



TUGAS AKHIR - MN 184802

ANALISIS KONVERSI *DECK BARGE* MENJADI *SELF-PROPELLED CNG BARGE* UNTUK JALUR PELAYARAN BONTANG - BANJARMASIN

**Agung Prasetyo
NRP 0411124000046**

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

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019**



TUGAS AKHIR - MN 184802

ANALISIS KONVERSI *DECK BARGE* MENJADI *SELF-PROPELLED CNG BARGE* UNTUK JALUR PELAYARAN BONTANG - BANJARMASIN

Agung Prasetyo
NRP 0411124000046

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

DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019



FINAL PROJECT - MN 184802

**ANALYSIS OF THE CONVERSION OF DECK BARGE INTO
SELF-PROPELLED CNG BARGE FOR BONTANG -
BANJARMASIN ROUTE**

**Agung Prasetiyo
NRP 0411124000046**

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

**DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE & SHIPBUILDING ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS KONVERSI *DECK BARGE* MENJADI *SELF-PROPELLED CNG BARGE* UNTUK JALUR PELAYARAN BONTANG – BANJARMASIN

TUGAS AKHIR

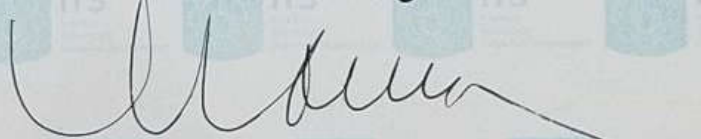
Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

AGUNG PRASETIYO
NRP 0411124000046

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing



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

Mengetahui,
Kepala Departemen Teknik Perkapalan



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

SURABAYA, 18 JULI 2019

LEMBAR REVISI

ANALISIS KONVERSI *DECK BARGE* MENJADI *SELF-PROPELLED CNG BARGE* UNTUK JALUR PELAYARAN BONTANG – BANJARMASIN

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir
Tanggal 4 Juli 2019

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

Oleh:

AGUNG PRASETIYO
NRP 0411124000046

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

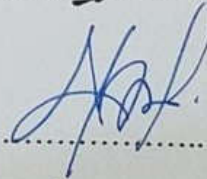
1. Mohammad Sholikhhan Arif, S.T., M.T.



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

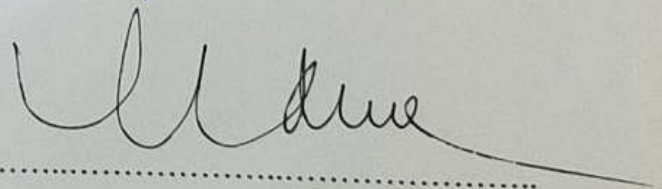


3. Danu Utama, S.T., M.T.



Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

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



SURABAYA, 18 JULI 2019

Dipersembahkan kepada kedua orang tua atas segala dukungan dan doanya

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunianya Tugas Akhir ini dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Konversi Deck Barge Menjadi Self-Propelled CNG Barge untuk Jalur Pelayaran Bontang – Banjarmasin”.

Selama pengerjaan Tugas Akhir penulis mendapatkan banyak dukungan, bimbingan, bantuan, serta saran-saran dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Ahmad Nasirudin, S.T, M.Eng dan Gita Marina Ahadyanti, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan dan motivasinya selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini;
2. Bapak Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc. selaku Ketua Jurusan Teknik Perkapalan FTK – ITS.
3. Kedua orang tua penulis, Ibu Sriamah dan Bapak Subarman serta kedua saudara penulis, Mbak Sinta dan Mbak Yuli. Terimakasih atas kasih sayang, doa dan dukungannya selama ini.
4. Teman-teman yang telah membantu, mendukung, menyemangati penulis. Terutama Alm. Rio Hermawan yang telah membantu dalam pencarian data kapal di PT. Meranti Nusa Bahari. Catherine Agnes yang telah membantu dalam pengerjaan laporan, serta teman-teman P52 – Forecastle lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.
5. Senior serta junior seperjuangan yang telah membantu, membagikan ilmu dan informasi selama pengerjaan Tugas Akhir.

Penulis menyadari bahwa dalam pengerjaan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Penulis mengharapkan adanya saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat diterima dan bermanfaat sebagai referensi bagi banyak pihak.

Surabaya, 18 Juli 2019

Agung Prasetyo

ANALISIS KONVERSI DECK BARGE MENJADI SELF-PROPELLED CNG BARGE UNTUK JALUR PELAYARAN BONTANG – BANJARMASIN

Nama Mahasiswa : Agung Prasetyo
NRP : 0411124000046
Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : 1. Ahmad Nasirudin, S.T, M.Eng

ABSTRAK

Banyaknya *deck barge* yang tidak beroperasi dan adanya kebutuhan sarana transportasi pengangkutan gas alam menghadirkan solusi untuk mendayagunakan *deck barge*. Tugas Akhir ini bertujuan untuk melakukan analisis mengenai konversi *deck barge* menjadi *Self-Propelled CNG Barge* sebagai sarana transportasi pengangkutan gas alam untuk memenuhi kebutuhan PLTG Kalsel *Peaker* 100 MW. Pada analisis teknis dilakukan modifikasi kapal sesuai aturan ABS (*American Bureau of Shipping*) tentang standar minimum untuk lokasi ruang muat CNG dan pemenuhan kriteria kekuatan konstruksi kapal setelah konversi. Untuk pemenuhan standar freeboard, tonase, dan stabilitas kapal mengikuti standar umum kapal menurut aturan internasional. Modifikasi yang dilakukan terdiri dari penambahan ruang muat, kamar mesin dan rumah geladak untuk mendukung operasional kapal. Setelah dikonversi kapal dapat mengangkut gas sebanyak 1.029.033,71 m³ yang dapat memenuhi kebutuhan PLTG Kalsel *Peaker* 100 MW selama 5,66 hari dalam satu kali pengangkutan. Untuk kebutuhan permesinan kapal dilengkapi dengan 2 buah mesin utama dengan total daya sebesar 1.509,2 HP dan 2 buah mesin pendukung dengan total daya sebesar 407,88 HP. Pada bagian buritan dilakukan perubahan bentuk kapal untuk menyesuaikan ukuran dari sistem propulsi kapal. Setelah dilakukan perubahan dan penambahan konstruksi didapatkan tegangan konstruksi kapal maksimal sebesar 352.666 kg/cm² lebih kecil dari tegangan ijin ABS. Tinggi *freeboard* minimum adalah 1,164 meter dengan sarat maksimum 3,035 meter, besarnya tonase kapal adalah 10.038 GT, dan kondisi stabilitas kapal memenuhi kriteria IMO *Resolution MSC 267(85)*. Sedangkan pada analisis ekonomis dilakukan perhitungan biaya konversi *deck barge* menjadi *Self-Propelled CNG Barge*, yaitu sebesar 130.591.890.602 rupiah.

Kata kunci: Konversi kapal, *Deck Barge*, *Self-Propelled CNG Barge*

ANALYSIS OF THE CONVERSION OF DECK BARGE INTO SELF-PROPELLED CNG BARGE FOR BONTANG – BANJARMASIN ROUTE

Author : Agung Prasetyo
NRP : 0411124000046
Department / Faculty : Naval Architecture / Marine Technology
Supervisor : 1. Ahmad Nasirudin, S.T, M.Eng

ABSTRACT

A lot of unoperated deck barge and a need for transport natural gas present a solution to utilize the deck barge. Purpose of this Final Project is to analyze the conversion of deck barge into Self-Propelled CNG Barge as a tool of natural gas transportation to fulfill the PLTG Kalsel Peaker 100 MW needs. In technical analysis, the modification is based on ABS (American Bureau of Shipping) rules about minimum standard for location of CNG cargo space and fulfillment of strength criteria of ship construction. Fulfillment of freeboard, tonnage, and ship stability standard follow general standard of ship according to international rules. The modification that support operational ship consists of addition of cargo, machine room, and deck house. The ship which has converted can transport 1.029.033,71 m³ of natural gas. It can fulfill PLTG Kalsel Peaker 100 MW needs for 5,66 days in one trip. Ship machinery is equipped by two main engine with 1.509,156 HP total power and two auxiliary engine with 407,880 HP total power. Modification of ship shape on stern section is done to adjust the size of propulsion system of the ship. Maximal stress of ship construction 352.666 kg/cm² after the modification and addition of construction, less than allowable stress of ABS. Minimum height of freeboard is 1,164 meters with 3,035 meters maximum height, 10.038 GT of ship tonnage, and condition of the ship stability meet IMO Resolution MSC 267(85) criteria. The cost conversion of deck barge into Self-Propelled CNG Barge is 130.591.890.602 rupiah based on economical analysis.

Key words: Ship conversion, Deck Barge, Self-Propelled CNG Barge.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
HALAMAN PERUNTUKAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR SIMBOL.....	xiv
Bab I PENDAHULUAN.....	15
I.1. Latar Belakang Masalah.....	15
I.2. Perumusan Masalah.....	16
I.3. Tujuan.....	16
I.4. Batasan Masalah.....	17
I.5. Manfaat.....	17
I.6. Hipotesis.....	17
Bab II STUDI LITERATUR.....	19
II.1. Jalur Pelayaran.....	19
II.2. <i>Barge</i>	20
II.3. Gas Alam.....	24
II.3.1. Pengertian Gas Alam.....	24
II.3.2. Komposisi Kimia.....	24
II.3.3. Cadangan Gas Alam di Indonesia.....	26
II.3.4. Pemanfaatan Gas Alam.....	26
II.3.5. <i>Compressed Natural Gas (CNG)</i>	27
II.3.6. Tipe Tabung CNG.....	27
II.3.7. Gas Alam Sebagai Bahan Bakar Pembangkit Listrik.....	28
II.4. Konversi Kapal.....	29
II.5. Stabilitas.....	29
II.6. Lambung Timbul (<i>Freeboard</i>).....	34
II.7. Perhitungan Kekuatan Memanjang.....	35
II.8. Hazzardous Area.....	40
Bab III METODOLOGI.....	43
III.1. Diagram Alir.....	43
III.2. Uraian Metodologi.....	45
Bab IV ANALISIS TEKNIS.....	49
IV.1. Pendahuluan.....	49
IV.2. Perencanaan <i>Owner Requirement</i>	50
IV.3. Analisis Data BG. Financia 56.....	50
IV.4. Pemodelan Lambung Kapal.....	52
IV.4.1. Pemeriksaan Koreksi Ukuran Model.....	54
IV.5. Modifikasi BG. Financia 56 Menjadi Self-Propelled CNG Carrier.....	55

IV.5.1. Perencanaan Ruang Muat Kapal	55
IV.5.2. Perencanaan Permesinan dan Sistem Propulsi Kapal	60
IV.5.3. Modifikasi Buritan Kapal.	65
IV.5.4. Pengecekan Hambatan Hasil Modifikasi	66
IV.5.5. Penggambaran <i>Lines Plan</i>	67
IV.5.6. Penggambaran Ruang Akomodasi dan <i>General Arrangement</i>	67
IV.6. Perhitungan Konstruksi Kapal	70
IV.7. Perhitungan Berat dan Titik Berat Kapal	73
IV.7.1. Perhitungan dan Persebaran DWT	73
IV.7.2. Perhitungan dan Persebaran LWT	75
IV.7.3. Rekapitulasi Persebaran dan Titik Berat Kapal	76
IV.8. Perhitungan Kekuatan Memanjang.....	78
IV.8.1. Perhitungan Gaya Lintang	78
IV.8.2. Perhitungan Momen Saat Kondisi Bergelombang.....	80
IV.8.3. Perhitungan Tegangan Kapal	82
IV.8.4. Perhitungan Modulus dan Momen Inersia	83
IV.9. Perhitungan Freeboard	85
IV.10. Perhitungan Tonnage	87
IV.11. Perhitungan Stabilitas	89
IV.11.1. Skenario Pembebanan (<i>Loadcase</i>).....	89
IV.11.2. Pemeriksaan Kondisi Stabilitas.....	91
IV.11.3. Pemeriksaan Kondisi Trim	94
IV.12. Perencanaan Hazardous Area	95
IV.13. Pembuatan Model 3D Kapal	96
Bab V Analisis Ekonomis	99
V.1. Pendahuluan	99
V.2. Perhitungan Biaya Konversi	99
Bab VI KESIMPULAN DAN SARAN	101
VI.1. Kesimpulan	101
VI.2. Saran	102
DAFTAR PUSTAKA	103
LAMPIRAN	
LAMPIRAN A Perhitungan Teknis Kapal	
LAMPIRAN B Lines Plan dan General Arrangement	
LAMPIRAN C Midship Section dan Contruction Profile	
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Peta jalur pelayaran Bontang – Banjarmasin	19
Gambar II.2 <i>Self Propeller Barge</i>	20
Gambar II.3 <i>Coal Barge</i>	21
Gambar II.4 <i>Dredger Barge</i>	21
Gambar II.5 <i>Accommodation Barge</i>	22
Gambar II.6 <i>Crane Barge</i>	22
Gambar II.7 <i>Liquified Gas Barge</i>	23
Gambar II.8 <i>Piling Barge</i>	23
Gambar II.9 <i>Oil Barge</i>	24
Gambar II.10 Komponen gas rumah kaca	25
Gambar II.11 Sketsa momen penegak atau pengembali	31
Gambar II.12 Kondisi stabilitas positif	32
Gambar II.13 Kondisi stabilitas netral	32
Gambar II.14 Kondisi stabilitas negatif	33
Gambar II.15 Grafik Penyebaran Gaya Berat dan Gaya Tekan ke atas	36
Gambar II.16 Penyebaran beban disepanjang kapal	36
Gambar II.17 Penyebaran Gaya Lintang sepanjang kapal	37
Gambar II.18 Diagram Gaya Lintang dan Momen Lengkung	37
Gambar II.19 <i>Hazzardous area</i> pada pandangan depan kapal	41
Gambar II.20 <i>Hazzardous area</i> pada pandangan samping kapal	42
Gambar II.21 Zona 2 pada pandangan samping kapal	42
Gambar III.1 Diagram alir metodologi pengerjaan Tugas Akhir	44
Gambar IV.1 <i>Shell Expansion</i> BG. Financia 56	51
Gambar IV.2 <i>Midship Section</i> BG. Financia 56	51
Gambar IV.3 Pembuatan sisi model kapal	52
Gambar IV.4 Proses merubah control point pada pandangan depan	53
Gambar IV.5 Hasil pembuatan lambung kapal	53
Gambar IV.6 Pengaturan <i>design grid</i> untuk pembagian <i>station</i>	54
Gambar IV.7 Data hidrostatik model BG. Financia 56	54
Gambar IV.8 Data fasilitas <i>Loading – Unloading</i> pelabuhan Gresik – Lombok	59
Gambar IV.9 (a) Tampak depan desain ruang muat CNG carrier (b) Tampak memanjang desain ruang muat CNG carrier.	56
Gambar IV.10 Sketsa ruang muat kapal	57
Gambar IV.11 Simulasi perhitungan hambatan dengan <i>Maxsurf Resistance</i>	60
Gambar IV.12 Gambar mesin utama kapal Yanmar 6AYM-WET	62
Gambar IV.13 Gambar mesin pendukung kapal Yanmar 6HAL2	62
Gambar IV.14 Katalog sistem propulsi Wartsila	63
Gambar IV.15 Sketsa layout kamar mesin	65
Gambar IV.16 Sketsa ceruk buritan.	64
Gambar IV.17 Sketsa <i>deck house</i>	69
Gambar IV.18 Desain ruang akomodasi pada geladak <i>layer 1</i>	69
Gambar IV.19 Perubahan posisi <i>control point</i>	65
Gambar IV.20 Hasil analisis hidrostatik kapal menggunakan <i>Maxsurf Modeler</i>	66

Gambar IV.21 Analisis hambatan hasil modifikasi menggunakan <i>Maxsurf Resistance</i>	66
Gambar IV.22 Hasil penggambaran <i>Lines Plan Self-Propelled CNG Barge</i>	67
Gambar IV.23 Gambar Hasil penggambaran <i>General Arrangement Self-Propelled CNG Barge</i>	70
Gambar IV.24 (a) <i>Midship Section</i> sebelum konversi (b) <i>Midship Section</i> sesudah konversi. 72	
Gambar IV.25 Pembagian garis air menjadi 20 <i>stasion</i>	73
Gambar IV.26 Letak tangki air tawar 1 antara stasion 2 sampai 3	74
Gambar IV.27 Kurva gaya lintang, momen air tenang dan gaya berat kapal	80
Gambar IV.28 Pengaturan kriteria stabilitas	92
Gambar IV.29 Kurva stabilitas <i>Loadcase 1</i>	93
Gambar IV.30 Kurva stabilitas <i>Loadcase 2</i>	93
Gambar IV.31 Kurva stabilitas <i>Loadcase 3</i>	93
Gambar IV.32 Kurva stabilitas <i>Loadcase 4</i>	94
Gambar IV.33 (a) Penggambaran <i>Hazzardous area</i> pada pandangan depan (b) Penggambaran <i>Hazzardous area</i> pada pandangan samping.	96
Gambar IV.34 Model 3D <i>Self-Propelled CNG Barge</i>	97

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Koreksi tinggi standart dan koreksi bangunan atas	35
Tabel II.2 Prosentase pengurangan untuk kapal tipe “A”	35
Tabel II.3 Prosentase pengurangan untuk kapal tipe “B”	35
Tabel II.4 Perubahan penyebaran gaya berat	38
Tabel II.5 Perubahan penyebaran gaya tekan ke atas	38
Tabel II.6 Perhitungan momen lengkung dan gaya lintang	39
Tabel IV.1 Perbandingan ukuran model dan kapal sebenarnya	55
Tabel IV.2 Perhitungan kebutuhan gas PLTG <i>Kalsel Peaker</i> 100 MW	50
Tabel IV.3 Spesifikasi tangki CNG	58
Tabel IV.4 Tabel peritungan muatan maksimal kapal	59
Tabel IV.5 Spesifikasi Mesin Utama (<i>Main Engine</i>) Kapal	62
Tabel IV.6 Spesifikasi mesin pendukung (<i>auxiliary engine</i>) kapal	63
Tabel IV.7 Spesifikasi sistem propulsi	64
Tabel IV.8 Rekapitulasi ukuran pelat dan profil tambahan	71
Tabel IV.9 Persebaran berat tangki air tawar 1	74
Tabel IV.10 Rekapitulasi persebaran berat DWT	75
Tabel IV.11 Rekapitulasi persebaran berat LWT	76
Tabel IV.12 Rekapitulasi total persebaran berat LWT dan DWT	77
Tabel IV.13 Hasil koreksi gaya lintang dan momen	79
Tabel IV.14 Hasil perhitungan momen pada kondisi <i>hogging</i>	81
Tabel IV.15 Hasil perhitungan momen pada kondisi <i>sagging</i>	81
Tabel IV.16 Hasil pemeriksaan tegangan kapal	83
Tabel IV.17 Pemeriksaan modulus	84
Tabel IV.18 <i>Freeboard</i> untuk kapal tipe B	86
Tabel IV.19 Hasil pemeriksaan <i>freeboard</i>	87
Tabel IV.20 Komponen Berat Skenario <i>Loadcase</i> 1	89
Tabel IV.21 Komponen Berat Skenario <i>Loadcase</i> 2	90
Tabel IV.22 Komponen Berat Skenario <i>Loadcase</i> 3	90
Tabel IV.23 Komponen Berat Skenario <i>Loadcase</i> 4	91
Tabel IV.24 Hasil analisis stabilitas	92
Tabel IV.25 Hasil pemeriksaan <i>trim</i>	94
Tabel V.1 Perhitungan biaya konversi	100

DAFTAR SIMBOL

CB = Koefisien Blok
CM = Koefisien Gading Besar
CP = Koefisien Prismatik
CWP = Koefisien Garis Air
Lwl = Length of Waterline (m)
Lpp = Length between Perpendiculars (m)
B = Lebar Kapal (m)
T = Sarat Kapal (m)
 ∇ = Volume Displasemen Kapal (m^3)
LCB = Longitudinal Center of Bouyancy (m)
Fr = Froude Number
Vs = Kecepatan Kapal (m/s)
g = Percepatan Gravitasi (m/s^2)
Rn = Reynolds Number
CF = Koefisien Hambatan Gesek
RT = Hambatan Total (kN)
EHP = Effective Horse Power (kW)
DHP = Delivered Horse Power (kW)
SHP = Shaft Horse Power (kW)
BHP = Break Horse Power (kW)
KM = Tinggi Titik Metasentris dari Lunas (m)
KG = Tinggi Titik Berat dari Lunas (m)
KB = Tinggi Titik Apung dari Lunas (m)
BM = Jarak Titik Apung ke Metasentris (m)
GM = Tinggi Metasentris (m)
GZ = Lengan Dinamis (m)
MR = Momen Oleng (kN.m)
GT = Gross Tonnage (ton)
NT = Net Tonnage (ton)
V = Volume Ruangan Tertutup di Kapal (m^3)
Vc = Volume Ruang Muat (m^3)
VU = Volume Ruangan Tertutup di Bawah Geladak Cuaca (m^3)
VH = Volume Ruangan Tertutup di Atas Geladak Cuaca (m^3)
nm = Nautical Miles
mmscf = Million Standart Cubic Feet

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang Masalah

Impor minyak mentah dan bahan bakar minyak (BBM) Indonesia diproyeksikan bakal terus membengkak seiring dengan kenaikan konsumsi yang tidak diiringi dengan peningkatan produksi minyak di dalam negeri. Maka dari itu hingga akhir – akhir ini pemerintah terus mendorong penggunaan Bahan Bakar Gas (BBG) untuk kendaraan maupun pembangkit listrik, guna mengurangi konsumsi Bahan Bakar Minyak (BBM). Selain itu ada manfaat lain yang didapat, contohnya bagi kendaraan yang menggunakan BBG. Manfaat tersebut antara lain lebih hemat, karena secara ekonomis harga BBG jauh lebih murah daripada BBM. Untuk pembangkit listrik, pemerintah telah membuat kebijakan akan memprioritaskan pemakaian gas sebagai sumber energi pembangkit dan berkomitmen akan membangun infrastruktur gas. Pengalihan pembangkit diesel ke gas, juga akan membuat penghematan mencapai Rp70 triliun. Angka ini, merujuk pada dana pembelian BBM oleh PLN untuk kapasitas pembangkit total sebesar 7.000 Megawatt (MW). Hasil penelitian Institut Teknologi Bandung (ITB) dan Kementerian ESDM, penggunaan gas jauh lebih hemat dibandingkan BBM. Perbandingannya satu liter solar/bensin sama dengan 240 gram gas. Ini artinya penggunaan gas bisa lima kali lebih hemat dibandingkan BBM (ekonomi.bisnis.com, 2017)

Gas alam terkompresi atau *Compressed Natural Gas* (CNG) adalah alternatif lain dari BBG. Orang awam sering menganggap bahwa CNG sama dengan LNG. Walaupun keduanya merupakan gas alam, perbedaan utama antara CNG dan LNG adalah pada cara pengangkutannya. CNG dibuat dengan melakukan kompresi metana yang diekstrak dari alam namun tidak sampai mencair. Sedangkan pada LNG proses pengangkutan gas alam adalah dengan cara mendinginkannya hingga mencair. Secara ekonomis produksi dan penyimpanan CNG lebih murah dibandingkan dengan LNG yang membutuhkan fasilitas pencairan dan tangki kriogenik yang mahal. Hanya saja, CNG membutuhkan tempat penyimpanan yang lebih besar serta tekanan yang sangat tinggi, sehingga distribusinya tidak bisa untuk jarak yang terlalu jauh dari sumber gas (wikipedia.org, 2018).

Pada tahun 2016 maritim news mencatat sekitar 4.800 kapal angkut batu bara (tongkang) atau 30 persen dari 16 ribu kapal yang ada hanya menganggur terparkir di laut, tidak beroperasi

karena tak mendapat muatan barang untuk diangkut. Menurut Ketua Asosiasi Pengusaha Pelayaran Nasional atau (*Indonesia National Shipowners Association*), Johnson W. Sutjipto, salah satu penyebabnya adalah larangan ekspor mentah hasil tambang mineral dan batu bara (Minerba). Hal itu diperparah lagi dengan penurunan permintaan batu bara dari Tiongkok. Pada saat harga batu bara turun, Tiongkok menyepakati perjanjian ramah lingkungan sehingga tidak lagi menggunakan banyak batu bara. Akibatnya 800—1.000 kapal pengangkut batu bara tidak beroperasi di Samarinda, Kalimantan Timur. Hal yang paling dirasakan oleh pengusaha dari menganggurnya kapal selain kewajiban tetap membayar gaji pegawai dan ABK, serta listrik. Juga harus membayar biaya pemarkiran kapal terkait penerimaan negara bukan pajak (PNPB) yang harus dibayar justru naik 10 kali lipat (maritimnews.com, 2016).

Dengan adanya permasalahan sekaligus peluang pada kondisi yang telah disebutkan diatas, maka dalam judul tugas akhir ini penulis menganalisa variable apa saja yang menyebabkan barge tidak diizinkan untuk mengangkut CNG, kemudian memberi solusi atau memodifikasi desain sesuai dengan kebutuhan dan regulasi yang ada. Sehingga hasil desain tersebut bisa dijadikan pertimbangan pihak pengusaha untuk mengkonversi barge menjadi SPCB (*Self-Propelled CNG Barge*) agar pengoperasian kapal dapat dilakukan secara maksimal.

I.2. Perumusan Masalah

Sehubungan dengan latar belakang di atas permasalahan yang akan dikaji dari judul di atas adalah :

1. Bagaimana mendapatkan spesifikasi *deck barge* yang akan dikonversi ?
2. Bagaimana mendapatkan gambar teknis seperti *Lines Plan*, *General Arrangement*, *Midship Section*, dan *Construction Profile* kapal ?
3. Bagaimana mendapatkan gambar *Hazardous Zone/Area* pada kapal ?
4. Bagaimana mendapatkan gambar model 3D kapal ?
5. Bagaimana mendapatkan biaya konversi kapal ?

I.3. Tujuan

Berdasarkan uraian di atas, maka tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mendapatkan spesifikasi *deck barge* yang akan dikonversi.

2. Mendapatkan gambar teknis seperti *Lines Plan* dan *General Arrangement, Midship Section*, dan *Construction Profile* kapal hasil konversi.
3. Mendapatkan gambar *Hazardous Zone/Area* pada kapal.
4. Mendapatkan gambar model 3D kapal.
5. Mendapatkan biaya konversi kapal.

I.4. Batasan Masalah

Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini permasalahan difokuskan pada:

1. Kapal yang dijadikan objek analisa adalah *deck barge* yang tidak beroperasi.
2. Tidak dilakukan analisa olah gerak kapal.
3. Pembahasan dan penggambaran mengenai *hazardous zone/area* hanya dilakukan secara umum (tidak mendetail).

I.5. Manfaat

Dari Tugas Akhir ini bisa diambil manfaat sebagai berikut:

- a. Secara akademis, diharapkan penelitian ini bisa dijadikan bahan pembelajaran dan juga referensi untuk penelitian selanjutnya.
- b. Secara aplikatif, manfaat dari judul tugas akhir ini adalah mendayagunaan *deck barge* yang tidak beroperasi sebagai sarana pengangkutan gas alam untuk memenuhi kebutuhan BBG di Banjarmasin maupun di daerah lainnya.

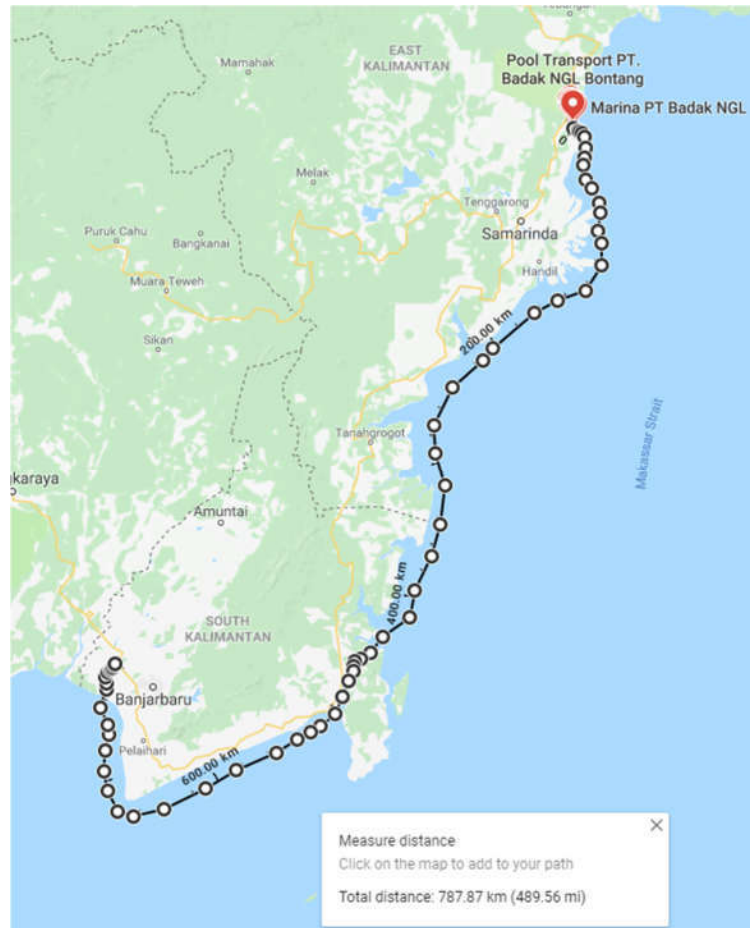
I.6. Hipotesis

Dugaan awal dari judul Tugas Akhir ini adalah dengan melakukan konversi *deck barge* menjadi *Self-Propelled CNG Barge* maka akan menghasilkan sarana distribusi gas alam yang lebih murah dibandingkan pembangunan kapal baru.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II STUDI LITERATUR

II.1. Jalur Pelayaran



Gambar II.1 Peta jalur pelayaran Bontang – Banjarmasin
(Sumber : www.google.com/maps)

Jalur pelayaran kapal akan dimulai dari lokasi *loading* muatan, yaitu di Bontang atau tepatnya di *Pool* PT. Badak NGL, yang merupakan fasilitas pengolahan gas alam terbesar di Indonesia. Kemudian kapal akan berlayar menuju lokasi PLTG Kalsel *Peaker* 100 MW yang ada di Banjarmasin. Jalur pelayaran Bontang – Banjarmasin yang ditempuh adalah sejauh 787,87 km atau 425,42 nm (*nautical mile*), dihitung dengan menggunakan aplikasi *Google Maps*.

II.2. *Barge*

Barge atau Tongkang adalah suatu jenis kapal yang dengan lambung datar atau suatu kotak besar yang mengapung, digunakan untuk mengangkut barang dan ditarik dengan kapal tunda atau digunakan untuk mengakomodasi pasang-surut seperti pada dermaga apung.

Tongkang digunakan juga untuk mengangkut mobil menyeberangi sungai, didaerah yang belum memiliki jembatan. Sangat banyak digunakan pada tahun 1960an hingga 1980an di jalur lintas Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Papua. Sekarang sebagian besar sudah digantikan dengan jembatan. Untuk keperluan wisata, tongkang juga masih digunakan. Untuk meningkatkan kestabilan kapal biasanya digunakan dua tongkang yang digabungkan secara paralel. Tongkang sendiri umum digunakan untuk mengangkut muatan dalam jumlah besar seperti kayu, batubara, pasir dan lain-lain. Di Indonesia tongkang banyak diproduksi di daerah Batam (Kepulauan Riau) yang merupakan salah satu basis produksi perkapalan di Indonesia.

Jenis – Jenis *Barge* :

a. *Self Propeller Barge*

Self Propeller Barge adalah jenis tongkang (*barge*) yang memiliki mesin penggerak sendiri. Tongkang jenis ini memiliki kelebihan dapat bermanuver lebih baik karena memiliki sistem propulsi sendiri.



Gambar II.2 *Self Propeller Barge*

(Sumber : bcrita, 2016)

b. *Coal Barge*

Coal Barge adalah jenis tongkang (*barge*) yang digunakan sebagai alat transportasi pengangkutan batubara.



Gambar II.3 *Coal Barge*

(Sumber : bcrita, 2016)

c. *Dredger Barge*

Dredger Barge adalah jenis tongkang (*barge*) yang digunakan untuk mengeruk dasar laut atau perairan yang dangkal atau untuk memenuhi kebutuhan pasir laut.



Gambar II.4 *Dredger Barge*

(Sumber : bcrita, 2016)

d. *Accommodation Barge*

Accommodation Barge adalah jenis tongkang (*barge*) yang dipergunakan sebagai sarana akomodasi.



Gambar II.5 *Accommodation Barge*

(Sumber : bcrita, 2016)

e. *Crane Barge*

Crane Barge adalah jenis tongkang (*barge*) yang dilengkapi dengan *crane* untuk memindahkan muatan.



Gambar II.6 *Crane Barge*

(Sumber : bcrita, 2016)

f. *Liquified Barge*

Liquified Gas Barge adalah jenis tongkang (*barge*) yang digunakan khusus untuk memuat gas yang dicairkan.



Gambar II.7 *Liquefied Gas Barge*

(Sumber : bcrita, 2016)

g. *Piling Barge*

Piling Barge adalah jenis tongkang (*barge*) yang dilengkapi alat pemancang dan dipergunakan untuk mengerjakan pemancangan tiang dilaut.



Gambar II.8 *Piling Barge*

(Sumber : bcrita, 2016)

h. *Oil Barge*

Oil Barge adalah jenis tongkang (*barge*) yang khusus digunakan sebagai alat transportasi pengangkutan minyak bumi atau minyak hasil produksi.



Gambar II.9 *Oil Barge*

(Sumber : bcrita, 2016)

II.3. Gas Alam

II.3.1. Pengertian Gas Alam

Gas alam sering juga disebut sebagai gas Bumi atau gas rawa, adalah bahan bakar fosil berbentuk gas yang terutama terdiri dari metana (CH_4). Ia dapat ditemukan di ladang minyak, ladang gas Bumi dan juga tambang batu bara. Ketika gas yang kaya dengan metana diproduksi melalui pembusukan oleh bakteri anaerobik dari bahan-bahan organik selain dari fosil, maka ia disebut biogas. Sumber biogas dapat ditemukan di rawa-rawa, tempat pembuangan akhir sampah, serta penampungan kotoran manusia dan hewan.

II.3.2. Komposisi Kimia

Komponen utama dalam gas alam adalah metana (CH_4), yang merupakan molekul hidrokarbon rantai terpendek dan teringan. Gas alam juga mengandung molekul-molekul hidrokarbon yang lebih berat seperti etana (C_2H_6), propana (C_3H_8) dan butana (C_4H_{10}), selain juga gas-gas yang mengandung sulfur (belerang). Gas alam juga merupakan sumber utama untuk sumber gas helium.

Metana adalah gas rumah kaca yang dapat menciptakan pemanasan global ketika terlepas ke atmosfer, dan umumnya dianggap sebagai polutan ketimbang sumber energi yang berguna. Meskipun begitu, metana di atmosfer bereaksi dengan ozon, memproduksi karbon dioksida dan air, sehingga efek rumah kaca dari metana yang terlepas ke udara relatif hanya

berlangsung sesaat. Sumber metana yang berasal dari makhluk hidup kebanyakan berasal dari rayap, ternak (mamalia) dan pertanian (diperkirakan kadar emisinya sekitar 15, 75 dan 100 juta ton per tahun secara berturut-turut).

Komponen	%
Metana (CH ₄)	80-95
Etana (C ₂ H ₆)	6-15
Propana (C ₃ H ₈) and Butana (C ₄ H ₁₀)	< 6

Gambar II.10 Komponen gas rumah kaca.
(Sumber : Wikipedia, 2018)

Nitrogen, helium, karbon dioksida (CO₂), hidrogen sulfida (H₂S), dan air dapat juga terkandung di dalam gas alam. Merkuri dapat juga terkandung dalam jumlah kecil. Komposisi gas alam bervariasi sesuai dengan sumber ladang gasnya.

Campuran organosulfur dan hidrogen sulfida adalah kontaminan (pengotor) utama dari gas yang harus dipisahkan. Gas dengan jumlah pengotor sulfur yang signifikan dinamakan sour gas dan sering disebut juga sebagai "acid gas (gas asam)". Gas alam yang telah diproses dan akan dijual bersifat tidak berasa dan tidak berbau. Akan tetapi, sebelum gas tersebut didistribusikan ke pengguna akhir, biasanya gas tersebut diberi bau dengan menambahkan thiol, agar dapat terdeteksi bila terjadi kebocoran gas. Gas alam yang telah diproses itu sendiri sebenarnya tidak berbahaya, akan tetapi gas alam tanpa proses dapat menyebabkan tercekiknya pernapasan karena ia dapat mengurangi kandungan oksigen di udara pada level yang dapat membahayakan.

Gas alam dapat berbahaya karena sifatnya yang sangat mudah terbakar dan menimbulkan ledakan. Gas alam lebih ringan dari udara, sehingga cenderung mudah tersebar di atmosfer. Akan tetapi bila ia berada dalam ruang tertutup, seperti dalam rumah, konsentrasi gas dapat mencapai titik campuran yang mudah meledak, yang jika tersulut api, dapat menyebabkan ledakan yang dapat menghancurkan bangunan. Kandungan metana yang berbahaya di udara adalah antara 5% hingga 15%.

Ledakan untuk gas alam terkompresi di kendaraan, umumnya tidak mengkhawatirkan karena sifatnya yang lebih ringan, dan konsentrasi yang di luar rentang 5 - 15% yang dapat menimbulkan ledakan (wikipedia.com).

II.3.3. Cadangan Gas Alam di Indonesia

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil gas alam papan atas di dunia. Data BP Statistics 2014 menunjukkan cadangan gas alam terbukti Indonesia mencapai 103,3 triliun kaki kubik. Dengan angka cadangan tersebut menempatkan Indonesia berada pada posisi ke-14 pemilik cadangan terbesar di dunia. Bahkan, di kawasan Asia, Indonesia merupakan pemilik cadangan gas terbesar kedua setelah China yang memiliki 115,6 triliun kaki kubik gas alam (katadata.co.id). Daerah penghasil gas alam terbesar di Indonesia adalah Kalimantan timur, dengan fasilitas pengolahan gas yang ada di kota Bontang.

Kendati memiliki cadangan gas yang cukup besar, namun gas alam belum digunakan secara maksimal di Indonesia. Sebagian besar gas alam tersebut dijual ke pasar ekspor. Untuk konsumsi domestik, proporsi pemakaian gas alam hanya mencakup 17 persen dari total kebutuhan energi Indonesia. Mengacu pada tingkat produksi sekarang, cadangan gas alam Indonesia bisa bertahan untuk jangka waktu 50 tahun.

II.3.4. Pemanfaatan Gas Alam

Pemanfaatan gas alam di Indonesia dimulai pada tahun 1960-an di mana produksi gas alam dari ladang gas alam PT Stanvac Indonesia di Pendopo, Sumatera Selatan dikirim melalui pipa gas ke pabrik pupuk Pusri IA, PT Pupuk Sriwidjaja di Palembang. Perkembangan pemanfaatan gas alam di Indonesia meningkat pesat sejak tahun 1974, di mana PERTAMINA mulai memasok gas alam melalui pipa gas dari ladang gas alam di Prabumulih, Sumatera Selatan ke pabrik pupuk Pusri II, Pusri III dan Pusri IV di Palembang. Karena sudah terlalu tua dan tidak efisien, pada tahun 1993 Pusri IA ditutup, dan digantikan oleh Pusri IB yang dibangun oleh putra-puteri bangsa Indonesia sendiri. Pada masa itu Pusri IB merupakan pabrik pupuk paling modern di kawasan Asia, karena menggunakan teknologi tinggi. Di Jawa Barat, pada waktu yang bersamaan, 1974, PERTAMINA juga memasok gas alam melalui pipa gas dari ladang gas alam di lepas pantai (offshore) laut Jawa dan kawasan Cirebon untuk pabrik pupuk dan industri menengah dan berat di kawasan Jawa Barat dan Cilegon Banten. Pipa gas alam yang membentang dari kawasan Cirebon menuju Cilegon, Banten memasok gas alam antara lain ke pabrik semen, pabrik pupuk, pabrik keramik, pabrik baja dan pembangkit listrik tenaga gas dan uap. Selain untuk kebutuhan dalam negeri, gas alam di Indonesia juga di ekspor dalam bentuk LNG (*Liquefied Natural Gas*) (wikipedia.com).

II.3.5. *Compressed Natural Gas (CNG)*

Gas alam terkompresi atau CNG (*Compressed Natural Gas*) adalah alternatif bahan bakar selain bensin atau solar. Di Indonesia, kita mengenal CNG sebagai bahan bakar gas (BBG). Bahan bakar ini dianggap lebih 'bersih' bila dibandingkan dengan dua bahan bakar minyak karena emisi gas buangnya yang ramah lingkungan. CNG dibuat dengan melakukan kompresi metana (CH_4) yang diekstrak dari gas alam. CNG disimpan dan didistribusikan dalam bejana tekan, biasanya berbentuk silinder. CNG bukanlah barang baru, pencaangan untuk menggunakan CNG yang harganya lebih murah dan lebih bersih lingkungan daripada bahan bakar minyak (BBM) sudah dilakukan sejak tahun 1986. Pada saat itu ditetapkan bahwa 20 persen dari armada taksi harus memakai CNG. Namun, karena pada saat itu harga BBM masih dianggap terjangkau dan stasiun pengisian BBM terdapat di mana-mana, maka minat untuk menggunakannya tidak sempat membesar.

Pengisian CNG dapat dilakukan dari sistem bertekanan rendah maupun bertekanan tinggi. Perbedaannya terletak dari biaya pembangunan stasiun vs lamanya pengisian bahan bakar. Idealnya, tekanan pada jaringan pipa gas adalah 11 bar, dan agar pengisian CNG bisa berlangsung dengan cepat, diperlukan tekanan sebesar 200 bar, atau 197 atm, 197 kali tekanan udara biasa. Dengan tekanan sebesar 200 bar, pengisian CNG setara 130 liter premium dapat dilakukan dalam waktu 3-4 menit (wikipedia.com).

II.3.6. *Tipe Tabung CNG*

Dengan tekanan sebesar 200 bar, tentunya penanganan CNG perlu dilakukan secara hati-hati. Antara lain dengan menggunakan tangki gas yang memenuhi persyaratan dan dipasang di bengkel yang direkomendasi. Tangki CNG dibuat dengan menggunakan bahan-bahan khusus yang mampu membawa CNG dengan aman. Desain terbaru tangki CNG menggunakan lapisan alumunium dengan diperkuat oleh *fiberglass*. Karena CNG lebih ringan dari udara, kebocoran tidak menjadi terlalu beresiko bila sirkulasi udara terjaga dengan baik. Jika gas terbakar, *mesh* logam atau keramik akan mencegah tangki agar tidak meledak.

Berikut ini adalah macam – macam tipe tabung CNG :

1. Tabung Tipe 1 (*All metal cylinder*)

Tabung tipe 1 ini terbuat dari logam dan merupakan tabung tipe pertama yang dikembangkan untuk bahan bakar CNG. Desain awal tabung ini pada tahun 1920-an masih menggunakan *carbon steel*. Namun, seiring perjalanan waktu, para *engineer* semakin mengembangkan teknologi material untuk tabung tipe 1 ini hingga menuju

logam paduan (*alloy*). Salah satu standar yang digunakan dalam proses desain tabung tipe 1 adalah ISO 11439.

2. Tabung Tipe 2 (*Metal liner with hoop wrapped composite*)

Pada tabung tipe 2, liner tabung tetap terbuat dari logam. Namun liner tersebut dibungkus sebagian (yaitu hanya pada bagian silinder sirkularnya sedangkan bagian dome/kubah tidak dibungkus) oleh material komposit semacam carbon fiber dan glass fiber dan dikeraskan dengan epoxy atau polyester resin.

3. Tabung Tipe 3 (*Metal liner with fully wrapped composite*)

Tabung tipe 3 hampir sama dengan tabung tipe 2. Perbedaannya pada tabung tipe 3, semua permukaan liner terbungkus oleh komposit (*carbon fiber* dan *fiber glass*) yang dikeraskan dengan resin. Secara umum, tabung tipe 3 memiliki berat 70 % lebih ringan daripada tabung tipe 1 dan 50 % lebih ringan daripada tabung tipe 2. Selain itu, karena penggunaan material aluminium (misalnya A6061) *alloy* cukup luas sebagai bahan liner-nya, maka tabung tipe 3 ini memiliki sifat anti-korosi yang baik dan umur fatigue yang tinggi.

4. Tabung Tipe 4 (*Plastic liner with fully wrapped composite*)

Pada tabung tipe 4, liner-nya terbuat dari plastik/polymer dan luarnya dibungkus dengan komposit (*carbon fiber* dan *fiber glass*) yang dikeraskan dengan resin. Biasanya digunakan plastik tipe HDPE dan sejenisnya yang sangat kuat terhadap tekanan yang tinggi dan tidak mudah bereaksi dengan CNG yang tersimpan. Kelebihan tabung tipe 4 adalah bobotnya yang sangat ringan namun harganya masih relatif mahal (sekitar 2 – 3 kali lipat harga tabung tipe 1) (wikipedia.com).

II.3.7. Gas Alam Sebagai Bahan Bakar Pembangkit Listrik

Dalam rangka mengurangi pemakaian minyak dalam negeri, perlu adanya usaha pemanfaatan gas alam yang efektif untuk keperluan sumber energi di berbagai sektor dan juga sebagai bahan baku. Salah satunya adalah pemanfaatan gas alam untuk pembangkit listrik yang diperkirakan akan terus meningkat. Gas alam mempunyai kelebihan dalam penggunaannya karena mempunyai biaya investasi yang paling kecil bila dibandingkan dengan bahan bakar lain (seperti minyak, diesel, maupun batubara), mempunyai efisiensi yang tinggi, dan dampak lingkungannya kecil. Dengan meningkatnya permintaan tenaga listrik di Jawa, meningkat pula kebutuhan gas alam. Sehingga perlu mempersiapkan infrastruktur pendukungnya.

II.4. Konversi Kapal

Dalam mengerjakan konversi, data yang dibutuhkan meliputi principal dimension, *Lines Plan*, *General Arrangement*, *Construction Profile*. Setelah didapatkan data-data di atas kemudian dilakukan redrawing untuk menggambar ulang *Lines Plan*, *General Arrangement* dan *Construction Profile* dengan menggunakan software Autocad. *Re-drawing* dilakukan untuk mengubah file gambar JPEG menjadi File CAD (Wibowo, 2010).

Setelah dilakukan *re-drawing* selanjutnya dilakukan pemodelan lambung kapal dengan menggunakan Maxsurf. Pemodelan dilakukan sebagai langkah awal untuk mendapatkan model yang mendekati keadaan sebenarnya.

Setelah model kapal dibuat kemudian dilakukan pengecekan kesesuaian model kapal dengan data kapal sebenarnya. Adapun pengecekan ini meliputi pengecekan displacement kapal, pengecekan *block coefficient*, pengecekan panjang, lebar, dan tinggi kapal serta pengecekan panjang LWL kapal. Apabila ukuran model tersebut tidak sesuai dan berbeda terlalu jauh dari ukuran data kapal yang sebenarnya maka akan dilakukan perbaikan pada model di *Maxsurf*. Toleransi selisih antara model kapal dan data kapal sebenarnya adalah kurang dari 5%.

Peraturan yang dipakai adalah ABS (*American Bureau of Shipping*), peraturan internasional yang mengatur keselamatan jiwa di laut (SOLAS) dan Peraturan Garis Muat Indonesia untuk lambung timbul minimum (Arifin, 2013). Pemenuhan kriteria kekuatan memanjang baik pada kondisi air tenang, kondisi *hogging* ataupun *sagging* dengan menggunakan batasan peraturan ABS. Selanjutnya dilakukan pemeriksaan pemenuhan kriteria stabilitas dan trim pada kapal.

Tahap terakhir dari konversi yaitu perhitungan biaya konversi dimana desain telah memenuhi semua kriteria teknis. Maka dapat dihitung berapa besarnya biaya yang dibutuhkan untuk mengkonversi sebuah kapal. Harga yang ada mengacu pada standar pembangunan dan perbaikan kapal di sebuah perusahaan galangan kapal.

II.5. Stabilitas

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

Secara umum hal-hal yang mempengaruhi keseimbangan kapal dapat dikelompokkan kedalam dua kelompok besar yaitu :

- a. Faktor internal yaitu tata letak barang/cargo, bentuk ukuran kapal, kebocoran karena kandas atau tubrukan
- b. Faktor eksternal yaitu berupa angin, ombak, arus dan badai
Titik-titik penting stabilitas kapal antara lain adalah :

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

KM ialah jarak tegak dari lunas kapal sampai ke titik M, atau jumlah jarak dari lunas ke titik apung (KB) dan jarak titik apung ke metasentris (BM), sehingga KM dapat dicari dengan rumus $KM = KB + BM$.

- b. KB (Tinggi Titik Apung dari Lunas)

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

Menurut Rubianto (1996), nilai KB dapat dicari berdasarkan ketentuan :

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

- c. BM (Jarak Titik Apung ke Metasentris)

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

Lebih lanjut dijelaskan sebagai berikut :

$BM = b^2/10d$, dimana :

b = lebar kapal (m)

d = draft kapal (m)

- d. KG (Tinggi Titik Berat dari Lunas)

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

diperoleh momen bobot tersebut, selanjutnya jumlah momen-momen seluruh bobot di kapal dibagi dengan jumlah bobot menghasilkan nilai KG pada saat itu.

e. GM (Tinggi Metasentris)

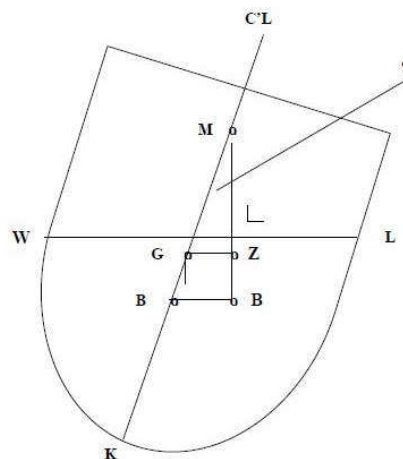
Tinggi metasentris atau metacentris high (GM) merupakan jarak tegak antara titik G dan titik M.

$$GM = KM - KG$$

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

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

Momen penegak adalah momen yang akan mengembalikan kapal ke kedudukan tegaknya setelah kapal miring karena gaya-gaya dari luar dan gaya-gaya tersebut tidak bekerja lagi. 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 :



Gambar II.11 Sketsa momen penegak atau pengembali

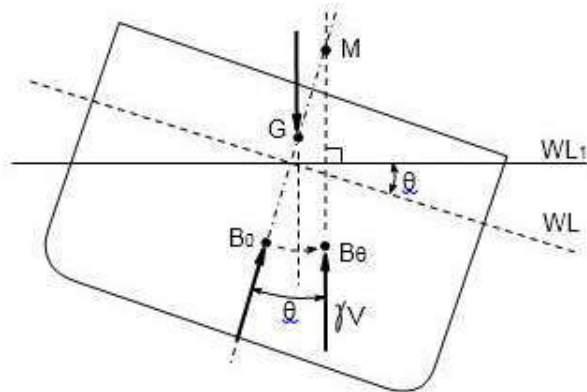
Beberapa hal yang perlu diketahui sebelum melakukan perhitungan stabilitas kapal antara lain adalah :

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

Pada prinsipnya keadaan stabilitas ada tiga yaitu :

a. Stabilitas Positif (*Stable Equilibrium*)

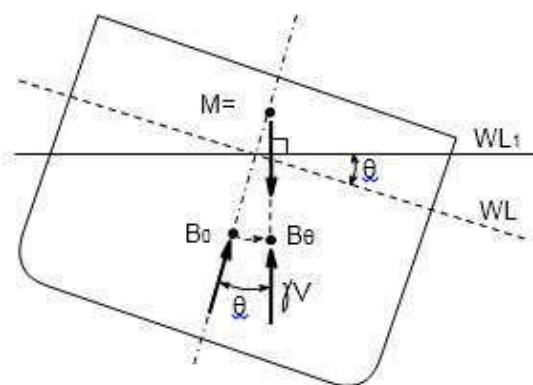
Suatu keadaan dimana titik G-nya berada di atas titik M, sehingga sebuah kapal yang memiliki stabilitas mantap sewaktu menyenget mesti memiliki kemampuan untuk menegak kembali.



Gambar II.12 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.

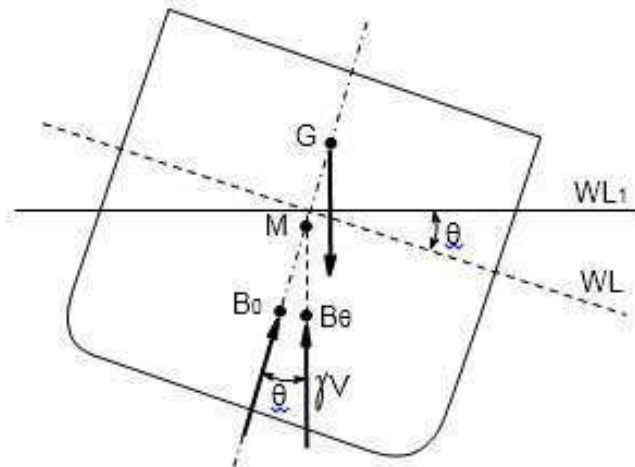


Gambar II.13 Kondisi stabilitas netral

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.



Gambar II.14 Kodisi stabilitas negatif

Pengecekan perhitungan stabilitas menggunakan kriteria berdasarkan IMO *Resolution MSC 267(85) Chapter 2* mengenai kriteria umum stabilitas minimum kapal, yang isinya adalah sebagai berikut:

1. Luas dibawah lengan stabilitas (*righting lever curve / GZ curve*) tidak boleh kurang dari 0,055 m-rad sampai pada sudut kemiringan (*heeling angle*) 30^0 .
2. Luas dibawah lengan stabilitas (*righting lever curve / GZ curve*) tidak boleh kurang dari 0,090 m-rad sampai pada sudut kemiringan (*heeling angle*) 40^0 atau *flooding angle* θ_f jika sudut ini kurang dari 40^0 .
3. Luas dibawah *righting lever curve* (*GZ curve*) antara 30^0 dan 40^0 atau antara 30^0 dan θ_f , tidak boleh kurang dari 0,030 m.rad
4. Lengan stabilitas GZ harus minimal 0,2 m pada *heeling angle* yang tidak boleh kurang dari 30^0 .
5. *Righting lever* maksimum (GZ_{max}) diperoleh pada sudut yang dapat lebih dari 30^0 tetapi tidak kurang dari 25^0 .
6. Tinggi metacenter (GM) tidak boleh kurang dari 0,15 m.

II.6. Lambung Timbul (*Freeboard*)

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

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

Adapun langkah untuk menghitung *freeboard* berdasarkan *Load Lines 1966 and Protocol of 1988* sebagai berikut :

- Input Data yang Dibutuhkan

1. Perhitungan

- a. Tipe kapal

Tipe A : kapal dengan persyaratan salah satu dari :

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

Kapal tipe A: tanker, LNG *carrier*

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

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

- b. *Freeboard standart*

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

- c. Koreksi

- Koreksi untuk kapal yang panjang kurang dari 100 m
- koreksi blok koefisien (Cb)
- Koreksi tinggi kapal
- Tinggi standart bangunan atas dan koreksi bangunan atas
- Koreksi bangunan atas

- *Minimum Bow height*

Tabel II.1 Koreksi tinggi standart dan koreksi bangunan atas

L [m]	Standart Height [m]	
	<i>Raised Quarterdeck</i>	<i>Other Superstructure</i>
30 or less	0.9	1.8
75	1.2	1.8
125 or more	1.8	2.3

Tabel II.2 Prosentase pengurangan untuk kapal tipe “A”

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

x . L	Total Panjang Efektif Superstructure										
	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
Prosentase Pengurangan	0	7	14	21	31	41	52	63	75.3	87.7	100

Tabel II.3 Prosentase pengurangan untuk kapal tipe “B”

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

x . L	Line	Total Panjang Efektif Superstructure										
		0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
Kapal dengan forecastle dan tanpa bridge	I	0	5	10	15	23.5	32	46	63	75.3	87.7	100
Kapal dengan forecastle dan bridge	II	0	6.3	12.7	19	27.5	36	46	63	75.3	87.7	100

II.7. Perhitungan Kekuatan Memanjang

Langkah pertama dalam perhitungan bending momen memanjang kapal ialah menentukan penyebaran gaya berat dan gaya tekan ke atas sepanjang kapal. Penyebaran berat kapal dihitung berdasarkan sistem konstruksi dan tipe kapal yang akan dibangun. Gaya tekan keatas adalah merupakan reaksi massa air terhadap kapal yang tidak lain adalah displacement. Dimana harga displacement tersebut sama dengan massa total kapal, demikian juga resultan gaya tekan keatas tersebut harus tepat satu garis vertikal dengan resultan gaya berat.

Setelah intensitas gaya berat dan intensitas gaya tekan keatas perhitungannya perlu melakukan proses integrasi. Karena kurva penyebaran gaya berat dan kurva penyebaran gaya tekan keatas tidak mengikuti suatu persamaan matematis, maka proses integrasi tidak bisa dilakukan dengan cara matematis.

a). Penyebaran Gaya Berat :



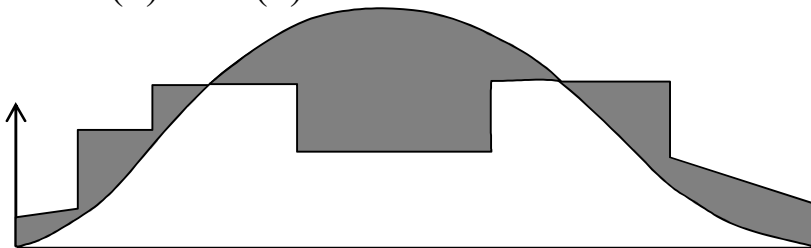
b). Penyebaran Gaya Tekan Keatas :



Gambar II.15 Grafik Penyebaran Gaya Berat dan Gaya Tekan ke atas

Ruas kanan merupakan distribusi memanjang dari beban-beban yang bekerja pada kapal. Dan $f(x)$ merupakan selisih antara gaya tekan keatas dan gaya berat. Jika lengkung diagram gaya berat kita kurangi dengan lengkung diagram gaya tekan keatas, akan diperoleh lengkung penyebaran beban sepanjang kapal :

$$f(x) = b(x) - w(x)$$

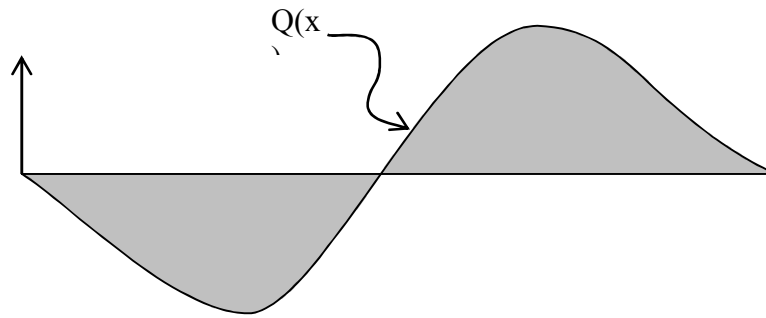


Gambar II.16 Penyebaran beban disepanjang kapal

dan beban $f(x)$ ini merupakan turunan kedua dari momen lengkung :

$$f(x) = \frac{d^2 M}{dx^2}$$

Besar gaya lintang adalah lengkung integral pertama dari beban $f(x)$, oleh karena itu persamaan gaya lintang dapat kita peroleh dari :



Gambar II.17 Penyebaran Gaya Lintang sepanjang kapal

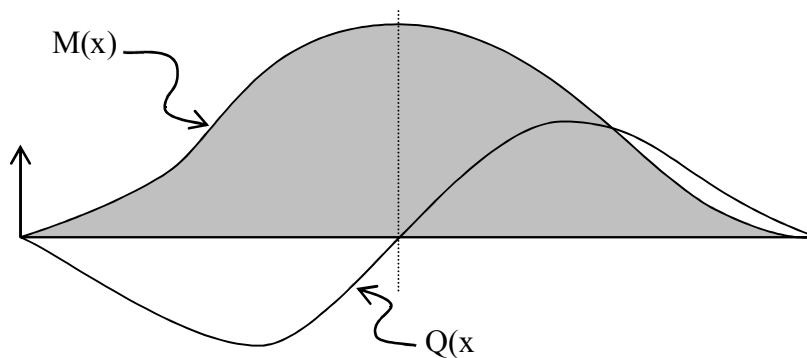
$$Q(x) = \int_0^x f(x) dx$$

dimana konstanta intergrasi besarnya sama dengan nol, karena $Q(0) = 0$

Diagram momen dapat diperoleh dari integrasi persamaan :

$$M(x) = \int_0^x Q(x) dx = \int_0^x \int_0^x f(x) dx dx$$

Karena untuk $x = 0$; $x = L$ (di kedua ujung) harga momen sama dengan nol , maka besarnya konstanta intergrasi adalah nol.



Gambar II.18 Diagram Gaya Lintang dan Momen Lengkung

Karena melakukan integrasi sama dengan menghitung luasan, maka grafik penyebaran beban kapal dibagi menjadi sejumlah *station* (misal 40 *station* sehingga diperoleh 41 titik atau jumlah lain yang dipilih), maka langkah berikutnya adalah menghitung intensitas rata-rata gaya berat dan intensitas rata-rata gaya tekan keatas.

Tabel II.4 Perubahan penyebaran gaya berat.

No. Station	b(x)	b(x) _{rata-rata}
AP	b ₀	$b_{0-1} = \frac{1}{2} (b_0 + b_1)$
1	b ₁	
2	b ₂	$b_{1-2} = \frac{1}{2} (b_1 + b_2)$
4	b ₄	$b_{2-3} = \frac{1}{2} (b_2 + b_3)$
		dan seterusnya

Tabel II.5 Perubahan penyebaran gaya tekan ke atas

No. Station	w(x)	w(x) _{rata-rata}
AP	w ₀	$w_{0-1} = \frac{1}{2} (w_0 + w_1)$
1	w ₁	
2	w ₂	$w_{1-2} = \frac{1}{2} (w_1 + w_2)$
3	w ₃	$w_{2-3} = \frac{1}{2} (w_2 + w_3)$
		dan seterusnya

Setelah intensitas beban diubah menjadi berbentuk tangga perhitungan untuk selanjutnya dilakukan dalam bentuk tabel. Tabel perhitungan disusun berdasarkan proses integrasi untuk memperoleh gaya lintang dan momen lengkung sepanjang kapal.

Tabel II.6 Perhitungan momen lengkung dan gaya lintang.

No Station	b(x)	w(x)	f(x)	$\Sigma f(x)$	$\Sigma\Sigma f(x)$
1	2	3	4	5	6
0-1	b_{0-1}	w_{0-1}	$f_{0-1} =$ $b_{0-1} - w_{0-1}$	f_{0-1}	f_{0-1}
1-2	b_{1-2}	w_{1-2}	$f_{1-2} =$ $b_{1-2} - w_{1-2}$	$f_{0-1} + f_{1-2}$	$3f_{0-1} + f_{1-2}$
39-FP				Σf_{FP}	$\Sigma\Sigma f_{FP}$

Sebagai balok bebas, gaya lintang dikedua ujung harus berharga nol. Jika kesalahan QFP kurang dari atau sama dengan $0,03 \cdot Q_{max}$ atau kesalahan Σf_{FP} kurang dari atau sama dengan $0,03 \cdot \Sigma f_{max}$, maka kesalahan $Q(x)$ ini dapat dikoreksi secara linier. Seperti halnya untuk harga gaya lintang, sebagai balok bebas, momen lengkung dikedua ujung harus juga berharga nol. Dalam hal ini pun MFP tidak selalu mempunyai harga sama dengan nol. Jika MFP kurang dari atau sama dengan $0,06 \cdot M_{max}$, maka kesalahan momen lengkung dapat juga dikoreksi secara linier seperti dalam koreksi linier pada $Q(x)$.

Jika diperoleh hasil bahwa Σf_{FP} lebih besar dari $0,03 \cdot \Sigma f_{max}$, berarti gaya berat tidak sama dengan gaya tekan keatas dan sarat kapal harus diubah sebelum perhitungan dapat dilanjutkan. Demikian juga jika $MFP > 0,06 \cdot M_{max}$ berarti trim kapal belum tepat, meskipun displacemen sudah benar, dengan demikian, sarat buritan T_b dan sarat haluan T_h harus ditentukan lagi, atau dengan kata lain penyebaran gaya tekan keatas perlu penggeseran.

Setelah gaya lintang dan momen lengkung yang bekerja pada penampang kapal dapat diketahui, maka kita merencanakan ukuran bagian konstruksi memanjang (untuk bangunan baru)

akan memeriksa ukuran yang sudah ada (untuk memperbaiki dan perubahan kapal). Kapal harus mampu menahan gaya lintang dan momen lengkung yang terjadi dengan aman dalam arti tegangan yang terjadi tidak melebihi tegangan yang diijinkan, dan pelat kapal, pelat bilah dan pelat hadap tidak kehilangan stabilitasnya (tidak mengalami buckling).

Untuk menghitung tegangan kita memakai persamaan (1) :

$$\sigma_{BE}(x, y) = \frac{M(x) \cdot y}{I_{NA}} \dots\dots\dots (1)$$

Dari persamaan (1) dapat dilihat bahwa, makin besar harga y akan mengakibatkan semakin besarnya harga tegangan lengkung σ_{BE} . Untuk suatu penampang kapal, titik yang terletak di geladak dan di dasar akan memiliki harga y yang terbesar, dengan kata lain σ_{BE} di geladak dan di dasar merupakan tegangan lengkung yang maksimum.

Jika setelah dihitung ternyata harga tegangan lengkung hasil perhitungan lebih besar dari pada tegangan ijin, maka untuk mengurangi harga tegangan lengkung dapat dilakukan dengan memperkecil momen lengkung yang terjadi (kalau mungkin), atau memperbesar momen inersia terhadap sumbu netral I_{NA} .

II.8. Hazzardous Area

Hazzardous area atau area berbahaya dapat didefinisikan sebagai lokasi manapun yang memiliki risiko ledakan. Namun setiap area berbahaya memiliki perbedaan dan masing - masing area memiliki persyaratan khusus, bergantung pada sifat atmosfer dan unsur - unsur yang ada pada area tersebut.

Pada dasarnya ada tiga komponen yang dapat menyebabkan terjadinya ledakan, yaitu :

1. Zat yang mudah terbakar.

Komponen ini harus ada dalam jumlah yang relatif tinggi untuk menghasilkan campuran yang mudah meledak, contohnya gas, uap, kabut dan debu.

2. Oksigen.

Oksigen dalam jumlah banyak yang dikombinasikan dengan zat yang mudah terbakar dapat menghasilkan suatu area yang bersifat eksplosif atau menimbulkan ledakan.

3. Sumber Api.

Percikan api atau panas tinggi juga merupakan komponen yang harus ada pada area tersebut.

Dalam bidang perkapalan ada beberapa peraturan internasional yang mengatur mengenai area berbahaya, seperti *International Electrotechnical Commission* (IEC),

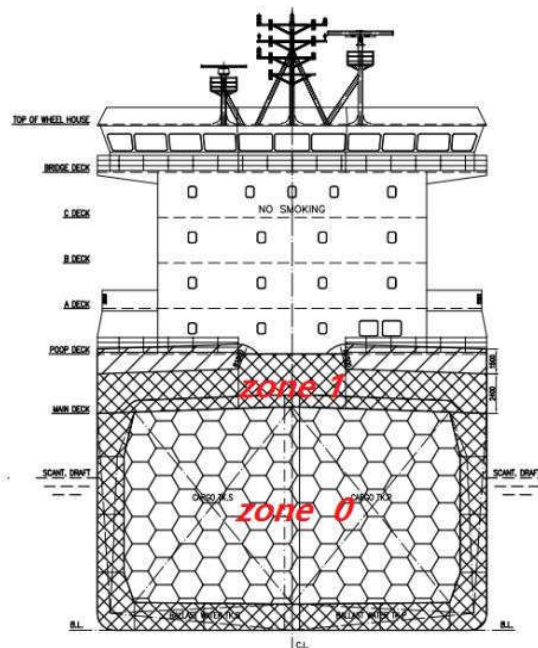
International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS), International Bulk Chemical Code (IBC) dan International Code for the Construction and Equipment of Ships carrying Liquefied Gases in Bulk (IGC). Pada aturan – aturan tersebut area berbahaya digolongkan dalam *Hazardous Area Classification* atau klasifikasi area berbahaya. Tujuan dari dibuatnya klasifikasi area berbahaya ini diantaranya adalah sebagai acuan dalam pemilihan peralatan listrik, kabel dan posisi dari bukaan udara.

IEC menyebutkan bahwa area berbahaya didefinisikan sebagai area dimana adanya campuran gas dan udara yang mudah terbakar atau meledak, sehingga diperlukan tindakan pencegahan khusus untuk konstruksi dan penggunaan peralatan listrik serta permesinan. Selain itu ABS (*American Bureau of Shipping*) mendefinisikan sebagai area dimana adanya gas, uap atau debu yang mudah terbakar atau meledak sebagai area berbahaya. Area berbahaya didefinisikan lebih spesifik untuk instalasi permesinan tertentu, ruang penyimpanan dan ruang kargo yang dapat menyebabkan bahaya kebakaran atau ledakan.

Hazardous area atau area berbahaya dikelompokkan menjadi 3 zona berdasarkan frekuensi kejadian dan durasi adanya atmosfer gas ledak (amarineblog.wordpress.com), yaitu :

1. Zona 0

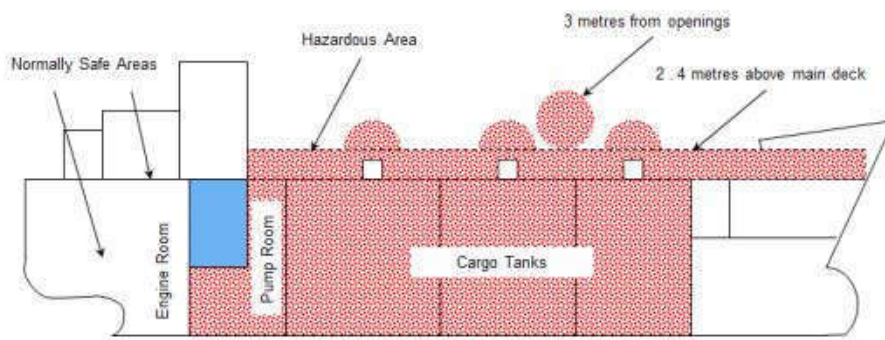
Area di mana atmosfer gas ledak ada terus menerus, sering atau ada untuk jangka waktu yang lama. Contohnya adalah seperti interior tangki kargo, slop tank, pipa untuk pelepas tekanan atau sistem ventilasi lain untuk kargo dan *slop tank*, pipa dan peralatan yang mengandung muatan yang menghasilkan gas atau uap yang mudah terbakar.



Gambar II.19 *Hazzardous area* pada pandangan depan kapal

2. Zona 1

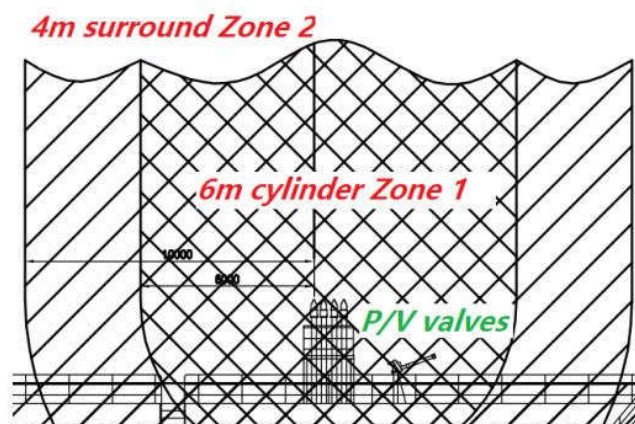
Area di mana atmosfer gas ledak kemungkinan, cenderung atau kadang - kadang terjadi dalam operasi normal. Contohnya adalah seperti setiap ruang yang bersebelahan dengan tangki kargo (*void*, *cofferdam*, ruang pompa). Area pada jarak 3 m dari *outlet* tangki kargo, *outlet* gas atau uap pada jarak 1,5 m dari pintu masuk ruang pompa kargo, *inlet* ventilasi ruang pompa kargo, bukaan ke dalam *cofferdams* atau ruang Zona 1 lainnya hingga ketinggian 2,4 m di atas geladak atau 3 m di luar manifold. Area berbentuk silinder vertikal dengan ketinggian tidak terbatas dan pada radius 6 m dari tengah *outlet*.



Gambar II.20 *Hazzardous area* pada pandangan samping kapal

3. Zona 2

Area di mana atmosfer gas ledak tidak mungkin terjadi dalam operasi normal, tetapi jika itu terjadi akan bertahan untuk jangka waktu singkat saja. Contohnya adalah seperti area pada jarak 10 m secara horizontal dari *outlet* tangki kargo atau *outlet* gas atau uap. Area pada jarak 1,5 m di sekitar ruang terbuka atau semi tertutup zona 1 dan jarak 4 m di luar silinder zona 1.

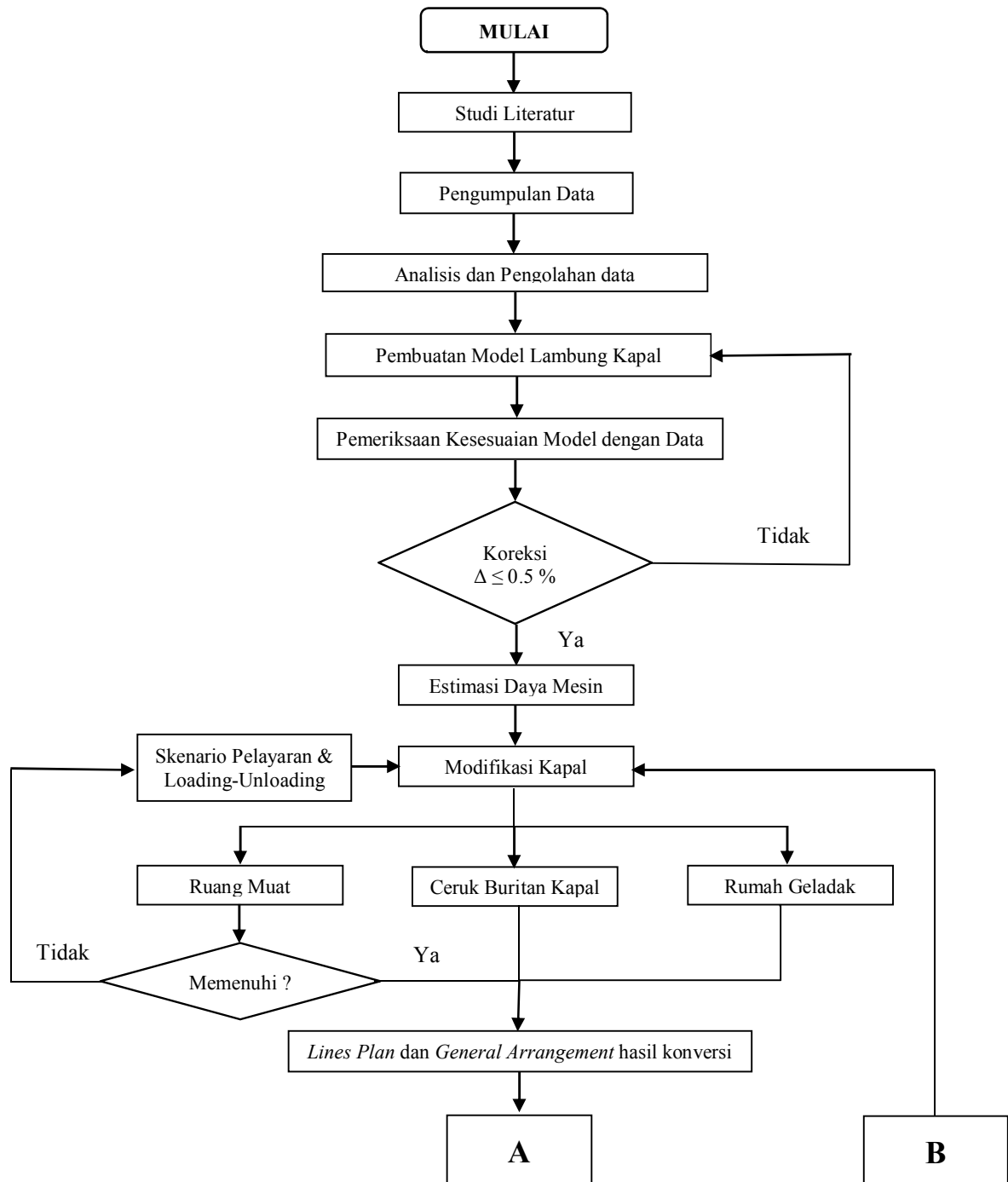


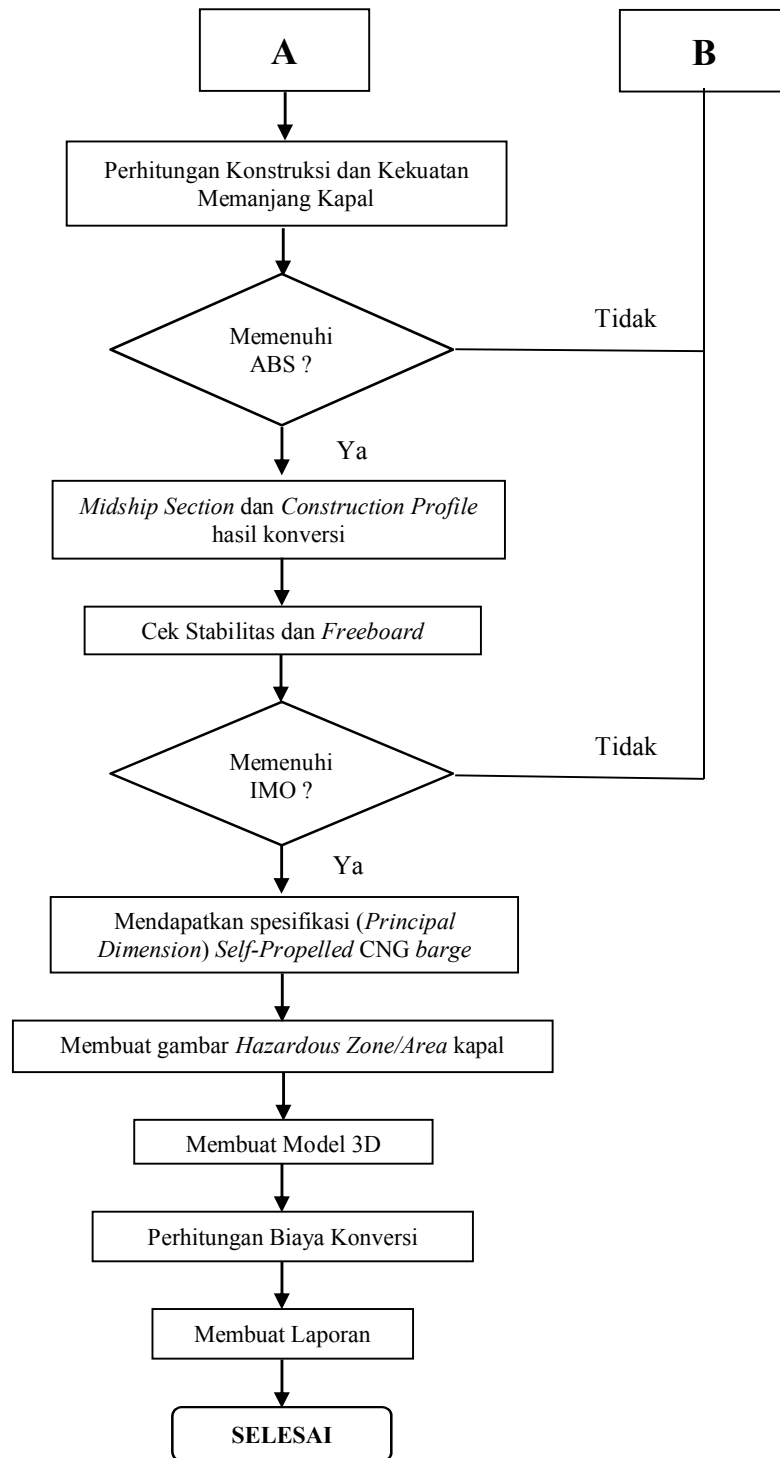
Gambar II.21 Zona 2 pada pandangan samping kapal

BAB III METODOLOGI

III.1. Diagram Alir

Proses pengerjaan Tugas Akhir ini dapat digambarkan seperti berikut :





Gambar III.1 Diagram alir metodologi Tugas Akhir.

III.2. Uraian Metodologi

1. Studi Literatur.

Untuk studi literatur yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari beberapa sumber baik dari buku ataupun dari media internet. Rinciannya sebagai berikut :

- Jalur pelayaran Bontang – Banjarmasin.
Jarak jalur pelayaran dihitung menggunakan aplikasi google maps.
- *Barge* (tongkang).
Dilakukan studi mengenai jenis – jenis barge, khususnya jenis *Deck Barge*, *CNG Barge* dan *Self-Propelled Barge*.
- Jenis – jenis tangki CNG.
Dilakukan studi mengenai jenis – jenis tangki CNG yang ada di pasaran. Setelah itu dilakukan pemilihan jenis tangki yang akan digunakan di ruang muat.
- *Hazardous Zone/Area*.
Dilakukan studi mengenai area – area berbahaya pada kapal, terutama pada area sekitar ruang muat yang menggunakan tangki CNG.

2. Pengumpulan Data.

Untuk metode pengumpulan data yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Data primer yang berupa dimensi kapal dan konstruksi *Deck Barge* yang akan dikonversi dengan pengukuran secara langsung pada kapal yang sudah ada. Setelah dilakukan pengukuran kemudian dilakukan *re-drawing* konstruksi kapal untuk menghitung kekuatan memanjang. Hal ini dilakukan jika tidak ada data konstruksi kapal.
- Data sekunder yang digunakan berupa data kapal pembanding, yaitu data *Deck Barge* yang tidak beroperasi atau menggunakan pendekatan dengan menggunakan data *Deck Barge* yang umum digunakan sebagai alat transportasi pengangkutan batu bara di Kalimantan Timur. Selain itu juga data produksi (*supply*) gas alam PT. Badak NGL dan kebutuhan (*demand*) gas alam yang akan digunakan di PLTG Kalsel *Peaker* 100 MW yang ada di Banjarmasin.

3. Analisis dan Pengolahan data.

Setelah didapatkan data – data diatas kemudian dilakukan analisis dan pengolahan sebagai berikut :

- Perencanaan *Owner Requirement*.

Dilakukan perhitungan kebutuhan gas dari PLTG Kalsel *Peaker* 100 MW sebagai acuan apakah jumlah muatan maksimum kapal dapat memenuhi.

- Penentuan *deck barge* yang akan dikonversi

Dilakukan pemilihan *deck barge* yang akan dikonversi berdasarkan data yang didapatkan, yaitu *deck barge* dengan ukuran utama yang umum beroperasi di perairan Kalimantan.

4. Pembuatan Model Kapal.

Pembuatan model lambung kapal dilakukan dengan menggunakan *software Maxsurf Modeler* mengacu pada data – data kapal yang telah didapatkan. Kemudian dilakukan koreksi sesuai dengan data kapal sesungguhnya.

5. Estimasi Daya Mesin.

Dilakukan perhitungan hambatan lambung kapal terlebih dahulu yang kemudian digunakan untuk perhitungan estimasi daya dan penentuan mesin kapal.

6. Modifikasi Kapal.

Dalam proses konversi *deck barge* menjadi *self-propelled CNG barge* dilakukan modifikasi sebagai berikut :

- Ruang Muat.

Dilakukan pembuatan sketsa ruang muat sesuai dengan batasan – batasan dari aturan kelas dan dilakukan penyusunan tangki CNG. Kemudian dilakukan perhitungan kapasitas ruang muat kapal dan pembuatan skenario pelayaran serta aktivitas bongkar muat (*loading – unloading*) untuk mengetahui lamanya waktu untuk suplai berikutnya, sehingga mampu memenuhi kebutuhan PLTG Kalsel *Peaker* 100 MW. Bila tidak maka dilakukan pembuatan perubahan skenario ulang sebagai solusi yang dinilai paling ekonomis, yaitu penggandaan fasilitas bongkar muat acuan.

- Ceruk Buritan.

Dilakukan modifikasi pada bagian buritan dengan menggunakan *Maxsurf Resistance* untuk menyesuaikan bentuk buritan kapal terhadap sistem propulsi yang dipakai.

- Rumah Geladak.

Dilakukan penambahan rumah geladak yang digunakan sebagai fasilitas akomodasi *crew* kapal.

7. Penggambaran *Lines Plan* (Rencana Garis) dan *General Arrangement* (Rencana Umum) Hasil Modifikasi.

Pembuatan *Lines Plan* hasil modifikasi dilakukan dengan bantuan *software Autocad*, mengacu pada model yang telah dibuat dengan *Maxsurf Modeler*. Untuk *General Arrangement* kapal digambar berdasarkan modifikasi yang telah dilakukan, yaitu seperti penambahan ruang muat, permesinan dan ruang akomodasi kapal.

8. Perhitungan Konstruksi, Kekuatan Memanjang, Stabilitas dan *Freeboard*.

Dilakukan proses perhitungan konstruksi dan kekuatan memanjang kapal, kemudian pengecekan terhadap rules kelas yang digunakan untuk, yaitu ABS. Setelah itu perhitungan stabilitas dan *freeboard* kapal juga dilakukan untuk mengetahui apakah kapal telah memenuhi standard IMO.

9. Pembuatan Gambar *Hazardous Zone/Area*.

Pembuatan gambar *Hazardous Zone/Area* dilakukan dengan mengacu pada aturan internasional yang diterapkan secara umum.

10. Pembuatan Model 3D.

Pembuatan model 3D dilakukan dengan menggunakan *software 3D Modeller* dan *Autodesk Fusion 360 for Student*, mengacu pada perencanaan *general arrangement* yang telah dibuat.

11. Perhitungan Biaya Konversi.

Melakukan perhitungan biaya - biaya yang dibutuhkan untuk mengetahui biaya konversi dari *deck barge* menjadi *Self-Propelled CNG Barge*. Seperti biaya pembelian material, permesinan dan perlengkapan yang dibutuhkan.

12. Pembuatan Laporan

Setelah semua proses diatas telah selesai dilakukan, maka langkah terakhir adalah penulisan laporan. Untuk sistematika laporannya sendiri bisa dilihat pada bab selanjutnya.

BAB IV

ANALISIS TEKNIS

IV.1. Pendahuluan

Analisis teknis dilakukan pada proses konversi *deck barge* menjadi *Self-Propelled CNG Barge*. Konversi dilakukan karena latar belakang banyaknya kapal berjenis *deck barge* yang tidak beroperasi karena menurunnya permintaan batu bara dan adanya kebutuhan akan alat transportasi pengangkut gas alam.

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

1. Modifikasi kapal BG. Financia 56 menjadi *Self-Propelled CNG Barge* sesuai dengan standar minimum ruang muat kapal pengangkut CNG berdasarkan aturan ABS (*American Bureau of Shipping*) *Guide For Vessels Intended to Carry Compressed Natural Gases in Bulk*.
2. Perhitungan dan pemeriksaan berat dan titik berat kapal setelah dilakukan konversi pada kondisi kapal kosong dan kondisi kapal muatan penuh dengan menggunakan metode pendekatan dari rumus Owen Hughes.
3. Perhitungan dan pemeriksaan kekuatan memanjang kapal pada kondisi air tenang dan bergelombang berdasarkan ketentuan ABS.
4. Perhitungan dan pemeriksaan kriteria *freeboard* mengacu pada *International Convention on Load Lines (ICLL) 1966/1988*. Untuk tonase kapal mengacu kepada *International Convention on Tonnage Measurement of Ships 1969*. Sedangkan untuk stabilitas setelah dilakukan konversi mengacu pada *International Maritime Organization (IMO) Resolution MSC 267(85)*.

Sebelum mulai dilakukan modifikasi harus didapatkan terlebih dahulu data kapal BG Financia 56, yang terdiri dari *principal dimensions*, *shell expansion* dan konstruksi kapal. Setelah data tersebut didapatkan sebagai langkah awal bisa dilakukan pemodelan lambung BG Financia 56. Untuk langkah selanjutnya dapat dilakukan modifikasi kapal dan analisis teknis lainnya.

IV.2. Perencanaan *Owner Requirement*.

Kapal ini akan digunakan sebagai alat transportasi pengangkutan gas yang dibutuhkan untuk Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG), yaitu PLTG *Kalsel Peaker* 100 MW yang berada di Banjarmasin menurut data Keputusan Menteri ESDM No. 5899 K/20/MEM/2016 tentang Pengesahan Rencana Usaha Penyediaan Listrik (RUPTL) PT PLN tahun 2016-2025. Sehingga hal pertama yang dilakukan adalah melakukan perhitungan kebutuhan gas pada saat pengoperasian PLTG tersebut. Berikut adalah hasil perhitungan yang dilakukan :

Tabel IV.1 Perhitungan kebutuhan gas PLTG *Kalsel Peaker* 100 MW.

PLTG			
Daya		100	MW
Jam operasi		8760	h/year
load factor		0,8	
Energy Prod.		700800	Mwh/year
Kebutuhan gas			
1	mwh	95	m ³
700800	mwh	66384682	m ³ /year
		181876	m ³ /day

Setelah mengetahui jumlah kebutuhan gas, yaitu sebesar 181.876 m³ per hari, kemudian akan dilakukan analisis data seperti pemilihan *deck barge* dan data – data pendukung. Kemudian dilakukan modifikasi kapal menjadi *Self-Propelled CNG carrier* sehingga dapat memenuhi kebutuhan gas dari PLTG *Kalsel Peaker* 100W.

IV.3. Analisis Data BG. Financia 56

Kapal yang akan di konversi pada penelitian ini adalah kapal berjenis *deck barge* yang tidak beroperasi di wilayah perairan Kalimantan Timur. Namun karena pertimbangan kendala dan adanya alternatif lain dalam memilih kapal yang sesuai kriteria, maka dilakukan pendekatan dengan cara menggunakan data kapal yang memiliki ukuran utama paling banyak melakukan reparasi di PT. Meranti Nusa Bahari, yaitu merupakan kapal – kapal yang banyak beroperasi di perairan Kalimantan dengan ukuran 300-330 ft.

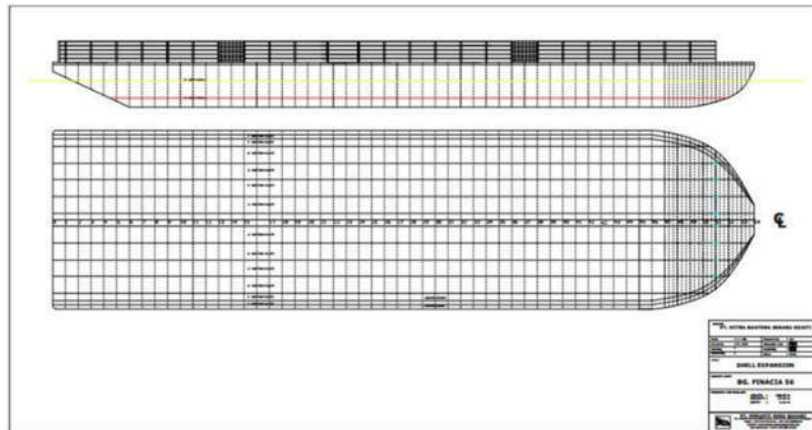
BG. Financia 56 adalah *deck barge* yang diopersaikan oleh PT. Mitra Bahtera Segara Sejati untuk mengangkut batu bara dengan jalur pelayaran diperairan Kalimantan Timur. Pada saat pengambilan data, kapal ini sedang melakukan perbaikan atau reparasi di PT. Meranti Nusa

Bahari yang terletak di Kota Balikpapan. Kapal ini dipilih karena memiliki ukuran utama (330 ft) yang paling umum melakukan repasi di PT. Meranti Nusa Bahari dan dinilai memiliki kapasitas yang optimal sebagai alat transportasi pengangkutan batu bara. Sehingga pada saat konversi akan didapatkan kapasitas muat yang optimal.

Data kapal yang didapatkan dari PT. Meranti Nusa Bahari antara lain :

1. Data Bukaan Kulit (*Shell Expansion*)

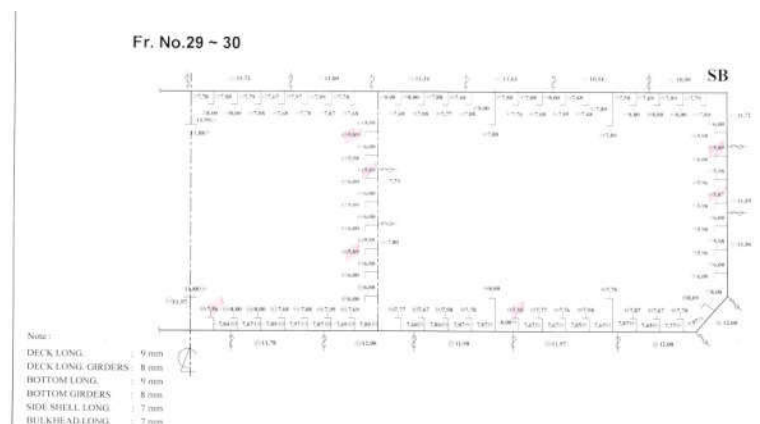
Data bukaan kulit ini dapat digunakan sebagai referensi pembuatan model lambung kapal.



Gambar IV.1 *Shell Expansion* BG. Financia 56

2. Data Konstruksi Kapal

Data konstruksi kapal ini dapat digunakan sebagai referensi penggambaran ulang dan perhitungan konstruksi sesuai dengan aturan kelas yang digunakan.



Gambar IV.2 *Midship Section* BG. Financia 56

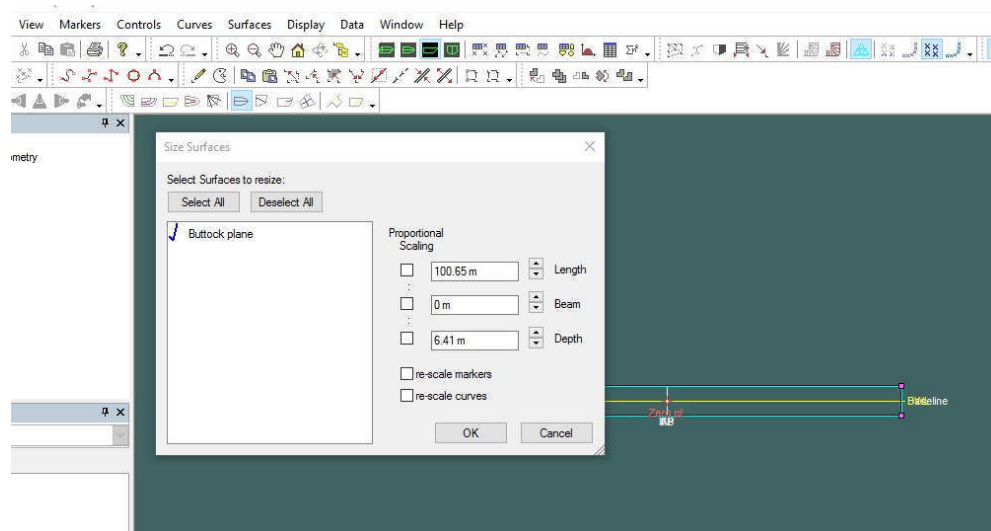
3. Data Biaya Perbaikan Kapal

Data biaya perbaikan kapal ini dapat digunakan sebagai referensi estimasi biaya konversi kapal.

IV.4. Pemodelan Lambung Kapal

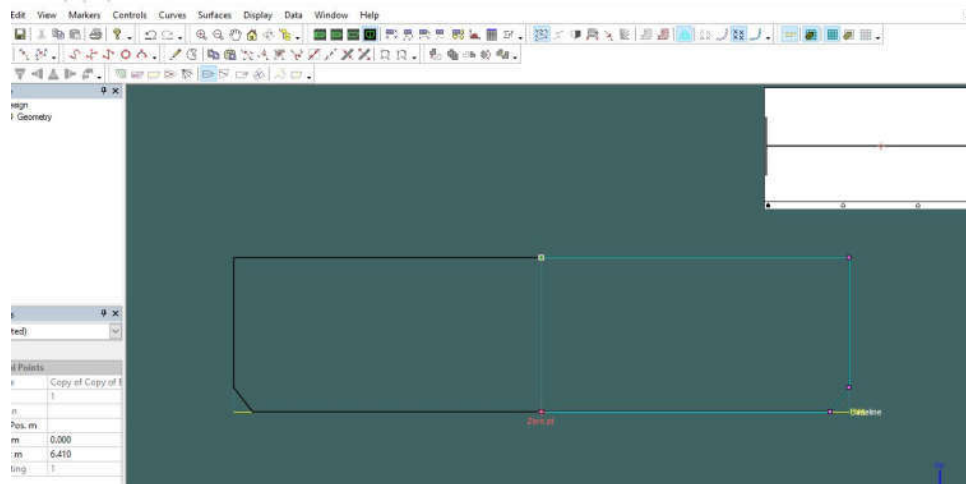
Tujuan pemodelan lambung BG. Financia 56 adalah untuk memperoleh model kapal yang sesuai dengan objek aslinya. Hasil analisis dengan *Maxsurf Modeler* diperlukan untuk mendapatkan data tambahan untuk melengkapi data yang akan digunakan untuk perhitungan dan analisis awal, seperti pada perhitungan *displacement*, serta pembuatan *Lines Plan* kapal. Pemodelan lambung kapal dilakukan menggunakan *Maxsurf Modeler*. Langkah-langkah pembuatannya adalah sebagai berikut :

1. Buka *Maxsurf Modeler*, klik menu *file-new design* atau klik ikon agar bisa memulai proses desain. Kemudian atur unit satuan yang akan digunakan dengan cara klik menu *data – units*, pilih unit satuan metres dan tonnes, atau bisa menggunakan satuan lainnya.
2. Pada prinsipnya pembuatan lambung kapal dilakukan dengan cara menyatukan beberapa *surface*, yaitu untuk sisi *deck*, *side*, bilga dan *bottom* kapal. Langkah pertama yang dilakukan adalah membuat sisi kapal dengan menggunakan jenis *surface* “*buttock plane*”. Setelah itu dilakukan penyesuaian ukuran dan penamaan menggunakan menu “*size surface*” (Gambar IV.4). Langkah ini juga dilakukan untuk pembuatan sisi *deck*, bilga dan *bottom* kapal atau dengan cara menduplikasi bagian sisi yang telah dibuat.



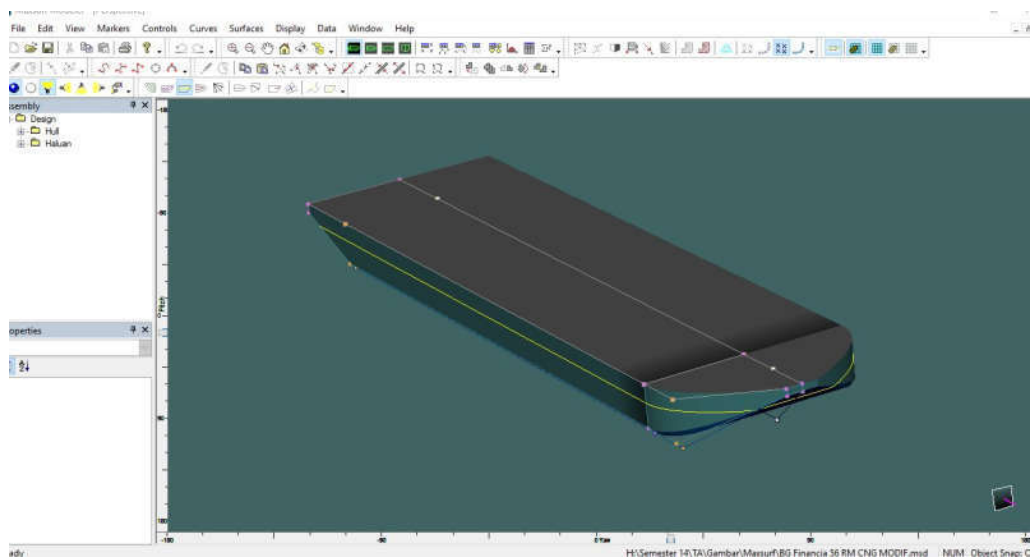
Gambar IV.3 Pembuatan sisi model kapal

3. Setelah semua *surface* telah dibuat, selanjutnya dilakukan penyatuan dengan menggunakan perintah “*bond edge*”. Kemudian dilakukan pembentukan lambung kapal pada pandangan depan dengan cara merubah control point tiap ujung – ujung *surface* sesuai dengan ukuran kapal yang dikehendaki (Gambar IV.5).



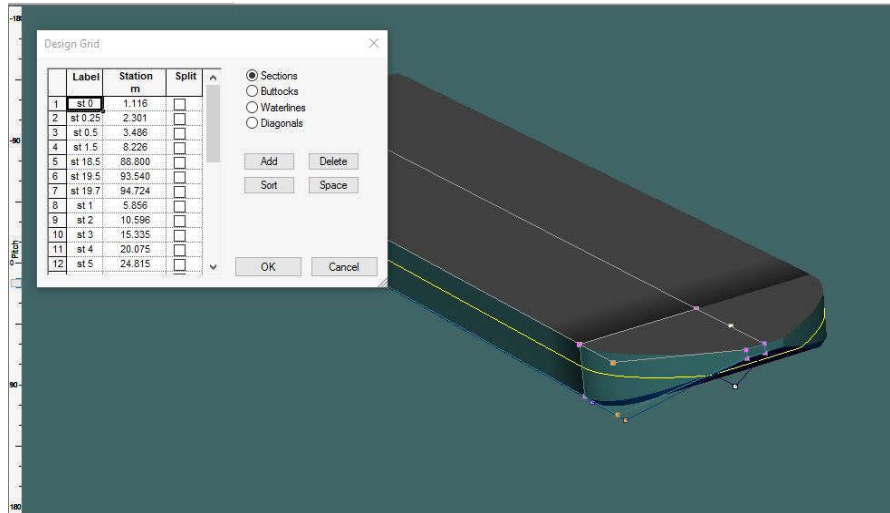
Gambar IV.4 Proses merubah control point pada pandangan depan

4. Langkah selanjutnya dilakukan pembuatan haluan dan buritan kapal sesuai dengan bentuk yang dikehendaki dan disatukan menjadi satu lambung kapal utuh (Gambar IV.6).



Gambar IV.5 Hasil pembuatan lambung kapal

5. Untuk kebutuhan pembuatan *Lines Plan* kapal pada langkah selanjutnya maka harus dilakukan pengaturan pembagian *Station/Section*, *Buttockline* dan *Waterline* melalui menu "*Design Grid*" sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan (Gambar IV.7).



Gambar IV.6 Pengaturan *design grid* untuk pembagian *station*

IV.4.1. Pemeriksaan Koreksi Ukuran Model

Setelah pemodelan lambung BG. Financia 56 selesai, selanjutnya perlu dilakukan pemeriksaan selisih ukuran utama antara model dan ukuran kapal sebenarnya. Selisih yang diperbolehkan maksimal adalah 5%. Untuk mengetahui data ukuran model bisa dilakukan cara melihat hasil analisis hidrostatis pada *Maxsurf Modeler*. Klik menu data dan pilih calculate hydrostatic, kemudian akan ditampilkan langsung data hidrostatis model kapal yang telah dibuat, seperti yang dapat dilihat pada gambar.

Hydrostatics at DWL		
Measurement	Value	Units
1 Displacement	9788	t
2 Volume (displaced)	9549.268	m ³
3 Draft Amidships	4.000	m
4 Immersed depth	4.000	m
5 WL Length	96.386	m
6 Beam max extents on W	27.450	m
7 Wetted Area	3259.552	m ²
8 Max sect. area	109.160	m ²
9 Waterpl. Area	2583.859	m ²
10 Prismatic coeff. (Cp)	0.908	
11 Block coeff. (Cb)	0.902	
12 Midship Sect. area coeff	0.994	
13 Waterpl. area coeff. (C)	0.977	
14 LCB length	-0.100	from a
15 LCF length	-1.084	from a
16 LCB %	-0.104	from a
17 LCF %	-1.124	from a
18 KB	2.067	m
19 KG fluid	0.000	m
20 Bmt	16.563	m
21 BML	200.766	m
22 GMt corrected	18.630	m
23 GML	202.834	m
24 KMt	18.630	m
25 KML	202.834	m
26 Immersion (TPc)	26.485	tonne/c
27 MTc	205.974	tonne.
28 RM at 1deg = GMt.Disp.s	3182.448	tonne.

Gambar IV.7 Data hidrostatis model BG. Financia 56

Tabel IV.2 Perbandingan ukuran model dan kapal sebenarnya

	Data Kapal	Model	Selisih	Prosentase (%)
Displacement	-	9788,000	-	-
Volume	-	9549,268	-	-
Payload	8000	-	-	-
Lwl	-	96,386	-	-
L	100,650	100,650	0	0,000
B	27,450	27,450	0	0,000
T	4,000	4,000	0	0,000
Cb	-	0,902	-	-
LCB	-	0,100	-	-

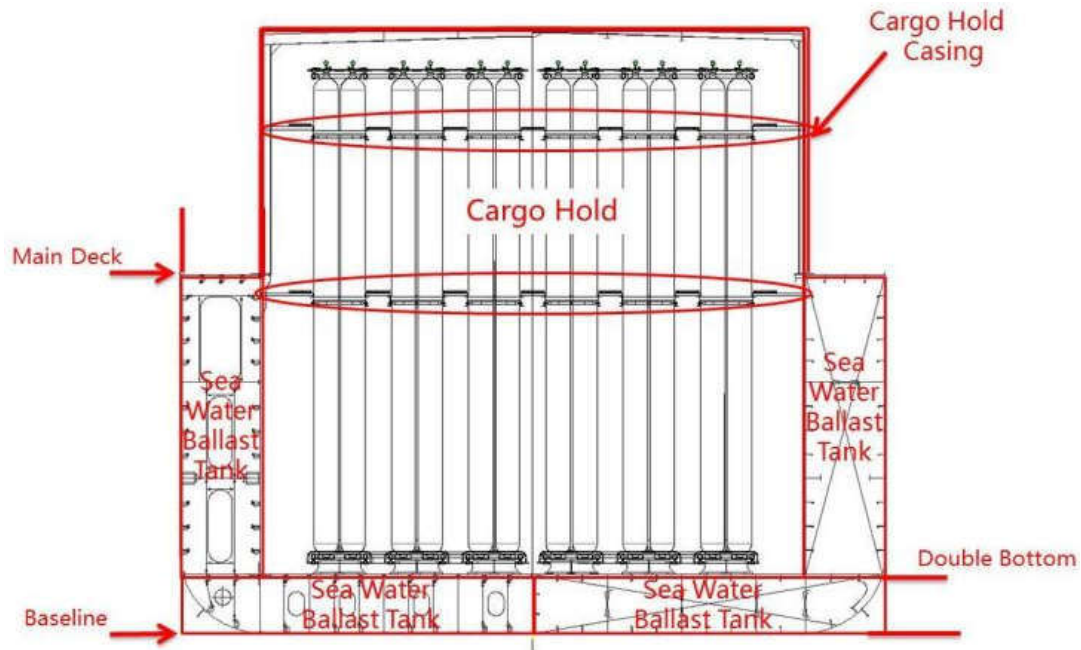
Dari tabel IV.1 dapat dilihat perbandingan ukuran utama model dan kapal sebenarnya. Untuk proses pemodelan megacu kepada data gambar *shell expansion* dan *konstruksi kapal*, sehingga hasil analisis pemodelan kapal dinilai akurat. Karena beberapa data kapal seperti nilai *displacement*, Lwl, Cb dan LCB kapal tidak didapatkan, maka nilai dianggap sama dengan model. Setelah dilakukan koreksi selisih antara ukuran model dan kapal sebenarnya tidak lebih dari 5%, sehingga model sudah mendekati kondisi kapal sebenarnya. Sehingga diharapkan perhitungan dan analisis yang dilakukan selanjutnya memiliki ketepatan yang akurat.

IV.5. Modifikasi BG. Financia 56 Menjadi Self-Propelled CNG Carrier

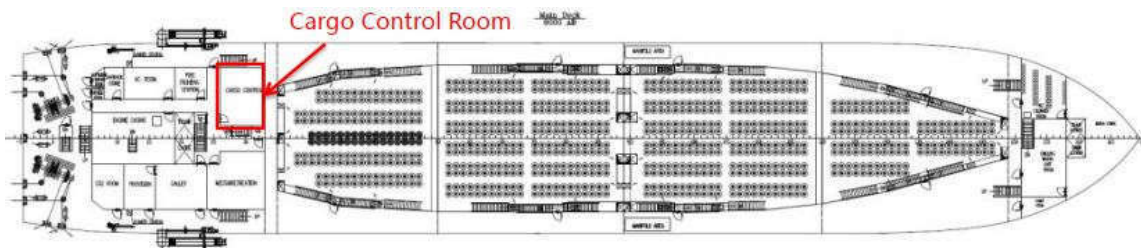
Tujuan dari tugas akhir ini yaitu mengkonversi kapal jenis *deck barge* yaitu BG. Financia 56 menjadi *Self-Propelled CNG Carrier* dengan cara memodifikasi dan menambahkan konstruksi yang dibutuhkan. Modifikasi yang dilakukan antara lain perubahan pada ruang muat kapal, penambahan kamar mesin, perubahan bentuk buritan dan penambahan ruang akomodasi kapal untuk mendukung operasional kapal.

IV.5.1. Perencanaan Ruang Muat Kapal

Sebelum dilakukan proses konversi, seperti kapal jenis *deck barge* pada umumnya ruang muat BG. Financia 56 hanya berupa deck yang sisi – sisinya ditambahkan konstruksi *sideboard* yang berfungsi untuk menahan muatan saat mengangkut batu bara atau material lainnya dalam bentuk curah. Agar berfungsi sebagai *CNG carrier* maka dilakukan beberapa modifikasi pada ruang muat kapal. Dalam proses modifikasi ini juga mengacu kepada desain ruang muat *CNG carrier* eksisting, yaitu desain kapal yang dibuat oleh PT. Pelayaran Bahtera Adhiguna dan akan dioperasikan oleh PT. PLN.



(a)



(b)

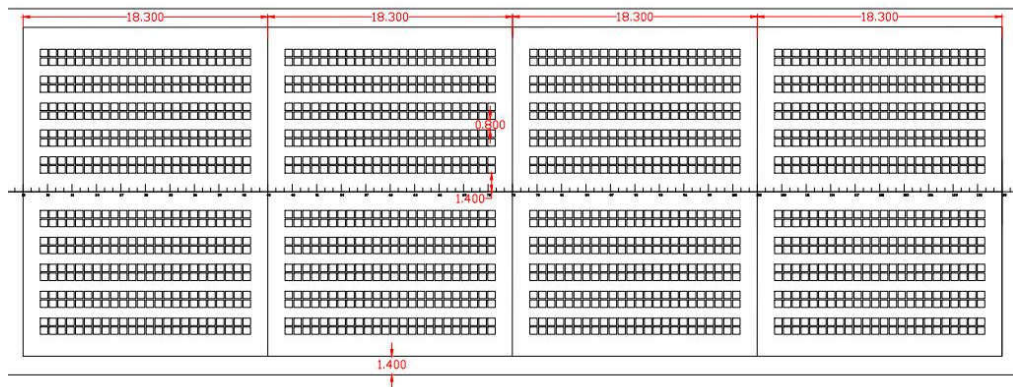
Gambar IV.8 (a) Tampak depan desain ruang muat CNG carrier (b) Tampak memanjang desain ruang muat CNG carrier.

(Sumber : Ing-world, 2015)

Berikut adalah tahapan – tahapan modifikasi yang dilakukan pada ruang muat kapal.

1. Penambahan Konstruksi Ruang Muat.

Fungsi utama dari konstruksi ruang muat ini adalah untuk melindungi tangki – tangki CNG dari gangguan – gangguan eksternal yang dapat merusak tangki ataupun menyebabkan gas bereaksi terhadap kondisi lingkungan sehingga dapat terjadi hal – hal yang tidak diinginkan seperti ledakan dan bahaya kebakaran. Hal pertama yang dilakukan yaitu membuat sketsa perencanaan ruang muat kapal seperti gambar berikut.



Gambar IV.9 Sketsa ruang muat kapal

Dilakukan sketsa *wing tank* selebar 1,4 m dan *double bottom* setinggi 1,85 m sesuai hitungan minimum. Dalam peraturan yang dimuat ABS pada modul *Guide For Vessels Intended to Carry Compressed Natural Gases in Bulk chapter 3 section 6* mengenai lokasi tangki kargo, disebutkan jarak minimal dari pelat kulit (*side shell*) tidak kurang dari 760 mm. Sehingga jarak yang diambil selebar *wing tank*, yaitu 1,4 meter sudah memenuhi jarak minimal yang ditetapkan oleh ABS.

Kemudian dilakukan pembuatan sketsa sekat – sekat ruang muat dengan batasan panjang maksimum sesuai yang disyaratkan ABS, yaitu diambil sepanjang 18,3 m, mengikuti posisi sekat melintang asli kapal terdepan. Kemudian untuk panjang total ruang muat yaitu sepanjang 73,2 m, mulai dari sekat terdepan hingga paling belakang kapal, lebar 24,65 m dan tinggi 12 m menyesuaikan panjang tangki. Pada ruang muat direncanakan penyekatan secara melintang dan memanjang pada centerline kapal. Hal ini dilakukan untuk meminimalisir bahaya apabila terjadi hal – hal yang tidak diinginkan seperti kebocoran dan kebakaran yang dapat terjadi pada tangki yang ada di ruang muat lain. Selain itu penyekatan ini dimaksudkan untuk menambah kekuatan konstruksi kapal.

2. Penambahan Tangki CNG.

Untuk dapat mengangkut gas alam terkompresi (*Compressed Natural Gas*), maka diperlukan tangki khusus untuk mengangkut muatan tersebut. Diantara jenis - jenis Tangki CNG yang ada, jenis yang digunakan adalah Tipe 1, yaitu yang keseluruhan tangkinya terbuat dari material logam (*All Metal*). Pertimbangan dalam pemilihan jenis tangki ini antara lain karena jenis tersebut paling umum digunakan sehingga banyak tersedia di pasaran. Selain itu juga dinilai lebih ekonomis dibandingkan jenis – jenis tangki lainnya.

Hal pertama yang dilakukan adalah pemilihan tangki dengan spesifikasi yang ada dipasaran. Berdasarkan katalog, tangki CNG yang dipilih memiliki spesifikasi seperti pada Tabel IV.7.

Tabel IV.3 Spesifikasi tangki CNG

Jenis Tangki	CNG Tank Type-1
Material	All Metal
<i>Working Pessure</i>	20 Mpa
L	10950 mm
Diameter	559 mm
Kapasitas	2250 L / 535.955 m ³
Berat	2458 Kg

Setelah dilakukan pemilihan tangki CNG, kemudian dilakukan penyusunan pada ruang muat kapal. Tangki CNG diposisikan secara vertikal di ruang muat mengacu pada desain ruang muat kapal eksisting dan dengan tujuan agar kapasitas dari ruang muat kapal maksimal. Untuk penyusunan tangki dimulai dari tengah kapal, diambil jarak dari sekat memanjang 1,4 m, dengan memperhitungkan ruang untuk aktivitas keluar masuk dan lebarnya kontruksi kapal. Kemudian dari tengah kearah sisi kapal hingga sisi wing tank kapal, untuk tiap 2 tangki diambil jarak 0,8 m. Setelah itu dilanjutkan dari sekat melintang terdepan hingga sekat melintang berikutnya.

3. Perhitungan Jumlah Muatan dan Skenario *Loading-Unloading* kapal.

Setelah dilakukan pembuatan ruang muat dan penyusunan tangki CNG, dilakukan perhitungan jumlah muatan maksimal kapal yang mampu diangkut. Selain itu juga dilakukan pembuatan skenario pelayaran serta aktivitas bongkar muat (*loading-unloading*) agar dapat memenuhi kebutuhan PLTG *Kalsel Peaker* 100 MW.

Dalam operasinya, kapal di desain dengan kecepatan 8 knot, diambil dari kecepatan rata – rata untuk jenis kapal *self-propelled barge*. Sementara untuk skenario *loading – unloading*, data untuk kecepatan proses bongkar muat (*loading – unloading rate*) diambil mengacu pada data fasilitas bongkar muat yang direncanakan oleh PT. Pelayaran Bahtera Adhiguna untuk pelabuhan Gresik – Lombok, yaitu 1,1 mmscf/h untuk *loading rate* dan 1,5 mmscf/h untuk *unloading rate*.



Gambar IV.10 Data fasilitas *Loading – Unloading* pelabuhan Gresik – Lombok

Setelah itu dilakukan perhitungan seperti tabel IV.4 dibawah ini.

Tabel IV.4 Tabel peritungan muatan maksimal kapal.

Jumlah Muatan		
Jumlah Tangki	1920	
Berat Tabung	4719.36 ton	
Berat Gas	926.13 ton	
Kapasitas Total	1029033.71 m ³	
	36.34 mmscf	
Memenuhi Kebutuhan	5.66 day	
	135.79 jam	
Pelayaran		
Jarak (s)	787.87 km	
	425.42 nm	
Waktu Pelayaran	53.18 jam	
Total Waktu (PP)	106.35 jam	
Kecepatan (Vs)	8 Knot	
Skenario Loading - Unloading		
	Rate (mmscf/jam)	Rate (mmscf/jam)
Loading	1.10	2.20
Unloading	1.50	3.00
Waktu (jam)	57.26	28.63
Total Waktu (jam)	163.62	134.99

Pada hasil perhitungan muatan didapatkan kapasitas muatan maksimal kapal adalah 1.029.033,71 m³ atau 36,34 mmscf, yang mampu memenuhi kebutuhan gas PLTG *Kalsel Peaker* 100 MW selama 5,66 hari atau 135,79 jam. Jika menggunakan fasilitas bongkar muat acuan dengan nilai *loading rate* 1,1 mmscf/h dan *unloading rate* 1,5 mmscf/h maka diperlukan waktu untuk aktivitas bongkar muat selama 57,26 jam. Sehingga total waktu untuk pelayaran dan proses bongkar muat adalah 163,62 jam yang artinya belum dapat memenuhi waktu yang diperlukan untuk suplai gas berikutnya.

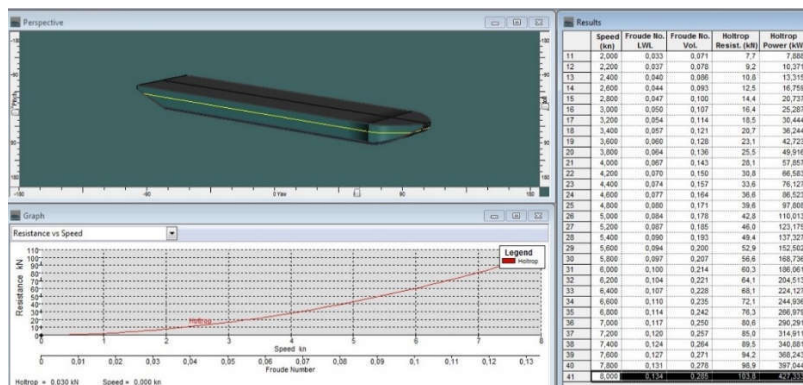
Kemudian dicari sebuah solusi yang dinilai paling ekonomis, yaitu dengan menggandakan kecepatan bongkar muat dari fasilitas bongkar muat acuan. Sehingga nilai *loading rate* menjadi 2,2 mmscf/h dan *unloading rate* menjadi 3 mmscf/h, yang masih dibawah range normal untuk kecepatan bongkar muat sebuah kapal CNG *carrier*, seperti yang disebutkan dalam *Natural Gas Transportation Pipe and CNG chapter 5 (75 – 500 mmscf/day atau 3,13 – 20,83 mmscf/h)*. Dengan nilai kecepatan bongkar muat tersebut, maka waktu yang diperlukan untuk aktivitas bongkar muat adalah selama 28,63 jam. Sehingga total waktu untuk pelayaran dan proses bongkar muat adalah 134,99 jam yang artinya dapat memenuhi waktu yang diperlukan untuk menjaga suplai gas PLTG *Kalsel Peaker* 100 MW.

IV.5.2. Perencanaan Permesinan dan Sistem Propulsi Kapal

Dalam proses konversi kapal dari jenis Deck Barge menjadi *Self-Propelled CNG Carrier* diperlukan perencanaan permesinan kapal yang dibutuhkan untuk mendukung operasi kapal karena pada awalnya kapal jenis tersebut tidak dilengkapi dengan permesinan dan sistem propulsi. Tahapan – tahapan yang dilakukan dalam perencanaan ini adalah sebagai berikut.

1. Perhitungan Hambatan Kapal

Perhitungan hambatan total kapal dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan daya mesin yang dibutuhkan kapal. Dengan demikian kapal dapat berlayar dengan kecepatan sebagaimana yang direncanakan sebelumnya, yaitu 8 knot. Dalam perhitungan ini digunakan metode Holtop-Mennen untuk melakukan estimasi hambatan kapal terjadi, kemudian proses analisisnya dilakukan dengan menggunakan *software Maxsurf Resistance*. Untuk hasil simulasi dengan *software Maxsurf Resistance* didapatkan nilai hambatan total (RT) sebesar 103,80 kN. Setelah itu ditambahkan dengan nilai *margin* sebesar 15%, sehingga Hambatan Total (RT) kapal menjadi 119,37 kN.



Gambar IV.11 Simulasi perhitungan hambatan dengan *Maxsurf Resistance*.

2. Perhitungan Daya Motor

Berikut adalah perhitungan daya motor setelah diketahui nilai hambatan total kapal (RT).

a. *Effective Horse Power* (EHP)

$$\text{EHP} = RT \cdot V_s$$

$$\text{EHP} = 491,231 \text{ kW}$$

b. *Delivered Horse Power* (DHP)

$$\text{THP} = PE / \eta_D$$

$$\text{THP} = 848,150 \text{ kW}$$

c. *Shaft Horse Power* (BHP)

$$\text{SHP} = PD / \eta_S$$

$$\text{SHP} = 861,066 \text{ kW}$$

d. *Break Horse Power* (BHP)

$$\text{BHP} = PS / \eta_R$$

$$\text{BHP} = 956,740 \text{ kW}$$

e. Koreksi MCR

$$PB = 115\% \cdot \text{BHP}$$

$$= 1100,251 \text{ kW}$$

$$= 1495,901 \text{ HP}$$

3. Pemilihan Mesin Utama (*Main Engine*) dan Mesin Pendukung (*Auxiliary Engine*).

Pemilihan mesin utama kapal dan mesin pendukung dilakukan berdasarkan perhitungan kebutuhan daya mesin kapal. Setelah dilakukan perhitungan, kapal ini membutuhkan mesin dengan daya total minimal 1100,251 kW atau 1495,901 HP. Karena kapal direncanakan akan memakai 2 mesin dan propeller (*twin screw*), maka nilai daya kebutuhan total tersebut dibagi menjadi 2 untuk nilai daya tiap mesin, yaitu 550,125 kW atau 747,950 HP. Berikut adalah spesifikasi mesin induk yang dipilih, berdasarkan katalog:



Gambar IV.12 Gambar mesin utama kapal Yanmar 6AYM-WET

Tabel IV.5 Spesifikasi Mesin Utama (*Main Engine*) Kapal

Merk	Yanmar
Jenis Mesin	Yanmar 6AYM-WET M-rating
Daya	555 kW / 754,578 HP
RPM	1840
L	2000 mm
B	1305 mm
H	1431 mm
<i>Dry Mass</i>	2,365 ton
SFC	130 L/h
Jumlah	2 buah

Sementara untuk kebutuhan mesin pendukung (*auxiliary engine*) dilakukan dengan perhitungan sebesar 25% dari kebutuhan daya mesin induk, yaitu sebesar 137,531 kW.

Berikut adalah spesifikasi dari mesin pendukung yang telah dipilih :




Gambar IV.13 Gambar mesin pendukung kapal Yanmar 6HAL2

Tabel IV.6 Spesifikasi mesin pendukung (*auxiliary engine*) kapal

Merk	Yanmar
Jenis Mesin	Yanmar 6HAL2-WT
Daya	150 kW
RPM	1500
L	2499 mm
B	1164 mm
H	1774 mm
<i>Dry Mass</i>	1,422 ton
Jumlah	2 buah

4. Pemilihan sistem propulsi yang akan digunakan

Sistem propulsi yang digunakan adalah *Azimuth Thruster*. Pertimbangan dalam pemilihan sistem propulsi jenis ini karena minimnya ruangan pada bagian buritan kapal untuk pemasangan sistem propulsi konvensional. Pertimbangan lainnya adalah karena sistem propulsi jenis ini memudahkan kapal untuk bermanuver, terutama pada perairan sungai yang sempit. Pemilihan pada katalog dilakukan berdasarkan input maksimum daya mesin kapal yang dapat diterima. Kemudian dilakukan pemilihan pada katalog sesuai dengan spesifikasi yang memenuhi.



Bollard Pull performance of Wärtsilä Steerable Thrusters

Thruster type	Engine power (d) (kW)	Input speed (rpm)	Propeller diameter (mm)	Bollard pull ¹⁾ (tonnes)
WST-11	900	1500	1600	30
	1050		1800	36
	1150		1800	39
WST-14	1275	1500	1900	43
	1350		2000	46
	1400		2000	47
WST-16	1600	1500	2200	55
	1700	1600	2200	57
WST-18	1800	1800	2400	63
	2050		2400	69
WST-21	2100		2600	73
	2400		2600	80
WST-24	2400		2800	84
	2800		2800	94
WST-28	2800	720	3000	97
	3200	1200	3000	107
WST-32	3200		3200	111

1) Based on two thrusters, 100% power, FP propeller with pitch and nozzle designed for bollard pull and including thrust deduction.
2) In case of ice class installation, maximum power level is reduced.

Wärtsilä Steerable Thrusters dimensions (mm)

Thruster Type	Dimensions			PAL options D (mm)	Weight (kg)	
	A (mm)	Weld-in ØB (mm) (well diameter (mm))	Bolt-in ØB (mm) (2000)			
WST-11	1600	1942 (2000)	1948 (2000)	2400	2700	10000/11800
	1800					
WST-14	1900	1942 (2000)	1948 (2000)	2500	2800	10900/12960
	2000					
	2200					
WST-16	2000	2342 (2400)	2326 (2400)	2800	3150	17050/20400
	2200					
	2400					
WST-18	2200	2342 (2400)	2326 (2400)	2900	3250	18600/21950
	2400					
WST-21	2400	2542 (2600)	2512 (2600)	3200	3600	24800/27500
	2600					
WST-24	2800	2652 (2750)	2626 (2750)	3500	3800	28500/31500
	2900					
WST-28	2800	2862 (2920)	2826 (2920)	3900	4200	32800/36100
	3000					
WST-32	3000	3042 (3100)	3000 (3100)	4000	4500	37000/41000
	3200					

1) Estimated maximum FPP and smallest prop / nozzle / propeller arm length (PAL) and maximum CPP and biggest prop / nozzle / PAL weight.
These tables only address the Wärtsilä Steerable Thrusters up to 3200 kW.
For other power ratings, please contact www.wartsila.com or your nearest Wärtsilä sales office.

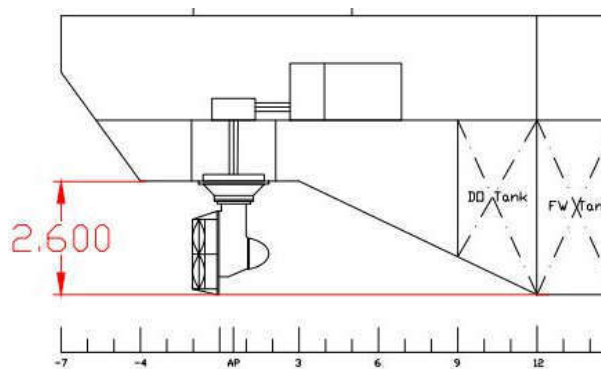
Gambar IV.14 Katalog sistem propulsi Wartsila.

Tabel IV.7 Spesifikasi sistem propulsi.

Merk	WARTSILA
Jenis	WST-11
Max input	900 kW
RPM	750-1800
Bollard Pull	30 ton-force (2 buah)
Prop. D	1600 mm
Dry Mass	10 ton
Jumlah	2 buah

5. Perubahan bentuk buritan kapal.

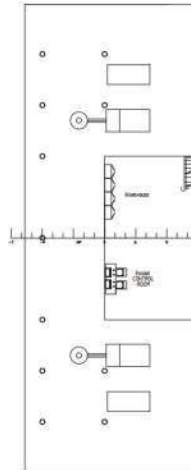
Setelah mendapatkan ukuran sistem propulsi kapal yang digunakan, yaitu *azimuth thruster*, dilakukan pembuatan sketsa ceruk buritan untuk menyesuaikan bentuk belakang kapal dengan ukuran sistem propulsi yang ditambahkan. Tinggi dari sistem propulsi berdasarkan gambar dari katalog yang di *redraw* adalah 2,6 m, sehingga diberikan jarak antara *baseline* hingga lambung bagian bawah pada ceruk buritan setinggi 2,6 m.



Gambar IV.15 Sketsa ceruk buritan.

6. Pembuatan rencana layout kamar mesin kapal.

Kamar mesin direncanakan terletak dibawah *main deck* kapal pada bagian buritan setelah sekat terakhir lambung kapal. Dilakukan perencanaan pembuatan *second deck* dengan panjang 10.98 m, tinggi 2,44 m dan selebar kapal untuk ruangan permesinan pada bagian buritan yang awalnya berupa tangki *void*. Setelah didapatkan ukuran mesin utama dan mesin pendukung kemudian dilakukan sketsa kamar mesin. Pada kamar mesin juga dilakukan perencanaan ruang *engine control room* dan *warehouse* untuk penyimpanan alat – alat dan *spare part* yang akan dibutuhkan. Berikut adalah gambar perencanaan *layout* kamar mesin yang telah dilakukan.



Gambar IV.16 Sketsa layout kamar mesin

IV.5.3. Modifikasi Buritan Kapal.

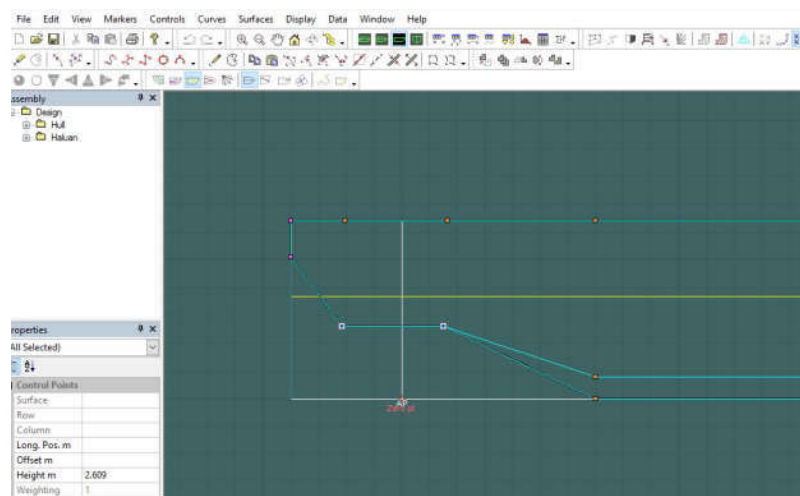
Modifikasi pada model awal kapal dilakukan karena adanya perubahan bentuk buritan yang telah disesuaikan dengan bentuk sistem propulsi yang akan digunakan. Berikut adalah proses pemodelan ulang yang dilakukan dengan *Maxsurf Modeler*.

1. Membuka file model sebelumnya

Proses modifikasi memakai *file* model awal yang akan dilakukan perubahan bentuk pada bagian buritannya.

2. Melakukan perubahan *control point*.

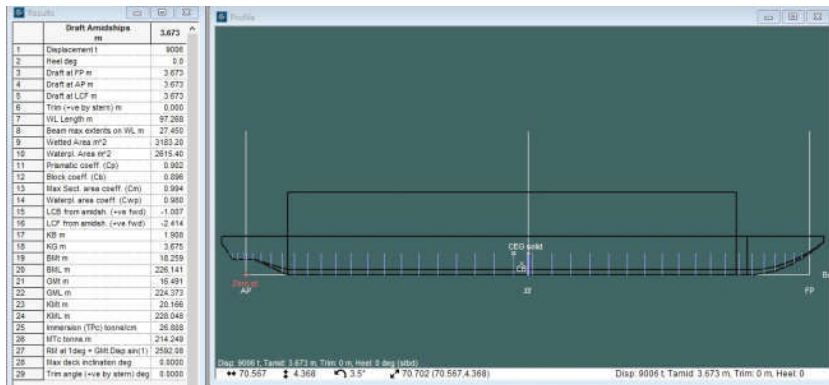
Untuk merubah bentuk lambung kapal, yaitu pada bagian buritan, dilakukan pembuatan beberapa *control point*. Posisi *control point* yang dibuat mengacu pada gambar sketsa yang telah dibuat dengan *software* Autocad. Seperti jarak antara baseline dengan lambung bagian bawah pada bagian buritan setinggi 2,60 m pada Gambar IV.19.



Gambar IV.17 Perubahan posisi *control point*.

3. Melakukan analisis hasil perubahan bentuk model kapal.

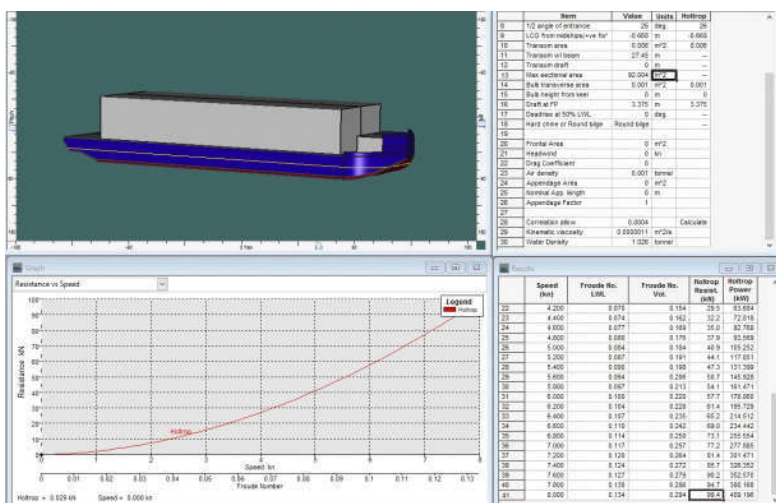
Setelah melakukan perubahan bentuk dengan merubah posisi beberapa *control point* pada bagian buritan, dilakukan analisis hasil perhitungan hidrostatik kapal dengan menggunakan Maxsurf Stability dengan input *displacement* total kapal. Karena adanya perubahan bentuk kapal, terjadi perubahan nilai seperti nilai *Lwl*, *Cb* dan *LCB* yang akan digunakan untuk proses selanjutnya.



Gambar IV.18 Hasil analisis hidrostatik kapal menggunakan *Maxsurf Modeler*.

IV.5.4. Pengecekan Hambatan Hasil Modifikasi

Pengecekan dilakukan untuk membandingkan nilai hambatan dari model kapal yang dimodifikasi dengan model kapal sebelumnya. Untuk model kapal awal memiliki nilai hambatan total (*Rt*) 103,80 kN. Sedangkan untuk nilai hambatan total setelah dilakukan perubahan bentuk buritan adalah 99,40 kN. Karena hambatan kapal hasil pemodelan ulang lebih kecil dan selisih dengan model awal kecil, maka kebutuhan daya mesin dan sistem propulsi pada perencanaan awal yang telah dilakukan dapat diterima.

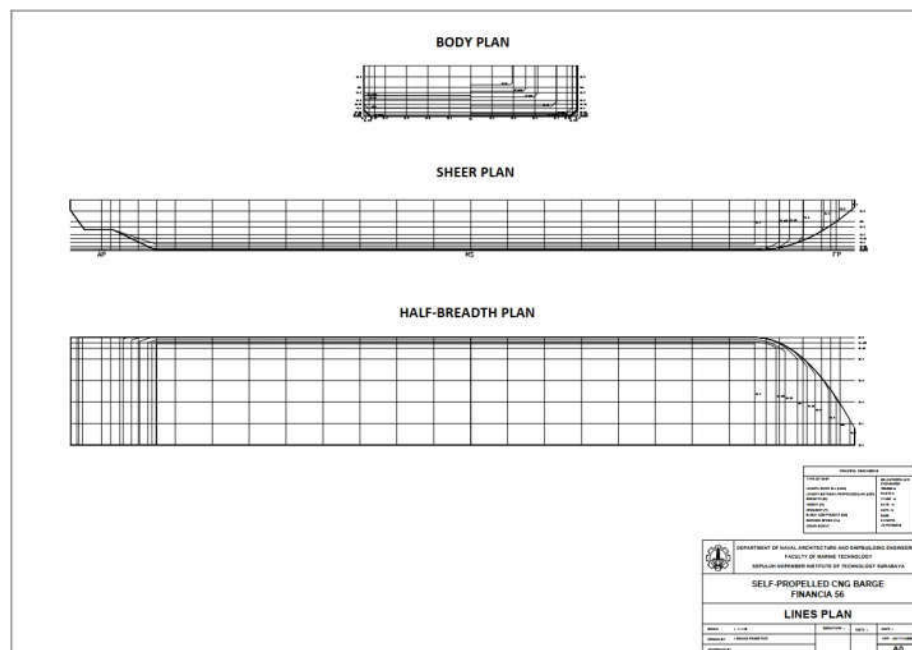


Gambar IV.19 Analisis hambatan hasil modifikasi menggunakan *Maxsurf Resistance*.

IV.5.5. Penggambaran *Lines Plan*

Setelah dilakukan modifikasi bentuk lambung bagian belakang kapal, dilakukan penggambaran *Lines Plan*. *Lines Plan* merupakan gambar bentuk potongan lambung kapal yang terdiri dari tiga sudut pandang yaitu, *Body Plan* (secara melintang), *Sheer Plan* (secara memanjang) dan *Half Breadth Plan* (dilihat dari atas). Penentuan jumlah waterline, buttock line, dan *station* ditentukan di maxsurf. Dengan memasukkan jumlah garis dan jarak antar garis pada data-grid spacing, maka bentuk *body plan*, *sheer plan*, dan *half breadth plan* bisa terlihat dengan jelas.

Setelah didapatkan *Lines Plan* dari model kapal yang diinginkan, kemudian dilakukan penyempurnaan menggunakan *software* Autocad. Menggambar *half breadth plan* dan *sheer plan* juga dibantu oleh kedua *software* tersebut. Berikut adalah gambar *Lines Plan* atau Rencana Garis yang telah dibuat.



Gambar IV.20 Hasil penggambaran *Lines Plan Self-Propelled CNG Barge*.

IV.5.6. Perencanaan Ruang Akomodasi dan *General Arrangement*.

1. Perencanaan Ruang Akomodasi

Penambahan konstruksi *deck house* dilakukan sebagai tempat akomodasi *crew* kapal. Perencanaan *deck house* yang diletakkan pada bagian haluan ini bertujuan agar visibilitas dari ruang navigasi kapal baik dan memenuhi jarak standard yang harus dipenuhi. Selain itu perencanaan *deck house* pada bagian haluan juga bertujuan agar meminimalisir hambatan angin dari haluan kapal.

Sebelum dilakukan perencanaan ruangan akomodasi *crew* kapal, maka dilakukan perhitungan jumlah *crew* yang ada pada kapal.

a. Perhitungan jumlah *crew*

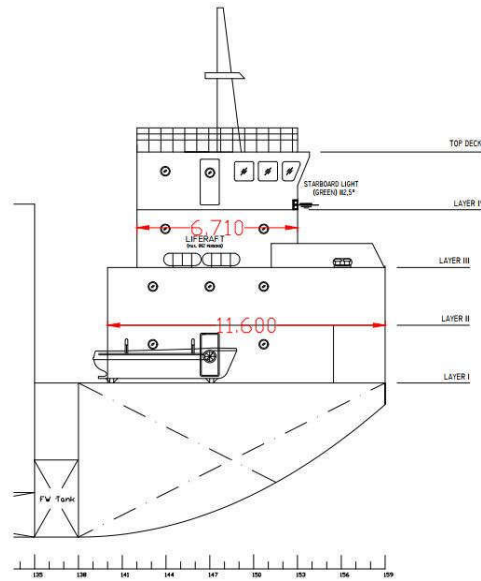
Perhitungan jumlah *crew* kapal yang dibutuhkan menggunakan formula sebagai berikut :

$$Z_c = C_{st} \cdot C_{dk} \cdot \left(\frac{L_{pp} \cdot B \cdot H \cdot 35}{10^5} \right)^{\frac{1}{6}} + C_{eng} \cdot \left(\frac{BHP}{10^5} \right)^{\frac{1}{3}} + \text{cadet}$$

	=	22,59		
	=	23		orang
C_{st}	=	1,2		<i>; Coef. Steward (1.2 ~ 1.33)</i>
C_{dk}	=	11,5		<i>; Coef. Deck (11.5 ~ 14.5)</i>
C_{eng}	=	8,5		<i>; Coef. Engine (8.5 ~ 11 untuk diesel)</i>
cadet	=	2		<i>; Umumnya 2 orang</i>
$C_{C\&E}$	=	0,1	ton/orang	<i>; asumsi berat rata-rata manusia</i>
$W_{C\&E}$	=	Berat Kru Total		
	=	$Z_c \cdot C_{c\&e}$		
	=	2,3		ton

b. Sketsa rumah geladak

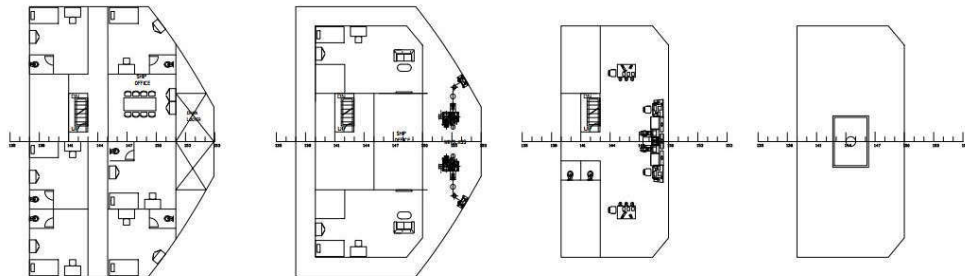
Dilakukan pembuatan sketsa rumah geladak sesuai ukuran yang telah direncanakan. Hal pertama yang dilakukan adalah mengukur jarak antara ruang muat dengan rumah geladak, apakah telah memenuhi jarak aman dari ruang muat yang mengacu pada aturan internasional mengenai klasifikasi area berbahaya pada kapal, sehingga diambil jarak sejauh 3,05 meter yang juga menyesuaikan posisi gading. Untuk geladak *layer 1* dan *layer 2* kapal dibuat sketsa dengan ukuran panjang 11,6 meter dan lebar 16,8 meter. Untuk geladak *layer 3* dan 4, langkah pertama dilakukan pengukuran kebutuhan *gangway* pada sisi belakang dan kedua sisi kapal, yaitu dengan asumsi lebar 1,2 meter. Kemudian dilakukan pembuatan sketsa geladak dengan ukuran panjang 6,71 meter dan lebar 14,4 meter.



Gambar IV.21 Sketsa *deck house*.

c. Pembuatan desain ruang akomodasi

Pembuatan desain rencana ruang akomodasi kapal dilakukan sesuai dengan jumlah *crew* kapal dan estimasi luas ruangan yang dibutuhkan. Pembuatan desain dilakukan pada semua *deck*, mulai dari *deck layer 1* hingga *layer 4*.

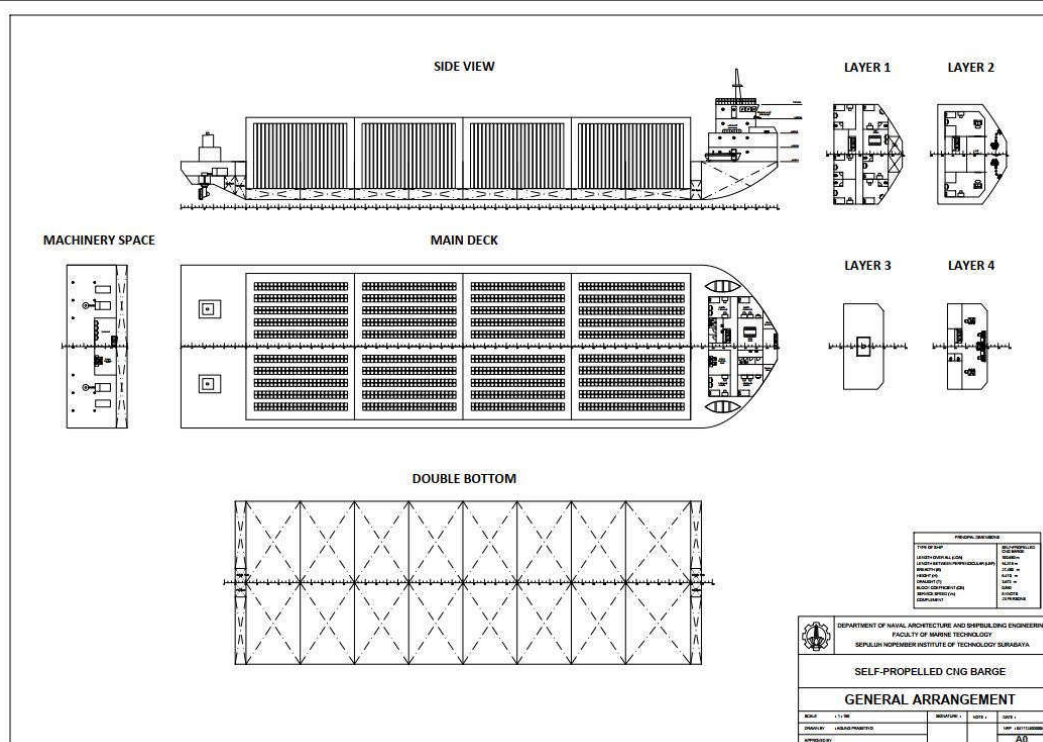


Gambar IV.22 Desain ruang akomodasi pada geladak *layer 1*.

2. Perencanaan *General Arrangement*.

Dari Rencana Garis yang telah dibuat maka selanjutnya dilakukan pembuatan desain *General Arrangement* atau Rencana Umum. *General Arrangement* didefinisikan sebagai perencanaan ruangan yang dibutuhkan sesuai dengan fungsi dan perlengkapan kapal (Taggart, 1980). Dilakukan pembuatan gambar lengkap dari kapal yang didesain secara menyeluruh dari pandangan atas, yang meliputi geladak utama, bangunan atas serta rumah geladak di setiap tingkat yang mengacu pada hasil modifikasi. Selain itu juga dibuat desain pandangan kapal dari samping untuk mengetahui sistem penataan muatan dan pembagian

ruang muat dari kapal. Berikut adalah gambar *General Arrangement* yang telah dibuat dengan menggunakan Autocad.



Gambar IV.23 Gambar Hasil penggambaran *General Arrangement Self-Propelled CNG Barge*

IV.6. Perhitungan Konstruksi Kapal

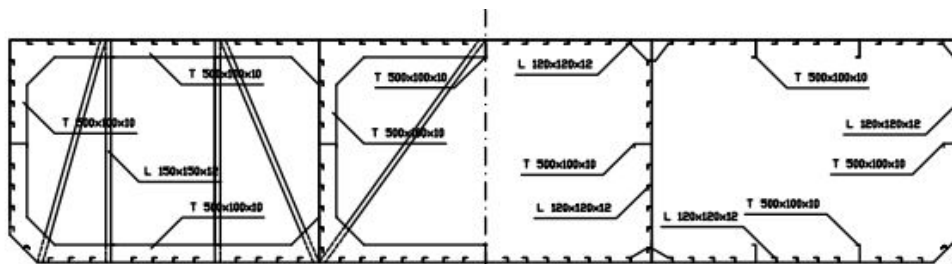
Pada perencanaan konversi *deck barge* menjadi *Self-Propelled CNG Barge* perlu ditambahkan konstruksi ruang muat, rumah geladak dan kamar mesin. Sehingga diperlukan perhitungan konstruksi pelat dan profil yang dibutuhkan sesuai dengan aturan kelas yang dijadikan acuan, yaitu ABS (*American Bureau of Shipping*). Untuk perhitungan konstruksi mengacu pada modul *Rules for Building and Classing Steel Vessel Part 3* dan *Rules for Building and Classing Steel Barge*. Untuk konstruksi awal kapal yang akan dilakukan perubahan, baik itu bentuk dan pembebanan juga dilakukan perhitungan kembali untuk mengecek apakah konstruksi tersebut memenuhi kekuatan minimum yang disyaratkan oleh peraturan ABS. Perhitungan ukuran pelat dan profil secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran D.

Untuk rekapitulasi ukuran pelat dan profil tambahan serta gambar *midship section* setelah konversi adalah sebagai berikut.

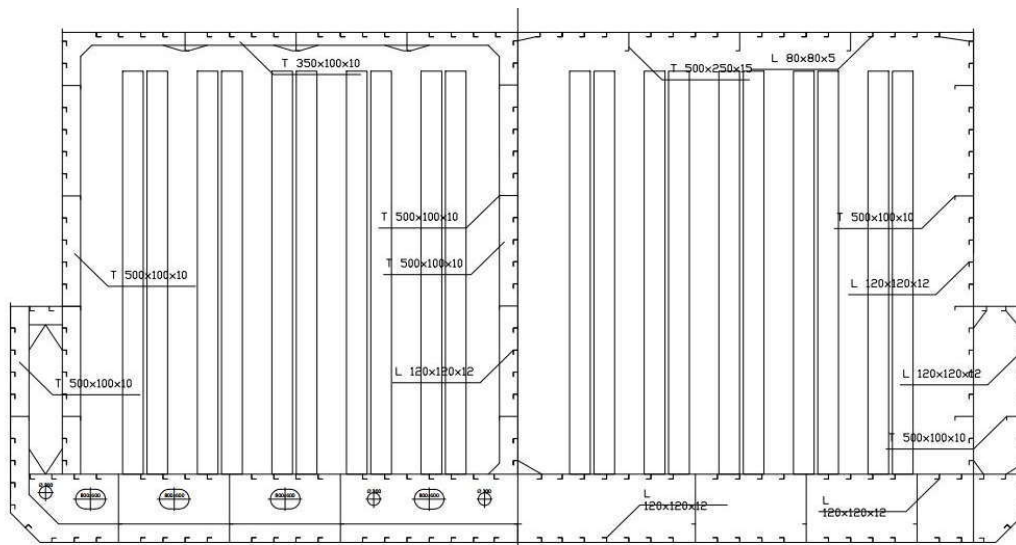
Tabel IV.8 Rekapitulasi ukuran pelat dan profil tambahan.

Raw	Item	Size			Total		
Ruang Muat							
Plate	Plat sisi	6000 x 1800 x 10	mm	900	m ²	83	lembar
	Plat sekat	6000 x 1800 x 7	mm	1175	m ²	109	lembar
	Plat top deck	6000 x 1800 x 7	mm	1836	m ²	170	lembar
	Senta sisi	T 500 x 100 x 10	mm	262	m ²	24	lembar
	Pelintang sisi	T 500 x 100 x 10	mm	533	m ²	49	lembar
	Senta sekat	T 500 x 100 x 10	mm	168	m ²	16	lembar
	Penumpu sekat	T 500 x 100 x 10	mm	266	m ²	25	lembar
	Penumpu geladak	T 500 x 250 x 15	mm	456	m ²	42	lembar
	Pelintang geladak	T 350 x 100 x 10	mm	407	m ²	38	lembar
	Plat Inner bottom	6000 x 1800 x 12	mm	2060	m ²	191	lembar
Girder	6000 x 1800 x 11	mm	709	m ²	66	lembar	
Solid Floor	6000 x 1800 x 11	mm	649	m ²	60	lembar	
Profile	Side long	L 120 x 120 x 12	mm	2401	m	400	lonjor
	Bhd Stiffener	L 120 x 120 x 12	mm	1241	m	207	lonjor
	Deck Long	L 80 x 80 x 5	mm	2401	m	400	lonjor
	Inner bottom Long	L 120 x 120 x 12	mm	2851	m	475	lonjor
Kamar Mesin							
Plate	Plat sisi dan bottom	6000 x 1800 x 12	mm	435	m ²	40	lembar
	Plat sekat km	6000 x 1800 x 8	mm	152	m ²	14	lembar
	Plat deck	6000 x 1800 x 7	mm	228	m ²	21	lembar
	penumpu bhd	T 450 x 100 x 10	mm	21	m ²	2	lembar
	senta bhd	T 450 x 100 x 10	mm	15	m ²	1	lembar
	Web	T 450 x 100 x 10	mm	18	m ²	2	lembar
	frame	L 250 x 100 x 10	mm	35	m ²	3	lembar
	Deck beam	L 175 x 100 x 10	mm	25	m ²	2	lembar
	Deck girder	T 300 x 100 x 10	mm	26	m ²	2	lembar
	Deck strongbeam	T 300 x 100 x 10	mm	44	m ²	4	lembar
	Deck beam 2	L 175 x 100 x 10	mm	136	m ²	13	lembar
	Deck girder 2	T 450 x 100 x 10	mm	35	m ²	3	lembar
	Deck strongbeam 2	T 450 x 100 x 10	mm	136	m ²	13	lembar
Profile	BHD Stiffener	L 120 x 120 x 10	mm	247	m	41	lonjor
DH 1&2							
Plate	Plat sekat	6000 x 1800 x 6	mm	51	m ²	10	lembar
	penumpu sekat	T 300 x 100 x 10	mm	5	m ²	2	lembar
	Pelat sisi	6000 x 1800 x 6	mm	72	m ²	14	lembar
	web	T 300 x 100 x 10	mm	12	m ²	4	lembar
	Pelat geladak	6000 x 1800 x 7	mm	171	m ²	32	lembar
	strong beam	T 300 x 100 x 10	mm	40	m ²	8	lembar
penumpu geladak	T 300 x 100 x 10	mm	21	m ²	4	lembar	

Profile	penegar sekat	L 100 x 50 x 10	mm	63	m	21	lonjor
	frame	L 100 x 50 x 10	mm	62	m	21	lonjor
	beam	L 125 x 50 x 10	mm	193	m	64	lonjor
DH 3&4							
Plate	Plat sekat	6000 x 1800 x 6	mm	63	m ²	12	lembar
	penumpu sekat	T 300 x 100 x 10	mm	10	m ²	2	lembar
	Pelat sisi	6000 x 1800 x 6	mm	35	m ²	8	lembar
	web	T 300 x 100 x 10	mm	6	m ²	2	lembar
	Pelat geladak	6000 x 1800 x 7	mm	95	m ²	18	lembar
	strong beam	T 300 x 100 x 10	mm	23	m ²	6	lembar
	penumpu geladak	T 300 x 100 x 10	mm	13	m ²	4	lembar
Profile	penegar sekat	L 100 x 50 x 10	mm	86	m	29	lonjor
	frame	L 100 x 50 x 10	mm	38	m	13	lonjor
	beam	L 125 x 50 x 10	mm	112	m	37	lonjor



(a)



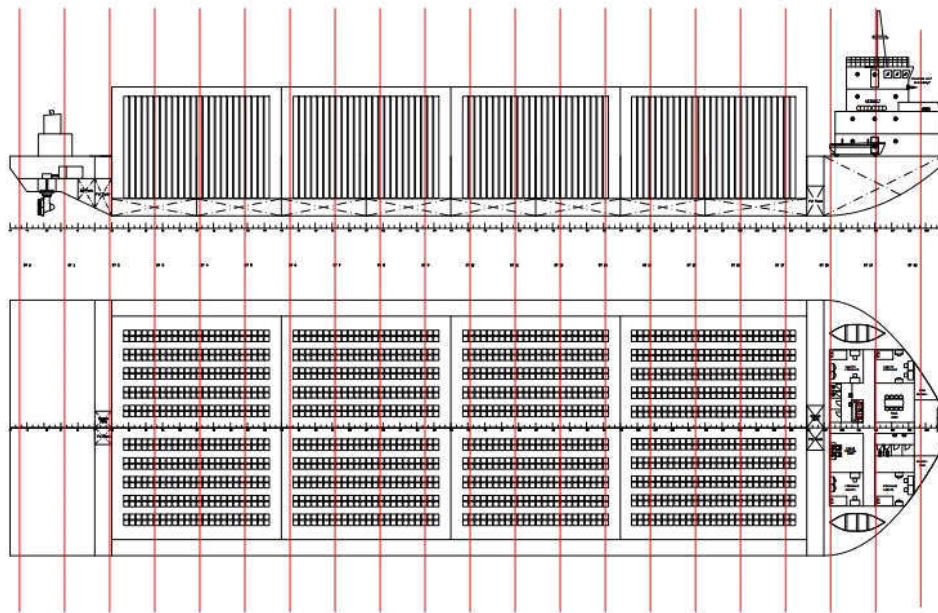
(b)

Gambar IV.24 (a) *Midship Section* sebelum konversi (b) *Midship Section* sesudah konversi.

IV.7. Perhitungan Berat dan Titik Berat Kapal

Berat kapal terdiri dari DWT (*Deadweight*) dan LWT (*Lightweight*), dimana pada berat DWT dihitung berdasarkan hasil desain awal kapal yang terdiri dari muatan (gas) serta *crew & consumable*, sedangkan berat LWT terdiri dari komponen berat lambung kapal (*hull weight*), ruang muat (*cargo hold*) dan rumah geladak (*deck house*) dihitung dengan metode *post per post*. Untuk rekapitulasi hasil perhitungannya dapat dilihat pada lampiran E.

Titik berat kapal dapat dihitung dari persebaran berat semua komponen berat disepanjang kapal. Sehingga harus dilakukan persebaran berat DWT dan LWT terlebih dahulu. Oleh karena itu untuk mempermudah perhitungan maka dilakukan pembagian panjang garis air kapal (Lwl) sebanyak 20 stasion, semakin banyak stasion perhitungan akan semakin akurat.



Gambar IV.25 Pembagian garis air menjadi 20 stasion

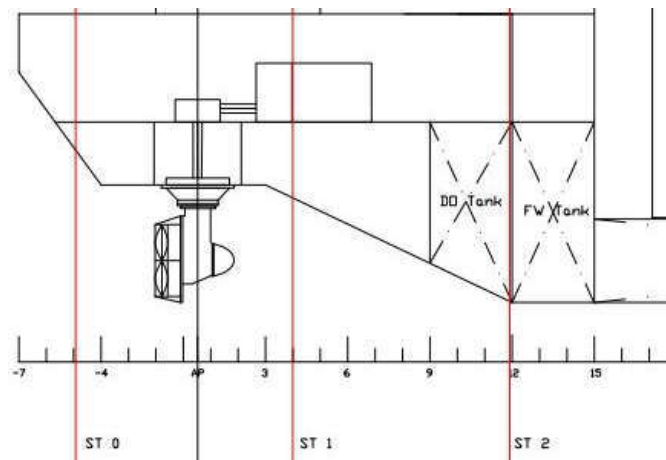
IV.7.1. Perhitungan dan Persebaran DWT

Komponen DWT terdiri dari berat muatan kapal, berat *crew*, dan berat *consumable*. Berikut adalah daftar komponen DWT kapal :

- Muatan : Gas = 926,130 ton
- Berat bahan bakar = 15,76 ton
- Berat bahan bakar mesin bantu = 2,36 ton
- Berat minyak pelumas = 10 ton
- Berat air tawar = 41,57 ton

- Jumlah & berat *crew* (ABK) = 23 orang
= 2,3 ton
- Berat bagasi = 1,15 ton
- Berat *provisions* = 0,25 ton

Komponen - komponen DWT disebarakan berdasarkan posisinya di kapal. Misalnya untuk persebaran berat tangki air tawar 1 yang terletak antara stasion 2 sampai 3, maka berat minyak mesin bantu disebarakan diantara stasion 2 sampai 3.



Gambar IV.26 Letak tangki air tawar 1 antara stasion 2 sampai 3

Persebaran berat tangki air tawar 1 :

- W = Berat tangki air tawar 1 = 16,72 ton
 l = panjang tangki = 1,83 m
 b = lebar tangki = 1,80 m
 t = tinggi tangki = 4,01 m

Tabel IV.9 Persebaran berat tangki air tawar 1

Station	q (ton/m)	q rata-rata [ton/m]	q(dist) depan	q(dist) belakang	(q) total
2	0,00				
		0,00	3,46	0	3,46
3	0,00				
				S =	3,46

$$W = S \times h = 16,72 \text{ ton}$$

Untuk perhitungan komponen berat DWT lainnya dilakukan dengan cara yang sama. Perhitungan secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran E. Setelah semua komponen berat selesai disebarakan kemudian dibuat rekapitulasi dari semua persebaran berat tersebut. Rekapitulasi persebaran berat DWT dapat dilihat pada tabel IV.10

Tabel IV.10 Rekapitulasi persebaran berat DWT

station	q(x) [ton/m]						q(x) total [ton/m]	lengan	momen
	tangki air tawar	b. b. mesin induk	b. b. mesin bantu	minyak pelumas	ABK, bagasi, provision	muatan			
0-1							0.00	-45.89	0.00
1-2		3.26	0.49	2.07			5.82	-41.06	-239.05
2-3	3.46					4.51	7.97	-36.23	-288.90
3-4						13.12	13.12	-31.40	-411.85
4-5						13.12	13.12	-26.57	-348.49
5-6						13.12	13.12	-21.74	-285.13
6-7						13.12	13.12	-16.91	-221.76
7-8						13.12	13.12	-12.08	-158.40
8-9						13.12	13.12	-7.25	-95.04
9-10						13.12	13.12	-2.42	-31.68
10-11						13.12	13.12	2.42	31.68
11-12						13.12	13.12	7.25	95.04
12-13						13.12	13.12	12.08	158.40
13-14						13.12	13.12	16.91	221.76
14-15						13.12	13.12	21.74	285.13
15-16						13.12	13.12	26.57	348.49
16-17						13.12	13.12	31.40	411.85
17-18	4.92					3.58	8.50	36.23	307.82
18-19					0.25		0.25	41.06	10.38
19-20					0.48		0.48	45.89	22.03
	8.38	3.26	0.49	2.07	0.73	191.71	206.64	Jumlah	-187.72
								LCB dr midship (m)	-0.91
								LCB dr AP (m)	46.05
								berat DWT [ton]	998.29

IV.7.2. Perhitungan dan Persebaran LWT

Komponen LWT terdiri dari berat muatan kapal, berat *crew*, dan berat *consumable*.

- Ruang Muatan : Tangki CNG = 4719.360 ton
Konstruksi RM = 787.083 ton
- *Hull* = 1301.641 ton
- *Deck House* = 82.937 ton
- *Equipment & Outfitting* = 212.795 ton
- Permesinan = 118.501 ton

Berat komponen – komponen LWT terdiri dari lambung kapal (*hull*) rumah geladak (*deck house*), permesinan (*machinery*), ruang muat (*cargo hold*), tangki CNG (*CNG tank*) serta peralatan dan perlengkapan (E&O). Sama seperti persebaran DWT, komponen - komponen LWT disebarakan berdasarkan posisinya di kapal. Untuk perhitungan lambung kapal terdiri dari berat lambung di bawah garis air dan di atas garis air. Berat lambung di bawah garis air bisa dihitung berdasarkan lengkung CSA atau lengkung luasan area setiap stasion di bawah sarat, yang nilainya sama dengan 2/3 dari berat lambung total. Dan sisanya adalah berat yang didistribusikan dalam luasan trapesium (Hughes, 1983). Rekapitulasi persebaran berat LWT dapat dilihat pada table IV.12.

Tabel IV.11 Rekapitulasi persebaran berat LWT

No	station	q(x) [ton/m]						q(x) total [ton/m]	lengan	momen
		DH	KM	CH	EO	CNG Tank	Hull			
1	0-1		12.35		2.20		11.00	25.55	-45.89	-1172.81
2	1-2		9.78		2.20		14.42	26.41	-41.06	-1084.33
3	2-3		0.10	6.57	2.20	22.99	15.66	47.53	-36.23	-1722.08
4	3-4			10.75	2.20	66.83	15.51	95.30	-31.40	-2992.60
5	4-5			10.75	2.20	66.83	15.36	95.15	-26.57	-2528.17
6	5-6			10.75	2.20	66.83	15.21	95.00	-21.74	-2065.21
7	6-7			10.75	2.20	66.83	15.06	94.85	-16.91	-1603.71
8	7-8			10.75	2.20	66.83	14.91	94.69	-12.08	-1143.68
9	8-9			10.75	2.20	66.83	14.75	94.54	-7.25	-685.11
10	9-10			10.75	2.20	66.83	14.60	94.39	-2.42	-228.00
11	10-11			10.75	2.20	66.83	14.45	94.24	2.42	227.64
12	11-12			10.75	2.20	66.83	14.30	94.09	7.25	681.81
13	12-13			10.75	2.20	66.83	14.15	93.94	12.08	1134.53
14	13-14			10.75	2.20	66.83	14.00	93.79	16.91	1585.77
15	14-15			10.75	2.20	66.83	13.85	93.63	21.74	2035.56
16	15-16			10.75	2.20	66.83	13.69	93.48	26.57	2483.88
17	16-17			10.75	2.20	66.83	13.54	93.33	31.40	2930.73
18	17-18	0.00		5.82	2.20	18.22	12.45	38.68	36.23	1401.60
19	18-19	6.16			2.20		8.38	16.74	41.06	687.49
20	19-20	10.99			2.20		4.15	17.35	45.89	796.10
							total [ton/m]	1492.69	total	-1260.60

Titik berat LWT = -0,84 m (dari Midship)

= 46,11 m (dari AP)

Berat LWT = 7211,17 ton

IV.7.3. Rekapitulasi Persebaran dan Titik Berat Kapal

Berikut adalah rekapitulasi dari persebaran LWT dan DWT yang telah dihitung serta perhitungan titik berat kapal.

Tabel IV.12 Rekapitulasi total persebaran berat LWT dan DWT

No.	Station	q [ton/m]			W [ton]	Lengan	Momen [tonm]
		LWT	DWT	total		m	
1	0-1	25.55	0.00	25.55	123.45	-45.89	-5665.83
2	1-2	26.41	5.82	32.23	155.69	-41.06	-6393.23
3	2-3	47.53	7.97	55.50	268.13	-36.23	-9715.07
4	3-4	95.30	13.12	108.42	523.76	-31.40	-16446.90
5	4-5	95.15	13.12	108.27	523.03	-26.57	-13897.15
6	5-6	95.00	13.12	108.11	522.30	-21.74	-11354.48
7	6-7	94.85	13.12	107.96	521.56	-16.91	-8818.88
8	7-8	94.69	13.12	107.81	520.83	-12.08	-6290.36
9	8-9	94.54	13.12	107.66	520.10	-7.25	-3768.91
10	9-10	94.39	13.12	107.51	519.37	-2.42	-1254.53
11	10-11	94.24	13.12	107.36	518.64	2.42	1252.77
12	11-12	94.09	13.12	107.20	517.90	7.25	3752.99
13	12-13	93.94	13.12	107.05	517.17	12.08	6246.14
14	13-14	93.79	13.12	106.90	516.44	16.91	8732.22
15	14-15	93.63	13.12	106.75	515.71	21.74	11211.22
16	15-16	93.48	13.12	106.60	514.98	26.57	13683.15
17	16-17	93.33	13.12	106.45	514.24	31.40	16148.00
18	17-18	38.68	8.50	47.18	227.92	36.23	8258.22
19	18-19	16.74	0.25	16.99	82.10	41.06	3371.43
20	19-20	17.35	0.48	17.83	86.12	45.89	3952.39
		1492.69	206.64	1699.33	8209.45		-6996.81
		S ₁	S ₂	S ₃	S ₄		S ₅

$$\begin{aligned}
 h &= 4.83 \text{ m , (jarak antar station)} \\
 \text{Berat total} &= S_4 \\
 &= 8209.5 \text{ ton} \\
 \text{LCG} &= S_5/S_4 \\
 &= -6996.81 / 8209.4515 \\
 &= -0.852 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Koreksi Displacement Kapal

$$\begin{aligned}
 \text{Berat DWT Kapal} &= S_2 \times h \\
 &= 206.64 \times 4.83 \\
 &= 998.3 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat LWT Kapal} &= S_1 \times h \\
 &= 1492.69 \times 4.83 \\
 &= 7211.17 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat DWT + LWT Kapal} &= 998.29 + 7211.17 \\ &= 8209.5 \text{ ton} \end{aligned}$$

a. Koreksi *Displacement* Kapal

$$\text{Berat DWT + LWT Kapal} = 8209.5 \text{ ton}$$

$$\text{Displacement Kapal} = 8210.7 \text{ ton}$$

Koreksi *Displacement* Kapal :

$$(\text{Displacement Kapal} - W (\text{DWT} + \text{LWT}) \times 100\%) / W (\text{DWT} + \text{LWT}) = 0,008 \%$$

b. Koreksi LCG dan LCB Kapal

$$\text{LCG} = -0.852 \text{ m} = 46.10 \text{ m dar AP}$$

$$\text{LCB} = -0.779 \text{ m} = 46.18 \text{ m dar AP}$$

Koreksi LCG dan LCB Kapal :

$$(\text{LCB Kapal} - \text{LCG Kapal} \times 100\%) / \text{LCG Kapal} = -8.60 \%$$

Sehingga dari perhitungan diatas ditemukan bahwa nilai LCG kapal adalah – 0,852 m, yang artinya letak titik beral kapal adalah 0,852 m dibelakang *midship*. Serta nilai LCB kapal adalah – 0,779 m, yang artinya letak titik beral kapal yang tecelup air adalah 0,779 m dibelakang *midship*.

IV.8. Perhitungan Kekuatan Memanjang

Perhitungan kekuatan memanjang kapal terdiri dari pengecekan modulus terhadap konstruksi memanjang kapal, pengecekan momen inersia kapal, dan pengecekan tegangan kapal baik saat kondisi air tenang maupun kondisi aor bergelombang (*hogging* dan *sagging*). Untuk menghitung tegangan kapal harus dilakukan perhitungan gaya lintang dan momen terlebih dahulu. Perhitungan gaya lintang dan momen dapat dihitung dari hasil persebaran berat kapal.

IV.8.1. Perhitungan Gaya Lintang

Sebelum pemeriksaan tegangan lengkung kapal maka harus dilakukan perhitungan gaya lintang dan momen lengkung terlebih dahulu. Momen lengkung dibagian ujung kapal harus nol. Sehingga harus dilakukan pemeriksaan terhadap koreksi gaya lintang dan momen. Ada dua jenis koreksi, yaitu koreksi linier dan koreksi non-linier. Untuk gaya lintang dibagian ujung depan kapal yang tidak lebih dari 3% gaya lintang maksimum, dan momen yang tidak lebih

dari 6% momen maksimum, digunakan jenis koreksi linier. Jika melebihi batasan tersebut maka digunakan koreksi non linier.

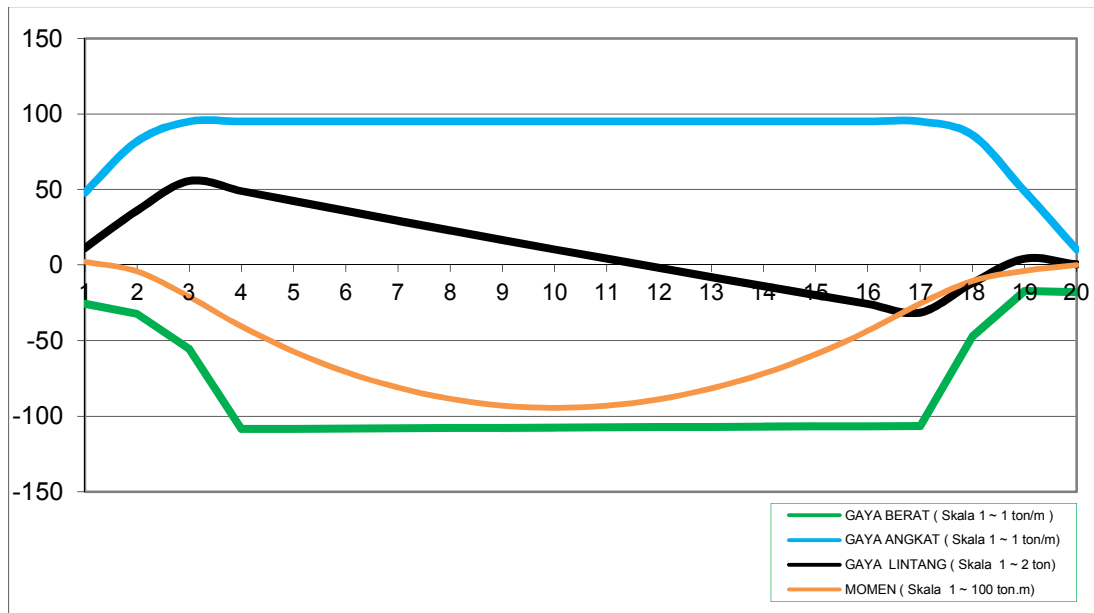
Perhitungan gaya lintang dan momen lengkung secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran F. Dari hasil perhitungan didapatkan nilai nilai gaya lintang dan momen lengkung sebagai berikut :

- Gaya lintang maksimum (Q_{max}) = 538.582 ton
 $3\% \times Q_{max} = 16.157$ ton
 Gaya lintang diujung depan (Q_r) = 3.441 ton < 16.157 ton, sehingga dilakukan koreksi secara linier.
- Momen maksimum (M_{max}) = 14531.298 ton.m
 $6\% \times M_{max} = 871.878$ ton.m
 Momen diujung depan (M_r) = 9414.115 ton.m < 871.878 ton.m, sehingga dilakukan koreksi secara non linier.

Tabel IV.13 Hasil koreksi gaya lintang dan momen

Station	$\Delta \Sigma f(x) =$ - $\times / l. \Sigma \Sigma f(x)_{FP}$ [ton/m]	$\Sigma \Sigma f'(x)$ [8] + [9] [ton/m]	Q(x) [7] * b [ton]	M(x) [10]*b*b/2 [ton m]
[1]	[9]	[10]	[11]	[12]
0-1	-40.34	-17.95	108.13	-209.51
1-2	-80.67	36.02	347.47	420.30
2-3	-121.01	178.98	538.07	2088.61
3-4	-161.35	347.94	473.03	4060.21
4-5	-201.69	490.12	408.72	5719.38
5-6	-242.02	605.84	345.15	7069.66
6-7	-282.36	695.38	282.31	8114.60
7-8	-322.70	759.06	220.20	8857.72
8-9	-363.03	797.18	158.83	9302.57
9-10	-403.37	810.05	98.18	9452.68
10-11	-443.71	797.96	38.27	9311.58
11-12	-484.05	761.21	-20.91	8882.83
12-13	-524.38	700.12	-79.35	8169.95
13-14	-564.72	614.99	-137.07	7176.48
14-15	-605.06	506.11	-194.05	5905.95
15-16	-645.39	373.79	-250.30	4361.92
16-17	-685.73	218.34	-305.82	2547.90
17-18	-726.07	90.23	-118.22	1052.94
18-19	-766.41	32.88	36.02	383.69
19-20	-806.74	0.00	0.00	0.00

Untuk kurva gaya lintang, momen air tenang dan gaya berat kapal adalah sebagai berikut :



Gambar IV.27 Kurva gaya lintang, momen air tenang dan gaya berat kapal

IV.8.2. Perhitungan Momen Saat Kondisi Bergelombang

Perhitungan momen lengkung juga dilakukan pada saat kondisi air bergelombang, yaitu pada saat hogging atau sagging. Untuk perhitungan pada kondisi air bergelombang mengacu pada *ABS Rules for Building and Classing Steel Vessels 3-2.1/3.5*. Dimana rumus untuk mendapatkan nilai momen lengkung pada saat kondisi air bergelombang sebagai berikut :

$$M_T = M_W + M_{SW} \quad [\text{kNm}]$$

$$M_{SW} = \textit{still water bending moment} \quad [\text{kNm}]$$

$$M_{WS} = - K1.C1.L2.B(Cb+0.7). 10^{-3} \quad [\text{kNm}]$$

$$M_{WH} = K1.C1.L2.B.Cb. 10^{-3} \quad [\text{kNm}]$$

Dimana :

$$M_T = \textit{total bending moment in the seaway}$$

$$M_{SW} = \textit{still water bending moment of the actual loading or ballast condition considered (positif sign for hogging, negativ sign for sagging)}$$

$$M_{WS} = \textit{vertical wave bending moment for sagging}$$

$$M_{WH} = \textit{vertical wave bending moment for hogging}$$

Perhitungan momen pada kondisi air bergelombang secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran F. Dan hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel IV.15 dan tabel IV.16.

Tabel IV.14 Hasil perhitungan momen pada kondisi *hogging*

St.	x/L	C _{MH}	M _{wh} (kNm)	M _{sw} (kNm)	M _T (kNm)	Range x/L
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	untuk x/L < 0.4
1	0.050	0.125	24754.150	53.101	24807.252	
2	0.100	0.250	49508.301	189.829	49698.130	
3	0.150	0.375	74262.451	383.795	74646.246	
4	0.200	0.500	99016.601	632.393	99648.994	
5	0.250	0.625	123770.752	918.352	124689.104	
6	0.300	0.750	148524.902	1113.060	149637.962	
7	0.350	0.875	173279.052	1155.395	174434.447	
8	0.400	1.000	198033.203	1142.619	199175.822	
9	0.450	1.000	198033.203	1114.966	199148.169	untuk 0.4 ≤ x/L ≤ 0.65
10	0.500	1.000	198033.203	1069.142	199102.345	
11	0.550	1.000	198033.203	1005.803	199039.005	
12	0.600	1.000	198033.203	928.027	198961.230	
13	0.650	1.000	198033.203	837.870	198871.072	untuk x/L > 0.65
14	0.700	0.857	169742.745	734.962	170477.707	
15	0.750	0.714	141452.288	619.261	142071.549	
16	0.800	0.571	113161.830	492.013	113653.843	
17	0.850	0.429	84871.373	354.265	85225.638	
18	0.900	0.286	56580.915	210.195	56791.110	
19	0.950	0.143	28290.458	69.632	28360.089	
20	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	

Jadi :

$$M(\tau)_{\max} = 199175.8 \text{ kNm}$$

$$M(\tau)_{\max} = 20303.346 \text{ Ton.m}$$

Tabel IV.15 Hasil perhitungan momen pada kondisi *sagging*

St.	x/L	c _{ms}	M _{ws} (kNm)	M _{sw} (kNm)	M _T (kNm)	Range x/L
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	untuk x/L < 0.4
1	0.050	0.125	44114.938	-53.101	44061.837	
2	0.100	0.250	88229.877	-189.829	88040.047	
3	0.150	0.375	132344.815	-383.795	131961.020	
4	0.200	0.500	176459.753	-632.393	175827.360	
5	0.250	0.625	220574.692	-918.352	219656.340	
6	0.300	0.750	264689.630	-1113.060	263576.570	
7	0.350	0.875	308804.568	-1155.395	307649.173	
8	0.400	1.000	352919.506	-1142.619	351776.887	untuk 0.4 ≤ x/L ≤ 0.65
9	0.450	1.000	352919.506	-1114.966	351804.540	
10	0.500	1.000	352919.506	-1069.142	351850.364	
11	0.550	1.000	352919.506	-1005.803	351913.704	
12	0.600	1.000	352919.506	-928.027	351991.480	

13	0.650	1.000	352919.506	-837.870	352081.637	untuk $x/L > 0.65$
14	0.700	0.857	302502.434	-734.962	301767.472	
15	0.750	0.714	252085.362	-619.261	251466.101	
16	0.800	0.571	201668.289	-492.013	201176.277	
17	0.850	0.429	151251.217	-354.265	150896.952	
18	0.900	0.286	100834.145	-210.195	100623.950	
19	0.950	0.143	50417.072	-69.632	50347.441	
20	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	

Jadi :

$$M_{(T) \max} = 352081.66 \text{ kNm}$$

$$M_{(T) \max} = 35890.08 \text{ Ton.m}$$

IV.8.3. Perhitungan Tegangan Kapal

Perhitungan tegangan kapal dilakukan pada dua kondisi, yaitu pada kondisi air tenang dan kondisi air bergelombang. Nilai tegangan pada kondisi air tenang dan air bergelombang didapatkan dari hasil bagi momen maksimum ($M(x)_{\max}$) pada setiap kondisi dibagi nilai modulus alas ($W_{\text{bott.}}$) dan geladak (W_{deck}) yang diperoleh pada perhitungan modulus. Perhitungan untuk mendapatkan nilai tegangan kapal adalah sebagai berikut :

- Tegangan pada kondisi air tenang

$$W_{\text{bott.}} = 10.176.778 \text{ cm}^3$$

$$W_{\text{deck}} = 20.604.501 \text{ cm}^3$$

$$M(x)_{\max} = 121.355.351,19 \text{ kg.cm}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{deck}} &= M(x)_{\max} / W_{\text{deck}} \\ &= 6.044 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{bott}} &= M(x)_{\max} / W_{\text{bott}} \\ &= -12.236 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

- Tegangan pada kondisi air bergelombang

1. Kondisi *Hogging*

$$M(x)_{\max} = 3589007511.89 \text{ kg.cm}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{deck}} &= M(x)_{\max} / W_{\text{deck}} \\ &= 174.19 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{bott}} &= M(x)_{\max} / W_{\text{bott}} \\ &= -352.67 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

2. Kondisi *Sagging*

$$M(x)_{\max} = 2030334574.37 \text{ kg.cm}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{deck}} &= M(x)_{\max} / W_{\text{deck}} \\ &= -98.54 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{bott}} &= M(x)_{\max} / W_{\text{bott}} \\ &= 199.51 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Sedangkan besarnya tegangan maksimum yang diijinkan menurut Dari ABS 2019 part.3 sec. 3-2-1/3.7 adalah :

$$\begin{aligned}
 f_p &= \text{Nominal permissible bending stress} \\
 &= 17.5 \quad (\text{kN/cm}^2) \\
 &= 175 \quad (\text{N/mm}^2) \\
 &= 1783.89 \quad \text{kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

Besarnya tegangan maksimum yang diijinkan ABS adalah 175 N/mm². Nilai ini kemudian dibandingkan dengan tegangan desain. Hasil pemeriksaan perbandingan tersebut dapat dilihat pada tabel IV.17.

Tabel IV.16 Hasil pemeriksaan tegangan kapal

	σ Desain (N/mm ²)	σ ijin (N/mm ²)	Koreksi
1. Kondisi air tenang			
σ bottom	-1.200	175	memenuhi
σ deck	0.593	175	memenuhi
2. Kondisi hogging			
σ bottom	34.597	175	memenuhi
σ deck	17.088	175	memenuhi
3. Kondisi sagging			
σ bottom	19.572	175	memenuhi
σ deck	9.667	175	memenuhi

IV.8.4. Perhitungan Modulus dan Momen Inersia

Pemeriksaan modulus dan momen inersia diperlukan untuk mengetahui apakah komponen konstruksi yang dipasang pada kapal sudah memenuhi ketentuan ABS, yaitu Dari ABS Rules for Building and Classing Steel Barges 2019 Chapter 3 sec. 3-2-1/3.1 mengenai kekuatan memanjang. Jika tidak memenuhi maka ada pelat dan profil yang harus diganti agar modulus dan momen inersia memenuhi. Karena kapal memiliki sistem konstruksi melintang, maka komponen konstruksi memanjang hanya terdiri dari penumpu alas, penumpu geladak, dan pelat.

1. Perhitungan Modulus

Untuk perhitungan modulus secara keseluruhan dapat dilihat di Lampiran 7. Sedangkan hasil perhitungan modulus dan momen inersia adalah sebagai berikut :

Titik berat terhadap alas (z_1) = 429,075 cm

Titik berat terhadap geladak (z_2) = 211,92 cm

Momen inersia keseluruhan (I_{xx}) = 7.886.278.698,37 cm⁴

Momen inersia di titik berat (I_{NA}) = 4.366.603.556,37 cm⁴

$$\begin{aligned} \text{Modulus penampang terhadap alas } (W_{bot}) &= \frac{I_{NA}}{z_1} = \frac{4.366.603.556,37}{429,075} \\ &= 10.176.778 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Modulus penampang terhadap geladak } (W_{deck}) &= \frac{I_{NA}}{z_2} = \frac{4.366.603.556,37}{211,92} \\ &= 20.604.501 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Modulus minimum yang diijinkan menurut ABS Rules for Building and Classing Steel Barges 2019 Chapter 3 sec. 3-2-1/3.1 adalah :

$$\begin{aligned} \text{SMR} &= \text{KSMb} && \text{cm}^2\text{-m} \\ &= 35.196,274 && \text{cm}^2\text{-m} \\ &= 3.519.627,44 && \text{cm}^3 \end{aligned}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} K &= 1.00 \\ \text{SMb} &= C1.C2.L.B.(Cb + 0,7) && \text{cm}^2\text{-m} \\ &= 90.009,783 && \text{cm}^2\text{-m} \\ Cb &= 0.895 \\ C1 &= 10.75 - (300 - L/100)^{1.5} && 90 \leq L \leq 300 \text{ m} \\ &= 7.94 \\ C2 &= 0.010 \end{aligned}$$

Sehingga, $W_{min} = 3.519.627,44 \text{ cm}^3$

Modulus desain atau hasil perhitungan kemudian dibandingkan dengan modulus minimum menurut ketentuan ABS, seperti yang dapat dilihat pada tabel. Modulus desain harus lebih besar atau sama dengan modulus minimum menurut ABS.

Tabel IV.17 Pemeriksaan modulus

	WDesain (cm ³)	Wmin (cm ³)	Koreksi
<i>Wbottom</i>	10.176.777,86	3.519.627,44	memenuhi
<i>Wdeck</i>	20.604.500,71	3.519.627,44	memenuhi

2. Perhitungan momen inersia

Momen inersia minimum yang diijinkan menurut ABS *Rules for Building and Classing Steel Barges 2019 Chapter 3 sec. 3-2-1/5* adalah:

$$\begin{aligned} I &= 0.03 \text{ SMRL} \quad \text{cm}^2\text{-m}^2 \\ \text{Dimana,} \\ \text{SMR} &= 35.196,274 \quad \text{cm}^2\text{-m} \\ L &= 100,65 \quad \text{m} \\ \text{Sehingga,} \\ I &= 3 \times 10^{-2} \times 35.196,274 \times 100.65 \\ &= 106.275,15 \quad \text{cm}^2\text{-m}^2 \\ &= 1.062.751.505,47 \quad \text{cm}^4 \end{aligned}$$

Dimana, Momen Inersia hasil dari Perhitungan adalah:

$$I_{na} = 4.366.603.556,37 \quad \text{cm}^4$$

Momen inersia desain atau hasil perhitungan kemudian dibandingkan dengan momen inersia minimum menurut ketentuan ABS. Karena nilai momen inersia desain (I_{NA}) lebih besar, maka telah memenuhi ketentuan ABS.

IV.9. Perhitungan Freeboard

Nilai *freeboard* atau lambung timbul adalah selisih antara tinggi (H) dan sarat (T) kapal. Setiap ukuran kapal yang berbeda memiliki nilai standar *freeboard* yang berbeda, sehingga perlu dilakukan pemeriksaan. Pemeriksaan *freeboard* atau lambung timbul mengacu pada ketentuan *International Convention on Load Lines (ICLL) 1966* dari IMO (*International Maritime Organization*).

Pemeriksaan kondisi lambung timbul dilakukan pada kondisi kapal sebelum maupun sesudah dilakukan konversi. Kondisi kapal sebelum maupun sesudah dilakukan konversi termasuk dalam kategori kapal dengan muatan selain minyak, sehingga ukuran *freeboard* standarnya termasuk dalam kategori kapal tipe B. Langkah-langkah untuk pemeriksaan kondisi *freeboard* adalah sebagai berikut :

1. Perhitungan *freeboard* awal

Untuk menghitung nilai *freeboard* awal dapat dilakukan dengan cara interpolasi dari tabel 28 pada ICLL Reg. III/28. Terdapat dua pilihan tabel, yaitu tabel untuk kapal tipe A dan tabel untuk kapal tipe B, sehingga menggunakan tabel untuk kapal tipe B.

Tabel IV.18 *Freeboard* untuk kapal tipe B

Length of ship (metres)	Freeboard (milli-metres)
.....
92	1116
93	1135
94	1154
95	1172
96	1190
97	1209
.....

Panjang kapal (L_{pp}) adalah 94,32 meter, sehingga dari tabel IV.20 interpolasi dilakukan antara panjang kapal 94 meter dan 95 meter. Besarnya *freeboard* awal adalah :

$$\begin{aligned} Fb. &= \frac{(94,32 - 94)}{(95 - 94)} \times (1172 - 1154) + 1154 \\ &= 1152,38 \text{ mm} \end{aligned}$$

2. Koreksi *Freeboard*

Kondisi *superstructure*, koefisien blok (C_b) kapal, *sheer*, tinggi *superstructure*, berpengaruh terhadap ukuran standar *freeboard*, sehingga perlu dilakukan koreksi-koreksi untuk mendapatkan nilai *freeboard* standar. Perhitungan dilakukan berdasarkan ketentuan ICLL 1966.

- Koreksi panjang efektif *superstructure*

Bangunan atas kapal lebarnya tidak ada yang mencapai 0.96 lebar kapal. Karena kapal tidak memiliki *superstructure*, sehingga tidak dilakukan koreksi.

- Koreksi koefisien blok (C_b)

Menurut ICLL Reg. III/30, koreksi terhadap C_b dilakukan untuk nilai C_b lebih dari 0.68. Karena nilai C_b kapal 0.896, yang berarti lebih dari 0,68 sehingga perlu dilakukan koreksi dengan perhitungan berikut :

$$\begin{aligned} Fb_1 &= Fb \frac{C_b + 0,68}{1,36} \\ &= 1334,558 \text{ mm} \\ &= 1,335 \text{ m} \end{aligned}$$

- Koreksi Depth (D)

$$D = H = 6,410 \text{ m}$$

$$L/15 = 6,261 \text{ m}$$

$$D = H > L/15, \text{ sehingga ada koreksi}$$

$$\text{Koreksi} = (D-L/15) (L/0.48) \text{ mm}$$

$$= -1141,267 \text{ mm}$$

$$Fb = 1.164,129 \text{ mm}$$

$$= 1,164 \text{ m}$$

- Koreksi *sheer*
Kapal tidak memiliki *sheer*, sehingga tidak perlu dilakukan koreksi.
- Koreksi tinggi *superstructure*
Kapal tidak memiliki *superstructure*, sehingga tidak perlu dilakukan koreksi.

Dengan langkah yang sama dilakukan pada perhitungan *freeboard* kapal setelah dikonversi. Perhitungan secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran G. Dan untuk hasil pemeriksaan nilai *freeboard* kapal dapat dilihat pada tabel.

Tabel IV.19 Hasil pemeriksaan *freeboard*

Kondisi Kapal	<i>Freeboard</i> Standar (m)	<i>Freeboard</i> Sebenarnya (m)	Koreksi
Kapal Kosong	1,164	3,410	memenuhi
Kapal Bermuatan	1,164	3,035	memenuhi

Pada tabel IV.21 dapat dilihat bahwa kondisi *freeboard* kapal telah memenuhi ketentuan ICLL 1966, nilai *freeboard* standar setelah koreksi adalah 1,164 m, sedangkan *freeboard* sebenarnya 3,035 m.

IV.10. Perhitungan Tonnage

Perhitungan *tonnage* atau tonase ada dua, yaitu gross tonnage (GT) dan *net tonnage* (NT). Ukuran *tonnage* kapal diperlukan pada saat proses pembayaran pajak dan sejenisnya. Dikarenakan setelah dilakukan konversi ada perubahan berat muatan dan penambahan bangunan atas maka perlu dilakukan perhitungan tonase kapal setelah dikonversi.

Besarnya tonase kapal dihitung berdasarkan *International Convention on Tonnage Measurement of Ships* 1969. Untuk perhitungan tonase secara keseluruhan dapat dilihat di Lampiran H, sedangkan hasil perhitungannya adalah sebagai berikut :

– Perhitungan *Gross Tonnage* (GT)

Gross Tonnage (GT) merupakan ukuran volume ruangan kapal yang tertutup secara keseluruhan, mulai dari ruangan kapal di bawah geladak cuaca (V_U) sampai ruangan bangunan atas kapal (V_H). Perhitungan secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran H. Dan hasil perhitungan adalah sebagai berikut :

- Volume ruangan tertutup di bawah geladak cuaca

$$V_U = 18.157,023 \text{ m}^3$$

- Volume ruang tertutup di atas geladak cuaca

$$V_H = 16.426,206 \text{ m}^3$$

- Total volume ruang tertutup

$$\begin{aligned} V &= V_U + V_H \\ &= 34.523,432 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- $K_1 = 0,2 + 0,02 \cdot \log V$

$$= 0,291$$

$$GT = V \cdot K_1$$

$$= 10.038$$

– Perhitungan *Net Tonnage* (NT)

Net Tonnage (NT) adalah volume ruang muat kapal (V_C) dengan memperhitungkan jumlah orang dalam kapal. Perhitungan secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 9. Dan hasil perhitungan adalah sebagai berikut :

- Volume Ruang Muat

$$V_C = 22.193,874 \text{ m}^3$$

- $K_2 = 0.2 + 0.02 \cdot \log V_C$

$$= 0,287$$

- $K_3 = 1.25 \frac{GT+10000}{10000}$

$$= 1,564$$

$$NT = a + K_3 \cdot \left(N1 \cdot \frac{N1}{10} \right)$$

$$= 3145$$

IV.11. Perhitungan Stabilitas

Stabilitas yang baik merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi pada proses desain kapal. Analisis stabilitas digunakan untuk mengetahui keseimbangan kapal secara melintang pada kriteria kondisi pembebanan (*loadcase*). Untuk proses analisisnya dilakukan skenario pembebanan (*loadcase*) dengan kondisi kapal saat beroperasi dan setelah itu dilakukan pemeriksaan yang mengacu pada aturan IMO.

IV.11.1. Skenario Pembebanan (*Loadcase*)

Dilakukan pembuatan 4 skenario kondisi pembebanan (*loadcase*) untuk analisis stabilitas, yaitu :

1. *Loadcase 1*

Untuk skenario *loadcase 1* adalah kondisi kapal saat berangkat dengan muatan dan *consumable* kapal penuh (muatan 100%, *consumable* 100%). Untuk komponen dan titik berat muatan pada skenario *loadcase 1* adalah sebagai berikut.

Tabel IV.20 Komponen Berat Skenario *Loadcase 1*

Konponen Berat	Berat Bagian	Berat (ton)	KG	
DWT	Gas	926.130	7.325	
	<i>Crew & Consumbale</i>	73.400	2.571	
Total		999.530	6.976	
LWT	<i>Hull</i>	1301.641	2.088	
	<i>Superstructure</i>	787.083	9.444	
	<i>Cargo hold Construction</i>	82.937	11.370	
	E & O	212.788	6.410	
	Mesin & Perlengkapan	107.401	4.010	
	CNG Tank	4719.360	7.325	
Total		7211.210	6.581	
		<i>Displacement (ton) =</i>	8210.741	6.629
		LCG (dari berat sebaran) =	46.047	(dari AP)

2. *Loadcase 2*

Untuk skenario *loadcase 2* adalah kondisi kapal saat berlayar di tengah perjalanan, yaitu dengan muatan 100% dan *consumable* kapal 50%. Untuk komponen dan titik berat muatan pada skenario *loadcase 2* adalah sebagai berikut.

Tabel IV.21 Komponen Berat Skenario *Loadcase 2*

Konponen Berat	Berat Bagian	Berat (ton)	KG
DWT	Gas	926.130	7.325
	<i>Crew & Consumbale</i>	36.700	2.571
Total		962.830	7.144
LWT	<i>Hull</i>	1301.641	2.088
	<i>Superstructure</i>	787.083	9.444
	<i>Cargo hold Construction</i>	82.937	11.370
	E & O	212.788	6.410
	Mesin & Perlengkapan	107.401	4.010
	<i>CNG Tank</i>	4719.360	7.325
Total		7211.210	6.581
		<i>Displacement (ton) =</i>	8174.041
		LCG (dari berat sebaran) =	47.356 (dari AP)

3. *Loadcase 3*

Untuk skenario *loadcase 3* adalah kondisi kapal saat berlayar di tengah perjalanan dengan tanpa muatan dan *consumable* kapal 50%, yaitu pada saat kapal telah melakukan *unloading* muatan (gas), dan kembali ke tempat pemuatan gas untuk suplai berikutnya. Untuk komponen dan titik berat muatan pada skenario *loadcase 3* adalah sebagai berikut.

Tabel IV.22 Komponen Berat Skenario *Loadcase 3*

Konponen Berat	Berat Bagian	Berat (ton)	KG
DWT	Water Ballast	300.000	0.925
	<i>Crew & Consumbale</i>	36.700	2.571
Total		336.700	1.104
LWT	<i>Hull</i>	1301.641	2.088
	<i>Superstructure</i>	787.083	9.444
	<i>Cargo hold Construction</i>	82.937	11.370
	E & O	212.788	6.410
	Mesin & Perlengkapan	107.401	4.010
	<i>CNG Tank</i>	4719.360	7.325
Total		7211.210	6.581
		<i>Displacement (ton) =</i>	7547.910
		LCG DWT (dari sebaran) =	56.86 (dari AP)

4. *Loadcase 4*

Untuk skenario *loadcase 4* adalah kondisi kapal tanpa muatan dan tanpa *consumable* (muatan 0%, *consumable* 0%), yaitu pada saat kapal telah sampai pada tempat

pengangkutan muatan untuk suplai berikutnya. Pada kondisi ini juga dilakukan penambahan *Water Ballast* yang ditambahkan pada *double bottom* untuk memperbaiki stabilitas kapal. Untuk komponen dan titik berat muatan pada skenario *loadcase 2* adalah sebagai berikut.

Tabel IV.23 Komponen Berat Skenario *Loadcase 4*

Konponen Berat	Berat Bagian	Berat (ton)	KG
DWT	<i>Gas + Crew & Consumbale</i>	0.000	0.000
	<i>Water Ballast</i>	300.000	0.925
Total		300.000	0.925
LWT	<i>Hull</i>	1301.641	2.088
	<i>Superstructure</i>	787.083	9.444
	<i>Cargo hold Construction</i>	82.937	11.370
	E & O	212.788	6.410
	Mesin & Perlengkapan	107.401	4.010
	CNG Tank	4719.360	7.325
Total		7211.210	6.581
		<i>Displacement (ton) =</i>	7511.210
		LCG DWT (dari sebaran) =	46.955 (dari AP)

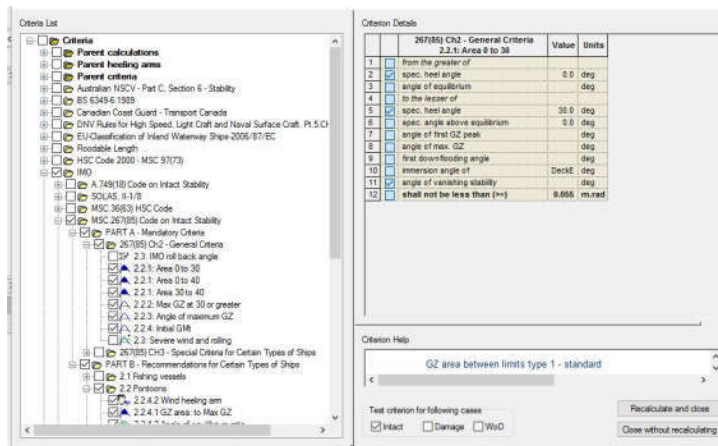
IV.11.2. Pemeriksaan Kondisi Stabilitas

Untuk proses analisis stabilitas pada tiap – tiap skenario *loadcase* dilakukan dengan menggunakan bantuan *software Maxsurf Stability*. Sedangkan untuk kriteria stabilitas yang digunakan mengacu pada *IMO Resolution MSC 267(85) Chapter 2* mengenai kriteria umum stabilitas minimum kapal. Kriteria tersebut antara lain sebagai berikut:

- Luas dibawah lengan stabilitas (righting lever curve / GZ curve) tidak boleh kurang dari 0,055 m-rad sampai pada sudut kemiringan (heeling angle) 30^0 .
- Luas dibawah lengan stabilitas (righting lever curve / GZ curve) tidak boleh kurang dari 0,090 m-rad sampai pada sudut kemiringan (heeling angle) 40^0 atau flooding angle θ_f jika sudut ini kurang dari 40^0 .
- Luas dibawah righting lever curve (GZ curve) antara 30^0 dan 40^0 atau antara 30^0 dan θ_f , tidak boleh kurang dari 0,030 m.rad
- Lengan stabilitas GZ harus minimal 0,2 m pada heeling angle yang tidak boleh kurang dari 30^0 .
- Righting lever maksimum (GZmax) diperoleh pada sudut yang dapat lebih dari 30^0 tetapi tidak kurang dari 25^0 .

- f. Tinggi metacenter (GM) tidak boleh kurang dari 0,35 m untuk kapal geladak tunggal. Pada kapal dengan bangunan atas (superstructure) penuh, setelah koreksi terhadap efek permukaan bebas (free surface), tinggi metacentra (MG) tidak boleh kurang dari 0,15 m.

Pada *Maxsurf Stability* analisis kriteria stabilitas dapat diatur melalui menu *analysis – criteria*. Pada kotak dialog *criteria* terdapat banyak pilihan kriteria untuk analisis stabilitas.

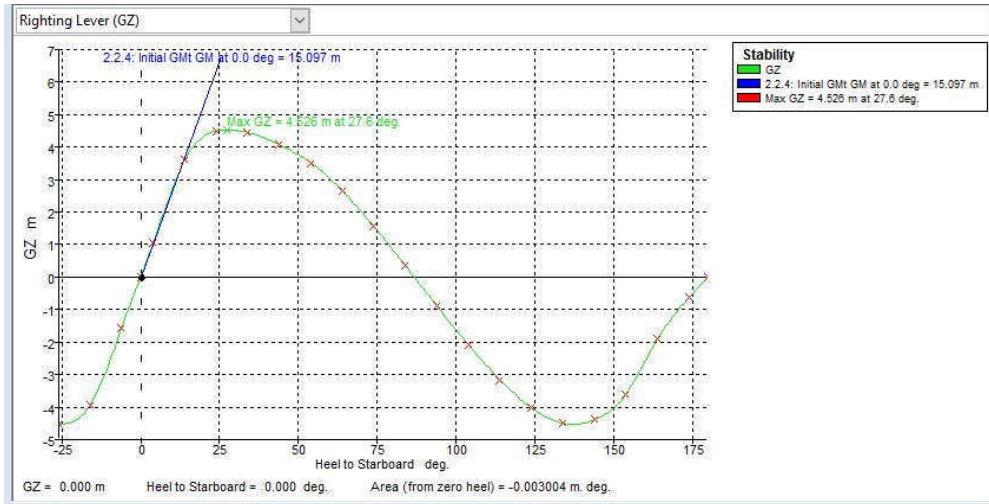


Gambar IV.28 Pengaturan kriteria stabilitas

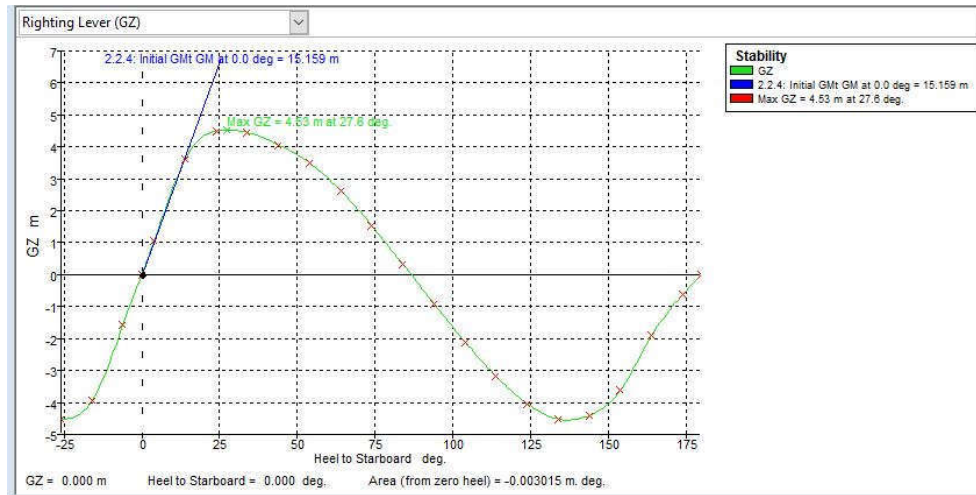
Setelah dilakukan pengaturan kriteria stabilitas, hasil analisis stabilitas dapat langsung dilakukan dengan cara *start analysis*. Klik menu *analysis*, pilih submenu *Analysis Type*, pilih *Large Angle Stability*, dan klik *start analysis*. Analisis dilakukan pada setiap kondisi pemuatan (*loadcase*) yang telah direncanakan sebelumnya. Setelah dilakukan *start analysis* pada setiap kondisi *loadcase*. Untuk hasil analisis stabilitas pada tiap – tiap skenario *loadcase* dapat dilihat pada table IV.21.

Tabel IV.24 Hasil analisis stabilitas

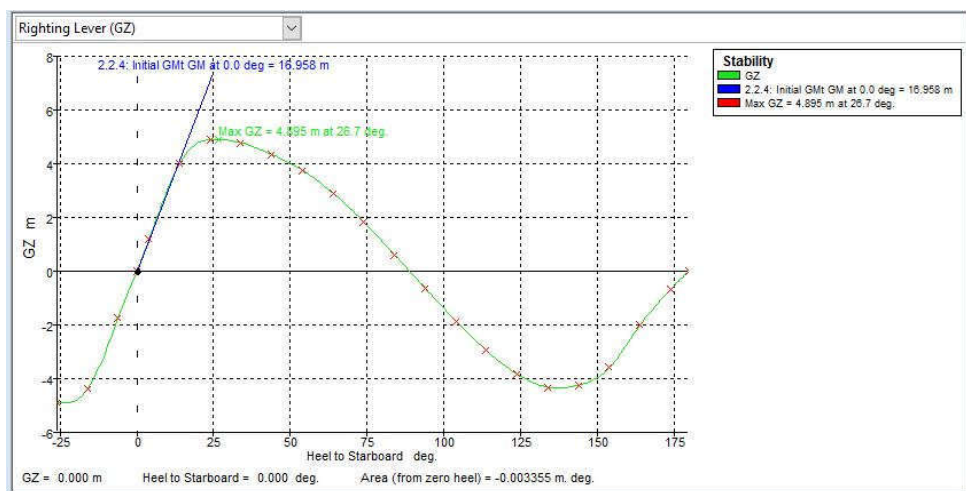
NO.	CRITERIA	VALUE	UNIT	ACTUAL CONDITION			
				1	2	3	3
1	Area 0 to 30 shall be greater than (>)	0.055	m.rad	1.661	1.666	1.828	1.833
2	Area 0 to 40 shall be greater than (>)	0.09	m.rad	2.430	2.434	2.654	2.658
3	Area 30 to 40 shall be greater than (>)	0.03	m.rad	0.769	0.769	0.826	0.825
4	Maximum GZ at 30 or greater shall be greater than (>)	0.2	m	4.515	4.517	4.868	4.871
5	Angle of maximum GZ shall be greater than (>)	25	deg	27.600	27.600	26.700	25.800
6	Initial GMt shall be greater than (>)	0.15	m	15.097	15.159	16.958	17.035
Status				PASS	PASS	PASS	PASS



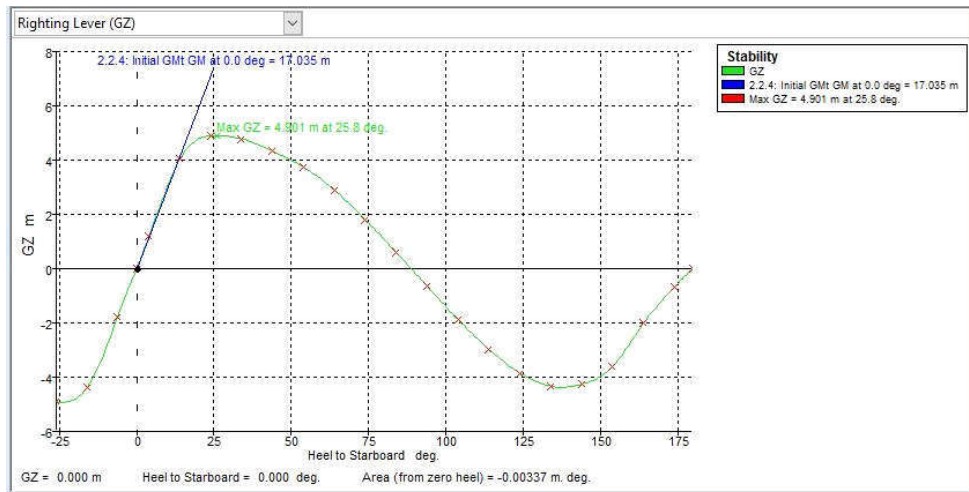
Gambar IV.29 Kurva stabilitas *Loadcase 1*



Gambar IV.30 Kurva stabilitas *Loadcase 2*



Gambar IV.31 Kurva stabilitas *Loadcase 3*



Gambar IV.32 Kurva stabilitas *Loadcase 4*

IV.11.3. Pemeriksaan Kondisi Trim

Stabilitas merupakan kondisi keseimbangan kapal secara melintang, sedangkan trim merupakan kondisi keseimbangan kapal secara memanjang. Trim terjadi karena perbedaan letak titik B dan titik G kapal atau titik berat kapal keseluruhan secara memanjang tidak sama dengan titik berat kapal yang tercelup air, sehingga menyebabkan perbedaan sarat pada bagian depan dan belakang kapal. Trim merupakan kondisi yang pasti terjadi, karena perubahan kondisi pemuatan secara otomatis pasti mengakibatkan perubahan letak titik berat kapal. Pemeriksaan trim ini mengacu pada SOLAS Reg. II/7, dimana kondisi trim maksimum yang diperbolehkan adalah 0.5% Lwl.

Pada *maxsurf stability* pemeriksaan trim dapat dilihat melalui hasil analisis equilibrium. Klik menu *analysis*, pilih submenu *Analysis Type*, pilih *Equilibrium condition*, dan klik *start equilibrium analysis*. Analisis dilakukan pada setiap kondisi pemuatan (*loadcase*) yang telah direncanakan sebelumnya. Hasil pemeriksaan trim dapat dilihat pada tabel IV.22.

Tabel IV.25 Hasil pemeriksaan *trim*

NO.	KRITERIA	LOADCASE			
		1	2	3	4
1	Draft Amidsh. m	3.374	3.360	3.124	3.110
2	Displacement tonne	8211.000	8174.000	7548.000	7511.000
3	Heel to Starboard degrees	0.000	0.000	0.000	0.000
4	Draft at FP m	3.338	3.323	3.075	3.059
5	Draft at AP m	3.410	3.397	3.173	3.161
6	Draft at LCF m	3.375	3.362	3.126	3.113
7	Trim (+ve by stern) m	0.072	0.074	0.098	0.102
8	WL Length m	96.592	96.560	96.022	95.989
9	WL Beam m	27.450	27.450	27.450	27.450

10	Block Coeff.	0.888	0.887	0.883	0.882
11	LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	-0.856	-0.856	-0.813	-0.817
12	Trim angle (+ve by stern) deg	0.044	0.045	0.060	0.062
13	Koreksi trim (+ / - \leq 5% Lwl)	0.075	0.077	0.102	0.106

Dari tabel IV.26 dapat dilihat bahwa sesudah dilakukan modifikasi dan perubahan jenis muatan, kondisi *trim* kapal memenuhi pada semua kondisi pembebanan (*loadcase*). Untuk trim terbesar terjadi pada kondisi *loadcase* 4, kapal mengalami trim sebesar 0,102 m terhadap buritan.

IV.12. Perencanaan Hazardous Area

Pada tugas akhir ini dilakukann perencanaan *hazzardous area* atau area berbahaya pada kapal hasil konversi karena mengangkut muatan yang dapat menimbulkan bahaya kebakaran dan ledakan. Perencanaan *hazzardous area* yang dilakukan mengacu pada peraturan internasional secara umum seperti yang dirangkum oleh IMO dalam *Hazardous Area Classification*. Peraturan ini juga dijadikan pertimbangan pada saat proses modifikasi kapal, seperti letak *deck house* dan kamar mesin dari ruang muat kapal.

Berikut adalah perecanaan dan penggambaran *hazzardous area* pada *Self-Propelled CNG Barge* :

1. Zona 0

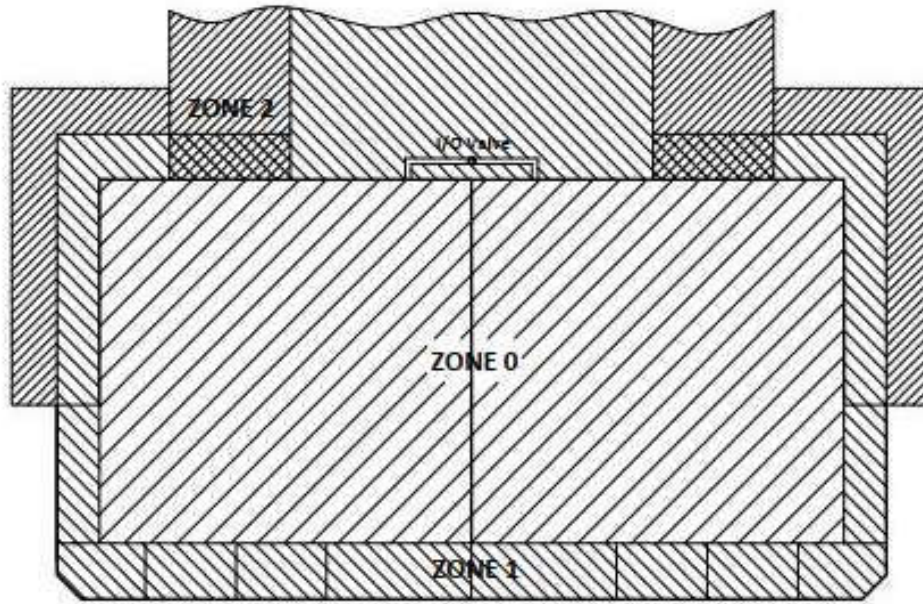
Sesuai dengan definisi zona 0, yaitu area di mana atmosfer gas ledak ada terus menerus, sering atau ada untuk jangka waktu yang lama, maka digambarkan pada area interior ruang muat CNG.

2. Zona 1

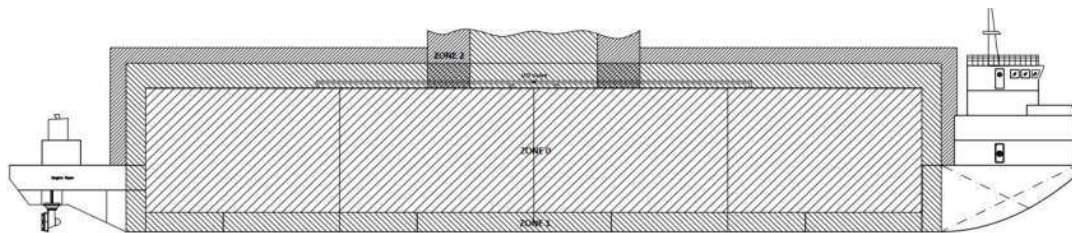
Untuk Zona 1, yaitu area di mana atmosfer gas ledak kemungkinan, cenderung atau kadang - kadang terjadi dalam operasi normal, digambarkan pada setiap ruang yang bersebelahan dengan tangki kargo (*void, cofferdam, double bottom, wing tank*). Kemudian area pada jarak 3 m dari tangki kargo dan bukaan ke dalam cofferdam atau ruang Zona 1 lainnya hingga ketinggian 2,4 m di atas geladak.

3. Zona 2

Zona 2 yaitu area di mana atmosfir gas ledak tidak mungkin terjadi dalam operasi normal, tetapi jika itu terjadi akan bertahan akan bertahan untuk jangka waktu singkat saja, sehingga digambarkan pada area jarak 10 m secara horizontal dari inlet/outlet tangki ruang muat CNG. Kemudian digambarkan juga pada area jarak 1,5 m di sekitar ruang terbuka atau semi tertutup zona 1 dan jarak 4 m di luar silinder zona 1.



(a)



(b)

Gambar IV.33 (a) Penggambaran *Hazardous area* pada pandangan depan (b) Penggambaran *Hazardous area* pada pandangan samping

IV.13. Pembuatan Model 3D Kapal

Proses pembuatan gambar tiga dimensi dari *Self-Propelled CNG Barge* hasil konversi dilakukan dengan mengacu pada gambar General Arrangement. Untuk pembuatan hull kapal dilakukan menggunakan model dari *Maxsurf Modeler* yang telah dibuat dengan format file yang disesuaikan. Untuk pembuatan bagian – bagian tambahan seperti rumah geladak, ruang muat dan funnel digunakan acuan gambar *general arrangement* yang sudah dibuat. Kemudian dilakukan rendering dengan bantuan *software Autodesk Fusion 360 for student* untuk membuat model kapal yang lebih realistis. Berikut adalah hasil pembuatan model 3 dimensi kapal.



Gambar IV.34 Model 3D *Self-Propelled CNG Barge*.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V

ANALISIS EKONOMIS

V.1. Pendahuluan

Setelah dilakukan analisis secara teknis selanjutnya dilakukan analisis secara ekonomis untuk menghitung besarnya biaya untuk melakukan konversi BG. Financia 56 menjadi *Self-Propelled CNG Barge*. Perhitungan yang dilakukan hanya pada tahap preliminary engineer estimate yang dapat digunakan sebagai perkiraan biaya konversi kapal bagi pihak owner, tidak termasuk harga kapal yang akan di konversi. Dari hasil perhitungan biaya konversi ini nantinya bisa dibandingkan dengan biaya pembangunan kapal baru yang memiliki kapasitas mendekati kapal hasil konversi.

Berdasarkan artikel yang dimuat oleh jppn.com (2019), kontrak EPCI pembangunan kapal CNG milik PT PLN adalah sebesar USD 132.004.708 atau Rp. 1.886.677.289.090 dengan kurs sebesar Rp. 14.292,5/USD pada tanggal 19 Juni 2019.

V.2. Perhitungan Biaya Konversi

Perhitungan biaya konversi meliputi biaya untuk pembelian material seperti pelat dan profil untuk bagian konstruksi (*structural*), perlengkapan, permesinan, *non weight cost* serta asumsi inflasi sebesar 2%. *Non weight cost* adalah biaya – biaya lain seperti biaya *drawing office*, biaya Biro Klasifikasi dan Departemen Perhubungan, biaya konsultasi, biaya *tank test* dan sebagainya.

Untuk *structural cost* menggunakan standar *repair* PT. Meranti Nusa Bahari, yaitu dikenakan sebesar Rp. 26.000 /kg atau Rp. 26.000.000 /ton, yang termasuk harga material dan jasa. Untuk harga tangki CNG dikenakan harga USD 1000/pcs atau Rp. 14.000.000 /pcs berdasarkan harga rata-rata yang ditemukan di *website* Alibaba.com.

Untuk biaya perlengkapan dan permesinan dihitung dengan pendekatan yang mengacu pada *Practical Ship Design* mengenai estimasi biaya, yaitu untuk perlengkapan sebesar USD 9561,57/ton dan permesinan sebesar USD 18081,32/ton. Sedangkan untuk sistem propulsi kapal yang menggunakan *Azimuth Thruster* dikenakan harga USD 100.000/pcs atau Rp. 1.429.250.000/pcs berdasarkan harga rata-rata yang ditemukan di *website* Alibaba.com

Untuk rincian perhitungan biaya konversi dapat dilihat pada tabel V.1.

Tabel V.1 Perhitungan biaya konversi

Uraian Pekerjaan dan Material	Jumlah	Unit	Harga/Unit	Total Harga
1. Structural (material & jasa)				
a. Modifikasi Hull + Ruang Muat	1241	ton	IDR 26,000,000	IDR 32,269,508,015
b. CNG Tank	1920	pcs	IDR 14,292,500	IDR 27,441,600,000
c. Rumah Geladak	83	ton	IDR 26,000,000	IDR 2,156,366,626.96
TOTAL =				IDR 61,867,474,642
2. Perlengkapan				
WE&O	213	ton	IDR 136,658,739	IDR 29,079,405,297
TOTAL =				IDR 29,079,405,297
3. Permesinan dan Sistem Propulsi				
a. WME	87	ton	IDR 258,427,266	IDR 22,586,679,421
b. Sistem propulsi (Azimuth Thruster)	2	pcs	IDR 1,429,250,000	IDR 2,858,500,000
TOTAL =				IDR 25,445,179,421
4. Non Weight Cost				
10% Biaya Pembangunan	10%			IDR 11,639,205,936.04
TOTAL =				IDR 11,639,205,936
5. Infasi				
2% Total Biaya	2%			IDR 2,560,625,305.93
TOTAL =				IDR 2,560,625,306
Total Biaya Konversi =				IDR 130,591,890,602

Dengan rincian perhitungan biaya konversi pada tabel V.1 didapatkan biaya total konversi BG. Financia 56 menjadi *Self-Propelled CNG Carrier* adalah 130.591.890.602 rupiah. Biaya ini jauh lebih sedikit jika dibandingkan dengan biaya pembangunan kapal baru yang memiliki kapasitas mendekati kapal konversi, yaitu sebesar 1.886.677.289.090 rupiah.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

VI.1. Kesimpulan

Pada Tugas Akhir ini dilakukan analisis pada konversi BG. Financia 56 menjadi *Self-Propelled CNG Barge*. Analisis yang dilakukan yaitu meliputi analisis teknis dan ekonomis. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa konversi kapal ini memenuhi dari aspek teknis maupun ekonomis. Hasil analisis yang terdiri dari modifikasi kapal, perhitungan dan pemenuhan kriteria secara teknis dan ekonomis adalah sebagai berikut:

1. *Deck barge* yang dikonversi adalah BG. Financia 56.
2. Hasil analisa untuk mendapatkan gambar teknis seperti *Lines Plan dan General Arrangement, Midship Section, dan Construction Profile* adalah sebagai berikut :
 - Pembuatan *Lines Plan* kapal dilakukan dengan membuat model menggunakan *Maxsurf Modeler* dan *Autocad*.
 - Dalam perencanaan *General Arrangement*, dilakukan penambahan *wing tank* 1,4 m dan *double bottom* 1,85 m. Kemudian penambahan ruang muat dengan ukuran L = 73,20 m, B = 24,65 m dan T = 12 m, yang dapat menampung tabung CNG sebanyak 1920 buah dan memiliki kapasitas 1.029.033,71 m³ gas. Untuk permesinan dilengkapi dengan 2 mesin utama dengan total daya sebesar 1509,2 HP dan 2 buah mesin pendukung dengan total daya sebesar 407,88 HP. Pada bagian buritan dilakukan perubahan bentuk untuk menyesuaikan ukuran dari sistem propulsi kapal. Untuk kebutuhan akomodasi *crew* kapal dilakukan penambahan konstruksi rumah geladak pada bagian haluan yang juga bertujuan agar memiliki visibilitas yang baik saat pengoperasian kapal.
 - Untuk mendapatkan *Midship Section* dan *Construction Profile* hasil konversi dilakukan modifikasi konstruksi kapal dan perhitungan konstruksi kapal setelah konversi yang mengacu pada aturan ABS. Nilai tegangan, modulus dan momen inersia konstruksi kapal memenuhi ketentuan *ABS Rules for Building and Classing Steel Barges 2019 Chapter 3 sec. 3-2-1/3.1*. Tegangan konstruksi kapal maksimal sebesar 352.666 kg/cm² lebih kecil dari tegangan ijin menurut ABS.

- Selain itu tinggi *freeboard* minimum menurut ICLL 1966 sebesar 1,164 meter dengan sarat maksimum 3,035 meter pada kondisi kapal kosong dan besarnya tonase kapal setelah dikonversi adalah 10.038 GT.
3. Perencanaan *Hazzardous Area* pada kapal dilakukan untuk mengetahui area – area berbahaya pada kapal dan sebagai pertimbangan peletakkan *deck house* dan kamar mesin yang memenuhi jarak aman dari ruang muat kapal.
 4. Pemodelan 3D kapal dilakukan dengan menggunakan bantuan *software 3D modeler* dan *Autodesk Fusion 360 for student*.
 5. Besarnya biaya total konversi BG. Financia 56 menjadi *Self-Propelled CNG Barge* adalah sebesar 130.591.890.602 rupiah.

VI.2. Saran

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan pada Tugas Akhir ini terdapat beberapa saran yang mungkin dapat dilakukan sebagai analisis lanjutan mengenai konversi kapal BG. Financia 56 menjadi *Self-Propelled CNG Barge*, antara lain sebagai berikut :

1. Dalam menentukan kapal yang akan di konversi sebaiknya mencari kapal yang memiliki data yang lebih lengkap agar analisis dapat dilakukan lebih akurat.
2. Untuk kebutuhan peralatan dan perlengkapan kapal dapat dianalisa lebih detail.
3. Untuk analisa *Hazzardous Area* atau area – area berbahaya pada kapal dapat dilakukan lebih detail.
4. Perhitungan biaya konversi dapat dilakukan dengan rincian dan perhitungan yang lebih detail untuk mendapatkan besarnya total biaya konversi secara keseluruhan. Serta dapat ditambahkan analisa waktu yang dibutuhkan untuk konversi untuk mengetahui lamanya proses konversi kapal.

DAFTAR PUSTAKA

- Amarine. (2017, August 21). Hazardous Areas Classification. Retrieved June 16, 2019, from Amarine web site: <https://amarineblog.wordpress.com/2017/08/21/hazardous-areas-classification/>
- American Bureau of Shipping (ABS). (2018). Guide for Vessels Intended to Carry Compressed Natural Gases in Bulk.
- American Bureau of Shipping (ABS). (2019). Rules For Building And Classing Steel Barges.
- American Bureau of Shipping (ABS). (2019). Rules For Building And Classing Steel Vessels.
- Bcrita.com. (2016, May 14). 15 Jenis Tongkang di Dunia. Retrieved April 2, 2018, from Bcrita.com web site: <https://bcrita.com>
- Bisnis.com. (2017, April 26). Impor Minyak & BBM RI Bakal Terus Meningkat. Retrieved April 2, 2018, from Bisnis.com web site: <https://ekonomi.bisnis.com>
- Fatahilah, Zainal Arifin. (2013). Analisis Teknis dan Ekonomis Konversi Landing Craft Tank (LCT) menjadi Self Propelled Oil Barge (SPOB). Surabaya.: FTK-ITS.
- Hughes, O.F. 1983. Relation Methods in Ship Design. New York : John Willey & Sons.
- Intact Stability (IS) Code - Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments Resolution MSC 267(85).
- Katadata. (2014, July 2). Cadangan Gas Indonesia, Terbesar ke-14 Dunia. Retrieved April 3, 2018, from Katadata web site: <https://katadata.co.id>
- Karana, Safril. (2016). Analisis Keselamatan Self Propelled Barge 6000DWT Sebagai Sarana Transportasi Batubara. Serpong : Pusat Teknologi Rekayasa Industri Maritim.
- Kementrian ESDM Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan. (2016, June 10). Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PT. PLN (Persero) 2016-2025. Retrieved May 22, 2018, from Kementrian ESDM web site: <http://www.djk.esdm.go.id>
- Kurniawan, Billy T., dkk. (2013). Perancangan Propeller *Self-Propelled Barge*. Jurnal Teknik POMITS Vol 2, No.1.
- Kurniawati, H.A. (2009). Lecture Handout. *Ship Outfitting*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Load Lines, 1966/1988 - International Convention on Load Lines, 1966, as Amended by the Protocol of 1988.

- Maritim News. (2017, April 26). Kebijakan Pemurnian Minerba, 4.800 unit Tongkang tidak Melaut. Retrieved April 2, 2018, from Maritim News web site:
<http://maritimnews.com/>
- Parsons, Michael G. (2001). *Parametric Design, Chapter 11*. University of Michigan, Departement of Naval Architecture and Marine Engineering.
- Rohmadhana, Febriani. (2016). Analisis Teknis dan Ekonomis Konversi Landing Craft Tank (LCT) Menjadi Kapal Motor Penyeberangan (KMP) Tipe Ro-ro untuk Rute Ketapang (Kabupaten Banyuwangi) – Gilimanuk (Kabupaten Jemberana). Surabaya.: FTK-ITS.
- Schneekluth, H and V. Bertram. (1998). *Ship Design Efficiency and Economy, Second Edition*. Oxford, UK : Butterworth Heinemann.
- Sularti, Whinda Ari. (2015). Desain Self-Propelled Coal Barge Sebagai Sarana Angkutan Batubara Rute Tanah Merah (Kalimantan) - PLTU Paiton (Jawa). Surabaya.: FTK-ITS.
- Taggart, Robert. (1980). *Ship Design and Construction*. New York : One World Trade Center.
- Tonnage - International Convention on Tonnage Measurement of Ships, 1969.
- Watson, David. (1998). *Practical Ship Design (Vol. I)*. Oxford, UK : Elsevier.
- Wibowo, Fadwi Mukti. (2011). Studi Kelayakan Teknis dan Ekonomis Konversi Kapal Tanker Marlina XV 29990 DWT Menjadi *Bulk Carrier*. Surabaya.: FTK-ITS.
- Wikipedia. (2017, June 9). Gas alam. Retrieved April 2, 2018, from Wikipedia web site:
<https://id.wikipedia.org>
- Wikipedia. (2018, March 25). Gas alam terkompresi. Retrieved April 2, 2018, from Wikipedia web site: <https://id.wikipedia.org>

LAMPIRAN

Lampiran A Perhitungan Teknis Kapal

Lampiran B Lines Plan dan General Arrangement

Lampiran C Midship Section dan Construction Profile

LAMPIRAN A
PERHITUNGAN TEKNIS KAPAL

SUMMARY

OWNER REQUIREMENT	
Jenis Kapal	Self-Propelled CNG Carrier
Jenis Muatan	CNG (Compressed Natural Gas)
Payload (m3)	1029033,708
DWT (ton)	999,530
Kecepatan Dinas (knot)	8
Kecepatan Percobaan (knot)	8
Rute	Bontang - Banjarmasin
Radius Pelayaran (nautical miles)	425
Daerah Pelayaran	DOMESTIK
Bunkering Port	-
Klasifikasi	ABS

UKURAN UTAMA KAPAL	
LOA =	100,650 m
LPP =	93,910 m
LWL =	96,620 m
B =	27,450 m
H =	6,410 m
T =	3,375 m

KOREKSI MODEL LAMBUNG

Hydrostatics at DWL

Measurement	Value	Units
1 Displacement	9788	t
2 Volume (displaced)	9549,268	m ³
3 Draft Amidships	4.000	m
4 Immersed depth	4.000	m
5 WL Length	96,386	m
6 Beam max extents on W	27,450	m
7 Wetted Area	3259,652	m ²
8 Max sect. area	109,160	m ²
9 Waterpl. Area	2583,859	m ²
10 Prismatic coeff. (Cp)	0,908	
11 Block coeff. (Cb)	0,902	
12 Midship Sect. area coeff	0,994	
13 Waterpl. area coeff. (C)	0,977	
14 LCB length	-0,100	from a
15 LCF length	-1,084	from a
16 LCB %	-0,104	from a
17 LCF %	-1,124	from a
18 KB	2,067	m
19 KG fluid	0,000	m
20 BMT	16,563	m
21 BML	200,766	m
22 GMT corrected	18,630	m
23 GML	202,834	m
24 KMT	18,630	m
25 KML	202,834	m
26 Immersion (TPc)	26,485	tonne/c
27 MTc	205,974	tonne.
28 RM at 1deg = GMT.Disp.s	3182,448	tonne.

Density (water) 1.025 tonne/m³
 Std. densities 1.025 tonne/m³ - Std. Metric sea water (1025.0 kg/m³)
 VCG 0 m

Recalculate

Select Rows ... Close

Ukuran Utama BG Financia		
Displacement	-	ton
Volume	-	m ³
Payload	8000	ton
Lwl	-	m
L	100,65	m
B	27,45	m
T	4	m
Cb	-	

Ukuran Model BG Financia		
Displacement	9788	ton
Volume	9549,268	m ³
Payload	-	
Lwl	96,386	m
L	100,65	m
B	27,45	m
T	4	m
Cb	0,902	

Koreksi Kesesuaian Data Kapal dengan Model (toleransi 5%)

	Data Kapal	Model	Selisih	Prosentase (%)
Displacement	-	9788,000	-	-
Volume	-	9549,268	-	-
Payload	8000	-	-	-
Lwl	-	96,386	-	-
L	100,65	100,650	0	0,0000
B	27,45	27,450	0	0,0000
T	4	4,000	0	0,0000
Cb	-	0,902	-	-
LCB	-	-0,100	-	-

Resistance Calculation

[Holtrop & Mennen Method]

Input Data :

Loa=	100,650 m	Vs =	8 Knots	4,1152 m/s
Lo =	93,910 m	Cb =	0,902	
Ho =	6,410 m	Cm =	0,995	
Bo =	27,450 m	Cwp =	0,977	
To =	3,375 m	Cp =	0,908	

No.	C _{stern}	Used for
1	-25,000	Pram with Gondola
2	-10,000	V - Shaped Sections
3	0,000	Normal Sectional Shape
4	10,000	U - Shaped Section With Hogner Stern

Viscous Resistance

$$Lwl = 104\% \cdot Lpp = 97,666 \text{ m}$$

$$Fn = \frac{Vs}{\sqrt{g \cdot L}} = 0,136$$

• C_{F0} (Friction Coefficient - ITTC 1957)

$$R_n = L_{wl} \cdot \frac{V_s^3}{\nu} \quad v_{sw} = 1.18831 \cdot 10^{-6}$$

$$= 338225521,354$$

$$C_{F0} = \frac{0.075}{(\log Rn - 2)^2}$$

$$= 0,001759$$

; PNA Vol II hlm. 90

• Harga 1 + k₁

$$1 + k_1 = 0,93 + 0,487 \cdot c \left(\frac{B}{L} \right)^{1.0681} \cdot \left(\frac{T}{L} \right)^{0.4611} \cdot \left(\frac{L}{L_R} \right)^{0.1216} \cdot \left(\frac{L^3}{\nabla} \right)^{0.3649} \cdot (1 - C_p)^{-0.6042}$$

$$= 1,705$$

$$c = 1 + 0.011 \cdot c_{stern} \quad c_{stern} = 0, \text{ karena bentuk Afterbody normal}$$

$$= 1,000$$

; PNA Vol II hlm. 91

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

$$= 0,144$$

LCB = 2,525

$$Lwl^3 / V = 103,860$$

Resistance of Appendages

• Wetted Surface Area

A_{BT} = cross sectional area of bulb in FP

$$= 10\% \cdot B \cdot T \cdot C_m$$

$$= 0,000 \rightarrow \text{tanpa bulb}$$

$$S = L(2T+B)C_M^{0.5} (0.4530 + 0.4425C_B - 0.2862C_M - 0.00346\frac{B}{T} + 0.3696C_{WP}) + 2.38\frac{A_{BT}}{C_B}$$

; PNA Vol II hlm. 91

$$= 2999,536 \quad \text{m}^2$$

$$S_{\text{Rudder}} = C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot \frac{1.75 \cdot L \cdot T}{100}$$

dengan $L = L_{pp}$

; BKI 2009 Vol II

$$= 0,000 \quad \text{m}^2$$

$$S_{\text{Bilge Keel}} = L_{\text{Keel}} \cdot H_{\text{Keel}} \cdot 4$$

$$H_{\text{Keel}} = 0.18 / (Cb - 0.2)$$

$$= 0,000 \quad \text{m}^2$$

$$= 0,256$$

$$L_{\text{Keel}} = 0.6 \cdot Cb \cdot Lwl$$

; Watson 1998, hal 254

$$= 0,000$$

S_{app} = total wetted surface of appendages

$$= S_{\text{Rudder}} + S_{\text{Bilge Keel}}$$

$$= 0,000 \quad \text{m}^2$$

S_{tot} = wetted surface of bare hull and appendages

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

$$= 2999,536 \quad \text{m}^2$$

• Harga 1 + k2

$$(1+k_2)_{\text{effective}} = \frac{\sum S_i (1+k_2)_i}{\sum S_i} \quad ; \text{PNA Vol II hlm. 102}$$

$$\sum S_i = 0,000$$

$$\text{Harga } (1+k_2) = 1.3 - 1.5 \rightarrow \text{rudder of single screw ship}$$

$$= 0,000 \rightarrow \text{for Bilge Keel}$$

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

$$= 1,705$$

Wave Making Resistance

$$C_1 = 2223105 C_4^{3.7861} \left(\frac{T}{B}\right)^{1.0796} (90 - i_E)^{-1.3757}$$

$$= 55,377$$

$$C_4 = B/L \rightarrow 0.11 \leq B/L \leq 0.25 \quad B/L = 0,281$$

$$= 0,281$$

$$\text{Even Keel} \begin{matrix} T_a = T \\ T_f = T \end{matrix}$$

$$i_E = 12567 \frac{B}{L} - 16225 C_p^2 + 23432 C_p^3 + 0.155 \left(LCB + \frac{6.8(T_o - T)}{T} \right)^3$$

; PNA Vol II hlm. 103

$$i_E = 76,966 \text{ drg}$$

• Harga m_1

$$m_1 = 0.01404 \frac{L}{T} - 1.7525 \nabla^{\frac{1}{3}} / L - 4.7932 B / L - C_5$$

$$= -2,451$$

$$C_5 = 8.0798 C_p - 13.8673 C_p^2 + 6.9844 C_p^3 \rightarrow C_p \leq 0.8$$

$$= 1,132$$

• Harga m_2

$$m_2 = C_6 0.4 e^{-0.034 F_n^{-3.29}} \quad F_n^{-3.29} = 716,243$$

$$e^{-0.034 F_n^{-3.29}} = 0,000$$

$$= 0,000$$

$$C_6 = -1,694 \quad \frac{L^3}{\nabla} \rightarrow \leq 512 \quad \frac{L^3}{\nabla} = 103,860$$

• Harga λ

$$\lambda = 1.446 C_p - 0.03 L/B \quad L/B \rightarrow \leq 12$$

$$= 1,206$$

• Harga C_2

$$C_2 = 1,000 \rightarrow \text{without Bulb} \quad d = -0,900$$

• Harga C_3

$$C_3 = 1 - 0.8 A_T / (B \cdot T \cdot C_M) \quad A_T = 0,000$$

$$= 1,000$$

$A_T =$ the immersed area of the transom at zero speed

Saat $V = 0$, Transom tidak tercelup air

• Harga R_w/w

$$\frac{R_w}{W} = C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot e^{\{m_1 \cdot F_n^d + m_2 \cos(\lambda F_n^{-2})\}}$$

$$= 2,0662E-05$$

- **C_A (Correlation Allowance)**

$$C_A = 0.006 (Lwl + 100)^{-0.16} - 0.00205 \rightarrow Tf/Lwl \geq 0.04 \quad Tf/Lwl = 0,001$$

- **W (Gaya Berat)**

$$W = \rho \cdot g \cdot \nabla = 8172,012 \text{ N}$$

- **R_{total}**

$$R_T = \frac{1}{2} \rho V^2 S_{tot} [C_F (1 + k) + C_A] + \frac{R_w}{W} W = 91746,760 \text{ N} = 91,747 \text{ kN}$$

- **$R_{total} + 20\%$ (service/sea margin)**

$$= 110,096 \text{ kN}$$

; R&P Harvald hlm. 133

- **Hasil perhitungan menggunakan Maxsurf :**

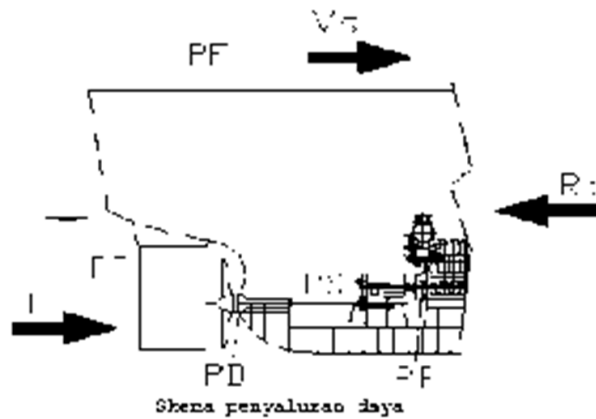
$$\begin{aligned} &= 103,800 \text{ kN} \\ \text{margin} &= 15,570 \text{ kN} \\ &= 119,370 \text{ kN} \end{aligned}$$

Perhitungan Propulsi dan Daya Mesin

Input Data

L _{WL}	=	96,62 m	B	=	27,45 m
T	=	3,38 m	H	=	6,41 m
C _B	=	0,90	V _s	=	8 Knots
R _T	=	103,8 kN			; (Dari maxsurf) 4,1152 m/s
	=	119,37 kN			; (RT+15% margin)
D	=	1,60 m			; Diameter (0.6 s.d. 0.65) · T
	=	1,60 m			
n _{rpm}	=	542 rpm			
n _{rps}	=	9,04 rps			
P/D	=	1			; Pitch Ratio (0.5 s.d. 1.4)
z	=	4 blade			; Jumlah Blade
A _E /A ₀	=	0,55			; Expanded Area Ratio

Distribusi Tenaga :



Perhitungan Awal

$$1+k = 1,25$$

$$C_F = \frac{0,075}{(\log_{10} Rn - 2)}$$

$$= 0,001759302$$

$$C_A = 0,0005$$

$$C_V = (1+k) \cdot C_F + C_A$$

$$= 0,002724275$$

$$w = 0,3 \cdot C_B + 10 \cdot C_V \cdot C_B - 0,1$$

$$= 0,195172958$$

Perhitungan Propeller :

$$n_M = C \times (PB/D^5)^{1/3}$$

$$542,411$$

$$C = 115 \rightarrow Z = 4$$

$$t = 0,1 \quad ; \text{PNA Vol. II hal. 163}$$

$$V_a = \text{Speed of Advance}$$

$$= V_s \cdot (1 - w)$$

$$= 3,523$$

Effective Horse Power (EHP)

$$P_E = R_T \cdot V_s$$

$$= 491,231 \quad \text{kW}$$

Thrust Horse Power

$$\begin{aligned} PT &= P_E \cdot \frac{(1-w)}{(1-t)} \\ &= 439,2848156 \text{ kW} \end{aligned}$$

Propulsive Coefficient Calculation

$$\begin{aligned} \eta_H &= \text{Hull Efficiency} \\ &= \frac{(1-t)}{(1-w)} \\ &= 0,98 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \eta_o &= \text{Open Water Test Propeller Efficiency} \\ &= \left(\frac{J}{2 \cdot n}\right) \cdot \left(\frac{KT}{KQ}\right) \quad ; \text{ Wageningen B-Series} \\ &= 0,6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \eta_r &= \text{Rotative Efficiency} \\ &= 0,985 \end{aligned} \quad ; \text{ Ship Resistance and Propulsion} \\ \text{Modul 7 hal. 2}$$

$$\begin{aligned} \eta_D &= \text{Quasi-Propulsive Coefficient} \\ &= \eta_H \cdot \eta_o \cdot \eta_r \\ &= 0,57918 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} PD &= \text{Delivered Power at Propeller} \\ &= \frac{PE}{\eta_D} \\ &= 848,150 \text{ kW} \end{aligned}$$

Shaft Horse Power

$$\begin{aligned} \eta_s &= \text{Shaft Efficiency ; (0.981 ~ 0.985)} \\ &= 0,985 \quad ; \text{ untuk mesin di after} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} PS &= \text{Shaft Power} \\ &= \frac{PD}{\eta_s} \\ &= 861,066 \text{ kW} \end{aligned}$$

Brake Horse Power Calculation (BHP)

$$\begin{aligned} \eta_R &= \text{Reduction Gear Efficiency} \\ &= 0,9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} PB_0 &= \text{Brake Horse Power (BHP}_0\text{)} \\ &= \frac{PS}{\eta_R} \\ &= 956,740 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Koreksi MCR} &= 15\% \cdot P_{B0} \\ PB &= (115\% \cdot P_{B0}) \cdot 115\% = \text{BHP} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BHP} &= 1100,251 \text{ kW} \\ &= 1495,901 \text{ HP} \end{aligned}$$

PERHITUNGAN BERAT MESIN

Ship Design for Efficiency and Economy hlm. 175

Input Data

D =	1,600 m	Vs =	8	Knots =	4,1152 m/s
n (rpm) =	1840 (mesin)	P _B =	P _b x 2	Hp	
Z =	4 buah	=	1509,156	Hp	
AE/AO =	0,55	=	1110	Kw	

Perhitungan

=> **Main Engine (YANMAR)**

- W_E = 4,73 ton ; 2 pcs (dari katalog engine)

=> **Propulsin Unit**

; *Ship Design for Efficiency and Economy-2nd Edition*

- Gear Box hal 175
W_{GEAR} = 1,264 ton ; 2 pcs (dari katalog engine)

- Shafting

(panjang poros) I = 2,275 m

$$\left(\frac{M}{I}\right) = 0.081 \left(\frac{P_D}{n}\right)^{2/3}$$
$$= 0,058$$

(berat poros) $M = \left(\frac{M}{I}\right) \cdot I$
= 0,2631277 ton ; 2 pcs

- Propeller Dari katalog
W_{prop} = 20 ton ; 2 pcs

- Total

$$W_{T,prop} = W_{gear} + M + W_{Prop}$$
$$= 21,527$$

=> **Electrical Unit**

---> *Ship Design for Efficiency and Economy hlm. 176*

- W_{Agg} = 0.001.P_B(15 + 0.014P_B)
= 33,8994 ton

=> **Other Weight**

---> *Ship Design for Efficiency and Economy hlm. 177*

- W_{OW} = (0.04 - 0.07)P_B ---> estimasi diambil 0.04
= 44,4

=> **Total Weight**

- W_{Total} = W_{M_E} + W_{A_E} + W_{T,Prop} + W_{Agg} + W_{OW}
= 107,401 ton

=> **Titik Berat Permesinan**

- H_m = 4,01 m dari gambar GE
- KG_m = h_{db} + 0.35(H - h_{db}) ---> *Parametric Design 11-29*
= 4,85 m

PEMILIHAN MESIN DAN GENSET

Kebutuhan Daya Mesin

Total Power :

$$\begin{aligned} \text{BHP} &= 1100,251 \text{ kW} \\ &= 1495,901 \text{ HP} \end{aligned}$$

1/2 Total Power :

$$\begin{aligned} \text{BHP} &= 550,125 \text{ kW} \\ &= 747,950 \text{ HP} \end{aligned} \quad ; \text{ for 1 ME}$$

Pemilihan Mesin Induk

Jenis Mesin
YANMAR 6AYM-WET

$$\begin{aligned} \text{Daya} &= 555 \text{ kW} \\ &= 754,578 \text{ HP} \\ \text{Total Daya} &= 1509,156 \text{ HP} \\ \text{RPM} &= 1840 \text{ r/min} \\ \text{L} &= 2000 \text{ mm} \\ \text{B} &= 1305 \text{ mm} \\ \text{H} &= 1431 \text{ mm} \\ \text{Dry mass} &= 2,365 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{SFC} &= 130 \text{ L/h} \\ &= 0,000232 \text{ ton/kwh} \end{aligned}$$

$$p \text{ HFO} = 0,991$$

Gearbox

$$\begin{aligned} \text{L} &= 795 \text{ mm} \\ \text{B} &= 830 \text{ mm} \\ \text{H} &= 834 \text{ mm} \\ \text{H shaft} &= 420 \text{ mm} \\ \text{Dry mass} &= 0,632 \text{ ton} \end{aligned}$$

Jenis Gearbox
YANMAR YXH-240



- 6-cylinder, direct injection, heat exchanger cooling.
- Turbocharger + intercooler.
- 4-valves per cylinder for higher combustion efficiency.
- Available either with marine gear or without marine gear.
- Conform to IMO Tier II emissions regulations.

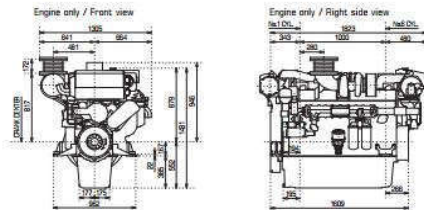
Specifications

Model	6AYM-WET H-rating
Number of cylinders	6 in-line
Bore × stroke	mm 155 × 180
Displacement	lit. 20.379
Rated output	H : 555(755)/1840
Combustion system	Direct injection
Aspiration	Turbocharger + intercooler
Starting system	Electric starting motor (24V 7.0kW)
Cooling system	Heat exchanger
Size of flywheel housing and flywheel	SAE #0 and 18 in.
Dry mass	kg 2365 (without marine gear)
Dimensions (L × W × H)	mm 2000 × 1305 × 1431

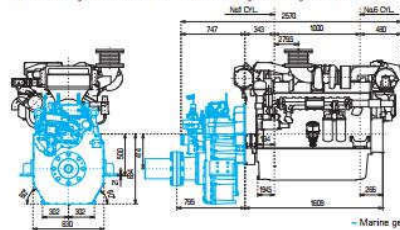
Marine gear specifications

Engine model	6AYM-WET H-rating	
Model	YXH-240	YXH-240L
Type	Hydraulic multi-disc clutch	
Reduction ratio (Ahead)	1.95 2.27 2.56 3.03 3.48	4/3 4/4 4/5 5/36 5/31 6/37 6/35
Direction of rotation (propeller shaft)	Clockwise or counterclockwise	
Dry weight	kg 632	1240

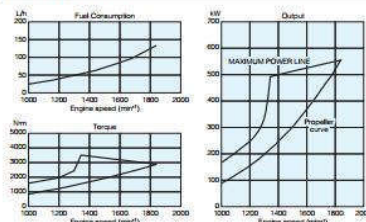
Dimensions Unit:mm



With YXH240L gearbox / Rear view



Performance curves



Pemilihan Genset

P = 25% x Daya Mesin Induk
137,531 kW

Jenis Genset
YANMAR 6HAL2-WT

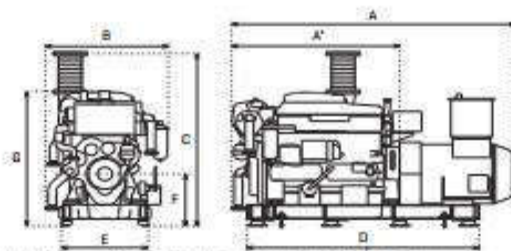
Daya = 150 kW SFC = gr/KWh 100% load
 = 203,94 HP
 Total Daya = 407,88 HP
 L = 2499 mm
 B = 1164 mm
 H = 1327 mm
 Dry mass = 1,422 ton



Specifications

Engine Model	6HAL2-N	6HAL2-TV	6HAL2-WT	6HAL2-WHT	6HAL2-WDT
Type	Vertical, Water-cooled, 4-stroke Diesel				
No. of Cylinders	In-line 6				
Cylinder Bore × Stroke mm	130 × 165				
Continuous Rated Output kW/PS	90/122	115/156	120/163	150/204	180/244
Generator Capacity kW/kVA	80/100	100/125	104/130	136/170	160/200
Engine Speed min ⁻¹	1200	1500	1200	1500	1800
Combustion system	Direct injection				
Starting system	Electric Starting or Air-motor starting				
Dry Weight kg	1380	1422	1422	1437	1447
Total Weight (GenSet) kg	2380	2410	2410	2750	2850

The engine dry weight may differ depending upon the specifications and attached accessories.
 Above generator capacity will vary according to actual generator efficiency.



D : Minimum Height for Removing Piston (Not included the dimension for bolt fitting to piston remove.)

Dimensions (mm)

Models	6HAL2-N	6HAL2-TV	6HAL2-WT	6HAL2-WHT	6HAL2-WDT
A	2499	2499	2499	2499	2499
A'	1580	1580	1580	1580	1580
B	1164	1164	1164	1164	1164
C	1654	1734	1734	1804	1804
D	2100	2100	2100	2200	2200
E	820	820	820	820	820
F	544	544	544	544	544
G	1327	1327	1327	1327	1327

Depending on the specifications or options that have been chosen, your model may differ slightly from the one in the photograph and outline.
 * The various usage conditions, usage purposes, functions, terminology and accessories given in this catalogue are based on YANMAR CO., LTD. standards.

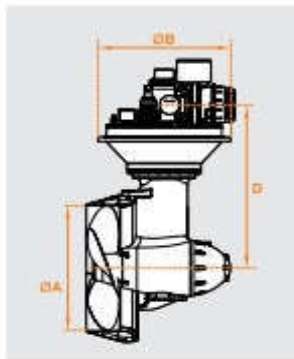
PEMILIHAN SISTEM PROPULSI

$$\begin{aligned} \text{Bollard Pull} &= \text{BHP} \cdot 1.4/100 \text{ (ton)} \\ &= 20,943 \text{ ton} \end{aligned}$$

enis Sistem Propulsi

WARTSILA WST-14

$$\begin{aligned} \text{Max input} &= 900 \text{ kW} \\ &= 1223,64 \text{ HP} \\ \text{RPM} &= 750-1800 \text{ r/min} \\ \text{Prop. D} &= 1600 \text{ mm} \\ \text{Dry mass} &= 10 \text{ ton} \end{aligned}$$



Bollard Pull performance of Wärtsilä Steerable Thrusters

Thruster type	Engine power (kW)	Input speed (rpm)	Propeller diameter (mm)	Bollard pull ¹⁾ (tonnes)
WST-11	900	750 1000 1200 1500 1800	1600	30
	1050		1800	36
	1150		1800	39
WST-14	1275		1900	43
	1350		2000	46
	1400		2000	47
WST-16	1600		2200	55
WST-18	1700		2200	57
	1800		2400	63
WST-21	2050		2400	69
WST-24	2100		2600	73
	2400		2600	80
WST-28	2400	2800	84	
	2800	2800	94	
WST-32	2900	3000	97	
	3200	1000	107	
	3200	1200	3000	111

1) Based on two thrusters, 100% power, FP propeller with pitch and nozzle designed for bollard pull and including thrust deduction.

2) In case of ice class notation, maximum power level is reduced.

Wärtsilä Steerable Thrusters dimensions (mm)

Thruster Type	Dimensions				PAL options D (mm)	Weight† (kg)
	A (mm)	Weld-in	Bolt-in	OB (mm) (well diameter (mm))		
		OB (mm) (well diameter (mm))	OB (mm) (well diameter (mm))			
WST-11	1800	1942	1948	2400	2700	10000/11800
	1800	(2000)	(2000)			
WST-14	1800	1942	1948	2500	2800	10900/12860
	1900					
	2000					
WST-16	2000	2342	2336	2800	3150	17050/20400
	2200	(2400)	(2400)			
WST-18	2200	2342	2336	2900	3250	18600/21950
	2400	(2400)	(2400)			
WST-21	2400	2542	2512	3200	3600	24800/27500
	2600	(2600)	(2600)			
WST-24	2600	2692	2660	3500	3800	28500/31500
	2800	(2750)	(2750)			
WST-28	2800	2862	2835	3900	4200	32800/36100
	3000	(2920)	(2920)			
WST-32	3000	3042	3000	4000	4600	37000/41000
	3200	(3100)	(3100)			

†) Estimated minimum (FPP and smallest prop / nozzle / propeller arm length (PAL)) and maximum (CPP and biggest prop / nozzle / PAL) weights

These tables only address the Wärtsilä Steerable Thrusters up to 3000 kW.

For other power ratings, please contact www.wartsila.com or your nearest Wärtsilä sales office.

Perhitungan Berat Peralatan dan Perlengkapan Kapal

Input Data

Lpp = 93,910 m
 B = 27,450 m
 H = 6,410 m

PERHITUNGAN

GROUP III ----> living quarter / accomodation

The specific volumetric and unit area weights are:

; Ship Design for Efficiency and Economy page 172

For small and medium sized cargo ship : 60 – 170 kg/m²

For large cargo ships, large tanker, etc : 80 – 200 kg/m²

For large Cargo Ship : 80 kg/m²

Volume Layer I			Volume Layer II		
L _{poop} =	11,600	m	L _{DH II} =	11,600	m
B _{poop} =	16,800	m	B _{DH II} =	16,800	m
A _{poop} =	170,639	m ²	A _{DH II} =	170,639	m ²
W _{poop} =	27,302	ton	W _{DH II} =	27,302	ton

Volume Layer III			Wheel house Deck / Volume Layer IV		
L _{DH IV} =	6,710	m	L _{DH IV} =	6,710	m
B _{DH IV} =	14,400	m	B _{DH IV} =	14,400	m
A _{DH IV} =	96,62	m ²	A _{DH IV} =	96,62	m ²
W _{DH IV} =	7,730	ton	W _{DH IV} =	7,730	ton

W Total Group III :

$$W_{III} = W_{poop} + W_{fore} + W_{wear} + W_{pass} + W_{wh}$$

$$= 70,064 \text{ ton}$$

Grup IV (Miscellaneous)

Ship Design Efficiency and Economy page 172

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

$$= 0,22 \text{ [ton/m}^2\text{]}$$

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

$$= 142,724 \text{ [ton]}$$

Berat Total Peralatan dan Perlengkapan

$$W_{E\&O} = W_{\text{Group III}} + W_{\text{Group IV}}$$

$$= 212,788 \text{ [ton]}$$

Outfit Weight Center Estimation

1. LCG_I (25% W_{E&O} at LCG_M)

$$25\% W_{E\&O} = 53,197$$

$$LCG_M \text{ dr FP} = 1,510$$

$$LCG_M = -45,445$$

$$L_{km} = 9,150$$

Layer 1

$$L_{DH\ II} = 11,600$$

$$W_{DH\ II} = 27,302$$

$$LCG_I = 44,005281$$

Layer 2

$$L_{DH\ III} = 11,600$$

$$W_{DH\ III} = 27,302$$

$$LCG_{II} = 44,005$$

Layer 3

$$L_{DH\ IV} = 6,710$$

$$W_{DH\ IV} = 7,730$$

$$LCG_{III} = 44,005$$

Layer 4

$$L_{WH} = 6,710$$

$$W_{WH} = 7,730$$

$$LCG_{IV} = 44,005$$

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

$$37.5\% W_{E\&O} = 79,79568$$

$$LCG_{dh} = 44,005281$$

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

$$37.5\% W_{E\&O} = 79,796$$

$$\text{midship} = 0$$

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

$$= 5,14 \text{ m}$$

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

$$= 52,10 \text{ m}$$

Perhitungan Kapasitas Ruang Muat



Model	OD (mm)	Capacity (L)	Working Pressure (Mpa)	Material	Design WTK (mm)	Length (mm)	Weight(Kg)
WGS559-2250-20	559	2250	20	4130X	16,8	10950	2458
WGS559-2200-20	559	2200	20	4130X	16,8	10750	2403
WGS559-920-25	559	920	25	4130X	20,7	5224	1853
WGS559-1130-25	559	1130	25	4130X	20,7	6290	1990
WGS559-2000-25	559	2000	25	4130X	20,7	10707	3388
WGS559-2050-25	559	2050	25	4130X	20,7	10990	3452
WGS559-2210-25	559	2210	25	4130X	17,4	10950	2769

Spesifikasi Tangki

L	10950 mm
	10,95 m
d	559 mm
	0,559 m
Capacity	2250 L
	535,96 Nm ³
berat	2458 kg

Jumlah Muatan

Jumlah Tangki	1920
Berat Tabung	4719,36 ton
Berat Gas	926,13 ton
Kapasitas Total	1029033,71 m ³
	36,34 mmcf
Memenuhi Kebutuhan	5,66 day
	135,79 jam

Pelayaran

Jarak (s)	787,87 km
	425,42 nm
Waktu	53,18 jam
Total Waktu (PP)	106,35 jam
Kecepatan (Vs)	8 Knot

Skenario Loading - Unloading

	Rate (mmscf/jam)	Rate (mmscf/jam)
Loading	1,10	2,20
Unloading	1,50	3,00
Waktu (jam)	57,26	28,63
Total Waktu (jam)	163,62	134,99
TB	45,42675 m	

PLTG	
Daya	100 MW
Jam operasi	8760 h/year
load factor	0,8
Energy Prod.	700800 Mwh/year
kebutuhan gas	
1 mwh	95 m ³
700800 mwh	66384682 m ³ /year
	181876 m ³ /day
	7578 m ³ /h
Result	
suplai	1 kapal
mencukupi kebutuhan	135,789 jam
	5,658 day

Skenario Loading - Unloading		
	Rate (mmscf/h)	Waktu (jam)
Loading	1,1	33,04
Unloading	1,5	24,23
Perhitungan Muatan Kapal Minimum		
Waktu Untuk Suplai	163,62	jam
Berikutnya	6,82	hari

Consumable and Crew Calculation

Input Data

Lpp	=	93,91 m	
B	=	27,45 m	
H	=	6,41 m	
T	=	3,38 m	
Vs	=	4,12 m/s	8 knots
PB	=	1110,00 kW	8 nm/h
	=	1509,16 HP	
S	=	Bontang - Banjarmasin	
	=	425,4859611 nm	
Lama Pelayaran =	=	53,18574514 hours	
	=	2,22 Day	

Perhitungan :

• Consumable

• Jumlah Crew

$$Z_c = C_{st} \cdot C_{dk} \cdot \left(\frac{L_{pp} \cdot B \cdot H \cdot 35}{10^5} \right)^{\frac{1}{6}} + C_{eng} \cdot \left(\frac{BHP}{10^5} \right)^{\frac{1}{3}} + \text{cadet}$$

$$= 22,59 \text{ orang}$$

$$= 23 \text{ orang}$$

C _{st}	=	1,2 ; <i>Coef. Steward (1.2 ~ 1.33)</i>
C _{dk}	=	11,5 ; <i>Coef. Deck (11.5 ~ 14.5)</i>
C _{eng}	=	8,5 ; <i>Coef. Engine (8.5 ~ 11 untuk diesel)</i>
cadet	=	2 ; <i>Umumnya 2 orang</i>
C _{C&E}	=	0,1 ton/orang ; <i>asumsi berat rata-rata manusia</i>

Parametric Design Chapter 11, 11-2

W _{C&E}	=	Berat Kru Total
	=	Z _c · C _{c&e}
	=	2,3 ton

TB	=	90,875
----	---	--------

• Fuel Oil

SFR	=	0,000232126 ton/kW h
MCR	=	1110,00 kW
Margin	=	15% ; <i>(5% ~ 15%)</i>

$$W_{FO} = SFR \cdot MCR \cdot \frac{S}{V_s} \cdot (1 + \text{Margin})$$

$$= 15,76 \text{ ton}$$

$$V_{FO} = \frac{W_{FO} + 4\% \cdot W_{FO}}{\pi} \quad ; \text{Diktat IGM Santosa Penambahan untuk konstruksi dan 2\% untuk ekspansi panas dan } \pi = 0.991 \text{ ton}$$

$$= \frac{16,54}{\pi} \text{ m}^3$$

TB	=	5,97	m
----	---	------	---

• Lubricating Oil

$$W_{LO} = 10 \text{ ton} \quad ; \text{Perkiraan untuk 10 kali pelayaran}$$

$$V_{LO} = 11,56 \text{ m}^3$$

TB	=	5,97	m
----	---	------	---

Parametric Design Chapter 11, 11.

• Diesel Oil

$$C_{DO} = 0,15 \quad ; \text{Diktat IGM Santosa hal. 38 (0.1)}$$

$$W_{DO'} = W_{FO} \cdot C_{DO}$$

$$= 2,36 \text{ ton}$$

$$V_{DO} = \frac{W_{DO'} + 2\% \cdot W_{DO'}}{\pi} \quad ; \text{Penambahan 2\% untuk koreksi dan } \pi = 0.85 \text{ ton/m}^3$$

$$= 2,84 \text{ m}^3$$

TB	=	5,97	m
----	---	------	---

• Fresh Water

$$C_{w1} = 220 \text{ kg/orang hari}$$

$$= 0,01 \text{ ton/orang jam}$$

; Koef. untuk cuci, mandi, dan minum kru

$$C_{w2} = 0,005 \text{ ton/HP}$$

; Koef. air tawar untuk pendingin mesin

$$W_{FW1} = C_{w1} \cdot (S/V_s) \cdot Z_c$$

$$= 11,21 \text{ ton}$$

; Berat air tawar untuk mandi, cuci, minum

$$W_{FW1 \text{ total}} = (W_{FW1}) \cdot \text{Lama Pelayaran}$$

$$= 24,85 \text{ ton} \quad 41,57$$

$$V_{FW1} = \frac{W_{FW1 \text{ total}} + 2\% \cdot W_{FW1 \text{ total}}}{\pi}$$

$$= 25,35 \text{ m}^3$$

TB	=	82,95	m
----	---	-------	---

$$W_{FW2} = C_{w2} \cdot \text{BHP}$$

$$= 7,55 \text{ ton}$$

; Berat air tawar untuk pendingin mesin

$$\begin{aligned}
W_{FW2 \text{ total}} &= (W_{FW2}) \cdot \text{Lama Pelayaran} \\
&= 16,72 \text{ ton} \\
V_{FW2} &= W_{FW2 \text{ total}} + 2\% \cdot W_{FW2 \text{ total}} \\
&= 17,06 \text{ m}^3 \\
\text{TB} &= 7,19 \text{ m}
\end{aligned}$$

• Provision & Store

$$\begin{aligned}
C_{PR} &= 5 \text{ kg/orang hari} && ; \text{ Koef. Provision \& Sto} \\
&= 0,000208333 \text{ ton/ orang jam}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
W_{PR} &= C_P \cdot \frac{S}{V_S} \cdot Z_c \\
&= 0,25 \text{ ton} && ; \text{ Berat Provision \& Store}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Bagasi} &= 1,15 \text{ ton} \\
\text{TB} &= 90,88 \text{ m}
\end{aligned}$$

Total Berat Consumable and Crew (W_{cons})

$$\begin{aligned}
&= WC\&E + W_{LO} + W_{PR} + W_{FW} + W_{DO} + W_{FO} \\
&= 73,40 \text{ ton}
\end{aligned}$$

Rekap TB dan KG of crew and consumables

Part	W (ton)	TB (m dr AP)	KG (m)
Crew	2,3	90,875	11,369541
FO	15,76	5,97	2,249
LO	10	5,97	2,249
DO	2,36	5,97	2,249
FW1	24,85	82,95	2,005
FW2	16,72	7,19	2,005
PS	1,40	90,88	11,369541
TOTAL	73,39972	36,60	2,57

41,57

SEBELUM MODIFIKASI

Displacement kapal muatan penuh

Lwl=	96,386 m
B =	27,45 m
T=	4 m
Cb=	0,902
Cp=	0,908
Cw=	0,977
LCB=	-0.100 m
Displ.=	9788,000 ton

Konponen Berat	Berat Bagian	Berat (ton)
DWT	Batu Bara	8423,047
LWT	Hull	1364,953
<i>Displacement (ton) =</i>		9788,00

SESUDAH MODIFIKASI

Displacement kapal muatan penuh

Lwl=	96,620 m
Lpp=	93,910 m
B =	27,450 m
T=	3,375 m
Cb=	0,895
Cp=	0,901
Cw=	0,982
LCB=	-0,779 m
Displ.=	8210,741 ton

Konponen Berat	Berat Bagian	Berat (ton)	KG	TB (MS)	TB (AP)
DWT	Gas	926,130	7,325	-1,528	45,427
	<i>Crew & Consumbale</i>	73,400	2,571	-10,360	36,595
Total		999,530	6,976	-2,177	44,778
LWT	Hull	1301,641	2,088	-2,331	44,624
	Cargo Hold	787,083	9,444	-2,190	44,765
	Deck House	82,937	11,370	44,005	90,960
	E & O	212,788	6,410	5,141	52,096
	Mesin & Perlengkapan	107,401	4,010	-45,445	1,510
	CNG Tank	4719,360	7,325	-1,528	45,427
Total		7211,210	6,581	-1,679	45,276
<i>Displacement (ton) =</i>		8210,741	6,629	-1,740	45,215

PERHITUNGAN FREEBOARD

International Convention on Load Lines, 1966 and Protocol of 1988

Input Data

$L = 96 \% L_{wl} \text{ pada } 0.85H$	} diambil yang terbesar			
$= 92,755 \text{ m}$				
$L = L_{pp} \text{ pada } 0.85H$				
$= 93,91 \text{ m}$			$L = 93,91 \text{ m}$	
$B = 27,45 \text{ m}$				
$D=H = 6,41 \text{ m}$			Tipe Kapal = Type B	
$d_1 = 85\% H$			$L_p = 0 \text{ m}$	
$= 5,4485 \text{ m}$			$L_f = 0 \text{ m}$	
$C_B = \frac{\nabla}{L \cdot B \cdot d_1}$			$S = L_p + L_f$	
$= 0,895$			$= 0,000$	

Perhitungan

=> **Freeboard Standard**

L	Freeboard
94	1154
95	1172

---> Regulation 28 Table 28.2

---> interpolasi

- $L = 93,91 \text{ m}$
- $Fb = 1152,38 \text{ mm}$

- **Koreksi C_B** ---> Regulation 30

$C_B = 0,895 > 0.68$ ---> Ada Koreksi

$$Fb_2 = Fb \frac{C_B + 0.68}{1.36}$$

$$= 1334,558 \text{ mm}$$

- **Koreksi Depth (D)** ---> Regulation 31

$D = H = 6,41 \text{ m}$

$L/15 = 6,261$ ---> $D=H > L/15$, Ada Koreksi

Koreksi = $(D-L/15) (L/0.48)$ mm

$= -1141,267 \text{ mm}$

$Fb_4 = 1164,128461$

- **Koreksi Sheer**

Karena tidak menggunakan sheer maka tidak perlu koreksi

- **Koreksi Tinggi Superstructure**

Karena tidak memiliki superstructure maka tidak perlu koreksi

Freeboard Akhir setelah dilakukan koreksi - koreksi

- **Freeboard Akhir (Fb')** = Fb_2
= 1164,128461 mm
= 1,164 m

=> **Ketinggian Bow Minimum (B_{WM})**

- $C_{B \min} = 0,69$
- $C_B = 0,895$
- $B_{WM} = 56 \cdot L \cdot \left(1 - \frac{L}{500}\right) \cdot \left(\frac{1.36}{C_B + 0.68}\right)$
= 2874,600293 mm
= 2,874600293 m

=> **Batasan**

- Freeboard Sebenarnya

$$F_{ba} = H - T$$
$$= 3,035 \text{ m} \quad \textbf{Diterima} \quad \text{full load}$$

---> *Lambung Timbul Sebenarnya harus lebih besar dari Lambung Timbul Total*

- Ketinggian Bow

$$H_B = F_{ba} + S_f + h_{sf}$$
$$= 5,04 \quad \textbf{Diterima}$$

---> *Ketinggian Bow harus lebih besar dari Ketinggian Bow Minimum*

PERHITUNGAN TONNAGE

International Convention on Tonnage Measurement of Ships, 1969

Input Data

H =	6,41 m	
T =	3,38 m	
V11-2 =	869,207 m ³	
V13-4 =	463,795 m ³	
VRMtot =	22193,874 m ³	
VRM1 =	13760,202 m ³	(diatas geladak cuaca)
VRM2 =	8433,672 m ³	(dibawah geladak cuaca)
∇ =	8010,479 m ³	
Z _C =	23 orang	
N ₁ =	2 orang	---> jumlah crew didalam satu kabin, diasumsikan 2
N ₂ =	21 orang	---> jumlah crew dan penumpang didalam kabin yang lain

Perhitungan

=> **Gross Tonnage**

- Volume Geladak dibawah Geladak Cuaca

$$V_U = \nabla \cdot \left(\left(1.25 \cdot \frac{H}{T} \right) - 0.115 \right)$$

$$= 18096,26 \text{ m}^3$$

- Volume Ruang Tertutup diatas Geladak Cuaca

$$V_H = V_{11} + V_{12} + V_{13} + V_{14} + VRM$$

$$= 16426,21 \text{ m}^3$$

- Total Volume Ruang Tertutup

$$V = V_U + V_H$$

$$= 34522,47 \text{ m}^3$$

- $K_1 = 0.2 + 0.02 \cdot \log V$

$$= 0,291$$

- **GT** = V · K₁

$$= 10038$$

- $K_2 \cdot V_{rr} \cdot \left(\frac{4 \cdot T}{3 \cdot H} \right)^2 = 3138,412$

- 0.25 GT = 2509,456

- 0.30 GT = 3011,347

$$\left(N_1 + \frac{N_2}{10} \right) \cdot \square = 4,1$$

=> **Net Tonnage**

- Volume Ruang Muat

$$V_C = V_r = 22193,874 \text{ m}^3$$

- $K_2 = 0.2 + 0.02 \cdot \log V_C$

$$= 0,287$$

- $K_3 = 1.25 \cdot \frac{GT + 10000}{10000}$

$$= 1,563819333$$

- **NT** = a + K₃ · $\left(N_1 + \frac{N_2}{10} \right)$

$$= 3145$$

=> **Syarat**

- $K_2 \cdot V_{rr} \cdot \left(\frac{4 \cdot T}{3 \cdot H} \right)^2 = a \geq 0.25 \text{ GT}$

Diterima

- NT ≥ 0.30 GT

Diterima

Rekapitulasi Stabilitas

	LWT	DWT	Displacement	LCG	KG
LOAD C	7211,210	999,530	8210,741	46,102	6,629
LOAD C	7211,210	962,830	8174,041	46,103	6,647
LOAD C	7211,210	336,700	7547,910	46,148	6,337
LOAD C	7211,210	300,000	7511,210	46,144	6,355

NO.	CRITERIA	VALUE	UNIT	ACTUAL CONDITION			
				1	2	3	3
1	Area 0 to 30 shall be greater than (>)	0,055	m.rad	1,661	1,666	1,828	1,833
2	Area 0 to 40 shall be greater than (>)	0,09	m.rad	2,430	2,434	2,654	2,658
3	Area 30 to 40 shall be greater than (>)	0,03	m.rad	0,769	0,769	0,826	0,825
4	Maximum GZ at 30 or greater shall be greater than (>)	0,2	m	4,515	4,517	4,868	4,871
5	Angle of maximum GZ shall be greater than (>)	25	deg	27,600	27,600	26,700	25,800
6	Initial GMt shall be greater than (>)	0,15	m	15,097	15,159	16,958	17,035
Status				PASS	PASS	PASS	PASS

NO.	KRITERIA	LOADCASE			
		1	2	3	4
1	Draft Amidsh. m	3,374	3,360	3,124	3,110
2	Displacement tonne	8211,000	8174,000	7548,000	7511,000
3	Heel to Starboard degrees	0,000	0,000	0,000	0,000
4	Draft at FP m	3,338	3,323	3,075	3,059
5	Draft at AP m	3,410	3,397	3,173	3,161
6	Draft at LCF m	3,375	3,362	3,126	3,113
7	Trim (+ve by stern) m	0,072	0,074	0,098	0,102
8	WL Length m	96,592	96,560	96,022	95,989
9	WL Beam m	27,450	27,450	27,450	27,450
10	Block Coeff.	0,888	0,887	0,883	0,882
11	LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,856	-0,856	-0,813	-0,817
12	Trim angle (+ve by stern) deg	0,044	0,045	0,060	0,062
13	Koreksi trim (+ / - ≤ 5% Lwl)	0,075	0,077	0,102	0,106

LOAD CASE 1 (Pemuatan Penuh Berangkat)

DWT

Load :

Consumable = 100%
Muatan = 100%

station	q(x) [ton/m]						q(x) total [ton/m]	lengan	momen
	tangki air tawar	b. b. mesin induk	b. b. mesin bantu	minyak pelumas	ABK, bagasi, provision	muatan			
0-1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-45,895	0,000
1-2	0,000	3,262	0,489	2,070	0,000	0,000	5,821	-41,064	-239,048
2-3	3,461	0,000	0,000	0,000	0,000	4,512	7,974	-36,233	-288,901
3-4	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	13,116	13,116	-31,402	-411,849
4-5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	13,116	13,116	-26,571	-348,487
5-6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	13,116	13,116	-21,740	-285,126
6-7	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	13,116	13,116	-16,909	-221,765
7-8	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	13,116	13,116	-12,078	-158,403
8-9	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	13,116	13,116	-7,247	-95,042
9-10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	13,116	13,116	-2,416	-31,681
10-11	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	13,116	13,116	2,416	31,681
11-12	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	13,116	13,116	7,247	95,042
12-13	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	13,116	13,116	12,078	158,403
13-14	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	13,116	13,116	16,909	221,765
14-15	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	13,116	13,116	21,740	285,126
15-16	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	13,116	13,116	26,571	348,487
16-17	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	13,116	13,116	31,402	411,849
17-18	4,920	0,000	0,000	0,000	0,000	3,575	8,496	36,233	307,818
18-19	0,000	0,000	0,000	0,000	0,253	0,000	0,253	41,064	10,384
19-20	8,382	0,000	0,000	0,000	0,480	0,000	0,480	45,895	22,031
	16,76	3,26	0,49	2,07	0,73	191,71	206,642	Jumlah [m]	-187,716
								LCG dr midship (m)	-0,908
								LCG dr AP (m)	46,047
								KG (m)	6,976
								berat DWT [ton]	999,530

LWT

No	station	q(x) [ton/m]						q(x) total	lengan	momen
		DH	KM	CH	EO	CNG Tank	Hull			
1	0-1	0,00	12,35	0,00	2,20	0,00	11,00	25,55	-45,89	-1172,81
2	1-2	0,00	9,78	0,00	2,20	0,00	14,42	26,41	-41,06	-1084,33
3	2-3	0,00	0,10	6,57	2,20	22,99	15,66	47,53	-36,23	-1722,08
4	3-4	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	15,51	95,30	-31,40	-2992,60
5	4-5	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	15,36	95,15	-26,57	-2528,17
6	5-6	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	15,21	95,00	-21,74	-2065,21
7	6-7	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	15,06	94,85	-16,91	-1603,71
8	7-8	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	14,91	94,69	-12,08	-1143,68
9	8-9	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	14,75	94,54	-7,25	-685,11
10	9-10	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	14,60	94,39	-2,42	-228,00
11	10-11	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	14,45	94,24	2,42	227,64
12	11-12	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	14,30	94,09	7,25	681,81
13	12-13	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	14,15	93,94	12,08	1134,53
14	13-14	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	14,00	93,79	16,91	1585,77
15	14-15	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	13,85	93,63	21,74	2035,56
16	15-16	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	13,69	93,48	26,57	2483,88
17	16-17	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	13,54	93,33	31,40	2930,73
18	17-18	0,00	0,00	5,82	2,20	18,22	12,45	38,68	36,23	1401,60
19	18-19	6,16	0,00	0,00	2,20	0,00	8,38	16,74	41,06	687,49
20	19-20	10,99	0,00	0,00	2,20	0,00	4,15	17,35	45,89	796,10
							total [ton/m]	1492,69	total	-1260,60

titik berat LWT = -0,845 m dari midsh
46,110 m dari AP
KG = 6,581
berat LWT = 7211,210

KG

Konponen Berat	Berat Bagian	Berat (ton)	KG
DWT	Gas	926,130	7,325
	<i>Crew & Consumbale</i>	73,400	2,571
Total		999,530	6,976
LWT	Hull	1301,641	2,088
	Superstructure	787,083	9,444
	Cargo hold Construction	82,937	11,370
	E & O	212,788	6,410
	Mesin & Perlengkapan	107,401	4,010
	CNG Tank	4719,360	7,325
Total		7211,210	6,581
	<i>Displacement (ton) =</i>	8210,741	6,629
	LCG DWT (dari sebaran) =	46,047	(dari AP)

LOAD CASE 2 (Pemuatan Penuh Berlayar)

DWT

Load :

Consumable = 50%
Muatan = 100%

station	q(x) [ton/m]						q(x) total [ton/m]	lengan	momen
	tangki air tawar	b. b. mesin induk	b. b. mesin bantu	minyak pelumas	ABK, bagasi, provision	muatan			
0-1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-45,895	0,000
1-2	0,000	1,631	0,245	1,035	0,000	0,000	2,911	-41,064	-119,524
2-3	1,731	0,000	0,000	0,000	0,000	4,512	6,243	-36,233	-226,193
3-4	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	13,116	13,116	-31,402	-411,849
4-5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	13,116	13,116	-26,571	-348,487
5-6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	13,116	13,116	-21,740	-285,126
6-7	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	13,116	13,116	-16,909	-221,765
7-8	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	13,116	13,116	-12,078	-158,403
8-9	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	13,116	13,116	-7,247	-95,042
9-10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	13,116	13,116	-2,416	-31,681
10-11	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	13,116	13,116	2,416	31,681
11-12	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	13,116	13,116	7,247	95,042
12-13	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	13,116	13,116	12,078	158,403
13-14	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	13,116	13,116	16,909	221,765
14-15	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	13,116	13,116	21,740	285,126
15-16	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	13,116	13,116	26,571	348,487
16-17	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	13,116	13,116	31,402	411,849
17-18	2,460	0,000	0,000	0,000	0,000	3,575	6,036	36,233	218,683
18-19	0,000	0,000	0,000	0,000	0,126	0,000	0,126	41,064	5,192
19-20	4,191	0,000	0,000	0,000	0,240	0,000	4,431	45,895	203,348
	8,38	1,63	0,24	1,03	0,37	191,706	203,364	Jumlah [m]	81,506
								LCG dr midship (m)	0,401
								LCG dr AP (m)	47,356
								KG (m)	7,144
								berat DWT [ton]	962,830

LWT

No	station	q(x) [ton/m]						q(x) total	lengan	momen
		DH	KM	CH	EO	CNG Tank	Hull			
1	0-1	0,00	12,35	0,00	2,20	0,00	11,00	25,55	-45,89	-1172,81
2	1-2	0,00	9,78	0,00	2,20	0,00	14,42	26,41	-41,06	-1084,33
3	2-3	0,00	0,10	6,57	2,20	22,99	15,66	47,53	-36,23	-1722,08
4	3-4	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	15,51	95,30	-31,40	-2992,60
5	4-5	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	15,36	95,15	-26,57	-2528,17
6	5-6	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	15,21	95,00	-21,74	-2065,21
7	6-7	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	15,06	94,85	-16,91	-1603,71
8	7-8	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	14,91	94,69	-12,08	-1143,68
9	8-9	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	14,75	94,54	-7,25	-685,11
10	9-10	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	14,60	94,39	-2,42	-228,00
11	10-11	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	14,45	94,24	2,42	227,64
12	11-12	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	14,30	94,09	7,25	681,81
13	12-13	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	14,15	93,94	12,08	1134,53
14	13-14	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	14,00	93,79	16,91	1585,77
15	14-15	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	13,85	93,63	21,74	2035,56
16	15-16	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	13,69	93,48	26,57	2483,88
17	16-17	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	13,54	93,33	31,40	2930,73
18	17-18	0,00	0,00	5,82	2,20	18,22	12,45	38,68	36,23	1401,60
19	18-19	6,16	0,00	0,00	2,20	0,00	8,38	16,74	41,06	687,49
20	19-20	10,99	0,00	0,00	2,20	0,00	4,15	17,35	45,89	796,10
							total [ton/m]	1492,69	total	-1260,60

titik berat LWT = -0,84 m dari midsh
46,11 m dari AP
KG = 6,58
berat LWT = 7211,21

KG

Konponen Berat	Berat Bagian	Berat (ton)	KG
DWT	Gas	926,130	7,325
	<i>Crew & Consumbale</i>	36,700	2,571
Total		962,830	7,144
LWT	Hull	1301,641	2,088
	Superstructure	787,083	9,444
	Cargo hold Construction	82,937	11,370
	E & O	212,788	6,410
	Mesin & Perlengkapan	107,401	4,010
	CNG Tank	4719,360	7,325
Total		7211,210	6,581
	<i>Displacement (ton) =</i>	8174,041	6,647
	LCG DWT (dari sebaran) =	47,356 (dari AP)	

LOAD CASE 3 (Pemuatan Penuh Berlayar)

DWT

Load :

Consumable = 50%
Muatan = 0%

station	q(x) [ton/m]						q(x) total [ton/m]	lengan	momen
	tangki air tawar	b. b. mesin induk	b. b. mesin bantu	minyak pelumas	ABK, bagasi, provision	muatan			
0-1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-45,895	0,000
1-2	0,000	1,631	0,245	1,035	0,000	0,000	2,911	-41,064	-119,524
2-3	1,731	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,731	-36,233	-62,707
3-4	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-31,402	0,000
4-5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-26,571	0,000
5-6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-21,740	0,000
6-7	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-16,909	0,000
7-8	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-12,078	0,000
8-9	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-7,247	0,000
9-10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-2,416	0,000
10-11	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,416	0,000
11-12	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	7,247	0,000
12-13	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	12,078	0,000
13-14	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	16,909	0,000
14-15	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	21,740	0,000
15-16	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	26,571	0,000
16-17	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	31,402	0,000
17-18	2,460	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,460	36,233	89,134
18-19	0,000	0,000	0,000	0,000	0,126	0,000	0,126	41,064	5,192
19-20	4,191	0,000	0,000	0,000	0,240	0,000	4,431	45,895	203,348
	8,38	1,63	0,24	1,03	0,37	0,000	11,659	Jumlah [m]	115,443
								LCG dr midship (m)	9,902
								LCG dr AP (m)	56,857
								KG (m)	1,104
								berat DWT [ton]	336,700

LWT

No	station	q(x) [ton/m]						q(x) total	lengan	momen
		DH	KM	CH	EO	CNG Tank	Hull			
1	0-1	0,00	12,35	0,00	2,20	0,00	11,00	25,55	-45,89	-1172,81
2	1-2	0,00	9,78	0,00	2,20	0,00	14,42	26,41	-41,06	-1084,33
3	2-3	0,00	0,10	6,57	2,20	22,99	15,66	47,53	-36,23	-1722,08
4	3-4	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	15,51	95,30	-31,40	-2992,60
5	4-5	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	15,36	95,15	-26,57	-2528,17
6	5-6	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	15,21	95,00	-21,74	-2065,21
7	6-7	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	15,06	94,85	-16,91	-1603,71
8	7-8	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	14,91	94,69	-12,08	-1143,68
9	8-9	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	14,75	94,54	-7,25	-685,11
10	9-10	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	14,60	94,39	-2,42	-228,00
11	10-11	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	14,45	94,24	2,42	227,64
12	11-12	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	14,30	94,09	7,25	681,81
13	12-13	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	14,15	93,94	12,08	1134,53
14	13-14	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	14,00	93,79	16,91	1585,77
15	14-15	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	13,85	93,63	21,74	2035,56
16	15-16	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	13,69	93,48	26,57	2483,88
17	16-17	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	13,54	93,33	31,40	2930,73
18	17-18	0,00	0,00	5,82	2,20	18,22	12,45	38,68	36,23	1401,60
19	18-19	6,16	0,00	0,00	2,20	0,00	8,38	16,74	41,06	687,49
20	19-20	10,99	0,00	0,00	2,20	0,00	4,15	17,35	45,89	796,10
							total [ton/m]	1492,69	total	-1260,60

titik berat LWT = -0,84 m dari midship
46,11 m dari AP
KG = 6,58
berat LWT = 7211,21

KG

Konponen Berat	Berat Bagian	Berat (ton)	KG
DWT	Water Ballast	300,000	0,925
	<i>Crew & Consumbale</i>	36,700	2,571
Total		336,700	1,104
LWT	Hull	1301,641	2,088
	Superstructure	787,083	9,444
	Cargo hold Construction	82,937	11,370
	E & O	212,788	6,410
	Mesin & Perlengkapan	107,401	4,010
	CNG Tank	4719,360	7,325
Total		7211,210	6,581
	<i>Displacement (ton) =</i>	7547,910	6,337
	LCG DWT (dari sebaran) =	56,86 (dari AP)	

LOAD CASE 4 (Kapal Kosong)

DWT

Load :

Consumable = 0%
Muatan = 0%

station	q(x) [ton/m]						q(x) total [ton/m]	lengan	momen
	tangki air tawar	b. b. mesin induk	b. b. mesin bantu	minyak pelumas	ABK, bagasi, provision	muatan			
0-1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-46,191	0,000
1-2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-41,329	0,000
2-3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-36,467	0,000
3-4	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-31,604	0,000
4-5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-26,742	0,000
5-6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-21,880	0,000
6-7	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-17,018	0,000
7-8	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-12,156	0,000
8-9	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-7,293	0,000
9-10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-2,431	0,000
10-11	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,431	0,000
11-12	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	7,293	0,000
12-13	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	12,156	0,000
13-14	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	17,018	0,000
14-15	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	21,880	0,000
15-16	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	26,742	0,000
16-17	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	31,604	0,000
17-18	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	36,467	0,000
18-19	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	41,329	0,000
19-20	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	46,191	0,000
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Jumlah [m]	0,000
								LCG dr midship (m)	0,00
								LCG dr AP (m)	46,96
								KG (m)	0,93
								berat DWT [ton]	300,00

LWT

No	station	q(x) [ton/m]						q(x) total	lengan	momen	
		DH	KM	CH	EO	CNG Tank	Hull				
1	0-1	0,00	12,35	0,00	2,20	0,00	11,00	25,55	-45,89	-1172,81	
2	1-2	0,00	9,78	0,00	2,20	0,00	14,42	26,41	-41,06	-1084,33	
3	2-3	0,00	0,10	6,57	2,20	22,99	15,66	47,53	-36,23	-1722,08	
4	3-4	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	15,51	95,30	-31,40	-2992,60	
5	4-5	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	15,36	95,15	-26,57	-2528,17	
6	5-6	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	15,21	95,00	-21,74	-2065,21	
7	6-7	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	15,06	94,85	-16,91	-1603,71	
8	7-8	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	14,91	94,69	-12,08	-1143,68	
9	8-9	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	14,75	94,54	-7,25	-685,11	
10	9-10	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	14,60	94,39	-2,42	-228,00	
11	10-11	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	14,45	94,24	2,42	227,64	
12	11-12	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	14,30	94,09	7,25	681,81	
13	12-13	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	14,15	93,94	12,08	1134,53	
14	13-14	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	14,00	93,79	16,91	1585,77	
15	14-15	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	13,85	93,63	21,74	2035,56	
16	15-16	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	13,69	93,48	26,57	2483,88	
17	16-17	0,00	0,00	10,75	2,20	66,83	13,54	93,33	31,40	2930,73	
18	17-18	0,00	0,00	5,82	2,20	18,22	12,45	38,68	36,23	1401,60	
19	18-19	6,16	0,00	0,00	2,20	0,00	8,38	16,74	41,06	687,49	
20	19-20	10,99	0,00	0,00	2,20	0,00	4,15	17,35	45,89	796,10	
								total [ton/m]	1492,69	total	-1260,60

titik berat LWT = -0,84 m dari midsh
46,11 m dari AP
KG = 6,58
berat LWT = 7211,21

KG

Konponen Berat	Berat Bagian	Berat (ton)	KG
DWT	Gas + Crew & Consumbale	0,000	0,000
	Water Ballast	300,000	0,925
Total		300,000	0,925
LWT	Hull	1301,641	2,088
	Superstructure	787,083	9,444
	Cargo hold Construction	82,937	11,370
	E & O	212,788	6,410
	Mesin & Perlengkapan	107,401	4,010
	CNG Tank	4719,360	7,325
Total		7211,210	6,581
	<i>Displacement (ton) =</i>	7511,210	6,355
	LCG DWT (dari sebaran) =	46,955	(dari AP)

PERHITUNGAN BERAT LAMBUNG KAPAL

Data Kapal

Lwl	96,620	m
L	100,650	m
B	27,450	m
H	6,410	m
T	27,450	m
Cb	0,895	
ρ air lau	1,025	ton/m ³
h (Lwl/2)	4,831	m

Berat kapal total	(BKT)	8210,74	ton	maxsurf
DWT	(DWT)	999,53	ton	hitungan desain
LWT :		7211,21	ton	hitungan desain
A. Deck House	(BA)	82,94	ton	hitungan desain
B. Cago Hold (CH)	(CH)	787,08	ton	hitungan desain
C. Tangki CNG	(TC)	4719,36	ton	hitungan desain
D. E&O	(EO)	212,79	ton	hitungan desain
E. Permesinan dan peralatan	(MP)	107,40	ton	hitungan desain
F. Hull weight :		1301,64	ton	hitungan desain
1. Lengkung CSA	(WHL)	867,76	ton	2/3 Hull weight
2. Trapesium	(WHT)	433,88	ton	1/3 Hull weight
Titik berat kapal total	(t.b.BKT)	-1,740	m	hitungan
Titik berat DWT	(t.b.DWT)	-2,177	m	hitungan
Titik berat Deck House	(t.b.BA)	44,005	m	hitungan
Titik berat CH	(t.b.CH)	-2,190	m	hitungan
Titik berat Tangki CNG	(t.b.TC)	-1,528	m	hitungan
Titik berat EO	(t.b.EO)	5,141	m	hitungan
Titik berat permesinan dan peralatan	(t.b.MP)	-45,445	m	hitungan
Titik berat hull weight lengkung CSA	(t.b.WHL)	-0,779	m	= LCB dr maxsurf
Titik berat hull weight trapesium	(t.b.WHT)	-5,435	m	dihitung

t.b.BKT =

$$(DWT \times t.b.DWT) + (BA \times t.b.BA) + (MP \times t.b.MP) + (WHL \times t.b.WHL) + (WHT \times t.b.WHT)$$

BKT

t.b.WHT =

$$(BKT \times t.b.BKT) - [(DWT \times t.b.DWT) + (BA \times t.b.BA) + (MP \times t.b.MP) + (WHL \times t.b.WHL)]$$

WHT

t.b.WHT = -5,435 m

$$ma = Mo/L - 6 Mo \cdot x/L^2 \quad (\text{RUMUS DARI BUKU OWEN HUGHES})$$

$$mf = Mo/L + 6 Mo \cdot x/L^2 \quad (\text{RUMUS DARI BUKU OWEN HUGHES})$$

$$ma = 6,006 \quad \text{ton/m}$$

$$mf = 2,975 \quad \text{ton/m}$$

PERHITUNGAN GAYA ANGKAT

No St	Area [m2]	q [ton/m]	q rata2 [ton/m]	Lengan [m]	momen lengan
0	26,658	27,32481992			
1	66,948	68,62142156	47,97	-45,895	-2201,70
2	92,673	94,99000149	81,81	-41,064	-3359,23
3	92,673	94,99000149	94,99	-36,233	-3441,73
4	92,673	94,99000149	94,99	-31,402	-2982,83
5	92,673	94,99000149	94,99	-26,571	-2523,93
6	92,673	94,99000149	94,99	-21,740	-2065,04
7	92,673	94,99000149	94,99	-16,909	-1606,14
8	92,673	94,99000149	94,99	-12,078	-1147,24
9	92,673	94,99000149	94,99	-7,247	-688,35
10	92,673	94,99000149	94,99	-2,416	-229,45
11	92,673	94,99000149	94,99	2,416	229,45
12	92,673	94,99000149	94,99	7,247	688,35
13	92,673	94,99000149	94,99	12,078	1147,24
14	92,673	94,99000149	94,99	16,909	1606,14
15	92,673	94,99000149	94,99	21,740	2065,04
16	92,673	94,99000149	94,99	26,571	2523,93
17	92,673	94,99000149	94,99	31,402	2982,83
18	75,225	77,10554886	86,05	36,233	3117,73
19	20,303	20,8103754	48,96	41,064	2010,39
20	0,000	0	10,41	45,895	477,54
		Jumlah [ton/m]	1700,04	Jumlah [m3]	-3397,00
		displ. [ton]	8212,89	LCB dr midship (m)	-0,78
		V displ. [m ³]	8012,58	KB (m)	

PERHITUNGAN BERAT BADAN KAPAL

Station	Distribusi hull weight [ton/m]				lengan	momen
	lengkung CSA	traplesium	total	rata2		
0	2,89	6,01	8,89			
1	7,25	5,85	13,11	11,00	-45,89	-504,80
2	10,04	5,70	15,74	14,42	-41,06	-592,23
3	10,04	5,55	15,59	15,66	-36,23	-567,54
4	10,04	5,40	15,44	15,51	-31,40	-487,11
5	10,04	5,25	15,28	15,36	-26,57	-408,14
6	10,04	5,10	15,13	15,21	-21,74	-330,64
7	10,04	4,95	14,98	15,06	-16,91	-254,60
8	10,04	4,79	14,83	14,91	-12,08	-180,03
9	10,04	4,64	14,68	14,75	-7,25	-106,92
10	10,04	4,49	14,53	14,60	-2,42	-35,27
11	10,04	4,34	14,38	14,45	2,42	34,91
12	10,04	4,19	14,22	14,30	7,25	103,62
13	10,04	4,04	14,07	14,15	12,08	170,87
14	10,04	3,88	13,92	14,00	16,91	236,66
15	10,04	3,73	13,77	13,85	21,74	300,98
16	10,04	3,58	13,62	13,69	26,57	363,84
17	10,04	3,43	13,47	13,54	31,40	425,24
18	8,15	3,28	11,42	12,45	36,23	450,93
19	2,20	3,13	5,33	8,38	41,06	343,91
20	0,00	2,97	2,97	4,15	45,89	190,47
			jumlah	269,44	Jumlah	-845,84
			berat	1301,64	titik berat	-3,14

PERHITUNGAN PENYEBARAN DWT KAPAL

II.1. Data-data perhitungan

Dari Tugas Merancang I didapatkan data berikut:

1. Pay load	=	Berat (ton)	ton
2. Berat Bahan Bakar (Fo)	=	15,76	ton
3. Berat bahan Bakar Auxiliary (Do)	=	2,36	ton
4. Berat Minyak Pelumas	=	10,00	ton
5. Berat Air Tawar I	=	16,72	ton
Berat Air Tawar II	=	23,77	ton
6. Jumlah & Berat Crew (ABK)	=	22	orang
	=	2,20	ton
7. Berat Bagasi	=	1,10	ton
8. Berat Provisions	=	0,24	ton

Jarak Station = 4,83 m

II.2. PERHITUNGAN PENYEBARAN BEBAN LOKAL DWT

II.2.1. Tangki Air Tawar 1

$$W = \text{Berat air tawar} = 16,72 \text{ ton}$$

$$l = \text{panjang tangki} = 1,83 \text{ m}$$

Penyebaran Beban Tangki Air Tawar

Penyebaran beban

$$W = q \cdot l$$

$$q = W/l$$

$$= 9,14 \text{ ton/m}$$

Beban di blakang st. 3

$$q \cdot x''$$

dimana

$$x'' = 1,83 \text{ m (panjang tangki air tawar dibelakang st.3)}$$

maka

$$W'' = 16,72 \text{ ton}$$

Beban didistribusikan ke dalam st.2 s/d st.3

$$W'' = W1'' + W2''$$

$$W''(a) = W1'' \left(\frac{1}{2} \right) b + W2'' \left(-\frac{1}{2} \right) b$$

$$2 W'' a = W1'' \cdot b - W2'' \cdot b$$

$$\frac{W'' \cdot b = W1'' \cdot b + W2'' \cdot b}{W'' (2a + b) = 2 W1'' \cdot b} +$$

$$W'' (2a + b) = 2 W1'' \cdot b$$

$$W1' = W' - W2'$$

$$W2' = W' (2a + b) / (2b)$$

dimana

$$a = \text{letak titik berat segi empat} = \frac{1}{2} x''$$

$$= 0,92 \text{ m}$$

$$b = Lwl/20$$

$$= 4,83 \text{ m}$$

sehingga

$$W1' = 5,19 \text{ ton} \quad q(\text{st. 0 s/d 1}) = 1,08 \text{ ton/m}$$

$$W2' = 11,53 \text{ ton} \quad q(\text{st. 1 s/d 2}) = 2,39 \text{ ton/m}$$

Station	q	q rata-rata [ton/m]	q(dist) dpn	q(dist) blk	(q) total
1					
2					
3		0,00	2,39	1,08	3,46
S =					3,46

$$W = S \times h = 16,722 \text{ ton}$$

II.2.2. Tangki Air Tawar 2

Berat air tawar = 23,77 ton
Panjang tangki = 1,83 m

Penyebaran Beban Tangki Bahan Bakar

Penyebaran beban

$$\begin{aligned}W &= q \cdot l \\q &= W/l \\&= 12,99 \text{ ton/m}\end{aligned}$$

Beban di belakang st. 18

$$W' = q \cdot x'$$

dimana

$$x' = 1,83 \text{ m (panjang tangki fuel oil dibelakang st. 18)}$$

maka

$$W' = 23,77 \text{ ton}$$

Beban didistribusikan ke dalam st. 17 s/d st. 18.

$$W'' = W1'' + W2''$$

$$W''(a) = W1''(1/2)b + W2''(-1/2)b$$

$$2W''a = W1'' \cdot b - W2'' \cdot b$$

$$W'' \cdot b = W1'' \cdot b + W2'' \cdot b \quad +$$

$$W''(2a + b) = 2W1'' \cdot b$$

$$W1'' = W''(2a + b) / (2b)$$

$$W2'' = W'' - W1''$$

dimana

$$a = \text{letak titik berat segi empat} = 1/2 x''$$

$$= 0,92 \text{ m}$$

$$b = Lw/20$$

$$= 4,83 \text{ m}$$

sehingga

$$W2'' = 16,39 \text{ ton}$$

$$q_{\text{(st. 17 s/d 18)}} = 3,39 \text{ ton/m}$$

$$W1'' = 7,38 \text{ ton}$$

$$q_{\text{(st. 18 s/d 19)}} = 1,53 \text{ ton/m}$$

Tabel pembebanan tangki bahan bakar

Station	q	q(rata-rata)	q(dist)dpn	q(dist)blk	(q) total
17	0	0,00	3,39	1,53	4,92
18	0,00				
					S = 4,92

$$W = S \times h = 23,77 \text{ ton}$$

II.2.3. Bahan Bakar Mesin Bantu

Berat kebutuhan bahan bakar = 2,36 ton

l = panjang tangki = 1,83 m

Penyebaran Beban Tangki Bahan Bakar

Penyebaran beban

$$\begin{aligned}W &= q \cdot l \\q &= W/l \\&= 1,29 \text{ ton/m}\end{aligned}$$

Beban di belakang st.2

$$W'' = q \cdot x''$$

dimana

$$x'' = 1,78 \text{ m (panjang tangki di belakang st.2)}$$

maka

$$W'' = 2,30 \text{ ton}$$

Beban didistribusikan ke dalam st. 6 s/d st. 8

$$W'' = W1'' + W2''$$

$$W''(a) = W1''(1/2)b + W2''(-1/2)b$$

$$2W''a = W1'' \cdot b - W2'' \cdot b$$

$$W'' \cdot b = W1'' \cdot b + W2'' \cdot b$$

$$W''(2a + b) = 2W1'' \cdot b$$

$$W1'' = W''(2a + b) / (2b)$$

$$W2'' = W'' - W1''$$

dimana

$$a = \text{letak titik berat segi empat} = 1/2 x''$$

$$= 0,89 \text{ m}$$

$$b = Lw1/20$$

$$= 4,83 \text{ m}$$

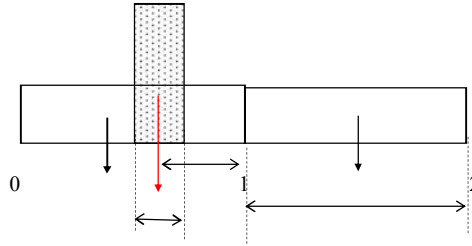
sehingga

$$W1' = 1,58 \text{ ton}$$

$$W2' = 0,73 \text{ ton}$$

$$q_{(st. 0 \text{ s/d } 1)} = 0,33 \text{ ton / m}$$

$$q_{(st. 1 \text{ s/d } 2)} = 0,15 \text{ ton / m}$$



Beban di depan st.2

$$W'' = q \cdot x''$$

dimana

$$x'' = 0,05 \text{ m (konst. di belakang st.2)}$$

maka

$$W'' = 0,06 \text{ ton}$$

Beban didistribusikan ke dalam st. 6 s/d st. 8

$$W'' = W1'' + W2''$$

$$W''(a) = W1''(1/2)b + W2''(-1/2)b$$

$$2W''a = W1'' \cdot b - W2'' \cdot b$$

$$W'' \cdot b = W1'' \cdot b + W2'' \cdot b$$

$$W''(2a + b) = 2W1'' \cdot b$$

$$W2'' = W''(2a - b) / (2b)$$

$$W1'' = W'' - W2''$$

dimana

$$a = \text{letak titik berat segi empat} = 1/2 x''$$

$$= 0,02 \text{ m}$$

$$b = Lw1/40$$

$$= 4,83 \text{ m}$$

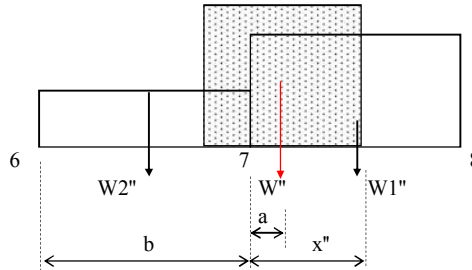
sehingga

$$W2' = 0,03 \text{ ton}$$

$$W1' = 0,03 \text{ ton}$$

$$q_{(st. 18 \text{ s/d } 19)} = 0,01 \text{ ton / m}$$

$$q_{(st. 19 \text{ s/d } 20)} = 0,01 \text{ ton / m}$$



Tabel pembebanan tangki bahan bakar mesin bantu

Station	q	q(rata-rata)	q(dist)dpn	q(dist)blk	(q) total
1	0,00		0,33	0,15	0,48
2	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
3	0,00				
S =					0,49

$$W = S \cdot h = 2,36 \text{ ton}$$

II.2.4. Minyak Pelumas

Berat kebutuhan minyak pelumas	=	10,00	ton
l = panjang tangki	=	1,83	m

Penyebaran Beban Tangki Bahan Bakar

Penyebaran beban

$$W = q \cdot l$$

$$q = W/l$$

$$= 5,46 \text{ ton/m}$$

Beban di belakang st. 2

$$W' = q \cdot x'$$

dimana

$$x' = 1,78 \text{ m (panjang tangki lubr. oil dibelakang st. 1)}$$

maka

$$W' = 9,74 \text{ ton}$$

Beban didistribusikan ke dalam st. 6 s/d st. 8

$$W' = W1' + W2'$$

$$W'(-a) = W1'(-1/2)b + W2'(1/2)b$$

$$-2W'a = -W1' \cdot b + W2' \cdot b$$

$$W' \cdot b = W1' \cdot b + W2' \cdot b$$

$$\frac{W'(-2a - b) = -2W1' \cdot b}{-}$$

$$W1' = W'(2a + b) / (2b)$$

$$W2' = W' - W1'$$

dimana

$$a = \text{letak titik berat segi empat} = 1/2 x'$$

$$= 0,891 \text{ m}$$

$$b = Lw1/20$$

$$= 4,83 \text{ m}$$

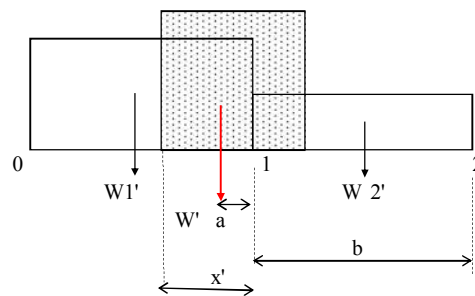
sehingga

$$W1' = 6,66 \text{ ton}$$

$$W2' = 3,07 \text{ ton}$$

$$q_{(st. 0 \text{ s/d } 1)} = 1,38 \text{ ton/m}$$

$$q_{(st. 1 \text{ s/d } 2)} = 0,64 \text{ ton/m}$$



Beban di depan st.2

$$W'' = q \cdot x''$$

dimana

$$x'' = 0,05 \text{ m (konst. di belakang st.2)}$$

maka

$$W'' = 0,26 \text{ ton}$$

Beban didistribusikan ke dalam st. 6 s/d st. 8

$$W'' = W1'' + W2''$$

$$W''(a) = W1''(1/2)b + W2''(-1/2)b$$

$$2W''a = W1'' \cdot b - W2'' \cdot b$$

$$W'' \cdot b = W1'' \cdot b + W2'' \cdot b$$

$$\frac{W''(2a + b) = 2W1'' \cdot b}{-}$$

$$W2'' = W''(2a - b) / (2b)$$

$$W1'' = W'' - W2''$$

dimana

$$a = \text{letak titik berat segi empat} = 1/2 x''$$

$$= 0,02 \text{ m}$$

$$b = Lw1/40$$

$$= 4,83 \text{ m}$$

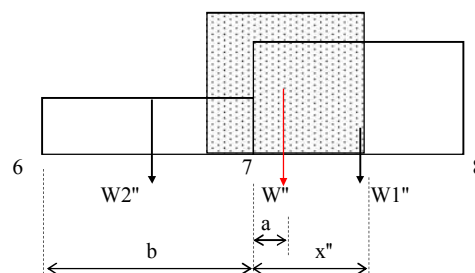
sehingga

$$W2'' = 0,13 \text{ ton}$$

$$W1'' = 0,13 \text{ ton}$$

$$q_{(st. 18 \text{ s/d } 19)} = 0,03 \text{ ton/m}$$

$$q_{(st. 19 \text{ s/d } 20)} = 0,03 \text{ ton/m}$$



Tabel pembebanan tangki minyak pelumas

Station	q	q(rata-rata)	q(dist)dpn	q(dist)blk	(q) total
1	0,00				
2	0,00	0,00	0,64	1,38	2,02
3	0,00	0,00	0,03	0,03	0,05
S =					2,07

$$W = S \times h = 10,00 \text{ ton}$$

II.2.5. Bahan Bakar (FO)

Berat kebutuhan bahan bakar = 15,76 ton
 l = panjang tangki = 1,83 m

Penyebaran Beban Tangki Bahan Bakar

Penyebaran beban

$$W = q \cdot l$$

$$q = W/l$$

$$= 8,61 \text{ ton/m}$$

Beban di belakang st. 1

$$W' = q \cdot x'$$

dimana

$$x' = 1,78 \text{ m (panjang tangki lubr. oil dibelakang st. 1)}$$

maka

$$W' = 15,35 \text{ ton}$$

Beban didistribusikan ke dalam st. 0 s/d st. 1

$$W' = W1' + W2'$$

$$W'(-a) = W1'(-1/2)b + W2'(1/2)b$$

$$-2W'a = -W1' \cdot b + W2' \cdot b$$

$$W' \cdot b = W1' \cdot b + W2' \cdot b$$

$$\frac{W'(-2a - b) = -2W1' \cdot b}{W'(-2a - b) = -2W1' \cdot b}$$

$$W1' = W'(2a + b) / (2b)$$

$$W2' = W' - W1'$$

dimana

$$a = \text{letak titik berat segi empat} = 1/2 x'$$

$$= 0,891 \text{ m}$$

$$b = Lwl/20$$

$$= 4,83 \text{ m}$$

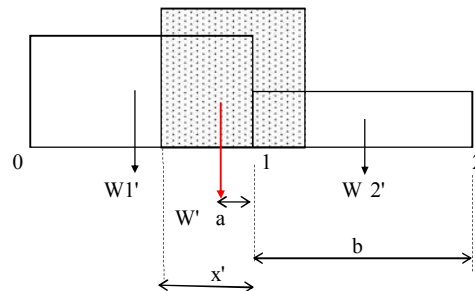
sehingga

$$W1' = 10,50 \text{ ton}$$

$$W2' = 4,84 \text{ ton}$$

$$q \text{ (st. 0 s/d 1)} = 2,17 \text{ ton/m}$$

$$q \text{ (st. 1 s/d 2)} = 1,00 \text{ ton/m}$$



Beban di depan st.2

$$W'' = q \cdot x''$$

dimana

$$x'' = 0,05 \text{ m (konst. di belakang st.2)}$$

maka

$$W'' = 0,41 \text{ ton}$$

Beban didistribusikan ke dalam st. 6 s/d st. 8

$$W'' = W1'' + W2''$$

$$W''(a) = W1''(1/2)b + W2''(-1/2)b$$

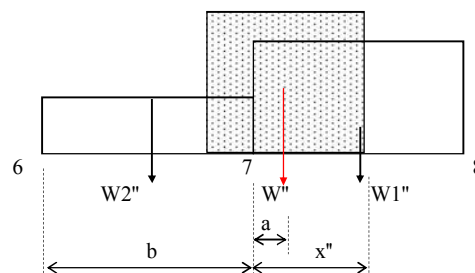
$$2W''a = W1'' \cdot b - W2'' \cdot b$$

$$W'' \cdot b = W1'' \cdot b + W2'' \cdot b$$

$$\frac{W''(2a + b) = 2W1'' \cdot b}{W''(2a + b) = 2W1'' \cdot b}$$

$$W2'' = W''(2a - b) / (2b)$$

$$W1'' = W'' - W2''$$



dimana

$$a = \text{letak titik berat segi empat} = 1/2 x'$$

$$= 0,02 \text{ m}$$

$$b = Lw1/40$$

$$= 4,83 \text{ m}$$

sehingga

$$W2' = 0,20 \text{ ton} \quad q_{(\text{st. 18 s/d 19})} = 0,04 \text{ ton / m}$$

$$W1' = 0,21 \text{ ton} \quad q_{(\text{st. 19 s/d 20})} = 0,04 \text{ ton / m}$$

Tabel pembebanan tangki minyak pelumas

Station	q	q(rata-rata)	q(dist)dpn	q(dist)blk	(q) total
1	0,00				
2	0,00	0,00	2,17	1,00	3,18
3	0,00	0,00	0,04	0,04	0,09
S =					3,26

$$W = S \times h = 15,76 \text{ ton}$$

II.2.5. Beban ABK, Bagasi dan Provision

Berat ABK, provision dan bagasi = 3,54 ton

Panjang Layer 1 = 11,60 m

Tinggi L1 = 2,40 m

Luas deck = 170,64 m²

q = 0,31 ton/m

$\rho = 0,009 \text{ ton / m}^3$

Beban di belakang st. 19

Beban didistribusikan ke station 18 s/d st. 19

$$W' = q \cdot x'$$

dimana

$$x' = 4,00 \text{ m (panjang kons. dibelakang st. 19)}$$

maka

$$W' = 1,22 \text{ ton}$$

Beban didistribusikan ke dalam st. 18 s/d st. 19

$$W' = W1' + W2'$$

$$W'(a) = W1' (1/2) b + W2' (3/2) b$$

$$2 W' a = W1' \cdot b + 3 W2' \cdot b$$

$$W' \cdot b = W1' \cdot b + W2' \cdot b$$

$$W' (2a - b) = 2 W2' \cdot b$$

$$W2' = W' (2a - b) / (2b)$$

$$W1' = W' - W2'$$

dimana

$$a = \text{letak titik berat segi empat} = 1/2 x'$$

$$= 2,000 \text{ m}$$

$$b = Lw1/20$$

$$= 4,83 \text{ m}$$

sehingga

$$W2' = 1,12 \text{ ton} \quad q_{(\text{st. 19 s/d 20})} = 0,231 \text{ ton / m}$$

$$W1' = 0,11 \text{ ton} \quad q_{(\text{st. 18 s/d 19})} = 0,022 \text{ ton / m}$$

Beban di depan st.20

$$W'' = q \cdot x''$$

dimana

$$x'' = 2,76 \text{ m (konst. di belakang st.20)}$$

maka

$$W'' = 0,84 \text{ ton}$$

Beban didistribusikan ke dalam st. 6 s/d st. 8

$$W'' = W1'' + W2''$$

$$W''(a) = W1'' \left(\frac{1}{2} \right) b + W2'' \left(-\frac{1}{2} \right) b$$

$$2 W'' a = W1'' \cdot b - W2'' \cdot b$$

$$W'' \cdot b = W1'' \cdot b + W2'' \cdot b$$

$$W'' (2a + b) = 2 W1'' \cdot b$$

$$W2'' = W'' (2a - b) / (2b)$$

$$W1'' = W'' - W2''$$

dimana

$$a = \text{letak titik berat segi empat} = \frac{1}{2} x''$$

$$= 1,38 \text{ m}$$

$$b = Lw1/40$$

$$= 4,83 \text{ m}$$

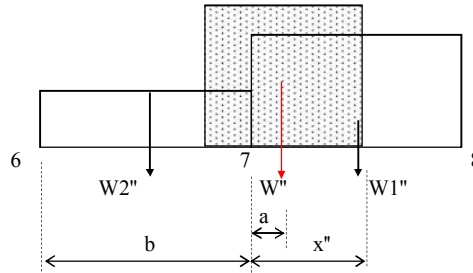
sehingga

$$W2'' = 0,18 \text{ ton}$$

$$W1'' = 0,66 \text{ ton}$$

$$q_{(st.18 \text{ s/d } 19)} = 0,04 \text{ ton / m}$$

$$q_{(st. 19 \text{ s/d } 20)} = 0,14 \text{ ton / m}$$



Tabel pembebanan ABK, bagasi dan provision

station	q	q (rata)	q (dist)dpn	q (dist)blk	q (total)
17					0,00
18	0,00		0,23	0,02	0,25
19	0,31	0,31	0,04	0,14	0,48
20	0,31				
S =					0,73

$$W = S \times h = 3,54 \text{ ton}$$

II.2.6. Beban Muatan (Gas)

$$\text{Panjang ruang muat} = 70,61 \text{ m} \quad h = 4,83 \text{ m}$$

$$\text{Berat muatan} = 926,13 \text{ [ton]}$$

$$\text{Berat Jenis muatan (g)} = 13,12 \text{ [ton/m]}$$

$$\text{Pembebanan (q)} = \text{Area} \times g$$

Beban di brlakang st. 3

Beban didistribusikan ke station 2 s/d st.

$$W' = q \cdot x'$$

dimana

$$x' = 1,66 \text{ m (panjang kons. diblakang st. 3)}$$

maka

$$W' = 21,80 \text{ ton}$$

Beban didistribusikan ke dalam st. 18 s/d st. 20

$$W' = W1' + W2'$$

$$W'(a) = W1' \left(\frac{1}{2} \right) b + W2' \left(\frac{3}{2} \right) b$$

$$2 W' a = W1' \cdot b + 3 W2' \cdot b$$

$$W' \cdot b = W1' \cdot b + W2' \cdot b$$

$$W' (2a - b) = 2 W2' \cdot b$$

$$W2' = W' (2a - b) / (2b)$$

$$W1' = W' - W2'$$

dimana

$$a = \text{letak titik berat segi empat} = 1/2 x'$$

$$= 0,831 \text{ m}$$

$$b = Lw1/20$$

$$= 4,83 \text{ m}$$

sehingga

$$W2' = 14,65 \text{ ton} \quad q_{(st. 2 \text{ s/d } 3)} = 3,03 \text{ ton / m}$$

$$W1' = 7,15 \text{ ton} \quad q_{(st. 3 \text{ s/d } 4)} = 1,48 \text{ ton / m}$$

Beban di depan st.17

$$W'' = q * x''$$

dimana

$$x'' = 1,32 \text{ m (konst. di depan st.17)}$$

maka

$$W'' = 17,27 \text{ ton}$$

Beban didistribusikan ke dalam st. 6 s/d st. 8

$$W'' = W1'' + W2''$$

$$W''(a) = W1''(1/2)b + W2''(-1/2)b$$

$$2 W'' a = W1'' * b - W2'' * b$$

$$W'' * b = W1'' * b + W2'' * b$$

$$W''(2a + b) = 2 W1'' * b$$

$$W2' = W'(2a - b) / (2b)$$

$$W1' = W' - W2'$$

dimana

$$a = \text{letak titik berat segi empat} = 1/2 x''$$

$$= 0,66 \text{ m}$$

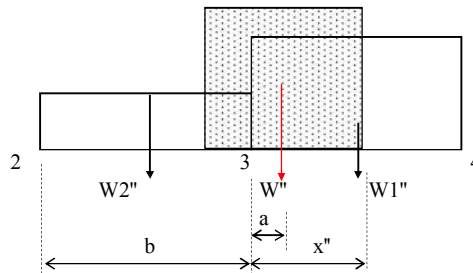
$$b = Lw1/40$$

$$= 4,83 \text{ m}$$

sehingga

$$W2' = 6,28 \text{ ton} \quad q_{(st.2 \text{ s/d } 3)} = 1,30 \text{ ton / m}$$

$$W1' = 10,99 \text{ ton} \quad q_{(st. 3 \text{ s/d } 4)} = 2,28 \text{ ton / m}$$



Station	q rata-rata (ton/m)	q depan	q belakang	q
1-2				0,000
2-3		3,032	1,480	4,512
3-4	13,12			13,116
4-5	13,12			13,116
5-6	13,12			13,116
6-7	13,12			13,116
7-8	13,12			13,116
8-9	13,12			13,116
9-10	13,12			13,116
10-11	13,12			13,116
11-12	13,12			13,116
12-13	13,12			13,116
13-14	13,12			13,116
14-15	13,12			13,116
15-16	13,12			13,116
16-17	13,12			13,116
17-18		2,275	1,300	3,575
			S	191,706

$$W = 926,13$$

station	q(x) [ton/m]						q(x) total [ton/m]	lengan	momen
	tangki air tawar	b. b. mesin induk	b. b. mesin bantu	minyak pelumas	ABK, bagasi, provision	muatan			
0-1							0,00	-45,89	0,00
1-2		3,26	0,49	2,07			5,82	-41,06	-239,05
2-3	3,46					4,51	7,97	-36,23	-288,90
3-4						13,12	13,12	-31,40	-411,85
4-5						13,12	13,12	-26,57	-348,49
5-6						13,12	13,12	-21,74	-285,13
6-7						13,12	13,12	-16,91	-221,76
7-8						13,12	13,12	-12,08	-158,40
8-9						13,12	13,12	-7,25	-95,04
9-10						13,12	13,12	-2,42	-31,68
10-11						13,12	13,12	2,42	31,68
11-12						13,12	13,12	7,25	95,04
12-13						13,12	13,12	12,08	158,40
13-14						13,12	13,12	16,91	221,76
14-15						13,12	13,12	21,74	285,13
15-16						13,12	13,12	26,57	348,49
16-17						13,12	13,12	31,40	411,85
17-18	4,92					3,58	8,50	36,23	307,82
18-19					0,25		0,25	41,06	10,38
19-20					0,48		0,48	45,89	22,03
	8,38	3,26	0,49	2,07	0,73	191,71	206,64	jumlah [ton]	-187,72
								LCB dr midship (m)	-0,91
								LCB dr AP (m)	46,05
								berat DWT [ton]	998,29

PENYEBARAN BERAT KAPAL KOSONG

Dari perhitungan sebelumnya telah diperoleh berat kapal kosong tiap station (40 station) sehingga penyebaran berat kapal kosong dapat dihitung sebagai berikut

$$q(x) = W(x)/hs \quad \text{ton/m}$$

dimana:

$$\begin{aligned} W(x) &= \text{Berat kapal kosong tiap station [ton]} \\ hs &= \text{jarak station [m]} \\ &= L/20 \quad ; L = 96,620 \text{ m} \\ &= 4,831 \text{ m} \end{aligned}$$

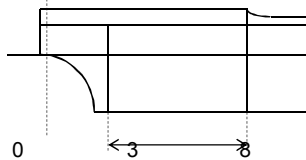
	panjang (m)	tinggi (m)	luas dek [m ²]	volume (m ³)	berat konstruksi [ton]	q konstruksi [ton/m]	r konstruksi [ton/m ³]
layer 1	11,6	2,4	170,639	409,53	25,772	2,222	0,063
layer 2	11,6	2,4	170,639	409,53	25,772	2,222	0,063
layer 3	6,71	2,4	96,624	231,90	15,697	2,339	0,068
layer 4	6,71	2,4	96,624	231,90	15,697	2,339	0,068
			total	1282,86	82,937		

I. Berat Mesin

Termasuk berat mesin dan berat konstruksi pendukungnya, funnel, dsb.

dimana

$$\begin{aligned} L_{pp} &= 100,65 \text{ m} \\ l_e &= 10,98 \text{ m (panjang kamar mesin)} \\ W_m &= \text{Berat Instalasi Permesinan} \\ &= 107,40 \text{ ton;} \end{aligned}$$



Penyebaran beban

$$q = 9,78 \text{ ton / m}$$

Beban di belakang st. 0

$$W' = q * x'$$

dimana

$$x' = 1,27 \text{ m (panjang kamar mesin dibelakang st. 0)}$$

maka

$$W' = 12,42 \text{ ton}$$

Beban didistribusikan ke dalam st.2 s/d st. 4.

$$W' = W1' + W2'$$

$$W'(-a) = W1'(-1/2)b + W2'(1/2)b$$

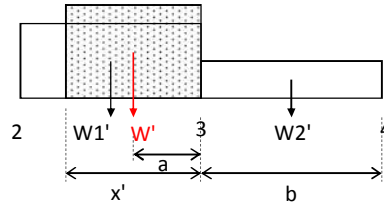
$$-2W'a = -W1'*b + W2'*b$$

$$W1'*b = W1'*b + W2'*b$$

$$W1'(-2a - b) = -2W1'*b$$

$$W1' = W1'(2a + b) / (2b)$$

$$W1' = W1' - W2'$$



dimana

$$a = \text{letak titik berat segi empat} = 1/2 x'$$

$$= 0,64 \text{ m}$$

$$b = Lw/40$$

$$= 4,83 \text{ m}$$

sehingga

$$W2' = 4,58 \text{ ton} \quad q_{\text{(st. 0 s/d 1)}} = 0,95 \text{ ton / m}$$

$$W1' = 7,84 \text{ ton} \quad q_{\text{(st. 1 s/d 2)}} = 1,62 \text{ ton / m}$$

Beban didepan st. 1

$$W'' = q * x''$$

dimana

$$x'' = 0,05 \text{ m (panjang kamar mesin didepan st.1)}$$

maka

$$W'' = 0,47 \text{ ton}$$

Beban didistribusikan ke dalam st.6 s/d st.8

$$W'' = W1'' + W2''$$

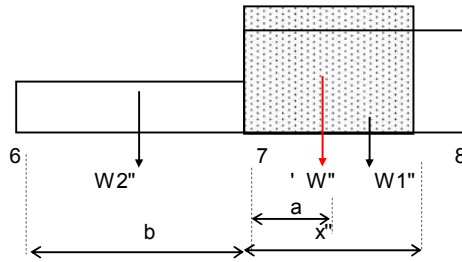
$$W'' (a) = W1'' (1/2) b + W2'' (-1/2) b$$

$$\frac{2 W'' a = W1'' * b - W2'' * b}{W'' * b = W1'' * b + W2'' * b} +$$

$$W'' (2a + b) = 2 W1'' * b$$

$$W1'' = W'' (2a + b) / (2b)$$

$$W1' = W1'' - W2''$$



dimana

$$a = \text{letak titik berat segi empat} = 1/2 x'$$

$$= 0,02 \text{ m}$$

$$b = Lw/40$$

$$= 4,83 \text{ m}$$

sehingga

$$W2' = 0,23 \text{ ton} \quad q \text{ (st. 2 s/d 3)} = 0,05 \text{ ton / m}$$

$$W1' = 0,24 \text{ ton} \quad q \text{ (st. 1 s/d 2)} = 0,05 \text{ ton / m}$$

Tabel pembebanan KM

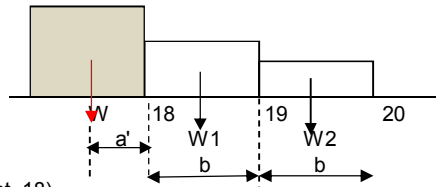
Station	q(rata-rata)	q(dist)dpn	q(dist)blk	(q) total
0-1	9,78	0,95	1,62	12,35
1-2	9,78			9,78
2-3		0,05	0,05	0,10
S =				22,23

$$W = S \times h = 107,40 \text{ ton}$$

II. Konstruksi Bangunan Atas

Layer 1 dan 2

- l = panjang kons. = 11,60 m
- h = tinggi konstruksi = 2,40 m
- a = luas deck = 170,64 m²
- v = volume konstruksi = 409,53 m³
- W = Berat konstruksi = 51,54 ton
- q = 4,44 ton/m
- b = panjang station = 4,83



Beban di belakang st. 19

$$W' = q * x'$$

dimana

$$x' = 3,999 \text{ m (panjang kons. dibelakang st. 18)}$$

maka

$$W' = 17,77 \text{ ton}$$

Beban didistribusikan ke dalam st. 18 s/d st. 19.

$$W' = W1' + W2'$$

$$W' (a) = W1' (1/2) b + W2' (3/2) b$$

$$2 W' a = W1' * b + 3 W2' * b$$

$$W' * b = W1' * b + W2' * b$$

$$W' (2a - b) = 2 W2' * b$$

$$W2' = W' (2a - b) / (2b)$$

$$W1' = W' - W2'$$

dimana

$$a = \text{letak titik berat segi empat} = 1/2 x'$$

$$= 2,000 \text{ m}$$

$$b = Lw/40$$

$$= 4,83 \text{ m}$$

$$17,77$$

sehingga

$$W2' = 1,53 \text{ ton} \quad q \text{ (st. 19 s/d 20)} = 0,32 \text{ ton / m}$$

$$W1' = 16,24 \text{ ton} \quad q \text{ (st. 18 s/d 19)} = 3,36 \text{ ton / m}$$

Beban didepan st. 20

$$W'' = q \cdot x''$$

dimana

$$x'' = 2,76 \text{ m (panjang konst. didepan st.20)}$$

maka

$$W'' = 12,26 \text{ ton}$$

Beban didistribusikan ke dalam st.20 s/d st.18

$$W'' = W1'' + W2''$$

$$W'' (a) = W1'' (1/2) b + W2'' (-1/2) b$$

$$2 W'' a = W1'' \cdot b - W2'' \cdot b$$

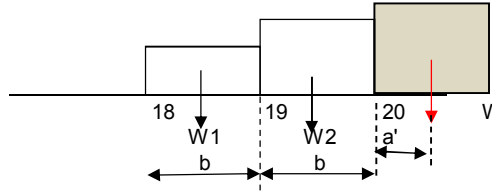
$$\frac{W'' \cdot b = W1'' \cdot b + W2'' \cdot b}{W'' (2a + b) = 2 W1'' \cdot b} +$$

$$W1'' = W'' (2a + b) / (2b)$$

$$2 W'' a = W1'' \cdot b - W2'' \cdot b$$

$$\frac{W'' \cdot b = W1'' \cdot b + W2'' \cdot b}{W'' (2a - b) = -2 W2'' \cdot b} -$$

$$W2'' = W'' (2a - b) / (-2b)$$



dimana

$$a = \text{letak titik berat segi empat} = 1/2 x''$$

$$= 1,38 \text{ m}$$

$$b = Lw/40$$

$$= 4,83 \text{ m}$$

sehingga

$$W2'' = 2,63 \text{ ton} \quad q \text{ (st. 18 s/d 19)} = 0,54 \text{ ton / m}$$

$$W1'' = 9,64 \text{ ton} \quad q \text{ (st. 19 s/d 20)} = 1,99 \text{ ton / m}$$

Tabel pembebanan bangunan atas

Station	q	q(rata-rata)	q(dist)dpn	q(dist)blk	(q) total
17	0				0,00
18			0,32	3,36	3,68
19	4,44	4,44	0,54	1,99	6,98
20	4,44				
S =					10,66

$$W = S \cdot h = 51,50 \text{ ton}$$

Layer 3 dan 4

$$W = \text{Berat konstruksi} = 31,39 \text{ ton}$$

$$l = \text{panjang kons.} = 6,71 \text{ m}$$

$$q = 4,68 \text{ ton/m}$$

$$b = \text{panjang station} = 4,83 \text{ m}$$

Beban di belakang st. 19

$$W' = q \cdot x'$$

dimana

$$x' = 2,79 \text{ m (panjang kons. dibelakang st. 2)}$$

maka

$$W' = 13,04 \text{ ton}$$

Beban didistribusikan ke dalam st. 1 s/d st. 3.

$$W' = W1' + W2'$$

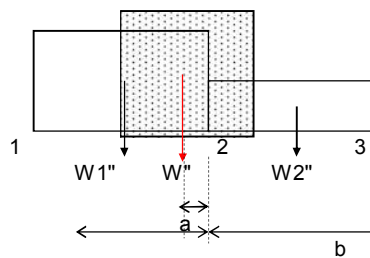
$$W' (-a) = W1' (-1/2) b + W2' (1/2) b$$

$$-2 W' a = -W1' \cdot b + W2' \cdot b$$

$$\frac{W' \cdot b = W1' \cdot b + W2' \cdot b}{W' (-2a - b) = -2 W1' \cdot b} +$$

$$W1' = W' (2a + b) / (2b)$$

$$W2' = W' - W1'$$



dimana

$$a = \text{letak titik berat segi empat} = 1/2 x'$$

$$= 1,394 \text{ m}$$

$$b = Lw/40$$

$$= 4,83 \text{ m}$$

sehingga

$$W2' = 2,76 \text{ ton} \quad q_{\text{(st. 19 s/d 20)}} = 0,57 \text{ ton / m}$$

$$W1' = 10,29 \text{ ton} \quad q_{\text{(st. 18 s/d 19)}} = 2,13 \text{ ton / m}$$

Beban didepan st. 19

$$W'' = q * x''$$

dimana

$$x'' = 3,92 \text{ m (panjang konst. didepan st. 19)}$$

maka

$$W'' = 18,35 \text{ ton}$$

Beban didistribusikan ke dalam st.6 s/d st.8

$$W'' = W1'' + W2''$$

$$W'' (a) = W1'' (1/2) b + W2'' (-1/2) b$$

$$2 W'' a = W1'' * b - W2'' * b$$

$$W'' * b = W1'' * b + W2'' * b \quad +$$

$$W'' (2a + b) = 2 W1'' * b$$

$$W1'' = W'' (2a + b) / (2b)$$

$$W2'' = W'' - W1''$$

dimana

$$a = \text{letak titik berat segi empat} = 1/2 x'$$

$$= 1,961 \text{ m}$$

$$b = Lw/40$$

$$= 4,83 \text{ m}$$

sehingga

$$W2' = 1,73 \text{ ton} \quad q_{\text{(st. 6 s/d 7)}} = 0,36 \text{ ton / m}$$

$$W1' = 16,62 \text{ ton} \quad q_{\text{(st. 7 s/d 8)}} = 3,44 \text{ ton / m}$$

Tabel pembebanan bangunan atas

Station	q	q(rata-rata)	q(dist)dpn	q(dist)blk	(q) total
18	0,00		2,13	0,36	2,49
19	4,68		0,57	3,44	4,01
20	0,00				
S =					6,50

$$W = S * h = 31,39 \text{ ton}$$

Cargo Hold

$$W = \text{Berat konstruksi} = 787,08 \text{ ton}$$

$$l = \text{panjang kons.} = 73,20 \text{ m}$$

$$q = 10,75 \text{ ton/m}$$

$$b = \text{panjang station} = 4,83 \text{ m}$$

Beban di belakang st. 3

$$W' = q * x'$$

dimana

$$x' = 2,95 \text{ m (panjang kons. dibelakang st. 3)}$$

maka

$$W' = 31,75 \text{ ton}$$

Beban didistribusikan ke dalam st. 1 s/d st. 3.

$$W' = W1' + W2'$$

$$W' (-a) = W1' (-1/2) b + W2' (1/2) b$$

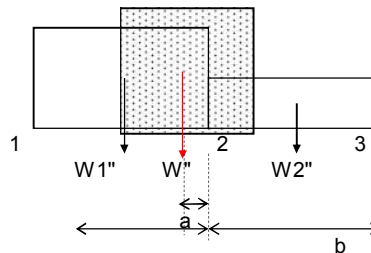
$$-2 W' a = -W1' * b + W2' * b$$

$$W' * b = W1' * b + W2' * b \quad +$$

$$W' (-2a - b) = -2 W1' * b$$

$$W1' = W' (2a + b) / (2b)$$

$$W2' = W' - W1'$$



dimana

$$\begin{aligned}
 a &= \text{letak titik berat segi empat} = 1/2 x' \\
 &= 1,477 \text{ m} \\
 b &= Lw/40 \\
 &= 4,83 \text{ m}
 \end{aligned}$$

sehingga

$$\begin{aligned}
 W2' &= 6,17 \text{ ton} & q_{(\text{st. 2/d 3})} &= 1,28 \text{ ton / m} \\
 W1' &= 25,58 \text{ ton} & q_{(\text{st. 1 s/d 2})} &= 5,30 \text{ ton / m}
 \end{aligned}$$

Beban didepan st. 17

$$W'' = q * x''$$

dimana

$$x'' = 2,61 \text{ m (panjang konst. didepan st. 17)}$$

maka

$$W'' = 28,10 \text{ ton}$$

Beban didistribusikan ke dalam st.6 s/d st.8

$$W'' = W1'' + W2''$$

$$W'' (a) = W1'' (1/2) b + W2'' (-1/2) b$$

$$2 W'' a = W1'' * b - W2'' * b$$

$$W'' * b = W1'' * b + W2'' * b \quad +$$

$$W'' (2a + b) = 2 W1'' * b$$

$$W1'' = W'' (2a + b) / (2b)$$

$$W2'' = W'' - W1''$$

dimana

$$\begin{aligned}
 a &= \text{letak titik berat segi empat} = 1/2 x'' \\
 &= 1,3065 \text{ m} \\
 b &= Lw/40 \\
 &= 4,83 \text{ m}
 \end{aligned}$$

sehingga

$$\begin{aligned}
 W2'' &= 6,45 \text{ ton} & q_{(\text{st. 16 s/d 17})} &= 1,34 \text{ ton / m} \\
 W1'' &= 21,65 \text{ ton} & q_{(\text{st. 17 s/d 18})} &= 4,48 \text{ ton / m}
 \end{aligned}$$

Tabel pembebanan Cargo hold

Station	q(rata-rata)	q(dist)dpn	q(dist)blk	(q) total
1-2				0,00
2-3		1,28	5,30	6,57
3-4	10,75			10,75
4-5	10,75			10,75
5-6	10,75			10,75
6-7	10,75			10,75
7-8	10,75			10,75
8-9	10,75			10,75
9-10	10,75			10,75
10-11	10,75			10,75
11-12	10,75			10,75
12-13	10,75			10,75
13-14	10,75			10,75
14-15	10,75			10,75
15-16	10,75			10,75
16-17	10,75			10,75
17-18		1,34	4,48	5,82
			S =	162,92

$$W = S * h = 787,08 \text{ ton}$$

CNG Tank

$$\begin{aligned}
 W &= \text{Berat konstruksi} = 4719,36 \text{ ton} \\
 l &= \text{panjang kons.} = 70,61 \text{ m} \\
 q &= 66,83 \text{ ton/m} \\
 b &= \text{panjang station} = 4,83 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Beban di belakang st. 3

$$W' = q * x'$$

dimana

$$x' = 1,66 \text{ m (panjang kons. dibelakang st. 3)}$$

maka

$$W' = 111,08 \text{ ton}$$

Beban didistribusikan ke dalam st. 1 s/d st. 3.

$$W' = W1' + W2'$$

$$W' (-a) = W1' (-1/2) b + W2' (1/2) b$$

$$-2 W1' a = -W1' * b + W2' * b$$

$$\frac{W1' * b = W1' * b + W2' * b}{W1' (-2a - b) = -2 W1' * b} +$$

$$W1' (-2a - b) = -2 W1' * b$$

$$W1' = W' (2a + b) / (2b)$$

$$W2' = W' - W1'$$

dimana

$$a = \text{letak titik berat segi empat} = 1/2 x'$$

$$= 0,831 \text{ m}$$

$$b = Lw/40$$

$$= 4,83 \text{ m}$$

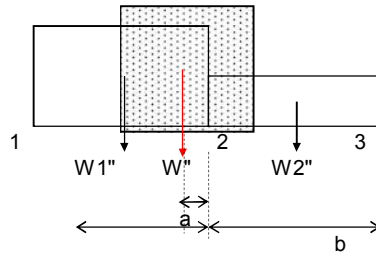
sehingga

$$W2' = 36,43 \text{ ton}$$

$$q \text{ (st. 2/d 3)} = 7,54 \text{ ton / m}$$

$$W1' = 74,65 \text{ ton}$$

$$q \text{ (st. 1 s/d 2)} = 15,45 \text{ ton / m}$$



Beban didepan st. 16

$$W'' = q * x''$$

dimana

$$x'' = 1,32 \text{ m (panjang konst. didepan st. 16)}$$

maka

$$W'' = 88,02 \text{ ton}$$

Beban didistribusikan ke dalam st.6 s/d st.8

$$W'' = W1'' + W2''$$

$$W'' (a) = W1'' (1/2) b + W2'' (-1/2) b$$

$$2 W1'' a = W1'' * b - W2'' * b$$

$$\frac{W1'' * b = W1'' * b + W2'' * b}{W1'' (2a + b) = 2 W1'' * b} +$$

$$W1'' (2a + b) = 2 W1'' * b$$

$$W1'' = W'' (2a + b) / (2b)$$

$$W2'' = W'' - W1''$$

dimana

$$a = \text{letak titik berat segi empat} = 1/2 x''$$

$$= 0,6585 \text{ m}$$

$$b = Lw/40$$

$$= 4,83 \text{ m}$$

sehingga

$$W2'' = 32,01 \text{ ton}$$

$$q \text{ (st. 16 s/d 17)} = 6,63 \text{ ton / m}$$

$$W1'' = 56,01 \text{ ton}$$

$$q \text{ (st. 17 s/d 18)} = 11,59 \text{ ton / m}$$

Tabel pembebanan CNG tank

Station	q(rata-rata)	q(dist)dpn	q(dist)blk	(q) total
1-2	0,00			0,00
2-3		15,45	7,54	22,99
3-4	66,83			66,83
4-5	66,83			66,83
5-6	66,83			66,83
6-7	66,83			66,83
7-8	66,83			66,83
8-9	66,83			66,83
9-10	66,83			66,83
10-11	66,83			66,83
11-12	66,83			66,83
12-13	66,83			66,83
13-14	66,83			66,83
14-15	66,83			66,83
15-16	66,83			66,83
16-17	66,83			66,83
17-18	0,00	6,63	11,59	18,22
				S = 976,89

$$W = S \times h = 4719,36 \text{ ton}$$

No	station	q(x) [ton/m]					q(x) total	lengan	momen	
		DH	KM	CH	EO	CNG Tank				Hull
1	0-1		12,35		2,20		11,00	25,55	-45,89	-1172,81
2	1-2		9,78		2,20		14,42	26,41	-41,06	-1084,33
3	2-3		0,10	6,57	2,20	22,99	15,66	47,53	-36,23	-1722,08
4	3-4			10,75	2,20	66,83	15,51	95,30	-31,40	-2992,60
5	4-5			10,75	2,20	66,83	15,36	95,15	-26,57	-2528,17
6	5-6			10,75	2,20	66,83	15,21	95,00	-21,74	-2065,21
7	6-7			10,75	2,20	66,83	15,06	94,85	-16,91	-1603,71
8	7-8			10,75	2,20	66,83	14,91	94,69	-12,08	-1143,68
9	8-9			10,75	2,20	66,83	14,75	94,54	-7,25	-685,11
10	9-10			10,75	2,20	66,83	14,60	94,39	-2,42	-228,00
11	10-11			10,75	2,20	66,83	14,45	94,24	2,42	227,64
12	11-12			10,75	2,20	66,83	14,30	94,09	7,25	681,81
13	12-13			10,75	2,20	66,83	14,15	93,94	12,08	1134,53
14	13-14			10,75	2,20	66,83	14,00	93,79	16,91	1585,77
15	14-15			10,75	2,20	66,83	13,85	93,63	21,74	2035,56
16	15-16			10,75	2,20	66,83	13,69	93,48	26,57	2483,88
17	16-17			10,75	2,20	66,83	13,54	93,33	31,40	2930,73
18	17-18	0,00		5,82	2,20	18,22	12,45	38,68	36,23	1401,60
19	18-19	6,16			2,20		8,38	16,74	41,06	687,49
20	19-20	10,99			2,20		4,15	17,35	45,89	796,10
total [ton/m]							1492,69	total	-1260,60	

titik berat LWT = -0,84 m dari midsl
= 46,11 m dari AP
berat LWT = 7211,17

REKAPITULASI LWT & DWT KAPAL

Tabel Penyebaran Berat Total (LWT+DWT)

No.	Station	q [ton/m]			W [ton]	Lengan m	Momen [tonm]
		LWT	DWT	total			
1	0-1	25,55	0,00	25,55	123,45	-45,89	-5665,83
2	1-2	26,41	5,82	32,23	155,69	-41,06	-6393,23
3	2-3	47,53	7,97	55,50	268,13	-36,23	-9715,07
4	3-4	95,30	13,12	108,42	523,76	-31,40	-16446,90
5	4-5	95,15	13,12	108,27	523,03	-26,57	-13897,15
6	5-6	95,00	13,12	108,11	522,30	-21,74	-11354,48
7	6-7	94,85	13,12	107,96	521,56	-16,91	-8818,88
8	7-8	94,69	13,12	107,81	520,83	-12,08	-6290,36
9	8-9	94,54	13,12	107,66	520,10	-7,25	-3768,91
10	9-10	94,39	13,12	107,51	519,37	-2,42	-1254,53
11	10-11	94,24	13,12	107,36	518,64	2,42	1252,77
12	11-12	94,09	13,12	107,20	517,90	7,25	3752,99
13	12-13	93,94	13,12	107,05	517,17	12,08	6246,14
14	13-14	93,79	13,12	106,90	516,44	16,91	8732,22
15	14-15	93,63	13,12	106,75	515,71	21,74	11211,22
16	15-16	93,48	13,12	106,60	514,98	26,57	13683,15
17	16-17	93,33	13,12	106,45	514,24	31,40	16148,00
18	17-18	38,68	8,50	47,18	227,92	36,23	8258,22
19	18-19	16,74	0,25	16,99	82,10	41,06	3371,43
20	19-20	17,35	0,48	17,83	86,12	45,89	3952,39
		1492,69	206,64	1699,33	8209,45		-6996,81
		S ₁	S ₂	S ₃	S ₄		S ₅

$$\begin{aligned}
 h &= 4,83 \text{ m , (jarak antar station)} \\
 \text{Berat total} &= S_4 \\
 &= 8209,5 \text{ ton} \\
 \text{LCG} &= S_5/S_4 \\
 &= -6996,81 / 8209,4515 \\
 &= -0,8523 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Koreksi Displacement Kapal

$$\begin{aligned}
 \text{Berat DWT Kapal} &= S_2 \times h \\
 &= 206,64 \times 4,83 \\
 &= 998,3 \text{ ton} \\
 \text{Berat LWT Kapal} &= S_1 \times h \\
 &= 1492,69 \times 4,83 \\
 &= 7211,17 \text{ ton} \\
 \\
 \text{Berat DWT + LWT Kapal} &= 998,29 + 7211,17 \\
 &= 8209,5
 \end{aligned}$$

a. Koreksi Displacement Kapal

$$\begin{aligned}
 \text{Berat DWT + LWT Kapal} &= 8209,5 \text{ ton} \\
 \text{Displacement Kapal} &= 8210,7 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Koreksi Displacement Kapal :

$$\frac{\text{Displacement Kapal} - W \text{ (DWT+LWT)} \times 100\%}{W \text{ (DWT + LWT)}} = 0,016 \%$$

b. Koreksi LCG dan LCB Kapal

$$\begin{aligned}
 \text{LCG} &= -0,852 \text{ m} = 46,10 \text{ m dar AP} \\
 \text{LCB} &= -0,779 \text{ m} = 46,18 \text{ m dar AP}
 \end{aligned}$$

Koreksi LCG dan LCB Kapal :

$$= \frac{\text{LCB Kapal} - \text{LCG Kapal} \times 100\%}{\text{LCG Kapal}} = -8,60 \%$$

PENYEBARAN GAYA LINTANG DAN MOMEN PADA AIR TENANG

KONDISI AIR TENANG (MUATAN PENUH)

1. Penyebaran Gaya Tekan ke Atas

Penyebaran gaya tekan ke atas pada sarat (T) = 2.14 [m]

$$a(x) = 1.025 \times \text{Area} \quad [\text{ton/m}]$$

$$r \text{ air laut} = 1,025 \quad \text{ton/m}^3$$

$$Lwl = 96,62 \quad \text{m}$$

$$b = \text{jarak station}$$

$$= Lwl / 20 = 4,831 \quad [\text{m}]$$

2. Koreksi Berat dan Titik Berat

Berdasarkan perhitungan penyebaran gaya tekan ke atas pada kondisi air tenang:

$$\text{Buoyancy (B)} = \mathbf{8210,74} \quad [\text{ton}]$$

$$\text{Titik berat Bouyancy (X}_B) = \mathbf{-0,779} \quad [\text{m}]$$

Berdasarkan perhitungan LWT dan DWT:

$$\text{Berat (W)} = \mathbf{8209,45} \quad [\text{ton}]$$

$$\text{Titik berat (X}_W) = \mathbf{-0,852} \quad [\text{m}]$$

$$\begin{aligned} \text{Koreksi berat} &= [(B - W)/B] \times 100\% \\ &= [(8210.741 - 8209.45)/8210.741] \times 100\% \\ &= 0,016\% < \mathbf{0.5\%}; \text{ Memenuhi} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Koreksi Titik Berat} &= [(X_B - X_W)/Lwl] \times 100 \% \\ &= [(-0.779 - -0.852)/96.62] \times 100\% \\ &= 0,076\% < \mathbf{0.1\%}; \text{ Memenuhi} \end{aligned}$$

PENYEBARAN GAYA LINTANG DAN MOMEN PADA AIR TENANG

Station	q(x) [ton/m]	a(x) [ton/m]	f(x) [ton/m]	Σf(x)	ΣΣf(x)
[1]	[2]	[3]	[2] + [3] [4]	[5]	[6]
0-1	-25,554	47,97	22,419	22,419	22,419
1-2	-32,228	81,81	49,578	71,997	116,834
2-3	-55,502	94,99	39,488	111,485	300,316
3-4	-108,417	94,99	-13,427	98,058	509,858
4-5	-108,265	94,99	-13,275	84,783	692,699
5-6	-108,114	94,99	-13,124	71,659	849,140
6-7	-107,962	94,99	-12,972	58,687	979,486
7-8	-107,811	94,99	-12,821	45,866	1084,040
8-9	-107,659	94,99	-12,669	33,197	1163,103
9-10	-107,507	94,99	-12,517	20,680	1216,981
10-11	-107,356	94,99	-12,366	8,314	1245,975
11-12	-107,204	94,99	-12,214	-3,900	1250,389
12-13	-107,053	94,99	-12,063	-15,963	1230,526
13-14	-106,901	94,99	-11,911	-27,874	1186,689
14-15	-106,750	94,99	-11,760	-39,634	1119,181
15-16	-106,598	94,99	-11,608	-51,242	1028,306
16-17	-106,446	94,99	-11,456	-62,698	914,366
17-18	-47,179	86,05	38,869	-23,830	827,838
18-19	-16,995	48,96	31,963	8,133	812,142
19-20	-17,826	10,41	-7,421	0,712	820,987
	-1699,328	1700,040	0,712		

IV.3. PENYEBARAN GAYA LINTANG DAN MOMEN SETELAH DIKOREKSI

Station	q(x) [ton/m]	a(x) [ton/m]	f(x) [ton/m] [2] + [3]	Σf(x) [ton/m]
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
0-1	-25,554	47,97	22,42	22,42
1-2	-32,228	81,81	49,58	72,00
2-3	-55,502	94,99	39,49	111,48
3-4	-108,417	94,99	-13,43	98,06
4-5	-108,265	94,99	-13,28	84,78
5-6	-108,114	94,99	-13,12	71,66
6-7	-107,962	94,99	-12,97	58,69
7-8	-107,811	94,99	-12,82	45,87
8-9	-107,659	94,99	-12,67	33,20
9-10	-107,507	94,99	-12,52	20,68
10-11	-107,356	94,99	-12,37	8,31
11-12	-107,204	94,99	-12,21	-3,90
12-13	-107,053	94,99	-12,06	-15,96
13-14	-106,901	94,99	-11,91	-27,87
14-15	-106,750	94,99	-11,76	-39,63
15-16	-106,598	94,99	-11,61	-51,24
16-17	-106,446	94,99	-11,46	-62,70
17-18	-47,179	86,05	38,87	-23,83
18-19	-16,995	48,96	31,96	8,13
19-20	-17,826	10,41	-7,42	0,71
	-1699,33	1700,04	0,71	

Koreksi gaya lintang

Diketahui :

$$L_{wl} = 96,620 \text{ m}$$

$$b = L_{wl}/20$$

$$= 4,83 \text{ m}$$

$$V_{\max} = 111,48 \text{ ton/m}$$

$$V(x)_{FP} = 0,712$$

$$Q(x)_{\max} = V_{\max} * b$$

$$Q(x)_{\max} = 111,48 * 4,83$$

$$= 538,582 \text{ ton}$$

$$3\% Q(x)_{\max} = 3\% * 538,58$$

$$= 16,157 \text{ ton}$$

$$Q_r = b * V(x)_{FP}$$

$$= |4,831 * 0,712|$$

$$= 3,441 \text{ ton}$$

$Q_r < 3\% Q(x)_{\max}$, koreksi linear

Station	Σf(x) [ton/m]	ΔΣf(x)= -x/b * Σf(x) _{FP} [ton/m]	Σf'(x) [ton/m]	ΣΣf(x) [ton/m]
[1]	[5]	[6]	[7]	[8]
0-1	22,419	-0,036	22,383	22,383
1-2	71,997	-0,071	71,926	116,692
2-3	111,485	-0,107	111,378	299,995
3-4	98,058	-0,142	97,915	509,289
4-5	84,783	-0,178	84,605	691,809
5-6	71,659	-0,214	71,445	847,859
6-7	58,687	-0,249	58,438	977,741
7-8	45,866	-0,285	45,581	1081,761
8-9	33,197	-0,320	32,877	1160,219
9-10	20,680	-0,356	20,324	1213,420
10-11	8,314	-0,392	7,922	1241,666
11-12	-3,900	-0,427	-4,327	1245,261
12-13	-15,963	-0,463	-16,426	1224,508
13-14	-27,874	-0,499	-28,373	1179,709
14-15	-39,634	-0,534	-40,168	1111,169
15-16	-51,242	-0,570	-51,811	1019,190
16-17	-62,698	-0,605	-63,304	904,075
17-18	-23,830	-0,641	-24,471	816,300
18-19	8,133	-0,677	7,457	799,287
19-20	0,712	-0,712	0,000	806,743
		-7,478		

Koreksi momen

$$M(x)_{\max} = 1245,261 \text{ ton/m}$$

$$M(x)_{FP} = 806,743 \text{ ton/m}$$

$$M(x)_{\max} = M(x)_{\max} * b^2/2$$

$$= 1245,261 * (4,83^2)/2$$

$$= 14531,298 \text{ ton.m}$$

$$6\% M(x)_{\max} = 6\% * 14531,30$$

$$= 871,878 \text{ ton.m}$$

$$M_r = M(x)_{FP} * b^2/2$$

$$= |806,743 * (4,83^2)/2|$$

$$= 9414,115 \text{ ton.m}$$

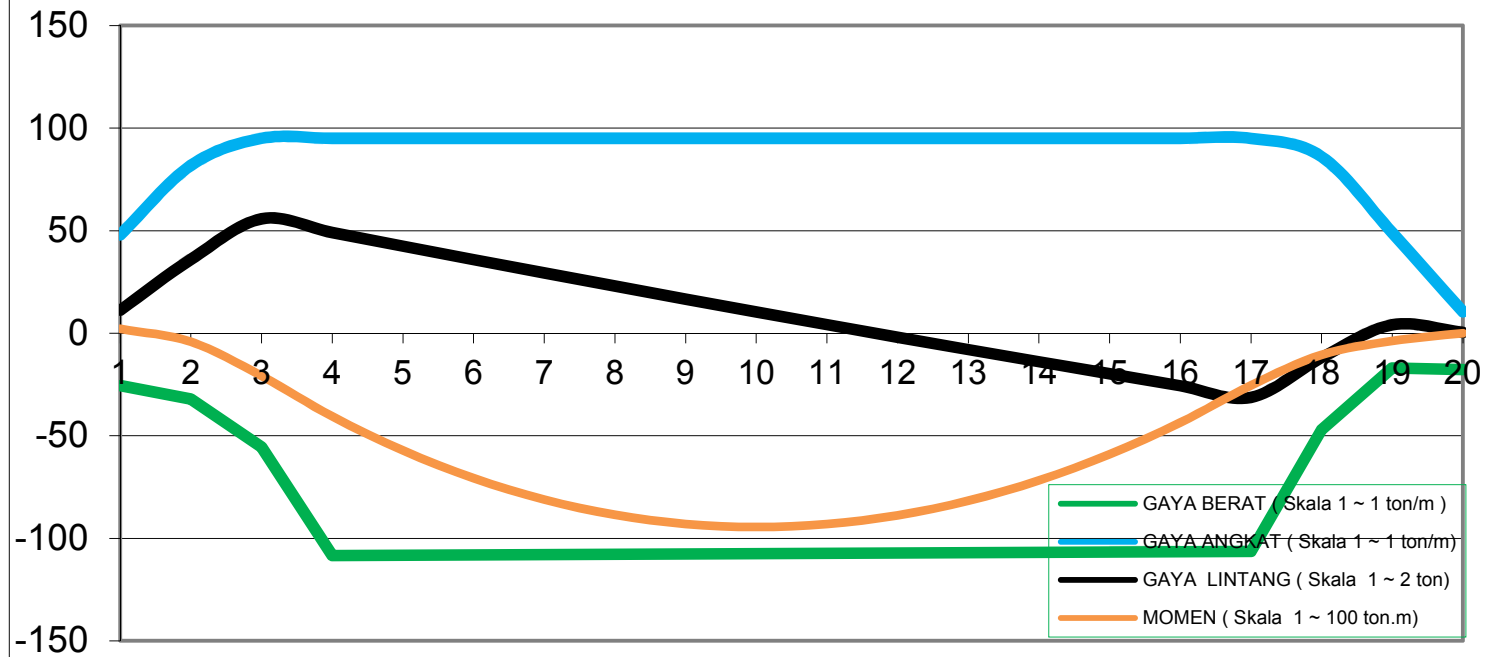
Karena $M_r > 6\% M(x)_{\max}$, koreksi non linear

Station	$\Delta \Sigma f(x) = -x / \Sigma \Sigma f(x)_{FF}$	$\Sigma \Sigma f'(x)$	Q(x)	M(x)
[1]	[ton/m]	[8] + [9]	[7] * b	[10] * b * b / 2
	[9]	[10]	[ton]	[12]
0-1	-40,34	-17,95	108,13	-209,51
1-2	-80,67	36,02	347,47	420,30
2-3	-121,01	178,98	538,07	2088,61
3-4	-161,35	347,94	473,03	4060,21
4-5	-201,69	490,12	408,72	5719,38
5-6	-242,02	605,84	345,15	7069,66
6-7	-282,36	695,38	282,31	8114,60
7-8	-322,70	759,06	220,20	8857,72
8-9	-363,03	797,18	158,83	9302,57
9-10	-403,37	810,05	98,18	9452,68
10-11	-443,71	797,96	38,27	9311,58
11-12	-484,05	761,21	-20,91	8882,83
12-13	-524,38	700,12	-79,35	8169,95
13-14	-564,72	614,99	-137,07	7176,48
14-15	-605,06	506,11	-194,05	5905,95
15-16	-645,39	373,79	-250,30	4361,92
16-17	-685,73	218,34	-305,82	2547,90
17-18	-726,07	90,23	-118,22	1052,94
18-19	-766,41	32,88	36,02	383,69
19-20	-806,74	0,00	0,00	0,00

DATA GRAFIK

	Gaya Angkat	Gaya Berat	Momen	Gaya Lintang
1	47,97	-25,55	2,10	11,21
2	81,81	-32,23	-4,20	36,00
3	94,99	-55,50	-20,89	55,74
4	94,99	-108,42	-40,60	49,03
5	94,99	-108,27	-57,19	42,39
6	94,99	-108,11	-70,70	35,83
7	94,99	-107,96	-81,15	29,34
8	94,99	-107,81	-88,58	22,93
9	94,99	-107,66	-93,03	16,60
10	94,99	-107,51	-94,53	10,34
11	94,99	-107,36	-93,12	4,16
12	94,99	-107,20	-88,83	-1,95
13	94,99	-107,05	-81,70	-7,98
14	94,99	-106,90	-71,76	-13,94
15	94,99	-106,75	-59,06	-19,82
16	94,99	-106,60	-43,62	-25,62
17	94,99	-106,45	-25,48	-31,35
18	86,05	-47,18	-10,53	-11,91
19	48,96	-16,99	-3,84	4,07
20	10,41	-17,83	0,00	0,36

GRAFIK GAYA ANGKAT, GAYA BERAT, GAYA LINTANG DAN MOMEN AIR TENANG



**PERHITUNGAN GAYA LINTANG DAN MOMEN
PADA AIR BERGELOMBANG**

Data Kapal :

L =	96,62	m	T =	27,45	m
B =	27,45	m	H =	6,41	m
Cb =	0,895		Vo =	8	knot

Rumus Perhitungan

$$M_T = M_{SW} + M_W \quad [\text{kNm}]$$

M_{SW} = still water bending moment [kNm]

$$M_{ws} = -K1.C1.L2.B(Cb+0.7) \times 10^{-3} \quad [\text{kNm}]$$

$$M_{wh} = -K2.C1.L2.B.Cb \times 10^{-3}$$

dimana :

$$k1 = 110$$

$$k2 = 190$$

$$C1 = 10.75 - (300 - L/100)^{1.5}$$

$$= 7,85$$

$$L = 96,62$$

$$B = 27,45$$

$$Cb = 0,895$$

Keterangan :

M_T = total bending moment in the seaway
 M_{SW} = still water bending moment of the actual loading or ballast condition considered
 (positif sign for hogging, negativ sign for sagging)
 M_W = vertical wave bending moment (positif sign for hogging, negativ sign for sagging)

Hogging condition

$C_{MH} = 2.5 \cdot x/L$	untuk $x/L < 0.4$
$C_{MH} = 1$	untuk $0.4 \leq x/L \leq 0.65$
$C_{MH} = [1-x/L]/0.35$	untuk $x/L > 0.65$

Sagging condition

$C_{MS} = c_v \cdot 2.5 \cdot x/L$	untuk $x/L < 0.4$
$C_{MS} = c_v$	untuk $0.4 \leq x/L \leq 0.65$
$C_{MS} = c_v \cdot [(x/L - 0.65) / (1 - 0.65)]$	untuk $x/L > 0.65$

Hasil Perhitungan :

$$c_v = 1$$

Tabel Kondisi Sagging

St.	x/L	c _{MS}	M _{ws} (kNm)	M _{sw} (kNm)	M _T (kNm)	Range x/L
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	untuk x/L < 0.4
1	0,050	0,125	44114,938	-53,101	44061,837	
2	0,100	0,250	88229,877	-189,829	88040,047	
3	0,150	0,375	132344,815	-383,795	131961,020	
4	0,200	0,500	176459,753	-632,393	175827,360	
5	0,250	0,625	220574,692	-918,352	219656,340	
6	0,300	0,750	264689,630	-1113,060	263576,570	
7	0,350	0,875	308804,568	-1155,395	307649,173	
8	0,400	1,000	352919,506	-1142,619	351776,887	untuk 0.4 ≤ x/L ≤ 0.65
9	0,450	1,000	352919,506	-1114,966	351804,540	
10	0,500	1,000	352919,506	-1069,142	351850,364	
11	0,550	1,000	352919,506	-1005,803	351913,704	
12	0,600	1,000	352919,506	-928,027	351991,480	untuk x/L > 0.65
13	0,650	1,000	352919,506	-837,870	352081,637	
14	0,700	0,857	302502,434	-734,962	301767,472	
15	0,750	0,714	252085,362	-619,261	251466,101	
16	0,800	0,571	201668,289	-492,013	201176,277	
17	0,850	0,429	151251,217	-354,265	150896,952	
18	0,900	0,286	100834,145	-210,195	100623,950	
19	0,950	0,143	50417,072	-69,632	50347,441	
20	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	

Jadi :

$$M_{(T) \max} = 352081,64 \text{ kNm}$$

$$M_{(T) \max} = 35890,075 \text{ Ton.m}$$

Tabel Kondisi Hogging

St.	x/L	C _{MH}	M _{wh} (kNm)	M _{sw} (kNm)	M _T (kNm)	Range x/L
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	untuk x/L < 0.4
1	0,050	0,125	24754,150	53,101	24807,252	
2	0,100	0,250	49508,301	189,829	49698,130	
3	0,150	0,375	74262,451	383,795	74646,246	
4	0,200	0,500	99016,601	632,393	99648,994	
5	0,250	0,625	123770,752	918,352	124689,104	
6	0,300	0,750	148524,902	1113,060	149637,962	
7	0,350	0,875	173279,052	1155,395	174434,447	
8	0,400	1,000	198033,203	1142,619	199175,822	untuk 0.4 ≤ x/L ≤ 0.65
9	0,450	1,000	198033,203	1114,966	199148,169	
10	0,500	1,000	198033,203	1069,142	199102,345	
11	0,550	1,000	198033,203	1005,803	199039,005	
12	0,600	1,000	198033,203	928,027	198961,230	untuk x/L > 0.65
13	0,650	1,000	198033,203	837,870	198871,072	
14	0,700	0,857	169742,745	734,962	170477,707	
15	0,750	0,714	141452,288	619,261	142071,549	
16	0,800	0,571	113161,830	492,013	113653,843	
17	0,850	0,429	84871,373	354,265	85225,638	
18	0,900	0,286	56580,915	210,195	56791,110	
19	0,950	0,143	28290,458	69,632	28360,089	
20	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	

Jadi :

$$M_{(T) \max} = 199175,8 \text{ kNm}$$

$$M_{(T) \max} = 20303,346 \text{ Ton.m}$$

Data Sebenarnya

St.	M _W (kNm)		M _{SW} (kNm)		M _T (kNm)	
	Hogging	Sagging	Hogging	Sagging	Hogging	Sagging
0	0,000	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
1	44114,938	24754,15	-53,101	53,101	44061,837	24807,252
2	88229,877	49508,30	-189,829	189,829	88040,047	49698,130
3	132344,815	74262,45	-383,795	383,795	131961,020	74646,246
4	176459,753	99016,60	-632,393	632,393	175827,360	99648,994
5	220574,692	123770,75	-918,352	918,352	219656,340	124689,104
6	264689,630	148524,90	-1113,060	1113,060	263576,570	149637,962
7	308804,568	173279,05	-1155,395	1155,395	307649,173	174434,447
8	352919,506	198033,20	-1142,619	1142,619	351776,887	199175,822
9	352919,506	198033,20	-1114,966	1114,966	351804,540	199148,169
10	352919,506	198033,2	-1069,142	1069,142	351850,364	199102,345
11	352919,506	198033,2	-1005,803	1005,803	351913,704	199039,005
12	352919,506	198033,2	-928,027	928,027	351991,480	198961,230
13	352919,506	198033,2	-837,870	837,870	352081,637	198871,072
14	302502,434	169742,7	-734,962	734,962	301767,472	170477,707
15	252085,362	141452,3	-619,261	619,261	251466,101	142071,549
16	201668,289	113161,8	-492,013	492,013	201176,277	113653,843
17	151251,217	84871,4	-354,265	354,265	150896,952	85225,638
18	100834,145	56580,9	-210,195	210,195	100623,950	56791,110
19	50417,072	28290,5	-69,632	69,632	50347,441	28360,089
20	0,000	0,0	0,000	0,000	0,000	0,000

PERHITUNGAN MODULUS PENAMPANG

No	Nama bagian	Jml	Lebar (cm) [b]	Tinggi (cm) [h]	Silt terhadap Bid. Horizontal (derajat) [α]	Luas Total (cm ²) [A _t]	Titik berat thd Base (cm) [Z]	Momen Luas (cm ⁴) [A _x ·z, z]	Momen Inersia			M.Inersia Individu			
									(cm ⁴) [A _y ·x ²]	(cm ⁴) [I _x ·cos ² α]	(cm ⁴) [I _y ·sin ² α]	(cm ⁴) [I _x ·cos ² α + I _y ·sin ² α]			
1	Bottom Plate (Pelat Alas)														
	Pelat alas 1	8	244,00	1,20	0,00	2342,40	0,60	1405,44	843,26	35,14	0,00	35,14			
	Pelat alas 2	2	91,00	1,20	0,00	218,40	0,60	131,04	78,62	13,10	0,00	13,10			
2	Pelat Lunas														
	Pelat Lunas	1	183,00	1,20	0,00	219,60	0,60	131,76	79,06	26,35	0,00	26,35			
3	Bottom Girder														
	Penutupi samping	3	1,00	185,00	0,00	555,00	92,50	51337,50	4748718,75	527635,42	0,00	527635,42			
	Penutupi tengah	1	1,00	185,00	0,00	185,00	92,50	17112,50	1582906,25	527635,42	0,00	527635,42			
4	Bottom Long. (Pembujur Alas)														
	Pembujur Alas	36	1,20	12,00	0,00	518,40	6,00	3110,40	18662,40	172,80	0,00	172,80			
5	Belga														
	Pelat bilga	36	12,00	1,20	0,00	518,40	0,60	311,04	186,62	1,73	0,00	1,73			
	Pembujur sisi	2	113,00	1,20	45,00	271,20	0,60	162,72	97,63	5,70	93753,34	93759,04			
	Pelat sisi	2	12,00	1,20	45,00	28,80	40,00	1152,00	46080,00	0,61	112,28	112,88			
6	Side Plate (Pelat sisi)														
	Pelat sisi 1	2	1,20	83,00	0,00	199,20	121,50	24202,80	2940640,20	57178,70	0,00	57178,70			
	Pelat sisi 2	2	1,20	244,00	0,00	585,60	285,00	166896,00	47565360,00	1452678,40	0,00	1452678,40			
	Pelat sisi 3	2	1,20	244,00	0,00	585,60	529,00	309782,40	163874889,60	1452678,40	0,00	1452678,40			
7	Side Stringer (Senta Sisi)														
	sentia sisi 1	2	50,00	1,00	0,00	100,00	342,00	34200,00	11696400,00	4,17	0,00	4,17			
	sentia sisi 2	2	1,00	10,00	0,00	20,00	343,00	6860,00	2352980,00	83,33	0,00	83,33			
8	Side Long. (Pembujur Sisi)														
	Pembujur sisi 1	2	1,20	12,00	0,00	28,80	102,13	2941,34	300399,46	172,80	0,00	172,80			
	Pembujur sisi 2	2	12,00	1,20	0,00	28,80	96,13	2768,54	266140,13	1,73	0,00	1,73			
	Pembujur sisi 3	2	1,20	12,00	0,00	28,80	162,13	4669,34	757040,74	172,80	0,00	172,80			
	Pembujur sisi 4	2	12,00	1,20	0,00	28,80	156,13	4496,54	702045,41	1,73	0,00	1,73			
	Pembujur sisi 5	2	1,20	12,00	0,00	28,80	222,13	6397,34	1421042,02	172,80	0,00	172,80			
	Pembujur sisi 6	2	12,00	1,20	0,00	28,80	216,13	6224,54	1345310,69	1,73	0,00	1,73			
	Pembujur sisi 7	2	1,20	12,00	0,00	28,80	282,13	8125,34	2292403,30	172,80	0,00	172,80			
	Pembujur sisi 8	2	12,00	1,20	0,00	28,80	276,13	7952,54	2195935,97	1,73	0,00	1,73			
	Pembujur sisi 9	2	1,20	12,00	0,00	28,80	402,13	11581,34	4657205,86	172,80	0,00	172,80			
	Pembujur sisi 10	2	12,00	1,20	0,00	28,80	396,13	11408,54	4519266,53	1,73	0,00	1,73			
	Pembujur sisi 11	2	1,20	12,00	0,00	28,80	462,13	13309,34	6150647,14	172,80	0,00	172,80			
	Pembujur sisi 12	2	12,00	1,20	0,00	28,80	456,13	13136,54	5991971,81	1,73	0,00	1,73			
	Pembujur sisi 13	2	1,20	12,00	0,00	28,80	522,13	15037,34	7851448,42	172,80	0,00	172,80			
	Pembujur sisi 14	2	12,00	1,20	0,00	28,80	516,13	14864,54	7672037,09	1,73	0,00	1,73			
	Pembujur sisi 15	2	1,20	12,00	0,00	28,80	582,13	16765,34	9759609,70	172,80	0,00	172,80			
	Pembujur sisi 16	2	12,00	1,20	0,00	28,80	576,13	16592,54	9559462,37	1,73	0,00	1,73			

16	Bhd. Long. (Pembujur-Sekat)											
	pembujur sekat 1	1	12,00	1,20	0,00	14,40	222,00	3196,80	709689,60	1,73	0,00	1,73
	pembujur sekat 2	1	12,00	1,20	0,00	14,40	223,00	3211,20	716097,60	1,73	0,00	1,73
	pembujur sekat 3	1	12,00	1,20	0,00	14,40	282,00	4060,80	1145145,60	1,73	0,00	1,73
	pembujur sekat 4	1	12,00	1,20	0,00	14,40	223,00	3211,20	716097,60	1,73	0,00	1,73
	pembujur sekat 5	1	12,00	1,20	0,00	14,40	402,00	5788,80	2327097,60	1,73	0,00	1,73
	pembujur sekat 6	1	12,00	1,20	0,00	14,40	223,00	3211,20	716097,60	1,73	0,00	1,73
	pembujur sekat 7	1	12,00	1,20	0,00	14,40	462,00	6652,80	3073593,60	1,73	0,00	1,73
	pembujur sekat 8	1	12,00	1,20	0,00	14,40	223,00	3211,20	716097,60	1,73	0,00	1,73
	pembujur sekat 9	1	12,00	1,20	0,00	14,40	522,00	7516,80	3923769,60	1,73	0,00	1,73
	pembujur sekat 10	1	12,00	1,20	0,00	14,40	223,00	3211,20	716097,60	1,73	0,00	1,73
	pembujur sekat 11	1	12,00	1,20	0,00	14,40	582,00	8380,80	4877625,60	1,73	0,00	1,73
	pembujur sekat 12	1	12,00	1,20	0,00	14,40	223,00	3211,20	716097,60	1,73	0,00	1,73
	pembujur sekat 13	1	12,00	1,20	0,00	14,40	702,00	10108,80	7096377,60	1,73	0,00	1,73
pembujur sekat 14	1	12,00	1,20	0,00	14,40	223,00	3211,20	716097,60	1,73	0,00	1,73	
pembujur sekat 15	1	12,00	1,20	0,00	14,40	762,00	10972,80	8361273,60	1,73	0,00	1,73	
pembujur sekat 16	1	12,00	1,20	0,00	14,40	223,00	3211,20	716097,60	1,73	0,00	1,73	
pembujur sekat 17	1	12,00	1,20	0,00	14,40	822,00	11836,80	9729849,60	1,73	0,00	1,73	
pembujur sekat 18	1	12,00	1,20	0,00	14,40	223,00	3211,20	716097,60	1,73	0,00	1,73	
pembujur sekat 19	1	12,00	1,20	0,00	14,40	882,00	12700,80	11202105,60	1,73	0,00	1,73	
pembujur sekat 20	1	12,00	1,20	0,00	14,40	223,00	3211,20	716097,60	1,73	0,00	1,73	
pembujur sekat 21	1	12,00	1,20	0,00	14,40	1002,00	14428,80	14457657,60	1,73	0,00	1,73	
pembujur sekat 22	1	12,00	1,20	0,00	14,40	1062,00	15292,80	16240953,60	1,73	0,00	1,73	
pembujur sekat 23	1	12,00	1,20	0,00	14,40	223,00	3211,20	716097,60	1,73	0,00	1,73	
pembujur sekat 24	1	12,00	1,20	0,00	14,40	1122,00	16156,80	18127929,60	1,73	0,00	1,73	
pembujur sekat 25	1	12,00	1,20	0,00	14,40	223,00	3211,20	716097,60	1,73	0,00	1,73	
pembujur sekat 26	1	12,00	1,20	0,00	14,40	1242,00	17884,80	22212921,60	1,73	0,00	1,73	
pembujur sekat 27	1	12,00	1,20	0,00	14,40	223,00	3211,20	716097,60	1,73	0,00	1,73	
pembujur sekat 28	1	12,00	1,20	0,00	14,40	1302,00	18748,80	24410937,60	1,73	0,00	1,73	
pembujur sekat 29	1	12,00	1,20	0,00	14,40	223,00	3211,20	716097,60	1,73	0,00	1,73	
CH Side Plate (Pelat sisi RM)												
Pelat sisi 1	2	1,00	180,00	0,00	360,00	731,00	263160,00	192369960,00	486000,00	0,00	486000,00	
Pelat sisi 2	2	1,00	180,00	0,00	360,00	911,00	327960,00	298771560,00	486000,00	0,00	486000,00	
Pelat sisi 3	2	1,00	180,00	0,00	360,00	1091,00	392760,00	428501160,00	486000,00	0,00	486000,00	
Pelat sisi 4	2	1,00	180,00	0,00	360,00	1271,00	457560,00	581558760,00	486000,00	0,00	486000,00	
Pelat sisi 5	2	1,00	34,00	0,00	68,00	1378,00	93704,00	129124112,00	3275,33	0,00	3275,33	
CH Side Stringer (Senta Sisi RM)												
Senta sisi 1	2	50,00	1,00	0,00	100,00	941,00	94100,00	88548100,00	417	0,00	417	
Senta sisi 2	2	1,00	10,00	0,00	20,00	941,00	18820,00	17709620,00	83,33	0,00	83,33	
Senta sisi 3	2	50,00	1,00	0,00	100,00	1241,00	124100,00	154008100,00	417	0,00	417	
Senta sisi 4	2	1,00	10,00	0,00	20,00	941,00	18820,00	17709620,00	83,33	0,00	83,33	

17	CH Side Long. (Pembujur Sisi RM)												
	Pembujur sisi 1	2	12,00	1,20	0,00	28,80	701,00	20188,80	14152348,80	1,73	0,00	1,73	
	Pembujur sisi 2	2	10,00	1,00	0,00	20,00	641,00	18460,80	11833372,80	172,80	0,00	172,80	
	Pembujur sisi 3	2	10,00	1,00	0,00	20,00	641,00	18460,80	11833372,80	172,80	0,00	172,80	
	Pembujur sisi 4	2	10,00	1,00	0,00	20,00	821,00	16420,00	13480820,00	0,83	0,00	0,83	
	Pembujur sisi 5	2	10,00	1,00	0,00	20,00	881,00	17620,00	11833372,80	172,80	0,00	172,80	
	Pembujur sisi 6	2	10,00	1,00	0,00	20,00	1001,00	20020,00	20040020,00	0,83	0,00	0,83	
	Pembujur sisi 7	2	10,00	1,00	0,00	20,00	1061,00	21220,00	22514420,00	0,83	0,00	0,83	
	Pembujur sisi 8	2	10,00	1,00	0,00	20,00	1121,00	22420,00	25132820,00	0,83	0,00	0,83	
	Pembujur sisi 9	2	10,00	1,00	0,00	20,00	1181,00	23620,00	27895220,00	0,83	0,00	0,83	
	Pembujur sisi 10	2	10,00	1,00	0,00	20,00	1301,00	26020,00	33852020,00	0,83	0,00	0,83	
18	RM Deck Plate (Pelat Geladak)												
	Pelat geladak 1	1	2465,00	0,50	0,00	1232,50	641,00	790032,50	506410832,50	25,68	0,00	25,68	
19	RM Deck Girder (Penumpu Geladak)												
	Penumpu samping	6	1,50	50,00	0,00	450,00	1841,00	828450,00	1525176450,00	15625,00	0,00	15625,00	
20	RM Deck Long. (Pembujur Gendak)												
	Pembujur Geladak	32	8,00	8,00	0,00	128,00	1841,00	235648,00	433827968,00	21,33	0,00	21,33	
								8202932,00	7874325308,80	0,08	0,00	0,08	
												11953389,57	
													S4

Titik Berat terhadap dasar (z1) = S2 / S1 = $\frac{8202932,00}{19117,70} = 429,075$
Modulus penampang tld bottom (W_{bot}) = I_{NA} / z1 = $\frac{4366603556,37}{429,075}$

Titik Berat terhadap deck (z2) = H - Z1 = $641 - 429,075 = 211,925$
Modulus penampang tld deck (W_{deck}) = I_{NA} / z2 = $\frac{4366603556,37}{211,925} = 20604,501$

$I_{xx} = S_3 + S_4 = 11953389,569 + 20604,501 = 11973994,070$

$I_{NA} = I_{xx} - (z_1)^2 \cdot S_1 = 11973994,070 - 19117,7^2 = 19117,7$

$S_3 = 4366603556,37 \text{ cm}^4$
 $S_4 = 436660,36 \text{ cm}^4$

PEMERIKSAAN KEKUATAN KAPAL

Data - data Perhitungan

L =	100,65	m	Y _{na} =	429,08	cm
H =	6,41	cm	In _a =	4366603556	cm ⁴
B =	27,45	m	W _{bottom} =	10.176.778	cm ³
C _b =	0,895		W _{deck} =	20.604.501	cm ³
k =	1		1 kg =	9,81	N
			1 kg/cm ²	0,0981	N/mm ²

Pengecekan Tegangan

1. Pada Kondisi Air Tenang (dianggap momen maximum di midship)

$$\begin{aligned} M'(x)_{\max} &= 1245,26 \text{ ton.m} \\ &= 124526080,72 \text{ kg.cm} \\ &= 12216,01 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

(Geladak mengalami beban tarik, bottom mengalami beban tekan)

$$\begin{aligned} s_{\text{deck}} &= M'_{\max} / W_{\text{Deck}} \\ &= 124,526,081 / 20,604,501 \\ &= 6,044 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 0,593 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} s_{\text{bottom}} &= -M'_{\max} / W_{\text{bottom}} \\ &= -124,526,081 / 10,176,778 \\ &= -12,236 \text{ kg/cm}^2 \\ &= -1,200 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

2. Pada Kondisi Hogging

$$\begin{aligned} M'(x)_{\max} &= 35890,08 \text{ ton.m} \\ &= 3589007511,89 \text{ kg.cm} \end{aligned}$$

(Geladak mengalami beban tarik, bottom mengalami beban tekan)

$$\begin{aligned} s_{\text{deck}} &= M'_{\max} / W_{\text{Deck}} \\ &= 3589007511,89 / 20604500,71 \\ &= 174,186 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 17,09 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} s_{\text{bottom}} &= -M'_{\max} / W_{\text{bottom}} \\ &= -3589007511,89 / 10176777,86 \\ &= -352,666 \text{ kg/cm}^2 \\ &= -34,597 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

3. Pada Kondisi Sagging

$$\begin{aligned} M'(x)_{\max} &= 20303,35 \text{ ton.m} \\ &= 2030334574,37 \text{ kg.cm} \end{aligned}$$

(Geladak mengalami beban tekan, bottom mengalami beban tarik)

$$\begin{aligned} s_{\text{deck}} &= -M'_{\max} / W_{\text{Deck}} \\ &= -2030334574,37 / 20604500,71 \\ &= -98,54 \text{ kg/cm}^2 \\ &= -9,67 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} s_{\text{bottom}} &= M'_{\max} / W_{\text{bottom}} \\ &= 2,030,334,574 / 10,176,778 \\ &= 199,51 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 19,57 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Longitudinal Stress (sp) yang diijinkan

Dari ABS 2019 part.3 sec. 3-2-1/3.7

$$\begin{aligned} f_p &= \text{Nominal permissible bending stress} \\ &= 17,5 \text{ (kN/cm}^2\text{)} \\ &= 175 \text{ (N/mm}^2\text{)} \\ &= 1783,89 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Kesimpulan

Dari perhitungan di atas diperoleh :

1. Pada Kondisi Air Tenang

$$\begin{aligned} s_{\text{deck}} &= 0,593 \text{ N/mm}^2 < \text{tegangan maximum} \\ s_{\text{bottom}} &= -1,200 \text{ N/mm}^2 < \text{tegangan maximum} \end{aligned}$$

2. Pada Kondisi Hogging

$$\begin{aligned} s_{\text{deck}} &= 17,088 \text{ N/mm}^2 < \text{tegangan maximum} \\ s_{\text{bottom}} &= -34,597 \text{ N/mm}^2 < \text{tegangan maximum} \end{aligned}$$

3. Pada Kondisi Sagging

$$\begin{aligned} s_{\text{deck}} &= -9,667 \text{ N/mm}^2 < \text{tegangan maximum} \\ s_{\text{bottom}} &= 19,572 \text{ N/mm}^2 < \text{tegangan maximum} \end{aligned}$$

Jadi:

sdeck dan sbottom pada semua kondisi air tenang dan kondisi hogging memenuhi persyaratan ABS, karena kurang dari tegangan maximum yang diijinkan.

Pengecekan Modulus

Dari ABS Rules for Building and Classing Steel Barges 2019 Chapter 3 sec. 3-2-1/3.1

$$\begin{aligned} \text{SMR} &= \text{KSM}_b \quad \text{cm}^2\text{-m} \\ &= 35196,2744 \quad \text{cm}^2\text{-m} \\ &= 3519627,44 \quad \text{cm}^3 \end{aligned}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} K &= 1,00 \\ \text{SM}_b &= C_1.C_2.L.B.(C_b + 0,7) \quad \text{cm}^2\text{-m} \\ &= 35196,2744 \quad \text{cm}^2\text{-m} \\ C_b &= 0,895 \\ C_1 &= 10.75-(300-L/100)^{1.5} \quad 90 \leq L \leq 300 \text{ m} \\ &= 7,94 \\ C_2 &= 0,010 \end{aligned}$$

Dari perhitungan Konstruksi design kapal diperoleh:

$$\begin{aligned} W_{\text{bottom}} &= 10176777,86 \quad \text{cm}^3 \\ W_{\text{deck}} &= 20604500,71 \quad \text{cm}^3 \end{aligned}$$

Kesimpulan

Modulus Penampang deck (Wdeck), dan modulus penampang bottom (Wbottom) memenuhi ketentuan ABS, karena lebih besar dari modulus minimum.

Pengecekan Momen Inersia

Dari ABS Rules for Building and Classing Steel Barges 2019 Chapter 3 sec. 3-2-1/5

$$I = 0.03\text{SMRL} \quad \text{cm}^2\text{-m}^2$$

Dimana,

$$\begin{aligned} \text{SMR} &= 35196,274 \quad \text{cm}^2\text{-m} \\ L &= 100,65 \quad \text{m} \end{aligned}$$

Sehingga,

$$\begin{aligned} I &= 3 \times 10^{-2} \times 35196,274 \times 100,65 \\ &= 106275,15 \quad \text{cm}^2\text{-m}^2 \\ &= 1062751505,47 \quad \text{cm}^4 \end{aligned}$$

Dimana, Momen Inersia hasil dari Perhitungan adalah:

$$I_{na} = 4366603556,37 \quad \text{cm}^4$$

Kesimpulan

Momen Inersia dari kapal memenuhi ketentuan BKI, karena lebih besar dari momen inersia minimum

Kesimpulan Perhitungan Kekuatan Memanjang Kapal

Dari perhitungan Tegangan, Modulus, dan Momen Inersia pada konstruksi design kapal memenuhi persyaratan yang di tetapkan ABS

REKAPITULASI

Pengecekan Tegangan	$s_{\text{deck}} \text{ (N/mm}^2\text{)}$	$s_{\text{bottom}} \text{ (N/mm}^2\text{)}$	$s_{p \text{ max}} \text{ (N/mm}^2\text{)}$	Ket.	Kesimpulan
Kondisi Air Tenang	0,593	-1,200	175,00	< Teg. Max	Accepted
Kondisi Hogging	17,088	-34,597	175,00	< Teg. Max	Accepted
Kondisi Sagging	-9,667	19,572	175,00	< Teg. Max	Accepted
Pengecekan Modulus	$W_{\text{bottom}} \text{ (cm}^3\text{)}$	$W_{\text{deck}} \text{ (cm}^3\text{)}$	$W_{\text{min}} \text{ (cm}^3\text{)}$	Ket.	Kesimpulan
	10176777,86	20604500,71	3519627,44	> Wmin	Accepted
Pengecekan Momen Inersia	$I_{NA} \text{ (cm}^4\text{)}$	$I_y \text{ (cm}^4\text{)}$		Ket.	Kesimpulan
	4366603556,37	1062751505,47		> Iy	Accepted
Total Conclusion	Accepted				

Dari perhitungan Tegangan, Modulus, dan Momen Inersia pada konstruksi design kapal memenuhi persyaratan yang di tetapkan ABS (American Bureau of Shipping)

LAMPIRAN MATERI PENILAIAN TUGAS MERANCANG II (MN 091363)

No	Materi Tugas Merancang II
1	Sistem Konstruksi yang digunakan, penjelasan dari system konstruksi yang dipakai
2	Persyaratan dan Perhitungan
2.1	Persyaratan-persyaratan sesuai dengan peraturan klasifikasi <ul style="list-style-type: none"> - Jarak gading di ceruk - Letak sekat tubrukan $> 0,05 L$ dan $< 0,08 L$ - Tinggi minimum dari dasar ganda - Jarak gading besar di kamar mesin - Jarak maksimal dari senta sisi di kamar mesin dan di ceruk - Penguatan pada alas untuk $0,25 - 0,3 L$ dari FP - Jarak maksimal dari wrang pelat - Jumlah minimal dari senta sisi - Persyaratan khusus kapal tanker lihat BKI vol. II bab 24 - Persyaratan khusus kapal curah lihat BKI vol. II bab - Persyaratan khusus kapal penangkap ikan lihat vol.II bab
2.2	Perhitungan beban menurut peraturan klasifikasi <ul style="list-style-type: none"> - Beban dasar dinamis untuk gaya dari luar, untuk pelat, penegar dan penumpu - Pusat beban dan besar beban luar, al.: beban alas, beban sisi, beban geladak - Beban muatan untuk alas dasar ganda, geladak kedua - Beban untuk muatan zat cair termasuk tangki-tangki ballas
2.3	Perhitungan tebal pelat <ul style="list-style-type: none"> - Pengambilan rumus dan memasukan harga-harganya, al. : jarak gading, besarnya beban dan faktor/ koefisien yang disyaratkan
2.4	Perhitungan modulus penampang dari penegar dan besarnya harga dari: <ul style="list-style-type: none"> - Panjang yang tidak ditumpu - Lebar yang tidak ditumpu - Beban yang bekerja pada konstruksi tersebut - Koefisien/faktor
2.5	Ukuran profil yang digunakan sudah memenuhi dari harga minimum dari hasil perhitungan dengan menggunakan perhitungan tabel, rumus atau diagram dari klasifikasi
2.6	Perhitungan pillar
2.7	Perhitungan bracket
3	Gambar, apakah gambar sudah benar, sesuai persyaratan dan perhitungan ?
3.1	Gambar Konstruksi Memanjang (Construction Profile)
3.2	Gambar konstruksi penampang melintang (Midship Section): <ul style="list-style-type: none"> - Potongan melintang di midship, untuk gading biasa & gading besar - Potongan melintang di daerah pondasi kamar mesin, dan bangunan atas
3.3	Semua gambar : <ul style="list-style-type: none"> - Gambar tanda dari sambungan las - Gambar dari profil-profil, al.: gading, balok geladak, penegar, dsb
3.4	Ukuran harus lengkap, al.: tebal pelat, ukuran profil, ukuran braket, ukuran lubang, posisi lubang
4	Perhitungan Berat dan titik berat
4.1	Acuan letak titik berat (dari AP atau dari Midship)
4.2	Kelengkapan komponen Konstruksi yang dihitung
4.3	Acuan yang dipergunakan untuk menghitung pendekatan berat
4.4	peralatan di kamar mesin, bangunan atas dan rumah geladak
4.5	Ketepatan berat hasil perhitungan dengan displasemen
4.6	Pemeriksaan LCG terhadap LCB agar kapal tidak trim
5	Perhitungan Kekuatan memanjang kapal
5.1	Penyebaran berat sepanjang kapal
5.2	Penyebaran gaya tekan keatas sepanjang kapal
5.3	Susunan muatan dan atau ballas pada saat kapal di gelombang
5.4	Penggambaran gelombang dan penyebaran gaya tekan keatasnya
5.5	Proses integrasi untuk memperoleh grafik gaya lintang
5.6	Proses integrasi untuk memperoleh grafik momen
5.7	Perhitungan momen inerti dan modulus penampang di midship,
5.8	Kewajaran etak titik berat penampangnya
5.9	Tegangan maksimum, momen inerti dan modulus minimum
5.10	Geladak dan dan dasar kapal serta harga momen inerti dan modulusnya
5.11	Jika tidak memenuhi peraturan BKI, penguatan apa yang dilakukan
5.12	Proses perhitungan dan penggambaran lenturan dan sudut lenturnya.

			Main Dimension		
			Nama kapal :	BG. FINANCIA 56	L = 93,91 m
			Type kapal :	Self propelled CNG Barge	B = 27,45 m
			Sistem konstruksi :	Memanjang	H = 6,41 m
			ABS 2019 - RULES FOR BUILDING AND CLASSING - STEEL BARGES		T = 3,38 m
Bagian			UKURAN UTAMA		
Sect.	Ps	Ayat	Perhitungan / Uraian		Hasil
			<p>Perhitungan konstruksi dan kekuatan memanjang kapal ini menggunakan panduan buku ABS 2018 Volume II dengan ukuran utama sebagai berikut</p> <p>Lpp = 93,91 m Power = 0 kw Lwl = 90,69 m vs = 8 knot B = 27,45 m D = 8210,74 ton H = 6,41 m LWT = 7211,21 ton T = 3,38 m</p> <p>Sistem Konstruksi : Memanjang</p>		
			UKURAN UTAMA		
			Panjang L		
			<p>Panjang L adalah jarak pada garis air muat dari linggi haluan kebelakang kemudi atau garis sumbu tongkat kemudi jika tidak ada linggi kemudi. Dimana tidak boleh kurang dari 96% LWL dan tidak perlu lebih besar dari 97% LWL.</p> <p>Diketahui Lwl = 94,95 m Lpp = 93,91 m</p> <p>Maka :</p> <p> 96% Lwl = 91,15 m 97% Lwl = 92,10 m</p> <p>Sehingga :</p> <p> L = 93,91 m</p>		L = 93,91 m
			Lebar (B)		
			<p>adalah jarak terbesar pada kapal yang diukur dari kulit bagian dalam.</p> <p>B = 27,45 m</p>		B = 27,45 m
			Tinggi (H)		
			<p>adalah jarak vertikal pada titik tengah panjang L, dari garis dasar ke bagian atas dari balok geladak dibagian sisi geladak menerus yang paling atas.</p> <p>H = 6,41 m</p>		H = 6,41 m
			Sarat T		
			<p>adalah jarak vertikal pada titik tengah panjang L, dari garis dasar ke tanda lambung timbul untuk garis muat musim panas.</p> <p>T = 3,38 m</p>		T = 3,38 m
			Jarak Gading		
			<p>Jarak gading dibelakang AP bulkhead dan di depan Collision Bulkhead tidak boleh lebih dari 600 mm</p> <p>Daerah $0 \leq x/L < 0.2$</p> <p>a = 0,6 m jarak gading e = 1,83 m jarak gading besar</p> <p>Daerah $0.2 \leq x/L < 0.7$</p> <p>a = 0,6 m jarak gading e = 1,83 m jarak gading besar</p> <p>Daerah $0.7 \leq x/L < 1$</p> <p>a = 0,6 m jarak gading e = 1,83 m jarak gading besar</p>		a = 0,60 m e = 1,83 m a = 0,60 m e = 1,83 m a = 0,60 m e = 1,83 m

Pelat Bilga

Lebar pelat bilga tidak boleh kurang dari :

$$\begin{aligned} b &= 800 + 5L \quad (\text{mm}) \\ &= 800 + 5 \times 93,91 \\ &= 1270 \quad \text{mm} \end{aligned}$$

pelat bilga diambil = 800 mm (dari gambar)

$$b = 800 \text{ mm}$$

Pelat Sheerstrake

Lebar pelat sisi lajur atas tidak boleh kurang dari :

$$\begin{aligned} b &= 800 + 5L \quad (\text{mm}) \\ &= 1270 \quad \text{mm} \\ b \text{ max} &= 1800,00 \quad \text{mm} \\ \text{diambil} &= 1800 \quad \text{mm} \end{aligned}$$

$$b = 1800 \text{ mm}$$

Pelat Lunas Alas

Lebar pelat lunas alas tidak boleh kurang dari :

$$\begin{aligned} b &= 800 + 5L \quad (\text{mm}) \\ &= 1269,55 \quad \text{mm} \\ \text{diambil} &= 1500 \quad \text{mm} \end{aligned}$$

$$b = 1500 \text{ mm}$$

Tinggi Minimum Dasar Ganda

Tinggi minimum dasar ganda untuk kapal kurang dari 5000 dwt atau lebih dari 5000 dwt :

$$\begin{aligned} h &= B/15 \\ &= 1,830 \quad \text{m} \\ &\approx 1,83 \quad \text{m} \\ h_{\text{min}} &= 0,76 \quad \text{m} \end{aligned}$$

jadi tinggi dasar ganda yang diambil = 1850,00 mm

$$h_{\text{db}} = 1850,00 \text{ mm}$$

Lebar Sisi Ganda

$$\begin{aligned} w &= 0,5 + \frac{DWT}{20000} \\ &= 1,36 \quad \text{m} \\ w_{\text{min}} &= 0,76 \quad \text{m} \end{aligned}$$

jadi lebar sisi ganda yang diambil = 1400,0 mm

$$w = 1400,0 \text{ mm}$$

Bagian		PERENCANAAN TEBAL PELAT		Main Dimension	
Part-ch	Sec	Perhitungan / Uraian		Hasil	
		Nama kapal : BG. FINANCIA 56 Type kapal : Self propelled CNG Barge Sistem konstruksi : Memanjang ABS 2019 - RULES FOR BUILDING AND CLASSING - STEEL BARGES		L = 93,91 m B = 27,45 m H = 6,41 m T = 3,38 m	
		Frame Spacing			
		Daerah $0 \leq x/L < 0.2$ [A] a = 600 mm = 0,6 m jarak gading Daerah $0.2 \leq x/L < 0.7$ [M] a = 600 mm = 0,6 m jarak longitudinal Daerah $0.7 \leq x/L \leq 1.0$ [F] a = 600 mm = 0,6 m jarak gading			
3	2	4 3,2	Center & side girder Ships with $L \leq 427$ m $t = 56L \cdot 10^{-3} + 5.5$ [mm] perhitungan : $t = 10,75896$ mm Depth $dDB = 32B + 190 \sqrt{d}$ [mm] perhitungan : $dDB = 1732,4393$ mm	t = 11 mm dDB = 1850 mm	
		PELAT ALAS			
3,2	2	3,5	Bottom Shell Plating Amidships (0.4L - Midship) Ships with $L \leq 123$ m L = length of ship [m] $t = 0.045L + 0.007s + 1.8$ [mm] s = frame spacing [mm] diketahui : L = 93,91 m s = 600 mm = 0,6 m perhitungan : $t = 10,22595$ mm = Aktual ->	t = 11 mm t = 12 mm	
		5,3	Inner-bottom Plating Thickness Ships with $L \leq 427$ m $t = 37.0L \cdot 10^{-3} + 0.009s - c$ [mm] perhitungan : $t = 1,98007$ mm Aktual ->	t = 2 mm t = 12 mm	
		PELAT LAJUR BILGA			
		12	In general, the bilge plate is to be longitudinally stiffened. The thickness of the bilge plate is to be not less than required in 3-2-2/3 and 3-2-2/5, adjusted for spacing of the bilge longitudinals or frames and the material factors. Where girth spacing of bilge longitudinals is greater than that of the adjacent bottom plating, the spacing may be modified by the following equation in calculations of minimum required thickness. $t = 10,22595$ mm Aktual ->	t = 11 mm t = 12 mm	

3,2	2	PELAT SISI	
		3,1	<p>Side Shell Plating Amidships (0.4L - Midship) Ships with L ≤ 150 m $t = 0.07L + 0.007s$ [mm]</p> <p style="text-align: right;">L = length of ship [m] s = frame spacing [mm]</p> <p>diketahui : L = 93,91 m s = 600 mm = 0,6 m</p> <p>perhitungan : t = 10,7737 mm</p> <p style="text-align: right;">Aktual -></p>
			t = 11 mm t = 12 mm
		5,1	<p>Shell Plating at Ends (0.4L - End) Ships with L ≥ 76 m $t = 0.015L + 0.01s + 2.2$ [mm]</p> <p>perhitungan : t = 9,60865 mm</p> <p style="text-align: right;">Aktual -></p>
			t = 10 mm t = 12 mm
3,2	2	Sheerstrake	
		3,3	<p>In general, the thickness of the sheer strake is not to be less than the thickness of the side shell plating nor less than the required deck stringer strake thickness in the same section being considered.</p> <p>$t = 10,774$ mm</p> <p style="text-align: right;">Aktual -></p>
			t = 11 mm t = 12 mm
3,2	3	PELAT GELADAK	
		1,1	<p>Deck Plating Thickness Thickness of Strength Decks with Longitudinal Beams, Strength Decks with Transverse Beams in Barges 91.5 m (300 ft) or Less and Forecastle Decks in Barges over 122 m (400 ft)</p> <p>for s ≤ 760 mm $t = 0.009s + 2.4$ [mm]</p> <p style="text-align: right;">s = frame spacing [mm]</p> <p>diketahui : s = 600 mm = 0,6 m</p> <p>perhitungan : t = 7,8 mm</p> <p style="text-align: right;">Aktual -></p>
			t = 8 mm t = 12 mm
		1,7	<p>Deck Plating at Ends $t = 0.03L + 0.0036s + 2.8$ [mm]</p> <p style="text-align: right;">L = length of ship [m] s = frame spacing [mm]</p> <p>diketahui : L = 93,91 m</p> <p>perhitungan : t = 7,7773 mm</p> <p style="text-align: right;">Aktual -></p>
			t = 8 mm t = 12 mm
3,2	6	BULKHEAD PLATING (PELAT SEKAT)	
		3,1	<p>Arrangement of Watertight Bulkheads Collision Bulkhead The collision bulkhead is to be located at a distance aft of the forward perpendicular (See 3-1-1/27) not less than given by the following:</p> <p>$S = 0.05L$ m for L < 200 m = 4,6955 m = 4,8 m</p>

	3,3	<p>Other Watertight Bulkheads</p> <p>The following is recommended as a guide to determine the maximum spacing between transverse watertight bulkheads in single bottom deck cargo barges, but is not required as a condition of classification:</p> $S = 0.153L + 3.81 \quad \text{m} \quad \text{for } L < 122 \text{ m}$ $= 18,17823 \text{ m}$ $= 18,6 \text{ m}$													
	5,1	<p>Plating</p> <p>Plating of watertight bulkheads is to be of the thickness obtained from the following equation:</p> $t = sk \sqrt{qh/c} + 1.5$ <p>where :</p> <p>t = thickness, in mm (in.)</p> <p>s = spacing of stiffeners, in mm (in.)</p> $= 600 \text{ mm}$ <p>k = $(3 \cdot 075 \cdot a - 2 \cdot 077)/(a + 0 \cdot 272)$ where $(1 \leq a \leq 2)$</p> $= 1.0$ where $a > 2$ $= 1$ <p>a = aspect ratio of the panel (longer edge/shorter edge)</p> $= 5$ <p>q = $235/Y$ (24/Y, 34000/Y)</p> $= 1$ <p>y = yield point or yield strength as defined in 3-1-1/35 or 3-1-1/37 or 72% of the specified minimum tensile strength, whichever is less, in N/mm² (kgf/mm², lbf/in²)</p> <p>h = distance from the lower edge of the plate to the freeboard deck at center, in m (ft)</p> $= 6,41 \text{ m}$ <p>c = 254 (460) for collision bulkhead</p> $= 290$ (525) for other watertight bulkheads <p>perhitungan :</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">$t = 7,4806247 \text{ mm}$</td> <td style="width: 30%; text-align: right;">(Collision Bulkhead)</td> <td style="width: 20%; text-align: right;">t = 8 mm</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: right;">Aktual -></td> <td style="text-align: right;">t = 8 mm</td> </tr> <tr> <td>$t = 6,7382023 \text{ mm}$</td> <td style="text-align: right;">(Other Bulkheads)</td> <td style="text-align: right;">t = 7 mm</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: right;">Aktual -></td> <td style="text-align: right;">t = 8 mm</td> </tr> </table>	$t = 7,4806247 \text{ mm}$	(Collision Bulkhead)	t = 8 mm		Aktual ->	t = 8 mm	$t = 6,7382023 \text{ mm}$	(Other Bulkheads)	t = 7 mm		Aktual ->	t = 8 mm	
$t = 7,4806247 \text{ mm}$	(Collision Bulkhead)	t = 8 mm													
	Aktual ->	t = 8 mm													
$t = 6,7382023 \text{ mm}$	(Other Bulkheads)	t = 7 mm													
	Aktual ->	t = 8 mm													

Bagian			HULL					Main Dimension			
			Nama kapal : BG. FINANCIA 56 Type kapal : Self propelled CNG Barge Sistem konstruksi : Memanjang ABS 2019 - RULES FOR BUILDING AND CLASSING - STEEL BARGES					L = 93,91 m B = 27,45 m H = 6,41 m T = 3,38 m			
Part	ch	sec	Perhitungan / Uraian					Hasil			
			KONSTRUKSI ALAS								
5	1	1	Bottom Girder								
		11	Each side transverse and bottom girder, chord and transverse, in association with any plating to which it is attached, is to have a section modulus SM not less than that obtained from the following equation: $SM = 4,74 chst^2 \text{ cm}^3$ where : c = 1,75 for bottom transverse and for side transverse h = vertical distance, in meters (feet), from the midpoint of length ℓ to the deck at side = 7,41 m s = mean breadth of side/bottom area supported, in meters (feet) = 3 m ℓ = unsupported span, in meters = 1,83 m Sehingga modulus dapat dihitung sebagai berikut : $SM = 617,5299599 \text{ cm}^3$					SM = 617,53 cm ³			
			Profil untuk :	Bagian	Ukuran horizontal (cm)	Ukuran vertikal (cm)	Luas (cm ²) (F)	Jarak thd sumbu xx (cm)	Momen Luas (cm ³)	Momen Inertia (cm ⁴)	Momen inertia individu
			Posisi :								
			Ruang Muat (M)	face	10	1	10	51,7	517	26728,9	0,83333333
			$W_{req} =$	web	1	50	50	26,2	1310	34322	10416,6667
			617,53 cm ³	pengikut	60	1,2	72	0,6	43,2	25,92	8,64
						Jumlah :	132		1870,2	61076,82	10426,14
				Z ₁	=	1870,2/132					
			W =		=	14,16818182 cm					
			1183,36773 cm ³	Z ₂	=	52,2-14					
					=	38,03181818 cm					
				I _{xx}	=	61076,82+10426,14					
			dimensi profil :		=	71502,96 cm ⁴					
			500x100x10	I _{na}	=	71502,96-132*14^2					
			Status :		=	45005,62636 cm ⁴					
			Diterima	W ₁	=	45005,6263636364/14					
					=	3176,528008 cm ³					
				W ₂	=	45005,6263636364/38					
					=	1183,36773 cm ³					
			Sehingga Profilnya adalah					W = 1183,36773 cm ³			
			Modulus : 1183,36773 cm ³					500x100x10			
			Profil : 500x100x10					L 500x100x10			
			Aktual ->								
3	2	5	Bottom Longitudinal								
		3,5	Each bottom and side longitudinal, in association with the plating to which it is attached, is to have a section modulus SM not less than that obtained from the following equation : $SM = 7,8 chst^2 \text{ cm}^3$ where : c = 1,34 for bottom longitudinals h = vertical distance, from the middle of ℓ to a point located 1.0 m (3.28 ft), or if greater 0.02L m (ft), above the deck at side amidships. Where the forward rake is a tank, the height above the deck is not to be less than two-thirds the height of the overflow. = 8,29 m s = spacing of longitudinals, in meters (feet) = 0,6 m ℓ = unsupported span, in meters (feet), as shown in 3-2-5/Figure 1. = 1,83 m L = length of barge, as defined in 3-1-1/3. = 93,91 m Sehingga modulus dapat dihitung sebagai berikut : $SM = 174,0656408 \text{ cm}^3$					SM = 174,07 cm ³			

Profil untuk :	Bagian	Ukuran horizontal (cm)	Ukuran vertikal (cm)	Luas (cm ²) (F)	Jarak thd sumbu xx (cm)	Momen Luas (cm ³)	Momen Inertia (cm ⁴)	Momen inertia individu
Bottom Hull								
Posisi :								
Hull	face	12	1,2	14,4	13,8	198,72	2742,336	1,728
W _{req} =	web	1,2	12	14,4	7,2	103,68	746,496	172,8
174,07 cm ³	pengikut	60	1,2	72	0,6	43,2	25,92	8,64
			Jumlah :	100,8		345,6	3514,752	183,168
Z ₁	=			345,6/100,8				
W =	=			3,428571429 cm				
229,05 cm ³	Z ₂	=		14,4 -3				
		=		10,97142857 cm				
	I _{xx}	=		3514,752+183,168				
dimensi profil :		=		3697,92 cm ⁴				
120x120x12	I _{na}	=		3697,92-100,8*3^2				
Status :		=		2513,005714 cm ⁴				
Diterima	W ₁	=		2513,00571428571/3				
		=		732,96 cm ³				
	W ₂	=		2513,00571428571/11				
		=		229,05 cm ³				

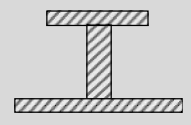
Sehingga Ukuran Profil adalah
 Modulus : 229,1 cm³
 Profil : L120x120x12
 Aktual -> W = 229,05 cm³
 L120x120x12
 L 120x120x12

3 2 5
 3,7

Floors / Bottom Transverse
 Each bottom and side transverse, in association with the plating to which it is attached, is to have a section modulus SM not less than that obtained from the following equation :
 $SM = 4.74chs^2$ cm³
 where :
 c = 1,75 for bottom transverses
 h = head as required by 3-2-5/3.5 for bottom and side longitudinals supported
 = 8,29 m
 s = spacing of the transverses, in meters (feet), see 3-2-5/Figure 1
 = 1,830 m
 ℓ = unsupported horizontal span, as shown in 3-2-5/Figure 1. Where brackets are fitted with a slope of approximately 45 degrees and a thickness given in 5-1-1/Table 1, the length ℓ may be measured to a point on the bracket equal to 25% of the length of the bracket.
 = 3,000 m
 Sehingga modulus dapat dihitung sebagai berikut :
 SM = 1132,322695 cm³

SM = 1132,32 cm³

Profil untuk :	Bagian	Ukuran horizontal (cm)	Ukuran vertikal (cm)	Luas (cm ²) (F)	Jarak thd sumbu xx (cm)	Momen Luas (cm ³)	Momen Inertia (cm ⁴)	Momen inertia individu
Bottom Hull								
Posisi :								
Hull	face	10	1	10	51,7	517	26728,9	0,83333333
W _{req} =	web	1	50	50	26,2	1310	34322	10416,6667
1132,32 cm ³	pengikut	60	1,2	72	0,6	43,2	25,92	8,64
			Jumlah :	132		1870,2	61076,82	10426,14
Z ₁	=			1870,2/132				
W =	=			14,16818182 cm				
1183,36773 cm ³	Z ₂	=		52,2 -14				10 x 1
		=		38,03181818 cm				50 x 1
	I _{xx}	=		61076,82+10426,14				60 x 1,2
dimensi profil :		=		71502,96 cm ⁴				
500x100x10	I _{na}	=		71502,96-132*14^2				
Status :		=		45005,62636 cm ⁴				
Diterima	W ₁	=		45005,6263636364/14				
		=		3176,528008 cm ³				
	W ₂	=		45005,6263636364/38				
		=		1183,36773 cm ³				



Sehingga Ukuran Profil adalah
 Modulus : 1183,4 cm³
 Profil : T500x100x10
 Aktual -> W = 1183,36773 cm³
 T500x100x10
 L 500x100x10

KONSTRUKSI LAMBUNG												
3	2	4	Side Girder / Side Stringer Sama seperti Bottom Girder : Sehingga modulus dapat dihitung sebagai berikut : $SM = 617,5299599 \text{ cm}^3$ Sehingga Profilnya adalah Modulus : $1183,36773 \text{ cm}^3$ Profil : $500 \times 100 \times 10$ Aktual ->					SM = 617,53	cm ³	W = 1183,36773	cm ³	500x100x10 L 500x100x10
3	2	5	Side Longitudinal Sama seperti Bottom Longitudinal : $SM = 174,0656408 \text{ cm}^3$ Pemilihan profil: Modulus : $229,1 \text{ cm}^3$ Profile : $L120 \times 120 \times 12$ Aktual ->					SM = 174,07	cm ³	W = 229,05	cm ³	L120x120x12 L 120x120x12
3	2	4	Side Transverse / Web frame Sama seperti Bottom Transverse , sehingga modulus Side Transverse : $SM = 1132,322695 \text{ cm}^3$ Sehingga Ukuran Profil penegar sekat kedap memanjang adalah Modulus : $1132,3 \text{ cm}^3$ Profil : $T500 \times 100 \times 10$ Aktual ->					SM = 1132,32	cm ³	W = 1132,3	cm ³	T500x100x10 L 500x100x10
KONSTRUKSI GELADAK												
3	2	4	Deck Girder 3,3 Each deck girder, chord and transverse, in association with any plating to which it is attached, is to have a section modulus SM not less than that obtained from the following equation: $SM = 4.74 chst^2 \text{ cm}^3$ where : $c = 1$ $h =$ head as required by 5-1-1/3or 5-1-1/3.3 in meters (feet) $= 11,90 \text{ m}$ $s =$ mean breadth of the area of deck supported, in meters (feet) $= 3 \text{ m}$ $t =$ unsupported span, in meters $= 1,83 \text{ m}$ Sehingga modulus dapat dihitung sebagai berikut : $SM = 566,5392392 \text{ cm}^3$					SM = 566,54	cm ³			
Profil untuk :			Bagian	Ukuran horizontal (cm)	Ukuran vertikal (cm)	Luas (cm ²) (F)	Jarak thd sumbu xx (cm)	Momen Luas (cm ³)	Momen Inertia (cm ⁴)	Momen inertia individu		
Posisi :												
Ruang Muat (M)			face	10	1	10	51,7	517	26728,9	0,83333333		
W _{req} =			web	1	50	50	26,2	1310	34322	10416,6667		
566,54 cm ³			pengikut	60	1,2	72	0,6	43,2	25,92	8,64		
				Jumlah :		132		1870,2	61076,82	10426,14		
W =			Z ₁	=	1870,2/132							
1183,36773 cm ³				=	14,16818182 cm							
			Z ₂	=	52,2 -14							
				=	38,03181818 cm							
			I _{xx}	=	61076,82+10426,14							
dimensi profil :				=	71502,96 cm ⁴							
500x100x10			I _{na}	=	71502,96-132*14^2							
Status :				=	45005,62636 cm ⁴							
Diterima			W ₁	=	45005,6263636364/14							
				=	3176,528008 cm ³							
			W ₂	=	45005,6263636364/38							
				=	1183,36773 cm ³							
Sehingga Profilnya adalah								W = 1183,36773	cm ³			
Modulus : 1183,36773 cm ³								T500x100x10				
Profil : T500x100x10								L 500x100x10				
								Aktual ->				

5	1	1	Deck Longitudinal																																																																																																																																																
		3,1	<p>Where cargo is to be carried on deck, the uniformly distributed deck loading is to be indicated on the drawings and the transverse or longitudinal deck beams, in addition to complying with 5-1-1/3.1, are also to comply with the following:</p> $SM = 7.8 chst^2 \quad \text{cm}^3$ <p>where :</p> $c = 1 \quad \text{for bottom transverses}$ $h = p / 7.07 \text{ m (p / 0.721 m, p / 45 ft)}$ $= 11,90 \text{ m}$ $p = \text{uniformly distributed deck loading in kN/m}^2 \text{ (tf/m}^2, \text{ lbf/ft}^2)$ $= 84,11 \text{ kN/m}^2 \quad \text{(asumsi berat tabung dan gas dalam 1 m}^2)$ $s = \text{spacing of longitudinals, in meters (feet)}$ $= 0,6 \text{ m}$ $\ell = \text{unsupported span, in meters}$ $= 1,83 \text{ m}$ <p>Sehingga modulus frame alas dapat dihitung sebagai berikut :</p> $SM = 186,4559522 \text{ cm}^3$	SM = 186,46 cm ³																																																																																																																																															
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Profil untuk :</th> <th rowspan="2">Bagian</th> <th rowspan="2">Ukuran horizontal (cm)</th> <th rowspan="2">Ukuran vertikal (cm)</th> <th rowspan="2">Luas (cm²) (F)</th> <th rowspan="2">Jarak thd sumbu xx (cm)</th> <th rowspan="2">Momen Luas (cm³)</th> <th rowspan="2">Momen Inertia (cm⁴)</th> <th rowspan="2">Momen inertia individu</th> </tr> <tr> <th>Bottom Hull</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Posisi :</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Hull</td> <td>face</td> <td>12</td> <td>1,2</td> <td>14,4</td> <td>13,8</td> <td>198,72</td> <td>2742,336</td> <td>1,728</td> </tr> <tr> <td>$W_{req} =$</td> <td>web</td> <td>1,2</td> <td>12</td> <td>14,4</td> <td>7,2</td> <td>103,68</td> <td>746,496</td> <td>172,8</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">186,46 cm³</td> <td>pengikut</td> <td>60</td> <td>1,2</td> <td>72</td> <td>0,6</td> <td>43,2</td> <td>25,92</td> <td>8,64</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Jumlah :</td> <td>100,8</td> <td></td> <td>345,6</td> <td>3514,752</td> <td>183,168</td> </tr> <tr> <td>$W =$</td> <td>Z_1</td> <td>=</td> <td colspan="6">345,6/100,8 = 3,428571429 cm</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">229,05 cm³</td> <td>Z_2</td> <td>=</td> <td colspan="6">14,4 -3</td> </tr> <tr> <td>I_{xx}</td> <td>=</td> <td colspan="6">10,97142857 cm</td> </tr> <tr> <td>dimensi profil :</td> <td>I_{yy}</td> <td>=</td> <td colspan="6">3514,752+183,168</td> </tr> <tr> <td>120x120x12</td> <td>I_{na}</td> <td>=</td> <td colspan="6">3697,92 cm⁴</td> </tr> <tr> <td>Status :</td> <td>W_1</td> <td>=</td> <td colspan="6">2513,005714 cm⁴</td> </tr> <tr> <td>Diterima</td> <td>W_2</td> <td>=</td> <td colspan="6">2513,00571428571/3</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>=</td> <td colspan="6">732,96 cm³</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>=</td> <td colspan="6">2513,00571428571/11</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>=</td> <td colspan="6">229,05 cm³</td> </tr> </tbody> </table>	Profil untuk :	Bagian	Ukuran horizontal (cm)	Ukuran vertikal (cm)	Luas (cm ²) (F)	Jarak thd sumbu xx (cm)	Momen Luas (cm ³)	Momen Inertia (cm ⁴)	Momen inertia individu	Bottom Hull	Posisi :									Hull	face	12	1,2	14,4	13,8	198,72	2742,336	1,728	$W_{req} =$	web	1,2	12	14,4	7,2	103,68	746,496	172,8	186,46 cm ³	pengikut	60	1,2	72	0,6	43,2	25,92	8,64			Jumlah :	100,8		345,6	3514,752	183,168	$W =$	Z_1	=	345,6/100,8 = 3,428571429 cm						229,05 cm ³	Z_2	=	14,4 -3						I_{xx}	=	10,97142857 cm						dimensi profil :	I_{yy}	=	3514,752+183,168						120x120x12	I_{na}	=	3697,92 cm ⁴						Status :	W_1	=	2513,005714 cm ⁴						Diterima	W_2	=	2513,00571428571/3								=	732,96 cm ³								=	2513,00571428571/11								=	229,05 cm ³						
Profil untuk :	Bagian	Ukuran horizontal (cm)	Ukuran vertikal (cm)	Luas (cm ²) (F)									Jarak thd sumbu xx (cm)	Momen Luas (cm ³)	Momen Inertia (cm ⁴)	Momen inertia individu																																																																																																																																			
Bottom Hull																																																																																																																																																			
Posisi :																																																																																																																																																			
Hull	face	12	1,2	14,4	13,8	198,72	2742,336	1,728																																																																																																																																											
$W_{req} =$	web	1,2	12	14,4	7,2	103,68	746,496	172,8																																																																																																																																											
186,46 cm ³	pengikut	60	1,2	72	0,6	43,2	25,92	8,64																																																																																																																																											
			Jumlah :	100,8		345,6	3514,752	183,168																																																																																																																																											
$W =$	Z_1	=	345,6/100,8 = 3,428571429 cm																																																																																																																																																
229,05 cm ³	Z_2	=	14,4 -3																																																																																																																																																
	I_{xx}	=	10,97142857 cm																																																																																																																																																
dimensi profil :	I_{yy}	=	3514,752+183,168																																																																																																																																																
120x120x12	I_{na}	=	3697,92 cm ⁴																																																																																																																																																
Status :	W_1	=	2513,005714 cm ⁴																																																																																																																																																
Diterima	W_2	=	2513,00571428571/3																																																																																																																																																
		=	732,96 cm ³																																																																																																																																																
		=	2513,00571428571/11																																																																																																																																																
		=	229,05 cm ³																																																																																																																																																
			<p>Sehingga Ukuran Profil penegar sekat kedap memanjang adalah</p> <p>Modulus : 229,1 cm³</p> <p>Profil : L120x120x12</p> <p style="text-align: right;">Aktual -></p>	<p>$W = 229,05 \text{ cm}^3$</p> <p>L120x120x12</p> <p>L 120x120x12</p>																																																																																																																																															
3	2	5	Deck Transverse / Strong Beam																																																																																																																																																
		3,3	<p>Each deck transverse, in association with the plating to which it is attached, is to have a section modulus SM not less than that obtained from the following equation</p> $SM = 4.74 chst^2 \quad \text{cm}^3$ <p>where :</p> $c = 1$ $h = \text{head as required by deck beams supported, in meters (feet)}$ $= 11,90 \text{ m}$ $s = \text{spacing of the deck transverses, in meters (feet)}$ $= 1,83 \text{ m}$ $\ell = \text{unsupported span, in meters}$ $= 3,00 \text{ m}$ <p>Sehingga modulus dapat dihitung sebagai berikut :</p> $SM = 928,7528512 \text{ cm}^3$	SM = 928,75 cm ³																																																																																																																																															

		Profil untuk :		Bagian	Ukuran horizontal (cm)	Ukuran vertikal (cm)	Luas (cm ²) (F)	Jarak thd sumbu xx (cm)	Momen Luas (cm ³)	Momen Inertia (cm ⁴)	Momen inertia individu	
			Posisi :									
			Ruang Muat (M)	face	10	1	10	51,7	517	26728,9	0,83333333	
			W _{req} =	web	1	50	50	26,2	1310	34322	10416,6667	
		928,75 cm ³		pengikot	60	1,2	72	0,6	43,2	25,92	8,64	
						Jumlah :	132		1870,2	61076,82	10426,14	
			W =	Z ₁	=	1870,2/132						
					=	14,16818182 cm						
		1183,36773 cm ³		Z ₂	=	52,2 -14						
					=	38,03181818 cm						
				I _{xx}	=	61076,82+10426,14						
			dimensi profil :		=	71502,96 cm ⁴						
			500x100x10	I _{na}	=	71502,96-132*14^2						
			Status :		=	45005,62636 cm ⁴						
			Diterima	W ₁	=	45005,6263636364/14						
					=	3176,528008 cm ³						
				W ₂	=	45005,6263636364/38						
					=	1183,36773 cm ³						
		Sehingga Profilnya adalah							W = 1183,36773 cm ³			
		Modulus : 1183,36773 cm ³							T500x100x10			
		Profil : T500x100x10							L 500x100x10			
		Aktual ->										
KONSTRUKSI SEKAT												
3	2	6	Penumpu Sekat Kedap									
		5,5	Each stringer or web which supports watertight bulkhead stiffeners is to have a section modulus SM not less than obtained from the following equation :									
			SM = 4.74 chsf ² cm ³									
			where :									
			c = 1									
			h = vertical distance, in m (ft), to the freeboard deck at center from the middle of s in the case of stringers, and from the middle of ℓ in the case of webs. Where that distance is less than 6.10 m (20 ft), the value of h is to be 0.8 times the distance, in m (ft), plus 1.22 m (4 ft)									
			= 12,00 m (Sekat Memanjang)									
			= 3,78 m (Sekat Melintang)									
			s = sum of half lengths (on each side of stringer or web) of the stiffeners supported, in m (ft)									
			= 3,6 m (Sekat Memanjang)									
			= 3 m (Sekat Melintang)									
			ℓ = unsupported span, in meters									
			= 1,83 m (Sekat Memanjang)									
			= 3,60 m (Sekat Melintang)									
			Sehingga modulus frame alas dapat dihitung sebagai berikut :									
			SM = 1128,445344 cm ³						(Sekat Memanjang)		SM = 1128,45 cm ³	
			SM = 1147,550976 cm ³						(Sekat Melintang)		SM = 1147,55 cm ³	
			Profil untuk :		Bagian	Ukuran horizontal (cm)	Ukuran vertikal (cm)	Luas (cm ²) (F)	Jarak thd sumbu xx (cm)	Momen Luas (cm ³)	Momen Inertia (cm ⁴)	Momen inertia individu
			Long. BHD									
			Posisi :									
			BHD		face	10	1	10	51,7	517	26728,9	0,83333333
			W _{req} =		web	1	50	50	26,2	1310	34322	10416,6667
		1147,55 cm ³			pengikot	60	1,2	72	0,6	43,2	25,92	8,64
							Jumlah :	132		1870,2	61076,82	10426,14
			W =		Z ₁	=	1870,2/132					
						=	14,16818182 cm					
		1183,36773 cm ³			Z ₂	=	52,2 -14					
						=	38,03181818 cm					
					I _{xx}	=	61076,82+10426,14					
			dimensi profil :			=	71502,96 cm ⁴					
			500x100x10		I _{na}	=	71502,96-132*14^2					
			Status :			=	45005,62636 cm ⁴					
			Diterima		W ₁	=	45005,6263636364/14					
						=	3176,528008 cm ³					
					W ₂	=	45005,6263636364/38					
						=	1183,36773 cm ³					
		Sehingga Ukuran Profil penegang sekat kedap memanjang adalah							W = 1183,36773 cm ³			
		Modulus : 1183,4 cm ³							L500x100x10			
		Profil : L500x100x10							L 500x100x10			
		Aktual ->										

3	2	6	Penegar Sekat Kedap 5,5 Each stiffener, in association with the watertight bulkhead plating to which it is attached, is to have a section modulus SM not less than obtained from the following equations : $SM = 7.8 chst^2 \quad \text{cm}^3$ where : $c = 0,7$ spacing of the stiffeners, in m (ft) $h =$ distance, in m (ft), from the middle of t to the freeboard deck at center. Where that distance is less than 6.10 m (20 ft), h is to be taken as 0.8 times the distance plus 1.22 m (4 ft) $t =$ unsupported span, in meters $s =$ spacing of the stiffeners, in m (ft)								
			$= 5,87$ m (Sekat Memanjang) (penegar terbawah) $= 3,78$ m (Sekat Melintang) $s =$ spacing of the stiffeners, in m (ft) $= 0,6$ m (Sekat Memanjang) $= 0,6$ m (Sekat Melintang) $t =$ unsupported span, in meters $= 1,83$ m (Sekat Memanjang) $= 3,60$ m (Sekat Melintang)								
			Sehingga modulus frame alas dapat dihitung sebagai berikut : $SM = 64,37780688 \text{ cm}^3$ (Sekat Memanjang) $SM = 160,6571366 \text{ cm}^3$ (Sekat Melintang)								
						SM = 64,38 cm ³					
						SM = 160,66 cm ³					
			Profil untuk :								
			Long. BHD	Bagian	Ukuran horizontal (cm)	Ukuran vertikal (cm)	Luas (cm ²) (F)	Jarak thd sumbu xx (cm)	Momen Luas (cm ³)	Momen Inertia (cm ⁴)	Momen inertia individu
			BHD	face	12	1,2	14,4	13,8	198,72	2742,336	1,728
			W _{req} =	web	1,2	12	14,4	7,2	103,68	746,496	172,8
			160,66 cm ³	pengikut	60	1,2	72	0,6	43,2	25,92	8,64
					Jumlah :		100,8		345,6	3514,752	183,168
			W =	Z ₁	=	345.6/100.8					
					=	3,428571429 cm					
			229,05 cm ³	Z ₂	=	14,4-3					
					=	10,97142857 cm					
				I _{xx}	=	3514.752+183.168					
			dimensi profil :		=	3697,92 cm ⁴					
			120x120x12	I _{na}	=	3697.92-100.8*3^2					
			Status :		=	2513.005714 cm ⁴					
			Diterima	W ₁	=	2513.00571428571/3					
					=	732,96 cm ³					
				W ₂	=	2513.00571428571/11					
					=	229,05 cm ³					
			Sehingga Ukuran Profil penegar sekat kedap memanjang adalah						W = 229,05 cm ³		
			Modulus : 229,1 cm ³						L120x120x12		
			Profil : L120x120x12						L 120x120x12		
			Aktual ->								

Perhitungan Block Hull

Level1	Block	Level3										Level4										Berat					
		Piece Part					Raw Material					Ukuran Pelet		Ukuran Profil		Ukuran AP		Momen LCG		Momen KG							
Item	Jumlah	Ukuran	Satuan (m ² /m)	Ukuran profil(mm)/tebal pelet(m)	Item	Panjang (m)	Lebar (m)	Tebal (m)	Face (m)	Web (m)	Tebal (m)	Panjang (m)	Jumlah	Satuan	Volume (m ³)	Beat (ton)	LCG dari AP (m)	Momen LCG	KG dari Baseline (m)	Momen KG							
Grand block	Pelat Sekat RM 135	1	175,315 m ²	L 120 x 120 x 10	Pelet	6	1,8	0,008	0,12	0,12	0,012	5,910	2,0	Lembar	1,403	11,010	82,033	903,165	3,205	35,286							
	Penang Sekat 2 RM 135	2	5,910 m	L 120 x 120 x 12	Profil				0,12	0,12	0,012	5,910	2,0	Lembar	0,034	0,267	82,033	21,921	3,205	0,856							
	Penang Sekat RM 135	36	6,410 m	L 120 x 120 x 12	Profil				0,12	0,12	0,012	6,410	38,5	Lembar	0,665	5,217	82,033	433,185	3,205	16,721							
	Penang Sekat RM 135	5	6,410 m	T 500 x 100 x 10	Profil				0,1	0,5	0,01	6,410	5,3	Lembar	0,192	1,510	82,033	123,833	3,205	4,838							
	Senna Sekat RM 135	1	27,450 m	T 500 x 100 x 10	Profil				0,1	0,5	0,01	27,450	4,6	Lembar	0,165	1,293	82,033	106,060	3,421	4,423							
	Pelat Sisi	2	67,08 m ²	0,012					0,1	0,5	0,01	67,08	12,4	Lembar	1,610	12,637	89,733	1133,988	4,265	53,903							
	Pelat Bilga	2	12,19 m ²	0,012					0,1	0,25	0,01	12,19	2,3	Lembar	0,293	2,297	89,284	205,049	1,634	3,752							
	Frame 136	2	6,410 m	L 250 x 100 x 10	Profil				0,1	0,25	0,01	6,410	2,1	Lembar	0,045	0,352	82,643	29,109	3,205	1,129							
	Frame 137	2	6,410 m	L 250 x 100 x 10	Profil				0,1	0,25	0,01	6,410	2,1	Lembar	0,045	0,352	82,643	29,324	3,205	1,129							
	Pelat Sekat RM 138	1	175,315 m ²	0,008					0,12	0,12	0,012	5,910	2,0	Lembar	1,403	11,010	83,863	923,313	3,205	35,286							
	Penang Sekat 2 RM 138	36	6,410 m	L 120 x 120 x 11	Profil				0,12	0,12	0,012	6,410	38,5	Lembar	0,665	5,217	83,863	437,515	3,205	16,721							
	Penang Sekat RM 138	5	6,410 m	T 500 x 100 x 10	Profil				0,1	0,5	0,01	6,410	5,3	Lembar	0,192	1,510	83,863	126,506	3,205	4,838							
	Senna Sekat RM 138	1	27,450 m	T 500 x 100 x 10	Profil				0,1	0,5	0,01	27,450	4,6	Lembar	0,165	1,293	83,863	108,426	3,421	4,423							
	Frame 139	2	6,362 m	L 250 x 100 x 9	Profil				0,1	0,25	0,01	6,362	2,1	Lembar	0,045	0,350	84,473	29,531	3,212	1,123							
	Frame 140	2	6,362 m	L 250 x 100 x 10	Profil				0,1	0,25	0,01	6,362	2,1	Lembar	0,045	0,350	84,473	29,531	3,212	1,123							
	W Frame 141	2	6,298 m	T 450 x 100 x 10	Profil				0,1	0,45	0,01	6,298	2,1	Lembar	0,069	0,544	85,083	29,744	3,230	1,129							
	Frame 142	2	6,214 m	L 250 x 100 x 10	Profil				0,1	0,45	0,01	6,214	2,1	Lembar	0,043	0,341	86,303	29,469	3,303	1,128							
	Frame 143	2	6,102 m	L 250 x 100 x 10	Profil				0,1	0,25	0,01	6,102	2,0	Lembar	0,043	0,335	86,913	29,142	3,359	1,126							
W Frame 144	2	5,967 m	T 450 x 100 x 10	Profil				0,1	0,45	0,01	5,967	2,0	Lembar	0,066	0,515	87,523	45,096	3,426	1,165								
Frame 145	2	5,800 m	L 250 x 100 x 10	Profil				0,1	0,25	0,01	5,800	1,9	Lembar	0,041	0,313	88,133	28,089	3,510	1,119								
Frame 146	2	5,614 m	L 250 x 100 x 10	Profil				0,1	0,25	0,01	5,614	1,9	Lembar	0,039	0,308	88,743	27,376	3,603	1,111								
W Frame 147	2	5,403 m	T 450 x 100 x 10	Profil				0,1	0,45	0,01	5,403	1,8	Lembar	0,059	0,467	89,353	41,688	3,709	1,130								
Frame 148	2	5,166 m	L 250 x 100 x 10	Profil				0,1	0,25	0,01	5,166	1,7	Lembar	0,036	0,284	89,963	25,538	3,827	1,086								
Frame 149	2	4,904 m	L 250 x 100 x 10	Profil				0,1	0,25	0,01	4,904	1,6	Lembar	0,034	0,269	90,573	24,407	3,958	1,067								
W Frame 150	2	4,617 m	T 450 x 100 x 10	Profil				0,1	0,45	0,01	4,617	1,5	Lembar	0,051	0,399	91,183	36,353	4,101	1,635								
Frame 151	2	4,295 m	L 250 x 100 x 10	Profil				0,1	0,25	0,01	4,295	1,4	Lembar	0,030	0,236	91,793	21,664	4,263	1,006								
Frame 152	2	3,955 m	L 250 x 100 x 10	Profil				0,1	0,25	0,01	3,955	1,3	Lembar	0,028	0,217	92,403	20,082	4,423	0,961								
W Frame 153	2	3,592 m	T 450 x 100 x 10	Profil				0,1	0,45	0,01	3,592	1,2	Lembar	0,040	0,310	93,013	28,850	4,614	1,431								
Frame 154	2	3,201 m	L 250 x 100 x 10	Profil				0,1	0,25	0,01	3,201	1,1	Lembar	0,022	0,176	93,623	16,468	4,809	0,846								
Frame 155	2	2,787 m	L 250 x 100 x 10	Profil				0,1	0,25	0,01	2,787	0,9	Lembar	0,020	0,153	94,233	14,431	5,017	0,768								
W Frame 156	2	2,344 m	T 450 x 100 x 10	Profil				0,1	0,45	0,01	2,344	0,8	Lembar	0,026	0,202	94,843	19,197	5,238	1,060								
Frame 157	2	1,862 m	L 250 x 100 x 10	Profil				0,1	0,25	0,01	1,862	0,6	Lembar	0,013	0,102	95,453	9,766	5,479	0,561								
Frame 158	2	1,376 m	L 250 x 100 x 10	Profil				0,1	0,25	0,01	1,376	0,5	Lembar	0,010	0,076	96,063	7,263	5,727	0,433								
Pelat Haluan	1	3,87 m ²	0,012					0,1	0,175	0,01	3,87	0,4	Lembar	0,046	0,365	96,673	35,243	5,960	2,173								
Senna	2	18,040 m	T 450 x 100 x 10	Profil				0,1	0,45	0,01	18,040	6,0	Lembar	0,198	1,558	89,353	139,190	3,426	5,537								
Deck	Pelat Deck	1	253,334 m ²	0,012				0,12	0,12	0,012	23,5	23,5	Lembar	3,040	23,864	89,018	2124,336	6,410	152,969								
	Deck Beam 136	2	13,725 m	L 175 x 100 x 10	Profil				0,1	0,175	0,01	13,725	4,6	Lembar	0,075	0,593	82,643	48,972	6,323	3,747							
	Deck Beam 137	2	13,725 m	L 175 x 100 x 11	Profil				0,1	0,175	0,01	13,725	4,6	Lembar	0,075	0,593	83,253	49,334	6,323	3,747							
	Deck Beam 139	2	13,697 m	L 175 x 100 x 13	Profil				0,1	0,175	0,01	13,697	4,6	Lembar	0,075	0,591	84,473	49,955	6,323	3,759							
	Deck Beam 140	2	13,622 m	L 175 x 100 x 14	Profil				0,1	0,175	0,01	13,622	4,5	Lembar	0,075	0,588	85,083	50,040	6,323	3,718							
	S Beam 141	2	13,490 m	T 450 x 100 x 10	Profil				0,1	0,45	0,01	13,490	4,5	Lembar	0,148	1,165	85,693	99,820	6,185	7,205							
	Deck Beam 142	2	13,312 m	L 175 x 100 x 16	Profil				0,1	0,175	0,01	13,312	4,4	Lembar	0,073	0,575	86,303	49,602	6,323	3,634							
	Deck Beam 143	2	13,077 m	L 175 x 100 x 17	Profil				0,1	0,175	0,01	13,077	4,3	Lembar	0,072	0,565	86,913	49,071	6,323	3,570							
	S Beam 144	2	12,795 m	T 450 x 100 x 10	Profil				0,1	0,45	0,01	12,795	4,3	Lembar	0,141	1,105	87,523	96,700	6,185	6,833							
	Deck Beam 145	2	12,455 m	L 175 x 100 x 19	Profil				0,1	0,175	0,01	12,455	4,2	Lembar	0,069	0,538	88,133	47,393	6,323	3,400							
	Deck Beam 146	2	12,068 m	L 175 x 100 x 20	Profil				0,1	0,175	0,01	12,068	4,0	Lembar	0,066	0,521	88,743	46,238	6,323	3,294							
	S Beam 147	2	11,624 m	T 450 x 100 x 10	Profil				0,1	0,45	0,01	11,624	3,9	Lembar	0,128	1,004	89,353	89,687	6,185	6,208							
	Deck Beam 148	2	11,130 m	L 175 x 100 x 22	Profil				0,1	0,175	0,01	11,130	3,7	Lembar	0,061	0,481	89,963	43,231	6,323	3,058							
	Deck Beam 149	2	10,581 m	L 175 x 100 x 23	Profil				0,1	0,175	0,01	10,581	3,5	Lembar	0,058	0,457	90,573	41,377	6,323	2,888							
	S Beam 150	2	9,980 m	T 450 x 100 x 10	Profil				0,1	0,45	0,01	9,980	3,3	Lembar	0,110	0,862	91,183	78,579	6,185	5,330							
	Deck Beam 151	2	9,325 m	L 175 x 100 x 25	Profil				0,1	0,175	0,01	9,325	3,1	Lembar	0,051	0,403	91,793	36,956	6,323	2,545							
	Deck Beam 152	2	8,617 m	L 175 x 100 x 26	Profil				0,1	0,175	0,01	8,617	2,9	Lembar	0,047	0,378	92,403	34,378	6,323	2,352							
	S Beam 153	2	7,856 m	T 450 x 100 x 10	Profil				0,1	0,45	0,01	7,856	2,6	Lembar	0,086	0,672	93,013	63,097	6,185	4,196							
Deck Beam 154	2	7,040 m	L 175 x 100 x 28	Profil				0,1	0,175	0,01	7,040	2,3	Lembar	0,039	0,304	93,623	28,457	6,323	1,923								
Deck Beam 155	2	6,171 m	L 175 x 100 x 29	Profil				0,1	0,175	0,01	6,171	2,1	Lembar	0,034	0,266	94,233	25,107	6,323	1,685								

Level1	Grand block	Level2	Level3										Level4					Berat						
			Piece Part					Raw Material					Ukuran Peleat					Ukuran Profile					Sutuan	
Item	Jumlah	Ukuran	Satuan (m ² /m)	Ukuran profile(mm)/tebal peleat(m)	Item	Panjang (m)	Lebar(m)	Tebal(m)	Face (m)	Web (m)	Tebal (m)	Panjang (m)	Jumlah	Satuan	Volume (m ³)	Beant (ton)	L.CC-dari AP	Momen LCG	KC dari Baseline (m)	Momen KG				
Pelat Sisi	2	431,187	m ²	0,012	Pelat	6	1,8	0,012					79,8	Lembar	10,348	81,236	45,430	3690,536	3,605	292,855				
Pelat Bilga	2	89,958	m ²	0,012	Pelat	6	1,8	0,012					16,7	Lembar	2,159	16,948	45,430	769,949	0,400	6,779				
Slide Long 1	2	75,030	m	L 120 x 120 x 12	Profile				0,12	0,12	0,012	75,030	25,0	Lompur	0,432	3,393	45,430	154,124	5,821	19,748				
Slide Long 2	2	75,030	m	L 120 x 120 x 12	Profile				0,12	0,12	0,012	75,030	25,0	Lompur	0,432	3,393	45,430	154,124	5,221	17,713				
Slide Long 3	2	75,030	m	L 120 x 120 x 12	Profile				0,12	0,12	0,012	75,030	25,0	Lompur	0,432	3,393	45,430	154,124	4,621	15,677				
Slide Long 4	2	75,030	m	L 120 x 120 x 12	Profile				0,12	0,12	0,012	75,030	25,0	Lompur	0,432	3,393	45,430	154,124	4,021	13,641				
Santa Sisi	2	75,030	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	75,030	25,0	Lompur	0,900	7,068	45,430	321,091	3,421	24,179				
Slide Long 5	2	75,030	m	L 120 x 120 x 12	Profile				0,12	0,12	0,012	75,030	25,0	Lompur	0,432	3,393	45,430	154,124	2,821	9,570				
Slide Long 6	2	75,030	m	L 120 x 120 x 12	Profile				0,12	0,12	0,012	75,030	25,0	Lompur	0,432	3,393	45,430	154,124	2,221	7,595				
Slide Long 7	2	75,030	m	L 120 x 120 x 12	Profile				0,12	0,12	0,012	75,030	25,0	Lompur	0,432	3,393	45,430	154,124	1,621	5,499				
Slide Long 8	2	75,030	m	L 120 x 120 x 12	Profile				0,12	0,12	0,012	75,030	25,0	Lompur	0,432	3,393	45,430	154,124	1,021	3,464				
Slide Long 9	2	75,030	m	L 120 x 120 x 12	Profile				0,12	0,12	0,012	75,030	25,0	Lompur	0,432	3,393	45,430	154,124	0,400	1,357				
W frame 18	2	6,410	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	6,410	2,1	Lompur	0,077	0,604	10,663	6,439	3,205	1,935				
W frame 21	2	6,410	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	6,410	2,1	Lompur	0,077	0,604	12,493	7,544	3,205	1,935				
W frame 24	2	6,410	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	6,410	2,1	Lompur	0,077	0,604	14,323	8,649	3,205	1,935				
W frame 27	2	6,410	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	6,410	2,1	Lompur	0,077	0,604	16,153	9,754	3,205	1,935				
W frame 30	2	6,410	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	6,410	2,1	Lompur	0,077	0,604	17,983	10,859	3,205	1,935				
W frame 33	2	6,410	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	6,410	2,1	Lompur	0,077	0,604	19,813	11,964	3,205	1,935				
W frame 36	2	6,410	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	6,410	2,1	Lompur	0,077	0,604	21,643	13,069	3,205	1,935				
W frame 39	2	6,410	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	6,410	2,1	Lompur	0,077	0,604	23,473	14,174	3,205	1,935				
W frame 42	2	6,410	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	6,410	2,1	Lompur	0,077	0,604	25,303	15,279	3,205	1,935				
W frame 48	2	6,410	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	6,410	2,1	Lompur	0,077	0,604	28,963	17,488	3,205	1,935				
W frame 51	2	6,410	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	6,410	2,1	Lompur	0,077	0,604	30,793	18,593	3,205	1,935				
W frame 54	2	6,410	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	6,410	2,1	Lompur	0,077	0,604	32,623	19,698	3,205	1,935				
W frame 57	2	6,410	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	6,410	2,1	Lompur	0,077	0,604	34,453	20,803	3,205	1,935				
W frame 60	2	6,410	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	6,410	2,1	Lompur	0,077	0,604	36,283	21,908	3,205	1,935				
W frame 63	2	6,410	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	6,410	2,1	Lompur	0,077	0,604	38,113	23,013	3,205	1,935				
W frame 66	2	6,410	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	6,410	2,1	Lompur	0,077	0,604	39,943	24,118	3,205	1,935				
W frame 69	2	6,410	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	6,410	2,1	Lompur	0,077	0,604	41,773	25,223	3,205	1,935				
W frame 72	2	6,410	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	6,410	2,1	Lompur	0,077	0,604	43,603	26,328	3,205	1,935				
W frame 78	2	6,410	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	6,410	2,1	Lompur	0,077	0,604	47,263	28,538	3,205	1,935				
W frame 81	2	6,410	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	6,410	2,1	Lompur	0,077	0,604	49,093	29,643	3,205	1,935				
W frame 84	2	6,410	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	6,410	2,1	Lompur	0,077	0,604	50,923	30,748	3,205	1,935				
W frame 87	2	6,410	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	6,410	2,1	Lompur	0,077	0,604	52,753	31,853	3,205	1,935				
W frame 90	2	6,410	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	6,410	2,1	Lompur	0,077	0,604	54,583	32,958	3,205	1,935				
W frame 93	2	6,410	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	6,410	2,1	Lompur	0,077	0,604	56,413	34,063	3,205	1,935				
W frame 96	2	6,410	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	6,410	2,1	Lompur	0,077	0,604	58,243	35,168	3,205	1,935				
W frame 99	2	6,410	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	6,410	2,1	Lompur	0,077	0,604	60,073	36,273	3,205	1,935				
W frame 102	2	6,410	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	6,410	2,1	Lompur	0,077	0,604	61,903	37,378	3,205	1,935				
W frame 108	2	6,410	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	6,410	2,1	Lompur	0,077	0,604	65,563	39,588	3,205	1,935				
W frame 111	2	6,410	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	6,410	2,1	Lompur	0,077	0,604	67,393	40,693	3,205	1,935				
W frame 114	2	6,410	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	6,410	2,1	Lompur	0,077	0,604	69,223	41,798	3,205	1,935				
W frame 117	2	6,410	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	6,410	2,1	Lompur	0,077	0,604	71,053	42,903	3,205	1,935				
W frame 120	2	6,410	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	6,410	2,1	Lompur	0,077	0,604	72,883	44,008	3,205	1,935				
W frame 123	2	6,410	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	6,410	2,1	Lompur	0,077	0,604	74,713	45,113	3,205	1,935				
W frame 126	2	6,410	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	6,410	2,1	Lompur	0,077	0,604	76,543	46,218	3,205	1,935				
W frame 129	2	6,410	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	6,410	2,1	Lompur	0,077	0,604	78,373	47,323	3,205	1,935				
W frame 132	2	6,410	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	6,410	2,1	Lompur	0,077	0,604	80,203	48,428	3,205	1,935				

Tengah Sampang

Tengah

	2	105,04	m ²	0,012	Pelat	6,00	1,80	0,012	0,12	0,12	0,012	75,030	19,45	Lembar	2,52	19,79	45,43	899,06	6,41	126,85
Pelat Deck																				
Deck Long	4	75,030	m	L 120 x 120 x 12	Profile								50,0	Lompor	0,864	6,785	45,430	308,248	6,590	43,085
S Beam 18	2	1,400	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	1,400	0,5	Lompor	0,017	0,132	10,663	1,406	6,160	0,812
S Beam 21	2	1,400	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	1,400	0,5	Lompor	0,017	0,132	12,493	1,648	6,160	0,812
S Beam 24	2	1,400	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	1,400	0,5	Lompor	0,017	0,132	14,323	1,889	6,160	0,812
S Beam 27	2	1,400	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	1,400	0,5	Lompor	0,017	0,132	16,153	2,130	6,160	0,812
S Beam 30	2	1,400	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	1,400	0,5	Lompor	0,017	0,132	17,983	2,372	6,160	0,812
S Beam 33	2	1,400	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	1,400	0,5	Lompor	0,017	0,132	19,813	2,613	6,160	0,812
S Beam 36	2	1,400	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	1,400	0,5	Lompor	0,017	0,132	21,643	2,854	6,160	0,812
S Beam 39	2	1,400	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	1,400	0,5	Lompor	0,017	0,132	23,473	3,096	6,160	0,812
S Beam 42	2	1,400	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	1,400	0,5	Lompor	0,017	0,132	25,303	3,337	6,160	0,812
S Beam 48	2	1,400	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	1,400	0,5	Lompor	0,017	0,132	28,963	3,820	6,160	0,812
S Beam 51	2	1,400	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	1,400	0,5	Lompor	0,017	0,132	30,793	4,061	6,160	0,812
S Beam 54	2	1,400	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	1,400	0,5	Lompor	0,017	0,132	32,623	4,302	6,160	0,812
S Beam 57	2	1,400	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	1,400	0,5	Lompor	0,017	0,132	34,453	4,544	6,160	0,812
S Beam 60	2	1,400	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	1,400	0,5	Lompor	0,017	0,132	36,283	4,785	6,160	0,812
S Beam 63	2	1,400	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	1,400	0,5	Lompor	0,017	0,132	38,113	5,026	6,160	0,812
S Beam 66	2	1,400	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	1,400	0,5	Lompor	0,017	0,132	39,943	5,268	6,160	0,812
S Beam 69	2	1,400	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	1,400	0,5	Lompor	0,017	0,132	41,773	5,509	6,160	0,812
S Beam 72	2	1,400	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	1,400	0,5	Lompor	0,017	0,132	43,603	5,750	6,160	0,812
S Beam 78	2	1,400	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	1,400	0,5	Lompor	0,017	0,132	47,263	6,233	6,160	0,812
S Beam 81	2	1,400	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	1,400	0,5	Lompor	0,017	0,132	49,093	6,474	6,160	0,812
S Beam 84	2	1,400	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	1,400	0,5	Lompor	0,017	0,132	50,923	6,716	6,160	0,812
S Beam 87	2	1,400	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	1,400	0,5	Lompor	0,017	0,132	52,753	6,957	6,160	0,812
S Beam 90	2	1,400	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	1,400	0,5	Lompor	0,017	0,132	54,583	7,198	6,160	0,812
S Beam 93	2	1,400	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	1,400	0,5	Lompor	0,017	0,132	56,413	7,440	6,160	0,812
S Beam 96	2	1,400	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	1,400	0,5	Lompor	0,017	0,132	58,243	7,681	6,160	0,812
S Beam 99	2	1,400	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	1,400	0,5	Lompor	0,017	0,132	60,073	7,922	6,160	0,812
S Beam 102	2	1,400	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	1,400	0,5	Lompor	0,017	0,132	61,903	8,164	6,160	0,812
S Beam 108	2	1,400	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	1,400	0,5	Lompor	0,017	0,132	65,563	8,646	6,160	0,812
S Beam 111	2	1,400	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	1,400	0,5	Lompor	0,017	0,132	67,393	8,888	6,160	0,812
S Beam 114	2	1,400	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	1,400	0,5	Lompor	0,017	0,132	69,223	9,129	6,160	0,812
S Beam 117	2	1,400	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	1,400	0,5	Lompor	0,017	0,132	71,053	9,370	6,160	0,812
S Beam 120	2	1,400	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	1,400	0,5	Lompor	0,017	0,132	72,883	9,612	6,160	0,812
S Beam 123	2	1,400	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	1,400	0,5	Lompor	0,017	0,132	74,713	9,853	6,160	0,812
S Beam 126	2	1,400	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	1,400	0,5	Lompor	0,017	0,132	76,543	10,094	6,160	0,812
S Beam 129	2	1,400	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	1,400	0,5	Lompor	0,017	0,132	78,373	10,336	6,160	0,812
S Beam 132	2	1,400	m	T 500 x 100 x 10	Profile				0,1	0,5	0,01	1,400	0,5	Lompor	0,017	0,132	80,203	10,577	6,160	0,812
Pelat inner bottom	1	2059,574	m ²	0,012	Pelat	6	1,8	0,012				190,7		Lembar	24,715	194,012	44,518	8637,018	1,850	358,922
Inner bottom Long	38	75,030	m ²	L 120 x 120 x 12	Profile	6			0,12	0,12	0,012	75,030	475,2	Lompor	8,211	64,459	45,433	2928,546	1,790	115,381
Girder	7	101,291	m ²	0,011	Pelat	6	1,8	0,011				65,7		Lembar	7,799	61,225	45,433	2781,637	1,175	71,929
Solid Floor 15	2	17,535	m ²	0,011	Pelat	6	1,8	0,011				3,2		Lembar	0,386	3,028	8,833	26,749	1,175	3,558
Solid Floor 18	2	17,535	m ²	0,011	Pelat	6	1,8	0,011				3,2		Lembar	0,386	3,028	10,663	32,291	1,175	3,558
Solid Floor 21	2	17,535	m ²	0,011	Pelat	6	1,8	0,011				3,2		Lembar	0,386	3,028	12,493	37,832	1,175	3,558
Solid Floor 24	2	17,535	m ²	0,011	Pelat	6	1,8	0,011				3,2		Lembar	0,386	3,028	14,323	43,374	1,175	3,558
Solid Floor 27	2	17,535	m ²	0,011	Pelat	6	1,8	0,011				3,2		Lembar	0,386	3,028	16,153	48,916	1,175	3,558
Solid Floor 30	2	17,535	m ²	0,011	Pelat	6	1,8	0,011				3,2		Lembar	0,386	3,028	17,983	54,458	1,175	3,558
Solid Floor 33	2	17,535	m ²	0,011	Pelat	6	1,8	0,011				3,2		Lembar	0,386	3,028	19,813	60,000	1,175	3,558
Solid Floor 36	2	17,535	m ²	0,011	Pelat	6	1,8	0,011				3,2		Lembar	0,386	3,028	21,643	65,541	1,175	3,558
Solid Floor 39	2	17,535	m ²	0,011	Pelat	6	1,8	0,011				3,2		Lembar	0,386	3,028	23,473	71,083	1,175	3,558
Solid Floor 42	2	17,535	m ²	0,011	Pelat	6	1,8	0,011				3,2		Lembar	0,386	3,028	25,303	76,625	1,175	3,558
Solid Floor 45	2	17,535	m ²	0,011	Pelat	6	1,8	0,011				3,2		Lembar	0,386	3,028	27,133	82,167	1,175	3,558
Solid Floor 48	2	17,535	m ²	0,011	Pelat	6	1,8	0,011				3,2		Lembar	0,386	3,028	28,963	87,708	1,175	3,558
Solid Floor 51	2	17,535	m ²	0,011	Pelat	6	1,8	0,011				3,2		Lembar	0,386	3,028	30,793	93,250	1,175	3,558
Solid Floor 54	2	17,535	m ²	0,011	Pelat	6	1,8	0,011				3,2		Lembar	0,386	3,028	32,623	98,792	1,175	3,558
Solid Floor 57	2	17,535	m ²	0,011	Pelat	6	1,8	0,011				3,2		Lembar	0,386	3,028	34,453	104,334	1,175	3,558
Solid Floor 60	2	17,535	m ²	0,011	Pelat	6	1,8	0,011				3,2		Lembar	0,386	3,028	36,283	109,876	1,175	3,558
Solid Floor 63	2	17,535	m ²	0,011	Pelat	6	1,8	0,011				3,2		Lembar	0,386	3,028	38,113	115,417	1,175	3,558
Solid Floor 66	2	17,535	m ²	0,011	Pelat	6	1,8	0,011				3,2		Lembar	0,386	3,028	39,943	120,959	1,175	3,558
Solid Floor 69	2	17,535	m ²	0,011	Pelat	6	1,8	0,011				3,2		Lembar	0,386	3,028	41,773			

Grand block	Block	Level3 Piece Part					Level4 Raw Material					Berat													
		Item	Jumlah	Ukuran	Satuan (m2)/(m)	Ukuran profil(mm)/tebal pebat(m)	Item	Panjang (m)	Lebar(m)	Tebal(m)	Ukuran Profile	Face (m)	Web (m)	Tebal(m)	Panjang (m)	Jumlah	Satuan	Volume (m ³)	Beant (ton)	LCG-dari AP (m)	Momen LCG	KG dari Baseline (m)	Momen KG		
Buritan	Samping	Pelat Transom	1	35.69	m ²	0.012	0.012	6	1.8	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	6	3.3	Lembar	0.428	3.362	3.980	13.379	5.760	19.362	35.855	
		Pelat Sisi	2	44.41	m ²	0.012	0.012	6	1.8	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	6	8.2	Lembar	1.066	8.367	2.170	18.157	4.285	14.136	30.683	
		Pelat Bilga	2	3.19	m ²	0.012	0.012	6	1.8	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	6	0.6	Lembar	0.077	0.601	3.106	3.106	-1.186	5.533	3.885	
		Frame-6	2	6.410	m	L 250 x 100 x 10	Profile	0.1	0.25	0.01	6.410	0.1	0.25	0.01	6.410	2.1	Loppor	0.045	0.352	-3.367	-3.367	-1.186	5.533	3.885	
		Frame-5	2	6.410	m	L 250 x 100 x 10	Profile	0.1	0.25	0.01	6.410	0.1	0.25	0.01	6.410	2.1	Loppor	0.045	0.352	-2.757	-2.757	-0.971	4.936	1.739	
		W Frame-4	2	6.298	m	T 450 x 100 x 10	Profile	0.1	0.45	0.01	6.298	0.1	0.45	0.01	6.298	2.1	Loppor	0.069	0.544	-2.147	-2.147	-1.168	4.520	2.458	
		Frame-3	2	6.410	m	L 250 x 100 x 10	Profile	0.1	0.25	0.01	6.410	0.1	0.25	0.01	6.410	2.1	Loppor	0.045	0.352	-1.537	-1.537	-0.541	4.520	1.592	
		Frame-2	2	6.410	m	L 250 x 100 x 10	Profile	0.1	0.25	0.01	6.410	0.1	0.25	0.01	6.410	2.1	Loppor	0.045	0.352	-0.927	-0.927	-0.327	4.520	1.592	
		W Frame-1	2	6.298	m	T 450 x 100 x 10	Profile	0.1	0.45	0.01	6.298	0.1	0.45	0.01	6.298	2.1	Loppor	0.069	0.544	-0.317	-0.317	-0.172	4.520	2.458	
		Frame 2	2	6.410	m	L 250 x 100 x 10	Profile	0.1	0.25	0.01	6.410	0.1	0.25	0.01	6.410	2.1	Loppor	0.045	0.352	0.299	0.299	0.103	4.520	1.592	
		Frame 2	2	6.298	m	T 450 x 100 x 10	Profile	0.1	0.45	0.01	6.298	0.1	0.45	0.01	6.298	2.1	Loppor	0.069	0.544	0.153	0.153	0.823	4.520	2.458	
		Frame 4	2	6.410	m	L 250 x 100 x 10	Profile	0.1	0.25	0.01	6.410	0.1	0.25	0.01	6.410	2.1	Loppor	0.045	0.352	2.123	2.123	0.748	4.375	1.541	
		Frame 5	2	6.410	m	L 250 x 100 x 10	Profile	0.1	0.25	0.01	6.410	0.1	0.25	0.01	6.410	2.1	Loppor	0.045	0.352	2.733	2.733	0.963	4.230	1.490	
		Frame 6	2	6.298	m	T 450 x 100 x 10	Profile	0.1	0.45	0.01	6.298	0.1	0.45	0.01	6.298	2.1	Loppor	0.069	0.544	3.343	3.343	1.818	4.085	2.222	
		Frame 7	2	6.410	m	L 250 x 100 x 10	Profile	0.1	0.25	0.01	6.410	0.1	0.25	0.01	6.410	2.1	Loppor	0.045	0.352	3.953	3.953	1.392	3.940	1.388	
		Frame 8	2	6.410	m	L 250 x 100 x 10	Profile	0.1	0.25	0.01	6.410	0.1	0.25	0.01	6.410	2.1	Loppor	0.045	0.352	4.563	4.563	1.607	3.795	1.337	
		W Frame 9	2	6.298	m	T 450 x 100 x 10	Profile	0.1	0.45	0.01	6.298	0.1	0.45	0.01	6.298	2.1	Loppor	0.069	0.544	5.173	5.173	2.813	4.085	2.222	
		Frame 10	2	6.410	m	L 250 x 100 x 10	Profile	0.1	0.25	0.01	6.410	0.1	0.25	0.01	6.410	2.1	Loppor	0.045	0.352	5.783	5.783	2.037	3.489	1.229	
		Frame 11	2	6.410	m	L 250 x 100 x 10	Profile	0.1	0.25	0.01	6.410	0.1	0.25	0.01	6.410	2.1	Loppor	0.045	0.352	6.393	6.393	2.252	3.347	1.179	
		Pelat Sekat RM 12	1	175.315	m ²	0.008	0.008	0.008	1.403	11.010	7.003	77.102	3.205	1.871	3.205	35.286	16.2	Lembar	1.403	11.010	7.003	77.102	3.205	1.871	3.205
		Pengat Sekat 2 RM 12	2	5.910	m	L 120 x 120 x 12	Profile	0.12	0.12	0.012	5.910	0.12	0.12	0.012	5.910	2.0	Loppor	0.034	0.267	7.003	7.003	1.871	3.205	0.856	
		Pengat Sekat RM 12	36	6.410	m	L 120 x 120 x 12	Profile	0.12	0.12	0.012	6.410	0.12	0.12	0.012	6.410	38.5	Loppor	0.665	5.217	7.003	36.535	3.205	16.721	10.571	4.838
		Penumpu Sekat RM 12	5	6.410	m	T 500 x 100 x 10	Profile	0.1	0.5	0.01	6.410	0.1	0.5	0.01	6.410	5.3	Loppor	0.192	1.510	7.003	10.571	3.205	10.571	3.205	
		Senta Sekat RM 12	1	27.450	m	T 500 x 100 x 10	Profile	0.1	0.5	0.01	27.450	0.1	0.5	0.01	27.450	4.6	Loppor	0.165	1.293	7.003	9.054	3.421	4.423	4.423	
Deck	Deck	Pelat Deck	1	301.400	m ²	0.012	0.012	6	1.8	0.012	0.012	0.012	0.012	6	27.9	Lembar	3.617	28.392	1.510	42.863	6.410	181.992	301.400		
D-beam-6		1	27.450	m	L 175 x 100 x 10	Profile	0.1	0.175	0.01	27.450	0.1	0.175	0.01	27.450	4.6	Loppor	0.075	0.593	-3.367	-3.367	-1.195	6.233	3.747		
D-beam-5		1	27.450	m	L 175 x 100 x 10	Profile	0.1	0.175	0.01	27.450	0.1	0.175	0.01	27.450	4.6	Loppor	0.075	0.593	-2.757	-2.757	-1.634	6.233	3.747		
S-beam-4		1	27.450	m	T 300 x 100 x 10	Profile	0.1	0.3	0.01	27.450	0.1	0.3	0.01	27.450	4.6	Loppor	0.110	0.862	-2.147	-2.147	-1.851	6.260	5.396		
D-beam-3		1	27.450	m	L 175 x 100 x 10	Profile	0.1	0.175	0.01	27.450	0.1	0.175	0.01	27.450	4.6	Loppor	0.075	0.593	-1.537	-1.537	-0.911	6.323	3.747		
D-beam-2		1	27.450	m	L 175 x 100 x 10	Profile	0.1	0.175	0.01	27.450	0.1	0.175	0.01	27.450	4.6	Loppor	0.075	0.593	-0.927	-0.927	-0.549	6.323	3.747		
S-beam-1		1	27.450	m	T 300 x 100 x 10	Profile	0.1	0.3	0.01	27.450	0.1	0.3	0.01	27.450	4.6	Loppor	0.110	0.862	-0.317	-0.317	-0.273	6.260	5.396		
D-beam 1		1	27.450	m	L 175 x 100 x 10	Profile	0.1	0.175	0.01	27.450	0.1	0.175	0.01	27.450	4.6	Loppor	0.075	0.593	0.293	0.293	0.174	6.323	3.747		
D-beam 2		1	27.450	m	L 175 x 100 x 10	Profile	0.1	0.175	0.01	27.450	0.1	0.175	0.01	27.450	4.6	Loppor	0.075	0.593	0.903	0.903	0.535	6.233	3.747		
S-beam 3		1	27.450	m	T 300 x 100 x 10	Profile	0.1	0.3	0.01	27.450	0.1	0.3	0.01	27.450	4.6	Loppor	0.110	0.862	1.513	1.513	1.304	6.260	5.396		
D-beam 4		1	27.450	m	L 175 x 100 x 10	Profile	0.1	0.175	0.01	27.450	0.1	0.175	0.01	27.450	4.6	Loppor	0.075	0.593	2.123	2.123	1.258	6.323	3.747		
Frame 5		1	27.450	m	L 175 x 100 x 10	Profile	0.1	0.175	0.01	27.450	0.1	0.175	0.01	27.450	4.6	Loppor	0.075	0.593	2.733	2.733	1.620	6.323	3.747		
S-beam 6		1	27.450	m	T 300 x 100 x 10	Profile	0.1	0.3	0.01	27.450	0.1	0.3	0.01	27.450	4.6	Loppor	0.110	0.862	3.343	3.343	2.881	6.260	5.396		
D-beam 7		1	27.450	m	L 175 x 100 x 10	Profile	0.1	0.175	0.01	27.450	0.1	0.175	0.01	27.450	4.6	Loppor	0.075	0.593	3.953	3.953	2.342	6.323	3.747		
D-beam 8		1	27.450	m	L 175 x 100 x 10	Profile	0.1	0.175	0.01	27.450	0.1	0.175	0.01	27.450	4.6	Loppor	0.075	0.593	4.563	4.563	2.704	6.323	3.747		
S-beam 9		1	27.450	m	T 300 x 100 x 10	Profile	0.1	0.3	0.01	27.450	0.1	0.3	0.01	27.450	4.6	Loppor	0.110	0.862	5.173	5.173	4.459	6.260	5.396		
D-beam 10		1	27.450	m	L 175 x 100 x 10	Profile	0.1	0.175	0.01	27.450	0.1	0.175	0.01	27.450	4.6	Loppor	0.075	0.593	5.783	5.783	3.427	6.323	3.747		
D-beam 11		1	27.450	m	L 175 x 100 x 10	Profile	0.1	0.175	0.01	27.450	0.1	0.175	0.01	27.450	4.6	Loppor	0.075	0.593	6.393	6.393	3.788	6.323	3.747		
Deck Grid 1		1	10.980	m	T 300 x 100 x 15	Profile	0.1	0.3	0.015	10.980	1.8	0.3	0.015	10.980	3.7	Loppor	0.066	0.517	1.513	1.513	0.782	6.260	6.475		
Deck Grid 2		2	10.980	m	T 300 x 100 x 15	Profile	0.1	0.3	0.015	10.980	3.7	0.3	0.015	10.980	3.7	Loppor	0.132	1.034	1.513	1.513	1.565	6.260	6.475		
Deck Grid 3		2	10.980	m	T 300 x 100 x 15	Profile	0.1	0.3	0.015	10.980	3.7	0.3	0.015	10.980	3.7	Loppor	0.132	1.034	1.513	1.513	1.565	6.260	6.475		
Deck Grid 4		2	10.980	m	T 300 x 100 x 15	Profile	0.1	0.3	0.015	10.980	3.7	0.3	0.015	10.980	3.7	Loppor	0.132	1.034	1.513	1.513	1.565	6.260	6.475		
Deck		Tween Deck	Pelat Deck	1	227.917	m ²	0.012	0.012	6	1.8	0.012	0.012	0.012	0.012	6	21.1	Lembar	2.735	21.470	1.021	21.921	3.981	85.471	227.917	
D-beam-5			1	27.450	m	L 175 x 100 x 10	Profile	0.1	0.175	0.01	27.450	0.1	0.175	0.01	27.450	4.6	Loppor	0.075	0.593	-2.757	-2.757	-1.634	6.233	3.747	
S-beam-4	1		27.450	m	T 450 x 100 x 10	Profile	0.1	0.45	0.01	27.450	0.1	0.45	0.01	27.450	4.6	Loppor	0.151	1.185	-2.147	-2.147	-2.545	3.755	4.450		
D-beam-3	1</																								

Buritan

Sect	No.	Las-lasan 3 %	Volume Total =	Bert Konstruksi =	Bert Total =	LCG =	KG =	p baja =	7.85	ton/m ³	Profile	6	1.8	0.008	0.1	0.45	0.01	27.450	4.6	Lompur	0.151	1.185	5.173	6.131	3.755	4.450					
																											22.097	168.408	173.460	2.087	3.991
Sekat	Sbeam 6	1	27.450	m	T 450 x 100 x 10	Profile																									
	D beam 10	1	27.450	m	L 175 x 100 x 10	Profile																									
	D beam 11	1	27.450	m	L 175 x 100 x 10	Profile																									
	Deck Girder 1	5	10.980	m	T 450 x 100 x 10	Profile																									
	Pelat Sekat Memanjang	2	20.214	m ²	0.008	Pelat																									
	Long BHD Shift-5	2	0.510	m	L 120 x 120 x 12	Profile																									
	Long BHD Shift-4	2	1.340	m	L 120 x 120 x 12	Profile																									
	Long BHD Shift-3	2	1.340	m	L 120 x 120 x 12	Profile																									
	Long BHD Shift-2	2	1.340	m	L 120 x 120 x 12	Profile																									
	Long BHD Shift-1	2	1.340	m	L 120 x 120 x 12	Profile																									
	Bottom	Long BHD Shift 2	2	1.340	m	L 120 x 120 x 12	Profile																								
Long BHD Shift 3		2	1.340	m	L 120 x 120 x 12	Profile																									
Long BHD Shift 4		2	1.635	m	L 120 x 120 x 12	Profile																									
Long BHD Shift 5		2	1.929	m	L 120 x 120 x 12	Profile																									
Long BHD Shift 6		2	2.219	m	L 120 x 120 x 12	Profile																									
Long BHD Shift 7		2	2.510	m	L 120 x 120 x 12	Profile																									
Long BHD Shift 8		2	2.800	m	L 120 x 120 x 12	Profile																									
Long BHD Shift 9		2	2.800	m	L 120 x 120 x 13	Profile																									
Long BHD Shift 10		2	2.800	m	L 120 x 120 x 13	Profile																									
Long BHD Shift 11		2	2.800	m	L 120 x 120 x 14	Profile																									
Pelat Bottom		1	347.53	m ²	0.012	Pelat																									
Frame -6	1	25.850	m	L 250 x 100 x 10	Profile																										
Frame -5	1	25.850	m	L 250 x 100 x 10	Profile																										
W Frame -4	1	25.850	m	T 450 x 100 x 10	Profile																										
Frame -3	1	25.850	m	L 250 x 100 x 10	Profile																										
Frame -2	1	25.850	m	L 250 x 100 x 10	Profile																										
W Frame -1	1	25.850	m	T 450 x 100 x 10	Profile																										
Frame 1	1	25.850	m	L 250 x 100 x 10	Profile																										
Frame 2	1	25.850	m	L 250 x 100 x 10	Profile																										
W Frame 3	1	25.850	m	T 450 x 100 x 10	Profile																										
Frame 4	1	25.850	m	L 250 x 100 x 10	Profile																										
W Frame 5	1	25.850	m	T 450 x 100 x 10	Profile																										
Frame 6	1	25.850	m	L 250 x 100 x 10	Profile																										
W Frame 7	1	25.850	m	T 450 x 100 x 10	Profile																										
Frame 8	1	25.850	m	L 250 x 100 x 10	Profile																										
W Frame 9	1	25.850	m	T 450 x 100 x 10	Profile																										
Frame 10	1	25.850	m	L 250 x 100 x 10	Profile																										
Frame 11	1	25.850	m	L 250 x 100 x 10	Profile																										
Bottom Girder 1	5	12.846	m	T 450 x 100 x 10	Profile																										

Nb. : Las-lasan 3 % 0.64

Volume Total = 22.097 m³

Bert Konstruksi = 168.408 ton

Bert Total = 173.460 ton

LCG = 2.087 m

KG = 3.991 m

p baja = 7.85 ton/m³

Volume Total Hull =	165.814	m ³
Bert Konstruksi Hull =	1263.729	ton
Bert Total Hull =	1301.641	ton
LCG =	44.624	m
KG =	2.088	m

Las-lasan 3 %	1.68	
Volume Total modifikasi =	57.841	m ³
Bert Konstruksi modifikasi =	440.827	ton
Bert Total modifikasi =	454.052	ton

Bagian		RM					Main Dimension				
		TUGAS MERANCANG II - MIDSHIP SECTION & CONSTRUCTION PROFILE									
		Nama kapal : BG. FINANCIA 56					L =	93,91	m		
		Type kapal : Self propelled CNG Barge					B =	27,45	m		
		Sistem konstruksi : Memanjang					H =	6,41	m		
		ABS 2019 - RULES FOR BUILDING AND CLASSING - STEEL BARGES					T =	3,38	m		
BAB		Ps	Ayat	Perhitungan / Uraian					Hasil		
				Beam, Girder and Stringer							
				s = spacing of deck beams, in mm (in.) diketahui : s = 600 mm = 0,6 m							
				Deck Beams and Girders Each deck beam or girder, in association with the plating to which it is attached, is to have section modulus SM not less than obtained from the following equation: $SM = 7 \cdot 8chs^2 \text{ cm}^3$ where c = 0,59 s = spacing of beams, in m (ft), or in the case of girders, spacing between girders, in m (ft) = 1,83 m ; for deck transverse = 0,60 m ; for deck long = 3,00 m ; for girder ℓ = unsupported span of beams or girders, in m (ft) = 12,00 m ; for deck transverse = 1,83 m ; for deck long = 20,13 m ; for girder h = the value of h to be used in the above equation is to be obtained from the following tier level h = 0,46 m (seperti geladak tertinggi pada DH) Sehingga modulus dapat dihitung sebagai berikut : SM = 553,1232096 cm ³ ; for deck transverse SM = 4,217564473 cm ³ SM = 2551,626506 cm ³ ; for girder							
Profil untuk :				Bagian	Ukuran horizontal (cm)	Ukuran vertikal (cm)	Luas (cm ²) (F)	Jarak thd sumbu xx (cm)	Momen Luas (cm ³)	Momen Inertia (cm ⁴)	Momen inertia individu
RM girder											
Posisi :											
DH 1				face	25	1,5	37,5	51,95	1948,13	101205	7,03125
W _{req} =				web	1,5	50	75	26,2	1965	51483	15625
2551,63 cm ³				pengikut	60	1,2	72	0,6	43,2	25,92	8,64
						Jumlah :	184,5		3956,33	152714	15640,7
Z ₁				=	3956.325/184.5						
W =				=	21,44349593 cm						
2671,995748 cm ³				Z ₂	=	52,7 -21					
				=	31,25650407 cm						
I _{xx}				=	152714.01375+15640.67125						
dimensi profil :				=	168354,685 cm ⁴						
500x250x15				I _{na}	=	168354.685-184.5*21^2					
Status :				=	83517,24595 cm ⁴						
Diterima				W ₁	=	83517.245945122/21					
				=	3894,758868 cm ³						
				W ₂	=	83517.245945122/31					
				=	2671,995748 cm ³						
Sehingga Ukuran Profil adalah									W =	2672,0 cm ³	
Modulus : 2672,0 cm ³									T500x250x15		
Profil : T500x250x15											
Profil untuk :				Bagian	Ukuran horizontal (cm)	Ukuran vertikal (cm)	Luas (cm ²) (F)	Jarak thd sumbu xx (cm)	Momen Luas (cm ³)	Momen Inertia (cm ⁴)	Momen inertia individu
RM deck transverse											
Posisi :											
DH 1				face	10	1	10	36,7	367	13468,9	0,83333
W _{req} =				web	1	35	35	18,7	654,5	12239,2	3572,92
553,12 cm ³				pengikut	60	1,2	72	0,6	43,2	25,92	8,64
						Jumlah :	117		1064,7	25734	3582,39
Z ₁				=	1064.7/117						
W =				=	9,1 cm						
698,4907473 cm ³				Z ₂	=	37,2 -9					
				=	28,1 cm						
I _{xx}				=	25733.97+3582.39						
dimensi profil :				=	29316,36 cm ⁴						
350x100x10				I _{na}	=	29316.36-117*9^2					
Status :				=	19627,59 cm ⁴						
Diterima				W ₁	=	19627.59/9					
				=	2156,878022 cm ³						
				W ₂	=	19627.59/28					
				=	698,4907473 cm ³						

Sehingga Ukuran Profil adalah
 Modulus : 698,5 cm³
 Profil : L350x100x10

W = 698,5 cm³
L350x100x10

Profil untuk :	Bagian	Ukuran horizontal (cm)	Ukuran vertikal (cm)	Luas (cm ²) (F)	Jarak thd sumbu xx (cm)	Momen Luas (cm ³)	Momen Inertia (cm ⁴)	Momen inertia individu
RM deck long								
Posisi :								
DH 1	face	8	0,5	4	9,45	37,8	357,21	0,08333
W _{req} =	web	0,5	8	4	5,2	20,8	108,16	21,3333
4,22 cm ³	pengikut	60	1,2	72	0,6	43,2	25,92	8,64
			Jumlah :	80		101,8	491,29	30,0567
W =	Z ₁	=	101,8/80	=	1,2725 cm			
46,49138732 cm ³	Z ₂	=	9,7	-1	8,4275 cm			
	I _{xx}	=	491,29+30,05666666666667		521,3466667 cm ⁴			
dimensi profil :	I _{na}	=	521,346666666667-80*1^2		391,8061667 cm ⁴			
80x80x5	W ₁	=	391,806166666667/1		307,902685 cm ³			
Status :	W ₂	=	391,806166666667/8		46,49138732 cm ³			
Diterima		=						

Sehingga Ukuran Profil adalah
 Modulus : 46,5 cm³
 Profil : L80x80x5

W = 46,5 cm³
L80x80x5

Design Head of Side and End Bulkheads

The design head for side and end bulkhead plating and stiffeners is to be obtained from the following:

$h = c/bk \text{ m}$ but h is not to be taken less than h_m

where

$hb = 0.16L_1 - 4.0 \text{ m}$ for $L_1 \leq 150 \text{ m}$
 $= 11,0256 \text{ m}$

$c = 0,14$;unprotected front bulkheads $fba \leq 3,8673 \text{ m}$
 $= 0,14$;side and aft bulkheads $fba \text{ tier } 1 = 2,41 \text{ m}$

$k = 0.3 + 0.7b_1/B$ $b_1 \text{ tier } 1 = 24 \text{ m}$
 $= 0,91$

perhitungan :

$h = 1,407782348 \text{ m}$;unprotected front bulkheads
 $h = 1,407782348 \text{ m}$;side and aft bulkheads
 $h_m = 1,40 \text{ m}$

Side and End Bulkheads Plating

The plating thickness is not to be less than obtained from the following equation:

$t = 3s*(h)^{1/2} \text{ mm}$

but t is not to be less than t_m

where :

$h =$ design head defined in 3-2-8/3.1
 $s =$ spacing of deck beams, in mm (in.)
 $= 0,60 \text{ mm}$

perhitungan :

$t = 2,135700074 \text{ mm}$;unprotected front bulkheads
 $t = 2,129788722 \text{ mm}$;side and aft bulkheads
 $t_m = 5.0 + 0.01L \text{ mm}$
 $= 5,9391 \text{ mm}$

t = 7 mm

Stiffeners

Each stiffener, in association with the plating to which it is attached, is to have a section modulus SM not less than obtained from the following equation:

$SM = 3.5sh^2 \text{ cm}^3$

where :

$s =$ spacing of the stiffeners, in m (ft)
 $= 0,60 \text{ m}$

$h =$ design head defined in 3-2-8/3.1
 $= 1,407782348 \text{ m}$

$l =$ deck height, in m (ft), or in the case of horizontal stiffeners, web spacing, in m (ft)
 $= 3 \text{ m}$ (jarak senta)

Sehingga modulus dapat dihitung sebagai berikut :

$SM = 26,60708637 \text{ cm}^3$

Profil untuk :		Bagian	Ukuran horizontal (cm)	Ukuran vertikal (cm)	Luas (cm ²) (F)	Jarak thd sumbu xx (cm)	Momen Luas (cm ³)	Momen Inertia (cm ⁴)	Momen inertia individu	
RM front bhd stiff										
Posisi :										
	DH 1	face	10	0,5	5	11,45	57,25	655,513	0,10417	
	W _{req} =	web	0,5	10	5	6,2	31	192,2	41,6667	
	26,61 cm ³	pengikut	60	1,2	72	0,6	43,2	25,92	8,64	
				Jumlah :	82		131,45	873,633	50,4108	
	W =	Z ₁	=	131,45/82						
			=	1,60304878 cm						
	70,6473227 cm ³	Z ₂	=	11,7 - 2						
			=	10,09695122 cm						
		I _{xx}	=	873,6325+50.41083333333333						
	dimensi profil :		=	924,0433333 cm ⁴						
	100x100x5	I _{na}	=	924,043333333333-82*2 ²						
	Status :		=	713,3225711 cm ⁴						
	Diterima	W ₁	=	713,322571138211/2						
			=	444,9787055 cm ³						
		W ₂	=	713,322571138211/10						
			=	70,6473227 cm ³						
Sehingga Ukuran Profil adalah										
Modulus : 70,6 cm ³										
Profil : L100x100x5										
							W = 70,6 cm ³			
							L100x100x5			
Plating										
3	2	2	Side Plating							
		3,9	The minimum thickness, t, of the side shell plating throughout the amidship 0.4L, for vessels having lengths not exceeding 427 m (1400 ft), is to be obtained from the following equations:							
			$t = (s/645)(L - 15.2)(d / D_s) + 2.5$							
			where :							
			s =	600,00 mm	0,6 m					
			L =	93,91 mm						
			d/Ds =	1						
			perhitungan :							
			t min=	9,252898273 mm						
			=	10 mm			t =	10 mm		
3	2	3	Deck Plating							
			Exposed Strength Deck within Line of Openings							
			t =	0.01sb + 0.9 mm						
			where :							
			t =	deck thickness, in mm (in.)						
			s =	spacing of deck beams, in mm (in.)						
			diketahui :							
			s =	600 mm	0,6 m					
			perhitungan :							
			t =	6,9 mm						
			=	7 mm			t =	7 mm		

Perhitungan Block Ruang Muat

Level 1	Level 2	Level 3				Level 4				Berat					
		Price Part		Ukuran Pelat		Ukuran Profil		Ukuran Pelat		Volume (m ³)	Berat (ton)	LCG dari AP (m)	Momen LCG	KG dari Baseline (m)	Momen KG
Grand block	Block	Item	Jumlah	Ukuran (m ²)/m	Ukuran profil(mm)/tebal pelat(m)	Item	Panjang (m)	Lebar (m)	Tebal (m)						
		Pelit Sisi dalam	2	878,400	m ²	0,012	6	1,8	0,012	0,12	0,12	0,012	73,200	162,7	Lembar
		Side Long 1	2	73,200	m	L 120 x 120 x 12	Profile			0,12	0,12	0,012	73,200	24,4	Lombar
		Side Long 2	2	73,200	m	L 120 x 120 x 12	Profile			0,12	0,12	0,012	73,200	24,4	Lombar
		Senna Sisi 1	2	73,200	m	T 500 x 100 x 10	Profile			0,1	0,5	0,01	73,200	24,4	Lombar
		Side Long 3	2	73,200	m	L 120 x 120 x 12	Profile			0,12	0,12	0,012	73,200	24,4	Lombar
		Side Long 4	2	73,200	m	L 120 x 120 x 12	Profile			0,12	0,12	0,012	73,200	24,4	Lombar
		Side Long 5	2	73,200	m	L 120 x 120 x 12	Profile			0,12	0,12	0,012	73,200	24,4	Lombar
		Side Long 6	2	73,200	m	L 120 x 120 x 12	Profile			0,12	0,12	0,012	73,200	24,4	Lombar
		Senna Sisi 2	2	73,200	m	T 500 x 100 x 10	Profile			0,1	0,5	0,01	73,200	24,4	Lombar
		Side Long 7	2	73,200	m	L 120 x 120 x 12	Profile			0,12	0,12	0,012	73,200	24,4	Lombar
		Side Long 8	2	73,200	m	L 120 x 120 x 12	Profile			0,12	0,12	0,012	73,200	24,4	Lombar
		Side Long 9	2	73,200	m	L 120 x 120 x 13	Profile			0,12	0,12	0,012	73,200	24,4	Lombar
		Side Long 10	2	73,200	m	L 120 x 120 x 14	Profile			0,12	0,12	0,012	73,200	24,4	Lombar
		Senna Sisi 3	2	73,200	m	T 500 x 100 x 10	Profile			0,1	0,5	0,01	73,200	24,4	Lombar
		Side Long 11	2	73,200	m	L 120 x 120 x 12	Profile			0,12	0,12	0,012	73,200	24,4	Lombar
		Side Long 12	2	73,200	m	L 120 x 120 x 12	Profile			0,12	0,12	0,012	73,200	24,4	Lombar
		Side Long 13	2	73,200	m	L 120 x 120 x 12	Profile			0,12	0,12	0,012	73,200	24,4	Lombar
		Side Long 14	2	73,200	m	L 120 x 120 x 12	Profile			0,12	0,12	0,012	73,200	24,4	Lombar
		Senna Sisi 4	2	73,200	m	T 500 x 100 x 10	Profile			0,1	0,5	0,01	73,200	24,4	Lombar
		Side Long 15	2	73,200	m	L 120 x 120 x 12	Profile			0,12	0,12	0,012	73,200	24,4	Lombar
		Side Long 16	2	73,200	m	L 120 x 120 x 12	Profile			0,12	0,12	0,012	73,200	24,4	Lombar
		Pelit Sekat 15	1	295,800	m ²	0,008	6	1,8	0,008	0,12	0,12	0,012	12,000	64,0	Lombar
		Pemuppu Sekat 15	32	12,000	m	L 120 x 120 x 12	Profile			0,1	0,5	0,01	12,000	12,0	Lombar
		Senna Sekat 15	6	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile			0,1	0,5	0,01	24,650	4,1	Lombar
		Senna Sekat 15	1	24,650	m	T 500 x 100 x 10	Profile			0,1	0,5	0,01	24,650	4,1	Lombar
		Senna Sekat 15	1	24,650	m	T 500 x 100 x 10	Profile			0,1	0,5	0,01	24,650	4,1	Lombar
		Senna Sekat 15	1	24,650	m	T 500 x 100 x 10	Profile			0,1	0,5	0,01	24,650	4,1	Lombar
		W frame 15	2	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile			0,1	0,5	0,01	12,000	4,0	Lombar
		W frame 18	2	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile			0,1	0,5	0,01	12,000	4,0	Lombar
		W frame 21	2	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile			0,1	0,5	0,01	12,000	4,0	Lombar
		W frame 24	2	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile			0,1	0,5	0,01	12,000	4,0	Lombar
		W frame 27	2	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile			0,1	0,5	0,01	12,000	4,0	Lombar
		W frame 30	2	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile			0,1	0,5	0,01	12,000	4,0	Lombar
		W frame 33	2	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile			0,1	0,5	0,01	12,000	4,0	Lombar
		W frame 36	2	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile			0,1	0,5	0,01	12,000	4,0	Lombar
		W frame 39	2	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile			0,1	0,5	0,01	12,000	4,0	Lombar
		W frame 42	2	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile			0,1	0,5	0,01	12,000	4,0	Lombar
		Pelit Sekat 45	1	295,800	m ²	0,008	6	1,8	0,008	0,12	0,12	0,012	12,000	64,0	Lombar
		Pemuppu Sekat 45	32	12,000	m	L 120 x 120 x 12	Profile			0,12	0,12	0,012	12,000	12,0	Lombar
		Senna Sekat 45	6	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile			0,12	0,12	0,012	24,650	4,1	Lombar
		Senna Sekat 45	1	24,650	m	T 500 x 100 x 10	Profile			0,1	0,5	0,01	24,650	4,1	Lombar
		Senna Sekat 45	1	24,650	m	T 500 x 100 x 10	Profile			0,1	0,5	0,01	24,650	4,1	Lombar
		Senna Sekat 45	1	24,650	m	T 500 x 100 x 10	Profile			0,1	0,5	0,01	24,650	4,1	Lombar
		Senna Sekat 45	1	24,650	m	T 500 x 100 x 10	Profile			0,1	0,5	0,01	24,650	4,1	Lombar
		W frame 48	2	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile			0,1	0,5	0,01	12,000	4,0	Lombar
		W frame 51	2	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile			0,1	0,5	0,01	12,000	4,0	Lombar
		W frame 54	2	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile			0,1	0,5	0,01	12,000	4,0	Lombar
		W frame 57	2	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile			0,1	0,5	0,01	12,000	4,0	Lombar
		W frame 60	2	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile			0,1	0,5	0,01	12,000	4,0	Lombar
		W frame 63	2	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile			0,1	0,5	0,01	12,000	4,0	Lombar
		W frame 66	2	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile			0,1	0,5	0,01	12,000	4,0	Lombar
		W frame 69	2	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile			0,1	0,5	0,01	12,000	4,0	Lombar
		W frame 72	2	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile			0,1	0,5	0,01	12,000	4,0	Lombar
		Pelit Sekat 75	1	295,800	m ²	0,008	27,4	1,8	0,008	0,12	0,12	0,012	12,000	64,0	Lombar
		Pemuppu Sekat 75	32	12,000	m	L 120 x 120 x 12	Profile			0,12	0,12	0,012	12,000	12,0	Lombar
		Senna Sekat 75	6	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile			0,1	0,5	0,01	24,650	4,1	Lombar
		Senna Sekat 75	1	24,650	m	T 500 x 100 x 10	Profile			0,1	0,5	0,01	24,650	4,1	Lombar
		Senna Sekat 75	1	24,650	m	T 500 x 100 x 10	Profile			0,1	0,5	0,01	24,650	4,1	Lombar
		Senna Sekat 75	1	24,650	m	T 500 x 100 x 10	Profile			0,1	0,5	0,01	24,650	4,1	Lombar
		Senna Sekat 75	1	24,650	m	T 500 x 100 x 10	Profile			0,1	0,5	0,01	24,650	4,1	Lombar

Deck	Profile	0.1	0.5	0.01	12,000	4.0	Lombr	1,130	47,263	53,426	7,850	8,874	
W frame 76	T 500 x 100 x 10	0.1	0.5	0.01	12,000	4.0	Lombr	1,130	49,093	55,495	7,850	8,874	
W frame 81	T 500 x 100 x 10	0.1	0.5	0.01	12,000	4.0	Lombr	1,130	50,923	57,563	7,850	8,874	
W frame 84	T 500 x 100 x 10	0.1	0.5	0.01	12,000	4.0	Lombr	1,130	52,753	59,632	7,850	8,874	
W frame 87	T 500 x 100 x 10	0.1	0.5	0.01	12,000	4.0	Lombr	1,130	54,583	61,701	7,850	8,874	
W frame 90	T 500 x 100 x 10	0.1	0.5	0.01	12,000	4.0	Lombr	1,130	56,413	63,769	7,850	8,874	
W frame 96	T 500 x 100 x 10	0.1	0.5	0.01	12,000	4.0	Lombr	1,130	58,243	65,838	7,850	8,874	
W frame 99	T 500 x 100 x 10	0.1	0.5	0.01	12,000	4.0	Lombr	1,130	60,073	67,907	7,850	8,874	
W frame 102	T 500 x 100 x 10	0.1	0.5	0.01	12,000	4.0	Lombr	1,130	61,903	69,975	7,850	8,874	
Petit Skelat 105	Petit	1.8	0.008	27.4	Lembar	2.366	Lembar	185.76	63.733	1183.920	7.850	145.823	
Pemangku Skelat 105	L 120 x 120 x 12	0.12	0.12	0.012	12,000	64.0	Lombr	8.681	63.733	553.296	7.850	68.150	
Pemangku Skelat 105	T 500 x 100 x 10	0.1	0.5	0.01	12,000	12.0	Lombr	0.432	3.391	63.733	21.613	7.850	26.621
Senna Skelat 105	T 500 x 100 x 10	0.1	0.5	0.01	24,650	4.1	Lombr	0.148	1.161	63.733	73.995	12.410	14.068
Senna Skelat 105	T 500 x 100 x 10	0.1	0.5	0.01	24,650	4.1	Lombr	0.148	1.161	63.733	73.995	9.410	10.925
Senna Skelat 105	T 500 x 100 x 10	0.1	0.5	0.01	24,650	4.1	Lombr	0.148	1.161	63.733	73.995	6.410	7.442
W frame 108	T 500 x 100 x 10	0.1	0.5	0.01	12,000	4.0	Lombr	1,130	65,563	74,112	7,850	8,874	
W frame 111	T 500 x 100 x 10	0.1	0.5	0.01	12,000	4.0	Lombr	1,130	67,393	76,181	7,850	8,874	
W frame 114	T 500 x 100 x 10	0.1	0.5	0.01	12,000	4.0	Lombr	1,130	69,223	78,250	7,850	8,874	
W frame 117	T 500 x 100 x 10	0.1	0.5	0.01	12,000	4.0	Lombr	1,130	71,053	80,318	7,850	8,874	
W frame 120	T 500 x 100 x 10	0.1	0.5	0.01	12,000	4.0	Lombr	1,130	72,883	82,387	7,850	8,874	
W frame 123	T 500 x 100 x 10	0.1	0.5	0.01	12,000	4.0	Lombr	1,130	74,713	84,456	7,850	8,874	
W frame 126	T 500 x 100 x 10	0.1	0.5	0.01	12,000	4.0	Lombr	1,130	76,543	86,524	7,850	8,874	
W frame 129	T 500 x 100 x 10	0.1	0.5	0.01	12,000	4.0	Lombr	1,130	78,373	88,593	7,850	8,874	
W frame 132	T 500 x 100 x 10	0.1	0.5	0.01	12,000	4.0	Lombr	1,130	80,203	90,661	7,850	8,874	
Petit Skelat 135	Petit	1.8	0.008	17.0	Lembar	1.467	Lembar	115.27	82.033	944.796	10.130	116.670	
Pemangku Skelat 135	L 120 x 120 x 12	0.12	0.12	0.012	7,440	39.7	Lombr	0.686	5.383	82.033	441.544	10.130	54.525
Pemangku Skelat 135	T 500 x 100 x 10	0.1	0.5	0.01	7,440	7.4	Lombr	0.268	2.103	82.033	172.478	10.130	21.299
Senna Skelat 135	T 500 x 100 x 10	0.1	0.5	0.01	24,650	4.1	Lombr	0.148	1.161	82.033	95.242	12.410	14.408
Senna Skelat 135	T 500 x 100 x 10	0.1	0.5	0.01	24,650	4.1	Lombr	0.148	1.161	82.033	95.242	9.410	10.925
Senna Skelat 135	T 500 x 100 x 10	0.1	0.5	0.01	24,650	4.1	Lombr	0.148	1.161	82.033	95.242	6.410	7.442
Petit Deck	Petit	1.8	0.007	167.1	Lembar	2.631	Lembar	99.151	45.433	4504.713	13.850	1373.237	
Deck Long	L 100 x 50 x 10	0.05	0.1	0.01	73,200	390.4	Lombr	32.512	27.582	45.433	1253.122	13.800	380.628
Deck Grider	T 500 x 250 x 15	0.25	0.5	0.015	73,200	73.2	Lombr	38.787	45.433	1762.203	13.600	527.901	
S Beam 18	T 350 x 100 x 10	0.1	0.35	0.01	24,650	4.1	Lombr	0.111	0.871	10.663	9.285	13.675	11.908
S Beam 21	T 350 x 100 x 10	0.1	0.35	0.01	24,650	4.1	Lombr	0.111	0.871	12.693	10.878	13.675	11.908
S Beam 24	T 350 x 100 x 10	0.1	0.35	0.01	24,650	4.1	Lombr	0.111	0.871	14.723	12.472	13.675	11.908
S Beam 27	T 350 x 100 x 10	0.1	0.35	0.01	24,650	4.1	Lombr	0.111	0.871	16.753	14.065	13.675	11.908
S Beam 30	T 350 x 100 x 10	0.1	0.35	0.01	24,650	4.1	Lombr	0.111	0.871	17.983	15.659	13.675	11.908
S Beam 33	T 350 x 100 x 10	0.1	0.35	0.01	24,650	4.1	Lombr	0.111	0.871	19.813	17.252	13.675	11.908
S Beam 36	T 350 x 100 x 10	0.1	0.35	0.01	24,650	4.1	Lombr	0.111	0.871	21.643	18.846	13.675	11.908
S Beam 39	T 350 x 100 x 10	0.1	0.35	0.01	24,650	4.1	Lombr	0.111	0.871	23.473	20.439	13.675	11.908
S Beam 42	T 350 x 100 x 10	0.1	0.35	0.01	24,650	4.1	Lombr	0.111	0.871	25.303	22.032	13.675	11.908
S Beam 45	T 350 x 100 x 10	0.1	0.35	0.01	24,650	4.1	Lombr	0.111	0.871	27.133	23.625	13.675	11.908
S Beam 48	T 350 x 100 x 10	0.1	0.35	0.01	24,650	4.1	Lombr	0.111	0.871	28.963	25.218	13.675	11.908
S Beam 51	T 350 x 100 x 10	0.1	0.35	0.01	24,650	4.1	Lombr	0.111	0.871	30.793	26.811	13.675	11.908
S Beam 54	T 350 x 100 x 10	0.1	0.35	0.01	24,650	4.1	Lombr	0.111	0.871	32.623	28.407	13.675	11.908
S Beam 57	T 350 x 100 x 10	0.1	0.35	0.01	24,650	4.1	Lombr	0.111	0.871	34.453	30.000	13.675	11.908
S Beam 60	T 350 x 100 x 10	0.1	0.35	0.01	24,650	4.1	Lombr	0.111	0.871	36.283	31.594	13.675	11.908
S Beam 63	T 350 x 100 x 10	0.1	0.35	0.01	24,650	4.1	Lombr	0.111	0.871	38.113	33.187	13.675	11.908
S Beam 66	T 350 x 100 x 10	0.1	0.35	0.01	24,650	4.1	Lombr	0.111	0.871	39.943	34.781	13.675	11.908
S Beam 69	T 350 x 100 x 10	0.1	0.35	0.01	24,650	4.1	Lombr	0.111	0.871	41.773	36.374	13.675	11.908
S Beam 72	T 350 x 100 x 10	0.1	0.35	0.01	24,650	4.1	Lombr	0.111	0.871	43.603	37.968	13.675	11.908
S Beam 75	T 350 x 100 x 10	0.1	0.35	0.01	24,650	4.1	Lombr	0.111	0.871	45.433	39.561	13.675	11.908
S Beam 78	T 350 x 100 x 10	0.1	0.35	0.01	24,650	4.1	Lombr	0.111	0.871	47.263	41.155	13.675	11.908
S Beam 81	T 350 x 100 x 10	0.1	0.35	0.01	24,650	4.1	Lombr	0.111	0.871	49.093	42.748	13.675	11.908
S Beam 84	T 350 x 100 x 10	0.1	0.35	0.01	24,650	4.1	Lombr	0.111	0.871	50.923	44.342	13.675	11.908
S Beam 87	T 350 x 100 x 10	0.1	0.35	0.01	24,650	4.1	Lombr	0.111	0.871	52.753	45.935	13.675	11.908
S Beam 90	T 350 x 100 x 10	0.1	0.35	0.01	24,650	4.1	Lombr	0.111	0.871	54.583	47.529	13.675	11.908
S Beam 93	T 350 x 100 x 10	0.1	0.35	0.01	24,650	4.1	Lombr	0.111	0.871	56.413	49.122	13.675	11.908
S Beam 96	T 350 x 100 x 10	0.1	0.35	0.01	24,650	4.1	Lombr	0.111	0.871	58.243	50.716	13.675	11.908
S Beam 99	T 350 x 100 x 10	0.1	0.35	0.01	24,650	4.1	Lombr	0.111	0.871	60.073	52.309	13.675	11.908
S Beam 102	T 350 x 100 x 10	0.1	0.35	0.01	24,650	4.1	Lombr	0.111	0.871	61.903	53.903	13.675	11.908
S Beam 105	T 350 x 100 x 10	0.1	0.35	0.01	24,650	4.1	Lombr	0.111	0.871	63.733	55.495	13.675	11.908
S Beam 108	T 350 x 100 x 10	0.1	0.35	0.01	24,650	4.1	Lombr	0.111	0.871	65.563	57.090	13.675	11.908
S Beam 111	T 350 x 100 x 10	0.1	0.35	0.01	24,650	4.1	Lombr	0.111	0.871	67.393	58.683	13.675	11.908
S Beam 114	T 350 x 100 x 10	0.1	0.35	0.01	24,650	4.1	Lombr	0.111	0.871	69.223	60.277	13.675	11.908
S Beam 117	T 350 x 100 x 10	0.1	0.35	0.01	24,650	4.1	Lombr	0.111	0.871	71.053	61.870	13.675	11.908
S Beam 120	T 350 x 100 x 10	0.1	0.35	0.01	24,650	4.1	Lombr	0.111	0.871	72.883	63.464	13.675	11.908
S Beam 123	T 350 x 100 x 10	0.1	0.35	0.01	24,650	4.1	Lombr	0.111	0.871	74.713	65.057	13.675	11.908
S Beam 126	T 350 x 100 x 10	0.1	0.35	0.01	24,650	4.1	Lombr	0.111	0.871	76.543	66.651	13.675	11.908
S Beam 129	T 350 x 100 x 10	0.1	0.35	0.01	24,650	4.1	Lombr	0.111	0.871	78.373	68.244	13.675	11.908
S Beam 132	T 350 x 100 x 10	0.1	0.35	0.01	24,650	4.1	Lombr	0.111	0.871	80.203	69.838	13.675	11.908

Sisi

Nama Sekat	Pbth	m ³	0,008	Pbth	6	1,8	0,008	0,12	0,12	0,012	73,200	81,3	Lombar	7,027	55,164	45,433	2506,244	7,850	433,634
Long BHD SHFT 1	1	73,200	m	L 120 x 120 x 12	Profile														
Long BHD SHFT 2	1	73,200	m	L 120 x 120 x 12	Profile														
Senja selat 1	1	73,200	m	T 500 x 100 x 10	Profile														
Long BHD SHFT 3	1	73,200	m	L 120 x 120 x 12	Profile														
Long BHD SHFT 4	1	73,200	m	L 120 x 120 x 12	Profile														
Long BHD SHFT 5	1	73,200	m	L 120 x 120 x 12	Profile														
Long BHD SHFT 6	1	73,200	m	L 120 x 120 x 12	Profile														
Senja selat 2	1	73,200	m	T 500 x 100 x 10	Profile														
Long BHD SHFT 7	1	73,200	m	L 120 x 120 x 12	Profile														
Long BHD SHFT 8	1	73,200	m	L 120 x 120 x 12	Profile														
Long BHD SHFT 9	1	73,200	m	L 120 x 120 x 12	Profile														
Long BHD SHFT 10	1	73,200	m	L 120 x 120 x 12	Profile														
Senja selat 3	1	73,200	m	T 500 x 100 x 10	Profile														
Long BHD SHFT 11	1	73,200	m	L 120 x 120 x 12	Profile														
Long BHD SHFT 12	1	73,200	m	L 120 x 120 x 12	Profile														
Long BHD SHFT 13	1	73,200	m	L 120 x 120 x 12	Profile														
Long BHD SHFT 14	1	73,200	m	L 120 x 120 x 12	Profile														
Senja Sekat 42	1	73,200	m	T 500 x 100 x 10	Profile														
Long BHD SHFT 15	1	73,200	m	L 120 x 120 x 12	Profile														
Long BHD SHFT 16	1	73,200	m	L 120 x 120 x 12	Profile														
Long BHD SHFT 18	1	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile														
Long BHD SHFT 21	1	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile														
Long BHD SHFT 24	1	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile														
Long BHD SHFT 27	1	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile														
Long BHD SHFT 30	1	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile														
Long BHD SHFT 33	1	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile														
Long BHD SHFT 36	1	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile														
Long BHD SHFT 39	1	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile														
Long BHD SHFT 42	1	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile														
Long BHD SHFT 48	1	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile														
Long BHD SHFT 51	1	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile														
Long BHD SHFT 54	1	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile														
Long BHD SHFT 57	1	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile														
Long BHD SHFT 60	1	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile														
Long BHD SHFT 63	1	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile														
Long BHD SHFT 66	1	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile														
Long BHD SHFT 69	1	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile														
Long BHD SHFT 72	1	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile														
Long BHD SHFT 78	1	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile														
Long BHD SHFT 81	1	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile														
Long BHD SHFT 84	1	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile														
Long BHD SHFT 87	1	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile														
Long BHD SHFT 90	1	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile														
Long BHD SHFT 93	1	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile														
Long BHD SHFT 96	1	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile														
Long BHD SHFT 99	1	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile														
Long BHD SHFT 102	1	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile														
Long BHD SHFT 108	1	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile														
Long BHD SHFT 111	1	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile														
Long BHD SHFT 114	1	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile														
Long BHD SHFT 117	1	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile														
Long BHD SHFT 120	1	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile														
Long BHD SHFT 123	1	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile														
Long BHD SHFT 126	1	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile														
Long BHD SHFT 129	1	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile														
Long BHD SHFT 132	1	12,000	m	T 500 x 100 x 10	Profile														

Sekat

NB : luas-luas m³ % 2,92
 Volume Total = 100,265 m³
 Berat Konstruksi = 764,158 ton
 Berat Total = 787,083 ton
 LCG = 447,765 m
 KG = 9,444 m

97,345 764,158 34207,866 7216,818

Bagian		DECK HOUSE						Main Dimension					
		TUGAS MERANCANG II - MIDSHIP SECTION & CONSTRUCTION PROFILE											
		Nama kapal : BG. FINANCIA 56						L =	93,91	m			
		Type kapal : Self propelled CNG Barge						B =	27,45	m			
		Sistem konstruksi : Memanjang						H =	6,41	m			
		ABS 2019 - RULES FOR BUILDING AND CLASSING - STEEL BARGES						T =	3,38	m			
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan / Uraian						Hasil				
			Layer 1										
			<p>Deck Plating Exposed Deck Plating of Decks on the First and Second Tiers above the Freeboard Deck (2002). The deck plating thickness is not to be less than obtained from the following equations. The required thickness is not to be less than 5.0 mm (0.20 in.).</p> $t = 0.009s + 0.8 \text{ mm} \quad \text{for } s \leq 685 \text{ mm}$ <p>where :</p> <p>t = deck thickness, in mm (in.) s = spacing of deck beams, in mm (in.)</p> <p>diketahui :</p> <p>s = 600 mm = 0,6 m</p> <p>perhitungan :</p> $t = 6,2 \text{ mm}$						t =	7 mm			
			<p>Deck Beams and Girders Each deck beam or girder, in association with the plating to which it is attached, is to have section modulus SM not less than obtained from the following equation: $SM = 7.8c\ell s^2 \text{ cm}^3$ where c = 0,59 s = spacing of beams, in m (ft), or in the case of girders, spacing between girders, in m (ft) = 0,60 m ; for deck beam = 3,00 m ; for girder ℓ = unsupported span of beams or girders, in m (ft) = 4,27 m ; for deck beam = 4,27 m ; for girder h = the value of h to be used in the above equation is to be obtained from the following tier level i) on the first tier level above the freeboard deck and located forward of 0.05L from the forward perpendicular FP: $h = (L/75) + 0.61 \text{ meters} \quad 0.05L = 4,6955 \text{ m}$ where L is the length of barge, in m (ft) jarak dari FP = 4,2214 m = 1,86 m</p> <p>Sehingga modulus dapat dihitung sebagai berikut :</p> <p>SM = 92,95403434 cm³ ; for deck beam SM = 464,7701717 cm⁴ ; for girder</p>										
Profil untuk :		Bagian	Ukuran horizontal (cm)	Ukuran vertikal (cm)	Luas (cm ²) (F)	Jarak thd sumbu xx (cm)	Momen Luas (cm ³)	Momen Inertia (cm ⁴)	Momen inertia individu				
DH girder													
Posisi :		face	10	1	10	31,7	317	10048,9	0,83333				
W _{req} =		web	1	30	30	16,2	486	7873,2	2250				
464,77 cm ³		pengikat	60	1,2	72	0,6	43,2	25,92	8,64				
				Jumlah :	112		846,2	17948	2259,47				
W =		Z ₁	=	846,2/112									
			=	7,555357143 cm									
560,5335894 cm ³		Z ₂	=	32,2 -8									
			=	24,64464286 cm									
dimensi profil :		I _{xx}	=	17948,02+2259,473333333333									
300x100x10		I _{yy}	=	20207,49333 cm ⁴									
Status :		I _{na}	=	20207,49333333333-112*8^2									
Diterima		W ₁	=	13814,1501190476/8									
			=	1828,391413 cm ³									
		W ₂	=	13814,1501190476/25									
			=	560,5335894 cm ³									
Sehingga Ukuran Profil adalah								W = 560,5 cm ³					
Modulus : 560,5 cm ³								T300x100x10					
Profil : T300x100x10													

Profil untuk :	Bagian	Ukuran horizontal (cm)	Ukuran vertikal (cm)	Luas (cm ²) (F)	Jarak thd sumbu xx (cm)	Momen Luas (cm ³)	Momen Inertia (cm ⁴)	Momen inertia individu
DH beam								
Posisi :								
DH 1	face	5	1	5	14,2	71	1008,2	0,41667
W _{req} =	web	1	12,5	12,5	7,45	93,125	693,781	162,76
92,95 cm ³	pengikut	60	1,2	72	0,6	43,2	25,92	8,64
			Jumlah :	89,5		207,325	1727,9	171,817
W =	Z ₁	=	207,325/89,5					
		=	2,316480447	cm				
	Z ₂	=	14,7	-2				
114,6244425 cm ³		=	12,38351955	cm				
	I _{xx}	=	1727,90125+171,817083333333					
dimensi profil :		=	1899,718333	cm ⁴				
125x50x10	I _{na}	=	1899,71833333333-89,5*2^2					
Status :		=	1419,454025	cm ⁴				
Diterima	W ₁	=	1419,45402467412/2					
		=	612,763223	cm ³				
	W ₂	=	1419,45402467412/12					
		=	114,6244425	cm ³				

Sehingga Ukuran Profil adalah

Modulus : 114,6 cm³
 Profil : L125x50x10

W = 114,6 cm³
 L125x50x10

Design Head of Side and End Bulkheads

The design head for side and end bulkhead plating and stiffeners is to be obtained from the following:

$$h = c/bk \text{ m} \quad \text{but } h \text{ is not to be taken less than } hm$$

where

$$hb = 0,16L_1 - 4,0 \text{ m} \quad \text{for } L_1 \leq 150 \text{ m}$$

$$= 11,0256 \text{ m}$$

$$c = 0,5 \quad ; \text{unprotected front bulkheads} \quad fba \leq 3,8673 \text{ m}$$

$$= 0,3 \quad ; \text{side and aft bulkheads} \quad fba \text{ tier } 1 = 2,41 \text{ m}$$

$$k = 0,3 + 0,7b_1/B$$

$$= 0,73 \quad b_1 \text{ tier } 1 = 16,8 \text{ m}$$

perhitungan :

$$h = 4,015607869 \text{ m} \quad ; \text{unprotected front bulkheads}$$

$$h = 2,409364721 \text{ m} \quad ; \text{side and aft bulkheads}$$

$$hm = 2,80 \text{ m}$$

Side and End Bulkheads Plating

The plating thickness is not to be less than obtained from the following equation:

$$t = 3s^*(h)^{1/2} \text{ mm}$$

but t is not to be less than tm

where :

$$h = \text{design head defined in 3-2-8/3.1}$$

$$s = \text{spacing of deck beams, in mm (in.)}$$

$$= 0,60 \text{ mm}$$

perhitungan :

$$t = 3,607016703 \text{ mm} \quad ; \text{unprotected front bulkheads}$$

$$t = 3,011976096 \text{ mm} \quad ; \text{side and aft bulkheads}$$

$$tm = 5,0 + 0,01L \text{ mm}$$

$$= 5,9391 \text{ mm}$$

$$t = 6 \text{ mm}$$

Stiffeners

Each stiffener, in association with the plating to which it is attached, is to have a section modulus SM not less than obtained from the following equation:

$$SM = 3,5sh\ell^2 \text{ cm}^3$$

where :

$$s = \text{spacing of the stiffeners, in m (ft)}$$

$$= 0,60 \text{ m}$$

$$h = \text{design head defined in 3-2-8/3.1}$$

$$= 4,015607869 \text{ m}$$

$$\ell = \text{tween deck height, in m (ft), or in the case of horizontal stiffeners, web spacing, in m (ft)}$$

$$= 2,4 \text{ m}$$

Sehingga modulus dapat dihitung sebagai berikut :

$$SM = 48,57279278 \text{ cm}^3$$

Profil untuk :	Bagian	Ukuran horizontal (cm)	Ukuran vertikal (cm)	Luas (cm ²) (F)	Jarak thd sumbu xx (cm)	Momen Luas (cm ³)	Momen Inertia (cm ⁴)	Momen inertia individu
DH stiff								
Posisi :								
DH 1	face	5	1	5	11,7	58,5	684,45	0,41667
W _{req} =	web	1	10	10	6,2	62	384,4	83,3333
48,57 cm ³	pengikut	60	1,2	72	0,6	43,2	25,92	8,64
			Jumlah :	87		163,7	1094,77	92,39
W =	Z ₁	=	163,7/87					
		=	1,881609195 cm					
85,20132561 cm ³	Z ₂	=	12,2-2					
		=	10,3183908 cm					
	I _{xx}	=	1094,77+92,39					
dimensi profil :		=	1187,16 cm ⁴					
100x50x10	I _{na}	=	1187,16-87*2 ²					
Status :		=	879,1405747 cm ⁴					
Diterima	W ₁	=	879,140574712644/2					
		=	467,2280391 cm ³					
	W ₂	=	879,140574712644/10					
		=	85,20132561 cm ³					

Sehingga Ukuran Profil adalah
 Modulus : 85,2 cm³
 Profil : L100x50x10
 W = 85,2 cm³
L100x50x10

Layer 2

Deck Plating
 Sama seperti Layer 1 :
 t = 6,2 mm
 t = 7 mm

Deck Beams and Girders
 h = the value of h to be used in the above equation is to be obtained from the following tier level
 iv) on the second tier located forward of 0.05L from the FP:

$$h = (L/180) + 0.57 \text{ m} \quad 0.05L = 0,35 \text{ m}$$
 where L is the length of barge, in m (ft) jarak dari FP = 4,2214 m
 = 1,09 m
 Sehingga modulus dapat dihitung sebagai berikut :
 SM = 54,49662659 cm³ ; for deck beam
 SM = 272,483133 cm⁴ ; for girder
 Sehingga Ukuran Profil adalah
 Profil : T300x100x10 ; for girder
 L125x50x10 ; for deck beam
T300x100x10
L125x50x10

Side and End Bulkheads Plating
 Sama seperti tier 1
 t = 6 mm
 t = 6 mm

Stiffeners
 Sama seperti tier 1
 Profil : L100x50x10
L100x50x10

Layer 3

Deck Plating
 Exposed Deck Plating on Third and Higher Tiers above the Freeboard Deck and Enclosed Decks within Deckhouses at all Levels (2002)
 The deck plating thickness is not to be less than obtained from the following equation. The required thickness is not to be less than 4.5 mm (0.18 in.).

$$t = 0.0058s + 1.0 \text{ mm}$$
 where :
 t = deck thickness, in mm (in.)
 s = spacing of deck beams, in mm (in.)
 diketahui :
 s = 600 mm 0,6 m
 perhitungan :
 t = 4,48 mm
 t = 5 mm

Deck Beams and Girders
 h = the value of h to be used in the above equation is to be obtained from the following tier level
 vii) on exposed third and higher tiers and on decks within deckhouses at all levels:
 h = 0,46 m
 Sehingga modulus dapat dihitung sebagai berikut :
 SM = 22,96229547 cm³ ; for deck beam
 SM = 114,8114773 cm⁴ ; for girder

	<p>Sehingga Ukuran Profil adalah Profil : T300x100x10 ; for girder L125x50x10 ; for deck beam</p>	<p>T300x100x10 L125x50x10</p>
	<p>Side and End Bulkheads Plating Sama seperti tier 2 t = 6 mm</p>	<p>t = 6 mm</p>
	<p>Stiffeners Sama seperti tier 2 Profil : L100x50x10</p>	<p>L100x50x10</p>
	<p>Layer 4</p>	
	<p>Deck Plating Sama seperti Layer 3 : t = 4,48 mm</p>	<p>t = 5 mm</p>
	<p>Deck Beams and Girders Sama seperti Layer 3 : Sehingga Ukuran Profil adalah Profil : T300x100x10 ; for girder L125x50x10 ; for deck beam</p>	<p>T300x100x10 L125x50x10</p>
	<p>Side and End Bulkheads Plating Sama seperti tier 3 t = 6 mm</p>	<p>t = 6 mm</p>
	<p>Stiffeners Sama seperti tier 2 Profil : L100x50x10</p>	<p>L100x50x10</p>

Perhitungan Deck House

Level 1	Level 2	Level 3					Level 4							Berat								
Grand block	Block	Piece Part					Raw Material															
		Item	Jumlah	Ukuran	Satuan (m ²)/(m)	Ukuran profile(mm)/(tebal pelat (m))	Item	Panjang (m)	Lebar (m)	Tebal (m)	Face (m)	Web (m)	Tebal (m)							Panjang (m)	Jumlah	Satuan
																	Volume (m ³)	Berat (ton)	LCG dari AP (m)	Momen LCG	KG dari Baseline (m)	Momen KG
DH 1	Samping	Pelat bhd 140	1	40,320	m ²	0,006	Pelat	6	1,8	0,006				3,7	Lembar	0,242	1,899	85,083	161,579	7,596	14,425	
		Penumpu Sekat 140	5	2,400	m	L 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	2,400	2,0	Lonjor	0,048	0,377	85,083	32,059	7,596	2,862
		Pelat Sisi	2	36,00	m ²	0,006	Pelat	6	1,8	0,006				6,7	Lembar	0,432	3,391	90,878	308,185	7,596	25,760	
		web 141	2	2,400	m	L 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,019	0,151	85,693	12,916	7,596	1,145
		frame 142	2	2,400	m	L 100 x 50 x 10	Profile				0,05	0,1	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,007	0,057	86,303	4,878	7,596	0,429
		frame 143	2	2,400	m	L 100 x 50 x 11	Profile				0,05	0,1	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,007	0,057	86,913	4,912	7,596	0,429
		web 144	2	2,400	m	L 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,019	0,151	87,523	13,191	7,596	1,145
		frame 145	2	2,400	m	L 100 x 50 x 10	Profile				0,05	0,1	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,007	0,057	88,133	4,981	7,596	0,429
		frame 146	2	2,400	m	L 100 x 50 x 11	Profile				0,05	0,1	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,007	0,057	88,743	5,016	7,596	0,429
		web 147	2	2,400	m	L 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,019	0,151	89,353	13,467	7,596	1,145
		frame 148	2	2,400	m	L 100 x 50 x 10	Profile				0,05	0,1	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,007	0,057	89,963	5,085	7,596	0,429
		frame 149	2	2,400	m	L 100 x 50 x 11	Profile				0,05	0,1	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,007	0,057	90,573	5,119	7,596	0,429
		web 150	2	2,400	m	L 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,019	0,151	91,183	13,743	7,596	1,145
		frame 151	2	2,400	m	L 100 x 50 x 10	Profile				0,05	0,1	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,007	0,057	91,793	5,188	7,596	0,429
		frame 152	2	2,400	m	L 100 x 50 x 11	Profile				0,05	0,1	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,007	0,057	92,403	5,223	7,596	0,429
		web 153	2	2,400	m	L 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,019	0,151	93,013	14,019	7,596	1,145
		frame 154	2	2,400	m	L 100 x 50 x 10	Profile				0,05	0,1	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,007	0,057	93,623	5,292	7,596	0,429
		frame 155	2	2,400	m	L 100 x 50 x 11	Profile				0,05	0,1	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,007	0,057	94,233	5,326	7,596	0,429
		web 156	2	2,400	m	L 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,019	0,151	94,843	14,295	7,596	1,145
		frame 157	2	2,400	m	L 100 x 50 x 10	Profile				0,05	0,1	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,007	0,057	95,453	5,395	7,596	0,429
		frame 158	2	2,400	m	L 100 x 50 x 11	Profile				0,05	0,1	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,007	0,057	96,063	5,429	7,596	0,429
		Pelat bhd 159	1	10,320	m ²	0,006	Pelat	6	1,8	0,006					1,0	Lembar	0,062	0,486	96,673	46,990	7,596	3,692
		Penumpu Sekat 159	1	2,400	m	L 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	2,400	0,4	Lonjor	0,010	0,075	96,673	7,285	7,596	0,572
		Pelat Deck	1	170,600	m ²	0,007	Pelat	6	1,8	0,007					15,8	Lembar	1,194	9,374	90,248	846,029	8,810	82,589
	fr 140	2	8,4	m	L 125 x 50 x 10	Profile				0,05	0,125	0,01	8,400	2,8	Lonjor	0,029	0,231	85,083	19,636	8,748	2,019	
	Wfr 141	2	8,4	m	L 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	8,400	2,8	Lonjor	0,067	0,528	85,693	45,205	8,660	4,568	
	fr 142	2	8,4	m	L 125 x 50 x 10	Profile				0,05	0,125	0,01	8,400	2,8	Lonjor	0,029	0,231	86,303	19,918	8,748	2,019	
	fr 143	2	8,4	m	L 125 x 50 x 10	Profile				0,05	0,125	0,01	8,400	2,8	Lonjor	0,029	0,231	86,913	20,059	8,748	2,019	
	Wfr 144	2	8,4	m	L 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	8,400	2,8	Lonjor	0,067	0,528	87,523	46,170	8,660	4,568	
	fr 145	2	8,4	m	L 125 x 50 x 10	Profile				0,05	0,125	0,01	8,400	2,8	Lonjor	0,029	0,231	88,133	20,340	8,748	2,019	
	fr 146	2	8,4	m	L 125 x 50 x 10	Profile				0,05	0,125	0,01	8,400	2,8	Lonjor	0,029	0,231	88,743	20,481	8,748	2,019	
	Wfr 147	2	8,4	m	L 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	8,400	2,8	Lonjor	0,067	0,528	89,353	47,135	8,660	4,568	
	fr 148	2	8,4	m	L 125 x 50 x 10	Profile				0,05	0,125	0,01	8,400	2,8	Lonjor	0,029	0,231	89,963	20,763	8,748	2,019	
	fr 149	2	8,4	m	L 125 x 50 x 10	Profile				0,05	0,125	0,01	8,400	2,8	Lonjor	0,029	0,231	90,573	20,903	8,748	2,019	
	Wfr 150	2	8,4	m	L 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	8,400	2,8	Lonjor	0,067	0,528	91,183	48,101	8,660	4,568	
	fr 151	2	8,4	m	L 125 x 50 x 10	Profile				0,05	0,125	0,01	8,400	2,8	Lonjor	0,029	0,231	91,793	21,185	8,748	2,019	
	fr 152	2	8,4	m	L 125 x 50 x 10	Profile				0,05	0,125	0,01	8,400	2,8	Lonjor	0,029	0,231	92,403	21,326	8,748	2,019	
	Wfr 153	2	7,86	m	L 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	7,860	2,6	Lonjor	0,063	0,494	93,013	45,912	8,660	4,275	
	fr 154	2	7	m	L 125 x 50 x 10	Profile				0,05	0,125	0,01	7,000	2,3	Lonjor	0,025	0,192	93,623	18,006	8,748	1,682	
	fr 155	2	6,2	m	L 125 x 50 x 10	Profile				0,05	0,125	0,01	6,200	2,1	Lonjor	0,022	0,170	94,233	16,052	8,748	1,490	
	Wfr 156	2	5,25	m	L 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	6,200	1,8	Lonjor	0,050	0,389	94,843	36,928	8,660	3,372	
	fr 157	2	4,27	m	L 125 x 50 x 10	Profile				0,05	0,125	0,01	5,250	1,4	Lonjor	0,018	0,144	95,453	13,768	8,748	1,262	
	fr 158	2	3,235	m	L 125 x 50 x 10	Profile				0,05	0,125	0,01	4,270	1,1	Lonjor	0,015	0,117	96,063	11,270	8,748	1,026	
	Wfr 159	2	2,15	m	L 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	2,150	0,7	Lonjor	0,017	0,135	96,673	13,053	8,660	1,169	
	Deck Girder	2	11,600	m	T 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	11,600	3,9	Lonjor	0,093	0,728	90,825	66,164	8,660	6,309	
	Deck Girder	2	11,120	m	T 300 x 100 x 11	Profile				0,1	0,3	0,01	11,120	3,7	Lonjor	0,089	0,698	90,588	63,261	8,660	6,048	
	Deck Girder	2	9,230	m	T 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	9,230	3,1	Lonjor	0,074	0,580	90,615	52,524	8,660	5,020	
																		3,187	25,021	2253,764	210,017	

Nb :	Las-las.an 3 %	0,10
	Volume Total =	3,283 m ³
	Berat Konstruksi =	25,021 ton
	Berat Total =	25,772 ton
	LCG =	90,073 m
	KG =	8,393 m

ρ baja = 7,85 ton/m³

Grand block	Block	Level 3				Level 4										Berat									
		Piece Part				Raw Material										Volume (m ³)	Berat (ton)	LCG dari AP (m)	Momen LCG	KG dari Baseline (m)	Momen KG				
		Item	Jumlah	Ukuran	Satuan (m ²)/(m)	Ukuran profile(mm)/tebal pelat (m)	Item	Ukuran Pelat		Ukuran Profile				Jumlah	Satuan										
						Panjang (m)	Lebar (m)	Tebal (m)	Face (m)	Web (m)	Tebal (m)	Panjang (m)													
DH 2	Samping	Pelat bhd 140	1	40,320	m ²	0,006											3,7	Lembar	0,242	1,899	85,083	161,579	9,996	18,983	
		Penumpu Sekat 140	5	2,400	m	L 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	2,400	2,0	Lonjor	0,048	0,377	85,083	32,059	9,996	3,766			
		Pelat Sisi	2	36,00	m ²	0,006		6	1,8	0,006								6,7	Lembar	0,432	3,391	90,878	308,185	9,996	33,898
		web 141	2	2,400	m	L 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,019	0,151	85,693	12,916	9,996	1,507			
		frame 142	2	2,400	m	L 100 x 50 x 10	Profile				0,05	0,1	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,007	0,057	86,303	4,878	9,996	0,565			
		frame 143	2	2,400	m	L 100 x 50 x 11	Profile				0,05	0,1	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,007	0,057	86,913	4,912	9,996	0,565			
		web 144	2	2,400	m	L 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,019	0,151	87,523	13,191	9,996	1,507			
		frame 145	2	2,400	m	L 100 x 50 x 10	Profile				0,05	0,1	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,007	0,057	88,133	4,981	9,996	0,565			
		frame 146	2	2,400	m	L 100 x 50 x 11	Profile				0,05	0,1	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,007	0,057	88,743	5,016	9,996	0,565			
		web 147	2	2,400	m	L 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,019	0,151	89,353	13,467	9,996	1,507			
		frame 148	2	2,400	m	L 100 x 50 x 10	Profile				0,05	0,1	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,007	0,057	89,963	5,085	9,996	0,565			
		frame 149	2	2,400	m	L 100 x 50 x 11	Profile				0,05	0,1	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,007	0,057	90,573	5,119	9,996	0,565			
		web 150	2	2,400	m	L 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,019	0,151	91,183	13,743	9,996	1,507			
		frame 151	2	2,400	m	L 100 x 50 x 10	Profile				0,05	0,1	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,007	0,057	91,793	5,188	9,996	0,565			
		frame 152	2	2,400	m	L 100 x 50 x 11	Profile				0,05	0,1	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,007	0,057	92,403	5,223	9,996	0,565			
		web 153	2	2,400	m	L 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,019	0,151	93,013	14,019	9,996	1,507			
		frame 154	2	2,400	m	L 100 x 50 x 10	Profile				0,05	0,1	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,007	0,057	93,623	5,292	9,996	0,565			
		frame 155	2	2,400	m	L 100 x 50 x 11	Profile				0,05	0,1	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,007	0,057	94,233	5,326	9,996	0,565			
		web 156	2	2,400	m	L 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,019	0,151	94,843	14,295	9,996	1,507			
		frame 157	2	2,400	m	L 100 x 50 x 10	Profile				0,05	0,1	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,007	0,057	95,453	5,395	9,996	0,565			
		frame 158	2	2,400	m	L 100 x 50 x 11	Profile				0,05	0,1	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,007	0,057	96,063	5,429	9,996	0,565			
		Pelat bhd 159	1	10,320	m ²	0,006		6	1,8	0,006								1,0	Lembar	0,062	0,486	96,673	46,990	9,996	4,859
		Penumpu Sekat 159	1	2,400	m	L 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	2,400	0,4	Lonjor	0,010	0,075	96,673	7,285	9,996	0,753			
		Deck	Pelat Deck	1	170,600	m ²	0,007		6	1,8	0,007							15,8	Lembar	1,194	9,374	90,248	846,029	11,210	105,088
			fr 140	2	8,4	m	L 125 x 50 x 10	Profile				0,05	0,125	0,01	8,400	2,8	Lonjor	0,029	0,231	85,083	19,636	11,148	2,573		
			Wfr 141	2	8,4	m	L 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	8,400	2,8	Lonjor	0,067	0,528	85,693	45,205	11,060	5,834		
			fr 142	2	8,4	m	L 125 x 50 x 10	Profile				0,05	0,125	0,01	8,400	2,8	Lonjor	0,029	0,231	86,303	19,918	11,148	2,573		
			fr 143	2	8,4	m	L 125 x 50 x 10	Profile				0,05	0,125	0,01	8,400	2,8	Lonjor	0,029	0,231	86,913	20,059	11,148	2,573		
			Wfr 144	2	8,4	m	L 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	8,400	2,8	Lonjor	0,067	0,528	87,523	46,170	11,060	5,834		
			fr 145	2	8,4	m	L 125 x 50 x 10	Profile				0,05	0,125	0,01	8,400	2,8	Lonjor	0,029	0,231	88,133	20,340	11,148	2,573		
			fr 146	2	8,4	m	L 125 x 50 x 10	Profile				0,05	0,125	0,01	8,400	2,8	Lonjor	0,029	0,231	88,743	20,481	11,148	2,573		
			Wfr 147	2	8,4	m	L 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	8,400	2,8	Lonjor	0,067	0,528	89,353	47,135	11,060	5,834		
	fr 148		2	8,4	m	L 125 x 50 x 10	Profile				0,05	0,125	0,01	8,400	2,8	Lonjor	0,029	0,231	89,963	20,763	11,148	2,573			
	fr 149		2	8,4	m	L 125 x 50 x 10	Profile				0,05	0,125	0,01	8,400	2,8	Lonjor	0,029	0,231	90,573	20,903	11,148	2,573			
	Wfr 150		2	8,4	m	L 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	8,400	2,8	Lonjor	0,067	0,528	91,183	48,101	11,060	5,834			
	fr 151		2	8,4	m	L 125 x 50 x 10	Profile				0,05	0,125	0,01	8,400	2,8	Lonjor	0,029	0,231	91,793	21,185	11,148	2,573			
	fr 152		2	8,4	m	L 125 x 50 x 10	Profile				0,05	0,125	0,01	8,400	2,8	Lonjor	0,029	0,231	92,403	21,326	11,148	2,573			
	Wfr 153		2	7,86	m	L 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	7,860	2,6	Lonjor	0,063	0,494	93,013	45,912	11,060	5,459			
	fr 154		2	7	m	L 125 x 50 x 10	Profile				0,05	0,125	0,01	7,000	2,3	Lonjor	0,025	0,192	93,623	18,006	11,148	2,144			
	fr 155		2	6,2	m	L 125 x 50 x 10	Profile				0,05	0,125	0,01	6,200	2,1	Lonjor	0,022	0,170	94,233	16,052	11,148	1,899			
	Wfr 156		2	5,25	m	L 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	6,200	1,8	Lonjor	0,050	0,389	94,843	36,928	11,060	4,306			
	fr 157		2	4,27	m	L 125 x 50 x 10	Profile				0,05	0,125	0,01	5,250	1,4	Lonjor	0,018	0,144	95,453	13,768	11,148	1,608			
	fr 158		2	3,235	m	L 125 x 50 x 10	Profile				0,05	0,125	0,01	4,270	1,1	Lonjor	0,015	0,117	96,063	11,270	11,148	1,308			
	Wfr 159		2	2,15	m	L 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	2,150	0,7	Lonjor	0,017	0,135	96,673	13,053	11,060	1,493			
	Deck Girder		2	11,600	m	T 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	11,600	3,9	Lonjor	0,093	0,728	90,825	66,164	11,060	8,057			
Deck Girder	2		11,120	m	T 300 x 100 x 11	Profile				0,1	0,3	0,01	11,120	3,7	Lonjor	0,089	0,698	90,588	63,261	11,060	7,724				
Deck Girder	2	9,230	m	T 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	9,230	3,1	Lonjor	0,074	0,580	90,615	52,524	11,060	6,411					
																		3,187	25,021		2253,764		270,068		

Nb :	Las-las an 3 %	0,10			
	Volume Total =	3,283	m ³	ρ baja =	7,85 ton/m ³
	Berat Konstruksi =	25,021	ton		
	Berat Total =	25,772	ton		
	LCG =	90,073	m		
	KG =	10,793	m		

Grand block	Block	Level 3					Level 4										Berat						
		Piece Part					Raw Material					Ukuran Profile											
		Item	Jumlah	Ukuran	Satuan (m ²)/(m)	Ukuran profile(mm)/tebal pelat (m)	Item	Panjang (m)	Lebar (m)	Tebal (m)	Face (m)	Web (m)	Tebal (m)	Panjang (m)		Satuan	Volume (m ³)	Berat (ton)	LCG dari AP (m)	Momen LCG (m ⁴)	KG dari Baseline (m)	Momen KG	
DH3	Samping	Pelat bhd 142	1	34,560	m ²	0,006	Pelat	6	1,8	0,006						3,2	Lembar	0,207	1,628	86,303	140,482	12,396	20,178
		Penumpu Sekat 142	5	2,400	m	L 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	2,400	2,0	Lonjor	0,048	0,377	86,303	32,519	12,396	4,671	
		Pelat Sisi	2	17,28	m ²	0,006	Pelat	6	1,8	0,006						3,2	Lembar	0,207	1,628	89,662	145,950	12,396	20,178
		frame 143	2	2,400	m	L 100 x 50 x 11	Profile				0,05	0,1	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,007	0,057	86,913	4,912	12,396	0,701	
		web 144	2	2,400	m	L 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,019	0,151	87,523	13,191	12,396	1,868	
		frame 145	2	2,400	m	L 100 x 50 x 10	Profile				0,05	0,1	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,007	0,057	88,133	4,981	12,396	0,701	
		frame 146	2	2,400	m	L 100 x 50 x 11	Profile				0,05	0,1	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,007	0,057	88,743	5,016	12,396	0,701	
		web 147	2	2,400	m	L 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,019	0,151	89,353	13,467	12,396	1,868	
		frame 148	2	2,400	m	L 100 x 50 x 10	Profile				0,05	0,1	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,007	0,057	89,963	5,085	12,396	0,701	
		frame 149	2	2,400	m	L 100 x 50 x 11	Profile				0,05	0,1	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,007	0,057	90,573	5,119	12,396	0,701	
		web 150	2	2,400	m	L 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,019	0,151	91,183	13,743	12,396	1,868	
		frame 151	2	2,400	m	L 100 x 50 x 10	Profile				0,05	0,1	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,007	0,057	91,793	5,188	12,396	0,701	
		frame 152	2	2,400	m	L 100 x 50 x 11	Profile				0,05	0,1	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,007	0,057	92,403	5,223	12,396	0,701	
		Pelat bhd 153	1	28,800	m ²	0,006	Pelat	6	1,8	0,006						2,7	Lembar	0,173	1,356	93,013	126,170	12,396	16,815
		Penumpu Sekat 153	5	2,400	m	L 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	2,400	2,0	Lonjor	0,048	0,377	93,013	35,047	12,396	4,671	
	Pelat Deck	1	95,200	m ²	0,007	Pelat	6	1,8	0,007						8,8	Lembar	0,666	5,231	89,973	470,669	13,610	71,197	
	fr 143	2	7,2		L 125 x 50 x 10	Profile				0,05	0,125	0,01	7,200	2,4	Lonjor	0,025	0,198	86,913	17,193	13,548	2,680		
	fr 144	2	7,2		L 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	7,200	2,4	Lonjor	0,058	0,452	87,523	39,574	13,460	6,086		
	fr 145	2	7,2		L 125 x 50 x 10	Profile				0,05	0,125	0,01	7,200	2,4	Lonjor	0,025	0,198	88,133	17,434	13,548	2,680		
	fr 146	2	7,2		L 125 x 50 x 10	Profile				0,05	0,125	0,01	7,200	2,4	Lonjor	0,025	0,198	88,743	17,555	13,548	2,680		
	fr 147	2	7,2		L 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	7,200	2,4	Lonjor	0,058	0,452	89,353	40,402	13,460	6,086		
	fr 148	2	7,2		L 125 x 50 x 10	Profile				0,05	0,125	0,01	7,200	2,4	Lonjor	0,025	0,198	89,963	17,796	13,548	2,680		
	fr 149	2	7,2		L 125 x 50 x 10	Profile				0,05	0,125	0,01	7,200	2,4	Lonjor	0,025	0,198	90,573	17,917	13,548	2,680		
	fr 150	2	7,2		L 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	7,200	2,4	Lonjor	0,058	0,452	91,183	41,229	13,460	6,086		
	fr 151	2	7,2		L 125 x 50 x 10	Profile				0,05	0,125	0,01	7,200	2,4	Lonjor	0,025	0,198	91,793	18,158	13,548	2,680		
	fr 152	2	7,2		L 125 x 50 x 10	Profile				0,05	0,125	0,01	7,200	2,4	Lonjor	0,025	0,198	92,403	18,279	13,548	2,680		
	Deck Girder	5	6,710	m	T 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	6,710	5,6	Lonjor	0,134	1,053	89,662	94,456	13,460	14,180		
																		1,941	15,239		1366,759		199,417

Nb : Las-las an 3 % 0,06

Volume Total = 2,000 m³
 Berat Konstruksi = 15,239 ton
 Berat Total = 15,697 ton
 LCG = 89,686 m
 KG = 13,086 m

ρ baja = 7,85 ton/m³

Grand block	Level 1	Level 2	Level 3				Level 4										Berat						
			Piece Part				Raw Material						Jumlah										
			Item	Jumlah	Ukuran	Satuan (m ²)/(m)	Ukuran profile(mm)/tebal pelat (m)	Item	Panjang (m)	Lebar (m)	Tebal (m)	Face (m)	Web (m)	Tebal (m)	Panjang (m)	Satuan	Volume (m ³)	Berat (ton)	LCG dari AP (m)	Momen LCG (m ⁴)	KG dari Baseline (m)	Momen KG	
DH 4	Samping	Pelat bhd 142	1	34,560	m ²	0,006	Pelat	6	1,8	0,006					3,2	Lembar	0,207	1,628	96,673	157,362	14,796	24,085	
		Penumpu Sekat 142	5	2,400	m	L 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	2,400	2,0	Lonjor	0,048	0,377	96,673	36,426	14,796	5,575	
		Pelat Sisi	2	17,28	m ²	0,006	Pelat	6	1,8	0,006						3,2	Lembar	0,207	1,628	89,662	145,950	14,796	24,085
		frame 143	2	2,400	m	L 100 x 50 x 11	Profile				0,05	0,1	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,007	0,057	90,825	5,133	14,796	0,836	
		web 144	2	2,400	m	L 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,019	0,151	91,435	13,781	14,796	2,230	
		frame 145	2	2,400	m	L 100 x 50 x 10	Profile				0,05	0,1	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,007	0,057	92,045	5,202	14,796	0,836	
		frame 146	2	2,400	m	L 100 x 50 x 11	Profile				0,05	0,1	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,007	0,057	92,655	5,237	14,796	0,836	
		web 147	2	2,400	m	L 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,019	0,151	93,265	14,057	14,796	2,230	
		frame 148	2	2,400	m	L 100 x 50 x 10	Profile				0,05	0,1	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,007	0,057	93,875	5,306	14,796	0,836	
		frame 149	2	2,400	m	L 100 x 50 x 11	Profile				0,05	0,1	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,007	0,057	94,485	5,340	14,796	0,836	
		web 150	2	2,400	m	L 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,019	0,151	95,095	14,333	14,796	2,230	
		frame 151	2	2,400	m	L 100 x 50 x 10	Profile				0,05	0,1	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,007	0,057	95,705	5,409	14,796	0,836	
		frame 152	2	2,400	m	L 100 x 50 x 11	Profile				0,05	0,1	0,01	2,400	0,8	Lonjor	0,007	0,057	96,315	5,444	14,796	0,836	
		Pelat bhd 153	1	28,800	m ²	0,006	Pelat	6	1,8	0,006						2,7	Lembar	0,173	1,356	96,925	131,477	14,796	20,070
		Penumpu Sekat 153	5	2,400	m	L 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	2,400	2,0	Lonjor	0,048	0,377	96,925	36,521	14,796	5,575	
		Pelat Deck	1	95,200	m ²	0,007	Pelat	6	1,8	0,007						8,8	Lembar	0,666	5,231	89,973	470,669	16,010	83,752
		fr 143	2	7,2		L 125 x 50 x 10	Profile				0,05	0,125	0,01	7,200	2,4	Lonjor	0,025	0,198	90,825	17,967	15,948	3,155	
	fr 144	2	7,2		L 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	7,200	2,4	Lonjor	0,058	0,452	91,435	41,343	15,860	7,171		
	fr 145	2	7,2		L 125 x 50 x 10	Profile				0,05	0,125	0,01	7,200	2,4	Lonjor	0,025	0,198	92,045	18,208	15,948	3,155		
	fr 146	2	7,2		L 125 x 50 x 10	Profile				0,05	0,125	0,01	7,200	2,4	Lonjor	0,025	0,198	92,655	18,329	15,948	3,155		
	fr 147	2	7,2		L 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	7,200	2,4	Lonjor	0,058	0,452	93,265	42,171	15,860	7,171		
	fr 148	2	7,2		L 125 x 50 x 10	Profile				0,05	0,125	0,01	7,200	2,4	Lonjor	0,025	0,198	93,875	18,570	15,948	3,155		
	fr 149	2	7,2		L 125 x 50 x 10	Profile				0,05	0,125	0,01	7,200	2,4	Lonjor	0,025	0,198	94,485	18,691	15,948	3,155		
	fr 150	2	7,2		L 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	7,200	2,4	Lonjor	0,058	0,452	95,095	42,998	15,860	7,171		
	fr 151	2	7,2		L 125 x 50 x 10	Profile				0,05	0,125	0,01	7,200	2,4	Lonjor	0,025	0,198	95,705	18,932	15,948	3,155		
	fr 152	2	7,2		L 125 x 50 x 10	Profile				0,05	0,125	0,01	7,200	2,4	Lonjor	0,025	0,198	96,315	19,053	15,948	3,155		
	Deck Girder	5	6,710	m	T 300 x 100 x 10	Profile				0,1	0,3	0,01	6,710	5,6	Lonjor	0,134	1,053	89,662	94,456	15,860	16,708		
																		1,941	15,239		1408,367		235,991

Nb :	Las-las.an 3 %	0,06		
	Volume Total =	2,000	m ³	ρ baja = 7,85 ton/m ³
	Berat Konstruksi =	15,239	ton	
	Berat Total =	15,697	ton	
	LCG =	92,416	m	
	KG =	15,486	m	

Volume Total Hull =	10,565	m ³
Berat Konstruksi Hull =	80,522	ton
Berat Total Hull =	82,937	ton
LCG =	90,960	m
KG =	11,370	m

REKAP BERAT

Komponen	Hull	RM	DH	Total
Volume (m3)	165,814	100,265	10,565	276,645
Berat Konstruksi (ton)	1263,729	764,158	80,522	2108,409
Berat Total (ton)	1301,641	787,083	82,937	2171,661
LCG (m)	44,624	44,765	90,960	46,445
KG (m)	2,088	9,444	11,370	5,108

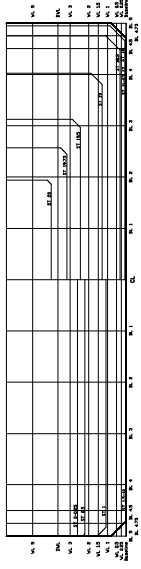
Rekapitulasi Pelat dan Profil Tambahan

Raw	Item	Size		Total			
Ruang Muat							
Plate	Plat sisi	6000 x 1800 x 10	mm	1757	m2	163	lembar
	Plat sekat	6000 x 1800 x 7	mm	1367	m2	127	lembar
	Plat top deck	6000 x 1800 x 7	mm	1804	m2	167	lembar
	Senta sisi	T 500 x 100 x 10	mm	#REF!	m2	#REF!	lembar
	Pelintang sisi	T 500 x 100 x 10	mm	#REF!	m2	#REF!	lembar
	Senta sekat	T 500 x 100 x 10	mm	#REF!	m2	#REF!	lembar
	Penumpu sekat	T 500 x 100 x 10	mm	#REF!	m2	#REF!	lembar
	Penumpu geladak	T 500 x 175 x 15	mm	#REF!	m2	#REF!	lembar
	Pelintang geladak	T 350 x 100 x 10	mm	#REF!	m2	#REF!	lembar
	Plat Inner bottom	6000 x 1800 x 12	mm	#REF!	m2	#REF!	lembar
	Girder	6000 x 1800 x 11	mm	#REF!	m2	#REF!	lembar
Solid Floor	6000 x 1800 x 11	mm	#REF!	m2	#REF!	lembar	
Profile	Side long	L 120 x 120 x 12	mm	#REF!	m	#REF!	lonjor
	Bhd Stiffener	L 120 x 120 x 12	mm	#REF!	m	#REF!	lonjor
	Deck Long	L 80 x 80 x 5	mm	#REF!	m	#REF!	lonjor
	Inner bottom Long	L 120 x 120 x 12	mm	#REF!	m	#REF!	lonjor
Kamar Mesin							
Plate	Plat sisi dan bottom	6000 x 1800 x 12	mm	#REF!	m2	#REF!	lembar
	Plat sekat km	6000 x 1800 x 8	mm	#REF!	m2	#REF!	lembar
	Plat deck	6000 x 1800 x 7	mm	#REF!	m2	#REF!	lembar
	penumpu bhd	T 450 x 100 x 10	mm	#REF!	m2	#REF!	lembar
	senta bhd	T 450 x 100 x 10	mm	#REF!	m2	#REF!	lembar
	Web	T 450 x 100 x 10	mm	#REF!	m2	#REF!	lembar
	frame	L 250 x 100 x 10	mm	#REF!	m2	#REF!	lembar
	Deck beam	L 175 x 100 x 10	mm	#REF!	m2	#REF!	lembar
	Deck girder	T 300 x 100 x 10	mm	#REF!	m2	#REF!	lembar
	Deck strongbeam	T 300 x 100 x 10	mm	#REF!	m2	#REF!	lembar
	Deck beam 2	L 175 x 100 x 10	mm	#REF!	m2	#REF!	lembar
	Deck girder 2	T 450 x 100 x 10	mm	#REF!	m2	#REF!	lembar
Deck strongbeam 2	T 450 x 100 x 10	mm	#REF!	m2	#REF!	lembar	
Profile	BHD Stiffener	L 120 x 120 x 10	mm	#REF!	m	#REF!	lonjor
DH 1&2							
Plate	Plat sekat	6000 x 1800 x 6	mm	15	m2	4	lembar
	penumpu sekat	T 300 x 100 x 10	mm	8	m2	2	lembar
	Pelat sisi	6000 x 1800 x 6	mm	8	m2	2	lembar
	web	T 300 x 100 x 10	mm	8	m2	2	lembar
	Pelat geladak	6000 x 1800 x 7	mm	9	m2	2	lembar
	strong beam	T 300 x 100 x 10	mm	61	m2	12	lembar
penumpu geladak	T 300 x 100 x 10	mm	9	m2	2	lembar	
Profile	penegar sekat	L 100 x 50 x 10	mm	#REF!	m	#REF!	lonjor
	frame	L 100 x 50 x 10	mm	1	m	0	lonjor
	beam	L 125 x 50 x 10	mm	24	m	8	lonjor
DH 3&4							
Plate	Plat sekat	6000 x 1800 x 6	mm	25	m2	6	lembar
	penumpu sekat	T 300 x 100 x 10	mm	25	m2	6	lembar
	Pelat sisi	6000 x 1800 x 6	mm	12	m2	4	lembar
	web	T 300 x 100 x 10	mm	#REF!	m2	#REF!	lembar
	Pelat geladak	6000 x 1800 x 7	mm	14	m2	4	lembar
	strong beam	T 300 x 100 x 10	mm	#REF!	m2	#REF!	lembar
penumpu geladak	T 300 x 100 x 10	mm	13	m2	4	lembar	
Profile	penegar sekat	L 100 x 50 x 10	mm	#REF!	m	#REF!	lonjor
	frame	L 100 x 50 x 10	mm	#REF!	m	#REF!	lonjor
	beam	L 125 x 50 x 10	mm	199	m	66	lonjor

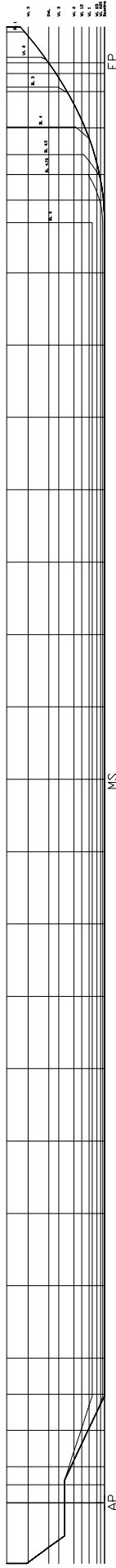
LAMPIRAN B

LINES PLAN DAN GENERAL ARRANGEMENT

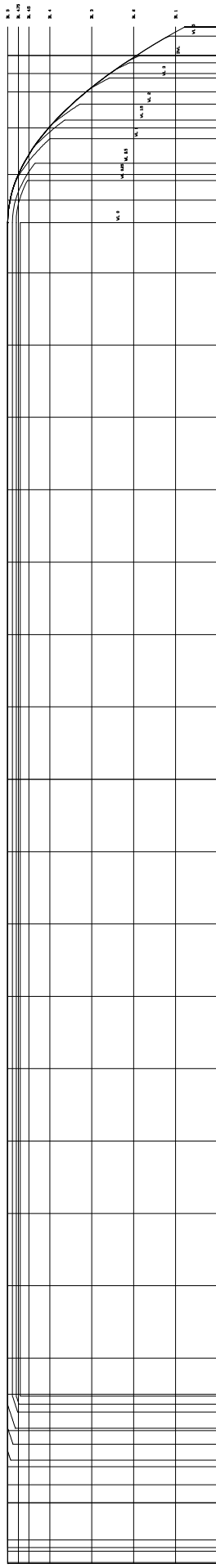
BODY PLAN



SHEER PLAN



HALF-BREADTH PLAN



PRINCIPAL DIMENSIONS	
TYPE OF SHIP	SELF-PROPELLED CNG BARGE
LENGTH OVERALL (LOA)	100.850 m
LENGTH BETWEEN PERPENDICULAR (LBP)	94.318 m
DRAUGHT (T)	3.673 m
HEIGHT (H)	6.410 m
BLOCK COEFFICIENT (CB)	0.890
SERVICE SPEED (V _S)	8.000 KNOTS
COMPLEMENT	23 PERSONS



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

SELF-PROPELLED CNG BARGE FINANCIA 56

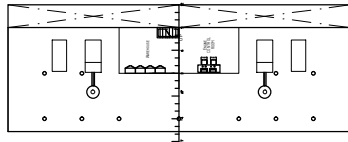
LINES PLAN

SCALE : 1 : 400	SIGNATURE :	NOTE :	DATE :
DRAWN BY : AGRING PRASETIYO			RMP - 001124000004
APPROVED BY :			A3

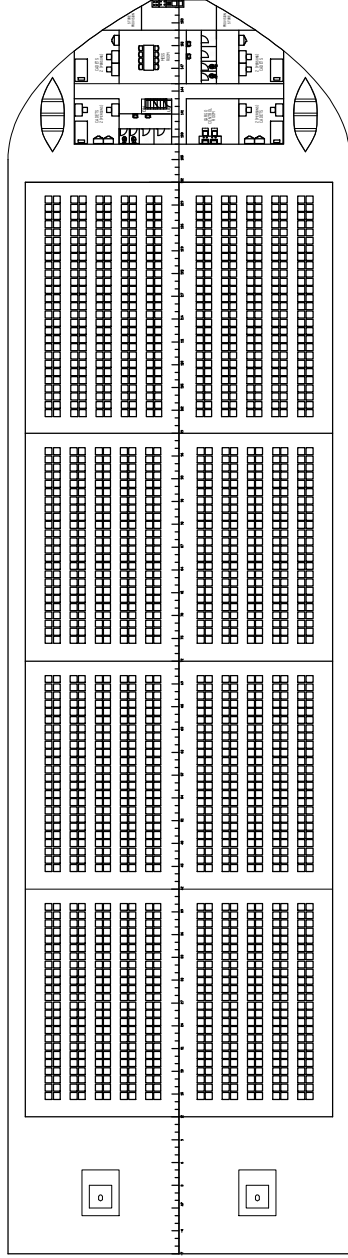
SIDE VIEW



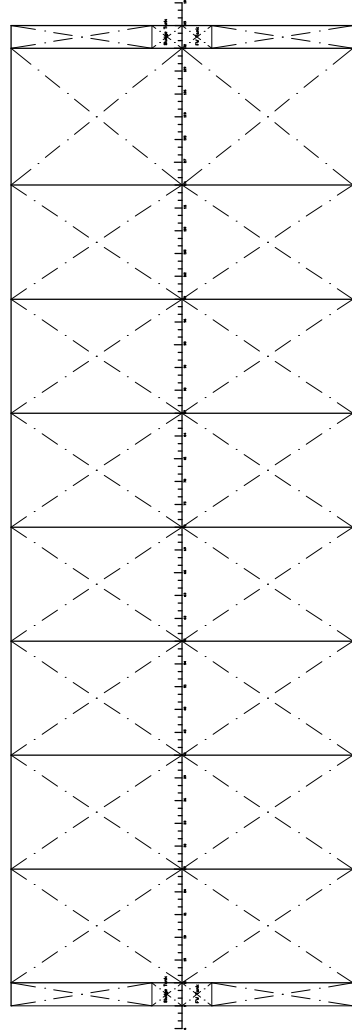
MACHINERY SPACE



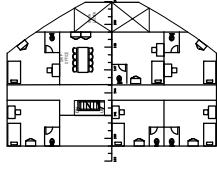
MAIN DECK



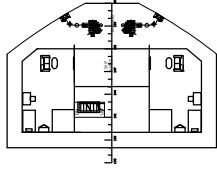
DOUBLE BOTTOM



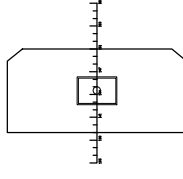
LAYER 1



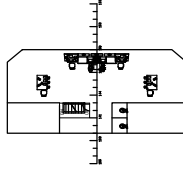
LAYER 2



LAYER 3



LAYER 4



PRINCIPAL DIMENSIONS	
TYPE OF SHIP	SELF-PROPELLED CNG BARGE
LENGTH OVERALL (LOA)	100.00 m
LENGTH BETWEEN PERPENDICULAR (LBP)	54.318 m
BREADTH (M)	24.00 m
HEIGHT (M)	44.40 m
DRAUGHT (T)	3.673 m
BLOCK COEFFICIENT (CB)	0.890
SERVICE SPEED (N)	8.000 KNOTS
COMPLEMENT	2 PERSONS



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

SELF-PROPELLED CNG BARGE

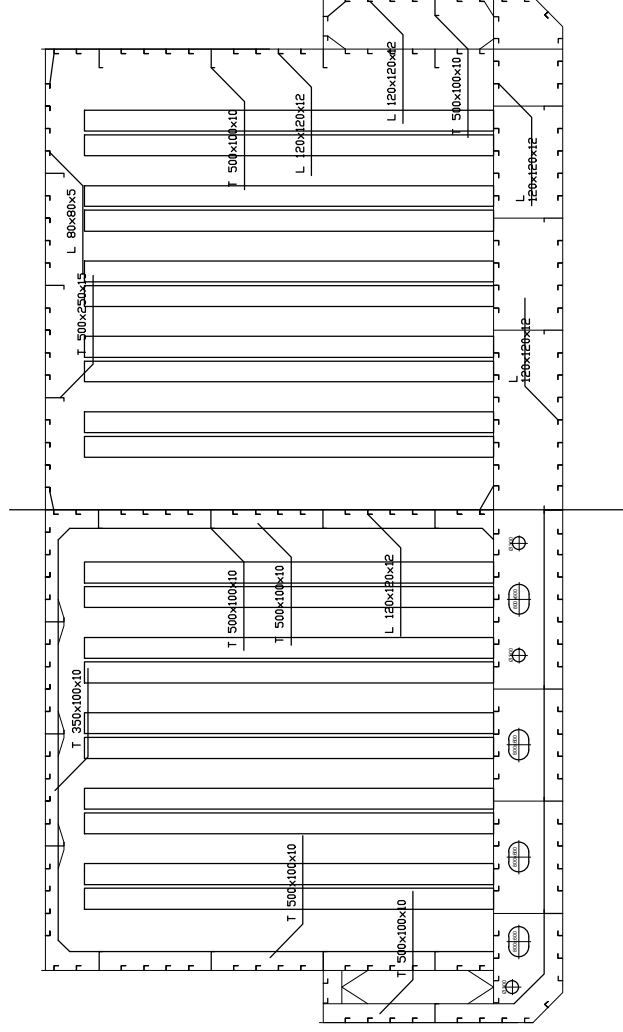
GENERAL ARRANGEMENT

SCALE : 1 : 100	SIGNATURE :	DATE :
DRAWN BY : AGING PRASETYO		REF : 00112000004
APPROVED BY :		A3

LAMPIRAN C

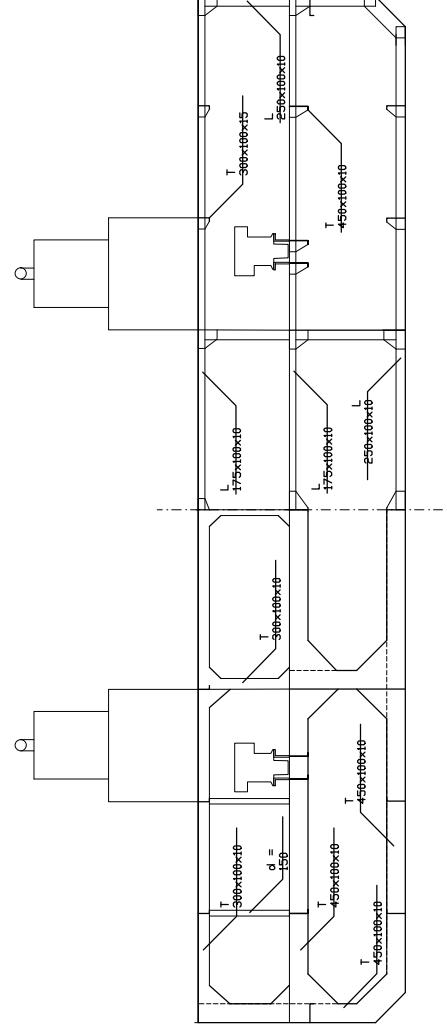
MIDSHIP SECTION DAN CONTRUCTION PROFILE

FRAME 75



FRAME 76

FRAME 6



FRAME 7

PRINCIPAL DIMENSIONS	
TYPE OF SHIP	SELF-PROPELLED CNG BARGE
LENGTH OVERALL (LOA)	100.00 m
LENGTH BETWEEN PERPENDICULAR (LBP)	94.30 m
BREADTH (B)	24.00 m
HEIGHT (H)	6.40 m
DRAUGHT (T)	3.673 m
BLOCK COEFFICIENT (CB)	0.890
SERVICE SPEED (V)	8 KNOTS
COMPLEMENT	23 PERSONS



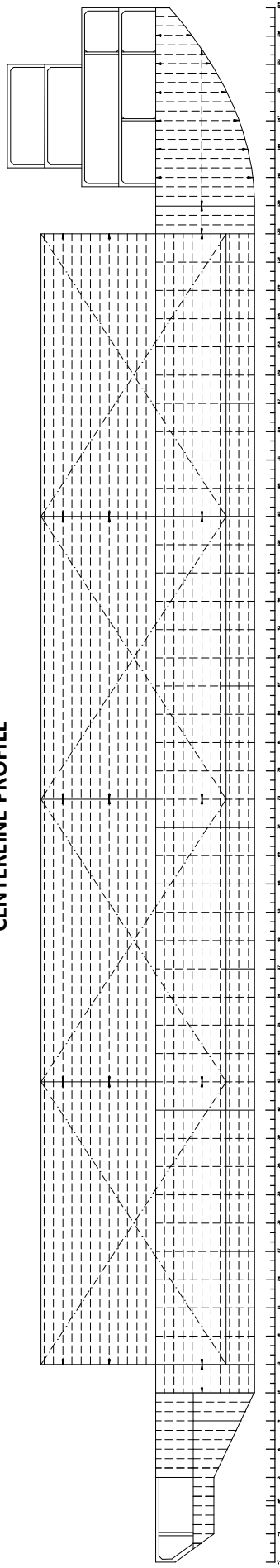
DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE AND SHIPBUILDING ENGINEERING
 FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
 SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY SURABAYA

SELF-PROPELLED CNG BARGE
 FINANCIA 56

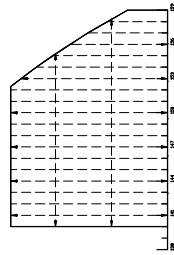
TRANSVERSE SECTION

SCALE	: 1 : 200	SIGNATURE		DATE	
DRAWN BY	: AGUNG PRASETIYO	NOTE		RMP	: 08112003004
APPROVED BY					A3

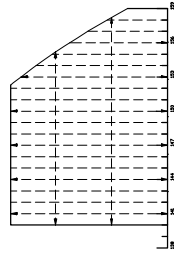
CENTERLINE PROFILE



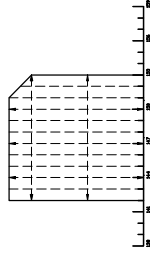
LAYER 1



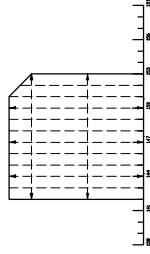
LAYER 2



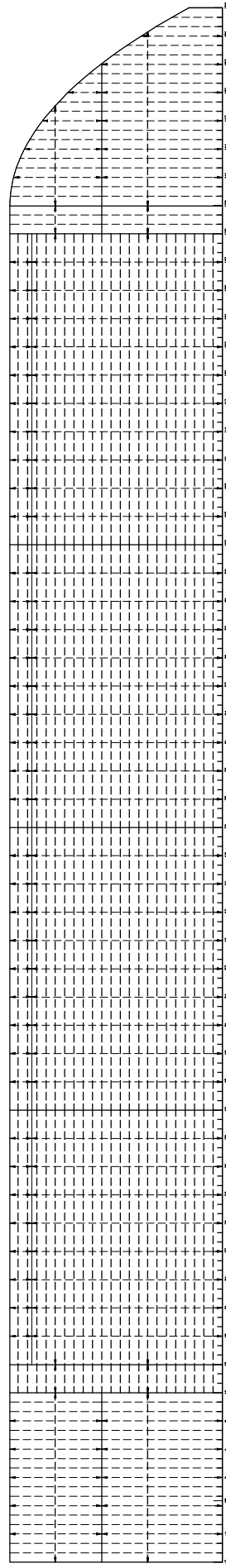
LAYER 3



LAYER 4



MAIN DECK



PRINCIPAL DIMENSIONS	
TYPE OF SHIP	SELF-PROPELLED CNG BARGE
LENGTH OVERALL (LOA)	100.00 m
LENGTH BETWEEN PERPENDICULAR (LBP)	54.316 m
BREADTH (BT)	12.00 m
HEIGHT (H)	44.40 m
DRAUGHT (T)	3.673 m
BLOCK COEFFICIENT (CB)	0.890
SERVICE SPEED (VS)	8 KNOTS
CAPACITY	23 PERSONS



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

SELF-PROPELLED CNG BARGE
 FINANCIA 56

CONSTRUCTION PROFILE

SCALE : 1 : 400	SIGNATURE :	DATE :
DRAWN BY : AGRING PRASETYO	NOTE :	RMP : 00112000004
APPROVED BY :		A3

BIODATA PENULIS



Agung Prasetiyo, itulah nama lengkap penulis. Dilahirkan di Balikpapan pada 3 Agustus 1992 silam, Penulis merupakan anak terakhir dalam keluarga. Penulis menempuh pendidikan formal tingkat dasar pada TK Manuntung, kemudian melanjutkan ke SDN 021 Balikpapan, SMP Nasional KPS Balikpapan dan SMAN 10 Melati Samarinda. Setelah lulus SMA, Penulis diterima di Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS pada tahun 2012 melalui jalur SNMPTN tulis.

Di Departemen Teknik Perkapalan Penulis mengambil Bidang Studi Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal. Selama masa studi penulis melakukan kerja praktek di PT Dok Perkapalan Surabaya, PT PAL Surabaya, PT Pelindo Marine Service, PT Meranti Nusa Bahari dan PT Avenir Surabaya. Penulis juga pernah aktif menjadi Ketua Divisi Departemen Kajian Strategis HIMATEKPAL FTK ITS 2013/2014.

Email: agungprasetiyo.na@gmail.com