TUGAS AKHIR – ME184841

ANALISA PENEMPATAN KUBAH TANK X PADA KAPAL JENIS TRIMARAN

DENI ANDRIANTO

NRP. 04211746000026

DOSEN PEMBIMBING :

Ir. Agoes Santoso, M.Sc,.M.phill.

DOSEN PEMBIMBING :

Ir. Tony Bambang Musriyadi, PGD.,M.MT

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN

FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2020

TUGAS AKHIR – ME184841

ANALISA PENEMPATAN KUBAH TANK X PADA KAPAL JENIS TRIMARAN

DENI ANDRIANTO

NRP. 04211746000026

DOSEN PEMBIMBING :

Ir. Agoes Santoso, M.Sc,.M.phill.

DOSEN PEMBIMBING :

Ir. Tony Bambang Musriyadi, PGD.,M.MT

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN

FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2020

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA PENEMPATAN KUBAH TANK X PADA KAPAL JENIS TRIMARAN

TUGAS AKHIR

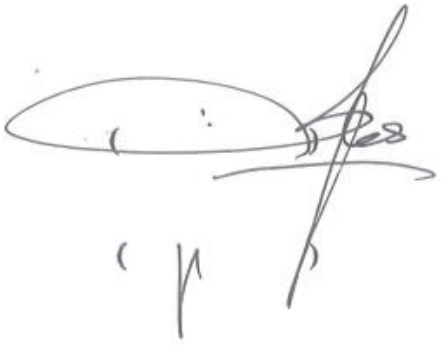
Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memeperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Bidang Studi Marine Fluid Machinery and System (MMS)
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:
Deni Andrianto
NRP. 04211746000026

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

1. Ir. Agoes Santoso MSc., Mphill
   NIP. 196809281991021001

2. Ir. Tony Bambang Musriyadi, PGD., M.MT
   NIP. 195904101987011001



Surabaya, Januari 2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA PENEMPATAN KUBAH TANK X PADA KAPAL JENIS TRIMARAN

TUGAS AKHIR
Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Bidang Studi Marine Fluid Machinery and System (MMS)
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:
Deni Andrianto
NRP. 04211746000026

Disetujui Oleh :
Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
DEPARTEMEN
TEKNIK SISTEM
PERKAPALAN

Beny Cahyono, S.T., M.T., Ph. D.
NIP. 197903192000811008

Surabaya, Januari 2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ANALISA PENEMPATAN KUBAH TANK X PADA KAPAL JENIS TRIMARAN

Nama Mahasiswa : Deni Andrianto
NRP : 042117000026
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Dosen Pembimbing : Ir. Agoes Santoso, M.Sc,.M.phill.
: Ir. Tony Bambang Musriyadi, PGD.,M.MT

ABSTRAK

Kendaraan tank laut merupakan salah satu tipe kapal perang yang paling flexible untuk digunakan di perairan dangkal, terutama sebagai kendaraan untuk peralatan operasi militer. Namun dengan seiring dengan berkembangnya zaman, kapal tersebut tidak selalu untuk perang melainkan sebagai sarana pertahanan, yang di fungsikan untuk menakuti atau menangkap kapal ikan asing yang masuk ke territorial Indonesia. Dalam tugas akhir ini dimulai dari studi literatur, pengumpulan data-data penunjang untuk digunakan menjadi parameter permodelan. Pembuatan model lambung trimaran akan dibuat menggunakan MAXURF. Setelah mengetahui model lambung trimaran maka di lanjutkan dengan mencari nilai stabilitas yang di simulasikan menggunakan maxsurf untuk mencari nilai stabilitas yang paling optimal.

Dari hasil Analisa telah diperoleh hasil Analisa stabilitas yang telah memenuhi kriteria IMO. Ditinjau dari aturan IMO (international maritime Organization) dengan Code A.749(18) Criteria 3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater dan Criteria 3.1.2.4: Initial GMt. Hasil analisa secara keseluruhan menunjukan bahwa stabilitas dari kapal tank x trimaran dinyatakan memenuhi standar yang ditetapkan oleh IMO. sehingga kapal tersebut memiliki stabilitas yang baik.

Kata Kunci: Kapal trimaran, Kapal Tank, Hidrostatis, Stabilitas

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ANALYSIS PLACEMENT DOME TANK X SHIP TRIMARAN

Student name : Deni Andrianto
NRP : 042117000026
Departement : Teknik Sistem Perkapalan.
Conselour Lecture 1 : Ir. Agoes Santoso, M.Sc,.M.phill.
Conselour Lecture 2 : Ir. Tony Bambang Musriyadi, PGD.,M.MT

ABSTRACT

Sea tank vehicles are one of the most flexible types of warships for use in shallow waters, especially as vehicles for military operations equipment. But along with the development of the times, the ship is not always for war but as a means of defense, which is used to frighten or capture foreign fishing vessels that enter Indonesian territory. In this thesis starts from the study of literature, collecting supporting data to be used as modeling parameters. Trimaran hull modeling will be made using MAXURF. After knowing the trimaran hull model then proceed by finding the stability value which is simulated using maxsurf to find the most optimal stability value.

From the analysis results have been obtained the results of the stability analysis that has met the IMO criteria. Judging from the rules of the IMO (international maritime Organization) with Code A.749 (18) Criteria 3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater and Criteria 3.1.2.4: Initial GMt. Overall analysis results show that the stability of the x trimaran tank is stated to meet the standards set by IMO. so that the ship has good stability.

Keywords: Trimaran Ship, Tank Ship, Hydrostatic, Stability

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Dengan mengucap puji syukur kepada Allah SWT atas segala karuniaNya. Penulis dapat menyeleaikan Skripsi ini dengan baik. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi tugas yang diberikan kepada mahasiswa Departemen Teknik Sistem Perkapalan sebagai salah satu syarat guna mencapai gelar Sarjana.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada seluruh pihak yang telah terlibat dalam menyelesaikan penulisan laporan tugas akhir ini. Terimakasih ini saya sampaikan khususnya kepada :

1. Kepada Allah SWT yang telah memberikan kesempatan dan RahmatNya.
2. Terima kasih Papa, Mama, Tita, dan Novita yang telah memberi masukan, dukungan dan nasehat sehingga penulis dapat melewati tahap sarjana ini.
3. Bapak Beny Cahyono, ST.,M.T.,Ph.D. selaku ketua departemen Teknik Sistem Perkapalan.
4. Bapak Nurhadi Siswantoro ST., MT. selaku Dosen Wali.
5. Bapak Ir. Agoes Santoso MSc., MPhill., yang telah meluangkan waktu untuk membimbing penulis menyelesaikan penelitian ini.
6. Bapak Ir. Tony Bambang Musriyadi, PGD., M.MT. yang telah meluangkan waktu untuk membimbing penulis menyelesaikan penelitian ini.
7. Seluruh Dosen Departeme Teknik Sistem Perkapalan yang telah memberikan ilmu beserta pengalamannya selama ini.
8. Teman – teman lab MMS Teknik Sistem Perkapalan beserta pengurus dan jajaranya.
9. Teman – teman Lintas Jalur tahun 2017 semester genap Teknik Sistem Perkapalan.
10. Serta seluruh orang yang telah terlibat dan mendukung terselesainnya tugas akhir ini.

Semoga dengan selesainnya Tugas Akhir ini dapat menambah wawasan serta ilmu yang bermanfaat bagi para pembaca sekalian.

Waasalamu’alaikum Wr. Wb.

Surabaya, Januari 2020

Penyusun

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN i
LEMBAR PENGESAHAN iii
ABSTRAK v
DAFTAR ISI xi
DAFTAR GAMBAR xiii
DAFTAR TABEL xv
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Perumusan Masalah 4
1.3. Tujuan Skripsi 4
1.4. Manfaat 4
1.5. Batasan Masalah 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1. Definisi Kapal Tank 5
2.2. Trimaran 5
2.3. Hidrostatik 5
2.3.1. Fungsi Lengkung Hidrostatik 6
2.3.2. Penggambaran Kurva Hidrostatik 8
2.4. Stabilitas Kapal 8
2.5. Keseimbangan Kapal 8
2.5.1. Jenis Stabilitas Kapal 10
2.5.2. Titik Berat (Centre of Gravity) 10
2.5.3. Titik Tekan (Centre of Buoyancy) 11
2.5.4. Titik Berat Garis Air (Centre of Floatation) 11
2.5.5. Titik Metasentra (Metacentric Height) 11
2.6. Maxurf 12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 15
3.1. Studi Pendahuluan 15
3.2. Pengumpulan Data 15
3.3. Perancangan Model 15
3.4. Perhitungan dan pengujian model 15
3.5. Analisa dan pembahasan 15
3.6. Penarikan kesimpulan 15
3.7. Jadwal Pelaksanaan 17
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN 19
4.1. Pembuatan Model Kapal 19
4.2. Kubah Tank 22
4.3. General Arrangement 23

4.4. . Analisa Hydrostatik 25
4.5. Perencanaan Penempatan Kubah Tank 27
4.6. Analisa Load case 32
4.7. Analisa Stabilitas kapal 41
4.8. Analisa Saat Kondisi Penembakan 46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 49
5.1. Kesimpulan 49
5.2. Saran 49
DAFTAR PUSTAKA 51
LAMPIRAN 53
BIODATA PENULIS 65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2 1 Kapal Tank X 5
Gambar 2 2 Kesetimbangan 9
Gambar 2 3 Titik stabilitas melintang 10
Gambar 2 4 Titik stabilitas memanjang 12
Gambar 2 5 maxsurf 13
Gambar 3 1 diagram alir metodologi penelitian 16
Gambar 4 1model kapal trimaran 19
Gambar 4 2 frame of reference 20
Gambar 4 3 pandangan samping 20
Gambar 4 4. vessel type 21
Gambar 4 5kurva CSA 22
Gambar 4 6 model kubah tank Leopard 2A0 22
gambar 4 7 Pandangan samping 23
gambar 4 8 Pandangan atas 1 24
gambar 4 9 Pandangan atas 2 24
Gambar 4 10grafik hidrostatik 26
Gambar 4 11profile 1 28
Gambar 4 12area curve 1 28
Gambar 4 13profile 2 29
Gambar 4 14area curve 2 29
Gambar 4 15profile 3 30
Gambar 4 16area curve 3 30
Gambar 4 17profile 4 31
Gambar 4 18area curve 4 31
Gambar 4 19 Grafik lengan stabilitas kondisi FOT 0% 33
Gambar 4 20 Grafik lengan stabilitas kondisi FOT 25% 35
Gambar 4 21 Grafik lengan stabilitas kondisi FOT 50% 37
Gambar 4 22 Grafik lengan stabilitas kondisi FOT 75% 39
Gambar 4 23 Grafik lengan stabilitas kondisi FOT 100% 41
Gambar 4 24 cross curve KN 43

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 4 1 perhitungan hidrostatik kapal 21
Tabel 4 2 perhitungan hidrostatik 25
Tabel 4 3 loadcase 1 28
Tabel 4 4 loadcase 2 29
Tabel 4 5 loadcase 3 30
Tabel 4 6 loadcase 4 31
Tabel 4 7 kondisi loadcase FOT 0% 32
Tabel 4 8 output garis lengan stabilitas 32
Tabel 4 9 kondisi loadcase FOT 25% 34
Tabel 4 10 output garis lengan stabilitas 34
Tabel 4 11 kondisi loadcase FOT 50% 35
Tabel 4 12 output garis lengan stabilitas 36
Tabel 4 13 kondisi loadcase FOT 75% 37
Tabel 4 14 output garis lengan stabilitas 38
Tabel 4 15 kondisi loadcase FOT 100% 39
Tabel 4 16 output garis lengan stabilitas 40
Tabel 4 17 output diagram cross curve KN 42
Tabel 4 18 Hasil input kriteria stabilitas IMO 43
Tabel 4 19 loadcase penembakan 46
Tabel 4 20 hasil loadcase penembakan 46
Tabel 4 21 loadcase penembakan 47
Tabel 4 22 hasil loadcase penembakan 47

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kapal perang adalah kapal yang digunakan untuk kepentingan militer atau angkatan bersenjata. Umumnya terbagi atas kapal induk, kapal kombatan, kapal patroli, kapal angkut, kapal selam dan kapal pendukung yang digunakan angkatan laut seperti kapal tanker dan kapal tender. Di beberapa negara yang memiliki lautan yang membeku pada musim tertentu seperti Rusia dan Finlandia misalnya, kapal pemecah es juga digunakan. Pada masa sekarang ini, khususnya negara-negara yang memiliki kawasan perairan, kebutuhan membangun Angkatan Laut dan kapal-kapal perang adalah penting. Yang kemudian disesuaikan dengan kemampuan dan kesanggupan masing-masing negara. Sebagaimana Angkatan Udara, pembangunan Angkatan Laut bergantung pada perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya di dunia perairan. Selain itu, membangun angkatan laut membutuhkan biaya dan sumber daya yang besar. Tidak hanya untuk membangun jumlah armada yang dibutuhkan, melainkan juga untuk menjaga agar armada yang ada dapat beroperasi dengan baik. Untuk mengatur operasi dan pengadaan armada Angkatan Laut, masing-masing negara memiliki proyeksi kekuatan laut yang disesuaikan dengan kebutuhan dan kepentingannya sendiri-sendiri. Namun, pada umumnya ada tiga jenis proyeksi kekuatan laut yang dikenal oleh banyak negara maritim yakni Green Water Navy, Brown Water Navy, dan Blue Water Navy. Pembagian ini pertama kali dipopulerkan oleh Angkatan Laut Amerika Serikat, yang nyata-nyata saat ini telah menguasai ketiga jenis kekuatan tersebut

Fungsi dari kapal perang yaitu dimana sebuah negara membutuhkan atau perlu melindungi posisinya di perairan dan memberikan keamanan dan melindungi negara dan aktivitasnya seperti nelayan dan perdagangan.

Jenis- jenis kapal perang diantara lainnya yaitu Kapal induk adalah sebutan untuk kapal perang yang memuat pesawat tempur dalam jumlah besar. Tugasnya adalah memindahkan kekuatan udara ke dalam armada angkatan laut sebagai pendukung operasi-operasi angkatan laut. Selain itu juga digunakan sebagai pusat komando operasi dan sebagai kekuatan *deterrence* atau memberikan efek gentar pada lawan. Sebagai kapal yang membawa pesawat, kapal induk memiliki fleksibilitas tempur yang lebih tinggi dibanding jenis kapal perang lainnya. Selain kegunaan tempur, kapal induk juga memiliki fungsi-fungsi lain seperti pengintaian, superioritas udara, atau memberikan bantuan.

Kapal selam adalah kapal yang bergerak di bawah permukaan air, umumnya digunakan untuk tujuan dan kepentingan militer. Sebagian besar Angkatan Laut memiliki dan mengoperasikan kapal selam sekalipun jumlah dan populasinya masing-masing negara berbeda. Selain digunakan untuk kepentingan militer, kapal selam juga digunakan untuk ilmu pengetahuan laut dan air tawar dan untuk bertugas

di kedalaman yang tidak sesuai untuk penyelam manusia. Jerman memiliki kapal selam yang populer dengan sebutan U-Boat yang merupakan ringkasan bagi *Unterseeboot*, mulai ditugaskan dalam Perang Dunia I sebagai sistem senjata yang mematikan bagi Angkatan Laut lawan terlebih-lebih pada Perang Dunia II. Sehingga terkenal dengan sebutan *U-Class*. Selain Jerman, negara yang populer menggunakan kapal selam sebagai kekuatan utama Angkatan Laut adalah Uni Soviet/Rusia.

Kapal kombatan adalah kapal perang bersenjata yang lazim dimiliki oleh angkatan laut yang digunakan untuk pertempuran langsung di lautan. Umumnya dipersenjatai dengan meriam, meriam anti serangan udara, peluru kendali baik anti serangan udara, anti kapal selam, maupun terhadap sasaran di darat, torpedo, ranjau, bahkan rudal jelajah. Pada Generasi 80-an sampai sekarang fungsi meriam dieliminir oleh rudal meskipun masih sering dijumpai. Selain itu umumnya dilengkapi dengan landasan helikopter pada kapal-kapal tertentu. Selain persenjataan, kapal ini dilengkapi dengan sistem navigasi yang berbeda dengan kapal penumpang atau kapal lain. Sebab dilengkapi radar yang sistem dan jangkauannya lebih luas, sonar, sistem komunikasi yang menggunakan kode khusus (sandi) serta pada kapal tertentu diberi alat anti ranjau yang dinamakan kapal penyapu ranjau.

Kapal kombatan mempunyai beberapa jenis sebutan dan fungsinya seperti Kapal tempur adalah kapal perang besar berzirah dengan baterai utama yang terdiri atas meriam berkaliber besar. Kapal tempur lebih besar, dengan persenjataan dan pelindung yang lebih baik, daripada kapal penjelajah maupun kapal perusak. Sebagai kapal bersenjata terbesar dalam suatu armada, kapal tempur digunakan sebagai pemegang komando laut dan melambangkan puncak kekuatan laut suatu bangsa sejak sekitar tahun 1875 hingga Perang Dunia II. Dengan bangkitnya kekuatan udara, peluru kendali, dan bom kendali, meriam besar tak lagi dianggap perlu untuk memiliki keunggulan kekuatan laut dan akibatnya kapal tempur pun tak lagi digunakan.

Kapal penjelajah adalah jenis kapal perang. Selama zaman pelayaran, istilah jelajah mengacu pada jenis misi tertentu patroli independen, perlindungan perdagangan, atau penyerbuan bersama dengan fregat dan *sloop*. Kapal penjelajah modern umumnya adalah kapal terbesar dalam armada setelah kapal induk, dan biasanya dapat melakukan beberapa peran.Di pertengahan abad ke-19, kapal penjelajah menjadi klasifikasi kapal-kapal yang dimaksudkan untuk berlayar di perairan yang jauh, melakukan serangan, dan mencari armada perang lawan. Kapal penjelajah datang dalam berbagai ukuran, mulai dari kapal penjelajah berukuran menengah hingga kapal penjelajah lapis baja besar yang hampir sama besar.

Kapal perusak merupakan kapal perang yang mampu bergerak cepat serta lincah dalam bermanuver. Fungsi kapal perusak adalah memproteksi armada kapal perang yang berukuran lebih besar seperti kapal induk atau kapal tempur atau kapal penjajap dari ancaman serangan peralatan perang yang lebih kecil seperti kapal boat torpedo, kapal selam atau pesawat terbang.

Kapal fregat memiliki ukuran lebih kecil dari pada galleon namun memiliki tiga tiang layar. Perkembangan taktik dari pertempuran laut, yaitu barisan tempur formasi lurus membuat jenis kapal ini dimodifikasi dan memunculkan varian kapal yang baru disebut kapal tempur utama. Berbeda dengan kapal fregat, kapal tempur utama ini cenderung hanya digunakan bila ada pertempuran laut skala besar, missal

Pertempuran Trafalgar di mana suatu kapal tempur utama bisa membawa hingga 100 meriam. Saat ini, fregat adalah salah satu jenis kapal kombatan yang digunakan untuk patroli samudra, serta pengawalan armada dagang dan tanker di daerah rawan. Misalnya armada fregat milik Amerika Serikat sering digunakan untuk patroli di kawasan perairan Timur Tengah. Kapal fregat modern biasanya dilengkapi dengan meriam serba guna, torpedo, rudal dari permukaan ke permukaan, dan rudal dari permukaan ke udara. Secara spesifik fregat dibagi dalam beberapa fungsi, ada spesialis antikapal selam, antikapal permukaan, patroli,dan pertahanan udara. Sistem senjata dan elektronika yang ada di setiap fregat disesuaikan dengan tugas spesifik tersebut.

Korvet merupakan jenis kapal perang yang lebih kecil dari fregat dan lebih besar dari kapal patroli pantai, walaupun banyak desain terbaru yang menyamai fregat dalam ukuran dan tugas. Biasanya dimasukan kategori sebagai kapal patroli yang mampu melakukan operasi sergap dan serbu secara mandiri. Istilah korvet sendiri diperkenalkan oleh Angkatan Laut Prancis pada abad ke-17 untuk menyebut suatu kapal kecil (biasanya membawa 20 meriam) yang digunakan untuk melindungi kapal dagang dan patroli lepas pantai. Angkatan Laut Inggris kemudian juga mengadopsi istilah ini pada abad ke-19. Kapal korvet, selain kapal fregat adalah kapal yang menjadi primadona bagi Angkatan Laut di berbagai negara, mengingat kemampuannya yang cukup tinggi. Kapal Korvet selain menyandang persenjataan yang cukup modern dan dilengkapi dengan rudal sehingga cukup mematikan bila berhadapan dengan kapal-kapal perang yang lainnya.

Tank tempur utama (*Main Battle Tank*) adalah tank yang mengisi peran penembakan berat langsung pada angkatan bersenjata modern. Tank ini membawa Meriam yang dapat menembus lapis baja dari jarak yang jauh.

Tank yang bisa bergerak di dalam air ini diharapkan akan membantu TNI untuk menjaga wilayah NKRI lebih baik. Kemampuan hebat yang dimiliki kapal tank ini akan membuat Indonesia semakin di perhitungkan dalam industri pertahanan.

Kapal yang bertugas di lautan biasanya tak memiliki kubah Meriam jenis cockeril yang banyak ditemui pada tank. Namun untuk kapal tank ini dipasangkan kubah itu pada permukaan kapal serbu ukuran kecil. Kapal dengan kubah tank ini akan membuat pasukan TNI menjadi semakin aktif di Kawasan laut.

Sebagian besar kapal-kapal perang yang ada di Indonesia merupakan kapal perang monohull, sementara di negara maju sudah mengembangkan kapal multihull atau yang memiliki lambung lebih dari satu.

Kapal tank ini memiliki tiga lambung (trimaran) dan memiliki kecepatan yang sangat mumpuni jika digunakan sebagai kapal penyerbu. Kapal ini dapat bergerak dengan cepat dan lincah.

1.2. Perumusan Masalah

Permasalahan yang diangkat dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana rancangan bentuk lambung kapal tank trimaran yang memenuhi pola kombatan, setabil dan dapat masuk hingga ke Kawasan terpencil?
2. Bagaimana penempatan kubah tank x pada kapal jenis trimaran agar memenuhi stabilitas

1.3. Tujuan Skripsi

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan rancangan desain optimal lambung untuk kapal tank
2. Mengetahui nilai stabilitas yang ada serta mengoptimalisasi bentuk lambung dan kubah tank yang di terapkan pada kapal trimaran

1.4. Manfaat

Manfaat dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi berupa efisiensi nilai stabilitas
2. Dapat menjadi rekomendasi desain yang dapat digunakan langsung pada pembangunan kapal tank trimaran

1.5. Batasan Masalah

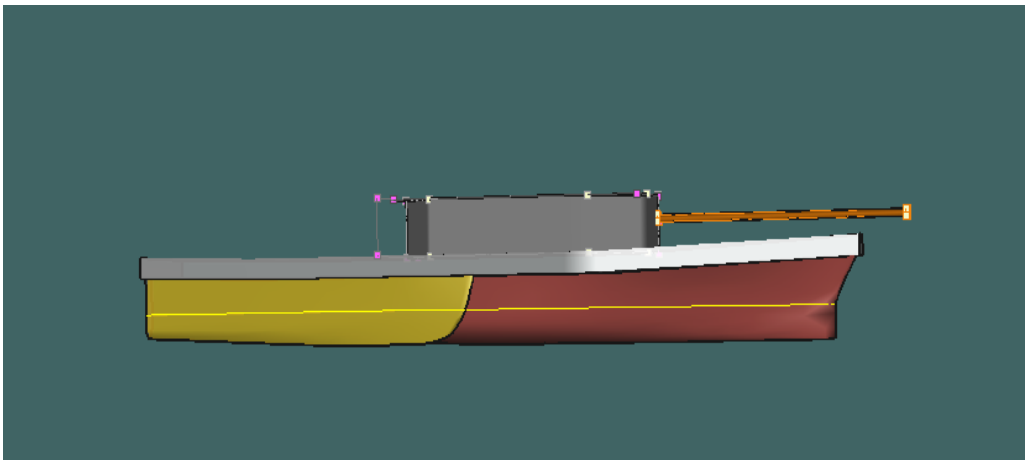
1. Pada penelitian ini menggunakan software computer (maxurrf, dan autocad) dalam melakukan design dan analisa

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Definisi Kapal Tank

Kapal tank ialah tank yang dirancang untuk bergerak di laut. Perbedaannya dengan kapal patroli yang lainnya yaitu dari segi tampak bangunan atasnya yang menyerupai tank, lalu dilengkapi dengan persenjataan layaknya tank di darat dan dari segi ukuran kapal tank lebih kecil. Sehingga kapal tank dapat berjalan hingga keperairan dangkal.



Gambar 2 1 Kapal Tank X

2.2. Trimaran

Trimaran merupakan kapal dengan tiga lambung yang saling terhubung. Kapal ini memiliki level stabilitas dan kelayakan yang tinggi. Trimaran mampu berlayar di perairan dangkal, dengan multi hullsnya memungkinkan kapal untuk tidak tenggelam dan dapat menjaga stabilitas.

2.3. Hidrostatik

Tekanan Hidrostatik adalah tekanan pada zat cair yang diam sesuai dengan namanya (hidro: air dan statik: diam). Atau lebih lengkapnya Tekanan Hidrostatik didefinisikan sebagai tekanan yang diberikan oleh cairan pada kesetimbangan karena pengaruh gaya gravitasi.

Hal ini berarti setiap benda yang berada pada zat cair yang diam, tekanannya tergantung dari besarnya gravitasi. Hal lain yang mempengaruhi besarnya tekanan hidrostatik yaitu: kedalaman/ketinggian dan massa jenis zat cair.

Kurva hidrostatik adalah curva-curva yang menunjukan keadaan badan kapal dibawah garis air untuk tiap kenaikan sarat. Lengkung hidrostatik terdiri :

- Lengkung luas garis air, lengkung ini menunjukan luas bidang air dalam meter persegi untuk tiap garis air yang sejajar dengan bidang dasar.
- Lengkung volume Carena, displasmen diair tawar, dan diair laut. Lengkung–lengkung ini menunjukan volume bagian kapal yang masuk dalam air dalam meter kubik displasmen kapal dengan kulit pada air tawar dalam ton, dan displasmen kapal dengan kulit pada air laut dengan ton untuk tipa kenaikan sarat (V, Dsw, Dfw).
- Lengkung tetak titik tekan terhadap lunas atau keel (KB).
- Lengkung letak titik berat garis air terhadap penampang tengah kapal (OF)
- Lengkung letak titik tekan sebenarnya (BS)
- Lengkung momen inersia melintang garis air dan lengkung momen inertia memanjang garis air (Ix dan IY)
- Lenkung letak metasentra melintang. Pada tiap carena yang dibatasi oleh setiap garis air pada sarat tertentu akan mempunyai sebuah titik tekan dan meta sentra melintang M (MK).
- Lengkung letak metacentra memanjang (MLK).
- Lengkung koefisien garis air, lengkung koefisien blok, lengkung koefisien midship, lengkung koefisien mendatar (Cwl, Cb, Cpv, Cm, dan Cph).
- Ton per cm perubahan sarat, Bila sebuah kapal mengalami perubahan displasmen, misalnya dengan penambahan atau penguranan sarat, untuk mementuka sarat dengan cepat kita dapat menggunakan lengkung ini (TPC).
- Lengkung ini mengubah trim buritan sebesar 1 cm (DDT).

2.3.1. Fungsi Lengkung Hidrostatik

Isi setiap carena dapat dihitung untuk setip sarat, baik dengan menggunakan lengkung volume carena maupun dengan luasan garis air. Dari lengkung hidrostatis dengan cepat dapat ditentukan keadaan badan kapal untuk setiap sarat. Pada kondisi tertentu dimana kapal berada pada kondisi kritis, dengan penggambaran profil gelombang, baik kapal berada diantara dua puncak gelombang dapat diketahui dengan lengkung bonjean**.**

Dari kumpulan kurva-kurva yang menggambarkan karakteristik badan kapal yang tercelup dalam air, dan kurva ini digambarkan pada berbagai sarat (T) pada saat kapal even keel.

- **∆(Disp) : Displacement Moulded**
  Adalah massa air yang dipindahkan oleh badan kapal yang tercelup dalam air pada kondisi tanpa kulit.
- **∆'(Disp): Displacement Including shell**
  Adalah masa air yang dipindahkan oleh badan kapal yang tercelup dalam air dengan kulit.
- **KB : Keel of Buoyancy.**
  Jarak dari keel sampai dengan titik tekan kapal pada sarat tertentu.
- **¤B : Longitudinal Centre of Bouyancy**
  Jarak titik tekan kapal terhadap titik tengah memanjang kapal.
  Jika kapal terapung di air tenang, akan bekerja 2 unit gaya:
  - Gaya grafitasi mengarah kebawah.
  - Gaya apung (buoyancy) mengarah keatas.
- **TKM : Transverse Keel of Mentacentre**
  Jarak dari keel sampai titik metacenter secara melintang menunjukan jarak antara dasar kapal (keel) terhadap titik metacenter secara melintang.
- **LKM : Longitudinal Keel of Mentacentre**
  Jarak antara pusat Metacentre terhadap dasar kapal (Keel) secara memanjang.
- **¤F : Longitudinal Centre of flotation**
  Jarak titik apung terhadap titik tengah memanjang kapal.
- **WSA : Wetted Surface Area**
  Luas permukaan basah badan kapal.
- **WPA : Water Plan Area**
  Luas bidang garis air.
- **MSA : Midship Section Area**
  Luas midship pada sarat tertentu.
- **DDT : Displacement Due To Trim One Centimetre**
  Perubahan / pemindahan / pengurangan displacement yang mengakibatkan trim kapal.
- **MTC : Moment To Change One Centimetre Trim**
  Menunjukan besarnya momen untuk mengubah kedudukan kapal dengan trim.
- **TBM : Transverse Bouyancy Of mentacentre**
  Jarak titik tekan kapal terhadap titik mentacentre melintang kapal.

- **LBM : Longitudinal buoyancy Of Metacentre**
  Jarak titik tekan keatas sampai dengan titik metacenter memanjang kapal.

- **TPC : Ton Per Centimetre Immersion**
  Jumlah berat yang diperlukan untuk mengurangi atau menambah sarat kapal.

2.3.2. Penggambaran Kurva Hidrostatik

Perlu diketahui bahwa lines plan adalah offset dari seluruh aspek rancangan, keadaan kapal diatas air baik stabilitas, gerak kapal , konstruksi, dan rencana-rancana lainya. Tapi yang akan dikemukakan disini adalah kondisi kapal di bawah permukaan garis air atau hidrostatik curve yang digambarkan dalam suatu bentuk penggambaran yang kemudian dikenal dengan diagram carena dan bonjean.

2.4. Stabilitas Kapal

Suatu benda disebut di dalam keseimbangan jika benda tersebut itu tidak diperlakukan percepatan. hukum kedua Newton menunjukkan bahwa jika penjumlahan dari semua gaya yang berkerja pada benda tersebut adalah nol dan penjumlahan moment dari gaya tersebut juga nol. Gaya apung merupakan resultan dari gaya-gaya hidrostatik yang bekerja pada permukaan benda di bawah air. Gaya-gaya hidrostatik ini dapat diurai menjadi dua komponen, yaitu komponen horisontal dan komponen vertikal. Dua gaya selalu beraksi pada suatu badan yang mengapung yaitu berat/beban benda tersebut dan gaya apung benda tersebut.

Pada keadaan seimbang, gaya-gaya horisontal akan saling meniadakan, dan komponen vertikal akan membentuk resultan gaya yang sama besar, berlawanan arah, dan garis kerjanya berimpit dengan gaya berat benda tersebut. Gaya-gaya ini pulalah yang bekerja pada sebuah kapal yang terapung di air tenang, dan yang mempengaruhi keseimbangan kapal tersebut. Selanjutnya ada tiga kondisi keseimbangan yang perlu diperhatikan, yaitu keseimbangan stabil, keseimbangan tidak stabil, dan keseimbangan netral.

2.5. Keseimbangan Kapal

Pada sebuah kapal dalam keadaan miring, 1etak titik berat G dan titik tekan gaya apung B mendasari terbentuknya titik metasentra (metacenter) M, yaitu perpotongan antara garis kerja gaya tekan dengan sumbu vertikal kapal. Posisi titik M terhadap titik G inilah yang menentukan keseimbangan kapal.

a. Keseimbangan Stabil

Keseimbangan stabil terjadi bila kapal dalam keadaan miring karena mengalami gangguan dari 1uar maupun dari dalam kapal itu sendiri, akan kembali ke posisi tegak setelah gangguan tersebut dihilangkan.

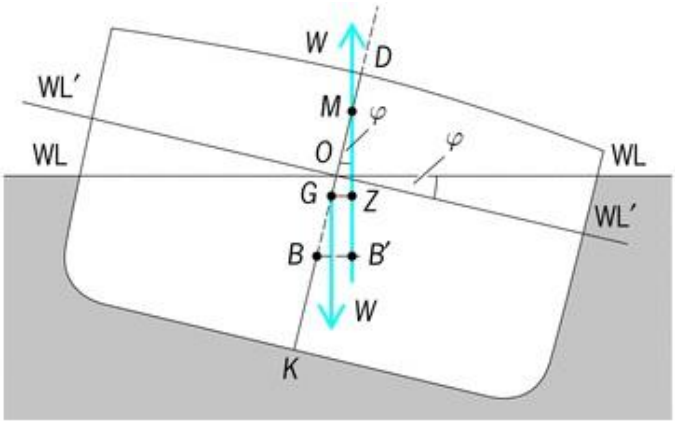
Pada kondisi ini titik metasentra M berada di atas titik berat G. Momen pengembali yang dimaksud adalah W x GZ. Momen inilah yang membuat kapal memiliki kecenderungan untuk kembali ke posisi semula setelah gangguan dihilangkan.

b. Keseimbangan Tidak Stabil

Kapal dikatakan tidak stabil jika setelah mengalami gangguan, kapal tersebut terus miring dan kemungkinan dapat terbalik. pada kapal seperti ini titik G berada diatas titik M, akibatnya momen yang terjadi tidak mengembalikan kapal ke posisi tegak, tetapi justru malah membuat kapal semakin miring.

c. Keseimbangan Netral

Kapal dikatakan berada pada kesetimbangan netral bila posisi kapal miring tidak berubah setelah gangguan yang menyebabkan kemiringan tersebut dihilangkan. Kasus seperti ini sebenarnya jarang terjadi. Pada keseimbangan netral titik M dan G berimpit, sehingga tidak terjadi momen pengembali.



Gambar 2 2 Kesetimbangan
Sumber : nautikaperkapalan.blogspot.com

Dari penjelasan diatas dapat dikatakan bahwa Stabilitas kapal adalah kemampuan usaha kapal untuk tegak kembali setelah mengalami kemiringan atau keolengan ke salah satu sisi kapal akibat gangguan luar dan gangguan dalam. Dimana gangguan yang dialami oleh kapal mungkin berasal dari angin, arus, pengaruh cikar maupun pergeseran muatan di dalam kapal.

2.5.1. Jenis Stabilitas Kapal

a. Stabilitas statis

Stabilitas statis ditunjukkan oleh besarnya momen pengembali, berlaku untuk kapal yang diam dan mengalami kemiringan sampai sudut tertentu

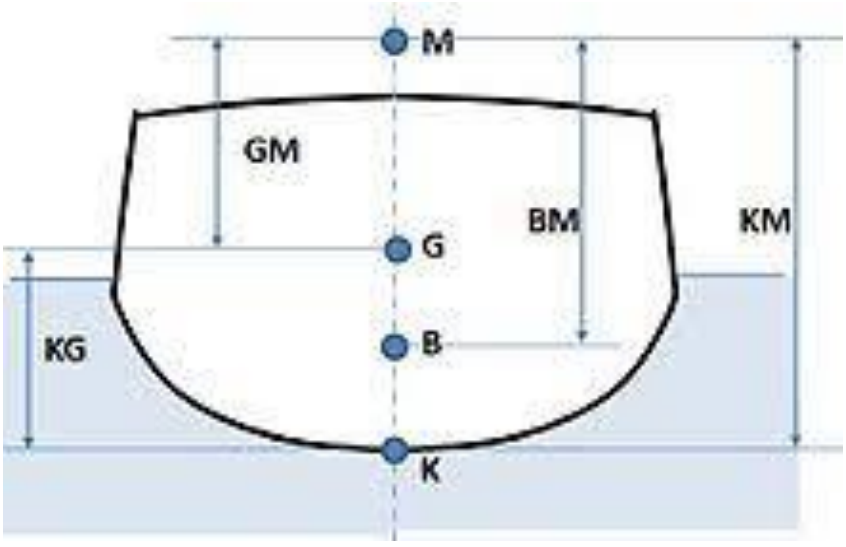
- Stabilitas awal/initial stability dimana sudut oleng lebih kecil dari 6° dan pada perhitungan ini titik M sebagai titik metasentra.
- Stabilitas lanjut/overall stability dimana sudut oleng lebih besar dari 6° dan pada perhitungan ini titik N dipakai sebagai titik metasentra palsu.

b. Stabilitas dinamis

Stabilitas dinamis ditunjukkan oleh besarnya kerja atau penambahan energi potensial yang ditimbulkan oleh gerakan naik turun pada momen pengembali selama proses terjadinya kemiringan pada sudut tertentu.

2.5.2. Titik Berat (Centre of Gravity)

Kapal juga mempunyai titik berat yaitu titik tangkap gaya berat dari kapal. Titik berat kapal biasanya ditulis dengan huruf G dan titik G ini merupakan gaya berat kapal W bekerja vertikal kebawah. Jarak Vertikal titik berat G terhadap keel (Lunas) ditulis dengan KG. Kedudukan memanjang dari titik berat G terhadap penampang tengah kapal (Midship) ditulis G. Disamping Cara tertentu untuk menghitung letak titik G, Maka titik KG dan B dapat dihitung sebagai berikut :



Gambar 2 3 Titik stabilitas melintang
Sumber : id.wikibooks.org

$$KG = \frac{\Sigma \text{ momen dari tiap komponen berat terhadap keel}}{\Sigma \text{ berat tiap komponen}}$$

Dimana :
G : Titik berat kapal
W : Gaya berat kapal

2.5.3. Titik Tekan (Centre of Buoyancy)

Pada sebuah benda yang terapung diair, maka benda tersebut akan mengalami gaya tekan keatas. Demikian pada sebuah kapal yang terapung akan mengalami gaya tekan keatas. Resultan gaya tekan keatas oleh air ke badan kapal pada bagian yang terendam air akan melaui titik berat dari bagian kapal yang masuk kedalam air. Titik berat dari bagian kapal yang berada dibawah permukaan air disebut Titik tekan (*Centre of Buoyancy*).

Menurut hukum Archimedes besarnya gaya tekan keatas adalah volume kapal yang terendam air dikalikan dengan berat jenis zat cair. Pada sebuah kapal yang terapung, titik tekan terletak pada satu vertical dengan titik berat kapal dan besar gaya berat kapal sama dengan gaya tekan.

Gaya tekan keatas = ρ . V
Dimana :
ρ : Berat jenis zat cair
V : Volume kapal yang terendam air

2.5.4. Titik Berat Garis Air (Centre of Floatation)

Titik berat garis air adalah titik berat dari bidang garis air pada sarat kapal dimana kapal sedang terapung. Kapal mengalami trim dimana sumbunya melalui titik berat garis air . Titik berat garis air ditulis dengan huruf F ini pada kedudukan memanjang terhadap penampang tengah kapal (midship) ditulis dengan ϕ F.

$$\phi F = \frac{\text{Momen statis bidang garis air terhadap midship}}{\text{Luas garis air}}$$

Momen inersia melintang untuk garis air berbentuk empat persegi panjang adalah :

$$BM = \frac{B\,2}{12\,T}$$

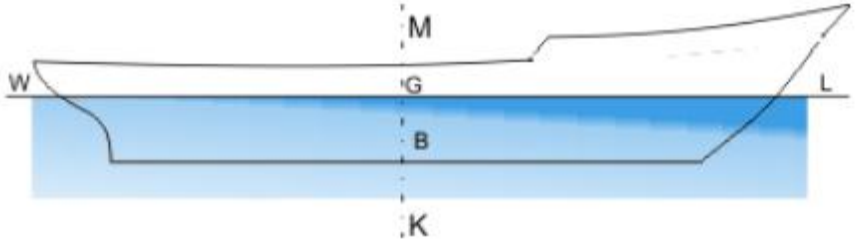
2.5.5. Titik Metasentra (Metacentric Height)

Kita mengenal tinggi metasentra melintang dan tinggi metasentra memanjang. Tinggi metasentra melintang adalah jarak antara titik berat kapal G dengan metasentra M. Tinggi metasentra ini ditulis dengan MG.

$$MG = KB + BM - KG$$
$$MG = KB + \frac{I}{V} - KG$$

Dimana :

KB : Tinggi titik tekan diatas lunas (keel)
KG : Tinggi titik berat kapal diatas lunas (keel)
I : Momen inersia melintang garis air
V : Volume kapal sampai sarat air tersebut



Gambar 2 4 Titik stabilitas memanjang
Sumber : Djaya ; 2008

Tinggi metasentra positif kalau titik M diatas titik G
Tinggi metasentra negatif kalau titik M dibawah titik G
Tinggi metasentra nol kalau titik M terletak berhimpitan dengan titik G
Tinggi metasentra memanjang adalah jarak antara titik berat kapal G dengan titik metasentra memanjang M_L.

$$M_LG = KB + BM_L - KG$$
$$MG = KB + \frac{IL}{V} - KG$$

Dimana :

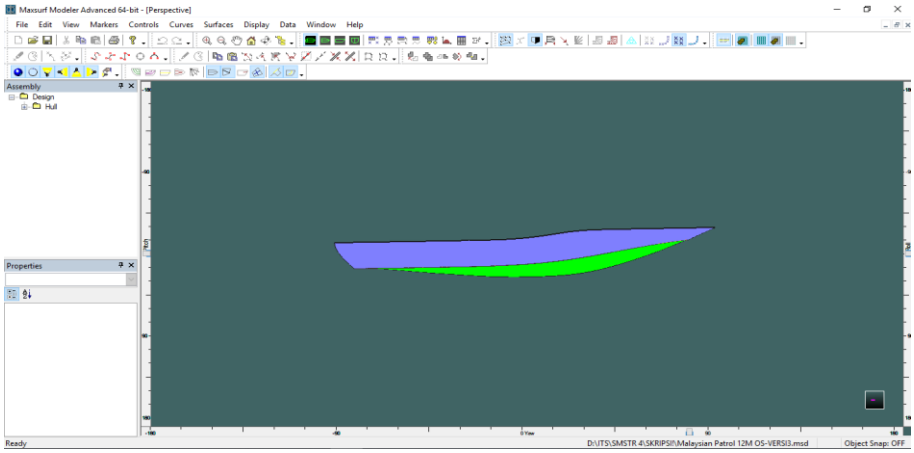
M_L : Metasentra memanjang
G : Titik berat kapal
B : Titik tekan
K : keel
I_L : Momen inersia dari garis terhadap sumbu melintang yang melalui titik berat garis air F

Karena harga I_L besar, maka harga M_LG selalu positip jadi titik M_L selalu berada diatas G.

2.6. Maxurf

Program computer maxurf adalah langkah awal yang biasa digunakan oleh para desainer kapal untuk mempermudah membuat model secara 3D serta menganalisa

tahanan dari bentuk lambung kapal. Dalam penelitian yang akan di ajukan ini akan membuat sebuah model yang sudah di dapatkan data bentuk lambung yang sudah ada pada kapal tank. Terdapat beberapa fitur dalam menganalisa tahanan.



Gambar 2 5 **maxsurf**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III

METODOLOGY PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan metode yang digunakan dalam Tugas Akhir agar proses pengerjaan dapat terstruktur dengan baik dan dapat mencapai tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya. Proses pengerjaan tediri dari enam tahap, yaitu studi pendahuluan, pengumpulan data, perancangan model, pengujian model, Analisa hasil dan penarikan kesimpulan. Tahapan tersebut dipresentasikan dengan diagram alur seperti pada gambar 3.1.

3.1. Studi Pendahuluan

Pada tahap studi literatur dilakukan observasi mengenai permasalahan dan menentukan tujuan dalam tugas akhir. Permasalahan yang diambil yaitu menentukan bentuk lambung yang dapat diterapkan pada kapal tank trimaran untuk meminimalisirkan tahanan dan membuat general arrangement.

Dari permasalahan dan tujuan yang telah dirumuskan selanjutnya dilakukan studi literatur untuk mendukung pengerjaan tugas akhir. Studi literatur dilakukan terhadap jurnal-jurnal ilmiah, dan buku-buku serta referensi dari internet yang berkaitan dengan kapal tank trimaran.

3.2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan data yang dibutuhkan untuk pengerjaan Tugas Akhir, yaitu data dimensi tank dan model dari trimaran.

3.3. Perancangan Model

Setelah mengetahui data dimensi tank, lines plan, dan konstruksi, maka data tersebut akan digunakan sebagai dasar perancangan kapal tank trimaran.

3.4. Perhitungan dan pengujian model

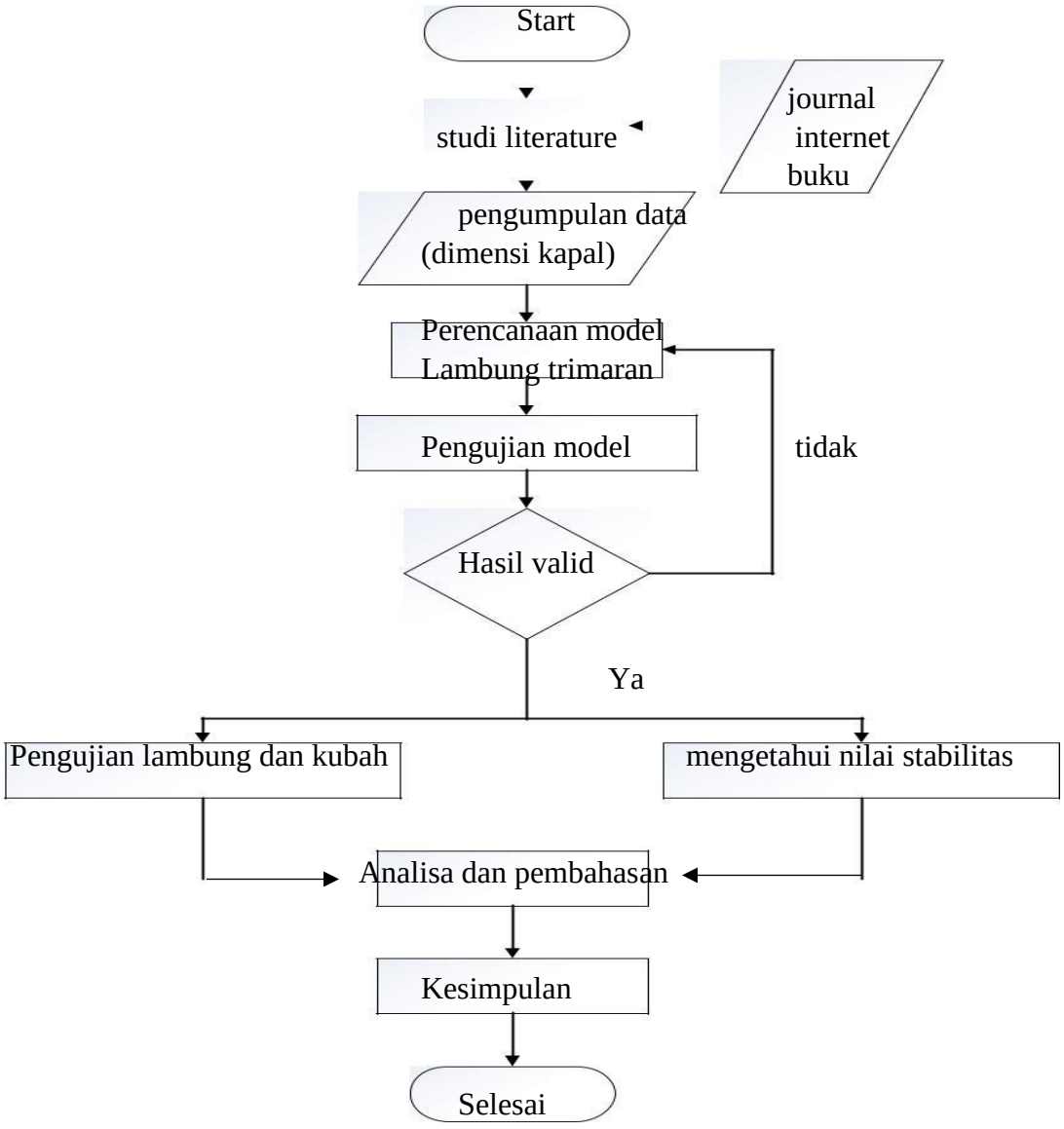
Pada tahap ini dilakukan perhitungan dan pengujian model untuk mengetahui model lambung trimaran yang sesuai untuk kapal tank trimaran.

3.5. Analisa dan pembahasan

Dari data yang dihasilkan dari pengujian model lambung trimaran lalu dilanjutkan dengan membuat general arrangement pada kapal tank trimaran.

3.6. Penarikan kesimpulan

Analisis hasil dan kesimpulan dilakukan untuk membahas hasil dari pengolahan data yaitu berupa gambar dan model untuk kapal tank trimaran.



Gambar 3 1 diagram alir metodologi penelitian

3.7. Jadwal Pelaksanaan

NO	RENCANA KEGIATAN	BULAN 1				BULAN 2				BULAN 3				BULAN 4				BULAN 5				BULAN 6			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Study Literature																								
2	Pengumpulan data																								
3	Perencanaan Model Kapal																								
4	pengujian Model																								
5	Bentuk lambung trimaran dan nilai tahanan																								
6	Menganalisa																								
7	Penyusunan Laporan																								

“Halaman Ini Sengaja Di kosongkan”

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

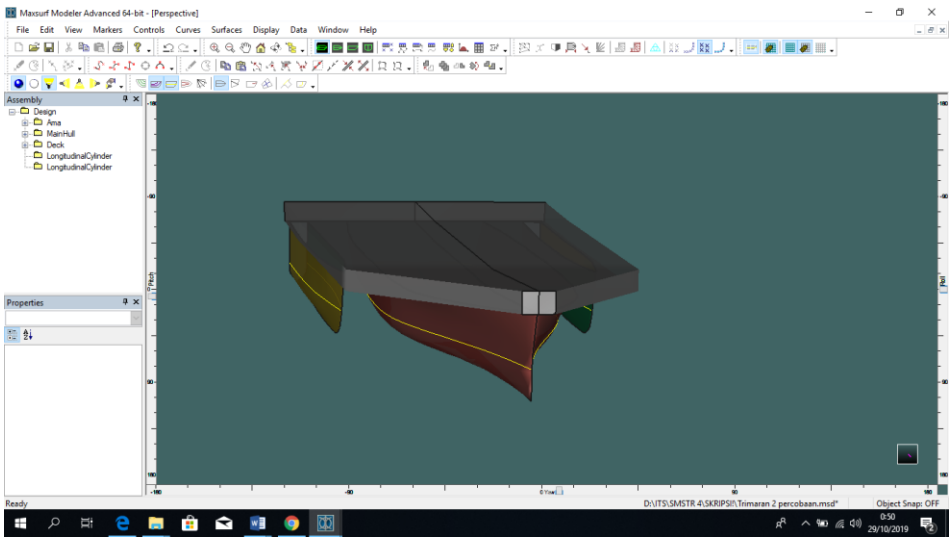
4.1. Pembuatan Model Kapal

Dimensi kapal tank x trimaran memiliki dimensi sebagai berikut:

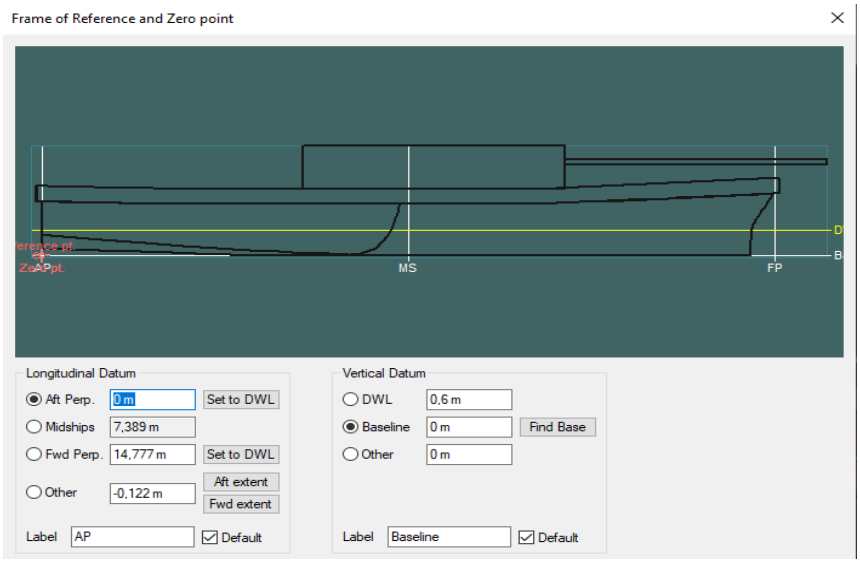
LWL	: 14,3	meter
B	: 4,68	meter
T	: 0,6	meter
H	: 1,8	meter
Displacement	: 14,10	Ton
CP	: 0,60	
CB	: 0,40	

Membuat model kapal sesuai dengan gambar rencana garis kapal tank x trimaran dengan menggunakan software, hal tersebut dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

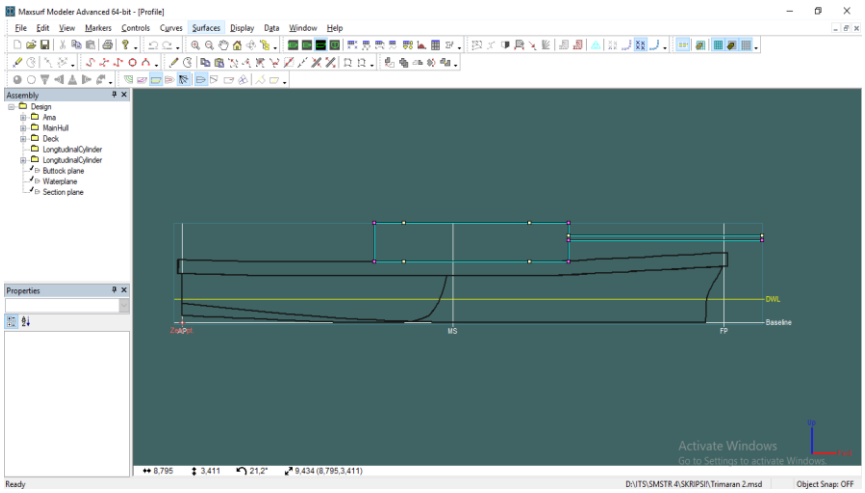
- Membuat lines plan dengan menggunakan software maxsurf
- Setelah dilakukan permodelan membuat variasi trimaran



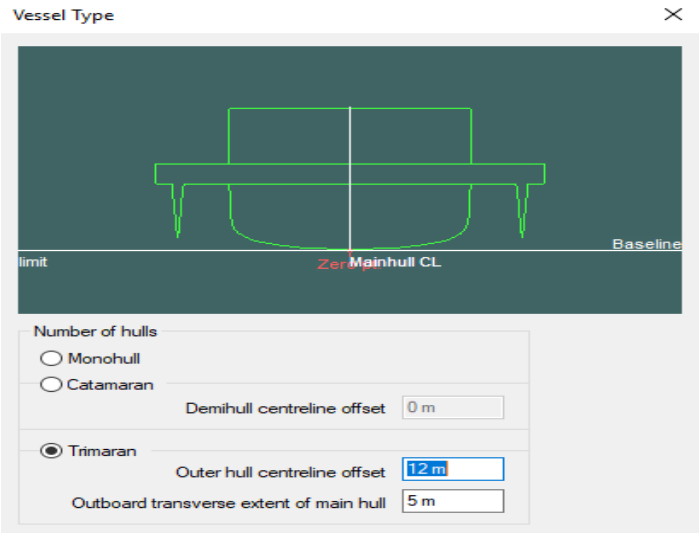
*Gambar 4 1*model kapal trimaran



Gambar 4 2 frame of reference



Gambar 4 3 pandangan samping

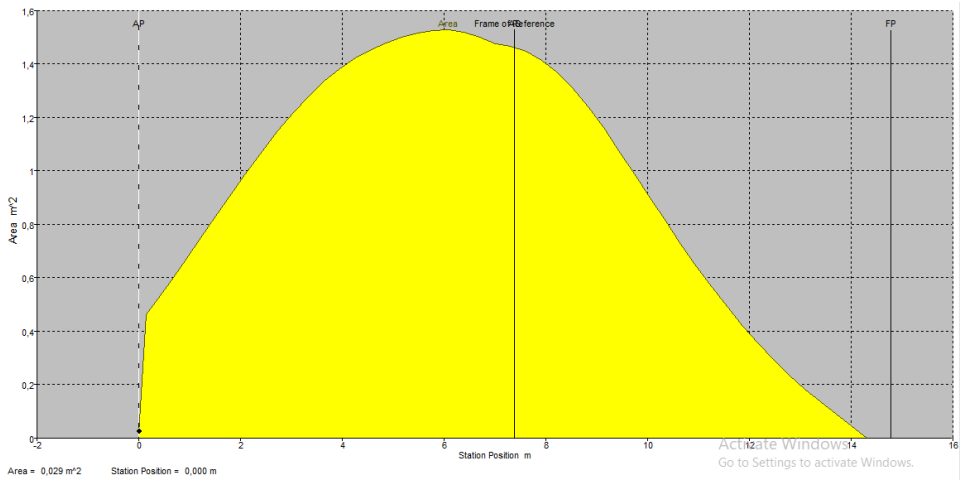


Gambar 4 4. vessel type

Dari desain lines plan yang telah dibuat kemudian dapat diperoleh besarnya displacement, grafik dan nilai hydrostatics pada DWL sepert berikut

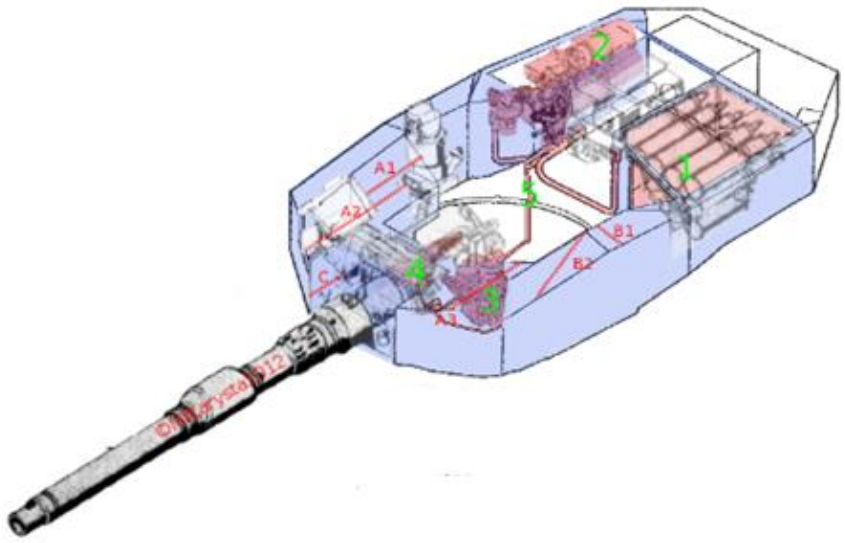
Tabel 4 1 perhitungan hidrostatik kapal

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	14,10	t
2	Volume (displaced)	13,757	m^3
3	Draft Amidships	0,600	m
4	Immersed depth	0,600	m
5	WL Length	14,316	m
6	Beam max extents o	4,684	m
7	Wetted Area	54,170	m^2
8	Max sect. area	1,528	m^2
9	Waterpl. Area	35,415	m^2
10	Prismatic coeff. (Cp)	0,629	
11	Block coeff. (Cb)	0,441	
12	Max Sect. area coeff	0,783	
13	Waterpl. area coeff.	0,681	
14	LCB length	6,162	from z
15	LCF length	5,502	from z
16	LCB %	43,043	from z
17	LCF %	38,434	from z
18	KB	0,374	m
19	KG fluid	0,000	m
20	BMt	2,740	m
21	BML	28,699	m
22	GMt corrected	3,114	m
23	GML	29,073	m
24	KMt	3,114	m
25	KML	29,073	m
26	Immersion (TPc)	0,363	tonne/c
27	MTc	0,277	tonne.
28	RM at 1deg = GMt.Di	0,766	tonne.
29	Length:Beam ratio	3,944	
30	Beam:Draft ratio	6,050	



Gambar 4 5kurva CSA

4.2. Kubah Tank



Gambar 4 6 model kubah tank Leopard 2A0
Sumber : www.indomiliter.com/

Spesifikasi Meriam Rheinmetall L/44 :

- Kaliber !20 mm
- Berat Laras 1190 kg
- Berat Meriam keselurahan 3317 kg

- Panjang laras 5,28 meter
- Kecepatan luncur proyektil 1580 sampai 1750 meter per detik
- Jangkauan tembak maksimum 4000 meter dengan amunisi DM63 dan 8000 meter dengan amunisi LAHAT
- Massa amunisi LAHAT 13 kg

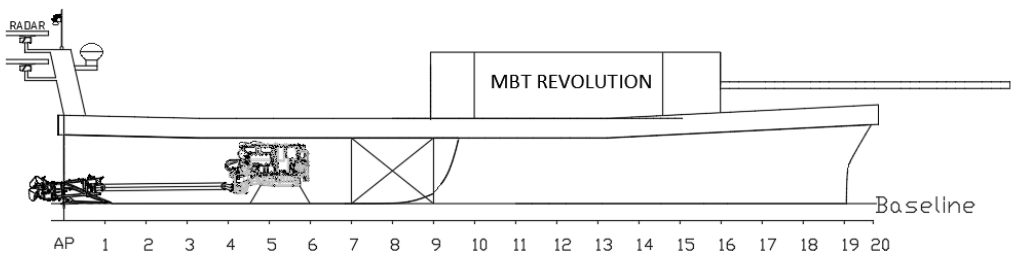
Faktor yang mudah terbakar di menara leopard:

- Pompa hidrolik utama 32L dari oi bekerja di 6 bar
- *Azimuth mechanism*
- *Elevation mechanism*
- *High pressure lines*

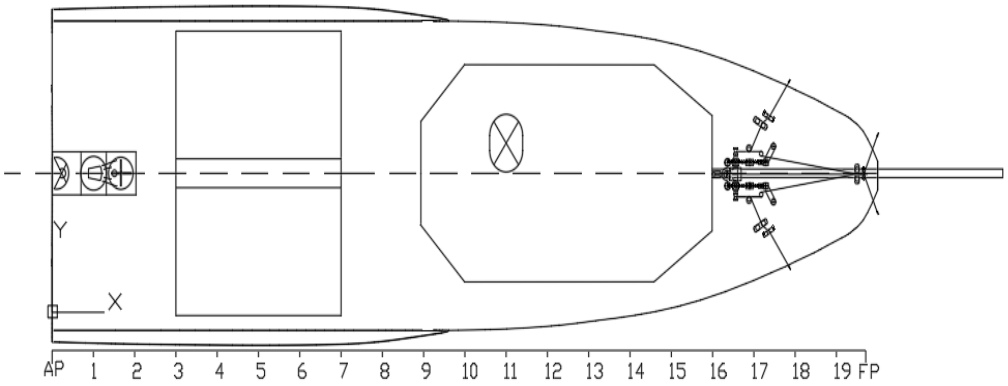
4.3. General Arrangement

Desain rencana umum dan tonase (general arrangement) merupakan sebuah aspek utama didalam merencanakan sebuah bangunan kapal. Didalam merencanakan sebuah kapal ada beberapa faktor yang sangat berpengaruh terhadap rencana umum pada kapal yaitu harus bisa di pastikan bahwa muatan yang direncanakan harus dengan biaya yang cukup dan di desain dengan sebaik mungkin, juga harus dipastikan muatan dalam keadaan yang baik. Ada 3 aspek penting dalam mendesain general arrangement yaitu:

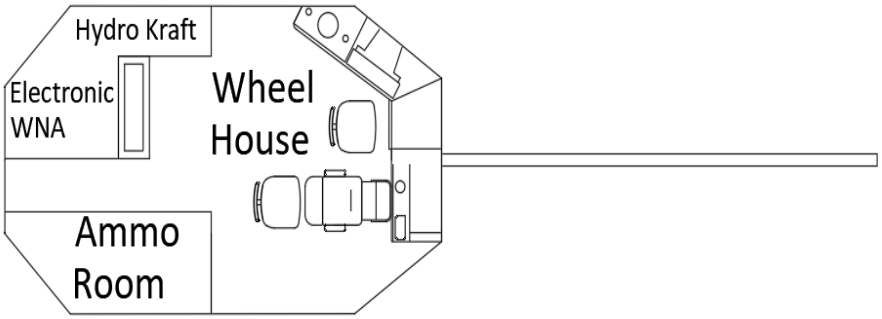
- Rencana umum meliputi deskripsi rancangan tata letak ruangan, area dan peralatan/ perlengkapan kapal.
- Desain rencana umum merupakan analisis kebutuhan ruang dan area peralatan, perlengkapan serta detail perhitungannya.
- Visualisi desain rencana umum berbentuk gambar yang memperlihatkan tampak atas masing-masing geladak, tampak samping, dan tampak depan kapal.



gambar 4 7 Pandangan samping



gambar 4 8 Pandangan atas 1



gambar 4 9 Pandangan atas 2

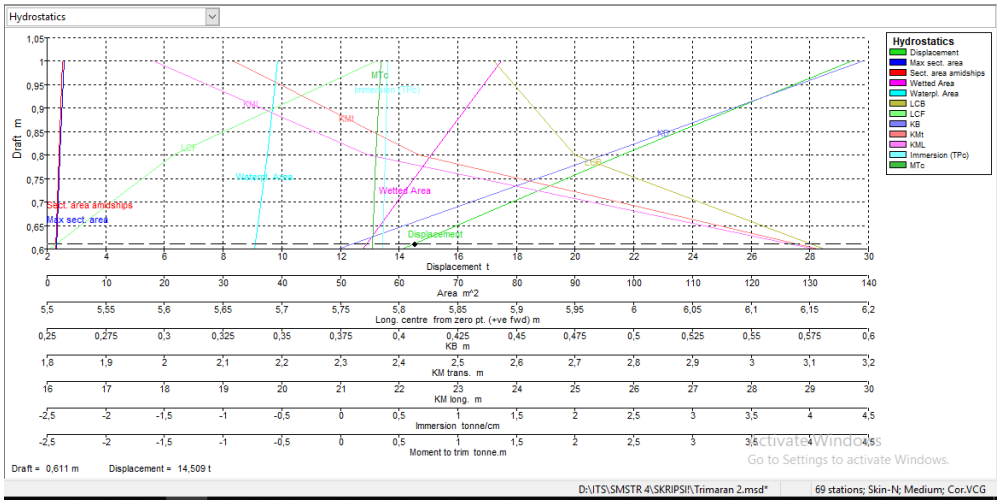
Desain General Arrangement harus mempertimbangkan kesesuaian dengan rencana garis yang telah di kembangkan, kesesuaian terhadap DWT, kapasitas dan kecepatan yang dibutuhkan. General arrangement digunakan untuk beberapa kegunaan, tidak hanya sekedar menunjukan jenis kapal dan featurenya , Galangan kapal juga menggunakan untuk membuat kalkulasi awal biaya pembangunan kapal serta sebagai dasar untuk membuat detail drawing.Proses rancangan general arrangement disusun dan dikembangkan secara gradual atau berjenjang satu persatu mulai dari tahap trial, evaluasi dan perbaikan. Tentang beberapa permasalahan dalam rancangan general arrangement, maka pendekatan pertama yang dilakukan untuk penyelesaiannya adalah minimal berdasarkan informasi berikut meliputi:

- Perkiraan rencana garis
- Ukuran utama kapal meliputi Panjang, lebar, tinggi dan sarat kapal
- Besar kebutuhan tanki-tanki utamanya seperti tanki bahan bakar

4.4. . Analisa Hydrostatik

Tabel 4 2 perhitungan hidrostatik

	Draft Amidships m	0,600	0,800	1,000
1	Displacement t	14,10	21,58	29,45
2	Heel deg	0,0	0,0	0,0
3	Draft at FP m	0,600	0,800	1,000
4	Draft at AP m	0,600	0,800	1,000
5	Draft at LCF m	0,600	0,800	1,000
6	Trim (+ve by stern) m	0,000	0,000	0,000
7	WL Length m	14,316	14,383	14,492
8	Beam max extents on	4,684	4,694	4,700
9	Wetted Area m^2	53,854	65,513	77,479
10	Waterpl. Area m^2	35,415	37,475	39,358
11	Prismatic coeff. (Cp)	0,629	0,660	0,672
12	Block coeff. (Cb)	0,441	0,489	0,524
13	Max Sect. area coeff. (	0,783	0,781	0,793
14	Waterpl. area coeff. (C	0,681	0,696	0,717
15	LCB from zero pt. (+ve	6,162	5,950	5,880
16	LCF from zero pt. (+ve	5,502	5,607	5,781
17	KB m	0,374	0,487	0,598
18	KG m	0,600	0,600	0,600
19	BMt m	2,740	1,946	1,519
20	BML m	28,699	20,985	17,201
21	GMt m	2,514	1,833	1,517
22	GML m	28,473	20,873	17,199
23	KMt m	3,114	2,433	2,117
24	KML m	29,073	21,473	17,799
25	Immersion (TPc) tonne/	0,363	0,384	0,403
26	MTc tonne.m	0,272	0,305	0,343
27	RM at 1deg = GMt.Disp.	0,619	0,690	0,780
28	Max deck inclination de	0,0000	0,0000	0,0000
29	Trim angle (+ve by ster	0,0000	0,0000	0,0000



Gambar 4 10grafik hidrostatik

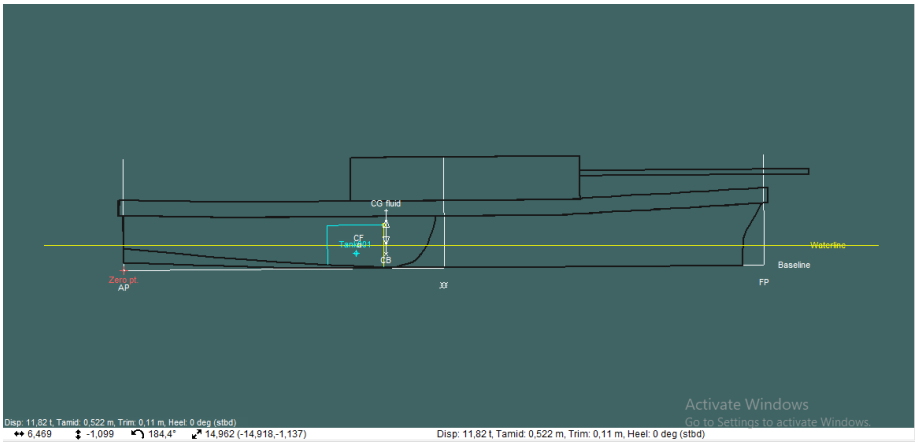
Dari kumpulan kurva-kurva yang menggambarkan karakteristik badan kapal yang tercelup dalam air, dan kurva ini digambarkan pada berbagai sarat (T) pada saat kapal even keel.

- **Δ(Disp) : Displacement Moulded**
  Adalah massa air yang dipindahkan oleh badan kapal yang tercelup dalam air pada kondisi tanpa kulit.
- **Δ'(Disp): Displacement Including shell**
  Adalah masa air yang dipindahkan oleh badan kapal yang tercelup dalam air dengan kulit.
- **KB : Keel of Buoyancy.**
  Jarak dari keel sampai dengan titik tekan kapal pada sarat tertentu.
- **¤B : Longitudinal Centre of Bouyancy**
  Jarak titik tekan kapal terhadap titik tengah memanjang kapal.
  Jika kapal terapung di air tenang, akan bekerja 2 unit gaya:
  - Gaya grafitasi mengarah kebawah.
  - Gaya apung (buoyancy) mengarah keatas.
- **TKM : Transverse Keel of Mentacentre**
  Jarak dari keel sampai titik metacenter secara melintang menunjukan jarak antara dasar kapal (keel) terhadap titik metacenter secara melintang.
- **LKM : Longitudinal Keel of Mentacentre**
  Jarak antara pusat Metacentre terhadap dasar kapal (Keel) secara memanjang.
- **¤F : Longitudinal Centre of flotation**
  Jarak titik apung terhadap titik tengah memanjang kapal.

- **WSA : Wetted Surface Area**
  Luas permukaan basah badan kapal.
- **WPA : Water Plan Area**
  Luas bidang garis air.
- **MSA : Midship Section Area**
  Luas midship pada sarat tertentu.
- **DDT : Displacement Due To Trim One Centimetre**
  Perubahan / pemindahan / pengurangan displacement yang mengakibatkan trim kapal.
- **MTC : Moment To Change One Centimetre Trim**
  Menunjukan besarnya momen untuk mengubah kedudukan kapal dengan trim.
- **TBM : Transverse Bouyancy Of mentacentre**
  Jarak titik tekan kapal terhadap titik mentacentre melintang kapal.
- **LBM : Longitudinal buoyancy Of Metacentre**
  Jarak titik tekan keatas sampai dengan titik metacenter memanjang kapal.
- **TPC : Ton Per Centimetre Immersion**
  Jumlah berat yang diperlukan untuk mengurangi atau menambah sarat kapal.

4.5. Perencanaan Penempatan Kubah Tank

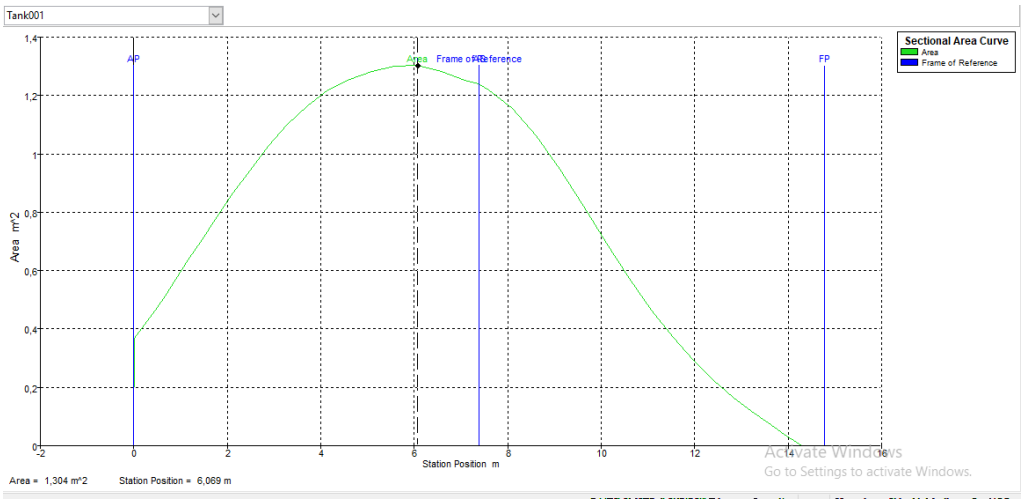
Kapal tank X yang telah dibuat dalam bentuk permodelan lambung kapal di Software yang kemudian hasilnya diisikan data setiap item yang berada di kapal berdasarkan titik berat setiap item yang terdapat untuk mendefinisikan load internal yang mempengaruhi stabilitas. Tangki – tangki yang berada di kapal tersebut di definisikan dalam kompartemen yang tersedia dalam load case karena adanya efek free surface kapal yang mempengaruhi stabilitas kapal yang perlu di perhatikan secara detail.



Gambar 4 11profile 1

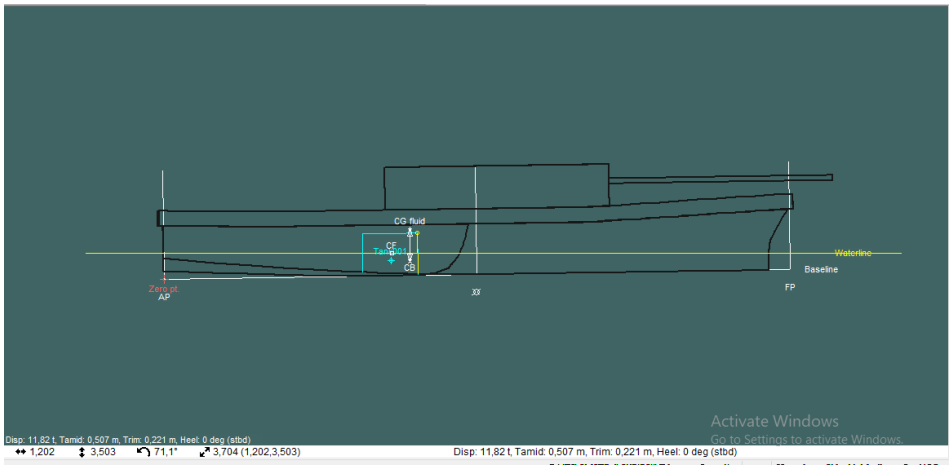
Tabel 4 3 loadcase 1

	Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m^3	Total Volume m^3	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
1	Lightship	1	2,108	2,108			6,376	0,000	1,200	0,000	User Specifi
2	tangki fo	1	3,700	3,700			5,500	0,000	0,580	0,000	User Specifi
3	mesin	1	1,150	1,150			3,000	0,000	0,950	0,000	User Specifi
4	kubah	1	3,317	3,317			7,850	0,000	2,000	0,000	User Specifi
5	Tank001	50%	3,088	1,544	3,271	1,635	5,367	0,000	0,352	2,747	Maximum
6	**Total Loadca**			**11,819**	**3,271**	**1,635**	**6,055**	**0,000**	**1,095**	**2,747**	
7	**FS correction**								**0,232**		
8	**VCG fluid**								**1,328**		



Gambar 4 12area curve 1

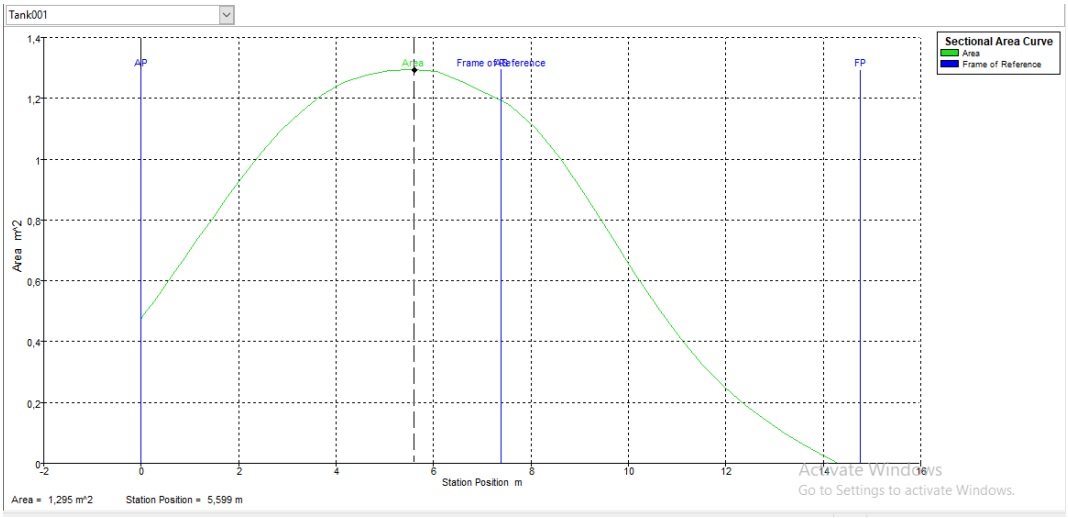
Loadcase pertama posisi kubah berada di posisi station 7, kapal akan mengalami trim by stren 0,110 meter. Memiliki *wetted surface area* 50,342 m², *water plan area* 34,579 m², *keel of buoyancy* 0,337m.



Gambar 4 13profile 2

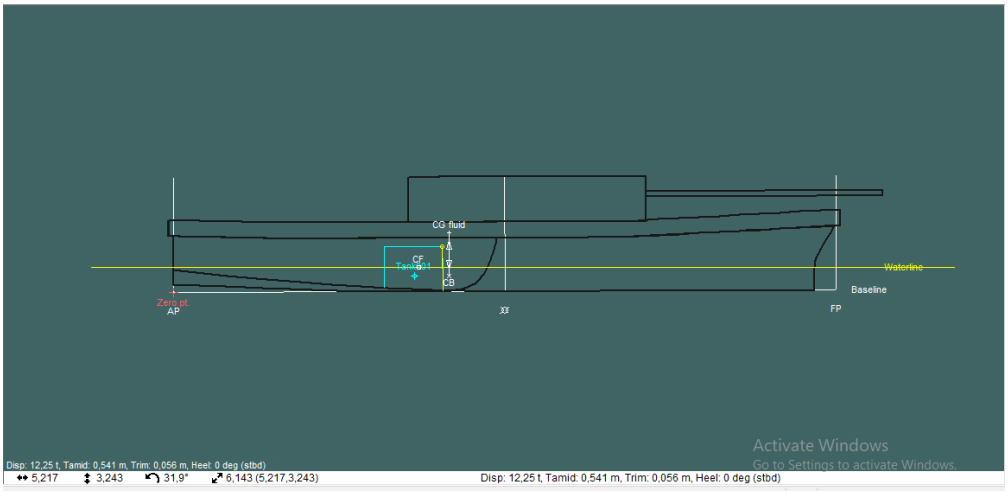
Tabel 4 4 loadcase 2

	Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m^3	Total Volume m^3	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
1	Lightship	1	2,108	2,108			6,376	0,000	0,000	0,000	User Specifi
2	fo	1	3,700	3,700			5,500	0,000	0,580	0,000	User Specifi
3	mesin	1	1,150	1,150			3,000	0,000	0,950	0,000	User Specifi
4	kubah	1	3,317	3,317			7,000	0,000	2,000	0,000	User Specifi
5	Tank001	50%	3,088	1,544	3,271	1,635	5,367	0,000	0,352	2,747	Maximum
6	**Total Loadca**			**11,819**	**3,271**	**1,635**	**5,817**	**0,000**	**0,881**	**2,747**	
7	**FS correction**								**0,232**		
8	**VCG fluid**								**1,114**		



Gambar 4 14area curve 2

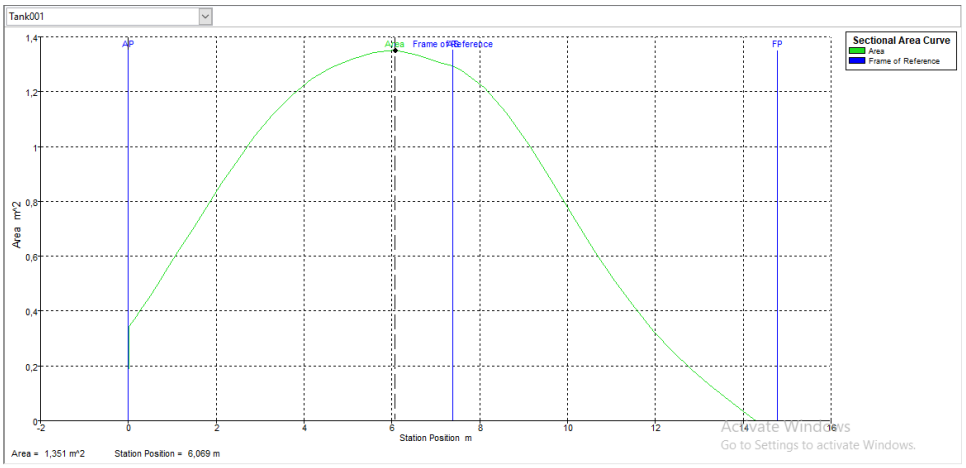
Loadcase kedua posisi kubah berada di posisi station 6, kapal akan mengalami trim by stren 0,221 meter. Memiliki *wetted surface area* 50,227 m², *water plan area* 34,551 m², *keel of buoyancy* 0,334m.



Gambar 4 15profile 3

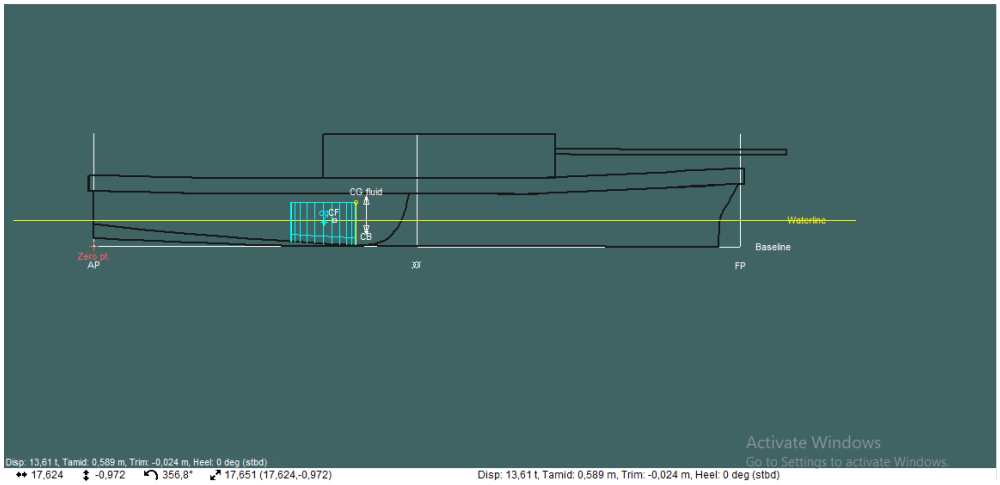
Tabel 4 5 loadcase 3

	Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m^3	Total Volume m^3	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
1	Lightship	1	2,108	2,108			6,376	0,000	1,200	0,000	User Specifi
2	tanki fo	1	3,700	3,700			5,500	0,000	0,580	0,000	User Specifi
3	mesin	2	0,790	1,580			3,000	0,000	0,950	0,000	User Specifi
4	kubah	1	3,317	3,317			8,580	0,000	2,000	0,000	User Specifi
5	Tank001	50%	3,088	1,544	3,271	1,635	5,367	0,000	0,352	2,747	Maximum
6	**Total Loadca**			**12,249**	**3,271**	**1,635**	**6,146**	**0,000**	**1,090**	**2,747**	
7	**FS correction**								**0,224**		
8	**VCG fluid**								**1,314**		



Gambar 4 16area curve 3

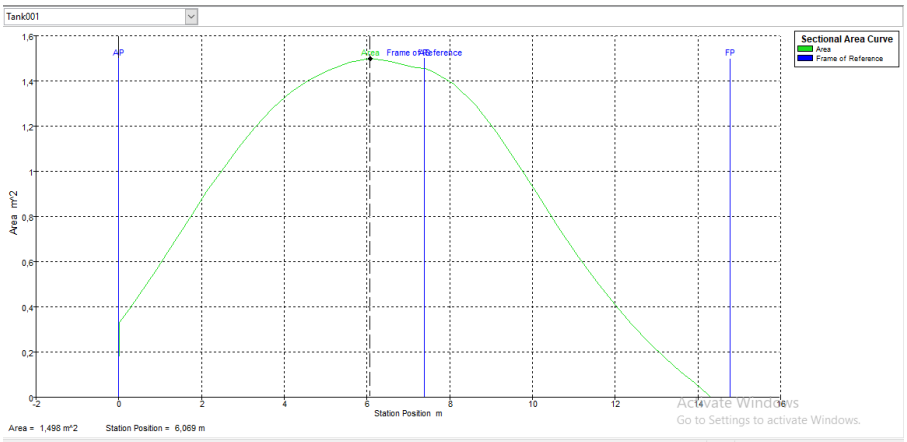
Loadcase ketiga posisi kubah berada di posisi station 8, kapal akan mengalami trim by stren 0,056 meter. Memiliki *wetted surface area* 51,010 m², *water plan area* 34,760 m², *keel of buoyancy* 0,344m,.



Gambar 4 17profile 4

Tabel 4 6 loadcase 4

	Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m^3	Total Volume m^3	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
1	Lightship	1	2,108	2,108			6,376	0,000	1,200	0,000	User Specifi
2	tanki fo	1	3,700	3,700			5,500	0,000	0,580	0,000	User Specifi
3	mesin	2	0,585	1,170			3,719	0,000	1,200	0,000	User Specifi
4	kubah	1	3,317	3,317			9,340	0,000	2,000	0,000	User Specifi
5	waterjet	2	0,152	0,304			2,050	0,000	0,600	0,000	User Specifi
6	Tank001	100%	3,088	3,088	3,271	3,271	5,359	0,000	0,571	0,000	IMO A.749(
7	gun	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	User Specifi
8	**Total Loadca**			**13,687**	**3,271**	**3,271**	**6,305**	**0,000**	**1,071**	**0,000**	
9	**FS correction**								**0,000**		
10	**VCG fluid**								**1,071**		



Gambar 4 18area curve 4

Loadcase ke empat posisi kubah berada di posisi station 9, kapal akan mengalami trim by stren 0,024 meter. Memiliki *wetted surface area* 53,267 m², *water plan area* 35,322 m², *keel of buoyancy* 0,368m.

Hasil dari ke empat percobaan diatas penempatan kubah tank paling tepat pada station ke 9. Karena nilai dari trim (+ve by stern) -0,024 m. Dan dari hasil curve area pada percobaan ke empat mendapatkan hasil area yang lebih luas, semakin besar luas area maka smakin besar kapal.

4.6. Analisa Load case

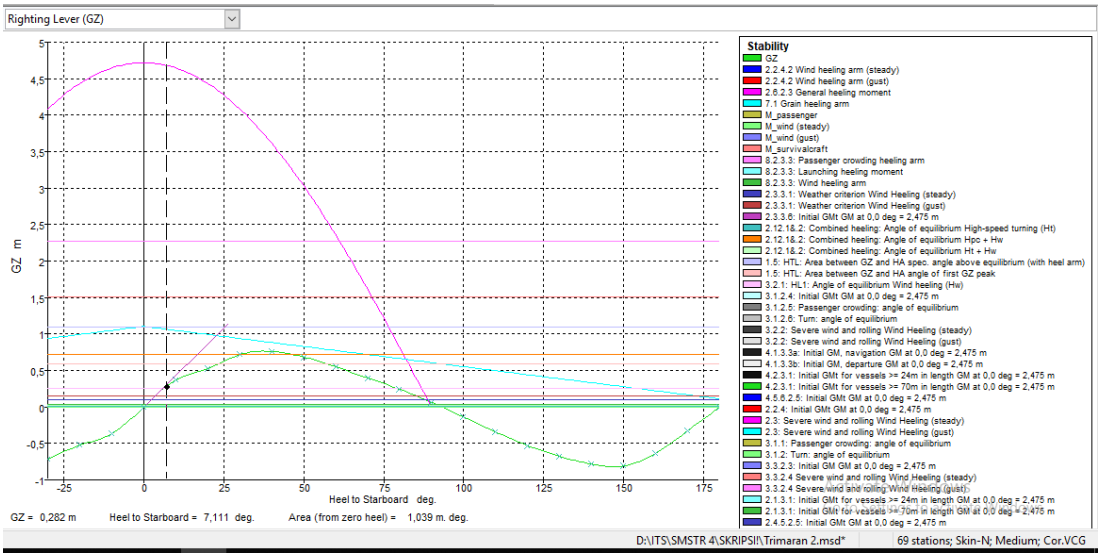
Tabel 4 7 kondisi loadcase FOT 0%

	Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m^3	Total Volume m^3	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
1	Lightship	1	2,108	2,108			6,376	0,000	1,200	0,000	User Specifi
2	tanki fo	1	3,700	3,700			5,500	0,000	0,580	0,000	User Specifi
3	mesin	2	0,585	1,170			3,719	0,000	1,200	0,000	User Specifi
4	kubah	1	3,317	3,317			9,340	0,000	2,000	0,000	User Specifi
5	waterjet	2	0,152	0,304			2,050	0,000	0,600	0,000	User Specifi
6	Tank001	0%	3,088	0,000	3,271	0,000	5,993	0,000	0,031	0,000	IMO A.749(
7	gun	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	User Specifi
8	**Total Loadca**			**10,599**	**3,271**	**0,000**	**6,580**	**0,000**	**1,217**	**0,000**	
9	**FS correction**								**0,000**		
10	**VCG fluid**								**1,217**		

Tabel 4 8 output garis lengan stabilitas

	Heel to Starboard deg	-30,0	-20,0	-10,0	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0
1	GZ m	-0,716	-0,525	-0,367	0,000	0,367	0,525	0,716	0,761	0,684	0,548	0,399
2	Area under GZ curve f	12,6761	6,5229	1,9766	0,0000	1,9805	6,5077	12,7336	20,2650	27,5591	33,7414	38,4761
3	Displacement t	10,60	10,60	10,60	10,60	10,60	10,60	10,60	10,60	10,60	10,60	10,60
4	Draft at FP m	0,613	0,638	0,580	0,556	0,580	0,638	0,613	0,589	0,565	0,507	0,324
5	Draft at AP m	-0,077	0,227	0,416	0,469	0,416	0,226	-0,077	-0,534	-1,188	-2,214	-4,197
6	WL Length m	14,422	14,325	14,314	14,307	14,314	14,325	14,422	14,432	14,447	14,462	14,674
7	Beam max extents on	3,056	3,585	4,604	4,676	4,604	3,585	3,056	2,480	2,283	2,374	2,673
8	Wetted Area m^2	52,245	47,713	44,871	47,371	44,872	47,714	52,244	55,651	57,692	59,466	60,318
9	Waterpl. Area m^2	28,360	28,699	30,040	33,326	30,040	28,699	28,358	24,880	21,910	20,658	19,998
10	Prismatic coeff. (Cp)	0,631	0,619	0,599	0,593	0,599	0,619	0,631	0,633	0,642	0,626	0,560
11	Block coeff. (Cb)	0,194	0,222	0,270	0,371	0,270	0,222	0,194	0,226	0,244	0,231	0,184
12	LCB from zero pt. (+ve	6,626	6,607	6,590	6,585	6,590	6,607	6,627	6,654	6,685	6,716	6,744
13	LCF from zero pt. (+ve	6,948	6,540	6,025	5,654	6,024	6,540	6,949	7,295	7,711	8,053	8,116
14	Max deck inclination de	30,0810	20,0537	10,0193	0,3348	10,0193	20,0537	30,0811	40,1152	50,1390	60,1393	70,1132
15	Trim angle (+ve by ster	-2,6741	-1,5935	-0,6340	-0,3348	-0,6336	-1,5938	-2,6759	-4,3445	-6,7635	-10,436	-17,013

80,0	90,0	100,0	110,0	120,0	130,0	140,0	150,0	160,0	170,0	180,0
0,241	0,061	-0,140	-0,344	-0,530	-0,678	-0,785	-0,810	-0,635	-0,329	0,000
41,6864	43,2150	42,8313	40,4076	36,0146	29,9391	22,5865	14,4865	7,1001	2,2241	0,5790
10,60	10,60	10,60	10,60	10,60	10,60	10,60	10,60	10,60	10,60	10,60
-0,574	n/a	-3,422	-2,589	-2,393	-2,331	-2,307	-2,283	-2,283	-2,390	-2,465
-9,915	n/a	-12,335	-6,494	-4,421	-3,310	-2,616	-2,149	-1,799	-1,491	-1,359
14,828	14,884	15,020	15,992	15,966	14,470	14,016	13,405	13,096	12,146	11,664
2,510	2,402	2,311	2,147	1,999	2,952	3,046	3,364	4,042	3,988	4,842
60,159	59,345	57,639	55,353	52,600	49,334	45,736	42,401	39,284	34,893	35,012
18,483	16,653	15,841	15,738	16,319	16,972	18,130	21,692	27,636	25,678	27,056
0,527	0,516	0,505	0,468	0,461	0,497	0,490	0,464	0,412	0,399	0,396
0,185	0,192	0,197	0,208	0,246	0,309	0,292	0,242	0,188	0,241	0,236
6,758	6,762	6,751	6,724	6,685	6,641	6,601	6,572	6,549	6,523	6,513
8,013	8,051	7,742	7,290	6,896	6,706	6,616	6,549	6,404	5,459	4,554
80,0603	90,0000	99,9450	109,915	119,922	129,956	139,991	149,996	159,925	169,433	175,717
-32,299	90,0000	-31,096	-14,800	-7,8142	-3,7915	-1,1958	0,5200	1,8770	3,4831	4,2821



Gambar 4 19 Grafik lengan stabilitas kondisi FOT 0%

Gz digunakan dalam menandai besar kecilnya stabilitas kapal, pada gambar 4.24 dapat diketahui pada kondisi FOT 0% GZ terbesar terdapat pada sudut 38 deg dengan nilai sebesar 0,765 m.

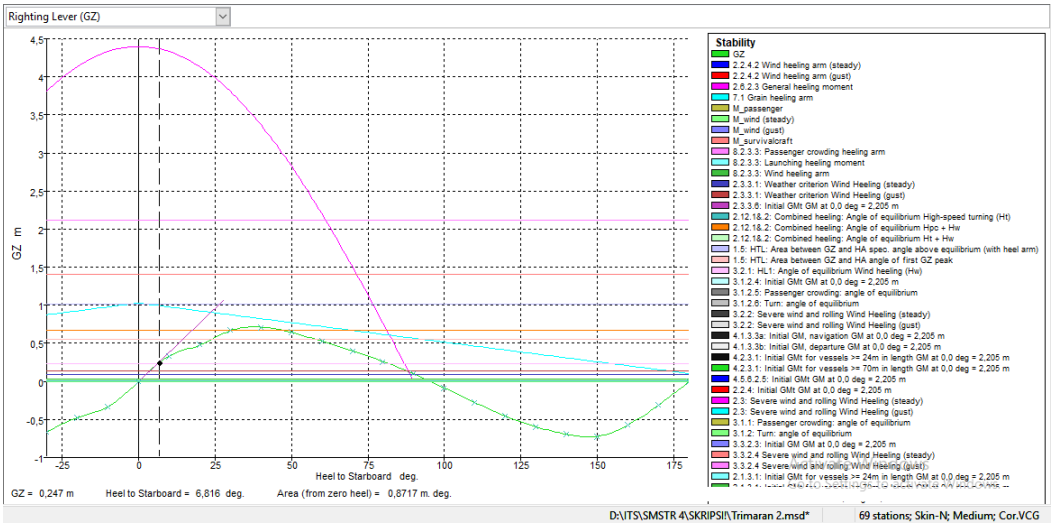
Tabel 4 9 kondisi loadcase FOT 25%

	Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m^3	Total Volume m^3	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
1	Lightship	1	2,108	2,108			6,376	0,000	1,200	0,000	User Specifi
2	tanki fo	1	3,700	3,700			5,500	0,000	0,580	0,000	User Specifi
3	mesin	2	0,585	1,170			3,719	0,000	1,200	0,000	User Specifi
4	kubah	1	3,317	3,317			9,340	0,000	2,000	0,000	User Specifi
5	waterjet	2	0,152	0,304			2,050	0,000	0,600	0,000	User Specifi
6	Tank001	25%	3,088	0,772	3,271	0,818	5,381	0,000	0,234	2,221	IMO A.749(
7	gun	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	User Specifi
8	**Total Loadca**			**11,371**	**3,271**	**0,818**	**6,499**	**0,000**	**1,150**	**2,221**	
9	**FS correction**								**0,195**		
10	**VCG fluid**								**1,345**		

Tabel 4 10 output garis lengan stabilitas

	Heel to Starboard deg	-30,0	-20,0	-10,0	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0
1	GZ m	-0,666	-0,477	-0,333	0,000	0,333	0,477	0,666	0,712	0,644	0,525	0,398
2	Area under GZ curve f	11,5688	5,9171	1,7986	0,0000	1,8021	5,9008	11,6259	18,6579	25,5020	31,3665	35,9826
3	Displacement t	11,37	11,37	11,37	11,37	11,37	11,37	11,37	11,37	11,37	11,37	11,37
4	Draft at FP m	0,609	0,641	0,592	0,574	0,593	0,641	0,609	0,578	0,543	0,463	0,224
5	Draft at AP m	-0,017	0,273	0,450	0,494	0,450	0,273	-0,017	-0,448	-1,056	-2,009	-3,848
6	WL Length m	14,420	14,325	14,316	14,309	14,316	14,325	14,420	14,428	14,440	14,451	14,565
7	Beam max extents on	3,049	3,622	4,622	4,678	4,622	3,622	3,049	2,487	2,249	2,436	2,678
8	Wetted Area m^2	54,623	49,818	46,686	49,205	46,683	49,819	54,624	58,036	60,203	61,943	62,516
9	Waterpl. Area m^2	29,509	29,919	30,954	34,166	30,951	29,919	29,509	25,568	22,665	21,506	20,614
10	Prismatic coeff. (Cp)	0,635	0,622	0,605	0,602	0,604	0,622	0,635	0,644	0,654	0,637	0,576
11	Block coeff. (Cb)	0,200	0,225	0,275	0,382	0,275	0,225	0,200	0,237	0,248	0,233	0,196
12	LCB from zero pt. (+ve	6,543	6,525	6,508	6,505	6,509	6,525	6,543	6,568	6,596	6,622	6,644
13	LCF from zero pt. (+ve	6,839	6,471	5,950	5,572	5,951	6,471	6,840	7,176	7,567	7,865	7,855
14	Max deck inclination de	30,0667	20,0430	10,0146	0,3106	10,0147	20,0430	30,0667	40,0963	50,1157	60,1151	70,0920
15	Trim angle (+ve by ster	-2,4262	-1,4263	-0,5515	-0,3106	-0,5539	-1,4264	-2,4273	-3,9728	-6,1746	-9,4978	-15,405

80,0	90,0	100,0	110,0	120,0	130,0	140,0	150,0	160,0	170,0	180,0
0,260	0,097	-0,087	-0,279	-0,457	-0,597	-0,695	-0,722	-0,572	-0,310	0,000
39,2911	41,1007	41,1626	39,3280	35,6230	30,3134	23,8186	16,6252	10,0223	5,5510	3,9780
11,37	11,37	11,37	11,37	11,37	11,37	11,37	11,37	11,37	11,37	11,37
-0,829	n/a	-3,678	-2,628	-2,390	-2,330	-2,308	-2,291	-2,293	-2,374	-2,428
-9,142	n/a	-11,476	-6,180	-4,254	-3,185	-2,518	-2,071	-1,741	-1,454	-1,337
14,684	14,717	14,865	14,940	15,961	14,478	14,034	13,410	13,069	12,472	12,118
2,518	2,421	2,351	2,233	2,076	3,033	3,130	3,451	4,039	3,988	4,842
62,523	61,773	60,876	59,149	55,951	52,280	48,711	45,238	41,569	37,409	37,188
19,166	17,356	15,943	15,601	16,355	17,291	18,313	21,745	27,964	26,846	28,635
0,546	0,535	0,523	0,513	0,473	0,511	0,492	0,466	0,417	0,397	0,394
0,197	0,204	0,207	0,225	0,248	0,314	0,294	0,245	0,197	0,235	0,235
6,653	6,657	6,647	6,630	6,596	6,553	6,515	6,482	6,456	6,430	6,419
7,809	7,845	7,896	7,565	7,023	6,743	6,616	6,546	6,397	5,429	4,462
80,0479	90,0000	99,9578	109,929	119,934	129,966	139,995	149,991	159,903	169,408	175,775
-29,359	90,0000	-27,822	-13,516	-7,1894	-3,3128	-0,8154	0,8555	2,1402	3,5608	4,2244



Gambar 4 20 Grafik lengan stabilitas kondisi FOT 25%

Gz digunakan dalam menandai besar kecilnya stabilitas kapal, pada gambar 4.27 dapat diketahui pada kondisi FOT 25% GZ terbesar terdapat pada sudut 38 deg dengan nilai sebesar 0,715 m.

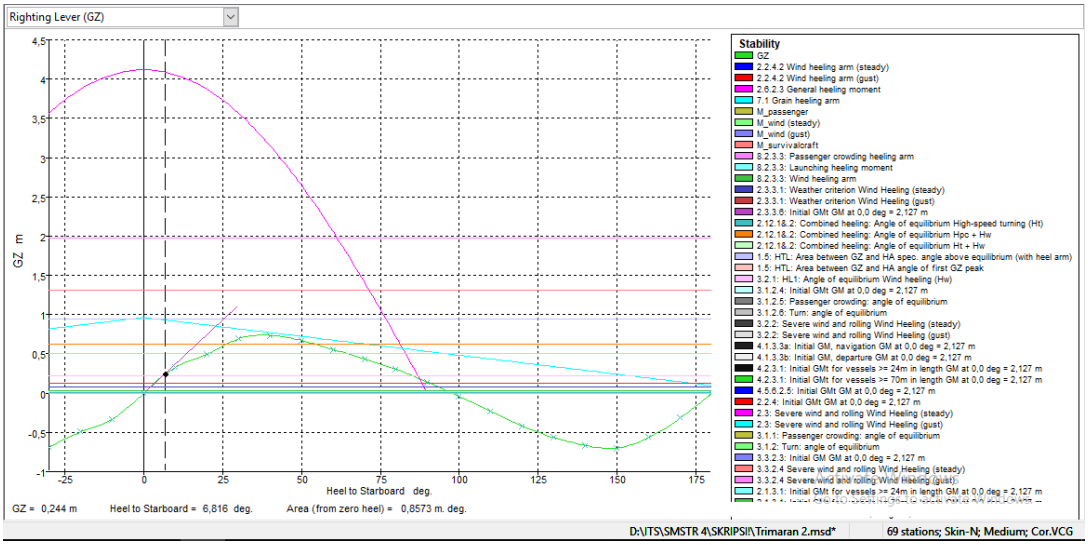
Tabel 4 11 kondisi loadcase FOT 50%

	Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m^3	Total Volume m^3	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
1	Lightship	1	2,108	2,108			6,376	0,000	1,200	0,000	User Specifi
2	tanki fo	1	3,700	3,700			5,500	0,000	0,580	0,000	User Specifi
3	mesin	2	0,585	1,170			3,719	0,000	1,200	0,000	User Specifi
4	kubah	1	3,317	3,317			9,340	0,000	2,000	0,000	User Specifi
5	waterjet	2	0,152	0,304			2,050	0,000	0,600	0,000	User Specifi
6	Tank001	50%	3,088	1,544	3,271	1,635	5,367	0,000	0,352	2,221	IMO A.749(
7	gun	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	User Specifi
8	**Total Loadca**			**12,143**	**3,271**	**1,635**	**6,426**	**0,000**	**1,107**	**2,221**	
9	**FS correction**								**0,183**		
10	**VCG fluid**								**1,290**		

Tabel 4 12 output garis lengan stabilitas

	Heel to Starboard deg	-30,0	-20,0	-10,0	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0
1	GZ m	-0,691	-0,494	-0,331	0,000	0,331	0,494	0,691	0,736	0,669	0,556	0,437
2	Area under GZ curve f	11,8443	5,9694	1,7757	0,0000	1,7794	5,9533	11,9059	19,1824	26,2652	32,4078	37,3736
3	Displacement t	12,14	12,14	12,14	12,14	12,14	12,14	12,14	12,14	12,14	12,14	12,14
4	Draft at FP m	0,606	0,644	0,605	0,592	0,605	0,643	0,606	0,570	0,523	0,424	0,136
5	Draft at AP m	0,039	0,317	0,482	0,518	0,482	0,318	0,039	-0,367	-0,932	-1,821	-3,534
6	WL Length m	14,419	14,325	14,318	14,314	14,318	14,325	14,419	14,425	14,434	14,442	14,476
7	Beam max extents on	3,043	3,660	4,639	4,680	4,639	3,660	3,043	2,454	2,296	2,493	2,682
8	Wetted Area m^2	56,902	51,796	48,439	50,612	48,437	51,796	56,904	60,354	62,598	64,354	64,867
9	Waterpl. Area m^2	30,485	31,057	31,809	34,733	31,807	31,056	30,486	26,229	23,376	22,334	21,392
10	Prismatic coeff. (Cp)	0,637	0,625	0,610	0,609	0,610	0,625	0,637	0,654	0,664	0,645	0,592
11	Block coeff. (Cb)	0,208	0,228	0,281	0,393	0,281	0,228	0,208	0,247	0,252	0,235	0,208
12	LCB from zero pt. (+ve	6,465	6,449	6,434	6,430	6,435	6,447	6,464	6,486	6,510	6,534	6,554
13	LCF from zero pt. (+ve	6,741	6,415	5,885	5,530	5,885	6,413	6,740	7,056	7,434	7,702	7,654
14	Max deck inclination de	30,0547	20,0339	10,0108	0,2845	10,0109	20,0336	30,0546	40,0802	50,0959	60,0950	70,0748
15	Trim angle (+ve by ster	-2,1966	-1,2652	-0,4745	-0,2845	-0,4765	-1,2609	-2,1945	-3,6251	-5,6227	-8,6392	-13,947

80,0	90,0	100,0	110,0	120,0	130,0	140,0	150,0	160,0	170,0	180,0
0,302	0,140	-0,043	-0,232	-0,420	-0,567	-0,666	-0,698	-0,564	-0,318	0,000
41,0899	43,3224	43,8173	42,4478	39,1671	34,1880	27,9842	21,0578	14,6190	10,1380	8,5158
12,14	12,14	12,14	12,14	12,14	12,14	12,14	12,14	12,14	12,14	12,14
-1,047	n/a	-3,977	-2,753	-2,412	-2,333	-2,313	-2,300	-2,300	-2,354	-2,387
-8,450	n/a	-10,605	-5,760	-4,057	-3,061	-2,418	-1,991	-1,684	-1,422	-1,319
14,571	14,575	14,700	14,793	14,759	14,478	14,039	13,413	13,085	12,818	12,623
2,526	2,435	2,382	2,309	2,158	3,113	3,214	3,537	4,036	3,988	4,842
64,792	63,894	63,360	62,377	59,551	55,661	51,949	48,083	43,976	39,980	39,326
19,755	18,036	16,930	15,914	16,213	17,672	18,797	21,805	28,122	27,955	30,408
0,565	0,554	0,543	0,531	0,524	0,521	0,493	0,468	0,421	0,394	0,390
0,209	0,216	0,217	0,231	0,270	0,312	0,296	0,254	0,205	0,232	0,233
6,562	6,562	6,553	6,537	6,511	6,473	6,434	6,402	6,379	6,356	6,347
7,622	7,640	7,645	7,681	7,201	6,761	6,589	6,551	6,393	5,397	4,383
80,0380	90,0000	99,9695	109,949	119,948	129,975	139,999	149,983	159,879	169,392	175,863
-26,610	90,0000	-24,156	-11,501	-6,3549	-2,8203	-0,4095	1,1967	2,3882	3,6114	4,1369



Gambar 4 21 Grafik lengan stabilitas kondisi FOT 50%

Gz digunakan dalam menandai besar kecilnya stabilitas kapal, pada gambar 4.30 dapat diketahui pada kondisi FOT 50% GZ terbesar terdapat pada sudut 38 deg dengan nilai sebesar 0,739 m.

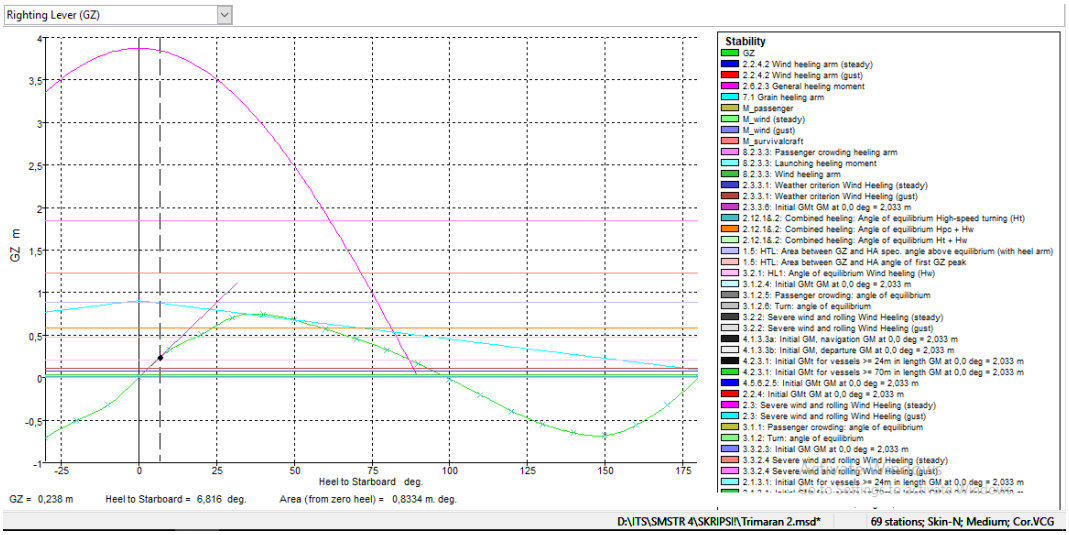
Tabel 4 13 kondisi loadcase FOT 75%

	Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m^3	Total Volume m^3	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
1	Lightship	1	2,108	2,108			6,376	0,000	1,200	0,000	User Specifi
2	tanki fo	1	3,700	3,700			5,500	0,000	0,580	0,000	User Specifi
3	mesin	2	0,585	1,170			3,719	0,000	1,200	0,000	User Specifi
4	kubah	1	3,317	3,317			9,340	0,000	2,000	0,000	User Specifi
5	waterjet	2	0,152	0,304			2,050	0,000	0,600	0,000	User Specifi
6	Tank001	75%	3,088	2,316	3,271	2,453	5,362	0,000	0,462	2,221	IMO A.749(
7	gun	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	User Specifi
8	**Total Loadca**			**12,915**	**3,271**	**2,453**	**6,362**	**0,000**	**1,081**	**2,221**	
9	**FS correction**								**0,172**		
10	**VCG fluid**								**1,253**		

Tabel 4 14 output garis lengan stabilitas

	Heel to Starboard deg	-30,0	-20,0	-10,0	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0
1	GZ m	-0,705	-0,505	-0,326	0,000	0,326	0,505	0,705	0,745	0,679	0,570	0,457
2	Area under GZ curve f	11,9579	5,9473	1,7326	0,0000	1,7365	5,9306	12,0203	19,4149	26,5895	32,8498	37,9912
3	Displacement t	12,92	12,92	12,92	12,92	12,92	12,92	12,92	12,92	12,92	12,92	12,92
4	Draft at FP m	0,605	0,647	0,618	0,610	0,618	0,647	0,605	0,565	0,509	0,391	0,059
5	Draft at AP m	0,092	0,359	0,513	0,542	0,513	0,360	0,091	-0,292	-0,820	-1,650	-3,247
6	WL Length m	14,419	14,326	14,320	14,317	14,320	14,326	14,419	14,423	14,430	14,435	14,403
7	Beam max extents on	3,037	3,694	4,655	4,681	4,655	3,694	3,037	2,401	2,342	2,548	2,686
8	Wetted Area m^2	59,102	53,704	50,145	51,958	50,143	53,704	59,103	62,620	64,955	66,480	66,899
9	Waterpl. Area m^2	31,325	32,162	32,617	35,050	32,615	32,161	31,324	26,826	24,081	23,129	22,115
10	Prismatic coeff. (Cp)	0,639	0,629	0,615	0,616	0,615	0,629	0,639	0,656	0,672	0,654	0,607
11	Block coeff. (Cb)	0,217	0,230	0,286	0,403	0,286	0,230	0,217	0,257	0,255	0,237	0,219
12	LCB from zero pt. (+ve	6,394	6,380	6,368	6,366	6,369	6,380	6,395	6,415	6,437	6,457	6,474
13	LCF from zero pt. (+ve	6,650	6,369	5,826	5,526	5,827	6,368	6,651	6,950	7,309	7,557	7,498
14	Max deck inclination de	30,0448	20,0263	10,0080	0,2650	10,0081	20,0262	30,0448	40,0672	50,0801	60,0786	70,0608
15	Trim angle (+ve by ster	-1,9882	-1,1158	-0,4086	-0,2650	-0,4103	-1,1138	-1,9892	-3,3193	-5,1401	-7,8631	-12,610

80,0	90,0	100,0	110,0	120,0	130,0	140,0	150,0	160,0	170,0	180,0
0,324	0,162	-0,017	-0,203	-0,392	-0,549	-0,649	-0,681	-0,559	-0,325	0,000
41,9231	44,3762	45,1081	44,0151	41,0310	36,2822	30,2521	23,5090	17,1894	12,6836	11,0112
12,91	12,91	12,91	12,91	12,92	12,92	12,92	12,92	12,92	12,92	12,92
-1,240	n/a	-4,225	-2,891	-2,461	-2,341	-2,317	-2,307	-2,307	-2,334	-2,346
-7,812	n/a	-9,856	-5,351	-3,828	-2,934	-2,323	-1,915	-1,628	-1,391	-1,302
14,477	14,468	14,574	14,647	14,677	14,466	14,046	13,423	13,108	13,163	13,156
2,532	2,447	2,406	2,366	2,245	3,190	3,293	3,621	4,032	3,988	4,842
66,678	66,198	66,034	65,181	63,470	59,172	55,406	51,511	46,679	42,565	41,455
20,262	18,688	17,932	17,001	16,064	18,011	19,513	22,371	28,283	29,018	31,831
0,582	0,571	0,562	0,552	0,540	0,521	0,494	0,471	0,425	0,391	0,386
0,220	0,227	0,228	0,239	0,273	0,319	0,299	0,263	0,215	0,234	0,231
6,480	6,477	6,466	6,451	6,432	6,399	6,362	6,332	6,310	6,292	6,285
7,455	7,449	7,409	7,425	7,435	6,775	6,511	6,458	6,351	5,369	4,347
80,0300	90,0000	99,9780	109,966	119,964	129,984	140,000	149,973	159,854	169,379	175,960
-23,977	90,0000	-20,858	-9,4541	-5,2848	-2,2971	-0,0250	1,5174	2,6297	3,6496	4,0396



Gambar 4 22 Grafik lengan stabilitas kondisi FOT 75%

Gz digunakan dalam menandai besar kecilnya stabilitas kapal, pada gambar 4.33 dapat diketahui pada kondisi FOT 75% GZ terbesar terdapat pada sudut 38 deg dengan nilai sebesar 0,749 m.

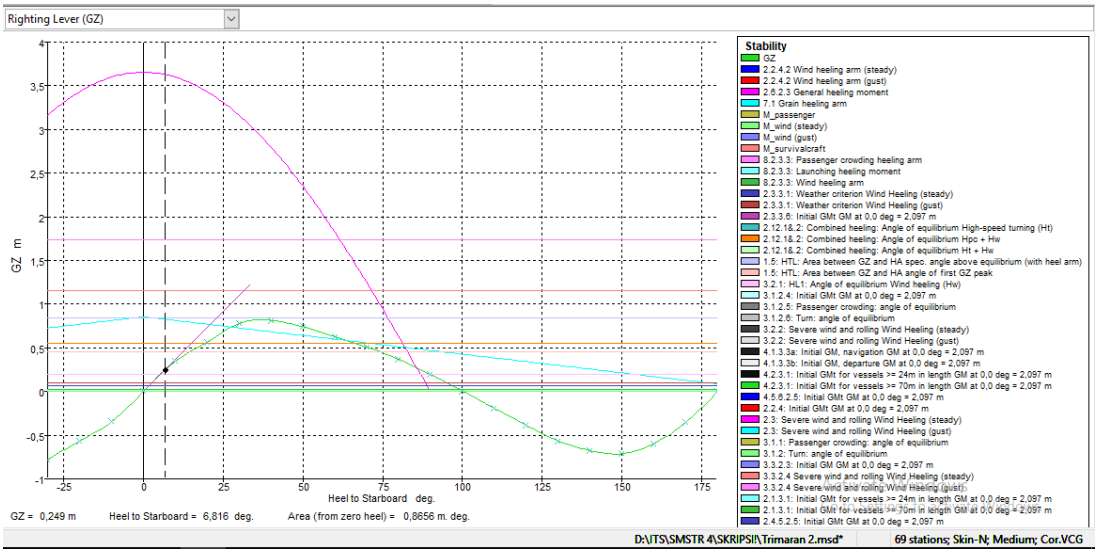
Tabel 4 15 kondisi loadcase FOT 100%

	Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m^3	Total Volume m^3	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
1	Lightship	1	2,108	2,108			6,376	0,000	1,200	0,000	User Specifi
2	tanki fo	1	3,700	3,700			5,500	0,000	0,580	0,000	User Specifi
3	mesin	2	0,585	1,170			3,719	0,000	1,200	0,000	User Specifi
4	kubah	1	3,317	3,317			9,340	0,000	2,000	0,000	User Specifi
5	waterjet	2	0,152	0,304			2,050	0,000	0,600	0,000	User Specifi
6	Tank001	100%	3,088	3,088	3,271	3,271	5,359	0,000	0,571	0,000	IMO A.749(
7	gun	1	0,000	0,000			0,000	0,000	0,000	0,000	User Specifi
8	Total Loadca			13,687	3,271	3,271	6,305	0,000	1,071	0,000	
9	FS correction								0,000		
10	VCG fluid								1,071		

Tabel 4 16 output garis lengan stabilitas

	Heel to Starboard deg	-30,0	-20,0	-10,0	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0
1	GZ m	-0,780	-0,568	-0,346	0,000	0,346	0,568	0,780	0,813	0,742	0,630	0,512
2	Area under GZ curve f	13,1713	6,4480	1,8126	0,0000	1,8168	6,4302	13,2357	21,3462	29,1731	36,0433	41,7594
3	Displacement t	13,69	13,69	13,69	13,69	13,69	13,69	13,69	13,69	13,69	13,69	13,69
4	Draft at FP m	0,604	0,651	0,632	0,628	0,632	0,651	0,605	0,562	0,497	0,367	0,000
5	Draft at AP m	0,141	0,400	0,542	0,565	0,542	0,399	0,141	-0,222	-0,714	-1,495	-2,992
6	WL Length m	14,419	14,419	14,322	14,320	14,322	14,419	14,419	14,422	14,426	14,430	14,351
7	Beam max extents on	3,029	3,728	4,671	4,683	4,671	3,728	3,029	2,398	2,384	2,601	2,689
8	Wetted Area m^2	61,205	55,556	51,810	53,267	51,809	55,556	61,205	64,788	67,015	68,722	69,097
9	Waterpl. Area m^2	32,074	33,254	33,384	35,323	33,383	33,253	32,073	27,301	24,755	23,854	22,772
10	Prismatic coeff. (Cp)	0,642	0,629	0,620	0,622	0,620	0,629	0,642	0,659	0,675	0,662	0,618
11	Block coeff. (Cb)	0,226	0,230	0,291	0,412	0,291	0,230	0,226	0,267	0,259	0,239	0,230
12	LCB from zero pt. (+ve	6,329	6,317	6,309	6,309	6,309	6,318	6,330	6,349	6,369	6,390	6,405
13	LCF from zero pt. (+ve	6,567	6,326	5,772	5,528	5,773	6,327	6,567	6,868	7,196	7,442	7,376
14	Max deck inclination de	30,0365	20,0200	10,0059	0,2467	10,0059	20,0201	30,0367	40,0562	50,0666	60,0654	70,0498
15	Trim angle (+ve by ster	-1,7959	-0,9725	-0,3501	-0,2467	-0,3514	-0,9743	-1,7992	-3,0355	-4,6864	-7,1783	-11,447

80,0	90,0	100,0	110,0	120,0	130,0	140,0	150,0	160,0	170,0	180,0
0,368	0,194	0,005	-0,190	-0,387	-0,566	-0,676	-0,712	-0,596	-0,352	0,000
46,1897	49,0216	50,0251	49,1020	46,2137	41,4101	35,1492	28,1140	21,4448	16,5994	14,7821
13,69	13,69	13,69	13,69	13,69	13,69	13,69	13,69	13,69	13,69	13,69
-1,386	n/a	-4,403	-2,992	-2,537	-2,353	-2,317	-2,308	-2,309	-2,310	-2,301
-7,249	n/a	-9,225	-5,008	-3,575	-2,806	-2,235	-1,847	-1,577	-1,364	-1,289
14,410	14,395	14,491	14,548	14,560	14,447	14,062	13,452	13,206	13,538	13,759
2,537	2,457	2,425	2,408	2,331	3,268	3,366	3,701	4,029	3,988	4,842
68,790	68,463	68,463	67,719	66,434	62,775	58,763	54,808	49,396	44,998	43,578
20,747	19,310	18,755	17,932	17,065	18,368	20,266	23,068	28,474	30,025	33,220
0,593	0,583	0,575	0,561	0,544	0,521	0,495	0,473	0,426	0,387	0,379
0,232	0,238	0,238	0,247	0,277	0,326	0,299	0,264	0,221	0,235	0,227
6,408	6,405	6,394	6,377	6,358	6,332	6,299	6,273	6,255	6,243	6,240
7,313	7,276	7,209	7,203	7,230	6,771	6,427	6,370	6,287	5,354	4,326
80,0239	90,0000	99,9838	109,977	119,979	129,990	139,999	149,963	159,830	169,375	176,083
-21,642	90,0000	-18,072	-7,7678	-4,0194	-1,7564	0,3177	1,7883	2,8346	3,6631	3,9164



Gambar 4 23 Grafik lengan stabilitas kondisi FOT 100%

Gz digunakan dalam menandai besar kecilnya stabilitas kapal, pada gambar 4.36 dapat diketahui pada kondisi FOT 100% GZ terbesar terdapat pada sudut 38 deg dengan nilai sebesar 0,818 m.

4.7. Analisa Stabilitas kapal

Parameter utama yang dilihat dalam menentukan kualitas stabilitas statis kapal adalah besarnya gaya yang bekerja untuk mengembalikan kapal (lengan pembalik GZ) pada beberapa sudut kemiringan yang diketahui dari luas area di bawah kurva GZ. Stabilitas pada kondisi tertentu merupakan penggambaran mengenai kondisi stabilitas saat berangkat dari pelabuhan sampai dengan tiba / berlabuh, dimana pada beberapa kondisi yang berbeda itu terdapat perubahan dinamik pada kondisi *displacement* kapal.

Langkah awal yang dilakukan dalam Analisa stabilitas kapal perang tank X yaitu dengan menentukan letak ruangan, kompartemen, tangka muatan kapal dan perlengkapan nya berdasarkan perancangan. Kemudian menentukan loadcase pada beberapa kondisi pemuatan untuk dapat dianalisa stabilitas. Pada simulasi ini kapal di kondisikan berada pada perairan tenang.

Salah satu otoritas di bidang maritim yang telah diakui adalah International Maritime Organisation (IMO). Standart stabilitas yang ditetapkan IMO adalah mengenai lengan stabilitas (GZ). Berikut ini adalah kriteria IMO yang digunakan:

- Section A.749 (18), Chapter 3.1.2.1 : a. Luasan pada daerah dibawah kurva GZ pada sudut oleng 0º– 30º (deg) tidak boleh

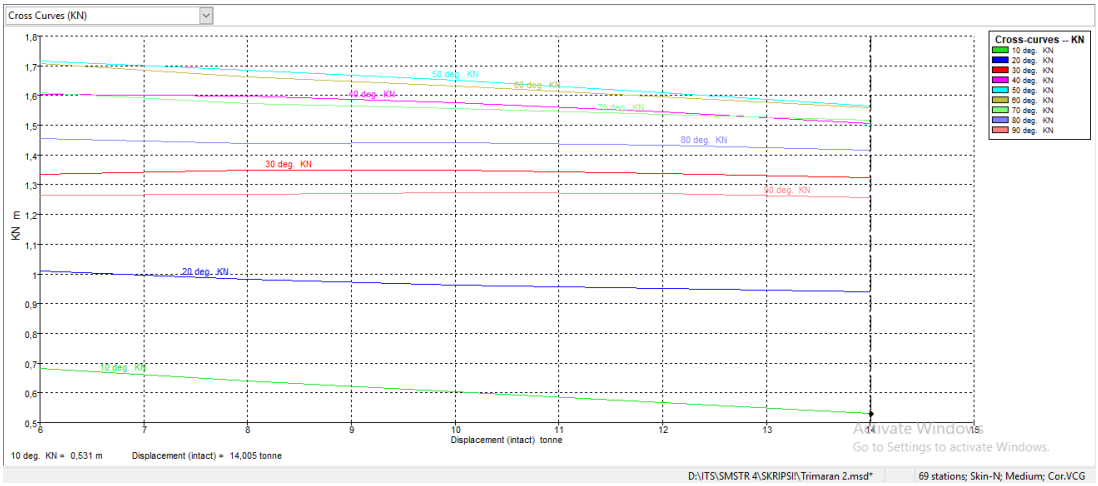
kurang atau sama dengan 3,1513 m.deg. b. Luasan pada daerah dibawah kurva GZ pada sudut oleng 0º– 40º (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 5,1566 m.deg. c. Luasan pada daerah dibawah kurva GZ pada sudut oleng 30º– 40º (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 1,7189 m.deg.

- Section A.749 (18), Chapter 3.1.2.2 : nilai GZ maksimum yang terjadi pada sudut 30º– 180º (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 0,2 m.
- Section A.749 (18), Chapter 3.1.2.3 : sudut pada nilai GZ maksimum tidak boleh kurang atau sama dengan 25º (deg) 4. Section A.749 (18), Chapter 3.1.2.4 : nilai GM awal pada sudut 0º (deg) tidak boleh kurang atau sama dengan 0,15 m.

Tabel 4 17 output diagram cross curve KN

	Displacement (intact) tonne	Draft Amidships m	Trim (+ve by stern) m	LCG m	TCG m	Assumed VCG m
1	6,000	0,357	0,000	6,855	0,000	0,000
2	8,000	0,424	0,000	6,621	0,000	0,000
3	10,00	0,484	0,000	6,433	0,000	0,000
4	12,00	0,542	0,000	6,279	0,000	0,000
5	14,00	0,597	0,000	6,167	0,000	0,000

KN 10,0 deg. Starb.	KN 20,0 deg. Starb.	KN 30,0 deg. Starb.	KN 40,0 deg. Starb.	KN 50,0 deg. Starb.	KN 60,0 deg. Starb.	KN 70,0 deg. Starb.	KN 80,0 deg. Starb.	KN 90,0 deg. Starb.
0,681	1,011	1,335	1,605	1,715	1,708	1,609	1,455	1,264
0,640	0,983	1,349	1,598	1,685	1,664	1,573	1,439	1,268
0,603	0,963	1,348	1,576	1,651	1,631	1,556	1,441	1,273
0,567	0,951	1,338	1,544	1,609	1,594	1,536	1,434	1,271
0,531	0,940	1,323	1,506	1,565	1,559	1,516	1,417	1,258



Gambar 4 24 cross curve KN

Tabel 4 18 Hasil input kriteria stabilitas IMO

	Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
463	**A.749(18) C**	**3.1.2.1: Are**				**Pass**	
464		*from the gre*					
465		spec. heel a	0,0	deg	0,0		
466		*to the lesser*					
467		spec. heel a	30,0	deg	30,0		
468		angle of van	100,3	deg			
469		**shall not b**	**3,1513**	**m.deg**	**13,2357**	**Pass**	+320,01
470							
471	**A.749(18) C**	**3.1.2.1: Are**				**Pass**	
472		*from the gre*					
473		spec. heel a	0,0	deg	0,0		
474		*to the lesser*					
475		spec. heel a	40,0	deg	40,0		
476		first downfl	n/a	deg			
477		angle of van	100,3	deg			
478		**shall not b**	**5,1566**	**m.deg**	**21,3462**	**Pass**	+313,96
479							
480	**A.749(18) C**	**3.1.2.1: Are**				**Pass**	
481		*from the gre*					
482		spec. heel a	30,0	deg	30,0		
483		*to the lesser*					
484		spec. heel a	40,0	deg	40,0		
485		first downfl	n/a	deg			
486		angle of van	100,3	deg			
487		**shall not b**	**1,7189**	**m.deg**	**8,1105**	**Pass**	+371,85

	Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
489	**A.749(18) C**	**3.1.2.2: Max**				**Pass**	
490		*in the range*					
491		spec. heel a	30,0	deg	30,0		
492		*to the lesser*					
493		spec. heel a	90,0	deg			
494		angle of ma	36,4	deg	36,4		
495		**shall not b**	**0,200**	**m**	**0,820**	**Pass**	+310,00
496		*Intermediate*					
497		angle at whi		deg	36,4		
498							
499	**A.749(18) C**	**3.1.2.3: Ang**				**Pass**	
500		**shall not b**	**25,0**	**deg**	**36,4**	**Pass**	+45,46
501							
502	**A.749(18) C**	**3.1.2.4: Initi**				**Pass**	
503		spec. heel a	0,0	deg			
504		**shall not b**	**0,150**	**m**	**2,097**	**Pass**	+1298,00
505							
506	**A.749(18) C**	**3.1.2.5: Pas**				**Pass**	
507		*Pass. crowd*					
508		number of p	0				
509		passenger	0,075	tonne			
510		distance fro	0,000	m			
511		cosine pow	0				
512		**shall not b**	**10,0**	**deg**	**0,0**	**Pass**	+100,00
513		*Intermediate*					
514		Heel arm am		m	0,000		
516	**A.749(18) C**	**3.1.2.6: Tur**				**Pass**	
517		*Turn arm: a*					
518		constant: a	0,9996				
519		vessel spee	0,000	kn			
520		turn radius,	510,00	%			
521		h = KG - me	0,773	m			
522		cosine pow	0				
523		**shall not b**	**10,0**	**deg**	**0,0**	**Pass**	+100,00
524		*Intermediate*					
525		Heel arm am		m	0,000		

	Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
527	**A.749(18) C**	**3.2.2: Seve**				Equilibriu	
528		*Wind arm: a*					
529		constant: a	0,99966				
530		wind pressu	504,0	Pa			
531		area centroi	6,000	m			
532		additional ar	50,000	m^2			
533		H = vert. ce	0,310	m			
534		cosine pow	0				
535		gust ratio	1,5				
536		*Area2 integr*					
537		roll back ang	25,0	deg			
538		*Area 1 uppe*					
539		spec. heel a	50,0	deg			
540		first downfl		deg			
541		angle of van		deg			
542		*Angle for G*					
543		angle of ma		deg			
544		Select requir	DeckEdgeIm				
545		**Criteria:**				Equilibriu	
546		**Angle of st**	**16,0**	**deg**		Equilibriu	
547		**Angle of st**	**80,00**	**%**		Equilibriu	
548		**Area1 / Are**	**100,00**	**%**		**Not Analys**	

4.8. Analisa Saat Kondisi Penembakan

Tabel 4 19 loadcase penembakan

	Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m^3	Total Volume m^3	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
1	Lightship	1	2,108	2,108			6,376	0,000	1,200	0,000	User Specifi
2	tanki fo	1	3,700	3,700			5,300	0,000	0,580	0,000	User Specifi
3	mesin	2	0,585	1,170			3,719	0,000	1,200	0,000	User Specifi
4	kubah	1	3,317	3,317			9,340	0,000	2,000	0,000	User Specifi
5	waterjet	2	0,152	0,304			2,050	0,000	0,600	0,000	User Specifi
6	gun	1	0,379	0,379			-15,780	0,000	0,000	0,000	User Specifi
7	Tank001	100%	3,008	3,008	3,186	3,186	5,261	0,000	0,556	0,000	IMO A.749(
8	Total Loadca			13,986	3,186	3,186	5,638	0,000	1,042	0,000	
9	FS correction								0,000		
10	VCG fluid								1,042		

Tabel 4 20 hasil loadcase penembakan

1	Draft Amidships m	0,560
2	Displacement t	13,99
3	Heel deg	0,0
4	Draft at FP m	0,418
5	Draft at AP m	0,701
6	Draft at LCF m	0,598
7	Trim (+ve by stern) m	0,282
8	WL Length m	14,307
9	Beam max extents on	4,686
10	Wetted Area m^2	53,751
11	Waterpl. Area m^2	35,146
12	Prismatic coeff. (Cp)	0,633
13	Block coeff. (Cb)	0,427
14	Max Sect. area coeff. (	0,709
15	Waterpl. area coeff. (C	0,673
16	LCB from zero pt. (+ve	5,626
17	LCF from zero pt. (+ve	5,388
18	KB m	0,377
19	KG fluid m	1,042
20	BMt m	2,772
21	BML m	27,916
22	GMt corrected m	2,107
23	GML m	27,252
24	KMt m	3,149
25	KML m	28,289
26	Immersion (TPc) tonne/	0,360
27	MTc tonne.m	0,258
28	RM at 1deg = GMt.Disp.	0,514
29	Max deck inclination de	1,0945
30	Trim angle (+ve by ster	1,0945

Pada saat kapal menembakan amunisi ke arah haluan akan mengalami hentakan yang mengakibatkan kapal mengalami trim by stren 0,282 meter.

Tabel 4 21 loadcase penembakan

	Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m^3	Total Volume m^3	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
1	Lightship	1	2,108	2,108			6,376	0,000	1,200	0,000	User Specifi
2	tanki fo	1	3,700	3,700			5,300	0,000	0,580	0,000	User Specifi
3	mesin	2	0,585	1,170			3,719	0,000	1,200	0,000	User Specifi
4	kubah	1	3,317	3,317			9,340	0,000	2,000	0,000	User Specifi
5	waterjet	2	0,152	0,304			2,050	0,000	0,600	0,000	User Specifi
6	gun	1	0,379	0,379			-7,370	-8,420	0,000	0,000	User Specifi
7	Tank001	100%	3,008	3,008	3,186	3,186	5,261	0,000	0,556	0,000	IMO A.749(
8	Total Loadca			13,986	3,186	3,186	5,866	-0,228	1,042	0,000	
9	FS correction								0,000		
10	VCG fluid								1,042		

Tabel 4 22 hasil loadcase penembakan

1	Draft Amidships m	0,573
2	Displacement t	13,99
3	Heel deg	-6,2
4	Draft at FP m	0,495
5	Draft at AP m	0,652
6	Draft at LCF m	0,594
7	Trim (+ve by stern) m	0,157
8	WL Length m	14,309
9	Beam max extents on	4,703
10	Wetted Area m^2	53,630
11	Waterpl. Area m^2	35,103
12	Prismatic coeff. (Cp)	0,631
13	Block coeff. (Cb)	0,319
14	Max Sect. area coeff. (	0,540
15	Waterpl. area coeff. (C	0,681
16	LCB from zero pt. (+ve	5,859
17	LCF from zero pt. (+ve	5,453
18	KB m	0,390
19	KG fluid m	1,042
20	BMt m	2,737
21	BML m	28,302
22	GMt corrected m	2,081
23	GML m	27,647
24	KMt m	3,110
25	KML m	28,524
26	Immersion (TPc) tonne/	0,360
27	MTc tonne.m	0,262
28	RM at 1deg = GMt.Disp.	0,508
29	Max deck inclination de	6,2579
30	Trim angle (+ve by ster	0,6087

Tabel 4. 28 loadcase penembakan

Pada saat kapal menambakan amunisi ke arah sisi kapal akan mengalami hentakan yang mengakibatkan kapal mengalami trim by stren 0,157 meter dan heel deg -6,2.

“Halaman Ini Sengaja Di kosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini dilakukan tahap kesimpualan yang berdasarakan dari analisa. Serta diberikan saran untuk kemajuan pada penelitian berikutnya.

5.1. Kesimpulan

1. Dari hasil Analisa tipe lambung kapal trimaran merupakan desain yang optimal untuk desain kapal tank laut, karena memiliki stabilitas yang baik sesuai dengan hasil simulasi data dengan menggunakan software maxsurf.
2. Dari hasil penelitian yang telah penulis lakukan yaitu Analisa penempatan kubah tank x pada kapal jenis trimaran, diperoleh kesimpulan bahwa hasil analisa stabilitas yang mengacu pada aturan IMO (international maritime Organization) dengan Code A.749(18) Criteria 3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater dan Criteria 3.1.2.4: Initial GMt. Hasil analisa secara keseluruhan menunjukan bahwa stabilitas dari kapal tank x trimaran dinyatakan memenuhi standar yang ditetapkan oleh IMO. sehingga kapal tersebut memiliki stabilitas yang baik. Pada analisa stabilitas tidak terjadi perubahan yang siknifikan antara peletakan kubah tank pada setiap variasi station. Setelah terjadi 4 perubahan variasi (model 1 - 4)dalam penempatan kubah tank pada lambung kapal trimaran.

5.2. Saran

Dari pengerjaan tugas akhir ini masih ada kekurangan mengenai perhitungan tentang gaya hentakan yang diakibatkan oleh penmbakan amunisi.

“Halaman Ini Sengaja Di kosongkan”

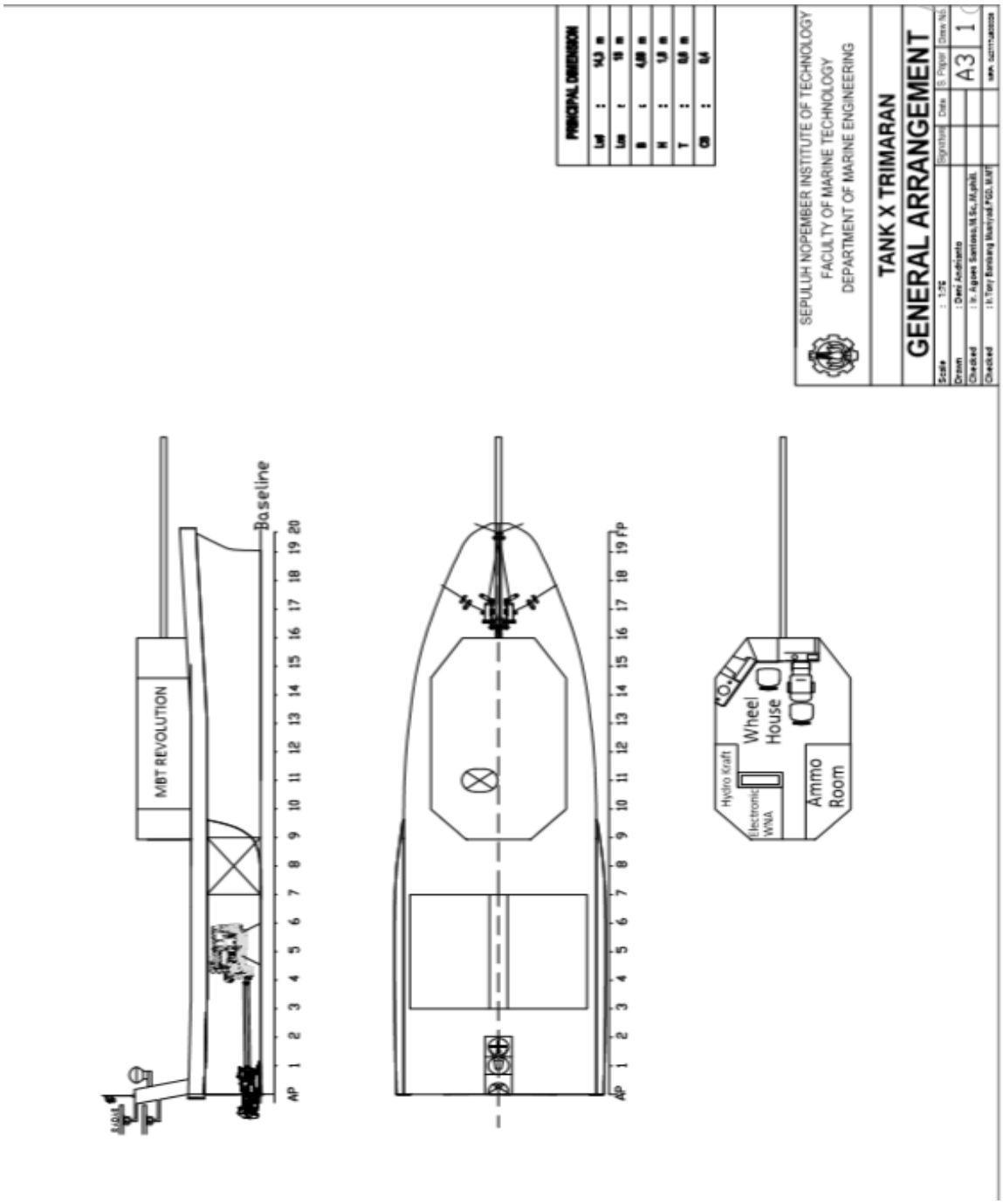
DAFTAR PUSTAKA

1. G.Rossiyskaya,2015,Kapal trimaran, https:// id.rbth.com/technology/2015 /08 /10 / kapal tempur trimaran pengembangan yang menjanjikan bagi al 29077. Tanggal 29 Agustus 2019. Pukul 19.00
2. Kapal Tank Indonesia,2019.https://www.boombastis.com/kapal-tank-indonesia/72858. Tanggal 29 Agustus 2019. Pukul 19.30
3. Tank tempur,2019. https://www.indomiliter.com/rheinmetall-l44-120mm-senjata-pamungkas-mbt-leopard-2a4-revolution-tni-ad/Tanggal 29 Agustus 2019.Pukul 20.00
4. S. Rengga, application analysis of waterjet propulsion on kasrat x-1 amphibious vehicles of Indonesian navy, Surabaya:ITS,2019
5. M. R. P. Bayu, E. S. Koenhardono and I. R. Kusuma, “Perancangan Sistem Propulsi Elektrik Waterjet Pada Kapal Patroli Trimaran 56 Meter,” 2012.
6. [IMO] International Maritime Organization. 1995. *Code intact Stability for All Type of Ships* . Covered by IMO Instruments Resolution A.749 (18)
7. Tank Leopard,2019 https://www.kmweg.com/home/tracked-vehicles/main-battle-tanks/leopard-2-a6/product-information.html. Tanggal 10 Desember 2019. Pukul 15.30
8. W. B. Aji, Perancangan Awal Stabilitas Statis Lambung Kendaraan Amfibi, Depok: UI, 2008.
9. I. K. Djaya, Teknik Konstruksi Kapal Baja, Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, 2008.

“Halaman Ini Sengaja Di kosongkan”

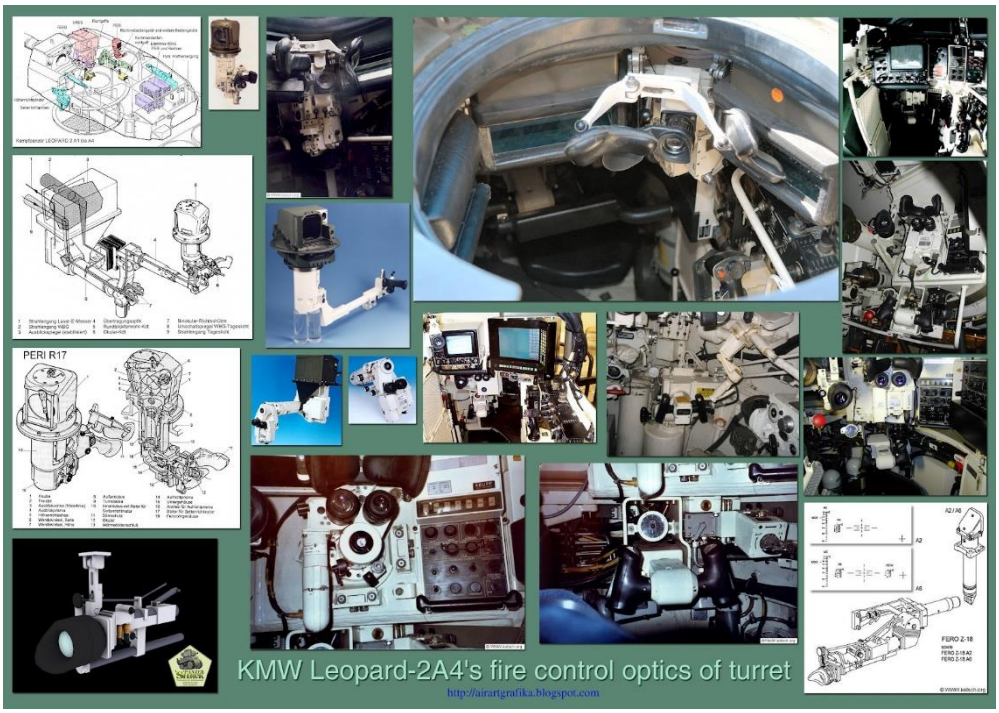
LAMPIRAN

Lampiran 1 General Arrangement



“Halaman Ini Sengaja Di kosongkan”

Lampiran 2 Kubah Tank



“Halaman Ini Sengaja Di kosongkan”

Lampiran 3 Waterjet

HJ SERIES
80kW to 900kW

HamiltonJet

HamiltonJet HJ Series

waterjets represent the most successful range of waterjet propulsion units available in the world today.

Proven over many years to perform in all operating conditions, the HamiltonJet HJ waterjet range **provides superior thrust, efficiency** and cavitation performance over other similar sized waterjet models.

HamiltonJet

The HamiltonJet Promise

Total Waterjet Solutions

With experience spanning six decades, HamiltonJet provides a totally integrated waterjet propulsion solution to the marine industry. From initial enquiry and right through the lifespan of a vessel, HamiltonJet offers a comprehensive customer support package that is second to none.

HamiltonJet has been providing waterjet propulsion solutions to the marine industry since the 1950s, and has installed more than 50,000 waterjets into vessels around the world. Through this experience HamiltonJet understands the wide range of conditions, situations and tasks a modern vessel needs to be able to undertake on a daily basis throughout its operating life.

The company also has more experience with designers and boat builders than any other waterjet manufacturer, and so provides the simplest installation package of any waterjet design in the market today.

Knowledge gained through unrivalled waterjet application experience mean HamiltonJet is able to provide accurate performance predictions to ensure a vessel will deliver on its design criteria. This knowledge and experience is shared globally through HamiltonJet's extensive distributor sales and support network.

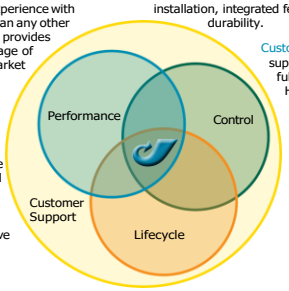
Evidence of HamiltonJet's success can be seen in the range of innovative designs the company has pioneered, each raising the standard of waterjet performance, control and lifecycle, all of which build on the HamiltonJet ethos of superior customer support.

Performance = high and low speed power and **efficiency, load carrying capability and acceleration.**

Control = high and low speed manoeuvrability, course keeping, close quaters manoeuvring and development of innovative control system technology.

Lifecycle = Pre-sales application engineering, simple installation, integrated features and maximum durability.

Customer Support = spare parts supply & advice in country, full spares warehouse & HamiltonJet technical staff in region, installation and commissioning service assistance, and training programmes.



Right: HamiltonJet HJ364 waterjets in production at the company's New Zealand factory.

The Waterjet Advantage

eFFiCieNCY

As vessel speed increases waterjets become more efficient compared to conventional propeller systems. Efficiency benefits are due to...

- **No appendage drag – the waterjet intake sits flush with the hull bottom without struts, propeller shafts, rudders or any elements** protruding beneath the hull to increase hull resistance, particularly as speed increases.
- Thrust generated by a waterjet is parallel to the direction of travel. For many propeller systems the shaft is angled down and thrust is generated in the direction of the shaft, so only a component of the total thrust is in the direction of travel.
- **Energy lost from flow rotation is recovered by the stator section of the waterjet. This is energy that is lost in a propeller installation.**

MANOEUVRABILITY

Waterjet propulsion provides far superior manoeuvrability at both high and low speeds compared to a propeller boat...

- Waterjet thrust is independent of boat speed – thrust is determined by input power and astern **deflector position and is available at all times, even at zero speed. Result – boat can be turned without moving ahead or astern, and the ability to move the reverse deflector slightly either side of the zero speed position also provides very fine ahead or astern control, all while maintaining** full steering control.
- No need to change engine rotation to generate reverse thrust. A change from full forward thrust to full reverse thrust only requires the reverse duct to move from fully up to fully down position.
- **Sideways thrust capability with two or more jets (with split duct reverse deflectors) without the** need for a bow thruster.

SAFETY

Waterjets have no exposed high-speed moving components external to a vessel's hull, providing greater safety to people in the water and marine life, and allowing the propulsor to keep running when operating in such conditions. There is also less risk to equipment in the water.

DURABILITY

A waterjet is inherently more durable than conventional propeller propulsion...

- No exposed appendages beneath the hull – allows the vessel to access shallow waterways, cross sandbars and reefs, and complete beach landings and launches.
- The impeller is protected inside the body of the jet – propulsion gear is not exposed to damage **from floating debris or in the event of grounding.**
- Maintenance can be predicted and planned in advance – with propeller systems there is always uncertainty as exposed propulsion gear could be damaged at any time. Waterjets reduce **downtime for vessel maintenance and can mean fewer vessels are required in a fleet.**

FLEXIBILITY

Waterjets offer significant advantages for vessels subject to variable loads...

- Boat speed is determined by hull weight – when the vessel is running light it will travel faster or maintain service speed with reduced power input, resulting in fuel and time savings.
- Engines can not be overloaded when vessel is heavily laden – unlike propeller systems which can transfer load to the engine, a waterjet will always match available engine power. This results in less engine wear and consequently less maintenance and longer engine life.
- Secondary propulsion option – waterjets can be used as boost or loiter propulsion alongside other waterjets or propellers.

Right: The twin jetstreams of this patrol vessel in Spain are delivered from a pair of HamiltonJet HJ403 waterjets.

The HamiltonJet Difference

perFormaNCe

High speed performance and efficiency – advanced impeller and intake designs provide **peak efficiency and performance over a wide speed range.**

Low speed performance – high thrust at low speeds ensures excellent station-keeping, bollard pull, load carrying and manoeuvring.

Acceleration – ability to apply full power at lower speeds ensures fast acceleration for patrol boats, rescue craft, pilot boats and recreational vessels.

CoNtroL

Steering control – HamiltonJet's JT steering system out-performs all others, reducing thrust losses when steering to give tighter turns and maintain vessel speed during the turn.

Ahead/Astern control – **HamiltonJet's split duct reverse deflector provides up to 60% of** forward thrust, resulting in highly responsive control at slow boat speeds where engine is set to higher than idle RPM and the reverse duct is used to regulate forward and aft thrust.

Speed of the controls response – HamiltonJet controls respond quickly to skipper input to improve manoeuvring control and safety. The company develops hydraulic and electronic **control systems to maximise control benefits of its waterjets.**

LiFeCYCLe

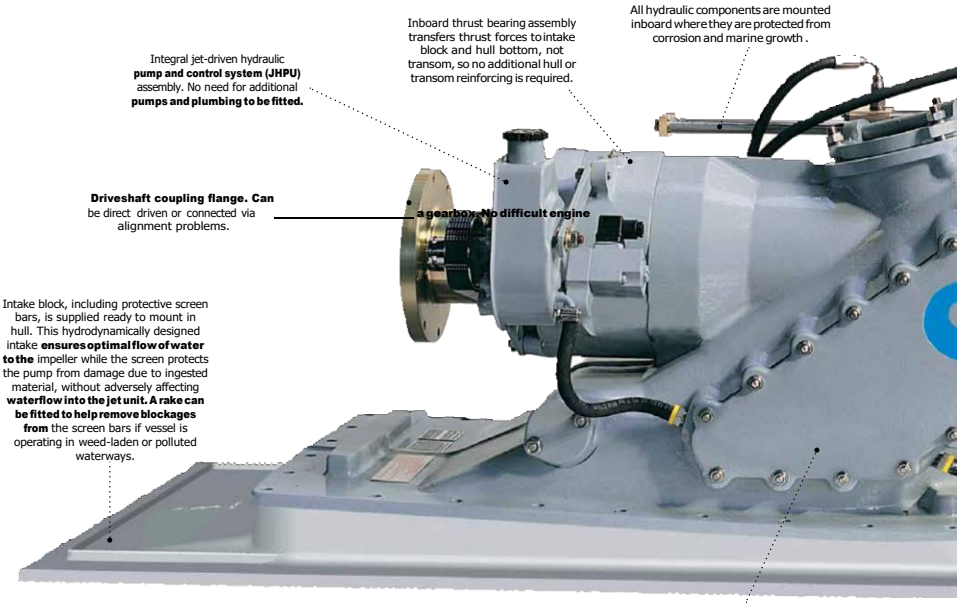
Material specifications – all HamiltonJet waterjets are manufactured using high quality materials to ensure the best mix of durability, weight, corrosion resistance and cost.

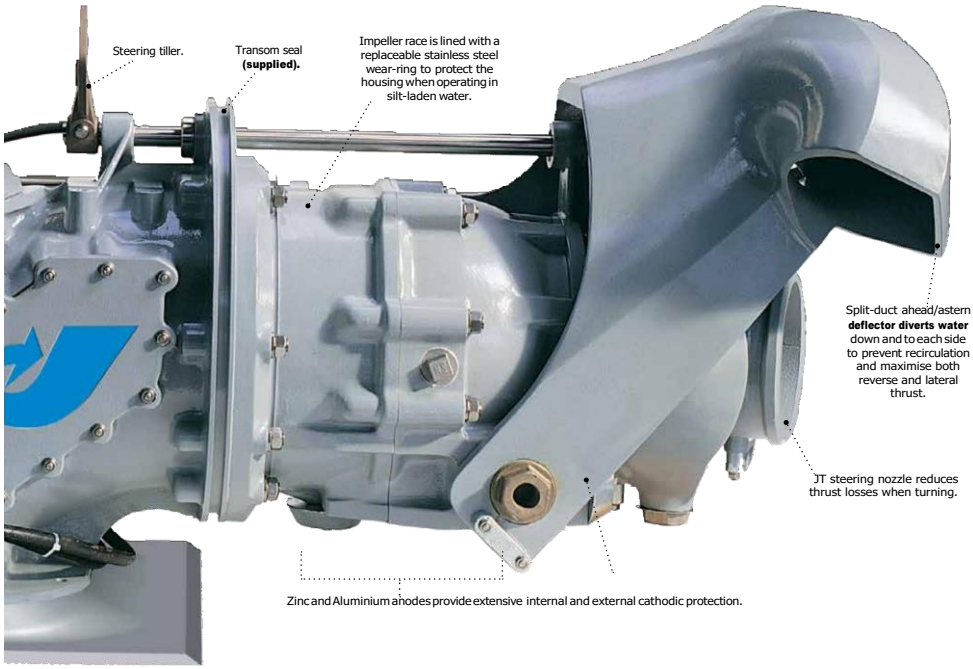
Impeller rating accuracy – impellers are cast as a single piece to ensure more accurate ratings for all impellers and a better match to peak engine rating.

Application engineering – HamiltonJet provides the highest level of technical expertise and advice to builders, designers and end users throughout the entire vessel design, build and commissioning phases, and for the operational life of a vessel.

Integrated Engineering – Each HamiltonJet waterjet is a complete packaged, factory tested, propulsion module, with reverse and steering control systems fully integrated with the jet to simplify installation and maintenance.

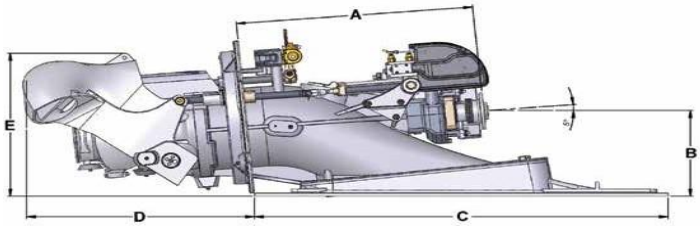
HamiltonJet Features

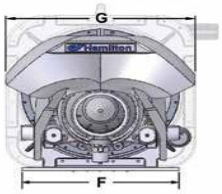




HamiltonJet HJ Series Dimensions

The HJ Series comprises a range of highly efficient waterjet units suitable for propelling craft at speeds





ranging from zero to up to 50 knots and typically of length up to 20 metres.

Jet Model	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	F (mm)	G (mm)	Intake Block (kg / lbs)	Dry Weight (kg / lbs)	Entraine (kg /
HJ212	450.3[a]	252	762	609	440	386	450	7 / 15.4	75 / 165	17 /
HJ213	413	249	762	609	420	386	450	7 / 15.4	84 / 185	17 /
HJ241	424	284	829	705	491	431	502	10 / 22	104 / 229	26 /
HJ274	570	302	1100	710	548	470	608	22 / 48.5	152 / 335	35 /
HJ292	681	330	1180	750	550	495	608	26.4 / 58	187 / 412	45 /
HJ322	866	371	1380	835	637	550	680	37 / 82	260 / 573	62 /
HJ364	937	420	1634	901	709	621	747	62 / 137	408 / 899	79 /
HJ403	1053	474	1723	1080	752	690	904	72 / 159	641 / 1407	110 /

NOTES: Input RPM are subject to suitable cavitation limits – lower RPM figure is always preferred. Higher power inputs will restrict input RPM range.

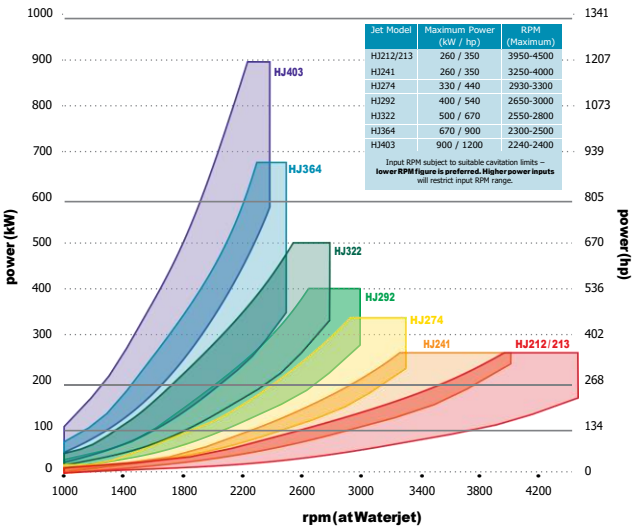
[a] – HJ212 "A" dimension is to the end of a splined shaft. May be close coupled.

Weight based on standard 5° Intake Block option. Contact HamiltonJet for weights of optional 0° intake.

Layout and dimensions shown are indicative only for initial design purposes, based on jets with standard 5° intake block which facilitates close direct drive coupling of the engine. An optional 0° intake block, which positions the jet parallel to the hull bottom, is available for certain models. Consult HamiltonJet for more detailed information.

Right: Kvichak-built US Navy Maritime Prepositioning Force (MPF) high speed landing barge. Twin HamiltonJet HJ364 waterjets.

HamiltonJet HJ Series Power / RPM Curves



Jet Model	Maximum Power (kW / hp)	RPM (Maximum)
HJ212/213	260 / 350	3950-4500
HJ241	260 / 350	3250-4000
HJ274	330 / 440	2930-3300
HJ292	400 / 540	2650-3000
HJ322	500 / 670	2550-2800
HJ364	670 / 900	2300-2500
HJ403	900 / 1200	2240-2400

Input RPM subject to suitable cavitation limits – **lower RPM figure is preferred. Higher power inputs** will restrict input RPM range.

Note: Waterjet selection is determined by a range of hull and operational factors, most importantly vessel size and **displacement (weight), and not necessarily by matching the above specifications to the desired engine power/RPM curve.** In all cases you should consult HamiltonJet for assistance with waterjet selection.

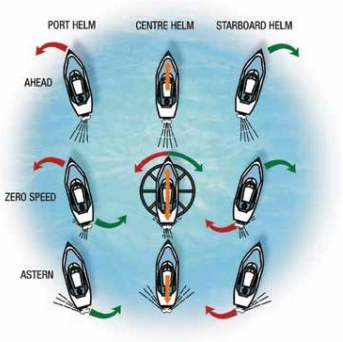
Jt Steering

All HJ Series waterjets incorporate HamiltonJet's JT steering nozzle to optimise both steering efficiency and delivery of propulsive thrust. Compared with other waterjet steering systems, the JT nozzle provides outstanding steering response at all boat speeds. This is particularly noticeable at low speeds due to the absence of a central "deadband". The **design reduces nozzle flow disturbance, resulting in lower energy losses and minimal loss of forward thrust when steering. These factors mean higher overall efficiency through** improved course-keeping and, coupled with low steering loads and noise level, make the JT system highly effective and reliable under all conditions.

ahead / astern

The ahead/astern function is an integral part of HJ Series waterjets, utilising a split-duct deflector to provide maximum astern thrust under all conditions of boat speed, water depth and throttle opening. The splitter incorporated in the deflector divides the flow to two outlet ducts angled down to clear the transom and to the sides to retain the steering thrust component. Vectoring the astern thrust away from the jet intake avoids recirculation and the **resulting astern thrust is equivalent to up to 60% of ahead thrust – maintainable up to high throttle settings. The shift from full ahead to full astern is a smooth transition as the deflector is lowered through the jetstream,** eliminating any delay or shock loading normally associated with propeller/gearbox drives. Designed to withstand **the loads imposed when the deflector is lowered at full speed ahead, the arrangement provides a powerful** braking function for emergencies.

The separation of the steering and ahead/astern functions offer the opportunity for unlimited combinations of translational and rotational movements for outstanding vessel control.



Control Functions

Since steering and ahead/astern functions are separate and have independent effects, they may be used together to enable complex vessel manoeuvres without complex combinations of control inputs by the operator.

With the astern deflector fully raised, full forward thrust is available. With the deflector in the lower position, full astern thrust is generated. In both positions full independent steering is available for rotating the craft. **By setting the deflector in the intermediate "zero-speed" position, ahead and astern thrusts are equalised for holding the craft on station, but with independent steering effect still available for rotational control. Infinitely** variable adjustment either side of "zero-speed" enables the craft to be crept ahead or astern, and in multiple jet installations appropriate thrust vectoring alone can be used to induce true sideways movement.

Control Systems

All HamiltonJet waterjets incorporate a hydraulic or electronic control system specifically designed to best match the characteristics of the particular vessel and waterjet configuration. Hydraulic components are built into the waterjet and can be actuated from the helm by either manual cables (smaller HJ models only), a hynautic hydraulic control system or HamiltonJet's blue ARROW and MECS electronic control systems (for HJ292 – HJ403 only).

Electronic control systems offer a greater level of customization to suit a wide range of operational parameters, including combined or seperate throttle & reverse control, multiple control stations, interface with other electronic helm components such as autopilots and DPS, and improved operator interface to ensure skippers of all levels of experience have full access to the manoeuvring capabilities and advantages of HamiltonJet waterjets.

Left: NorSafe Magnum 750 and Magnum 850 Rescue Craft, Norway. Single and Twin HamiltonJet HJ241 waterjets.

Phone: +64 3 962 0530
Fax: +64 3 962 0534
Email: marketing@hamjet.co.nz
www.hamiltonjet.co.nz

REGIONAL OFFICES

HamiltonJet Americas
14680 NE North Woodinville Way
Suite 100
Woodinville WA 98072
United States of America
Phone: +1 425 527 3000
Toll Free: 800 423 3509
Fax: +1 425 527 9188
Email: marketing@hamiltonjet.com
www.hamiltonjet.com

HamiltonJet Europe
Unit 26, The Birches Industrial Estate
East Grinstead
West Sussex RH19 1XZ
United Kingdom
Phone: +44 1342 313 437
Fax: +44 1342 313 438
Email: marketing@emea.hamiltonjet.com

HamiltonJet Asia
1 Toh Tuck Link
#04-01
Singapore 596222
Phone: +65 6567 2202
Fax: +65 6567 4788
Email: hamiltonjet.asia@hamjet.co.nz

Your local HamiltonJet Distributor is...

Cover: blue ARROW Rescue, Christchurch, New Zealand. Twin HamiltonJet HJ322 waterjets.

BluePrint/ 04.14/ 3K

Lampiran 4 Main engine

YANMAR

MARINE DIESEL ENGINES

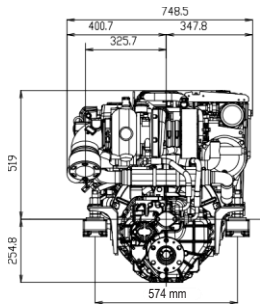
6LY400 / 6LY440

Configuration	In-line 6-cylinder, 4-stroke, vertical, water-cooled diesel engine		
Maximum output at crankshaft	*294 kW@3300 rpm	[400 mhp]@3300 rpm	
	*324 kW@3300 rpm	[440 mhp]@3300 rpm	
Displacement	5.813 L	[354 cu in]	
Bore x stroke	106 mm x 110 mm	[4.17 in x 4.33 in]	
Combustion system	Direct Injection with Denso Common-Rail system		
Aspiration	Turbocharged with watercooled turbine housing		
Starting system	Electric starting 12V - 2.5 kW		
Alternator	12V - 125A		
Cooling system	Fresh water cooling by centrifugal fresh water pump and rubber impeller seawater pump		
Lubrication system	Enclosed, forced lubricating system		
Direction of rotation [crankshaft]	Counterclockwise viewed from stern		
Dry weight without gear	585 kg	[1290 lbs]	
Emission compliance	EU: RCD 2	IMO/GL	EMC
	US: EPA Tier 3		
Engine mounting	Rubber type flexible mounting		

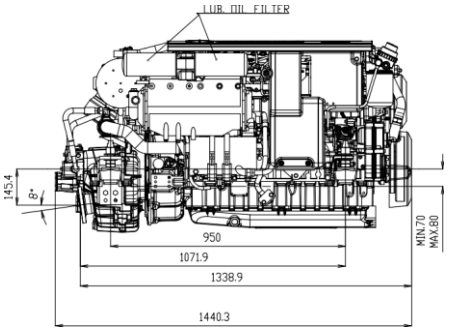
NOTE:
Fuel condition: Density at 15°C = 0.842 g/cm³; 1HP = 0.7355 kW
*Fuel temperature 40°C at the inlet of the fuel injection pump [ISO 8665]

DIMENSIONS

Rearview



Right side view



6LY440 with KMH61A2 marine gear

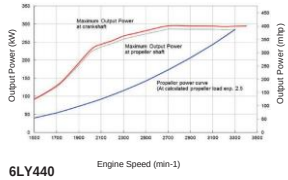
www.yanmarmarine.com

EN_DSELY400440_0717

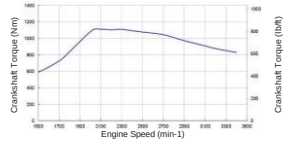
PERFORMANCE CURVES

6LY400

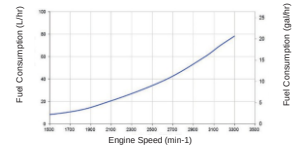
Power



Torque

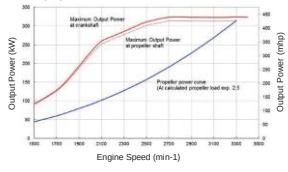


Fuel Consumption (propload Exp. 2.5)

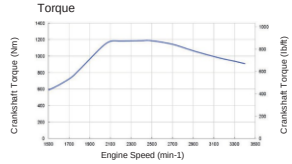


6LY440

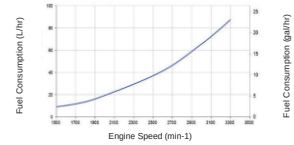
Power



Torque



Fuel Consumption (propload Exp. 2.5)



MARINE GEARS / DRIVE*

Model	KMH61A2 [down angle: 8°]			KMH61V2 [V-drive]				ZF280-1 [parallel]
Type	Hydraulically actuated multi-disc clutch			Hydraulically actuated multi-disc clutch				Hydraulically actuated multi-disc clutch
Dry weight**	81 kg [187 lbs]			113 kg [249 lbs]				113 kg [249 lbs]
Reduction Ratio [fwd/rev]	1.55/1.55	2.04/2.04	2.43/2.43	1.24/1.24	1.49/1.49	1.98/1.98	2.43/2.43	Gear ratio's as available from ZF
Propeller speed [fwd/rev]	2129	1618	1358	2661	2215	1667	1358	
Direction of rotation (viewed from stern)	Counterclockwise & Clockwise			Counterclockwise & Clockwise				Counterclockwise & Clockwise
Dry weight engine and gear/drive**	666 kg [1468 lbs]			698 kg [1538 lbs]				698 kg [1538 lbs]

* Other marine gearboxes and configurations availab e upon request. Contact your local supplier for more infor ation.

** Dry weight including cooler, brackets & damper disk.

ACCESSORIES

Standard engine package
- 2-pole 12V Electric system
- Exhaust/water mixing elbow [L-type]
- Alternator 12V - 125A
- Mounting brackets
- Dipstick on both sides

Optional accessories
- Flexible mounts
- Fuel water separator
- High-riser mixing elbow
- SOLAS kit including certificates
- 24V Secondary Alternator

CONTROL SYSTEM

Standard engine package
- YANMAR CAN-bus control system
- Multi-function color display
- NMEA2000 or J1939 gauge output
- Switch panel
- Back up panel

Optional accessories
- Electronic CAN-bus control-head
- Extension wire harness
- NMEA2000 gauges
- Second or third station

BIODATA PENULIS

Penulis lahir di Bekasi pada tanggal 25 Juni 1996, dan merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Selama hidupnya penulis telah menempuh Pendidikan formal mulai dari SDN 3 Sokanegara Purwokerto, kemudian melanjutkan di SMPN 2 Purwokerto, dan melanjutkan jenjang Sekolah Menengah Atas di SMAN 5 Purwokerto. Kemudian penulis melanjutkan ke jenjang diploma di Universitas Diponegoro dengan program studi D3 Teknik Perkapalan dengan NIM 21090114060023. Setelah lulus dari Diploma III penulis melanjutkan Pendidikan Pada tahun ajaran 2017/2018 semester genap penulis diterima sebagai mahasiswa Departemen Teknik Sistem Perkapalan FTK ITS melalui program lintas jalur dengan NRP 04211746000026. Penulis mengambil Laboratorium Marine Fluid Machinery and System (MMS) atas perhatiannya untuk melakukan penelitian untuk tugas akhir ini.