



TUGAS AKHIR - MN 184802

**DESAIN KAPAL SAPU RANJAU UNTUK PERAIRAN
UTARA PULAU JAWA**

**Elisarigitsifa Margareth
NRP 0411164000040**

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

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



TUGAS AKHIR - MN 184802

**DESAIN KAPAL SAPU RANJAU UNTUK PERAIRAN
UTARA PULAU JAWA**

**Elisarigitsifa Margareth
NRP 0411164000040**

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

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



FINAL PROJECT - MN 184802

DESIGN OF MINESWEEPER VESSEL FOR JAVA SEA

**Elisarigitsifa Margareth
NRP 0411164000040**

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

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

LEMBAR PENGESAHAN

DESAIN KAPAL SAPU RANJAU UNTUK PERAIRAN UTARA PULAU JAWA

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:

ELISARIGITSIFA MARGARETH
NRP 04111640000040

Disetujui oleh:

Dosen Pembimbing

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

Mengetahui,
Kepala Departemen Teknik Perkapalan

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

SURABAYA, 7 Agustus 2020



LEMBAR REVISI

DESAIN KAPAL SAPU RANJAU UNTUK PERAIRAN UTARA PULAU JAWA

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir
Tanggal 31 Juli 2020

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

Oleh:

ELISARIGITSIFA MARGARETH

NRP 04111640000040

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.
2. Dedi Budi Purwanto, S.T., M. T.
3. Danu Utama, S.T., M. T.



Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

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

.....

SURABAYA, 7 Agustus 2020

Dipersembahkan kepada kedua orang tua atas segala dukungan dan doanya

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunianya Tugas Akhir berjudul “Desian Kapal Sapu Ranjau untuk Perairan Utara Pulau Jawa” ini dapat diselesaikan dengan baik.

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

1. Bapak Hasanudin S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan dan motivasinya selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini;
2. Dosen-dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan sarannya untuk perbaikan Laporan Tugas Akhir ini;
3. Bapak Mayor Cahyo dari TNI AL/STTAL atas bantuannya dalam mencari data untuk Tugas Akhir ini.
4. Keluarga penulis, Jr. Robertus Sitinjak, S.H., M.H., Ir. Risma Tio Mardiana Sinaga, dan Vina Lawrentya Sitinjak yang selalu mendukung penulis dalam pengerjaan Tugas Akhir ini dalam segi moral dan material;
5. Teman-teman terdekat penulis, Arum Dwi Kurniati, Ibnul Qayyim, Ervan Panangian Simanjuntak, Tania Dwiretno, Zulfikar Bisma Wicaksana, Christophorus Ageng Halomoan, Veronika Pathyastri Swastitanaya serta Rekayasa in Exile yang telah membantu penulis dalam pengerjaan Tugas Akhir.
6. Pihak-pihak lain yang turut membantu dalam pengerjaan Tugas Akhir ini yang tidak bisa penulis tuliskan satu persatu.

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

Jakarta, 7 Agustus 2020

Elisarigitsifa Margareth

DESAIN KAPAL SAPU RANJAU UNTUK PERAIRAN UTARA PULAU JAWA

Nama Mahasiswa : Elisarigitsifa Margareth
NRP : 04111640000040
Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : Hasanudin, S.T., M.T.

ABSTRAK

Laut Jawa merupakan salah satu perairan di Indonesia dengan lalu lintas terpadat. Akan tetapi, TNI AL memperkirakan bahwa masih banyak ranjau aktif peninggalan Perang Dunia II yang terdapat di Laut Jawa. Hal ini dapat menimbulkan potensi bahaya bagi kapal yang melintas di perairan tersebut. Maka dari itu, perlu dilakukan operasi sapu ranjau di wilayah Laut Jawa untuk menciptakan kondisi perairan yang aman. Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah untuk merancang kapal sapu ranjau dengan *operational requirement* berupa kecepatan dinas, kecepatan penyapuan ranjau, rute operasi, dan *payload*. Kapal memiliki kecepatan dinas 14 knot dan kecepatan penyapuan ranjau 4 knot. Rute operasi kapal meliputi perairan Laut Jawa bagian timur hingga bagian barat, dengan basis operasi berada di Pangkalan Komando Armada II TNI AL, TBBM Tuban, TBBM Semarang, Dermaga Pelabuhan Cirebon, dan Pangkalan Komando Armada I TNI AL. *Payload* pada kapal berupa amunisi, persenjataan, perlengkapan menyelam, kru sapu ranjau, TNT, dan *Shrimp ROV*. Penentuan ukuran utama kapal dilakukan dengan *Geosim Procedure*, dengan ukuran utama yang didapatkan adalah $L_{PP} = 76,2$ m, $B = 12,972$ m, $H = 6,725$ m, dan $T = 3,5$ m. Perhitungan hambatan kapal dilakukan dengan Metode Holtrop dan didapatkan nilai hambatan sebesar 110,1 kN. Perhitungan *freeboard minimum* dilakukan dengan metode ICLL dan didapatkan nilai *freeboard minimum* sebesar 1084,606 mm serta nilai *bowheight minimum* sebesar 3215,105 mm. *Freeboard* sesungguhnya yang dirancang pada kapal adalah 3,225 m. Perhitungan *trim* dilakukan berdasarkan SOLAS 2009, di mana *trim* tidak boleh melebihi $\pm 0,388$ m pada 6 *loadcase*. Perhitungan stabilitas dilakukan dengan teori Sarchin & Goldberg. Seluruh perhitungan tersebut telah memenuhi persyaratan yang ditentukan. Biaya pembangunan kapal adalah Rp 123.383.206.494. Harapannya adalah dengan adanya kapal sapu ranjau yang beroperasi menyapu ranjau laut di perairan utara Pulau Jawa, kapal yang beroperasi di perairan utara Pulau Jawa bisa melewati Laut Jawa dengan aman tanpa ada ancaman dari ranjau laut yang masih tertanam di perairan utara Pulau Jawa.

Kata kunci: kapal, sapu, ranjau, Laut Jawa

DESIGN OF MINESWEEPER VESSEL OF JAVA SEA

Author : Elisarigitsifa Margareth
Student Number : 0411164000040
Department / Faculty : Naval Architecture / Marine Technology
Supervisor : Hasanudin, S.T., M.T.

ABSTRACT

Java Sea is one of the seas with the heaviest traffic in Indonesia. However, the Indonesian Navy predicts that active sea mines that was part of World War II's remains still exist within the waters. This could be potentially destructive to all the vessels passing by. Thus, a minesweeper vessel must be made to keep the vessels and the waters safe. The objective of this thesis is to design a minesweeper vessel with an operational requirement that consists of service speed, minesweeping speed, operation route and payload. The designed vessel will have a service speed of 14 knots and a minesweeping vessel of 4 knots. The route will start from the very east of Java Sea and will carry along up to the furthest west. The base of the designed vessel throughout this operation would be at Naval Base of the Second Fleet, TBBM Tuban, TBBM Semarang, Cirebon Port, and Naval Base of the First Fleet in that respective order. The payload of the vessel consists of ammunition, combat systems, diving equipments, minesweeping crew, TNT, and a shrimp ROV. The main dimension of the designed vessel was obtained through Geosim Procedure which resulted a Lpp of 76,2 m, Breadth of 12,972 m, Height of 6,725 m, and Draught of 3,5 m. The resistance of the designed vessel was obtained with Holtrop Method which resulted 110,1 kN. The calculation of freeboard was obtained with ICLL's regulation, in which the minimum freeboard would be 1084,606 mm and the minimum bow height would be 3215,105 mm. Though, the designed minesweeping vessel has a freeboard of 3225 mm. The trim calculations are done based on SOLAS 2009, where the trim must not exceed $\pm 0,388$ m for 6 loadcases. The stability calculations are done with Sarchin&Goldberg's method. The approximate building cost of the designed ship is Rp. 89.696.344.195,12,-. It is hoped that with the designed minesweeping vessel, the vessels that sails through Java Sea can soar without any chance of explosion from the active sea mines in the depths of Java Sea.

Keywords: vessel, minesweeping, mines, Java Sea

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	v
LEMBAR REVISI.....	vii
HALAMAN PERUNTUKAN.....	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xxi
DAFTAR TABEL	xxiii
DAFTAR SIMBOL	xxv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Manfaat	3
1.6. Hipotesis	3
BAB 2 STUDI LITERATUR.....	5
2.1. Dasar Teori	5
2.1.1. Proses Desain Kapal	5
2.1.2. Metode Desain Kapal.....	7
2.1.3. Lambung Kapal.....	9
2.1.4. Ukuran Utama Kapal	10
2.1.5. Berat Kapal	11
2.1.6. Hambatan Kapal.....	11
2.1.7. Lambung Timbul	15
2.1.8. Stabilitas.....	18
2.1.9. Biaya Pembangunan.....	23
2.2. Tinjauan Pustaka.....	24
2.2.1. Kapal Penyapu Ranjau	24
2.2.2. Laut Jawa	29
2.2.3. Komando Armada II	30
BAB 3 METODOLOGI	35
3.1. Bagan Alir.....	35
3.2. Metode Pengerjaan	36
3.2.1. Penentuan <i>Operational Requirement</i>	37
3.2.2. Penentuan Ukuran Utama Kapal.....	37
3.2.3. Perhitungan Teknis	37
3.2.4. Desain <i>Lines Plan, General Arrangement, dan 3D Model</i>	37
BAB 4 ANALISA TEKNIS	39
4.1. <i>Operational Requirement</i>	39
4.1.1. Penentuan Rute Pelayaran.....	39
4.1.2. Perhitungan Lama Pelayaran	44

4.1.3. Penentuan Kecepatan	45
4.1.4. Penentuan <i>Payload</i>	46
4.1.5. Perhitungan DWT Awal	49
4.2. Penentuan Ukuran Utama Awal	49
4.3. Pemeriksaan Ukuran Utama	51
4.4. Perhitungan Koefisien Utama Kapal	52
4.4.1. Perhitungan <i>Froude number</i>	52
4.4.2. Perhitungan Koefisien Bentuk Kapal	52
4.5. Perhitungan Hambatan dan Propulsi	53
4.5.1. Perhitungan Hambatan	53
4.5.2. Perhitungan Propulsi Kapal	54
4.6. Penentuan Berat Kapal	58
4.6.1. Perhitungan LWT Kapal	58
4.6.2. Perhitungan DWT Kapal	59
4.6.3. Total Berat Kapal	60
4.6.4. Pengecekan Daya Apung (<i>Buoyancy</i>)	60
4.7. Perhitungan Titik Berat Kapal	60
4.7.1. Perhitungan Titik Berat Komponen LWT	61
4.7.2. Perhitungan Titik Berat Komponen DWT	61
4.7.3. Perhitungan Titik Berat Kapal	62
4.8. Perhitungan <i>Freeboard</i>	62
4.8.1. <i>Freeboard Standard</i>	63
4.8.2. Koreksi <i>Freeboard</i> untuk Kapal di bawah 100 m	64
4.8.3. Koreksi Koefisien Blok (<i>Cb</i>)	64
4.8.4. Koreksi Dalam (<i>D</i>)	64
4.8.5. Koreksi Bangunan Atas	64
4.8.6. <i>Bow height Minimum</i>	64
4.8.7. <i>Sheer Correction</i>	65
4.8.8. <i>Reserve buoyancy</i>	65
4.8.9. Pemeriksaan <i>Freeboard</i>	66
4.9. Perhitungan Trim	67
4.10. Perhitungan Stabilitas	67
4.10.1. Langkah Menghitung Stabilitas	68
4.10.2. Hasil Perhitungan Intact Stability	70
4.10.3. Hasil Perhitungan Damaged Stability	77
4.11. Perhitungan Biaya Pembangunan Kapal Sapu Ranjau	87
BAB 5 DESAIN KAPAL SAPU RANJAU	91
5.1. Desain <i>Lines Plan</i>	91
5.1.1. Bentuk <i>Midship Section</i>	92
5.1.2. Bentuk Haluan	92
5.1.3. Bentuk Buritan Kapal	93
5.2. Desain <i>General Arrangement</i>	94
5.2.1. Peletakan Sekat	94
5.2.2. Ruang Akomodasi	95
5.2.3. <i>Profile View</i>	95
5.2.4. Geladak Utama	96
5.2.5. <i>Double bottom</i>	96
5.2.6. Perlengkapan Keselamatan	96
5.3. Desain 3D	97

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN	98
6.1. Kesimpulan	99
6.2. Saran	100
DAFTAR PUSTAKA.....	101
LAMPIRAN	
LAMPIRAN A <i>LINES PLAN</i>	
LAMPIRAN B <i>GENERAL ARRANGEMENT</i>	
LAMPIRAN C MODEL 3D	
LAMPIRAN D PERHITUNGAN TEKNIS DAN PEMBANGUNAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Spiral Ship Design</i>	5
Gambar 2.2 Sketsa momen penegak atau pengembali	20
Gambar 2.3 Kondisi stabilitas positif	21
Gambar 2.4 Kondisi stabilitas netral	21
Gambar 2.5 Kondisi stabilitas negatif	22
Gambar 2.6 Kapal Sapu Ranjau	25
Gambar 2.7 Penyapuan Ranjau Laut	26
Gambar 2.8 <i>Naval Minesweeping Equipment</i>	27
Gambar 2.9 KRI Pulau Rengat yang sedang melakukan pelatihan penyapuan ranjau di Tuban, Jawa Timur	29
Gambar 3.1 Bagan Alir Pengerjaan Tugas Akhir	36
Gambar 4.1 Proses Penyapuan Ranjau (a).....	39
Gambar 4.2 Proses Penyapuan Ranjau (b)	40
Gambar 4.3 Peta Area Penyapuan Ranjau	40
Gambar 4.4 EM 2040C MKII Multibeam Echosounder	46
Gambar 4.6 Luasan A	66
Gambar 4.7 Grafik Lengan GZ <i>Loadcase</i> 1	72
Gambar 4.8 Grafik Lengan GZ <i>Loadcase</i> 2	73
Gambar 4.9 Grafik Lengan GZ <i>Loadcase</i> 3	74
Gambar 4.10 Grafik Lengan GZ <i>Loadcase</i> 4	75
Gambar 4.11 Grafik Lengan GZ <i>Loadcase</i> 5	76
Gambar 4.12 Grafik Lengan GZ <i>Loadcase</i> 6	77
Gambar 4.13 Pembagian Kompartemen pada Kapal Sapu Ranjau	77
Gambar 5.1 Desain Lines Plan dari Kapal Sapu Ranjau	91
Gambar 5.2 Bentuk Midship Section	92
Gambar 5.3 Bentuk Linggi Haluan	93
Gambar 5.4 Gambar transom pada Kapal Sapu Ranjau	93
Gambar 5.5 Desain <i>General Arrangement</i> untuk Kapal Sapu Ranjau	94
Gambar 5.6 Peletakkan Sekat pada Kapal Sapu Ranjau	95
Gambar 5.7 Profile View Kapal Sapu Ranjau	95
Gambar 5.8 Main Deck	96
Gambar 5.9 Double Bottom	96
Gambar 5.10 Model 3D dari Kapal Sapu Ranjau	97

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Luas Area yang Akan Disapu.....	41
Tabel 4.2 Detil Operasi Penyapuan yang Akan Dilakukan oleh Kapal Sapu Ranjau yang akan didesain.....	43
Tabel 4.3 Detail Waktu Total Operasi Penyapuan Ranjau yang Akan Dilakukan.....	44
Tabel 4.4 <i>Payload</i> Berat pada Kapal Sapu Ranjau.....	48
Tabel 4.5 Rekapitulasi Kebutuhan DWT	49
Tabel 4.6 Ukuran Utama KRI Pulau Rengat	50
Tabel 4.7 Rekapitulasi Perhitungan EHP	54
Tabel 4.8 Spesifikasi Main Engine.....	55
Tabel 4.9 Komponen Kelistrikan Kapal	56
Tabel 4.10 Spesifikasi <i>Auxiliary Engine</i>	57
Tabel 4.11 Spesifikasi Emergency Genset	57
Tabel 4.12 Rekapitulasi LWT Kapal.....	58
Tabel 4.13 Rekapitulasi <i>Consumables</i>	59
Tabel 4.14 Total Berat Kapal	60
Tabel 4.15 Pengecekan Margin	60
Tabel 4.16 Rekapitulasi Titik Berat LWT	61
Tabel 4.17 Rekapitulasi Titik Berat DWT	61
Tabel 4.18 Rekapitulasi Titik Berat Kapal	62
Tabel 4.19 Tabel <i>Freeboard</i> Standar menurut Panjang Kapal.....	63
Tabel 4.20 Rekapitulasi Perhitungan <i>Freeboard</i>	66
Tabel 4.21 Rekapitulasi Perhitungan Trim.....	67
Tabel 4.22 Loading Condition untuk Analisis Stabilitas Kapal Sapu Ranjau.....	68
Tabel 4.23 Perencanaan Tangki dan Kompartemen Pada <i>Maxsurf</i>	69
Tabel 4.24 Rekapitulasi Kombinasi Kompartemen yang Mengalami Flooding	78
Tabel 4.25 Rekapitulasi Harga Baja ASTM A36.....	87
Tabel 4.26 Biaya Pembangunan Kapal Sapu Ranjau untuk Perairan Utara Pulau Jawa.....	88

DAFTAR SIMBOL

C _b	= Koefisien Blok
C _m	= Koefisien Gading Besar
C _p	= Koefisien Prismatic
C _w	= Koefisien Garis Air
L _{wl}	= <i>Length of Waterline</i> [m]
L _{pp}	= <i>Length between Perpendiculars</i> [m]
B	= Lebar Kapal [m]
T	= Sarat Kapal [m]
	= Volume Displasemen Kapal [m ³]
LCB	= <i>Longitudinal Center of Bouyancy</i> [m]
Fr	= <i>Froude number</i>
V _s	= Kecepatan Kapal [m/s]
g	= Percepatan Gravitasi [m/s ²]
R _n	= Reynolds Number
C _F	= Koefisien Hambatan Gesek
C _A	= Coleration Allowance
R _w	= Koefisien Hambatan Gelombang
R _T	= Hambatan Total [kN]
EHP	= <i>Effective Horse Power</i> [kW]
DHP	= <i>Delivered Horse Power</i> [kW]
SHP	= <i>Shaft Horse Power</i> [kW]
BHP	= <i>Break Horse Power</i> [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]
Fb ₃	= <i>Freeboard</i> setelah koreksi D [mm]
L	= Panjang kapal [m]
I _s	= Jumlah Panjang efektif bangunan atas dan <i>trunk</i> tertutup [m]
h _s	= Jumlah tinggi standar bangunan atas dan <i>trunk</i> tertutup [m]
Fb	= tinggi haluan <i>minimum</i> dari perhitungan [mm]
d ₁	= sarat pada 85% D [m]
C _{wf}	= koefisien bidang air di depan L/2
A _{wf}	= luas bidang air di depan L/2 pada sarat d ₁ [m ²]

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Perairan di wilayah utara dari Pulau Jawa atau yang seringkali disebut sebagai Laut Jawa merupakan salah satu dari wilayah perairan yang memiliki arus pelayaran yang paling padat di Indonesia. Hal ini dikarenakan oleh beberapa alasan, seperti letaknya yang strategis dan menghubungkan dermaga dengan sektor industri yang maju seperti Singapura sehingga memicu padatnya lalu lintas kapal yang melintasi perairan tersebut (Sobaruddin et al., 2017), faktor ekonomi dimana sektor perikanan merupakan salah satu dari mata pencaharian utama nelayan di sekitar Laut Jawa (Bare Kingkin Kinamu, 2018), dan faktor banyaknya turis yang berminat untuk melihat keindahan di sepanjang Laut Jawa yang dipenuhi oleh keindahan bawah laut seperti terumbu karang, gua bawah laut, ikan-ikan yang bebas berenang di habitatnya, dan sebagainya (FUTUREADY V, 2019).

Namun, menurut peta pelayaran internasional terbitan Dinas Hidrografi TNI-AL yang di adaptasi dari peta peninggalan Belanda, di wilayah perairan Indonesia bagian utara dari Pulau Jawa banyak ditemukan daerah ranjau (*Binder Laporan Sapu Ranjau PTVK.Pdf*, n.d.). Daerah-daerah tersebut diyakini merupakan peninggalan Jepang ketika menguasai Indonesia pada tahun 1942-1945. Hal ini dianggap mengkhawatirkan karena tidak ada yang mengetahui status dari ranjau-ranjau yang tertanam sejak Perang Dunia ke-II tersebut. Ranjau yang disebar oleh pasukan Sekutu pada masa Perang Dunia ke-II diasumsikan telah terbenam lumpur dibawah dasar laut (J. C. Vis., & G. Moldenhauer, 2000). Namun walaupun sistem pemicunya sudah tidak berfungsi, bahan peledak yang berada di dalamnya masih bersifat sangat berbahaya dan bisa meledak sewaktu-waktu jika mendapatkan sinyal pemicu yang cukup kuat. Maka dari itu, dibutuhkan kapal penyapu ranjau yang beroperasi di wilayah perairan utara dari Pulau Jawa untuk mendetonasi ranjau yang ditanam Sekutu pada zaman Perang Dunia ke-2.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan sebelumnya, maka permasalahan yang akan dicari penyelesaiannya dalam Tugas Akhir ini yaitu:

1. Bagaimana *Operational Requirement* yang akan digunakan dalam pembuatan Desain Kapal Sapu Ranjau Untuk Perairan Utara Pulau Jawa?
2. Bagaimana analisa teknis dari Kapal Sapu Ranjau Untuk Perairan Utara Pulau Jawa?
3. Berapa ukuran utama dari Kapal Sapu Ranjau Untuk Perairan Utara Pulau Jawa?
4. Bagaimana gambar *Lines Plan* dan *General Arrangement* dari Kapal Sapu Ranjau Untuk Perairan Utara Pulau Jawa?
5. Bagaimana gambar 3D *modelling* dari Kapal Sapu Ranjau Untuk Perairan Utara Pulau Jawa?

1.3. Tujuan

Tujuan utama dari Tugas Akhir ini adalah untuk mendesain kapal sapu ranjau untuk perairan utara Pulau Jawa. Beberapa tujuan khusus dari pengerjaan Tugas Akhir ini ialah:

1. Menentukan *Operational Requirement* dari Kapal Sapu Ranjau Untuk Perairan Utara Pulau Jawa.
2. Melakukan analisa teknis dan perhitungan pembangunan Kapal Sapu Ranjau Untuk Perairan Utara Pulau Jawa.
3. Memperoleh ukuran utama dari Kapal Sapu Ranjau Untuk Perairan Utara Pulau Jawa
4. Membuat *Lines Plan* dan *General Arrangement* dari Kapal Sapu Ranjau Untuk Perairan Utara Pulau Jawa.
5. Membuat tampilan 3D dari Kapal Sapu Ranjau Untuk Perairan Utara Pulau Jawa.

1.4. Batasan Masalah

Batasan-batasan yang digunakan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Tahap desain hanya sebatas konsep desain.

2. Tidak membahas perhitungan konstruksi dan kekuatan kapal.

1.5. Manfaat

Dari pengerjaan Tugas Akhir ini, diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Menjadi alternatif pilihan kapal sapu ranjau untuk TNI-AL.
2. Membantu TNI-AL dalam mengatasi permasalahan keamanan dan keselamatan kapal yang berlayar di wilayah perairan utara Pulau Jawa

1.6. Hipotesis

Kapal Sapu Ranjau Untuk Perairan Utara Pulau Jawa bisa digunakan sebagai salah satu dari kapal sapu ranjau utama milik TNI-AL.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 2

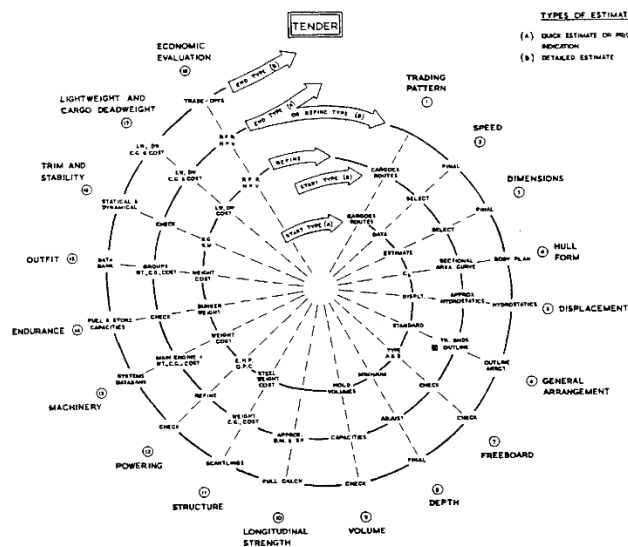
STUDI LITERATUR

2.1. Dasar Teori

Dasar teori dan tinjauan pustaka dari Tugas Akhir ini akan dijelaskan pada Bab II. Dasar teori pada bab ini berfungsi sebagai penjelasan tentang uraian singkat landasan teori yang memiliki hubungan secara langsung dan digunakan untuk memecahkan permasalahan dalam Tugas Akhir ini.

2.1.1. Proses Desain Kapal

Tahapan desain yang dilakukan pada Tugas Akhir ini mengikuti prinsip umum proses *spiral design*, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Spiral Ship Design

Proses perancangan *spiral design* adalah proses perancangan yang mana akan dilakukan pengulangan analisis jika ditemui kondisi beberapa aspek desain yang belum memenuhi persyaratan. Proses analisis ulang dilakukan hingga semua aspek desain dapat terpenuhi. Terdapat empat tahapan dalam *spiral design* ini, yaitu *concept design*, *preliminary design*, *contract design*, dan *detail design*. (Papanikolaou, 2014)

1. *Concept design*

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

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

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

2. *Preliminary Design*

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

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

3. *Contract Design*

Hasilnya sesuai dengan namanya dokumen kontrak pembuatan kapal. Langkah-langkahnya meliputi satu, dua atau lebih putaran dari desain spiral. Oleh karena itu pada langkah ini mungkin terjadi perbaikan hasil-hasil preliminary design (Evans, 1959). Tahap merencanakan atau menghitung lebih teliti hull form (bentuk badan kapal) dengan memperbaiki linesplan, tenaga penggerak dengan menggunakan model test, seakeeping dan maneuvering characteristic, pengaruh jumlah *propeller* terhadap badan kapal, detil konstruksi, pemakaian jenis baja, jarak dan tipe gading.

Pada tahap ini dibuat juga estimasi berat dan titik berat yang dihitung berdasarkan posisi dan berat masing –masing item dari konstruksi. *General Arrangement* detil dibuat juga pada tahap ini. Kepastian kapasitas permesinan, bahan bakar, air tawar dan ruang-ruang akomodasi. Kemudian dibuat spesifikasi rencana standar kualitas dari bagian badan kapal serta peralatan. Juga uraian mengenai metode pengetesan dan percobaan sehingga akan didapatkan kepastian kondisi kapal yang sebaiknya.

4. *Detail Design*

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

2.1.2. Metode Desain Kapal

Setelah didapatkan *Operational Requirement*, langkah selanjutnya yaitu menentukan metode penentuan ukuran utama awal kapal. Terdapat beberapa metode dalam mengestimasi ukuran utama awal kapal dari satu kapal pembanding (*basic vessel*). Penggunaan satu kapal pembanding dalam menentukan ukuran utama awal kapal karena desain kapal baru dengan desain kapal pembanding memiliki kemiripan, baik dari aspek tipe, ukuran, kecepatan, dan *power* (tenaga). *Owner/Operational Requirement* harus memiliki informasi berupa: tipe kapal,

deadweight kapal baru, *service speed*, dan rute kapal baru akan dioperasikan. Metode penentuan ukuran utama tersebut adalah sebagai berikut:

1. *Geosim Procedure*

Geosim Procedure merupakan metode penentuan ukuran utama yang digunakan ketika sebuah permintaan memiliki kesamaan geometris dengan kapal pembanding. Penentuan ukuran utama dilakukan berdasarkan koefisien perbandingan geometris ukuran utama (K). Data yang dibutuhkan untuk menggunakan metode ini adalah ukuran utama kapal seperti panjang kapal (L), lebar kapal (B), sarat kapal (T), dan tinggi kapal (H), dengan CD (*Coefficient Displacement*) dan CB (*Coefficient Block*) yang dihasilkan memiliki nilai yang serupa. (Jiwa & Kurniawati, 2016)

2. *Trend Curve Approach*

Trend Curve approach atau metode statistik adalah sebuah cara/metode mendesain kapal dengan meregresi beberapa kapal pembanding untuk menentukan ukuran utama. Dengan metode ini, beberapa ukuran utama kapal pembanding dikomparasikan dimana variabel ukuran utama dihubungkan dengan DWT kemudian ditarik suatu rumusan (*trend line*) yang berlaku terhadap kapal yang akan dirancang. (Alfino, 2018)

3. *Optimation Design Approach*

Optimation Design Approach adalah metode yang digunakan untuk menentukan ukuran utama kapal yang optimum dengan cara mengoptimisasi ukuran utama awal kapal. Dalam hal ini, desain yang optimum dicari untuk menemukan desain yang akan meminimalkan *economic cost*. (Alfino, 2018)

4. *Parent Design Approach*

Parent design approach adalah salah satu metode dalam mendesain kapal dengan perbandingan atau komparasi, yaitu dengan cara mengambil satu kapal yang dijadikan sebagai acuan pembanding. Satu kapal pembanding ini harus memiliki karakteristik yang sama dengan kapal yang akan dirancang. Untuk bisa menggunakan metode ini maka *designer* harus sudah mempunyai referensi kapal yang sama dengan kapal yang akan dirancang (Adnyani et al., 2019). Tidak hanya itu, kapal pembanding ini haruslah mempunyai *performance* yang bagus yang terbukti baik secara riil maupun perhitungan. Keuntungan menggunakan metode *parent design approach* adalah:

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

5. Iteratif *Design Approach*

Iteratif design approach adalah salah satu metode yang digunakan untuk mendesain kapal yang berdasarkan pada proses siklus dari prototyping, testing, dan analyzing. Perubahan dan perbaikan akan dilakukan berdasarkan hasil pengujian iterasi terbaru sebuah desain (M. Dieli, 1989). Proses ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan fungsionalitas dari sebuah desain yang sudah ada. Proses desain kapal memiliki sifat iteratif yang paling umum digambarkan oleh spiral desain yang mencerminkan desain metodologi dan strategi. Biasanya metode ini digunakan pada orang-orang tertentu saja (sudah berpengalaman dengan menggunakan knowledge).

2.1.3. Lambung Kapal

Lambung kapal merupakan salah satu bagian kapal yang berfungsi menyediakan daya apung utama, dimana daya apung tersebut dipengaruhi oleh bentuk lambung kapal. Lambung dirancang untuk memberikan karakteristik *performance* kapal sesuai dengan tujuan kapal. Secara umum, desain lambung dapat dibedakan menjadi 3, yaitu *displacement hull*, *semi displacement hull*, dan *planning hull* (Faltinsen, 2005)

1. *Displacement Hull*

Displacement hull merupakan tipe lambung kapal yang memungkinkan kapal melaju dengan membelah air sehingga cocok digunakan oleh kapal yang berlayar di perairan berombak dan tenang. Kapal ini ditumpu oleh gaya hidrostatis dimana *displacement* kapal akan konstan. *Displacement hull* umumnya digunakan untuk kapal berbobot besar dan bermuatan banyak seperti kapal niaga, kapal tanker dll. Kapal dengan tipe lambung seperti ini memiliki *Froude number* (F_n) < 0.4 (Faltinsen, 2005)

2. *Semi-displacement Hull*

Tipe *semi-displacement hull*, pada dasarnya memadukan stabilitas dari *displacement hull* dan kemampuan manuver dan kecepatan dari *planning hull*. Sehingga pada kecepatan tertentu, kapal akan mengalami sedikit perubahan *displacement*. Hal ini mengakibatkan kapal

trim (sarat depan dan belakang kapal terdapat selisih). Kapal dengan tipe lambung seperti ini memiliki *Froude number* yaitu $0.4-0.5 < Fn < 1.0-1.2$. (Faltinsen, 2005)

3. *Planning Hull*

Planning hull adalah jenis lambung kapal yang memungkinkan kapal dapat melaju dengan cepat di permukaan air dimana terdapat perubahan sarat yang signifikan ketika kapal dalam keadaan diam dan kapal dalam keadaan bergerak. Tipe dengan lambung ini dapat ditandai dengan kondisi hampir seluruh berat kapal disangga oleh gaya angkat hidrodinamik. Kapal dengan tipe seperti ini memiliki $Fn > 1.0- 1.2$. (Faltinsen, 2005)

2.1.4. Ukuran Utama Kapal

Salah satu hal yang esensial dalam mendesain sebuah kapal yaitu menentukan ukuran utamanya. Adapun definisi-definisi ukuran utama kapal ialah sebagai berikut.

1. *Loa (Length Overall)*

Loa adalah panjang kapal keseluruhan yang diukur dari ujung buritan sampai ujung haluan.

2. *Lpp (Length Between Perpendiculars)*

Lpp adalah panjang antara kedua garis tegak buritan dan garis tegak haluan yang diukur pada garis air muat.

3. *Lwl (Length on the Waterline)*

Lwl adalah jarak mendatar antara kedua ujung garis muat. Lwl di ukur dari titik potong linggi haluan sampai titik potong linggi buritan dan kulit lambung diabaikan.

4. *H (Height/Depth)*

H adalah jarak tegak dari garis dasar sampai garis geladak terendah, ditepi diukur di tengah-tengah panjang kapal (Lpp).

5. *T (Draught/Draft)*

T adalah jarak tegak dari garis dasar sampai pada garis air muat.

6. *B (Breadth)*

B adalah jarak mendatar gading tengah kapal yang diukur pada bagian luar gading (dengan kulit lambung diabaikan).

2.1.5. Berat Kapal

Perhitungan berat pada kapal terdiri dari Dead Weight Tonnage (DWT) dan Light Weight Tonnage (LWT). DWT merupakan jumlah berat dari komponen yang dapat dipindahkan dari kapal yang terdiri dari berat bahan bakar, berat pelumas, berat *Fresh Water*, berat ballast water, berat *Payload*, dan berat awak. Sementara itu, LWT merupakan berat kapal kosong yang terdiri dari berat baja kapal, berat permesinan, berat peralatan (*Equipment*), dan berat perlengkapan (*Outfitting*). Pada perhitungan berat dari kapal, selisih antara berat kapal dengan *displacement* (Δ) dari kapal seharusnya berada dalam range 2-10% dari *displacement*, dimana besar dari *displacement* harus lebih besar dari jumlah DWT, LWT, dan *Payload* (Ginting, 2019).

2.1.6. Hambatan Kapal

Hambatan kapal adalah gaya yang menahan kapal ketika melaju dengan kecepatan dinasnya. Gaya hambat ini harus dilawan oleh gaya dorong yang dihasilkan oleh mesin kapal agar tercapai kecepatan yang dikehendaki (Silaen, 2008). Hambatan total kapal dapat dibagi atas beberapa komponen, antara lain yaitu:

a. Hambatan Gesek

Hambatan gesek timbul akibat kapal bergerak melalui fluida yang memiliki viskositas seperti air laut. Fluida yang berhubungan langsung dengan permukaan badan kapal yang tercelup sewaktu bergerak akan menimbulkan gesekan sepanjang permukaan tersebut (Silaen, 2008).

b. Hambatan Gelombang

Hambatan gelombang adalah hambatan yang diakibatkan oleh adanya gerakan kapal pada kapal pada air sehingga dapat menimbulkan gelombang baik pada saat air tersebut dalam keadaan tenang maupun pada saat air tersebut sedang bergelombang. Hambatan gelombang dialami kapal akibat adanya energi yang hilang karena digunakan dalam pembentukan gelombang. Gelombang ini terbentuk akibat interaksi antar badan/lambung kapal yang memindahkan air seiring dengan pergerakan kapal (Silaen, 2008).

c. Hambatan Bentuk

Hambatan ini erat kaitannya dengan bentuk badan kapal, dimana bentuk lambung kapal yang tercelup dibawah air menimbulkan suatu hambatan karena adanya pengaruh dari bentuk kapal tersebut (Silaen, 2008).

d. Hambatan Udara

Hambatan udara diartikan sebagai hambatan yang disebabkan oleh udara yang dialami oleh bagian kapal yang berada di atas air dan bangunan atas karena kapal yang bergerak. Hambatan ini tergantung pada kecepatan kapal dan luas serta bentuk bangunan atas tersebut (Silaen, 2008).

e. Hambatan Tambahan

Hambatan ini terjadi karena adanya penonjolan bagian pada lambung kapal seperti kemudi, *zinc anode*, bentuk buritan, dll (Silaen, 2008).

f. Hambatan Sisa

Hambatan sisa merupakan gabungan dari hambatan gelombang, hambatan bentuk, hambatan udara dan juga hambatan tambahan. Sehingga dalam berbagai metode perhitungan hambatan total dikenal dua buah komponen hambatan yaitu hambatan gesek dan hambatan sisa (Silaen, 2008).

Pada Tugas Akhir ini, metode perhitungan hambatan total yang digunakan adalah metode Holtrop, karena metode Holtrop bisa digunakan untuk memperkirakan hambatan total dari kapal jenis tanker, general cargo, kapal ikan, kapal tugboat, kapal container dan kapal frigate (*Maxsurf Resistance User Manual*, 2013) Berikut adalah langkah-langkah menghitung hambatan total untuk kapal yang akan didesain di Tugas Akhir ini:

- 1) Menentukan Angka Froude (Fn)

$$\text{Fn} = \frac{V}{\sqrt{g L}} \quad (2.1)$$

- 2) Menghitung tahanan gesek (Rf)

- a) Menentukan L_R

$$L_R = \frac{L}{100} \quad (2.2)$$

- b) Menentukan nilai koefisien C_{12}

$$C_{12} = \frac{0.075}{T/L} \quad \text{untuk } T/L > 0,05 \quad (2.3)$$

- c) Menentukan nilai koefisien C_{13}

$$C_{13} = 1 + 0,003 \times C_{\text{stern}} \quad (2.4)$$

d) Menentukan nilai harga factor lambung $(1+k_1)$

$$(1+k_1) = C_{13} (0,93 + C_{12} (B/LR)^{0,92497} (0,95 - (C_p))^{-0,521448} (1 - C_p + 0,025 \times \%LCB)^{0,6906}) \quad (2.5)$$

e) Menentukan luas bidang basah kapal (S)

- Menurut J.A Normand

$$S_1 = LWL (1,5T + (0,09 + C_b) B) \quad (2.6)$$

- Menurut E.R Mumford

$$S_2 = 1,025 \times LWL (C_b \times B - 1,7T) \quad (2.7)$$

- Menurut D.W Taylor

$$S_3 = LWL (1,7T + 0,7 B) \quad (2.8)$$

$$S_{\text{mean}} = (S_1 + S_2 + S_3) / 3 \quad (2.9)$$

$$S_{\text{APP}} = 15\% \times S_{\text{mean}} \quad (2.10)$$

$$S = S_{\text{mean}} + S_{\text{APP}} \quad (2.11)$$

3) Menghitung Reynold Number (Rn)

Angka Reynold dapat dihitung dengan menggunakan rumus empiris yang dikemukakan dalam ITTC (International Towing Tank Conference) tahun 1957 yang adalah sebagai berikut:

$$\text{-----} \quad (2.12)$$

Dimana:

V = kecepatan kapal (m/s)

LWL = length of waterline (m)

ϑ = viskositas air laut ((N·s)/m²)

4) Menghitung Koefisien gesek (C_F)

$$\text{-----} \quad (2.13)$$

5) Menghitung tahanan gesek (R_F)

$$R_F = (1+k_1) \times C_F \times 0,5 \times \rho \times S \times v^2 \quad (2.14)$$

Dimana:

C_F	=	koefisien gesek
$1+k_1$	=	harga factor lambung
ρ	=	massa jenis air laut
S	=	luas bidang basah
v	=	variasi kecepatan kapal (m/s)

6) Menghitung tahanan tambahan kapal (R_{APP})

$$R_{APP} = (1+k_2) \times C_F \times 0,5 \times \rho \times A_s \times v^2 \quad (2.15)$$

C_F	=	koefisien gesek
$1+k_2$	=	harga factor bagian tambahan
ρ	=	massa jenis air laut
S	=	luas bidang tambahan
v	=	variasi kecepatan kapal (m/s)

$$1+k = 1+k_1 + [1+k_2 - (1+k_1)] \times S_{app}/S_{tot} \quad (2.16)$$

7) Menghitung tahanan gelombang (R_w)

$$R_w = C_1 \times C_2 \times C_3 \times \nabla \times \rho \times \exp \{m_1 \times F_n^4 \times m_2 \times \cos(\lambda \times F_n^2)\} / 1000 \quad (2.17)$$

8) Menghitung tahanan transom (R_{TR})

$$\frac{C_{WP} \times A_T \times B \times g \times v^3}{1000} \quad (2.18)$$

C_{WP}	=	koefisien waterplane kapal
A_T	=	luas transom
B	=	lebar kapal
g	=	percepatan gravitasi
v	=	variasi kecepatan kapal (m/s)

(2.19)

Dengan:

when $F_{nT} < 5$, or

0 when $F_{nT} \geq 5$

9) Menghitung tahanan angin (R_A)

$$R_A = C_A \times 0,5 \times \rho \times S_{angin} \times v^2 \quad (2.20)$$

- C_A = koefisien tahanan angin
- S_{angin} = luas bidang tangkap angin
- ρ = massa jenis udara
- v = variasi kecepatan kapal (m/s)

10) Menghitung tahanan total (R_{TOT})

$$R_{\text{TOT}} = (R_F + R_{\text{APP}} + R_W + R_{\text{TR}} + R_A) / 1000 \text{ (kN)} \quad (2.21)$$

- R_F = tahanan gesek (N)
- R_{APP} = tahanan bagian tambahan (N)
- R_W = tahanan gelombang (N)
- R_{TR} = tahanan akibat bentuk transom (N)
- R_A = tahanan disebabkan angin (N)

2.1.7. Lambung Timbul

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. Panjang *freeboard* adalah panjang yang diukur sebesar 96% panjang garis air (LWL) pada 85% tinggi kapal *moulded*. Untuk memilih panjang *freeboard*, pilih yang terpanjang antara L_{pp} dan 96% LWL pada 85% H (Santoso, 1982). Lebar *freeboard* adalah lebar *moulded* kapal pada *midship* (B_m). Dan tinggi *freeboard* adalah tinggi diukur pada *midship* dari bagian atas *keel* sampai pada bagian atas *freeboard deck beam* pada sisi kapal ditambah dengan tebal pelat sentabila geladak tanpa penutup kayu. *Freeboard* memiliki tujuan untuk menjaga keselamatan penumpang, *Crew*, muatan dan kapal itu sendiri. Bila kapal memiliki *freeboard* tinggi maka daya apung cadangan akan besar sehingga kapal memiliki sisa pengapungan apabila mengalami kerusakan. Langkah perhitungan *freeboard* dalam kapal ini dilakukan dengan peraturan dari International Convention on Load Lines 1966 (ICLL 1966) yang sebagai berikut:

1. Lambung Timbul Awal (fb)

Lambung Timbul Awal (fb) untuk kapal Type A

$$Fb = 0.5 L \text{ cm, untuk } L \text{ sampai dengan } 50 \text{ m} \quad (2.22)$$

$$Fb = 0.8 (L/10) \times 2 + L/10 \text{ cm, untuk } L \text{ lebih dari } 50 \text{ m} \quad (2.23)$$

dimana L adalah panjang kapal dalam meter

Lambung Timbul Awal (fb) untuk kapal Type B

$$F_b = 0.8 L \text{ cm, untuk } L \text{ sampai dengan } 50 \text{ m} \quad (2.24)$$

$$F_b = (L/10) \times 2 + L/10 \text{ cm, untuk } L \text{ lebih dari } 50 \text{ m} \quad (2.25)$$

dimana L adalah panjang kapal dalam meter

2. Koreksi Koefisien Blok (C_B)

Apabila C_B lebih besar dari 0,68 maka f_b harus dikali dengan faktor:

$$\text{_____} \quad (2.26)$$

3. Koreksi Dalam (D)

a) Apabila D lebih besar dari seperlimabelas panjang kapal ($L/15$), lambung timbul ditambah dengan:

$$20 (D - L/15) \text{ cm, untuk } L \text{ sampai dengan } 50 \text{ m} \quad (2.27)$$

$$(0,1 L + 15)(D - L/15) \text{ cm, untuk } L \text{ lebih dari } 50 \text{ m sampai dengan } 100 \text{ m} \quad (2.28)$$

$$25 (D - L/15) \text{ cm, untuk } L \text{ lebih dari } 100 \text{ m} \quad (2.29)$$

Dimana:

L = panjang kapal (m)

D = tinggi kapal (m)

b) Apabila D lebih kecil dari seperlimabelas panjang kapal ($L/15$), tidak ada koreksi terhadap lambung timbul.

4. Koreksi bangunan atas dan *trunk*

Apabila kapal memiliki bangunan atas dan *trunk* tertutup, lambung timbul dikurangi dengan:

$$\text{_____} \quad (2.30)$$

Dimana:

L = panjang kapal (m)

l_s = jumlah panjang efektif bangunan atas dan *trunk* tertutup (m)

h_s = tinggi standar bangunan atas dan *trunk* tertutup (m)

5. Koreksi *Sheer*

Tabel 2.1 *Sheer* Standar

	Station	Ordinat	Faktor
Bagian belakang	AP	$25\left(\frac{L}{3}+10\right)$	1
	1/6 L dari AP	$11.1\left(\frac{L}{3}+10\right)$	3
	1/3 L dari AP	$2.8\left(\frac{L}{3}+10\right)$	3
	Amidships	0	1
Bagian depan	Amidships	0	1
	1/3 L dari FP	$5.6\left(\frac{L}{3}+10\right)$	3
	1/6 L dari F P	$22.2\left(\frac{L}{3}+10\right)$	3
	FP	$50\left(\frac{L}{3}+10\right)$	1

Tabel 2.2 Selisih *Sheer*

	Station	Ordinat sheer standard	Faktor	Hasil	Jumlah
Bagian belakang	AP	S_{AS4}	1	S_{AS4}	
	1/6 L dari AP	S_{AS3}	3	$3S_{AS3}$	
	1/3 L dari AP	S_{AS2}	3	$3S_{AS2}$	
	Amidships	0	1	0	
Bagian depan	Amidships	0	1	0	
	1/3 L dari FP	S_{FS2}	3	$3S_{FS2}$	
	1/6 L dari FP	S_{FS3}	3	$3S_{FS3}$	
	FP	S_{FS4}	1	S_{FS4}	

6. Lambung Timbul *Minimum*

- Lambung Timbul Air Laut (L) untuk kapal type A adalah lambung timbul setelah dikoreksi dengan penambahan atau pengurangan. Besarnya lambung timbul tidak boleh kurang dari 5 (lima) cm.
- Lambung Timbul *minimum* Air Laut (L) untuk kapal type B adalah lambung timbul setelah dikoreksi dengan penambahan atau pengurangan. Besarnya lambung timbul tidak boleh kurang dari 15 (lima belas) cm.

7. Bow Height *Minimum*

Bow Height *minimum* bisa didapatkan dari:

$$F_B = \left[6075 \left(\frac{L}{100} \right) - 1875 \left(\frac{L}{100} \right)^2 + 200 \left(\frac{L}{100} \right)^3 \right] * \left(2.08 + 0.609C_B - 1.603C_{WF} - 0.0129 \frac{L}{d_1} \right) \quad (2.31)$$

Dengan C_{wf} yang bisa didapatkan dari:

$$C_{wf} = \frac{A_{wf}}{0.5 * LB} \quad (2.32)$$

8. Reserve Bouyancy

Semua kapal yang diberi *freeboard* tipe B kecuali kapal *tanker*, *tanker* kimia, dan kapal pengangkut gas harus mempunyai gaya apung cadangan di bagian depan. Dalam daerah 0,15L dari FP ke belakang, jumlah proyeksi luasan sarat dengan geladak di sisi tidak boleh kurang dari:

$$\left[0.15F_{\min} + 4 \left(\frac{L}{3} + 10 \right) \right] \frac{L}{1000} \text{ dalam m}^2 \quad (2.33)$$

Dan

$$F_{\min} = (F_0 \times f_1) + f_2 \quad (2.34)$$

Dimana:

F_0 = Fb_1 menurut Tabel 4.19

f_1 = koreksi koefisien blok menurut rumus (2.26)

f_2 = koreksi untuk depth menurut rumus (2.28)

2.1.8. 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 (Wakidjo, 1972). 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 internal yaitu tata letak barang/cargo, bentuk ukuran kapal, kebocoran karenakandas atau tubrukan

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 (Wakidjo, 1972), atau jumlah jarak dari lunas ke titik apung (KB) dan jarak titik apung ke metasentris (BM), sehingga KM dapat dicari dengan rumus dibawah ini:

$$KM = KB + BM \quad (2.35)$$

b) KB (Tinggi Titik Apung dari Lunas)

Letak titik B di atas lunas bukanlah suatu titik yang tetap, akan tetapi berpindah-pindah oleh adanya perubahan sarat atau senget kapal (Wakidjo, 1972). Menurut Rubianto (1996), nilai KB dapat dicari berdasarkan ketentuan:

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

c) BM (Jarak Titik Apung ke Metasentris)

Menurut Usman (1981), BM dinamakan jari-jari metasentris atau metacentris radius karena bila kapal mengoleng dengan sudut-sudut yang kecil, maka lintasan pergerakan titik B merupakan sebagian busur lingkaran dimana M merupakan titik pusatnya dan BM sebagai jari-jarinya. Titik M masih bisa dianggap tetap karena sudut olengnya kecil (100-150). Lebih lanjut dijelaskan Rubianto (1996):

$$BM = b^2/10d \quad (2.36)$$

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 (Wakidjo, 1972).

e) GM (Tinggi Metasentris)

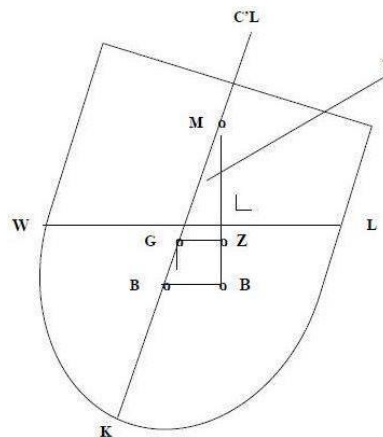
Tinggi metasentris atau *metacentris high* (GM) merupakan jarak tegak antara titik G dan titik M.

$$GM = KM - KG \quad (2.37)$$

$$GM = (KB + BM) - KG \quad (2.38)$$

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

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



Gambar 2.2 Sketsa momen penegak atau pengembali

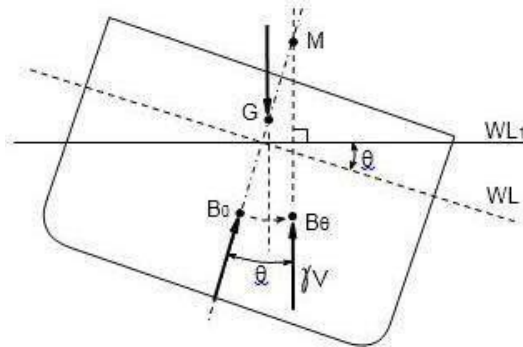
Beberapa hal yang perlu diketahui sebelum melakukan perhitungan stabilitas kapal antara lain adalah:

- 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.

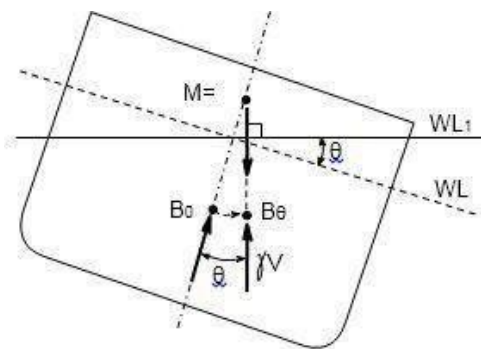


Gambar 2.3 Kondisi stabilitas positif

Gambar 2.3 menggambarkan stabilitas positif dimana titik *metacenter* lebih besar kedudukannya daripada titik gravitasi.

b) Stabilitas Netral (*Neutral Equilibrium*)

Suatu keadaan stabilitas dimana titik G-nya berhimpit dengan titik M. Maka momen penegak kapal yang memiliki stabilitas netral sama dengan nol, atau



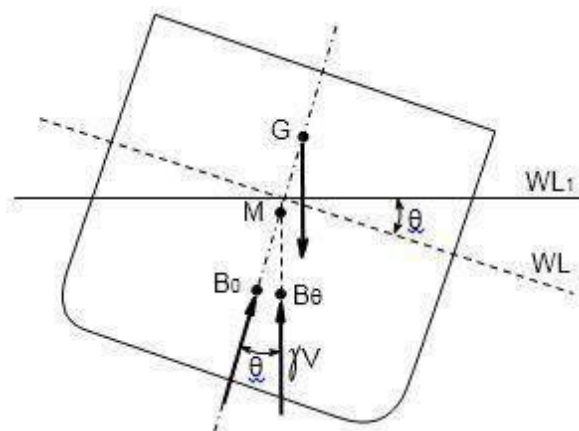
Gambar 2.4 Kondisi stabilitas netral

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 (Wakidjo, 1972).

Gambar 2.4 menggambarkan stabilitas netral dimana titik *metacenter* sama kedudukannya dengan titik gravitasi.

c) Stabilitas Negatif (*Unstable Equilibrium*)

Suatu keadaan stabilitas dimana titik G-nya berada di atas titik M, sehingga sebuah kapal yang memiliki stabilitas negatif sewaktu menyenget tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali, bahkan sudut sengetnya akan bertambah besar, yang menyebabkan kapal akan bertambah miring lagi bahkan bisa menjadi terbalik. Atau suatu kondisi bila kapal miring karena gaya dari luar, maka timbullah sebuah momen yang dinamakan momen penerus atau *healing moment* sehingga kapal akan bertambah miring (Wakidjo, 1972).



Gambar 2.5 Kondisi stabilitas negatif

Gambar 2.5 menggambarkan kondisi stabilitas negatif yang harus dihindari. Dalam perhitungan stabilitas pada Tugas Akhir ini, digunakan kriteria untuk kapal perang berdasarkan *Stability for U.S. Naval Surface Ship* oleh Sarchin dan Goldberg (Watson, 2003). Kriterianya antara lain:

1. Kriteria *beam wind* dan *rolling case* dari kapal ini harus memenuhi. Kriterianya adalah batas *heeling lever* pada sudut *steady heel* 0,6 dari *max righting arm*. Kriteria selanjutnya adalah area antara *righting lever* dan kurva *heeling lever* dengan asumsi kapal telah berguling 25 derajat ke sudut *steady heel* (A) tidak boleh kurang dari 140% area A₂. A₂ adalah energi kinetik ketika kapal berguling kembali.
2. Saat kapal berbelok dengan kecepatan tinggi, sudut *heel* kapal harus lebih kecil dari 10 derajat, area persimpangan GZ / area GZ max harus lebih kecil dari 0,6, dan luas area A₁ / luas area A₂ harus lebih besar dari 0,4.
3. Saat semua penumpang kapal diasumsikan berada di satu sisi kapal, sudut

heel kapal harus lebih kecil dari 15 derajat, area persimpangan GZ / area GZ max harus lebih kecil dari 0,6, dan luas area A1 / luas area A2 harus lebih besar dari 0,6.

4. Saat kapal mengangkat beban di tengah kapal, sudut *heel* kapal harus lebih kecil dari 15 derajat, area persimpangan GZ / area GZ max harus lebih kecil dari 0,6, dan luas area A1 / luas area A2 harus lebih besar dari 0,4.
5. Area di bawah kurva GZ sampai $\theta = 30^0$ dan $\theta = 40^0$ atau antara $\theta = 30^0$ dan 40^0 tidak boleh kurang dari 0,08 m.rad, 0,133 m.rad, dan 0,048 m.rad.
6. Lengan GZ max tidak boleh kurang dari 0,30 m.
7. Lengan GZ maksimum harus terjadi pada sudut tidak kurang dari 30^0 .
8. *GM fluid* tidak boleh kurang dari 0,30 m.

Rentang dari stabilitas tidak boleh lebih kecil dari 70^0 . Sedangkan kriteria stabilitas tambahan untuk kapal penumpang adalah:

1. Sudut oleng akibat penumpang bergerombol di satu sisi kapal tidak boleh melebihi 10^0 .
2. Sudut oleng akibat kapal berbelok tidak boleh melebihi 10^0 jika dihitung dengan rumus berikut:

(2.39)

Dengan:

- | | | |
|----------|---|---|
| M_R | = | momen oleng (kNm) |
| V_0 | = | kecepatan dinas (m/s) |
| L | = | panjang kapal pada bidang air (m) |
| Δ | = | <i>displacement</i> (ton) |
| D | = | sarat rata-rata (m) |
| KG | = | tinggi titik berat di atas bidang dasar (m) |

2.1.9. Biaya Pembangunan

Dalam mendesain suatu kapal, perlu dipertimbangkan biaya pembangunannya sehingga biaya pembangunannya tidak berlebihan. Faktor yang mempengaruhi besarnya biaya pembangunan kapal adalah *structural cost*, *outfit cost*, *machinery cost*, dan *non-weight cost*. (Watson, 2003). Biaya pembangunan kapal pada umumnya terdiri dari:

- *Structural cost*

Biaya struktur terdiri dari biaya material, biaya tenaga kerja dan biaya overhead. Biaya struktur juga dipengaruhi oleh kualitas baja yang digunakan. Rumus pendekatan untuk menghitung biaya struktur adalah:

$$P_{st} = W_{st} \cdot C_{st} \quad (2.40)$$

Dimana:

P_{st} = Biaya struktur.

W_{st} = Berat LWT kapal.

C_{st} = koefisien biaya struktur.

- *Outfit cost*

$$P_{E\&O} = W_{E\&O} \cdot C_{E\&O} \quad (2.41)$$

Dimana:

$P_{E\&O}$ = Biaya peralatan dan perlengkapan.

$W_{E\&O}$ = Berat peralatan dan perlengkapan.

$C_{E\&O}$ = Koefisien biaya peralatan dan perlengkapan.

- *Machinery cost*

$$P_{ME} = W_{ME} \cdot C_{ME} \quad (2.42)$$

Dimana:

P_{ME} = Biaya Mesin.

W_{ME} = Berat mesin.

C_{ME} = Koefisien biaya mesin.

- *Non-Weight cost*

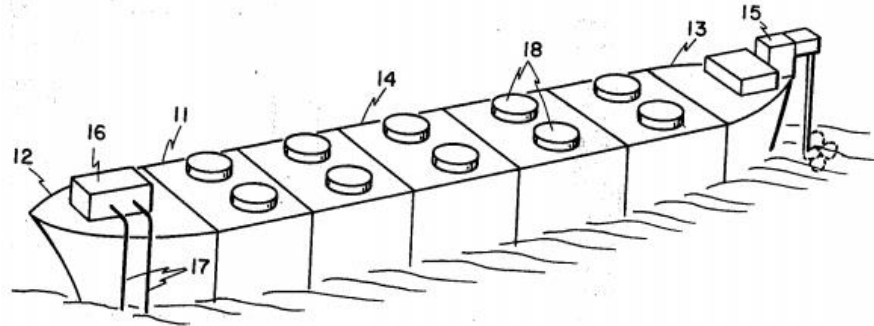
$$P_{NW} = C_{NW} \cdot (P_{ST} + P_{E\&O} + C_{ME}) \quad (2.43)$$

2.2. Tinjauan Pustaka

2.2.1. Kapal Penyapu Ranjau

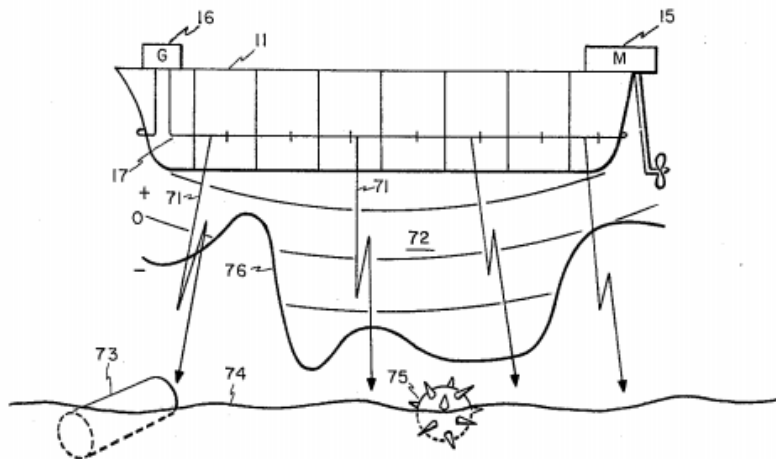
Kapal penyapu ranjau adalah kapal perang laut kecil yang dirancang untuk melawan ancaman yang ditimbulkan oleh ranjau laut. Kapal penyapu ranjau umumnya mendeteksi kemudian menetralkan ranjau sebelum kegiatan operasi laut lainnya. Kapal penyapu ranjau dengan tujuan dan tugas khususnya mulai dibangun pertama kali selama Perang Dunia I, yaitu dengan munculnya kapal penyapu ranjau kelas Bunga (*Flower-class minesweeping sloop*). Sebuah kapal sapu ranjau pada umumnya memiliki *Crew* yang biasanya berjumlah 50-60 orang,

minesweeping Equipment, serta ranjau yang akan diambil sebagai *Payload*nya (Oktorino, 2014).



Gambar 2.6 Kapal Sapu Ranjau

Kapal penyapu ranjau dilengkapi dengan alat "penyapu mekanis" (*mechanical sweeper*) atau "penyapu pemberi pengaruh" (*influence sweeper*) untuk membuat ranjau meledak. Kapal penyapu ranjau modern dirancang untuk mengurangi kemungkinan lewatnya kapal tersebut akan meledakkan ranjau itu sendiri. Ia dibangun kedap suara untuk mengurangi jejak akustik; dan lambung kapal seringkali dibangun dengan menggunakan kayu, plastik yang diperkuat dengan kaca (*glass-reinforced plastic* atau GRP), logam selain besi, atau melalui proses pengurangan jejak magnetik (*degaussed*). Bahan untuk lambung kapal sapu ranjau juga lebih baik dibuat dari bahan non magnetis, khususnya pada bagian nomor 12, 13, dan 14 di Gambar 2.7. Sedangkan saat kapal bergerak untuk menyapu ranjau, bagian 11 akan mengeluarkan energi elektromagnetik (ditunjukkan oleh angka 71) yang memicu respon magnetik dari sebuah ranjau laut (ditunjukkan oleh angka 73) dan mengakibatkan meledaknya ranjau tersebut.



Gambar 2.7 Penyapuan Ranjau Laut

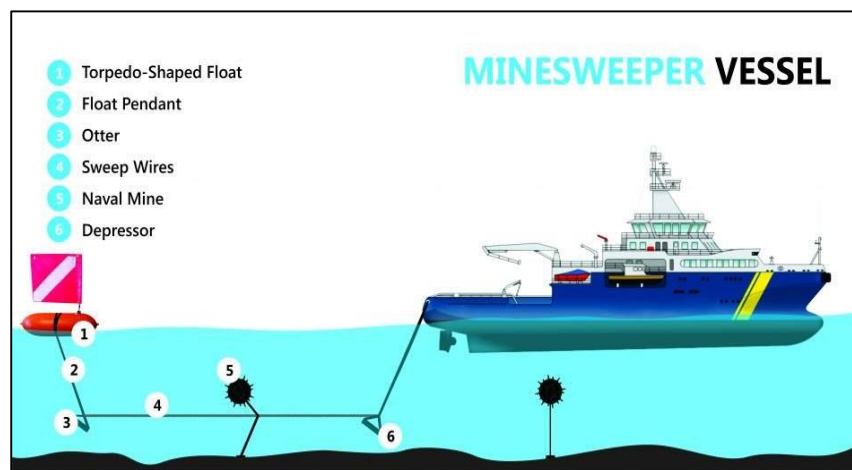
Penyapu mekanis adalah alat yang dirancang untuk memotong kabel yang menambatkan ranjau di dasar laut, dan sedapat mungkin memberikan tanda untuk membantu langkah penentuan lokasi dan penetralan berikutnya (Oktorino, 2014). Alat penyapu tersebut ditarik di belakang kapal penyapu ranjau, dan menggunakan semacam derek (misalnya *oropesa*, *paravane*) untuk menjaga kedalaman dan posisi penyapuan yang diinginkan. Penyapu pemberi pengaruh adalah alat yang menirukan jejak akustik atau mekanis sejenis kapal tertentu, sehingga menyebabkan ranjau meledak. Alat ini seringkali juga di derek, dan umumnya berupa *generator* magnetis atau akustik.

Ada dua moda untuk mengoperasikan penyapu pemberi pengaruh: MSM (*mine setting mode*, moda pengaturan ranjau) dan TSM (*target setting mode/target simulation mode*, moda pengaturan/simulasi target). MSM menyapu berdasarkan pada pengetahuan akan tipe ranjau tertentu, dan menghasilkan *output* yang diperlukan untuk meledakan ranjau tersebut. Bila pengetahuan tersebut tidak ada, maka TSM mereproduksi pengaruh dari jejak kapal bersahabat yang akan transit melalui *area* yang akan dilaluinya. TSM dengan demikian membersihkan ranjau yang diarahkan pada kapal tersebut meskipun tanpa pengetahuan mengenai ranjau yang digunakan. Namun, ranjau yang diarahkan pada kapal-kapal jenis lain mungkin saja tetap aktif (Oktorino, 2014).

Dari sisi sistem detonasinya, ranjau dapat dibagi menjadi ranjau sentuh (konvensional) dan sistem sensor, baik dari *displacement*, getaran atau medan magnet tadi (*smartmine*). Dari dasar ancaman ini, menjadi pertimbangan bahwa kapal penyapu ranjau harus mempunyai *draft/displacement* kecil untuk menghindari ranjau jangkar dan ranjau dengan sensor

displacement, frekuensi getaran lambung akibat pengaruh mesin propulsi yang harus serendah mungkin untuk menghindari ranjau dengan sensor getaran, serta bahan lambung harus anti magnet untuk menghindari ranjau magnetis (Oktorino, 2014).

Kapal penyapu ranjau berbeda dengan kapal pemburu ranjau; yang secara aktif mendeteksi ranjau dan menetralsirnya. Dalam banyak kasus, kapal penyapu ranjau menjadi pelengkap terhadap kapal pemburu ranjau; meskipun tetap tergantung pada operasi dan lingkungan operasinya (Oktorino, 2014). Sebuah kapal penyapu ranjau secara khusus lebih cocok untuk membersihkan daerah perairan terbuka, dengan sejumlah besar ranjau. Kedua jenis kapal ini secara kolektif disebut kapal penanggulangan ranjau (*mine countermeasure vessel* atau MCMV), suatu istilah yang juga diterapkan untuk sebuah kapal yang memiliki peran gabungan keduanya. HMS Wilton adalah kapal pertama dari jenis ini, sekaligus juga kapal perang pertama yang dibangun dari plastik yang diperkuat kaca (GRP).



Gambar 2.8 Naval Minesweeping Equipment

Kapal Sapu Ranjau juga memiliki cara bekerjanya sendiri. Dalam menjalankan misi penyapuan ranjau, ada empat tahapan yang harus dilakukan, menurut salah satu Kapal Sapu Ranjau bernama *Frankenthal Class* dengan mengandalkan *side scan* dan *mounted sonar* (Oktorino, 2014). Berikut merupakan langkah-langkah sebuah Kapal Sapu Ranjau dalam menyapu ranjau:

1. Deteksi

Lewat bantuan sonar pada kapal, dilakukan deteksi dini untuk menemukan benda yang diduga ranjau lewat pancaran sinyal yang dipantulkan oleh obyek tersebut.

2. Klasifikasi

Setelah suatu obyek yang mencurigakan berhasil dideteksi lewat sonar, selanjutnya dilakukan klasifikasi apakah obyek tersebut adalah benar merupakan ranjau, dan jenis ranjau apakah yang dihadapi dan bagaimana mekanisme peledakan yang mungkin dihadapi.

3. Identifikasi

Pasca klasifikasi dilakukan terhadap obyek yang telah dinyatakan sebagai ranjau, selanjutnya kapal penyapu ranjau akan menurunkan wahana *Remote Operated Vehicle* (ROV) atau *mine clearance diver* akan melakukan pengambilan foto pada ranjau secara langsung. Disamping itu, ROV berperan memeriksa dan observasi area di sekitar ranjau. Hal ini dilakukan kemudian untuk menentukan metode seperti apa yang paling pas untuk melakukan eliminasi pada ranjau yang dimaksud.

4. Eliminasi

Pada ranjau yang telah ditemukan, bisa dilakukan proses penghancuran (peledakan), tapi bisa pula ranjau 'diamankan' untuk kebutuhan penyelidikan lebih lanjut. Sebagai eksekutor di tahap ini adalah ROV atau bisa juga penyelam sekelas Kopaska (Komando Pasukan Katak).

Untuk perangkat buru ranjau, umumnya Kapal Sapu Ranjau akan menggunakan sistem sensor dan *processing* berupa 1 *unit Sonar* DUBM, 1 *Thales underwater system* TSM, *side scan sonar*, *Sonar* TSM 2022, 1 SAAB *Bofors Double Eagle Mk III Self Propelled Variable Depth Sonar*, dan 1 *Consilium Selesmar Type T-250/10CM003* Radar. Sedangkan untuk kelengkapan navigasinya menggunakan radar Decca 1229. Untuk jenis ranjau yang bisa dipindai adalah ranjau kontak, ranjau akustik, dan ranjau magnetik.



Gambar 2.9 KRI Pulau Rengat yang sedang melakukan pelatihan penyapu ranjau di Tuban, Jawa Timur

Kapal Sapu Ranjau pada umumnya beroperasi pada kecepatan 10 – 12 knot dengan kecepatan maksimum yang mencapai 18 knot dan jika sedang dalam mode menyapu ranjau beroperasi pada kecepatan 2 - 4 knot dengan bantuan *bow thruster*. Umumnya, Kapal Sapu Ranjau menggunakan 2 mesin dengan daya 1800 KW dengan *propeller* tipe CPP. Kapal Sapu Ranjau milik Indonesia LPP rata-rata sebesar 50 m dengan kapasitas keseluruhan sebesar 1600 DWT. Kapal Sapu Ranjau biasanya memiliki *Crew* penyapu sebanyak 5-10 orang dengan membawa sensor dan penarik minesweeper dengan berat 30 kg. Ia juga dilengkapi dengan sonar dibawah lambung kapal yang ukuran lebar sebesar 2,5 m dan tinggi sebesar 4 m. Kapal sapu ranjau juga beroperasi pada satu daerah saja dan akan kembali ke dermaga awal tempat ia berangkat. Maka jika ingin mendesain kapal sapu ranjau untuk perairan utara Pulau Jawa, kapal akan berangkat dari dermaga milik Koarmatim TNI AL dan akan kembali ke dermaga Koarmatim TNI AL sesuai misi yang diberikan (Oktorino, 2014).

2.2.2. Laut Jawa

Laut Jawa adalah perairan dangkal dengan luas 320.000 km² (120.000 sq ml) yang diapit oleh 4 pulau, yaitu Pulau Kalimantan, Pulau Jawa, Pulau Sumatra, dan Pulau Sulawesi di gugusan kepulauan Indonesia. Laut Jawa memiliki koordinat 5°16'00"S 111°43'52"E yang memiliki panjang maksimal sebesar 1600 km (990 nm), lebar maksimal sebesar 380 km (240 nm), dan kedalaman rata-rata 46 meter (151 ft). Suhu tertinggi dari perairan ini adalah 31 °C

dan suhu terendahnya adalah 27 °C. Laut ini berumur relatif muda, yang terbentuk pada Zaman Es terakhir (sekitar 12.000 tahun Sebelum Masehi) ketika dua sistem sungai bersatu (Van Oosten, 1976). Di bagian barat laut dari Laut Jawa, terdapat Selat Karimata yang menghubungkan Laut Jawa dengan Laut Cina Selatan (Thomas, 1971).

Di Laut Jawa terdapat beberapa gugusan pulau dan kepulauan, diantaranya adalah Kepulauan Seribu yang terletak di sebelah utara dari Kabupaten Tangerang dan secara administratif masuk dalam wilayah administrasi Provinsi DKI Jakarta, Kepulauan Karimun Jawa yang masuk ke dalam wilayah administratif dari Provinsi Jawa Tengah, Pulau Bawean dan pulau-pulau kecil di sekitarnya, Kepulauan Masalembu, dan Pulau Kangean beserta pulau-pulau kecil di sekitarnya yang berada di bawah wilayah administratif Provinsi Jawa Timur (Thomas, 1971).

Perikanan adalah salah satu dari kegiatan penunjang utama dari sektor ekonomi di Laut Jawa. Ada 3.000 lebih spesies dari kehidupan laut di daerah ini. Laut Jawa, khususnya di bagian barat, juga diketahui memiliki cadangan minyak bumi dan gas alam yang dapat digunakan untuk perkembangan sektor bumi dan gas yang nantinya bisa meningkatkan sektor ekonomi dari (Thomas, 1971).

Selain itu, daerah sekitar Laut Jawa merupakan salah satu dari daerah tujuan pariwisata yang paling populer di Indonesia. Aktivitas berupa scuba diving dan snorkeling menawarkan kesempatan untuk menjelajahi dan memotret gua yang berada di bawah laut, kapal yang sudah tenggelam dan menjadi terumbu karang buatan (wreck to reef), terumbu karang, dan kehidupan bawah air yang mempesona. Beberapa taman nasional juga berada di daerah ini (Thomas, 1971). Di Kepulauan Seribu yang terletak di Provinsi DKI Jakarta, terdapat Taman Nasional Kepulauan Seribu yang setiap tahun selalu berhasil menarik perhatian turis baik lokal maupun mancanegara. Sementara itu, terdapat pula Karimun Jawa yang merupakan taman nasional yang terdiri dari dua puluh tujuh pulau. Pulau Menjagan, dekat Bali, adalah taman nasional yang bersifat privat dan tertutup.

2.2.3. Komando Armada II

Komando Armada II atau disingkat (Koarmada II) adalah salah satu Komando Utama TNI Angkatan Laut yang lahir pada 30 Maret 1985. Komando ini bermarkas besar di Surabaya, Jawa Timur. dan membawahi wilayah laut indonesia bagian tengah. Sejarah Angkatan Laut dimulai dari dibentuknya Badan Keamanan Rakyat (BKR) pada sidang PPKI tanggal 22 Agustus 1945. BKR kemudian berkembang menjadi beberapa divisi, dimana BKR Laut, salah

satu divisi awalnya, meliputi wilayah bahari / laut (TNI AL, 2017). Dibentuknya Badan Keamanan Rakyat Laut (BKR Laut) pada tanggal 10 September 1945 oleh administrasi kabinet awal Soekarno menjadi tonggak penting bagi kehadiran Angkatan Laut di Negara Kesatuan Republik Indonesia yang diproklamkan pada tanggal 17 Agustus 1945. Terbentuknya BKR Laut ini dipelopori tokoh-tokoh bahariawan veteran yang pernah bertugas di jajaran Koninklijke Marine selama masa penjajahan Belanda dan veteran Kaigun selama masa pendudukan Jepang (TNI AL, 2017). Faktor lain yang mendorong terbentuknya badan ini adalah adanya potensi yang memungkinkan untuk menjalankan fungsi Angkatan Laut seperti kapal-kapal dan pangkalan, meskipun pada saat itu Angkatan Bersenjata Indonesia belum terbentuk. Terbentuknya organisasi militer Indonesia yang dikenal sebagai Tentara Keamanan Rakyat (TKR) turut memacu keberadaan TKR Laut yang selanjutnya lebih dikenal sebagai Angkatan Laut Republik Indonesia (ALRI), dengan segala kekuatan dan kemampuan yang dimilikinya.

Sejumlah Pangkalan Angkatan Laut terbentuk, kapal – kapal peninggalan Jawatan Pelayaran Jepang diberdayakan, dan personel pengawaknya pun direkrut untuk memenuhi tuntutan tugas sebagai penjaga laut Republik yang baru terbentuk itu. Sementara itu, sejarah Armada Republik Indonesia (Armada RI) tidak terlepas dari sejarah kemerdekaan Republik Indonesia yang diikuti dengan kelahiran TNI AL yang diawali dengan pembentuka tersebut di atas. Sejak masa TKR Laut ini struktur organisasi mulai disusun sesuai kebutuhan matra laut, yakni dengan membentuk beberapa satuan seperti Pangkalan, Corps Armada, Corps Mariniers, Polisi Tentara Laut, dan Kesehatan. Pada tanggal 25 Januari 1946 TKR Laut berubah menjadi Tentara Republik Indonesia Laut (TRI Laut). Demikian pada tanggal 19 Juli 1946 TRI Laut kemudian dirubah menjadi Angkatan Laut Republik Indonesia (ALRI) yang disahkan bertepatan dengan pelaksanaan Konferensi ALRI di Lawang, Malang (TNI AL, 2017).

Kemudian setelah kualitas unsur armada semakin canggih dan modern serta dan kuantitasnya semakin besar, akhirnya terbentuklah sebuah Komando Armada. Berdasarkan SK KSAL No. A. 4/2/10 tanggal 14 September 1959 ditetapkan berdirinya organisasi Komando Armada ALRI, yang diresmikan pembentukannya pada tanggal 5 Desember 1959 oleh KSAL Komodor Laut R.E. Martadinata. Pada tanggal ini selanjutnya tiap tahun diperingati sebagai “Hari Armada”. Sejalan dengan semakin kompleksnya permasalahan yang terjadi di laut, pemimpin memandang perlu untuk membagi dua Armada. Selanjutnya berdasarkan Surat Keputusan Panglima ABRI Nomor: Kep.171/II/1985 tanggal 30 Maret 1985, Armada RI resmi di bagi menjadi dua kawasan wilayah kerja, yaitu Armada RI Kawasan Timur dan Armada RI

Kawasan Barat. Pembagian wilayah kerja tersebut, juga secara bertahap melaksanakan Dispersi kekuatan Alut Sista yang semula seluruhnya berada di Armada Timur, sebagian di Dispersi ke Armada Barat, guna menyikapi perkembangan jaman dan tuntutan tugas semua wilayah kerja (TNI AL, 2017). Koarmada II membawahi lima Pangkalan Utama Angkatan Laut (Lantamal) yang meliputi:

- a) Pangkalan Utama TNI Angkatan Laut V (Lantamal V) di Surabaya, membawahi:
 - Lanal Semarang
 - Lanal Cilacap
 - Lanal Tegal
 - Lanal Batuporon
 - Lanal Yogyakarta
 - Lanal Malang
 - Lanal Banyuwangi
 - Lanal Denpasar
- b) Pangkalan Utama TNI Angkatan Laut VI (Lantamal VI) di Makassar, membawahi:
 - Lanal Palu
 - Lanal Mamuju
 - Lanal Kendari
 - Lanal Baubau
 - Fasharkan Makassar
- c) Pangkalan Utama TNI Angkatan Laut VII (Lantamal VII) di Kupang, membawahi:
 - Lanal Mataram
 - Lanal Pulau Rote
 - Lanal Maumere
- d) Pangkalan Utama TNI Angkatan Laut VIII (Lantamal VIII) di Manado, membawahi:
 - Lanal Melonguane
 - Lanal Tahuna
 - Lanal Gorontalo
 - Lanal Tolitoli
- e) Pangkalan Utama TNI Angkatan Laut XIII (Lantamal XIII) di Tarakan, membawahi:
 - Lanal Nunukan
 - Lanal Sangatta

- Lanal Balikpapan
- Lanal Kota Baru
- Lanal Banjarmasin

Sedangkan satuan pelaksana yang berada di bawah Komando Armada II adalah:

- a) Satuan Kapal Amfibi Komando Armada II
- b) Satuan Kapal Eskorta Komando Armada II
- c) Satuan Kapal Cepat Komando Armada II
- d) Satuan Kapal Selam Komando Armada II
- e) Satuan Kapal Bantu Komando Armada II
- f) Satuan Kapal Patroli Komando Armada II
- g) Satuan Kapal Ranjau Komando Armada II
- h) Satuan Marinir Komando Armada II
- i) Satuan Udara Komando Armada II
- j) Satuan Komando Pasukan Katak Komando Armada II
- k) Dinas Penyelamatan Bawah Air Komando Armada II
- l) Komando Latihan Komando Armada II

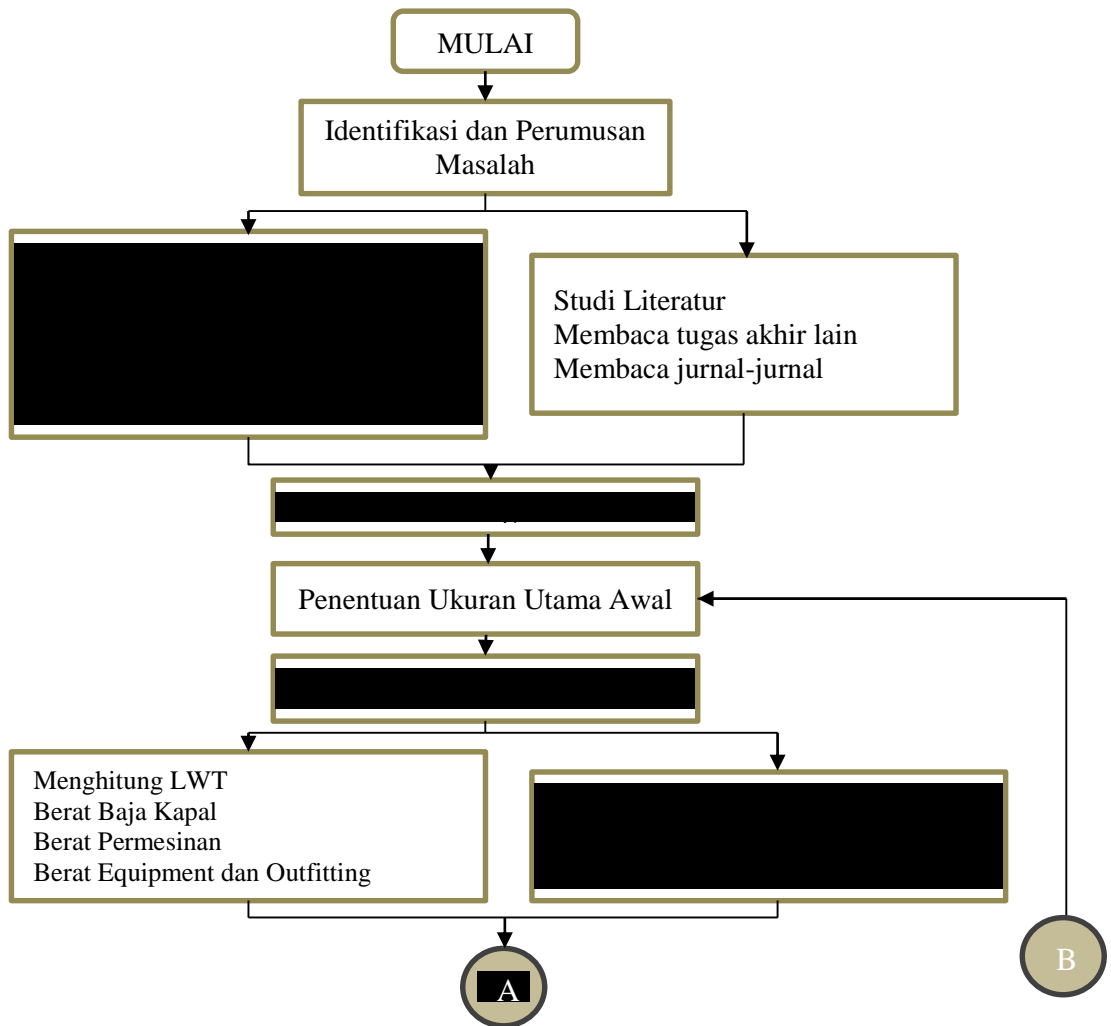
Halaman ini sengaja dikosongkan

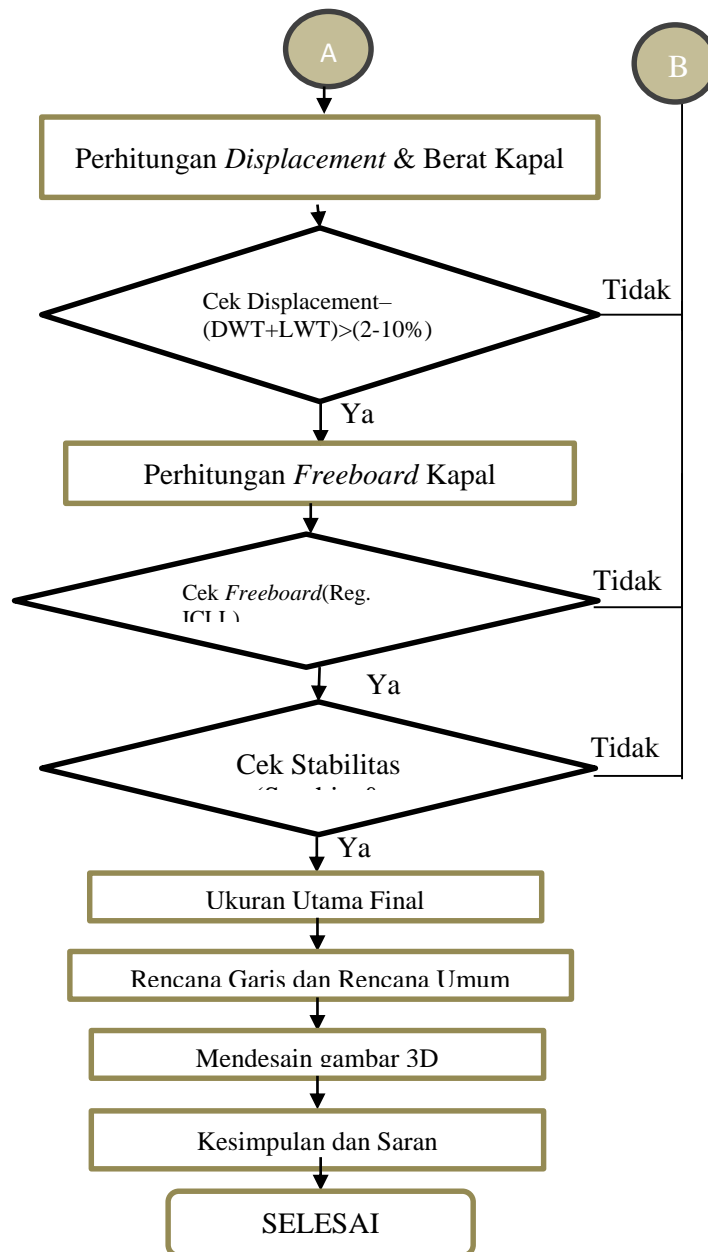
BAB 3

METODOLOGI

3.1. Bagan Alir

Secara umum metodologi dalam pengerjaan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:





Gambar 3.1 Bagan Alir Pengerjaan Tugas Akhir

3.2. Metode Pengerjaan

Terdapat beberapa metode yang digunakan pada pengerjaan Tugas Akhir ini. Dalam proses desain metode yang digunakan adalah metode *spiral design*. Seperti yang sudah dijelaskan dalam bab 2.1.1 tentang *spiral design* proses pengerjaan yang dilakukan merupakan proses pengulangan yang melalui beberapa tahapan dengan standar ketentuan masing – masing. Proses yang dilakukan meliputi penentuan *Operational Requirement*, penentuan ukuran utama, perhitungan teknis, dan desain.

3.2.1. Penentuan *Operational Requirement*

Untuk menentukan *Operational Requirement*, diperlukan metode ilmiah yang terdiri dari pengumpulan data dan studi literatur. *Operational Requirement* yang perlu ditentukan dalam Tugas Akhir ini adalah rute pelayaran, kecepatan kapal, dan *Payload*. Data dan studi literatur yang diperlukan pada penentuan *Operational Requirement* adalah sebagai berikut:

1. Data

- Berat dari alat-alat sapu ranjau
- Dimensi dari alat-alat sapu ranjau
- Kebutuhan tambahan penyelam
- *Crew* penyapuan dari kapal sapu ranjau pada umumnya

2. Studi Literatur

- Kapal Sapu Ranjau yang telah ada di Indonesia dan di luar negeri
- Karakteristik dari kapal-kapal militer

3.2.2. Penentuan Ukuran Utama Kapal

Ukuran utama dari kapal akan ditentukan dengan menggunakan metode *geosim procedure*. Pada metode ini, akan dilakukan perbandingan badan kapal secara geometris untuk mendapatkan ukuran utama kapal. Maka dari itu sebuah kapal pembanding yang memiliki karakteristik yang sama dengan kapal yang akan didesain akan dipakai sebagai acuan dalam metode ini. Namun, ukuran utama yang didapatkan dari metode *geosim procedure* bukan merupakan ukuran utama final dari kapal yang akan di desain, karena masih ada batasan berupa luasan deck yang dibutuhkan untuk meletakkan peralatan menyapu ranjau dan kebutuhan tambahan lainnya dari *Crew* penyapuan.

3.2.3. Perhitungan Teknis

Perhitungan teknis dilakukan berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan. Perhitungan tersebut meliputi hambatan kapal, daya kapal, penentuan *main engine* dan *Auxiliary Engine*, berat DWT dan LWT, titik berat, *trim*, *freeboard*, stabilitas kapal, dan tonase.

3.2.4. Desain *Lines Plan*, *General Arrangement*, dan 3D Model

Proses desain dilakukan dengan membuat desain lambung kapal dalam *software maxsurf*. Setelah itu dilakukan penyempurnaan desain *Lines Plan* dengan cara meng-*export* hasil proyeksi *body plan*, *half breath plan*, dan *buttock plan* di *export* ke *software AutoCAD*.

Setelah pembuatan *Lines Plan* selesai, dilanjutkan dengan membuat *General Arrangement* kapal sesuai dengan perencanaan ruangan dan komponen berat dan titik berat komponen. Pembuatan *General Arrangement* dilakukan dengan menggunakan *software AutoCAD*. Tahap terakhir adalah finalisasi *3D model* kapal yang berupa penambahan komponen-komponen kapal dan proses *rendering* agar kapal terlihat lebih realistik. Proses ini dilakukan dengan *software Rhinos*.

BAB 4

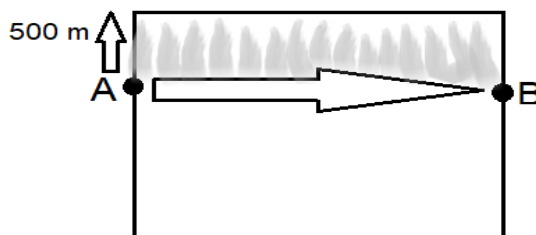
ANALISA TEKNIS

4.1. *Operational Requirement*

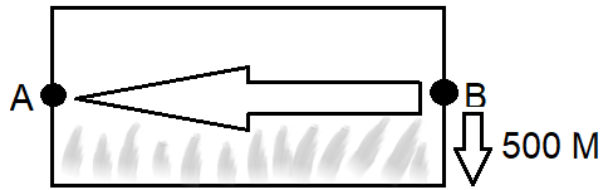
4.1.1. Penentuan Rute Pelayaran

Daerah yang akan dilalui oleh kapal sapu ranjau yang akan didesain adalah sepanjang Laut Jawa, dimulai dari Pangkalan Utama TNI Angkatan Laut V di Kota Surabaya, Jawa Timur dan berakhir di Pangkalan Utama TNI Angkatan Laut III yang berlokasi di DKI Jakarta.

Dengan memakai sonar EM 2040C MKII Multibeam Echosounder, kapal dapat menyapu ranjau dalam radius 1 km (kiri 0.5 km, kanan 0.5 km). Namun untuk memaksimalkan operasi penyapuan demi membersihkan Laut Jawa dari ranjau laut, maka kapal sapu ranjau yang akan didesain akan mendeteksi ranjau dengan sangat detil. Operasi penyapuan ranjau laut akan digambarkan dalam ilustrasi di Gambar 4.1. Kapal akan berlayar dari titik A ke B untuk mendeteksi ranjau yang mungkin terdapat di sisi port kapal dalam radius 500 m. Jika kapal mendeteksi adanya baja, maka kapal akan menurunkan *Shrimp* ROV yang dilengkapi dengan kamera untuk melihat apakah benda yang dideteksi oleh sonar merupakan ranjau atau bukan. Jika benda tersebut merupakan ranjau laut, *Crew* penyapuan akan menonaktifkan ranjau tersebut dengan menggunakan TNT yang akan dibawa oleh *Shrimp* ROV. Kapal akan berada pada jarak yang aman hingga ledakkan dari TNT dan ranjau tidak akan mengakibatkan kerusakan pada kapal. Menurut *Crew* KRI Pulau Rengat yang telah diwawancarai penulis, proses menonaktifkan ranjau membutuhkan waktu dari 1-3 hari. Jika hari sedang cerah dan air laut tenang, maka proses pengidentifikasian dan peledakkan ranjau bisa dilakukan dalam waktu 1 hari. Namun, bila cuaca tidak baik dan air laut tidak tenang (worst case scenario), proses pengidentifikasian dan peledakkan ranjau bisa memakan waktu sampai 3 hari.



Gambar 4.1 Proses Penyapuan Ranjau (a)



Gambar 4.2 Proses Penyapuan Ranjau (b)

Jika kapal telah selesai menyapu bagian yang diarsir pada Gambar 4.1, kapal akan berputar balik dan menyapu bagian yang diarsir pada Gambar 4.2 dan melakukan proses yang sama. Proses pengidentifikasian dan peledakkan ranjau ini akan dilakukan sampai semua area penyapuan telah dinyatakan bebas dari ranjau.

Menurut awak salah satu kapal selam milik TNI AL, sebuah kapal militer milik TNI-AL mampu beroperasi maksimal sampai dengan 3 bulan atau 90 hari. Setelah beroperasi selama 90 hari, kapal akan bertambat di dermaga dan mengisi bahan bakar, *Fresh Water*, *Cooling Water*, minyak lubrikan, *Provision*, serta komponen DWT lainnya. Berdasarkan peta ranjau yang ada di data milik TNI-AL dalam website <http://hdc.pushidrosal.id/katalogenc/>, telah digambarkan area yang diduga memiliki ranjau dan harus disapu. Berdasarkan pengalaman *Crew* dari KRI Pulau Rengat, dalam luas area $14,38 \text{ nm}^2$ biasanya terdapat 1 buah ranjau laut. Maka dari itu akan dilakukan perhitungan estimasi untuk menentukan waktu peledakkan ranjau laut. Berikut merupakan peta area ranjau yang harus disapu oleh kapal sapu ranjau yang akan didesain. Area yang diarsir warna hitam merupakan area yang harus disapu oleh kapal sapu ranjau yang akan didesain.



Gambar 4.3 Peta Area Penyapuan Ranjau

Berdasarkan peta yang telah digambar diatas, bentuk dari masing-masing area penyapuan akan ditampilkan di Lampiran C. Sedangkan Tabel 4.1 dibawah ini akan menunjukkan detail ukuran luas dari masing-masing area ranjau yang akan disapu dengan kapal sapu ranjau yang akan didesain yang terdiri dari 65 Area Penyapuan:

Tabel 4.1 Luas Area yang Akan Disapu

Area Penyapuan	Luas Area (km²)	Luas Area (nm²)
1	25.1	7.318
2	1.16	0.338
3	25.1	7.318
4	101	29.447
5	267	77.845
6	118	34.403
7	95.1	27.727
8	2.99	0.872
9	46.6	13.586
10	21.2	6.181
11	17.2	5.015
12	0.535	0.156
13	1.36	0.397
14	92.4	26.939
15	199	58.019
16	1.668	0.486
17	92.5	26.969
18	96.2	28.047
19	94.1	27.435
20	13.9	4.053
21	38.8	11.312
22	55.9	16.298
23	16.2	4.723
24	15.9	4.636
25	10.8	3.149
26	83	24.199
27	6.3	1.837

28	26.8	7.814
29	9.38	2.735
30	13.6	3.965
31	103	30.030
32	188	54.812
33	60.3	17.581
34	809	235.866
35	40.3	11.750
36	50.9	14.840
37	45.3	13.207
38	13.3	3.878
39	27.8	8.105
40	14.4	4.198
41	15.8	4.607
42	12.1	3.528
43	14.7	4.286
44	165	48.106
45	47	13.703
46	1065	310.504
47	93.4	27.231
48	163	47.523
49	11.3	3.295
50	22.8	6.647
51	568	165.602
52	59.9	17.464
53	7.47	2.178
54	84.1	24.520
55	209	60.935
56	274	79.886
57	1519	442.869
58	167	48.689
59	4195	1223.065
60	45.9	13.382
61	6.48	1.889
62	3.06	0.892

63	16	4.665
64	97	28.281
65	131	38.193
Total Luas Area	11934.103	3479.424

Kapal sapu ranjau yang akan didesain akan melakukan 13x penyapuan, yang dimulai dari penyapuan dari Area Penyapuan 57 di penyapuan pertama dan diakhiri dengan penyapuan dari Area Penyapuan 62 di penyapuan ke-13. Detil dari tiap operasi penyapuan akan ditampilkan di Tabel 4.2. Setelah tiap operasi penyapuan kapal akan melakukan pengisian bahan bakar serta consumables lainnya dan amunisi yang dibutuhkan untuk operasi penyapuan selanjutnya. Waktu yang dibutuhkan dalam pengisian consumables dan amunisi ini kurang lebih seminggu. Saat kapal sedang mengisi DWT, *Crew* beristirahat di kapal selama seminggu sebelum melakukan operasi selanjutnya. Perlu diketahui juga bahwa kapal memiliki 3 status, yaitu status kapal sedang beroperasi, status kapal berada di pangkalan dan status kapal dalam perbaikan. Kapal juga akan mengalami docking rutin yang dilaksanakan 2 tahun sekali. Detil dari operasi penyapuan yang akan dilakukan bisa dilihat di Tabel 4.2 dibawah ini, sedangkan detil dan bentuk dari masing-masing Area Penyapuan akan dilampirkan di lampiran.

Tabel 4.2 Detil Operasi Penyapuan yang Akan Dilakukan oleh Kapal Sapu Ranjau yang akan didesain

Operasi Penyapuan ke-	Detail Area Penyapuan (AP)	Waktu yang dibutuhkan (hari)	Base Awal	Base Akhir
1	AP 57, 55	86.462	TNI AL KOARMATIM II	TNI AL KOARMATIM II
2	AP 57, 55, 59	83.909	TNI AL KOARMATIM II	TNI AL KOARMATIM II
3	AP 59	87.555	TNI AL KOARMATIM II	TNI AL KOARMATIM II
4	AP 59	88.859	TNI AL KOARMATIM II	TNI AL KOARMATIM II
5	AP 59	88.995	TNI AL KOARMATIM II	TNI AL KOARMATIM II

6	AP 59, 58, 56	83.159	TNI AL KOARMATIM II	TNI AL KOARMATIM II
7	AP 56, 52, 33, 54, 32, 53, 1, 2, 3, 4, 5, 6	89.404	TNI AL KOARMATIM II	TBBM Tuban
8	AP 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 51	88.416	TBBM Tuban	TBBM Tuban
9	AP 34, 17, 16	88.895	TBBM Tuban	TBBM Semarang
10	AP 16, 14	88.866	TBBM Semarang	Dermaga Pelabuhan Cirebon
11	AP 18, 19, 20, 21, 22, 24, 23, 25, 26, 27, 29, 31, 28, 30, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44	88.766	Dermaga Pelabuhan Cirebon	TNI AL KOARMATIM I
12	AP 44, 45	88.119	TNI AL KOARMATIM I	TNI AL KOARMATIM I
13	AP 15, 65, 46, 47, 63, 60, 64, 48, 49, 50, 61, 62	53.200	TNI AL KOARMATIM I	TNI AL KOARMATIM I

4.1.2. Perhitungan Lama Pelayaran

Berdasarkan rute pelayaran yang telah ditentukan, dapat dihitung lama pelayaran dari kapal sapu ranjau yang akan didesain. Detail dari perhitungan lama pelayaran akan dilampirkan di Lampiran C. Tabel 4.3 akan menjelaskan lamanya waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan tugas operasi penyapuan ranjau di perairan utara Pulau Jawa:

Tabel 4.3 Detail Waktu Total Operasi Penyapuan Ranjau yang Akan Dilakukan

No.	Kegiatan	Durasi (hari)	Keterangan
1	Penyapuan 1	86.462	-
2	Penyapuan 2	83.909	-
3	Penyapuan 3	87.555	-
4	Penyapuan 4	88.859	-
5	Penyapuan 5	88.995	-

6	Penyapuan 6	83.159	-
7	Penyapuan 7	89.404	-
8	Penyapuan 8	88.416	-
9	Penyapuan 9	88.895	-
10	Penyapuan 10	88.866	-
11	Penyapuan 11	88.766	-
12	Penyapuan 12	88.119	-
13	Penyapuan 13	53.200	-
14	Penambatan di Koarmatim II, Surabaya	91	Kapal mengisi DWT selama seminggu di setiap pemberhentian untuk 13x penyapuan
15	<i>Docking</i> rutin	30	Kapal <i>didocking</i> setelah 2 tahun beroperasi (sumber https://tni.mil.id/view-168012-panglima-kolinlamil-tinjau-kri-teluk-hading-538-docking-di-semarang.html)
Waktu yang dibutuhkan untuk beroperasi		1225.605	hari
		3.358	tahun

4.1.3. Penentuan Kecepatan

Pada umumnya, kapal sapu ranjau milih TNI AL beroperasi pada kecepatan 14 knot sebagai *service speed* untuk menuju area yang akan disapu. Maka pada kapal sapu ranjau yang akan didesain, *service speed*/kecepatan dinas yang akan diambil adalah sebesar 14 knot dengan kecepatan saat menyapu sebesar 4 knot. Penyapuan akan dilakukan selama 8 jam dalam 1 hari, dengan kecepatan penyapuan sebesar 4 knot. Range yang dimiliki oleh sonar yang dipilih, EM 2040C MKII Multibeam Echosounder) adalah 0.5 km.



Home > Multibeam Echosounders > EM 2040C MKII

Kongsberg Maritime EM 2040C MKII

MULTIBEAM ECHO SOUNDER

The EM 2040C MKII is a shallow water multibeam echosounder based on EM 2040 technology. It is an ideal tool for any high-resolution mapping and inspection applications.

With the release of the EM 2040 MKII series, Kongsberg Maritime has upgraded the hardware and software to increase the swath and improve the data quality of our EM 2040 series.

ASK FOR A QUOTE

COMPARE

Share

Gambar 4.4 EM 2040C MKII Multibeam Echosounder

4.1.4. Penentuan *Payload*

Dalam mendesain kapal sapu ranjau ini, ditentukan *Payload* yang dibutuhkan untuk kebutuhan operasional dari kapal sapu ranjau. *Payload* dalam kapal sapu ranjau yang akan didesain berupa berat dan luasan yang dibutuhkan untuk meletakkan benda-benda yang akan dibutuhkan dalam kapal sapu ranjau. Berikut adalah *Payload* dari kapal sapu ranjau yang akan didesain:

1. *Shrimp* ROV

Prototype *Shrimp* ROV atau *Remote Operated Vehicle* adalah sebuah alat peletakkan *payload* yang bisa dikendalikan oleh awak dari dalam kapal. ROV jenis ini didesain secara khusus untuk keperluan militer, namun ROV ini juga bisa digunakan untuk keperluan non-militer. ROV ini mempunyai kemampuan untuk membawa *payload* jenis kecil, yang dalam Desain Kapal Sapu Ranjau ini akan berupa TNT *Dynamite* untuk meledakkan *metal* yang diduga ranjau yang berada di laut atau di dasar laut.

2. Amunisi OTO Melara 76mm

OTO Melara merupakan jenis penembak meriam yang sudah seringkali digunakan oleh kapal-kapal milik TNI AL yang pada umumnya diletakkan di *Forecastle Deck*. Pada kapal sapu ranjau yang akan didesain, OTO Melara yang digunakan adalah OTO Melara 76 mm. Amunisi yang akan dibutuhkan oleh OTO Melara untuk sekali pelayaran adalah HE standard dengan berat 6.296 kg, *range* 16 km, dan *effective* 8 km (4 km vs. *air targets* saat sudut 85°). Total berat amunisi beserta *caliber*, *shell*, *cartridge*, *propellant* adalah 27.446 kg. Maka dari itu untuk 360 *rounds* dibutuhkan amunisi seberat 9.881 ton.

3. Awak tambahan untuk misi penyapuan

Kapal TNI AL pada umumnya memiliki awak operasional yang bekerja pada kapal secara umum. Awak yang tidak termasuk dalam awak operasional merupakan awak

tambahan yang akan dihitung sebagai *Payload*, karena awak tambahan tersebut hanya bekerja saat kapal sapu ranjau melakukan misi penyapuan. Awak yang termasuk dalam awak tambahan/*Crew* penyapuan pada kapal sapu ranjau yang akan didesain adalah 1 orang Kepala Divisi Penyapuan, 1 orang Operator *Winch* Mekanik, 2 orang Operator APR Akustik, 1 orang Operator APR Magnetik, 1 orang Operator *Winch* dan Pengawas Raksimeter, 1 orang Operator APR Mekanik, 1 orang Pembantu APR Magnetik dan Mekanik, 1 orang Pembantu Perangkai Magnetik dan Akustik, 4 orang penyelam dan 1 orang dokter.

4. Persenjataan

Pada kapal sapu ranjau ini, tentunya dibutuhkan senjata yang akan digunakan oleh awak kapal untuk menghadapi keadaan perang. Maka dari itu, berikut adalah jenis persenjataan yang akan dibawa di dalam kapal:

- Mitraliur

Mitraliur adalah sebuah senjata api yang menggabungkan kemampuan menembak otomatis senapan mesin dengan amunisi pistol. Jumlah mitraliur yang dibutuhkan sebanyak 2 buah dan amunisi sebanyak 2 magazin per mitraliur.

- Laras Panjang

Pada kapal sapu ranjau ini, jenis laras panjang yang akan digunakan adalah M16A2, dimana jenis ini merupakan laras panjang yang diproduksi oleh dan sudah sering digunakan oleh TNI AL. Jumlah laras panjang yang dibutuhkan sebanyak 6 buah per regu yang ada di kapal. Oleh karena di kapal sapu ranjau yang akan didesain terdapat 7 regu, maka dibutuhkan 42 buah laras panjang bertipe M16A2 dengan amunisi sebanyak 2 buah magazin per senjata.

- Pistol

Pada umumnya, orang yang akan mempunyai otoritas untuk memiliki sebuah pistol di laut adalah Komandan dan Perwira Pelaksana Harian (Palaksa). Maka dari itu, pistol yang dibutuhkan dalam kapal sapu ranjau yang akan didesain berjumlah 2 buah dengan amunisi sebanyak 24 butir per pistol dengan jenis King Cobra yang juga diproduksi oleh *Company*.

5. Bahan Peledak

Berdasarkan salah satu operasi penyapuan sapu ranjau oleh KRI Pulau Rengat, didapatkan bahwa terdapat 1 buah ranjau setiap area 14.3803 nm². Oleh karena total area penyapuan berjumlah 3479.424 nm², maka diasumsikan ranjau yang terdapat di seluruh area penyapuan berjumlah 308 buah ranjau. Untuk meledakkan 1 buah ranjau, diperlukan bubuk TNT sebanyak 4 kg. Maka itu dibutuhkan bahan peledak sebanyak 1296 kg atau 1.296 ton.

6. Amunisi Rheinmetall Mk 20 RH-202

Rheinmetall Mk 20 RH-202 adalah *caliber autocannon* 20mm yang diproduksi oleh Rheinmetall yang didesain sebagai *defence* untuk *anti-aircraft*. Amunisi dari Rheinmetall 20mm terdiri dari 200 rounds, maka dari itu total amunisi yang dibutuhkan untuk sekali pelayaran adalah 0.18 ton.

Dari penentuan *Payload* yang telah dilakukan, berat total dari *Payload* dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut:

Tabel 4.4 Payload Berat pada Kapal Sapu Ranjau

No.	Jenis Payload	Berat per item (ton)	Jumlah	Berat Total (ton)	
1	<i>Shrimp</i> ROV	0.03	1	0.03	
2	Amunisi OTO Melara	0.027	720	9.881	
3	Amunisi Rheinmetall	0.0009	200	0.18	
4	Persenjataan	M16A2	0.0032	2	0.0064
		Amunisi M16A2	0.00000025	2	0.000001
		Mitrاليur	0.00326	42	0.13692
		Amunisi mitrاليur	0.00000073	2	6.132E-05
		Pistol	0.000793787	2	0.0015876
		Amunisi pistol	0.00001024	24	0.0004915
5	<i>Crew</i> penyapuan beserta kebutuhannya	0.135	14	1.89	
6	TNT <i>Dynamite</i>	0.004	255	1.296	

7	Tabung Oksigen Penyelam	0.0142	12	0.1704
TOTAL BERAT (ton)				13.654

Maka, total berat *Payload* dari kapal sapu ranjau yang akan didesain adalah sebesar 13.654 ton.

4.1.5. Perhitungan DWT Awal

Dalam menentukan ukuran utama, akan dilakukan perbandingan antara DWT yang dibutuhkan oleh kapal yang akan didesain dengan DWT kapal pembanding, yang dalam proses mendesain ini menggunakan KRI Pulau Rengat. Tabel 4.5 menunjukkan rekapitulasi perhitungan DWT yang dibutuhkan dengan asumsi maksimum waktu kapal beroperasi adalah 90 hari dan perhitungan total akan ditunjukkan secara lengkap di Lampiran C.

Tabel 4.5 Rekapitulasi Kebutuhan DWT

No.	Kebutuhan DWT	Berat (ton)
1	Bahan Bakar Main Engine (<i>Fuel Oil</i>)	136.384
2	Bahan Bakar Generator (<i>Diesel Oil</i>)	24.444
3	Minyak Pelumas	51.84
4	<i>Cooling Water</i>	6.6
5	<i>Fresh Water</i>	15
6	<i>Crew</i> dan Perlengkapan	39.975
7	<i>Provision</i>	18.9
Total		293.143
Margin 15%		43.971
Total + Margin		337.114

4.2. Penentuan Ukuran Utama Awal

Ukuran utama dari kapal ini ditentukan dengan metode Geosim, yang persamaannya dapat ditulis sebagai berikut:

$$\left(\frac{L_2}{L_1}\right)^3 = \left(\frac{B_2}{B_1}\right)^3 = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^3 = \frac{W_2}{W_1} \dots\dots\dots(4.1)$$

Dimana,

- L₁ = panjang kapal yang akan didesain (m)
- L₂ = panjang parent ship (m)
- B₁ = lebar kapal yang akan didesain (m)
- B₂ = lebar parent ship (m)
- T₁ = sarat kapal yang akan didesain (m)
- T₂ = sarat parent ship (m)
- W₁ = DWT parent ship (m)
- W₂ = DWT kapal yang akan didesain (m)

Untuk menentukan ukuran utama kapal sapu ranjau yang akan didesain, diperlukan sebuah parent ship sebagai perbandingan. Pada proses desain kapal sapu ranjau ini, kapal yang dijadikan kapal pembanding adalah KRI Pulau Rengat. Tabel 4.6 akan menunjukkan data ukuran utama dari KRI Pulau Rengat.

Tabel 4.6 Ukuran Utama KRI Pulau Rengat

Length of Perpendicular (LPP)	47.1 m
Length Overall (Loa)	51.5 m
Length of Waterline (Lwl)	48.56 m
<i>Breadth (B)</i>	8.9 m
<i>Draft (T)</i>	2.5 m
Height (H)	4.25 m
DWT	98.355 ton
Kecepatan Maksimum	15 knot
Kecepatan Operasi	7 knot
Daya Mesin Utama	1243 HP

Selain itu, dikenal juga faktor skala K dalam geosim procedure ini, dimana nilai K akan menjadi skala perbandingan ukuran utama dari parent ship dan kapal yang akan didesain. Maka dari itu DWT dari kapal *parent ship* dan kapal yang akan dibuat dibandingkan untuk

mendapatkan nilai K. Diketahui berat DWT dari kapal *parent ship* bernilai 98.355 ton, dan estimasi berat DWT dari kapal yang akan dibuat adalah 337.114 ton. Maka didapatkan besar K dari persamaan 4.1 sebagai berikut:

$$\frac{\text{---}}{\text{---}} = K$$

$$\frac{\text{---}}{\text{---}} = K$$

$$K = 1.47415$$

Dari nilai K yang telah didapatkan, maka didapatkan ukuran utama sebagai berikut:

$$LPP = 75.91869 \text{ m}$$

$$B = 13.1199 \text{ m}$$

$$T = 3.68537 \text{ m}$$

Dari nilai ukuran utama yang sudah didapatkan dari metode geosim, maka ukuran utama yang akan diambil adalah:

$$LPP = 75.931 \text{ m}$$

$$B = 12.972 \text{ m}$$

$$T = 3.5 \text{ m}$$

$$H = 6.725 \text{ m}$$

4.3. Pemeriksaan Ukuran Utama

Dari ukuran utama yang telah didapatkan, maka dilakukan pemeriksaan ukuran utama menurut *Resistance Manual*, yaitu sebagai berikut:

$$3.9 < L/B < 15 \dots\dots\dots(4.2)$$

$$2.1 < B/T < 4 \dots\dots\dots(4.3)$$

$$0.55 < C_p < 0.85 \dots\dots\dots(4.4)$$

Dimana nilai dari L/B adalah 5.87, nilai dari B/T adalah 3.71 dan nilai dari Cp adalah 0.71, sehingga ukuran utama yang telah ditentukan mencukupi pemeriksaan ukuran utama yang dilakukan menurut *Resistance Manual* tersebut.

4.4. Perhitungan Koefisien Utama Kapal

Perhitungan elemen utama kapal bisa dilakukan dengan menggunakan *Froude number* yang didapatkan berdasarkan ukuran utama yang telah diperoleh sebelumnya. Adapun koefisien bentuk kapal yang dimaksud antara lain: C_b , C_m , C_{wp} , C_p , LCB, *Volume Displacement* (∇) dan *Displacement* (Δ). Sehingga untuk tiap set ukuran utama terdapat koefisien utama kapal. Berikut rumus-rumus yang dipakai untuk menghitung koefisien utama kapal:

4.4.1. Perhitungan *Froude number*

Melalui perhitungan dibawah, didapatkan nilai *Froude number* dari kapal sapu ranjau yang akan didesain menurut rumus (2.1). Maka untuk kapal dengan LPP sebesar 75.931 m, B sebesar 12.972 m, H sebesar 6.725 m, dan T sebesar 3.5 m, maka didapatkan nilai F_n yaitu 0.26389.

4.4.2. Perhitungan Koefisien Bentuk Kapal

Untuk mengetahui karakteristik dari kapal sapu ranjau yang akan didesain, koefisien-koefisien bentuk kapal akan dihitung. Berikut merupakan perhitungan-perhitungan yang dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari bentuk badan kapal sapu ranjau yang akan didesain:

a) *Block Coefficient* (C_b)

Nilai dari C_b milik kapal sapu ranjau yang akan didesain adalah 0.5585. Namun, C_b yang didapatkan dari aplikasi *Maxsurf Modeler* sebesar 0.62.

b) *Midship Coefficient* (C_m atau C_x)

Nilai C_m akan diambil dari aplikasi *Maxsurf Modeler*. Nilai C_m atau C_x dari kapal sapu ranjau adalah 0.688 dengan A_m yang bernilai 29.3935 m² yang diambil dari *maxsurf*.

c) *Waterplane Coefficient* (C_{wp})

Nilai dari C_{wp} diambil dari aplikasi *Maxsurf Modeler* dengan nilai sebesar 0.802.

d) *Prismatic Coefficient* (C_p)

Nilai dari koefisien prismatic (C_p) bisa didapatkan dari rumus yang adalah 0.719.

e) *Longitudinal Center of Bouyancy* (LCB)

Longitudinal Center of Bouyancy merupakan titik tekan atau titik berat ke atas dari *volume* air yang dipindahkan oleh badan kapal yang terbenam dalam air. Pada kapal sapu ranjau

yang akan didesain, nilai LCB akan diambil dari aplikasi *Maxsurf Modeler* yang bernilai 32.846 m dari AP dan 5.1195 m dari *Midship*.

f) *Volume Displacement* (∇)

Displacement moulded atau *volume displacement* adalah volume air yang dipindahkan oleh volume badan kapal yang tercelup didalam air (kapal tanpa kulit). Berdasarkan aplikasi *Maxsurf Modeler*, nilai dari *volume displacement* adalah 1650.519 m³.

g) *Displacement* (Δ)

Displacement adalah berat air yang dipindahkan oleh badan kapal yang tercelup dalam air. *Displacement* kapal dapat diperoleh dari prinsip hukum *Archimedes* dengan mengalikan *volume* badan kapal yang tercelup air dengan massa jenis air. Berdasarkan aplikasi *Maxsurf Modeler*, nilai dari *displacement* adalah 1692 ton.

4.5. Perhitungan Hambatan dan Propulsi

4.5.1. Perhitungan Hambatan

Metode yang digunakan dalam perhitungan hambatan kapal sapu ranjau adalah metode Holtrop, lalu dibandingkan dengan perhitungan menggunakan bantuan aplikasi *Maxsurf Resistance*. Pada metode Holtrop nilai dari hambatan total kapal terdiri dari hambatan kekentalan (*viscous resistance*), hambatan bentuk (*resistance of appendages*), dan hambatan gelombang (*wave making resistance*), dan hambatan udara (*air resistance*). Dengan menggunakan metode Holtrop tersebut maka diperoleh hasil sebagai berikut.

1. Hambatan kekentalan (*viscous resistance*)

Nilai untuk hambatan kekentalan yang digunakan pada perhitungan hambatan total Holtrop bergantung terhadap nilai dari C_F . Berdasarkan Persamaan (2.13) maka didapatkan nilai C_F adalah 0,00164.

2. Hambatan bentuk (*resistance of appendages*)

Hambatan bentuk dalam proses perhitungan hambatan Holtrop direpresentasikan sebagai nilai *form factor* (1 + k). Berdasarkan Persamaan (2.16) didapatkan nilai (1+k) adalah 1,257.

3. Hambatan gelombang (*wave making resistance*)

Nilai dari hambatan gelombang R_w berdasarkan Persamaan (2.17) adalah 0,002669031

4. Hambatan Udara

Nilai dari hambatan udara berdasarkan Persamaan (2.20) didapatkan senilai 0.00057.

5. Hambatan total

Setelah mendapatkan seluruh nilai yang menjadi faktor dalam perhitungan hambatan total Holtrop maka nilai dari hambatan total dapat dihitung. Nilai hambatan total beserta margin 15% berdasarkan Persamaan (2.21) pada kapal sapu ranjau yang akan didesain adalah 81.204 kN.

Hambatan dari kapal sapu ranjau yang akan didesain akan didapatkan menggunakan aplikasi *Maxsurf Resistance* agar angka yang didapatkan lebih tepat. Untuk mendapatkan hambatan total dari kapal sapu ranjau, akan dilakukan perhitungan dengan Metode Holtrop. Pada model kapal sapu ranjau yang telah didesain di *Maxsurf Modeler* dan di input di *Maxsurf Resistance*, didapatkan hambatan total senilai 110,1 kN dengan *Froude number* yang bernilai 0,261.

4.5.2. Perhitungan Propulsi Kapal

1. *Effective Horse Power* (EHP)

Effective horse power adalah daya yang dibutuhkan untuk mendorong kapal yang mempunyai tahanan total. Hasil dari perhitungan EHP disajikan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Rekapitulasi Perhitungan EHP

Komponen	Nilai	Satuan	Keterangan
R_T	110,1	kN	Dari <i>maxsurf resistance</i>
V_s	7,202	m/s	-
EHP	792.965	kW	-
	1063.381	HP	

2. *Thrust Horse Power* (THP)

Thrust Horse Power adalah daya yang diperlukan untuk menghasilkan gaya dorong pada bagian belakang propeller kapal. Nilai η_h adalah 0.957691, maka didapatkan nilai THP yaitu 827.996 kW.

3. *Delivery Horse Power* (DHP)

Delivery horse power adalah daya yang diberikan kepada baling-baling pada kecepatan dinas yang besarnya telah dikurangi oleh kerugian pada hambatan daya yang dialirkan dari poros ke baling-baling.

Nilai η_p bernilai 0,539. Sehingga didapatkan nilai DHP yaitu 1536.171 kW.

4. *Shaft Horse Power* (SHP)

Shaft horse power adalah daya yang diberikan kepada baling-baling melalui porosnya pada kecepatan pelayaran yang besarnya telah dikurangi oleh kerugian pada *shafting arrangement* (*bearing* dan *stern tube*).

Nilai η_{SHB} bernilai 0,98. Sehingga didapatkan nilai SHP yaitu 1567.521 kW.

5. *Break Horse Power* (BHP)

Break horse power adalah daya yang diberikan kepada baling-baling melalui porosnya pada kecepatan dinas yang besarnya telah dikurangi oleh kerugian pada efisiensi transmisi.

Nilai η_G adalah 0,98. Sehingga didapatkan nilai BHP yaitu 1607.714 kW.

6. *Break Horse Power Maximum Continuous Rating* (BHP_{MCR})

Setelah mendapatkan besar daya penggerak kapal yang dibutuhkan untuk menggerakkan kapal sesuai dengan kecepatannya, maka tahap terakhir adalah menghitung kebutuhan *BHP maximum continuous rating*. BHP_{MCR} adalah kebutuhan daya mesin penggerak utama kapal (BHP) yang telah diberikan penambahan dari *voyage margin*, *power design margin*, dan *power service margin*. Besar *engine margin* adalah sebesar 15%. Sehingga dari kalkulasi didapatkan nilai BHP_{MCR} sebesar 1891.428 kW atau 2536.443 HP. Karena kapal menggunakan 2 *propeller* (*twin screw*), maka *power* dibagi 2. Sehingga BHP_{MCR} tiap *engine* adalah 945.7142 kW atau 1268.222 HP.

Dalam pemilihan *main engine*, daya mesin yang dipilih yang terdapat pada katalog harus lebih besar dari nilai MCR yang telah dihitung. Mesin induk yang direncanakan berjumlah dua. Alasan pada desain kapal kali ini menggunakan dua mesin dikarenakan jika menggunakan satu mesin, dimensi dari mesin yang digunakan akan terlalu besar dan tidak akan cukup jika ditempatkan di *engine room* kapal. Spesifikasi dari *main engine* yang dipilih dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Spesifikasi Main Engine

<u>Spesifikasi Main Engine</u>		
Jumlah mesin =	2	unit
<i>Brand</i> =	Caterpillar	
<i>Type</i> =	3512	
<i>n</i> =	1200	rpm
<i>Maximum power</i> =	970	kW

<i>Length</i> =	2715	mm
<i>Height</i> =	2053	mm
<i>Width</i> =	1703	mm
<i>Weight</i> =	6532	kg
=	6.532	ton

Auxiliary Engine digunakan untuk menyuplai kebutuhan listrik di kapal. Dengan adanya *Auxiliary Engine (generator)* listrik dapat disediakan dalam bentuk arus AC. Perhitungan kebutuhan listrik dilakukan dengan cara menghitung kebutuhan komponen listrik yang digunakan di atas kapal. Tabel 4.9 akan menjelaskan komponen listrik yang digunakan pada kapal sapu ranjau yang akan didesain.

Tabel 4.9 Komponen Kelistrikan Kapal

Komponen	Daya (watt)	Jumlah	watt	kWh
<i>TV</i>	80	30	2400	2,4
<i>AC</i>	690	30	20700	20,7
<i>Refrigrator</i>	165	2	330	0,33
<i>Shrimp ROV</i>	650	1	650	0.65
Lampu 20W	20	94	1880	1,88
<i>Microwave</i>	900	2	1800	1,8
<i>Dispenser</i>	350	3	1050	1,05
<i>F.W. Pump</i>	45000	1	45000	45
<i>Bofors</i>	10000	4	40000	40
<i>Fuel Oil Pump</i>	5500	1	5500	5,5
<i>Sewage Pump</i>	20000	1	20000	20

Sehingga kebutuhan daya generator adalah 139,31 KW.

Dalam pemilihan *Auxiliary Engine (generator)*, daya mesin yang terdapat pada katalog *generator* yang dipilih harus lebih besar dari nilai daya yang telah dihitung. *Auxiliary Engine* yang dipilih dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Spesifikasi Auxiliary Engine

<u>Spesifikasi Auxiliary Engine</u>		
<i>Brand</i> =	YC Diesel	
<i>Type</i> =	QSY-150	
<i>n</i> =	1800	rpm
<i>Maximum power</i> =	150	kW
<i>Length</i> =	3300	mm
<i>Height</i> =	960	mm
<i>Width</i> =	1650	mm
<i>Weight</i> =	3500	kg
=	3,5	ton

Dalam proses desain kapal sapu ranjau ini, terdapat *emergency genset* untuk mengantisipasi jika *generator* utama mengalami kerusakan dan harus mengalami *repair*. Dalam menentukan kapasitas *emergency genset* yang digunakan pada kapal yang akan didesain ini, diasumsikan *emergency genset* yang digunakan dapat mensuplai kebutuhan penerangan dan AC. Daya *emergency genset* yang terdapat pada katalog harus lebih besar dari nilai daya yang dihitung. Spesifikasi *Emergency Genset* dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Spesifikasi Emergency Genset

<u>Spesifikasi Emergency Genset</u>		
<i>Brand</i> =	Perkins	
<i>Type</i> =	QSP-80	
<i>n</i> =	1500	rpm
<i>Maximum power</i> =	80	kW
<i>Length</i> =	2070	mm
<i>Height</i> =	1120	mm
<i>Width</i> =	720	mm
<i>Weight</i> =	1020	kg
=	1,02	ton

4.6. Penentuan Berat Kapal

Secara keseluruhan berat kapal dibagi menjadi dua komponen, *lightweight* (LWT) dan *deadweight* (DWT). Berat kapal didistribusikan secara memanjang kapal. Secara rinci perhitungan berat dan titik berat kapal adalah sebagai berikut.

4.6.1. Perhitungan LWT Kapal

LWT terdiri dari berat baja badan kapal, peralatan dan perlengkapan, serta permesinan. Jadi bisa disimpulkan bahwa LWT adalah berat kapal kosong tanpa muatan atau *Consumables*.

- **Perhitungan Berat Badan Kapal**

Perhitungan berat dan titik berat material badan kapal dapat dilakukan dengan bantuan *software Maxsurf Modeler*. Informasi yang didapat dari *software maxsurf* adalah luasan dan titik berat luasan. Berat kapal dapat ditentukan dengan mengalikan luasan total kapal dengan massa jenis dan tebal baja.

- **Perhitungan *Equipment* dan *Outfitting***

Perhitungan *Outfitting* dan *Equipment* bisa dilakukan dengan menghitung volume dikali massa jenis dari tiap benda sesuai dengan katalog yang telah disediakan.

- **Perhitungan Berat Permesinan**

Komponen permesinan meliputi *main engine*, *Auxiliary Engine*, *emergency generator*, *shaft*, dan *propeller*. Berat untuk setiap komponen bisa didapatkan dari katalog masing-masing benda. Berat per komponen akan digunakan untuk melakukan perhitungan titik berat VCG dan LCG sesuai peletakkan per komponen pada *General Arrangement* dari kapal. Hasil rekapitulasi berat LWT kapal bisa dilihat pada Tabel 4.12 dibawah ini, sedangkan perhitungan berat LWT kapal secara lengkap bisa dilihat di Lampiran C.

Tabel 4.12 Rekapitulasi LWT Kapal

Berat Kapal LWT			
No	Item	Value	Unit
1	<i>Equipment and Outfitting</i>	53.156	ton
2	Alat Penggerak	59.122	ton
3	Pelat dan Konstruksi	450.343	ton
TOTAL LWT		562.621	ton

4.6.2. Perhitungan DWT Kapal

DWT dari kapal sapu ranjau yang akan didesain terdiri dari beberapa komponen, yaitu *payload*, *Consumables*, dan berat awak penyapuan. Berikut merupakan hasil perhitungan DWT dari kapal sapu ranjau yang akan didesain:

1. *Payload*

Payload dalam perencanaan desain kapal sapu ranjau ini terdiri dari awak penyapuan, alat sapu ranjau beserta fasilitas pendukung misi penyapuan ranjau dan berbagai jenis persenjataan. Pada perhitungan DWT, awak yang dihitung sebagai DWT adalah awak penyapuan. Awak penyapuan merupakan awak yang hanya ada ketika sedang melakukan misi penyapuan ranjau, yaitu awak yang bukan merupakan awak operasional. *Payload* dari kapal sapu ranjau mempunyai berat total 13.654 ton.

2. *Consumables*

Consumables dalam perhitungan DWT dari kapal sapu ranjau ini meliputi *main engine Fuel Oil*, *generator Fuel Oil*, *main engine lubricating oil*, *generator lubricating oil*, *Fresh Water*, dan *Provision*. Perhitungan kebutuhan bahan bakar dan pelumas dilakukan berdasarkan lama pelayaran dan konsumsi bahan bakar dari mesin penggerak utama dan mesin generator yang digunakan. Total berat dari *Consumables* adalah 1035.339 ton.

Tabel 4.13 merupakan hasil rekapitulasi dari *Consumables*.

Tabel 4.13 Rekapitulasi *Consumables*

No.	Komponen <i>Consumables</i>	Berat	Satuan
1	Bahan Bakar Mesin Induk (<i>Fuel Oil</i>)	232.139	ton
2	Bahan Bakar <i>Auxiliary</i> Engine (Diesel Oil)	67.959	ton
3	<i>Lubricant Oil</i>	37.626	ton
4	<i>Fresh Water</i>	645.006	ton
5	<i>Cooling Water</i>	9.498	ton
6	<i>Sewage</i>	0.271	ton
7	<i>Provision</i>	37.8	ton
8	Crew dan Perlengkapan	5.04	ton
Total <i>Consumables</i> =		1035.339	ton

4.6.3. Total Berat Kapal

Setelah mendapatkan berat dari LWT, *Payload* dan DWT maka total berat kapal dapat dilihat di Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Total Berat Kapal

No	Item	Value	Unit
1	LWT	562.621	ton
2	Consumables	1035.339	ton
3	<i>Payload</i>	13.654	ton
TOTAL BERAT KAPAL		1611.614	ton

4.6.4. Pengecekan Daya Apung (*Buoyancy*)

Pemeriksaan daya apung perlu dilakukan agar dapat dipastikan bahwa kapal yang didesain memiliki gaya angkat ke atas yang cukup sehingga tidak menyebabkan kapal tenggelam. Pemeriksaan daya apung dilakukan dengan menghitung selisih antara daya apung pada sarat desain dan berat kapal, dimana selisihnya harus berada pada rentang 2-10%. Pengecekan margin ditunjukkan pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Pengecekan Margin

No	Komponen Berat Kapal	Nilai	Unit
1	<i>Displacement</i> (Pemodelan <i>Maxsurf</i>)	1680	ton
2	DWT	1048.993	ton
3	LWT	562.621	ton
4	DWT + LWT	1611.614	ton
Selisih		68.386	ton
		4.07%	(0-10%)

4.7. Perhitungan Titik Berat Kapal

Perhitungan titik berat akan dilakukan menurut *General Arrangement* yang telah didesain. Perhitungan akan dibagi menjadi LWT dan DWT serta Titik Berat Kapal secara keseluruhan. Menurut *General Arrangement*, berikut merupakan nilai VCG, LCG, dan momen dari setiap benda yang berada di kapal.

4.7.1. Perhitungan Titik Berat Komponen LWT

Penentuan titik berat baja di lambung kapal secara horizontal dari AP dapat dilakukan dengan rumus pendekatan berikut:

$$LCG = (-15+LCB)\% \times LWL \text{ m dari AP(4.10)}$$

Dimana:

LCB = Titik apung kapal dihitung dari AP

LWL = Panjang garis air kapal

Komponen LWT lainnya pada kapal dihitung secara post per post yang dapat dilihat di perhitungan teknis yang berada di Lampiran C, sedangkan rekapitulasi titik beratnya dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Rekapitulasi Titik Berat LWT

No.	Komponen	Berat	VCG	LCG
1	Equipment & Outfitting	53.156	5.84	42.079
2	Alat Penggerak	59.122	2.152	4.832
3	Hull	379.509	4.604	34.016
4	Bangunan Atas	70.834	8.507	45.085
VCG		4.955		
LCG		33.105		

Dengan demikian, komponen LWT memiliki titik berat VCG 4.955 m dan LCG 33.105 m.

4.7.2. Perhitungan Titik Berat Komponen DWT

Komponen DWT terdiri dari beberapa elemen, yaitu *Payload*, *Consumables*, dan *Crew*. *Consumables* sendiri terdiri dari *fuel oil*, *diesel oil*, *lubricating oil*, *Fresh Water*, dan *Cooling Water*. Perhitungan pada bagian ini dilakukan dengan mencari titik berat dari masing-masing komponen DWT lalu dihitung secara keseluruhan. Titik berat dari komponen DWT akan dihitung menggunakan *Software Maxsurf Stability*. Rekapitulasi perhitungan titik berat dari komponen DWT akan ditunjukkan pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Rekapitulasi Titik Berat DWT

No.	Komponen	Berat	VCG	LCG
1	Fuel Oil	232.139	1.559	19.482

2	Diesel Oil	67.959	1.559	25.792
3	Lubricant Oil	37.626	1.561	28.796
4	Cooling Water	9.498	2.210	13.801
5	Fresh Water	645.006	1.909	39.231
6	Crew	5.04	2.050	57.900
7	Provision	37.8	3.362	42.000
8	Sewage	0.271	0.678	15.301
VCG		1.851		
LCG		33.494		

4.7.3. Perhitungan Titik Berat Kapal

Dengan demikian, titik berat total dari komponen kapal dapat dilihat pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Rekapitulasi Titik Berat Kapal

Titik Berat Kapal				
No.	Komponen	Berat	VCG	LCG
LWT				
1	Equipment & Outfitting	53.156	5.840	42.079
2	Alat Penggerak	59.122	2.152	4.832
3	Hull	379.509	4.604	34.016
	Bangunan Atas	70.834	8.507	45.085
DWT				
1	<i>Payload</i>	13.654	3.225	62.608
2	Consumables	1035.339	1.851	33.494
Total		1611.614		
VCG		2.946		
LCG		33.605		

4.8. Perhitungan *Freeboard*

Pada kapal terdapat lambung timbul atau *freeboard* yang merupakan daya apung cadangan kapal. Adanya lambung timbul pada kapal berdampak terhadap keselamatan kapal, kru, dan muatan. Perhitungan lambung timbul dilakukan berdasarkan aturan dan standar pada *International Convention on Load Lines 1966 and Protocol of 1988*. Hasil perhitungan lambung timbul yang telah dilakukan mendapatkan nilai 3025 mm. Rincian perhitungan lambung timbul adalah sebagai berikut.

4.8.1. Freeboard Standard

Untuk menentukan *freeboard* awal, perlu ditentukan tipe kapal yang akan dirancang. Ketentuan dan kriteria dari tipe kapal tersebut antara lain:

- a. Tipe A:
 - 1) Kapal yang didesain memuat muatan curah atau cair
 - 2) Kapal dengan kekokohan tinggi pada geladak terbuka dikarenakan tangki kargo hanya memiliki lubang akses yang kecil yang ditutup dengan baja atau bahan lain dengan paking kedap air.
 - 3) Kapal dengan tingkat keselamatan yang tinggi terhadap banjir karena rendahnya permeabilitas ruang kargo yang terisi dan tingkat pembagian ruang kargo.

b. Tipe B:

Kapal selain kapal tipe A.

Karena kapal yang akan dirancang adalah kapal sapu ranjau, maka kapal tersebut masuk dalam golongan tipe kapal B. Maka ukuran *freeboard* awal menurut fungsi panjang kapal seperti pada Tabel 4.19 dibawah ini adalah:

Tabel 4.19 Tabel Freeboard Standar menurut Panjang Kapal

Length of ship (metres)	Freeboard (millimetres)	Length of ship (metres)	Freeboard (millimetres)	Length of ship (metres)	Freeboard (millimetres)
24	200	48	420	72	754
25	208	49	432	73	769
26	217	50	443	74	784
27	225	51	455	75	800
28	233	52	467	76	816
29	242	53	478	77	833
30	250	54	490	78	850
31	258	55	503	79	868
32	267	56	516	80	887
33	275	57	530	81	905
34	283	58	544	82	923
35	292	59	559	83	942
36	300	60	573	84	960
37	308	61	587	85	978
38	316	62	601	86	996
39	325	63	615	87	1015
40	334	64	629	88	1034
41	344	65	644	89	1054
42	354	66	659	90	1075
43	364	67	674	91	1096
44	374	68	689	92	1116
45	385	69	705	93	1135
46	396	70	721	94	1154
47	408	71	738	95	1172

Oleh karena L yang didapatkan senilai 76.833, maka digunakan interpolasi antara L = 76 dan L = 77, dan didapatkan:

$$Fb_1 = 830.161 \text{ mm}$$

Dimana:

$L = 96\%LWL$ pada $0.85H$ atau LPP pada $0.85H$, diambil yang lebih besar

4.8.2. Koreksi *Freeboard* untuk Kapal di bawah 100 m

Terdapat penambahan *freeboard* untuk kapal type B yang memiliki panjang 24 m - 100 m dan memiliki *superstructure* yang panjang efektifnya 35% L.

$$Fb_2 = 7.5(100-L)(0.35 - E/L) \text{ mm} \dots\dots\dots(4.11)$$

Dimana:

L = Panjang Kapal

E = Total Panjang efektif SS

Oleh karena kapal tidak memiliki *superstructure*, maka tidak dilakukan koreksi.

4.8.3. Koreksi Koefisien Blok (C_b)

Kapal dengan nilai C_b lebih besar dari 0.68 perlu mendapat koreksi *freeboard* seperti pada persamaan (2.26). Oleh karena $C_b = 0.62$, maka tidak ada koreksi.

4.8.4. Koreksi Dalam (D)

Kapal dengan nilai D lebih besar dari pada seperlima belas nilai L maka *freeboard* dikoreksi dengan persamaan (2.28). Maka dilakukan perhitungan koreksi dalam sebagai berikut:

$$D = 6.725 \text{ m}$$

$$L/15 = 5.122 \text{ m}$$

$$R = 158.75 \text{ mm}$$

Maka diperlukan koreksi terhadap *freeboard*, dimana didapatkan:

$$Fb_3 = 254.445 \text{ mm}$$

4.8.5. Koreksi Bangunan Atas

Kapal yang memiliki bangunan dan *trunk* tertutup perlu dilakukan koreksi *freeboard* dengan persamaan (2.30). Oleh karena kapal tidak memiliki *superstructure*, tidak dilakukan koreksi terhadap *freeboard*.

4.8.6. *Bow height Minimum*

Berdasarkan Persamaan (2.31), didapatkan nilai *bow height minimum* sebesar 3215.105 mm.

4.8.7. Sheer Correction

Menurut perhitungan *Sheer Correction* dan Sheer standard menurut ICLL 1966 yang terdapat pada Tabel 2.1, didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut:

Tabel 4.20 Rekapitulasi Perhitungan Sheer Standard

	Station	Ordinat (mm)	Faktor	Hasil	Jumlah
Bagian Belakang	AP	885	1	885	1377.06
	1/6L dari AP	392.94	3	1178.82	
	1/3L dari AP	99.12	3	297.36	
	Amidships	0	1	0	
Bagian Depan	Amidships	0	1	0	2754.12
	1/3L dari AP	198.24	3	594.72	
	1/6L dari AP	785.88	3	2357.64	
	FP	1770	1	1770	

Sedangkan sheer sebenarnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.21 Rekapitulasi Perhitungan Sheer Sebenarnya

	Station	Ordinat Sheer Sebenarnya (mm)	Faktor	Hasil	Jumlah
Bagian Belakang	AP	0	1	0	0
	1/6L dari AP	0	3	0	
	1/3L dari AP	0	3	0	
	Amidships	0	1	0	
Bagian Depan	Amidships	0	1	0	0
	1/3L dari FP	0	3	0	
	1/6L dari FP	0	3	0	
	FP	0	1	0	

Maka didapatkan $\Delta A = -172.133$ mm dan $\Delta F = -344.265$ mm. Oleh karena ΔA dan $\Delta A < 0$, maka freeboard akan ditambahkan dengan ΔM dengan perhitungan yang terlampir di Lampiran C. Maka didapatkan $\Delta M = 258.199$ mm. Maka Fb_5 adalah 258.199 mm.

4.8.8. Reserve buoyancy

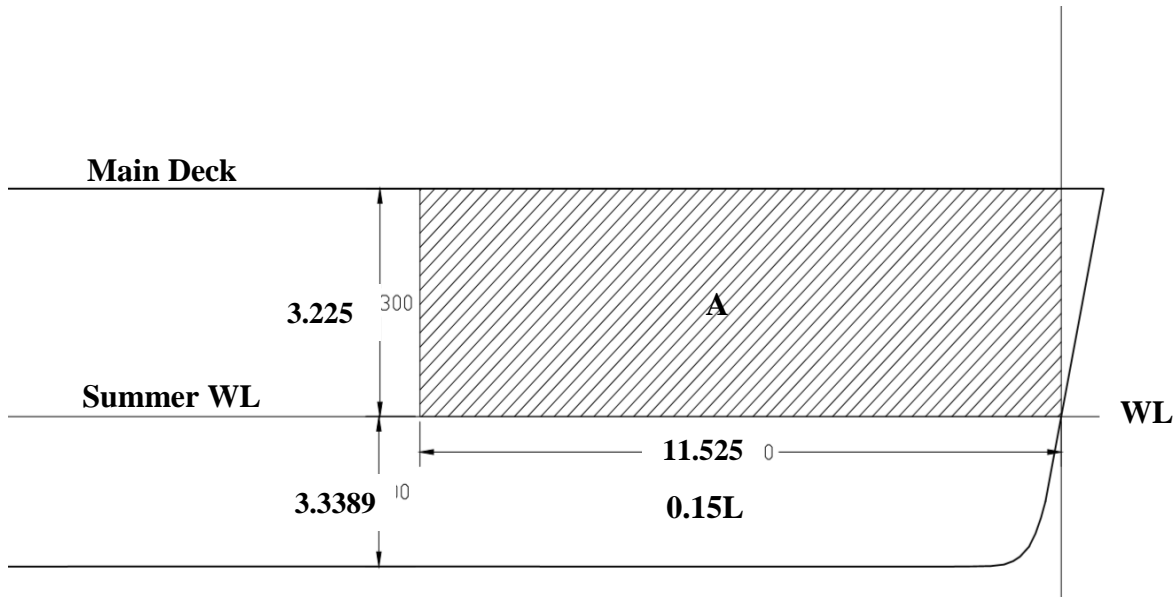
Menurut rumus (2.33) dan (2.38), didapatkan *Reserve buoyancy* minimal sebesar:

$$R_b = 17.812 \quad m^2$$

Luasan A

$$A = 37.168 \text{ m}^2$$

Berdasarkan perhitungan *reserve bouyancy* yang telah dilakukan diketahui bahwa nilai luasan A lebih besar dibanding dengan nilai *reserve bouyancy minimal*. Gambar luasan A dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.5 Luasan A

FP

4.8.9. Pemeriksaan *Freeboard*

Setelah melakukan semua perhitungan *freeboard* beserta dengan koreksinya, maka dilakukan pemeriksaan dengan kondisi *freeboard* desain sebenarnya. Rekapitulasi dari Perhitungan *Freeboard* dapat dilihat di tabel dibawah ini.

Tabel 4.22 Rekapitulasi Perhitungan *Freeboard*

No	Koreksi <i>freeboard</i>	Hasil	Unit
1	Kapal tipe B tidak boleh kurang dari	15	cm
2	Fb_1	830.161	mm
3	R	158.75	mm
4	Koreksi Sheer	258.199	mm
5	Bow Height Minimum	3215.105	mm
6	Reserve Bouyancy Minimum	17.812	m ²
7	Total <i>Freeboard</i> Minimum	1342.804	mm
8	<i>Freeboard</i> Desain	3225	mm

4.9. Perhitungan Trim

Batasan *trim* menurut SOLAS 2009 adalah tidak boleh melebihi 0,5% LWL yang merupakan sebesar 0.388 m. Perhitungan dilakukan dengan berbagai kondisi simulasi, yaitu:

1. *Loadcase 1: (Consumable 100%, Payload (Amunisi 100%))*
2. *Loadcase 2: (Consumable 75%, Payload (Amunisi 75%))*
3. *Loadcase 3: (Consumable 50%, Payload (Amunisi 50%))*
4. *Loadcase 4: (Consumable 25%, Payload (Amunisi 25%))*
5. *Loadcase 5: (Consumable 10%, Payload (Amunisi 10%))*
6. *Loadcase 6: Kapal kosong*

Berikut adalah rekapitulasi kondisi *trim* kapal yang dihitung menggunakan *software Maxsurf Stability* seperti yang terlihat pada Tabel 4.23.

Tabel 4.23 Rekapitulasi Perhitungan Trim

No	Loadcase	Nilai Trim (m)	Trim	Syarat
1	Kapal Berangkat (100%)	0.307	Buritan	Pass
2	DWT 75%, Payload 75%	0.212	Buritan	Pass
3	DWT 50%, Payload 50%	0.094	Buritan	Pass
4	DWT 25%, Payload 25%	-0.057	Haluan	Pass
5	DWT 10%, Payload 10%	-0.173	Haluan	Pass
6	Kapal Kosong (0%)	-0.269	Haluan	Pass

4.10. Perhitungan Stabilitas

Dalam mengoperasikan kapal, stabilitas kapal merupakan hal yang sangat penting sehingga perlu diperhitungkan secara hati-hati. Perhitungan stabilitas kapal pada *desain* kapal sapu ranjau akan menggunakan bantuan *software Maxsurf Stability Enterprise* dengan kriteria sebagaimana yang telah disyaratkan menurut *Royal Navy, Intact Stability Criteria*; DS 02-

109(NES109) Part 1 namun tidak termasuk bab 1.2.8 tentang Stability in Harbour. Analisis stabilitas dilakukan pada berbagai keadaan yang sangat dipengaruhi oleh isi dari DWT yang ada pada saat itu, sehingga volume dari elemen-elemen DWT akan menjadi salah satu variabel yang menjadi variasi dalam analisis stabilitas. Pada analisis stabilitas, terdapat 6 loadcase yang dijelaskan pada Tabel 4.24 dibawah ini.

Tabel 4.24 Loading Condition untuk Analisis Stabilitas Kapal Sapu Ranjau

No	Loadcase	Keterangan
1	Loadcase 1	Saat kapal berangkat dalam keadaan penuh (amunisi dan consumables 100%)
2	Loadcase 2	Saat amunisi dan consumables berada pada keadaan 75%
3	Loadcase 3	Saat amunisi dan consumables berada pada keadaan 50%
4	Loadcase 4	Saat amunisi dan consumables berada pada keadaan 25%
5	Loadcase 5	Saat amunisi dan consumables berada pada keadaan 10%
6	Loadcase 6	Saat kapal kosong (amunisi dan consumables berada pada keadaan 0%)

4.10.1. Langkah Menghitung Stabilitas

Langkah pertama dalam melakukan perhitungan stabilitas dengan menggunakan *software Maxsurf Stability* adalah dengan memasukkan model kapal yang telah dibuat sebelumnya dengan *software Maxsurf Modeller*. Selanjutnya, akan dimasukkan data berupa berat, titik berat beserta kompartemen-kompartemen yang ada di dalam kapal yang berupa LWT, *payload*, crew, provision, tangki, dan kompartemen. Dalam menganalisis stabilitas kapal, perlu diketahui terlebih dahulu dalam kondisi apa kapal akan dianalisis stabilitasnya yang kemudian akan diperiksa dengan kriteria sesuai dengan *Royal Navy, Intact Stability Criteria*; DS 02-109(NES109) Part 1. Data yang dimaksud diatas dapat dilihat pada Tabel 4.25 **Perencanaan Tangki dan Kompartemen Pada Maxsurf** Tabel 4.25 dibawah ini.

Tabel 4.25 Perencanaan Tangki dan Kompartemen Pada *Maxsurf*

	Name	Type	Intact Perm. %	Damaged Perm. %	Specific gravity	Fluid type	Boundary Surfaces	Aft m	Fore m	F.Port m	F.Stbd. m	F.Top m	F.Bott. m
1	Fuel Oil Tank P	Tank	100	100	0.9443	Fuel Oil	none	15	24	-7	0	3.5	1.2
2	Fuel Oil Tank S	Tank	100	100	0.9443	Fuel Oil	none	15	24	0	7	3.5	1.2
3	DOT P	Tank	100	100	0.84	Diesel	none	24	27.6	-7	0	3.5	1.2
4	DOT S	Tank	100	100	0.84	Diesel	none	24	27.6	0	7	3.5	1.2
5	LOT P	Tank	100	100	0.92	Lube Oil	none	27.6	30	-7	0	3.5	1.2
6	LOT S	Tank	100	100	0.92	Lube Oil	none	27.6	30	0	7	3.5	1.2
7	FWT 1 P	Tank	100	100	1	Fresh Water	none	30	39	-7	0	3.5	1.2
8	FWT 1 S	Tank	100	100	1	Fresh Water	none	30	39	0	7	3.5	1.2
9	FWT DB 1	Tank	100	100	1	Fresh Water	none	39	72	-7	7	1.2	0
10	FWT DB 2	Tank	100	100	1	Fresh Water	none	72	75.6	-7	7	1.2	0
11	FWT DB 3	Tank	100	100	1	Fresh Water	none	15.6	39	-7	7	1.2	0
12	FWT 2 P	Tank	100	100	1	Fresh Water	none	39	50.4	-7	0	3.5	1.2
13	FWT 2 S	Tank	100	100	1	Fresh Water	none	39	50.4	0	7	3.5	1.2
14	Sewage	Tank	100	100	0.721	Sewage	none	15	15.6	0	0.6	1.2	0
15	CWT P	Tank	100	100	1		none	12.6	15	-4	-3	3.2	1.2
16	CWT S	Tank	100	100	1		none	12.6	15	3	4	3.2	1.2
17	Komp. 1	Compartment	95	95			none	-1.433	4.8	-7	7	6.725	0
18	Komp. 2	Compartment	85	85			none	4.8	15	-7	7	6.725	0
19	Komp. 3	Compartment	95	95			none	15	24	-7	7	3.5	0
20	Komp. 4	Compartment	95	95			none	24	30	-7	7	3.5	0
21	Komp. 5	Compartment	95	95			none	30	39	-7	7	3.5	0
22	Komp. 6	Compartment	95	95			none	39	50.4	-7	7	3.5	0
23	Komp. 7	Compartment	95	95			none	15	39	-7	7	6.725	3.5
24	Komp. 8	Compartment	95	95			none	50.4	72	-7	7	3.5	0
25	Komp. 9	Compartment	60	60			none	39	72	-7	7	6.725	3.5
26	Komp. 10	Compartment	95	95			none	72	77	-7	7	6.725	0

Setelah perencanaan tangki selesai, maka dilakukan input data berat kapal yang lainnya. Pada pengerjaan Tugas Akhir ini data berat kapal yang dimasukkan adalah LWT yaitu berat kapal kosong. Serta data yang diperlukan lainnya adalah LCG kapal yang didapatkan dari perhitungan stabilitas. Selanjutnya adalah pemilihan kriteria stabilitas untuk kapal. Pada pengerjaan Tugas Akhir ini kriteria yang digunakan adalah *Intact Stability – Royal Navy* dan *Damaged Stability – Royal Navy* dikarenakan kedua kriteria tersebut memiliki batasan yang sama dengan batasan yang terdapat pada *Stability for U.S. Naval Surface Ship* oleh Sarchin dan Goldberg. Kriteria dari analisa *Intact Stability* adalah sebagai berikut:

- Kriteria *beam wind* dan *rolling case* dari kapal ini harus memenuhi. Kriterianya adalah batas *heeling lever* pada sudut *steady heel* 0,6 dari *max righting arm*. Kriteria selanjutnya adalah area antara *righting lever* dan kurva *heeling lever* dengan asumsi kapal telah berguling 25 derajat ke sudut *steady heel* (A) tidak boleh kurang dari 140% area A₂. A₂ adalah energi kinetik ketika kapal berguling kembali.
- Saat kapal berbelok dengan kecepatan tinggi, sudut *heel* kapal harus lebih kecil dari 10 derajat, area persimpangan GZ / area GZ max harus lebih kecil dari 0,6, dan luas area A₁ / luas area A₂ harus lebih besar dari 0,4.
- Saat semua penumpang kapal diasumsikan berada di satu sisi kapal, sudut *heel* kapal harus lebih kecil dari 15 derajat, area persimpangan GZ / area GZ max harus

lebih kecil dari 0,6, dan luas area A1 / luas area A2 harus lebih besar dari 0,6.

- Saat kapal mengangkat beban di tengah kapal, sudut *heel* kapal harus lebih kecil dari 15 derajat, area persimpangan GZ / area GZ max harus lebih kecil dari 0,6, dan luas area A1 / luas area A2 harus lebih besar dari 0,4.
- Area di bawah kurva GZ sampai $\theta = 30^0$ dan $\theta = 40^0$ atau antara $\theta = 30^0$ dan 40^0 tidak boleh kurang dari 0,08 m.rad, 0,133 m.rad, dan 0,048 m.rad.
- Lengan GZ max tidak boleh kurang dari 0,30 m.
- Lengan GZ maksimum harus terjadi pada sudut tidak kurang dari 30^0 .
- GM *fluid* tidak boleh kurang dari 0,30 m.
- Rentang dari stabilitas tidak boleh lebih kecil dari 70^0 .

Sedangkan kriteria dari analisa *Warship Damaged Stability* adalah sebagai berikut:

- Sudut *List* atau *Loll* yang ditandai dengan sudut *equilibrium* dari perpotongan kurva GZ dan sumbu $GZ = 0$ melebihi 20^0 .
- GZ pada titik equilibrium kurang dari 60% GZmax.
- Area A1 lebih dari 12 m.deg.
- Area A1 lebih dari 1,4 x Area A2.
- Trim longitudinal tidak menyebabkan *down flooding*.
- GM longitudinal > 0 .

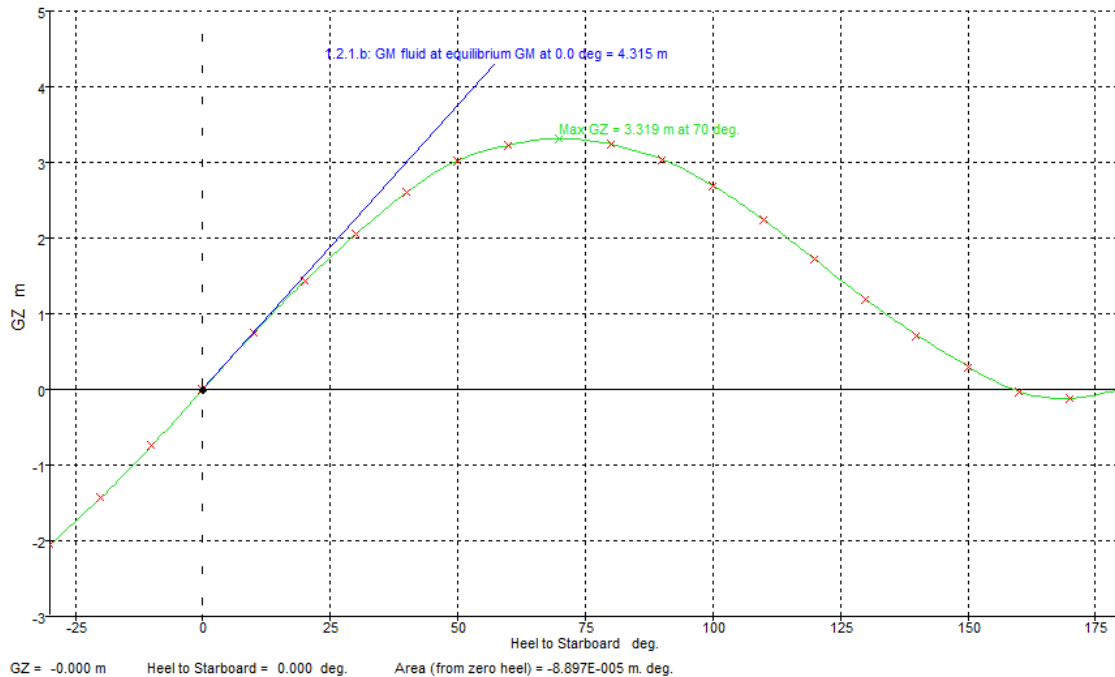
Setelah dilakukan analisis stabilitas menggunakan *Software Stability Analysis* pada lambung kapal maka selanjutnya dilakukan pemeriksaan kondisi stabilitas. Semua kondisi stabilitas berdasarkan kriteria diatas harus dipenuhi. Pada pengerjaan Tugas Akhir ini semua kondisi *loadcase* kapal harus diperiksa dan hasilnya harus memenuhi kriteria. Dari perhitungan stabilitas, didapatkan grafik GZ pada setiap kondisi *loadcase*, grafik GZ digunakan untuk mengetahui besarnya lengan GZ pada saat kapal oleng atau *rolling*, berikut merupakan grafik GZ pada setiap kondisi *loadcase*.

4.10.2. Hasil Perhitungan Intact Stability

Stabilitas dari Kapal Sapu Ranjau yang didesain akan ditinjau pada kondisi sebagai berikut:

1. *Loadcase* 1

Pada *Loadcase* 1, kapal diasumsikan mengangkut DWT dalam keadaan penuh (100%). Maka itu, menurut kriteria *Royal Navy* didapatkan luasan di bawah kurva GZ dari rentang 0° - 30° sebesar 32.1227 m.deg, pada rentang 0° - 40° sebesar 55.4638 m.deg, dan pada rentang 30° - 40° sebesar 23.3411 m.deg. Panjang lengan GZ pada sudut lebih besar atau sama dengan 30° sebesar 3.025 m, dan nilai maksimum lengan GZ terjadi pada sudut 70° . Panjang dari GM fluida saat equilibrium mempunyai besar 4.315 m, rentang stabilitas positif sebesar 158.8 deg dan sudut dari *vanishing stability* sebesar 158.8 deg. *Heeling* yang disebabkan oleh *Beam Winds* mempunyai sudut *steady heel* sebesar 5.2 deg, besar A1/A2 sebesar 574.88% dan $GZ(\text{intersection})/GZ(\text{max})$ sebesar 12.95%. *Heeling* yang disebabkan karena *High Speed Turning* dengan sudut dari *steady heel* sebesar 0.2 deg, besar A1/A2 sebesar 99.45%, dan $GZ(\text{intersection})/GZ(\text{max})$ sebesar 0.5%. *Heeling* yang disebabkan oleh *Lifting of Heavy Weights* mempunyai sudut *steady heel* sebesar 0 deg, besar A1/A2 sebesar 99.99% dan $GZ(\text{intersection})/GZ(\text{max})$ sebesar 0.00%. *Heeling* yang disebabkan karena *Crowding of Passengers on One side* memiliki sudut dari *steady heel* sebesar 0.1 deg, besar A1/A2 sebesar 99.77%, dan $GZ(\text{intersection})/GZ(\text{max})$ sebesar 0.21%. Dengan demikian Kapal Sapu Ranjau pada *loadcase* 1 dapat dikatakan telah memenuhi persyaratan yang disyaratkan sesuai dengan *Royal Navy, Intact Stability Criteria*; DS 02-109(NES109) Part 1. Grafik lengan GZ pada *Loadcase* 1 dapat dilihat pada Gambar 4.6 berikut.

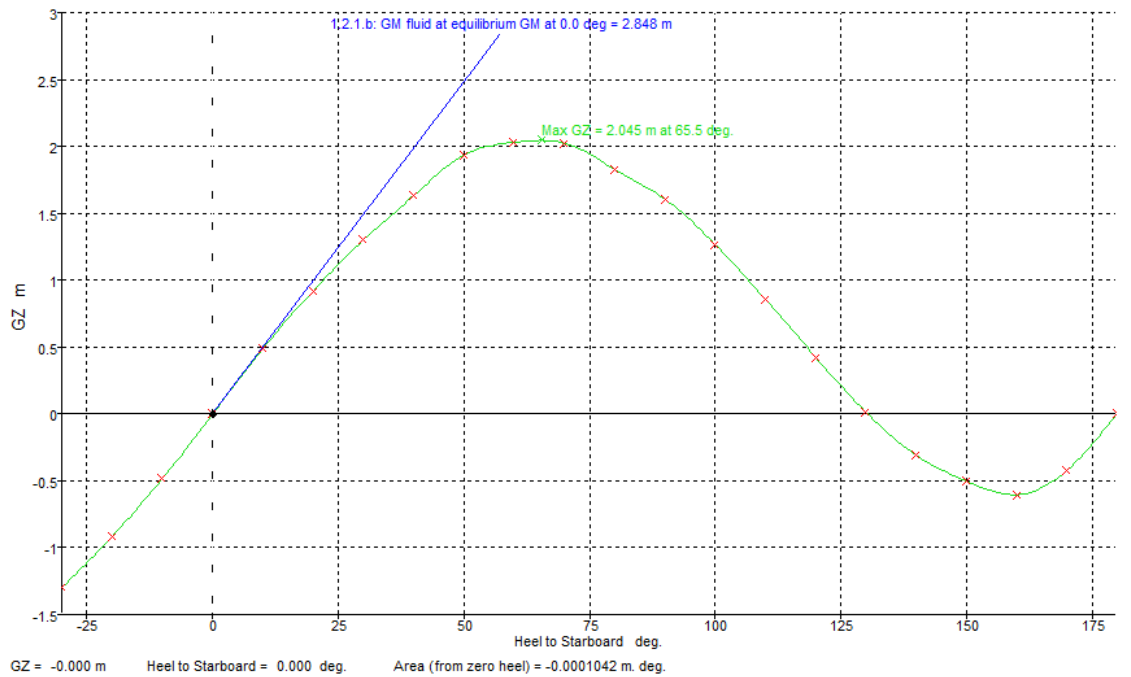


Gambar 4.6 Grafik Lengan GZ Loadcase 1

2. Loadcase 2

Pada *Loadcase 2*, kapal diasumsikan mengangkut DWT dan amunisi dalam keadaan 75%. Maka itu, menurut kriteria *Royal Navy* didapatkan luasan di bawah kurva GZ dari rentang 0° - 30° sebesar 20.6571 m.deg, pada rentang 0° - 40° sebesar 35.3105 m.deg, dan pada rentang 30° - 40° sebesar 14.6535 m.deg. Panjang lengan GZ pada sudut lebih besar atau sama dengan 30° sebesar 1.935 m, dan nilai maksimum lengan GZ terjadi pada sudut 65.5° . Panjang dari GM fluida saat equilibrium mempunyai besar 2.848 m, rentang stabilitas positif sebesar 130.4 deg dan sudut dari *vanishing stability* sebesar 130.4 deg. *Heeling* yang disebabkan oleh *Beam Winds* mempunyai sudut *steady heel* sebesar 7.9 deg, besar A1/A2 sebesar 513.43% dan $GZ(\text{intersection})/GZ(\text{max})$ sebesar 20.02%. *Heeling* yang disebabkan karena *High Speed Turning* dengan sudut dari *steady heel* sebesar 0.4 deg, besar A1/A2 sebesar 99%, dan $GZ(\text{intersection})/GZ(\text{max})$ sebesar 0.9%. *Heeling* yang disebabkan oleh *Lifting of Heavy Weights* mempunyai sudut *steady heel* sebesar 0 deg, besar A1/A2 sebesar 99.99% dan $GZ(\text{intersection})/GZ(\text{max})$ sebesar 0.00%. *Heeling* yang disebabkan karena *Crowding of Passengers on One side* memiliki sudut dari *steady heel* sebesar 0.2 deg, besar A1/A2 sebesar 99.56%, dan $GZ(\text{intersection})/GZ(\text{max})$ sebesar 0.4%. Dengan demikian Kapal Sapu Ranjau pada *Loadcase 2* dapat dikatakan telah memenuhi persyaratan yang disyaratkan sesuai dengan *Royal Navy*,

Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1. Grafik lengan GZ pada *Loadcase 2* dapat dilihat pada Gambar 4.7 berikut.

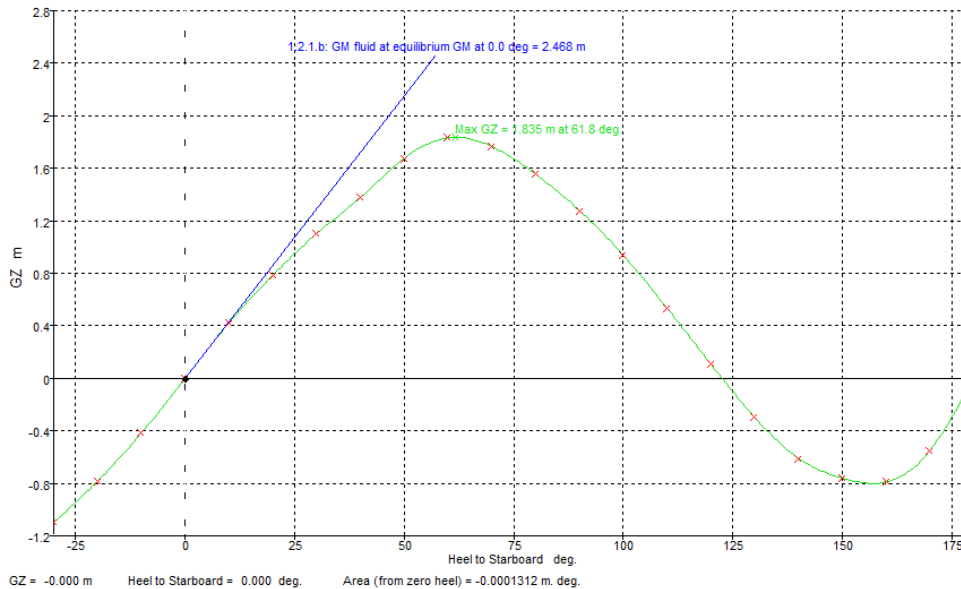


Gambar 4.7 Grafik Lengan GZ Loadcase 2

3. *Loadcase 3*

Pada *Loadcase 3*, kapal diasumsikan mengangkut DWT dan amunisi dalam keadaan 50%. Maka itu, menurut kriteria *Royal Navy* didapatkan luasan di bawah kurva GZ dari rentang 0° - 30° sebesar 17.6374 m.deg, pada rentang 0° - 40° sebesar 30.0129 m.deg, dan pada rentang 30° - 40° sebesar 12.3755 m.deg. Panjang lengan GZ pada sudut lebih besar atau sama dengan 30° sebesar 1.675 m, dan nilai maksimum lengan GZ terjadi pada sudut 61.8° . Panjang dari GM fluida saat equilibrium mempunyai besar 2.468 m, rentang stabilitas positif sebesar 122.6 deg dan sudut dari *vanishing stability* sebesar 122.6 deg. *Heeling* yang disebabkan oleh *Beam Winds* mempunyai sudut *steady heel* sebesar 9.20 deg, besar A1/A2 sebesar 499.41% dan $GZ(\text{intersection})/GZ(\text{max})$ sebesar 22.98%. *Heeling* yang disebabkan karena *High Speed Turning* dengan sudut dari *steady heel* sebesar 0.5 deg, besar A1/A2 sebesar 98.6%, dan $GZ(\text{intersection})/GZ(\text{max})$ sebesar 1.27%. *Heeling* yang disebabkan oleh *Lifting of Heavy Weights* mempunyai sudut *steady heel* sebesar 0 deg, besar A1/A2 sebesar 99.98% dan $GZ(\text{intersection})/GZ(\text{max})$ sebesar 0.01%. *Heeling* yang disebabkan karena *Crowding of Passengers on One side* memiliki sudut dari *steady*

heel sebesar 0.2 deg, besar A1/A2 sebesar 99.37%, dan GZ (intersection)/GZ (max) sebesar 0.57%. Dengan demikian Kapal Sapu Ranjau pada Loadcase 3 dapat dikatakan telah memenuhi persyaratan yang disyaratkan sesuai dengan Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1. Grafik lengan GZ pada Loadcase 3 dapat dilihat pada Gambar 4.8 berikut.

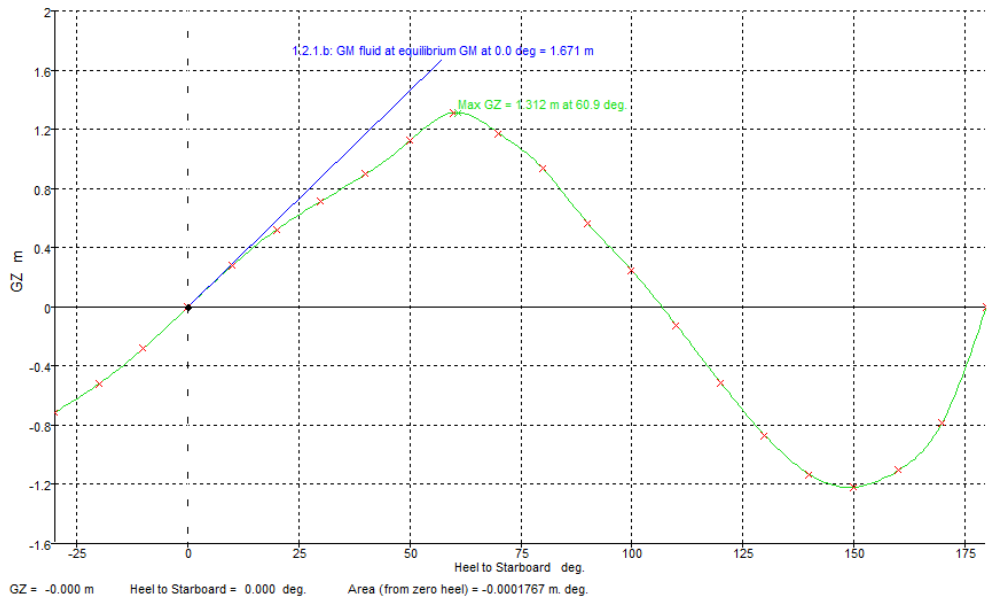


Gambar 4.8 Grafik Lengan GZ Loadcase 3

4. Loadcase 4

Pada Loadcase 4, kapal diasumsikan mengangkut DWT dan amunisi dalam keadaan 25%. Maka itu, menurut kriteria Royal Navy didapatkan luasan di bawah kurva GZ dari rentang 0°-30° sebesar 11.6635 m.deg, pada rentang 0°-40° sebesar 19.6926 m.deg, dan pada rentang 30°-40° sebesar 8.0291 m.deg. Panjang lengan GZ pada sudut lebih besar atau sama dengan 30° sebesar 1.120 m, dan nilai maksimum lengan GZ terjadi pada sudut 60.9°. Panjang dari GM fluida saat equilibrium mempunyai besar 1.671 m, rentang stabilitas positif sebesar 106.8 deg dan sudut dari vanishing stability sebesar 106.8 deg. Heeling yang disebabkan oleh Beam Winds mempunyai sudut steady heel sebesar 13.6 deg, besar A1/A2 sebesar 446.29% dan GZ(intersection)/GZ(max) sebesar 33.3%. Heeling yang disebabkan karena High Speed Turning dengan sudut dari steady heel sebesar 1.0 deg, besar A1/A2 sebesar 97.23%, dan GZ (intersection)/GZ (max) sebesar 2.53%. Heeling yang disebabkan oleh Lifting of Heavy Weights mempunyai sudut steady heel sebesar 0 deg, besar A1/A2 sebesar 99.97% dan GZ(intersection)/GZ(max) sebesar 0.01%. Heeling yang disebabkan karena Crowding of Passengers on One side memiliki sudut dari steady

heel sebesar 0.4 deg, besar A1/A2 sebesar 98.78%, dan GZ (*intersection*)/GZ (*max*) sebesar 1.11%. Dengan demikian Kapal Sapu Ranjau pada *Loadcase 4* dapat dikatakan telah memenuhi persyaratan yang disyaratkan sesuai dengan *Royal Navy, Intact Stability Criteria*; DS 02-109(NES109) Part 1. Grafik lengan GZ pada *Loadcase 4* dapat dilihat pada Gambar 4.9 berikut.

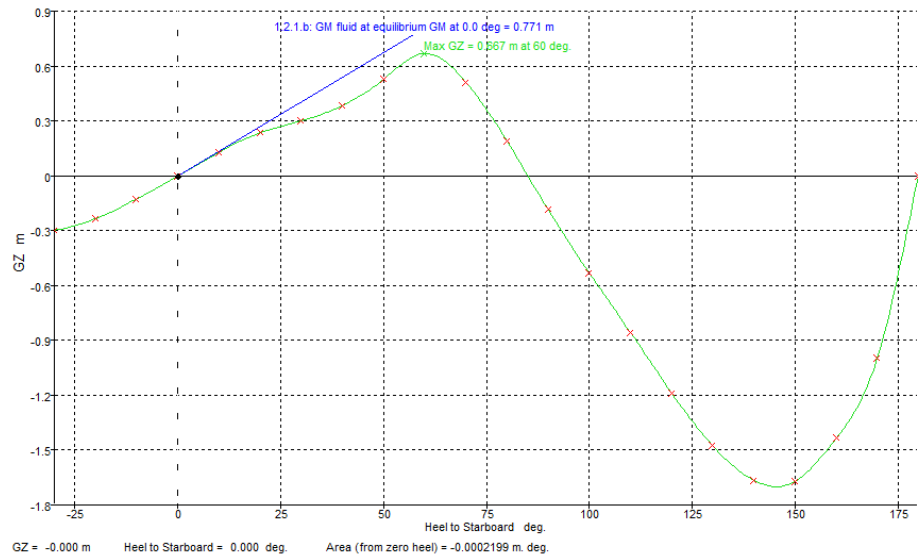


Gambar 4.9 Grafik Lengan GZ Loadcase 4

5. Loadcase 5

Pada *Loadcase 5*, kapal diasumsikan mengangkut DWT dan amunisi dalam keadaan 10%. Maka itu, menurut kriteria *Royal Navy* didapatkan luasan di bawah kurva GZ dari rentang 0°-30° sebesar 5.1812 m.deg, pada rentang 0°-40° sebesar 8.5561 m.deg, dan pada rentang 30°-40° sebesar 3.3749 m.deg. Panjang lengan GZ pada sudut lebih besar atau sama dengan 30° sebesar 0.526 m, dan nilai maksimum lengan GZ terjadi pada sudut 60°. Panjang dari GM fluida saat equilibrium mempunyai besar 0.771 m, rentang stabilitas positif sebesar 85.1 deg dan sudut dari *vanishing stability* sebesar 85.1 deg. *Heeling* yang disebabkan oleh *Beam Winds* mempunyai sudut *steady heel* sebesar 29.7 deg, besar A1/A2 sebesar 342.09% dan GZ(*intersection*)/GZ(*max*) sebesar 56.65%. *Heeling* yang disebabkan karena *High Speed Turning* dengan sudut dari *steady heel* sebesar 2.8 deg, besar A1/A2 sebesar 92.54%, dan GZ (*intersection*)/GZ (*max*) sebesar 6.82%. *Heeling* yang disebabkan oleh *Lifting of Heavy Weights* mempunyai sudut *steady heel* sebesar 0 deg, besar A1/A2 sebesar 99.92% dan GZ(*intersection*)/GZ(*max*) sebesar 0.03%. *Heeling* yang disebabkan karena *Crowding of Passengers on One side* memiliki sudut dari *steady heel* sebesar

1.2 deg, besar A1/A2 sebesar 96.8%, dan $GZ (intersection)/GZ (max)$ sebesar 2.89%. Dengan demikian Kapal Sapu Ranjau pada *Loadcase 5* dapat dikatakan telah memenuhi persyaratan yang disyaratkan sesuai dengan *Royal Navy, Intact Stability Criteria*; DS 02-109(NES109) Part 1. Grafik lengan GZ pada *Loadcase 5* dapat dilihat pada Gambar 4.10 berikut.

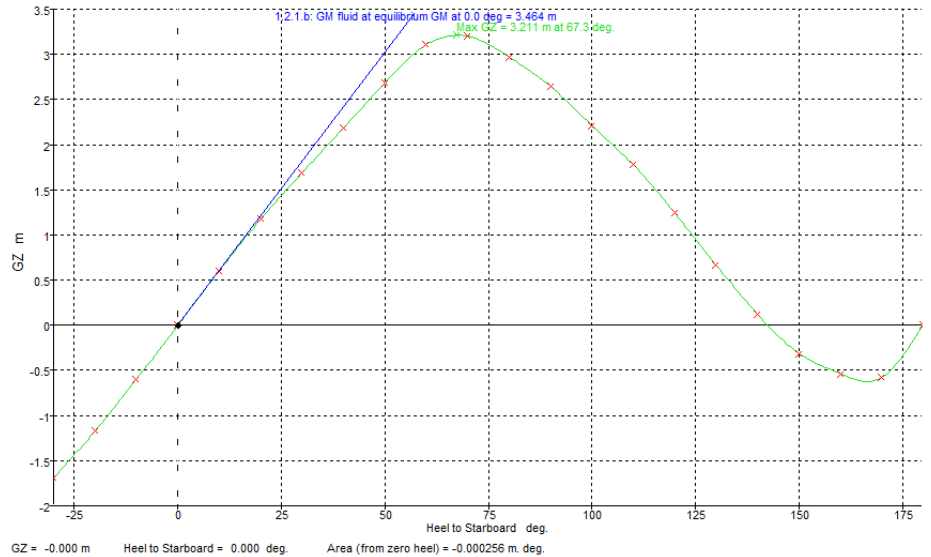


Gambar 4.10 Grafik Lengan GZ Loadcase 5

6. *Loadcase 6*

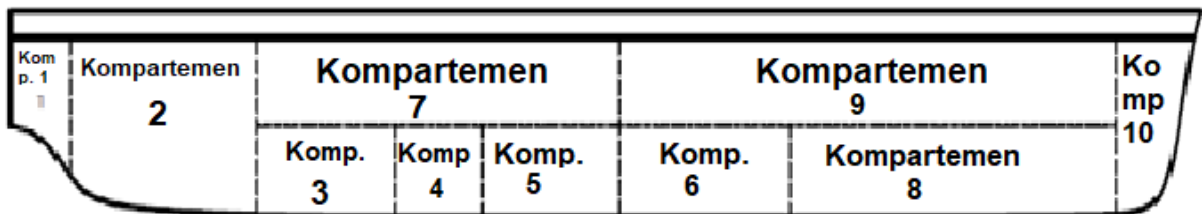
Pada *Loadcase 6*, kapal diasumsikan mengangkut DWT dan amunisi dalam keadaan kosong. Maka itu, menurut kriteria *Royal Navy* didapatkan luasan di bawah kurva GZ dari rentang 0° - 30° sebesar 26.2498 m.deg, pada rentang 0° - 40° sebesar 45.5885 m.deg, dan pada rentang 30° - 40° sebesar 19.3387 m.deg. Panjang lengan GZ pada sudut lebih besar atau sama dengan 30° sebesar 2.686 m, dan nilai maksimum lengan GZ terjadi pada sudut 67.3° . Panjang dari GM fluida saat equilibrium mempunyai besar 3.464 m, rentang stabilitas positif sebesar 180 deg dan sudut dari *vanishing stability* sebesar 180 deg. *Heeling* yang disebabkan oleh *Beam Winds* mempunyai sudut *steady heel* sebesar 5.7 deg, besar A1/A2 sebesar 608.36% dan $GZ(intersection)/GZ(max)$ sebesar 13.31%. *Heeling* yang disebabkan karena *High Speed Turning* dengan sudut dari *steady heel* sebesar 0.2 deg, besar A1/A2 sebesar 99.61%, dan $GZ (intersection)/GZ (max)$ sebesar 0.36%. *Heeling* yang disebabkan oleh *Lifting of Heavy Weights* mempunyai sudut *steady heel* sebesar 0 deg, besar A1/A2 sebesar 99.99% dan $GZ(intersection)/GZ(max)$ sebesar 0.00%. *Heeling* yang disebabkan karena *Crowding of Passengers on One side* memiliki sudut dari *steady heel* sebesar 0.1 deg, besar A1/A2 sebesar 99.76%, dan $GZ (intersection)/GZ (max)$

sebesar 0.22%. Dengan demikian Kapal Sapu Ranjau pada *Loadcase 6* dapat dikatakan telah memenuhi persyaratan yang disyaratkan sesuai dengan *Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1*. Grafik lengan GZ pada *Loadcase 6* dapat dilihat pada Gambar 4.11 berikut.



Gambar 4.11 Grafik Lengan GZ Loadcase 6

4.10.3. Hasil Perhitungan Damaged Stability



Gambar 4.12 Pembagian Kompartemen pada Kapal Sapu Ranjau

Kapal akan dibagi menjadi 10 kompartemen seperti gambar diatas untuk meningkatkan daya apung saat ada 2 kompartemen yang mengalami kebocoran seperti yang menjadi kriteria warship damaged stability menurut Sarchin dan Goldberg. Maka dari itu akan dilakukan analisa pada kondisi kapal penuh (amunisi dan *consumables* 100%) untuk 45 *loadcase* yang merupakan kombinasi dari 2 kompartemen bocor dan 8 kompartemen utuh dari 10 kompartemen. Rekapitulasi dari kondisi 2 kompartemen bocor dari 10 kompartemen yang ada di kapal disajikan pada tabel dibawah berikut.

Tabel 4.26 Rekapitulasi Kombinasi Kompartemen yang Mengalami Flooding

No.	Kompartemen yang Mengalami Flooding	Criteria	Requirement	Actual	Keterangan	
1	Kompartemen 1 & 2	Angle of List or Loll	< 20 deg	0.000	Pass	
		Stability in Beam Winds	Area 1/Area 2	> 140%	545.510	Pass
			GZ(equilibrium)/GZ(max)	< 60%	23.110	Pass
			Area 1	> 12 m.deg	117.021	Pass
		Longitudinal GM	> 0 m	155.073	Pass	
		Metacentric Height (GM Transverse)	> 0.15 m	3.918	Pass	
2	Kompartemen 1 & 3	Angle of List or Loll	< 20 deg	0.000	Pass	
		Stability in Beam Winds	Area 1/Area 2	> 140%	519.870	Pass
			GZ(equilibrium)/GZ(max)	< 60%	22.860	Pass
			Area 1	> 12 m.deg	118.164	Pass
		Longitudinal GM	> 0 m	171.245	Pass	
		Metacentric Height (GM Transverse)	> 0.15 m	4.195	Pass	
3	Kompartemen 1 & 4	Angle of List or Loll	< 20 deg	0.000	Pass	
		Stability in Beam Winds	Area 1/Area 2	> 140%	520.070	Pass
			GZ(equilibrium)/GZ(max)	< 60%	22.880	Pass
			Area 1	> 12 m.deg	117.953	Pass
		Longitudinal GM	> 0 m	171.234	Pass	
		Metacentric Height (GM Transverse)	> 0.15 m	4.185	Pass	
4	Kompartemen 1 & 5	Angle of List or Loll	< 20 deg	0.000	Pass	
		Stability in Beam Winds	Area 1/Area 2	> 140%	520.070	Pass
			GZ(equilibrium)/GZ(max)	< 60%	22.880	Pass
			Area 1	> 12 m.deg	117.953	Pass
		Longitudinal GM	> 0 m	171.234	Pass	
		Metacentric Height (GM Transverse)	> 0.15 m	4.185	Pass	
5	Kompartemen 1 & 6	Angle of List or Loll	< 20 deg	0.000	Pass	
			Area 1/Area 2	> 140%	520.070	Pass
			GZ(equilibrium)/GZ(max)	< 60%	22.880	Pass

		Stability in Beam Winds	Area 1	> 12 m.deg	117.953	Pass	
		Longitudinal GM		> 0 m	171.234	Pass	
		Metacentric Height (GM Transverse)		> 0.15 m	4.185	Pass	
6	Kompartemen 1 & 7	Angle of List or Loll		< 20 deg	0.000	Pass	
		Stability in Beam Winds	Area 1/Area 2		> 140%	553.710	Pass
			GZ(equilibrium)/GZ(max)		< 60%	26.210	Pass
			Area 1		> 12 m.deg	95.682	Pass
		Longitudinal GM		> 0 m	171.234	Pass	
		Metacentric Height (GM Transverse)		> 0.15 m	4.185	Pass	
7	Kompartemen 1 & 8	Angle of List or Loll		< 20 deg	0.000	Pass	
		Stability in Beam Winds	Area 1/Area 2		> 140%	489.570	Pass
			GZ(equilibrium)/GZ(max)		< 60%	21.920	Pass
			Area 1		> 12 m.deg	129.062	Pass
		Longitudinal GM		> 0 m	185.216	Pass	
		Metacentric Height (GM Transverse)		> 0.15 m	4.905	Pass	
8	Kompartemen 1 & 9	Angle of List or Loll		< 20 deg	0.000	Pass	
		Stability in Beam Winds	Area 1/Area 2		> 140%	517.380	Pass
			GZ(equilibrium)/GZ(max)		< 60%	24.770	Pass
			Area 1		> 12 m.deg	106.589	Pass
		Longitudinal GM		> 0 m	171.234	Pass	
		Metacentric Height (GM Transverse)		> 0.15 m	4.185	Pass	
9	Kompartemen 1 & 10	Angle of List or Loll		< 20 deg	0.000	Pass	
		Stability in Beam Winds	Area 1/Area 2		> 140%	518.940	Pass
			GZ(equilibrium)/GZ(max)		< 60%	22.850	Pass
			Area 1		> 12 m.deg	118.238	Pass
		Longitudinal GM		> 0 m	164.039	Pass	
		Metacentric Height (GM Transverse)		> 0.15 m	4.206	Pass	
10	Kompartemen 2 & 3	Angle of List or Loll		< 20 deg	0.000	Pass	
			Area 1/Area 2		> 140%	528.410	Pass
			GZ(equilibrium)/GZ(max)		< 60%	22.700	Pass

		Stability in Beam Winds	Area 1	> 12 m.deg	119.926	<i>Pass</i>	
		Longitudinal GM		> 0 m	200.321	<i>Pass</i>	
		Metacentric Height (GM Transverse)		> 0.15 m	4.176	<i>Pass</i>	
11	Kompartemen 2 & 4	Angle of List or Loll		< 20 deg	0.000	<i>Pass</i>	
		Stability in Beam Winds	Area 1/Area 2		> 140%	528.530	<i>Pass</i>
			GZ(equilibrium)/GZ(max)		< 60%	22.720	<i>Pass</i>
		Area 1		> 12 m.deg	119.680	<i>Pass</i>	
		Longitudinal GM		> 0 m	200.258	<i>Pass</i>	
Metacentric Height (GM Transverse)		> 0.15 m	4.166	<i>Pass</i>			
12	Kompartemen 2 & 5	Angle of List or Loll		< 20 deg	0.000	<i>Pass</i>	
		Stability in Beam Winds	Area 1/Area 2		> 140%	528.530	<i>Pass</i>
			GZ(equilibrium)/GZ(max)		< 60%	22.720	<i>Pass</i>
		Area 1		> 12 m.deg	119.679	<i>Pass</i>	
		Longitudinal GM		> 0 m	200.258	<i>Pass</i>	
Metacentric Height (GM Transverse)		> 0.15 m	4.166	<i>Pass</i>			
13	Kompartemen 2 & 6	Angle of List or Loll		< 20 deg	0.000	<i>Pass</i>	
		Stability in Beam Winds	Area 1/Area 2		> 140%	528.53	<i>Pass</i>
			GZ(equilibrium)/GZ(max)		< 60%	22.72	<i>Pass</i>
		Area 1		> 12 m.deg	119.6802	<i>Pass</i>	
		Longitudinal GM		> 0 m	200.553	<i>Pass</i>	
Metacentric Height (GM Transverse)		> 0.15 m	4.187	<i>Pass</i>			
14	Kompartemen 2 & 7	Angle of List or Loll		< 20 deg	0.000	<i>Pass</i>	
		Stability in Beam Winds	Area 1/Area 2		> 140%	651.28	<i>Pass</i>
			GZ(equilibrium)/GZ(max)		< 60%	25.59	<i>Pass</i>
		Area 1		> 12 m.deg	94.6683	<i>Pass</i>	
		Longitudinal GM		> 0 m	186.677	<i>Pass</i>	
Metacentric Height (GM Transverse)		> 0.15 m	2.171	<i>Pass</i>			
15	Kompartemen 2 & 8	Angle of List or Loll		< 20 deg	0.000	<i>Pass</i>	
		Area 1/Area 2		> 140%	497.7	<i>Pass</i>	

		Stability in Beam	GZ(equilibrium)/GZ(max)	< 60%	21.84	Pass
		Winds	Area 1	> 12 m.deg	129.67	Pass
		Longitudinal GM		> 0 m	213.276	Pass
		Metacentric Height (GM Transverse)		> 0.15 m	4.833	Pass
16	Kompartemen 2 & 9	Angle of List or Loll		< 20 deg	0.000	Pass
		Stability in Beam	Area 1/Area 2	> 140%	525.21	Pass
			GZ(equilibrium)/GZ(max)	< 60%	24.57	Pass
		Winds	Area 1	> 12 m.deg	108.1559	Pass
			Longitudinal GM		> 0 m	200.192
Metacentric Height (GM Transverse)		> 0.15 m	3.82	Pass		
17	Kompartemen 2 & 10	Angle of List or Loll		< 20 deg	0.000	Pass
		Stability in Beam	Area 1/Area 2	> 140%	527.63	Pass
			GZ(equilibrium)/GZ(max)	< 60%	22.71	Pass
		Winds	Area 1	> 12 m.deg	119.867	Pass
			Longitudinal GM		> 0 m	194.25
Metacentric Height (GM Transverse)		> 0.15 m	4.181	Pass		
18	Kompartemen 3 & 4	Angle of List or Loll		< 20 deg	0.000	Pass
		Stability in Beam	Area 1/Area 2	> 140%	515.94	Pass
			GZ(equilibrium)/GZ(max)	< 60%	22.54	Pass
		Winds	Area 1	> 12 m.deg	120.4976	Pass
			Longitudinal GM		> 0 m	193.148
Metacentric Height (GM Transverse)		> 0.15 m	4.326	Pass		
19	Kompartemen 3 & 5	Angle of List or Loll		< 20 deg	0.000	Pass
		Stability in Beam	Area 1/Area 2	> 140%	515.94	Pass
			GZ(equilibrium)/GZ(max)	< 60%	22.54	Pass
		Winds	Area 1	> 12 m.deg	120.4976	Pass
			Longitudinal GM		> 0 m	193.148
Metacentric Height (GM Transverse)		> 0.15 m	4.326	Pass		
20	Kompartemen 3 & 6	Angle of List or Loll		< 20 deg	0.000	Pass
			Area 1/Area 2	> 140%	515.94	Pass

		Stability in Beam	GZ(equilibrium)/GZ(max)	< 60%	22.54	Pass
		Winds	Area 1	> 12 m.deg	120.4976	Pass
		Longitudinal GM		> 0 m	193.148	Pass
		Metacentric Height (GM Transverse)		> 0.15 m	4.326	Pass
21	Kompartemen 3 & 7	Angle of List or Loll		< 20 deg	0.000	Pass
		Stability in Beam	Area 1/Area 2	> 140%	527.64	Pass
		Winds	GZ(equilibrium)/GZ(max)	< 60%	25.43	Pass
			Area 1	> 12 m.deg	101.3028	Pass
		Longitudinal GM		> 0 m	193.148	Pass
		Metacentric Height (GM Transverse)		> 0.15 m	4.326	Pass
22	Kompartemen 3 & 8	Angle of List or Loll		< 20 deg	0.000	Pass
		Stability in Beam	Area 1/Area 2	> 140%	490.84	Pass
		Winds	GZ(equilibrium)/GZ(max)	< 60%	21.54	Pass
			Area 1	> 12 m.deg	131.8742	Pass
		Longitudinal GM		> 0 m	203.019	Pass
		Metacentric Height (GM Transverse)		> 0.15 m	5.005	Pass
23	Kompartemen 3 & 9	Angle of List or Loll		< 20 deg	0.000	Pass
		Stability in Beam	Area 1/Area 2	> 140%	516.86	Pass
		Winds	GZ(equilibrium)/GZ(max)	< 60%	24.39	Pass
			Area 1	> 12 m.deg	108.8236	Pass
		Longitudinal GM		> 0 m	160.733	Pass
		Metacentric Height (GM Transverse)		> 0.15 m	4.188	Pass
24	Kompartemen 3 & 10	Angle of List or Loll		< 20 deg	0.000	Pass
		Stability in Beam	Area 1/Area 2	> 140%	515.25	Pass
		Winds	GZ(equilibrium)/GZ(max)	< 60%	22.5	Pass
			Area 1	> 12 m.deg	120.8104	Pass
		Longitudinal GM		> 0 m	184.075	Pass
		Metacentric Height (GM Transverse)		> 0.15 m	4.344	Pass
25	Kompartemen 4 & 5	Angle of List or Loll		< 20 deg	0.000	Pass
			Area 1/Area 2	> 140%	516.3	Pass

		Stability in Beam	GZ(equilibrium)/GZ(max)	< 60%	22.55	Pass	
		Winds	Area 1	> 12 m.deg	120.2919	Pass	
		Longitudinal GM		> 0 m	192.953	Pass	
		Metacentric Height (GM Transverse)		> 0.15 m	4.315	Pass	
26	Kompartemen 4 & 6	Angle of List or Loll		< 20 deg	0.000	Pass	
		Stability in Beam	Area 1/Area 2		> 140%	516.3	Pass
			Winds	GZ(equilibrium)/GZ(max)		< 60%	22.55
		Area 1		> 12 m.deg	120.2919	Pass	
		Longitudinal GM		> 0 m	192.953	Pass	
Metacentric Height (GM Transverse)		> 0.15 m	4.315	Pass			
27	Kompartemen 4 & 7	Angle of List or Loll		< 20 deg	0.000	Pass	
		Stability in Beam	Area 1/Area 2		> 140%	527.18	Pass
			Winds	GZ(equilibrium)/GZ(max)		< 60%	25.46
		Area 1		> 12 m.deg	101.118	Pass	
		Longitudinal GM		> 0 m	192.953	Pass	
Metacentric Height (GM Transverse)		> 0.15 m	4.315	Pass			
28	Kompartemen 4 & 8	Angle of List or Loll		< 20 deg	0.000	Pass	
		Stability in Beam	Area 1/Area 2		> 140%	491.1	Pass
			Winds	GZ(equilibrium)/GZ(max)		< 60%	21.56
		Area 1		> 12 m.deg	131.6735	Pass	
		Longitudinal GM		> 0 m	202.671	Pass	
Metacentric Height (GM Transverse)		> 0.15 m	5	Pass			
29	Kompartemen 4 & 9	Angle of List or Loll		< 20 deg	0.000	Pass	
		Stability in Beam	Area 1/Area 2		> 140%	517.22	Pass
			Winds	GZ(equilibrium)/GZ(max)		< 60%	24.41
		Area 1		> 12 m.deg	108.6204	Pass	
		Longitudinal GM		> 0 m	160.01	Pass	
Metacentric Height (GM Transverse)		> 0.15 m	4.174	Pass			
30	Kompartemen 4 & 10	Angle of List or Loll		< 20 deg	0.000	Pass	
			Area 1/Area 2		> 140%	515.61	Pass

		Stability in Beam	GZ(equilibrium)/GZ(max)	< 60%	22.52	Pass
		Winds	Area 1	> 12 m.deg	120.6058	Pass
		Longitudinal GM		> 0 m	183.898	Pass
		Metacentric Height (GM Transverse)		> 0.15 m	4.333	Pass
31	Kompartemen 5 & 6	Angle of List or Loll		< 20 deg	0.000	Pass
		Stability in Beam	Area 1/Area 2	> 140%	516.3	Pass
		Winds	GZ(equilibrium)/GZ(max)	< 60%	22.55	Pass
			Area 1	> 12 m.deg	120.2919	Pass
		Longitudinal GM		> 0 m	192.953	Pass
	Metacentric Height (GM Transverse)		> 0.15 m	4.315	Pass	
32	Kompartemen 5 & 7	Angle of List or Loll		< 20 deg	0.000	Pass
		Stability in Beam	Area 1/Area 2	> 140%	527.18	Pass
		Winds	GZ(equilibrium)/GZ(max)	< 60%	25.46	Pass
			Area 1	> 12 m.deg	101.118	Pass
		Longitudinal GM		> 0 m	192.953	Pass
	Metacentric Height (GM Transverse)		> 0.15 m	4.315	Pass	
33	Kompartemen 5 & 8	Angle of List or Loll		< 20 deg	0.000	Pass
		Stability in Beam	Area 1/Area 2	> 140%	491.1	Pass
		Winds	GZ(equilibrium)/GZ(max)	< 60%	21.56	Pass
			Area 1	> 12 m.deg	131.6735	Pass
		Longitudinal GM		> 0 m	202.664	Pass
	Metacentric Height (GM Transverse)		> 0.15 m	4.994	Pass	
34	Kompartemen 5 & 9	Angle of List or Loll		< 20 deg	0.000	Pass
		Stability in Beam	Area 1/Area 2	> 140%	517.22	Pass
		Winds	GZ(equilibrium)/GZ(max)	< 60%	24.41	Pass
			Area 1	> 12 m.deg	108.6203	Pass
		Longitudinal GM		> 0 m	160.01	Pass
	Metacentric Height (GM Transverse)		> 0.15 m	4.174	Pass	
35	Kompartemen 5 & 10	Angle of List or Loll		< 20 deg	0.000	Pass
			Area 1/Area 2	> 140%	515.61	Pass

		Stability in Beam	GZ(equilibrium)/GZ(max)	< 60%	22.52	Pass
		Winds	Area 1	> 12 m.deg	120.6058	Pass
		Longitudinal GM		> 0 m	183.899	Pass
		Metacentric Height (GM Transverse)		> 0.15 m	4.333	Pass
36	Kompartemen 6 & 7	Angle of List or Loll		< 20 deg	0.000	Pass
		Stability in Beam	Area 1/Area 2	> 140%	527.18	Pass
			GZ(equilibrium)/GZ(max)	< 60%	25.46	Pass
		Winds	Area 1	> 12 m.deg	101.118	Pass
			Longitudinal GM		> 0 m	192.953
Metacentric Height (GM Transverse)		> 0.15 m	4.315	Pass		
37	Kompartemen 6 & 8	Angle of List or Loll		< 20 deg	0.000	Pass
		Stability in Beam	Area 1/Area 2	> 140%	491.1	Pass
			GZ(equilibrium)/GZ(max)	< 60%	21.56	Pass
		Winds	Area 1	> 12 m.deg	131.6735	Pass
			Longitudinal GM		> 0 m	202.664
Metacentric Height (GM Transverse)		> 0.15 m	4.994	Pass		
38	Kompartemen 6 & 9	Angle of List or Loll		< 20 deg	0.000	Pass
		Stability in Beam	Area 1/Area 2	> 140%	517.22	Pass
			GZ(equilibrium)/GZ(max)	< 60%	24.41	Pass
		Winds	Area 1	> 12 m.deg	108.6203	Pass
			Longitudinal GM		> 0 m	160.01
Metacentric Height (GM Transverse)		> 0.15 m	4.174	Pass		
39	Kompartemen 6 & 10	Angle of List or Loll		< 20 deg	0.000	Pass
		Stability in Beam	Area 1/Area 2	> 140%	515.61	Pass
			GZ(equilibrium)/GZ(max)	< 60%	22.52	Pass
		Winds	Area 1	> 12 m.deg	120.6058	Pass
			Longitudinal GM		> 0 m	183.899
Metacentric Height (GM Transverse)		> 0.15 m	4.333	Pass		
40	Kompartemen 7 & 8	Angle of List or Loll		< 20 deg	0.000	Pass
			Area 1/Area 2	> 140%	531.93	Pass

		Stability in Beam	GZ(equilibrium)/GZ(max)	< 60%	23.92	Pass
		Winds	Area 1	> 12 m.deg	111.9804	Pass
		Longitudinal GM		> 0 m	206.156	Pass
		Metacentric Height (GM Transverse)		> 0.15 m	3.839	Pass
41	Kompartemen 7 & 9	Angle of List or Loll		< 20 deg	0.000	Pass
		Stability in Beam	Area 1/Area 2	> 140%	543.91	Pass
		Winds	GZ(equilibrium)/GZ(max)	< 60%	27.8	Pass
			Area 1	> 12 m.deg	87.3942	Pass
		Longitudinal GM		> 0 m	160.01	Pass
		Metacentric Height (GM Transverse)		> 0.15 m	4.174	Pass
42	Kompartemen 7 & 10	Angle of List or Loll		< 20 deg	0.000	Pass
		Stability in Beam	Area 1/Area 2	> 140%	527.36	Pass
		Winds	GZ(equilibrium)/GZ(max)	< 60%	25.41	Pass
			Area 1	> 12 m.deg	101.4266	Pass
		Longitudinal GM		> 0 m	183.899	Pass
		Metacentric Height (GM Transverse)		> 0.15 m	4.333	Pass
43	Kompartemen 8 & 9	Angle of List or Loll		< 20 deg	0.000	Pass
		Stability in Beam	Area 1/Area 2	> 140%	537.87	Pass
		Winds	GZ(equilibrium)/GZ(max)	< 60%	22.56	Pass
			Area 1	> 12 m.deg	121.5112	Pass
		Longitudinal GM		> 0 m	150.664	Pass
		Metacentric Height (GM Transverse)		> 0.15 m	4.165	Pass
44	Kompartemen 8 & 10	Angle of List or Loll		< 20 deg	0.000	Pass
		Stability in Beam	Area 1/Area 2	> 140%	491.59	Pass
		Winds	GZ(equilibrium)/GZ(max)	< 60%	21.46	Pass
			Area 1	> 12 m.deg	132.7551	Pass
		Longitudinal GM		> 0 m	190.718	Pass
		Metacentric Height (GM Transverse)		> 0.15 m	5.027	Pass
45	Kompartemen 9 & 10	Angle of List or Loll		< 20 deg	0.000	Pass
			Area 1/Area 2	> 140%	522.18	Pass

	Stability in Beam	GZ(equilibrium)/GZ(max)	< 60%	24.38	Pass
	Winds	Area 1	> 12 m.deg	108.6701	Pass
	Longitudinal GM		> 0 m	123.543	Pass
	Metacentric Height (GM Transverse)		> 0.15 m	3.831	Pass

4.11. Perhitungan Biaya Pembangunan Kapal Sapu Ranjau

Perencanaan dan desain sebuah kapal juga harus didasarkan pada analisis biaya pembangunan apakah masuk dalam batasan anggaran TNI AL atau tidak. Dalam menghitung biaya pembangunan kapal dilakukan perhitungan biaya material baja, biaya pembelian perlengkapan kapal, dan biaya pembelian permesinan, didalamnya juga harus terdapat biaya keuntungan galangan, biaya inflasi, serta pajak yang harus dibayarkan kepada negara di mana kapal tersebut dibangun. Dalam Tugas Akhir ini biaya pembangunan kapal terdiri *structural cost*, *outfit cost*, *machinery cost*, dan *non-weight cost* dengan perhitungan *combat system costs* yang merupakan 35-40% dari biaya produksi total (D. G. M. Watson, 1998).

Faktor biaya material baja akan menjadi faktor biaya terbesar jika dibandingkan dengan faktor biaya lain seperti biaya perlengkapan dan permesinan. Perhitungan biaya material baja dilakukan dengan melakukan perhitungan berat pada setiap bagian yang memerlukan material baja, dalam hal ini lambung kapal, geladak kapal, dan bangunan atas beserta dengan konstruksinya kemudian dikalikan dengan harga baja yang ada di pasaran, yaitu 1000\$ USD/ton untuk pelat dengan tebal 12 mm dan 1000\$ USD/ton untuk pelat dengan tebal 8 mm. Rincian dari perhitungan biaya material dapat dilihat sebagai berikut di tabel dibawah ini.

Tabel 4.27 Rekapitulasi Harga Baja ASTM A36

No.	Keterangan	Berat (ton)	Harga (USD)
1.	Lambung Kapal	205.689	\$205,689.46
2.	Geladak Utama	86.241	\$86,241.67
3.	Bangunan Atas	54.488	\$54,487.85
4.	Konstruksi Lambung Kapal	103.925	\$103,925.39
Total harga baja ASTM A36			\$675.515.06

Estimasi biaya perlengkapan kapal terdiri dari perlengkapan penerangan, perlengkapan akomodasi seperti kursi, meja dan TV, perlengkapan keselamatan seperti lifebuoy, liferaft dan lifejacket, rescue boat, lifeboat serta perlengkapan penyapuan ranjau seperti crane, air

conditioning, dan sebagainya. Biaya total perlengkapan ini adalah sebesar Rp. 5.514.173.354,50. Rincian lengkap dari perhitungan biaya perlengkapan dapat dilihat pada lampiran D.

Komponen biaya sistem penggerak terdiri dari biaya pembelian 2 buah *Main engine*, 2 buah *Auxiliary Engine*, 1 buah *emergency generator*, 2 buah *CPP propeller*, dan shaft. Biaya total dari komponen permesinan adalah sebesar Rp. 24.957.507.517,50. Rincian perhitungan komponen permesinan dapat dilihat pada lampiran D.

Terdapat pula komponen alat navigasi dan komunikasi khusus kapal perang yang terdiri dari radar, kompas, *speedlog*, *echo sounder*, sonar, *windspeed direction*, teropong, weather chart, AIS, SART, ECDIS, dan sebagainya. Biaya total dari komponen peralatan navigasi dan komunikasi adalah sebesar Rp. 10.349.341.500. Rincian perhitungan komponen permesinan dapat dilihat pada lampiran D.

Komponen berikutnya merupakan combat system yang terdiri dari senjata anti-aircraft, sensor, dan handgun untuk masing-masing crew. Biaya dari combat system yang diambil sebesar 40% dari biaya produksi adalah Rp. 20.293.290.541,88

Dalam kontrak pembangunan kapal, akan terdapat klausul nilai yang harus dibayarkan kepada pihak galangan sebagai keuntungan pihak galangan. Jumlah keuntungan pihak galangan ini bergantung pada nilai dari material dan segala kelengkapan yang digunakan untuk membangun kapal. Umumnya galangan akan menarik keuntungan sebesar 20% dari total nilai kontrak, sehingga biaya keuntungan galangan pada pembangunan kapal sapu ranjau adalah sebesar Rp. 10.146.645.270,94. Pada saat transaksi dan penanda tangan kontrak akan terdapat pajak yang harus dibayarkan kepada pemerintah, besaran nilai pajak ini adalah sebesar 10% dari total nilai kontrak, yang mana adalah sebesar Rp. 7.102.651.689,66. Sehingga rincian biaya pembangunan dari biaya material hingga biaya bersih sebagai berikut di Tabel 4.28.

Tabel 4.28 Biaya Pembangunan Kapal Sapu Ranjau untuk Perairan Utara Pulau Jawa

Biaya Pembangunan			
No.	Keterangan	Harga	
1.	Material Baja ASTM A36	Rp. 9.912.203.982,71	IDR
2.	Perlengkapan	Rp. 5.514.173.354,50	IDR
3.	Sistem Penggerak	Rp. 24.957.507.517,50	IDR
4.	Peralatan Navigasi dan Komunikasi	Rp. 10.349.341.500,00	IDR

5.	<i>Combat Systems</i>	Rp. 20.293.290.541,88	IDR
Biaya Lain-lain			
No.	Biaya Tambahan	Harga	
1.	<i>Labour Cost (20%)</i>	Rp. 10.146.645.270,94	IDR
2.	Biaya Inflasi (2%)	Rp. 1.420.530.337,93	IDR
3.	Pajak (PPN 10%)	Rp. 7.102.651.689,66	IDR
	Total	Rp. 18.669.827.298,53	IDR
Biaya Keseluruhan		Rp. 89.696.344.195,12	IDR

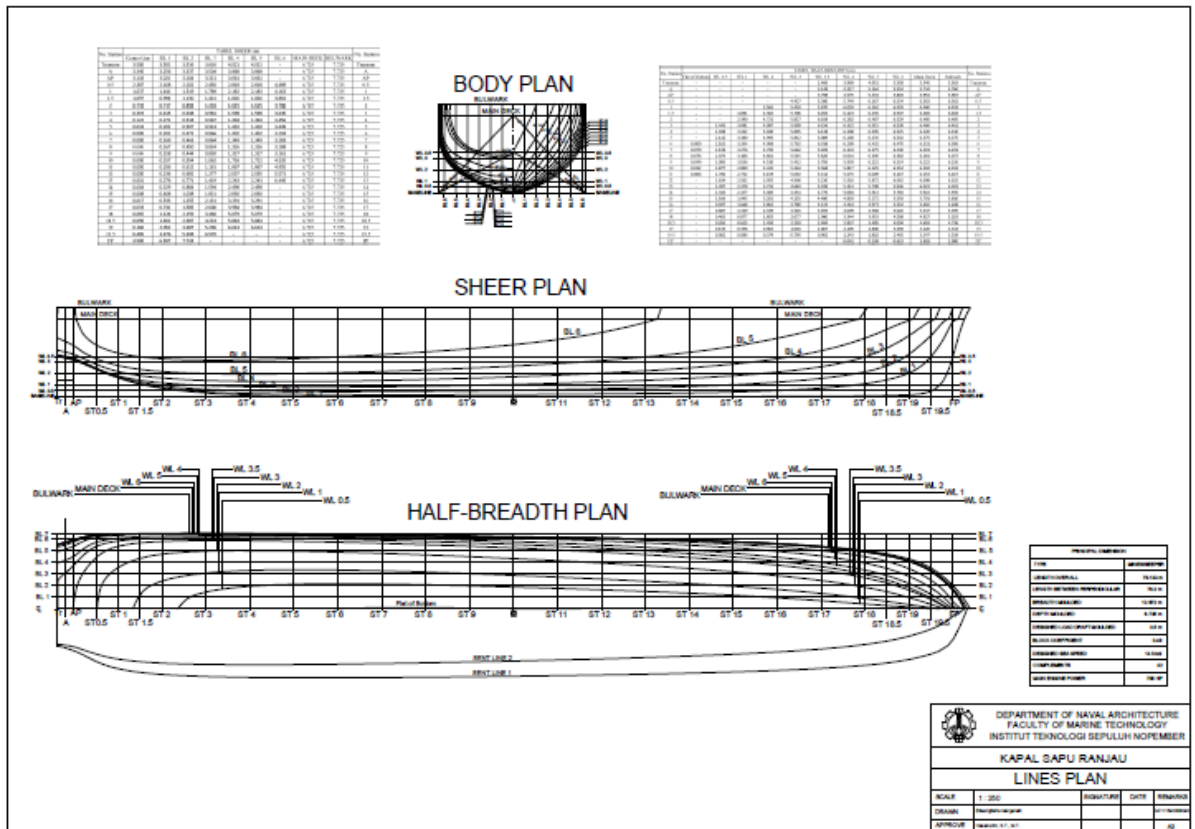
Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 5

DESAIN KAPAL SAPU RANJAU

5.1. Desain Lines Plan

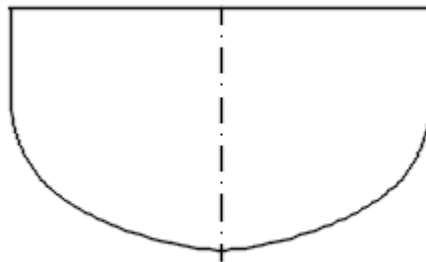
Lines Plan merupakan gambar yang menggambarkan bentuk lambung kapal untuk setiap station, setiap waterline, dan setiap buttock line. Gambar *Lines Plan* terdiri dari tiga gambar utama, yaitu *body plan* (bentuk lambung secara melintang), *Sheer plan* (bentuk lambung secara memanjang), dan *half-breadth plan* (bentuk lambung dilihat dari atas). Proses pembuatan *Lines Plan* dilakukan dengan membuat model 3D menggunakan *software Maxsurf Modeler* yang lalu di *export* ke *AutoCAD* dalam bentuk gambar 2D. dalam membuat *Lines Plan* terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu bentuk midship section, bentuk haluan, dan bentuk buritan. Gambar *Lines Plan* dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Desain Lines Plan dari Kapal Sapu Ranjau

5.1.1. Bentuk *Midship Section*

Dalam pembuatan Rencana Garis hal yang pertama dilakukan adalah menentukan bentuk *midship* kapal. Tinjauan yang dilakukan pada penentuan *midship section* adalah penentuan bentuk *midship*. Penentuan bentuk *midship* ditinjau berdasarkan nilai F_n kapal. Untuk F_n yang bernilai antara 0,6-0,7 menggunakan bentuk U, sedangkan untuk F_n di antara 0,8-0,9 menggunakan bentuk V (van Oossanen, 2009). Dikarenakan kapal ini memiliki F_n 0,688 maka bentuk *midship* kapal ini menggunakan U. Bentuk *midship section* ditunjukkan pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Bentuk *Midship Section*

5.1.2. Bentuk Haluan

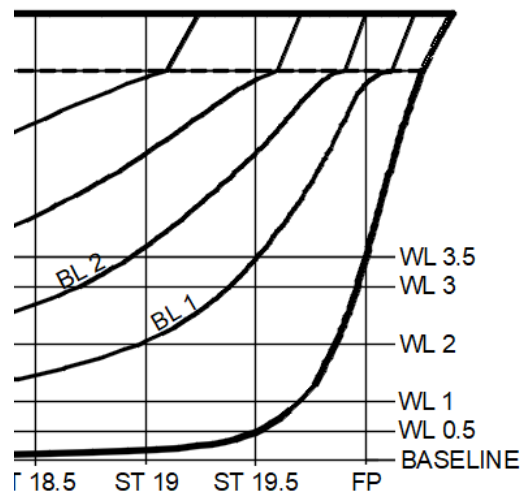
Dalam menentukan bentuk haluan pada kapal, ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan bentuk haluan yaitu bentuk haluan dan bentuk stem.

1. Bentuk Haluan

Sama seperti bentuk *midship*, bentuk haluan dapat berupa U dan V. Bentuk haluan ini akan bergantung pada besar nilai *froude number*. Kapal Sapu Ranjau ini memiliki *Froude number* sebesar 0.263 sehingga penggunaan bentuk V pada haluan akan memberikan nilai hambatan yang lebih besar dari pada bentuk U, sehingga kapal sapu ranjau akan menggunakan bentuk U untuk haluan.

2. Bentuk Linggi Haluan

Bentuk linggi haluan pada Kapal Sapu Ranjau dapat dilihat pada Gambar 5.2.



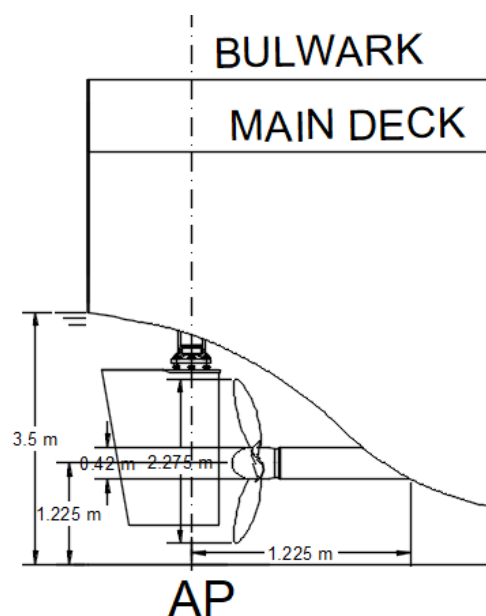
Gambar 5.3 Bentuk Linggi Haluan

5.1.3. Bentuk Buritan Kapal

Pemilihan bentuk *transom* kapal dapat mempengaruhi *trim* yang terjadi pada kapal (H. Schneekluth and V. Bertram, 1998). Untuk pemilihan desain *transom* dipengaruhi oleh nilai dari F_n kapal dengan ketentuan sebagai berikut.

1. $F_n < 0.3$ *Transom* berada di atas sarat kapal
2. $F_n \approx 0.3$ *Transom* berada sedikit di bawah sarat kapal
3. $F_n \approx 0.5$ *Transom* berada lebih jauh dari sarat kapal dengan nilai $t = 10 - 15\%T$
4. $F_n > 0.5$ *Transom* berada di bawah sarat kapal dengan nilai $t = 15 - 20\%T$

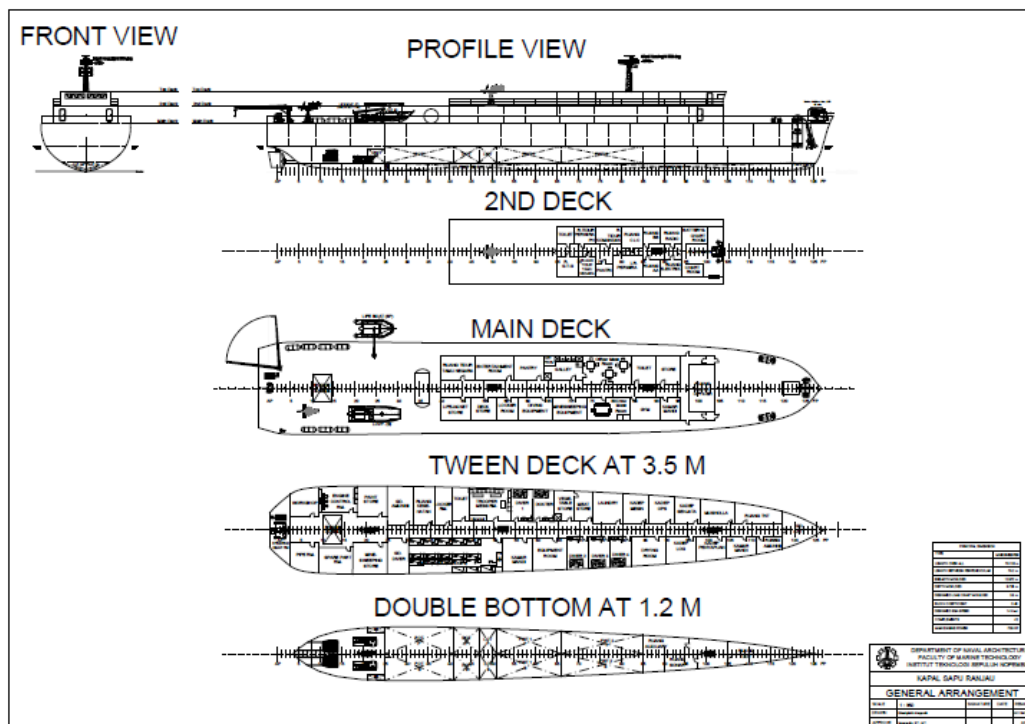
Berdasarkan nilai F_n yang telah dihitung sebelumnya yaitu bernilai 0.263 maka bentuk *transom* berada di atas sarat kapal. Bentuk *transom* kapal dapat dilihat pada Gambar 5.4.



Gambar 5.4 Gambar transom pada Kapal Sapu Ranjau

5.2. Desain *General Arrangement*

Rencana Umum/*General Arrangement* merupakan perencanaan ruangan yang dibutuhkan sesuai dengan fungsi dan perlengkapannya. Ruangan-ruangan tersebut misalnya adalah ruang akomodasi, ruang mesin, serta ruangan-ruangan lainnya. Disamping itu, juga meliputi perencanaan penempatan lokasi ruangan beserta aksesnya. Pada desain Kapal Sapu Ranjau ini pembuatan Rencana Umum dilakukan dengan mempertimbangkan hal-hal seperti peletakan sekat, ruang akomodasi untuk awak, dan area peletakkan *minesweeping equipment*.



Gambar 5.5 Desain *General Arrangement* untuk Kapal Sapu Ranjau

5.2.1. Peletakan Sekat

Penentuan sekat pada Kapal Sapu Ranjau dibagi menjadi 8 sekat dan 10 kompartemen.

1. Sekat Tubrukan

Peletakan sekat tubrukan dilakukan berdasarkan aturan yang ditentukan oleh badan klasifikasi BKI. Sekat tubrukan diletakan pada jarak 72 m atau berjarak 120 jarak gading dari AP.

2. Sekat Ruang Mesin

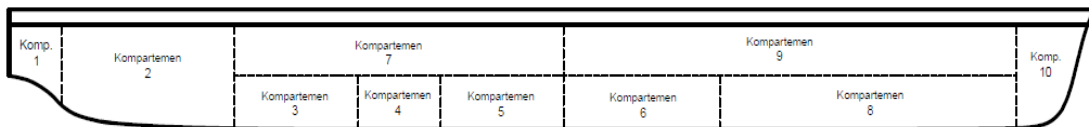
Peletakan sekat depan Kamar Mesin diletakan pada jarak 15 m dari AP atau sebesar 25 jarak gading.

3. Sekat AP

Peletakkan sekat belakang Kamar Mesin diletakan pada jarak 4.8 m dari AP atau sebesar 8 jarak gading.

4. Sekat antara Kompartemen 3 dan Kompartemen 4
5. Sekat antara Kompartemen 4 dan Kompartemen 5
6. Sekat antara Kompartemen 5 dan Kompartemen 6
7. Sekat antara Kompartemen 6 dan Kompartemen 8
8. Sekat antara Kompartemen 7 dan Kompartemen 9

Penjelasan lebih lanjut dapat dilihat pada Gambar 5.6 dibawah ini.



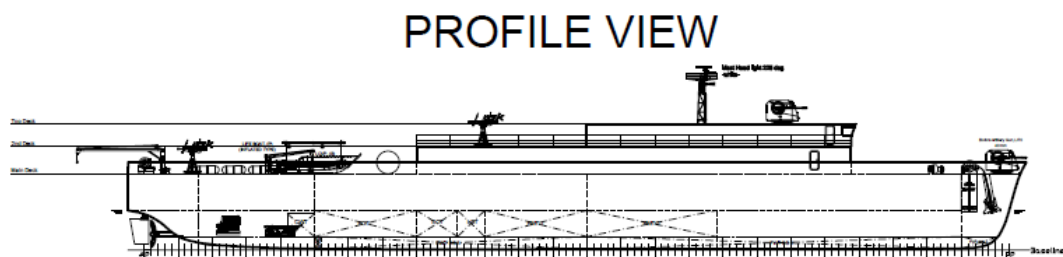
Gambar 5.6 Peletakkan Sekat pada Kapal Sapu Ranjau

5.2.2. Ruang Akomodasi

Dalam pembuatan rencana umum kapal, perencanaan dibuat dengan seefisien mungkin dengan memperhatikan kebutuhan ruangan yang diperlukan. Penentuan ukuran ruangan pada pembuatan rencana umum Kapal Sapu Ranjau dibuat berdasarkan *Maritime Labour Convention* (MLC). Kamar tidur *troops*, dokter, penyelam, dan kepala departemen berada di *tween deck* sedangkan kamar tidur Perwira Pelaksana Harian, Komandan, dan tamu negara berada di *2nd deck*. Terdapat pula ruang untuk berkumpulnya *troops* dan perwira di *main deck*.

5.2.3. Profile View

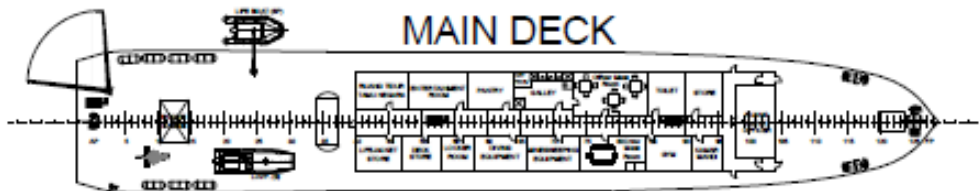
Dalam pembuatan Rencana Umum, salah satu bagian yang dihasilkan adalah proyeksi tampak samping dari ruangan-ruangan yang ada pada kapal sapu ranjau. Rincian proyeksi tampak samping dari kapal sapu ranjau dapat dilihat pada Gambar 5.7.



Gambar 5.7 Profile View Kapal Sapu Ranjau

5.2.4. Geladak Utama

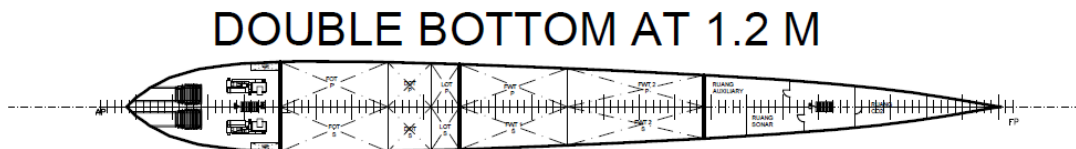
Pada bagian Geladak Utama pada Rencana Umum terdapat proyeksi ruangan-ruangan di geladak utama yang dilihat dari atas.. Pada Geladak Utama terlihat ruangan akomodasi berupa ruang istirahat dan ruang makan, dan area peletakkan *minesweeping Equipment*.



Gambar 5.8 Main Deck

5.2.5. Double bottom

Tinggi *Double bottom* pada kapal sapu ranjau direncanakan setinggi 1,2 m. Dalam Rencana Umum gambar *Double bottom* diproyeksikan tampak atas, dan gambar Rencana Umum dari *Double bottom* kapal sapu ranjau dapat dilihat pada Gambar. *Double bottom* dari Kapal Sapu Ranjau difungsikan sebagai tangki *Fresh Water*, tangki *Fuel Oil*, *Diesel Oil*, *Lube Oil*, *Cooling Water*, *Sewage*, *CO₂ Room*, *Auxiliary Room* dan *Sonar Control Room*..



Gambar 5.9 Double Bottom

5.2.6. Perlengkapan Keselamatan

Pada perencanaan Rencana Umum kapal, selain memperhatikan peletakan sekat dan ruangan, juga harus diperhatikan peralatan keselamatan didalamnya. Peralatan keselamatan yang ditinjau pada pembuatan rencana umum kapal sapu ranjau adalah terdapat *lifejacket* yang terletak pada *crew room* yang berjumlah sesuai dengan kapasitas kru yang diangkut. Selain itu terdapat juga *lifebuoy* dan *rescue boat* yang terdapat pada bagian luar kapal yang berfungsi sebagai penolong ketika terjadi *man over board*. Terdapat juga *liferaft* yang berkapasitas sesuai dengan jumlah kru untuk kebutuhan keselamatan.

5.3. Desain 3D

Setelah rencana garis dan rencana umum selesai didesain, maka permodelan 3D akan dibuat dengan mengembangkan bentuk lambung dari *Software Maxsurf Modeler Advanced* yang akan diexport ke ekstensi file 3D pada *Software Rhinoceros*. Permodelan 3D dapat dilihat pada Gambar 5.10.



Gambar 5.10 Model 3D dari Kapal Sapu Ranjau

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan perhitungan teknis dan ekonomis perancangan Kapal Sapu Ranjau untuk membersihkan ranjau laut yang masih tertanam di sepanjang Laut Jawa, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. *Operational Requirement* dari Kapal Sapu Ranjau yang akan didesain terdiri dari kecepatan minesweeping, kecepatan dinas, rute operasi, dan *payload*. Kecepatan minesweeping dari Kapal Sapu Ranjau yang akan didesain adalah 4 knot, kecepatan dinasnya adalah 14 knot, rute operasinya merupakan penyapuan sepanjang Laut Jawa (seperti pada Tabel 4.2), dan *payload*nya terdiri dari amunisi, persenjataan, *Shrimp ROV*, perlengkapan menyelam, kru penyapu ranjau, dan bahan peledak berupa TNT untuk menyapu ranjau laut.
2. Berdasarkan hasil analisis teknis dan perhitungan pembangunan dari kapal, dapat diketahui bahwa:
 - b. *Freeboard* dari kapal adalah 3225 mm, melebihi *freeboard minimum* 1084.606 mm dan *minimum bow height* 3215.105 mm sehingga *freeboard* diterima.
 - c. Stabilitas kapal memenuhi persyaratan dari Royal Navy dan Sarchin&Goldberg yang terdapat di Lampiran C.
 - d. Harga pembangunan Kapal Sapu Ranjau sebesar Rp. 89.696.344.195,12
3. Didapatkan ukuran utama Kapal Sapu Ranjau sebagai berikut

Lpp	=	76.2	m
B	=	12.972	m
H	=	6.725	m
T	=	3.5	m
4. Desain Rencana Garis (*Lines Plan*) dan Rencana Umum (*General Arrangement*) dapat dilihat pada Lampiran A dan B pada Tugas Akhir ini.

5. Model 3D dari Kapal Sapu Ranjau yang akan didesain dapat dilihat pada Lampiran D pada Tugas Akhir ini.

6.2. Saran

Terdapat beberapa perhitungan yang dilakukan pada pengerjaan Tugas Akhir ini yang masih menggunakan rumus-rumus pendekatan sehingga saran yang direkomendasikan untuk penelitian berikutnya yaitu:

1. Perlu dilakukan analisa konstruksi untuk kapal sapu ranjau dan kekuatan memanjang dari Kapal Sapu Ranjau yang lebih detail, termasuk didalamnya perhitungan berat baja kapal yang sesuai dengan konstruksinya;
2. Perlu dilakukan analisis kekuatan baja kapal pada saat proses peledakkan ranjau.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnyani, L., Nurcholik, S., Kurniawati, F., & Baital, M. (2019). Forecasting Design and Principal Dimension Decision in Ship Design Using Parent Design Approach for Folding Boat. *SPECTA Journal of Technology*, 2(1), 83–88.
<https://doi.org/10.35718/specta.v2i1.99>
- Alfino, A. (2018). *Penjadwalan Perawatan Mesin Mangel/Crepper dengan Penerapan Metode Failure Mode and Effect Analysis dan Model Agereplacement*. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Bare Kingkin Kinamu. (2018, February 28). *Prakiraan Gelombang di Laut Jawa Hari Ini Hingga Besok*. <https://jateng.tribunnews.com/2018/02/28/prakiraan-gelombang-di-laut-jawa-hari-ini-hingga-besok>
- Binder Laporan Sapu Ranjau PTVK.pdf*. (n.d.).
- Evans, J. H. (1959). Basic Design Concepts. *Journal of the American Society of Naval Engineers*, 671–678.
- Faltinsen, O. M. (2005). *Hydrodynamics of high-speed marine vehicles*. Cambridge University Press.
- FUTUREADY V. (2019, July 4). *Potensi Wisata Archipelago di Laut Jawa*.
<https://www.futuready.com/artikel/travel/archipelago/>
- J. C. Vis., & G. Moldenhauer. (2000). *Nederland en Duitsland: Elkaar kennen en begrijpen*. Uitgeverij Van Gorcum.
https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=iZIVowRzzCgC&oi=fnd&pg=PR7&dq=Nederland+en+Duitsland:+elkaar+kennen+en+begrijpen&ots=PDBqD12Lmb&sig=Gp0ZrYF26LG0zGE1oZTU71TiVD0&redir_esc=y
- Jiwa, B. J., & Kurniawati, H. A. (2016). DESAIN SELF-PROPELLED CAR BARGE UNTUK DISTRIBUSI MOBIL BARU RUTE CIKARANG BEKASI LAUT (CBL) – TANJUNG PERAK. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2), G192–G198.
<https://doi.org/10.12962/j23373539.v5i2.17369>
- Maxsurf Resistance User Manual*. (2013).
- Oktorino, N. (2014). *Konflik Bersejarah-Neraka di Normandia*. Elex Media Komputindo.
- Papanikolaou, A. (2014). *Ship Design*. Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-8751-2>
- Silaen, A. G. (2008). *PROGRAM STUDI TEKNIK PERKAPALAN DEPARTEMEN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA GENAP 2007/2008*. 84.
- Sobaruddin, D. P., Armawi, A., & Martono, E. (2017). Model Traffic Separation Scheme (TSS) Di Alur Laut Kepulauan Indonesia (AIKI) I Di Selat Sunda Dalam Mewujudkan Ketahanan Wilayah. *Jurnal Ketahanan Nasional*, 23(1), 104.
<https://doi.org/10.22146/jkn.22070>
- Thomas, D. A. (1971). *Battle of the Java Sea*. Pan Books.
- TNI AL. (2017). PROFILE TNI AL. *SEJARAH*. koarmada2.tnial.mil.id
- Van Oosten, F. C. (1976). *The Battle of the Java Sea*. *US Naval Institute Press*.
- Wakidjo, P. (1972). *Stabilitas Kapal Jilid II*. Penuntun Dalam Menyelesaikan Masalah.
- Watson, D. G. M. (2003). *Practical Ship Design*. 1–49.
- Niam, Wildan Alfun, and Hasanudin Hasanudin. “Desain Kapal Ikan Di Perairan Laut Selatan Malang.” *Jurnal Teknik ITS* 6, no. 2 (September 11, 2017): G235–40. [2](#).

- Astanugraha, I Made Candra, and Hasanudin Hasanudin. “Analisis Teknis dan Ekonomis Konversi Barge Batubara Menjadi Kapal Pengangkut Ikan Hidup untuk Perairan Sumbawa.” *Jurnal Teknik ITS* 6, no. 2 (March 14, 2018): G82–86.
- Santoso, I. G. M., & Sudjono, Y. J. (1983). *Teori Bangunan Kapal*. Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Indonesia.

LAMPIRAN

Lampiran A *LINES PLAN*

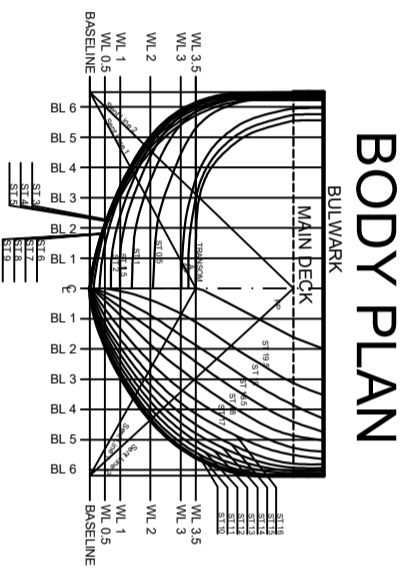
Lampiran B *GENERAL ARRANGEMENT*

Lampiran C PERHITUNGAN TEKNIS DAN PEMBANGUNAN

Lampiran D MODEL 3D

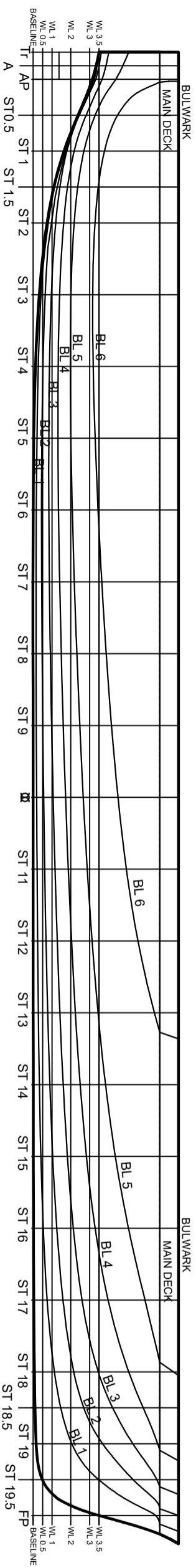
LAMPIRAN A
LINES PLAN

No. Station	Center Line	BL 1	BL 2	BL 3	BL 4	BL 5	BL 6	MAIN DECK	BULWARK	No. Station	Transom
Transom	3.500	3.501	3.516	3.616	4.021	4.021	-	6.725	7.725	Transom	A
A	3.345	3.295	3.337	3.504	3.868	3.661	-	6.725	7.725	A	AP
AP	3.143	3.021	3.104	3.321	3.661	3.661	-	6.725	7.725	AP	0.5
0.5	2.897	2.168	2.202	2.450	2.818	2.818	-	6.725	7.725	0.5	1
1	1.637	1.441	1.519	1.789	2.182	2.183	-	6.725	7.725	1	1.5
1.5	1.097	0.994	1.130	1.421	1.826	1.826	-	6.725	7.725	1.5	2
2	0.733	0.717	0.894	1.201	1.615	1.615	-	6.725	7.725	2	3
3	0.319	0.415	0.638	0.981	1.598	1.598	-	6.725	7.725	3	4
4	0.122	0.222	0.518	0.967	1.494	1.494	-	6.725	7.725	4	5
5	0.033	0.202	0.472	0.866	1.402	1.402	-	6.725	7.725	5	6
6	0.000	0.169	0.463	0.864	1.349	1.349	-	6.725	7.725	6	7
7	0.000	0.167	0.450	0.834	1.326	1.326	-	6.725	7.725	7	8
8	0.000	0.158	0.444	0.800	1.317	1.317	-	6.725	7.725	8	9
9	0.000	0.152	0.454	0.754	1.292	1.292	-	6.725	7.725	9	10
10	0.000	0.157	0.454	0.692	1.269	1.269	-	6.725	7.725	10	11
11	0.000	0.238	0.612	1.161	1.069	1.069	-	6.725	7.725	11	12
12	0.000	0.236	0.682	1.071	1.019	1.019	-	6.725	7.725	12	13
13	0.000	0.236	0.682	1.071	1.019	1.019	-	6.725	7.725	13	14
14	0.004	0.239	0.884	1.084	1.021	1.021	-	6.725	7.725	14	15
15	0.008	0.408	1.088	1.821	2.830	2.830	-	6.725	7.725	15	16
16	0.017	0.533	1.255	2.131	3.291	3.291	-	6.725	7.725	16	17
17	0.033	0.741	1.585	2.600	3.984	3.984	-	6.725	7.725	17	18
18	0.065	1.124	2.159	3.460	5.079	5.079	-	6.725	7.725	18	19
19	0.160	2.052	3.687	5.296	6.614	6.614	-	6.725	7.725	19	19.5
19.5	0.485	3.476	5.308	6.570	6.614	6.614	-	6.725	7.725	19.5	FP
FP	3.500	6.507	7.724	-	-	-	-	6.725	7.725	FP	

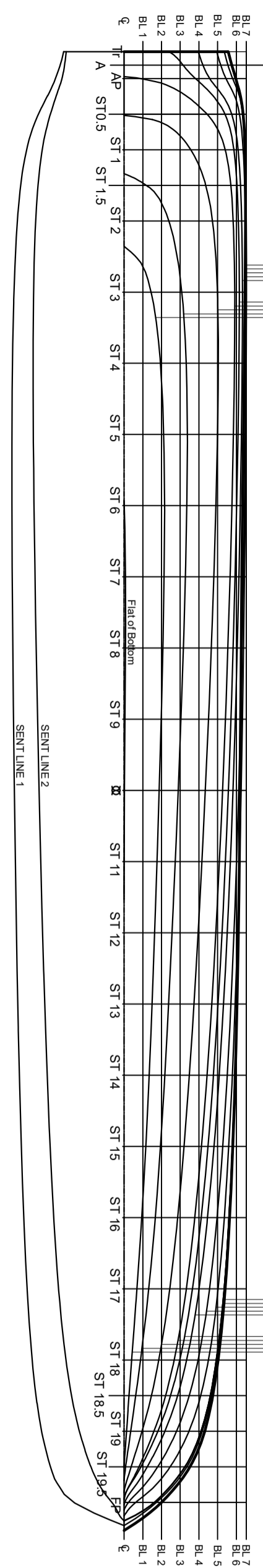


No. Station	Flat of Bottom	WL 0.5	WL 1	WL 2	WL 3	WL 3.5	WL 4	WL 5	WL 6	Main Deck	Bulwark	No. Station
Transom	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.760	3.760	Transom
AP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.760	3.760	AP
0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.027	4.027	0.5
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.870	5.870	1
1.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.033	6.033	1.5
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.223	6.223	2
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.487	6.487	3
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.515	6.515	4
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.595	6.595	5
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.502	6.502	6
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.470	6.470	7
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.393	6.393	8
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.382	6.382	9
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.324	6.324	10
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.254	6.254	11
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.197	6.197	12
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.099	6.099	13
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.978	5.978	14
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.829	5.829	15
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.594	5.594	16
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.324	5.324	17
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.994	4.994	18
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.499	4.499	19
19.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.469	3.469	19.5
FP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.465	2.465	FP

SHEER PLAN



HALF-BREADTH PLAN



PRINCIPAL DIMENSION	
TYPE	MINESWEEPER
LENGTH OVERALL	79.133 m
LENGTH BETWEEN PERPENDICULAR	76.2 m
BREADTH MOULDED	12.972 m
DEPTH MOULDED	6.726 m
DESIGNED LOAD DRAFT MOULDED	3.5 m
BLOCK COEFFICIENT	0.49
DESIGNED SEA SPEED	14 Knot
COMPLEMENTS	42
MAIN ENGINE POWER	706 HP



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

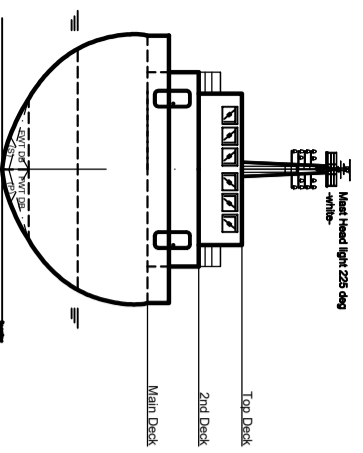
KAPAL SAPU RANJAU

LINES PLAN

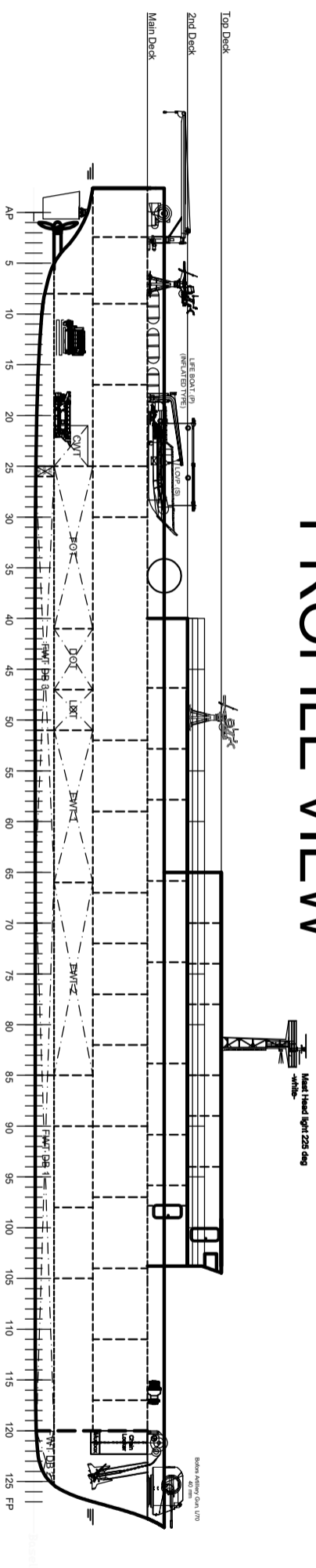
SCALE	SIGNATURE	DATE	REMARKS
1 : 250			
DRAWN	Ehsaningsila Mardiyah		0411164000040
APPROVE	Hasanudin, S.T., M.T.		A3

LAMPIRAN B
GENERAL ARRANGEMENT

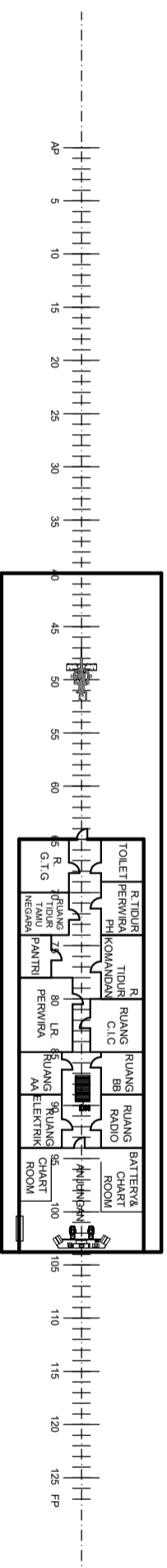
FRONT VIEW



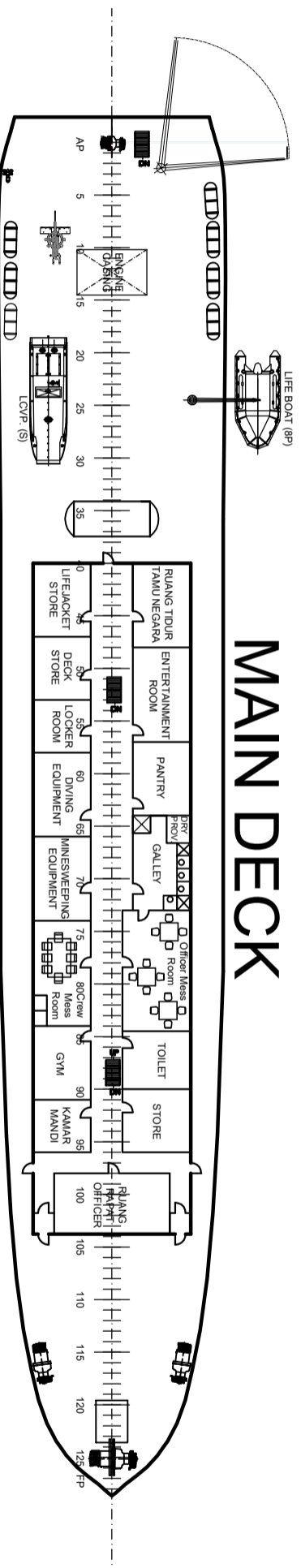
PROFILE VIEW



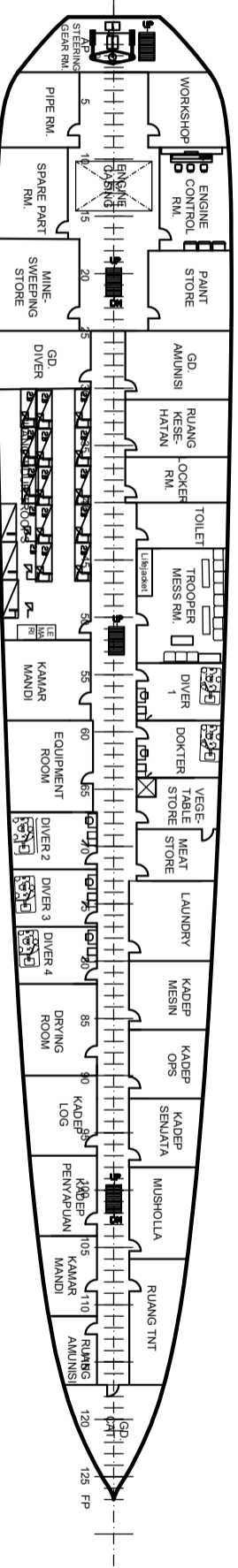
2ND DECK



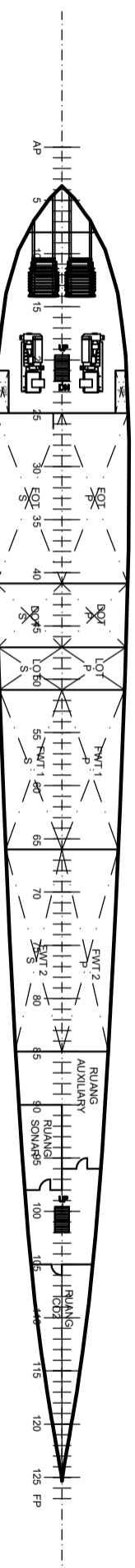
MAIN DECK



TWEEN DECK AT 3.5 M



DOUBLE BOTTOM AT 1.2 M



PRINCIPAL DIMENSION	
TYPE	MINE-SWEEPER
LENGTH OVER ALL	79.133 m
LENGTH BETWEEN PERPENDICULARS	39.2 m
BREADTH MOULDED	12.972 m
DEPTH MOULDED	6.725 m
DESIGNED LOAD DRAFT MOULDED	3.5 m
BLOCK COEFFICIENT	0.49
DESIGNED SEA SPEED	14 KNOT
COMPLEMENTS	42
MAIN ENGINE POWER	299 HP



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

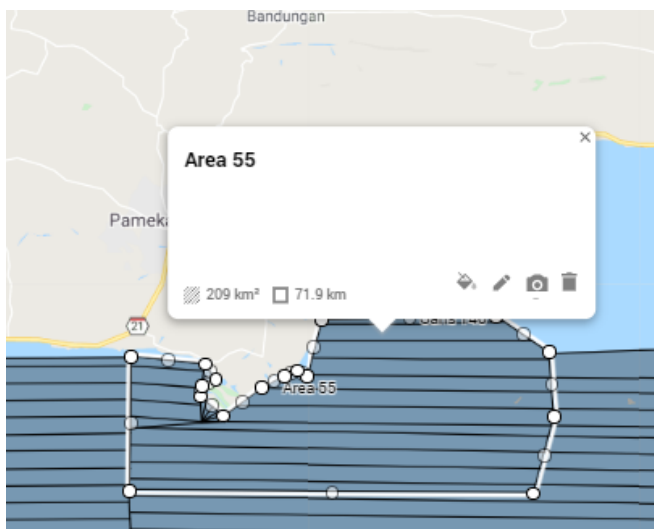
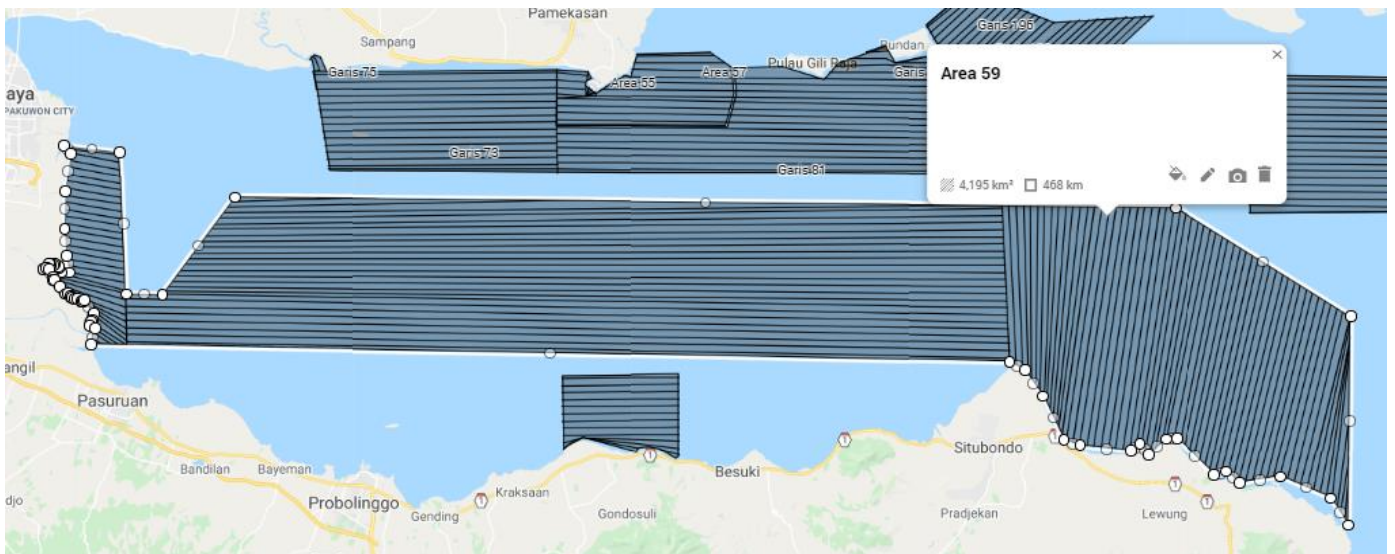
KAPAL SAPU RANJAU

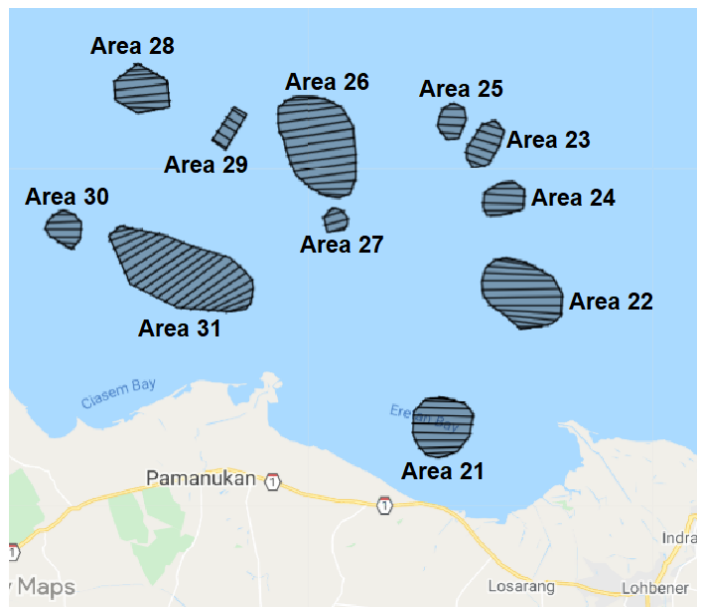
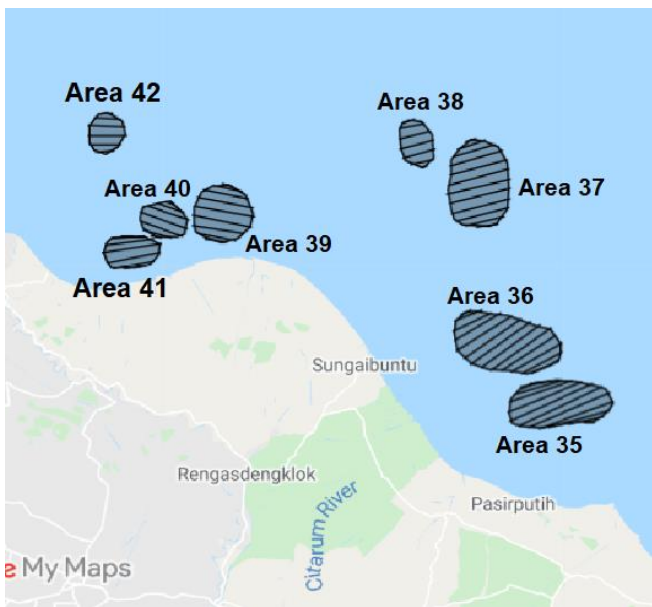
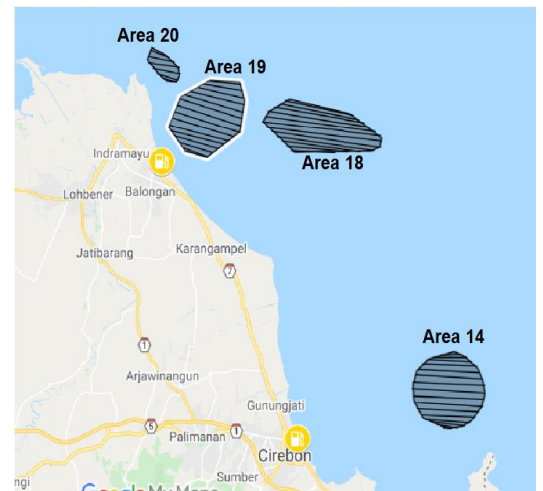
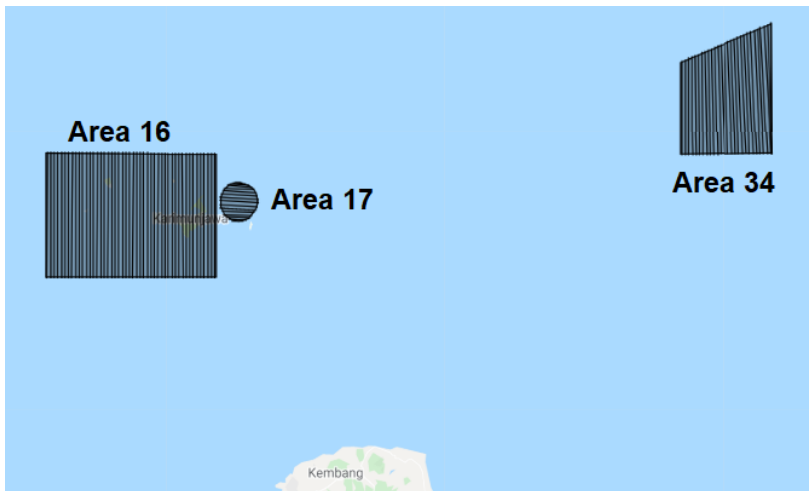
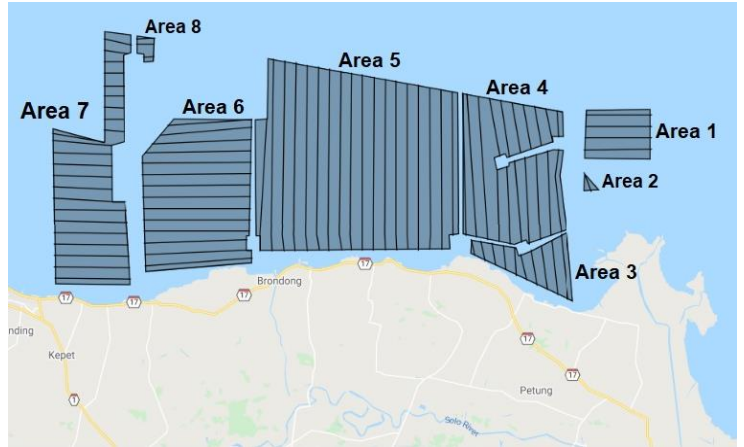
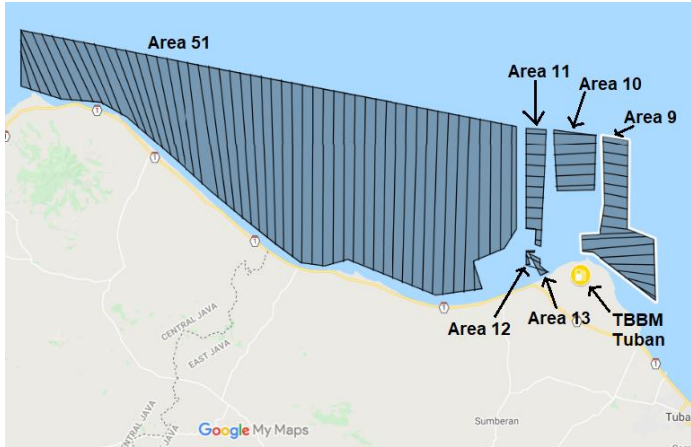
GENERAL ARRANGEMENT

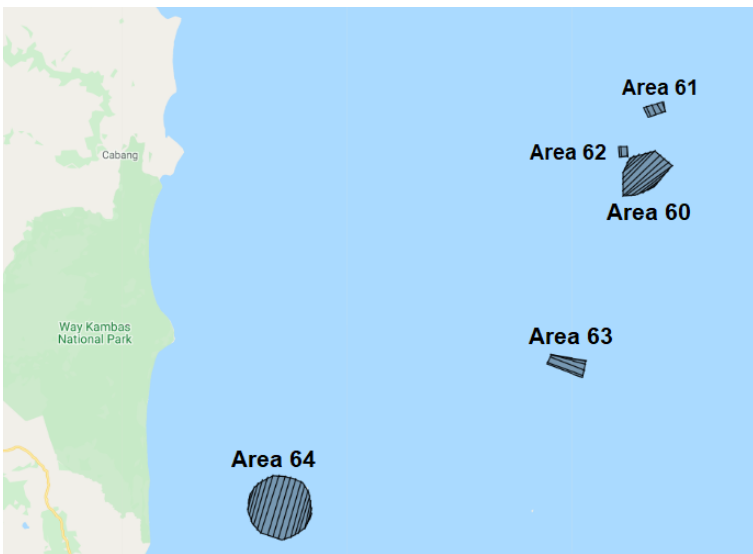
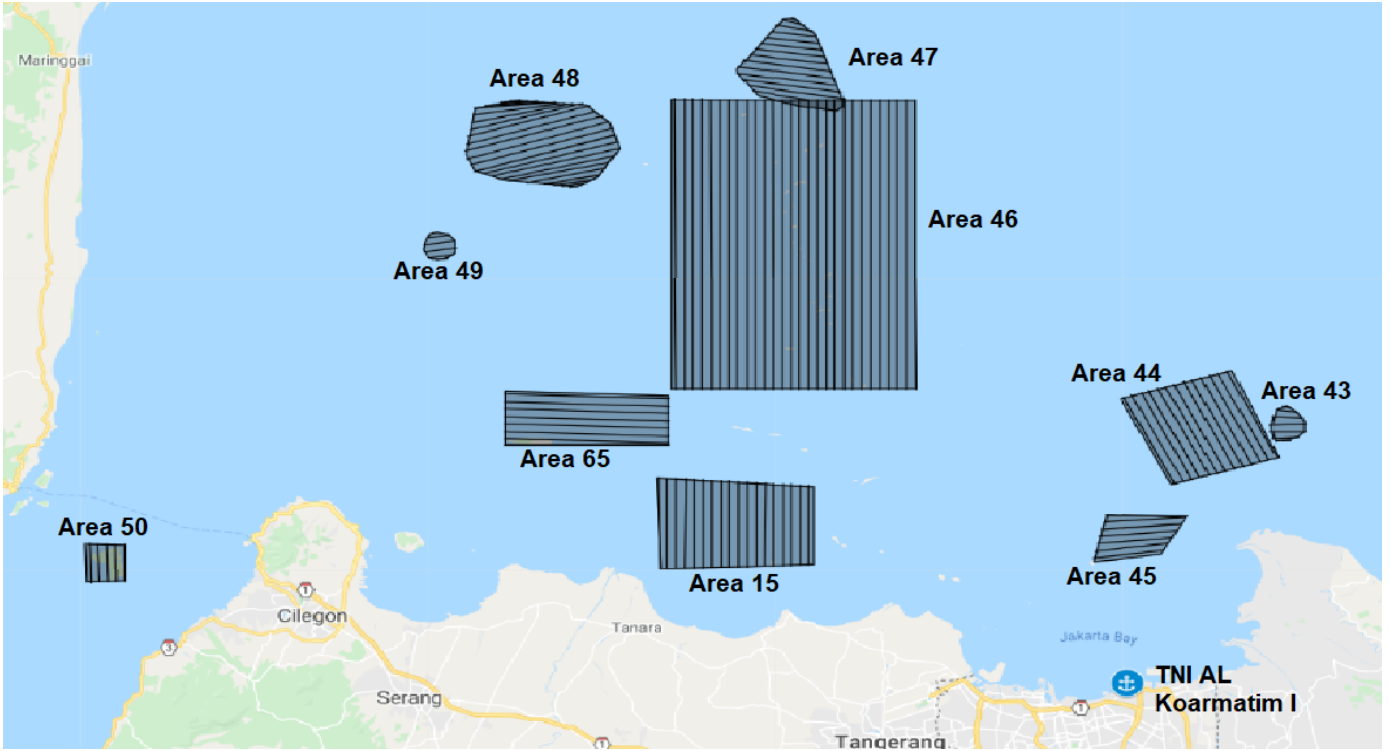
SCALE	SIGNATURE	DATE	REMARKS
1 : 350			
DRAWN	Edi Nugraha Mangraban		2411164600004
APPROVE	Husnawan, ST, MT		A3

LAMPIRAN C

PERHITUNGAN TEKNIS, DETIL AREA PENYAPUAN DAN PERHITUNGAN PEMBANGUNAN







CREW LIST

i. Awak Operasi

Nama Departemen	Nama Jabatan	Jumlah Awak	Keterangan
Departemen Mesin	Kepala Departemen	1	
	Kadiv Mesin Pendorong (MPK)	1	
	Juru Diesel	3	Diesel generator, MPK
	Kadiv Mesin Bantu (MB)	1	
	Juru Listrik Motor	3	AC, Ventilator, Pompa
	Kadiv Listrik Kapal (Liskap)	1	
	Juru Listrik Kontrol	3	Konverter
Departemen Operasi (Ops)	Kepala Departemen	1	
	Kadiv Navigasi (Nagi)	1	
	Operator Navigasi dan Sonar Seafox	1	
	Operator Plot Otomatis Kegiatan Perburuan Ranjau		
	Juru Nagi	3	Kemudi, Navigasi, Peta
	Kadiv Komunikasi (Kom)	1	
	Kadiv Senjata dan Bahari (Senbah)	1	
Departemen Logistik (Log)	Kepala Departemen	1	
	Kadiv Administrasi & Logistik	1	
	Juru Masak	3	

ii. Awak Penyapuan

Divisi Penyapuan	Kepala Divisi	1	
	Operator Winch Mekanik	1	
	Operator APR Akustik	2	
	Operator APR Magnetik	1	
	Operator Winch dan Pengawas Raksiometer	1	
	Operator APR Mekanik	1	
	Pembantu APR Magnetik dan Mekanik	1	
	Pembantu Perangkai Magnetik dan Akustik	1	
	Penyelam	4	
	Medis (Dokter)	1	

iii. BPH

	Komandan	1	
	Perwira Pelaksana Harian	1	
Total Crew		42	

PAYLOAD

I. *Payload Berat*

I.1 Berat Crew

$$W_{\text{crew}} = C_{\text{crew}} \times \text{crew penyapuan} \\ 0.135 \times 14$$

$$W_{\text{crew}} = \mathbf{1.89 \text{ ton}}$$

I.2 Berat Shrimp ROV

$$W_{\text{rov}} = \mathbf{0.03 \text{ ton}}$$

Table 1— Specification SHRIMP ROV

Dimension (L×W×H)	740 mm × 600mm × 610mm
Weight on air	30 kg
Operating Depth	300 meters
Max Speed	5 knots

I.3 Berat Amunisi OTO Melara 76mm

$$W_{\text{amunisi bofors}} = W_{\text{amunisi satuan}} \times 720 \text{ butir} \quad \text{wsatuan} = 27.446 \\ 27.446 \times 360 \text{ kg} \\ 9880.56 \text{ kg}$$

$$W_{\text{amunisi bofors}} = \mathbf{9.88056 \text{ ton}}$$

I.4 Berat Persenjataan

a. Mitraliur (Laras panjang)

$$n = 2 \text{ buah} \\ \text{Berat per unit} = 0.0032 \text{ ton} \\ \mathbf{\text{Berat mitraliur}} = \mathbf{0.0064 \text{ ton}} \\ n \text{ amunisi} = 2 \text{ magazin/gun} \\ \text{Berat per amunisi} = 0.00025 \text{ ton} \\ \mathbf{\text{Berat amunisi total}} = \mathbf{0.001 \text{ ton}}$$

b. M16A2

$$n = 42 \text{ buah} \\ \text{Berat per unit} = 0.00326 \text{ ton} \\ \mathbf{\text{Berat M16A2}} = \mathbf{0.13692 \text{ ton}} \\ n \text{ amunisi} = 2 \text{ magazin/gun} \\ \text{Berat per amunisi} = 0.00073 \text{ ton} \\ \mathbf{\text{Berat amunisi total}} = \mathbf{0.06132 \text{ ton}}$$

c. King Cobra (Pistol)

$$n = 2 \text{ buah} \\ \text{Berat per unit} = 0.000793787 \text{ ton} \\ \mathbf{\text{Berat pistol}} = \mathbf{0.001587574 \text{ ton}} \\ n \text{ amunisi} = 24 \text{ butir/gun (grizzly jhp)} \\ \text{Berat per amunisi} = 1.024\text{E-}08 \text{ ton} \\ \mathbf{\text{Berat amunisi total}} = \mathbf{4.9152\text{E-}07 \text{ ton}} \\ \mathbf{W_{\text{persenjataan}}} = \mathbf{0.207228066 \text{ ton}}$$

I.5 Berat Amunisi Reinhmetall 20 mm

Amunisi terdiri dari 200 rounds

Wamunisi reinhmetall =

0.18 ton

I.6 Tabung Oksigen Penyelam

Spesifikasi Tabung 80cuft:
Service Pressure: 3000 psi/207 bar
Kapasitas Udara: 77.4 ft³/2192 liter
Diameter: 7.3"(inch)/184.2cm
Panjang: 26.1"(inch)/661.9cm
Berat: 31.4lbs/14.2kg
Volume air: 678.0in³/11.1liter
Berat air: 24.5lbs/11.1kg
Daya apung di air laut (tabung penuh): -1.4lbs/-0.6kg
Daya apung di air laut (tabung setengah penuh): +1.5lbs/+0.7kg
Daya apung di air laut (tabung kosong): 4.4lbs/+2.0kg
Ukuran Drat: 0.750-14 NPSM M25 x 2.0

n = 12 buah
Berat per unit = 0.0142 ton
Wtabung oksigen = 0.1704 ton

I.7 TNT

n ranjau (estimasi) = 308
margin (2-5%) = 15.4
total TNT = 324 buah
Berat TNT untuk
meledakkan 1 ranjau = 0.004 ton
WTNT = 1.296 ton

Wpayload = 13.65419 ton

DWT CALCULATION

Crew Number = 42 persons BHP = 1320 HP
Sailing Days = 90 days
ME hours per day = 8 hours
AE hours per day = 24 hours

1. Konsumsi Bahan Bakar Mesin Induk (Fuel Oil Consumption)

Working hours = 720 hours
Fuel Oil Consumption = 0.09118 m³/hour
V_{HFO} = 72.21456 m³ untuk 1 mesin *hour x konsumsi x margin (1.1)*
144.42912 m³ untuk 2 mesin
ρ_{FO} = 0.9443 ton/m³
W_{HFO} = 136.384418 ton untuk 2 mesin

VCG = m maxsurf stability
LCG = m maxsurf stability

2. Konsumsi Bahan Bakar Generator (Diesel Oil Consumption)

Working hours = 2160 hours
Diesel Oil Consumption = 0.0067362 m³/hour
V_{MDO} = 14.550192 m³ untuk 1 mesin *hour x konsumsi x margin (1.1)*
29.100384 m³ untuk 2 mesin

$\rho_{FO} =$

0.84 ton/m³

$W_{MDO} =$

24.44432256 ton

VCG = m maxsurf stability
 LCG = m maxsurf stability

3. Konsumsi Minyak Pelumas

Konsumsi Minyak Pelumas adalah 1-2 kg/silinder/hari

Jumlah Silinder ME = 12 silinder

$W_{LO ME} = 2 \times V_l \times S/V_d \times 10^{-3}$

$W_{LO ME} = 17.28 \text{ ton}$

$\rho_{LO} = 0.92 \text{ ton/m}^3$

$V_{LO ME} = 18.7826087 \text{ m}^3$

Jumlah Silinder AE = 6 silinder

Jumlah Silinder

Emergency Genset = 6 silinder

$W_{LO AE \& EG} = 2 \times V_l \times S/V_d \times 10^{-3}$

51.84 ton

$V_{LO AE \& EG} = 56.34782609 \text{ m}^3$

VCG = m maxsurf stability

LCG = m maxsurf stability

4. Cooling Water

Konsumsi Air Pendingin adalah 2-5 kg/HP

$W_{cw} = 5 \times BHP \times 10^{-3}$

6.6 ton

$\rho_{cw} = 1.025 \text{ ton/m}^3$

$V_{cw} = 6.43902439 \text{ m}^3$

VCG = m maxsurf stability

LCG = m maxsurf stability

5. Fresh Water

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

$W_{fw} = 0.17 \text{ ton/person/day}$

642.6 ton

$V_{fw} = 642.6 \text{ m}^3$

214.2 ton

Dipilih besar tangki = 15 ton

*pakai mesin reverse osmosis
dinyalakan setiap hari untuk
mengisi tangki*

VCG = m maxsurf stability

LCG = m maxsurf stability

6. Berat Crew dan Perlengkapan

$W_{c+p} = Z_c \times (P_c + P_l) \times 10^{-3}$

39.975 ton

VCG = 2.14 m

LCG = 23.3281 m

7. Provision

Wpr =	Cpr x crew number x hari 18.9 ton	Cpr x crew number x hari Cpr = 0.005
-------	--------------------------------------	---

VCG = 2.14 m

LCG = 16.7654 m

DWT = 310.4237406 ton

margin 0.5-1.5% 4.656356109 ton

DWT dengan margin = 315.0800967 ton

GEOCIM PROCEDURE

$$\left(\frac{L_2}{L_1}\right)^3 = \left(\frac{B_2}{B_1}\right)^3 = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^3 = \frac{W_2}{W_1}$$

Dimana, L_1 = panjang kapal yang akan didesain (m)

L_2 = panjang *parent ship* (m)

B_1 = lebar kapal yang akan di desain (m)

B_2 = lebar *parent ship* (m)

T_1 = sarat kapal yang akan di desain (m)

T_2 = sarat *parent ship* (m)

W_1 = DWT kapal *parent ship* (ton)

W_2 = DWT kapal yang akan dicari (ton)

Selain itu dikenal juga faktor skala K dalam *geosim procedure* ini, nilai K ini yang menjadi skala perbandingan ukuran utama dari *parent ship* dan kapal yang akan didesain. Nilai K dapat ditentukan dengan persamaan berikut.

$$\frac{L_2}{L_1} = \frac{B_2}{B_1} = \frac{T_2}{T_1} = \sqrt[3]{\left(\frac{W_2}{W_1}\right)} = K$$

W1	98.355 ton	k	1.47415
W2	315.0800967 ton		
L2	51.5 m		
L1	75.91869569 m		
B2	8.9 m		
B1	13.11992993 m		
T2	2.5 m	H2	4.25 m
T1	3.685373577 m	H1	6.26514 m

Margin kedalaman 15%

Minimum kedalaman = 4.23818 m

PERHITUNGAN RASIO DAN KOEFISIEN

Perhitungan Lconst				
96% LWL	=	74.52864	m	
97% LWL	=	75.30498	m	
LPP	=	76.20	m	
74.52864	<	76.20	<	75.305
Lconst	=	75.30	m	

Unit Conversion			
$\rho_{\text{air laut}}$	=	1.025	ton/m ³
	=	1025	kg/m ³
1 knot	=	1852	m/hour
	=	0.514	m/s
1 m	=	3.281	ft
1 ft	=	0.3048	m
1 kW	=	1.3596	HP

External Factor			
gravity	=	9.81	m/s ²
suhu air laut	=	77	°F
φ	=	0.000010145	ft ² /s
	=	9.42501E-07	m ² /s

i. Operational Requirement

Ship type = Minesweeper Vessel
 Kecepatan dinas = 14 knot
 Kecepatan penyapuan = 4 knot

ii. Ukuran Utama Kapal

Lpp = 76.2 m
 B = 12.972 m
 T = 3.5 m
 H = 6.725 m
 Vs = 14 knot = 7.20222 m/s
 Vp = 4 knot = 2.05778 m/s

iii. Pemeriksaan Perbandingan Ukuran Utama

L/B	=	5.87	→	3.9 < L/B < 15	Resistance Manual
B/T	=	3.71	→	2.1 < B/T < 4	Resistance Manual
Cp	=	0.90	→	0.55 < Cp < 0.85	Resistance Manual

iii. Perhitungan Koefisien dan Ukuran Utama Lainnya

a. Panjang garis air (Lwl)

L_{WL}	=	104% · Lpp	
	=	79.248	m
Maxsurf	=	77.634	m

b. Perhitungan Froude Number (Fn)

$$\begin{aligned} \mathbf{Fn} &= V / \sqrt{(g L)} \\ &= 0.26342 \end{aligned}$$

c. Koefisien Block (Watson&Gilfillan)

$$\begin{aligned} \mathbf{C_B} &= 0.70 + 0.125 \tan^{-1} ((23 - 100 \text{Fn})/4) \\ &= 0.5618 \quad \text{Practical Ship Design Chapter 3 hlm. 76} \\ \text{Maxsurf} &= 0.62 \end{aligned}$$

d. Koefisien Midship (Series '60)

$$\begin{aligned} \mathbf{C_M} &= 0.977 + 0.085 (C_B - 0.60) \\ &= 0.974 \\ \mathbf{A_m} &= 44.20888519 \\ \mathbf{C_M} &= 0.688 \quad \text{dari} \\ \mathbf{A_m} &= 31.2356128 \quad \text{maxsurf} \end{aligned}$$

e. Koefisien Prismatic

$$\begin{aligned} \mathbf{C_x} &= C_M \quad (\text{Parametric Ship Design hal. 11-10}) \\ \mathbf{C_p} &= C_b/C_x \\ &= 0.901162791 \\ &= 0.719 \text{ maxsurf} \end{aligned}$$

f. Koefisien Bidang Garis Air

$$\begin{aligned} \mathbf{C_{wp}} &= 0.18 + 0.86 \cdot C_p \\ &= 0.955 \\ &= 0.802 \text{ maxsurf} \end{aligned}$$

g. Longitudinal Center of Bouyancy

$$\begin{aligned} \mathbf{LCB (\%)} &= -13.5 + 19.4 C_p \quad (\text{Parametric Ship Design hal. 11 - 19}) \\ &= 44.860\% \quad \% \text{ LCB} \\ &= 42.417\% \text{ LCB} \quad \text{maxsurf} \\ \mathbf{LCB \text{ dari M}} &= \text{LCB \%} \cdot L_{wl} / 100 \\ &= 33.615 \quad \text{m dari M} \\ &= 33.453 \text{ m dari A} \quad \text{maxsurf} \quad 4.647 \\ \mathbf{LCB \text{ dari FP}} &= 0.5 \cdot L_{pp} - LCB_M \\ &= 4.485 \quad \text{m dari FP} \\ &= 33.453 \text{ m dari AP} \quad \text{maxsurf} \end{aligned}$$

h. Volume Displacement

$$\begin{aligned} \mathbf{V} &= L_{wl} \cdot B \cdot T \cdot C_b \\ &= 2185.270712 \text{ m}^3 \\ &= 1638.662 \text{ m}^4 \quad \text{maxsurf} \quad \text{margin} = -5.46609 \end{aligned}$$

i. Displacement

$$\begin{aligned} \mathbf{\Delta} &= L_{wl} \cdot B \cdot T \cdot C_b \cdot \rho \\ &= 2239.90248 \text{ ton} \\ &= 1680 \text{ ton} \quad \text{maxsurf} \quad \text{margin} = -5.59902 \end{aligned}$$

j. Double Bottom

$$\begin{aligned} \mathbf{h} &= B/20 \quad \text{m} \\ &= 648.58 \text{ mm} \\ &= 1200 \text{ mm} \quad \text{taken} \end{aligned}$$

PERHITUNGAN HAMBATAN dengan Metode Holtrop (PNA Vol 2 hal 91-93)

Ukuran Utama		
LPP	=	76.2 m
Lwl	=	77.634 m
B	=	12.9716 m
H	=	6.725 m
T	=	3.5 m

Koefisien dan Ukuran lainnya		
Cb	=	0.490
Cm	=	0.688
Cp	=	0.719
Cwp	=	0.802

Asumsi		
Air laut	=	77 °F
1 m	=	3.281 ft
1 ft	=	0.3048 m
ρ (viscosity)	=	0.000010145 ft ² /s
	=	9.42501E-07 m ² /s

Koreksi		
Fn (froude number)	=	0.263
Vs (service speed)	=	14 knot
	=	7.20 m/s
g	=	9.81 m/s ²
LCB	=	0.449 %
ρ	=	1.025 ton/m ³
V (displacement)	=	1727.068788 m ³
Δ (displacement)	=	1770.245508 ton/m ³

Type of Appendages	Value of $1 + k_2$
Rudder of single screw ship	1.3 to 1.5
Spade-type rudders of twin-	2.8
Skeg-rudders off twin-screw	1.5 to 2.0
Shaft brackets	3
Bossings	2
Bilge keel	1.4
Stabilizer fins	2.8
Shafts	2
Sonar dome	2.7

c	0,011. Cstern
cstern = -25	untuk pram dengan gondola
cstern = -10	untuk potongan bentuk V
cstern = 0	untuk bentuk potongan normal
cstern = +10	untuk potongan bentuk U dengan stern Hogner

c	Tanker	Keterangan
c1	1	general < 50000 DWT
c2	1	spade
c3	1	NACA profile
c4	1	in the propeller jet

1. Viscous Resistance

$$\begin{aligned} CF_0 & \\ Rn & = \text{angka reynolds} \quad (PNA \text{ vol 2 hal 90}) \\ & = v \cdot Lwl / \nu \\ & = 593248301.9 \\ CF_0 & = \text{koefisien tahanan gesek} \\ & = CF = 0,075/(\log Rn - 2)^2 \\ & = 0.00163 \end{aligned}$$

2. Resistance Appendages

$$\begin{aligned} \frac{1+k_1}{C} & = 1 + (0.011 \cdot C_{stern}) \quad (PNA \text{ vol 2 hal 91}) \\ C_{stern} & = 0 \quad ; \text{ lihat tabel diatas} \\ C & = 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_R/L & = 1 - C_p + 0,06 \cdot C_p \cdot LCB / (4 \cdot C_p - 1) \quad (PNA \text{ vol 2 hal 91}) \\ & = 0.291 \end{aligned}$$

$$L^3/V = 270.923$$

$$\begin{aligned} 1+k_1 & = 0,93 + 0,4871 \cdot C \cdot (B/L)^{1,0681} \cdot (T/L)^{0,4611} \cdot (L/L_R)^{0,1216} \cdot (L^3/V)^{0,3649} \cdot (1-CP)^{-0,6042} \\ & = 1.263 \quad (PNA \text{ vol 2 hal 91}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{1+k_2}{1+k_2} & = \text{lihat di tabel} \quad (PNA \text{ vol 2 hal 92}) \\ & = 5.5 \end{aligned}$$

Wetted Surface Area (S)

$$\begin{aligned} A_{BT} & = 0 \quad ; \text{ tanpa bulb} \quad (PNA \text{ vol 2 hal 92}) \\ & = 0 \quad m^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S & = \text{Wetted Surface Area} \quad (PNA \text{ vol 2 hal 91}) \\ & = L(2T + B)C_m^{0.5} (0.453 + 0.4425 C_b - 0.2862 C_m - 0.003467 B/T + 0.3696 C_{wp}) + 2.38 A_{BT}/C_b \\ S & = 972.8857299 \quad m^2 \end{aligned}$$

Wetted Surface Area of appendages (Sapp)

(BKI Vol. II hal 14-1)

$$\begin{aligned} \text{Srudder} & = c_1 \cdot c_2 \cdot c_3 \cdot c_4 (1,75) \cdot L \cdot T / 100 \\ & = 9.510165 \quad m^2 \end{aligned}$$

$$S_{bilgekeel} = 0 \quad m^2$$

$$\begin{aligned} S_{app} & = \text{Srudder} + S_{bilgekeel} \\ & = 9.510165 \quad m^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_{total} & = S + S_{app} \\ & = 982.3958949 \quad m^2 \end{aligned}$$

$1 + K$			<i>(PNA vol 2 hal 92)</i>
$1 + K$	=	$1 + k_1 + [1 + k_2 - (1 + k_1)] \cdot S_{app}/S_{tot}$	
	=	1.304423259	

3. Wave Making Resistance

C_1			
B/LWL	=	0.167086586	
C_4	=	0.167086586	
T_a	=	3.5	
T_f	=	3.5	
i_E	=	$125.67 B/L - 162.25 C_p^2 + 234.32 C_p^3 + 0.1551 (LCB + 6.8 (T_a - T_f)/T)^3$	
	=	24.23041376	
d	=	-0.9	
C_1	=	$2223105 C_4^{3.7861} (T/B)^{1.0796} (90 - i_E)^{-1.3757}$	
	=	1.948363533	
m_1			
C_5	=	$1.7301 - 0.7067 \cdot CP$	
	=	1.2219827	
$V^{1/3}/L$	=	0.15454368	
m_1	=	$0.01404 L/T - 1.7525 V^{1/3}/L - 4.7932 B/L - C_5$	
	=	-1.982276676	
λ	=	$1.446 C_p - 0.03 L/B$	
		0.860126373	
m_2			
L^3/∇	=	270.9232358	
C_6	=	-1.69385	; untuk $LWL^3/V \leq 512$
m_2	=	$C_6 \cdot 0.4e^{-0.034Fn - 3.29}$	
	=	-0.043811136	<i>(PNA vol 2 hal 92)</i>
C_2			
C_2	=	1	; tanpa bulb <i>(PNA vol 2 hal 92)</i>
C_3			
A_T	=	0	
C_3	=	$1 - 0.8 A_T/(BTC_M)$	
	=	1	<i>(PNA vol 2 hal 93)</i>
RW/W	=		
	=	$C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot e^{(m_1 Fn^d + m_2 \cos(\lambda \cdot Fn - 2))}$	
	=	0.002576108	<i>(PNA vol 2 hal 93)</i>

4. Air Resistance

$$C_A = 0.04508334 \quad ; \text{ untuk } T/LWL > 0,04$$

$$C_A = 0,006 (LWL + 100)^{-0,16} - 0,00205 \quad (PNA \text{ vol } 2 \text{ hal } 93)$$

$$C_A = 0.000569552$$

Bouyancy

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

$$W = 17366.10843 \quad \text{kN}$$

Total Resistance

$$R_{\text{total}} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \cdot S_{\text{tot}} [C_F (1 + k) + C_A] + RW/W \cdot W$$

$$R_{\text{total}} = 70612.41633 \quad \text{N}$$

$$R_{\text{total}} = 70.61241633 \quad \text{kN} \quad (PNA \text{ vol } 2 \text{ hal } 93)$$

$$R_{\text{total}} + 15\% R_{\text{total}} = 81.20427877 \quad \text{kN}$$

Perhitungan Hambatan menggunakan Maxsurf Resistance:

	Speed (kn)	Froude No. LWL	Froude No. Vol.	Holtrop Resist. (kN)	Holtrop Power (kW)
9	4.000	0.075	0.191	6.8	27.583
10	4.500	0.084	0.215	8.5	38.744
11	5.000	0.093	0.239	10.4	52.519
12	5.500	0.103	0.263	12.5	69.181
13	6.000	0.112	0.287	14.7	89.029
14	6.500	0.121	0.311	17.1	112.408
15	7.000	0.131	0.335	19.8	139.739
16	7.500	0.140	0.358	22.7	171.555
17	8.000	0.149	0.382	25.8	208.533
18	8.500	0.159	0.406	29.3	251.528
19	9.000	0.168	0.430	33.2	301.594
20	9.500	0.177	0.454	37.6	360.005
21	10.000	0.187	0.478	42.5	428.254
22	10.500	0.196	0.502	48.0	508.107
23	11.000	0.205	0.526	54.2	601.413
24	11.500	0.215	0.550	61.2	710.007
25	12.000	0.224	0.573	69.2	837.516
26	12.500	0.233	0.597	78.3	987.599
27	13.000	0.243	0.621	88.3	1158.188
28	13.500	0.252	0.645	98.8	1345.157
29	14.000	0.261	0.669	110.1	1555.006
30	14.500	0.271	0.693	123.6	1807.618
31	15.000	0.280	0.717	140.5	2125.387
32	15.500	0.289	0.741	161.1	2518.038
33	16.000	0.299	0.765	184.0	2969.906
34	16.500	0.308	0.788	206.7	3440.486
35	17.000	0.317	0.812	226.6	3885.155
36	17.500	0.327	0.836	242.6	4281.682
37	18.000	0.336	0.860	255.6	4640.110
38	18.500	0.345	0.884	267.6	4993.025
39	19.000	0.355	0.908	280.7	5380.480
40	19.500	0.364	0.932	296.9	5840.887
41	20.000	0.373	0.956	317.7	6409.002

$$R_t = 110.1 \text{ kN}$$

POWER AND PROPULSION

Required Value

Rt	=	110100.000 N
V	=	7.202 m/s
Cb	=	0.490
1+k	=	1.277
Cf	=	0.002
Ca	=	0.0006

Pengertian

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

EHP	=	$Rt \times v / 1000$	<i>(parametric design hal 11-27)</i>
	=	792.965 KW	
		1063.381 HP	

Thrust Horse Power			
THP	=	$TVA / 1000$	<i>(parametric design hal 11-27)</i>
T	=	$Rt / (1 - t)$	<i>(parametric design hal 11-27)</i>
V_A	=	$V (1 - w)$	<i>(parametric design hal 11-27)</i>
C_v	=	$(1 + k) C_F + C_A$	<i>(PNA vol 2 hal 162)</i>
C_v	=	0.002658	
w	=	$0.3 C_b + 10 C_v C_b - 0.1$	<i>(PNA vol 2 hal 163)</i>
	=	0.060022	
t	=	0.1	<i>(PNA vol 2 hal 163)</i>
η_h	=	$(1 - t) / (1 - w)$	<i>(parametric design hal 11-29)</i>
	=	0.95747	
THP	=	828.188 KW	

Delivery Horse Power			
DHP	=	PT / η_p	<i>(parametric design hal 11-29)</i>
η_o	=	0.55	<i>(propeller B-series = 0.5 - 0.6)</i>
η_r	=	0.98	<i>(PNA vol 2 hal 163)</i>
η_p	=	$\eta_o \eta_r$	<i>(parametric design hal 11-27)</i>
η_p	=	0.539	
DHP	=	1536.527 KW	

Shaft Horse Power			
SHP	=	$PD / (\eta_b \eta_s)$	<i>(parametric design hal 11-29)</i>
$\eta_b \eta_s$	=	untuk mesin aft	<i>(parametric design hal 11-31)</i>
	=	0.98	
SHP	=	1567.884 KW	

Brake Horse Power			
BHP	=	$PS / (\eta_r)$	<i>(parametric design hal 11-29)</i>
η_r	=	;low speed diesel	<i>(parametric design hal 11-33)</i>
	=	0.975	
BHP	=	1608.086 KW	

Maximum Continues Rates			
MCR	=	BHP/85%	<i>(parametric design hal 11-30)</i>
MCR	=	1891.866 KW	
		2537.031 HP	

Engine Power Requirement			
Main Engine Power	=	1891.866 KW	
	=	2537.031 HP	
Kebutuhan 1 mesin =		945.9332 kW	
		1268.515 HP	
Harbour generator =		8% Main Engine Power	
	=	297.3258 KW	= 398.7198 HP

Input Data:

$R_T = 110.100 \text{ kN}$
 $\rho = 1025 \text{ kg/m}^3$
 $\rho = 1.025 \text{ ton/m}^3$
 $V = 14 \text{ knot}$
 $= 7.202222222 \text{ m/s}$

Calculation:

1. Perhitungan Daya Efektif Kapal (EHP)

EHP = 792.965 kW

2. Thrust Horse Power (THP)

THP = 828.188 kW

3. Delivery Horse Power (DHP)

DHP = 1536.527 kW

4. Shaft Horse Power (SHP)

SHP = 1567.884 kW

5. Brake Horse Power (BHP)

BHP = 1608.086 kW

6. BHP Maximum Continuous Rate (MCR)

BHP_{mcr} = 1891.866 kW

<u>Spesifikasi Main Engine</u>		
Brand =	Caterpillar	
Type =	3512	
Output Power =	970	kW
	1318	HP
n =	1200	rpm
Length =	2715	mm
Height =	2053	mm
Width =	1703	mm
Weight =	6532	kg
	6.532	ton
Fuel consumption =	160	L/h
	0.16	m ³ /h
Cylinder =	12	

<https://itstillruns.com/cat-3408-engine-specs-7523088.html>



RATINGS AND FUEL CONSUMPTION

	mhp	bhp	kw	asp.	cl. sys.	rpm	U.S. gph	L/h
A	1224	1207	900	TA	JW	1200	58.1	220
A	1298	1280	954	TA	JW	1800	64.2	243
A	1298	1280	954	TA	JW	1800	64.7	245
B	1318	1300	970	TA	JW	1200	62.8	238
B	1279	1260	1014	TA	JW	1800	68.2	256
C	1428	1408	1050	TA	JW	1200	68.6	260
C	1430	1410	1053	TA	JW	1800	73.1	273
B	1465	1445	1078	TA	JW	1800	72.2	273
C	1521	1500	1119	TA	JW	1800	76.3	286
D	1775	1750	1305	TA	JW	1800	92.8	351

Fuel use reflects SAE standards. Fuel use reflecting ISO standards is typically 2-3% less. Consult your Caterpillar representative for details.

	LE in/mm	H in/mm	WE in/mm
min.	107/2715	80.8/2053	67.1/1703
max.	107/2715	80.8/2053	67.1/1703



V12, 4-Stroke-Cycle Diesel

Bore x Stroke: 6.7 x 7.5 in. 170 x 190 mm
 Displacement: 31.5 cu in. 51.8 liter
 Rotation (from flywheel end): Counterclockwise or clockwise
 Engine dry weight (approx): 14,400 lb. 6532 kg

ELECTRICAL POWER CALCULATION

Penentuan Jumlah titik lampu dalam ruangan

- N = Jumlah titik lampu
- E = Kuat penerangan/target penerangan yang akan dicapai (Lux)
- L = Panjang ruangan (m)
- W = Lebar ruangan (m)
- \emptyset = Total lumen lampu (*Lamp luminous flux*)
- LLF = *Light loss factor* (faktor cahaya rugi)
- CU = *Coefficient of utilization* (Faktor pemanfaatan (50%-65%))
- n = Jumlah lampu dalam 1 titik lampu

Sumber: SNI- 03-6197-2000 (Konservasi energi pada sistem pencahayaan)

Ruang Permesinan

Menggunakan lampu LED 20 W

- E = 70 Lux
- L = 6.6 m
- W = 6.72 m
- \emptyset = 1600
- LLF = 0.8 (0.7 - 0.8)
- CU = 65% (50% - 65%)
- n = 2

Jumlah Ruangan = 1

$$N = E \times L \times W / \emptyset \times LLF \times CU \times n$$

$$= 1.865769231 \text{ titik lampu}$$

$$= 2 \text{ titik lampu}$$

Jumlah Lampu= 4 Lampu

Galley

Menggunakan lampu LED 20 W

- E = 300 Lux
- L = 3.5 m
- W = 2.9 m
- \emptyset = 1600
- LLF = 0.8 (0.7 - 0.8)
- CU = 65% (50% - 65%)
- n = 2

Jumlah Ruangan = 1

$$N = E \times L \times W / \emptyset \times LLF \times CU \times n$$

$$= 1.829928 \text{ titik lampu}$$

$$= 2 \text{ titik lampu}$$

Jumlah Lampu= 4 Lampu

Lobby (KALKULASI LG DI GA)

Menggunakan lampu TL LED 20 W

- E = 100 Lux
- L = 4 m
- W = 3 m
- \emptyset = 1600
- LLF = 0.8 (0.7 - 0.8)
- CU = 65% (50% - 65%)
- n = 2

Jumlah Ruangan = 2

$$N = E \times L \times W / \emptyset \times LLF \times CU \times n$$

$$= 0.721153846 \text{ titik lampu}$$

$$= 1 \text{ titik lampu}$$

Jumlah Lampu 4 Lampu

Medical Room

Menggunakan lampu TL LED 20 W

- E = 200 Lux
- L = 3 m
- W = 1.77 m
- \emptyset = 1600
- LLF = 0.8 (0.7 - 0.8)
- CU = 65% (50% - 65%)
- n = 1

Jumlah Ruangan = 1

$$N = E \times L \times W / \emptyset \times LLF \times CU \times n$$

$$= 1.276442308 \text{ titik lampu}$$

$$= 2 \text{ titik lampu}$$

Jumlah Lampu 2 Lampu

Crew Room

Menggunakan lampu LED 20 W

- E = 150 Lux
- L = 2.4 m
- W = 2.5 m
- \emptyset = 1600
- LLF = 0.8 (0.7 - 0.8)
- CU = 65% (50% - 65%)
- n = 2

Jumlah Ruangan = 25

$$N = E \times L \times W / \emptyset \times LLF \times CU \times n$$

$$= 0.540865 \text{ titik lampu}$$

$$= 1 \text{ titik lampu}$$

Jumlah Lampu 50 Lampu

Ruang Amunisi

Menggunakan lampu TL LED 20 W

E =	100 Lux
L =	7.28 m
W =	1.334 m
Ø =	1600
LLF =	0.8 (0.7 - 0.8)
CU =	65% (50% - 65%)
n =	2

Jumlah Ruangan =

$$N = E \times L \times W / \text{Ø} \times \text{LLF} \times \text{CU} \times n$$

$$= 0.583625 \text{ titik lampu}$$

$$= 1 \text{ titik lampu}$$

Jumlah Lampu = 2 Lampu

WC

Menggunakan lampu TL LED 20 W

E =	250 Lux
L =	4.2 m
W =	2.4 m
Ø =	1600
LLF =	0.8 (0.7 - 0.8)
CU =	65% (50% - 65%)
n =	2

Jumlah Ruangan = 2

$$N = E \times L \times W / \text{Ø} \times \text{LLF} \times \text{CU} \times n$$

$$= 1.514423 \text{ titik lampu}$$

$$= 2 \text{ titik lampu}$$

Jumlah Lampu = 8 Lampu

Lounge

Menggunakan lampu TL LED 20 W

E =	300 Lux
L =	6 m
W =	2.035 m
Ø =	1600
LLF =	0.8 (0.7 - 0.8)
CU =	65% (50% - 65%)
n =	2

Jumlah Ruangan = 2

$$N = E \times L \times W / \text{Ø} \times \text{LLF} \times \text{CU} \times n$$

$$= 2.201322115 \text{ titik lampu}$$

$$= 3 \text{ titik lampu}$$

Jumlah Lampu = 12 Lampu

R. Meeting

Menggunakan lampu TL LED 20 W

E =	350 Lux
L =	5.4 m
W =	2.035 m
Ø =	1600
LLF =	0.8 (0.7 - 0.8)
CU =	65% (50% - 65%)
n =	2

Jumlah Ruangan = 2

$$N = E \times L \times W / \text{Ø} \times \text{LLF} \times \text{CU} \times n$$

$$= 2.311388 \text{ titik lampu}$$

$$= 3 \text{ titik lampu}$$

Jumlah Lampu = 12 Lampu

Komponen	Daya (watt)	Jumlah	watt	kWh
Tv	80	30	2400	2.4
AC	690	30	20700	20.7
Refrigrator	165	2	330	0.33
Lampu 20W	20	98	1960	1.96
Shrimp ROV	650	1	650	0.65
Microwave	900	2	1800	1.8
Dispenser	350	3	1050	1.05
F.W. Pump	45000	1	45000	45
Bofor	10000	4	40000	40
Fuel Oil Pump	5500	1	5500	5.5
Sewage Pump	20000	1	20000	20

139.39 kWh

25.39

2. Perhitungan Power Generator

Spesifikasi Auxiliary Engine		
Brand =	YC Diesel	
Type =	QSY-150	
n =	1800	rpm
Maximum power =	150	kW
Length =	3300	mm
Height =	960	mm
Width =	1650	mm
Weight =	3500	kg
=	3.5	ton
Fuel consumption =	250	g/kWh
=	0.0375	m3/h
Cylinder =	4	

<https://www.alibaba.com>

<https://longwei1966.en.made-in-china.com/product/CjKxcJMDXiVm/China-Shanghai-Water-Cooled-Marine-Diesel-Engine-395AC-3-395ACB-395ACB-1-495B>



3. Perhitungan Emergency Generator

Kebutuhan = #REF! kW		
Brand =	Perkins	
Type =	QSP-80	
n =	1500	rpm
Maximum power =	80	kW
Length =	2070	mm
Height =	1120	mm



Width =	720	mm
Weight =	1020	kg
=	1.02	ton
Fuel consumption =	214	g/kWh
=	0.23968	m ³ /h

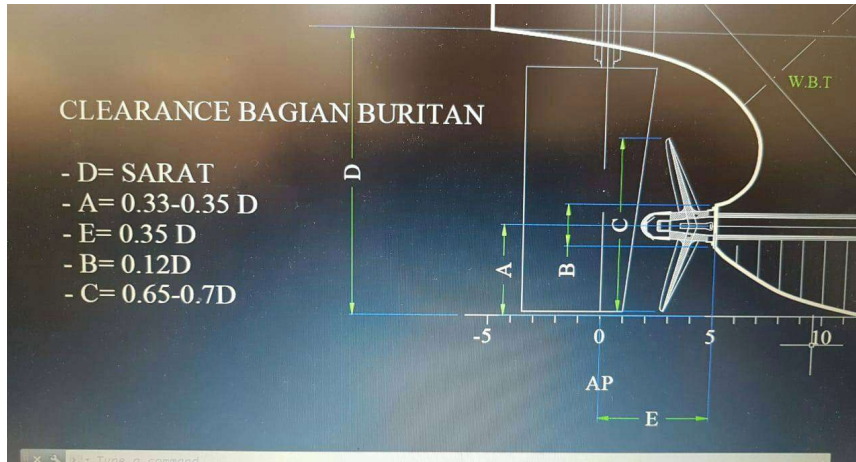


ran 4

https://www.alibaba.com/product-detail/QSUPER-320KW-400KVA-MARINE-DIESEL-GENERATORS_62193254793.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.48a3:

Main Dimension

Lpp =	76.2 m		
B =	12.9716 m		
T =	3.5 m		
H =	6.725 m		
Vs =	14 knot	=	7.202222 m/s
Vp =	4 knot	=	2.057778 m/s



D =	3.5 m
A =	1.225 m
E =	1.225 m
B =	0.42 m
C =	2.275 m

BERAT PERMESINAN DAN PROPULSI

Calculation:			
<u>1. Main Engine</u>			
	n=	2	
	W_E =	13.064	ton ; termasuk berat <i>gearbox</i>
VCG	=	2.2265	m
LCG	=	6.0397	m
<u>2. Weight of Remainder (Shaft, Propeller)</u>			
$W_r = K \cdot MCR^{0.70}$		(Practical Ship Design pg. 110)	
		W _r =	38.0377493 ton
K = 0.69 for bulk carriers and general cargo ships = 0.72 for tankers = 0.83 for passenger ships = 0.19 for frigates and corvettes			
VCG	=	2.2265	m
LCG	=	2.2	m
<u>3. Electrical Unit</u>			
W_{electrical} =	8.02	ton	
VCG	=	1.68	m
LCG	=	9.583	m
<u>4. Total</u>			
Berat Total	=	59.122	ton
VCG	=	2.152	m
LCG	=	4.832	m

EQUIPMENT & OUTFITTING

· Life Raft

Kapasitas angkut 1 life raft	=	6	orang
Life raft yang dibutuhkan	=	7	buah
Total kapasitas life raft	=	42	orang
Berat 1 unit life raft	=	99	kg
Berat total	=	693	kg
Wliferaft	=	0.693	ton
VCG	=	7.068	m
LCG	=	8.000	m

· Life Buoy

Life buoy yang dibutuhkan	=	8	buah
Berat 1 unit life buoy	=	3	kg
Berat total	=	20	kg
Wlifebuoy	=	0.020	ton
VCG	=	6.000	m
LCG	=	18.000	m

· Life Jacket

Jumlah kru	=	42	orang
Life jacket yang dibutuhkan	=	45	buah
Berat 1 unit life jacket	=	0.740	kg
Berat total	=	33.300	kg
Wlifejacket	=	0.033	ton
VCG	=	6.900	m
LCG	=	25.000	m

· Life Boat

Wboat	=	0.136	ton
VCG	=	6.78	m
LCG	=	15	m

· Patrol Boat

Wboat	=	0.9	ton
VCG	=	6.78	m
LCG	=	15	m

· Davit

Wdavit	=	1.36	ton
VCG	=	7.3	m
LCG	=	14.6	m

· AC

Jumlah	=	27	buah
Berat 1 unit	=	9	kg
Berat total	=	243	kg
WAC	=	0.243	ton
VCG	=	4.200	m
LCG	=	38.100	m

· *Kasur Tingkat*

Jumlah	=	16	buah
Berat 1 unit	=	91	kg
Berat total	=	1456	kg
Wlifebuoy	=	1.456	ton
VCG	=	4.200	m
LCG	=	57.000	m

· *Jangkar*

Equipment Number (Z)	=	$\Delta^{(2/3)} + 2hB + 0.1A$	
Dimana			
Z	=	Z number	
Δ	=	Moulded Displacement	= 468.8
a	=	1.00	m
Sh1	=	4.62	m
h	=	a + Sh1	
	=	5.620	m
B	=	Lebar	= 7.00
A	=	Luasan diatas sarat	= 102.65
Z	=	149.292 (D)	

Pemilihan jangkar

n	=	2	
Wmin	=	420	kg
		925.942	lbs

Weight for Navy Standard Stockless

$$W = B^3/36$$

$$B^3 = 36 * W$$

$$B = (36 * W)^{(1/3)}$$

Bmin	=	32.1832	inch
------	---	---------	------

Dipilih jangkar:

W	=	1000	lbs
	=	453.592	kg
	=	0.45359	ton

Wanchor+stock	=	0.90718	ton
----------------------	---	----------------	------------

VCG	=	5	m
-----	---	---	---

LCG	=	74.6	m
-----	---	------	---

· *Chains*

max br load	=	106	kN
-------------	---	-----	----

length of chain	=	90	m
Weight	=	3.9	kg/m
Diameter	=	13	mm
Wchains	=	351	kg
Wchains	=	0.351	ton
VCG	=	5	m
LCG	=	74.6	m

· *Railing*

Diameter	=	50.8	mm
A	=	2025.8	mm ²
	=	0.00203	m ²
Keliling Deck	=	396.912	m
Vrailing	=	0.80407	m ³
$\rho_{\text{stainless steel}}$	=	7700	kg/m ³
Wrailing	=	6191.31	kg
Wrailing	=	6.19131	ton
VCG	=	7.913	m
LCG	=	41.705	m

· *Sonar*

TSM 2022			
Wsonar	=	0.09	ton
VCG	=	-1.500	m
LCG	=	70.200	m

· *Crane*

Wcrane	=	1.7	ton
VCG	=	8.364	m
LCG	=	0.340	m

· *Alat Navigasi*

Walat navigasi	=	5	ton
VCG	=	9.900	m
LCG	=	60.000	m

· *Windlass (anchor)*

Wwindlass	=	1.42	ton
VCG	=	7.109	m
LCG	=	72	m

· *Mooring Winch (tambat)*

Wwinch	=	5.8	ton
VCG	=	6.9755	m
LCG	=	69.5	m

· *Mooring Lines (tambat)*

panjang mooring lines	=	110	m
-----------------------	---	-----	---

diameter	=	8	mm
approx mass	=	0.305	kg/m
	=	33.55	kg
n	=	3	
total mass	=	100.65	kg
Wmooring lines	=	0.10065	ton
VCG	=	6.9755	m
LCG	=	69.5	m

· Mooring Winch (oropesa)

Wwinch	=	5.8	ton
VCG	=	-0.2144	m
LCG	=	0.50	m

· Mooring Lines (oropesa)

panjang mooring lines	=	1500	m
diameter	=	8	mm
approx mass	=	0.305	kg/m
	=	457.5	kg
n	=	5	
total mass	=	2287.5	kg
Wmooring lines	=	2.2875	ton
VCG	=	-0.2144	m
LCG	=	0.50	m

· Others (Cable, Pipe, etc)

Diasumsikan beratnya 30% dari berat sistem outfitting

Berat	=	6.946	ton
VCG	=	3.363	m
LCG	=	38.100	m

PERSENJATAAN

· Rheinmetall Mk 20 mm Rh-202

weight per gun	=	0.083	ton
n	=	2	
WRHEINMETALL	=	0.166	ton
panjang	=	2.612	m
tinggi	=	0.241	m
VCG	=	9.053	m
LCG	=	18	m

· OTO Melara 76 mm

weight per gun	=	7.5	ton
n	=	1	
WOTO MELARA	=	7.5	ton
panjang	=	2.612	m

tinggi	=	0.241	m
VCG	=	9.6305	m
LCG	=	65.6	m

PERALATAN OPERASI

· Decompression Chamber

panjang	=	4.33	m
tinggi	=	1.8	m
Wdecompression chamber	=	3.875	ton
VCG	=	7.725	m
LCG	=	21.47	m

· Oropesa

panjang	=		m
tinggi	=		m
Woropesa	=	0.18	ton
VCG	=	7.0671	m
LCG	=	64.2	m

noropesa =	5 unit
W per orope	0.036 ton

W total equipment	=	53.156	ton
VCG	=	6.133	m
LCG	=	40.710	m

DWT CALCULATION

Crew Number =	42 persons
Sailing Days =	90 days
ME hours per day =	8 hours
AE hours per day =	24 hours
BHP ME =	1318 HP
BHP AE =	203.94 HP
BHP EG =	108.768 HP

1. Konsumsi Bahan Bakar Mesin Induk (Fuel Oil Consumption)

Working hours =	720 hours	
Fuel Oil Consumption =	0.16 m ³ /hour	
V _{HFO} =	126.72 m ³	untuk 1 mesin
	253.44 m ³	untuk 2 mesin
ρ _{FO} =	0.9443 ton/m ³	
W_{HFO} =	238.82339 ton	untuk 2 mesin
VCG =	4.118 m	maxsurf stability
LCG =	19.482 m	maxsurf stability

hour x konsumsi x margin (1.1)

2. Konsumsi Bahan Bakar Generator (Diesel Oil Consumption)

Working hours =	2160 hours	
Diesel Oil Consumption =	0.0375 m ³ /hour	
V _{MDO} =	81 m ³	untuk 1 mesin
	162 m ³	untuk 2 mesin
ρ _{FO} =	0.84 ton/m ³	
W_{MDO} =	68.04 ton	untuk 1 mesin
VCG =	4.118 m	maxsurf stability
LCG =	25.792 m	maxsurf stability

hour x konsumsi x margin (1.1)

3. Konsumsi Minyak Pelumas

Konsumsi Minyak Pelumas adalah 1-2 kg/silinder/hari

Jumlah Silinder ME =	24 silinder	untuk 2 mesin
W _{LO} ME =	$2 \times V_l \times S/V_d \times 10^{-3}$	
	17.28 ton	
ρ _{LO} =	0.92 ton/m ³	
V _{LO} ME =	18.782609 m ³	
Jumlah Silinder AE =	4 silinder	
Jumlah Silinder Emergency Genset =	4 silinder	
W _{LO} AE & EG =	$2 \times V_l \times S/V_d \times 10^{-3}$	
	17.28 ton	
V _{LO} AE & EG =	18.782609 m ³	
Total W_{LO} =	34.56 ton	
VCG =	m	maxsurf stability
LCG =	m	maxsurf stability

4. Cooling Water

Konsumsi Air Pendingin adalah 2-5 kg/HP

$$W_{cw} = 2 \times \text{BHP} \times 10^{-3}$$

$$W_{cw} = \mathbf{6.305296 \text{ ton}}$$

$$\rho_{cw} = 1.025 \text{ ton/m}^3$$

$$V_{cw} = \mathbf{6.1515083 \text{ m}^3}$$

$$\text{VCG} = \text{m} \quad \text{maxsurf stability}$$

$$\text{LCG} = \text{m} \quad \text{maxsurf stability}$$

5. Fresh Water

$$\rho_{FW} = 1000 \text{ kg/m}^3 \quad \text{menggunakan mesin reverse osmosis}$$

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

$$V_{FW} = 642.6 \text{ m}^3$$

$$W_{FW} = 0.17 \text{ (person x day)} \quad \text{Parametric Design by Michael G. Parson, ch. 11 pg. 24}$$

$$W_{FW} = \mathbf{642.6 \text{ ton}}$$

$$= 321.3 \text{ ton}$$

$$\text{VCG} = 1.9086796 \text{ m}$$

$$\text{LCG} = 39.231189 \text{ m}$$

6. Berat Crew dan Perlengkapan

$$W_{c+p} = 0.18 \text{t/person} \quad \text{5 Parametric Design by Michael G. Parson, ch. 11 pg. 25}$$
$$\mathbf{5.04 \text{ ton}}$$

$$\text{VCG} = 2.14 \text{ m}$$

$$\text{LCG} = 23.3281 \text{ m}$$

7. Provision

$$W_{pr} = \text{Cpr} \times \text{crew number} \times \text{hari} \quad \text{Cpr} \times \text{crew number} \times \text{hari}$$

$$W_{pr} = \mathbf{37.8 \text{ ton}} \quad \text{Cpr} = 0.01$$

Parametric Design by Michael G. Parson, ch. 11 pg. 25

$$\text{VCG} = 2.14 \text{ m}$$

$$\text{LCG} = 16.7654 \text{ m}$$

8. Sewage

(ClassNK Technical Information TEC-0545)

$$N_p = 42 \text{ persons}$$

$$\text{Waste water} = 0.06 \text{ m}^3/\text{person/day}$$

$$= 0.0025 \text{ m}^3/\text{person/hour}$$

$$\text{Days} = 1 \text{ day}$$

$$\text{Cr (Volume)} = A \cdot N_p \cdot \text{Days}$$

$$= 0.105 \text{ m}^3$$

$$= 105 \text{ liter} \quad \text{(capacity for sewage holding tank)}$$

$$W_s = \mathbf{0.105 \text{ ton}}$$

$$\text{Subtotal DWT} = \mathbf{1033.2737 \text{ ton}} \quad 82.6619$$

$$\text{Subtotal DWT} = \mathbf{1035.339 \text{ ton}}$$

BEBAN PADA LAMBUNG

Ukuran Utama			
LPP	=	76.2	m
LWL	=	77.63	m
B	=	12.97	m
H	=	6.73	m
T	=	3.50	m
Vmax	=	14.000	m/s

Koefisien dan Ukuran Lainnya			
C _B	=	0.490	
C _M	=	0.688	
C _P	=	0.719	
C _{WP}	=	0.802	
Fn	=	0.261	

Penentuan L konstruksi

97%Lwl	75.30498 m	jika 96% Lwl < Lpp < 97% Lwl, maka Lkons = Lpp
96%Lwl	74.52864 m	jika 96% Lwl > Lpp, maka Lkons = 96% Lwl
		jika 97% Lwl < Lpp, maka Lkons = 97% Lwl

Jadi,

Lkons = 75.305 m

Basic external dynamic load (P_O)

$$P_O = 2,1 \cdot (C_B + 0,7) \cdot C_o \cdot C_L \cdot f \cdot C_{RW} \quad [\text{kN/m}^2]$$

$$C_o = ((L/25) + 4,1) \times C_{rw} \quad ; \text{ untuk } L < 90 \text{ m}$$

$$C_o = 6.401$$

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

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

$$f = 0.6 \quad \text{untuk gading besar, senta, penumpu}$$

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

$$C_L = 0.915$$

$$C_{RW} = 0.9 \quad \text{for service range P}$$

$$P_O = 2,1 \cdot (0.54 + 0,7) \cdot 4.62 \cdot 0.54 \cdot 1.00 \cdot 0.90$$

$$P_O = 13.169 \quad [\text{kN/m}^2]$$

Beban pada sisi kapal (P_S)

Harga C_F dapat dicari dari tabel dibawah ini

Tabel 1

Range	Factor c _D	Factor c _F
0 ≤ x/L < 0,2	1,2 - x/L	1,0 + 5/Cb [0,2 - x/L]
A x/L = 0.10	C _D = 1.100	C _F = 2.020
0,2 ≤ x/L < 0,7	1	1
M x/L = 0.45	C _D = 1	C _F = 1
0,7 ≤ x/L ≤ 1	1,0 + c/3 [x/L - 0,7]	1 + 20/Cb [x/L - 0,7] ²
F x/L = 0.85	c = 0,15 · L - 10	

$L_{\min} = 100 \text{ m}$	$C_D = 0.500$	$C_F = 1.918$
----------------------------	---------------	---------------

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

$$\begin{aligned}
 P_O &= 13.169 \text{ kN/m}^2 \\
 Z_1 &= 1.75 \text{ m} \quad (\text{di bawah garis air}) \\
 P_{S1} &= 10 (T - Z) + P_O \times C_f \times (1 + Z / T) \\
 &= 57.409 \text{ kN/m}^2 \\
 \\
 Z_2 &= 5.1125 \text{ m} \quad (\text{di atas garis air}) \\
 P_{S2} &= 20 \times P_O \times C_f / (10 + Z - T) \\
 &= 45.824 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 P_O &= 13.169 \text{ kN/m}^2 \\
 Z_1 &= 1.75 \text{ m} \quad (\text{di bawah garis air}) \\
 P_{S1} &= 10 (T - Z) + P_O \times C_f \times (1 + Z / T) \\
 &= 37.253 \text{ kN/m}^2 \\
 \\
 Z_2 &= 5.1125 \text{ m} \quad (\text{di atas garis air}) \\
 P_{S2} &= 20 \times P_O \times C_f / (10 + Z - T) \\
 &= 22.680 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 P_O &= 13.169 \text{ kN/m}^2 \\
 Z_1 &= 1.75 \text{ m} \quad (\text{di bawah garis air}) \\
 P_{S1} &= 10 (T - Z) + P_O \times C_f \times (1 + Z / T) \\
 &= 55.394 \text{ kN/m}^2 \\
 \\
 Z_2 &= 5.1125 \text{ m} \quad (\text{di atas garis air}) \\
 P_{S2} &= 20 \times P_O \times C_f / (10 + Z - T) \\
 &= 43.509 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

Rekapitulasi beban pada sisi kapal

A	57.409	kN/m ²
M	37.253	kN/m ²
	22.680	kN/m ²
F	55.394	kN/m ²
	43.509	kN/m ²

diambil nilai maksimal, maka

$$P_S = 57.409 \text{ kN/m}^2$$

Beban pada dasar kapal (P_B)

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

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

$$\begin{aligned} P_B &= 10 \cdot T + P_O \cdot C_F \\ &= 61.606 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} P_B &= 10 \cdot T + P_O \cdot C_F \\ &= 48.169 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} P_B &= 10 \cdot T + P_O \cdot C_F \\ &= 60.263 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Rekapitulasi beban pada dasar kapal

A	61.606	kN/m ²
M	48.169	kN/m ²
F	60.263	kN/m ²

diambil nilai maksimal, maka

$$P_B = 61.606 \text{ kN/m}^2$$

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

$$P_S = 57.409 \text{ kN/m}^2$$

$$P_B = 61.606 \text{ kN/m}^2$$

diambil beban yang paling besar, maka beban maksimal pada hull

$$P = 61.606 \text{ kN/m}^2$$

Beban pada geladak cuaca (P_D)

$$P_D = (P_O \times 20 \times T \times C_d) / ((10 + Z - T)H)$$

$$P_O = 13.169 \text{ kN/m}^2$$

$$H = 6.73 \text{ m}$$

$$Z = 6.73 \text{ m}$$

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

$$C_D = 1.100$$

$$\begin{aligned} P_D &= (5.83 \times 20 \times 2.10 \times 1.08) / ((10 + 2.70 - 2.10)2.70) \\ &= 11.40115 \end{aligned}$$

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

$$C_D = 1$$

$$\begin{aligned} P_D &= (5.83 \times 20 \times 2.10 \times 1.00) / ((10 + 2.70 - 2.10)2.70) \\ &= 10.36468 \end{aligned}$$

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

$$C_D = 0.500$$

$$P_D = (5.83 \times 20 \times 2.10 \times 0.63) / ((10 + 2.70 - 2.10)2.70)$$

$$= 5.182339$$

Rekapitulasi beban pada geladak cuaca

A	11.401	kN/m ²
M	10.365	kN/m ²
F	5.182	kN/m ²

diambil nilai maksimal, maka

$$P_D = 11.401 \text{ kN/m}^2$$

TEBAL PELAT

Jarak gading (a)

Jarak yang diukur dari pinggir mal ke pinggir mal gading.

L	=	75.305	m	
a ₀	=	L/500 + 0.48 m		(BKI '89)
	=	0.631	m	
a	=	0.6	m	(taken)

Tebal Pelat Minimum

t _{min}	=	(L · k) ^{1/2}		; untuk L ≥ 50 m
	=	8.677844202 mm	»	9 mm

Tebal Pelat Alas

untuk 0.4 L amidship

t _{B1}	=	1.9 · n _f · a · (P _B · k) ^{1/2} + t _K		; untuk L < 90 m
-----------------	---	---	--	------------------

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

t _{B2}	=	1.21 · a · (P _B · k) ^{1/2} + t _K		
-----------------	---	---	--	--

dimana:

k	=	Faktor material berdasarkan BKI sec 2.B.2		
k	=	1		
n _f	=	1	;	untuk konstruksi melintang
n _f	=	0.83	;	untuk konstruksi memanjang
a	=	0.6	;	jarak gading
t _K	=	1.5	;	untuk t' < 10 mm
t _K	=	(0.1 · t' / k ^{1/2}) + 0.5		; t' > 10 mm (max 3mm)

daerah 0 ≤ x/L < 0.2 [A]

P _B	=	61.606	kN/m ²	
t _{B1}	=	1.9 x 1.00 x 0.60 x (63.568 x 1.00) ^{0.5} + t _K		
	=	8.948	+ t _K	
	=	10.448	mm	» 11 mm
t _{B2}	=	1.21 x 0.60 x (63.568 x 1.00) ^{0.5} + t _K		
	=	5.698	+ t _K	
	=	7.198	mm	» 8 mm

jadi, t pada daerah 0 ≤ x/L < 0.2 [A]

t	=	11	mm
---	---	----	----

daerah 0.2 ≤ x/L < 0.7 [M]

P _B	=	48.169	kN/m ²	
t _{B1}	=	1.9 x 1.00 x 0.60 x (50.324 x 1.00) ^{0.5} + t _K		
	=	7.912	+ t _K	
	=	9.412	mm	» 10 mm
t _{B2}	=	1.21 x 0.60 x (50.324 x 1.00) ^{0.5} + t _K		
	=	5.039	+ t _K	
	=	6.539	mm	» 7 mm

jadi, t pada daerah 0.2 ≤ x/L < 0.7 [M]

t	=	10	mm
---	---	----	----

daerah 0.7 ≤ x/L [F]

P _B	=	60.263	kN/m ²	
t _{B1}	=	1.9 x 1.00 x 0.60 x (62.243 x 1.00) ^{0.5} + t _K		
	=	8.850	+ t _K	
	=	10.350	mm	» 11 mm
t _{B2}	=	1.21 x 0.70 x (62.243 x 1.00) ^{0.5} + t _K		
	=	5.636	+ t _K	
	=	7.136	mm	» 8 mm

jadi, t pada daerah 0.7 ≤ x/L [F]

t	=	11	mm
---	---	----	----

Rekapitulasi tebal pelat alas

A	11	mm
M	10	mm
F	11	mm

diambil nilai t yang paling besar, maka
t = 12 mm

Tebal Pelat Sisi

untuk 0.4 L amidship

$$t_{S1} = 1.9 \cdot n_f \cdot a \cdot (P_s \cdot k)^{1/2} + t_K \quad ; \text{ untuk } L < 90 \text{ m}$$

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

$$t_{S2} = 1.21 \cdot a \cdot (P_s \cdot k)^{1/2} + t_K$$

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

$$P_{S1} = 57.409 \text{ kN/m}^2$$

$$t_{S1} = 1.9 \times 1.00 \times 0.60 \times (58.352 \times 1.00)^{0.5} + t_K$$

$$= 8.638 + t_K$$

$$= 10.138 \text{ mm} \quad \gg \quad 11 \text{ mm}$$

$$t_{S2} = 1.21 \times 0.60 \times (58.352 \times 1.00)^{0.5} + t_K$$

$$= 5.501 + t_K$$

$$= 7.001 \text{ mm} \quad \gg \quad 8 \text{ mm}$$

$$P_{S2} = 45.824 \text{ kN/m}^2$$

$$t_{S1} = 1.9 \times 1.00 \times 0.60 \times (46.155 \times 1.00)^{0.5} + t_K$$

$$= 7.717 + t_K$$

$$= 9.217 \text{ mm} \quad \gg \quad 10 \text{ mm}$$

$$t_{S2} = 1.21 \times 0.60 \times (46.155 \times 1.00)^{0.5} + t_K$$

$$= 4.915 + t_K$$

$$= 6.415 \text{ mm} \quad \gg \quad 7 \text{ mm}$$

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

$$t = 11 \text{ mm}$$

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

$$P_{S1} = 37.253 \text{ kN/m}^2$$

$$t_{S1} = 1.9 \times 1.00 \times 0.60 \times (38.485 \times 1.00)^{0.5} + t_K$$

$$= 6.958 + t_K$$

$$= 8.458 \text{ mm} \quad \gg \quad 9 \text{ mm}$$

$$t_{S2} = 1.21 \times 0.60 \times (38.485 \times 1.00)^{0.5} + t_K$$

$$= 4.431 + t_K$$

$$= 5.931 \text{ mm} \quad \gg \quad 6 \text{ mm}$$

$$P_{S2} = 22.680 \text{ kN/m}^2$$

$$t_{S1} = 1.9 \times 1.00 \times 0.60 \times (23.146 \times 1.00)^{0.5} + t_K$$

$$= 5.429 + t_K$$

$$= 6.929 \text{ mm} \quad \gg \quad 7 \text{ mm}$$

$$t_{S2} = 1.21 \times 0.60 \times (23.146 \times 1.00)^{0.5} + t_K$$

$$= 3.457 + t_K$$

$$= 4.957 \text{ mm} \quad \gg \quad 5 \text{ mm}$$

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

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

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

$$P_{S1} = 55.394 \text{ kN/m}^2$$

$$t_{S1} = 1.9 \times 1.00 \times 0.60 \times (56.365 \times 1.00)^{0.5} + t_K$$

$$= 8.485 + t_K$$

$$= 9.985 \text{ mm} \quad \gg \quad 10 \text{ mm}$$

$$t_{S2} = 1.21 \times 0.60 \times (56.365 \times 1.00)^{0.5} + t_K$$

$$= 5.403 + t_K$$

$$= 6.903 \text{ mm} \quad \gg \quad 7 \text{ mm}$$

$$P_{S2} = 43.509 \text{ kN/m}^2$$

$$t_{S1} = 1.9 \times 1.00 \times 0.60 \times (43.854 \times 1.00)^{0.5} + t_K$$

$$= 7.520 + t_K$$

$$= 9.020 \text{ mm} \quad \gg \quad 10 \text{ mm}$$

$$t_{S2} = 1.21 \times 0.60 \times (43.854 \times 1.00)^{0.5} + t_K$$

$$= 4.789 + t_K$$

$$= 6.289 \text{ mm} \quad \gg \quad 7 \text{ mm}$$

jadi, t pada daerah $0.7 \leq x/L$ [F]

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

Rekapitulasi tebal pelat sisi

A	11	mm
M	9	mm
F	10	mm

diambil nilai t yang paling besar, maka

$$t = 12 \text{ mm}$$

Tebal Pelat Geladak

Tebal pelat geladak ditentukan dari nilai terbesar dari formula berikut:

$$t_{E1} = 1.21 \cdot a \cdot (P_D \cdot k)^{1/2} + t_K$$

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

$$P_D = 11.401 \text{ kN/m}^2$$

$$t_{E1} = 1.21 \times 0.60 \times (12.382 \times 1.00)^{0.5} + t_K$$

$$= 2.451 + t_K$$

$$= 3.951 \text{ mm} \quad \gg \quad 4 \text{ mm}$$

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

$$t = 4 \text{ mm}$$

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

$$P_D = 10.365 \text{ kN/m}^2$$

$$t_{E1} = 1.21 \times 0.60 \times (11.256 \times 1.00)^{0.5} + t_K$$

$$= 2.337 + t_K$$

$$= 3.837 \text{ mm} \quad \gg \quad 4 \text{ mm}$$

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

$$t = 4 \text{ mm}$$

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

$$P_D = 5.182 \text{ kN/m}^2$$

$$t_{E1} = 1.21 \times 0.60 \times (5.628 \times 1.00)^{0.5} + t_K$$

$$= 1.653 + t_K$$

$$= 3.153 \text{ mm} \quad \gg \quad 4 \text{ mm}$$

jadi, t pada daerah $0.7 \leq x/L$ [F]

$$t = 4 \text{ mm}$$

Rekapitulasi tebal pelat geladak

A	4	mm
M	4	mm
F	4	mm

diambil nilai t yang paling besar, maka
t = 6 mm

Rekapitulasi tebal pelat keseluruhan

	A	M	F	Diambil	Unit
Alas	11	10	11	12	mm
Sisi	11	9	10	12	mm
Geladak	4	4	4	6	mm

untuk memudahkan dalam perhitungan berat baja lambung kapal, maka tebal pelat yang digunakan untuk pembangunan kapal *minesweeper* ini adalah tebal pelat yang paling besar.

jadi,

$$t = 12 \text{ mm}$$

$$\text{Massa jenis baja} = 7850 \text{ kg/m}^3$$

Perhitungan Berat Pelat+Konstruksi

No	Nama Komponen	Berat	Unit
1	Lambung	291930.1238	kg
2	DH 1	36841.0548	kg
3	DH 2	17646.8	kg
4	Konstruksi (30% Berat Pelat)	103925.3936	kg
Total Berat Pelat + Konst.		450343.3722	kg
		450.3433722	ton

Ukuran Utama			
LPP	=	76.20	m
LWL	=	77.63	m
B	=	12.97	m
H	=	6.73	m
T	=	3.50	m
Δ	=	1680.00	ton
LCB	=	4.19	m
		(dari midship)	
C_B	=	0.49	
Vmax	=	14.00	m/s

PERHITUNGAN TITIK BERAT

I. EQUIPMENT & OUTFITTING

No.	Komponen	Berat	VCG	Momen VCG	LCG	Momen LCG
1	<i>Life Raft</i>	0.693	7.068	4.898	8.000	5.544
2	<i>Life Jacket</i>	0.033	6.900	0.230	25.000	0.833
3	Jangkar	0.907	5.000	4.536	74.600	67.676
4	<i>Chains</i>	0.351	5.000	1.755	74.600	26.185
5	<i>Railing</i>	6.191	7.913	48.989	41.705	258.205
6	<i>Sonar</i>	0.090	-1.500	-0.135	70.200	6.318
7	<i>Crane</i>	1.700	8.364	14.219	0.340	0.578
8	Alat Navigasi	5.000	9.900	49.500	60.000	300.000
9	<i>Windlass (anchor)</i>	1.420	7.109	10.095	72.000	102.240
10	<i>Mooring Winch (tambat)</i>	5.800	6.976	40.458	69.500	403.100
11	<i>Mooring Lines (tambat)</i>	0.101	6.976	0.702	69.500	6.995
12	<i>Mooring Winch (oropesa)</i>	5.800	-0.214	-1.244	0.500	2.900
13	<i>Mooring Lines (oropesa)</i>	2.288	-0.214	-0.490	0.500	1.144
14	Rheinmetall Mk 20 mm Rh-202	0.166	9.053	1.503	18.000	2.988
15	OTO Melara 76 mm	7.500	7.554	56.655	75.300	564.750
16	<i>Decompression Chamber</i>	3.875	7.725	29.934	21.470	83.196
17	Oropesa	0.180	7.067	1.272	64.200	11.556
18	Life Buoy	0.02	6.000	0.120	11.800	0.236
19	<i>Others</i>	6.946	3.363	23.357	38.100	264.650
20	<i>Life Boat</i>	0.136	6.780	0.922	15	2.040
21	<i>Patrol Boat</i>	0.9	6.780	6.102	15	13.500
22	<i>Davit</i>	1.36	7.300	9.928	14.600	19.856
23	AC	0.243	4.200	1.0206	38.100	9.2583
24	Kasur Tingkat	1.456	4.200	6.115	57.000	82.992
Total		53.156		310.441		2236.739
VCG		5.840				
LCG		42.079				

2. PERMESINAN DAN PROPULSI

No.	Komponen	Berat	VCG	Momen VCG	LCG	Momen LCG
1	Main Engine	13.064	2.227	29.087	7.500	97.980
2	Shaft dan Propeller	38.038	2.227	84.691	2.405	91.481
3	Electrical Unit	8.020	1.680	13.474	12.000	96.240
Total		59.122		127.252		285.701
VCG		2.152				
LCG		4.832				

3. PELAT DAN KONSTRUKSI

No.	Komponen	Berat	VCG	Momen VCG	LCG	Momen LCG
1	<i>Hull</i>	379.509	4.598	1744.983	34.016	12909.384
2	Bangunan Atas	70.834	8.507	602.587	45.085	3193.560
Total		450.343		2347.570		16102.944
VCG		5.213				
LCG		35.757				

4. PAYLOAD

No.	Komponen	Berat	VCG	Momen VCG	LCG	Momen LCG
1	Crew Penyapuan	1.890	7.575	14.317	3.550	6.710
2	<i>ROV Shrimp</i>	0.030	6.972	0.209	1.668	0.050
3	Amunisi OTO Melara	9.881	2.467	24.375	73.000	721.281
4	Persenjataan	0.207	2.467	0.511	73.000	15.128
5	<i>Amunisi Rheinmetall</i>	0.180	2.467	0.444	73.000	13.140
6	Tabung Oksigen	0.170	8.140	1.387	29.400	5.010
7	TNT	1.296	2.467	3.197	72.180	93.545
Total		13.654		44.441		854.863
VCG		3.255				
LCG		62.608				

5. CONSUMABLES

No.	Komponen	Berat	VCG	Momen VCG	LCG	Momen LCG
1	<i>Fuel Oil</i>	232.139	1.559	361.905	19.482	4522.532
2	<i>Diesel Oil</i>	67.959	1.559	105.948	25.792	1752.799
3	<i>Lubricant Oil</i>	37.626	1.561	58.734	28.796	1083.478
4	<i>Cooling Water</i>	9.498	2.210	20.991	13.801	131.082
5	<i>Fresh Water</i>	645.006	1.909	1231.110	39.231	25304.352
6	<i>Crew</i>	5.040	2.050	10.332	57.900	291.816
7	<i>Provision</i>	37.800	3.362	127.084	42.000	1587.600
8	<i>Sewage</i>	0.271	0.678	0.184	15.301	4.147
Total		1035.339		1916.287		34677.806
VCG		1.851				
LCG		33.494				

REKAPITULASI TITIK BERAT KAPAL

No.	Komponen	Berat	VCG	Momen VCG	LCG	Momen LCG
LWT						
1	Equipment & Outfitting	53.156	5.840	310.441	42.079	2236.739
2	Alat Penggerak	59.122	2.152	127.252	4.832	285.701
3	Hull	379.509	4.604	1747.260	34.016	12909.384
4	Bangunan Atas	70.834	8.507	602.587	45.085	3193.560
DWT						
1	Payload	13.654	3.255	44.441	62.608	854.863
2	Consumables	1035.339	1.851	1916.287	33.494	34677.806
Total		1611.614		4748.267		54158.053
VCG		2.946				
LCG		33.605				

LWT + DWT

Berat Kapal LWT			
No	Item	Value	Unit
1	Equipment and Outfitting	53.156122	ton
2	Alat Penggerak	59.121749	ton
3	Pelat dan Konstruksi	450.34337	ton
TOTAL LWT		562.62124	ton
Berat Kapal DWT			
No	Item	Value	Unit
1	Consumables	1035.339	ton
2	Payload	13.654188	ton
TOTAL DWT		1048.9932	ton
TOTAL BERAT KAPAL			
LWT + DWT			
No	Item	Value	Unit
1	LWT	562.62124	ton
2	DWT	1048.9932	ton
TOTAL BERAT KAPAL		1611.6144	ton

Batasan Kapasitas Kapal Sesuai Hukum Archimedes			
No	Komponen Berat Kapal	Value	Unit
1	Displacement	1680.00	ton
2	DWT	1048.993	ton
3	LWT	562.621	ton
4	DWT + LWT	1611.614	ton
Selisih		68.386	ton
		4.07%	(2% ~ 10%)

$L_c = 75.30 \text{ m}$

1. Sekat Tubrukan

A collision bulkhead shall be located at a distance from the forward perpendicular of not less than $0,05 L_c$ or 10 m , whichever is the less, and, except as may be permitted by the Administration, not more than $0,08 L_c$ or $0,05 L_c + 3 \text{ m}$, whichever is the greater

$0,05 L_c$ or 10 m
 3.765249 or 10 m

Taken: 3.765249 m dari FP

$0,08 L_c$ or $0,05 L_c + 3$
 6.024398 or 6.765249

Taken: 6.765249 m dari FP

2. Sekat Kamar Mesin

MENGAMBAR GELADAK KIMBUL (POOP DECK)

Tinggi geladak kimbul dari geladak utama +/- $2,4 \sim 2,5$ meter ($= a$), sejajar
Tambahkan tinggi pelat sisi di atas geladak kimbul $100 \sim 200 \text{ mm}$ ($= b$), sejajar
Lebar ujung depan geladak kimbul, bila tidak paralel, ($0,80 \sim 0,95$) B



Perhitungan Trim

Perhitungan trim dilakukan dengan menggunakan software Maxsurf Stability Enterprise dan dibandingkan dengan beberapa batasan berikut ;

Ukuran Utama				
L_{WL}	=	77.63	m	
T	=	3.50	m	
H	=	6.73	m	
B	=	12.97	m	
B1	=	2.50	m	
\dot{N}	=	1638.66	m^3	
C_B	=	0.490		
C_M	=	0.688		
C_P	=	0.719		
C_{WP}	=	0.802		
KG	=	4.293	m	
LCG	=	29.398	m	
LCB	=	31.898	m	

Batasan Trim

Trim Maksimal menurut SOLAS 2009 *Chapter II-1, Part B-1, Regulasi 5-1*

$$\pm 0.5\% \cdot L_{WL} = 0.388 \text{ m}$$

Perhitungan Trim Menurut Maxsurf Stability Enterprise

$$\text{Trim} = 0.307 \text{ m}$$

Kondisi Trim	=	Trim Buritan
Kesimpulan	=	<i>Accepted</i>

$$LWL = 77.63 \text{ m}$$

$$\text{Sarat Trim} = \pm 0.5\% \cdot L_{WL} \text{ m}$$

$$= 0.388 \text{ m}$$

No	Loadcase	Nilai Trim (m)	Trim	Syarat
1	Kapal Berangkat (100%)	0.307	Buritan	Pass
2	DWT 75%, Payload 75%	0.212	Buritan	Pass
3	DWT 50%, Payload 50%	0.094	Buritan	Pass
4	DWT 25%, Payload 25%	-0.057	Haluan	Pass
5	DWT 10%, Payload 10%	-0.173	Haluan	Pass
6	Kapal Kosong (0%)	-0.269	Haluan	Pass

FREEBOARD CALCULATION

Dimensi kapal sapu ranjau:		Lwl	=	77.634 m
L =	76.200 m	96%Lwl pada 0.85H	=	75.13632 m
B =	12.97 m	Lpp pada 0.85H	=	76.833 m
H =	6.725 m	Diambil yg terbesar	=	76.833 m
T =	3.50 m			
d1 =	5.72 m			
Cb =	0.490			
Lconst =	75.30 m			

Perhitungan Freeboard

Tipe Kapal

Type A Ships	=	Kapal memuat muatan cair, kapal yang punya permeabilitas rendah pada ruang muat yang terisi penuh. Contoh: Tanker, LNG Carrier
Type B Ships	=	Selain kapal type A

Type B

Freeboard untuk Kapal sapu ranjau

Warships are not subjected to the freeboard regulations

Perhitungan Freeboard Standar

Ukuran standar freeboard dalam tabel untuk tipe B dengan fungsi panjang kapal

Length of ship (metres)	Freeboard (millimetres)	Length of ship (metres)	Freeboard (millimetres)	Length of ship (metres)	Freeboard (millimetres)
24	200	48	420	72	754
25	208	49	432	73	769
26	217	50	443	74	784
27	225	51	455	75	800
28	233	52	467	76	816
29	242	53	478	77	833
30	250	54	490	78	850
31	258	55	503	79	868
32	267	56	516	80	887
33	275	57	530	81	905
34	283	58	544	82	923
35	292	59	559	83	942
36	300	60	573	84	960
37	308	61	587	85	978
38	316	62	601	86	996
39	325	63	615	87	1015
40	334	64	629	88	1034
41	344	65	644	89	1054
42	354	66	659	90	1075
43	364	67	674	91	1096
44	374	68	689	92	1116
45	385	69	705	93	1135
46	396	70	721	94	1154
47	408	71	738	95	1172

Menggunakan interpolasi

Fb1 = 830.161 mm

Koreksi freeboard untuk kapal dibawah 100m

Terdapat penambahan freeboard untuk kapal type b yang memiliki panjang 24 m - 100 m dan memiliki superstructure yang panjang efektifnya 35% L

$$Fb_2 = 7.5 (100-L) (0.35 - E/L) \text{ mm}$$

$$L = \text{Panjang Kapal}$$

$$E = \text{Total panjang efektif SS}$$

$$E = \text{m}$$

Kapal tidak memiliki bangunan atas jadi tidak ada koreksi

Koreksi Cb

322.5

Apabila Cb lebih besar dari 0.68, maka freeboard harus dikali dengan faktor: $(Cb+0.68)/1.36$

$$Cb = 0.490$$

Maka tidak ada koreksi

Koreksi Depth

Jika D lebih besar dari L/15, maka harus ditambah dengan $(D-L/15)R$ mm
Dimana $R = L/0.48$

$$D = 6.73$$

$$L/15 = 5.1222$$

$$R = 158.75$$

$$Fb_3 = 254.4445 \text{ mm}$$

Deduction of superstructures

	Line	Total Effective Length of Superstructures and Trunks										
		0	0.1 L	0.2 L	0.3 L	0.4 L	0.5 L	0.6 L	0.7 L	0.8 L	0.9 L	1.0 L
Ships with forecastle and detached bridge	II	0	6,3	12,7	19	27,5	36	46	63	75,3	87,7	100

Terdapat pengurangan freeboard

Tidak ada koreksi pengurangan bangunan atas karena tidak ada superstructure

Koreksi Sheer

Sheer Standard

	Station	Ordinate (mm)	Factor	Hasil	Jumlah
After Half	AP	885	1	885	1377.06
	1/6L dari AP	392.94	3	1178.82	
	1/3L dari AP	99.12	3	297.36	
	Amidships	0	1	0	
Forward Half	Amidships	0	1	0	2754.12
	1/3L dari AP	198.24	3	594.72	
	1/6L dari AP	785.88	3	2357.64	
	FP	1770	1	1770	

Sheer Sebenarnya

	Station	Ordinat Sheer Sebenarnya (mm)	Faktor	Hasil	Jumlah
Bagian Belakang	AP	0	1	0	
	1/6L dari AP	0	3	0	
	1/3L dari AP	0	3	0	

Belakang	Amidships	0	1	0	0
Bagian Depan	Amidships	0	1	0	
	1/3L dari FP	0	3	0	
	1/6L dari FP	0	3	0	
	FP	0	1	0	0

$$\text{Perbedaan bagian belakang} = \frac{\Sigma S_{AK} - \Sigma S_{AS}}{8}$$

$$= \Delta A$$

$$= -172.133 \text{ mm}$$

$$\text{Perbedaan bagian depan} = \frac{\Sigma S_{FK} - \Sigma S_{FS}}{8}$$

$$= \Delta F$$

$$= -344.265 \text{ mm}$$

Oleh karena ΔA dan $\Delta F < 0$, maka freeboard **ditambahkan** dengan:

$$\Delta M = \frac{(\Delta A + \Delta F)}{2}$$

$$= 258.19875 \text{ mm}$$

$$Fb_5 = 258.19875 \text{ mm}$$

Minimum Bow Height

$$F_b = (6075(L/100) - 1875(L/100)^2 + 200(L/100)^3) \times (2.08 + 0.609C_b - 1.603C_{wf} - 0.0129(L/d_i))$$

$$F_b = 3215.105 \text{ mm}$$

Reserve Buoyancy

$$R_{bmin} = \left[0.15 F_{min} + 4 \left(\frac{L}{3} + 10 \right) \right] \frac{L}{1000} \quad \text{dan} \quad F_{min} = (F_0 \times f_1) + f_2$$

$$R_{bmin} = 17.81239992 \text{ m}^2$$

$$A = 37.168 \text{ m}^2$$

$$F_{min} = 254.4445 \text{ mm}$$

Accepted

Total minimum freeboard

$$F_{bmin} = 1342.804 \text{ mm}$$

$$F_b \text{ Kapal} = H-T$$

$$= 3225 \text{ mm}$$

Accepted

INTACT STABILITY - 100%

TRIM

Draft Amidships m	3.388
Displacement t	1579
Heel deg	0
Draft at FP m	3.576
Draft at AP m	3.201
Draft at LCF m	3.366
Trim (+ve by stern) m	-0.375
WL Length m	76.765
Beam max extents on WL m	12.103
Wetted Area m ²	978.436
Waterpl. Area m ²	748.597
Prismatic coeff. (Cp)	0.746
Block coeff. (Cb)	0.476
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.684
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.806
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	34.347
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	33.454
KB m	2.119
KG fluid m	2.413
BMt m	4.609
BML m	193.246
GMt corrected m	4.315
GML m	192.953
KMt m	6.728
KML m	195.364
Immersion (TPc) tonne/cm	7.673
MTc tonne.m	39.986
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	118.924
Max deck inclination deg	0.2818
Trim angle (+ve by stern) deg	-0.2818

INTACT STABILITY

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.1.b: Area 0 to 30				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	0	deg	0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	30	deg	30		
	angle of first GZ peak	70	deg			

	angle of vanishing stability	158.8	deg			
	shall not be less than (\geq)	4.584	m.deg	32.1227	Pass	600.76
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.1.b: Area 0 to 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	0	deg	0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	40	deg	40		
	angle of first GZ peak	70	deg			
	angle of vanishing stability	158.8	deg			
	shall not be less than (\geq)	7.62	m.deg	55.4638	Pass	627.87
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.1.b: Area 30 to 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	30	deg	30		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	40	deg	40		
	angle of first GZ peak	70	deg			
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability	158.8	deg			
	shall not be less than (\geq)	2.75	m.deg	23.3411	Pass	748.77
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.1.b: Maximum GZ				Pass	

	in the range from the greater of					
	angle of equilibrium	0 deg		0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	50 deg		50		
	angle of first GZ peak	70 deg				
	angle of max. GZ	70 deg				
	first downflooding angle	n/a	deg			
	shall not be less than (\geq)	0.3 m		3.025	Pass	908.33
	Intermediate values					
	angle at which this GZ occurs		deg	50		
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.1.b: Angle of maximum GZ				Pass	
	limited by first GZ peak angle	70 deg		70		
	limited by first downflooding angle	n/a	deg			
	shall not be less than (\geq)	30 deg		70	Pass	133.33
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.1.b: GM fluid at equilibrium				Pass	
	angle of equilibrium	0 deg				
	shall not be less than (\geq)	0.3 m		4.315	Pass	1338.33

Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.1.b: Range of positive stability				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle		0 deg			
	angle of equilibrium		0 deg	0		
	to the lesser of					
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability	158.8	deg	158.8		
	shall not be less than (\geq)	70	deg	158.8	Pass	126.9
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.1.b: Angle of vanishing stability				Pass	
	shall not be less than (\geq)	70	deg	158.8	Pass	126.9
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.2: Stability in Beam Winds				Pass	
	Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$					
	A =	0.395	m			
	n =	2				
	gust ratio	1				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-19.8)	deg	-19.8		
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					

	spec. heel angle	70	deg	70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	158.8	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	angle of first GZ peak	70	deg			
	angle of max. GZ	70	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	MarginlineImmersionAngle				
	Criteria:				Pass	
	Angle of steady heel shall not be greater than (\leq)	30	deg	5.2	Pass	82.59
	Area1 / Area2 shall not be less than (\geq)	140	%	574.88	Pass	310.63
	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall not be greater than (\leq)	60	%	12.95	Pass	78.42
	Intermediate values					
	Equilibrium angle with heel arm		deg	5.2		

	Area1 (under GZ), from 5.2 to 70.0 deg.		m.deg	146.994		
	Area1 (under HA), from 5.2 to 70.0 deg.		m.deg	15.4038		
	Area1, from 5.2 to 70.0 deg.		m.deg	131.59		
	Area2 (under GZ), from -19.8 to 5.2 deg.		m.deg	-13.3241		
	Area2 (under HA), from -19.8 to 5.2 deg.		m.deg	9.5659		
	Area2, from -19.8 to 5.2 deg.		m.deg	22.89		
	GZ(equilibrium)		m	0.392		
	GZ(max)		m	3.025		
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.4 Heeling caused by High Speed Turning				Pass	
	Turn arm: $a v^2 / (R g) h \cos^n(\phi)$					
	constant: a =	1				
	vessel speed: v =	14	kn			
	turn radius: R =	250	m			
	$h = KG - \text{mean draft} / 2$	0.719	m			

	cosine power: n =	1				
	Area1 integrated from the greater of					
	angle of equilibrium (with heel arm)	0.2 deg		0.2		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	70 deg		70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	158.8 deg				
	Area2 integrated from the greater of					
	angle of equilibrium (ignoring heel arm)	0 deg		0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	70 deg		70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (ignoring heel arm)	158.8 deg				
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50 deg		50		
	angle of first GZ peak	70 deg				

	angle of max. GZ	70	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	MarginlineImmersionAngle				
	Criteria:				Pass	
	Angle of steady heel shall be less than (<)	20	deg	0.2	Pass	98.98
	Area1 / Area2 shall be greater than (>)	40	%	99.45	Pass	148.63
	GZ(intersection) / GZ(max) shall be less than (<)	60	%	0.5	Pass	99.17
	Intermediate values					
	Heel arm amplitude		m	0.015		
	Area1 (under GZ), from 0.2 to 70.0 deg.		m.deg	148.017		
	Area1 (under HA), from 0.2 to 70.0 deg.		m.deg	0.8157		
	Area1, from 0.2 to 70.0 deg.		m.deg	147.201		
	Area2, from 0.0 to 70.0 deg.		m.deg	148.018		
	GZ(intersection)		m	0.015		
	GZ(max)		m	3.025		
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.5 Lifting of Heavy Weights				Pass	

	Lifting of mass arm = $M(h \cos(\phi) + v \sin(\phi)) / \text{disp.}$					
	mass being lifted: M =	0.1	tonne			
	vertical separation of suspension point from stowage position: v =	2.2	m			
	horizontal separation of suspension point from stowage position: h =	1.1	m			
	Area1 integrated from the greater of					
	angle of equilibrium (with heel arm)	0	deg	0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	70	deg	70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	158.8	deg			
	Area2 integrated from the greater of					

	angle of equilibrium (ignoring heel arm)	0 deg	0		
	to the lesser of				
	spec. heel angle	70 deg	70		
	first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability (ignoring heel arm)	158.8 deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:				
	spec. heel angle	50 deg	50		
	first downflooding angle	n/a	deg		
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	MarginlineImmersionAngle			
	Criteria:			Pass	
	Angle of steady heel shall be less than (<)	15 deg	0	Pass	99.99
	Area1 / Area2 shall be greater than (>)	50 %	99.99	Pass	99.98
	GZ(intersection) / GZ(max) shall be less than (<)	50 %	0	Pass	100
	Intermediate values				
	Heel arm constant		0.0001		

	amplitude of cos component		m	1.1		
	amplitude of sin component		m	2.2		
	Area1 (under GZ), from 0.0 to 70.0 deg.		m.deg	148.018		
	Area1 (under HA), from 0.0 to 70.0 deg.		m.deg	0.009		
	Area1, from 0.0 to 70.0 deg.		m.deg	148.009		
	Area2, from 0.0 to 70.0 deg.		m.deg	148.018		
	GZ(intersection)		m	0		
	GZ(max)		m	3.025		
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.6 Crowding of Passengers on One side.				Pass	
	Pass. crowding arm = $n_{Pass} M / \text{disp. } D \cos^n(\phi)$					
	number of passengers: $n_{Pass} =$	42				
	passenger mass: $M =$	0.075	tonne			
	distance from centre line: $D =$	3.23	m			

	cosine power: n =	1				
	Area1 integrated from the greater of					
	angle of equilibrium (with heel arm)	0.1 deg		0.1		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	70 deg		70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	158.8 deg				
	Area2 integrated from the greater of					
	angle of equilibrium (ignoring heel arm)	0 deg		0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	70 deg		70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (ignoring heel arm)	158.8 deg				
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50 deg		50		
	angle of first GZ peak	70 deg				

	angle of max. GZ	70	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	MarginlineImmersionAngle				
	Criteria:				Pass	
	Angle of steady heel shall be less than (<)	10	deg	0.1	Pass	99.14
	Area1 / Area2 shall be greater than (>)	40	%	99.77	Pass	149.43
	GZ(intersection) / GZ(max) shall be less than (<)	60	%	0.21	Pass	99.65
	Intermediate values					
	Heel arm amplitude		m	0.006		
	Area1 (under GZ), from 0.1 to 70.0 deg.		m.deg	148.018		
	Area1 (under HA), from 0.1 to 70.0 deg.		m.deg	0.3463		
	Area1, from 0.1 to 70.0 deg.		m.deg	147.672		
	Area2, from 0.0 to 70.0 deg.		m.deg	148.018		
	GZ(intersection)		m	0.006		
	GZ(max)		m	3.025		

INTACT STABILITY - 75%

TRIM

Draft Amidships m	3.046
Displacement t	1326
Heel deg	0
Draft at FP m	3.199
Draft at AP m	2.892
Draft at LCF m	3.027
Trim (+ve by stern) m	-0.306
WL Length m	75.79
Beam max extents on WL m	11.755
Wetted Area m ²	910.024
Waterpl. Area m ²	708.296
Prismatic coeff. (Cp)	0.74
Block coeff. (Cb)	0.465
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.671
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.795
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	34.312
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	33.512
KB m	1.913
KG fluid m	3.892
BMt m	4.827
BML m	211.04
GMt corrected m	2.848
GML m	209.061
KMt m	6.74
KML m	212.952
Immersion (TPc) tonne/cm	7.26
MTc tonne.m	36.386
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	65.908
Max deck inclination deg	0.2304
Trim angle (+ve by stern) deg	-0.2304

INTACT STABILITY

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.1.b: Area 0 to 30				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	0	deg	0		
	to the lesser of					

	spec. heel angle	30	deg	30		
	angle of first GZ peak	65.5	deg			
	angle of vanishing stability	130.4	deg			
	shall not be less than (>=)	4.584	m.deg	20.6571	Pass	350.63
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.1.b: Area 0 to 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	0	deg	0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	40	deg	40		
	angle of first GZ peak	65.5	deg			
	angle of vanishing stability	130.4	deg			
	shall not be less than (>=)	7.62	m.deg	35.3105	Pass	363.39
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.1.b: Area 30 to 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	30	deg	30		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	40	deg	40		

	angle of first GZ peak	65.5	deg			
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability	130.4	deg			
	shall not be less than (>=)	2.75	m.deg	14.6535	Pass	432.85
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.1.b: Maximum GZ				Pass	
	in the range from the greater of					
	angle of equilibrium	0	deg	0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	angle of first GZ peak	65.5	deg			
	angle of max. GZ	65.5	deg			
	first downflooding angle	n/a	deg			
	shall not be less than (>=)	0.3	m	1.935	Pass	545
	Intermediate values					
	angle at which this GZ occurs		deg	50		

Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.1.b: Angle of maximum GZ				Pass	
	limited by first GZ peak angle	65.5	deg	65.5		
	limited by first downflooding angle	n/a	deg			
	shall not be less than (\geq)	30	deg	65.5	Pass	118.18
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.1.b: GM fluid at equilibrium				Pass	
	angle of equilibrium	0	deg			
	shall not be less than (\geq)	0.3	m	2.848	Pass	849.33
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.1.b: Range of positive stability				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	0	deg			
	angle of equilibrium	0	deg	0		
	to the lesser of					
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability	130.4	deg	130.4		
	shall not be less than (\geq)	70	deg	130.4	Pass	86.25

Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.1.b: Angle of vanishing stability				Pass	
	shall not be less than (\geq)	70	deg	130.4	Pass	86.25
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.2: Stability in Beam Winds				Pass	
	Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$					
	A =	0.395	m			
	n =	2				
	gust ratio	1				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-17.1	deg	-17.1		
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	70	deg	70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	130.4	deg			

	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	angle of first GZ peak	65.5	deg			
	angle of max. GZ	65.5	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	MarginlineImmersionAngle				
	Criteria:				Pass	
	Angle of steady heel shall not be greater than (\leq)	30	deg	7.9	Pass	73.61
	Area1 / Area2 shall not be less than (\geq)	140	%	513.43	Pass	266.74
	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall not be greater than (\leq)	60	%	20.02	Pass	66.63
	Intermediate values					
	Equilibrium angle with heel arm		deg	7.9		

	Area1 (under GZ), from 7.9 to 70.0 deg.		m.deg	92.0441		
	Area1 (under HA), from 7.9 to 70.0 deg.		m.deg	14.3541		
	Area1, from 7.9 to 70.0 deg.		m.deg	77.6901		
	Area2 (under GZ), from -17.1 to 7.9 deg.		m.deg	-5.4732		
	Area2 (under HA), from -17.1 to 7.9 deg.		m.deg	9.6583		
	Area2, from -17.1 to 7.9 deg.		m.deg	15.1315		
	GZ(equilibrium)		m	0.387		
	GZ(max)		m	1.935		
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.4 Heeling caused by High Speed Turning				Pass	
	Turn arm: $a \frac{v^2}{R g} h \cos^n(\phi)$					
	constant: a =		1			
	vessel speed: v =		14	kn		

	turn radius: R =	250	m			
	$h = KG - \text{mean draft} / 2$	0.822	m			
	cosine power: n =	1				
	Area1 integrated from the greater of					
	angle of equilibrium (with heel arm)	0.4	deg	0.4		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	70	deg	70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	130.4	deg			
	Area2 integrated from the greater of					
	angle of equilibrium (ignoring heel arm)	0	deg	0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	70	deg	70		

	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (ignoring heel arm)	130.4	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	angle of first GZ peak	65.5	deg			
	angle of max. GZ	65.5	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	MarginlineImmersionAngle				
	Criteria:				Pass	
	Angle of steady heel shall be less than (<)	20	deg	0.4	Pass	98.24
	Area1 / Area2 shall be greater than (>)	40	%	99	Pass	147.5
	GZ(intersection) / GZ(max) shall be less than (<)	60	%	0.9	Pass	98.5
	Intermediate values					

	Heel arm amplitude		m	0.017		
	Area1 (under GZ), from 0.4 to 70.0 deg.		m.deg	93.5858		
	Area1 (under HA), from 0.4 to 70.0 deg.		m.deg	0.9306		
	Area1, from 0.4 to 70.0 deg.		m.deg	92.6552		
	Area2, from 0.0 to 70.0 deg.		m.deg	93.5889		
	GZ(intersection)		m	0.017		
	GZ(max)		m	1.935		
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.5 Lifting of Heavy Weights				Pass	
	Lifting of mass arm = $M(h \cos(\phi) + v \sin(\phi)) / \text{disp.}$					
	mass being lifted: M =		0.1 tonne			

	vertical separation of suspension point from stowage position: v =	2.2	m			
	horizontal separation of suspension point from stowage position: h =	1.1	m			
	Area1 integrated from the greater of					
	angle of equilibrium (with heel arm)	0	deg	0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	70	deg	70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	130.4	deg			
	Area2 integrated from the greater of					
	angle of equilibrium (ignoring heel arm)	0	deg	0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	70	deg	70		

	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (ignoring heel arm)	130.4	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	MarginlineImmersionAngle				
	Criteria:				Pass	
	Angle of steady heel shall be less than (<)	15	deg	0	Pass	99.98
	Area1 / Area2 shall be greater than (>)	50	%	99.99	Pass	99.98
	GZ(intersection) / GZ(max) shall be less than (<)	50	%	0	Pass	100
	Intermediate values					
	Heel arm constant			0.0001		

	amplitude of cos component		m	1.1		
	amplitude of sin component		m	2.2		
	Area1 (under GZ), from 0.0 to 70.0 deg.		m.deg	93.5889		
	Area1 (under HA), from 0.0 to 70.0 deg.		m.deg	0.0107		
	Area1, from 0.0 to 70.0 deg.		m.deg	93.5782		
	Area2, from 0.0 to 70.0 deg.		m.deg	93.5889		
	GZ(intersection)		m	0		
	GZ(max)		m	1.935		
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.6 Crowding of Passengers on One side.				Pass	
	Pass. crowding arm = $n_{Pass} M / \text{disp. } D \cos^n(\phi)$					
	number of passengers: $n_{Pass} =$	42				

	passenger mass: M =	0.075	tonne			
	distance from centre line: D =	3.23	m			
	cosine power: n =	1				
	Area1 integrated from the greater of					
	angle of equilibrium (with heel arm)	0.2	deg	0.2		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	70	deg	70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	130.4	deg			
	Area2 integrated from the greater of					
	angle of equilibrium (ignoring heel arm)	0	deg	0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	70	deg	70		

	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (ignoring heel arm)	130.4	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	angle of first GZ peak	65.5	deg			
	angle of max. GZ	65.5	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	MarginlineImmersionAngle				
	Criteria:				Pass	
	Angle of steady heel shall be less than (<)	10	deg	0.2	Pass	98.44
	Area1 / Area2 shall be greater than (>)	40	%	99.56	Pass	148.9
	GZ(intersection) / GZ(max) shall be less than (<)	60	%	0.4	Pass	99.33
	Intermediate values					

	Heel arm amplitude		m	0.008		
	Area1 (under GZ), from 0.2 to 70.0 deg.		m.deg	93.5883		
	Area1 (under HA), from 0.2 to 70.0 deg.		m.deg	0.4118		
	Area1, from 0.2 to 70.0 deg.		m.deg	93.1765		
	Area2, from 0.0 to 70.0 deg.		m.deg	93.5889		
	GZ(intersection)		m	0.008		
	GZ(max)		m	1.935		

INTACT STABILITY - 50%

TRIM

Draft Amidships m	2.681
Displacement t	1074
Heel deg	0
Draft at FP m	2.795
Draft at AP m	2.567
Draft at LCF m	2.667
Trim (+ve by stern) m	-0.228
WL Length m	74.965
Beam max extents on WL m	11.282
Wetted Area m ²	834.827
Waterpl. Area m ²	661.265
Prismatic coeff. (Cp)	0.73
Block coeff. (Cb)	0.453
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.658
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.782
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	34.248
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	33.485
KB m	1.692
KG fluid m	4.256
BMt m	5.033
BML m	235.872
<u>GMt corrected m</u>	2.469
GML m	233.308
KMt m	6.724
KML m	237.562
Immersion (TPc) tonne/cm	6.778
MTc tonne.m	32.87
RM at 1 deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	46.253
Max deck inclination deg	0.1716
Trim angle (+ve by stern) deg	-0.1716

INTACT STABILITY

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.1.b: Area 0 to 30				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	0	deg	0		

	to the lesser of					
	spec. heel angle	30 deg		30		
	angle of first GZ peak	61.8 deg				
	angle of vanishing stability	122.6 deg				
	shall not be less than (>=)	4.584 m.deg		17.6374 Pass		284.76
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.1.b: Area 0 to 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	0 deg		0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	40 deg		40		
	angle of first GZ peak	61.8 deg				
	angle of vanishing stability	122.6 deg				
	shall not be less than (>=)	7.62 m.deg		30.0129 Pass		293.87
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.1.b: Area 30 to 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	30 deg		30		
	to the lesser of					

	spec. heel angle	40	deg	40		
	angle of first GZ peak	61.8	deg			
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability	122.6	deg			
	shall not be less than (\geq)	2.75	m.deg	12.3755	Pass	350.02
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.1.b: Maximum GZ				Pass	
	in the range from the greater of					
	angle of equilibrium	0	deg	0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	angle of first GZ peak	61.8	deg			
	angle of max. GZ	61.8	deg			
	first downflooding angle	n/a	deg			
	shall not be less than (\geq)	0.3	m	1.675	Pass	458.33
	Intermediate values					

	angle at which this GZ occurs		deg	50		
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.1.b: Angle of maximum GZ				Pass	
	limited by first GZ peak angle	61.8	deg	61.8		
	limited by first downflooding angle	n/a	deg			
	shall not be less than (\geq)	30	deg	61.8	Pass	106.06
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.1.b: GM fluid at equilibrium				Pass	
	angle of equilibrium	0	deg			
	shall not be less than (\geq)	0.3	m	2.468	Pass	722.67
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.1.b: Range of positive stability				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	0	deg			
	angle of equilibrium	0	deg	0		
	to the lesser of					

	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability	122.6	deg	122.6		
	shall not be less than (\geq)	70	deg	122.6	Pass	75.13
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.1.b: Angle of vanishing stability				Pass	
	shall not be less than (\geq)	70	deg	122.6	Pass	75.13
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.2: Stability in Beam Winds				Pass	
	Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$					
	A =	0.395	m			
	n =	2				
	gust ratio	1				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-15.8	deg	-15.8		
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	70	deg	70		

	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	122.6	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	angle of first GZ peak	61.8	deg			
	angle of max. GZ	61.8	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	MarginlineImmersionAngle				
	Criteria:				Pass	
	Angle of steady heel shall not be greater than (\leq)	30	deg	9.20	Pass	69.44
	Area1 / Area2 shall not be less than (\geq)	140	%	499.41	Pass	256.72
	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall not be greater than (\leq)	60	%	22.98	Pass	61.7
	Intermediate values					

	Equilibrium angle with heel arm		deg	9.2		
	Area1 (under GZ), from 9.2 to 70.0 deg.		m.deg	79.3749		
	Area1 (under HA), from 9.2 to 70.0 deg.		m.deg	13.8716		
	Area1, from 9.2 to 70.0 deg.		m.deg	65.5033		
	Area2 (under GZ), from -15.8 to 9.2 deg.		m.deg	-3.4292		
	Area2 (under HA), from -15.8 to 9.2 deg.		m.deg	9.687		
	Area2, from -15.8 to 9.2 deg.		m.deg	13.1162		
	GZ(equilibrium)		m	0.385		
	GZ(max)		m	1.675		
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.4 Heeling caused by High Speed Turning				Pass	

	Turn arm: $a \frac{v^2}{Rg} \cos^n(\phi)$					
	constant: a =	1				
	vessel speed: v =	14 kn				
	turn radius: R =	250 m				
	$h = KG - \text{mean draft} / 2$	1.003 m				
	cosine power: n =	1				
	Area1 integrated from the greater of					
	angle of equilibrium (with heel arm)	0.5 deg		0.5		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	70 deg		70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	122.6 deg				
	Area2 integrated from the greater of					

	angle of equilibrium (ignoring heel arm)	0 deg	0		
	to the lesser of				
	spec. heel angle	70 deg	70		
	first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability (ignoring heel arm)	122.6 deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:				
	spec. heel angle	50 deg	50		
	angle of first GZ peak	61.8 deg			
	angle of max. GZ	61.8 deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	MarginlineImmersionAngle			
	Criteria:			Pass	
	Angle of steady heel shall be less than (<)	20 deg	0.5	Pass	97.52
	Area1 / Area2 shall be greater than (>)	40 %	98.6	Pass	146.5

	GZ(intersection) / GZ(max) shall be less than (<)	60 %		1.27	Pass	97.88
	Intermediate values					
	Heel arm amplitude		m	0.021		
	Area1 (under GZ), from 0.5 to 70.0 deg.		m.deg	81.1535		
	Area1 (under HA), from 0.5 to 70.0 deg.		m.deg	1.1325		
	Area1, from 0.5 to 70.0 deg.		m.deg	80.021		
	Area2, from 0.0 to 70.0 deg.		m.deg	81.1588		
	GZ(intersection)		m	0.021		
	GZ(max)		m	1.675		
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.5 Lifting of Heavy Weights				Pass	
	Lifting of mass arm = $M (h \cos(\phi) + v \sin(\phi)) / \text{disp.}$					

	mass being lifted: M =	0.1 tonne				
	vertical separation of suspension point from stowage position: v =	2.2 m				
	horizontal separation of suspension point from stowage position: h =	1.1 m				
	Area1 integrated from the greater of					
	angle of equilibrium (with heel arm)	0 deg		0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	70 deg		70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	122.6 deg				

	Area2 integrated from the greater of					
	angle of equilibrium (ignoring heel arm)		0 deg		0	
	to the lesser of					
	spec. heel angle		70 deg		70	
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (ignoring heel arm)		122.6 deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle		50 deg		50	
	first downflooding angle	n/a	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	MarginlineImmersionAngle				
	Criteria:				Pass	
	Angle of steady heel shall be less than (<)		15 deg		0 Pass	99.97

	Area1 / Area2 shall be greater than (>)	50 %		99.98 Pass	99.96
	GZ(intersection) / GZ(max) shall be less than (<)	50 %		0.01 Pass	99.98
	Intermediate values				
	Heel arm constant			0.0001	
	amplitude of cos component		m	1.1	
	amplitude of sin component		m	2.2	
	Area1 (under GZ), from 0.0 to 70.0 deg.		m.deg	81.1588	
	Area1 (under HA), from 0.0 to 70.0 deg.		m.deg	0.0132	
	Area1, from 0.0 to 70.0 deg.		m.deg	81.1455	
	Area2, from 0.0 to 70.0 deg.		m.deg	81.1588	
	GZ(intersection)		m	0	
	GZ(max)		m	1.675	

Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.6 Crowding of Passengers on One side.				Pass	
	Pass. crowding arm = $n_{Pass} M / \text{disp. } D \cos^n(\phi)$					
	number of passengers: $n_{Pass} =$	42				
	passenger mass: $M =$	0.075 tonne				
	distance from centre line: $D =$	3.23 m				
	cosine power: $n =$	1				
	Area1 integrated from the greater of					
	angle of equilibrium (with heel arm)	0.2 deg		0.2		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	70 deg		70		
	first downflooding angle	n/a	deg			

	angle of vanishing stability (with heel arm)	122.6	deg			
	Area2 integrated from the greater of					
	angle of equilibrium (ignoring heel arm)	0	deg	0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	70	deg	70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (ignoring heel arm)	122.6	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	angle of first GZ peak	61.8	deg			
	angle of max. GZ	61.8	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	MarginlineImmersionAngle				
	Criteria:				Pass	

	Angle of steady heel shall be less than (<)	10	deg	0.2	Pass	97.78
	Area1 / Area2 shall be greater than (>)	40	%	99.37	Pass	148.42
	GZ(intersection) / GZ(max) shall be less than (<)	60	%	0.57	Pass	99.05
	Intermediate values					
	Heel arm amplitude		m	0.009		
	Area1 (under GZ), from 0.2 to 70.0 deg.		m.deg	81.1577		
	Area1 (under HA), from 0.2 to 70.0 deg.		m.deg	0.5082		
	Area1, from 0.2 to 70.0 deg.		m.deg	80.6496		
	Area2, from 0.0 to 70.0 deg.		m.deg	81.1588		
	GZ(intersection)		m	0.009		
	GZ(max)		m	1.675		

INTACT STABILITY - 25%

TRIM

Draft Amidships m	2.286
Displacement t	820.7
Heel deg	0
Draft at FP m	2.36
Draft at AP m	2.212
Draft at LCF m	2.277
Trim (+ve by stern) m	-0.147
WL Length m	74.059
Beam max extents on WL m	10.605
Wetted Area m ²	755.472
Waterpl. Area m ²	604.016
Prismatic coeff. (Cp)	0.718
Block coeff. (Cb)	0.44
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.643
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.769
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	34.172
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	33.348
KB m	1.449
KG fluid m	4.984
BMt m	5.206
BML m	272.681
<u>GMt corrected m</u>	1.671
GML m	269.146
KMt m	6.655
KML m	274.13
Immersion (TPc) tonne/cm	6.191
MTc tonne.m	28.987
RM at 1 deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	23.933
Max deck inclination deg	0.1109
Trim angle (+ve by stern) deg	-0.1109

INTACT STABILITY

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.1.b: Area 0 to 30				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	0	deg	0		
	to the lesser of					

	spec. heel angle	30	deg	30		
	angle of first GZ peak	60.9	deg			
	angle of vanishing stability	106.8	deg			
	shall not be less than (\geq)	4.584	m.deg	11.6635	Pass	154.44
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.1.b: Area 0 to 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	0	deg	0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	40	deg	40		
	angle of first GZ peak	60.9	deg			
	angle of vanishing stability	106.8	deg			
	shall not be less than (\geq)	7.62	m.deg	19.6926	Pass	158.43
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.1.b: Area 30 to 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	30	deg	30		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	40	deg	40		

	angle of first GZ peak	60.9	deg			
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability	106.8	deg			
	shall not be less than (\geq)	2.75	m.deg	8.0291	Pass	191.97
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.1.b: Maximum GZ				Pass	
	in the range from the greater of					
	angle of equilibrium	0	deg	0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	angle of first GZ peak	60.9	deg			
	angle of max. GZ	60.9	deg			
	first downflooding angle	n/a	deg			
	shall not be less than (\geq)	0.3	m	1.12	Pass	273.33
	Intermediate values					
	angle at which this GZ occurs		deg	50		

Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.1.b: Angle of maximum GZ				Pass	
	limited by first GZ peak angle	60.9	deg	60.9		
	limited by first downflooding angle	n/a	deg			
	shall not be less than (\geq)	30	deg	60.9	Pass	103.03
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.1.b: GM fluid at equilibrium				Pass	
	angle of equilibrium	0	deg			
	shall not be less than (\geq)	0.3	m	1.671	Pass	457
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.1.b: Range of positive stability				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	0	deg			
	angle of equilibrium	0	deg	0		
	to the lesser of					
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability	106.8	deg	106.8		

	shall not be less than (\geq)	70	deg	106.8	Pass	52.63
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.1.b: Angle of vanishing stability				Pass	
	shall not be less than (\geq)	70	deg	106.8	Pass	52.63
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.2: Stability in Beam Winds				Pass	
	Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$					
	A =	0.395	m			
	n =	2				
	gust ratio	1				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-11.4	deg	-11.4		
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	70	deg	70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	106.8	deg			

	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	angle of first GZ peak	60.9	deg			
	angle of max. GZ	60.9	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	MarginlineImmersionAngle				
	Criteria:				Pass	
	Angle of steady heel shall not be greater than (\leq)	30	deg	13.6	Pass	54.58
	Area1 / Area2 shall not be less than (\geq)	140	%	446.29	Pass	218.78
	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall not be greater than (\leq)	60	%	33.3	Pass	44.5
	Intermediate values					
	Equilibrium angle with heel arm		deg	13.6		
	Area1 (under GZ), from 13.6 to 70.0 deg.		m.deg	52.0878		

	Area1 (under HA), from 13.6 to 70.0 deg.		m.deg	12.18		
	Area1, from 13.6 to 70.0 deg.		m.deg	39.9077		
	Area2 (under GZ), from -11.4 to 13.6 deg.		m.deg	0.7736		
	Area2 (under HA), from -11.4 to 13.6 deg.		m.deg	9.7156		
	Area2, from -11.4 to 13.6 deg.		m.deg	8.942		
	GZ(equilibrium)		m	0.373		
	GZ(max)		m	1.12		
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.4 Heeling caused by High Speed Turning				Pass	
	Turn arm: $a v^2 / (R g) h \cos^n(\phi)$					
	constant: a =	1				
	vessel speed: v =	14	kn			
	turn radius: R =	250	m			

	$h = KG - \text{mean draft} / 2$	1.341	m			
	cosine power: $n =$	1				
	Area1 integrated from the greater of					
	angle of equilibrium (with heel arm)	1	deg	1		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	70	deg	70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	106.8	deg			
	Area2 integrated from the greater of					
	angle of equilibrium (ignoring heel arm)	0	deg	0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	70	deg	70		
	first downflooding angle	n/a	deg			

	angle of vanishing stability (ignoring heel arm)	106.8	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	angle of first GZ peak	60.9	deg			
	angle of max. GZ	60.9	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	MarginlineImmersionAngle				
	Criteria:				Pass	
	Angle of steady heel shall be less than (<)	20	deg	1	Pass	95.03
	Area1 / Area2 shall be greater than (>)	40	%	97.23	Pass	143.07
	GZ(intersection) / GZ(max) shall be less than (<)	60	%	2.53	Pass	95.78
	Intermediate values					
	Heel arm amplitude		m	0.028		

	Area1 (under GZ), from 1.0 to 70.0 deg.		m.deg	54.6736		
	Area1 (under HA), from 1.0 to 70.0 deg.		m.deg	1.4989		
	Area1, from 1.0 to 70.0 deg.		m.deg	53.1748		
	Area2, from 0.0 to 70.0 deg.		m.deg	54.6877		
	GZ(intersection)		m	0.028		
	GZ(max)		m	1.12		
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.5 Lifting of Heavy Weights				Pass	
	Lifting of mass arm = $M (h \cos(\phi) + v \sin(\phi)) / \text{disp.}$					
	mass being lifted: M =		0.1 tonne			
	vertical separation of suspension point from stowage position: v =		2.2 m			

	horizontal separation of suspension point from stowage position: h =	1.1 m				
	Area1 integrated from the greater of					
	angle of equilibrium (with heel arm)	0 deg		0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	70 deg		70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	106.8 deg				
	Area2 integrated from the greater of					
	angle of equilibrium (ignoring heel arm)	0 deg		0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	70 deg		70		

	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (ignoring heel arm)	106.8	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	MarginlineImmersionAngle				
	Criteria:				Pass	
	Angle of steady heel shall be less than (<)	15	deg	0	Pass	99.95
	Area1 / Area2 shall be greater than (>)	50	%	99.97	Pass	99.94
	GZ(intersection) / GZ(max) shall be less than (<)	50	%	0.01	Pass	99.98
	Intermediate values					
	Heel arm constant			0.0001		

	amplitude of cos component		m	1.1		
	amplitude of sin component		m	2.2		
	Area1 (under GZ), from 0.0 to 70.0 deg.		m.deg	54.6877		
	Area1 (under HA), from 0.0 to 70.0 deg.		m.deg	0.0173		
	Area1, from 0.0 to 70.0 deg.		m.deg	54.6704		
	Area2, from 0.0 to 70.0 deg.		m.deg	54.6877		
	GZ(intersection)		m	0		
	GZ(max)		m	1.12		
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.6 Crowding of Passengers on One side.				Pass	
	Pass. crowding arm = $n_{Pass} M / \text{disp. } D \cos^n(\phi)$					

	number of passengers: nPass =	42				
	passenger mass: M =	0.075 tonne				
	distance from centre line: D =	3.23 m				
	cosine power: n =	1				
	Area1 integrated from the greater of					
	angle of equilibrium (with heel arm)	0.4 deg		0.4		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	70 deg		70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	106.8 deg				
	Area2 integrated from the greater of					
	angle of equilibrium (ignoring heel arm)	0 deg		0		
	to the lesser of					

	spec. heel angle	70	deg	70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (ignoring heel arm)	106.8	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	angle of first GZ peak	60.9	deg			
	angle of max. GZ	60.9	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	MarginlineImmersionAngle				
	Criteria:				Pass	
	Angle of steady heel shall be less than (<)	10	deg	0.4	Pass	95.64
	Area1 / Area2 shall be greater than (>)	40	%	98.78	Pass	146.95
	GZ(intersection) / GZ(max) shall be less than (<)	60	%	1.11	Pass	98.15
	Intermediate values					

	Heel arm amplitude		m	0.012		
	Area1 (under GZ), from 0.4 to 70.0 deg.		m.deg	54.685		
	Area1 (under HA), from 0.4 to 70.0 deg.		m.deg	0.6621		
	Area1, from 0.4 to 70.0 deg.		m.deg	54.0229		
	Area2, from 0.0 to 70.0 deg.		m.deg	54.6877		
	GZ(intersection)		m	0.012		
	GZ(max)		m	1.12		

INTACT STABILITY - 10%

TRIM

Draft Amidships m	2.027
Displacement t	668.9
Heel deg	0
Draft at FP m	2.07
Draft at AP m	1.984
Draft at LCF m	2.022
Trim (+ve by stern) m	-0.086
WL Length m	73.611
Beam max extents on WL m	10.07
Wetted Area m ²	691.433
Waterpl. Area m ²	558.322
Prismatic coeff. (Cp)	0.705
Block coeff. (Cb)	0.431
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.634
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.753
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	34.09
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	33.396
KB m	1.29
KG fluid m	5.78
BMt m	5.261
BML m	298.714
<u>GMt corrected m</u>	0.771
GML m	294.224
KMt m	6.551
KML m	300.003
Immersion (TPc) tonne/cm	5.723
MTc tonne.m	25.829
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	9
Max deck inclination deg	0.0644
Trim angle (+ve by stern) deg	-0.0644

INTACT STABILITY

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.1.b: Area 0 to 30				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	0	deg	0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	30	deg	30		
	angle of first GZ peak	60	deg			
	angle of vanishing stability	85.1	deg			

	shall not be less than (\geq)	4.584	m.deg	5.1812	Pass	13.03
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.1.b: Area 0 to 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	0	deg	0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	40	deg	40		
	angle of first GZ peak	60	deg			
	angle of vanishing stability	85.1	deg			
	shall not be less than (\geq)	7.62	m.deg	8.5561	Pass	12.28
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.1.b: Area 30 to 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	30	deg	30		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	40	deg	40		
	angle of first GZ peak	60	deg			
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability	85.1	deg			
	shall not be less than (\geq)	2.75	m.deg	3.3749	Pass	22.72
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.1.b: Maximum GZ				Pass	
	in the range from the greater of					
	angle of equilibrium	0	deg	0		

	to the lesser of					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	angle of first GZ peak	60	deg			
	angle of max. GZ	60	deg			
	first downflooding angle	n/a	deg			
	shall not be less than (\geq)	0.3	m	0.526	Pass	75.33
	Intermediate values					
	angle at which this GZ occurs		deg	50		
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.1.b: Angle of maximum GZ				Pass	
	limited by first GZ peak angle	60	deg	60		
	limited by first downflooding angle	n/a	deg			
	shall not be less than (\geq)	30	deg	60	Pass	100
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.1.b: GM fluid at equilibrium				Pass	
	angle of equilibrium	0	deg			
	shall not be less than (\geq)	0.3	m	0.771	Pass	157
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.1.b: Range of positive stability				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	0	deg			
	angle of equilibrium	0	deg	0		
	to the lesser of					

	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability	85.1	deg	85.1		
	shall not be less than (\geq)	70	deg	85.1	Pass	21.59
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.1.b: Angle of vanishing stability				Pass	
	shall not be less than (\geq)	70	deg	85.1	Pass	21.61
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.2: Stability in Beam Winds				Pass	
	Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$					
	A =	0.395	m			
	n =	2				
	gust ratio	1				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (4.7)	deg	4.7		
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	70	deg	70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	85	deg			

	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	angle of first GZ peak	60	deg			
	angle of max. GZ	60	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	MarginlineImmersionAngle				
	Criteria:				Pass	
	Angle of steady heel shall not be greater than (\leq)	30	deg	29.7	Pass	0.99
	Area1 / Area2 shall not be less than (\geq)	140	%	342.09	Pass	144.35
	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall not be greater than (\leq)	60	%	56.65	Pass	5.58
	Intermediate values					
	Equilibrium angle with heel arm		deg	29.7		
	Area1 (under GZ), from 29.7 to 70.0 deg.		m.deg	20.1783		
	Area1 (under HA), from 29.7 to 70.0 deg.		m.deg	6.7252		
	Area1, from 29.7 to 70.0 deg.		m.deg	13.4532		

	Area2 (under GZ), from 4.7 to 29.7 deg.		m.deg	4.9501		
	Area2 (under HA), from 4.7 to 29.7 deg.		m.deg	8.8827		
	Area2, from 4.7 to 29.7 deg.		m.deg	3.9326		
	GZ(equilibrium)		m	0.298		
	GZ(max)		m	0.526		
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.4 Heeling caused by High Speed Turning				Pass	
	Turn arm: $a v^2 / (R g) h \cos^n(\phi)$					
	constant: a =		1			
	vessel speed: v =		14 kn			
	turn radius: R =		250 m			
	$h = KG - \text{mean draft} / 2$		1.698 m			
	cosine power: n =		1			
	Area1 integrated from the greater of					
	angle of equilibrium (with heel arm)		2.8 deg	2.8		
	to the lesser of					
	spec. heel angle		70 deg	70		
	first downflooding angle	n/a	deg			

	angle of vanishing stability (with heel arm)	85 deg				
	Area2 integrated from the greater of					
	angle of equilibrium (ignoring heel arm)	0 deg		0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	70 deg		70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (ignoring heel arm)	85.1 deg				
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50 deg		50		
	angle of first GZ peak	60 deg				
	angle of max. GZ	60 deg				
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	MarginlineImmersionAngle				
	Criteria:				Pass	
	Angle of steady heel shall be less than (<)	20 deg		2.8	Pass	86.08
	Area1 / Area2 shall be greater than (>)	40 %		92.54	Pass	131.35

	GZ(intersection) / GZ(max) shall be less than (<)	60	%	6.82	Pass	88.63
	Intermediate values					
	Heel arm amplitude		m	0.036		
	Area1 (under GZ), from 2.8 to 70.0 deg.		m.deg	25.2211		
	Area1 (under HA), from 2.8 to 70.0 deg.		m.deg	1.8346		
	Area1, from 2.8 to 70.0 deg.		m.deg	23.3865		
	Area2, from 0.0 to 70.0 deg.		m.deg	25.2709		
	GZ(intersection)		m	0.036		
	GZ(max)		m	0.526		
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.5 Lifting of Heavy Weights				Pass	
	Lifting of mass arm = $M (h \cos(\phi) + v \sin(\phi)) / \text{disp.}$					
	mass being lifted: M =	0.1	tonne			
	vertical separation of suspension point from stowage position: v =	2.2	m			

	horizontal separation of suspension point from stowage position: h =	1.1 m				
	Area1 integrated from the greater of					
	angle of equilibrium (with heel arm)	0 deg	0			
	to the lesser of					
	spec. heel angle	70 deg	70			
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	85.1 deg				
	Area2 integrated from the greater of					
	angle of equilibrium (ignoring heel arm)	0 deg	0			
	to the lesser of					
	spec. heel angle	70 deg	70			
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (ignoring heel arm)	85.1 deg				
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50 deg	50			
	first downflooding angle	n/a	deg			

	Select required angle for angle of steady heel ratio:	MarginlineImmersionAngle				
	Criteria:				Pass	
	Angle of steady heel shall be less than (<)		15 deg		0 Pass	99.85
	Area1 / Area2 shall be greater than (>)		50 %		99.92 Pass	99.84
	GZ(intersection) / GZ(max) shall be less than (<)		50 %		0.03 Pass	99.94
	Intermediate values					
	Heel arm constant				0.0001	
	amplitude of cos component		m		1.1	
	amplitude of sin component		m		2.2	
	Area1 (under GZ), from 0.0 to 70.0 deg.		m.deg		25.2709	
	Area1 (under HA), from 0.0 to 70.0 deg.		m.deg		0.0212	
	Area1, from 0.0 to 70.0 deg.		m.deg		25.2497	
	Area2, from 0.0 to 70.0 deg.		m.deg		25.2709	
	GZ(intersection)		m		0	
	GZ(max)		m		0.526	

Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.6 Crowding of Passengers on One side.				Pass	
	Pass. crowding arm = $nPass \cdot M / disp. \cdot D \cdot \cos^n(\phi)$					
	number of passengers: $nPass =$	42				
	passenger mass: $M =$	0.075	tonne			
	distance from centre line: $D =$	3.23	m			
	cosine power: $n =$	1				
	Area1 integrated from the greater of					
	angle of equilibrium (with heel arm)	1.2	deg	1.2		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	70	deg	70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	85.1	deg			
	Area2 integrated from the greater of					
	angle of equilibrium (ignoring heel arm)	0	deg	0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	70	deg	70		
	first downflooding angle	n/a	deg			

	angle of vanishing stability (ignoring heel arm)	85.1 deg				
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50 deg	50			
	angle of first GZ peak	60 deg				
	angle of max. GZ	60 deg				
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	MarginlineImmersionAngle				
	Criteria:			Pass		
	Angle of steady heel shall be less than (<)	10 deg	1.2	Pass	88.17	
	Area1 / Area2 shall be greater than (>)	40 %	96.8	Pass	142	
	GZ(intersection) / GZ(max) shall be less than (<)	60 %	2.89	Pass	95.18	
	Intermediate values					
	Heel arm amplitude	m	0.015			
	Area1 (under GZ), from 1.2 to 70.0 deg.	m.deg	25.262			
	Area1 (under HA), from 1.2 to 70.0 deg.	m.deg	0.8009			
	Area1, from 1.2 to 70.0 deg.	m.deg	24.4611			

	Area2, from 0.0 to 70.0 deg.		m.deg	25.2709		
	GZ(intersection)		m	0.015		
	GZ(max)		m	0.526		

INTACT STABILITY - 0%

TRIM

Draft Amidships m	1.842
Displacement t	567.8
Heel deg	0
Draft at FP m	1.863
Draft at AP m	1.821
Draft at LCF m	1.839
Trim (+ve by stern) m	-0.042
WL Length m	73.516
Beam max extents on WL m	9.629
Wetted Area m ²	642.58
Waterpl. Area m ²	523.275
Prismatic coeff. (Cp)	0.693
Block coeff. (Cb)	0.424
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.628
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.739
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	34.018
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	33.414
KB m	1.176
KG fluid m	2.987
BMT m	5.275
BML m	321.023
GMt corrected m	3.464
GML m	319.212
KMt m	6.451
KML m	322.199
Immersion (TPc) tonne/cm	5.364
MTc tonne.m	23.786
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	34.324
Max deck inclination deg	0.0319
Trim angle (+ve by stern) deg	-0.0319

INTACT STABILITY

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
Коды судов, intact stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.1.b: Area 0 to 30				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	0	deg	0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	30	deg	30		
	angle of first GZ peak	67.3	deg			
	angle of vanishing stability	142.4	deg			
	shall not be less than (>=)	4.584	m.deg	26.2498	Pass	472.64
Коды судов, intact stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.1.b: Area 0 to 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	0	deg	0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	40	deg	40		
	angle of first GZ peak	67.3	deg			
	angle of vanishing stability	142.4	deg			
	shall not be less than (>=)	7.62	m.deg	45.5885	Pass	498.27
Коды судов, intact stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.1.b: Area 30 to 40				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	30	deg	30		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	40	deg	40		
	angle of first GZ peak	67.3	deg			
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability	142.4	deg			
	shall not be less than (>=)	2.75	m.deg	19.3387	Pass	603.23

Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.1.b: Maximum GZ				Pass	
	in the range from the greater of					
	angle of equilibrium	0	deg	0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	angle of first GZ peak	67.3	deg			
	angle of max. GZ	67.3	deg			
	first downflooding angle	n/a	deg			
	shall not be less than (\geq)	0.3	m	2.686	Pass	795.33
	Intermediate values					
	angle at which this GZ occurs		deg	50		
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.1.b: Angle of maximum GZ				Pass	
	limited by first GZ peak angle	67.3	deg	67.3		
	limited by first downflooding angle	n/a	deg			
	shall not be less than (\geq)	30	deg	67.3	Pass	124.24
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.1.b: GM fluid at equilibrium				Pass	
	angle of equilibrium	0	deg			
	shall not be less than (\geq)	0.3	m	3.464	Pass	1054.67
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.1.b: Range of positive stability				Pass	
	from the greater of					
	spec. heel angle	0	deg			
	angle of equilibrium	0	deg	0		
	to the lesser of					
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability	180	deg	180		
	shall not be less than (\geq)	70	deg	180	Pass	157.14
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.1.b: Angle of vanishing stability				Pass	
	shall not be less than (\geq)	70	deg	180	Pass	157.14
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.2: Stability in Beam Winds				Pass	
	Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$					
	A =	0.395	m			
	n =	2				
	gust ratio	1				
	Area2 integrated to the lesser of roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-19.3)	deg	-19.3		
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	70	deg	70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	180	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	angle of first GZ peak	70	deg			
	angle of max. GZ	70	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	MarginlineImmersionAngle				
	Criteria:				Pass	
	Angle of steady heel shall not be greater than (\leq)	30	deg	5.7	Pass	80.87
	Area1 / Area2 shall not be less than (\geq)	140	%	608.36	Pass	334.54
	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall not be greater than (\leq)	60	%	13.31	Pass	77.82
	Intermediate values					
	Equilibrium angle with heel arm		deg	5.7		

	Area1 (under GZ), from 5.7 to 70.0 deg.		m.deg	143.3179		
	Area1 (under HA), from 5.7 to 70.0 deg.		m.deg	15.2023		
	Area1, from 5.7 to 70.0 deg.		m.deg	128.1157		
	Area2 (under GZ), from -19.3 to 5.7 deg.		m.deg	-11.4725		
	Area2 (under HA), from -19.3 to 5.7 deg.		m.deg	9.5868		
	Area2, from -19.3 to 5.7 deg.		m.deg	21.0592		
	GZ(equilibrium)		m	0.391		
	GZ(max)		m	2.937		
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.4 Heeling caused by High Speed Turning				Pass	
	Turn arm: $a v^2 / (R g) h \cos^n(\phi)$					
	constant: a =	1				
	vessel speed: v =	14	kn			
	turn radius: R =	250	m			
	h = KG - mean draft / 2	0.496	m			
	cosine power: n =	1				
	Area1 integrated from the greater of					
	angle of equilibrium (with heel arm)	0.2	deg	0.2		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	70	deg	70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	180	deg			
	Area2 integrated from the greater of					
	angle of equilibrium (ignoring heel arm)	0	deg	0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	70	deg	70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (ignoring heel arm)	180	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	angle of first GZ peak	70	deg			
	angle of max. GZ	70	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	MarginlineImmersionAngle				
	Criteria:				Pass	
	Angle of steady heel shall be less than ($<$)	20	deg	0.2	Pass	99.22
	Area1 / Area2 shall be greater than ($>$)	40	%	99.61	Pass	149.02
	GZ(intersection) / GZ(max) shall be less than ($<$)	60	%	0.36	Pass	99.4
	Intermediate values					
	Heel arm amplitude		m	0.01		
	Area1 (under GZ), from 0.2 to 70.0 deg.		m.deg	144.4395		
	Area1 (under HA), from 0.2 to 70.0 deg.		m.deg	0.5635		
	Area1, from 0.2 to 70.0 deg.		m.deg	143.876		
	Area2, from 0.0 to 70.0 deg.		m.deg	144.4403		
	GZ(intersection)		m	0.01		
	GZ(max)		m	2.937		
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.5 Lifting of Heavy Weights				Pass	
	Lifting of mass arm = $M (h \cos(\phi) + v \sin(\phi)) / \Delta$					
	mass being lifted: M =	0.1	tonne			
	vertical separation of suspension point from stayage	2.2	m			
	horizontal separation of suspension point from stayage	1.1	m			

	Area1 integrated from the greater of					
	angle of equilibrium (with heel arm)	0 deg		0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	70 deg		70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	180 deg				
	Area2 integrated from the greater of					
	angle of equilibrium (ignoring heel arm)	0 deg		0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	70 deg		70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (ignoring heel arm)	180 deg				
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50 deg		50		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	MarginlineImmersionAngle				
	Criteria:				Pass	
	Angle of steady heel shall be less than (<)	15 deg		0	Pass	99.99
	Area 1 / Area2 shall be greater than (>)	50 %		99.99	Pass	99.98
	GZ(intersection) / GZ(max) shall be less than (<)	50 %		0	Pass	100
	Intermediate values					
	Heel arm constant			0.0001		
	amplitude of cos component		m	1.1		
	amplitude of sin component		m	2.2		
	Area 1 (under GZ), from 0.0 to 70.0 deg.		m.deg	144.4403		
	Area 1 (under HA), from 0.0 to 70.0 deg.		m.deg	0.009		
	Area1, from 0.0 to 70.0 deg.		m.deg	144.4313		
	Area2, from 0.0 to 70.0 deg.		m.deg	144.4403		
	GZ(intersection)		m	0		
	GZ(max)		m	2.937		
Royal Navy, Intact Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.2.6 Crowding of Passengers on One side.				Pass	
	Pass. crowding arm = $n \text{Pass} M / \text{dis} \cdot D \cdot \cos \Delta(\text{sk})$					
	number of passengers: nPass =	42				
	passenger mass: M =	0.075 tonne				
	distance from centre line: D =	3.23 m				
	cosine power: n =	1				
	Area1 integrated from the greater of					
	angle of equilibrium (with heel arm)	0.1 deg		0.1		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	70 deg		70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	180 deg				
	Area2 integrated from the greater of					
	angle of equilibrium (ignoring heel arm)	0 deg		0		
	to the lesser of					
	spec. heel angle	70 deg		70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (ignoring heel arm)	180 deg				
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50 deg		50		
	angle of first GZ peak	70 deg				

	angle of max. GZ	70	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	MarginlineImmersionAngle				
	Criteria:				Pass	
	Angle of steady heel shall be less than (<)	10	deg	0.1	Pass	99.05
	Area1 / Area2 shall be greater than (>)	40	%	99.76	Pass	149.4
	GZ(intersection) / GZ(max) shall be less than (<)	60	%	0.22	Pass	99.63
	Intermediate values					
	Heel arm amplitude		m	0.006		
	Area1 (under GZ), from 0.1 to 70.0 deg.		m.deg	144.44		
	Area1 (under HA), from 0.1 to 70.0 deg.		m.deg	0.3463		
	Area1, from 0.1 to 70.0 deg.		m.deg	144.0938		
	Area2, from 0.0 to 70.0 deg.		m.deg	144.4403		
	GZ(intersection)		m	0.006		
	GZ(max)		m	2.937		

**Damaged Stability hanya dilakukan pada kondisi kapal penuh.
Akan dilakukan analisa kombinasi 2 kompartemen
bocor dari 10 kompartemen, dengan 8 kompartemen utuh.**

KOMPARTEMEN BOCOR = 1 & 2						
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(1): Angle of List or Loll.				Pass	
	shall be less than (<)	20	deg	0	Pass	99.99
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(2-4) Stability in beam winds.				Pass	
	Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$					
	A =	0.7	m			
	n =	2				
	gust ratio	1				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-15.0)	deg	-15		
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	70	deg	70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	180	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	angle of first GZ peak	70	deg			
	angle of max. GZ	70	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersi onAngle				
	Criteria:				Pass	
	Area 1 / Area2 shall be greater than (>)	140	%	545.51	Pass	289.65
	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall be less than (<)	60	%	23.11	Pass	61.48
	Area 1 shall be greater than (>)	12	m.deg	117.0206	Pass	875.17
	Intermediate values					
	Equilibrium angle with heel arm		deg	10		
	Area 1 (under GZ), from 10.0 to 70.0 deg.		m.deg	141.0432		
	Area 1 (under HA), from 10.0 to 70.0 deg.		m.deg	24.0226		

	Area1, from 10.0 to 70.0 deg.		m.deg	117.0206		
	Area2 (under GZ), from -15.0 to 10.0 deg.		m.deg	-4.2602		
	Area2 (under HA), from -15.0 to 10.0 deg.		m.deg	17.1916		
	Area2, from -15.0 to 10.0 deg.		m.deg	21.4518		
	GZ(equilibrium)		m	0.679		
	GZ(max)		m	2.937		
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(6) Longitudinal GM > 0				Pass	
	the value of	GMlongitudinal				
	shall be greater than (>)	0 m		155.073	Pass	infinite
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.b.(1) Metacentric Height Greater than 0.15m				Pass	
	the value of	GMtransverse				
	shall be greater than (>)	0.15 m		3.918	Pass	2512

KOMPARTEMEN BOCOR = 1 & 3

Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(1): Angle of List or Loll.				Pass	
	shall be less than (<)	20 deg		0	Pass	100
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(2-4) Stability in beam winds.				Pass	
	Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$					
	A =	0.7 m				
	n =	2				
	gust ratio	1				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-15.6)	deg	-15.6		
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	70 deg		70		
	first downflooding angle	n/a	deg			

	angle of vanishing stability (with heel arm)	168.2	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	angle of first GZ peak	70	deg			
	angle of max. GZ	70	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersi onAngle				
	Criteria:				Pass	
	Area 1 / Area2 shall be greater than (>)	140	%	519.87	Pass	271.34
	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall be less than (<)	60	%	22.86	Pass	61.9
	Area 1 shall be greater than (>)	12	m.deg	118.1644	Pass	884.7
	Intermediate values					
	Equilibrium angle with heel arm		deg	9.4		
	Area 1 (under GZ), from 9.4 to 70.0 deg.		m.deg	142.5837		
	Area 1 (under HA), from 9.4 to 70.0 deg.		m.deg	24.4192		
	Area 1, from 9.4 to 70.0 deg.		m.deg	118.1644		
	Area 2 (under GZ), from -15.6 to 9.4 deg.		m.deg	-5.555		
	Area 2 (under HA), from -15.6 to 9.4 deg.		m.deg	17.1748		
	Area 2, from -15.6 to 9.4 deg.		m.deg	22.7298		
	GZ(equilibrium)		m	0.681		
	GZ(max)		m	2.98		
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.a.(6) Longitudinal $GM > 0$		udinal		Pass	
	the value of					
	shall be greater than (>)	0	m	171.245	Pass	infinite
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.b.(1) Metacentric Height Greater than 0.15m				Pass	
	the value of		verse			
	shall be greater than (>)	0.15	m	4.195	Pass	2696.67

KOMPARTEMEN BOCOR = 1 & 4

Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(1): Angle of List or Loll.				Pass	
	shall be less than (<)	20	deg	0	Pass	99.99

Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(2-4) Stability in beam winds.				Pass	
	Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$					
	A =	0.7	m			
	n =	2				
	gust ratio	1				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-15.6)	deg	-15.6		
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	70	deg	70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	168.2	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	angle of first GZ peak	70	deg			
	angle of max. GZ	70	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersi onAngle				
	Criteria:				Pass	
	Area1 / Area2 shall be greater than (>)	140	%	520.07	Pass	271.48
	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall be less than (<)	60	%	22.88	Pass	61.87
	Area 1 shall be greater than (>)	12	m.deg	117.9528	Pass	882.94
	Intermediate values					
	Equilibrium angle with heel arm		deg	9.4		
	Area1 (under GZ), from 9.4 to 70.0 deg.		m.deg	142.3571		
	Area1 (under HA), from 9.4 to 70.0 deg.		m.deg	24.4044		
	Area1, from 9.4 to 70.0 deg.		m.deg	117.9528		
	Area2 (under GZ), from -15.6 to 9.4 deg.		m.deg	-5.5047		
	Area2 (under HA), from -15.6 to 9.4 deg.		m.deg	17.1754		
	Area2, from -15.6 to 9.4 deg.		m.deg	22.6801		
	GZ(equilibrium)		m	0.681		
	GZ(max)		m	2.977		

Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(6) Longitudinal GM > 0				Pass	
	the value of	udinal				
	shall be greater than (>)	0 m		171.234	Pass	infinite
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.b.(1) Metacentric Height Greater than 0.15m				Pass	
	the value of	verse				
	shall be greater than (>)	0.15 m		4.185	Pass	2690

KOMPARTEMEN BOCOR = 1 & 5

Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(1): Angle of List or Loll.				Pass	
	shall be less than (<)	20 deg		0	Pass	99.99
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(2-4) Stability in beam winds.				Pass	
	Heeling arm = A cos^n(phi)					
	A =	0.7 m				
	n =	2				
	gust ratio	1				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-15.6) deg		-15.6		
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	70 deg		70		
	first downflooding angle	n/a deg				
	angle of vanishing stability (with heel arm)	168.2 deg				
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50 deg		50		
	angle of first GZ peak	70 deg				
	angle of max. GZ	70 deg				
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersi onAngle				
	Criteria:				Pass	
	Area1 / Area2 shall be greater than (>)	140 %		520.07	Pass	271.48
	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall be less than (<)	60 %		22.88	Pass	61.87

	Area 1 shall be greater than (>)	12	m.deg	117.9528	Pass	882.94
	Intermediate values					
	Equilibrium angle with heel arm		deg	9.4		
	Area1 (under GZ), from 9.4 to 70.0 deg.		m.deg	142.3571		
	Area1 (under HA), from 9.4 to 70.0 deg.		m.deg	24.4044		
	Area1, from 9.4 to 70.0 deg.		m.deg	117.9528		
	Area2 (under GZ), from -15.6 to 9.4 deg.		m.deg	-5.5047		
	Area2 (under HA), from -15.6 to 9.4 deg.		m.deg	17.1755		
	Area2, from -15.6 to 9.4 deg.		m.deg	22.6801		
	GZ(equilibrium)		m	0.681		
	GZ(max)		m	2.977		
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(6) Longitudinal GM > 0				Pass	
	the value of	udinal				
	shall be greater than (>)	0	m	171.234	Pass	infinite
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.b.(1) Metacentric Height Greater than 0.15m				Pass	
	the value of	verse				
	shall be greater than (>)	0.15	m	4.185	Pass	2690

KOMPARTEMEN BOCOR = 1 & 6

Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(1): Angle of List or Loll.				Pass	
	shall be less than (<)	20	deg	0	Pass	99.99
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(2-4) Stability in beam winds.				Pass	
	Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$					
	A =	0.7	m			
	n =	2				
	gust ratio	1				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-15.6)	deg	-15.6		

	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	70	deg	70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	168.2	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	angle of first GZ peak	70	deg			
	angle of max. GZ	70	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersi onAngle				
	Criteria:				Pass	
	Area 1 / Area2 shall be greater than (>)	140	%	520.07	Pass	271.48
	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall be less than (<)	60	%	22.88	Pass	61.87
	Area 1 shall be greater than (>)	12	m.deg	117.9528	Pass	882.94
	Intermediate values					
	Equilibrium angle with heel arm		deg	9.4		
	Area 1 (under GZ), from 9.4 to 70.0 deg.		m.deg	142.3571		
	Area 1 (under HA), from 9.4 to 70.0 deg.		m.deg	24.4044		
	Area 1, from 9.4 to 70.0 deg.		m.deg	117.9528		
	Area 2 (under GZ), from -15.6 to 9.4 deg.		m.deg	-5.5047		
	Area 2 (under HA), from -15.6 to 9.4 deg.		m.deg	17.1755		
	Area 2, from -15.6 to 9.4 deg.		m.deg	22.6801		
	GZ(equilibrium)		m	0.681		
	GZ(max)		m	2.977		
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(6) Longitudinal GM > 0				Pass	
	the value of	udinal				
	shall be greater than (>)	0	m	171.234	Pass	infinite
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.b.(1) Metacentric Height Greater than 0.15m				Pass	
	the value of	verse				
	shall be greater than (>)	0.15	m	4.185	Pass	2690

KOMPARTEMEN BOCOR = 1 & 7

Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(1): Angle of List or Loll.				Pass	
	shall be less than (<)	20	deg	0	Pass	99.99
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(2-4) Stability in beam winds.				Pass	
	Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$					
	A =	0.7	m			
	n =	2				
	gust ratio	1				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-12.5)	deg	-12.5		
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	70	deg	70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	180	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	angle of first GZ peak	80	deg			
	angle of max. GZ	80	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersi onAngle				
	Criteria:				Pass	
	Area1 / Area2 shall be greater than (>)	140	%	553.71	Pass	295.51
	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall be less than (<)	60	%	26.21	Pass	56.32
	Area 1 shall be greater than (>)	12	m.deg	95.6817	Pass	697.35
	Intermediate values					
	Equilibrium angle with heel arm		deg	12.5		
	Area1 (under GZ), from 12.5 to 70.0 deg.		m.deg	118.0406		
	Area1 (under HA), from 12.5 to 70.0 deg.		m.deg	22.3589		
	Area1, from 12.5 to 70.0 deg.		m.deg	95.6817		

	Area2 (under GZ), from -12.5 to 12.5 deg.		m.deg	-0.0561		
	Area2 (under HA), from -12.5 to 12.5 deg.		m.deg	17.2241		
	Area2, from -12.5 to 12.5 deg.		m.deg	17.2802		
	GZ(equilibrium)		m	0.667		
	GZ(max)		m	2.546		
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.a.(6) Longitudinal $GM > 0$				Pass	
	the value of	udinal				
	shall be greater than (>)	0 m		171.234	Pass	infinite
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.b.(1) Metacentric Height Greater than 0.15m				Pass	
	the value of	verse				
	shall be greater than (>)	0.15 m		4.185	Pass	2690

KOMPARTEMEN BOCOR = 1 & 8

Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(1): Angle of List or Loll.				Pass	
	shall be less than (<)	20 deg		0	Pass	99.99
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(2-4) Stability in beam winds.				Pass	
	Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$					
	A =	0.7 m				
	n =	2				
	gust ratio	1				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-16.9)	deg	-16.9		
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	70 deg		70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	168.2	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50 deg		50		
	angle of first GZ peak	70 deg				
	angle of max. GZ	70 deg				
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersi onAngle				
	Criteria:				Pass	

	Area1 / Area2 shall be greater than (>)	140	%	489.57	Pass	249.69
	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall be less than (<)	60	%	21.92	Pass	63.47
	Area 1 shall be greater than (>)	12	m.deg	129.0619	Pass	975.52
	Intermediate values					
	Equilibrium angle with heel arm		deg	8.1		
	Area1 (under GZ), from 8.1 to 70.0 deg.		m.deg	154.3979		
	Area1 (under HA), from 8.1 to 70.0 deg.		m.deg	25.336		
	Area1, from 8.1 to 70.0 deg.		m.deg	129.0619		
	Area2 (under GZ), from -16.9 to 8.1 deg.		m.deg	-9.2393		
	Area2 (under HA), from -16.9 to 8.1 deg.		m.deg	17.1228		
	Area2, from -16.9 to 8.1 deg.		m.deg	26.3621		
	GZ(equilibrium)		m	0.686		
	GZ(max)		m	3.13		
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.a.(6) Longitudinal GM > 0				Pass	
	the value of		udinal			
	shall be greater than (>)	0	m	185.216	Pass	infinite
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.b.(1) Metacentric Height Greater than 0.15m				Pass	
	the value of		verse			
	shall be greater than (>)	0.15	m	4.905	Pass	3170

KOMPARTEMEN BOCOR = 1 & 9

Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(1): Angle of List or Loll.				Pass	
	shall be less than (<)	20	deg	0	Pass	99.99
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(2-4) Stability in beam winds.				Pass	
	Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$					
	A =	0.7	m			
	n =	2				
	gust ratio	1				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-14.6)	deg	-14.6		

	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	70	deg	70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	172.6	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	angle of first GZ peak	80	deg			
	angle of max. GZ	80	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersi onAngle				
	Criteria:				Pass	
	Area 1 / Area2 shall be greater than (>)	140	%	517.38	Pass	269.56
	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall be less than (<)	60	%	24.77	Pass	58.72
	Area 1 shall be greater than (>)	12	m.deg	106.5889	Pass	788.24
	Intermediate values					
	Equilibrium angle with heel arm		deg	10.4		
	Area 1 (under GZ), from 10.4 to 70.0 deg.		m.deg	130.3348		
	Area 1 (under HA), from 10.4 to 70.0 deg.		m.deg	23.7458		
	Area 1, from 10.4 to 70.0 deg.		m.deg	106.5889		
	Area 2 (under GZ), from -14.6 to 10.4 deg.		m.deg	-3.4002		
	Area 2 (under HA), from -14.6 to 10.4 deg.		m.deg	17.2013		
	Area 2, from -14.6 to 10.4 deg.		m.deg	20.6015		
	GZ(equilibrium)		m	0.677		
	GZ(max)		m	2.733		
Royal Navy, Damage Stability (Criteria: DS 02-100(NES100))	1.5.5.a.(6) Longitudinal GM > 0				Pass	
	the value of	udinal				
	shall be greater than (>)	0	m	171.234	Pass	infinite
Royal Navy, Damage Stability (Criteria: DS 02-100(NES100))	1.5.5.b.(1) Metacentric Height Greater than 0.15m				Pass	
	the value of	verse				
	shall be greater than (>)	0.15	m	4.185	Pass	2690

Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(1): Angle of List or Loll.				Pass	
	shall be less than (<)	20	deg	0	Pass	99.99
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(2-4) Stability in beam winds.				Pass	
	Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$					
	A =	0.7	m			
	n =	2				
	gust ratio	1				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-15.6)	deg	-15.6		
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	70	deg	70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	168.2	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	angle of first GZ peak	70	deg			
	angle of max. GZ	70	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersi onAngle				
	Criteria:				Pass	
	Area 1 / Area2 shall be greater than (>)	140	%	518.94	Pass	270.67
	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall be less than (<)	60	%	22.85	Pass	61.92
	Area 1 shall be greater than (>)	12	m.deg	118.2379	Pass	885.32
	Intermediate values					
	Equilibrium angle with heel arm		deg	9.4		
	Area 1 (under GZ), from 9.4 to 70.0 deg.		m.deg	142.6725		
	Area 1 (under HA), from 9.4 to 70.0 deg.		m.deg	24.4345		
	Area 1, from 9.4 to 70.0 deg.		m.deg	118.2379		
	Area 2 (under GZ), from -15.6 to 9.4 deg.		m.deg	-5.6104		

	Area2 (under HA), from -15.6 to 9.4 deg.		m.deg	17.174		
	Area2, from -15.6 to 9.4 deg.		m.deg	22.7845		
	GZ(equilibrium)		m	0.681		
	GZ(max)		m	2.981		
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.a.(6) Longitudinal $GM > 0$				Pass	
	the value of	udinal				
	shall be greater than (>)	0 m		164.039	Pass	infinite
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.b.(1) Metacentric Height Greater than 0.15m				Pass	
	the value of	verse				
	shall be greater than (>)	0.15 m		4.206	Pass	2704

KOMPARTEMEN BOCOR = 2 & 3

Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(1): Angle of List or Loll.				Pass	
	shall be less than (<)	20 deg		0	Pass	100
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(2-4) Stability in beam winds.				Pass	
	Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$					
	A =	0.7 m				
	n =	2				
	gust ratio	1				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-15.6) deg		-15.6		
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	70 deg		70		
	first downflooding angle	n/a deg				
	angle of vanishing stability (with heel arm)	180 deg				
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50 deg		50		
	angle of first GZ peak	70.9 deg				
	angle of max. GZ	70.9 deg				
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersi onAngle				
	Criteria:				Pass	
	Area1 / Area2 shall be greater than (>)	140 %		528.41	Pass	277.44

	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall be less than (<)	60	%	22.7	Pass	62.17
	Area 1 shall be greater than (>)	12	m.deg	119.9263	Pass	899.39
	Intermediate values					
	Equilibrium angle with heel arm		deg	9.4		
	Area1 (under GZ), from 9.4 to 70.0 deg.		m.deg	144.333		
	Area1 (under HA), from 9.4 to 70.0 deg.		m.deg	24.4067		
	Area1, from 9.4 to 70.0 deg.		m.deg	119.9263		
	Area2 (under GZ), from -15.6 to 9.4 deg.		m.deg	-5.5203		
	Area2 (under HA), from -15.6 to 9.4 deg.		m.deg	17.1753		
	Area2, from -15.6 to 9.4 deg.		m.deg	22.6957		
	GZ(equilibrium)		m	0.681		
	GZ(max)		m	3.001		
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.a.(6) Longitudinal GM > 0				Pass	
	the value of		udinal			
	shall be greater than (>)	0	m	200.321	Pass	infinite
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.b.(1) Metacentric Height Greater than 0.15m				Pass	
	the value of		verse			
	shall be greater than (>)	0.15	m	4.176	Pass	2684

KOMPARTEMEN BOCOR = 2 & 4

Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(1): Angle of List or Loll.				Pass	
	shall be less than (<)	20	deg	0	Pass	99.99
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(2-4) Stability in beam winds.				Pass	
	Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$					
	A =	0.7	m			
	n =	2				
	gust ratio	1				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-15.6)	deg	-15.6		
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					

	spec. heel angle	70	deg	70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	180	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	angle of first GZ peak	70.9	deg			
	angle of max. GZ	70.9	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersi onAngle				
	Criteria:				Pass	
	Area1 / Area2 shall be greater than (>)	140	%	528.53	Pass	277.52
	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall be less than (<)	60	%	22.72	Pass	62.13
	Area 1 shall be greater than (>)	12	m.deg	119.6802	Pass	897.33
	Intermediate values					
	Equilibrium angle with heel arm		deg	9.4		
	Area1 (under GZ), from 9.4 to 70.0 deg.		m.deg	144.0713		
	Area1 (under HA), from 9.4 to 70.0 deg.		m.deg	24.3911		
	Area1, from 9.4 to 70.0 deg.		m.deg	119.6802		
	Area2 (under GZ), from -15.6 to 9.4 deg.		m.deg	-5.4679		
	Area2 (under HA), from -15.6 to 9.4 deg.		m.deg	17.1761		
	Area2, from -15.6 to 9.4 deg.		m.deg	22.6439		
	GZ(equilibrium)		m	0.681		
	GZ(max)		m	2.997		
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.a.(6) Longitudinal				Pass	
	the value of	udinal				
	shall be greater than (>)	0	m	200.258	Pass	infinite
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.b.(1) Metacentric				Pass	
	Height Greater than 0.15m					
	the value of	verse				
	shall be greater than (>)	0.15	m	4.166	Pass	2677.33

KOMPARTEMEN BOCOR = 2 & 5

Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(1): Angle of List or Loll.				Pass	
	shall be less than (<)	20	deg	0	Pass	99.99

Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(2-4) Stability in beam winds.				Pass	
	Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$					
	A =	0.7	m			
	n =	2				
	gust ratio	1				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-15.6)	deg		-15.6	
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	70	deg		70	
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	180	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg		50	
	angle of first GZ peak	70.9	deg			
	angle of max. GZ	70.9	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmerseAngle				
	Criteria:				Pass	
	Area 1 / Area2 shall be greater than (>)	140	%		528.53	Pass 277.52
	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall be less than (<)	60	%		22.72	Pass 62.13
	Area 1 shall be greater than (>)	12	m.deg		119.6791	Pass 897.33
	Intermediate values					
	Equilibrium angle with heel arm		deg		9.4	
	Area1 (under GZ), from 9.4 to 70.0 deg.		m.deg		144.0702	
	Area1 (under HA), from 9.4 to 70.0 deg.		m.deg		24.3911	
	Area1, from 9.4 to 70.0 deg.		m.deg		119.6791	
	Area2 (under GZ), from -15.6 to 9.4 deg.		m.deg		-5.4679	
	Area2 (under HA), from -15.6 to 9.4 deg.		m.deg		17.1761	
	Area2, from -15.6 to 9.4 deg.		m.deg		22.644	
	GZ(equilibrium)		m		0.681	

	GZ(max)		m	2.997		
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.a.(0) Longitudinal GM > 0				Pass	
	the value of	udinal				
	shall be greater than (>)	0 m		200.258	Pass	infinite
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.b.(1) Metacentric Height Greater than 0.15m				Pass	
	the value of	verse				
	shall be greater than (>)	0.15 m		4.166	Pass	2677.33

KOMPARTEMEN BOCOR = 2 & 6

Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(1): Angle of List or Loll.				Pass	
	shall be less than (<)	20 deg		0	Pass	99.99
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(2-4) Stability in beam winds.				Pass	
	Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$					
	A =	0.7 m				
	n =	2				
	gust ratio	1				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-15.6) deg		-15.6		
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	70 deg		70		
	first downflooding angle	n/a deg				
	angle of vanishing stability (with heel arm)	180 deg				
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50 deg		50		
	angle of first GZ peak	70.9 deg				
	angle of max. GZ	70.9 deg				
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersi onAngle				
	Criteria:				Pass	
	Area1 / Area2 shall be greater than (>)	140 %		528.53	Pass	277.52
	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall be less than (<)	60 %		22.72	Pass	62.13
	Area 1 shall be greater than (>)	12 m.deg		119.6802	Pass	897.34
	Intermediate values					

	Equilibrium angle with heel arm		deg	9.4		
	Area1 (under GZ), from 9.4 to 70.0 deg.		m.deg	144.0713		
	Area1 (under HA), from 9.4 to 70.0 deg.		m.deg	24.3911		
	Area1, from 9.4 to 70.0 deg.		m.deg	119.6802		
	Area2 (under GZ), from -15.6 to 9.4 deg.		m.deg	-5.4679		
	Area2 (under HA), from -15.6 to 9.4 deg.		m.deg	17.1761		
	Area2, from -15.6 to 9.4 deg.		m.deg	22.6439		
	GZ(equilibrium)		m	0.681		
	GZ(max)		m	2.997		
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-100(NES100)	1.3.5.a.(6) Longitudinal $GM > 0$				Pass	
	the value of	udinal				
	shall be greater than (>)	0 m		200.553	Pass	infinite
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-100(NES100)	1.3.5.b.(1) Metacentric Height Greater than 0.15m				Pass	
	the value of	verse				
	shall be greater than (>)	0.15 m		4.187	Pass	2691.33

KOMPARTEMEN BOCOR = 2 & 7

Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(1): Angle of List or Loll.				Pass	
	shall be less than (<)	20 deg		0	Pass	99.99
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(2-4) Stability in beam winds.				Pass	
	Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$					
	A =	0.7 m				
	n =	2				
	gust ratio	1				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-10.0)	deg		-10	
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	70 deg			70	
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	180 deg				

	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	angle of first GZ peak	80.9	deg			
	angle of max. GZ	80.9	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersi onAngle				
	Criteria:				Pass	
	Area1 / Area2 shall be greater than (>)	140	%	651.28	Pass	365.2
	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall be less than (<)	60	%	25.59	Pass	57.35
	Area 1 shall be greater than (>)	12	m.deg	94.6683	Pass	688.9
	Intermediate values					
	Equilibrium angle with heel arm		deg	15		
	Area1 (under GZ), from 15.0 to 70.0 deg.		m.deg	115.3446		
	Area1 (under HA), from 15.0 to 70.0 deg.		m.deg	20.6763		
	Area1, from 15.0 to 70.0 deg.		m.deg	94.6683		
	Area2 (under GZ), from -10.0 to 15.0 deg.		m.deg	2.656		
	Area2 (under HA), from -10.0 to 15.0 deg.		m.deg	17.1917		
	Area2, from -10.0 to 15.0 deg.		m.deg	14.5357		
	GZ(equilibrium)		m	0.653		
	GZ(max)		m	2.552		
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.a.(6) Longitudinal				Pass	
	the value of	udinal				
	shall be greater than (>)	0	m	186.677	Pass	infinite
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.b.(1) Metacentric				Pass	
	Height Greater than 0.15m					
	the value of	verse				
	shall be greater than (>)	0.15	m	2.171	Pass	1347.33

KOMPARTEMEN BOCOR = 2 & 8

Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(1): Angle of List or Loll.				Pass	
	shall be less than (<)	20	deg	0	Pass	99.99
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(2-4) Stability in beam winds.				Pass	

	Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$					
	A =	0.7	m			
	n =	2				
	gust ratio	1				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-16.8)	deg		-16.8	
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	70	deg		70	
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	180	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg		50	
	angle of first GZ peak	70.9	deg			
	angle of max. GZ	70.9	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersi onAngle				
	Criteria:				Pass	
	Area1 / Area2 shall be greater than (>)	140	%		497.7	Pass 255.5
	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall be less than (<)	60	%		21.84	Pass 63.6
	Area 1 shall be greater than (>)	12	m.deg		129.67	Pass 980.58
	Intermediate values					
	Equilibrium angle with heel arm		deg		8.2	
	Area1 (under GZ), from 8.2 to 70.0 deg.		m.deg		154.9364	
	Area1 (under HA), from 8.2 to 70.0 deg.		m.deg		25.2664	
	Area1, from 8.2 to 70.0 deg.		m.deg		129.67	
	Area2 (under GZ), from -16.8 to 8.2 deg.		m.deg		-8.9265	
	Area2 (under HA), from -16.8 to 8.2 deg.		m.deg		17.1274	
	Area2, from -16.8 to 8.2 deg.		m.deg		26.0538	
	GZ(equilibrium)		m		0.686	
	GZ(max)		m		3.141	
Royal Navy, Damage Stability Criteria DS 02-100(NES100)	1.5.5.a.(6) Longitudinal GM > 0					Pass
	the value of	udinal				

	shall be greater than (>)	0	m	213.276	Pass	infinite
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.b.(1) Metacentric Height Greater than 0.15m				Pass	
	the value of	verse				
	shall be greater than (>)	0.15	m	4.833	Pass	3122

KOMPARTEMEN BOCOR = 2 & 9

Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(1): Angle of List or Loll.				Pass	
	shall be less than (<)	20	deg	0	Pass	99.99
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(2-4) Stability in beam winds.				Pass	
	Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$					
	A =	0.7	m			
	n =	2				
	gust ratio	1				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-14.6)	deg	-14.6		
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	70	deg	70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	180	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	angle of first GZ peak	80	deg			
	angle of max. GZ	80	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersi onAngle				
	Criteria:				Pass	
	Area1 / Area2 shall be greater than (>)	140	%	525.21	Pass	275.15
	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall be less than (<)	60	%	24.57	Pass	59.05
	Area 1 shall be greater than (>)	12	m.deg	108.1559	Pass	801.3
	Intermediate values					
	Equilibrium angle with heel arm		deg	10.4		
	Area1 (under GZ), from 10.4 to 70.0 deg.		m.deg	131.898		

	Area1 (under HA), from 10.4 to 70.0 deg.		m.deg	23.7421		
	Area1, from 10.4 to 70.0 deg.		m.deg	108.1559		
	Area2 (under GZ), from -14.6 to 10.4 deg.		m.deg	-3.3913		
	Area2 (under HA), from -14.6 to 10.4 deg.		m.deg	17.2014		
	Area2, from -14.6 to 10.4 deg.		m.deg	20.5928		
	GZ(equilibrium)		m	0.677		
	GZ(max)		m	2.756		
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.a.(6) Longitudinal $GM > 0$				Pass	
	the value of	udinal				
	shall be greater than (>)	0 m		200.192	Pass	infinite
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.b.(1) Metacentric Height Greater than 0.15m				Pass	
	the value of	verse				
	shall be greater than (>)	0.15 m		3.82	Pass	2446.67

KOMPARTEMEN BOCOR = 2 & 10

Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(1): Angle of List or Loll.				Pass	
	shall be less than (<)	20 deg		0	Pass	99.99
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(2-4) Stability in beam winds.				Pass	
	Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$					
	A =	0.7 m				
	n =	2				
	gust ratio	1				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-15.6)	deg	-15.6		
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	70 deg		70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	180 deg				
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50 deg		50		
	angle of first GZ peak	70.9 deg				
	angle of max. GZ	70.9 deg				

	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersi onAngle				
	Criteria:				Pass	
	Area1 / Area2 shall be greater than (>)	140 %		527.63	Pass	276.88
	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall be less than (<)	60 %		22.71	Pass	62.15
	Area 1 shall be greater than (>)	12 m.deg		119.867	Pass	898.89
	Intermediate values					
	Equilibrium angle with heel arm		deg	9.4		
	Area1 (under GZ), from 9.4 to 70.0 deg.		m.deg	144.2795		
	Area1 (under HA), from 9.4 to 70.0 deg.		m.deg	24.4124		
	Area1, from 9.4 to 70.0 deg.		m.deg	119.867		
	Area2 (under GZ), from -15.6 to 9.4 deg.		m.deg	-5.543		
	Area2 (under HA), from -15.6 to 9.4 deg.		m.deg	17.1751		
	Area2, from -15.6 to 9.4 deg.		m.deg	22.7181		
	GZ(equilibrium)		m	0.681		
	GZ(max)		m	3		
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.a.(6) Longitudinal				Pass	
	the value of	udinal				
	shall be greater than (>)	0 m		194.25	Pass	infinite
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.b.(1) Metacentric				Pass	
	Height Greater than 0.15m					
	the value of	verse				
	shall be greater than (>)	0.15 m		4.181	Pass	2687.33

KOMPARTEMEN BOCOR = 3 & 4

Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(1): Angle of List or Loll.				Pass	
	shall be less than (<)	20 deg		0	Pass	100
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(2-4) Stability in beam winds.				Pass	
	Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$					
	A =	0.7 m				
	n =	2				
	gust ratio	1				

	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-15.9)	deg	-15.9		
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	70	deg	70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	158.8	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	angle of first GZ peak	70	deg			
	angle of max. GZ	70	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersionAngle				
	Criteria:				Pass	
	Area1 / Area2 shall be greater than (>)	140	%	515.94	Pass	268.53
	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall be less than (<)	60	%	22.54	Pass	62.43
	Area 1 shall be greater than (>)	12	m.deg	120.4976	Pass	904.15
	Intermediate values					
	Equilibrium angle with heel arm		deg	9.1		
	Area1 (under GZ), from 9.1 to 70.0 deg.		m.deg	145.0951		
	Area1 (under HA), from 9.1 to 70.0 deg.		m.deg	24.5975		
	Area1, from 9.1 to 70.0 deg.		m.deg	120.4976		
	Area2 (under GZ), from -15.9 to 9.1 deg.		m.deg	-6.189		
	Area2 (under HA), from -15.9 to 9.1 deg.		m.deg	17.1661		
	Area2, from -15.9 to 9.1 deg.		m.deg	23.355		
	GZ(equilibrium)		m	0.682		
	GZ(max)		m	3.028		
Royal Navy, Damage Stability Criteria DS 02-100(NES100)	1.5.5.a.(6) Longitudinal GM > 0				Pass	
	the value of	udinal				
	shall be greater than (>)	0	m	193.148	Pass	infinite
Royal Navy, Damage Stability Criteria DS 02-100(NES100)	1.5.5.b.(1) Metacentric Height Greater than 0.15m				Pass	
	the value of	verse				
	shall be greater than (>)	0.15	m	4.326	Pass	2784

KOMPARTEMEN BOCOR = 3 & 5

Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(1): Angle of List or Loll.				Pass	
	shall be less than (<)	20	deg	0	Pass	100
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(2-4) Stability in beam winds.				Pass	
	Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$					
	A =	0.7	m			
	n =	2				
	gust ratio	1				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-15.9)	deg	-15.9		
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	70	deg	70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	158.8	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	angle of first GZ peak	70	deg			
	angle of max. GZ	70	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersi onAngle				
	Criteria:				Pass	
	Area1 / Area2 shall be greater than (>)	140	%	515.94	Pass	268.53
	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall be less than (<)	60	%	22.54	Pass	62.43
	Area 1 shall be greater than (>)	12	m.deg	120.4976	Pass	904.15
	Intermediate values					
	Equilibrium angle with heel arm		deg	9.1		
	Area1 (under GZ), from 9.1 to 70.0 deg.		m.deg	145.0951		
	Area1 (under HA), from 9.1 to 70.0 deg.		m.deg	24.5975		
	Area1, from 9.1 to 70.0 deg.		m.deg	120.4976		

	Area2 (under GZ), from -15.9 to 9.1 deg.		m.deg	-6.189		
	Area2 (under HA), from -15.9 to 9.1 deg.		m.deg	17.1661		
	Area2, from -15.9 to 9.1 deg.		m.deg	23.355		
	GZ(equilibrium)		m	0.682		
	GZ(max)		m	3.028		
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.a.(6) Longitudinal $GM > 0$				Pass	
	the value of	udinal				
	shall be greater than (>)	0 m		193.148	Pass	infinite
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.b.(1) Metacentric Height Greater than 0.15m				Pass	
	the value of	verse				
	shall be greater than (>)	0.15 m		4.326	Pass	2784

KOMPARTEMEN BOCOR = 3 & 6						
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(1): Angle of List or Loll.				Pass	
	shall be less than (<)	20 deg		0	Pass	100
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(2-4) Stability in beam winds.				Pass	
	Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$					
	A =	0.7 m				
	n =	2				
	gust ratio	1				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-15.9) deg		-15.9		
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	70 deg		70		
	first downflooding angle	n/a deg				
	angle of vanishing stability (with heel arm)	158.8 deg				
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50 deg		50		
	angle of first GZ peak	70 deg				
	angle of max. GZ	70 deg				
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersi onAngle				
	Criteria:				Pass	

	Area1 / Area2 shall be greater than (>)	140	%	515.94	Pass	268.53
	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall be less than (<)	60	%	22.54	Pass	62.43
	Area 1 shall be greater than (>)	12	m.deg	120.4976	Pass	904.15
	Intermediate values					
	Equilibrium angle with heel arm		deg	9.1		
	Area1 (under GZ), from 9.1 to 70.0 deg.		m.deg	145.0951		
	Area1 (under HA), from 9.1 to 70.0 deg.		m.deg	24.5975		
	Area1, from 9.1 to 70.0 deg.		m.deg	120.4976		
	Area2 (under GZ), from -15.9 to 9.1 deg.		m.deg	-6.189		
	Area2 (under HA), from -15.9 to 9.1 deg.		m.deg	17.1661		
	Area2, from -15.9 to 9.1 deg.		m.deg	23.355		
	GZ(equilibrium)		m	0.682		
	GZ(max)		m	3.028		
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.a.(6) Longitudinal $GM > 0$				Pass	
	the value of		udinal			
	shall be greater than (>)	0	m	193.148	Pass	infinite
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.b.(1) Metacentric Height Greater than 0.15m				Pass	
	the value of		verse			
	shall be greater than (>)	0.15	m	4.326	Pass	2784

KOMPARTEMEN BOCOR = 3 & 7

Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(1): Angle of List or Loll.				Pass	
	shall be less than (<)	20	deg	0	Pass	100
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(2-4) Stability in beam winds.				Pass	
	Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$					
	A =	0.7	m			
	n =	2				
	gust ratio	1				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-13.8)	deg	-13.8		

	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	70	deg	70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	180	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	angle of first GZ peak	79.1	deg			
	angle of max. GZ	79.1	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersi onAngle				
	Criteria:				Pass	
	Area 1 / Area2 shall be greater than (>)	140	%	527.64	Pass	276.89
	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall be less than (<)	60	%	25.43	Pass	57.62
	Area 1 shall be greater than (>)	12	m.deg	101.3028	Pass	744.19
	Intermediate values					
	Equilibrium angle with heel arm		deg	11.2		
	Area 1 (under GZ), from 11.2 to 70.0 deg.		m.deg	124.5239		
	Area 1 (under HA), from 11.2 to 70.0 deg.		m.deg	23.2212		
	Area 1, from 11.2 to 70.0 deg.		m.deg	101.3028		
	Area 2 (under GZ), from -13.8 to 11.2 deg.		m.deg	-1.9841		
	Area 2 (under HA), from -13.8 to 11.2 deg.		m.deg	17.2151		
	Area 2, from -13.8 to 11.2 deg.		m.deg	19.1992		
	GZ(equilibrium)		m	0.674		
	GZ(max)		m	2.649		
Royal Navy, Damage Stability Criteria: DS 02-100(NES100)	1.5.5.a.(6) Longitudinal GM > 0				Pass	
	the value of	udinal				
	shall be greater than (>)	0	m	193.148	Pass	infinite
Royal Navy, Damage Stability Criteria: DS 02-100(NES100)	1.5.5.b.(1) Metacentric Height Greater than 0.15m				Pass	
	the value of	verse				
	shall be greater than (>)	0.15	m	4.326	Pass	2784

Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(1): Angle of List or Loll.				Pass	
	shall be less than (<)	20	deg	0	Pass	100
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(2-4) Stability in beam winds.				Pass	
	Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$					
	A =	0.7	m			
	n =	2				
	gust ratio	1				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-17.1)	deg	-17.1		
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	70	deg	70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	158.8	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	angle of first GZ peak	70	deg			
	angle of max. GZ	70	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersi onAngle				
	Criteria:				Pass	
	Area 1 / Area2 shall be greater than (>)	140	%	490.84	Pass	250.6
	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall be less than (<)	60	%	21.54	Pass	64.1
	Area 1 shall be greater than (>)	12	m.deg	131.8742	Pass	998.95
	Intermediate values					
	Equilibrium angle with heel arm		deg	7.9		
	Area 1 (under GZ), from 7.9 to 70.0 deg.		m.deg	157.3165		
	Area 1 (under HA), from 7.9 to 70.0 deg.		m.deg	25.4424		
	Area 1, from 7.9 to 70.0 deg.		m.deg	131.8742		
	Area 2 (under GZ), from -17.1 to 7.9 deg.		m.deg	-9.7514		

	Area2 (under HA), from -17.1 to 7.9 deg.		m.deg	17.1156		
	Area2, from -17.1 to 7.9 deg.		m.deg	26.867		
	GZ(equilibrium)		m	0.687		
	GZ(max)		m	3.188		
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.a.(6) Longitudinal $GM > 0$				Pass	
	the value of	udinal				
	shall be greater than (>)	0 m		203.019	Pass	infinite
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.b.(1) Metacentric Height Greater than 0.15m				Pass	
	the value of	verse				
	shall be greater than (>)	0.15 m		5.005	Pass	3236.67

KOMPARTEMEN BOCOR = 3 & 9

Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(1): Angle of List or Loll.				Pass	
	shall be less than (<)	20 deg		0	Pass	100
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(2-4) Stability in beam winds.				Pass	
	Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$					
	A =	0.7 m				
	n =	2				
	gust ratio	1				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-14.8) deg		-14.8		
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	70 deg		70		
	first downflooding angle	n/a deg				
	angle of vanishing stability (with heel arm)	162.1 deg				
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50 deg		50		
	angle of first GZ peak	79.1 deg				
	angle of max. GZ	79.1 deg				
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersi onAngle				
	Criteria:				Pass	
	Area1 / Area2 shall be greater than (>)	140 %		516.86	Pass	269.19

	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall be less than (<)	60	%	24.39	Pass	59.35
	Area 1 shall be greater than (>)	12	m.deg	108.8236	Pass	806.86
	Intermediate values					
	Equilibrium angle with heel arm		deg	10.2		
	Area1 (under GZ), from 10.2 to 70.0 deg.		m.deg	132.726		
	Area1 (under HA), from 10.2 to 70.0 deg.		m.deg	23.9024		
	Area1, from 10.2 to 70.0 deg.		m.deg	108.8236		
	Area2 (under GZ), from -14.8 to 10.2 deg.		m.deg	-3.8586		
	Area2 (under HA), from -14.8 to 10.2 deg.		m.deg	17.196		
	Area2, from -14.8 to 10.2 deg.		m.deg	21.0546		
	GZ(equilibrium)		m	0.678		
	GZ(max)		m	2.781		
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.a.(6) Longitudinal GM > 0				Pass	
	the value of		udinal			
	shall be greater than (>)	0	m	160.733	Pass	infinite
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.b.(1) Metacentric Height Greater than 0.15m				Pass	
	the value of		verse			
	shall be greater than (>)	0.15	m	4.188	Pass	2692

KOMPARTEMEN BOCOR = 3 & 10

Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(1): Angle of List or Loll.				Pass	
	shall be less than (<)	20	deg	0	Pass	100
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(2-4) Stability in beam winds.				Pass	
	Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$					
	A =	0.7	m			
	n =	2				
	gust ratio	1				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-15.9)	deg	-15.9		
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					

	spec. heel angle	70	deg	70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	158.8	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	angle of first GZ peak	70	deg			
	angle of max. GZ	70	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersi onAngle				
	Criteria:				Pass	
	Area1 / Area2 shall be greater than (>)	140	%	515.25	Pass	268.04
	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall be less than (<)	60	%	22.5	Pass	62.5
	Area 1 shall be greater than (>)	12	m.deg	120.8104	Pass	906.75
	Intermediate values					
	Equilibrium angle with heel arm		deg	9.1		
	Area1 (under GZ), from 9.1 to 70.0 deg.		m.deg	145.4328		
	Area1 (under HA), from 9.1 to 70.0 deg.		m.deg	24.6224		
	Area1, from 9.1 to 70.0 deg.		m.deg	120.8104		
	Area2 (under GZ), from -15.9 to 9.1 deg.		m.deg	-6.2822		
	Area2 (under HA), from -15.9 to 9.1 deg.		m.deg	17.1648		
	Area2, from -15.9 to 9.1 deg.		m.deg	23.447		
	GZ(equilibrium)		m	0.682		
	GZ(max)		m	3.033		
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.a.(6) Longitudinal				Pass	
	the value of	udinal				
	shall be greater than (>)	0	m	184.075	Pass	infinite
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.b.(1) Metacentric				Pass	
	Height Greater than 0.15m					
	the value of	verse				
	shall be greater than (>)	0.15	m	4.344	Pass	2796

KOMPARTEMEN BOCOR = 4 & 5

Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(1): Angle of List or Loll.				Pass	
	shall be less than (<)	20	deg	0	Pass	99.99

Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(2-4) Stability in beam winds.				Pass	
	Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$					
	A =	0.7	m			
	n =	2				
	gust ratio	1				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-15.8)	deg		-15.8	
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	70	deg		70	
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	158.8	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg		50	
	angle of first GZ peak	70	deg			
	angle of max. GZ	70	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersionAngle				
	Criteria:				Pass	
	Area 1 / Area2 shall be greater than (>)	140	%		516.3	Pass 268.79
	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall be less than (<)	60	%		22.55	Pass 62.42
	Area 1 shall be greater than (>)	12	m.deg		120.2919	Pass 902.43
	Intermediate values					
	Equilibrium angle with heel arm		deg		9.2	
	Area1 (under GZ), from 9.2 to 70.0 deg.		m.deg		144.8736	
	Area1 (under HA), from 9.2 to 70.0 deg.		m.deg		24.5816	
	Area1, from 9.2 to 70.0 deg.		m.deg		120.2919	
	Area2 (under GZ), from -15.8 to 9.2 deg.		m.deg		-6.1321	
	Area2 (under HA), from -15.8 to 9.2 deg.		m.deg		17.1669	
	Area2, from -15.8 to 9.2 deg.		m.deg		23.299	
	GZ(equilibrium)		m		0.682	

	GZ(max)		m	3.025		
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.a.(0) Longitudinal GM > 0				Pass	
	the value of	udinal				
	shall be greater than (>)	0 m		192.953	Pass	infinite
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.b.(1) Metacentric Height Greater than 0.15m				Pass	
	the value of	verse				
	shall be greater than (>)	0.15 m		4.315	Pass	2776.67

KOMPARTEMEN BOCOR = 4 & 6

Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(1): Angle of List or Loll.				Pass	
	shall be less than (<)	20 deg		0	Pass	99.99
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(2-4) Stability in beam winds.				Pass	
	Heeling arm = A cos^n(phi)					
	A =	0.7 m				
	n =	2				
	gust ratio	1				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-15.8)	deg	-15.8		
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	70 deg		70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	158.8	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50 deg		50		
	angle of first GZ peak	70 deg				
	angle of max. GZ	70 deg				
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersi onAngle				
	Criteria:				Pass	
	Area1 / Area2 shall be greater than (>)	140 %		516.3	Pass	268.79
	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall be less than (<)	60 %		22.55	Pass	62.42
	Area 1 shall be greater than (>)	12 m.deg		120.2919	Pass	902.43
	Intermediate values					

	Equilibrium angle with heel arm		deg	9.2		
	Area1 (under GZ), from 9.2 to 70.0 deg.		m.deg	144.8736		
	Area1 (under HA), from 9.2 to 70.0 deg.		m.deg	24.5816		
	Area1, from 9.2 to 70.0 deg.		m.deg	120.2919		
	Area2 (under GZ), from -15.8 to 9.2 deg.		m.deg	-6.1321		
	Area2 (under HA), from -15.8 to 9.2 deg.		m.deg	17.1669		
	Area2, from -15.8 to 9.2 deg.		m.deg	23.299		
	GZ(equilibrium)		m	0.682		
	GZ(max)		m	3.025		
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-100(NES100)	1.3.5.a.(6) Longitudinal $GM > 0$				Pass	
	the value of	udinal				
	shall be greater than (>)	0 m		192.953	Pass	infinite
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-100(NES100)	1.3.5.b.(1) Metacentric Height Greater than 0.15m				Pass	
	the value of	verse				
	shall be greater than (>)	0.15 m		4.315	Pass	2776.67

KOMPARTEMEN BOCOR = 4 & 7

Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(1): Angle of List or Loll.				Pass	
	shall be less than (<)	20 deg		0	Pass	99.99
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(2-4) Stability in beam winds.				Pass	
	Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$					
	A =	0.7 m				
	n =	2				
	gust ratio	1				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-13.8)	deg	-13.8		
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	70 deg		70		
	first downflooding angle	n/a deg				
	angle of vanishing stability (with heel arm)	180 deg				

	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	angle of first GZ peak	79.1	deg			
	angle of max. GZ	79.1	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersi onAngle				
	Criteria:				Pass	
	Area1 / Area2 shall be greater than (>)	140	%	527.18	Pass	276.56
	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall be less than (<)	60	%	25.46	Pass	57.57
	Area 1 shall be greater than (>)	12	m.deg	101.118	Pass	742.65
	Intermediate values					
	Equilibrium angle with heel arm		deg	11.2		
	Area1 (under GZ), from 11.2 to 70.0 deg.		m.deg	124.3312		
	Area1 (under HA), from 11.2 to 70.0 deg.		m.deg	23.2132		
	Area1, from 11.2 to 70.0 deg.		m.deg	101.118		
	Area2 (under GZ), from -13.8 to 11.2 deg.		m.deg	-1.9659		
	Area2 (under HA), from -13.8 to 11.2 deg.		m.deg	17.2152		
	Area2, from -13.8 to 11.2 deg.		m.deg	19.1811		
	GZ(equilibrium)		m	0.674		
	GZ(max)		m	2.646		
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.a.(6) Longitudinal $GM > 0$				Pass	
	the value of		udinal			
	shall be greater than (>)	0	m	192.953	Pass	infinite
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.b.(1) Metacentric Height Greater than 0.15m				Pass	
	the value of		verse			
	shall be greater than (>)	0.15	m	4.315	Pass	2776.67

KOMPARTEMEN BOCOR = 4 & 8

Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(1): Angle of List or Loll.				Pass	
	shall be less than (<)	20	deg	0	Pass	99.99
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(2-4) Stability in beam winds.				Pass	

	Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$					
	A =	0.7	m			
	n =	2				
	gust ratio	1				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-17.1)	deg		-17.1	
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	70	deg		70	
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	158.8	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg		50	
	angle of first GZ peak	70	deg			
	angle of max. GZ	70	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmer sionAngle				
	Criteria:				Pass	
	Area1 / Area2 shall be greater than (>)	140	%		491.1	Pass 250.79
	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall be less than (<)	60	%		21.56	Pass 64.07
	Area 1 shall be greater than (>)	12	m.deg		131.6735	Pass 997.28
	Intermediate values					
	Equilibrium angle with heel arm		deg		7.9	
	Area1 (under GZ), from 7.9 to 70.0 deg.		m.deg		157.104	
	Area1 (under HA), from 7.9 to 70.0 deg.		m.deg		25.4305	
	Area1, from 7.9 to 70.0 deg.		m.deg		131.6735	
	Area2 (under GZ), from -17.1 to 7.9 deg.		m.deg		-9.6956	
	Area2 (under HA), from -17.1 to 7.9 deg.		m.deg		17.1164	
	Area2, from -17.1 to 7.9 deg.		m.deg		26.812	
	GZ(equilibrium)		m		0.687	
	GZ(max)		m		3.185	
Royal Navy, Damage Stability Criteria DS 02-100(NIES100)	1.5.5.a.(6) Longitudinal GM > 0					Pass
	the value of	udinal				

	shall be greater than (>)	0	m	202.671	Pass	infinite
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.b.(1) Metacentric Height Greater than 0.15m				Pass	
	the value of	verse				
	shall be greater than (>)	0.15	m	5	Pass	3233.33

KOMPARTEMEN BOCOR = 4 & 9

Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(1): Angle of List or Loll.				Pass	
	shall be less than (<)	20	deg	0	Pass	99.99
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(2-4) Stability in beam winds.				Pass	
	Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$					
	A =	0.7	m			
	n =	2				
	gust ratio	1				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-14.8)	deg	-14.8		
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	70	deg	70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	162.1	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	angle of first GZ peak	79.1	deg			
	angle of max. GZ	79.1	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersi onAngle				
	Criteria:				Pass	
	Area1 / Area2 shall be greater than (>)	140	%	517.22	Pass	269.44
	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall be less than (<)	60	%	24.41	Pass	59.32
	Area 1 shall be greater than (>)	12	m.deg	108.6204	Pass	805.17
	Intermediate values					
	Equilibrium angle with heel arm		deg	10.2		
	Area1 (under GZ), from 10.2 to 70.0 deg.		m.deg	132.504		

	Area1 (under HA), from 10.2 to 70.0 deg.		m.deg	23.8836		
	Area1, from 10.2 to 70.0 deg.		m.deg	108.6204		
	Area2 (under GZ), from -14.8 to 10.2 deg.		m.deg	-3.8041		
	Area2 (under HA), from -14.8 to 10.2 deg.		m.deg	17.1967		
	Area2, from -14.8 to 10.2 deg.		m.deg	21.0007		
	GZ(equilibrium)		m	0.678		
	GZ(max)		m	2.778		
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.a.(6) Longitudinal $GM > 0$				Pass	
	the value of	udinal				
	shall be greater than (>)	0 m		160.01	Pass	infinite
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.b.(1) Metacentric Height Greater than 0.15m				Pass	
	the value of	verse				
	shall be greater than (>)	0.15 m		4.174	Pass	2682.67

KOMPARTEMEN BOCOR = 4 & 10

Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(1): Angle of List or Loll.				Pass	
	shall be less than (<)	20 deg		0	Pass	99.99
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(2-4) Stability in beam winds.				Pass	
	Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$					
	A =	0.7 m				
	n =	2				
	gust ratio	1				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-15.9)	deg	-15.9		
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	70 deg		70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	158.8	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50 deg		50		
	angle of first GZ peak	70 deg				
	angle of max. GZ	70 deg				

	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersi onAngle				
	Criteria:				Pass	
	Area1 / Area2 shall be greater than (>)	140 %		515.61	Pass	268.29
	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall be less than (<)	60 %		22.52	Pass	62.47
	Area 1 shall be greater than (>)	12 m.deg		120.6058	Pass	905.05
	Intermediate values					
	Equilibrium angle with heel arm		deg	9.1		
	Area1 (under GZ), from 9.1 to 70.0 deg.		m.deg	145.2125		
	Area1 (under HA), from 9.1 to 70.0 deg.		m.deg	24.6067		
	Area1, from 9.1 to 70.0 deg.		m.deg	120.6058		
	Area2 (under GZ), from -15.9 to 9.1 deg.		m.deg	-6.2255		
	Area2 (under HA), from -15.9 to 9.1 deg.		m.deg	17.1656		
	Area2, from -15.9 to 9.1 deg.		m.deg	23.3911		
	GZ(equilibrium)		m	0.682		
	GZ(max)		m	3.03		
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.a.(6) Longitudinal GM > 0				Pass	
	the value of	udinal				
	shall be greater than (>)	0 m		183.898	Pass	infinite
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.b.(1) Metacentric Height Greater than 0.15m				Pass	
	the value of	verse				
	shall be greater than (>)	0.15 m		4.333	Pass	2788.67

KOMPARTEMEN BOCOR = 5 & 6

Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(1): Angle of List or Loll.				Pass	
	shall be less than (<)	20 deg		0	Pass	99.99
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(2-4) Stability in beam winds.				Pass	
	Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$					
	A =	0.7 m				
	n =	2				
	gust ratio	1				

	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-15.8)	deg	-15.8		
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	70	deg	70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	158.8	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	angle of first GZ peak	70	deg			
	angle of max. GZ	70	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersionAngle				
	Criteria:				Pass	
	Area 1 / Area2 shall be greater than (>)	140	%	516.3	Pass	268.79
	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall be less than (<)	60	%	22.55	Pass	62.42
	Area 1 shall be greater than (>)	12	m.deg	120.2919	Pass	902.43
	Intermediate values					
	Equilibrium angle with heel arm		deg	9.2		
	Area1 (under GZ), from 9.2 to 70.0 deg.		m.deg	144.8736		
	Area1 (under HA), from 9.2 to 70.0 deg.		m.deg	24.5816		
	Area1, from 9.2 to 70.0 deg.		m.deg	120.2919		
	Area2 (under GZ), from -15.8 to 9.2 deg.		m.deg	-6.1321		
	Area2 (under HA), from -15.8 to 9.2 deg.		m.deg	17.1669		
	Area2, from -15.8 to 9.2 deg.		m.deg	23.299		
	GZ(equilibrium)		m	0.682		
	GZ(max)		m	3.025		
Royal Navy, Damage Stability Criteria DS 02-100(NES100)	1.5.5.a.(6) Longitudinal GM > 0				Pass	
	the value of	udinal				
	shall be greater than (>)	0	m	192.953	Pass	infinite
Royal Navy, Damage Stability Criteria DS 02-100(NES100)	1.5.5.b.(1) Metacentric Height Greater than 0.15m				Pass	
	the value of	verse				
	shall be greater than (>)	0.15	m	4.315	Pass	2776.67

KOMPARTEMEN BOCOR = 5 & 7

Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(1): Angle of List or Loll.				Pass	
	shall be less than (<)	20	deg	0	Pass	99.99
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(2-4) Stability in beam winds.				Pass	
	Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$					
	A =	0.7	m			
	n =	2				
	gust ratio	1				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-13.8)	deg	-13.8		
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	70	deg	70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	180	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	angle of first GZ peak	79.1	deg			
	angle of max. GZ	79.1	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersi onAngle				
	Criteria:				Pass	
	Area1 / Area2 shall be greater than (>)	140	%	527.18	Pass	276.56
	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall be less than (<)	60	%	25.46	Pass	57.57
	Area 1 shall be greater than (>)	12	m.deg	101.118	Pass	742.65
	Intermediate values					
	Equilibrium angle with heel arm		deg	11.2		
	Area1 (under GZ), from 11.2 to 70.0 deg.		m.deg	124.3312		
	Area1 (under HA), from 11.2 to 70.0 deg.		m.deg	23.2132		
	Area1, from 11.2 to 70.0 deg.		m.deg	101.118		

	Area2 (under GZ), from -13.8 to 11.2 deg.		m.deg	-1.9659		
	Area2 (under HA), from -13.8 to 11.2 deg.		m.deg	17.2152		
	Area2, from -13.8 to 11.2 deg.		m.deg	19.1811		
	GZ(equilibrium)		m	0.674		
	GZ(max)		m	2.646		
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.a.(6) Longitudinal $GM > 0$				Pass	
	the value of	udinal				
	shall be greater than (>)	0 m		192.953	Pass	infinite
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.b.(1) Metacentric Height Greater than 0.15m				Pass	
	the value of	verse				
	shall be greater than (>)	0.15 m		4.315	Pass	2776.67

KOMPARTEMEN BOCOR = 5 & 8

Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(1): Angle of List or Loll.				Pass	
	shall be less than (<)	20 deg		0	Pass	99.99
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(2-4) Stability in beam winds.				Pass	
	Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$					
	A =	0.7 m				
	n =	2				
	gust ratio	1				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-17.1)	deg	-17.1		
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	70 deg		70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	158.8	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50 deg		50		
	angle of first GZ peak	70 deg				
	angle of max. GZ	70 deg				
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersi onAngle				
	Criteria:				Pass	

	Area1 / Area2 shall be greater than (>)	140	%	491.1	Pass	250.79
	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall be less than (<)	60	%	21.56	Pass	64.07
	Area 1 shall be greater than (>)	12	m.deg	131.6735	Pass	997.28
	Intermediate values					
	Equilibrium angle with heel arm		deg	7.9		
	Area1 (under GZ), from 7.9 to 70.0 deg.		m.deg	157.104		
	Area1 (under HA), from 7.9 to 70.0 deg.		m.deg	25.4305		
	Area1, from 7.9 to 70.0 deg.		m.deg	131.6735		
	Area2 (under GZ), from -17.1 to 7.9 deg.		m.deg	-9.6956		
	Area2 (under HA), from -17.1 to 7.9 deg.		m.deg	17.1164		
	Area2, from -17.1 to 7.9 deg.		m.deg	26.812		
	GZ(equilibrium)		m	0.687		
	GZ(max)		m	3.185		
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.a.(6) Longitudinal GM > 0				Pass	
	the value of		udinal			
	shall be greater than (>)	0	m	202.664	Pass	infinite
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.b.(1) Metacentric Height Greater than 0.15m				Pass	
	the value of		verse			
	shall be greater than (>)	0.15	m	4.994	Pass	3229.33

KOMPARTEMEN BOCOR = 5 & 9

Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(1): Angle of List or Loll.				Pass	
	shall be less than (<)	20	deg	0	Pass	99.99
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(2-4) Stability in beam winds.				Pass	
	Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$					
	A =	0.7	m			
	n =	2				
	gust ratio	1				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-14.8)	deg	-14.8		

	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	70	deg	70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	162.1	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	angle of first GZ peak	79.1	deg			
	angle of max. GZ	79.1	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersi onAngle				
	Criteria:				Pass	
	Area 1 / Area2 shall be greater than (>)	140	%	517.22	Pass	269.44
	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall be less than (<)	60	%	24.41	Pass	59.32
	Area 1 shall be greater than (>)	12	m.deg	108.6203	Pass	805.17
	Intermediate values					
	Equilibrium angle with heel arm		deg	10.2		
	Area 1 (under GZ), from 10.2 to 70.0 deg.		m.deg	132.504		
	Area 1 (under HA), from 10.2 to 70.0 deg.		m.deg	23.8836		
	Area 1, from 10.2 to 70.0 deg.		m.deg	108.6203		
	Area 2 (under GZ), from -14.8 to 10.2 deg.		m.deg	-3.8041		
	Area 2 (under HA), from -14.8 to 10.2 deg.		m.deg	17.1967		
	Area 2, from -14.8 to 10.2 deg.		m.deg	21.0007		
	GZ(equilibrium)		m	0.678		
	GZ(max)		m	2.778		
Royal Navy, Damage Stability (Criteria: DS 02-100(NES100))	1.5.5.a.(6) Longitudinal GM > 0				Pass	
	the value of	udinal				
	shall be greater than (>)	0	m	160.01	Pass	infinite
Royal Navy, Damage Stability (Criteria: DS 02-100(NES100))	1.5.5.b.(1) Metacentric Height Greater than 0.15m				Pass	
	the value of	verse				
	shall be greater than (>)	0.15	m	4.174	Pass	2682.67

KOMPARTEMEN BOCOR = 5 & 10

Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(1): Angle of List or Loll.				Pass	
	shall be less than (<)	20	deg	0	Pass	99.99
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(2-4) Stability in beam winds.				Pass	
	Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$					
	A =	0.7	m			
	n =	2				
	gust ratio	1				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-15.9)	deg	-15.9		
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	70	deg	70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	158.8	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	angle of first GZ peak	70	deg			
	angle of max. GZ	70	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersi onAngle				
	Criteria:				Pass	
	Area 1 / Area2 shall be greater than (>)	140	%	515.61	Pass	268.29
	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall be less than (<)	60	%	22.52	Pass	62.47
	Area 1 shall be greater than (>)	12	m.deg	120.6058	Pass	905.05
	Intermediate values					
	Equilibrium angle with heel arm		deg	9.1		
	Area 1 (under GZ), from 9.1 to 70.0 deg.		m.deg	145.2125		
	Area 1 (under HA), from 9.1 to 70.0 deg.		m.deg	24.6067		
	Area 1, from 9.1 to 70.0 deg.		m.deg	120.6058		
	Area 2 (under GZ), from -15.9 to 9.1 deg.		m.deg	-6.2255		

	Area2 (under HA), from -15.9 to 9.1 deg.		m.deg	17.1656		
	Area2, from -15.9 to 9.1 deg.		m.deg	23.3911		
	GZ(equilibrium)		m	0.682		
	GZ(max)		m	3.03		
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.a.(6) Longitudinal $GM > 0$				Pass	
	the value of	udinal				
	shall be greater than (>)	0 m		183.899	Pass	infinite
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.b.(1) Metacentric Height Greater than 0.15m				Pass	
	the value of	verse				
	shall be greater than (>)	0.15 m		4.333	Pass	2788.67

KOMPARTEMEN BOCOR = 6 & 7

Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(1): Angle of List or Loll.				Pass	
	shall be less than (<)	20 deg		0	Pass	99.99
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(2-4) Stability in beam winds.				Pass	
	Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$					
	A =	0.7 m				
	n =	2				
	gust ratio	1				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-13.8) deg		-13.8		
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	70 deg		70		
	first downflooding angle	n/a deg				
	angle of vanishing stability (with heel arm)	180 deg				
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50 deg		50		
	angle of first GZ peak	79.1 deg				
	angle of max. GZ	79.1 deg				
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersi onAngle				
	Criteria:				Pass	
	Area1 / Area2 shall be greater than (>)	140 %		527.18	Pass	276.56

	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall be less than (<)	60	%	25.46	Pass	57.57
	Area 1 shall be greater than (>)	12	m.deg	101.118	Pass	742.65
	Intermediate values					
	Equilibrium angle with heel arm		deg	11.2		
	Area1 (under GZ), from 11.2 to 70.0 deg.		m.deg	124.3312		
	Area1 (under HA), from 11.2 to 70.0 deg.		m.deg	23.2132		
	Area1, from 11.2 to 70.0 deg.		m.deg	101.118		
	Area2 (under GZ), from -13.8 to 11.2 deg.		m.deg	-1.9659		
	Area2 (under HA), from -13.8 to 11.2 deg.		m.deg	17.2152		
	Area2, from -13.8 to 11.2 deg.		m.deg	19.1811		
	GZ(equilibrium)		m	0.674		
	GZ(max)		m	2.646		
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.a.(6) Longitudinal GM > 0				Pass	
	the value of		udinal			
	shall be greater than (>)	0	m	192.953	Pass	infinite
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.b.(1) Metacentric Height Greater than 0.15m				Pass	
	the value of		verse			
	shall be greater than (>)	0.15	m	4.315	Pass	2776.67

KOMPARTEMEN BOCOR = 6 & 8

Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(1): Angle of List or Loll.				Pass	
	shall be less than (<)	20	deg	0	Pass	99.99
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(2-4) Stability in beam winds.				Pass	
	Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$					
	A =	0.7	m			
	n =	2				
	gust ratio	1				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-17.1)	deg	-17.1		
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					

	spec. heel angle	70	deg	70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	158.8	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	angle of first GZ peak	70	deg			
	angle of max. GZ	70	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersi onAngle				
	Criteria:				Pass	
	Area1 / Area2 shall be greater than (>)	140	%	491.1	Pass	250.79
	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall be less than (<)	60	%	21.56	Pass	64.07
	Area 1 shall be greater than (>)	12	m.deg	131.6735	Pass	997.28
	Intermediate values					
	Equilibrium angle with heel arm		deg	7.9		
	Area1 (under GZ), from 7.9 to 70.0 deg.		m.deg	157.104		
	Area1 (under HA), from 7.9 to 70.0 deg.		m.deg	25.4305		
	Area1, from 7.9 to 70.0 deg.		m.deg	131.6735		
	Area2 (under GZ), from -17.1 to 7.9 deg.		m.deg	-9.6956		
	Area2 (under HA), from -17.1 to 7.9 deg.		m.deg	17.1164		
	Area2, from -17.1 to 7.9 deg.		m.deg	26.812		
	GZ(equilibrium)		m	0.687		
	GZ(max)		m	3.185		
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.a.(6) Longitudinal				Pass	
	the value of	udinal				
	shall be greater than (>)	0	m	202.664	Pass	infinite
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.b.(1) Metacentric				Pass	
	Height Greater than 0.15m					
	the value of	verse				
	shall be greater than (>)	0.15	m	4.994	Pass	3229.33

KOMPARTEMEN BOCOR = 6 & 9

Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(1): Angle of List or Loll.				Pass	
	shall be less than (<)	20	deg	0	Pass	99.99

Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(2-4) Stability in beam winds.				Pass	
	Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$					
	A =	0.7	m			
	n =	2				
	gust ratio	1				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-14.8)	deg	-14.8		
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	70	deg	70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	162.1	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	angle of first GZ peak	79.1	deg			
	angle of max. GZ	79.1	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersionAngle				
	Criteria:				Pass	
	Area 1 / Area2 shall be greater than (>)	140	%	517.22	Pass	269.44
	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall be less than (<)	60	%	24.41	Pass	59.32
	Area 1 shall be greater than (>)	12	m.deg	108.6203	Pass	805.17
	Intermediate values					
	Equilibrium angle with heel arm		deg	10.2		
	Area1 (under GZ), from 10.2 to 70.0 deg.		m.deg	132.504		
	Area1 (under HA), from 10.2 to 70.0 deg.		m.deg	23.8836		
	Area1, from 10.2 to 70.0 deg.		m.deg	108.6203		
	Area2 (under GZ), from -14.8 to 10.2 deg.		m.deg	-3.8041		
	Area2 (under HA), from -14.8 to 10.2 deg.		m.deg	17.1967		
	Area2, from -14.8 to 10.2 deg.		m.deg	21.0007		
	GZ(equilibrium)		m	0.678		

	GZ(max)		m	2.778		
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.a.(0) Longitudinal $GM > 0$				Pass	
	the value of	udinal				
	shall be greater than (>)	0 m		160.01	Pass	infinite
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.b.(1) Metacentric Height Greater than 0.15m				Pass	
	the value of	verse				
	shall be greater than (>)	0.15 m		4.174	Pass	2682.67

KOMPARTEMEN BOCOR = 6 & 10

Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(1): Angle of List or Loll.				Pass	
	shall be less than (<)	20 deg		0	Pass	99.99
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(2-4) Stability in beam winds.				Pass	
	Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$					
	A =	0.7 m				
	n =	2				
	gust ratio	1				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-15.9) deg		-15.9		
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	70 deg		70		
	first downflooding angle	n/a deg				
	angle of vanishing stability (with heel arm)	158.8 deg				
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50 deg		50		
	angle of first GZ peak	70 deg				
	angle of max. GZ	70 deg				
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersi onAngle				
	Criteria:				Pass	
	Area1 / Area2 shall be greater than (>)	140 %		515.61	Pass	268.29
	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall be less than (<)	60 %		22.52	Pass	62.47
	Area 1 shall be greater than (>)	12 m.deg		120.6058	Pass	905.05
	Intermediate values					

	Equilibrium angle with heel arm		deg	9.1		
	Area1 (under GZ), from 9.1 to 70.0 deg.		m.deg	145.2125		
	Area1 (under HA), from 9.1 to 70.0 deg.		m.deg	24.6067		
	Area1, from 9.1 to 70.0 deg.		m.deg	120.6058		
	Area2 (under GZ), from -15.9 to 9.1 deg.		m.deg	-6.2255		
	Area2 (under HA), from -15.9 to 9.1 deg.		m.deg	17.1656		
	Area2, from -15.9 to 9.1 deg.		m.deg	23.3911		
	GZ(equilibrium)		m	0.682		
	GZ(max)		m	3.03		
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-100(NES100)	1.3.5.a.(6) Longitudinal $GM > 0$				Pass	
	the value of	udinal				
	shall be greater than (>)	0 m		183.899	Pass	infinite
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-100(NES100)	1.3.5.b.(1) Metacentric Height Greater than 0.15m				Pass	
	the value of	verse				
	shall be greater than (>)	0.15 m		4.333	Pass	2788.67

KOMPARTEMEN BOCOR = 7 & 8

Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(1): Angle of List or Loll.				Pass	
	shall be less than (<)	20 deg		0	Pass	99.99
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(2-4) Stability in beam winds.				Pass	
	Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$					
	A =	0.7 m				
	n =	2				
	gust ratio	1				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-14.8)	deg	-14.8		
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	70 deg		70		
	first downflooding angle	n/a deg				
	angle of vanishing stability (with heel arm)	180 deg				

	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	angle of first GZ peak	79.1	deg			
	angle of max. GZ	79.1	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersi onAngle				
	Criteria:				Pass	
	Area1 / Area2 shall be greater than (>)	140	%	531.93	Pass	279.95
	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall be less than (<)	60	%	23.92	Pass	60.13
	Area 1 shall be greater than (>)	12	m.deg	111.9804	Pass	833.17
	Intermediate values					
	Equilibrium angle with heel arm		deg	10.2		
	Area1 (under GZ), from 10.2 to 70.0 deg.		m.deg	135.8724		
	Area1 (under HA), from 10.2 to 70.0 deg.		m.deg	23.892		
	Area1, from 10.2 to 70.0 deg.		m.deg	111.9804		
	Area2 (under GZ), from -14.8 to 10.2 deg.		m.deg	-3.8555		
	Area2 (under HA), from -14.8 to 10.2 deg.		m.deg	17.1964		
	Area2, from -14.8 to 10.2 deg.		m.deg	21.0519		
	GZ(equilibrium)		m	0.678		
	GZ(max)		m	2.835		
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.a.(6) Longitudinal $GM > 0$				Pass	
	the value of		udinal			
	shall be greater than (>)	0	m	206.156	Pass	infinite
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.b.(1) Metacentric Height Greater than 0.15m				Pass	
	the value of		verse			
	shall be greater than (>)	0.15	m	3.839	Pass	2459.33

KOMPARTEMEN BOCOR = 7 & 9

Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(1): Angle of List or Loll.				Pass	
	shall be less than (<)	20	deg	0	Pass	99.99
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(2-4) Stability in beam winds.				Pass	

	Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$					
	A =	0.7	m			
	n =	2				
	gust ratio	1				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-11.6)	deg		-11.6	
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	70	deg		70	
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	180	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg		50	
	angle of first GZ peak	83.6	deg			
	angle of max. GZ	83.6	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmer sionAngle				
	Criteria:				Pass	
	Area1 / Area2 shall be greater than (>)	140	%		543.91	Pass 288.51
	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall be less than (<)	60	%		27.8	Pass 53.67
	Area 1 shall be greater than (>)	12	m.deg		87.3942	Pass 628.29
	Intermediate values					
	Equilibrium angle with heel arm		deg		13.4	
	Area1 (under GZ), from 13.4 to 70.0 deg.		m.deg		109.1063	
	Area1 (under HA), from 13.4 to 70.0 deg.		m.deg		21.712	
	Area1, from 13.4 to 70.0 deg.		m.deg		87.3942	
	Area2 (under GZ), from -11.6 to 13.4 deg.		m.deg		1.1518	
	Area2 (under HA), from -11.6 to 13.4 deg.		m.deg		17.2196	
	Area2, from -11.6 to 13.4 deg.		m.deg		16.0679	
	GZ(equilibrium)		m		0.662	
	GZ(max)		m		2.382	
Royal Navy, Damage Stability Criteria DS 02-100(NES100)	1.5.5.a.(6) Longitudinal $GM > 0$					Pass
	the value of	udinal				

	shall be greater than (>)	0	m	160.01	Pass	infinite
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.b.(1) Metacentric Height Greater than 0.15m				Pass	
	the value of	verse				
	shall be greater than (>)	0.15	m	4.174	Pass	2682.67

KOMPARTEMEN BOCOR = 7 & 10

Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(1): Angle of List or Loll.				Pass	
	shall be less than (<)	20	deg	0	Pass	99.99
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(2-4) Stability in beam winds.				Pass	
	Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$					
	A =	0.7	m			
	n =	2				
	gust ratio	1				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-13.8)	deg	-13.8		
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	70	deg	70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	180	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	angle of first GZ peak	79.1	deg			
	angle of max. GZ	79.1	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersi onAngle				
	Criteria:				Pass	
	Area1 / Area2 shall be greater than (>)	140	%	527.36	Pass	276.69
	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall be less than (<)	60	%	25.41	Pass	57.65
	Area 1 shall be greater than (>)	12	m.deg	101.4266	Pass	745.22
	Intermediate values					
	Equilibrium angle with heel arm		deg	11.2		
	Area1 (under GZ), from 11.2 to 70.0 deg.		m.deg	124.6607		

	Area1 (under HA), from 11.2 to 70.0 deg.		m.deg	23.234		
	Area1, from 11.2 to 70.0 deg.		m.deg	101.4266		
	Area2 (under GZ), from -13.8 to 11.2 deg.		m.deg	-2.0183		
	Area2 (under HA), from -13.8 to 11.2 deg.		m.deg	17.2148		
	Area2, from -13.8 to 11.2 deg.		m.deg	19.2331		
	GZ(equilibrium)		m	0.674		
	GZ(max)		m	2.652		
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.a.(6) Longitudinal $GM > 0$				Pass	
	the value of	udinal				
	shall be greater than (>)	0 m		183.899	Pass	infinite
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.b.(1) Metacentric Height Greater than 0.15m				Pass	
	the value of	verse				
	shall be greater than (>)	0.15 m		4.333	Pass	2788.67

KOMPARTEMEN BOCOR = 8 & 9

Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(1): Angle of List or Loll.				Pass	
	shall be less than (<)	20 deg		0	Pass	99.99
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(2-4) Stability in beam winds.				Pass	
	Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$					
	A =	0.7 m				
	n =	2				
	gust ratio	1				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-15.5)	deg	-15.5		
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	70 deg		70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	162.1	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50 deg		50		
	angle of first GZ peak	78.2	deg			
	angle of max. GZ	78.2	deg			

	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersi onAngle				
	Criteria:				Pass	
	Area1 / Area2 shall be greater than (>)	140 %		537.87	Pass	284.19
	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall be less than (<)	60 %		22.56	Pass	62.4
	Area 1 shall be greater than (>)	12 m.deg		121.5112	Pass	912.59
	Intermediate values					
	Equilibrium angle with heel arm		deg	9.5		
	Area1 (under GZ), from 9.5 to 70.0 deg.		m.deg	145.8788		
	Area1 (under HA), from 9.5 to 70.0 deg.		m.deg	24.3676		
	Area1, from 9.5 to 70.0 deg.		m.deg	121.5112		
	Area2 (under GZ), from -15.5 to 9.5 deg.		m.deg	-5.414		
	Area2 (under HA), from -15.5 to 9.5 deg.		m.deg	17.1771		
	Area2, from -15.5 to 9.5 deg.		m.deg	22.5911		
	GZ(equilibrium)		m	0.681		
	GZ(max)		m	3.019		
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.a.(6) Longitudinal				Pass	
	the value of	udinal				
	shall be greater than (>)	0 m		150.664	Pass	infinite
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109)	1.3.5.b.(1) Metacentric				Pass	
	Height Greater than 0.15m					
	the value of	verse				
	shall be greater than (>)	0.15 m		4.165	Pass	2676.67

KOMPARTEMEN BOCOR = 8 & 10

Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(1): Angle of List or Loll.				Pass	
	shall be less than (<)	20 deg		0	Pass	99.99
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(2-4) Stability in beam winds.				Pass	
	Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$					
	A =	0.7 m				
	n =	2				
	gust ratio	1				

	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-17.1)	deg	-17.1		
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	70	deg	70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	158.8	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	angle of first GZ peak	70	deg			
	angle of max. GZ	70	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersionAngle				
	Criteria:				Pass	
	Area1 / Area2 shall be greater than (>)	140	%	491.59	Pass	251.14
	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall be less than (<)	60	%	21.46	Pass	64.23
	Area 1 shall be greater than (>)	12	m.deg	132.7551	Pass	1006.29
	Intermediate values					
	Equilibrium angle with heel arm		deg	7.9		
	Area1 (under GZ), from 7.9 to 70.0 deg.		m.deg	158.2202		
	Area1 (under HA), from 7.9 to 70.0 deg.		m.deg	25.4651		
	Area1, from 7.9 to 70.0 deg.		m.deg	132.7551		
	Area2 (under GZ), from -17.1 to 7.9 deg.		m.deg	-9.891		
	Area2 (under HA), from -17.1 to 7.9 deg.		m.deg	17.114		
	Area2, from -17.1 to 7.9 deg.		m.deg	27.005		
	GZ(equilibrium)		m	0.687		
	GZ(max)		m	3.201		
Royal Navy, Damage Stability Criteria DS 02-100(NES100)	1.5.5.a.(6) Longitudinal GM > 0				Pass	
	the value of	udinal				
	shall be greater than (>)	0	m	190.718	Pass	infinite
Royal Navy, Damage Stability Criteria DS 02-100(NES100)	1.5.5.b.(1) Metacentric Height Greater than 0.15m				Pass	
	the value of	verse				
	shall be greater than (>)	0.15	m	5.027	Pass	3251.33

KOMPARTEMEN BOCOR = 9 & 10

Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(1): Angle of List or Loll.				Pass	
	shall be less than (<)	20	deg	0	Pass	99.99
Royal Navy, Damage Stability Criteria; DS 02-109(NES109) Part 1	1.3.5.a.(2-4) Stability in beam winds.				Pass	
	Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$					
	A =	0.7	m			
	n =	2				
	gust ratio	1				
	Area2 integrated to the lesser of					
	roll back angle from equilibrium (with heel arm)	25.0 (-14.7)	deg	-14.7		
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:					
	spec. heel angle	70	deg	70		
	first downflooding angle	n/a	deg			
	angle of vanishing stability (with heel arm)	162.1	deg			
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:					
	spec. heel angle	50	deg	50		
	angle of first GZ peak	79.1	deg			
	angle of max. GZ	79.1	deg			
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersi onAngle				
	Criteria:				Pass	
	Area1 / Area2 shall be greater than (>)	140	%	522.18	Pass	272.99
	GZ(equilibrium) / GZ(max) shall be less than (<)	60	%	24.38	Pass	59.37
	Area 1 shall be greater than (>)	12	m.deg	108.6701	Pass	805.58
	Intermediate values					
	Equilibrium angle with heel arm		deg	10.3		
	Area1 (under GZ), from 10.3 to 70.0 deg.		m.deg	132.4866		
	Area1 (under HA), from 10.3 to 70.0 deg.		m.deg	23.8164		
	Area1, from 10.3 to 70.0 deg.		m.deg	108.6701		

	Area2 (under GZ), from -14.7 to 10.3 deg.		m.deg	-3.612		
	Area2 (under HA), from -14.7 to 10.3 deg.		m.deg	17.199		
	Area2, from -14.7 to 10.3 deg.		m.deg	20.811		
	GZ(equilibrium)		m	0.678		
	GZ(max)		m	2.779		
Royal Navy, Damage Stability Criteria: DS 02-100(NES100)	1.5.5.a.(6) Longitudinal $GM > 0$				Pass	
	the value of	udinal				
	shall be greater than ($>$)	0 m		123.543	Pass	infinite
Royal Navy, Damage Stability Criteria: DS 02-100(NES100)	1.5.5.b.(1) Metacentric Height Greater than 0.15m				Pass	
	the value of	verse				
	shall be greater than ($>$)	0.15 m		3.831	Pass	2454

BUILDING COST

BUILDING COST			
No	Item	Value	Unit
1	Lambung Kapal (Hull)		
	<i>(Tebal pelat = 12 mm, jenis material = ASTM A36</i>		
	<i>Sumber: http://carbonsteelplate.sell.everychina.com/p-100283961-s235-6mm-8mm-12mm-14mm-mild-steel-plate-for-shipping.html (per 24 Juni 2020)</i>		
	Harga	1000	USD/ton
	Berat Lambung Kapal	205.689	ton
	Harga Lambung Kapal	\$ 205,689.46	USD
2	Geladak Kapal (Deck)		
	<i>(Tebal pelat = 12 mm, jenis material = ASTM A36</i>		
	<i>Sumber: http://carbonsteelplate.sell.everychina.com/p-100283961-s235-6mm-8mm-12mm-14mm-mild-steel-plate-for-shipping.html (per 24 Juni 2020)</i>		
	Harga	1000	USD/ton
	Berat Geladak Kapal	86.241	ton
	Harga Geladak Kapal	\$ 86,240.67	USD
3	Bangunan Atas Kapal		
	<i>(Tebal pelat = 8 mm, jenis material = ASTM A36)</i>		
	<i>Sumber: http://carbonsteelplate.sell.everychina.com/p-100283961-s235-6mm-8mm-12mm-14mm-mild-steel-plate-for-shipping.html (per 24 Juni 2020)</i>		
	Harga	1000	USD/ton
	Berat Bangunan Atas Kapal	54.488	ton
	Harga Bangunan Atas Kapal	\$ 54,487.85	USD
4	Konstruksi Lambung Kapal		
	<i>Sumber: http://carbonsteelplate.sell.everychina.com/p-100283961-s235-6mm-8mm-12mm-14mm-mild-steel-plate-for-shipping.html (per 24 Juni 2020)</i>		
	Harga	1,000	USD/ton
	Berat Konstruksi Lambung Kapal	103.925	ton
		Harga Konstruksi Lambung Kapal	\$ 103,925.39
Total Harga ASTM A36		\$ 675,515.06	USD

No	Item	Value	Unit
1	Kaca Fireproof		
	https://www.alibaba.com/product-detail/Marine-Fixed-aluminum-fireproof-rectangular-window_845911148.html?spm=a2700.7724838.2017115.89.5d94197fqKcmUt		
	Harga per unit	500	
	Jumlah	22	pieces
	Harga Kaca Fireproof	\$ 11,000.00	USD
2	Kaca CVS Clear View Screen		
	https://www.alibaba.com/product-detail/Marine-Ship-Boat-Rectangular-Window-with_1255917917.html?spm=a2700.7724838.2017115.101.5d94197fqKcmUt		
	Jumlah	1	unit
	Harga per unit	800	USD
	Harga Kaca CVS	\$ 800.00	USD

3	Peralatan Navigasi & Komunikasi (PT. XXX)			
	I. SEWACO			
	A. Radar navigasi I (Furuno)	IDR	542,500,000	
	B. Radar navigasi II (Furuno)	IDR	730,000,000	
	C. Sistem Gyro/INS (Inertial Navigation System) (A	IDR	754,850,000.00	
	D. GPS Navigasi			
	1. GPS Fix (Garmin and Furuno)	IDR	31,500,000.00	
	2. GPS Portable (Garmin)	IDR	14,400,000.00	
	E. Compass Magnet (Lilley and Gillie)	IDR	120,750,000.00	
	F. Speedlog (Walker)	IDR	152,500,000.00	
	G. Echo Sounder (Furuno)	IDR	98,000,000.00	
	H. Windspeed Direction (Walker)	IDR	59,350,000.00	
	I. Weather Chart (Furuno)	IDR	45,200,000.00	
	J. Teropong Siang (Bushnell/Flir)	IDR	101,600,000.00	
	K. Teropong Malam (Bushnell/Flir)	IDR	57,000,000.00	
	L. ECDIS (Furuno)	IDR	333,100,000.00	
	M. AIS (Furuno)	IDR	58,400,000.00	
	II. Communication System			
	A. External Communication			
	1. Tranceiver HF SSB 500W (Barret)	IDR	490,000,000	1 set
	2. Tranceiver HF SSB 125W (Barret)	IDR	247,000,000	2 set
	3. Digital VLF-HF Receiver (RS)	IDR	370,000,000	1 set
	4. TRX VHF AM/FM GTA (Jotron)	IDR	310,000,000	1 set
	5. TRX VHF AM/FM GTA-HT (ICOM)	IDR	10,000,000	1 set
	6. TRX UHF-AM/FM (Jotron)	IDR	820,000,000	1 set
	7. TRX VHF FM LB Base Station (Datron)	IDR	260,000,000	1 set
	8. TRX VHF FM LB Manpack (Datron)	IDR	320,000,000	2 set
	9. TRX VHF FM MB Base Station (ICOM)	IDR	16,600,000	2 set
	10. TRX VHF FM HT (ICOM)	IDR	53,600,000	8 unit
	11. Digital Encryption (RS)	IDR	1,520,000,000	1 unit
	GMDSS System			
	1. Navtex (Navigational Telex) (Samyung)	IDR	39,300,000	1 unit
	2. SART (Search Radar Transponder) (Jotro	IDR	55,200,000	2 set
	3. EPIRB (Emergency Position) (Jotron)	IDR	33,300,000	2 set
	4. TRX VHF FM HT MB (Survival) (ICOM)	IDR	22,000,000	2 set
	5. TRX VHF FM Marine Band (DSC) (ICO	IDR	30,800,000	4 set
	B. Internal Communication			
1. PABX (Panasonic)	IDR	65,000,000	1 set	
2. General Anouncing (TOA)	IDR	189,000,000	1 set	
3. Sound Powered Telephone (BTS 4000)	IDR	90,000,000	1 set	
4. Entertainment (LG)	IDR	25,000,000	1 set	
5. Audio Matrix System (LEN Navis)	IDR	2,250,000,000	1 set	
C. Visual Communication				
1. International/Fleet and NATO Sign Flag	IDR	2,400,000	2 set	
2. Semaphore Flag	IDR	600,000	1 set	
3. Aldis Lamp	IDR	2,500,000	1 set	
D. Electronic Measurement and Tools				
1. Digital Multi motor	IDR	9,000,000	1 set	
2. Electronic Tool Set	IDR	4,500,000	1 set	
E. Kelengkapan Sandi				
1. Almari Besi	IDR	6,091,500	1 unit	
2. Penghancur kertas	IDR	3,000,000	1 unit	
3. Filing Cabinet	IDR	5,300,000	1 unit	
Harga Peralatan Navigasi dan Komunikasi	IDR	10,349,341,500	IDR	
4	Railing			
	https://www.alibaba.com/product-detail/Stair-handrail-marine-stainless-steel-railing_1966587182.html?spm=a2700.7724838.2017115.304.37f74424sGODdj			
	Harga per meter	38	USD	
	Panjang	400.000	m	
Harga total	\$	15,200.00	USD	
5	Sonar			
	https://www.sbir.gov/sbirsearch/detail/165031			
Harga sonar	\$	99,940.00	USD	
6	Crane			
	https://www.alibaba.com/product-detail/small-lifting-capacity-ship-deck-marine_62427771056.html?spm=a2700.gallerofferlist.0.0.41f6abc2n7aBeK			
	Harga crane	\$	11,980.00	
7	Jangkar			
	https://www.alibaba.com/product-detail/Marine-HHP-High-Holding-Power-Hall_830099526.html?spm=a2700.details.deiletai6.17.1e664745SvmZPj			
	Harga Jangkar	\$	40,000.00	
8	Chains			
	https://www.alibaba.com/product-detail/color-painted-link-chain-13-mm_60747196055.html?spm=a2700.7724838.2017115.1.31e51ebf58taCw&s=p			
	Harga per meter	10	USD	
	Panjang	90	m	
Harga chain	\$	900.00	USD	

9	Windlass		
	https://www.alibaba.com/product-detail/Customizable-High-Quality-Good-Performance-Used_60794340671.html?spm=a2700.7724838.2017115.1.71b017d2JQ4X2&s=p		
	Harga windlass	\$ 10,000.00	USD
10	Mooring Lines		
	https://www.alibaba.com/product-detail/8-Strand-plait-46mm-Nylon-Navy_60764513727.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.1e9330cbwcajC		
	Harga per meter	2.00	USD
	Panjang	1610.00	m
	Harga chain	\$ 3,220.00	USD
11	Mooring Winch		
	https://www.alibaba.com/product-detail/High-Speed-Electric-variable-speed-wire_62454780670.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.d9552441ri29CQ&s=p		
	Jumlah	2	unit
	Harga per unit	10000	USD
	Harga winch	\$ 20,000.00	USD
12	Lifebuoy (https://www.alibaba.com/product-detail/High-quality-swimming-pool-saving-equipment_6)		
	Jumlah	14	Unit
	Harga per unit	20	USD
	Harga total	\$ 280.00	USD
13	Liferaft (https://www.alibaba.com/product-detail/SOLAS-approved-6-10-12-)		
	Jumlah	7	Unit
	Harga per unit	1,500	USD
	Harga total	\$ 10,500.00	USD
14	Life Jacket (https://www.alibaba.com/product-detail/SOLAS-Approved-Marine-Adult-Foam-Life_60)		
	Jumlah	50	Unit
	Harga per unit	30	USD
	Harga total	\$ 1,500.00	USD
15	Pintu (www.alibaba.com)		
	Pintu Geladak	8	unit
	Pintu Ruangan Amunisi	3	unit
	Pintu ruangan	70	Unit
	Harga per unit pintu geladak	3000	USD
	Harga per unit pintu ruangan amunisi	2500	
	Harga per unit pintu ruangan	80	USD
Harga total	\$ 37,100.00	USD	
16	Air Conditioning (https://www.alibaba.com/product-detail/Gree-LOMO-Smart-Home-Cooler-Wall)		
	Jumlah	73	Unit
	Harga per unit	498	USD
	Harga total	\$ 36,354.00	USD
17	Davit (https://www.alibaba.com/product-detail/offshore-fast-rescue-boat-launching-device_6251414)		
	Jumlah	1	Unit
	Harga per unit	10,000	USD
	Harga total	\$ 10,000.00	USD
18	Life Boat (https://www.alibaba.com/product-detail/SOLAS-Marine-Emergency-Rescue-Boat-Free_60)		
	Jumlah	1	Unit
	Harga per unit	45,000	USD
	Harga total	\$ 45,000.00	USD
19	Kasur Tingkat (https://www.alibaba.com/product-detail/Shengwei-2017-hot-selling-customized-new)		
	Jumlah	16	Unit
	Harga per unit	70	USD
	Harga total	\$ 1,120.00	USD
20	Patrol Boat (https://www.alibaba.com/product-detail/Germany-AL-RIB-700-Aluminum-Hull_623799)		
	Jumlah	1	Unit
	Harga per unit	12,000	USD
	Harga total	\$ 12,000.00	USD
21	Fire Extinguisher (https://www.alibaba.com/product-detail/K5B-5KG-CO2-89B-Fire-Extinguisher_)		
	Jumlah	73	Unit
	Harga per unit	30.00	USD
	Harga total	\$ 2,190.00	USD
22	Fuel Oil Pump (https://www.alibaba.com/product-detail/Honghai-3G-series-marine-heavy-fuel_601)		
	Jumlah	5	unit
	Harga per unit	1,000.00	USD
	Harga total	\$ 5,000.00	USD
22	Fresh Water Pump (https://www.alibaba.com/product-detail/qdx-qx-electric-submersible-pumps-cle)		
	Jumlah	6	unit
	Harga per unit	85.00	USD
	Harga total	\$ 510.00	USD
23	Sewage Pump (https://www.alibaba.com/product-detail/Submersible-Seawater-Resistant-Dewatering)		
	Jumlah	2	unit
	Harga per unit	299.00	USD
	Harga total	\$ 598.00	USD
24	Seawater Pump (https://www.alibaba.com/product-detail/Submersible-Seawater-Resistant-Dewatering)		
	Jumlah	2	unit
	Harga per unit	299.00	USD
	Harga total	\$ 598.00	USD
Total Harga Equipment & Outfitting		\$ 375,790.00	USD

Sistem Penggerak	No	Item	Value	Unit
	1	Main Engine CAT 3512 (https://www.marketbook.web.id/listings/construction-equipment/for-)		
		Jumlah	2	unit
		Harga per unit	380000	USD/unit
		Shipping Cost	95,000	USD
	Harga Main Engine			\$ 855,000 USD
	2	Auxiliary Engine (https://longwei1966.en.made-in-china.com/product/CjKxcJMDXivm/China-)		
		Jumlah generator	2	unit
		Harga per unit	200000	USD/unit
		Shipping Cost	1,000	USD
Harga Generator			\$ 401,000 USD	
3	Emergency Generator (https://www.alibaba.com/product)			
	Shipping Cost	1000	USD	
	Harga Emergency Generator			\$ 301,000 USD
4	Propeller (https://www.alibaba.com)			
	Harga per unit	55000	USD	
	Shipping Cost	13750	USD	
	Jumlah Propeller	2	unit	
Harga Propeller			\$ 123,750 USD	
5	Shaft			
	Shipping Cost	100	USD	
	Harga Shaft			\$ 20,100 USD
Total Harga Sistem Penggerak			\$ 1,700,850 USD	

Biaya Pembangunan			
No	Item	Value	Unit
1	Material ASTM A36	\$ 675,515.06	USD
2	Equipment & Outfitting	\$ 375,790.00	USD
3	Alat Navigasi dan Komunikasi	IDR 10,349,341,500.00	IDR
		\$ 705,305.91	USD
4	Sistem Penggerak	\$ 1,700,850.00	USD
Subtotal Harga (USD)		\$ 3,457,461	USD
5	Combat Systems (35%-40% Production Cost)	\$ 1,382,984.39	USD
Total Harga (USD)		\$ 4,840,445	USD
Kurs Rupiah - US Dollar (per 26 Juni 2020)		14,673.55	Rp/USD
Total Harga (Rupiah)		Rp 71,026,516,896.59	Rp

IDR 9,912,203,982.71
IDR 5,514,173,354.50

IDR 24,957,507,517.50

IDR 50,733,226,354.71
IDR 20,293,290,541.88

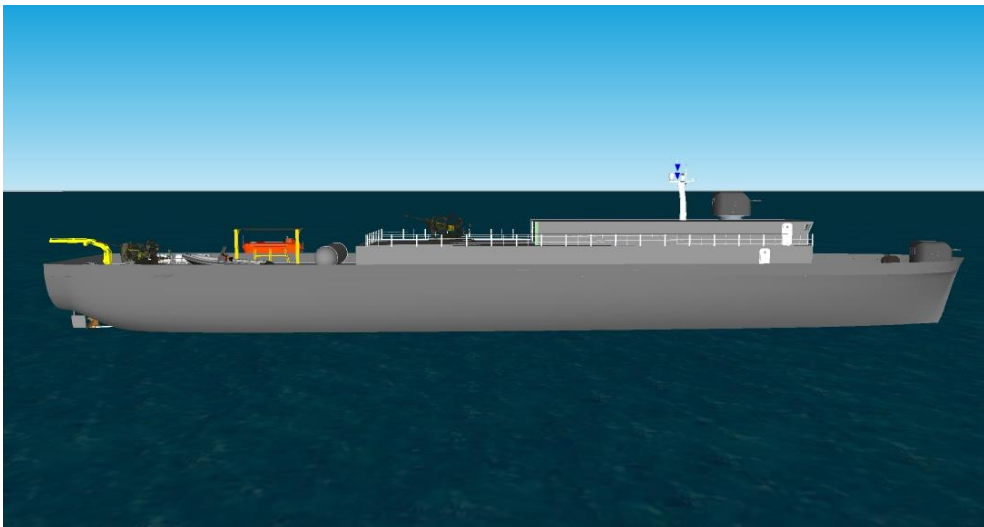
IDR 71,026,516,896.59

Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi dan Kebijakan Pemerintah			
No	Item	Value	Unit
1	Labour Cost		
	20% dari biaya pembangunan awal		
	Labour Cost	Rp 10,146,645,270.94	Rp
2	Biaya Untuk Inflasi		
	2% dari biaya pembangunan awal		
	Biaya Inflasi	Rp 1,420,530,337.93	Rp
3	Biaya Pajak		
	10% PPn (Pajak Pertambahan Nilai)		
	Biaya Pajak Pemerintah	Rp 7,102,651,689.66	Rp
Total Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi		Rp 18,669,827,298.53	Rp

Total biaya pembangunan kapal	=	Biaya Pembangunan + Profit Galangan + Biaya Inflasi + Pajak Pemerintah
	=	71,026,516,897 + 10,146,645,271 + 1,420,530,338 + 7,102,651,690
	=	Rp 89,696,344,195.12

Total harga kapal adalah	
Biaya	Value
Biaya Pembangunan	Rp 71,026,516,897
Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi dan Kebijakan Pemerintah	Rp 18,669,827,299
Total Harga Kapal	Rp 89,696,344,195

LAMPIRAN D
MODEL 3D



BIODATA PENULIS



Elisarigitsifa Margareth, itulah nama lengkap penulis. Dilahirkan di Jakarta pada 11 Maret 1999 silam, Penulis merupakan anak pertama dalam keluarga. Penulis menempuh pendidikan formal tingkat dasar pada TK Hati Suci, kemudian melanjutkan ke SD Santo Bellarminus, SMP Santa Ursula dan SMA Santa Ursula. Setelah lulus SMA, Penulis diterima di Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS pada tahun 2016 melalui jalur SBMPTN.

Di Departemen Teknik Perkapalan Penulis mengambil Bidang Studi Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal. Selama masa studi di ITS, selain kuliah Penulis juga pernah menjadi *staff* Kementerian Hubungan Luar BEM ITS 2017/2018, *staff* Departemen Hubungan Luar HIMATEKPAL 2017/2018, dan Kepala Departemen Hubungan Luar HIMATEKPAL 2018/2019.

Penulis tercatat pernah menjadi asisten dosen mata kuliah Fisika Dasar I di bawah naungan UPMB ITS dan asisten dosen mata kuliah Mekanika Teknik II di bawah naungan Departemen Teknik Perkapalan ITS.

Email: elisarms11@gmail.com