utama kapal selanjutnya dilakukan perhitungan hambatan. Perhitungan hambatan untuk kapal *feeder 3-in-1* ini dilakukan dengan metode *Holtrop-Mennen*. Dengan menggunakan seluruh persamaan yang ada pada sub bab 2.1.5, didapatkan hasil dari seluruh komponen yang mempengaruhi hambatan kapal. Hasil perhitungan hambatan kapal dapat dilihat pada Table 4.13.

Table 4.13 Hasil Perhitungan Hambatan Kapal

Komponen Hambatan Kapal			
Nama		Nilai	Satuan
Koefisien Hambatan Gesek	C^F	1.727×10^{-3}	
Koefisien Hambatan Gelombang	R^W/W	6.69×10^{-6}	
Luas Permukaan Basah	S^{TOT}	1.056,047	m ²
Faktor Bentuk Badan Kapal	(1+K)	1,208	

Komponen Hambatan Kapal			
<i>Corelation Allowance</i>	C ^A	5,758x10 ⁻⁴	
Hambatan Total	R ^T	63,292	kN

Hasil perhitungan hambatan di atas merupakan hasil yang telah ditambah dengan *sea margin* sebesar 15% sesuai dengan ITTC 1957 akibat terjadinya korosi dan menempelnya hewan laut yang menyebabkan penambahan kekasaran lambung. Untuk detail perhitungan dapat dilihat pada Lampiran A.

4.6 Perhitungan Propulsi Kapal dan Pemilihan Mesin

Dalam pemilihan mesin induk dan generator, diperlukan perhitungan akan kebutuhan daya mesin untuk kapal *feeder 3-in-1* ini. Dengan menggunakan persamaan yang terdapat pada sub bab 2.1.6, maka didapatkan komponen propulsi yang dapat dilihat pada Table 4.14.

Table 4.14 Hasil Perhitungan Propulsi Kapal

Komponen Propulsi Kapal			
Nama		Nilai	Satuan
<i>Effective Horse Power</i>	EHP	390,725	kW
<i>Thrust Horse Power</i>	THP	379,294	kW
<i>Delivery Horse Power</i>	DHP	770,141	kW
<i>Shaft Horse Power</i>	SHP	785,858	kW
<i>Break Horse Power</i>	BHP	801,896	kW
<i>Maximum Horse Power</i>	MCR	935,545	kW

Pada Table 4.14 diperoleh besar MCR adalah 843,856 kW, di mana dalam pemilihan mesin induk daya dari mesin yang terdapat pada katalog harus lebih besar dari MCR yang telah dihitung. Mesin induk yang direncanakan berjumlah satu, sehingga perhitungan untuk memilih mesin induk sebagai penggerak kapal dapat dilihat pada Table 4.15.

Table 4.15 Spesifikasi Mesin Induk

Spesifikasi Mesin Induk	
Tipe Mesin	MAN D2862 LE 463
Daya	1029 kW
RPM	2.100 rpm
Panjang	2.124 mm
Lebar	1.153 mm
Tinggi	1.289 mm
Berat Bersih	2.27 ton
Bore x Piston	128 x 157
Konsumsi <i>Fuel Oil</i>	210 g/kWh
Konsumsi <i>Lubricating Oil</i>	1.5 g/kWh



Gambar 4-4 Main Engine

Sumber: (Katalog MAN Marine Engine, 2019)

Selain pemilihan mesin induk, pemilihan juga dilakukan untuk mesin generator. Daya mesin generator diasumsikan sebesar 24% dari daya mesin induk yang dibutuhkan. Sehingga keperluan daya mesin generator adalah sebesar 224,531 kW. Perhitungan mesin generator yang dipilih dapat dilihat pada Table 4.16.

Table 4.16 Spesifikasi Mesin Generator

Spesifikasi Mesin Generator	
Tipe Mesin	CCFJ-K300J-WTP
Daya	300 kW
RPM	2.100 rpm
Panjang	2.800 mm
Lebar	1.100 mm
Tinggi	1.750 mm
Konsumsi <i>Fuel Oil</i>	195 g/kWh
Konsumsi <i>Lubricating Oil</i>	1.5 g/kWh



Gambar 4-5 Mesin Generator
Sumber: (www.alibaba.com, 2019)

4.7 Perhitungan Berat Kapal

Berat kapal dibedakan menjadi dua yaitu *Dead Weight Tonnage* (DWT) dan *Light Weight Tonnage* (LWT). Dalam sub bab ini akan dibahas hasil perhitungan DWT dan LWT untuk kapal *feeder 3-in-1* ini.

4.7.1 DWT

Perhitungan DWT meliputi perhitungan seluruh *payload*, bahan bakar, minyak lumas, air tawar, bawaan penumpang, dan kebutuhan penumpang. Berdasarkan sub bab 2.1.7.1 berikut hasil perhitungan komponen DWT.

4.7.1.1 Berat Bahan Bakar

Perhitungan kebutuhan bahan bakar dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti durasi perjalanan, *fuel consumption* mesin, massa jenis bahan bakar, dsb. Dengan menggunakan persamaan yang terdapat pada sub bab 2.1.7.1.1, hasil perhitungan berat bahan bakar dapat dilihat pada Table 4.17.

$$W_{FO} = (SFR \times MCR) \times \left(\frac{range}{speed} \right) \times margin \quad (4-1)$$

$$WFO = 22575459,5 \text{ gram}$$

$$WFO = 22575459,50 \text{ gram}$$

$$\text{margin} = 10\%$$

$$WFO = 24833005,45 \text{ gram}$$

$$WFO = 24,833 \text{ ton}$$

Volume

$$\rho_{FO} = 991 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{FO} = 0,991 \text{ ton/m}^3$$

$$VFO = 25.05853224 \text{ m}^3$$

Table 4.17 Berat Bahan Bakar

Berat Bahan Bakar	
SFR	$208 \times 10^{-6} \text{ ton/kWh}$
MCR	1029 kW
Panjang Rute	992 <i>nautical miles</i>
Kecepatan	12 knots
W_{FO}	24,833 ton

4.7.1.2 Berat Minyak Lumas

Perhitungan kebutuhan minyak lumas dibagi menjadi dua sesuai dengan rpm mesin yang digunakan. $W_{LO} = 20 \text{ ton}$ untuk *medium speed diesel*, $W_{LO} = 15 \text{ ton}$ untuk *low speed diesel*. Dengan menggunakan persamaan yang terdapat pada sub bab 2.1.7.1.2, hasil perhitungan berat minyak lumas dapat dilihat pada Table 4.18. Berikut perhitungan volume untuk tangki minyak lumas:

Volume

$$\rho_{FO} = 900 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{FO} = 0,9 \text{ ton/m}^3$$

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

$$VLO = 23.333 \text{ m}^3$$

Table 4.18 Berat Minyak Lumas

Berat Minyak Lumas	
Persamaan	20 <i>ton/engine</i>
W_{LO}	20 ton

4.7.1.3 Berat Air Tawar

Kebutuhan air tawar pada kapal penumpang berbeda pada umumnya. Air bersih ini digunakan saat penumpang minum air maupun saat menggunakan kamar mandi. Oleh karena itu, kebutuhan air setiap orang diasumsikan sebanyak 0,17 ton/hari nya. Dengan menggunakan persamaan yang terdapat pada sub bab 2.1.7.1.3, hasil perhitungan berat air tawar dapat dilihat pada Table 4.19.

Weight

$$W_{FW} = 0.17 \times \text{kapasitas penumpang} \quad (4-2)$$

$$W_{FW} = 0,17 \quad \text{ton}/(\text{person} \times \text{day})$$

$$W_{FW} = 85 \quad \text{ton}$$

Volume

$$\rho_{FW} = 1000 \quad \text{kg}/\text{m}^3$$

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

$$V_{FW} = 85 \quad \text{m}^3$$

Table 4.19 Berat Air Tawar

Berat Air Tawar	
Persamaan	0,17 ton/orang.hari
Jumlah Penumpang	97 orang
Jumlah ABK	29 orang
W_{FW}	85 ton

4.7.1.4 Berat Tangki Pembuangan (*Sewage*)

Kebutuhan tangki pembuangan pada bus amfibi ini digunakan penumpang yang melakukan pembuangan ke toilet. Setiap orang dalam bus diasumsikan membuang dua liter dan tangki dikosongkan setiap satu hari, sehingga didapat berat pembuangan dengan perhitungan berikut:

$$\text{Berat pembuangan} = \text{Pembuangan per orang} \times \text{Jumlah } \textit{roundtrip} \text{ per hari} \times \text{Kapasitas penumpang}$$

Di mana,

$$\text{Pembuangan per orang} = 1,5 \text{ ltr/orang,} \quad \text{masa jenis air: } 0,001 \text{ ton/ltr}$$

$$= 1,5 \times 10^{-3} \text{ ton}$$

Trip per hari = 7 hari

Kapasitas penumpang = 115 orang

Sehingga,

Berat pembuangan = 1,207 ton per hari

4.7.1.5 Berat Perlengkapan Penumpang & Crew

Dengan menggunakan persamaan yang terdapat pada sub bab 2.1.7.1.4, hasil perhitungan berat perlengkapan penumpang dapat dilihat pada Table 4.20.

$$W_{C\&E} = 0,17 \times \text{kapasitas penumpang} \quad (4-3)$$

$$W_{C\&E} = 0,17 \text{ ton/person}$$

$$W_{C\&E} = 21,25 \text{ ton}$$

Table 4.20 Berat Perlengkapan Orang

Berat Perlengkapan Orang	
Persamaan	0,17 ton/orang
Jumlah Penumpang	97 orang
Jumlah ABK	29 orang
$W_{C\&E}$	21,25 ton

4.7.1.6 Berat Provisions

Dengan menggunakan persamaan yang terdapat pada sub bab 2.1.7.1.5, hasil perhitungan berat provisions penumpang dapat dilihat pada Table 4.21.

$$W_{C\&E} = 0,01 \times \text{kapasitas penumpang} \quad (4-4)$$

$$WPR = 0,01 \text{ ton/(person x day)}$$

$$WPR = 5 \text{ ton}$$

Table 4.21 Berat Provisions

Berat Provisions	
Persamaan	0,01 ton/orang.Hari
Jumlah Penumpang	97 orang
Jumlah ABK	29 orang
W_{PR}	5 ton

4.7.1.7 Berat Payload

Perhitungan berat payload dibagi menjadi tiga, yaitu penumpang, barang, dan kontainer. Berat penumpang dianggap 75 kg/orang dengan barang bawaan 25 kg/orang,

berat kontainer sesuai dengan *stowage factor* yang dapat dilihat pada Table 4.8, dan jumlah barang (semen) adalah 2.710 sak. Berat barang 108,4 ton dibagi menjadi 40 kg/sak, sehingga jumlah barang yaitu 2.710 sak.

Table 4.22 Berat *Payload*

Berat Penumpang	
Jumlah Penumpang	97 orang
Berat Satu Orang	75 kg
Berat Total Penumpang	8,73 ton
Berat Kontainer	
Jumlah Kontainer	10 TEUs
Berat Satu Kontainer	30 ton
Berat Total Kontainer	303,65 ton
Berat Barang	
Jumlah Barang	2.710 sak
Berat Satu Barang	40 kg
Berat Total Barang	108,4 ton
$W_{Payload}$	421,62 ton

Sehingga total berat *payload* seperti yang ditunjukkan Table 4.22. Untuk perhitungan lebih lengkap dapat dilihat pada Lampiran A.

4.7.2 LWT

Perhitungan LWT meliputi perhitungan perhitungan berat struktur *superstructure*, *deckhouse*, lambung kapal, permesinan, peralatan, dan perlengkapan. Perhitungan berat konstruksi dilakukan dengan menggunakan metode pendekatan yang telah dijelaskan pada sub bab II.1.7.2. Berikut hasil perhitungan komponen LWT.

4.7.2.1 Berat *Deckhouse*

Dengan menggunakan persamaan yang terdapat pada sub bab 2.1.7.2.2, hasil perhitungan berat *deckhouse* dapat dilihat pada Table 4.23.

Deck 3		Deck 4	
LDH II =	27,000 m	LDH III =	27,000 m
BDH II =	9,800 m	BDH III =	9,800 m
ADH II =	264,600 m ²	ADH III =	264,600 m ²
WDH II =	48,157 ton	WDH III =	48,157 ton

Deck 5		Deck 6	
LDH IV =	27,000 m	LWH =	12,000 m
BDH IV =	9,800 m	BWH =	7,800 m
ADH IV =	264,60 m ²	AWH =	93,600 m ²
WDH IV =	44,453 ton	WWH =	15,725 ton
WDH =	161,983 ton		

Table 4.23 Berat Deckhouse

Berat <i>Deckhouse</i>	
<i>Specific Area Weight</i>	170 ton/m ²
<i>Layer I (Deck 2)</i>	48,157 ton
<i>Layer II (Deck 3)</i>	48,157 ton
<i>Layer III (Deck 4)</i>	48,157 ton
<i>Layer IV (Navigational Deck)</i>	15,725 ton
W _{DH}	161,983 ton

4.7.2.2 Berat Lambung Kapal

Dengan menggunakan persamaan yang terdapat pada sub bab 2.1.7.2.3, hasil perhitungan berat lambung kapal dapat dilihat pada Table 4.24.

$$\begin{aligned}
 DA &= \text{corrected depth due to superstructure and deckhouses} \\
 &= \frac{H + (VA + VDH)}{(L * B)} \quad (4-5) \\
 &= 8,543 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 CSO &= \text{Cargo ship (3 decks)} \\
 &= 0,082 \text{ t/m}^3
 \end{aligned}$$

$$\Delta \text{ kapal} = 2.118,682 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned}
 U &= \log \frac{\Delta}{100} \quad (4-6) \\
 &= 1.326
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_S &= C_{so} + 0.06 * e^{-(0,5 U + 0,1 U^{2,45})} \quad (4-7) \\
 &= 0,120
 \end{aligned}$$

$$\text{margin} = 10\%$$

$$W_{ST} = L * B * D_A * C_S \quad (4-8)$$

$$= 1.029,702 \text{ ton}$$

Table 4.24 Berat Lambung Kapal

Berat Lambung Kapal	
W_{ST}	1.029,702 ton
W_{Hull}	878,844 ton

4.7.2.3 Berat Peralatan dan Perlengkapan

Dengan menggunakan persamaan yang terdapat pada sub bab 2.1.7.2.4, hasil perhitungan berat permesinan dapat dilihat pada Table 4.25. Untuk perhitungan lebih detail dapat dilihat pada Lampiran A.

$$n = 2$$

$$Crane \text{ working radius} = 25$$

$$W_{crane} = 48,0000 \text{ ton/unit}$$

$$W \text{ Group II} = 96,0000 \text{ ton}$$

$$C = (0.18 \text{ ton / m}^2 < C < 0.26 \text{ ton / m}^2) \quad (4-9)$$

$$= 0,26 \text{ [ton/m}^2]$$

$$W \text{ Group IV} = (L * B * D)^{2/3} * C \quad (4-10)$$

$$= 53,876 \text{ ton}$$

Equipment and Outfitting Total Weight

$$= 306,368 \text{ ton}$$

Table 4.25 Berat Peralatan dan Perlengkapan

Berat Peralatan dan Perlengkapan	
<i>Group II (Loading Equipment)</i>	96 ton
<i>Group III (Accommodation)</i>	161,983 ton
<i>Group IV (Miscellaneous)</i>	53,876 ton
W_{Eq}	311,859 ton

4.7.2.3 Berat Permesinan

Dengan menggunakan persamaan yang terdapat pada sub bab 2.1.7.2.5, hasil perhitungan berat permesinan dapat dilihat pada Table 4.26. Untuk perhitungan lebih lengkap dapat dilihat pada Lampiran A.

Table 4.26 Berat Permesinan

Berat Permesinan	
<i>Main Engine</i>	2,3 ton
<i>Propulsion Unit</i>	4,729 ton
<i>Electrical Unit</i>	6,9 ton
<i>Other Weight</i>	21 ton
$W_{\text{Machinery}}$	34,899 ton

4.7.3 Berat Total

Dari perhitungan sebelumnya, didapatkan rekapitulasi berat total kapal seperti pada Table 4.27.

Table 4.27 Rekapitulasi Berat Total Kapal

Total Beral Kapal	
W_{FO}	24,833 ton
W_{LO}	20 ton
W_{FW}	85 ton
$W_{\text{C\&E}}$	21,25 ton
W_{PR}	5 ton
W_{Payload}	421,62 ton
W_{DH}	161,983 ton
W_{Hull}	878,844 ton
W_{Eq}	311,859 ton
$W_{\text{Machinery}}$	34,899 ton
Total	
W_{TOT}	1941,842 ton

4.8 Perhitungan Titik Berat Kapal

Titik Berat kapal dibedakan menjadi dua yaitu *Dead Weight Tonnage* (DWT) dan *Light Weight Tonnage* (LWT). Dalam Sub Bab ini akan dibahas hasil perhitungan DWT dan LWT untuk setiap kondisi modul.

4.8.1 DWT

Perhitungan titik berat DWT meliputi perhitungan seluruh *payload*, bahan bakar, minyak lumas, air tawar, bawaaan penumpang, dan kebutuhan penumpang.

4.8.1.1 Titik Berat Bahan Bakar

Perhitungan titik berat bahan bakar dilakukan dengan membuat perlengkapan tangki di sketsa *General Arrangement* lalu ditentukan LCG maupun VCG nya. Hasil titik berat bahan bakar dapat dilihat pada Table 4.28.

Table 4.28 Titik Berat Bahan Bakar

Titik Berat Bahan Bakar	
Panjang Tangki	1,0 m
Lebar Tangki	7,8 m
Tinggi Tangki	3,0 m
LCG_{FO}	16,5 m
VCG_{FO}	0,5 m

4.8.1.2 Titik Berat Minyak Lumas

Perhitungan titik berat minyak lumas dilakukan dengan membuat perlengkapan tangki di sketsa *General Arrangement* lalu ditentukan LCG maupun VCGnya. Hasil titik berat minyak lumas dapat dilihat pada Table 4.29.

Table 4.29 Titik Berat Minyak Lumas

Titik Berat Minyak Lumas	
Panjang Tangki	1,0 m
Lebar Tangki	9,3 m
Tinggi Tangki	3,0 m
LCG_{LO}	19,5 m
VCG_{LO}	0,5 m

4.8.1.3 Titik Berat Air Tawar

Perhitungan titik berat air tawar dilakukan dengan membuat perlengkapan tangki di sketsa *General Arrangement* lalu ditentukan LCG maupun VCGnya. Hasil titik berat air tawar dapat dilihat pada Table 4.30.

Table 4.30 Titik Berat Air Tawar

Titik Berat Air Tawar	
Panjang Tangki	4,64 m
Lebar Tangki	7,18 m
Tinggi Tangki	2,60 m
LCG_{FW}	42,81 m
VCG_{FW}	2,30 m

4.8.1.4 Titik Berat Perlengkapan Penumpang

Perhitungan titik berat perlengkapan penumpang dihitung dari penyebaran penumpang pada tiap geladak. Hasil titik berat perlengkapan penumpang dapat dilihat pada Table 4.31. Untuk perhitungan lebih detail dapat dilihat pada Lampiran A.

Table 4.31 Titik Berat Perlengkapan Penumpang

Titik Berat Perlengkapan Penumpang	
LCG _{C&E}	43,50 m
VCG _{C&E}	9,08 m

4.8.1.5 Titik Berat *Provisions*

Perhitungan titik berat *provisions* dilakukan dengan membuat perlengkapan tangki di sketsa *General Arrangement* lalu dihitung LCG maupun VCGnya. Hasil titik berat *provisions* dapat dilihat pada Table 4.32.

Table 4.32 Titik Berat *Provisions*

Titik Berat <i>Provisions</i>	
LCG _{C&E}	27,50 m
VCG _{C&E}	4,85 m

4.8.1.6 Titik Berat *Payload*

Perhitungan titik berat *payload* dibagi menjadi tiga yaitu titik berat penumpang, titik berat container, titik berat barang. Untuk titik berat penumpang dihitung dari penyebaran penumpang di tiap geladak. Untuk titik berat container dihitung dengan membuat peletakan container pada sketsa *General Arrangement*. Untuk titik berat barang dianggap berada di tengah ruang muat barang dari sketsa *General Arrangement*. Hasil titik berat *payload* dapat dilihat pada Table 4.33. Perhitungan lebih lengkap dapat dilihat pada Lampiran A.

Table 4.33 Titik Berat *Payload*

Titik Berat Penumpang	
LCG _{Penumpang}	22,5 m
VCG _{Penumpang}	5,475 m
Titik Berat Kontainer	
LCG _{Kontainer}	23,865 m
VCG _{Kontainer}	3,513 m
Titik Berat Barang	
LCG _{Barang}	34,5 m
VCG _{Barang}	2,255 m
Total Titik Berat <i>Payload</i>	
LCG _{Payload}	26,577 m
VCG _{Payload}	3,229 m

4.8.2 LWT

Perhitungan LWT meliputi perhitungan berat *superstructure*, *deckhouse*, lambung kapal, permesinan, peralatan, dan perlengkapan.

4.8.2.1 Titik Berat *Deckhouse*

Titik Berat *deckhouse* dihitung di tengah *deckhouse* secara memanjang dan vertikal pada tiap dek. Sehingga didapatkan titik berat *deckhouse* seperti pada Table 4.34.

Table 4.34 Titik Berat *Deckhouse*

<i>Main Deck (Deck 2)</i>	
LCG_{Deck2}	43,5 m
VCG_{Deck2}	7,4 m
<i>Deck 3</i>	
LCG_{Deck3}	43,5 m
VCG_{Deck3}	10 m
<i>Deck 4</i>	
LCG_{Deck4}	43,5 m
VCG_{Deck4}	12,4 m
<i>Wheelhouse (Deck 5)</i>	
LCG_{Deck5}	43,5 m
VCG_{Deck5}	14,8 m
Titik Berat Total <i>Deckhouse</i>	
LCG_{DH}	51 m
VCG_{DH}	10,447 m

4.8.2.2 Titik Berat Lambung Kapal

Titik berat lambung kapal dapat dihitung dengan rumus pendekatan dengan persamaan (Parsons, 2001), sehingga didapatkan titik berat lambung kapal seperti pada Table 4.35. Untuk perhitungan lebih lengkap dapat dilihat pada Lampiran A.

Table 4.35 Titik Berat Lambung Kapal

Titik Berat Lambung Kapal	
LCG_{Hull}	37,499 m
VCG_{Hull}	2,971 m

4.8.2.3 Titik Berat Peralatan dan Perlengkapan

Titik berat peralatan dan perlengkapan kapal dapat dihitung dengan rumus pendekatan dengan persamaan (Parsons, 2001), sehingga didapatkan titik berat peralatan dan perlengkapan kapal seperti pada Table 4.36. Untuk perhitungan lebih lengkap dapat dilihat pada Lampiran A.

Table 4.36 Titik Berat Peralatan dan Perlengkapan

Titik Berat Peralatan dan Perlengkapan	
LCG_{Eq}	32,61 m
VCG_{Eq}	8,629 m

4.8.2.4 Titik Berat Permesinan

Titik berat permesinan dihitung dengan menggunakan pendekatan. Untuk $LCG_{Machinery}$ dihitung pada ujung *main engine*. Untuk $VCG_{Machinery}$ dapat menggunakan persamaan (Parsons, 2001) sehingga didapatkan titik berat permesinan seperti Table 4.37.

Table 4.37 Titik Berat Permesinan

Titik Berat Peralatan dan Perlengkapan	
LCG_{Eq}	7,741 m
VCG_{Eq}	1,501 m

4.8.3 Titik Berat Total

Dari perhitungan sebelumnya, didapatkan rekapitulasi titik berat total kapal yang dapat dilihat pada Table 4.38.

Table 4.38 Rekapitulasi Berat Total Kapal

LCG Kapal		VCG Kapal	
LCG_{FO}	16,5 m	VCG_{FO}	0,5 m
LCG_{LO}	19,5 m	VCG_{LO}	0,5 m
LCG_{FW}	42,81 m	VCG_{FW}	2,3 m
$LCG_{C\&E}$	43,5 m	$VCG_{C\&E}$	9,08 m
LCG_{PR}	27,5 m	VCG_{PR}	4,85 m
$LCG_{Payload}$	26,616 m	$VCG_{Payload}$	3,225 m
LCG_{DH}	23,08 m	VCG_{DH}	10,319 m
LCG_{Hull}	37,499 m	VCG_{Hull}	2,971 m
LCG_{Eq}	32,61 m	VCG_{Eq}	8,629 m
$LCG_{Machinery}$	7,741 m	$VCG_{Machinery}$	1,501 m
Total		Total	
LCG_{TOT}	35,91 m	VCG_{TOT}	4,49 m

4.9 Freeboard

Sesuai dengan sub bab 2.1.8, *freeboard* yang disyaratkan menggunakan rumus untuk tipe kapal B. Rekapitulasi perhitungan *freeboard* dapat dilihat pada Table 4.39.

Table 4.39 *Freeboard*

Freeboard		
Tabular Freeboard	800,00	mm
Koreksi Panjang (L)	75	mm
Koreksi C_B	800,00	mm
Koreksi Tinggi (D)	971,87	mm
Koreksi Bangunan Atas	933,00	mm
Koreksi <i>Bow Height</i>	3711,8	mm
Total Freeboard	933,00	mm

Dari Table 4.39, didapatkan lambung timbul setelah dikoreksi yaitu 971,87 mm. Hasil perhitungan lambung timbul kemudian dibandingkan dengan rancangan lambung timbul. Dengan nilai rancangan lambung timbul (H-T) sebesar 2,84 m, dan lambung timbul minimum yaitu 0,971 m. Maka *freeboard* memenuhi dengan nilai *freeboard design* lebih besar dibandingkan dengan nilai *freeboard minimum*. Untuk koreksi *bow height* memenuhi dengan syarat menambahkan *forecastle deck* dengan tinggi 2,4 - 2,5 m. Didapatkan hasil *bow height* yaitu 5,34 m yang memenuhi koreksi *bow height minimum* sebesar 3,71 m. Untuk perhitungan lebih detail dapat dilihat pada Lampiran A.

4.10 Penentuan Load Case

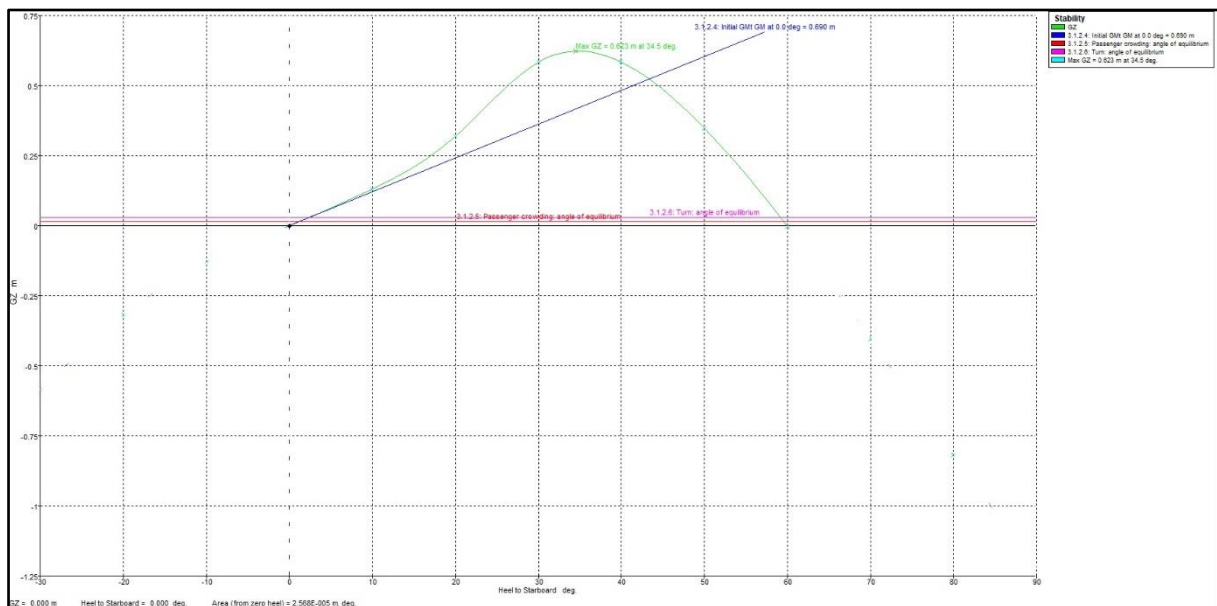
Penentuan *load case* diperlukan untuk menganalisis trim dan stabilitas kapal. Banyaknya *load case* dipertimbangkan berdasarkan perkiraan kondisi dari *payload* dan isi tanki yang akan muncul pada saat kapal berlayar. Sehingga *load case* dari kapal feeder 3-in-1 untuk *payload* penumpang dibagi menjadi dua variasi yaitu saat penumpang penuh dan 50% terisi. Untuk *payload* container dan kendaraan juga sama dibagi menjadi dua variasi yaitu saat penuh dan 50% terisi. Untuk tanki divariasikan saat keadaan kapal berangkat yaitu keadaan penuh dan saat keadaan kapal datang yaitu 10% terisi. Ditambah pada saat kapal kosong secara keseluruhan. Sehingga terdapat 17 *load case* seperti pada Table 4.40.

Table 4.40 Load Case

Load Case Deckhouse Terpasang				
No.	Penumpang	Kontainer	Barang	Tangki
1	96	100%	100%	100%
2	96	100%	100%	10%
3	96	100%	50%	100%
4	96	100%	50%	10%
5	96	50%	100%	100%
6	96	50%	100%	10%
7	96	50%	50%	100%
8	96	50%	50%	10%
9	48	100%	100%	100%
10	48	100%	100%	10%
11	48	100%	50%	100%
12	48	100%	50%	10%
13	48	50%	100%	100%
14	48	50%	100%	10%
15	48	50%	50%	100%

Load Case Deckhouse Terpasang				
No.	Penumpang	Kontainer	Barang	Tangki
16	48	50%	50%	10%
17	0	0%	0%	0%

Dapat dilihat pada Table 4.40, terdapat 17 variasi kondisi pemuatan. Hasil analisis stabilitas untuk kondisi-kondisi pemuatan tersebut dapat dilihat pada Gambar 4-6, Table 4.41, Table 4.42, Table 4.44. Untuk perincian tiap beban tiap *loadcase* dapat dilihat pada LAMPIRAN A.



Gambar 4-6 Grafik GZ (*Righting Arm*) Loadcase 1

Gambar 4-6 dapat dilihat nilai maksimum lengan pembalik (*righting arm*) terjadi pada saat derajat kemiringan kapal sebesar 34,5 derajat dengan panjang lengan 0,623 m, dan titik metasenter awal kapal atau pada kemiringan 0 derajat sebesar 0,69. Hasil stabilitas lain dapat dilihat pada Lampiran A.

4.10.1 Kondisi Kapal Kosong

Kondisi A (kapal kosong) merupakan kondisi dimana kapal tanpa muatan dan *equipment* pada kapal telah terpasang. Pada kondisi ini kebutuhan bahan bakar direncanakan 10% dari kondisi aslinya. Kondisi kapal kosong ini sangat perlu diperhitungkan terutama untuk trim karena kondisi ini merupakan kondisi saat kapal mulai berlayar dan beroperasi tanpa membawa muatan. Berikut proses perhitungan untuk kondisi ini:

1. Mula-mula dimasukkan data-data beban dari komponen yang ada (diambil dari hasil perhitungan berat dan titik berat). Data-data yang dibutuhkan untuk beban-beban pada komponen tersebut antara lain berat komponen, LCG komponen, VCG komponen, dan TCG komponen (jika ada).
2. Setelah beban dimasukkan, selanjutnya dilakukan proses analisis dengan memilih menu *Start Analysis*

4.10.2 Kondisi 50% Full Load

Kondisi ini merupakan kondisi dimana kapal dengan segala perlengkapannya membawa muatan sebesar 50% dari total muatan penuh dan kebutuhan bahan bakar direncanakan 50% dari kondisi aslinya. Berikut proses perhitungan untuk kondisi ini:

1. Mula-mula dimasukkan data-data beban dari komponen yang ada (diambil dari hasil perhitungan berat dan titik berat). Data-data yang dibutuhkan untuk beban-beban pada komponen tersebut antara lain berat komponen, LCG komponen, VCG komponen, dan TCG komponen (jika ada).
2. Setelah beban dimasukkan, selanjutnya dilakukan proses analisis dengan memilih menu *Start Analysis*.

4.10.3 Kondisi 100% Full Load

Kondisi C ini merupakan kondisi dimana kapal dengan segala perlengkapannya membawa muatan sebesar 100% dari total muatan penuh dan kebutuhan bahan bakar direncanakan 100% atau keadaan *fuel tank*. Kondisi ini sangat perlu diperhitungkan terutama untuk trim karena kondisi ini merupakan kondisi saat kapal berlayar dan beroperasi dengan kondisi *full load*. Berikut proses perhitungan untuk kondisi ini:

1. Mula-mula dimasukkan data-data beban dari komponen yang ada (diambil dari hasil perhitungan berat dan titik berat). Data-data yang dibutuhkan untuk beban-beban pada komponen tersebut antara lain berat komponen, LCG komponen, VCG komponen, dan TCG komponen (jika ada).
2. Setelah beban dimasukkan, selanjutnya dilakukan proses analisis dengan memilih menu *Start Analysis*.

4.11 Analisis Trim

Analisis *trim* untuk semua *load case* dilakukan dengan menggunakan *software Maxsurf Stability*. Batas maksimal dari *trim* kapal *3-in-1* ini adalah $\pm 0,5\%$ L_{wl} atau $\pm 0,375$ m. Untuk analisis awal dilakukan tanpa ballast pada setiap *load case*.

Table 4.41 Hasil Awal Trim

Load Case	Ta (m)	Tf (m)	Ta-Tf (m)	Percentage (%)	Status
1	3,195	2,935	0,261	0,348	Accepted
2	2,895	2,737	0,158	0,210067	Accepted
3	2,603	3,351	0,747	0,996	Rejected
4	3,063	2,391	0,672	0,896	Rejected
5	2,819	3,017	-0,198	-0,264	Accepted
6	2,495	2,834	-0,338	-0,45067	Accepted
7	2,983	2,681	0,302	0,402667	Accepted
8	2,673	2,484	0,189	0,252	Accepted
9	3,160	2,938	0,242	0,322667	Accepted
10	2,879	2,741	0,138	0,184	Accepted
11	3,336	2,607	0,729	0,972	Rejected
12	3,047	2,395	0,653	0,870667	Rejected
13	2,804	3,022	-0,218	-0,29067	Accepted
14	2,479	2,839	-0,360	-0,48	Accepted
15	2,967	2,688	0,282	0,376	Accepted
16	2,656	2,489	0,167	0,222667	Accepted
17	2,170	2,269	-0,099	-0,132	Accepted

Dari Table 4.41, masih terdapat kondisi trim yang tidak memenuhi standar SOLAS Reg II/7. Untuk mengatasi hal tersebut, perlu adanya *ballast* pada *load case* yang belum memenuhi peraturan. Setelah penambahan Ballast, seluruh *load case* memenuhi peraturan seperti yang ditunjukkan pada Table 4.42. Untuk rekap analisis dapat dilihat pada Lampiran A.

Table 4.42 Hasil Akhir Trim

Load Case	Ta (m)	Tf (m)	Ta-Tf (m)	Percentage (%)	Status
1	3,195	2,935	0.261	0,348	Accepted
2	2,895	2,737	0.158	0,210067	Accepted
3	3,162	3,008	0,154	0,205333	Accepted
4	2,813	2,859	0,047	0,062667	Accepted
5	2,819	3,017	-0.198	-0,264	Accepted
6	2,495	2,834	-0,338	-0,45067	Accepted
7	2,983	2,681	0,302	0,402667	Accepted
8	2,673	2,484	0,189	0,252	Accepted

Load Case	Ta (m)	Tf (m)	Ta-Tf (m)	Percentage (%)	Status
9	3,160	2,938	0,242	0,322667	Accepted
10	2,879	2,741	0,138	0,184	Accepted
11	3,147	3,012	0,135	0,18	Accepted
12	2,844	2,817	0,027	0,036	Accepted
13	2,804	3,022	-0,218	-0,29067	Accepted
14	2,479	2,839	-0,360	-0,48	Accepted
15	2,967	2,688	0,282	0,376	Accepted
16	2,656	2,489	0,167	0,222667	Accepted
17	2,170	2,269	-0,099	-0,132	Accepted

4.12 Analisis Stabilitas

Analisis stabilitas kapal yang dilakukan hanya analisis *intact stability* yang kondisi batasnya telah dijelaskan pada sub bab 2.1.10. Analisis dilakukan dengan menggunakan *software Maxsurf Stability* pada setiap *load case* yang kondisi trimnya telah memenuhi. Untuk kriteria stabilitas dapat dilihat pada Table 4.43. Hasil Analisis bisa dilihat pada Table 4.44. Untuk rekap analisis dapat dilihat pada Lampiran A.

Table 4.43 Kriteria Stabilitas

Area 0 to 30 (m.deg)	Area 0 to 40 (m.deg)	Area 30 to 40 (m.deg)	Max GZ at 30 or Greater (m)	Angle of Maximum GZ (deg)	Initial GMt (m)	Passenger Crowding (deg)	Turning Angle (deg)
≥ 3.151	≥5.157	≥1.719	≥0.200	≥25.000	≥0.150	≤ 10	≤ 10

Table 4.44 Hasil Stabilitas

Load Case	Area 0 to 30 (m.deg)	Area 0 to 40 (m.deg)	Area 30 to 40 (m.deg)	Max GZ at 30 or Greater (m)	Angle of Maximum GZ (deg)	Initial GMt (m)	Passenger Crowding (deg)	Turning Angle (deg)	Status
	Actual	Actual	Actual	Actual	Actual	Actual	Actual	Actual	
1	7,378	13,473	6,095	0,623	34,5	0,69	1,2	2,4	Accepted
2	3,8165	7,2141	3,3977	0,359	32,7	0,223	3,9	7,6	Accepted
3	8,1009	14,751	6,6419	0,677	35,5	0,786	1,0	2,1	Accepted
4	4,6440	8,6742	4,0311	0,420	33,6	0,330	2,7	5,4	Accepted
5	7,4959	13,695	6,1995	0,633	35,5	0,701	1,3	2,6	Accepted
6	3,7639	6,9407	3,1768	0,337	32,7	0,225	4,3	8,0	Accepted
7	7,6960	13,995	6,2993	0,643	35,5	0,728	1,3	2,5	Accepted
8	3,8771	7,0149	3,1378	0,333	32,7	0,245	4,2	7,8	Accepted

Load Case	Area 0 to 30 (m.deg)	Area 0 to 40 (m.deg)	Area 30 to 40 (m.deg)	Max GZ at 30 or Greater (m)	Angle of Maximum GZ (deg)	Initial GMt (m)	Passenger Crowding (deg)	Turning Angle (deg)	Status
	Actual	Actual	Actual	Actual	Actual	Actual	Actual	Actual	
9	7,4137	13,538	6,1252	0,626	34,5	0,694	1,2	2,4	Accepted
10	3,8485	7,2662	3,4177	0,361	32,7	0,227	3,9	7,5	Accepted
11	8,1468	14,819	6,6729	0,681	35,5	0,791	1,0	2,1	Accepted
12	4,6781	8,7309	4,0529	0,422	33,6	0,334	2,7	5,4	Accepted
13	7,5360	13,763	6,2272	0,636	35,5	0,706	1,3	2,6	Accepted
14	3,8017	6,9963	3,1946	0,339	32,7	0,230	4,3	7,9	Accepted
15	7,7364	14,063	6,3267	0,646	35,5	0,733	1,3	2,5	Accepted
16	3,9150	7,0700	3,1549	0,334	32,7	0,251	4,1	7,7	Accepted
17	7,2140	11,774	4,5603	0,471	32,7	0,736	1,8	3,5	Accepted

4.13 Desain Rencana Garis (*Lines Plan*)

Dalam pembuatannya diawali dengan pembuatan model 3D lambung kapal yang memiliki karakteristik yang sama dengan perhitungan koefisien. Berikut adalah langkah-langkah pengerjaan rencana garis. Untuk gambar Rencana Garis terlampir.

1. Dilakukan pembuatan surface baru yang akan digunakan dalam membuat rencana garis. Jumlah *surface* dan *control point* disesuaikan agar pembuatan desain lebih mudah.
2. Dilakukan pengukuran terhadap *surface* yang telah dibuat sehingga ukuran sesuai dengan ukuran utama kapal.
3. Dilakukan penyesuaian titik AP, FP, dan juga ketinggian sarat kapal menggunakan perintah "*frame of refrence*".
4. Langkah berikutnya adalah percencanaan jarak *station*, *water line*, dan *buttock line*. Dalam proses ini digunakan perintah *grid spacing* di mana jarak-jarak yang ditentukan sebagai berikut:
 - Dengan panjang 75 meter kapal dibagi ke dalam 20 *stations* dengan jarak 3,94 meter.
 - Dengan tinggi 6.1 meter kapal dibagi ke dalam 7 *water lines*.
 - Dengan lebar kapal 12.2 meter, kapal dibagi ke dalam 6 *buttock lines*.

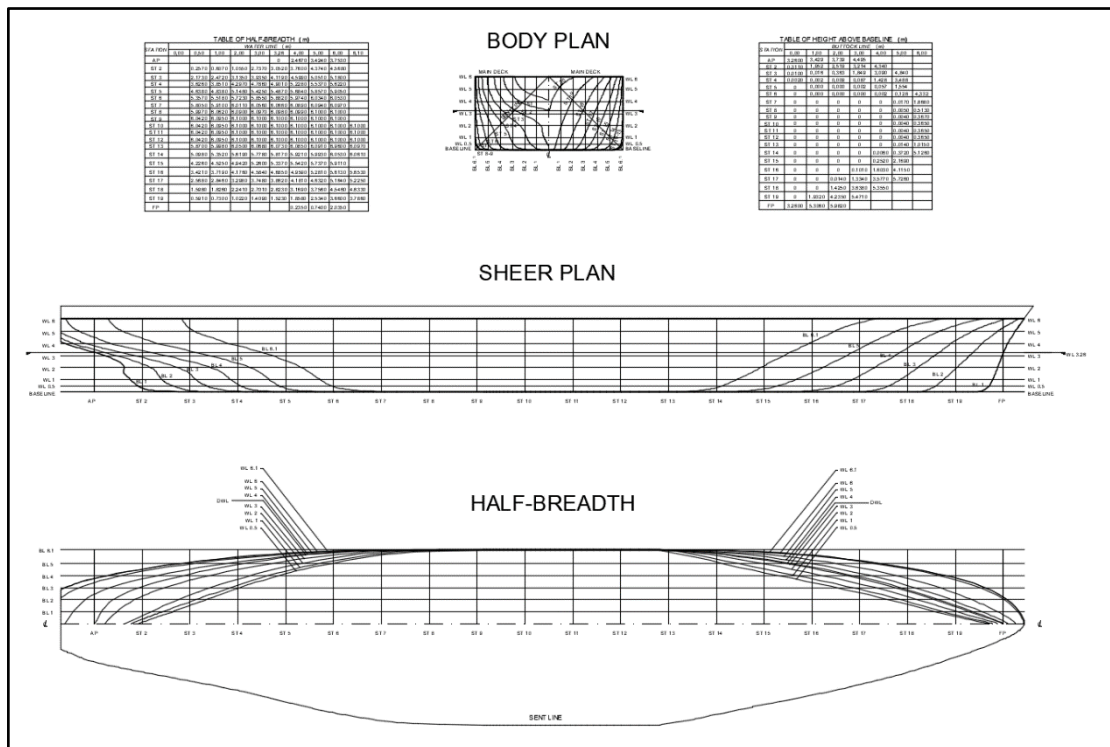
5. Setelah persiapan dilakukan, maka dilanjutkan dengan membentuk bentuk lambung dari kapal. Proses ini dilakukan dengan memindahkan control point. Pada langkah tersebut, *control point* yang dipindahkan akan memberikan nilai hidrostatis pada kapal. *Control point* dipindahkan sehingga menghasilkan nilai hidrostatis yang sesuai. Untuk mengetahui nilai hidrostatis dari kapal yang telah didesain, perintah yang dapat digunakan adalah *calculate hydrostatic*.
6. Setelah mendesain rencana garis, nilai hidrostatis dapat dilihat pada *calculate hydrostatic* untuk memastikan model kapal memiliki karakteristik yang hampir sama dengan perhitungan. Pada Table 4.45 adalah selisih karakteristik kapal model dan perhitungan.

Table 4.45 Selisih Model Kapal 3-in-1 dengan Perhitungan

Perhitungan			Maxsurf			Perbedaan	Persen
Displacement	2118,683	ton	Displacement	2137	ton	18.31739031	0.86%
Cp	0,703576		Cp	0,704		0.000424371	0.06%
Cb	0,692952		Cb	0,699		0.006047697	0.87%
Cm	0,984901		Cm	0,993		0.008099054	0.82%
Cwp	0,785075		Cwp	0,783		-0.002075041	-0.27%
LCB	37,61203	m	LCB	36,275	m	-1.337025408	-3.69%

7. Terakhir model dibuat rencana garis dan dilakukan *fairing*, pembuatan tabel *offset*, dan peletakan kedalam ukuran kertas.

Setelah didapatkan *body plan*, *sheer plan*, dan *half-breadth plan*, langkah selanjutnya adalah menggabungkan ketiganya pada *software*. Hasil desain Rencana Garis dapat dilihat pada Gambar 4-7. Untuk gambar yang lebih jelas dapat di lihat pada Lampiran B.



Gambar 4-7 Lines plan

4.14 Desain Rencana Umum (*General Arrangement*)

Berikut langkah atau tahapan yang dilakukan dalam mendesain Rencana Umum. Untuk gambar Rencana Umum terlampir.

- Langkah awal adalah menentukan jarak gading. Untuk kapal *feeder 3-in-1* ini jarak gading yang direncanakan adalah 600 mm. Untuk jarak gading di kamar mesin, gading besar yang akan didesain diusahakan mampu menyangga ujung depan dan ujung belakang mesin induk sehingga jarak gading yang digunakan adalah lima jarak gading. Untuk ceruk sendiri, ketentuan jarak gading telah diatur dalam BKI yaitu lima jarak gading dan untuk ruang muat jarak gading yang di desain adalah lima jarak gading.
- Selanjutnya adalah meletakkan sekat. Berdasarkan Tabel IV.31, jumlah sekat minimum yang diperbolehkan merupakan fungsi letak kamar mesin dan panjang L. Dengan nilai L sepanjang 75 meter dan kamar mesin di belakang kapal, maka jumlah sekat minimum sebanyak enam sekat melintang. Kapal yang didesain memiliki enam sekat melintang sehingga ketentuan BKI telah tercapai.
- Kamar mesin yang didesain memiliki panjang 9 meter dan mampu menampung satu mesin induk. Tinggi dari kamar mesin yang didesain setinggi 2,4 meter.

4. *Double bottom* yang didesain memiliki tinggi 1,2 meter di kamar mesin dan 1 meter di ruang muat dan *midship*. Penggunaan *double bottom* secara signifikan lebih aman daripada *single bottom*. Dalam hal kerusakan permukaan atau kerusakan bawah air lainnya, sebagian besar kerusakan terjadi membanjiri kompartemen dasar, dan area kapal yang diduduki tetap utuh. Untuk alasan ini, *double bottom* diperlukan di semua kapal penumpang selama beberapa dekade sebagai bagian dari *International Convention for the Safety of Life at Sea* atau *SOLAS Convention*. Tidak memakai *double hull* dikarenakan tidak membawa muatan minyak pada kapal (*oil tanker*) dan DWT kapal sebesar 463,78 ton. DWT kapal tidak melebihi 600 ton dan muatan yang berbeda sehingga tidak memakai regulasi ini sebagai bagian dari *International Convention for the Prevention of Pollution from Ships* atau MARPOL.
5. Dalam mendesain tangki yang dijadikan acuan adalah kapasitas benda yang akan dimuat di dalam tangki sesuai dari perhitungan berat pada Sub Bab IV.7. Tangki *seawage* memiliki kapasitas 80% dari *fresh water* dengan rincian 80% dari kapasitas total *seawage* untuk *grey water* dan sisanya untuk *black water*. Selain itu kapasitas tangki yang akan didesain dikalikan margin 4% untuk ekspansi dan juga konstruksi.
6. Penumpang yang akan diangkut oleh kapal akan dibagi ke dalam satu kelas yaitu kelas ekonomi (*economic class*). Untuk kamar penumpang diletakan pada bangunan atas dan *deck* diatas sarat air dengan maksimum penumpang 4 orang.
7. Ukuran kabin untuk ABS didasarkan pada *International Labour Conventions (ILO) C126*.
8. Dalam menentukan ukuran rumah rantai jangkar (*chain locker*) dan jumlah jangkar yang digunakan, pertama nilai *equipment number (Z)* harus dihitung terlebih dahulu.
9. Selanjutnya adalah menentukan peralatan radio dan navigasi. Untuk kapal *feeder 3-in-1* ini direncanakan memiliki:
 - a. *Search and Rescue Radar (SART)*

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

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

Pada kapal ini rencananya 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*

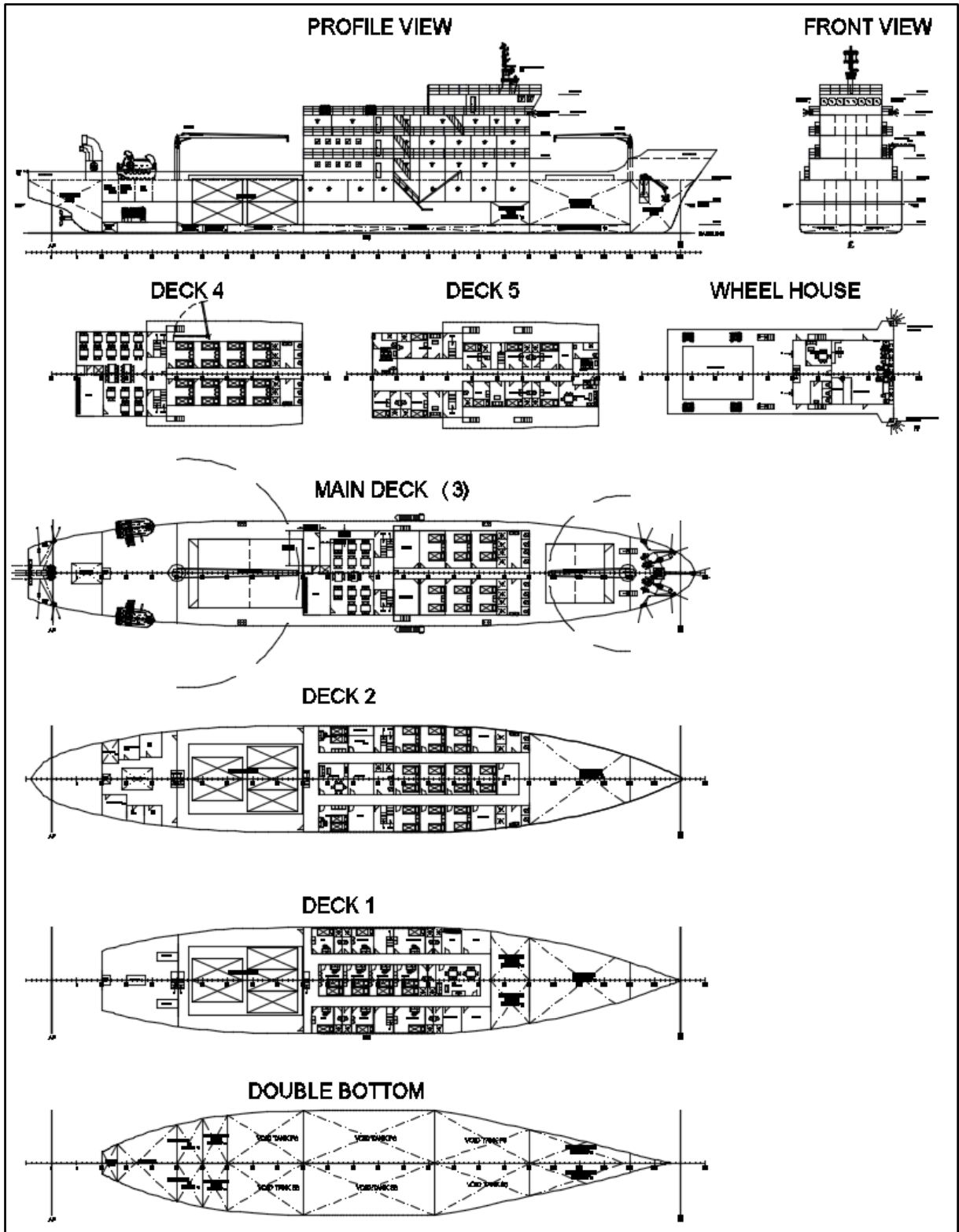
Berdasarkan ketentuan SOLAS Reg. III/6, tiga set *radio telephone* yang memenuhi standar dan diletakkan di *navigation deck* (2 buah) dan 1 di *engine room*.

10. Terakhir adalah pemilihan peralatan *Cargo Securing*. *Cargo securing* meliputi penjagaan untuk kontainer dan barang. Untuk penjagaan kontainer, peralatan dibagi menjadi dua yaitu untuk kontainer muatan (*Cargo Container*) dan barang (*Cargo Hold*)

a. Kontainer Muatan

Penjagaan kontainer muatan direncanakan menggunakan *Lashing Rod* dan *Twist lock*, dan *Turnbuckle*.

b. Barang (*Cargo Hold*)



Gambar 4-8 *General Arrangement GoingMerry*

4.15 Sistem Bongkar Muat

Sistem bongkar muat adalah salah satu kegiatan yang dilakukan dalam proses forwarding (pengiriman) barang. Yang dimaksud dengan kegiatan muat adalah proses

memindahkan barang dari gudang, menaikkan lalu menumpuknya di atas kapal sedangkan kegiatan bongkar adalah proses menurunkan barang dari kapal lalu menyusunnya di dalam gudang pelabuhan atau container yard. Berdasarkan jenis muatannya, sistem bongkar muat pada kapal *feeder 3-in-1* dibagi menjadi dua bagian yaitu bongkar muat barang, dan kontainer.

4.15.1 Barang

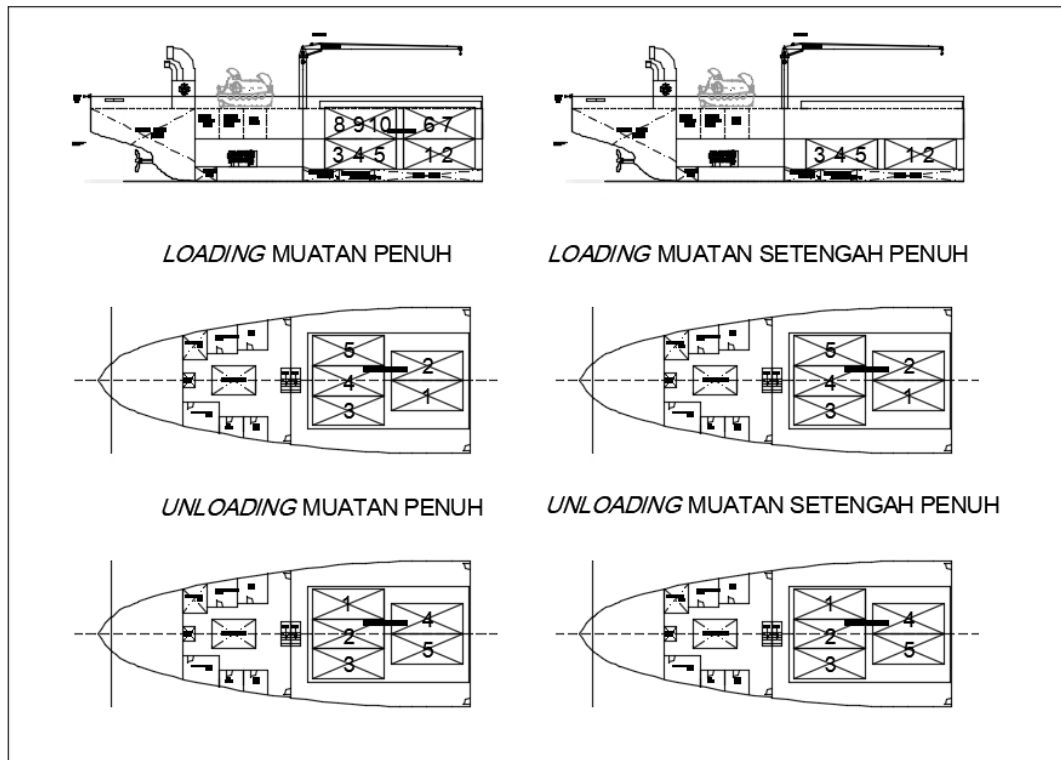
Sistem bongkar muat barang dilakukan dengan menggunakan *crane* lalu diangkat dengan menggunakan tali baja (*wire sling*) atau peralatan bongkar muat non mekanik lainnya. Untuk penerimaan barang di pelabuhan bisa langsung menggunakan truk atau *forklift*, tergantung dari kelengkapan alat dari masing-masing pelabuhan. Pengangkutan semen dapat dilihat pada Gambar 4-9.



Gambar 4-9 Sistem Bongkar Muat Barang

4.15.2 Kontainer

Sistem bongkar muat kontainer dilakukan dengan menggunakan *crane*. Dari sepuluh jumlah kontainer yang ada, dibuat skema peletakkan kontainer secara berturut-turut dilakukan dari sebelah kanan (*starboard*) ke sebelah kiri (*port side*) kemudian dilakukan secara zigzag. Skema ini dilakukan agar kapal tidak oleng dikarenakan berat yang terlalu besar ke satu titik atau sisi. Skema tersebut dapat dilihat pada Gambar 4-10.



Gambar 4-10. Skema *Loading Unloading* Muatan

4.16 Rencana Keselamatan (*Safety Plan*)

Kapal *feeder 3-in-1* ini dirancang sebagai kapal pengangkut penumpang, kontainer, dan barang sehingga standar keselamatan tidak hanya sebatas mempertimbangkan ABK kapal tetapi juga seluruh penumpang kapal. Berikut perencanaan kapal yang telah memepertimbangkan banyaknya penumpang beserta ABK dan ruang akomodasi.

4.16.1 *Life Saving Appliances*

Berdasarkan *International Maritime Organization* (1988) dalam SOLAS Chapter III, berikut beberapa peralatan keselamatan yang terdapat di kapal.

A. *Lifeboat*

Lifeboat yang digunakan adalah *lifeboat* yang dioperasikan menggunakan *davit* (*davit-operated lifeboats*) dimana *lifeboat* tersebut merupakan *partially enclosed lifeboats*. Ukuran dari *lifeboats* yang ber kapasitas maksimal 95 orang (Survitec, 2016). Dengan jumlah penumpang sebanyak 1400 orang beserta ABK 66 orang jumlah *lifeboats* yang digunakan adalah empat kapal di mana diletakkan pada *poop deck* sebanya dua kapal pada *port side* dan dua kapal pada *star board side*.

B. Liferaft

Liferaft yang digunakan berjenis *inflatable liferaft* dengan kapasitas 35 orang. Dengan jumlah penumpang sebanyak 1400 orang beserta ABK 66 orang jumlah *liferaft* yang digunakan adalah sebanyak dua puluh yang diletakkan di *star board side* sebanyak sepuluh buah dan sepuluh buah di *port side*.

C. Lifebuoys

Sesuai dengan ketentuan jumlah *lifebuoy* untuk kapal penumpang menurut SOLAS Reg. III/22-1, jumlah minimal *lifebuoys* adalah 18 yang didistribusikan di kedua sisi kapal dan di geladak terbuka dengan lebar sampai sisi kapal.

D. Lifejackets

Sesuai dengan ketentuan jumlah dan penempatan *lifejacket* pada kapal penumpang berdasarkan SOLAS Reg. III/7-2, *lifejacket* tersedia untuk setiap orang di atas kapal yaitu sebanyak 1466 buah yang terdiri dari *lifejacket* untuk bayi sebanyak 35 buah, *lifejacket* untuk bayi sebanyak 140 buah, dan sisanya untuk orang dewasa.

E. Line Throwing Appliances

Berdasarkan ketentuan peletakan *line throwing appliances* menurut LSA code VII/7.1 maka dipasang 2 (dua) *line throwing appliances* pada setiap sisi kapal pada *forecastle deck*. Dikarenakan kapal tanpa *forecastle* maka peralatan ini diletakkan pada *navigational deck*.

F. Muster Station / Assembly Point

Muster station diletakkan pada ruang terbuka dan dekat dengan posisi *lifeboat* atau *liferaft*. Rencananya *muster station* diletakkan di *poop deck* dan *navigation deck*.

G. Escape Route

Simbol *escape route* dipasang disetiap lorong kapal, tangga-tangga, dan didesain untuk mengarahkan penumpang kapal menuju *muster stasion*.

H. Visual Signal

Jenis visual signal yang rencananya digunakan adalah rocket parachutes flare yang dipasang di *navigation deck* dan pada *lifeboat*. Berdasarkan ketentuan LSA code IV/4.1,

sebanyak 4 (empat) rocket parachute flare dipasang di setiap lifeboat dan sesuai SOLAS Reg. III/6 dipasang 12 rocket parachute flare di bagian navigation deck.

4.16.2 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. Peralatan pemadam kebakaran yang dipasang pada kapal ini antara lain sebagai berikut:

A. Fire hose reel with spray jet nozzle & hydrant

Fire hoses didesain terhubung ke *hydrant*. Menurut SOLAS Reg. II/10-2, panjang *fire hoses* adalah 15 m di kamar mesin, 20 m di geladak terbuka.

B. 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.

C. Sprinkler

Menurut ketentuan SOLAS Reg. II/10-6, untuk kapal ini lengkapi dengan sistem *sprinkler* otomatis pada tiap *passenger deck*.

D. Portable co₂ fire extinguisher

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

E. Portable foam extinguisher

Digunakan untuk memadamkan kebakaran di kamar mesin.

F. Portable dry powder extinguisher

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

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

A. Bell fire alarm

Bell fire alarm diletakkan di setiap geladak di kapal.

B. Heat detector

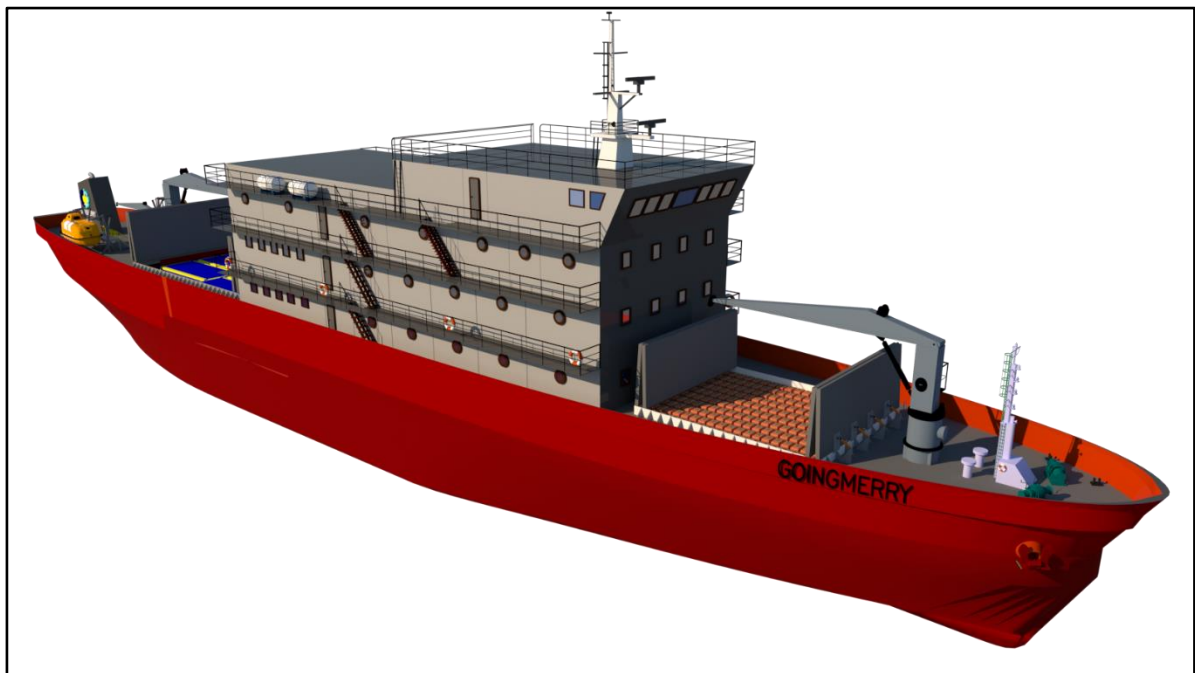
Heat Detector dipasang pada seluruh tangga, koridor dan jalan keluar pada ruangan akomodasi.

C. Fire alarm panel

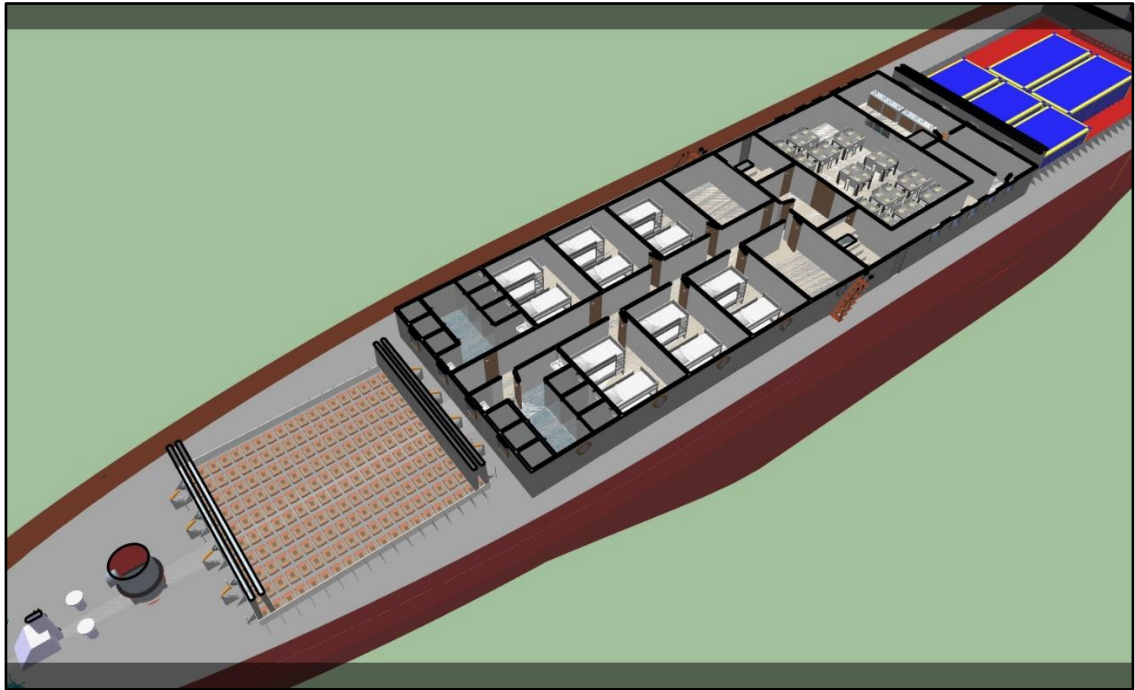
Control Panel diletakkan pada ruangan atau pada *main fire control station*.

4.17 Model Tiga Dimensi (3D)

Proses dari desain gambar tiga dimensi dari kapal *feeder 3-in-1* ini dilakukan *software*. Bentuk kapal yang dibuat mengacu pada Rencana Garis yang telah dibuat sebelumnya. Sedangkan untuk kontainer, *cargo*, ruang penumpang beserta perlengkapan di dalamnya mengacu pada desain Rencana Umum. Gambar tiga dimensi bus amfibi dari berbagai perspektif dapat dilihat pada Gambar 4-11, Gambar 4-12, Gambar 4-13, Gambar 4-14.



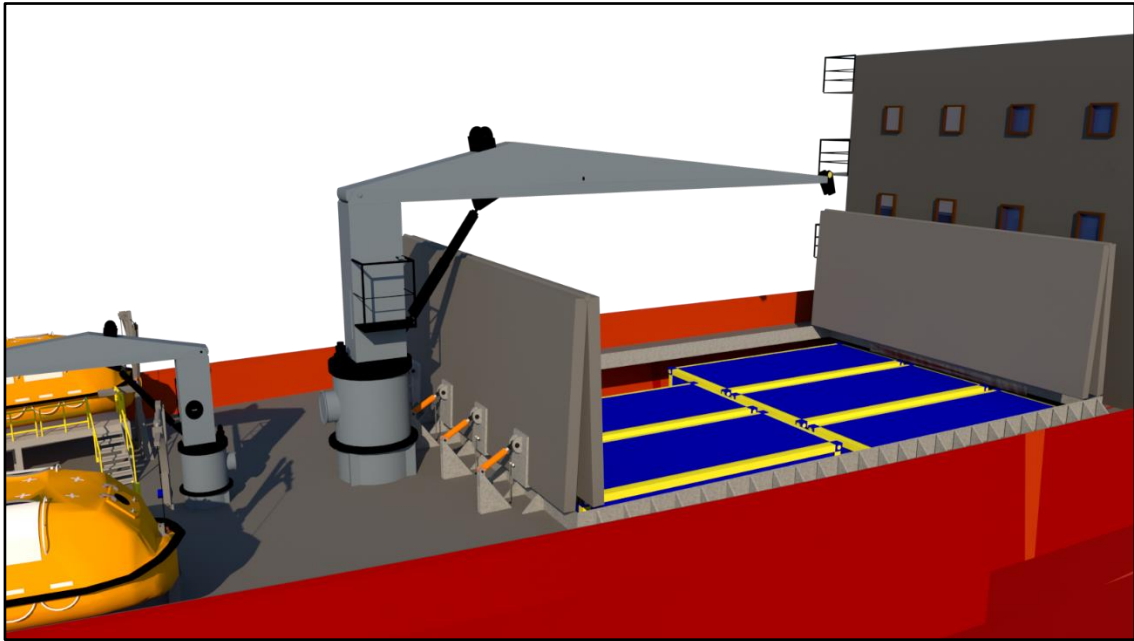
Gambar 4-11. Model 3D kapal *feeder 3-in-1* tampak samping



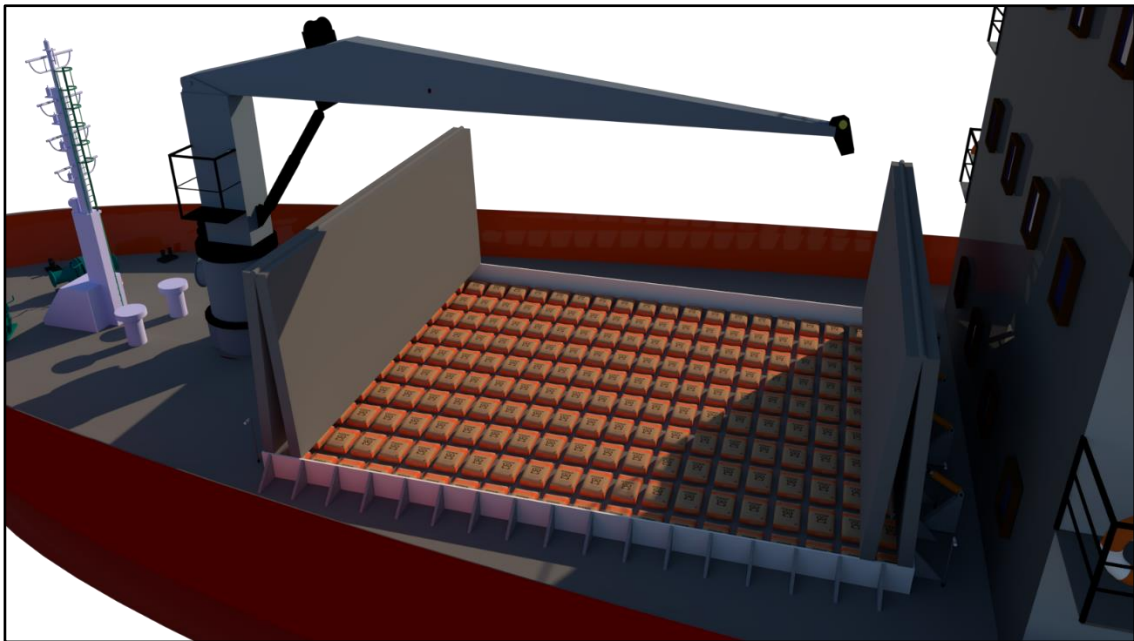
Gambar 4-12. Model 3D kapal *feeder 3-in-1* tempat tidur penumpang



Gambar 4-13. Model 3D kapal *feeder 3-in-1* tempat makan



Gambar 4-14. Model 3D kapal *feeder 3-in-1* lubang palkah kontainer



Gambar 4-15. Model 3D kapal *feeder 3-in-1* lubang palkah barang

BAB 5 ANALISIS EKONOMIS

5.1 Perhitungan Biaya Pembangunan Kapal

Biaya Pembangunan pada kapal diestimasi dengan membagi kelompok biaya ke dalam tiga kelompok, yaitu biaya struktur, biaya perlengkapan, dan biaya permesinan. Selain itu terdapat biaya-biaya lain yang termasuk dalam biaya pembangunan kapal *feeder 3-in-1* ini. Biaya ini nantinya akan digunakan untuk menentukan nilai investasi yang dibutuhkan. Berikut penjelasan dan hasil perhitungan biaya pembangunan.

Table 5.1 Perhitungan Biaya Struktur

No	Item	Value	Unit
1	Lambung Kapal (hull)		
	<i>(tebal pelat lambung = 6 mm, jenis material = Baja)</i>		
	Harga	790	USD/ton
	Berat hull	879	ton
	Harga Lambung Kapal (hull)	\$ 694.286,78	USD
2	Geladak Kapal (deck)		
	<i>(tebal pelat geladak = 6 mm, jenis material = Baja)</i>		
	Harga	790	USD/ton
	Berat geladak	151	ton
	Harga Lambung Kapal (deck)	\$ 119.177,82	USD
3	Elektroda		
	<i>(diasumsikan 6% dari berat pelat kapal)</i>		
	Harga	690	USD/ton
	Berat pelat kapal total	61,782	ton
	Harga Elektroda	\$ 42.629,66	USD
Total Harga Pelat Kapal		\$ 856.094,26	USD

Table 5.1 merupakan total biaya struktur yang dikeluarkan untuk membangun satu unit kapal *feeder 3-in-1* ini. Perhitungan biaya struktur dilakukan dengan menggunakan harga tiap material yang digunakan per satuan yang ditetapkan oleh pemasok harga.

Table 5.2 Perhitungan Biaya *Equipment & Outfitting*

No	Item	Value	Unit
1	Railing		
	<i>(pipa aluminium d = 50 mm, t = 3 mm)</i>		
	Harga	35,00	USD/m
	Panjang railing	650	m

No	Item	Value	Unit
	Harga Railing	\$ 22.750	USD
3	Kaca		
	<i>(kaca, t = 5 mm)</i>		
	Harga	250	USD/m ²
	Luas kaca kapal	275	m ²
	Harga Kaca	\$ 68.750	USD
4	Crane		
	Harga	20.000	USD/unit
	Jumlah	2	unit
	Harga Crane	\$ 40.000	USD
5	Kursi		
	Harga	250	USD/unit
	Jumlah	120	unit
	Harga Kursi	\$ 30.000	USD
6	Kasur		
	Harga	125	USD/unit
	Jumlah	128	unit
	Harga Kasur	\$ 16.000	USD
7	Meja		
	Harga	36	USD/unit
	Jumlah	12	unit
	Harga Meja	426	USD
8	Toilet		
	Harga	106,4	USD/unit
	Jumlah	43	unit
	Harga Toilet	\$ 4.575	USD
9	Windlass		
	Harga	10.500	USD/unit
	Jumlah	1	unit
	Harga Toilet	\$ 10.500	USD
10	Jangkar		
	Jumlah	2	unit
	Harga per unit	850	USD/unit
	Harga jangkar	1,700	USD
11	Ramp door		
	Jumlah	8	unit
	Harga per unit	300	USD/unit
	Harga pintu	\$ 5.550	USD
12	Tali tambat		
	Jumlah	4	unit

No	Item	Value	Unit
	Harga per unit	20	USD/unit
	Harga total	80	USD
13	Peralatan Navigasi & Komunikasi		
	a. Peralatan Navigasi		
	Radar	3.200	USD
	Kompas	150	USD
	GPS	850	USD
	Lampu Navigasi		
	- Masthead Light	9,8	USD
	- Anchor Light	8,9	USD
	- Starboard Light	12	USD
	- Portside Light	12	USD
	Simplified Voyage Data Recorder (S-VDR)	17.500	USD
	Automatic Identification System (AIS)	5.500	USD
	Telescope Binocular	450	USD
	Harga Peralatan Navigasi	27.693	
	b. Peralatan Komunikasi		
	Radiotelephone		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	272	USD
	Harga total	272	USD
	Digital Selective Calling (DSC)		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	286	USD
	Harga total	286	USD
	Navigational Telex (Navtex)		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	13.000	USD
	Harga total	13.000	USD
	EPIRB		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	350	USD
	Harga total	350	USD
	SART		
	Jumlah	2	Set
	Harga per set	450	USD
	Harga total	900	USD
	SSAS		
	Jumlah	1	Set

No	Item	Value	Unit
	Harga per set	19.500	USD
	Harga total	19.500	USD
	Prortable 2-way VHF Radiotelephone		
	Jumlah	2	Unit
	Harga per unit	287	USD
	Harga total	574	USD
	Harga Peralatan Komunikasi	34.882	USD
14	Peralatan Keselamatan Penumpang		
	Life Boat		
	Jumlah	2	unit
	Harga per unit	2,000	USD/unit
	Harga Total	4.000	USD
	Life Raft		
	Jumlah	4	unit
	Harga per unit	1.000	USD/unit
	Harga Total	4.000	USD
	Life Jacket		
	Jumlah	150	unit
	Harga per unit	12	USD/unit
	Harga Total	1.020	USD
	Harga Total Peralatan Keselamatan Penumpang	3.000	USD
	Total Harga Equipment & Outfitting	\$ 315.313,05	USD

Dari Tabel V.2 dapat dilihat total biaya alat-alat dan perlengkapan yang digunakan satu unit kapal *feeder 3-in-1*.

Table 5.3 Tabel Biaya Permesinan

No	Item	Value	Unit
1	Main Engine		
	<i>(dua unit Inboard motor Scania)</i>		
	Jumlah inboard motor	1	unit
	Harga per unit	200.000	USD/unit
	Shipping Cost	1.000	USD
	Harga Inboard Motor	201.000	USD
2	Komponen Kelistrikan		
	<i>saklar, kabel, dll</i>		
	Diasumsikan sebesar	2.950	USD
	Harga Komponen Kelistrikan	2.950	USD
3	Propeller		
	Jumlah	2	unit
	Harga per unit	9.000	USD/Unit

No	Item	Value	Unit
4	Harga Total	18.000	USD
	Shaft		
	Jumlah	2	unit
	Harga per unit	100	USD/unit
	Harga total	200	USD
3	Genset		
	<i>(2 unit genset IWATA)</i>		
	Jumlah Genset	2	unit
	Harga per unit	14.000	USD/unit
	Shipping Cost	1,000	USD
	Harga Genset	29.000	USD
Total Harga tenaga penggerak		\$ 232.450	USD

Table 5.4 Biaya Pembangunan GoingMerry

Biaya Pembangunan			
No	Item	Value	Unit
1	Pelat Kapal & Elektroda	\$ 856.094	USD
2	Equipment & Outfitting	\$ 315.313	USD
3	Tenaga Penggerak	\$ 232.450	USD
Total Harga (USD)		\$ 1.403.857	USD
Kurs Rp - USD (per 07 Sep 2019)		\$ 14.067	Rp/USD
Total Harga (Rupiah)		19.748.060.762,95	Rp

Dari Table 5.3 dan Table 5.4 dapat dilihat total penggerak yang digunakan satu unit kapal *feeder 3-in-1*. Biaya pembangunan ini merupakan harga produksi (*cost*). Selanjutnya dilakukan koreksi terhadap keuntungan galangan, pajak dan kondisi ekonomi untuk menentukan harga jual pajak (*price*). Perhitungan koreksi keadaan ekonomi dapat dilihat pada Table 5.5.

Table 5.5 Perhitungan Biaya Koreksi

No	Item	Value	Unit
1	Keuntungan Galangan		
	<i>30% dari biaya pembangunan awal</i>		
	Keuntungan Galangan	5.924.418.229	Rp
2	Biaya Untuk Inflasi		
	<i>6% dari biaya pembangunan awal</i>		
	Biaya Inflasi	1.184.883.646	Rp
3	Biaya Pajak Pemerintah		

No	Item	Value	Unit
	<i>10% dari biaya pembangunan awal</i>		
	Biaya Dukungan Pemerintah	4.937.015.191	Rp
Total Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi		12.046.317.065	Rp

Biaya koreksi keadaan ekonomi terdiri dari tiga komponen yaitu keuntungan galangan kapal, biaya inflasi dan pajak pemerintah. Dari perhitungan pada Table 5.5 maka total harga kapal (*price*) dapat dihitung sebagai berikut.

Harga jual (*price*) = Harga pokok produksi + Inflasi + keuntungan galangan + pajak

Harga jual (*price*) = Rp 31.794.377.828

5.2 Biaya Operasional

Biaya operasional merupakan biaya yang dikeluarkan oleh pemilik kapal untuk kebutuhan kapal beserta crew pada saat kapal beroperasi. Biaya operasional meliputi gaji *crew*, biaya perawatan, asuransi, bahan bakar *fresh water* dan cicilan pinjaman bank. Biaya pinjaman Bank dapat dilihat pada Table 5.6.

Table 5.6 Pinjaman Bank

Biaya	Nilai	Unit
Building Cost	31.794.377.828	Rp
Pinjaman dari Bank	65%	
Pinjaman	20.666.345.588	Rp
Bunga Bank	13.5%	Per tahun
Nilai Bunga Bank	2.789.956.654,4	Per tahun
Masa Pinjaman	20	Tahun
Pembayaran Cicilan Pinjaman	20	Per tahun
Nilai Cicilan Pinjaman	1.033.317.280	Per tahun

Setelah mendapatkan besarnya nilai dari pinjaman bank kemudian dilakukan perhitungan mengenai biaya perawatan kapal senilai 30% biaya pembangunan kapal, Asuransi senilai 2% biaya pembangunan kapal, gaji *crew* kapal, biaya bahan bakar dan biaya kebutuhan *fresh water*. Perhitungan biaya operasional dapat dilihat pada Table 5.7.

Table 5.7 Perhitungan Biaya Operasional

OPERATIONAL COST		
Biaya	Nilai	Masa
Cicilan Pinjaman	Rp 1.033.317.280	per tahun
Gaji Crew	Rp 3.048.000.000	per tahun
Biaya Perawatan	Rp 1.589.718.891	per tahun

OPERATIONAL COST		
Biaya	Nilai	Masa
Asuransi	Rp 362.080.742	per tahun
Bahan Bakar Diesel	Rp 10.533.888.000	per tahun
Air Bersih	Rp 180.000.000	per tahun
Total	Rp 15.799.797.406	per tahun

5.3 Biaya Investasi

Biaya Investasi merupakan biaya yang harus dimiliki pemilik kapal pada saat kapal selesai dibangun dan mulai beroperasi. Dikarenakan bulan pertama adalah periode sebelum kapal mendapatkan pemasokan dari hasil beroperasinya. Biaya investasi dipengaruhi oleh biaya pembangunan, biaya untuk operasional awal (satu bulan), *extras claimed by Shipyard*, *owner's supply items* dan bunga pinjaman. Adapun perhitungan dari biaya investasi dapat dilihat pada Table 5.8.

Table 5.8 Biaya Investasi

No	Investasi	Biaya
1	Biaya Pembangunan	Rp 31.794.377.828,35
2	Biaya u/ operasional awal (1 bulan)	
	- Bahan bakar diesel	Rp 877,824,000.00
	- Air bersih	Rp 15,000,000.00
3	Gaji crew	Rp 254,000,000.00
4	<i>Extras claimed by shipyard</i> (0.5%)	Rp 158,971,889.14
5	<i>Owner's supply items</i> (1%)	Rp 317,943,778.28
6	Bunga pinjaman (9.6%)	Rp 2,789,956,654.44
	Nilai Investasi [Sum 1-5]	Rp 36,208,074,150.22

5.4 Harga Tiket Penumpang-Barang-Kontainer

Harga tiket penumpang, kontainer dan kendaraan dihitung berdasarkan perbandingan antara harga tiket Surabaya-Namlea dan Surabaya-Wanci via kapal. Hal ini dikarenakan belum adanya moda transportasi laut yang beroperasi langsung di jalur pelayaran Tanjung Perak, Surabaya ke Pangalubelo, Wanci ke Pelabuhan Besar Namlea, Namlea.

Setiap tahunnya terjadi puncak musim pada pertengahan bulan April dan Mei hingga pertengahan September dan November. Untuk pertengahan bulan July dan Agustus, cuaca buruk dan ombak tinggi untuk perjalanan ke Wanci, Wakatobi. Sehingga didapatkan waktu 15 hari sebagai margin untuk kapal tidak melakukan pelayaran (*Day Off*) dan untuk keperluan *service* kapal, dan sebagainya.

Dalam kurun waktu satu tahun tingkat keramaian penumpang cukup bervariasi. Sehingga *season* dalam satu tahun dibagi menjadi dua yaitu *high season* dan *low season*. *High season* terjadi di bulan April/May dan September/November. Sementara *low season* terjadi di bulan Januari/Februari dan September hingga akhir Desember, dikarenakan musim hujan (*wet season*) dan musim sekolahan. Jumlah hari dibagi 7 dikarenakan jumlah 1 x trip = 7 hari. Jumlah hari pada *high & low season* dapat dilihat pada Table 5.9.

Table 5.9 High and Low Season

Season	Jumlah hari
Day off	15
High Season	142
Low Season	208
Total	365

Adapun variasi dari harga tiket penumpang dan harga tiket muatan dapat dilihat pada Table 5.10.

Table 5.10 Harga Tiket Kapal GoingMerry

Jenis		Jumlah	Satuan	Harga/satuan	Harga total (Rp)
Penumpang					
Surabaya-Wanci	HS	96	orang	480.000	1.013.760.000
	LS	48	orang	480.000	668.160.000
Wanci-Namlea	HS	96	orang	327.000	690.624.000
	LS	48	orang	327.000	455.184.000
Namlea-Surabaya	HS	96	orang	673.000	1.421.376.000
	LS	48	orang	673.000	936.816.000
Cargo					
Semen		2.710	unit	64.700	17.533.700.000
Kontainer					
Pupuk	HS	171	kg	4.300	73.530.000
Tekstil	HS	54,75	kg	200.000	1.095.000.000
Elektronika	HS	78	kg	40.000.000	4.000.000.000
Pendapatan Pertahun				=	27.888.150.000

Dari Table 5.10 didapatkan jumlah pendapatan kapal selama satu tahun yaitu Rp. 27.888.150.000

5.5 Perhitungan NPV

Tahap terakhir pada perhitungan analisis ekonomis yaitu perhitungan *Net Present Value* (NPV). Pada tahap ini akan dihitung *free cashflow*, *cash inflow*, *cash outflow*, *net cashflow* serta IRR dari perusahaan yang dapat dilihat pada Gambar 5-1.

Tingkat Diskonto (i)		15.35%	
Faktor Diskonto		$1 / (1+i)^n$	
<i>Net Cashflow</i>		Rp8,733,417,052.46	
			(dalam jutaan)
Tahun ke- (n)	<i>Net Cashflow</i> (Rp)	Faktor Diskonto	<i>Net Present Value</i> (Rp)
0	(36,208.07)	1.000	(36,208.07)
1	8,733.42	0.867	7,571.19
2	8,733.42	0.752	6,563.63
3	8,733.42	0.652	5,690.16
4	8,733.42	0.565	4,932.92
5	8,733.42	0.490	4,276.46
6	8,733.42	0.425	3,707.36
7	8,733.42	0.368	3,213.99
8	8,733.42	0.319	2,786.28
9	8,733.42	0.277	2,415.49
10	8,733.42	0.240	2,094.04
11	8,733.42	0.208	1,815.37
12	8,733.42	0.180	1,573.78
13	8,733.42	0.156	1,364.35
14	8,733.42	0.135	1,182.78
15	8,733.42	0.117	1,025.38
16	8,733.42	0.102	888.92
17	8,733.42	0.088	770.63
18	8,733.42	0.076	668.07
19	8,733.42	0.066	579.17
20	8,733.42	0.057	502.09
Penilaian Investasi:		NPV	17,414.00
Metode NPV		IRR	23.78%

Gambar 5-1 Perhitungan NPV

Dari Gambar 5-1 didapatkan nilai NPV beserta IRR sebagai berikut:

Bunga Bank = 13.5 %
 NPV = Rp 17.414.000.000
 IRR = 23.78%

Digunakan biaya modal (Cost of Capital) sebagai tingkat diskonto pada perhitungan NPV ini. Bunga pinjaman sebesar 9,95%, expected return dari investor diasumsikan sebesar 30%, dan dengan rasio pinjaman terhadap modal sebesar 2:1, diskonto tidak dikenakan pajak. Maka didapatkan WACC sebesar 15,35%. Perhitungan lebih detil dapat dilihat pada Lampiran A. Selanjutnya dihitung *payback period* dari pembangunan kapal pada Gambar 5-2.

(dalam Rupiah)		
Tahun ke- (P)	<i>Discounted Net Cashflow</i>	<i>Accumulated Net Cashflow</i>
0	(36,208,074,150.22)	(36,208,074,150.22)
1	7,571,191,792.38	(28,636,882,357.84)
2	6,563,633,090.31	(22,073,249,267.53)
3	5,690,158,237.38	(16,383,091,030.15)
4	4,932,923,629.48	(11,450,167,400.67)
5	4,276,460,252.80	(7,173,707,147.87)
6	3,707,357,678.21	(3,466,349,469.66)
7	3,213,990,109.04	(252,359,360.62)
8	2,786,278,885.82	2,533,919,525.20
9	2,415,486,596.47	4,949,406,121.67
10	2,094,038,585.81	7,043,444,707.47
11	1,815,368,218.25	8,858,812,925.73
12	1,573,782,732.65	10,432,595,658.38
13	1,364,346,948.84	11,796,942,607.21
14	1,182,782,450.32	12,979,725,057.53
15	1,025,380,183.52	14,005,105,241.06
16	888,924,688.12	14,894,029,929.18
17	770,628,410.66	15,664,658,339.83
18	668,074,759.59	16,332,733,099.42
19	579,168,738.44	16,911,901,837.86
20	502,094,148.55	17,413,995,986.40

P =	Tahun terakhir kas kum. neg.
P =	8
Kas kumulatif P =	(2,533,919,525.20)
Arus kas P+1 =	2,786,278,885.82
Payback Periode =	7.09 tahun
	8
	-10.91 bulan
	-10
	-27.39 hari
	-28 hari
Payback periode =	7 tahun 1 bulan 28 hari

Gambar 5-2 Perhitungan *Payback Period*

Payback period merupakan metode lain pada *capital budgeting* yang digunakan pada analisis ekonomis ini. Perhitungan *payback period* dilakukan untuk mengetahui lama waktu yang dibutuhkan kapal *feeder 3-in-1* ini untuk mengembalikan investasi awal sebesar Rp 36.208.074.150,22. *Payback period* dihitung menggunakan mempertimbangkan nilai waktu dari uang, sehingga perhitungan dapat menggunakan arus kas bersih yang telah didiskonto (*discounted net cashflow*) pada perhitungan NPV yang diakumulasi setiap tahunnya sampai didapatkan nilai nol. Dari Gambar 5-2, dapat disimpulkan bahwa proses pembangunan kapal *feeder 3-in-1* memiliki titik *payback period* pada 7 tahun 1 bulan 28 hari setelah proses pembangunan kapal selesai.

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

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

1. Kapasitas penumpang kapal *feeder 3-in-1* sebanyak 96 orang, barang 2.710 sak semen, dan kontainer 10 TEU's dengan *payload* 421,62 ton.
2. Dari metode didapatkan ukuran utama kapal sebagai berikut:
 - *Length of perpendicular* (L_{PP}) : 75 meter
 - *Breadth* (B) : 12,2 meter
 - *Height* (H) : 6,1 meter
 - *Draft* (T) : 3,26 meter
 - Kecepatan (Vs) : 12 knots
3. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, kapal *feeder 3-in-1* ini telah memenuhi persyaratan teknis sebagai berikut:
 - Stabilitas dengan kriteria *Intact Stability Code* dari IMO.
 - Batasan *trim* dengan kriteria SOLAS Reg II/7.
4. Desain Rencana Garis dapat dilihat pada Lampiran B, Desain Rencana Umum dapat dilihat pada Lampiran C, dan Desain 3D model dapat dilihat pada Lampiran E.
5. Desain *Safety Plan* dapat dilihat pada Lampiran D.
6. Pembangunan Kapal *Feeder 3-in-1* layak untuk dilakukan dengan nilai *Net Present Value* (NPV) Rp. 17.414.000.000, *Internal Rate of Return* 23.78 %, dan *Payback Period* dalam 7 tahun 1 bulan 28 hari.

6.2 Saran

1. Perlu dilakukan perhitungan konstruksi, kekuatan memanjang, kekuatan melintang dikarenakan pada penelitian ini tidak diperhitungkan.
2. Perlu dilakukan penilaian terhadap kenyamanan penumpang di kapal.

DAFTAR PUSTAKA

- Alibaba. (2019, May 1). *Global trade start here*. Retrieved from Alibaba web site: <https://www.alibaba.com/>.
- Arnold, G. (2005). *The Handbook of Corporate Finance*. Harlow: Pearson Education Limited.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Buru. (2018). Kabupaten Buru dalam angka. Namlea, Maluku: Badan Pusat Statistik Kabupaten Buru.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Wakatobi. (2018). Kabupaten Wakatobi dalam angka. Wanci, Wakatobi: Badan Pusat Statistik Kabupaten Wakatobi.
- Balitbanghub (2016). Retrieved Januari 14, 2019, dari balitbanghub web site: <http://ojs.balitbanghub.dephub.go.id/index.php/warlit/article/view/298>.
- BeritaTRANS. (2016, Februari 13). *Kapal Feeder*. Retrieved from BeritaTRANS: <http://beritatrans.com/2016/02/13/temas-line-akan-operasikan-6-kapal-feeder-hubungkan-pelabuhan-kecil-dengan-hub/>.
- Evans, J. Harvey. (1959). *Basic Design Concepts*. New York: The Society of Naval Architects and Marine Engineers (1959).
- Farras, Anindra Ahmad. "Desain Kapal 3-in-1 *Multipurpose Container-Passenger-Vehicle* dengan Variasi Bangunan Atas *Portable* sebagai Pemanjang Tol Laut di Wilayah Indonesia Timur," Surabaya: FTK-ITS.
- Google. (2019, May 1). *Google Maps*. Retrieved from Google Maps: <https://maps.google.com/>
- Hardjono, S. (2010). Identifikasi Rasio Parameter Kapal Penumpang Catamaran Berbahan FRP. *Jurnal BPPT*.
- Hamlin, N. A. (1988). "Ship geometry," in *Principles of Naval Architecture Second Revision*, Vol. I, E. V. Lewis, Ed. Jersey City, NJ: The Society of Naval Architects and Marine Engineers (1988).
- International Maritime Organization (IMO). (Consolidated Edition 2009). *International Convention on Load Line, 1966, as amended (ICLL 1966)*. London: IMO Publishing.
- International Maritime Organization (IMO). (Consolidated Edition 2009). *Intact Stability Code, 2008, as amended (IS Code 2008)*. London: IMO Publishing.

- International Maritime Organization (IMO). (Consolidated Edition 2009). *International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974, as amended (SOLAS 1974)*. London: IMO Publishing.
- K. P. P. Nasional, "Pengembangan Tol Laut Dalam RPJMN 2015-2019 dan Impelmentasi 2015," B. Prihartono, Jakarta, 2015.
- Kurniawati, H.A. (2009). Lecture Handout. *Ship Outfitting*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Kiss, R. K. (1980). "Mission analysis and basic design," in *Ship design and construction*, R. Taggart, Ed. New York: The Society of Naval Architects and Marine Engineers (1980).
- Parsons, M. G. (2003). "Parametric design," in *Ship design and construction*, Ch. 11, T. Lamb. Jersey City, NJ: The Society of Naval Architects and Marine Engineers (2003).
- Romadhana, F. (2016). *Analisis Teknis dan Ekonomis Konversi Landing Craft Tank (LTC) Menjadi Kapal Motor Penyebrangan (KMP) Tipe Ro-Ro untuk Rute Ketapang (Kabupaten Banyuwangi)-Gilimanuk (Kabupaten Jemberana)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Saputra, I Gede Hadi. "Desain Kapal 3-in-1 Penumpang-Barang-Container Rute Surabaya - Lombok," Surabaya: FTK-ITS.
- Schneekluth, H., & Bertram, V. (1998). *Ship Design for Efficiency & Economy*. India: Great Britain.
- Wakidjo, P. (1972). Stabilitas Kapal Jilid II. Penuntun Dalam Menyeleasikan Masalah. Chapter 11 Parametric Design, Michael G. Parsons.
- Watson, D. G. M. (1998). *Practical ship design*. Oxford, UK: Elsevier Science Ltd. (1998) 465-489.

LAMPIRAN

**LAMPIRAN A: PERHITUNGAN TEKNIS &
EKONOMIS**

LAMPIRAN B: *LINES PLAN*

LAMPIRAN C: *GENERAL ARRANGEMENT*

LAMPIRAN D: *SAFETY PLAN*

LAMPIRAN E: DESAIN 3 DIMENSI

LAMPIRAN A
PERHITUNGAN TEKNIS & EKONOMIS

Koefisien Utama Kapal

<ul style="list-style-type: none"> Block Coeffisien (Watson & Gilfillan) : Parametric design halaman 11-11 	
$-4.22 + 27.8 \sqrt{Fn} - 39.1 Fn + 46.6$	$\rightarrow 0,15 \leq Fn \leq 0,3$
Cb perhitungan = Fn^3	Fn = 0.228
Cb perhitungan = 0.693	
Cb diambil = 0.693 dari maxsurf	
<ul style="list-style-type: none"> Midship Section Coeffisien (Series 60') Parametric design halaman 11-12 	
Cm = $0.977 + 0.085(Cb - 0.6)$	
Cm = 0.985	
<ul style="list-style-type: none"> Waterplan Coeffisien Parametric design halaman 11-16 	
Cwp = $0.180 + 0.860 Cp$	
Cwp = 0.785	
<ul style="list-style-type: none"> Longitudinal Center of Bouyancy (LCB) Parametric design halaman 11-19 	
LCB = $-13.5 + 19.4 * Cp$	
= 0.149367211 % Lpp	= 0.112025 dari midship
= 37.612 m, LCB dari Ap	
Prismatic Coeffisien	Lwl
Cp = Cb/Cm	Lwl = 1.04 Lpp
Cp = 0.704	Lwl = 75 m
	LPP
	Lpp = Lwl/1.04
	Lpp = 75 m
<ul style="list-style-type: none"> Vol. Displacement (m3) 	
$\nabla = L * B * T * CB$	$\Delta = L * B * T * CB * \gamma$
= 2067.007 m3	= 2118.683 ton
<ul style="list-style-type: none"> Displacemen Δ (ton) 	

Perhitungan Hambatan Kapal

HAMBATAN TOTAL :	
A. Perhitungan (R_w / W)	
$F_n = 0.228$	
Untuk $F_n \leq 0.4$ maka ;	
<u>A.1 Perhitungan Koefisien C_1</u>	<i>(ref : PNA vol.II, hal.92)</i>
$C_1 = 2223105 C_4^{3.7861} (T/B)^{1.0796} (90-iE)^{(-1.3757)}$	
dimana ;	
$B/L = 0.163$	
Untuk $(0.11 \leq B/L \leq 0.25)$, maka $C_4 = B/L$, yaitu :	
$C_4 = 0.163$	
$(T/B)^{1.0796} = 0.241$	
$iE = 125.67(B/L) - 162.25Cp^2 + 234.32Cp^3 + 0.1551(LCB + (6.8(Ta-Tf)/T))^3$	
$= 21.753$ degree (a half angle of entrance of the load waterline)	
$C_1 = 1.66$	<i>(ref : PNA vol.II, hal.93)</i>
<u>A.2 Perhitungan Koefisien C_2</u>	
<i>(ref : PNA vol.II, hal.92)</i>	
$C_2 =$ koefisien pengaruh bulbous bow	
$C_2 = \frac{e^{(-1.89)} A_{BT} r_B}{BT(r_B+i)}$	
$A_{BT} = 3.917148041$	$i = T_F - h_B - 0.4464r_B$
$r_B = 1.108340032$	$= 2.015237$
$C_2 = 0.00818$	
<u>A.3 Perhitungan Koefisien C_3</u>	
<i>(ref : PNA vol.II, hal.93)</i>	
$C_3 =$ koefisien pengaruh bentuk transom stern terhadap hambatan	
$C_3 = 1 - \frac{0.8 \times A_T}{B \times T \times C_m}$	
dimana ;	
$A_T =$	$0 \quad m^2$
$C_3 = 1$	
<u>A.4 Parameter d</u>	
$d = -0.9$	<i>(ref : PNA vol.II, hal.92)</i> (tetapan untuk $F_n \leq 0.4$)

A.5 Perhitungan Koefisien C_5

(ref : PNA vol.II, hal.92)

C_5 = koefisien dengan fungsi koefisien prismatic (C_p)

dimana ;

$$C_p = 0.704$$

Untuk ($C_p \leq 0.8$), maka C_5 dihitung sebagai berikut :

$$C_5 = 8.0798C_p - 13.8673C_p^2 + 6.9844C_p^3$$

$$C_5 = 1.253$$

A.6 Perhitungan Koefisien C_6

(ref : PNA vol.II, hal.92)

C_6 = koefisien pengaruh terhadap harga L^3/V

dimana ;

$$L^3/V = 204.099$$

Untuk ($L^3/V \leq 512$), maka C_6 adalah :

$$C_6 = -1.69385$$

A.7 Perhitungan Koefisien m_1

(ref : PNA vol.II, hal.92)

$$m_1 = 0.01404 (L/T) - 1.7525 (V^{1/3}/L) - 4.7932 (B/L) - C_5$$

$$= 0,01404 \times (075/003) - 1,7525 \times ((2,067^{1/3})/075) - 4,7932 \times 0,000 - 1,211$$

$$= -2.007$$

A.8 Perhitungan Koefisien m_2

(ref : PNA vol.II, hal.92)

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

$$= -1,694 \times 0,4 \times e^{-0,034 \times 0,203^{(-3,29)}}$$

$$= -0.00807$$

A.9 Perhitungan Koefisien l

(ref : PNA vol.II, hal.92)

l = koefisien pengaruh terhadap harga L/B

dimana ;

$$L/B = 6.148$$

Untuk ($L/B < 12$), maka l adalah :

$$l = 1.446C_p - 0.03 L/B$$

$$= (1.446 \times 0.704) - (0.03 \times 6.148)$$

$$= 0.833$$

A.10 Perhitungan W

(ref : PNA vol.II, hal.64 - 65)

$$W = rgV \quad \text{kN}$$

$$= 1.025 \times 9.81 \times 2067.01$$

$$= 20784.28 \quad \text{kN}$$

Sehingga, harga R_w/W adalah :

$$\frac{R_w}{W} = \epsilon_1 C_2 C_3 e^{m_1 \times Fn^d + m_2 \cos (lFn^{-2})}$$

$$= 3.15 \times 1 \times 1 \times e^{-2,286 \times (0,219^{0,9}) + (-0,00435) \cos (0,914 \times (0,219^{-2}))}$$

$$= 0.00000669$$

maka, harga R_w adalah :

$$R_w = 0.139$$

B. Perhitungan (1 + k)

B.1 Perhitungan Koefisien 1+k₁

(ref : PNA vol.II, hal.91)

$$1+k_1 = 0.93 + 0.4871c (B/L)^{1.0681} (T/L)^{0.4611} (L/LR)^{0.1216} (L^3/V)^{0.3649} (1-Cp)^{(-0.6042)}$$

dimana ;

c = koefisien bentuk *afterbody*

$$c = 1 + 0.011c_{\text{stem}} \gg$$

$$C_{\text{stem}} = 0$$

$$= 1$$

for normal section shape

c stern = -25 for pram with gondola

c stern = -10 for V-shaped sections

c stern = 0 for normal section shape

c stern = 10 for U-shaped sections with Hogner stern

B.2 Perhitungan L_R/L

(ref : PNA vol.II, hal.91)

$$L_R/L = 1 - Cp + 0.06Cp LCB / (4Cp - 1)$$

$$= 0.300$$

Sehingga, harga 1+k₁ adalah :

$$1+k_1 = 0.93 + 0.4871c (B/L)^{1.0681} (T/L)^{0.4611} (L/LR)^{0.1216} (L^3/V)^{0.3649} (1-Cp)^{(-0.6042)}$$

$$= 1.2072$$

$$TM1 = 1.2390$$

B.3 Perhitungan Koefisien 1+k₂

(ref : PNA vol.II, tabel 25, hal.92)

Koefisien ini merupakan koefisien akibat pengaruh tonjolan yang terdapat pada lambung kapal di bawah permukaan garis air.

$$1+k_2 = 1.40 \quad \text{(for rudder of single screw ships)}$$

$$= 1.4 \quad \text{(for bilge keels)}$$

$$(1+k_2)_{\text{eff}} =$$

$$= 1.400$$

B.4 Perhitungan Luas Permukaan Basah (WSA) badan kapal

(ref : PNA vol.II, hal.91)

$$WSA = L(2T+B)Cm^{0.5} (0.4530+0.4425Cb-0.2863Cm-0.003467(B/T)+0.3696Cwp) + 2.38(A_{BT}/Cb)$$
$$= 1051.77 \quad m^2$$

B.5 Perhitungan Luas Permukaan Basah tonjolan pada kapal

(ref : BKI vol.II, sec.14 A.3, hal.14 -1)

S_{kemudi} = luasan daun kemudi

$$= C_1 C_2 C_3 C_4 ((1.75 L T) / 100)$$

dimana ;

C₁ = 1.0 for general

C₂ = 1.0 for semi-spade rudders

C₃ = 1.0 for NACA profile and plate rudder

C₄ = 1.0 for rudder in the propeller jet

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

$$= 4.279$$

$$S_{\text{kemudi}} = 1.0 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 \times ((1,75 \times 75.00 \times 3.26) / 100)$$

$$= 4.279 \quad m^2$$

Maka, total luas permukaan basah kapal adalah :

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

$$= 1051.8 + 4.28$$

$$= 1056.047358 \quad m^2$$

B.6 Perhitungan Koefisien 1+k*(ref : PNA vol.II, hal.92)*

$$1+k = 1+k_1 + [1+k_2 - (1+k_1)] S_{app}/S_{tot}$$

$$=$$

$$= 1.208$$

C. Perhitungan Koefisien Gesek, C_F*(ref : PNA vol.II, hal.90)*

Untuk perhitungan harga koefisien gesek ini, dilakukan perhitungan dengan menggunakan

$$C_F = 0.075 / (\log Rn - 2)^2$$

dimana ;

$$Rn = \frac{v \cdot L \cdot W^l}{\nu}$$

$$= (6.17 \times 75.00) / 1.1883 \times 10^{-6}$$

$$= 389,631,911$$

$$C_F = 0.075 / [\log (389631911.1) - 2]^2$$

$$= 0.001727$$

D. Perhitungan model-ship correlation allowance, C_A*(ref : PNA vol.II, hal.93)*

$$C_A = 0.006 (L_{WL} + 100)^{-0.16} - 0.00205$$

dimana ;

$$T/L_{WL} = 0.043$$

Untuk (T/L_{WL} > 0.04), maka C_A adalah :

$$C_A = 0.006 (75.000 + 100)^{-0.16} - 0.00205$$

$$= 0.000575821$$

E. Perhitungan Hambatan Total, R_T*(ref : PNA vol.II, hal.93)*

$$R_T = \frac{1}{2} \rho V^2 S_{tot} [C_F (1+k) + C_A] + \frac{R_W}{W} W$$

$$= 0.5 \times 1.025 \times (6.17)^2 \times 1056.05 \times [(1.73E-3 \times 1.21) + 5.76E-4] + (1.39E-1 \times 20784.28)$$

$$= 55.037 \quad \text{kN}$$

- Koreksi untuk jalur pelayaran di Asia Tenggara sebesar 15% - 20% (ITTC 1957)

$$= 63.29243525 \quad \text{kN}$$

Daya dan Propulsi

Input Data :			
		D =	2.119 m
R _T =	63.292 kN	D diambil =	2.119 m
P/D =	1	Z =	4
n (rpm) =	199	AE/AO =	0.4
n (rps) =	3.316667	PE (kW) =	390.7249627
Fn =	0.228	ρ =	1.025
C _{0.75R} =		Rn propeler =	389631911.13

Effective Horse Power			
EHP	=	R _t x v / 1000	<i>(parametric design hal 11-27)</i>
	=	390.725	KW

Thrust Horse Power			
THP	=	TVA / 1000	<i>(parametric design hal 11-27)</i>
T	=	R _t / (1 - t)	<i>(parametric design hal 11-27)</i>
V _A	=	V (1 - w)	<i>(parametric design hal 11-27)</i>
C _v	=	(1 + k) C _F + C _A	<i>(PNA vol 2 hal 162)</i>
C _v	=	0.002661578	
w	=	0.3 C _b + 10 C _v C _b - 0.1	<i>(PNA vol 2 hal 163)</i>
	=	0.126329159	
t	=	0.1	<i>(PNA vol 2 hal 163)</i>
η _h	=	(1 - t) / (1 - w)	<i>(parametric design hal 11-29)</i>
	=	1.030136246	
THP	=	379.294	KW

Delivery Horse Power			
DHP	=	THP / η _p	<i>(parametric design hal 11-29)</i>
η _o	=	0.5	<i>(propeller B-series = 0.5 - 0.6)</i>
η _r	=	0.985	<i>(PNA vol 2 hal 163)</i>
η _p	=	η _o η _r	<i>(parametric design hal 11-27)</i>
η _p	=	0.4925	
DHP	=	770.141	KW

Shaft Power Horse			
SHP	=	DHP / (η _b η _s)	<i>(parametric design hal 11-29)</i>
η _b η _s	=	untuk mesin aft	<i>(parametric design hal 11-31)</i>
	=	0.98	
SHP	=	785.858	KW

Brake Power Horse			
BHP	=	$SHP / (\eta_T)$	<i>(parametric design hal 11-29)</i>
η_T	=	slow speed diesel	<i>(parametric design hal 11-33)</i>
	=	0.98	
BHP	=	801.896	KW

Maximum Continues Rates			
MCR	=	BHP + service margin 15 %	<i>(parametric design hal 11-30)</i>
MCR	=	935.545	KW
	=	1271.968	HP

Engine Power Requirement			
Main Engine I =		935.545 KW	= 1271.968 HP
			1.3596
Generator Po =	Asumsi 24% Main Engine Power	224.531 KW	= 305.2722 Hp

Note :	
D	= Diameter propeller, $D = 0,65.T$
n	= Putaran propeller
P/D	= Pitch ratio, 0,5 - 1.4
Z	= Jumlah daun propeller
AE/AO	= Expanded Area Ratio, 0,4 ; 0,55 ; 0,7 ; 0,85, 1 = yang digunakan dalam perhitungan 0,4
P_E	= Effective Horse Power = $R_T.V_s$
J	= Advance ratio
ω_F	= wake fraction
V_A	= speed of advance

Required Value		
R_t	=	55036.900 N
V	=	6.173 m/s
C_b	=	0.693
1+k	=	1.208
C_f	=	0.002
C_a	=	0.001
Pengertian		
η_b	=	line bearing efficiency
η_c	=	electric transmission/power conversion efficiency
η_g	=	reduction gear efficiency
η_g	=	en electric generator efficiency
η_h	=	hull efficiency = $(1 - t)/(1 - w)$
η_m	=	electric motor efficiency
η_o	=	propeller open water efficiency
η_p	=	propeller behind condition efficiency
η_r	=	relative rotative efficiency
η_s	=	stern tube bearing efficiency
η_t	=	overall transmission efficiency

Pemilihan mesin

Pemilihan Mesin Induk

Model =	MAN D2862 LE 463
Daya =	1029 kW
RPM =	2100 rpm
L =	2124 mm
W =	1153 mm
H =	1289 mm
Dry mass =	2.27 ton
Consumption fuel oil =	210 g/kWh
Consumption lubricating oil =	1.5 g/kWh



Dimensions D2862		LE 422/432/463
A-Overall width of engine	mm	1,153
B-Overall length of engine	mm	2,124
C-Overall height of engine	mm	1,289
D-Top of engine to crankshaft centre	mm	825
E-Length of engine from front end to edge of flywheel housing	mm	1,631
Average weight of engine ready for installation (dry)	kg	2,270

For detailed examinations of installation dimensions, please order drawings from our factory.

MAN engines have outstanding qualities

- High tractive power even at low speeds
- Powerful acceleration and rapid reaction to commands
- High performance combined with low weight
- Compact, space-saving design
- Low emission values
- High efficiency owing to low fuel consumption, low running costs and long service life
- World-wide service network with rapid supply of spare parts

Technical data D2862

Type of engine		LE 422	LE432	LE 463
Bore	mm	128	128	128
Stroke	mm	157	157	157
Displacement	l	24.24	24.24	24.24
Compression ratio		17:1	17:1	17:1
Rotation looking on flywheel		left	left	left
Flywheel housing		SAE 1	SAE 1	SAE 1
Maximum output ¹	kW (mhp)	735 (1,000)	882 (1,200)	1,029 (1,400)
Rated speed	rpm	2,100	2,100	2,100
Torque at rated speed	Nm	3,342	4,010	4,681
Maximum torque at speed	Nm	3,695	4,433	5,200
Specific fuel consumption ²	g/kWh	207	208	210
Classifiable		✓	✓	✓

¹ The ratings are for medium duty operations. ² Consumption at rated power.

Definition of medium duty operation

Annual operating hours	≤ 3,000
Percentage of time at full load	≤ 50% (LE 422/LE 432) ≤ 20% (LE 463)
Average load application	≤ 70% (LE 422/LE 432) ≤ 50% (LE 463)
Particular operating conditions	no wide-open throttle below rated speed


Typical applications

Escort boats and pilot boats
Fishing boats
Passenger boats and ferries
Cruising vessels
Seagoing patrol boats

Pemilihan Genset

Tipe =	CCFJ300J-WTP YC6T450C
Daya =	300 kW
L =	2800 mm
W =	1100 mm
H =	1750 mm
Dry mass =	3.45 ton
RPM =	720 rpm
Consumption fuel oil =	190 g/kWh
Consumption lubricating oil =	1.5 g/kWh



Genset Model	Prime Power		Engine Model	Fuel Consumption	Cylinder	Displacement	Genset Dimension	Weight	PDF Spec
	KVA	KW		L/h		L	MM	KG	
CCFJ30J-WTP	37.5	30	YC4108C	7.6	4L	4.214	1780x715x1000	750	
CCFJ40J-WTP	50	40	YC4108ZC	9.8	4L	4.214	1850x715x1000	780	
CCFJ50J-WTP	62.5	50	YC6108CA	12.8	6L	6.871	1900x850x1000	1250	
CCFJ64J-WTP	80	64	YC6108ZC	16	6L	6.871	1900x850x1000	1280	
CCFJ75J-WTP	93.75	75	YC6108ZLCA	18.3	6L	6.871	1900x850x1000	1300	
CCFJ90J-WTP	112.5	90	YC6108ZLCB	21.7	6L	6.871	1980x900x1150	1400	
CCFJ100J-WTP	125	100	YC6A170C	24.1	6L	7.252	2000x900x1150	1750	
CCFJ120J-WTP	150	120	YC6M195C	26.6	6L	7.252	2350x1000x1350	1900	
CCFJ150J-WTP	187.5	150	YC6M240C	33.3	6L	9.84	2350x1000x1350	2000	
CCFJ180J-WTP	225	180	YC6M300C	45	6L	9.84	2400x1000x1400	2450	
CCFJ200J-WTP	250	200	YC6MK330C	45.8	6L	9.84	2400x1000x1400	2500	
CCFJ220J-WTP	275	220	YC6MK330C	55	6L	9.84	2400x1000x1400	2520	
CCFJ250J-WTP	312.5	250	YC6T375C	57.3	6L	16.35	2800x1100x1750	3150	
CCFJ300J-WTP	375	300	YC6T450C	68.8	6L	16.35	2800x1100x1750	3450	
CCFJ320J-WTP	400	320	YC6T490C	73.5	6L	16.35	2900x1100x1750	3650	
CCFJ500J-WTP	625	500	YC6C820L-C21	97.5	6L	39.58	3500x1250x2200	6150	
CCFJ600J-WTP	750	600	YC6C980L-C20	117	6L	39.58	3500x1250x2200	6300	

Machinery Plan

Input Data :			
D =	2.119	m	P _D = 770.14 kW
n =	199		P _B = 801.8961 kW
Z =	4	buah	
AE/AO = 0.40			

Main Engine	
W _E =	2.3 ton

Propulsion Unit	
<ul style="list-style-type: none"> • Gear Box $W_{\text{Gear}} = (0.34 \sim 0.4) \times P_B / n$ $= 1.612 \text{ ton}$ • Poros Jarak dr sterntube ke s.buritan = 3.6 meter Panjang Poros Antara = 3 meter Panjang poros (l) = 6.600 meter $M_s / l = 0.081 \left(\frac{P_B}{n} \right)^{\frac{2}{3}}$ $= 0.205$ $M_s = M_s / l \cdot l$ $= 2.708 \text{ ton}$ • Propeller $d_s = 11.5 \cdot \sqrt[3]{PD / n_{\text{rpm}}}$ $= 18.055 \text{ cm}$ $= 0.181 \text{ m}$ K = Koefisien Fixed Propeler $\left(\frac{d_s}{D} \right) \cdot \left(1.85 \cdot \frac{AE}{AO} \right) - \left(\frac{z-2}{100} \right)$ $= 0.043053$ W_{prop} = Berat Propeller $D^3 \cdot K$ $= 0.409632 \text{ ton}$ • Total $W_{T, \text{Prop}} = W_{\text{Gear}} + M_s + W_{\text{Prop}}$ $= 4.729 \text{ ton}$ 	

Electrical Unit	
W _{Agg} =	3.45 ton/unit
=	6.9 ton (Generator 1 unit, cadangan 1)

Other Weight	
• W _{ow} =	(0,07)P _{gen} (0.04 - 0.07)
=	21 ton

Total Weight	
W _{Machinery} =	34.899

Titik Berat Machinery Plant

- $h_{db} = 1.2 \text{ m}$
 $KG_m = h_{db} + 0.35(D' - h_{db})$
- $D' = 2.06 \text{ m}$ (assumsi tinggi Overhead kamar mesin)
 $KG_m = 1.501 \text{ m}$
 $LCG_M = \text{at the after end of main engine}$
- $b = \text{AP to tip of propeller shaft}$
 $b = 0.35 T$
 $b = 1.141 \text{ m}$
 $LCG_M = b + \text{shaft length} + \text{stern tube}$
 $LCG_M = 7.741 \text{ m}$

Berat dan Titik Berat Struktur

Volume Deckhouse	
Volume Main Deck (Deck 3)	
panjang (L_{D3}) =	L
panjang (L_{D3}) =	27.000 m
panjang (L_{D3}) diambil =	27.000 m
=	45 Jarak gading
lebar (B_{D3}) =	9.800 m
tinggi (h_{D3}) =	2.6 m
tinggi (h_{D3}) diambil =	2.6 m
$V_{DH \cdot layer III} =$	$L_{D2} \cdot B_{D2} \cdot h_{D2}$
=	687.96 m ³
Volume Deck 4	
panjang (L_{D4}) =	L
panjang (L_{D4}) =	27.000 m
panjang (L_{D4}) diambil =	27.000 m
=	45 Jarak gading
lebar (B_{D4}) =	9.800 m
tinggi (h_{D4}) =	2.6 m
tinggi (h_{D4}) diambil =	2.6 m
$V_{DH \cdot layer IV} =$	$L_{D2} \cdot B_{D2} \cdot h_{D2}$
=	687.96 m ³
Volume Deck 5	
panjang (L_{D5}) =	L
panjang (L_{D5}) =	27.000 m
panjang (L_{D5}) diambil =	27.000 m
=	45 Jarak gading
lebar (B_{D5}) =	9.800 m
tinggi (h_{D5}) =	2.4 m
=	2.4 m
$V_{DH \cdot layer V} =$	$L_{D3} \cdot B_{D3} \cdot h_{D3}$
=	635.04 m ³
Volume wheel house	
panjang (L_{WH}) =	L
panjang (L_{WH}) =	12.000 m
panjang (L_{WH}) diambil =	12.000 m
=	20 Jarak gading
lebar (B_{WH}) =	7.800 m
tinggi (h_{WH}) =	2.4 m
$V_{wh} =$	224.64 m ³
Volume Total	
$V_{DH} =$	$V_{DH \cdot Main Deck} + V_{DH \cdot layer II} + V_{DH \cdot layer III} + V_{DH \cdot layer IV} + V_{DH \cdot wheel house}$
=	2235.60 m ³

Structure Weight	
D_A	= corrected depth due to superstructure and deckhouses
	= $H + (V_A + V_{DH}) / (L \cdot B)$
	= 8.543278689 m
C_{SO}	= Cargo ship (3 decks)
	= 0.082 t/m ³
Δ_{kapal}	= 2118.68261 ton
U	= $\log \left(\frac{\Delta}{100} \right)$
	= 1.326
C_S	= $C_{SO} + 0.06 \cdot e^{-(0.5U + 0.1U^{2.45})}$
	= 0.120
Margin	= 10%
W_{ST}	= $L \cdot B \cdot D_A \cdot C_S$
	= 1029.702019 ton

Weight of deckhouses			
The specific volumetric and unit area weights are:			
	For small and medium sized cargo ship		160 – 170 kg/m ²
	For large cargo ships, large tanker, etc		180 – 200 kg/m ²
	Therefore, for this desain, it is used		170 kg/m ²
• DECKHOUSE			
Deck 3		Deck 4	
$L_{DHI I}$	= 27.000 m	$L_{DHI I I}$	= 27.000 m
$B_{DHI I}$	= 9.800 m	$B_{DHI I I}$	= 9.800 m
$A_{DHI I}$	= 264.600 m ²	$A_{DHI I I}$	= 264.600 m ²
$W_{DHI I}$	= 44.982 ton	$W_{DHI I I}$	= 44.982 ton
Deck 5		Deck 6	
$L_{DHI V}$	= 27.000 m	L_{WH}	= 12.000 m
$B_{DHI V}$	= 9.800 m	B_{WH}	= 7.800 m
$A_{DHI V}$	= 264.60 m ²	A_{WH}	= 93.600 m ²
$W_{DHI V}$	= 44.982 ton	W_{WH}	= 15.912 ton
W_{DH}	= 150.858 ton		

Center of deckhouse structural weight		
Deck 3		
Vertical	$VCG_{dh1} = H + 0.5 h_{dh1}$	
	$VCG_{dh1} =$	7.400 m
Longitudinal		
from AP	$LCG_{dh1} = \text{Sketch}$	
	$LCG_{dh1} =$	43.500 m
Deck 4		
Vertical	$VCG_{dh2} = H + h_{dh1} + 0.5 h_{dh2}$	
	$VCG_{dh2} =$	10.000 m
Longitudinal		
from AP	$LCG_{dh2} = \text{Skech}$	
	$LCG_{dh2} =$	43.500 m
Deck 5		
Vertical	$VCG_{dh3} = H + h_{dh1} + h_{dh2} + 0.5 h_{dh3}$	
	$VCG_{dh3} =$	12.400 m
Longitudinal		
from AP	$LCG_{dh3} = \text{Sketch}$	
	$LCG_{dh3} =$	43.500 m
Wheelhouse		
Vertical	$VCG_{wh} = H + h_{dh1} + h_{dh2} + h_{dh3} + 0.5 h_{wh}$	
	$VCG_{wh} =$	14.800 m
Longitudinal		
from AP	$LCG_{wh} = (l_{poop} - l_{wh}) + 0.5 l_{wh}$	
	$LCG_{wh} =$	51 m
Deckhouses		
Vertical	$VCG_{dh} = (VCG_{dh1} \times W_{dh1} + VCG_{dh2} \times W_{dh2} + VCG_{dh3} \times W_{dh3} + VCG_{wh} \times W_{wh}) / W_{dh}$	
	$VCG_{dh} =$	10.447 m
Longitudinal		
from AP	$LCG_{dh} = (LCG_{dh1} \times W_{dh1} + LCG_{dh2} \times W_{dh2} + LCG_{dh3} \times W_{dh3} + LCG_{wh} \times W_{wh}) / W_{dh}$	
	$LCG_{dh} =$	44.291 m

Center of basic hull structural weight		
Vertical	$VCG_{hull} = 0.01D [46.6 + 0.135(0.81 - C_b) (L/D)^2] + 0.008D (L/B - 6.5)$	$L_{pp} = < 120 \text{ m}$
	$VCG_{hull} = 2.971109992 \text{ m}$	$L = L_{pp} \quad D = H$
Longitudinal	$\%LCG_{hull} = -0.15 + LCB$	
	$\%LCG_{hull} = -0.001\% \quad \% L_{WL}$	
from midship	$LCG_{hullM} = -0.000474592 \text{ m}$	
from AP	$LCG_{hull} = 0.5 L_{pp} + LCG_{hullM}$	
	$LCG_{hull} = 37.49952541 \text{ m}$	

Berat dan Titik Berat *Payload*

Payload kapal 3-in-1	
Container	
Jumlah =	10 TEUS
Berat =	303.65 Ton
LCG _{Container} =	23.865 m
KG _{Container} =	3.513 m
Passanger	
Jumlah =	97 Orang
	8.73 Ton
LCG _{Passanger} =	22.5 m
KG _{Passanger} =	5.475
Barang	
Semen	
Jumlah =	2710 Sak
Berat =	0.04 Ton
Total =	108.4 Ton
LCG _{Barang} =	34.5 m
KG _{Barang} =	2.255 m
Total	
W _{Payload} =	420.78 Ton
LCG _{Payload} =	26.577 m
KG _{Payload} =	3.230 m

Berat dan Titik Berat Peralatan dan Perlengkapan

Group 2: Loading Equipment	Group 2: Loading Equipment
n = 1.0000	n = 1.0000
Crane working radius = 25	Crane working radius = 25
$W_{crane} = 48.0000$ ton/unit	$W_{crane} = 48.0000$ ton/unit
$W_{Group II} = 48.0000$ ton	$W_{Group II} = 48.0000$ ton

Group 3: Accomodation		
The specific volumetric and unit area weights are:		
For small and medium sized cargo ship	60 - 70	kg/m ³
For large cargo ships, large tanker, etc	80 - 90	kg/m ³
Therefore, for this design, it is used	70	kg/m ³
<ul style="list-style-type: none"> • SUPERSTRUCTURE 		
<ul style="list-style-type: none"> • POOP 		
$L_{poop} =$		m
$B_{poop} =$		m
$A_{poop} =$		m ²
$H_{poop} =$		m
$W_{poop} =$		ton
<ul style="list-style-type: none"> • FORECASTLE 		
$L_{forecastle} =$	6	m
$B_{forecastle} =$	6.1	m
$A_{forecastle} =$	31.375	m ²
$H_{forecastle} =$	2.500	m
$W_{forecastle} =$	5.491	ton
<ul style="list-style-type: none"> • DECKHOUSE 		
Main Deck (Deck 3)		
$L_{DH III} =$	27.000	m
$B_{DH III} =$	9.800	m
$A_{DH III} =$	264.600	m ²
$H_{DH III} =$	2.600	m
$W_{DH III} =$	48.157	ton
Deck 5		
$L_{DH V} =$	27.000	m
$B_{DH V} =$	9.800	m
$A_{DH V} =$	264.60	m ²
$H_{DH V} =$	2.40	m
$W_{DH V} =$	44.453	ton
Wheel House		
$L_{DH VI} =$	12.000	m
$B_{DH VI} =$	7.800	m
$A_{DH VI} =$	93.60	m ²
$H_{DH VI} =$	2.40	m
$W_{DH VI} =$	15.725	ton
$W_{Group III} =$	161.983	ton
Deck 4		
$L_{DH IV} =$	27.000	m
$B_{DH IV} =$	9.800	m
$A_{DH IV} =$	264.600	m ²
$H_{DH IV} =$	2.600	m
$W_{DH IV} =$	48.157	ton

Group 4: Miscellaneous

$$C = (0.18 \text{ ton} / \text{m}^2 < C < 0.26 \text{ ton} / \text{m}^2$$

$$= 0.26 \text{ [ton/m}^2]$$

$$W_{\text{Group IV}} = (L \cdot B \cdot D)^{2/3} \cdot C$$

$$= 53.876 \text{ ton}$$

Equipment and Outfitting Total Weight

$$= 306.368 \text{ ton}$$

Titik Berat Modul Bangunan Atas Terpasang1. LCG₁ (25% W_{E&O} at LCG_M)

$$25\% W_{E\&O} = 76.592$$

$$L_{\text{stern}} = b + \text{shaft length} + \text{stern tube}$$

$$LCG_M \text{ from AP} = 7.741 \text{ m}$$

2. LCG₂ (37,5% W_{E&O} at LCG_{DH})

$$37.5\% W_{E\&O} = 114.8882$$

$$LCG_{dh} \text{ from AP} = 44.29108 \text{ m}$$

3. LCG₃ (37,5% W_{E&O} at midship)

$$37.5\% W_{E\&O} = 114.8882$$

$$L_{\text{midship}} = 37.5 \text{ m}$$

LCG_{E&O} (LCG from AP)

$$LCG_{E\&O} = 32.61 \text{ m}$$

$$D_A = 8.543279$$

$$KG_{E\&O} = 1.00-1.05 D_A$$

KG = VCG

$$VCG_{E\&O} = 8.629 \text{ m}$$

Berat dan Titik Berat Consumable

Machinery data	
MCR _e = 1029 kW	
MCR _e = 1399.028 HP	
MCR _g = 300 kW	
MCR _g = 407.88 HP	
SFOC _e = 210 g/kWh	
SFOC _g = 190 g/kWh	
	Voyage data
	Voyage radius = 992 nm
	Voyage radius = 1837184 m
	Voyage time = 297600.2571 s
	Voyage time = 82.66673809 hour
	Voyage time = 4 day

Fuel Oil	
Weight	
	$W_{FO} = (SFR \times MCR) \times (\text{range/speed}) \times \text{margin}$
	$W_{FO} = 22575459.50 \text{ gram}$
margin =	10%
	$W_{FO} = 24833005.45 \text{ gram}$
	$W_{FO} = 24.833 \text{ ton}$
Volume	
	$\rho_{FO} = 991 \text{ kg/m}^3$
	$\rho_{FO} = 0.991 \text{ ton/m}^3$
	$V_{FO} = 25.05853224 \text{ m}^3$

Lubricating Oil	
Weight	
	$W_{LO} = 20 \text{ t, medium speed diesel(s)}$
	15 t, low speed diesel
	$W_{LO} = 20.000 \text{ ton}$
Volume	
	$\rho_{FO} = 900 \text{ kg/m}^3$
	$\rho_{FO} = 0.9 \text{ ton/m}^3$
margin =	5%
	$V_{LO} = 23.33333333 \text{ m}^3$

Fresh Water		
Weight		
$W_{FW} =$		0.17 ton/(person x day)
$W_{FW} =$		85 ton
Volume		
$\rho_{FW} =$		1000 kg/m ³
$\rho_{FW} =$		1 ton/m ³
$V_{FW} =$		85 m ³

Persons & Effects		
$W_{C\&E} =$		0.17 ton/person
$W_{C\&E} =$		21.25 ton

Provision		
$W_{PR} =$		0.01 ton/(person x day)
$W_{PR} =$		5 ton

Total Weight		
$W_{tot} =$		156.083 ton

Center of fuel oil weight			
Tank location in machinery space(Tween deck)			
Tank dimensions			
$H_{FOT} =$	1 m	Volume =	23.4 m ³
$B_{FOT} =$	7.8 m		
$L_{FOT} =$	3 m		
Vertical			
$VCG_{FOT} =$	0.5 H_{FOT} + Hdb + tween deck		
$VCG_{FOT} =$	0.5 m		
Longitudinal from AP			
$LCG_{FOT} =$	$L_{st} + 0.5 L_{FOT}$		
$LCG_{FOT} =$	16.5 m		

Center of lubricating oil weight				
Tank location in tween deck				
Tank dimensions				
$H_{LOT} =$	1 m	$Volume =$	27.9 m ³	
$B_{LOT} =$	9.3 m			
$L_{LOT} =$	3 m			
Vertical				
$VCG_{LOT} = 0.5 H_{LOT} + H_{db}$				
$VCG_{LOT} =$	0.5 m			
Longitudinal from AP				
$LCG_{LOT} = L_{st} + L_{km} + 0.5 L_{LOT}$				
$LCG_{LOT} =$	19.5 m			
Center of fresh water weight				
Tank 1 location in transom				
Tank dimensions				
$H_{FWT} =$		$Volume =$	86.61952 m ³	
$H_{FWT} =$	2.60 m			
$B_{FWT} = V_{FW} / (H_{FWT} \times L_{FWT})$				
$B_{FWT} =$	7.18 m			
$L_{FWT} =$	4.64 m			
Vertical				
$VCG_{FWT} =$				
$VCG_{FWT} =$	2.3 m			
Longitudinal from AP				
$LCG_{FWT} = L_{st} + 0.5 L_{FWT}$				
$LCG_{FWT} =$	42.81 m dari maxsurf			
Center of crew and effects weight				
Room Layer	VCG	LCG [AP]	Total Person	$W_{C\&E}$ (ton)
Forecastle	0	0	0	0
Deck 3	7.400	43.500	48	8.16
Deck 4	10.000	43.5	48	8.16
Deck 5	12.400	43.5	11	1.87
Wheel House	14.800	51	0	0
Vertical				
$VCG_{C\&E} = (VCG_{dh1} \times W_{dh1} + VCG_{dh2} \times W_{dh2} + VCG_{dh3} \times W_{dh3} + VCG_{wh} \times W_{wh}) / (W_{dh1} + W_{dh2} + W_{dh3} + W_{wh})$				
$VCG_{C\&E} = 9.080373832$ m				
Longitudinal from AP				
$LCG_{C\&E} = (LCG_{dh1} \times W_{dh1} + LCG_{dh2} \times W_{dh2} + LCG_{dh3} \times W_{dh3} + LCG_{wh} \times W_{wh}) / (W_{dh1} + W_{dh2} + W_{dh3} + W_{wh})$				
$LCG_{C\&E} = 43.5$ m				

Center of provisions and stores weight	
L prov =	3 m
h _{poop} =	0 m
Vertical	
VCG _{PR} =	4.850 m
Longitudinal from AP	
LCG _{PR} =	Gading ke 45
LCG _{PR} =	27.5 m
Center of consumables and crew weight	
Vertical	
VCG _{C&Cr} =	$(VCG_{FOT} \times W_{FO} + VCG_{LOT} \times W_{LO} + VCG_{FWT} \times W_{FW} + VCG_{C\&E} \times W_{C\&E} + VCG_{PR} \times W_{PR}) / W_{tot}$
VCG _{C&Cr} =	2.858352987 m
Longitudinal from AP	
LCG _{C&Cr} =	$(LCG_{FOT} \times W_{FO} + LCG_{LOT} \times W_{LO} + LCG_{FWT} \times W_{FW} + LCG_{C\&E} \times W_{C\&E} + LCG_{PR} \times W_{PR}) / W_{tot}$
LCG _{C&Cr} =	35.81566717 m

Freeboard

Freeboard Calculation

Ship dimensions

L_{pp} =	75.00 m
L_{WL} =	75.00 m
B =	12.20 m
H =	6.10 m
T =	3.26 m
V_S =	12.00 knot
V_S =	6.17 m/s

Ship coefficients

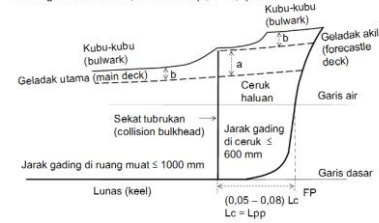
C_B =	0.693
C_M =	0.985
C_p =	0.704
C_{WP} =	0.785

Ship displacement

∇ =	2067.007 m ³
Δ =	2119 ton

MENGAMBAR GELADAK AKIL (FORECASTLE DECK) dan KUBU- KUBU (BULWARK)

Tinggi geladak akil dari geladak utama, $a = \pm 2,4 - 2,5$ meter, sejajar
Tinggi kubu-kubu dari geladak utama dan akil, $b = 1$ meter, sejajar
Ujung kubu-kubu dibuat lengkung agar tidak terjadi keretakan
Lebar geladak akil di 0,05L adalah $(0,5 - 0,6) B$.



International Convention on Load Lines, 1966, as Amended by the Protocol of 1988 Amended by Resolution MSC.329(90)	
Length at 85% moulded depth	ICLL, Annex I, Ch. 1, Reg. 3
$L_{bow} = 0$ m	pg. 22 (1)
L_{WL} at 85% D	$D = H$ ICLL, Annex I, Ch.1, Reg. 3
$L_{WL} = ((85\%D / T) \times L_{bow}) + (L_{WL} - L_{bow})$	pg.22 (5-6)
$L_{WL} = 75$ m	
$L = 96\% L_{WL}$ at 85% D	
$L = 72$ m	
or	
$L = L_{pp}$	
$L = 75.00$ m	
whichever is greater	
$L = 75$ m	
C_B at 85% moulded depth	ICLL, Annex I, Ch.1, Reg.3
$C_B^1 = \nabla / (L \times B \times 85\%D)$	pg. 23 (7)
$C_B^1 = 0.435684$	
Freeboard for type 'B' ship	ICLL, pg.45:54
$L_{pp} = 75.00$ m	
$F_{min} = 800$ mm	
Correction for block coefficient	
for $C_B < 0.68$	No Correction Needed
Addition = $(C_B + 0.68) / 1.36$	ICLL, pg. 59
Addition = 1	
$F' = F_{min} \times$ Addition	
$F' = 800$ mm	
Correction for depth	
for $D > L_{pp}/15$	Correction Needed
$R = 250$ for $L_{pp} \geq 120$	$R = L/0.48$ for $L_{pp} < 120$
Addition = $(D - L_{pp}/15) \times R$	$R = 156.25$
Addition = 171.875 mm	ICLL, pg. 59, Reg. 31
$F'' = F' +$ Addition	
$F'' = 971.875$ mm	
Correction for superstructures and trunks	
	Total effective length of superstructure and trunk
	0 0.1L 0.2L 0.3L 0.4L 0.5L 0.6L 0.7L 0.8L 0.9L L
Percentage of deduction for all types of superstructure	0 5 10 15 23.5 32 46 63 75.3 87.7 100
Length of superstructures and trunks	
$l_{fc} = 6$ m	
$l_{fc} = 0.08 L$	ICLL, pg. 64
$l_{poop} = 0$ m	
$l_{poop} = 0 L$	
Total = 0.08 L	
Deduction percentage	for $l_{fc} \geq 0.07 L$ Deduction Allowed
0L = 0 %	
0.1L = 5 %	
0.08 L = 4 %	
$F''' = F'' - (F'' \times$ Deduction percentage)	
$F''' = 933$ mm	

ICLL, pg. 65

Correction for sheer

$S_a = 0 \text{ m}$
 $S_a = 0 \text{ mm}$
 $S_f = 0 \text{ m}$
 $S_f = 0 \text{ mm}$

Sheer standard

ICLL, pg. 65

AP

$S_{as} = 25 \times ((L/3) + 10)$
 $S_{as} = 875 \text{ mm}$

FP

ICLL, pg. 65

$S_{fs} = 50 \times ((L/3) + 10)$
 $S_{fs} = 1750 \text{ mm}$

Deficiency or excess

$S = ((S_a + S_f) - (S_{as} + S_{fs})) / 6$
 $S =$

Deficiency

Practical Ship Design, ch. 11, pg. 310
by D. G. M. Watson

Addition for Deficiency in Sheer

$0.1L = 7.5 \text{ m}$

Distance for midship

Forcastle

$d_{fc} = 0.5 L_{pp} - l_{fc}$
 $d_{fc} = 31.5 \text{ m}$

No Deduction Needed

Poop

$d_{poop} = 0.5 L_{pp} - l_{poop}$
 $d_{poop} = 37.5 \text{ m}$

No Deduction Needed

No Correction Needed

ICLL, pg. 68

Correction for bow height

$h = 2.5 \text{ m}$
 $H_{bow} = (H - T) + h_{fc}$
 $H_{bow} = 5.34 \text{ m}$
 $H_{bowmin} = 56L \times (1 - L/500) \times (1.16/(C_b + 0.68))$
 $H_{bowmin} = 3711.802 \text{ mm}$
 $H_{bowmin} = 3.711802 \text{ m}$

No Correction Needed

ICLL, chapter 3 reg 39

Reserve Bouyancy

A, shall not be less than $= (0.15 F_{min} + 4(L/3 + 10))L / 1000m^2$

$A_{min} = 17.71093 \text{ m}^2$

dimana

$F_{min} = F_{min} = (F_0 \times f_1) + f_2$
 $= 640971.9 \text{ mm}$
 $= 640.9719 \text{ m}$

$A1 = 10.49 \text{ m}^2$ (diambil dari autocad)

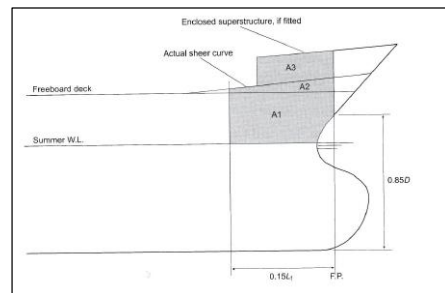
$A2 = 15 \text{ m}^2$ (diambil dari autocad)

$A = 25.49 \text{ m}^2$

F_0 = tabular freeboard taken from table

f_1 = correction for block coefficient

f_2 = correction for depth



Accepted

ILCC, pg. 69

Freeboard

Required

$F_{req} = F'''$
 $F_{req} = 933 \text{ mm}$
 $F_{req} = 0.933 \text{ m}$

Design

$F_{design} = H - T$
 $F_{design} = 2.84 \text{ m}$

Accepted

Biaya Pembangunan

BUILDING COST					
	No	Item	Value	Unit	
Baja Kapal dan Konstruksi	1	Lambung Kapal (Hull)			
		<i>(Tebal pelat = 12 mm (asumsi), jenis material = carbon steel)</i>			
		<i>Sumber: Alibaba.com https://www.alibaba.com/product-detail/ASTM-A36-Hot-Rolled-Carbon-Steel_60762972318.html?spm=a2700.7724838.2017127.5.d006650eieclkc&s=p (per 22 Juni 2019)</i>			
		Harga	790	USD/ton	
		Berat Lambung Kapal	879	ton	
		Harga Lambung Kapal	\$ 694,286.78	USD	
	2	Bangunan Atas Kapal			
		<i>(Tebal pelat = 8 mm (asumsi), jenis material = carbon steel)</i>			
		<i>Sumber: Alibaba.com https://www.alibaba.com/product-detail/ASTM-A36-Hot-Rolled-Carbon-Steel_60762972318.html?spm=a2700.7724838.2017127.5.d006650eieclkc&s=p (per 22 Juni 2019)</i>			
		Harga	790	USD/ton	
		Berat Bangunan Atas Kapal	151	ton	
		Harga Bangunan Atas Kapal	\$ 119,177.82	USD	
	4	Elektroda			
		<i>(Diasumsikan 6% dari berat pelat kapal)</i>			
		<i>Sumber: Alibaba.com https://www.alibaba.com/product-detail/AWS-E6013-Welding-Electrode-Price-China_60116108409.html?spm=a2700.7724838.2017115.198.5ed21742XHX5vK (per 22 Juni 2019)</i>			
		Harga	690	USD/ton	
		Berat pelat kapal total (lambung, geladak, bangunan atas, dan konstruksi lambung kapal)	61.782	ton	
		Harga Elektroda	\$ 42,629.66	USD	
		Total Harga Pelat dan Elektroda Kapal	\$ 856,094.26	USD	

No	Item	Value	Unit
1	Railing dan Tiang Penyangga (steel pipe d = 50 mm, t = 3 mm) Sumber: www.metalsdepot.com		
	Harga	35	USD/m
	Panjang railing dan tiang penyangga	650	m
	Harga Railing dan Tiang Penyangga	\$ 22,750.00	USD
2	Kaca Polycarbonate (Kaca Polycarbonate, t = 6 mm) Sumber: http://www.alibaba.com/product-detail/High-Quality-100-Virgin-Material-Honeycomb_60718631046.html?spm=a2700.7724838.2017115.1.tyWXaj		
	Harga	250	USD/m ²
	Luas kaca	275.000	m ²
	Harga Kaca Polycarbonate	\$ 68,750.00	USD
3	Kursi Sumber: www.alibaba.com		
	Jumlah	250	unit
	Harga per unit	120	USD
	Harga Kursi	\$ 30,000.00	USD
4	Meja		
	Jumlah	32	unit
	Harga per unit	500	USD
	Harga meja	\$ 16,000.00	USD
5	Peralatan Navigasi & Komunikasi (www.alibaba.com)		
	a. Peralatan Navigasi		
	Radar	3,200	USD
	Kompas	150	USD
	GPS	850	USD
	Lampu Navigasi		
	-Masthead Light	9.8	USD
	-Anchor Light	8.9	USD
	-Starboard Light	12	USD
	-Portside Light	12	USD
	Simplified Voyage Data Recorder (S-VDR)	17,500	USD
	Automatic Identification System (AIS)	4,500	USD
	Telescope Binocular	60	USD
	Harga Peralatan Navigasi	\$ 26,302.65	USD
	b. Peralatan Komunikasi		
	Radiotelephone		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	272	USD
	Harga total	\$ 272.00	USD
	Digital Selective Calling (DSC)		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	286	USD
	Harga total	\$ 286.00	USD
	Navigational Telex (Navtex)		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	13,000	USD
	Harga total	\$ 13,000.00	USD
	EPIRB		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	350	USD
	Harga total	\$ 350.00	USD
	SART		
	Jumlah	2	Set
	Harga per set	450	USD
	Harga total	\$ 900.00	USD
	SSAS		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	19,500	USD
	Harga total	\$ 19,500.00	USD
	Portable 2-Way VHF Radiotelephone		
	Jumlah	2	Unit
	Harga per unit	287	USD
	Harga total	\$ 574.00	USD
	Harga Peralatan Komunikasi	\$ 34,882.00	USD

5	Lifeboat (www.alibaba.com)		
	Jumlah	2	Unit
	Harga per unit	2,000	USD
Harga total		\$ 4,000.00	USD
6	Liferaft (@65 orang) (www.alibaba.com)		
	Jumlah	8	Unit
	Harga per unit	2,000	USD
Harga total		\$ 16,000.00	USD
7	Life Jacket (www.alibaba.com)		
	Jumlah	150	Unit
	Harga per unit	20	USD
Harga total		\$ 3,000.00	USD
8	Jendela (www.alibaba.com)		
	Jumlah jendela kotak	54	Unit
	Harga per unit	250	USD
	Jumlah side scuttle	10	Unit
	Harga per unit	250	USD
Harga total		\$ 16,000.00	USD
9	Pintu (www.alibaba.com)		
	Jumlah	8	Unit
	Harga per unit	300	USD
	Pintu ruangan	35	Unit
	Harga per unit	90	USD
Harga total		\$ 5,550.00	USD
10	Windlass (www.alibaba.com)		
	Jumlah	1	Unit
	Harga per unit	10,500	USD
Harga total		\$ 10,500.00	USD
11	Tali Tambat (www.alibaba.com)		
	Jumlah	2	Unit
	Harga per unit	1.6	USD
Harga total		\$ 3.20	USD
12	Jangkar (www.alibaba.com)		
	Jumlah	1	Unit
	Harga per unit	1,000.0	USD
Harga total		\$ 1,000.00	USD
13	Toilet (www.fabelio.com)		
	Jumlah	43	Unit
	Harga per unit	106.4	USD
Harga total		\$ 4,575.20	USD
14	Kasur (www.fabelio.com)		
	Jumlah	125	Unit
	Harga per unit	128.0	USD
Harga total		\$ 16,000.00	USD
15	Crane (www.alibaba.com)		
	Jumlah	2	Unit
	Harga per unit	20,000.0	USD
Harga total		\$ 40,000.00	USD
Total Harga Equipment & Outfitting		\$ 315,313.05	USD
No	Item	Value	Unit
1	Main Engine (MAN D2862 LE 432)		
	Jumlah	1	unit
	Harga per unit	200000	USD/unit
	Shipping Cost	500	USD
	Harga Main Engine		\$ 200,500
2	Komponen Kelistrikan dan Sistem Foil (www.alibaba.com)		
	Power Control Unit	550	USD
	Automatic Change Over Switch (ACOS)	400	USD
	Automatic Control System (ACS)	1,850	USD
	Saklar, Kabel, dan lain - lain	150	USD
Harga Komponen Kelistrikan		\$ 2,950	USD
3	Generator (CCFJ200J-WTP YC6MK330C)		
	Jumlah generator	2	unit
	Harga per unit	14000	USD/unit
	Shipping Cost	1,000	USD
	Harga Generator		\$ 29,000
Total Harga Tenaga Penggerak		\$ 232,450	USD

Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi dan Kebijakan Pemerintah			
Sumber: Watson, <i>Practical Ship Design</i> , 1998			
No	Item	Value	Unit
1	Keuntungan Galangan Kapal		
	<i>30% dari biaya pembangunan awal</i>		
	Keuntungan Galangan Kapal	Rp 5,924,418,229	Rp
2	Biaya Untuk Inflasi (Watson, 1998)		
	<i>6% dari biaya pembangunan awal</i>		
	Biaya Inflasi	Rp 1,184,883,646	Rp
3	Biaya Pajak Pemerintah (Watson, 1998)		
	<i>10% PPn (Pajak Pertambahan Nilai)</i>		
	<i>15% PPh (Pajak Penghasilan)</i>		
	Biaya Pajak Pemerintah	Rp 4,937,015,191	Rp
Total Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi		Rp 12,046,317,065	Rp
Jadi, total harga kapal adalah =			
=	Biaya Pembangunan + Profit Galangan + Biaya Inflasi + Pajak Pemerintah		
=	19,748,060,763 + 5,924,418,229 + 1,184,883,646 + 4,937,015,191		
=	Rp	31,794,377,828	

1. Biaya Pembangunan	Rp 31,794,377,828.35
2. Biaya u/ operasional awal (1 bulan)	
- Bahan bakar diesel	Rp 877,824,000.00
- Air bersih	Rp 15,000,000.00
3. Gaji Crew	Rp 254,000,000.00
	Rp 1,146,824,000.00
3. <i>Extras claimed by shipyard (0.5%)</i>	Rp 158,971,889.14
4. <i>Owner's supply items (1%)</i>	Rp 317,943,778.28
5. Bunga pinjaman (9.6%)	Rp 2,789,956,654.44
Nilai Investasi [Sum 1-5]	Rp 36,208,074,150.22

Biaya Operasional

<u>Operasional Cost</u>		
Bank Mandiri		
Cash Loan Kredit Investasi Kredit investasi adalah kredit jangka menengah/panjang yang diberikan kepada (calon) debitur untuk membiayai barang-barang modal dalam rangka rehabilitasi, modernisasi, perluasan ataupun pendirian proyek baru, misalnya untuk pembelian mesin-mesin, bangunan dan tanah untuk pabrik, yang pelunasannya dari hasil usaha dengan barang-barang modal yang dibiayai. Ketentuan : <ul style="list-style-type: none"> Mempunyai Feasibility Study. Mempunyai izin-izin usaha, misalnya SIUP, TDP, dll. Maksimum jangka waktu kredit 15 tahun dan masa tenggang waktu (Grace Period) maksimum 4 tahun. Agunan utama adalah usaha yang dibiayai. Debitur menyerahkan agunan tambahan jika menurut penilaian Bank diperlukan. Maksimum pembiayaan bank 65% dan Self Financing (SF) 35%. Bunga : Suku bunga kredit 13,5 % *)		
Pinjaman Bank		
Biaya	Nilai	Unit
Building Cost	31,794,377,828	Rp
Pinjaman dari Bank	65%	
Pinjaman	20,666,345,588	Rp
Bunga Bank	13.5%	Per tahun
Nilai Bunga Bank	2,789,956,654.4	Per tahun
Masa Pinjaman	20	Tahun
Pembayaran Cicilan Pinjaman	20	Per Tahun
Nilai Cicilan Pinjaman	1,033,317,280	Per Tahun
Biaya Perawatan		
Diasumsikan 5% total dari building cost		
Total maintenance cost	Rp 1,589,718,891	per tahun
Asuransi		
Diasumsikan 1% total dari nilai investasi		
Biaya asuransi	Rp 362,080,742	per tahun
Gaji Crew Kapal		
Jumlah crew kapal	29	orang
Gaji Captain	Rp 30,000,000	
Gaji Chief	Rp 20,000,000	per orang
Gaji crew kapal per bulan	Rp 6,000,000	per orang
Gaji Total Crew	Rp 254,000,000	per bulan
Gaji Total Crew	Rp 3,048,000,000	per tahun

Bahan Bakar Diesel			
Asumsi Operasional Diesel		12	jam/hari
Kebutuhan Bahan Bakar		254	liter/jam
Harga bahan bakar	Rp	9,600	per liter
Harga bahan bakar	Rp	29,260,800	per hari
Harga bahan bakar	Rp	877,824,000	per bulan
Harga bahan bakar	Rp	10,533,888,000	per tahun
Air Bersih			
Harga air bersih	Rp	5,000	per liter
Harga air bersih	Rp	500,000	per trip
Harga air bersih	Rp	15,000,000	per bulan
Harga air bersih	Rp	180,000,000	per tahun
OPERATIONAL COST			
Biaya		Nilai	Masa
Cicilan Pinjaman	Rp	1,033,317,280	per tahun
Gaji Crew	Rp	3,048,000,000	per tahun
Biaya Perawatan	Rp	1,589,718,891	per tahun
Asuransi	Rp	362,080,742	per tahun
Bahan Bakar Diesel	Rp	10,533,888,000	per tahun
Air Bersih	Rp	180,000,000	per tahun
Total	Rp	16,747,004,912	per tahun

Perhitungan Tingkat Diskonto

PERHITUNGAN TINGKAT DISKONTO (DISCOUNT RATE)

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

Nilai Investasi	Rp	31,794,377,828.35
Umur Ekonomis (tahun)		20

Struktur Pendanaan

65%	Kredit investasi bank	Rp	20,666,345,588.43
	Jangka pinjaman (tahun)		20
	Bunga		9.95%
	Pajak		25%
35%	<i>Shareholder</i>	Rp	11,128,032,239.92
	<i>Expected return</i>		30%

Tingkat diskonto

Menggunakan *Cost of Capital*

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

Di mana,

Wd = Proporsi Pinjaman dari Total Pendanaan

We = Proporsi Modal dari Total Pendanaan

Kd = Biaya pinjaman

Ke = Biaya modal

t = Pajak

Maka,

WACC = 15.35%

Perhitungan NPV, IRR, PP

Season	Jumlah hari
Day off	15
High Season	150
Low Season	200
total	365

Prospek Pendapatan					
		350	50		
Jumlah Hari			Jumlah per Trip		
High Season =	150	22	Juni - Sept	Des-Jan	
Low Season =	200	29	Sept-Des	Jan-Juni	
Penumpang		Jumlah	satuan	Harga/satuan	Harga total
Surabaya	HS	96	orang	480000	1013760000
Wanci	LS	48	orang	480000	668160000
Wanci	HS	96	unit	327000	690624000
Namlea	LS	48	unit	327000	455184000
Namlea	HS	96	unit	673000	1421376000
Surabaya	LS	48	unit	673000	936816000
Cargo					
Semen	HS	2710	sak	64700	17533700000
					0
Kontainer	HS	171	Kg	4300	73530000
Pupuk					0
Tekstil	HS	54.75	Kg	200000	1095000000
					0
Elektronika	HS	78	Kg	40000000	4000000000
					0
Pendapatan Pertahun				=	Rp 27,888,150,000

Cash Flow

PERHITUNGAN *FREE CASHFLOW* PER TAHUN

t = Pajak Penghasilan	25%
CAPEX = <i>Capital Expenditure</i>	0
<i>Increment Net Working Cap.</i>	0
LABA/(RUGI) SEBELUM BUNGA & PAJAK (dalam Rupiah)	
PENDAPATAN	
Penjualan Produk	27,888,150,000.00
BIAYA OPERASIONAL	
<i>Voyage Cost</i>	
Biaya Bahan Bakar Diesel	10,533,888,000.00
Biaya Air Bersih	180,000,000.00
<i>Daily Running Cost</i>	
Biaya Kru	3,048,000,000.00
Biaya <i>Maintenance & Repair</i>	1,589,718,891.42
Asuransi	362,080,741.50
BIAYA LAIN	
Depresiasi	1,589,718,891.42
Earnings Before Int. and Tax 13,764,181,258.50	
<i>Free Cashflow</i>	
Rp8,733,417,052.46	
LABA/(RUGI) TAHUN 2020 (dalam Rupiah)	
Pendapatan	27,888,150,000.00
Biaya Operasional	15,713,687,632.92
Pendapatan/(Biaya) Lain:	
Depresiasi	1,589,718,891.42
EBIT 13,764,181,258.50	
<i>Free Cashflow</i>	
Rp8,733,417,052.46	

NPV dan IRR

PERHITUNGAN *NET PRESENT VALUE* DAN IRR

$$\text{Present Value} = \text{Future Value} * \text{Discount Factor}$$

Nilai Investasi Rp36,208,074,150.22
 Umur Ekonomis 20

Tingkat Diskonto (i) 15.35%
 Faktor Diskonto $1 / (1+i)^n$

Net Cashflow Rp8,733,417,052.46

(dalam jutaan)

Tahun ke- (n)	<i>Net Cashflow</i> (Rp)	Faktor Diskonto	<i>Net Present Value</i> (Rp)
0	(36,208.07)	1.000	(36,208.07)
1	8,733.42	0.867	7,571.19
2	8,733.42	0.752	6,563.63
3	8,733.42	0.652	5,690.16
4	8,733.42	0.565	4,932.92
5	8,733.42	0.490	4,276.46
6	8,733.42	0.425	3,707.36
7	8,733.42	0.368	3,213.99
8	8,733.42	0.319	2,786.28
9	8,733.42	0.277	2,415.49
10	8,733.42	0.240	2,094.04
11	8,733.42	0.208	1,815.37
12	8,733.42	0.180	1,573.78
13	8,733.42	0.156	1,364.35
14	8,733.42	0.135	1,182.78
15	8,733.42	0.117	1,025.38
16	8,733.42	0.102	888.92
17	8,733.42	0.088	770.63
18	8,733.42	0.076	668.07
19	8,733.42	0.066	579.17
20	8,733.42	0.057	502.09

Penilaian Investasi: **NPV** **17,414.00**
 Metode NPV **IRR** **23.78%**

(dalam Rupiah)		
Tahun ke- (P)	<i>Discounted Net Cashflow</i>	<i>Accumulated Net Cashflow</i>
0	(36,208,074,150.22)	(36,208,074,150.22)
1	7,571,191,792.38	(28,636,882,357.84)
2	6,563,633,090.31	(22,073,249,267.53)
3	5,690,158,237.38	(16,383,091,030.15)
4	4,932,923,629.48	(11,450,167,400.67)
5	4,276,460,252.80	(7,173,707,147.87)
6	3,707,357,678.21	(3,466,349,469.66)
7	3,213,990,109.04	(252,359,360.62)
8	2,786,278,885.82	2,533,919,525.20
9	2,415,486,596.47	4,949,406,121.67
10	2,094,038,585.81	7,043,444,707.47
11	1,815,368,218.25	8,858,812,925.73
12	1,573,782,732.65	10,432,595,658.38
13	1,364,346,948.84	11,796,942,607.21
14	1,182,782,450.32	12,979,725,057.53
15	1,025,380,183.52	14,005,105,241.06
16	888,924,688.12	14,894,029,929.18
17	770,628,410.66	15,664,658,339.83
18	668,074,759.59	16,332,733,099.42
19	579,168,738.44	16,911,901,837.86
20	502,094,148.55	17,413,995,986.40
<p style="text-align: right;">P = Tahun terakhir kas kum. neg.</p> <p style="text-align: right;">P = 8</p> <p style="text-align: right;">Kas kumulatif P = (2,533,919,525.20)</p> <p style="text-align: right;">Arus kas P+1 = 2,786,278,885.82</p> <p style="text-align: right;">Payback Periode = 7.09 tahun</p> <p style="text-align: right;">8</p> <p style="text-align: right;">-10.91 bulan</p> <p style="text-align: right;">-10</p> <p style="text-align: right;">-27.39 hari</p> <p style="text-align: right;">-28 hari</p> <p style="text-align: right;">Payback periode = 7 tahun 1 bulan 28 hari</p>		

Intact Stability Booklet

LOAD CASE 1

1. Penumpang 96 orang, Kontainer 10 TEUs, Barang: 100%

2. Bahan bakar, Persediaan, dan perbekalan: 100%

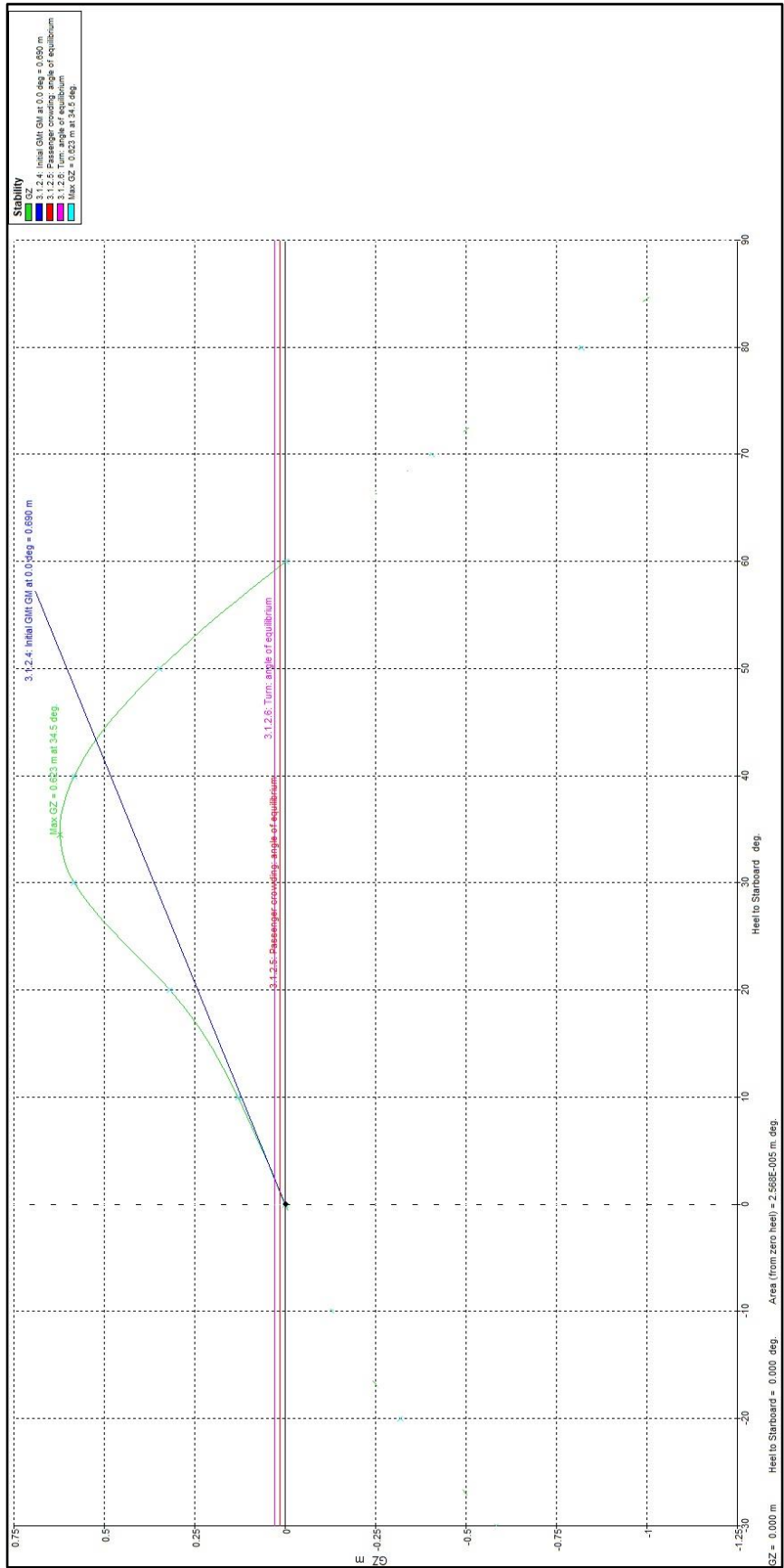
Item Name	Quantity	Total Mass (ton)	Total Volume (m ³)	Longitudinal Arm (m)	Transverse Arm (m)	Vertical Arm (m)
Hull	1	884.505		37.319	0	2.987
Deckhouse	1	156.366		44.263	0	10.428
Equipment	1	312.114		32.6	0	8.719
Machinery	1	26.922		7.741	0	1.501
Container Pupuk	5	150		26.75	0	2.3
Container Elektronika	3	76.437		22.083	0	4.9
Container Tekstil	2	54.75		18.75	0	4.9
Cargo	1	108.37		63	0	3.55
Passenger	96	8.64		22.5	0	5.475
Crew & Effect	1	21.42		43.5	0	9.08
Provisions	100%	5.04		27.5	0	4.85
F.O. Tank	100%	52.338	55.425	16.507	0	1.011
L.O. Tank	100%	57.216	62.192	19.505	0	1.009
F.W. Tank	100%	86.78	86.78	54.677	0	2.3
Ballast Tank 1	0%	0	0	57.152	-1.316	0
Ballast Tank 2	0%	0	0	57.152	1.316	0
Total Loadcase		2000.898	204.397	35.913	0	4.49

Result from:

Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments Resolution A. 749(18) - Chapter 3 Design Criteria Applicable to All Ships

Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin
3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	0	deg	0		
to the lesser of					
spec. heel angle	30	deg	30		
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (\geq)	3.1513	m.deg	7.378	Pass	134.13

Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin
3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	0	deg	0		
to the lesser of					
spec. heel angle	40	deg	40		
first downflooding angle	n/a	deg			
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (\geq)	5.1566	m.deg	13.4734	Pass	161.29
3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	30	deg	30		
to the lesser of					
spec. heel angle	40	deg	40		
first downflooding angle	n/a	deg			
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (\geq)	1.7189	m.deg	6.0954	Pass	254.61
3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
in the range from the greater of					
spec. heel angle	30	deg	30		
to the lesser of					
spec. heel angle	90	deg			
angle of max. GZ	34.5	deg	34.5		
shall not be less than (\geq)	0.2	m	0.623	Pass	211.5
Intermediate values					
angle at which this GZ occurs		deg	34.5		
3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass	
shall not be less than (\geq)	25	deg	34.5	Pass	38.18
3.1.2.4: Initial GMt				Pass	
spec. heel angle	0	deg			
shall not be less than (\geq)	0.15	m	0.69	Pass	360
3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium				Pass	
Pass. crowding arm					
number of passengers	96				
passenger mass	0.09	tonne			
distance from centre line	3.4	m			
cosine power	0				
shall not be greater than (\leq)	10	deg	1.2	Pass	88.04



LOAD CASE 2

1. Penumpang 96 orang, Kontainer 10 TEUs, Barang: 100%

2. Bahan bakar, Persediaan, dan perbekalan: 10%

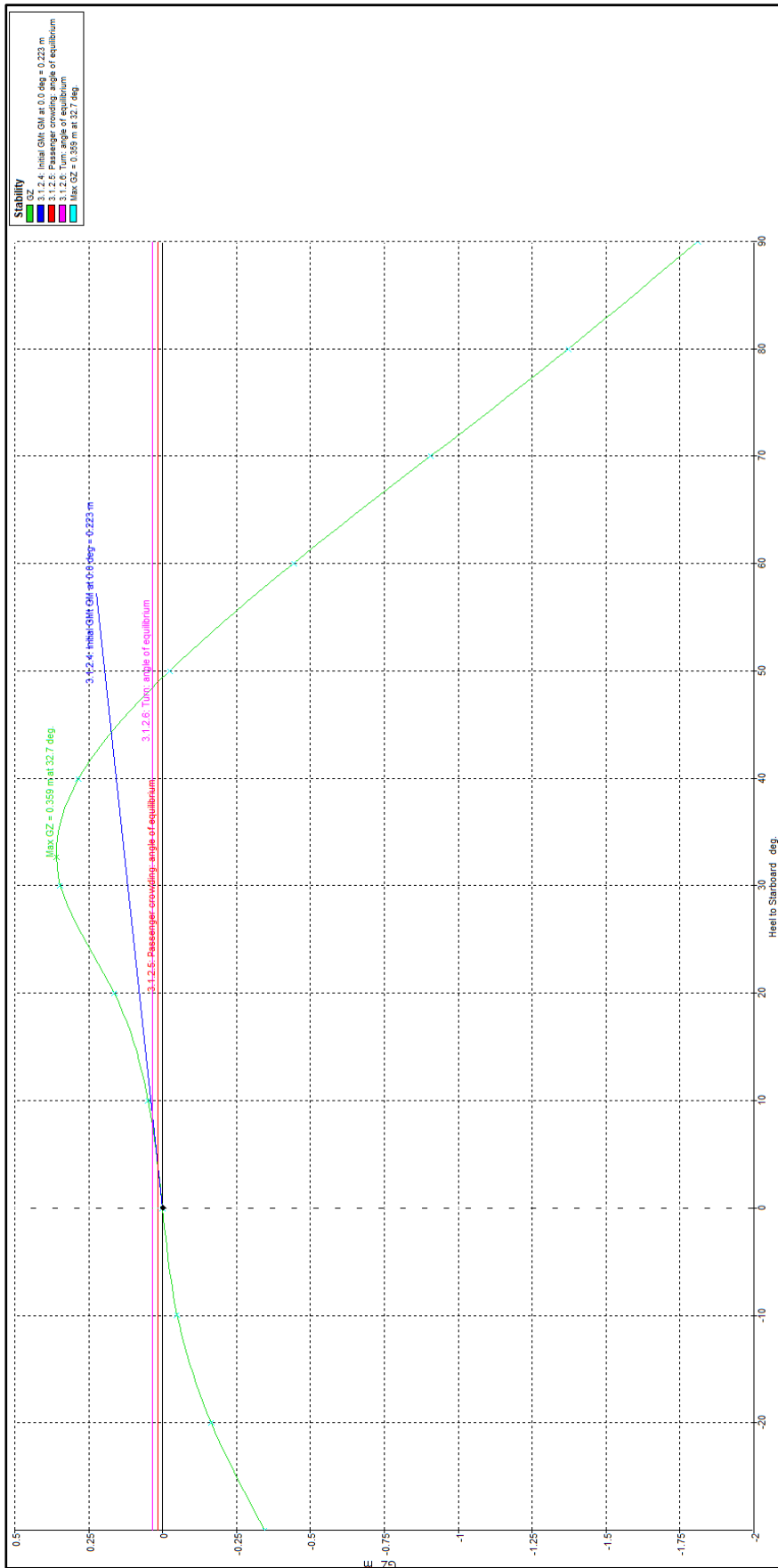
Item Name	Quantity	Total Mass (ton)	Total Volume (m ³)	Longitudinal Arm (m)	Transverse Arm (m)	Vertical Arm (m)
Hull	1	884.505		37.319	0	2.987
Deckhouse	1	156.366		44.263	0	10.428
Equipment	1	312.114		32.6	0	8.719
Machinery	1	26.922		7.741	0	1.501
Container Pupuk	5	150		26.75	0	2.3
Container Elektronika	3	76.437		22.083	0	4.9
Container Tekstil	2	54.75		18.75	0	4.9
Cargo	1	108.37		63	0	3.55
Passenger	96	8.64		22.5	0	5.475
Crew & Effect	1	21.42		43.5	0	9.08
Provisions	100%	0.504		27.5	0	4.85
F.O. Tank	100%	5.234	5.542	16.53	0	0.112
L.O. Tank	100%	5.722	6.219	19.518	0	0.11
F.W. Tank	100%	8.678	8.678	54.662	0	1.13
Ballast Tank 1	0%	0	0	57.152	-1.316	0
Ballast Tank 2	0%	0	0	57.152	1.316	0
Total Loadcase		1819.661	20.44	36.095	0	4.76

Result from:

Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments Resolution A. 749(18) - Chapter 3 Design Criteria Applicable to All Ships

Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin
3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	0	deg	0		
to the lesser of					
spec. heel angle	30	deg	30		
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (>=)	3.1513	m.deg	3.8165	Pass	+21.11

Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin
3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	0	deg	0		
to the lesser of					
spec. heel angle	40	deg	40		
first downflooding angle	n/a	deg			
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (\geq)	5.1566	m.deg	7.2141	Pass	+39.90
3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	30	deg	30		
to the lesser of					
spec. heel angle	40	deg	40		
first downflooding angle	n/a	deg			
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (\geq)	1.7189	m.deg	3.3977	Pass	+97.66
3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
in the range from the greater of					
spec. heel angle	30	deg	30		
to the lesser of					
spec. heel angle	90	deg			
angle of max. GZ	34.5	deg	34.5		
shall not be less than (\geq)	0.2	m	0.359	Pass	+79.50
Intermediate values					
angle at which this GZ occurs		deg	32.7		
3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass	
shall not be less than (\geq)	25	deg	32.7	Pass	+30.91
3.1.2.4: Initial GMt				Pass	
spec. heel angle	0	deg			
shall not be less than (\geq)	0.15	m	0.223	Pass	+48.67
3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium				Pass	
Pass. crowding arm					
number of passengers	96				
passenger mass	0.09	tonne			
distance from centre line	3.4	m			
cosine power	0				
shall not be greater than (\leq)	10	deg	3.9	Pass	+60.7



LOAD CASE 3

1. Penumpang 96 orang, Kontainer 10 TEUs, Barang: 100% (Barang 50%)

2. Bahan bakar, Persediaan, dan perbekalan: 100%

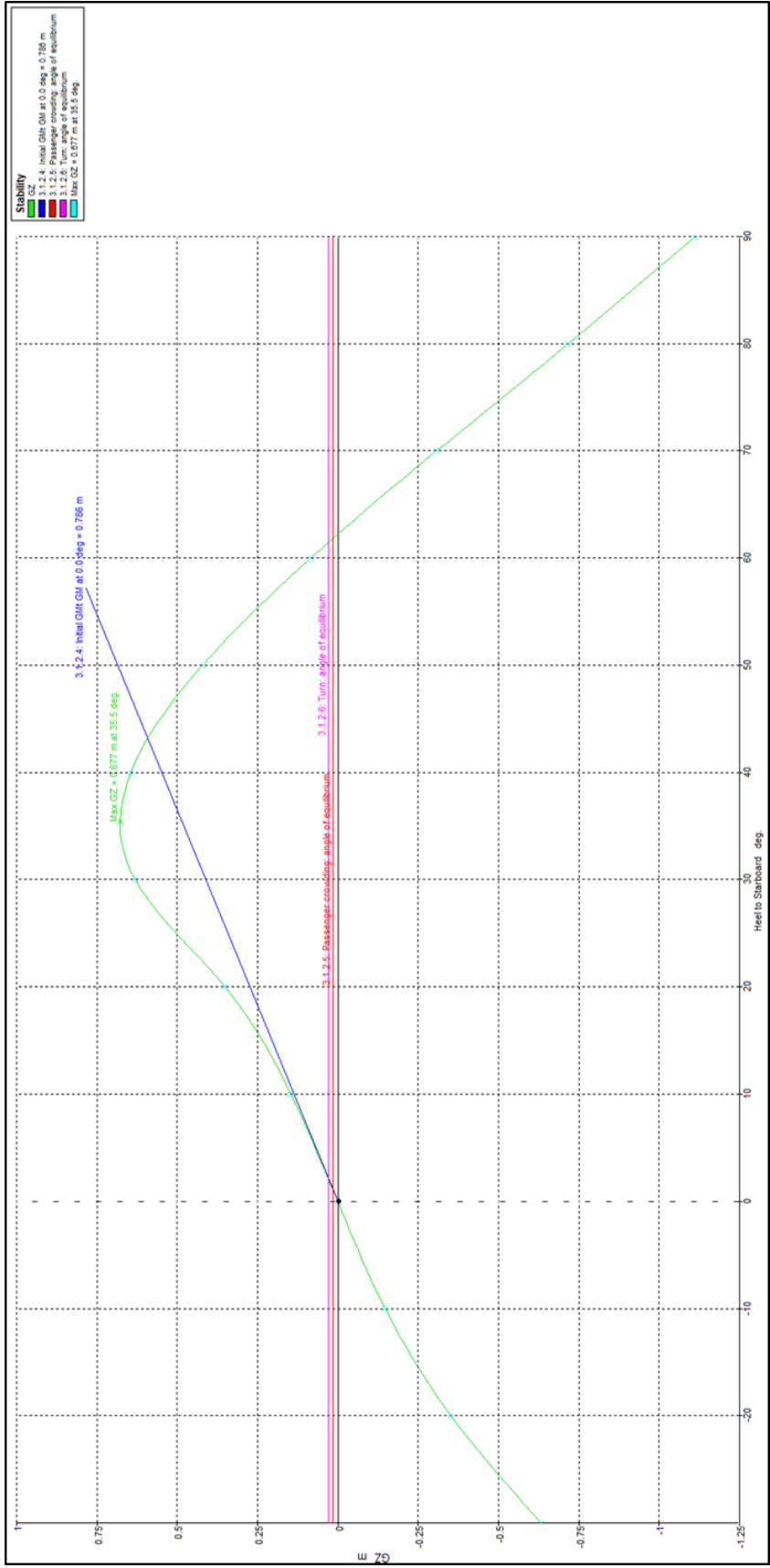
Item Name	Quantity	Total Mass (ton)	Total Volume (m ³)	Longitudinal Arm (m)	Transverse Arm (m)	Vertical Arm (m)
Hull	1	884.505		37.319	0	2.987
Deckhouse	1	156.366		44.263	0	10.428
Equipment	1	312.114		32.6	0	8.719
Machinery	1	26.922		7.741	0	1.501
Container Pupuk	5	150		26.75	0	2.3
Container Elektronika	3	76.437		22.083	0	4.9
Container Tekstil	2	54.75		18.75	0	4.9
Cargo	1	54.185		63	0	3.55
Passenger	96	8.64		22.5	0	5.475
Crew & Effect	1	21.42		43.5	0	9.08
Provisions	100%	5.04		27.5	0	4.85
F.O. Tank	100%	52.338	55.425	16.507	0	1.011
L.O. Tank	100%	57.216	62.192	19.505	0	1.009
F.W. Tank	100%	86.78	86.78	54.677	0	2.3
Ballast Tank 1	100%	33.514	32.697	62.59	-1.311	0.525
Ballast Tank 2	100%	33.514	32.697	62.59	1.311	0.525
Total Loadcase		2013.741	269.79	36.072	0	4.383

Result from:

Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments Resolution A. 749(18) - Chapter 3 Design Criteria Applicable to All Ships

Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin
3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	0	deg	0		
to the lesser of					
spec. heel angle	30	deg	30		
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (\geq)	3.1513	m.deg	8.1095	Pass	+157.34

Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin
3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	0	deg	0		
to the lesser of					
spec. heel angle	40	deg	40		
first downflooding angle	n/a	deg			
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (\geq)	5.1566	m.deg	14.7514	Pass	+186.07
3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	30	deg	30		
to the lesser of					
spec. heel angle	40	deg	40		
first downflooding angle	n/a	deg			
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (\geq)	1.7189	m.deg	6.6419	Pass	+286.40
3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
in the range from the greater of					
spec. heel angle	30	deg	30		
to the lesser of					
spec. heel angle	90	deg			
angle of max. GZ	34.5	deg	34.5		
shall not be less than (\geq)	0.2	m	0.677	Pass	+238.50
Intermediate values					
angle at which this GZ occurs		deg	35.5		
3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass	
shall not be less than (\geq)	25	deg	35.5	Pass	+41.82
3.1.2.4: Initial GMt				Pass	
spec. heel angle	0	deg			
shall not be less than (\geq)	0.15	m	0.786	Pass	+424.00
3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium				Pass	
Pass. crowding arm					
number of passengers	96				
passenger mass	0.09	tonne			
distance from centre line	3.4	m			
cosine power	0				
shall not be greater than (\leq)	10	deg	1.0	Pass	+89.54



LOAD CASE 4

1. Penumpang 96 orang, Kontainer 10 TEUs, Barang: 100% (Barang 50%)

2. Bahan bakar, Persediaan, dan perbekalan: 10%

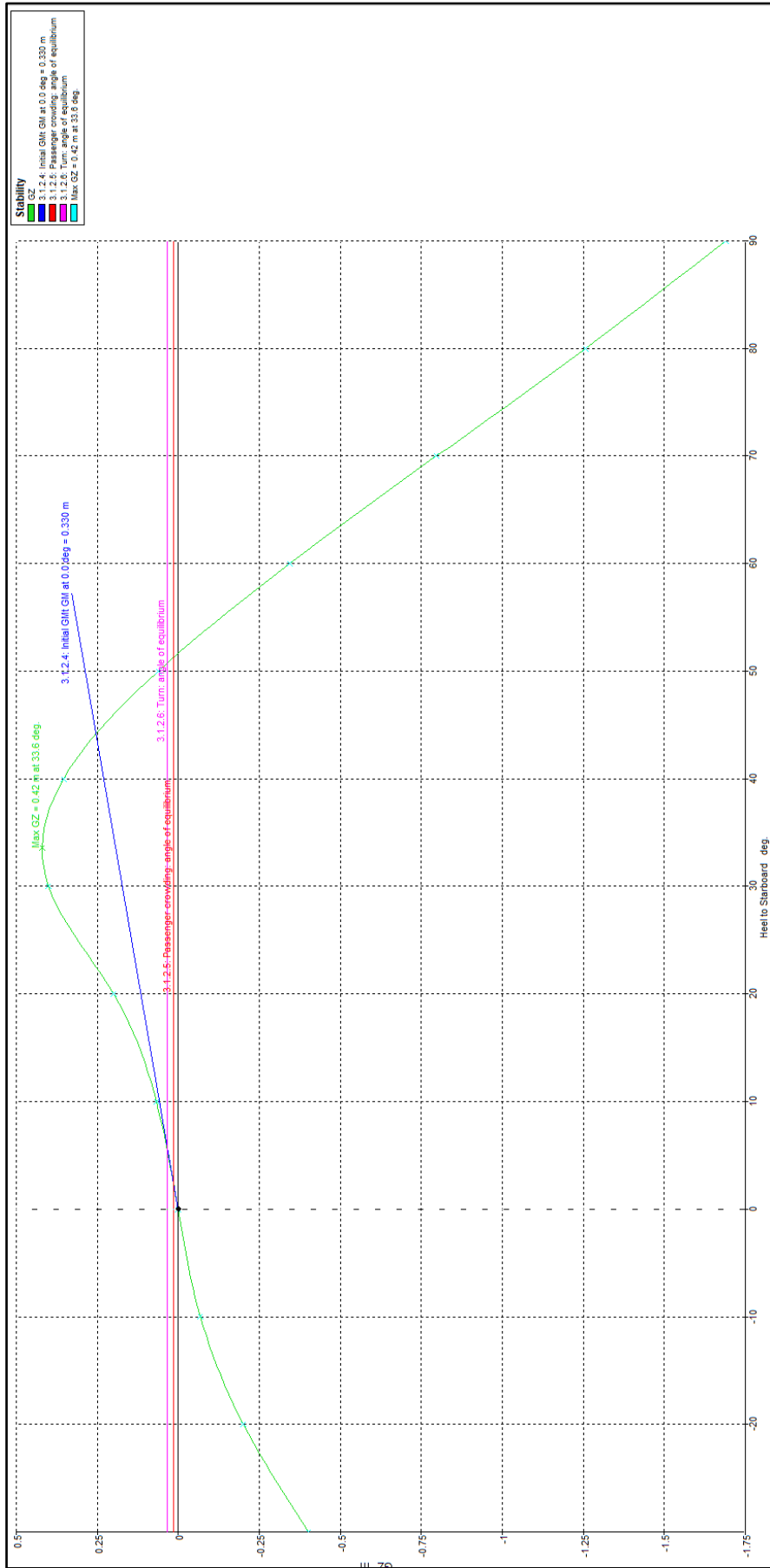
Item Name	Quantity	Total Mass (ton)	Total Volume (m ³)	Longitudinal Arm (m)	Transverse Arm (m)	Vertical Arm (m)
Hull	1	884.505		37.319	0	2.987
Deckhouse	1	156.366		44.263	0	10.428
Equipment	1	312.114		32.6	0	8.719
Machinery	1	26.922		7.741	0	1.501
Container Pupuk	5	150		26.75	0	2.3
Container Elektronika	3	76.437		22.083	0	4.9
Container Tekstil	2	54.75		18.75	0	4.9
Cargo	1	54.185		63	0	3.55
Passenger	96	8.64		22.5	0	5.475
Crew & Effect	1	21.42		43.5	0	9.08
Provisions	10%	0.504		27.5	0	4.85
F.O. Tank	10%	5.234	5.542	16.53	0	0.112
L.O. Tank	10%	5.722	6.219	19.518	0	0.11
F.W. Tank	100%	8.678	8.678	54.663	0	1.13
Ballast Tank 1	100%	33.514	32.697	62.59	-1.311	0.525
Ballast Tank 2	100%	33.514	32.697	62.59	1.311	0.525
Total Loadcase		1832.504	85.833	36.268	0	4.641

Result from:

Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments Resolution A. 749(18) - Chapter 3 Design Criteria Applicable to All Ships

Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin
3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	0	deg	0		
to the lesser of					
spec. heel angle	30	deg	30		
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (\geq)	3.1513	m.deg	4.6440	Pass	+47.37

Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin
3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	0	deg	0		
to the lesser of					
spec. heel angle	40	deg	40		
first downflooding angle	n/a	deg			
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (\geq)	5.1566	m.deg	8.6752	Pass	+68.23
3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	30	deg	30		
to the lesser of					
spec. heel angle	40	deg	40		
first downflooding angle	n/a	deg			
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (\geq)	1.7189	m.deg	4.0311	Pass	+134.52
3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
in the range from the greater of					
spec. heel angle	30	deg	30		
to the lesser of					
spec. heel angle	90	deg			
angle of max. GZ	34.5	deg	34.5		
shall not be less than (\geq)	0.2	m	0.420	Pass	+110.00
Intermediate values					
angle at which this GZ occurs		deg	33.6		
3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass	
shall not be less than (\geq)	25	deg	33.6	Pass	+34.54
3.1.2.4: Initial GMt				Pass	
spec. heel angle	0	deg			
shall not be less than (\geq)	0.15	m	0.330	Pass	+120.00
3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium				Pass	
Pass. crowding arm					
number of passengers	96				
passenger mass	0.09	tonne			
distance from centre line	3.4	m			
cosine power	0				
shall not be greater than (\leq)	10	deg	2.7	Pass	+72.79



LOAD CASE 5

1. Penumpang 96 orang, Kontainer 10 TEUs, Barang: 100% (Kontainer 50%)

2. Bahan bakar, Persediaan, dan perbekalan: 100%

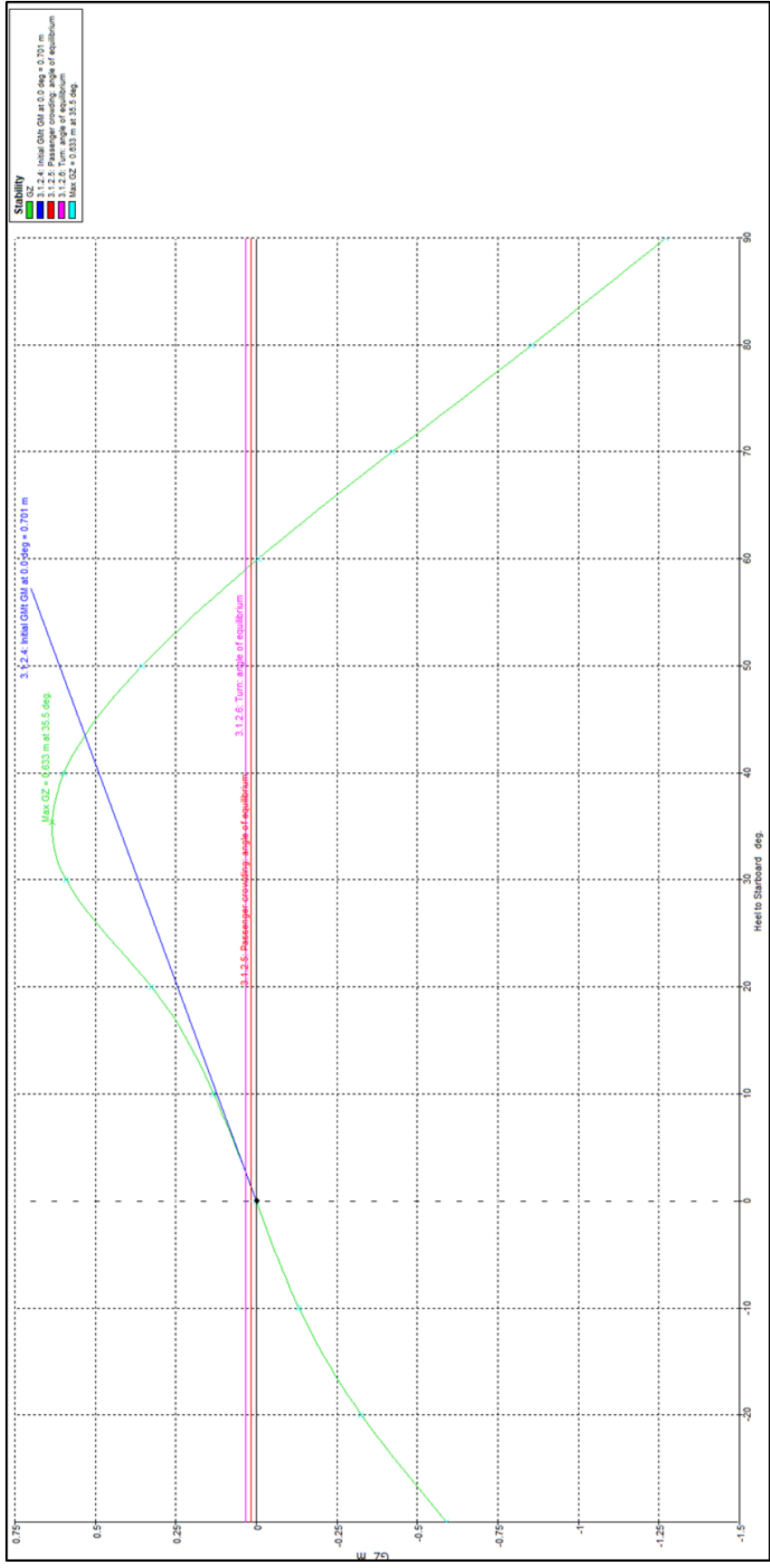
Item Name	Quantity	Total Mass (ton)	Total Volume (m ³)	Longitudinal Arm (m)	Transverse Arm (m)	Vertical Arm (m)
Hull	1	884.505		37.319	0	2.987
Deckhouse	1	156.366		44.263	0	10.428
Equipment	1	312.114		32.6	0	8.719
Machinery	1	26.922		7.741	0	1.501
Container Pupuk	3	90		26.75	0	2.3
Container Elektronika	2	50.958		22.083	0	4.9
Container Tekstil	1	27.375		18.75	0	4.9
Cargo	1	108.37		63	0	3.55
Passenger	96	8.64		22.5	0	5.475
Crew & Effect	1	21.42		43.5	0	9.08
Provisions	1	5.04		27.5	0	4.85
F.O. Tank	100%	52.338	55.425	16.507	0	1.011
L.O. Tank	100%	57.216	62.192	19.505	0	1.009
F.W. Tank	100%	86.78	86.78	54.677	0	2.3
Ballast Tank 1	0%	0	0	57.152	-1.316	0
Ballast Tank 2	0%	0	0	57.152	1.316	0
Total Loadcase		1888.044	204.397	36.639	0	4.548

Result from:

Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments Resolution A. 749(18) - Chapter 3 Design Criteria Applicable to All Ships

Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin
3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	0	deg	0		
to the lesser of					
spec. heel angle	30	deg	30		
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (\geq)	3.1513	m.deg	7.4959	Pass	+137.87

Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin
3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	0	deg	0		
to the lesser of					
spec. heel angle	40	deg	40		
first downflooding angle	n/a	deg			
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (\geq)	5.1566	m.deg	13.6955	Pass	+165.59
3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	30	deg	30		
to the lesser of					
spec. heel angle	40	deg	40		
first downflooding angle	n/a	deg			
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (\geq)	1.7189	m.deg	6.1995	Pass	+260.67
3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
in the range from the greater of					
spec. heel angle	30	deg	30		
to the lesser of					
spec. heel angle	90	deg			
angle of max. GZ	34.5	deg	34.5		
shall not be less than (\geq)	0.2	m	0.633	Pass	+216.50
Intermediate values					
angle at which this GZ occurs		deg	35.5		
3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass	
shall not be less than (\geq)	25	deg	35.5	Pass	+41.82
3.1.2.4: Initial GMt				Pass	
spec. heel angle	0	deg			
shall not be less than (\geq)	0.15	m	0.701	Pass	+367.33
3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium				Pass	
Pass. crowding arm					
number of passengers	96				
passenger mass	0.09	tonne			
distance from centre line	3.4	m			
cosine power	0				
shall not be greater than (\leq)	10	deg	1.3	Pass	+87.41



LOAD CASE 6

1. Penumpang 96 orang, Kontainer 10 TEUs, Barang: 100% (Kontainer 50%)

2. Bahan bakar, Persediaan, dan perbekalan: 10%

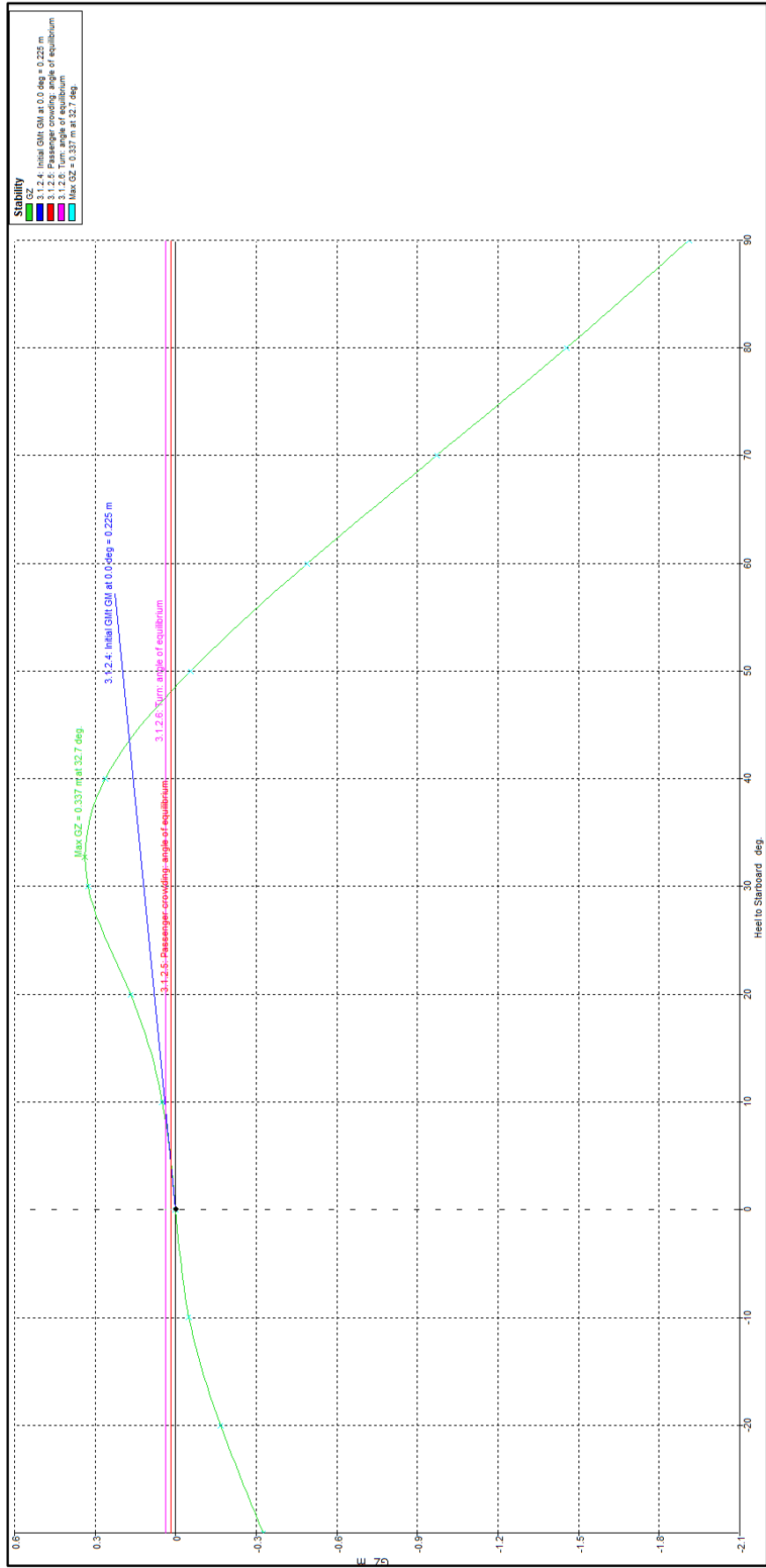
Item Name	Quantity	Total Mass (ton)	Total Volume (m ³)	Longitudinal Arm (m)	Transverse Arm (m)	Vertical Arm (m)
Hull	1	884.505		37.319	0	2.987
Deckhouse	1	156.366		44.263	0	10.428
Equipment	1	312.114		32.6	0	8.719
Machinery	1	26.922		7.741	0	1.501
Container Pupuk	3	90		26.75	0	2.3
Container Elektronika	2	50.958		22.083	0	4.9
Container Tekstil	1	27.375		18.75	0	4.9
Cargo	1	108.37		63	0	3.55
Passenger	96	8.64		22.5	0	5.475
Crew & Effect	1	21.42		43.5	0	9.08
Provisions	0.1	0.504		27.5	0	4.85
F.O. Tank	10%	5.234	5.542	16.547	0	0.112
L.O. Tank	10%	5.722	6.219	19.535	0	0.11
F.W. Tank	10%	8.678	8.678	54.695	0	1.13
Ballast Tank 1	0%	0	0	71.91	-0.093	0
Ballast Tank 2	0%	0	0	71.91	0.093	0
Total Loadcase		1706.807	20.44	36.911	0	4.842

Result from:

Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments Resolution A. 749(18) - Chapter 3 Design Criteria Applicable to All Ships

Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin
3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	0	deg	0		
to the lesser of					
spec. heel angle	30	deg	30		
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (\geq)	3.1513	m.deg	3.7639	Pass	+19.44

Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin
3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	0	deg	0		
to the lesser of					
spec. heel angle	40	deg	40		
first downflooding angle	n/a	deg			
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (\geq)	5.1566	m.deg	6.9407	Pass	+34.60
3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	30	deg	30		
to the lesser of					
spec. heel angle	40	deg	40		
first downflooding angle	n/a	deg			
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (\geq)	1.7189	m.deg	3.1768	Pass	+84.82
3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
in the range from the greater of					
spec. heel angle	30	deg	30		
to the lesser of					
spec. heel angle	90	deg			
angle of max. GZ	34.5	deg	34.5		
shall not be less than (\geq)	0.2	m	0.337	Pass	+68.50
Intermediate values					
angle at which this GZ occurs		deg	32.7		
3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass	
shall not be less than (\geq)	25	deg	32.7	Pass	+30.91
3.1.2.4: Initial GMt				Pass	
spec. heel angle	0	deg			
shall not be less than (\geq)	0.15	m	0.225	Pass	+50.00
3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium				Pass	
Pass. crowding arm					
number of passengers	96				
passenger mass	0.09	tonne			
distance from centre line	3.4	m			
cosine power	0				
shall not be greater than (\leq)	10	deg	4.3	Pass	+56.73



LOAD CASE 7

1. Penumpang 96 orang, Kontainer 10 TEUs, Barang: 50%

2. Bahan bakar, Persediaan, dan perbekalan: 100%

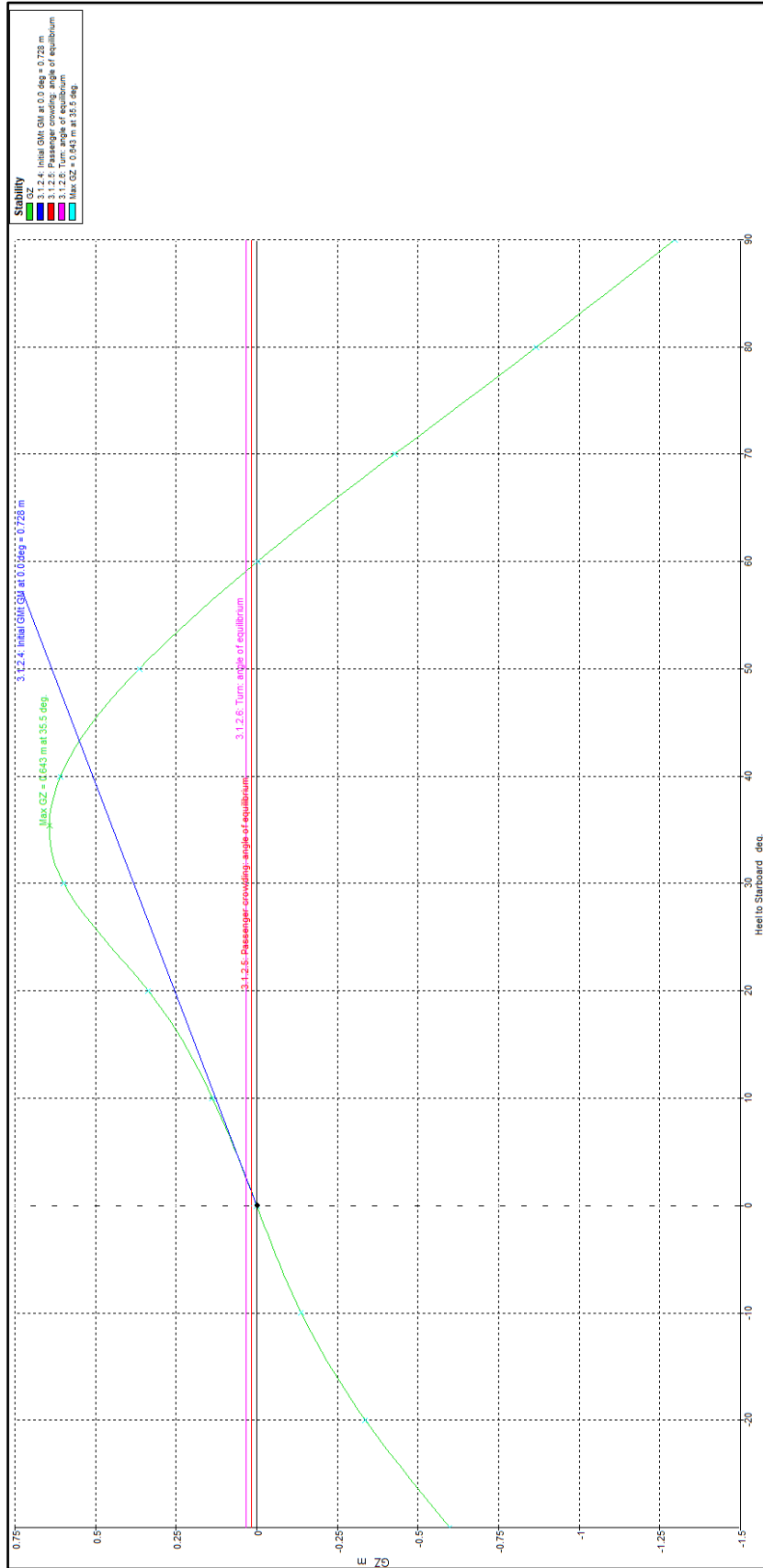
Item Name	Quantity	Total Mass (ton)	Total Volume (m ³)	Longitudinal Arm (m)	Transverse Arm (m)	Vertical Arm (m)
Hull	1	884.505		37.319	0	2.987
Deckhouse	1	156.366		44.263	0	10.428
Equipment	1	312.114		32.6	0	8.719
Machinery	1	26.922		7.741	0	1.501
Container Pupuk	3	90		26.75	0	2.3
Container Elektronika	2	50.958		22.083	0	4.9
Container Tekstil	1	27.375		18.75	0	4.9
Cargo	0.5	54.185		63	0	3.55
Passenger	96	8.64		22.5	0	5.475
Crew & Effect	1	21.42		43.5	0	9.08
Provisions	1	5.04		27.5	0	4.85
F.O. Tank	100%	52.338	55.425	16.507	0	1.011
L.O. Tank	100%	57.216	62.192	19.505	0	1.009
F.W. Tank	100%	86.78	86.78	54.677	0	2.3
Ballast Tank 1	0%	0	0	71.91	-0.093	0
Ballast Tank 2	0%	0	0	71.91	0.093	0
Total Loadcase		1833.859	204.397	35.86	0	4.577

Result from:

Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments Resolution A. 749(18) - Chapter 3 Design Criteria Applicable to All Ships

Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin
3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	0	deg	0		
to the lesser of					
spec. heel angle	30	deg	30		
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (\geq)	3.1513	m.deg	7.6960	Pass	+144.22

Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin
3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	0	deg	0		
to the lesser of					
spec. heel angle	40	deg	40		
first downflooding angle	n/a	deg			
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (\geq)	5.1566	m.deg	13.9963	Pass	+171.41
3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	30	deg	30		
to the lesser of					
spec. heel angle	40	deg	40		
first downflooding angle	n/a	deg			
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (\geq)	1.7189	m.deg	6.2993	Pass	+266.47
3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
in the range from the greater of					
spec. heel angle	30	deg	30		
to the lesser of					
spec. heel angle	90	deg			
angle of max. GZ	34.5	deg	34.5		
shall not be less than (\geq)	0.2	m	0.643	Pass	+221.50
Intermediate values					
angle at which this GZ occurs		deg	35.5		
3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass	
shall not be less than (\geq)	25	deg	35.5	Pass	+41.82
3.1.2.4: Initial GMt				Pass	
spec. heel angle	0	deg			
shall not be less than (\geq)	0.15	m	0.728	Pass	+385.33
3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium				Pass	
Pass. crowding arm					
number of passengers	96				
passenger mass	0.09	tonne			
distance from centre line	3.4	m			
cosine power	0				
shall not be greater than (\leq)	10	deg	1.3	Pass	+87.44



LOAD CASE 8

1. Penumpang 96 orang, Kontainer 10 TEUs, Barang: 50%

2. Bahan bakar, Persediaan, dan perbekalan: 10%

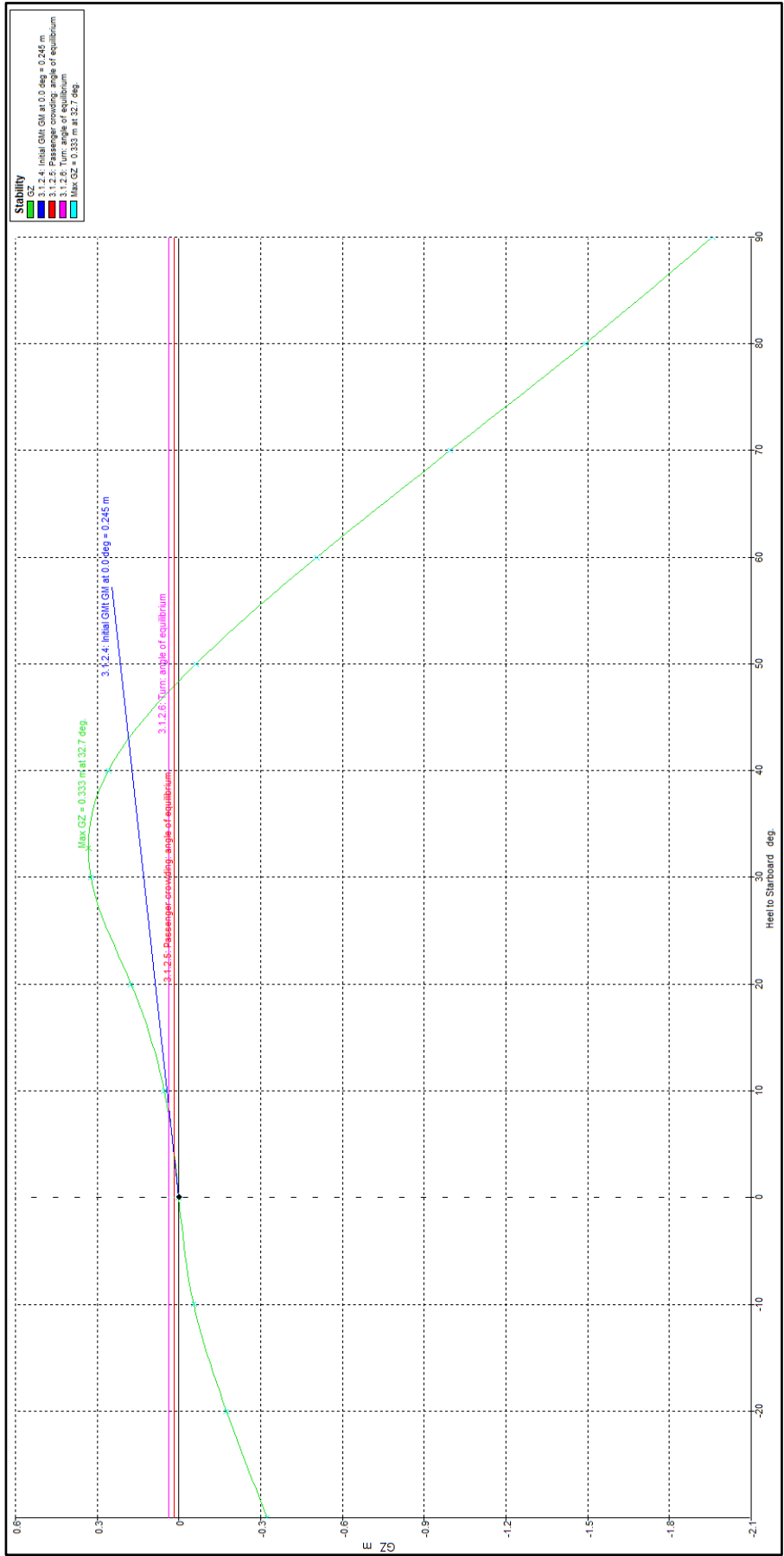
Item Name	Quantity	Total Mass (ton)	Total Volume (m ³)	Longitudinal Arm (m)	Transverse Arm (m)	Vertical Arm (m)
Hull	1	884.505		37.319	0	2.987
Deckhouse	1	156.366		44.263	0	10.428
Equipment	1	312.114		32.6	0	8.719
Machinery	1	26.922		7.741	0	1.501
Container Pupuk	3	90		26.75	0	2.3
Container Elektronika	2	50.958		22.083	0	4.9
Container Tekstil	1	27.375		18.75	0	4.9
Cargo	0.5	54.185		63	0	3.55
Passenger	96	8.64		22.5	0	5.475
Crew & Effect	1	21.42		43.5	0	9.08
Provisions	0.1	0.504		27.5	0	4.85
F.O. Tank	10%	5.234	5.542	16.523	0	0.112
L.O. Tank	10%	5.722	6.219	19.511	0	0.11
F.W. Tank	10%	8.678	8.678	54.649	0	1.13
Ballast Tank 1	0%	0	0	57.152	-1.316	0
Ballast Tank 2	0%	0	0	57.152	1.316	0
Total Loadcase		1652.622	20.44	36.055	0	4.885

Result from:

Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments Resolution A. 749(18) - Chapter 3 Design Criteria Applicable to All Ships

Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin
3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	0	deg	0		
to the lesser of					
spec. heel angle	30	deg	30		
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (\geq)	3.1513	m.deg	3.8771	Pass	+23.03

Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin
3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	0	deg	0		
to the lesser of					
spec. heel angle	40	deg	40		
first downflooding angle	n/a	deg			
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (\geq)	5.1566	m.deg	7.0149	Pass	+36.04
3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	30	deg	30		
to the lesser of					
spec. heel angle	40	deg	40		
first downflooding angle	n/a	deg			
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (\geq)	1.7189	m.deg	3.1378	Pass	+82.55
3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
in the range from the greater of					
spec. heel angle	30	deg	32.7		
to the lesser of					
spec. heel angle	90	deg			
angle of max. GZ	34.5	deg	32.7		
shall not be less than (\geq)	0.2	m	0.333	Pass	+68.50
Intermediate values					
angle at which this GZ occurs		deg	32.7		
3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass	
shall not be less than (\geq)	25	deg	32.7	Pass	+30.91
3.1.2.4: Initial GMt				Pass	
spec. heel angle	0	deg			
shall not be less than (\geq)	0.15	m	0.245	Pass	+63.33
3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium				Pass	
Pass. crowding arm					
number of passengers	96				
passenger mass	0.09	tonne			
distance from centre line	3.4	m			
cosine power	0				
shall not be greater than (\leq)	10	deg	4.2	Pass	+57.92



LOAD CASE 9

1. Penumpang 48 orang, Kontainer 10 TEUs, Barang: 100%

2. Bahan bakar, Persediaan, dan perbekalan: 100%

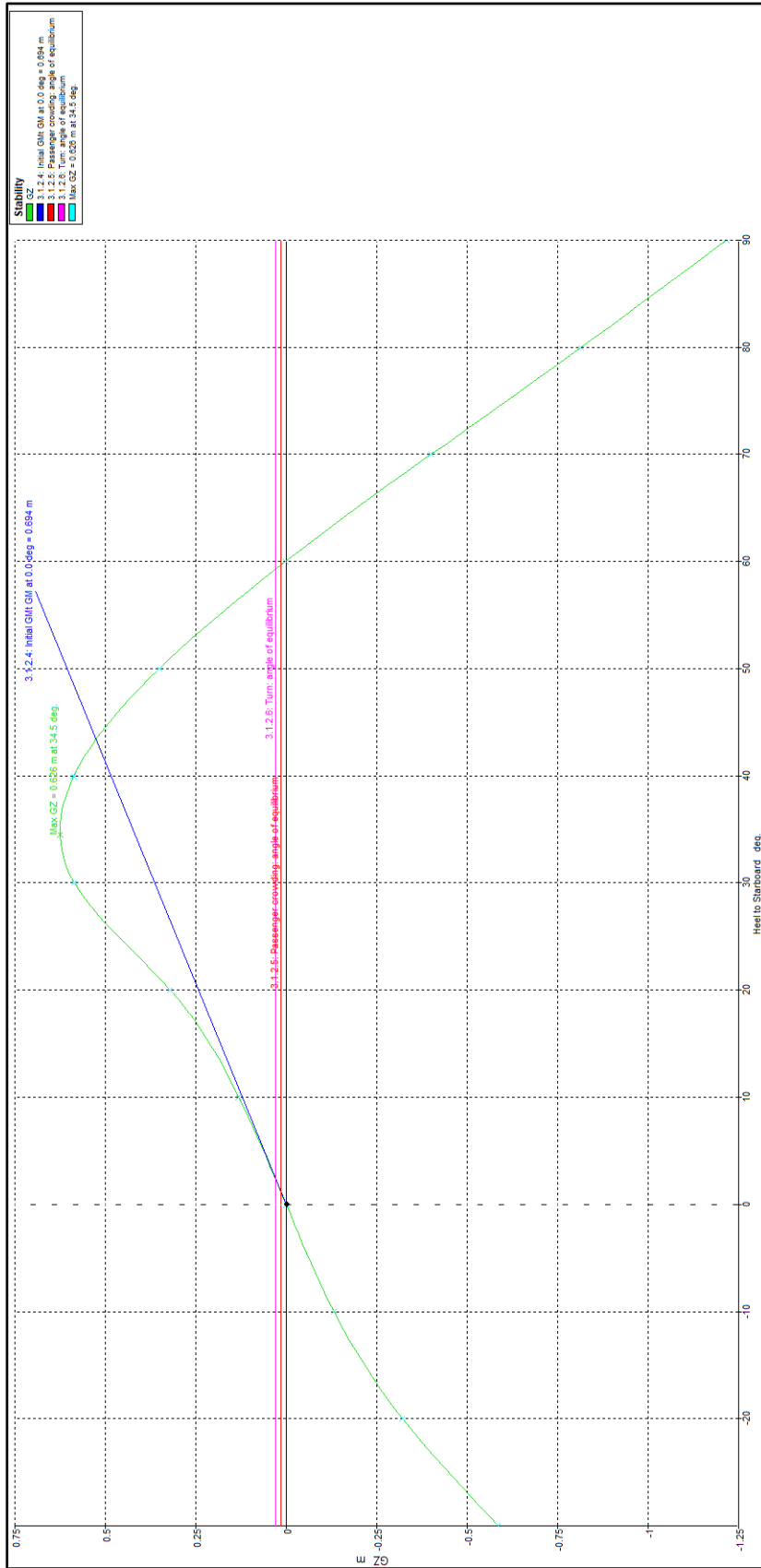
Item Name	Quantity	Total Mass (ton)	Total Volume (m ³)	Longitudinal Arm (m)	Transverse Arm (m)	Vertical Arm (m)
Hull	1	884.505		37.319	0	2.987
Deckhouse	1	156.366		44.263	0	10.428
Equipment	1	312.114		32.6	0	8.719
Machinery	1	26.922		7.741	0	1.501
Container Pupuk	5	150		26.75	0	2.3
Container Elektronika	3	76.437		22.083	0	4.9
Container Tekstil	2	54.75		18.75	0	4.9
Cargo	1	108.37		63	0	3.55
Passenger	48	4.32		22.5	0	5.475
Crew & Effect	1	21.42		43.5	0	9.08
Provisions	1	5.04		27.5	0	4.85
F.O. Tank	100%	52.338	55.425	16.507	0	1.011
L.O. Tank	100%	57.216	62.192	19.505	0	1.009
F.W. Tank	100%	86.78	86.78	54.677	0	2.3
Ballast Tank 1	0%	0	0	57.152	-1.316	0
Ballast Tank 2	0%	0	0	57.152	1.316	0
Total Loadcase		1996.578	204.397	35.942	0	4.488

Result from:

Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments Resolution A. 749(18) - Chapter 3 Design Criteria Applicable to All Ships

Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin
3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	0	deg	0		
to the lesser of					
spec. heel angle	30	deg	30		
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (\geq)	3.1513	m.deg	7.4137	Pass	+135.26

Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin
3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	0	deg	0		
to the lesser of					
spec. heel angle	40	deg	40		
first downflooding angle	n/a	deg			
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (\geq)	5.1566	m.deg	13.5389	Pass	+162.55
3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	30	deg	30		
to the lesser of					
spec. heel angle	40	deg	40		
first downflooding angle	n/a	deg			
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (\geq)	1.7189	m.deg	6.1252	Pass	+256.35
3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
in the range from the greater of					
spec. heel angle	30	deg	32.7		
to the lesser of					
spec. heel angle	90	deg			
angle of max. GZ	34.5	deg	32.7		
shall not be less than (\geq)	0.2	m	0.626	Pass	+213.00
Intermediate values					
angle at which this GZ occurs		deg	32.7		
3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass	
shall not be less than (\geq)	25	deg	34.5	Pass	+38.18
3.1.2.4: Initial GMt				Pass	
spec. heel angle	0	deg			
shall not be less than (\geq)	0.15	m	0.694	Pass	+362.67
3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium				Pass	
Pass. crowding arm					
number of passengers	96				
passenger mass	0.09	tonne			
distance from centre line	3.4	m			
cosine power	0				
shall not be greater than (\leq)	10	deg	1.2	Pass	+88.08



LOAD CASE 10

1. Penumpang 48 orang, Kontainer 10 TEUs, Barang: 100%

2. Bahan bakar, Persediaan, dan perbekalan: 10%

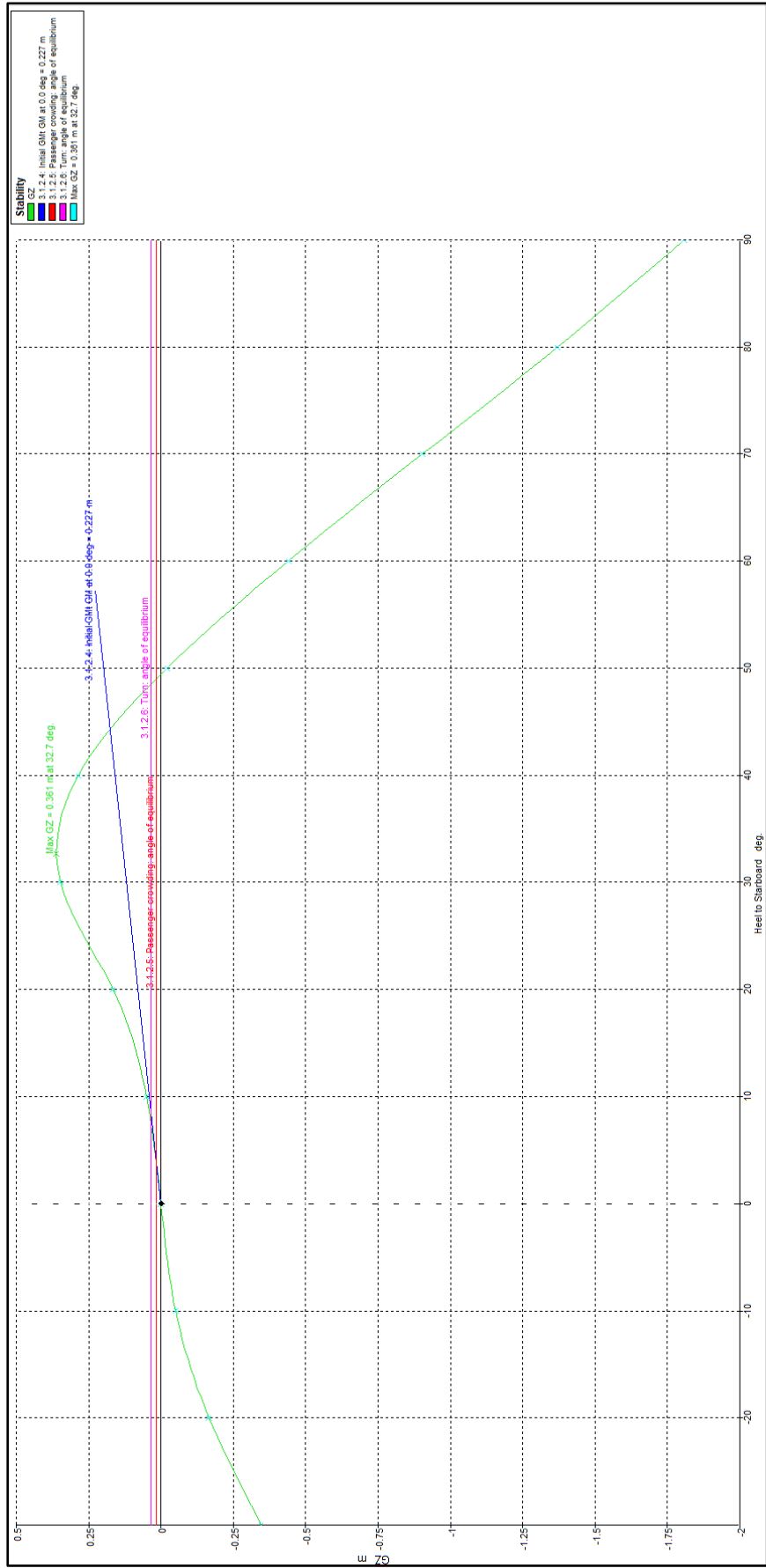
Item Name	Quantity	Total Mass (ton)	Total Volume (m ³)	Longitudinal Arm (m)	Transverse Arm (m)	Vertical Arm (m)
Hull	1	884.505		37.319	0	2.987
Deckhouse	1	156.366		44.263	0	10.428
Equipment	1	312.114		32.6	0	8.719
Machinery	1	26.922		7.741	0	1.501
Container Pupuk	5	150		26.75	0	2.3
Container Elektronika	3	76.437		22.083	0	4.9
Container Tekstil	2	54.75		18.75	0	4.9
Cargo	1	108.37		63	0	3.55
Passenger	48	4.32		22.5	0	5.475
Crew & Effect	1	21.42		43.5	0	9.08
Provisions	0.1	0.504		27.5	0	4.85
F.O. Tank	10%	5.234	5.542	16.526	0	0.112
L.O. Tank	10%	5.722	6.219	19.514	0	0.11
F.W. Tank	10%	8.678	8.678	54.655	0	1.13
Ballast Tank 1	0%	0	0	57.152	-1.316	0
Ballast Tank 2	0%	0	0	57.152	1.316	0
Total Loadcase		1815.341	20.44	36.127	0	4.759

Result from:

Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments Resolution A. 749(18) - Chapter 3 Design Criteria Applicable to All Ships

Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin
3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	0	deg	0		
to the lesser of					
spec. heel angle	30	deg	30		
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (\geq)	3.1513	m.deg	3.8485	Pass	+22.12

Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin
3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	0	deg	0		
to the lesser of					
spec. heel angle	40	deg	40		
first downflooding angle	n/a	deg			
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (\geq)	5.1566	m.deg	7.2662	Pass	+40.91
3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	30	deg	30		
to the lesser of					
spec. heel angle	40	deg	40		
first downflooding angle	n/a	deg			
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (\geq)	1.7189	m.deg	3.4177	Pass	+98.33
3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
in the range from the greater of					
spec. heel angle	30	deg	32.7		
to the lesser of					
spec. heel angle	90	deg			
angle of max. GZ	34.5	deg	32.7		
shall not be less than (\geq)	0.2	m	0.361	Pass	+80.50
Intermediate values					
angle at which this GZ occurs		deg	32.7		
3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass	
shall not be less than (\geq)	25	deg	32.7	Pass	+30.91
3.1.2.4: Initial GMt				Pass	
spec. heel angle	0	deg			
shall not be less than (\geq)	0.15	m	0.227	Pass	+51.33
3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium				Pass	
Pass. crowding arm					
number of passengers	96				
passenger mass	0.09	tonne			
distance from centre line	3.4	m			
cosine power	0				
shall not be greater than (\leq)	10	deg	3.9	Pass	+61.20



LOAD CASE 11

1. Penumpang 48 orang, Kontainer 10 TEUs, Barang: 100% (Barang 50%)

2. Bahan bakar, Persediaan, dan perbekalan: 100%

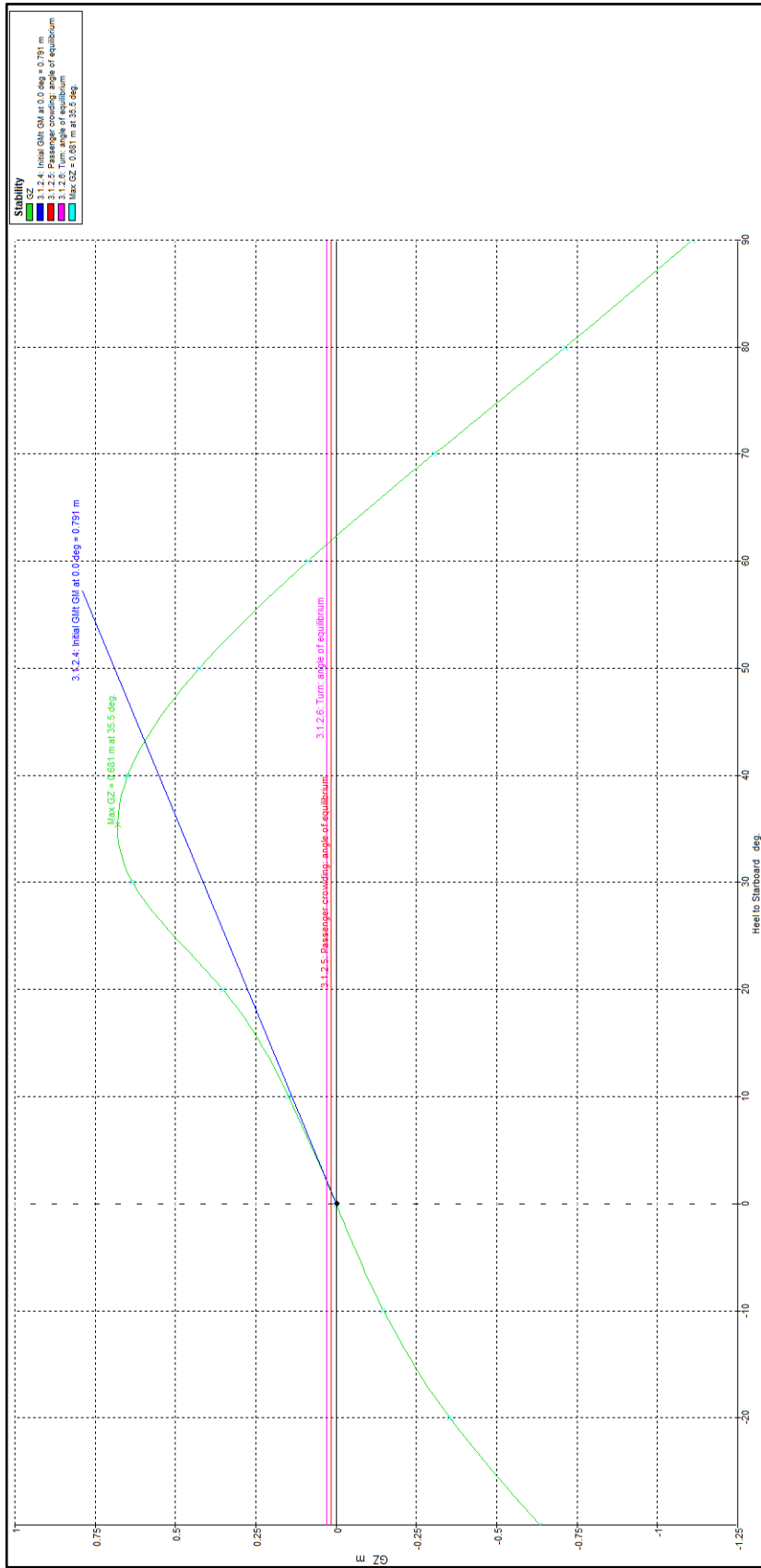
Item Name	Quantity	Total Mass (ton)	Total Volume (m ³)	Longitudinal Arm (m)	Transverse Arm (m)	Vertical Arm (m)
Hull	1	884.505		37.319	0	2.987
Deckhouse	1	156.366		44.263	0	10.428
Equipment	1	312.114		32.6	0	8.719
Machinery	1	26.922		7.741	0	1.501
Container Pupuk	5	150		26.75	0	2.3
Container Elektronika	3	76.437		22.083	0	4.9
Container Tekstil	2	54.75		18.75	0	4.9
Cargo	0.5	54.185		63	0	3.55
Passenger	48	4.32		22.5	0	5.475
Crew & Effect	1	21.42		43.5	0	9.08
Provisions	1	5.04		27.5	0	4.85
F.O. Tank	100%	52.338	55.425	16.507	0	1.011
L.O. Tank	100%	57.216	62.192	19.505	0	1.009
F.W. Tank	100%	86.78	86.78	54.677	0	2.3
Ballast Tank 1	100%	33.514	32.697	62.59	-1.316	0.525
Ballast Tank 2	100%	33.514	32.697	62.59	1.316	0.525
Total Loadcase		2009.421	269.79	36.101	0	4.381

Result from:

Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments Resolution A. 749(18) - Chapter 3 Design Criteria Applicable to All Ships

Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin
3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	0	deg	0		
to the lesser of					
spec. heel angle	30	deg	30		
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (\geq)	3.1513	m.deg	8.1468	Pass	+158.52

Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin
3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	0	deg	0		
to the lesser of					
spec. heel angle	40	deg	40		
first downflooding angle	n/a	deg			
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (\geq)	5.1566	m.deg	14.8197	Pass	+187.39
3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	30	deg	30		
to the lesser of					
spec. heel angle	40	deg	40		
first downflooding angle	n/a	deg			
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (\geq)	1.7189	m.deg	6.6729	Pass	+288.21
3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
in the range from the greater of					
spec. heel angle	30	deg	32.7		
to the lesser of					
spec. heel angle	90	deg			
angle of max. GZ	34.5	deg	32.7		
shall not be less than (\geq)	0.2	m	0.681	Pass	+240.50
Intermediate values					
angle at which this GZ occurs		deg	32.7		
3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass	
shall not be less than (\geq)	25	deg	35.5	Pass	+41.82
3.1.2.4: Initial GMt				Pass	
spec. heel angle	0	deg			
shall not be less than (\geq)	0.15	m	0.791	Pass	+427.33
3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium				Pass	
Pass. crowding arm					
number of passengers	96				
passenger mass	0.09	tonne			
distance from centre line	3.4	m			
cosine power	0				
shall not be greater than (\leq)	10	deg	1.0	Pass	89.57



LOAD CASE 12

1. Penumpang 48 orang, Kontainer 10 TEUs, Barang: 100% (Barang 50%)

2. Bahan bakar, Persediaan, dan perbekalan: 10%

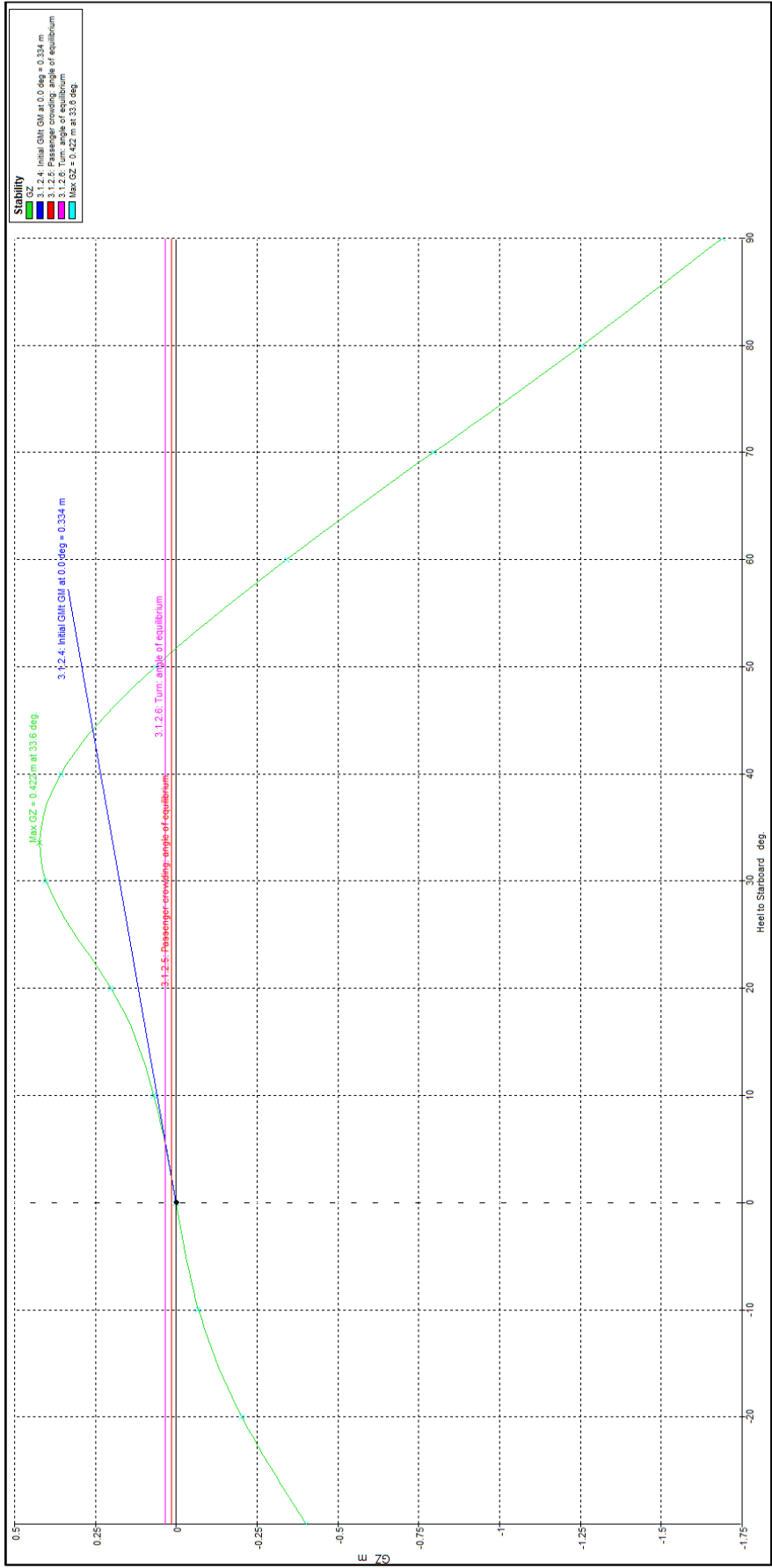
Item Name	Quantity	Total Mass (ton)	Total Volume (m ³)	Longitudinal Arm (m)	Transverse Arm (m)	Vertical Arm (m)
Hull	1	884.505		37.319	0	2.987
Deckhouse	1	156.366		44.263	0	10.428
Equipment	1	312.114		32.6	0	8.719
Machinery	1	26.922		7.741	0	1.501
Container Pupuk	5	150		26.75	0	2.3
Container Elektronika	3	76.437		22.083	0	4.9
Container Tekstil	2	54.75		18.75	0	4.9
Cargo	0.5	54.185		63	0	3.55
Passenger	48	4.32		22.5	0	5.475
Crew & Effect	1	21.42		43.5	0	9.08
Provisions	0.1	0.504		27.5	0	4.85
F.O. Tank	10%	5.234	5.542	16.531	0	0.112
L.O. Tank	10%	5.722	6.219	19.519	0	0.11
F.W. Tank	10%	8.678	8.678	54.665	0	1.13
Ballast Tank 1	100%	33.514	32.697	62.59	-1.316	0.525
Ballast Tank 2	100%	33.514	32.697	62.59	1.316	0.525
Total Loadcase		1828.184	85.833	36.301	0	4.639

Result from:

Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments Resolution A. 749(18) - Chapter 3 Design Criteria Applicable to All Ships

Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin
3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	0	deg	0		
to the lesser of					
spec. heel angle	30	deg	30		
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (\geq)	3.1513	m.deg	4.6781	Pass	+48.45

Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin
3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	0	deg	0		
to the lesser of					
spec. heel angle	40	deg	40		
first downflooding angle	n/a	deg			
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (\geq)	5.1566	m.deg	8.7309	Pass	+69.32
3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	30	deg	30		
to the lesser of					
spec. heel angle	40	deg	40		
first downflooding angle	n/a	deg			
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (\geq)	1.7189	m.deg	4.0529	Pass	+135.78
3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
in the range from the greater of					
spec. heel angle	30	deg	32.7		
to the lesser of					
spec. heel angle	90	deg			
angle of max. GZ	34.5	deg	32.7		
shall not be less than (\geq)	0.2	m	0.422	Pass	+111.00
Intermediate values					
angle at which this GZ occurs		deg	32.7		
3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass	
shall not be less than (\geq)	25	deg	33.6	Pass	+34.54
3.1.2.4: Initial GMt				Pass	
spec. heel angle	0	deg			
shall not be less than (\geq)	0.15	m	0.334	Pass	+122.67
3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium				Pass	
Pass. crowding arm					
number of passengers	96				
passenger mass	0.09	tonne			
distance from centre line	3.4	m			
cosine power	0				
shall not be greater than (\leq)	10	deg	2.7	Pass	+73.05



LOAD CASE 13

1. Penumpang 48 orang, Kontainer 10 TEUs, Barang: 100% (Kontainer 50%)

2. Bahan bakar, Persediaan, dan perbekalan: 100%

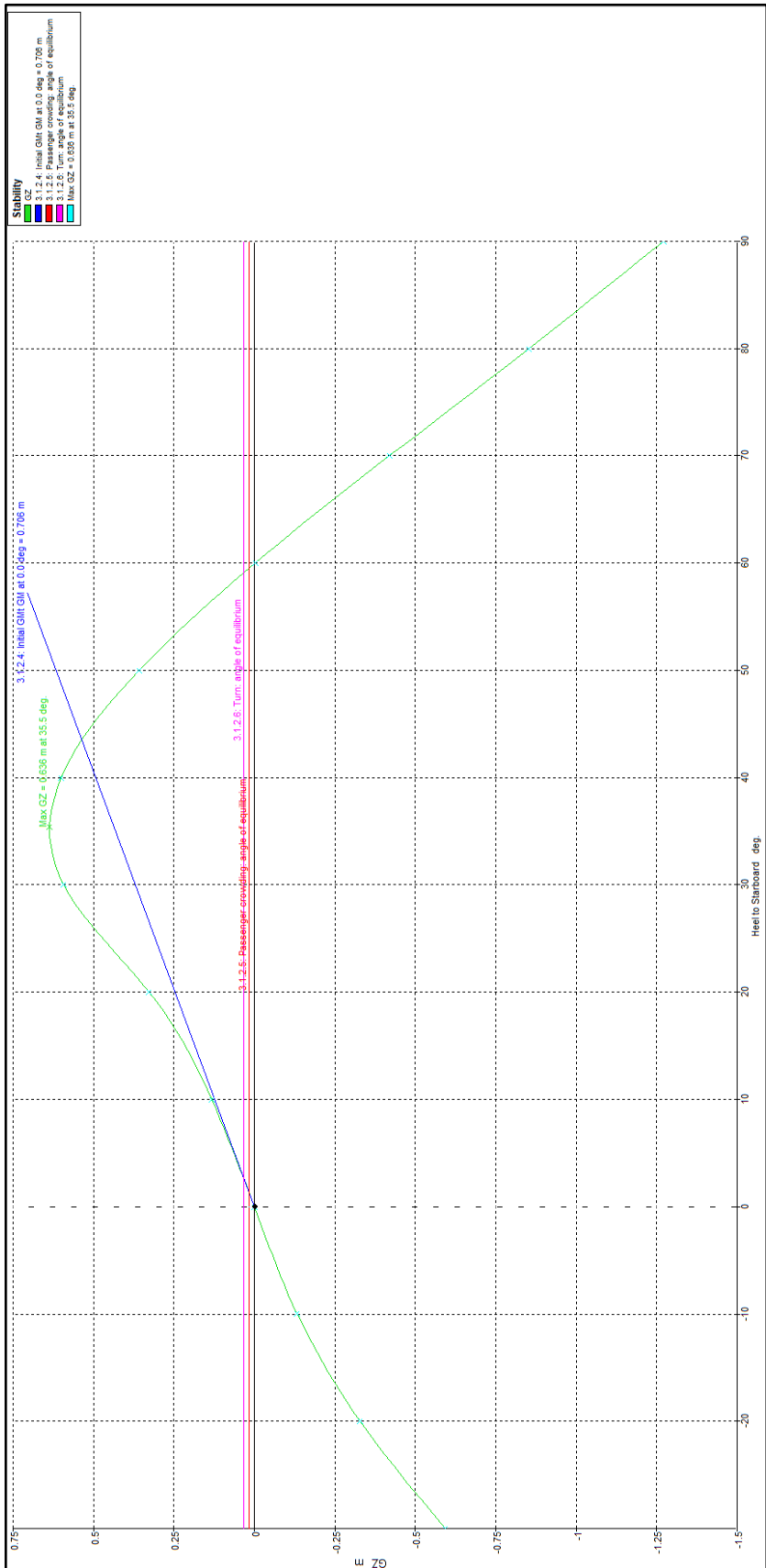
Item Name	Quantity	Total Mass (ton)	Total Volume (m ³)	Longitudinal Arm (m)	Transverse Arm (m)	Vertical Arm (m)
Hull	1	884.505		37.319	0	2.987
Deckhouse	1	156.366		44.263	0	10.428
Equipment	1	312.114		32.6	0	8.719
Machinery	1	26.922		7.741	0	1.501
Container Pupuk	3	90		26.75	0	2.3
Container Elektronika	2	50.958		22.083	0	4.9
Container Tekstil	1	27.375		18.75	0	4.9
Cargo	1	108.37		63	0	3.55
Passenger	48	4.32		22.5	0	5.475
Crew & Effect	1	21.42		43.5	0	9.08
Provisions	1	5.04		27.5	0	4.85
F.O. Tank	100%	52.338	55.425	16.507	0	1.011
L.O. Tank	100%	57.216	62.192	19.505	0	1.009
F.W. Tank	100%	86.78	86.78	54.677	0	2.3
Ballast Tank 1	0%	0	0	57.152	-1.316	0
Ballast Tank 2	0%	0	0	57.152	1.316	0
Total Loadcase		1883.724	204.397	36.672	0	4.546

Result from:

Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments Resolution A. 749(18) - Chapter 3 Design Criteria Applicable to All Ships

Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin
3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	0	deg	0		
to the lesser of					
spec. heel angle	30	deg	30		
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (\geq)	3.1513	m.deg	7.5360	Pass	+139.14

Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin
3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	0	deg	0		
to the lesser of					
spec. heel angle	40	deg	40		
first downflooding angle	n/a	deg			
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (\geq)	5.1566	m.deg	13.7632	Pass	+166.90
3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	30	deg	30		
to the lesser of					
spec. heel angle	40	deg	40		
first downflooding angle	n/a	deg			
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (\geq)	1.7189	m.deg	6.2272	Pass	+262.28
3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
in the range from the greater of					
spec. heel angle	30	deg	32.7		
to the lesser of					
spec. heel angle	90	deg			
angle of max. GZ	34.5	deg	32.7		
shall not be less than (\geq)	0.2	m	0.636	Pass	+218.00
Intermediate values					
angle at which this GZ occurs		deg	32.7		
3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass	
shall not be less than (\geq)	25	deg	35.5	Pass	+41.82
3.1.2.4: Initial GMt				Pass	
spec. heel angle	0	deg			
shall not be less than (\geq)	0.15	m	0.706	Pass	+370.67
3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium				Pass	
Pass. crowding arm					
number of passengers	96				
passenger mass	0.09	tonne			
distance from centre line	3.4	m			
cosine power	0				
shall not be greater than (\leq)	10	deg	1.3	Pass	+87.47



LOAD CASE 14

1. Penumpang 48 orang, Kontainer 10 TEUs, Barang: 100% (Kontainer 50%)

2. Bahan bakar, Persediaan, dan perbekalan: 10%

Item Name	Quantity	Total Mass (ton)	Total Volume (m ³)	Longitudinal Arm (m)	Transverse Arm (m)	Vertical Arm (m)
Hull	1	884.505		37.319	0	2.987
Deckhouse	1	156.366		44.263	0	10.428
Equipment	1	312.114		32.6	0	8.719
Machinery	1	26.922		7.741	0	1.501
Container Pupuk	3	90		26.75	0	2.3
Container Elektronika	2	50.958		22.083	0	4.9
Container Tekstil	1	27.375		18.75	0	4.9
Cargo	1	108.37		63	0	3.55
Passenger	48	4.32		22.5	0	5.475
Crew & Effect	1	21.42		43.5	0	9.08
Provisions	0.1	0.504		27.5	0	4.85
F.O. Tank	10%	5.234	5.542	16.548	0	0.112
L.O. Tank	10%	5.722	6.219	19.536	0	0.11
F.W. Tank	10%	8.678	8.678	54.697	0	1.13
Ballast Tank 1	0%	0	0	71.91	-0.093	0
Ballast Tank 2	0%	0	0	71.91	0.093	0
Total Loadcase		1702.487	20.44	36.948	0	4.841

Result from:

Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments Resolution A. 749(18) - Chapter 3 Design Criteria Applicable to All Ships

Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin
3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	0	deg	0		
to the lesser of					
spec. heel angle	30	deg	30		
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (\geq)	3.1513	m.deg	3.8017	Pass	+20.64

Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin
3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	0	deg	0		
to the lesser of					
spec. heel angle	40	deg	40		
first downflooding angle	n/a	deg			
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (\geq)	5.1566	m.deg	6.9963	Pass	+35.68
3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	30	deg	30		
to the lesser of					
spec. heel angle	40	deg	40		
first downflooding angle	n/a	deg			
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (\geq)	1.7189	m.deg	3.1946	Pass	+85.85
3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
in the range from the greater of					
spec. heel angle	30	deg	32.7		
to the lesser of					
spec. heel angle	90	deg			
angle of max. GZ	34.5	deg	32.7		
shall not be less than (\geq)	0.2	m	0.339	Pass	+69.50
Intermediate values					
angle at which this GZ occurs		deg	32.7		
3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass	
shall not be less than (\geq)	25	deg	32.7	Pass	+30.91
3.1.2.4: Initial GMt				Pass	
spec. heel angle	0	deg			
shall not be less than (\geq)	0.15	m	0.230	Pass	+53.33
3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium				Pass	
Pass. crowding arm					
number of passengers	96				
passenger mass	0.09	tonne			
distance from centre line	3.4	m			
cosine power	0				
shall not be greater than (\leq)	10	deg	4.3	Pass	+57.46



LOAD CASE 15

1. Penumpang 48 orang, Kontainer 10 TEUs, Barang: 50%

2. Bahan bakar, Persediaan, dan perbekalan: 100%

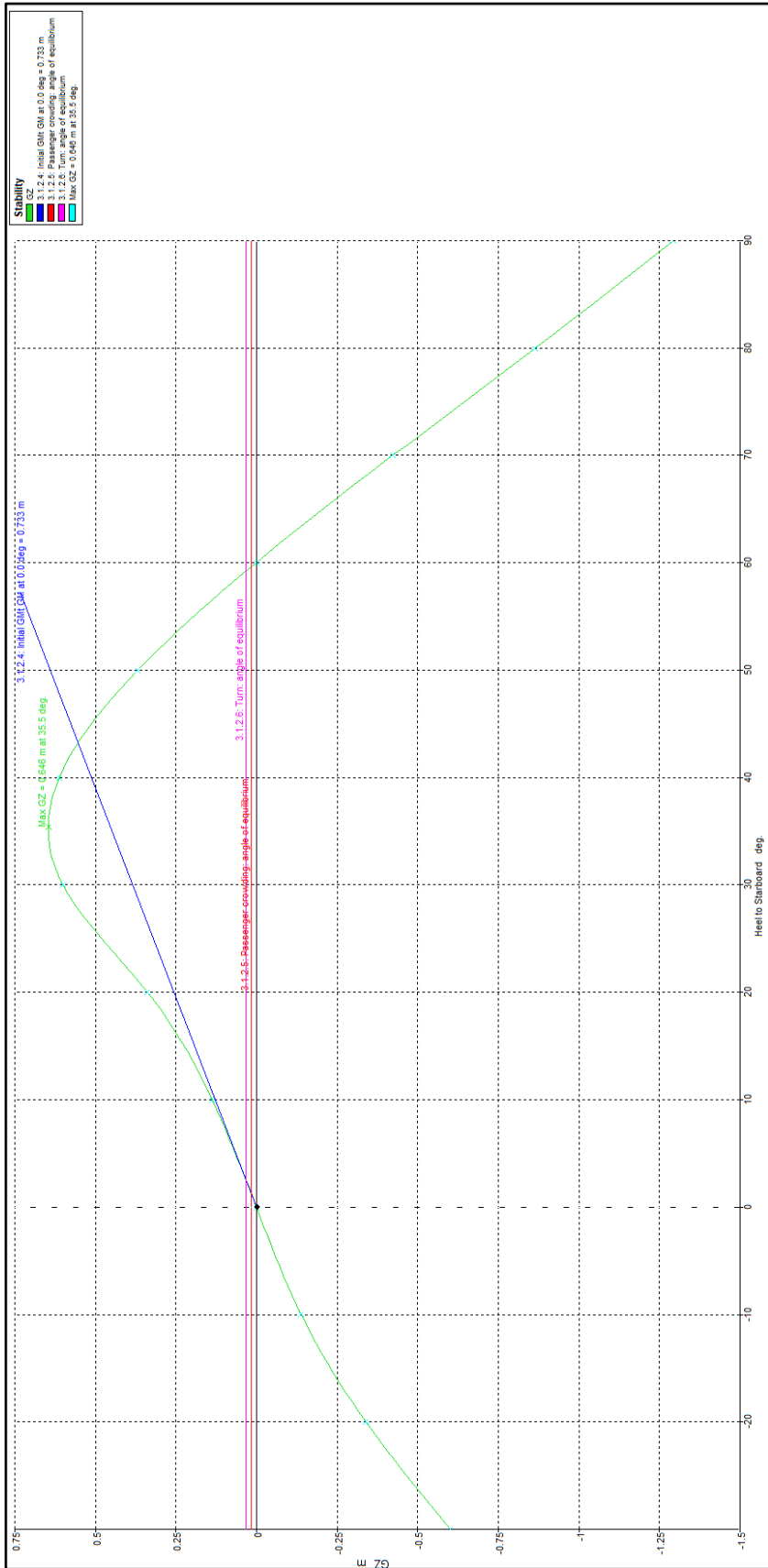
Item Name	Quantity	Total Mass (ton)	Total Volume (m ³)	Longitudinal Arm (m)	Transverse Arm (m)	Vertical Arm (m)
Hull	1	884.505		37.319	0	2.987
Deckhouse	1	156.366		44.263	0	10.428
Equipment	1	312.114		32.6	0	8.719
Machinery	1	26.922		7.741	0	1.501
Container Pupuk	3	90		26.75	0	2.3
Container Elektronika	2	50.958		22.083	0	4.9
Container Tekstil	1	27.375		18.75	0	4.9
Cargo	0.5	54.185		63	0	3.55
Passenger	48	4.32		22.5	0	5.475
Crew & Effect	1	21.42		43.5	0	9.08
Provisions	1	5.04		27.5	0	4.85
F.O. Tank	100%	52.338	55.425	16.507	0	1.011
L.O. Tank	100%	57.216	62.192	19.505	0	1.009
F.W. Tank	100%	86.78	86.78	54.677	0	2.3
Ballast Tank 1	0%	0	0	71.91	-0.093	0
Ballast Tank 2	0%	0	0	71.91	0.093	0
Total Loadcase		1829.539	204.397	35.892	0	4.575

Result from:

Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments Resolution A. 749(18) - Chapter 3 Design Criteria Applicable to All Ships

Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin
3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	0	deg	0		
to the lesser of					
spec. heel angle	30	deg	30		
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (\geq)	3.1513	m.deg	7.7364	Pass	+145.50

Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin
3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	0	deg	0		
to the lesser of					
spec. heel angle	40	deg	40		
first downflooding angle	n/a	deg			
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (\geq)	5.1566	m.deg	14.0630	Pass	+172.72
3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	30	deg	30		
to the lesser of					
spec. heel angle	40	deg	40		
first downflooding angle	n/a	deg			
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (\geq)	1.7189	m.deg	6.3267	Pass	+268.07
3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
in the range from the greater of					
spec. heel angle	30	deg	32.7		
to the lesser of					
spec. heel angle	90	deg			
angle of max. GZ	34.5	deg	32.7		
shall not be less than (\geq)	0.2	m	0.646	Pass	+233.00
Intermediate values					
angle at which this GZ occurs		deg	32.7		
3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass	
shall not be less than (\geq)	25	deg	35.5	Pass	+41.82
3.1.2.4: Initial GMt				Pass	
spec. heel angle	0	deg			
shall not be less than (\geq)	0.15	m	0.733	Pass	+388.67
3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium				Pass	
Pass. crowding arm					
number of passengers	96				
passenger mass	0.09	tonne			
distance from centre line	3.4	m			
cosine power	0				
shall not be greater than (\leq)	10	deg	1.3	Pass	+87.49



LOAD CASE 16

1. Penumpang 48 orang, Kontainer 10 TEUs, Barang: 50%

2. Bahan bakar, Persediaan, dan perbekalan: 10%

Item Name	Quantity	Total Mass (ton)	Total Volume (m ³)	Longitudinal Arm (m)	Transverse Arm (m)	Vertical Arm (m)
Item Name	Quantity	Total Mass (ton)	Total Volume (m ³)	Longitudinal Arm (m)	Transverse Arm (m)	Vertical Arm (m)
Hull	1	884.505		37.319	0	2.987
Deckhouse	1	156.366		44.263	0	10.428
Equipment	1	312.114		32.6	0	8.719
Machinery	1	26.922		7.741	0	1.501
Container Pupuk	3	90		26.75	0	2.3
Container Elektronika	2	50.958		22.083	0	4.9
Container Tekstil	1	27.375		18.75	0	4.9
Cargo	0.5	54.185		63	0	3.55
Passenger	48	4.32		22.5	0	5.475
Crew & Effect	1	21.42		43.5	0	9.08
Provisions	0.1	0.504		27.5	0	4.85
F.O. Tank	10%	5.234	5.542	16.523	0	0.112
L.O. Tank	10%	5.722	6.219	19.512	0	0.11
F.W. Tank	10%	8.678	8.678	54.651	0	1.13
Ballast Tank 1	0%	0	0	57.152	-1.316	0
Ballast Tank 2	0%	0	0	57.152	1.316	0
Total Loadcase		1648.302	20.44	36.091	0	4.883

Result from:

Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments Resolution A. 749(18) - Chapter 3 Design Criteria Applicable to All Ships

Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin
3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	0	deg	0		
to the lesser of					
spec. heel angle	30	deg	30		
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (\geq)	3.1513	m.deg	3.9150	Pass	+24.24

Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin
3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	0	deg	0		
to the lesser of					
spec. heel angle	40	deg	40		
first downflooding angle	n/a	deg			
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (\geq)	5.1566	m.deg	7.0700	Pass	+37.11
3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	30	deg	30		
to the lesser of					
spec. heel angle	40	deg	40		
first downflooding angle	n/a	deg			
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (\geq)	1.7189	m.deg	3.1549	Pass	+83.54
3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
in the range from the greater of					
spec. heel angle	30	deg	32.7		
to the lesser of					
spec. heel angle	90	deg			
angle of max. GZ	34.5	deg	32.7		
shall not be less than (\geq)	0.2	m	0.334	Pass	+67.00
Intermediate values					
angle at which this GZ occurs		deg	32.7		
3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass	
shall not be less than (\geq)	25	deg	32.7	Pass	+30.91
3.1.2.4: Initial GMt				Pass	
spec. heel angle	0	deg			
shall not be less than (\geq)	0.15	m	0.251	Pass	+67.33
3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium				Pass	
Pass. crowding arm					
number of passengers	96				
passenger mass	0.09	tonne			
distance from centre line	3.4	m			
cosine power	0				
shall not be greater than (\leq)	10	deg	4.1	Pass	+58.58

LOAD CASE 17

1. Penumpang 0 orang, Kontainer 10 TEUs, Barang: 0%
2. Bahan bakar, Persediaan, dan perbekalan: 0%

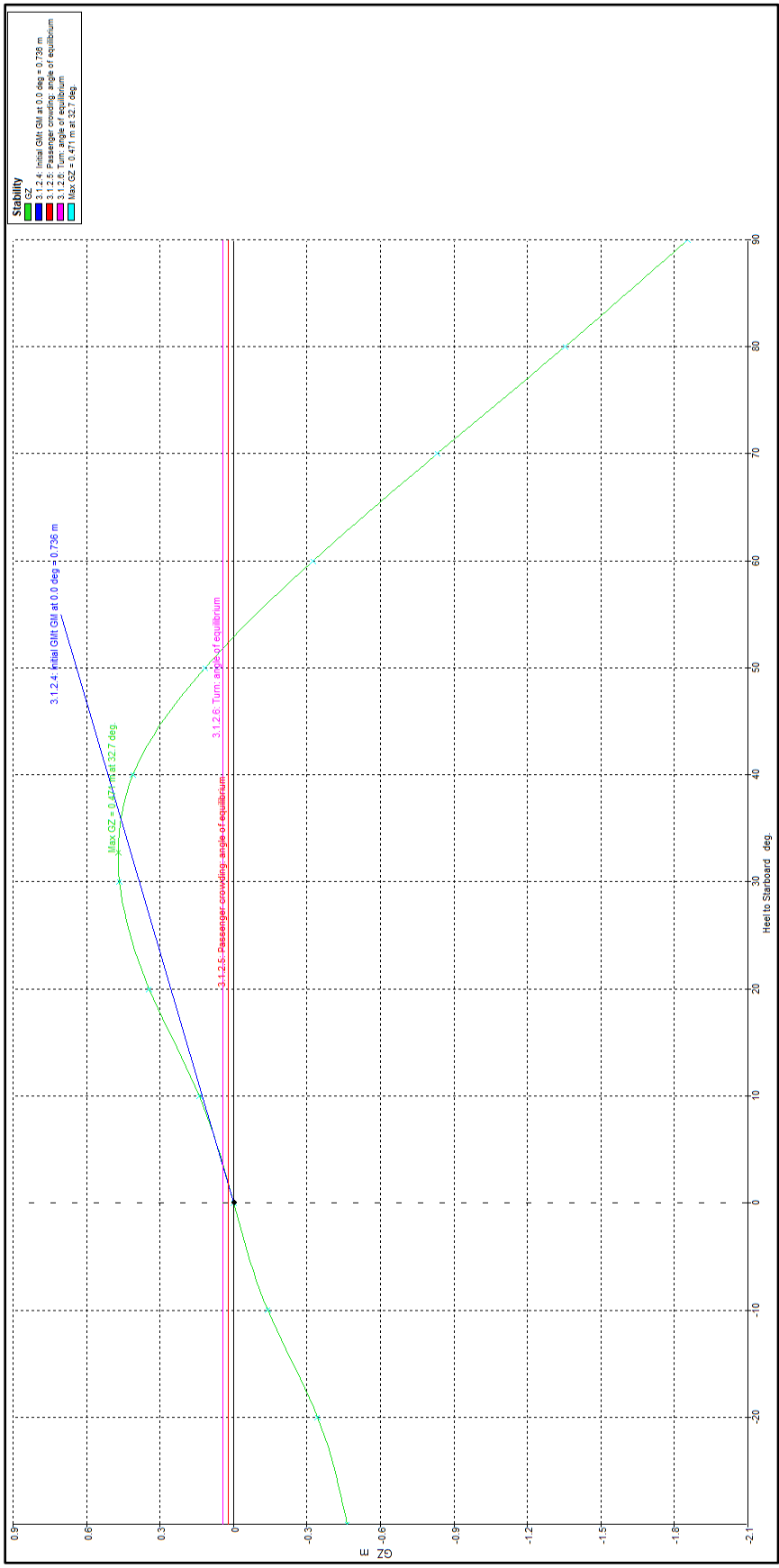
Item Name	Quantity	Total Mass (ton)	Total Volume (m ³)	Longitudinal Arm (m)	Transverse Arm (m)	Vertical Arm (m)
Hull	1	884.505		37.319	0	2.987
Deckhouse	1	156.366		44.263	0	10.428
Equipment	1	312.114		32.6	0	8.719
Machinery	1	26.922		7.741	0	1.501
Container Pupuk	5	0		26.75	0	2.3
Container Elektronika	3	0		22.083	0	4.9
Container Tekstil	2	0		18.75	0	4.9
Cargo	1	0		63	0	3.55
Passenger	96	0		22.5	0	5.475
Crew & Effect	1	21.42		43.5	0	9.08
Provisions	0%	0		27.5	0	4.85
F.O. Tank	0%	0	0	16.507	0	1.011
L.O. Tank	0%	0	0	19.505	0	1.009
F.W. Tank	0%	0	0	54.677	0	2.3
Ballast Tank 1	0%	0	0	57.152	-1.316	0
Ballast Tank 2	0%	0	0	57.152	1.316	0
Total Loadcase		1401.327	0	36.569	0	5.159

Result from:

Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments Resolution A. 749(18) - Chapter 3 Design Criteria Applicable to All Ships

Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin
3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	0	deg	0		
to the lesser of					
spec. heel angle	30	deg	30		
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (>=)	3.1513	m.deg	7.2140	Pass	128.92

Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin
3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	0	deg	0		
to the lesser of					
spec. heel angle	40	deg	40		
first downflooding angle	n/a	deg			
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (\geq)	5.1566	m.deg	11.7743	Pass	128.33
3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass	
from the greater of					
spec. heel angle	30	deg	30		
to the lesser of					
spec. heel angle	40	deg	40		
first downflooding angle	n/a	deg			
angle of vanishing stability	59.9	deg			
shall not be less than (\geq)	1.7189	m.deg	4.5603	Pass	165.30
3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass	
in the range from the greater of					
spec. heel angle	30	deg	30		
to the lesser of					
spec. heel angle	90	deg			
angle of max. GZ	34.5	deg	32.7		
shall not be less than (\geq)	0.2	m	0.471	Pass	135.50
Intermediate values					
angle at which this GZ occurs		deg	32.7		
3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass	
shall not be less than (\geq)	25	deg	32.7	Pass	30.91
3.1.2.4: Initial GMt				Pass	
spec. heel angle	0	deg			
shall not be less than (\geq)	0.15	m	0.736	Pass	390.67
3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium				Pass	
Pass. crowding arm					
number of passengers	96				
passenger mass	0.09	tonne			
distance from centre line	3.4	m			
cosine power	0				
shall not be greater than (\leq)	10	deg	1.8	Pass	82.47



LAMPIRAN B
DESAIN RENCANA GARIS

BODY PLAN

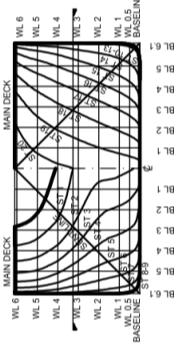


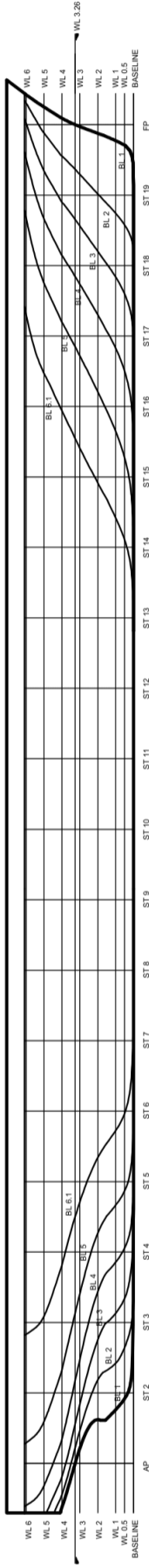
TABLE OF HALF-BREADTH (m)

STATION	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00
AP	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
ST.2	0.2570	0.6070	1.0550	1.5770	2.0520	2.4760	2.8460	3.1590	3.4210	3.6300
ST.4	0.5140	1.2140	2.1100	3.0500	3.9100	4.5900	5.1100	5.4900	5.7500	5.9100
ST.6	0.7710	1.7100	2.8500	3.9500	4.9100	5.6300	6.1100	6.3900	6.5500	6.6300
ST.8	1.0280	2.2500	3.6500	4.9500	6.0500	6.8700	7.3500	7.5900	7.6900	7.7100
ST.10	1.2850	2.8500	4.5500	6.0500	7.2500	7.9700	8.3500	8.5100	8.5500	8.5700
ST.12	1.5420	3.4500	5.4500	7.0500	8.1500	8.7300	8.9900	9.1100	9.1500	9.1700
ST.14	1.7990	4.0500	6.2500	8.0500	9.3500	10.0300	10.2900	10.4100	10.4500	10.4700
ST.16	2.0560	4.6500	7.0500	9.0500	10.5500	11.3300	11.6900	11.8100	11.8500	11.8700
ST.18	2.3130	5.2500	7.8500	10.0500	11.9500	12.9300	13.4100	13.5300	13.5700	13.5900
FP	2.5700	5.8500	8.7500	11.3500	13.3500	14.7300	15.2100	15.3300	15.3700	15.3900

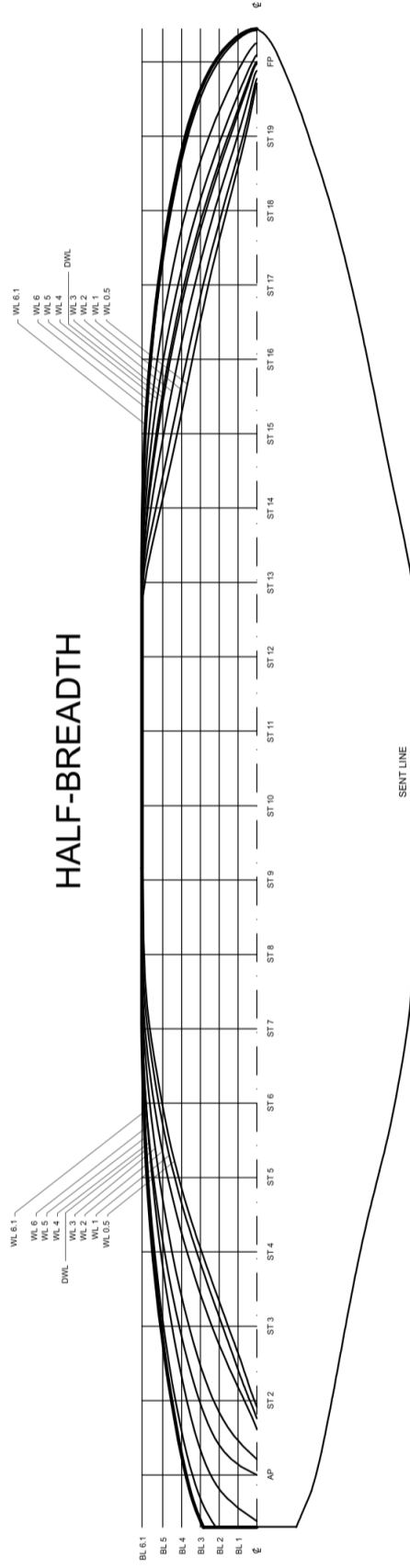
TABLE OF HEIGHT ABOVE BASELINE (m)

STATION	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00
AP	3.2000	3.4200	3.7500	4.0500	4.3500	4.6500	4.9500	5.2500	5.5500	5.8500
ST.2	3.0000	3.2500	3.6000	3.9000	4.2000	4.5000	4.8000	5.1000	5.4000	5.7000
ST.4	2.8000	3.1000	3.5000	3.9000	4.3000	4.7000	5.1000	5.5000	5.9000	6.3000
ST.6	2.6000	2.9500	3.4000	3.9000	4.4000	4.9000	5.4000	5.9000	6.4000	6.9000
ST.8	2.4000	2.8000	3.3000	3.9000	4.5000	5.1000	5.7000	6.3000	6.9000	7.5000
ST.10	2.2000	2.6500	3.2000	3.9000	4.6000	5.3000	6.0000	6.7000	7.4000	8.1000
ST.12	2.0000	2.5000	3.1000	3.9000	4.7000	5.5000	6.3000	7.1000	7.9000	8.7000
ST.14	1.8000	2.3500	3.0000	3.9000	4.8000	5.7000	6.6000	7.5000	8.4000	9.3000
ST.16	1.6000	2.2000	2.9000	3.9000	4.9000	5.9000	6.9000	7.9000	8.9000	9.9000
ST.18	1.4000	2.0000	2.7000	3.9000	5.0000	6.1000	7.2000	8.3000	9.4000	10.5000
FP	1.2000	1.8000	2.5000	3.9000	5.2000	6.5000	7.8000	9.1000	10.4000	11.7000

SHEER PLAN



HALF-BREADTH



PRINCIPAL DIMENSIONS

SHIP TYPE	PASSENGER CONTAINER-CARDO SHIP
LENGTH OVERALL (Loa)	80 m
LENGTH BETWEEN PERPENDICULAR (Lpp)	75 m
BREADTH (B)	12.2 m
HEIGHT (H)	6.1 m
DRAUGHT (T)	3.26 m
SERVICE SPEED (V _s)	12 knot
COMPLEMENTS	29 Persons
PASSENGER	96 Persons
MAIN ENGINE POWER	1380 HP

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

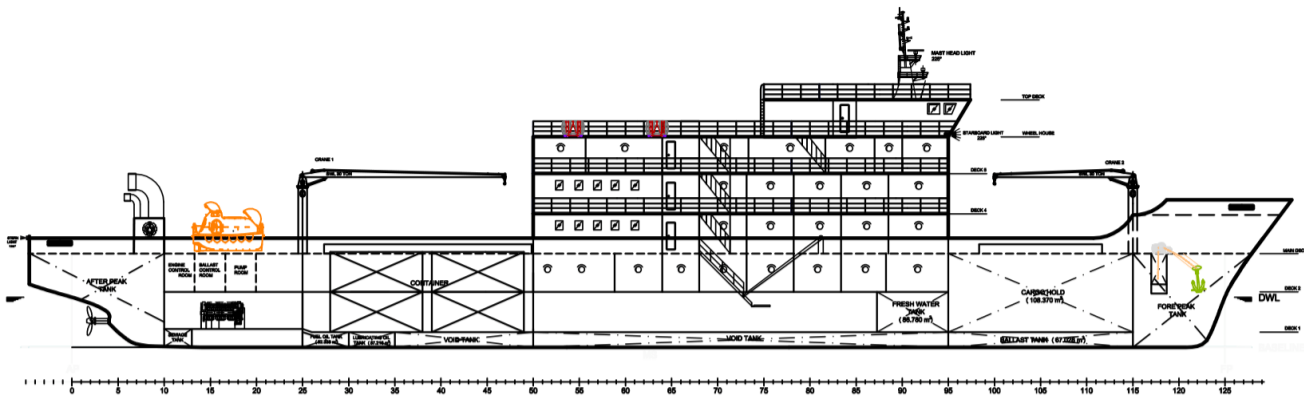
MV GOING MERRY

LINES PLAN

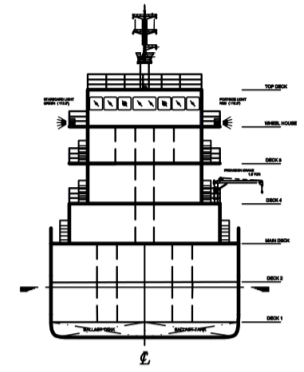
SCALE	1 : 150	SIGNATURE	DATE	REMARKS
DRAWN	Albert R. H. Sianggang			041134000009
APPROVE	Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.			A1
	Danu Utama, S.T., M.T.			

LAMPIRAN C
DESAIN RENCANA UMUM

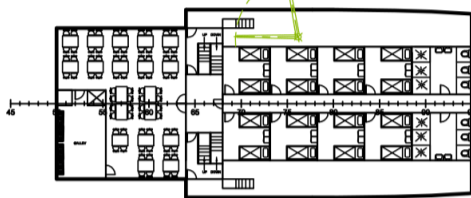
PROFILE VIEW



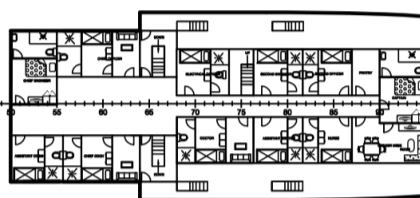
FRONT VIEW



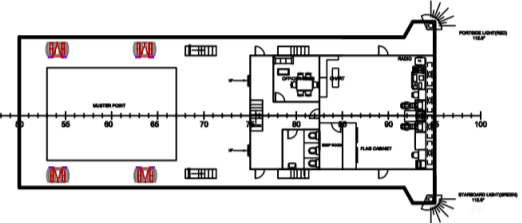
DECK 4



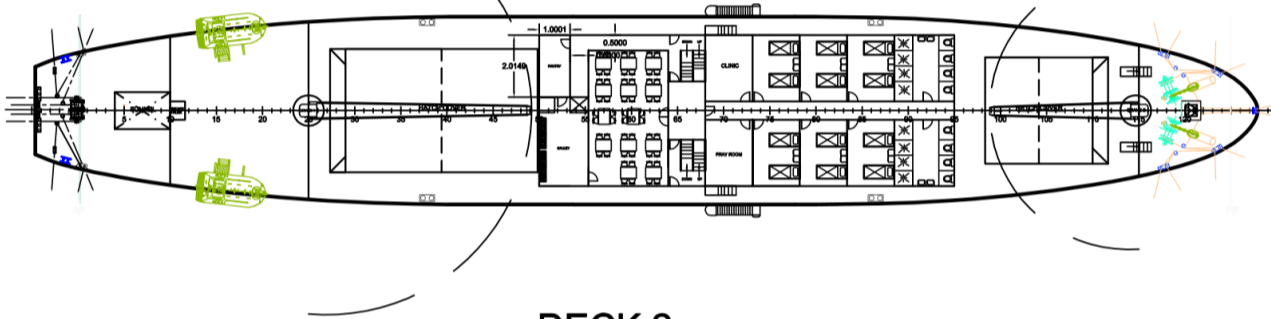
DECK 5



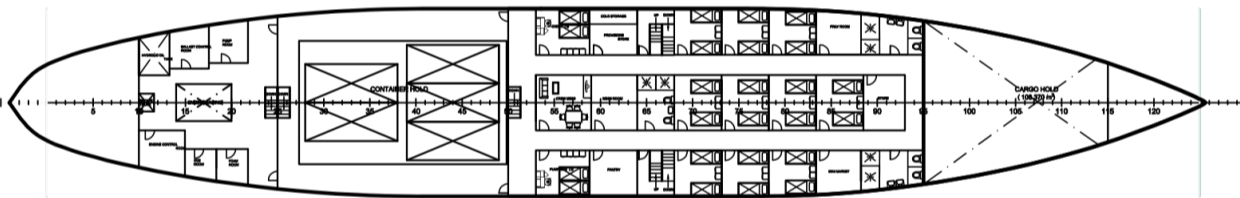
WHEEL HOUSE



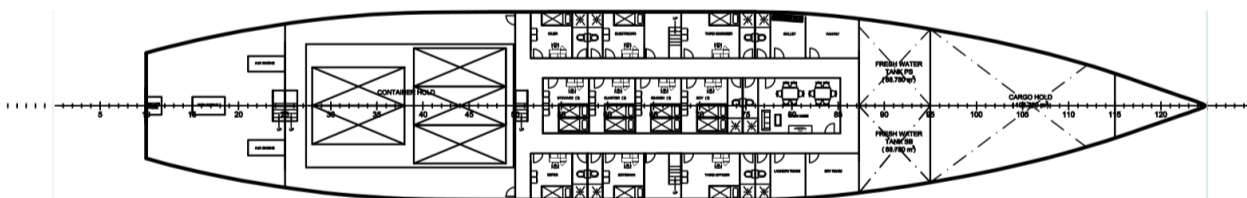
MAIN DECK (3)



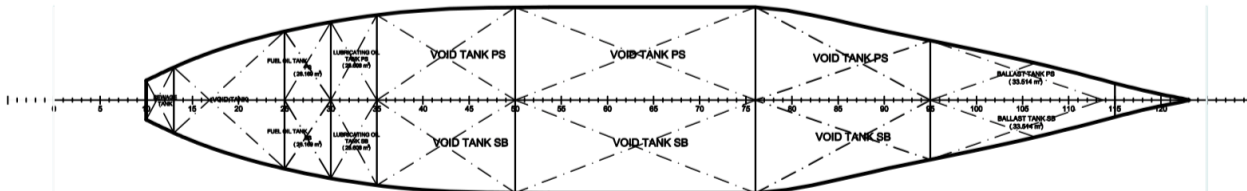
DECK 2



DECK 1



DOUBLE BOTTOM



PRINCIPAL DIMENSIONS

PRINCIPAL DIMENSIONS		PASSENGER-CONTAINER-CARGO SHIP
SHIP TYPE		PASSENGER-CONTAINER-CARGO SHIP
LENGTH OVERALL (Lo)	80 m	
LENGTH BETWEEN PERPENDICULAR (Lpp)	75 m	
BREADTH (B)	12.2 m	
HEIGHT (H)	6.1 m	
DRAUGHT (T)	3.26 m	
SERVICE SPEED (Vs)	12 knot	
COMPLEMENTS	29 Persons	
PASSENGER	96 Persons	
MAIN ENGINE POWER	1380 HP	



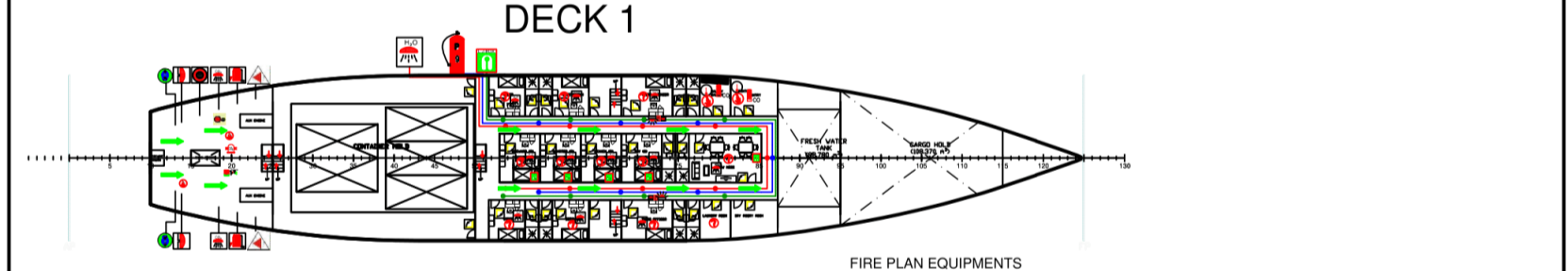
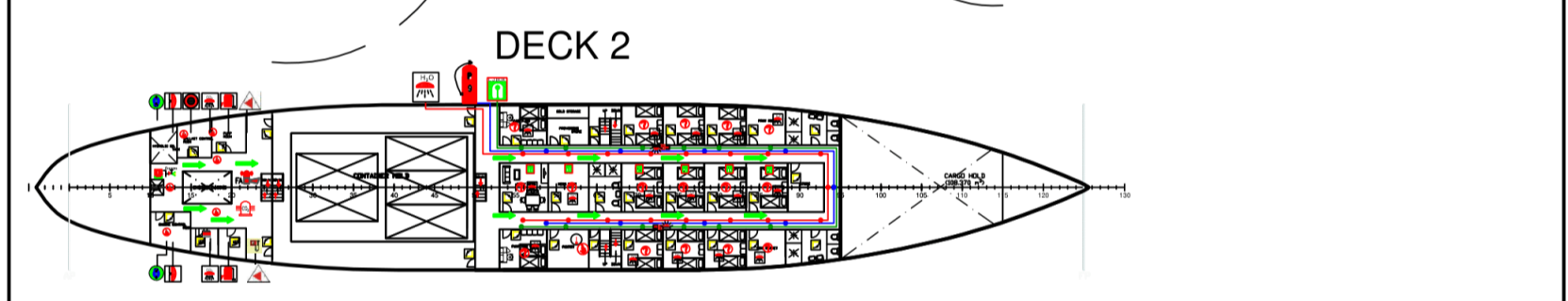
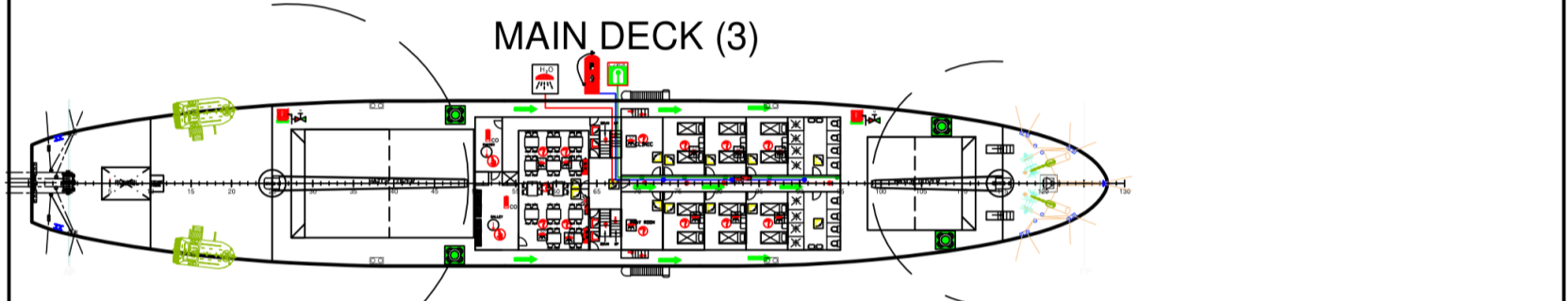
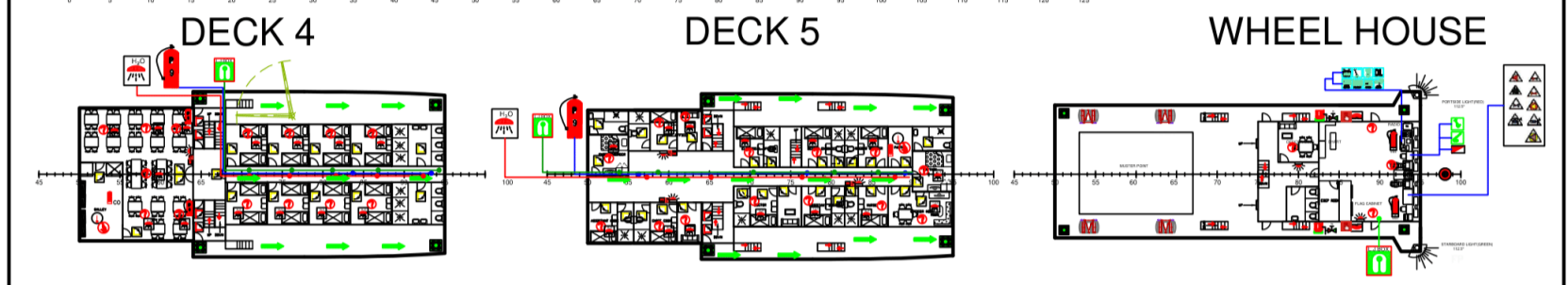
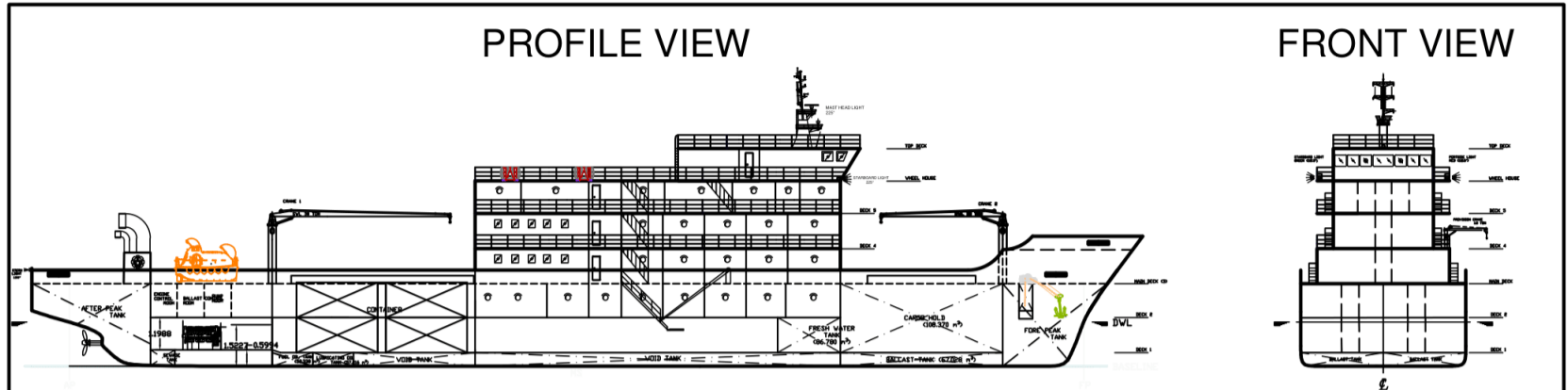
DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

MV GOING MERRY

GENERAL ARRANGEMENT

SCALE	1 : 200	SIGNATURE	DATE	REMARKS
DRAWN	Albert R. H. Sitanggang			04111340000009
APPROVE	Ir. Hesty Anita Kumilawati, M.Sc.			
	Danu Utama, S.T., M.T.			A1

LAMPIRAN E
DESAIN SAFETY PLAN



SAFETY PLAN EQUIPMENTS	
SYMBOL	DESCRIPTION
	LIFESBUOY FITTED WITH 30 m LIFELINE & ELECTRIC BATTERY SELF-IGNITING LIGHT
	RADAR TRANSPONDER
	ROCKET PARACHUTE FLARES
	LIFE JACKETS
	LIFE BOAT (25 PERSONS EACH)
	EMERGENCY ESCAPE BREATHING DEVICE
	2-WAY VHF RADIO TELEPHONE
	LINE THROWING APPLIANCE
	LIFESMAT
	LIFESBUOY FITTED WITH 30 m LIFELINE & ELECTRIC BATTERY SELF-IGNITING LIGHT & SMOKE
	LIFESBUOY
	DAYLIGHT SIGNAL
	VHF RADIO - TELEPHONE
	WATCH RECEIVER
	INMARSAT - C
	NAVTEX RECEIVER
	HF MF RADIO TELEPHONE DIS AND MRP

	CO2 SPRINKLER
	FIRE EXTINGUISHER BATTERY (CO2)
	INTERNATIONAL SHORE CONNECTION
	9 LITRE FOAM EXTINGUISHER
	MANUALLY TELEPHONE
	CO2 BOTTLE FOR GALLEY AND PANTRY
	EMERGENCY SOURCE OF ELECTRICAL POWER
	EMERGENCY SOURCE OF ELECTRICAL POWER (GENERATOR)
	FIXED FIRE EXTINGUISHER WATER SPRINKLER
	CLOSING DEVICE FOR VENTILATION INLET OR OUTLET
	REMOTE CONTROL FOR FIRE PUMP
	REMOTE CONTROL FOR BILGE PUMP
	REMOTE CONTROL FOR FUEL OIL VALVES
	REMOTE CONTROL FOR FIRE DAMPER
	LUBE OIL PUMP REMOTE SHUT OFF
	REMOTE CONTROL FOR CLOSING DEVICE VENTILATION
	FUEL OIL PUMP REMOTE SHUT OFF
	REMOTE CONTROL FOR FIRE PUMP VALVES
	REMOTE CONTROL FOR FIRE PUMP VALVES
	MANUALLY OPERATED CALL POINT
	EMERGENCY SWITCH BOARD
	A80 - class division
	A80 - class hinged self - closing fire door

FIRE PLAN EQUIPMENTS	
SYMBOL	DESCRIPTION
	CONTROL PANEL FOR FIRE DETECTION AND ALARM SYSTEM
	CONTROL PANEL SWITCH FOR GENERAL ALARM
	FIRE ALARM BELL
	REMOTE CONTROL FOR FIRE PUMP
	FIRE CONTROL SAFETY PLAN
	FIRE HYDRANT
	FIRE HOSE AND NOZZLE
	SPACE PROTECTED BY AUTOMATIC FIRE ALARM
	SMOKE DETECTOR
	AUTOMATIC FIRE ALARM
	FIRE DAMPER
	PORTABLE FIRE EXTINGUISHER (Powder)
	PORTABLE FOAM APPLICATOR OR NOZZLE
	FIRE DETECTOR
	HEAT DETECTOR
	AUDIBLE & VISUAL ALARM
	CO2 ALARM LIGHT
	BILGE / BALLAST PUMP
	EMERGENCY FIRE PUMP
	FIRE PUMP

PRINCIPAL DIMENSIONS	
SHIP TYPE	PASSENGER-CONTAINER-CARGO SHIP
LENGTH OVERALL (Loa)	80 m
LENGTH BETWEEN PERPENDICULAR (Lpp)	75 m
BREADTH (B)	12.2 m
HEIGHT (H)	6.1 m
DRAUGHT (T)	3.26 m
SERVICE SPEED (Vs)	12 knot
COMPLEMENTS	29 Persons
PASSENGER	96 Persons
MAIN ENGINE POWER	1380 HP

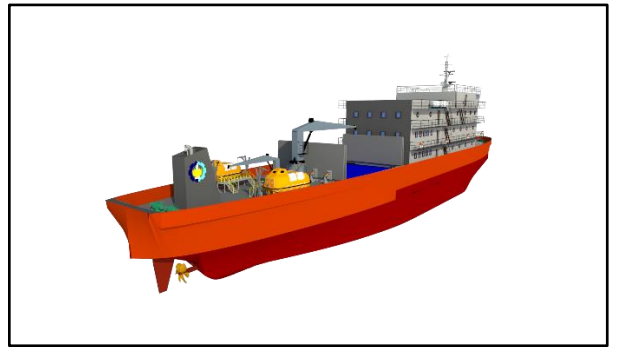
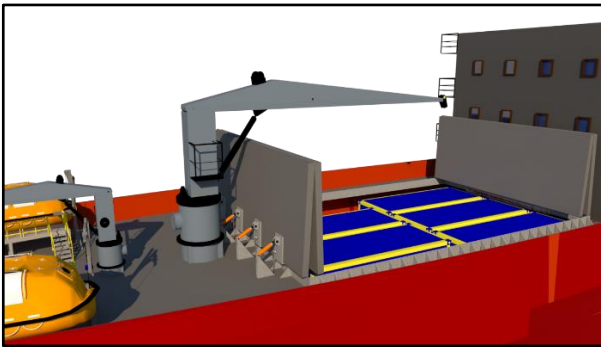
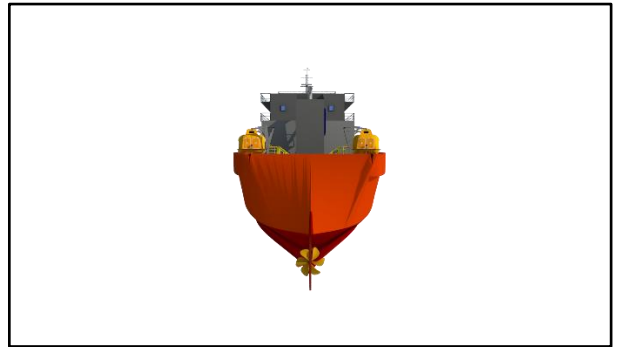
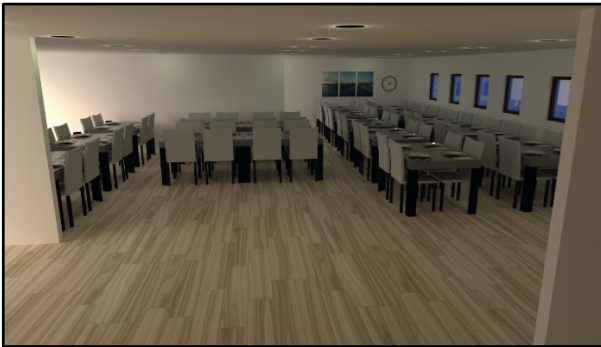
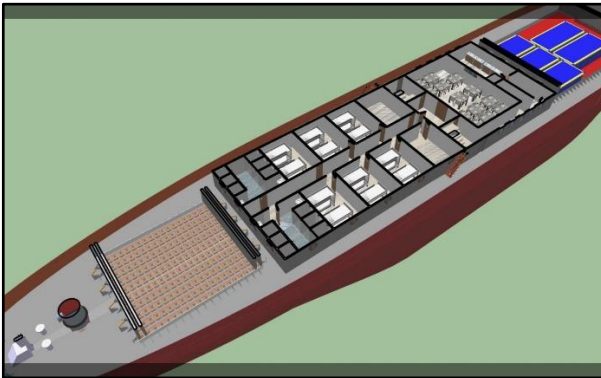
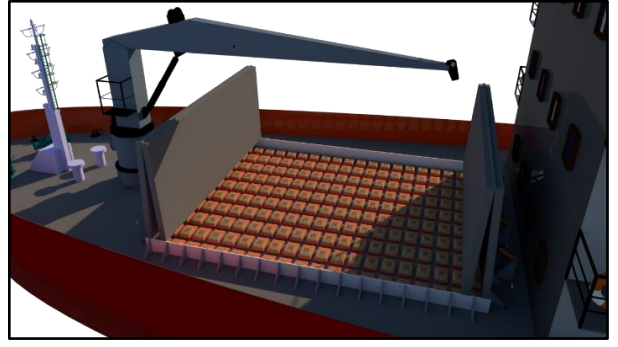
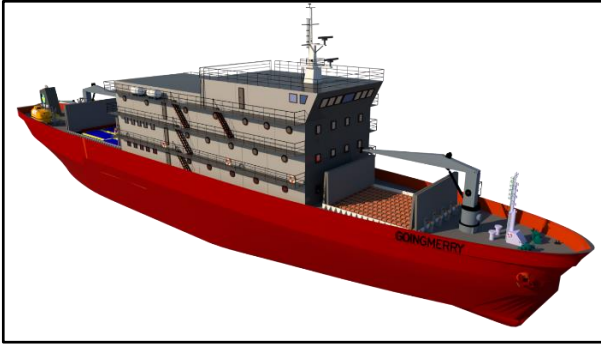
DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

MV GOING MERRY

SAFETY PLAN

SCALE	1 : 200	SIGNATURE	DATE	REMARKS
DRAWN	Albert R. H. Sitanggang			04111340000009
APPROVE	Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.			
	Danu Utama, S.T., M.T.			A1

LAMPIRAN F
DESAIN 3D MODEL



BIODATA PENULIS



Albert Reinaldo Hasudungan Sitanggung, itulah nama lengkap penulis. Dilahirkan di Tanjung Balai pada 23 Mei 1996 silam, Penulis merupakan anak ke empat dari empat bersaudara dalam keluarga. Penulis menempuh pendidikan formal tingkat dasar pada TK TanjungBalai, kemudian melanjutkan ke SD Theresia Padang, SMP Santo Thomas 1 Medan dan SMA Santo Thomas 1 Medan. Setelah lulus SMA, Penulis diterima di Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS pada tahun 2013 melalui jalur SNMPTN undangan. Di Departemen Teknik Perkapalan Penulis mengambil Bidang Studi Industri dan Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal.

Selama masa enam tahun studi di ITS, selain kuliah Penulis pernah menjadi *staff* Departemen Dalam Negeri 2014/15 dan Koor IC 2015/2016 Teknik Perkapalan. Penulis juga pernah menjadi *staff* BEM FTK 2015/2016. Panitia NASDARC divisi keamanan & perijinan dalam *event* SAMPAN 8 & 9. Penulis memiliki ketertarikan dibidang *e-sport* tercatat pernah mengikuti beberapa turnamen *e-sport* cabang DOTA 2 dan dibeberapa turnamen berhasil mendapatkan juara.

Email: albertsitanggung23@gmail.com