



**REDISAIN AMPHIBIOUS RESCUE BOAT *KASRAT X-1* SEBAGAI
LANGKAH OPTIMALISASI *HULL RESISTANCE* DAN DAYA ENGINE**

**BAYU PUTRA PRATAMA
NRP 0421 1645 000006**

**Dosen Pembimbing
Ir. H. Agoes Santoso, M.Sc, M. Phil.**

**JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FACULTY OF OCEAN TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**

“Halaman ini sengaja di kosongkan”



***REDESIGN AMPHIBIOUS RESCUE BOAT KASRAT X-I AS
OPTIMALIZATION HULL RESISTANCE AND POWER ENGINE***

BAYU PUTRA PRATAMA
NRP 0421 1645 000006

Dosen Pembimbing
Ir. H. Agoes Santoso, M.Sc, M. Phil.

DEPARTEMENT OF MARINE ENGINEERING
FACULTY OF OCEAN TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018

“Halaman ini sengaja di kosongkan”

**LEMBAR PEGESAHAN
REDISAIN AMPHIBIOUS RESCUE BOAT *KASRAT X-I* SEBAGAI
LANGKAH OPTIMALISASI *HULL RESISTANCE* DAN DAYA
ENGINE**

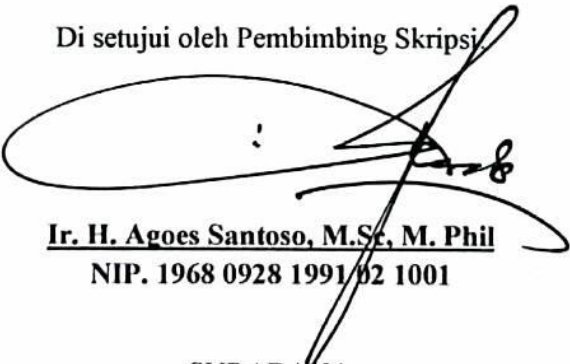
SKRIPSI

Di ajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana teknik pada:
bidang *Marine Machinery System* (MMS)
program studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

BAYU PUTRA PRATAMA
NRP. 0421 1645 000006

Di setujui oleh Pembimbing Skripsi



Ir. H. Agoes Santoso, M.Sc, M. Phil
NIP. 1968 0928 1991 02 1001

SURABAYA
JULI,2018

“Halaman ini sengaja di kosongkan”

LEMBAR PEGESAHAN
REDISAIN AMPHIBIOUS RESCUE BOAT *KASRAT X-1* SEBAGAI
LANGKAH OPTIMALISASI *HULL RESISTANCE* DAN DAYA
ENGINE

SKRIPSI

Di ajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana teknik pada:
bidang *Marine Machinery System* (MMS)
program studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

BAYU PUTRA PRATAMA
NRP. 0421 1645 000006

Di setujui oleh Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan:



SURABAYA
JULI, 2018

“Halaman ini sengaja di kosongkan”

REDISAIN AMPHIBIOUS *RESCUE BOAT* KASRAT X-I SEBAGAI LANGKAH OPTIMALISASI *HULL RESISTANCE* DAN DAYA ENGINE

Nama Mahasiswa : Bayu Putra Pratama

NRP : 04211645000006

Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan

Dosen Pembimbing : Ir. H. Agoes Santoso, M.Sc, M. Phil

ABSTRAK

Kendaraan amfibi merupakan salah satu tipe kapal yang paling flexibel digunakan di sektor transportasi darat atau perairan, terutama sebagai kendaraan untuk peralatan operasi militer. Namun seiring dengan perkembangan zaman, kapal tersebut tidak selalu untuk perang melainkan sebagai sarana *rescue*, yang di fungsikan sebagai penanganan korban bencana alam banjir, pengangkut komoditas militer, serta patroli perairan laut dan sungai pedalaman. Dalam tugas akhir ini di mulai dari studi literatur, pengumpulan data-data penunjang yaitu data record kapal yang pernah di buat untuk di gunakan menjadi parameter pemodelan. Pembuatan model lambung disertai modifikasi lambung yang akan di buat menggunakan beberapa *software CAD drawing* beserta permodelan barunya untuk di simulasikan/running menggunakan *NUMECA FINE MARINE CFD* . Setelah mengetahui nilai *hull resistance* yang paling optimal maka di lanjutkan dengan mencari engine yang dapat di komparasikan sesuai kebutuhan propulsi di laut dan operasional di darat. Dari analisa *wave elevation* yang sudah di simulasikan pada program *NUMECA FINE MARINE CFD* di dapatkan speed 13 knot adalah yang paling maximal untuk di terapkan pada kendaraan ini. Serta hasil tahanan tanpa penutup lambung (mode terbuka) sebesar 35.888 KN. sedangkan dengan penutup lambung (mode tertutup) sebesar 24.254 KN. Maka di ambil nilai tahanan terkecil yaitu nilai tahanan dengan mode tertutup. Di dapatkan kebutuhan daya sebesar 388.1 HP maka di pilih *VOLVO PENTA engine D6-400* dengan daya 400 HP dengan *type inboard engine sterndrive* yang di modifikasi mejadi *twin screw*.

Keyword: Redisain, Amphibious, Optimalisasi, Hull Resistance , Daya Engine

“Halaman ini sengaja di kosongkan”

***REDESIGN AMPHIBIOUS RESCUE BOAT KASRAT X-I AS
OPTIMALIZATION HULL RESISTANCE AND POWER ENGINE***

Name student : Bayu Putra Pratama
NRP : 4216 105 006
departement : Teknik Sistem Perkapalan
Dosen Pembimbing : Ir. H. Agoes Santoso, M.Sc, M. Phil

ABSTRACT

An amphibious vehicle is one of the most flexible types of ships in the aquatic or terrestrial transport sector, especially as a vehicle for military operation equipment. But for along times, these efforts are not widely used as rescue, which are functioned as handling victims of flood disasters, military space carriers, and patrols of sea and inland trails. In this final project from literature study, taking data data in the form of ship record data ever made into modeling parameters. Stomach modification of hull modifications will be made using some CAD drawing software and new modeling to be simulated / run using NUMECA FINE MARINE CFD. After knowing the hull resistance value of the most optimal then in the search by looking for machines that can be compared according to the needs of marine and operational propulsion on land. From the wave elevation analysis that has been simulated in the program NUMECA FINE MARINE CFD get the maximum speed of 13 knots to be applied to this vehicle. As well as the results of prisoners without a hull cover (open mode) of 35,888 KN. while with a cover of the stomach (closed mode) of 24,254 KN. Then get the value of rational resistance is the value of resistance with closed mode. Generated power of 388.1 HP then select the machine VOLVO PENTA D6-400 with 400 HP power with engine type inboard sterndrive engine in twin screw modifications become.

Keywords: Redesain, Amphibious, Optimization, Hull Resistance, Engine Power

“Halaman ini sengaja di kosongkan”

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Puji syukur kehadirat Allah SWT dan juga Shalawat serta salam yang selalu terpanjatkan kepada junjungan besar kiai Nabi Muhamad SAW. Atas berkat dan rahmat Alah SWT,Alhamdulillah saya dapat menyelesaikan tugas akhir beserta laporan ini dengan baik yang berjudul:

“REDISAIN AMPHIBIOUS RESCUE BOAT KASRAT X-I SEBAGAI LANGKAH OPTIMALISASI *HULL RESISTANCE* DAN *DAYA ENGINE*”

Penyusunan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik (S,T) di Departemen teknik Sistem perkapalan, Fakultas Teknologi kelautan ,Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Dalam menyelesaikan Laporan Tugas akhir ini, penulis berusaha semaksimal mungkin mengerjakannya dengan baik dan benar. Namun penulis menyadari bahwa pada laporan ini masih ada beberapa kekurangan/ ketidak sempurnaan. Untuk itu penulis mohon saran dan kritiknya guna untuk menambahkan beberapa kekurangan pada laporan ini.

Akhir ini penulis senantiasa berharap bahwa apa yang ada dalam laporan ini dapat bermanfaat khususna bag penlis sendiri,dan bagi pembaca pada umumnya.

Wassalamu'alaikum Wr Wb.

Surabaya, Juli 2018

Penyusun

“Halaman ini sengaja di kosongkan”

UCAPAN TERIMAKASIH TERMAKSIH

Alhamdulillah segala puja dan puji kehadiran ALLAH SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya sehingga tugas akhir dengan judul “Perencanaan Desain Spyboat” ini dapat terselesaikan dengan baik.

Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik yang tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karenanya penulis mengucapkan banyak terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Tuhanku ALLAH SWT yang dengan rahmat, hidayah dan anugerahnya sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini
2. Orang tua yang senantiasa mendoakan dan mendukung baik moril maupun material yang tiada terkira hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini dengan baik dan tepat waktu
3. Ir. H. Agoes Santoso, M.Sc, M. Phil selaku dosen pembimbing yang telah memberikan semangat, arahan serta bimbingannya kepada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini
4. Dr. Eng Muhammad Badrus Zaman, ST., MT selaku Ketua Departemen Teknik Sistem Perkapalan
5. Prof. Semin, ST., MT., Ph.D selaku Sekertaris Departemen Teknik Sistem Perkapalan yang juga selalu memberikan dukungan.
6. Irfan Syarif Arief, ST., MT. selaku dosen yang telah memberikan pengarahan tentang MARINE CFD.
7. Letkol. Marinir Citro Subono selaku penggagas utama kendaraan Amphibi Kasrat X-1 yang telah mengizinkan untuk melakukan penelitian ini.
8. Buat saudaraku yaitu Khenda Andika Putra, terimakasih dukungan dan do'anya
9. Buat seseorang yang sedang dalam penantian panjang, Yana Dian Yutika yang senantiasa selalu memberikan semangat dan dukungan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Untuk rekan satu perjuangan Tugas Akhir sdr. Aldo Akbar yang telah bekerja sama membahas dalam satu topic yang sama.
11. Untuk kawan-kawan Lintas Jalur angkatan 2016 yang telah memberikan motivasi dan semangat dalam melakukan penelitian ini.
12. Untuk kawan-kawan anggota Lab MMD dan MMS yang telah membantu penyelesaian Tugas Akhir ini yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari sepenuhnya dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangannya. Untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun untuk perbaikan dan kemajuan dalam Tugas Akhir ini.

Akhir kata semoga ALLAH SWT melimpahkan berkah dan rahmat-Nya kepada kita semua. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua khususnya yang membaca. Amin.

Penulis, Juli 2018

“Halaman ini sengaja di kosongkan”

DAFTAR ISI

LEMBAR PEGESAHAN	v
LEMBAR PEGESAHAN	vii
ABSTRAK	ix
<i>ABSTRAK</i>	xi
KATA PENGANTAR	xiii
UCAPAN TERIMA KASIH TERMAKSIH	xv
DAFTAR ISI	xix
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.2 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Skripsi	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Batasan masalah	3
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Definisi Kapal amfibi	5
2.2 Tahanan kapal	5
2.2.1 Tahanan gesek	6
2.2.2 Tahanan Sisa ” <i>halvard & guldamer</i> ” (Residual Resistante)	7
2.2.3 Tahanan tambahan (Appendages Resistance)	7
2.3 Maxurf	9
2.4 Rhinos 3d design	10
2.5 Numeca fine marine CFD	11
2.6 Dasar-dasar perhitungan propulsi	11
2.6.1 EHPE (ffective Horse Power)	12

2.6.2	Deliver Horse Power (DHP)	12
2.6.3	Daya Pada Poros Baling-Baling, Shaft Horse Power (SHP).....	12
2.7	Marine engine	13
2.7.2	Outboard engine	14
2.7.3	Stern drive engine	15
2.8	Teori perhitungan daya penggerak mesin darat	15
BAB III.....		19
METODOLOGY PENELITIAN		19
3.1	1Pengumpulan data	20
3.2	Pengolahan data 1 (pembuatan ulang model)	21
3.3	Pengolahan data 2 (pembuatan solid body model)	22
3.4	CFD proses	22
3.5	Validasi proses	22
3.5.1	Pembuatan model	22
3.5.2	Validasi software.....	25
3.6	Perhitungan daya.....	27
3.7	Pembuatan laporan	27
BAB IV.....		29
PEMBAHASAN.....		29
4.1	Data kapal	29
4.2	Skema pengangkat dan penutup roda	30
4.3	Pebuatan model lambung	33
4.4	Proses permodelan <i>NUMECA CFD</i>	39
4.4.1	Analisa tahanan kondisi lambung terbuka dan tertutup.....	41
4.5	Perhitunagan kebutuhan daya engine	49
4.5.1	EHP (effectife horse power).....	49
4.5.2	Menentukan Wake Friction (w)	49
4.5.3	Menghitung Thrust Deduction Factor (t).....	50
4.5.4	Menghitung Speed of Advance (Va)	50
4.5.5	Efisiensi Relatif Rotative (η_{rr})	50

4.5.6	Efisiensi Lambung (ρ_h)	50
4.5.7	Efisiensi Open Water (η_o).....	50
4.5.8	Koefisien Propulsif (PC)	51
4.5.9	DHP deliveri horse power	51
4.5.10	SHP saft horse power	51
4.5.12	BHP pada kondisi MCR.....	53
4.5.13	Pemilihan engine.....	53
4.5.14	Hasil kecepatan maximal di darat.....	55
4.5.15	Kontribusi gaya dan beban roda	55
4.5.16	Torque dan RPM.....	56
4.5.17	Kecapatan maximal kendaraan.....	57
BAB V	59
KESIMPULAN DAN SARAN	59
5.1	Kesimpulan.....	59
5.2	SARAN.....	60
DAFTAR PUSTAKA	61
BIODATA PENULIS	93

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kasrat X-1.....	5
Gambar 2. 2. bentuk aliran pada lambung.....	6
Gambar 2. 3. bentuk bilge keel	8
Gambar 2. 4. bentuk nacca ruder	9
Gambar 2. 5. design lambung dengan maxurf.....	10
Gambar 2. 6. desain lambung dengan rhinos	10
Gambar 2. 7. analisa CFD dengan numeca fine marine	11
Gambar 2. 8. inline engine dan V-engine.....	14
Gambar 2. 9. Outboard engine	14
Gambar 2. 10. sterndrive engine	15
Gambar 2. 11. gaya pada roda.....	16
Gambar 3. 1. sheer plan labung pada maxurf.....	21
Gambar 3. 2.dimention tempat garden dan roda	21
Gambar 3. 3. profile view maxurf modeler model standart.....	23
Gambar 3. 4. plan viewmaxurf modeler model standart.....	23
Gambar 3. 5. prespective view maxurf modeler model standart	23
Gambar 3. 6. gravik CSA model standart	25
Gambar 3. 7. hasil tahana numeca fine marie pada speed 12-13 knot.....	25
Gambar 3. 8. gravik resistance numeca fine marine vs maxurf	27
Gambar 4. 1. karat x-1 posisi di darat	29
Gambar 4. 2. karat x-1 on water position.....	30
Gambar 4. 3. system garden lipat 4x4 siccisor lift.	30
Gambar 4. 4. side view system garden lipat 4x4 siccisor lift.	31
Gambar 4. 5. Skema penutup lambung open slide	31
Gambar 4. 6. Skema penutup lambung close slide.....	32
Gambar 4. 7. Skema penutup lambung cross section view	32
Gambar 4. 8. pembuatan ulang model lambung tanpa penutup.....	33
Gambar 4. 9. prespective view lambung tanpa penutup	33
Gambar 4. 10. side view lambung dengan penutup.....	34
Gambar 4. 11. prespective view lambung dengan penutup	34
Gambar 4. 12. sarat air kondisi tertutup	35
Gambar 4. 13. sarat air kondisi terbuka.....	36
Gambar 4. 14. permodelan dengan rhinos.....	39
Gambar 4. 15. Skema proses pengujian Numeca fine marine	39
Gambar 4. 16. permodelan lambung tanpa penutup	40

Gambar 4. 17. permodelan lambung dengan penutup	40
Gambar 4. 18. Syarat minimal pembuatan domain	41
Gambar 4. 19. proses pengisian parameter steady.....	41
Gambar 4. 20. proses pengisian parameter fluid model	42
Gambar 4. 21. proses pengisian parameter flow model.....	42
Gambar 4. 22. proses pengisian parameter body motion.....	43
Gambar 4. 23. proses pengisian parameter initial parameter	43
Gambar 4. 24. proses pengisian parameter control variable	44
Gambar 4. 25. proses pengisian parameter output variable	44
Gambar 4. 26. gambar tampak samping free surface speed 11 knot.....	45
Gambar 4. 27. gambar tampak samping free surface speed 11 knot.....	45
Gambar 4. 28. gambar tampak samping free surface speed 13 knot.....	46
Gambar 4. 29. gambar tampak samping free surface speed 14 knot.....	46
Gambar 4. 30. hasil nilai resistance 9kn -13 kn kondisi lambung terbuka FX fine marine numeca.....	47
Gambar 4. 31. grafik hasil ilia tahanan kondisi lambung terbuka	47
Gambar 4. 32. hasil nilai resistance 9kn -13 kn kondisi lambung tertutup FX fine marine numeca.....	48
Gambar 4. 33. grafik hasil nilai tahanan kondisi lambung tertutup	48
Gambar 4. 34kontribusi gaya pada kendaraan	54
Gambar 4. 35. gravik power engine Volvo penta D6-400.....	54
Gambar 4. 36. kontribusi gaya pada kendaraan	55

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1. data hydrostatic maxurf modeler	24
Tabel 3. 2. nilai hasil tahanan FX numeca fine marine	26
Tabel 3. 3. nilai hasil tahanan maxurf Kr barge	26
Tabel 4. 1. spesifikasi kendaraan KASRAT X-I.....	29
Tabel 4. 2. perhitungan CSA kondisi tertutup	35
Tabel 4. 3. nilai displasmen dan LCB kondisi lambung tertutup.....	36
Tabel 4. 4. dimensi utama konidisi lambung tertutp	36
Tabel 4. 5. data hydrostatic	36
Tabel 4. 6. perhitungan CSA kondisi tertutup	37
Tabel 4. 7. nilai displasmen dan LCB kondisi lambung tertutup.....	37
Tabel 4. 8. dimensi utama konidisi lambung tertutp	38
Tabel 4. 9. data dimensi kasrat x-1.....	38
Tabel 4. 10.. hasil nialai tahanan kondisi terbuka	47
Tabel 4. 11. permodelan lambung tanpa penutup	48
Tabel 4. 12. nilai koefisien kekasaran material.....	56
Tabel 4. 13 Table Name of arangement equipment	58

BAB I PENDAHULUAN

1.2 Latar Belakang

Negara yang kuat adalah negara yang memiliki kekuatan militer yang kuat, dimana kekuatan di era modern saat ini tidaklah di dasarkan pada kemampuan dan banyaknya anggota militer dari suatu negara melainkan dari teknologi yang di miliki yang berperan sebagai aset pertahanan dan keamanan negara. Saat ini kebutuhan teknologi pada bidang kemiliteran sangatlah di butuhkan. berdasarkan data yang di ambil dari GFP *global fire power, 2017*, indonesia masuk di dalam ranking militer ke 14 dari 133 negara di dunia dibawah korea selatan dan pakistan. Indonesia memiliki 221 *total Naval assets* dimana di dalamnya terdapat 74 *total patrol craft*.

kekuatan militer yang menjaga perairan, dimana melibatkan TNI AL dan POLAIRUD *polisi perairan dan udara* sebagai pihak keamanan perairan di wilayah tugas masing-masing. TNI Angkatan Laut bertugas berdasarkan pasal 9 Undang-undang No. 34 Tahun 2004, menyatakan bahwa selain melaksanakan tugas di bidang pertahanan, TNI Angkatan Laut juga bertugas menegakan hukum dan menjaga keamanan di wilayah laut yurisdiksi nasional. Dengan dasar undang-undang ini yang menjadikan landasan pemikiran pengembangan alutsista sebagai dasar perlengkapan pertahanan dalam mengantisipasi terjadinya *terrorism & crime* dari dalam ataupun luar, khususnya pada daerah perairan laut ataupun sungai.

Kapal amfibi yang sudah di miliki oleh *Dislitbangal* kasrat X-1 ini bukan kapal sebagai alutsista tempur melainkan kapal amfibi yang di fungsikan sebagai raid amfibi cepat dengan sasaran yang jauh dari darat, mengangkut bekal untuk re-supply pasukan ke garis depan, ambulance *AMPHIBI RESCUE BOAT*, *mobile communication amfibi* dan mobil komando. sedangkan Saat ini pengembangan teknologi pada sector keamanan maritim dan perairan darat atau sungai masih menggunakan sistem transportasi kapal outboard. Padahal dalam realita, kebutuhan fleksibilitas untuk transportasi dan akomodasi di darat dan di laut dalam militer dan keadaan darurat sangatlah di perlukan.

Sarana kapal amfibi adalah solusi terbaik untuk melakukan tugas operasi di segala medan. Dari hasil pengembangan yang sudah di lakukan kapal amfibi kasrat 1 hanya mampu bekerja pada kecepatan 12 knot. Nilai itu merupakan nilai kecil untuk ukuran kapal speedboat. Namun disisi lain pencapaian kasrat 1 sudah lebih unggul dari pada kapal amfibi lainnya yang hanya mampu berjalan 6-9 knot saja. dalam penelitian ini di harapkan akan memberikan kontribusi nilai yang dapat di capai akibat perubahan bentuk desain lambung. Tonjolan roda pada lambung serta berat akibat mesin darat yang di pasang pada kapal tersebut

sangatlah berpengaruh terhadap speed performa. Outboard engine yang di gunakan juga sudah sangat baik yaitu menggunakan Yamaha outboard engine 250 hp. Namun dengan perbedaan 2 system engine tersebut sangat tidak flexible dalam pengoprasiannya, karena harus menstartingh masing-masing sistem saat digunakan.

Pada penelitian ini mencoba merancang satu system engine untuk kapal amfibi yang dapat di gunakan di darat ataupun di laut. Dalam perencanaanya akan di dapatkan output berupa arrangement system lambung dan propulsi yang akan di terapkan pada kapal amfibi kasrat x-1. Dalam merencanakan system tersebut akan di visualisasikan dalam bentuk 3D software maxurf ,rhonis cerros dan solidwork , dan 2D yang berupa P & ID system dan data spesifikasinya.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang diangkat dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana redesain rencana lambung yang dapat di terapkan pada kapal Kasrat X-1 ntuk memnimalisasikan tahanan akibat bentuk lambung ?
2. Bagai manakah arrangement penerapan system engine yang tepat untuk di terapkan pada kapal amfibi Kasrat x-1?

1.3 Tujuan Skripsi

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui nilai tahanan yang ada serta mengoptimalisasi bentuk lambung yang dapat di terapkan pada kapal amphibi tersebut.
2. Mengetahui nilai daya mesin yang tepat yang dapat di gunakan di jalur darat ataupun di laut.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi berupa efisiensi nilai tahanan sebelum dan sesudah redesain.
2. Dapat menjadi rekomendasi desain yang dapat di gunakan langsung pada pembangunan lambung kapal amfibi.

1.5 Batasan masalah

1. Pada penelitian ini menganalisa factor penyebab terjadinya beberapa tahanan yang dapat di jadikan acuan untuk meningkatkan kinerja pada system propulsi
2. Pada penelitian ini menggunakan softwar computer (*maxurf*, *rhinoceros*, solid work dan MUMECA Fine marine dalam melakukan *design* dan analisa.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Kapal amfibi

Tipe kapal amfibi adalah tipe kapal yang dapat berjalan di atas permukaan air serta di gunakan di darat. Dalam hal ini ada beberapa macam teknologi yang telah di kembangkan pada sistem penggerak kapal. beberapa di antaranya adalah tipe kapal amfibi hovercraft atau biasa disebut *air-cushion vehicle* AVC .ada juga tipe kapal *Expeditionary Fighting Vehicle* (EFV). Dari 2 tipe kapal amfibi tersebut terdapat perbedaan pada sistem penggeraknya, yaitu dengan *air-cushion* pada AVC dan mesin *water propulsion system* pada EFV. Dari dua tipe kapal tersebut menggunakan 1 system mesin yang sama sebagai sumber penggerak di darat ataupun di laut. Namun akan berbeda pada tipe kapal yang di kembangkan dislitbang TNI AL. Kapal kasrat XI tersebut menggunakan 2 system propulsi sebagai sumber tenaga penggerak di darat dan di laut. Pada dasarnya kapal ini adalah sebuah truck dengan mesin darat Isuzu NJR 71 5.100 cc Dan Cummins Mercruiser sebagai mesin air. dengan dimensi kapal panjang 11 meter, lebar 2,2 meter, tinggi 3,1 meter, dan bobot 6,7 ton.



Gambar 2. 1 Kasrat X-1.

Sumber: <https://jakartagreater.com> (di akses 29 januari 2018)

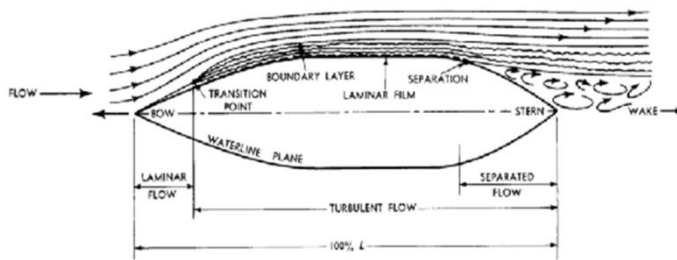
2.2 Tahanan kapal

Desain lambung adalah sebuah bentuk yang paling berpengaruh terhadap besarnya tahanan kapal. Dengan adanya besaran tahanan akan mempengaruhi kecepatan serta kebutuhan daya penggerak kapal. Pada dasarnya hambatan *Resistance* / tahanan total (Rt) kapal terdiri dari beberapa komponen dan

merupakan penjumlahan dari beberapa komponen tahanan $R_t = R_{\text{gesek}} + R_{\text{udara}} + R_{\text{sisi}} + R_{\text{kemudi}} + R_{\text{propeller}}$. Oleh karena itu desain lambung sangatlah berperan penting dalam mempengaruhi fungsi tahanan yang akan di jelaskan seperti pada sub bab berikut.

2.2.1 Tahanan gesek

Tahanan gesek adalah komponen dari tahanan total dimana komponen tahanan tersebut berkaitan dengan energi yang dikeluarkan akibat pengaruh viskositas fliuda (akibat gesekan air terhadap badan kapal). Dari penjelasan yang di ambil pada PPT tahanan dan propulsi kapal ME091311 Teknik sistem perkapalan ITS surabaya page 7 adalah sebagai berikut:



Gambar 2. 2. bentuk aliran pada lambung

(Sumber: PPT tahanan dan propulsi kapal ME091311 Teknik sistem perkapalan ITS Surabaya)

Laminar flow: cairan yang bergerak dengan meluncurnya laminasi ketebalan yang relative sangat kecil terhadap lapisan yang berdekatan.

Turbulent flow: ditandai oleh fluktuasi kecepatan pada semua titik medan aliran dan fluktuasi ini tanpa frekuensi yang pasti.

$$R_n = \frac{LV}{\nu}$$

$$\text{Laminar flow: } R_n < 5 \times 10^5$$

$$\text{Turbulent flow: } R_n > 1 \times 10^6$$

Pada penerapannya rumusan perhitungan tahanan gesek yang di ambil dari ITTC 1957 adalah sebagai berikut:

$$C_f = \frac{0.075}{(\log_{10} R_n - 2)^2}$$

$$R_n = \frac{L \cdot V}{\nu}$$

Dimana L: lengt of ship

V: velocity

ν : viskositas air pada temperature standart 15°C

$$R_F = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_f \cdot S \cdot V^2 \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana:

ρ : masa jenis air laut

C_f :coefisien tahanan gesek

S :luasan permukaan basah

V : kecepatan kapal

2.2.2 Tahanan Sisa "*halvard & guldamer*" (Residual Resistante)

Tahanan sisa adalah nilai hasil pengurangan dari hambatan total pada badan kapal dengan hambatan gesek dari permukaan kapal. Tahanan sisa itu sendiri terdiri dari beberapa macam komponen sebagai berikut:

1. Tahanan Gelombang (Wake Resistance) Tahanan gelombang adalah hambatan yang diakibatkan oleh bentuk badan lambung dan adanya gerakan kapal pada air sehingga dapat menimbulkan gelombang baik pada saat air tersebut dalam keadaan tenang maupun pada saat air tersebut sedang bergelombang.
2. Tahanan Udara (Air Resistance): Tahanan udara diartikan sebagai Tahanan yang di alami oleh bagian badan kapal utama yang berada diatas air dan bangunan atas (Superstruktire) karena gerakan kapal di udara. Tahanan ini tergantung pada kecepatan kapal dan luas serta bentuk bangunan atas tersebut. Jika angin bertiup maka tahanan tersebut juga akan tergantung pada kecepatan angin dan arah relatif angin terhadap kapal.
3. Tahanan Bentuk: Tahanan ini erat kaitannya dengan bentuk badan kapal, dimana bentuk lambung kapal yang tercelup di bawah air menimbulkan suatu tahanan karena adanya pengaruh dari bentuk kapal tersebut.

2.2.3 Tahanan tambahan (Appendages Resistance)

Tahanan ini mencakup tahanan untuk korelasi model kapal. Hal ini akibat adanya pengaruh kekasaran permukaan kapal, mengingat bahwa permukaan kapal tidak akan pernah semulus permukaan model. Tahanan tambahan juga termasuk tahanan anggota badan kapal dan kemudi serta komponen lain yang melekat pada lambung kapal yang akan mempengaruhi kinerja gerak kapal

Dalam teori perhitungan yang di ambil dari PPT ME091311 Teknik Sistem Perkapalan ITS di dapatkan beberapa komponen yang perlu di perhitungkan pada kapal konvensional sebagai berikut:

a. Tahanan tambahan akibat Bilge keel

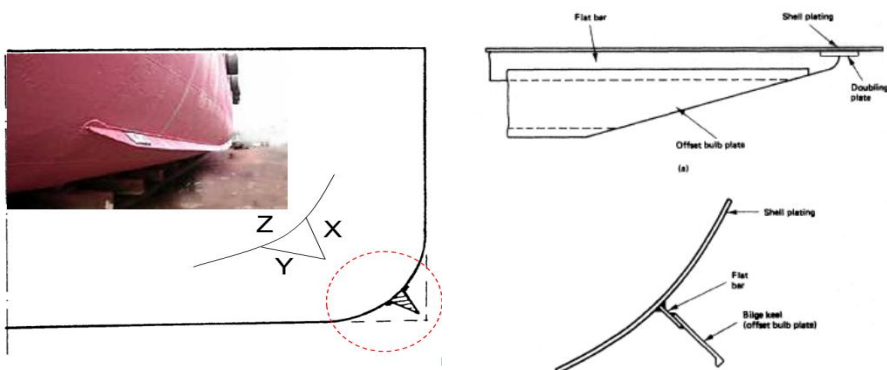
Nilai tahanan ini dapat di ketahui dengan Interferensi drag pada pertemuan antara bilge keel dengan lambung, Interferensi drag berkurang dengan peningkatan sudut antara bilge keel dengan lambung seperti di jelaskan pada rumus dan gambar di bawah:

$$\frac{1}{2} \rho V^2 S C_f \left[2 - \frac{2z}{x+y} \right] \dots\dots(2.1)$$

Dimana:

S : luas permukaan basah dari bilge keel

C_f : koefisien gesekan yang tergantung dari panjang bilge keel.



Gambar 2. 3. bentuk bilge keel

(Sumber: PPT tahanan dan propulsi kapal ME091311 Teknik sistem perkapalan ITS Surabaya)

b. Tahanan tambahan akibat rudder

Ruder adalah sebuah media pengarah aliran air dalam proses kemudi kapal. Namun selain berfungsi sebagai pengarah aliran,rudder juga dapat di kategorikan sebagai komponen tahanan tambahan. Nilai tahanan ini dapat di ketahui dengan perumusan sebagai berikut:

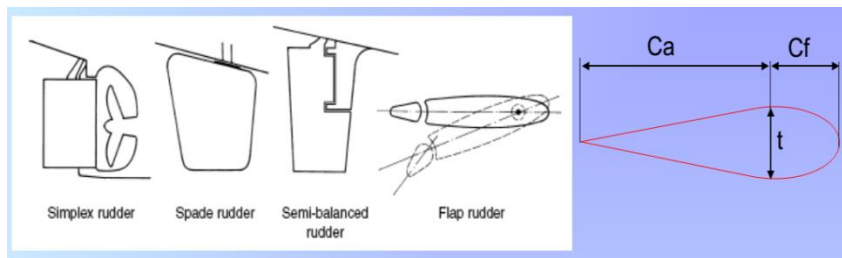
$$D = \frac{1}{2} \rho V^2 S C_f \left[1.25x \frac{ca+cf}{cf} + \frac{s}{A} + 40 \left(\frac{t}{ca} \right)^3 \right] \dots\dots(2.2)$$

Dimana:

S : luas permukaan basah dari daun kemudi

Cf : koefisien gesekan yang tergantung dari bentuk rudder

A : luas permukaan penampang melintang dari bidang pada ketebalan maksimum



Gambar 2. 4. bentuk nacca ruder

(Sumber: PPT tahanan dan propulsi kapal ME091311 Teknik sistem perkapalan ITS Surabaya)

c. Tahanan akibat shafting dan bossing

Pada tahanan ini tidak dimiliki semua kapal, melainkan hanya kapal konvensional dan kapal yang menggunakan tipe penempatan shaft dan bossing seperti gambar di bawah:

$$D = \frac{1}{2} \rho L d V^2 (1.1 \sin^3 \epsilon + \pi C_F) \dots\dots(2.3)$$

Dimana:

L : Panjang shaft dan bossing

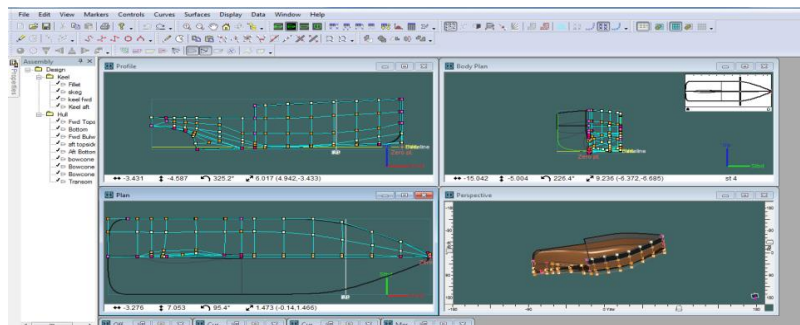
D : diameter poros

C_F : koefisien gesekan

ε : sudut antara sumbu poros dengan arah aliran

2.3 Maxurf

Program komputer 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 kasrat x-1. Terdapat beberapa fitur dalam software ini untuk mempermudah dalam mendesain serta menganalisa tahanan serta hidrostatik hasil model.

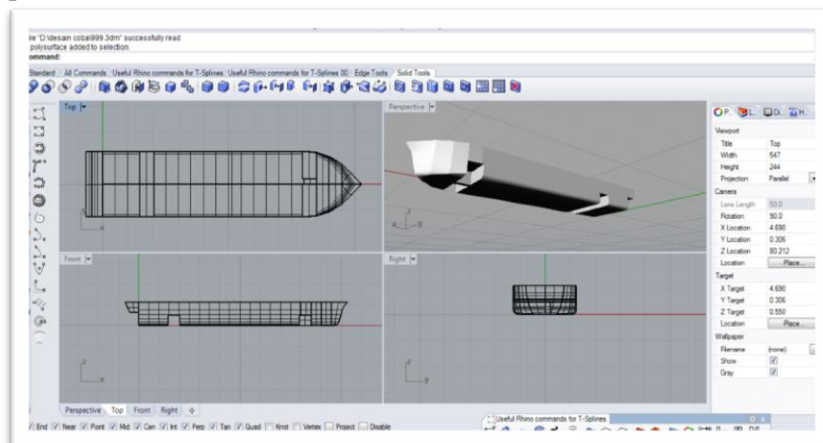


Gambar 2. 5. design lambung dengan maxurf

2.4 Rhinos 3d design

Rhinoceros, Rhino atau Rhino 3D adalah software komputer grafis 3D dan software aplikasi CAD (Computer Aided Design) yang dikembangkan oleh Robert McNeel & Associates; sebuah perusahaan Amerika yang didirikan sejak tahun 1980. Geometri Rhinoceros berbasis model matematika NURBS (Non-Uniform Rational Base Splines) yang fokus menciptakan representasi kurva dan permukaan bebas yang presisi pada komputer grafis yang berlawanan dari aplikasi berbasis Poligon-mesh.

Rhino digunakan untuk mengolah CAD, CAM, Rapid Prototyping, 3D Printing, dan Reverse Engineering pada industri-industri seperti Arsitektur, Desain produk Industri, Multimedia dan Desain Grafis.

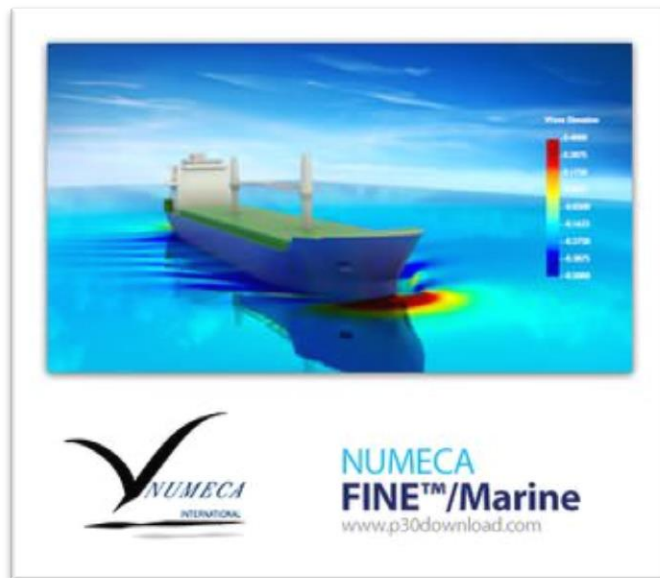


Gambar 2. 6. desain lambung dengan rhinos

2.5 Numeca fine marine CFD

NUMECA diakui saat ini sebagai perusahaan paling inovatif di bidang Computational Fluid Dynamics (CFD) dan desain, analisis dan optimasi multiphysics. Didorong oleh kreativitas, inovasi & kualitas terbaik.

Berdasarkan teknologi yang paling canggih, numeca menyediakan fitur meshing yang lebih akurat dan simulasi yang lebih mendekati dengan aslinya. Dengan beberapa program yang lebih di spesifikasikan seperti fine marine, fine turbo, dan fine open maka numeca lebih memiliki kualitas simulasi berdasarkan perbedaan aliran fluida dalam ataupun luar.



Gambar 2. 7. analisa CFD dengan numeca fine marine

<https://www.numeca.com/product/finemarine>

2.6 Dasar-dasar perhitungan propulsi

Propulsi adalah hal wajib yang harus di tentukan untuk membuat sebuah perhitungan tentang kebutuhan daya penggerak kapal. Dari hasil perhitungan ini akan di dapatkan nilai kebutuhan mesin yang harus di terapkan pada kapal tersebut. Berikut adalah beberapa komponen perhitungan distribusi daya yang harus di ketahui nilainya setelah mengetahui berapa tahanan yang di dapat dari perhitungan tahanan.

2.6.1 EHPE (Effective Horse Power)

adalah besarnya daya yang dibutuhkan untuk mengatasi tahanan dari badan kapal (hull), agar kapal dapat bergerak.

$$EHP = R_{tdinas} \times V_s$$

2.6.2 Deliver Horse Power (DHP)

Delivery Horse Power (DHP) adalah daya yang di terima oleh propeler kapal agar dapat menghasilkan Daya Dorong, atau dengan kata lain DHP merupakan daya yang di salurkan oleh motor penggerak (propeller) yang kemudian dirubahnya menjadi gaya dorong kapal. Daya pada tabung saft propeller (DHP) dihitung dari perbandingan antara Daya Efektif atau EHP dengan Koefisien Propulsif.

$$DHP = EHP/PC$$

2.6.3 Daya Pada Poros Baling-Baling, Shaft Horse Power (SHP)

Shaft Horse Power (SHP) adalah daya yang terukur hingga daerah di depan bantalan tabung poros (stern tube) dari sistem perporosan penggerak kapal. Di sini kapal memiliki kamar mesin di bagian belakang, dengan loss (2-3)%, diambil 2%. Sehingga harga efisiensi bantalan dan tabung baling - baling atau $\eta_{\eta B}$ adalah 0,98

$$SHP = DHP/\eta_{\eta b}$$

2.6.4 Brake Horse Power (BHP)

Brake Horse Power (BHP) adalah daya rem (Brake Power) atau daya yang diterima oleh poros transmisi sistem penggerak kapal, yang selanjutnya dioperasikan secara kontiyu untuk menggerakkan kapal pada kecepatan servisnya (V_s). Besarnya daya motor penggerak utama atau PB yang diperlukan pada perencanaan baling - baling dan tabung poros baling - baling ini tidak terlepas oleh adanya harga efisiensi sistem roda gigi dan transmisi atau η_G ini karena direncanakan pada hubungan sistem transmisi daya antara motor induk dengan poros propeller terpasang sistem roda gigi reduksi. Sistem roda gigi pada kapal ini direncanakan menggunakan gigi reduksi tunggal atau Single Reduction Gear dengan loss 2%. Untuk arah maju dan gigi pembalik atau Reversing Gear dengan loss 1%. Dari data sistem ini dapat diketahui harga efisiensi sistem roda gigi transmisi atau η_g dari setiap sitem adalah :

$$\eta_g = 98\% \text{ untuk single reduction gears}$$

$$\eta_g = 99\% \text{ reversing reduction gears}$$

BHP (CSR) adalah daya output dari motor penggerak pada kondisi (Continues Servis Rating).

$$BHP_{scr} = SHP/\eta_g$$

Besarnya daya motor penggerak utama atau motor induk ini adalah daya keluaran pada pelayaran normal atau SCR, dimana besarnya adalah 80% - 85% dari daya keluaran pada kondisi maksimum atau MCR. Sedangkan daya keluaran pada kondisi MCR adalah:

$$\text{BHP}_{\text{mcr}} = \text{BHP}_{\text{scr}} / 0.85$$

2.6.5 THP (Trust Horse Power)

Trust horse power adalah daya trust yang di timbulkan oleh besarnya gaya aliran air akibat putaran propeller. Dimana pbandingan antara EHP /THP akan menghasilkan hull effesiency η_H serta dapat juga di artikan dalam perumusan seperti berikut:

$$\text{THP} = V_A \times T$$

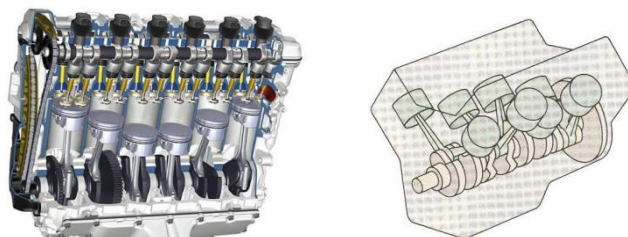
2.7 Marine engine

Perbedaan marine engine dengan mesin darat adalah beberapa material kompenen yang harus dipertimbangkan abilitynya untuk berada di laut atau wilayah perairan.

Selain itu perbedaan lainnya adalah Selama pengoperasiannya (Engine running), mesin-mesin diesel darat hanya mendapat getaran dari mesin itu sendiri (internal vibration), tidak pernah menerima getaran dari luar (external vibration), kecuali bila terjadi gempa bumi. Tidak demikian halnya dengan Marine engine, selain mendapat getaran mesin itu sendiri, mesin - mesin diesel kapal juga mendapatkan getaran perlawanan dari luar, karena guncangan dari badan kapal yang diterpa ombak laut. Terjangan ombak yang begitu dahsyat terhadap badan kapal bisa membuat mesin mengalami kemiringan sampai sekitar 60 derajat. Serta ada beberpa macam tipe marine engine untuk kebutuhan ship propulsion.berikut adalah penjelasanya.

2.7.1 Inboard engine

Inboard system engine adalah engine yang terinstal di dalam lambung kapal dan tertanam di atas pondasi mesin. Ada 2 jenis type mesin berdasarkan konfigurasi cylindernya yaitu *inline engine* dan *V-line engine* . penggunaan inline ataupun v-line engine tergantung pada kebutuhan daya dan dimensi maksimal yang bisa di terima ruang mesin.

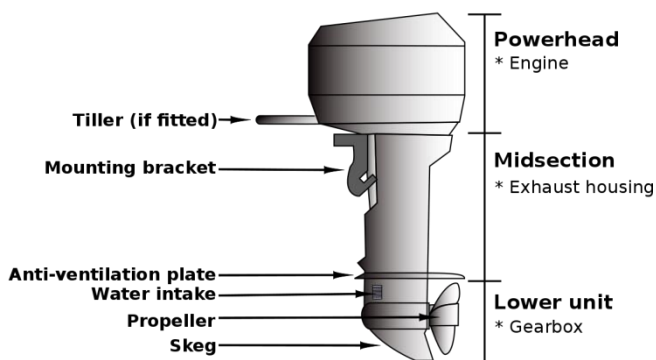


Gambar 2. 8 inline engine dan V-engine

<http://www.pearltrees.com> (di akses 29 januari 2018)

2.7.2 Outboard engine

Outboard engine adalah mesin yang terinstal di luar lambung kapal, biasanya menempel pada transum dengan konfigurasi shaft 90° serta dapat di trim 0 - 90° sesuai dengan kebutuhan. Berdasarkan fuel consumptionnya terdapat diesel engine dan gasoline engine. Berikut adalah gambaran dari outboard engine untuk menentukan kebutuhan dayanya, biasanya manufacturing company sudah memberikan kemudahan untuk memasukan nilai dimensi yang di butuhkan agar dapat di ketahui konfigurasi engine yang tepat beserta propeler yang tepat untuk di pasang



Gambar 2. 9 outboard engine

Sumber: https://en.wikipedia.org/wiki/Outboard_motor
(di akses 29 januari 2018)

2.7.3 Stern drive engine

Penggunaan stern drive system adalah kombinasi penggunaan mesin dalam *inboard system* dengan gearbox yang berada pada posisi luar, mesin tertanam di lambung kapal dekat dengan transum. Mesin ini menyalurkan tenaganya melalui gearbox yg terdapat diluar kapal atau melekat pada trasum dengan gear box 90 derajat ini lah yg kemudian melalui shaft vertical menyambungkannya kepada propeler, mesin mejadi bagian kapal akan tetapi gearbox , shaft berada diluar kapal , tertanam tembus melalui transum hanya beberapa cm diatas air beserta dengan actuator yang menyatu pada lower unit dan di kontrol secara hydrolic sebagai kemudi.



Gambar 2. 10. sterndrive engine

sumber: <http://www.mercuryracing.com> (di akses 29 januari 2018)

2.8 Teori perhitungan daya penggerak mesin darat.

Kebutuhan mesin darat sangatlah berbeda dengan kebutuhan daya mesin laut. Ada beberapa faktor yang perlu di pertimbangkan dalam pemilihan modifikasi mesin darat. ada beberapa paramater penting dalam motor bakar atau mesin otomotif adalah Torsi dan Daya Mesin, alasannya karena kedua parameter inilah yang disebut-sebut sebagai penentu performa atau unjuk kerja mesin.

2.8.1 Torsi Mesin

Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja, jadi torsi adalah suatu energi. Besaran torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya. Adapun perumusan dari torsi adalah sebagai berikut. Apabila suatu benda berputar dan mempunyai besar gaya sentrifugal sebesar F , benda berputar pada porosnya dengan jari-jari sebesar b , dengan data tersebut torsinya adalah:

$$T = F \times d \text{ (N.m)}$$

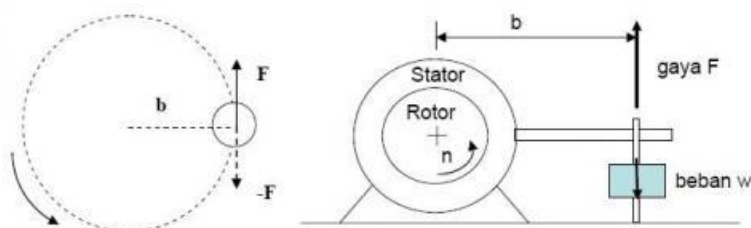
dimana:

T = Torsi benda berputar (N.m)

F = adalah gaya sentrifugal dari benda yang berputar (N)

d = adalah jarak benda ke pusat rotasi (m)

Karena adanya torsi inilah yang menyebabkan benda berputar terhadap porosnya, dan benda akan berhenti apabila ada usaha melawan torsi dengan besar sama dengan arah yang berlawanan.



Gambar 2. 11. gaya pada roda

Sumber: <http://rpmenginestation.blogspot.com> (di akses 29 januari 2018)

Pada motor bakar untuk mengetahui daya poros harus diketahui dulu torsinya. Pengukuran torsi pada poros motor bakar menggunakan alat yang dinamakan Dinamometer. Prinsip kerja dari alat ini adalah dengan memberi beban yang berlawanan terhadap arah putaran sampai putaran mendekati 0 rpm, Beban ini nilainya adalah sama dengan torsi poros.

2.8.2 Daya mesin

Sedangkan power yang dihitung dengan satuan Kw (Kilo watts) atau Horse Power (HP) mempunyai hubungan erat dengan torque. Power dirumuskan sebagai berikut :

Power = torque x angular speed.

Rumus diatas adalah rumus dasarnya, pada engine maka rumusnya menjadi :

Power = torque x 2π x rotational speed (RPM).

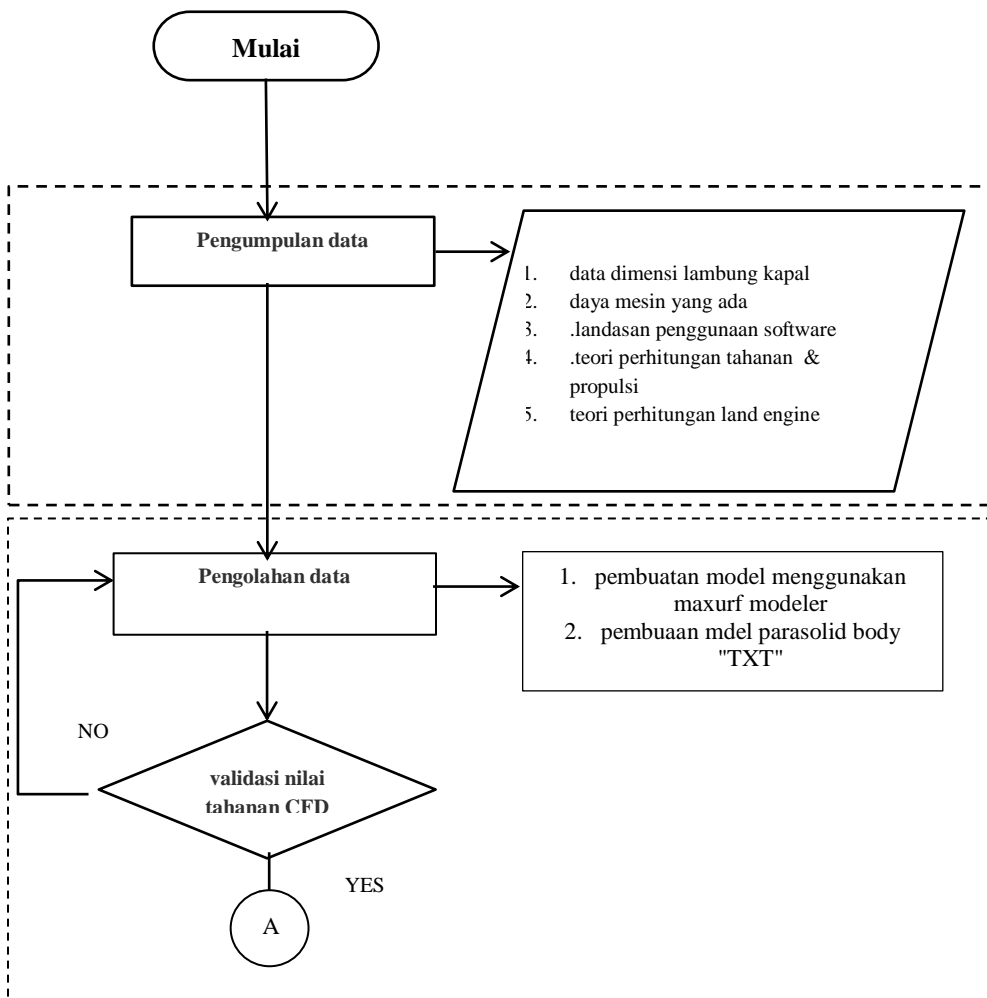
Untuk mengukur Power (KW) adalah sbb :

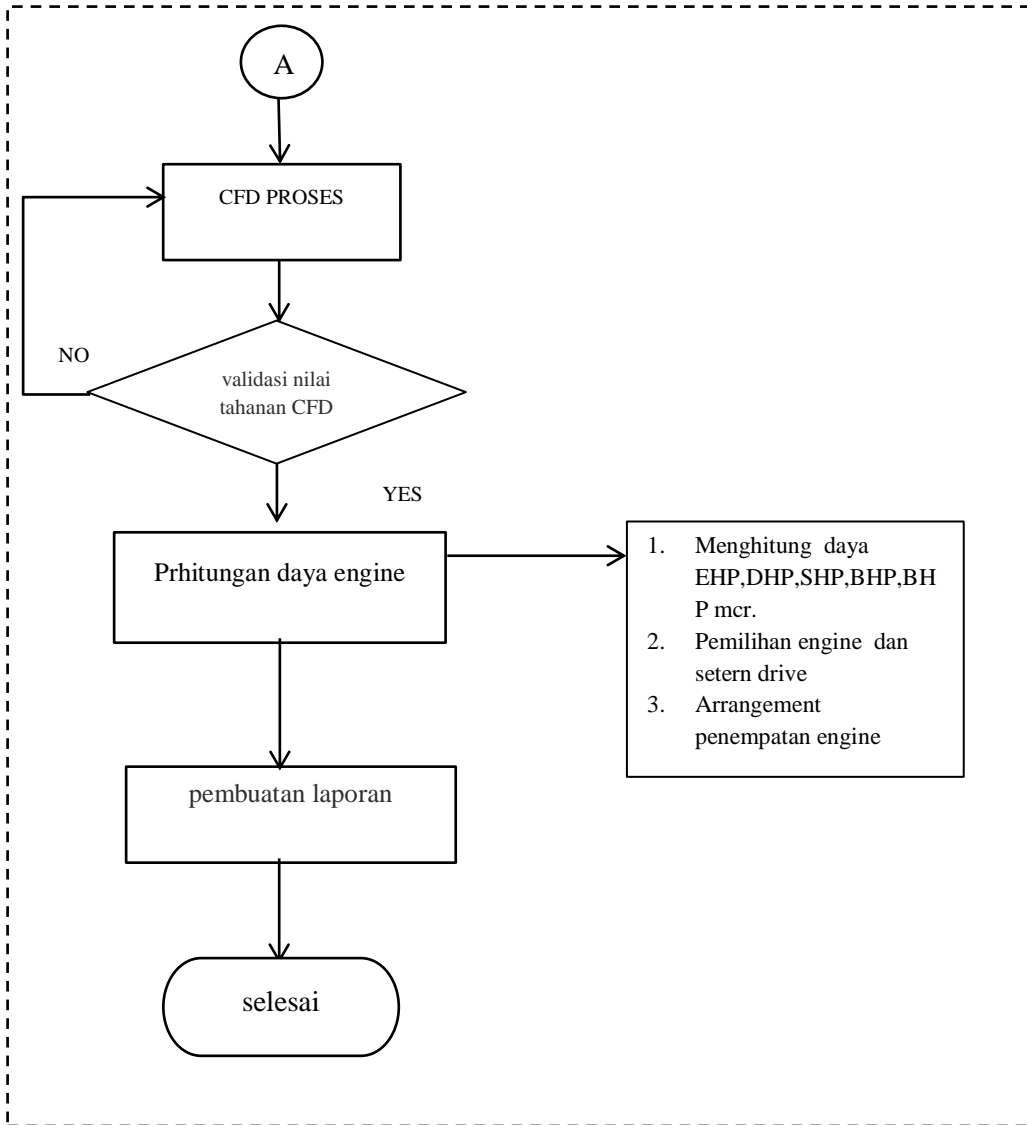
Power (kW) = torque (Nm) x 2π x rotational speed (RPM) / 60000
6000 dapat diartikan adalah 1 menit = 60 detik, dan untuk mendapatkan kw = 1000 watt.

sedangkan untuk mengukur Power (HP) adalah sbb :

BAB III METODOLOGY PENELITIAN

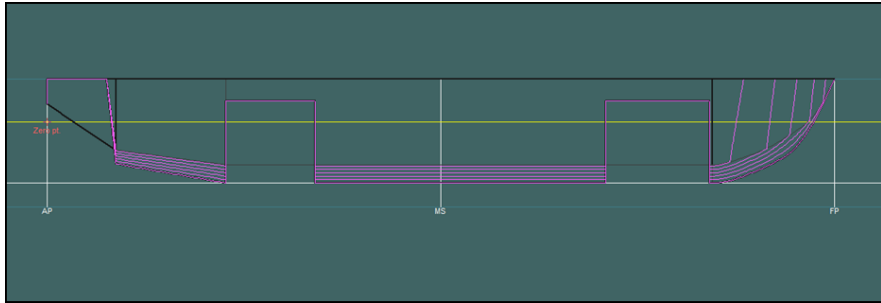
Dalam penelitian ini akan menggunakan beberapa inputan data yang di ambil dari desain kapal yang sudah ada dan akan dikembangkan dengan permodelan yang akan di modifikasi dari bentuk lambung kapal hingga output yang di dapat adalah repowering mesin kapal. Berikut adalah langkah-langkah pengerjaan penelitian:





3.1 1Pengumpulan data

Pengumpulan data pada penelitian ini di maksudkan untuk memberikan informasi kejelasan dari segi kuantitas dan kualitas,validaasi refrensi,serta memberi arahan manakah yang dapat di kerjakan terlebih dahulu. adapun data yang akan menjadi inputan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3. 1. sheer plan labung pada maxurf

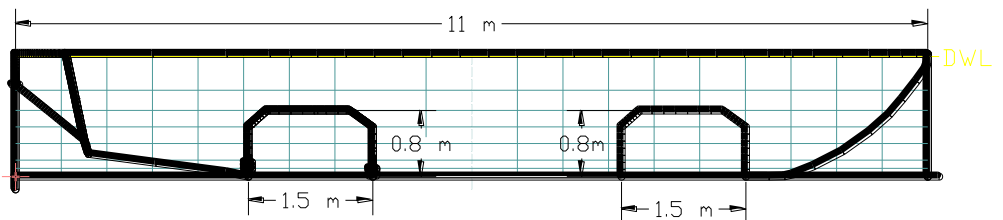
Berdasarkan identifikasi di lapangan, kapal ini memiliki ukuran utama sebagai berikut:

Panjang Seluruhnya (LOA) = 11 m

Lebar (B) = 2.2 m

Tinggi (H) = 1.45m

Dari data yang di berikan oleh pemilik kapal hanyalah laporan yang menggambarkan 1 pandangan dari sisi sheer plan lambung kapal beserta di mensi yang telah di ukur sesuai di lapangan. Berikut adalah sketsa dimensi penampang samping kapal.



Gambar 3. 2dimention tempat garden dan roda

3.2 Pengolahan data 1 (pembuatan ulang model)

Dalam pengolahan data ini akan mengolah data yang telah di dapat,yaitu berupa data lambung kapal dan akan di gambar ulang berupa bentuk lambung yang akan dimodifikasi dengan menggunakan software maxurf dan rhinoceros serta solid work. Setelah di dapatkan bentuk lambung yang sudah ada dan yang telah di modifikasi maka akan di runing dengan software maxurf untuk mengetahui

displasment dan sarat kapal yang sesuai dengan nilai displasment berat kapal yang sudah ada. Setelah mendapatkan bentuk lambung dengan modifikasi penutup lambung selanjutnya di analisa sementara kedalam maxurf resistance, untuk mengetahui hasil tahanan sementara dengan penambahan penutup lambung.

3.3 Pengolahan data 2 (pembuatan solid body model)

Setelah memebentuk geoetri lambung yang sesuai dengan displasment kapal yang ada, maka di lanjutkan dengan membuat desain 3D dalam bentuk solid body dengan menggunakan software solidwork. Kemudian di lanjutkan dengan memasukan hasil desain yang sudah di modifikasi dengan penutup roda dan lambung berlubang seperti pada bentuk yang asli dengan format *.X_T*. (*parasolid*) kedalam software numeca fine marine yang akan di proses terlebih dahulu kedalam "*Hexpres*".

3.4 CFD proses

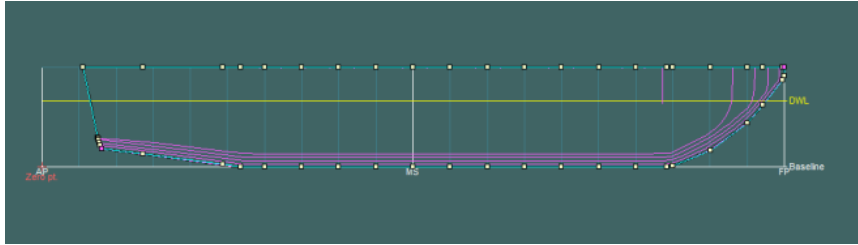
Setelah hasil runing pada umeca fine marine di dapatkan nilai tahanan maka pada tahapan ini di lanjutkan untuk menghitung kebutuhan daya engine yang sesuai untuk di gunakan di darat dan di laut. Pada tahapan ini, dari hasil daya engine propulsion yang sudah di perhitungkan, maka akan di komparasikan dengan kebutuhan daya land engine. Dengan persamaan parameter posisi sarat air kapal yang tetap.

3.5 Validasi proses

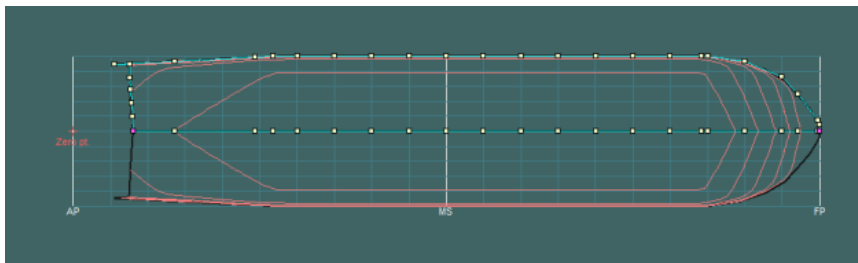
validasi pada peelitian ini du tujukan untuk menunjukan nilai tahanan hasil dari proses CFD dan hasil proses analisa maxurf resistance dengan tujuan perbandingan keselarasan nilai simulasi CFD dan maxurf. Dimana proses ini menggunakan bentuk lambung kapal pada keadaan standart yang tidak di modifikasi oleh penutup lubang ataupun lubang roda. Nilai validasi ini di tampilkan pada bab III dengan tujuan tidak memperanyak penguraian atau penulisan proses pada bab selanjutnya.

3.5.1 Pembuatan model

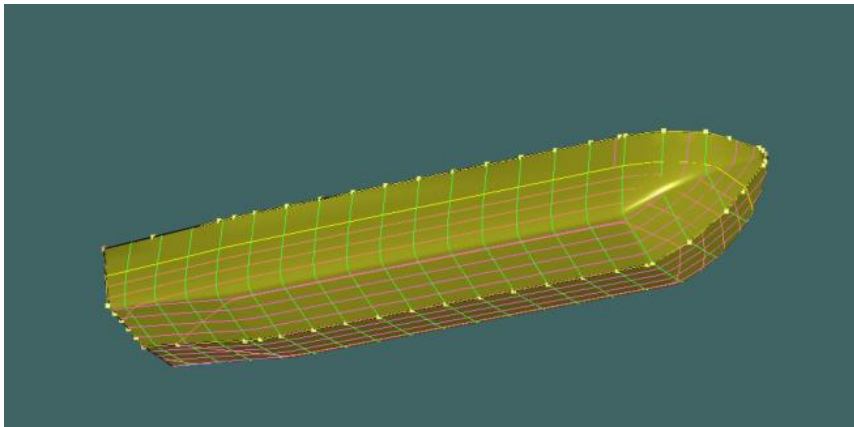
Proses pembuatan model ini di lakukan dengan menyamaka ukuran utama pada kendaraan amphibi yang sudah ada. Dalam proses pembuatan model ini menggunakan maxurf.



Gambar 3. 3. profile view maxurf modeler model standart



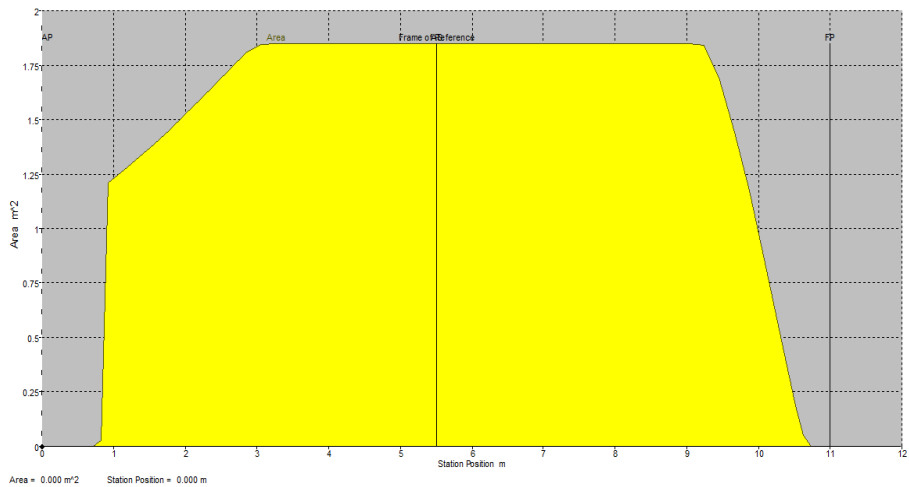
Gambar 3. 4. plan view maxurf modeler model standart



Gambar 3. 5. perspective view maxurf modeler model standart

Tabel 3. 1. data hydrostatic maxurf modeler

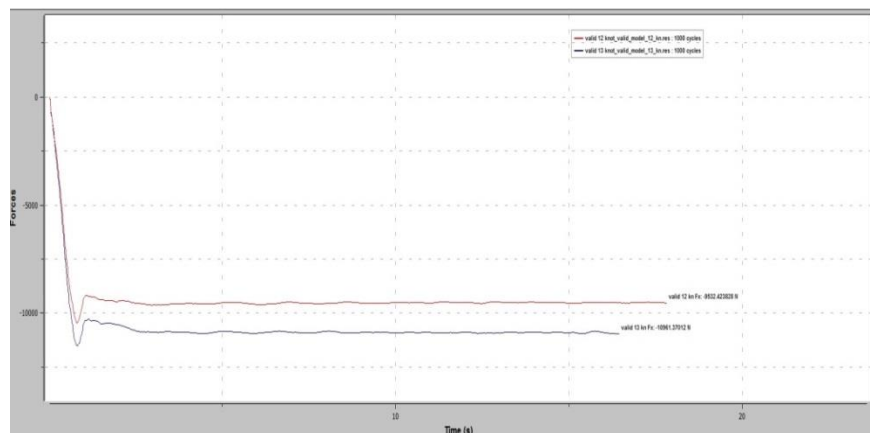
Displacement	16.65	t
Volume (displaced)	16.239	m ³
Draft Amidships	0.977	m
Immersed depth	0.978	m
WL Length	10.014	m
Beam max extents on WL	2.2	m
Wetted Area	33.442	m ²
Max sect. area	1.849	m ²
Waterpl. Area	20.886	m ²
Prismatic coeff. (Cp)	0.877	
Block coeff. (Cb)	0.754	
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.86	
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.948	
LCB length	5.61	from zero pt. (+ve fwd) m
LCF length	5.684	from zero pt. (+ve fwd) m
LCB %	56.025	from zero pt. (+ve fwd) % Lwl
LCF %	56.759	from zero pt. (+ve fwd) % Lwl
KB	0.569	m
KG fluid	0	m
BMt	0.494	m
BML	9.807	m
GMt corrected	1.063	m
GML	10.376	m
KMt	1.063	m
KML	10.376	m
Immersion (TPc)	0.214	tonne/cm
MTc	0.157	tonne.m
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1)	0.309	tonne.m
Length:Beam ratio	4.552	
Beam:Draft ratio	2.25	
Length:Vol^{0.333} ratio	3.954	
Precision	Medium	61 stations



Gambar 3. 6. gravik CSA model standart

3.5.2 Validasi software

Dari model yang sudah di buat langkah selanjutnya adalah analisa tahanan dengan menggunakan 2 software yaitu maxurf dan numeca fine marine. Pada proses ini pembuatan model untuk cfd proses akan di jelaskan pada bab IV. Sedangkan pada bab ini akan menjelaskan hasil selisih perbandingan antara penggunaan maxurf dan numeca fine marne. Dimana validasi ini untuk membuktikan keselarasan nilai anantara penggunaan kedua software tersebut. Berikut ini adalah data hasil runig proses numeca fine marine dan maxurf resistance.



Gambar 3. 7. hasil tahanan numeca fine marie pada speed 12-13 knot.

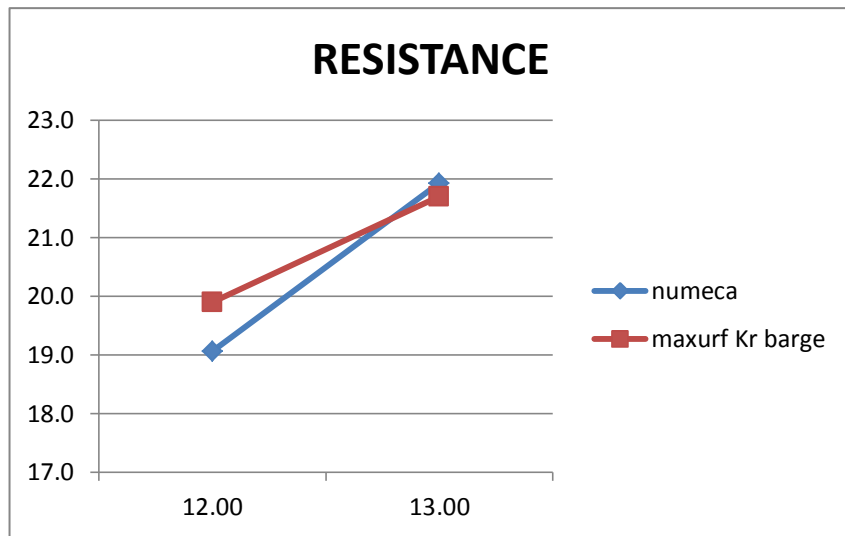
Dari hasil proses simulasi numeca fine marine di dapatkan nilai resistance pada kecepatan 12- 13 knot yaitu 9532.4 N dan 10961.3 N. pada numeca fine marine ini menggunakan half body jadi unuk hasil tahanan pada monitor harus di kali 2. Di dapatkan nilai tahanan pada maxurf dan numeca seperti pada table di bawah ini.

Tabel 3. 2. nilai hasil tahanan FX numeca fine marine

numeca			
no	kondisi normal		
	vs (knot)	vs (m/s)	fx (kn)
1	12.00	6.17	19.1
2	13.00	6.68	21.9

Tabel 3. 3 nilai hasil tahanan maxurf Kr barge

maxurf Kr barge			
no	kondisi normal		
	vs (knot)	vs (m/s)	fx (kn)
1	12.00	6.17	19.4
2	13.00	6.68	22.8



Gambar 3. 8. gravik resistance numeca fine marine vs maxurf

Dari analisa semetara yang di dapatkan dari perbandingan simulasi antara maxurf resistance KR barge dan numeca fine marine di dapatkan selisih nilai yang tidak terlalu jauh. Dengan prosenase selisih 1% -4% dari kedua proses simulasi. Maka penggunaan software numeca fine marine CFD dapat di gunakan untuk proses simulasi model yang sudah di modifikasi pada bab selanjutnya.

3.6 Perhitungan daya

Proses perhitungan daya ini di bagi menjadi dua,yaitu perhitungan daya *water propulsion* dan daya *land engine*. Pada proses perhitungan water engine propulsion akan memperhitungkan EHP,DHP,SHP,BHP,BHP Mcr. Sedangkan pada proses perhitungan *land engine power* hanya memperhitungkan kecepatan yang mampu di hasilkan setelah terpilihnya engine pada kondisi medan normal yaitu pada aspal dan dataran landai. Setelah di dapatkan engine langkah selanjutnya adalah menggambar general arangement posisi engine sesuai dengan perencanaan gear box dan poros.

3.7 Pembuatan laporan

Dalam proses ini adalah menyusun penulisan hasil analisa dan kesimpulan mulai dari simulasi hingga pemilihan engine serta penggunaan penutup roda pada lambung kendaraan amphi.

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Data kapal

Dimensi kapal kasrat meliki perpaduan truck dan lambung speedboat dan Berikut adalah data dimensi kapal :

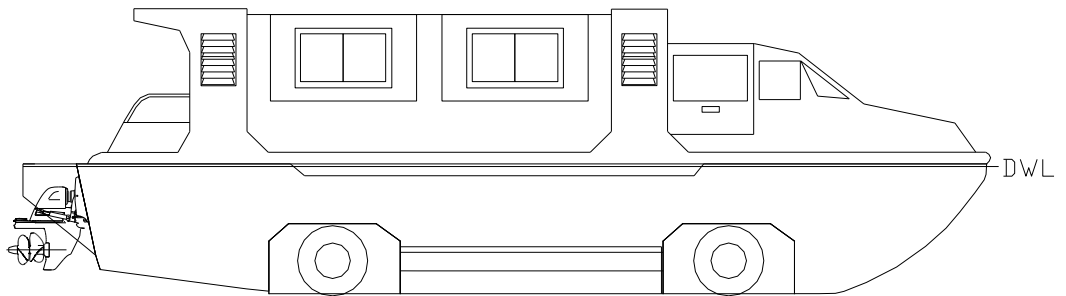
Tabel 4. 1. spesifikasi kendaraan KASRAT X-I

Ship name	KASRAT X-I
Ship dimation	L:11 M ,B:2.2 , high: 3.1
Vs	12 knot
Weight of all	6.7 ton
On Watrer propulsion POWER	Mercruiser, 2 x 220 hp
On land POWER	Isuzu 4HG1-T Diesel Engine, 120 hp, 3000rpm

konsep kapal yang sudah di kembangkan memiliki 2 perbedaan penggunaan posisi roda yaitu dengan penggunaan di darat ataupun di perairan seperti berikut:



Gambar 4. 1. karat x-1 posisi di darat



Gambar 4. 2. karat x-1 *on water position*

Pada gambar 4.2 menunjukkan posisi kapal saat berada di atas air dimana roda pada kapal akan masuk ke dalam lambung kapal. Dan pada gambar 4.1 adalah posisi kapal saat berada di darat dengan roda keluar dan berada di atas tanah. Pada penelitian ini akan menggambarkan skema penutup roda pada lambung untuk mengurangi hambatan pada kapal akibat tonjolan roda seperti pada kapal yang sudah di kembangkan.

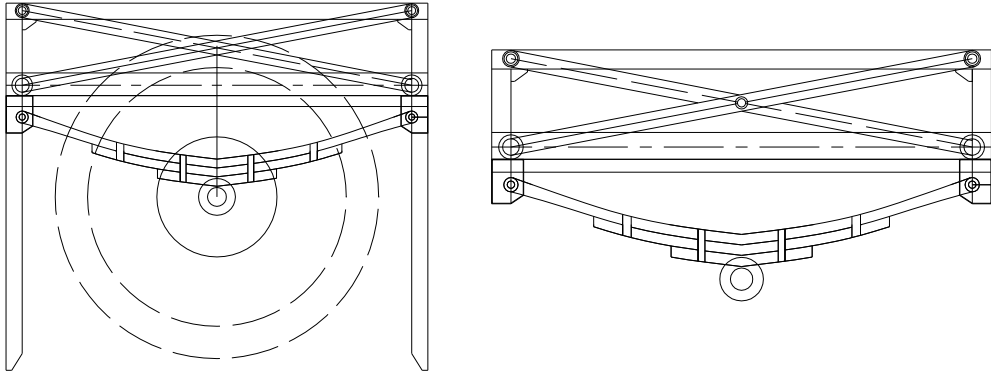
4.2 Skema pengangkat dan penutup roda

pada kapal yang telah di kembangkan menggunakan system gardan lipat 4x4 yang di beri nama yaitu *scissor lift*.

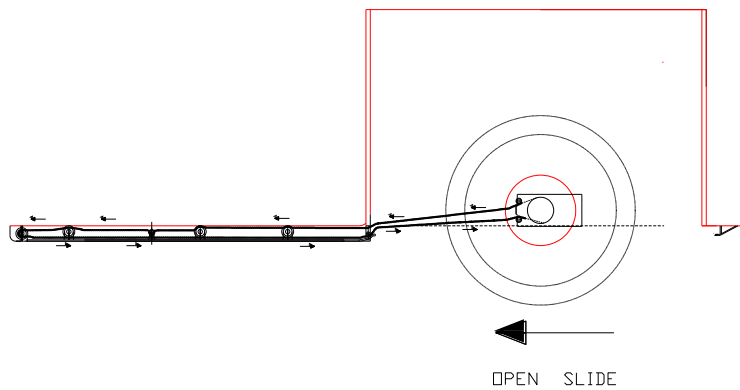


Gambar 4. 3. system garden lipat 4x4 *scissor lift*.

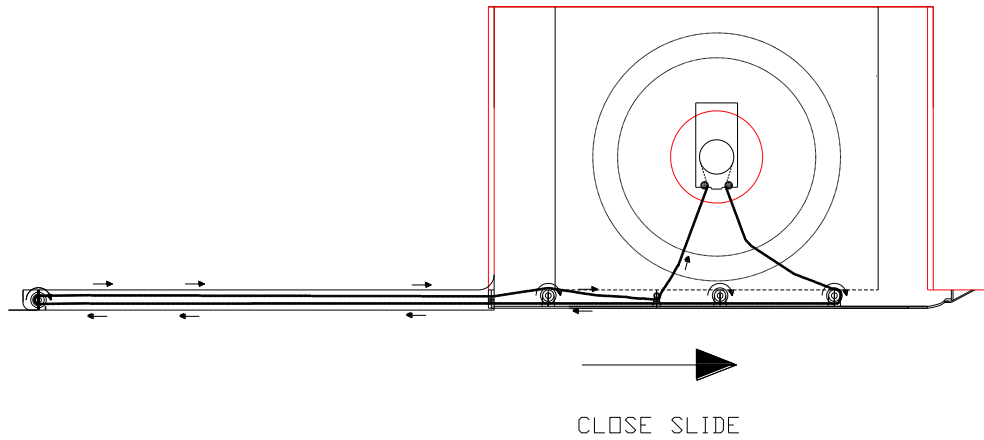
Pada penelitian ini akan mencoba sedikit merubah dimensi dari siccros lift tersebut agar dapat memasukan dan mengeluarkan roda dengan sempurna serta di modifikasi dengan menambahkan system penutup plat seperti di gambarkan pada bagian berikut.



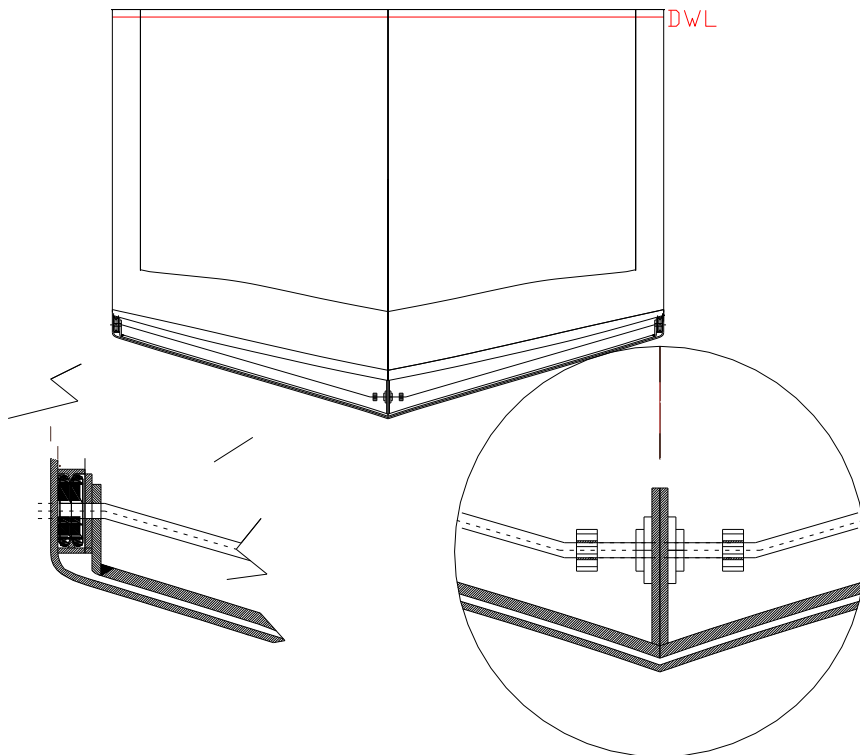
Gambar 4. 4. side view system garden lipat 4x4 *siccisor lift*.



Gambar 4. 5. Skema penutup lambung open slide



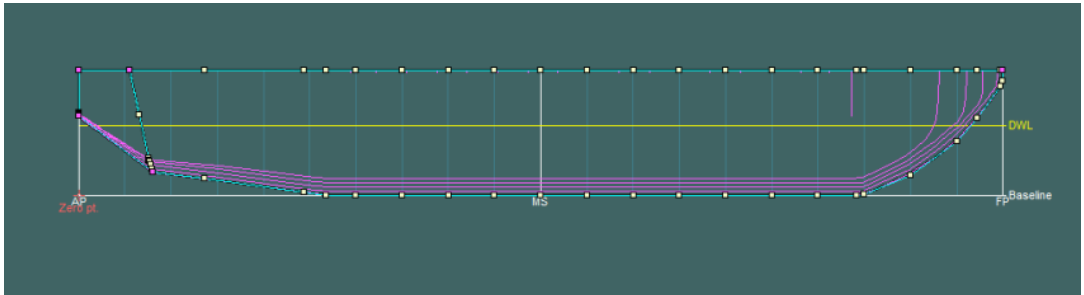
Gambar 4. 6. Skema penutup lambung close slide



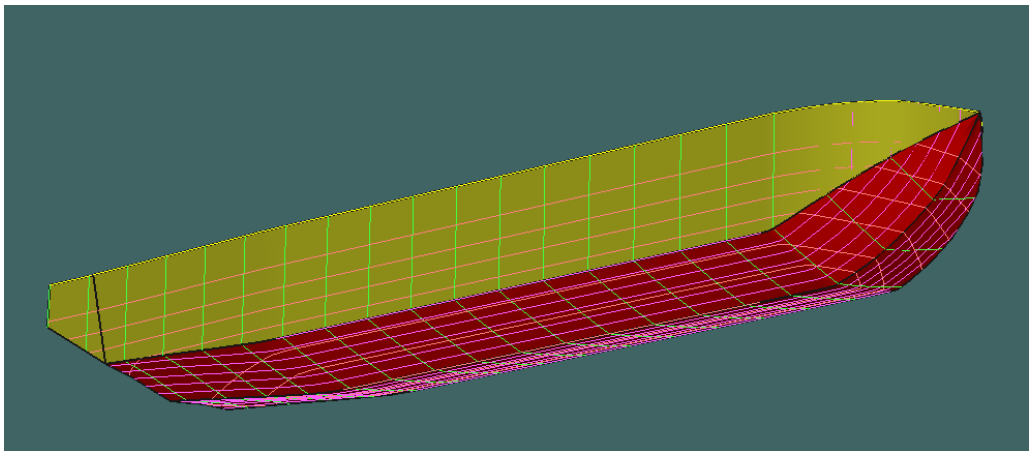
Gambar 4. 7. Skema penutup lambung cross section view

4.3 Pembuatan model lambung

proses pembuatan ulang lambung kapal ini di lakukan dengan menggunakan maxsurf modeler. Dari data yang di peroleh hanya mendapatkan gambaran dari sheer plan dari samping beserta batock line. Maka geometri yang harus di sesuaikan adalah bentuk lambung dan hasil displasment yang harus mendeklati.

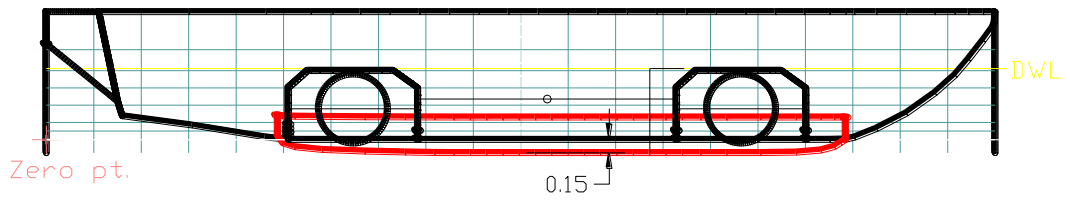
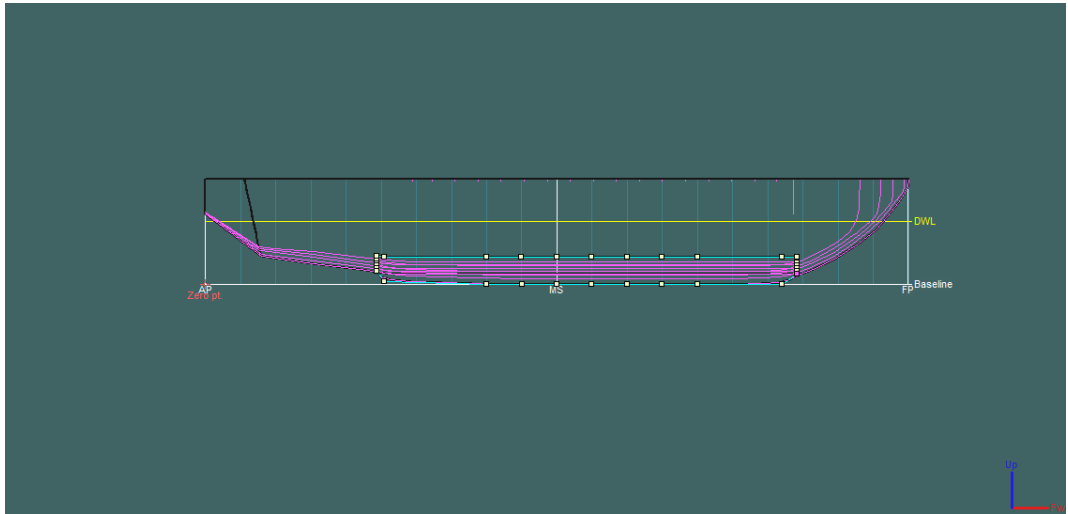


Gambar 4. 8. pembuatan ulang model lambung tanpa penutup

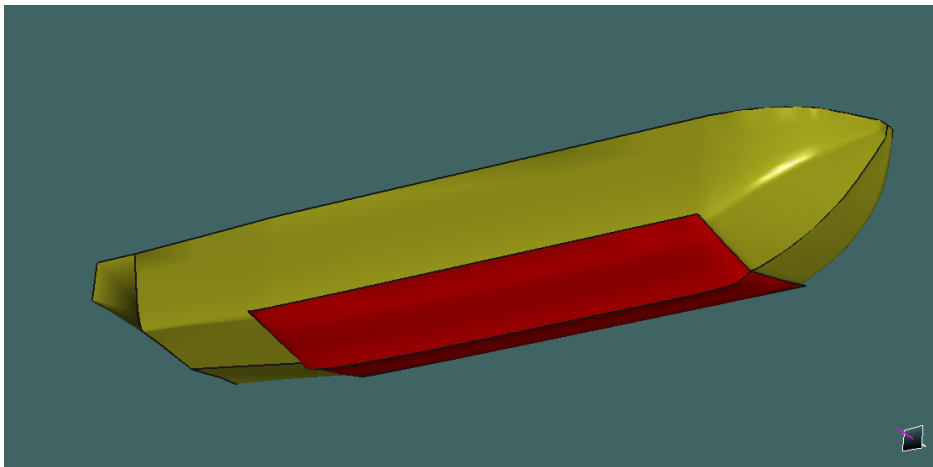


Gambar 4. 9. prespective view lambung tanpa penutup

Proses permodelan lambung yang sudah di buat di lanjutkan dengan membuat penutup sesuai dengan coture surface lambung bawah. Jarak lambung bawah dengan surface penutup di sesuaikan dengan jarak equipment rantai dan gear penarik.



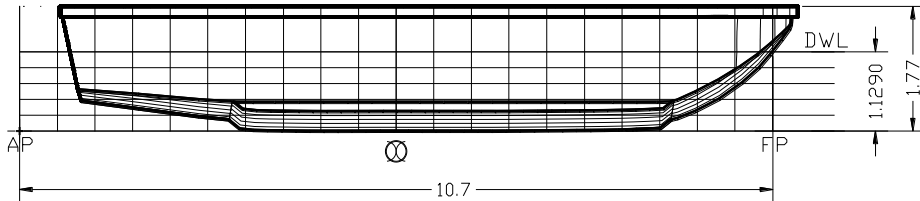
Gambar 4. 10. side view lambung dengan penutup



Gambar 4. 11. perspective view lambung dengan penutup

Dari model yang di sudah di buat ulang, parameter persamaan yang dapat di gunakan dalam melakukan pengujian ini adalah persamaan

sarat air, yang mana akan di dapatkan perbedaan displasment akibat bentuk tempat roda pada kondisi terbuka serta penutup roda pada kondisi tertutup.



Gambar 4. 12. sarat air kondisi tertutup

Tabel 4. 2. perhitungan CSA kondisi tertutup

Tabel perhitungan Simpson					
No Station	Luas Station (m ²) [A]	[s]	[A.s]	[n]	[A.s.n]
AP	0.000	1.0	0	-10	0.0000
1	0.000	4	0	-9	0.0000
2	0.264	2	1	-8	-4.2256
3	1.420	4	6	-7	-39.7544
4	1.593	2	3	-6	-19.1100
5	1.765	4	7	-5	-35.2900
6	2.108	2	4	-4	-16.8664
7	2	4	9	-3	-25.9044
8	2	2	4	-2	-8.6784
9	2	4	9	-1	-8.6744
10	2	2	4	0	0.0000
11	2	4	9	1	8.6712
12	2	2	4	2	8.6724
13	2	4	9	3	25.9908
14	2	2	4	4	17.2544
15	2	4	9	5	42.9360
16	2	2	4	6	25.5588
17	2.082	4	8	7	58.2904
18	1.482	2	3	8	23.7104
19	0.692	4	3	9	24.9084
FP	0.000	1	0	10	0.0000
		$\Sigma A.s$	99.5402	$\Sigma A.s.n$	77.489

Tabel 4. 3. nilai displamen dan LCB kondisi lambung tertutup

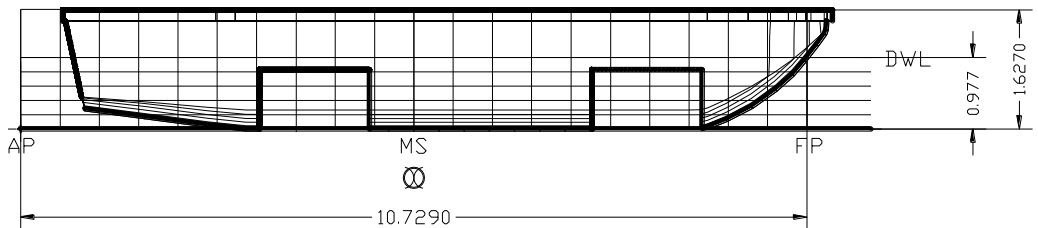
h	□		LCB
	TABEL		
0.540	17.9172	m ³	(M)
	18.365	TON	0.420374562

Tabel 4. 4. dimensi utama konidisi lambung tertutup

Dimention	
Lpp	10.732
T	1.129
H	1.7
B	2.2
cb	0.6721616

Tabel 4. 5. data hydrostatic

Displacement	18.365	t
Volume (displaced)	17.9172	m ³
Draft Amidships	1.12	m
Immersed depth	0.824	m
WL Length	10.55	m
Beam max extents on WL	2.197	m
Wetted Area	36.16	m ²
Max sect. area	1.51	m ²
Waterpl. Area	21.14	m ²
Prismatic coeff. (Cp)	0.843	
Block coeff. (Cb)	0.677	



Gambar 4. 13. sarat air kondisi terbuka

Tabel 4. 6. perhitungan CSA kondisi tertutup

Tabel perhitungan Simpson					
No Station	Luas Station (m ²) [A]	[s]	[A.s]	[n]	[A.s.n]
AP	0.000	1.0	0	-10	0.0000
1	0.000	4	0	-9	0.0000
2	1.270	2	3	-8	-20.3232
3	1.426	4	6	-7	-39.9308
4	1.599	2	3	-6	-19.1880
5	1.771	4	7	-5	-35.4260
6	1.879	2	4	-4	-15.0336
7	0	4	2	-3	-4.7412
8	0	2	1	-2	-1.5804
9	2	4	8	-1	-7.5256
10	2	2	4	0	0.0000
11	2	4	8	1	7.5256
12	2	2	4	2	7.5360
13	2	4	8	3	22.5768
14	2	2	4	4	15.0512
15	0	4	2	5	7.9020
16	0	2	1	6	4.7412
17	0.392	4	2	7	10.9816
18	1.488	2	3	8	23.8080
19	0.697	4	3	9	25.1064
FP	0.000	1	0	10	0.0000
		$\Sigma A.s$	68.2324	$\Sigma A.s.n$	-18.520

Tabel 4. 7. nilai displamen dan LCB kondisi lambung tertutup

h	□		LCB
	TABEL		
0.540	12.2818	m3	(M)
	12.589	TON	-0.146569665

Tabel 4. 8. dimensi utama konidisi lambung tertutup

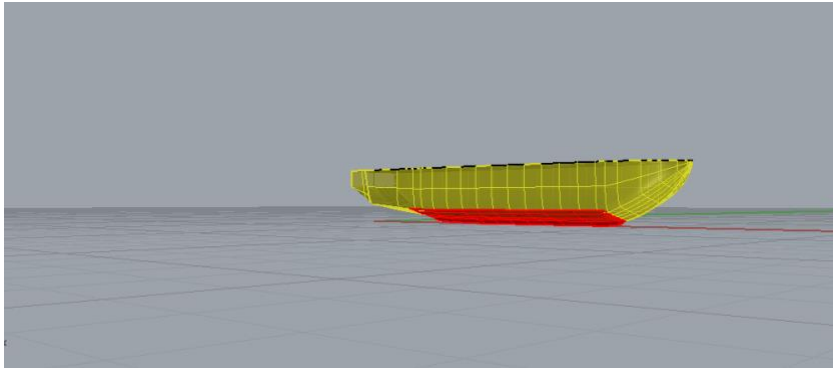
dimensi	
lbp	10.732
T	1.129
H	1.7
B	2.2
cb	0.4607

Tabel 4. 9. data dimensi kasrat x-1

Displacement	12.589	t
Volume (displaced)	12.2818	m ³
Draft Amidships	0.823	m
Immersed depth	0.824	m
WL Length	10.451	m
Beam max extents on WL	2.197	m
Wetted Area	31.858	m ²
Waterpl. Area	1.511	m ²
Prismatic coeff. (Cp)	21.858	m ²
Block coeff. (Cb)	0.4607	
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.704	

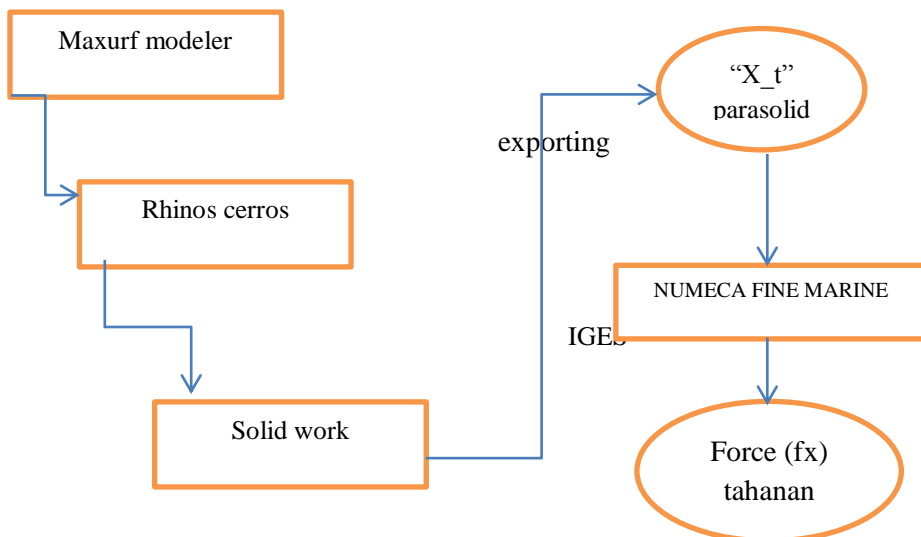
4.4 Proses permodelan *NUMECA CFD*

pembuatan model dengan rhinos cerros ini di tujuan untuk membuat bentuk surface agar dapat di pidahkan dalam file IGES yang akan di solidkan kedalam solid work. Pada solid work akan di gunakan untuk membuat 2 model yaitu tanpa penutup roda dan tertutup.

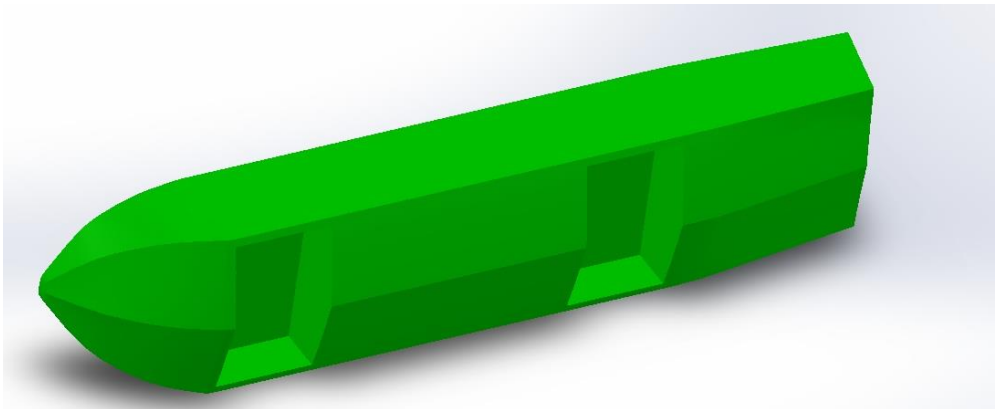


Gambar 4. 14. permodelan dengan rhinos

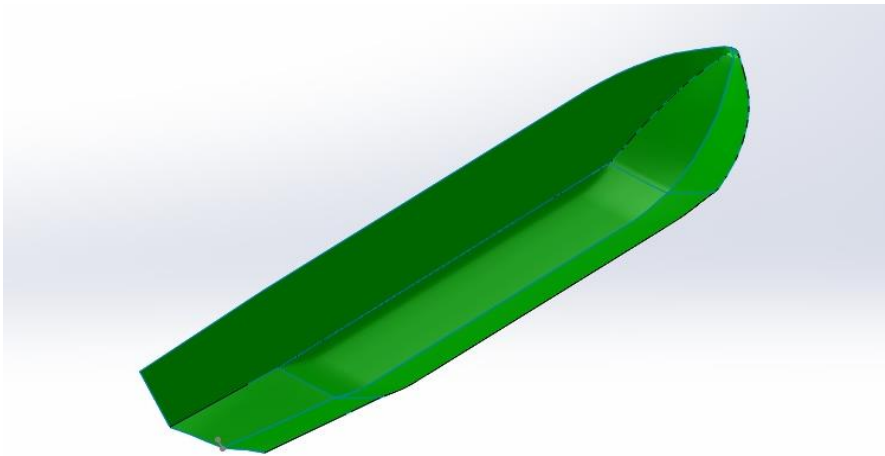
pembuatan model di rhinos akan sangat sulit dalam mengubah bentuk solid body, oleh karena itu dari perlu di surface ulang ke dalam solid work agar dapat di bentuk kedalam format “x_t” parasolid. Skema proses pembuatan model adalah sebagai berikut:



Gambar 4. 15. Skema proses pengujian Numeca fine marine

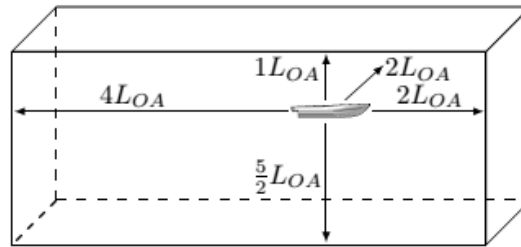


Gambar 4. 16. permodelan lambung tanpa penutup



Gambar 4. 17. permodelan lambung dengan penutup

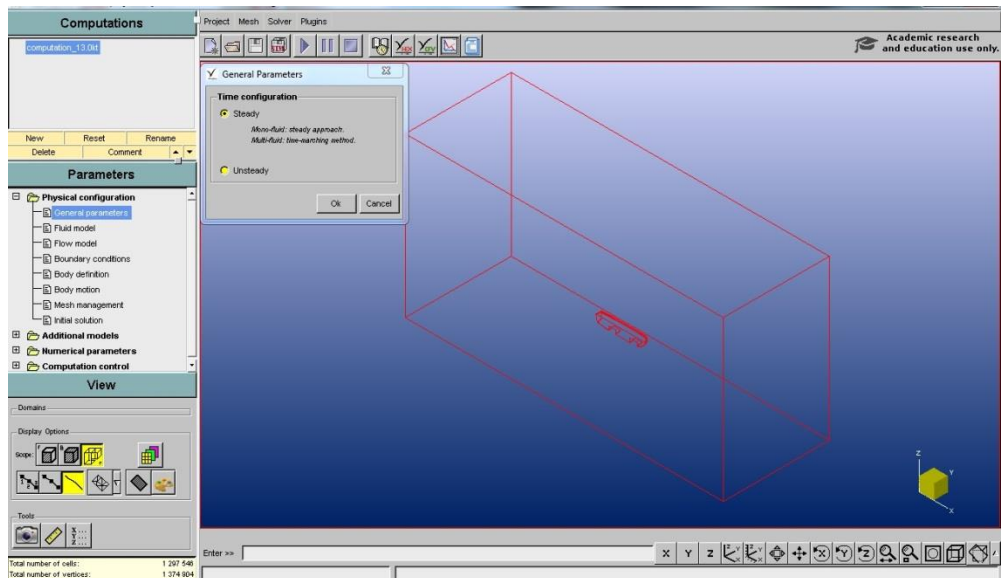
proses pertama dalam penggunaan NUMECA CFD ini adalah melakukan meshing meshing pada numeca fine marine 7.1 dapat dilakukan secara otomatis oleh dengan menggunakan C-wizard. Pada C-wizard akan memberikan kemudahan untuk melakukan pengaturan domain, dimana domain yang biasa di gunakan untuk melakukan pengujian tahanan dari penggunaan C-wizard secara otomatis akan membentuk box domain yang berdasarkan standart ITTC. Dalam pengujian ini aka ada 2 kondisi lambung yang berbeda, yaitu kondisi lambung secara terbuka dan tertutup (sudah di modifkasi dengan penutup lambung.



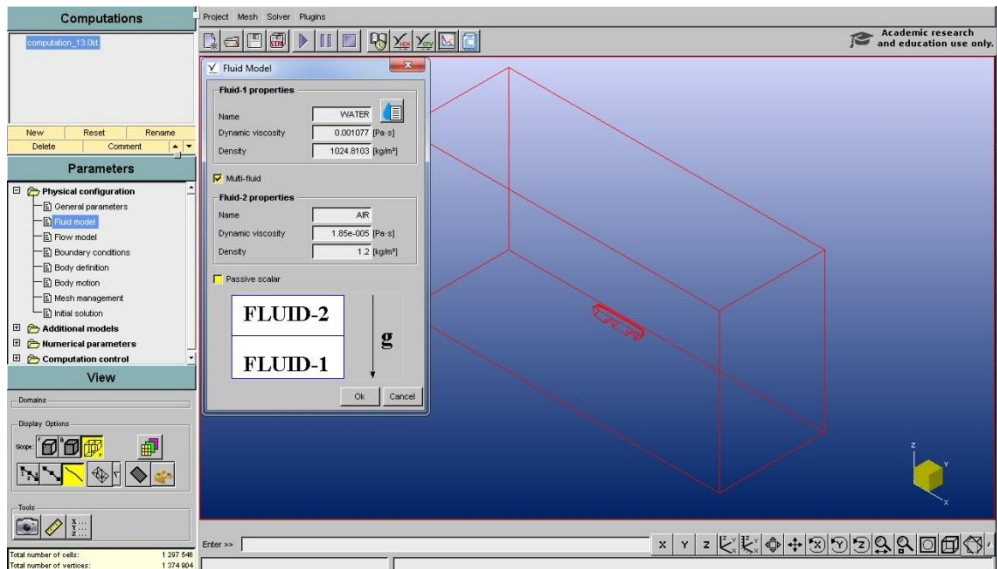
Gambar 4. 18. Syarat minimal pembuatan domain

4.4.1 Analisa tahanan kondisi lambung terbuka dan tertutup.

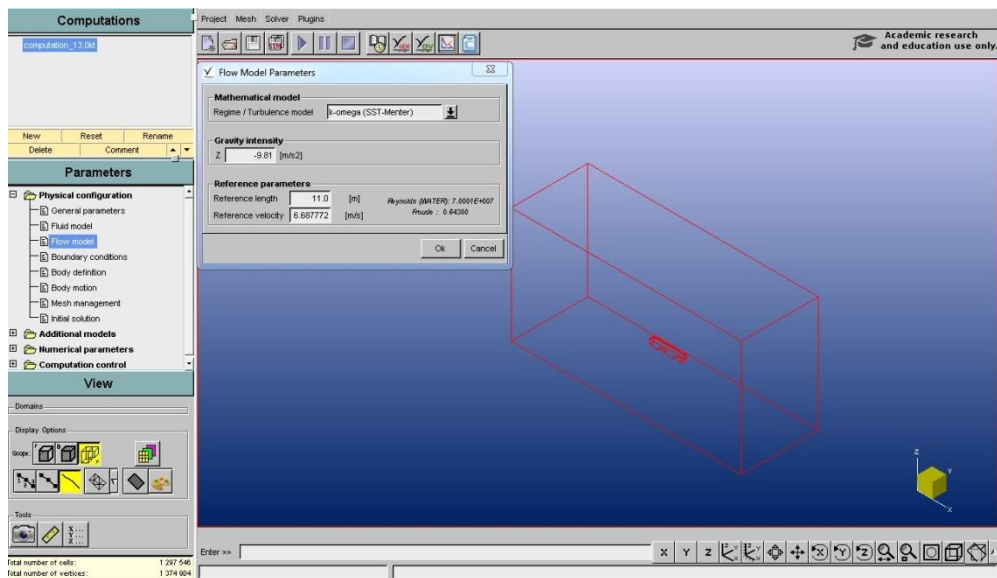
Pengaturan yang di gunakan pada tahapan ini sama degan pengaturan pre proesing ditahaan validasi, namun model parasolid yang di gunakan adalah bentuk lambung yang terdapat cekungan tempat roda (*kondisi terbuka*) dan terdapat penutup (*kondisi tertutup*) seperti pada kapal aslinya.



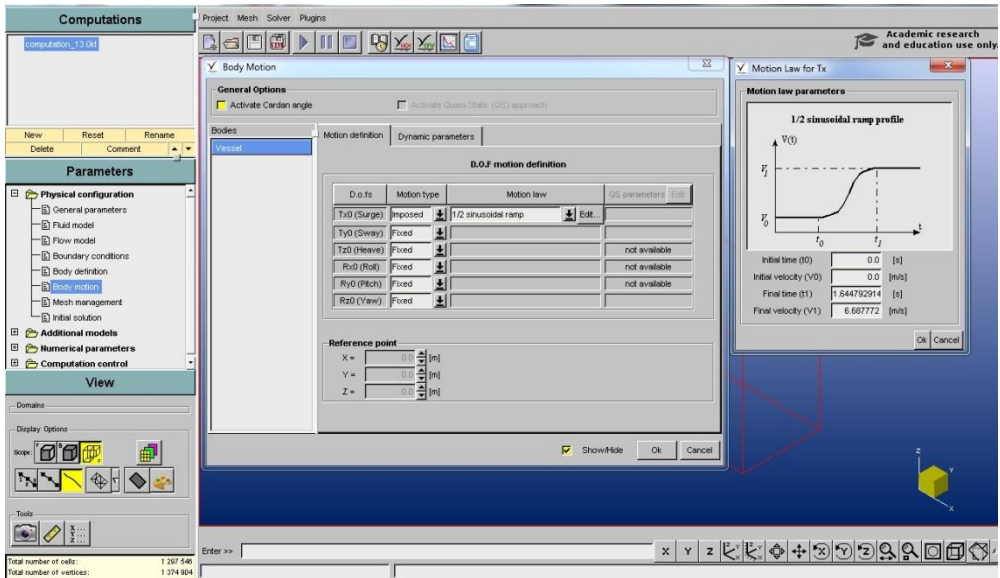
Gambar 4. 19. proses pengisian parameter steady



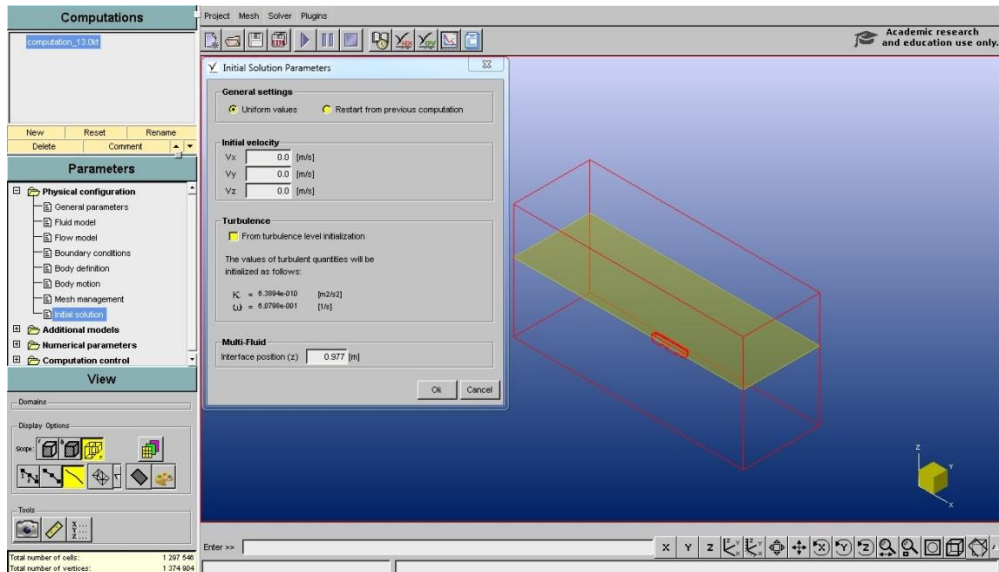
Gambar 4. 20. proses pengisian parameter fluid model



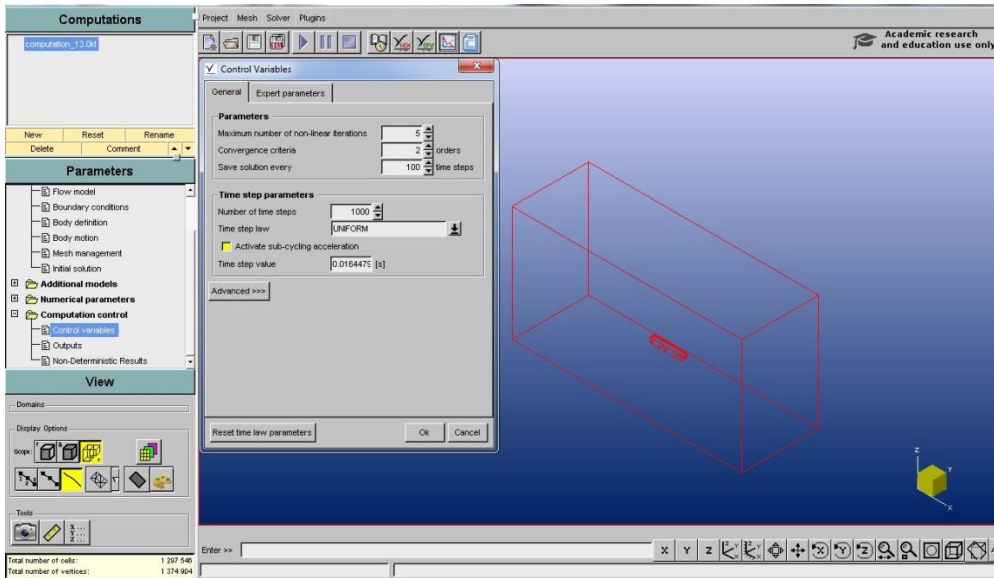
Gambar 4. 21. proses pengisian parameter flow model



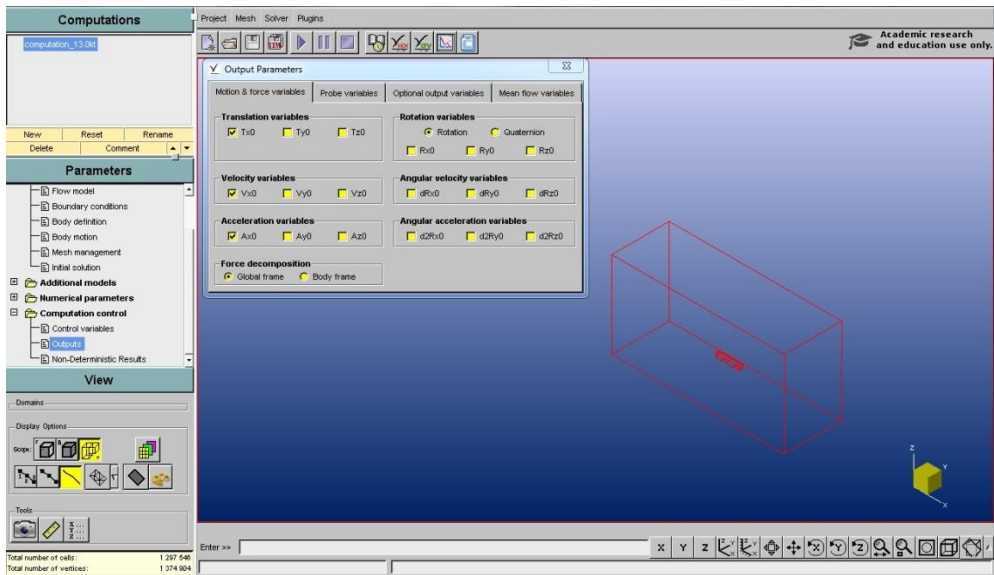
Gambar 4. 22. proses pengisian parameter body motion



Gambar 4. 23. proses pengisian parameter initial parameter

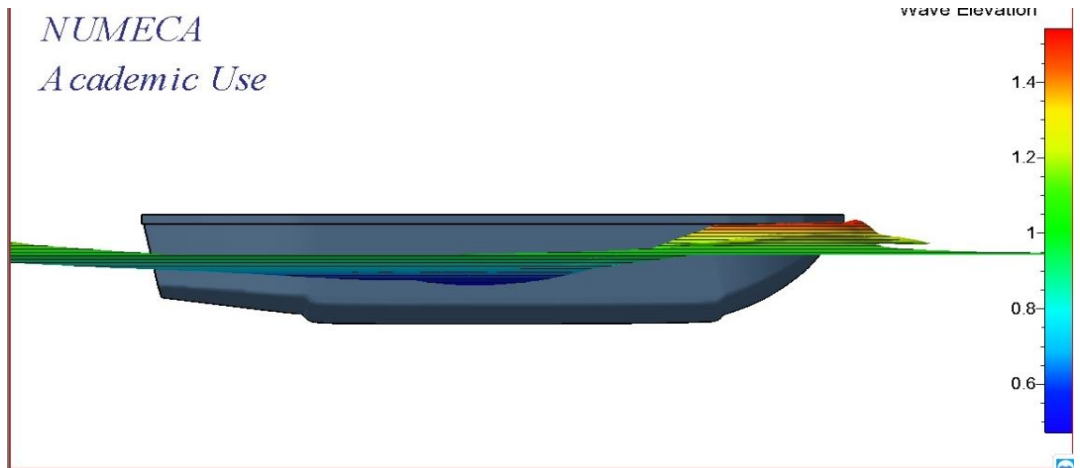


Gambar 4. 24. proses pengisian parameter control variable

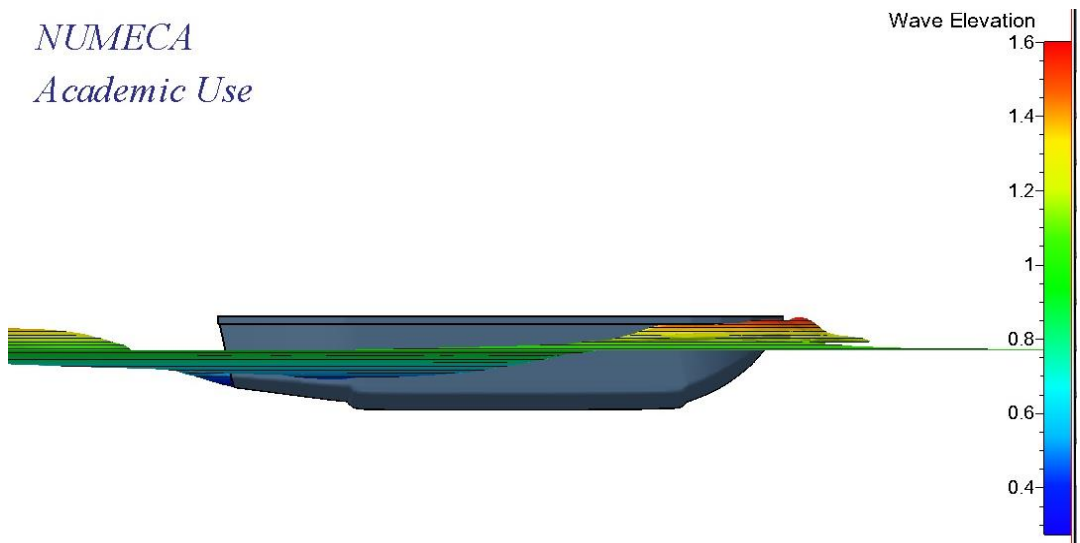


Gambar 4. 25. proses pengisian parameter output variable

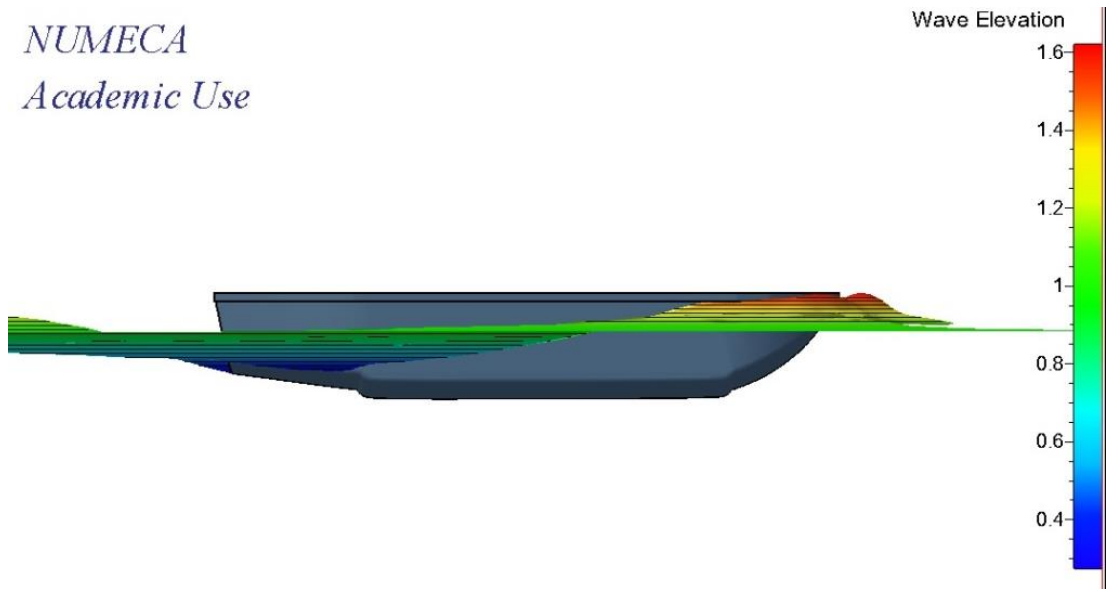
Dari hasil proses simulasi sementara di dapatkan hasil visualisasi free surface yang terjadi yang di tanmpilkan menggunakan CFV. Dengan tujuan mengetahui kondisi gelombang akibat laju kendaraan amfibi. langkah selanjutnya adalah mengambil sampel visual tampak samping kondisi speed yaitu antara 11 knot sampai 14 knot pada kondisi lambung tertutup seperti yang telah di rencanakan.



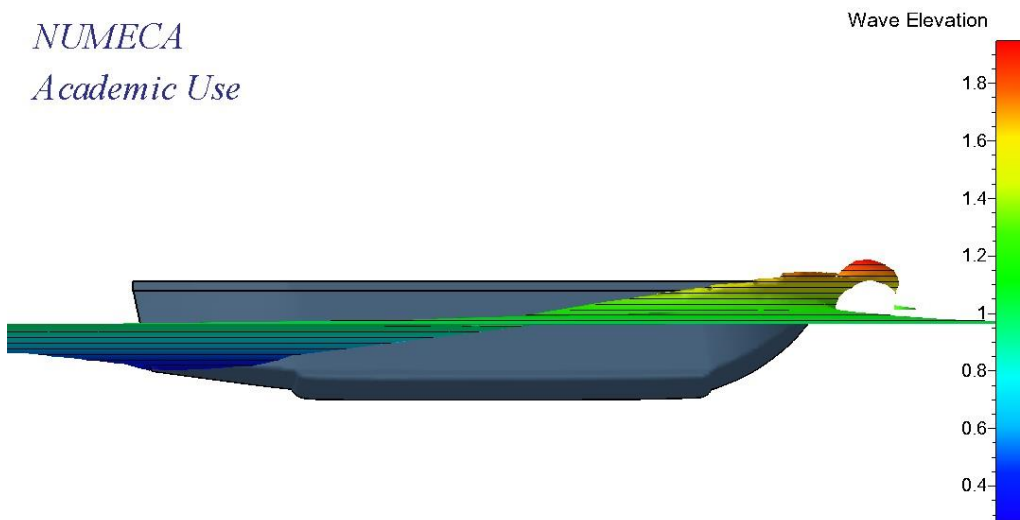
Gambar 4. 26. gambar tampak samping free surface speed 11 knot



Gambar 4. 27. gambar tampak samping free surface speed 12 knot

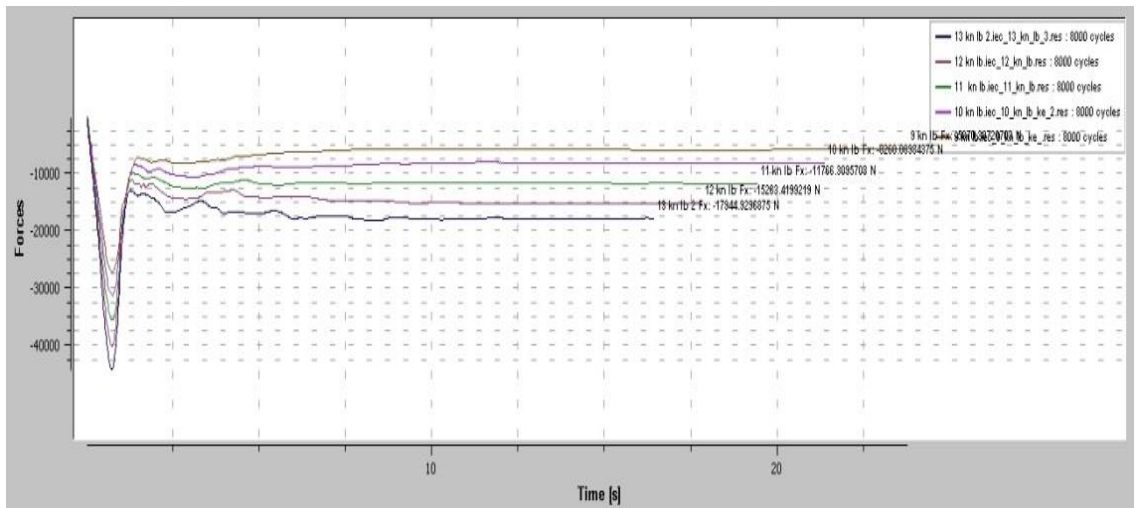


Gambar 4. 28. gambar tampak samping free surface speed 13 knot



Gambar 4. 29. gambar tampak samping free surface speed 14 knot

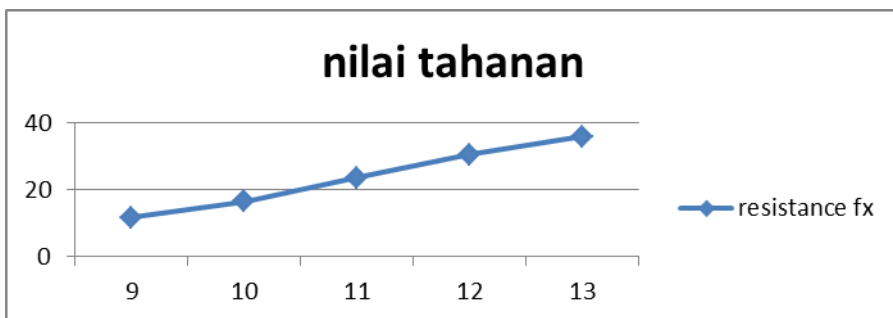
Dari hasil pengamatan di dapatkan bentuk gelombang tertinggi akibat laju kendaraan tersebut adalah pada speed 14 knot. Maka speed maximum yang harus di gunakan untuk merencanakan power kapal adalah dengan menggunakan speed 13 knot.



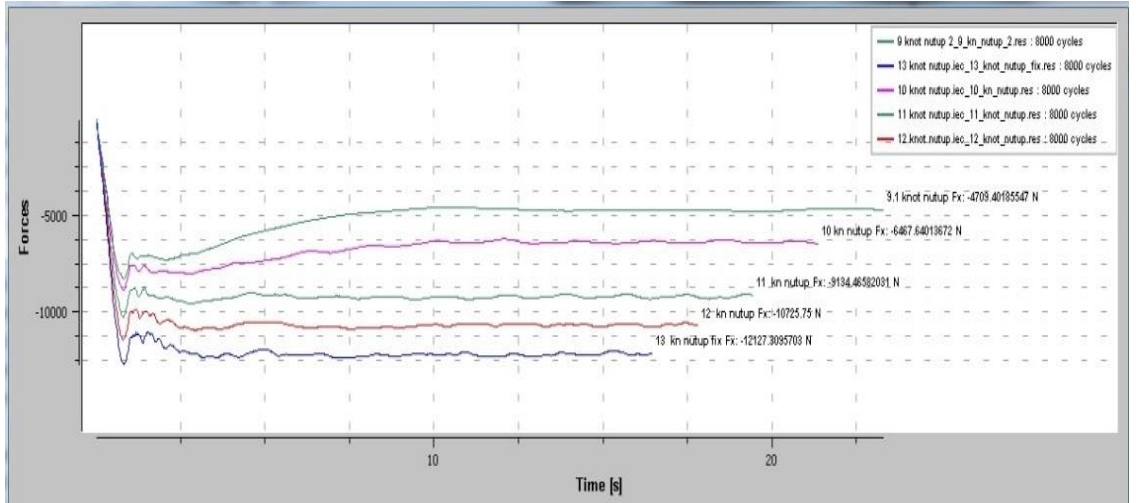
Gambar 4. 30. hasil nilai *resistance* 9kn -13 kn kondisi lambung terbuka *FX fine marine numeca*

Tabel 4. 10.. hasil nilai tahanan kondisi terbuka

kondisi terbuka					
vs (knot)	vs (m/s)	fx (kn)	motion		
			tx	vx	ax
9	4.63	11.74	107.06	4.63	0
10	5.14	16.52	107.43	5.14	0
11	5.65	23.532	107.17	5.65	0
12	6.17	30.526	106.9	6.17	0
13	6.68	35.888	106.65	6.68	0



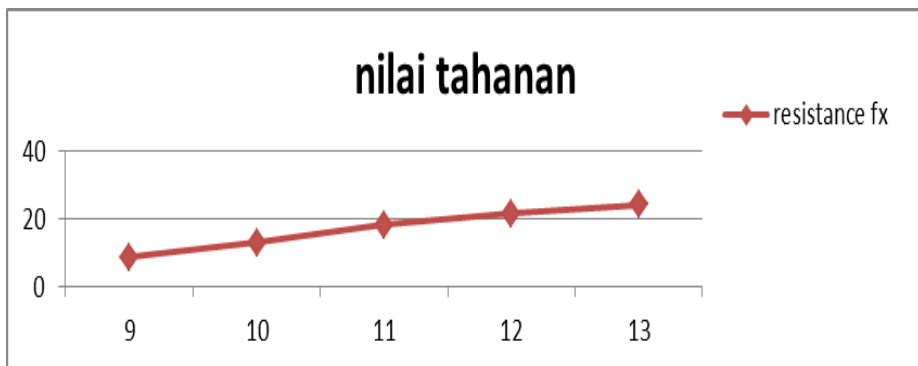
Gambar 4. 31. grafik hasil nilai tahanan kondisi lambung terbuka



Gambar 4. 32. hasil nilai *resistance* 9kn -13 kn kondisi lambung terutup *FX fine marine numeca*

Tabel 4. 11. permodelan lambung tanpa penutup

kondisi tertutup						
vs (knot)	vs (m/s)	fx (kn)	motion			
			tx	vx	ax	
9	4.63	9.376	107.6	4.63	0	
10	5.14	12.934	107.4	5.14	0	
11	5.65	18.268	107.17	5.65	0	
12	6.17	21.45	106.9	6.17	0	
13	6.68	24.254	106.8	6.68	0	



Gambar 4. 33. grafik hasil nilai tahanan kondisi lambung tertutup

4.5 Perhitungan kebutuhan daya engine

Daya engine yang digunakan berdasarkan hasil nilai tahanan dan kecepatan maximal. Selain dari hasil nilai tahanan juga di lihat dari pengurangan efisiensi pada gear dan shaft. Dimana susunan tersebut akan berpengaruh pada nilai BHP engine.

4.5.1 EHP (effectife horse power)

Daya Efektif atau EHP adalah daya yang diperlukan untuk menggerakkan kapal di air atau untuk menarik kapal dengan kecepatan v . Perhitungan daya efektif kapal (EHP), menurut buku HARVARD,TAHANAN DAN PROPULSI KAPAL, 6.2.1 hal. 135 sebagai berikut:

$$V_s \text{ dinas} = 13 \text{ knot} = 6.6820 \text{ m/s}$$

$$RT \text{ dinas} = 24.60 \text{ KN}$$

$$\begin{aligned} \text{EHP} &= V_s \times RT \text{ dinas} \\ &= 6.6820 \times 24.60 \\ &= 164.4 \text{ kw} \\ &= 220.5 \text{ HP} \end{aligned}$$

4.5.2 Menentukan Wake Friction (w)

Wake friction atau arus ikut merupakan perbandingan antara kecepatan kapal dengan kecepatan air yang menuju ke propeller. Dengan menggunakan rumus yang diberikan oleh Taylor, maka didapat :

$$\begin{aligned} CB &= 0.677 \\ w &= 0.5CB - 0.05 \\ &= 0.5 \times 0.677 - 0.05 \\ &= 0.3015 \end{aligned}$$

4.5.3 Menghitung Thrust Deduction Factor (t)

Berdasarkan hubungan rumus koefisien t, nilai t adalah sebagai berikut :

$$t = k \times w \quad \text{dimana nilai } k = 0.7 - 0.9$$

$$\text{diambil } k = 0.7$$

$$t = 0.7 \times 0.3015$$

$$t = 0.21105$$

4.5.4 Menghitung Speed of Advance (V_a)

$$V_a = (1-w) \times V_s$$

$$V_s = 6.6820$$

$$V_a = 4.667 \text{ m/s}$$

4.5.5 Efisiensi Relatif Rotative (η_{rr})

Nilai η_{rr} untuk kapal dengan propeller tipe twin screw berkisar 1.0-1.1. (Principal of Naval Architecture hal 152) pada perencanaan propeller dan tabung poros propeller ini diambil:

$$\text{Diambil : } 1$$

4.5.6 Efisiensi Lambung (η_h)

$$\eta_h = (1-t)/(1-w)$$

$$\eta_h = (1 - 0.21105) / (1 - 0.3015)$$

$$\eta_h = 1.1295$$

4.5.7 Efisiensi Open Water (η_o)

Open water efficiency yaitu efisiensi dari propeller yang didapat pada saat dilakukan open water test nilainya berkisar antara 40-70%, dan diambil :

$$\text{diambil : } 0.62$$

4.5.8 Koefisien Propulsif (PC)

Koeffisien propulsive adalah total pengkalian dari nilai Efisiensi Open Water (η_o), Efisiensi Lambung (η_h), Efisiensi Relatif Rotative (η_{rr}).

$$PC = \eta_h \times \eta_{rr} \times \eta_o$$

$$PC = 1.1295 \times 1 \times 0.62$$

$$PC = 0.7003$$

4.5.9 DHP deliveri horse power

Menghitung Daya pada baling-baling atau DHP dapat dikaitkan dengan perbandingan nilai. Daya efektif kapal atau EHP dan Koefisien Propulsif. Dimana dituliskan dengan rumus sebagai berikut:

$$PC = EHP/DHP \dots(kW)$$

$$DHP = EHP/PC \dots(kW)$$

$$DHP = 164.4 / 0.6958$$

$$DHP = 234.7kW$$

$$= 314.8 \text{ HP}$$

Karena menggunakan twin screw maka daya DHP dibagi menjadi 2 dengan nilai setiap propelernya adalah sebagai berikut:

$$DHP = 234.7 \text{ kW} / 2$$

$$= 118.15 \text{ kw}$$

$$= 157.4 \text{ HP}$$

4.5.10 SHP shaft horse power

Nilai SHP ini di fungsikan untuk memprediksi daya pada shaft akibat gesekan dengan bearing atau reduksi lainnya. Nilai pengurangan efisiensi ini di ambil 2% dari nilai daya DHP.

$$\text{Losses} = 100\% - 2\%$$

Losses = 0.98 <= efisiensi shaft

Maka nilai SHP adalah :

$$\text{SHP} = \text{DHP} / \eta_s$$

$$\text{SHP} = 234.7 / 0.98$$

$$\text{SHP} = 239.5 \text{ kW}$$

$$\text{SHP} = 320.9 \text{ HP}$$

Karena menggunakan twin screw kendaraan ini menggunakan 2 poros. maka nilai daya SHP dibagi menjadi 2 dengan nilai untuk setiap poros adalah sebagai berikut:

$$\text{SHP} = 239.5 \text{ kW} / 2$$

$$= 119.7 \text{ KW}$$

$$= 160.4 \text{ HP}$$

4.5.11 BHP pada kondisi scr

Adanya pengaruh efisiensi roda sistem gigi transmisi (η_G), pada tugas ini memakai sistem roda gigi reduksi tunggal atau single reduction gears dengan loss 2% untuk arah maju . pada kendaraan amphi di gunakan 2 poros yang di satukan kedalam satu gear box, maka nilai SHP setiap poros di gabungkan menjadi satu.

$$\eta_G = 100\% - 2\%$$

$$\eta_G = 0.98$$

$$\text{BHP} = (\text{SHP} \times 2) / \eta_G$$

$$\text{BHP} = (119.7 \times 2) / \eta_G$$

$$\text{BHP} = 239.5 / 0.98$$

$$\text{BHP} = 244.4 \text{ kW}$$

$$\text{BHP} = 327.5 \text{ hp}$$

4.5.12 BHP pada kondisi MCR

BHP mcr adalah daya output dari main engine keluaran pabrik (Maximum Continuous Rating = 100%) . dimana besarnya diambil 80% - 85%. Sehingga cukup dengan daya 80% - 85% dari MCR, kapal dapat bergerak dengan kecepatan (vs)

$$\text{BHP mcr} = \text{BHP scr/ Mcr}$$

$$\text{BHP mcr} = 244.4 / 0.85$$

$$\text{BHP mcr} = 288 \text{ kW}$$

$$385.6 \text{ HP}$$

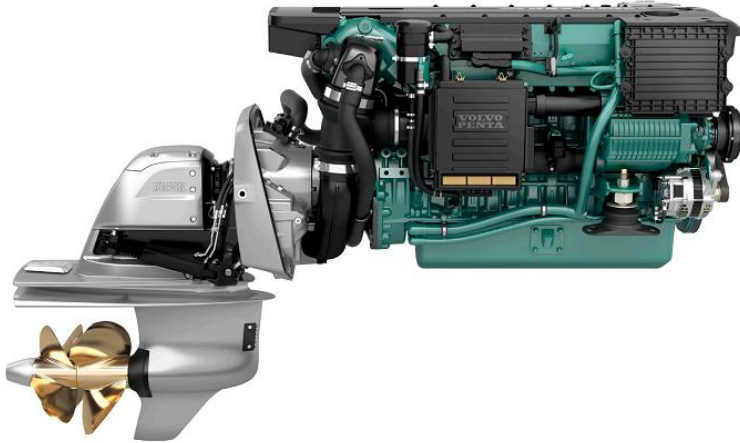
4.5.13 Pemilihan engine

Berdasarkan nilai BHP mcr yang sudah di perhitungkan, maka di pilihlah engine yang dapat memberikuan daya BHP mcr sesuai yang di perlukan. dengan demikian engine yang cocok pada kapal tersebut adalah sebagai berikut:

Table 4.15 engine specification

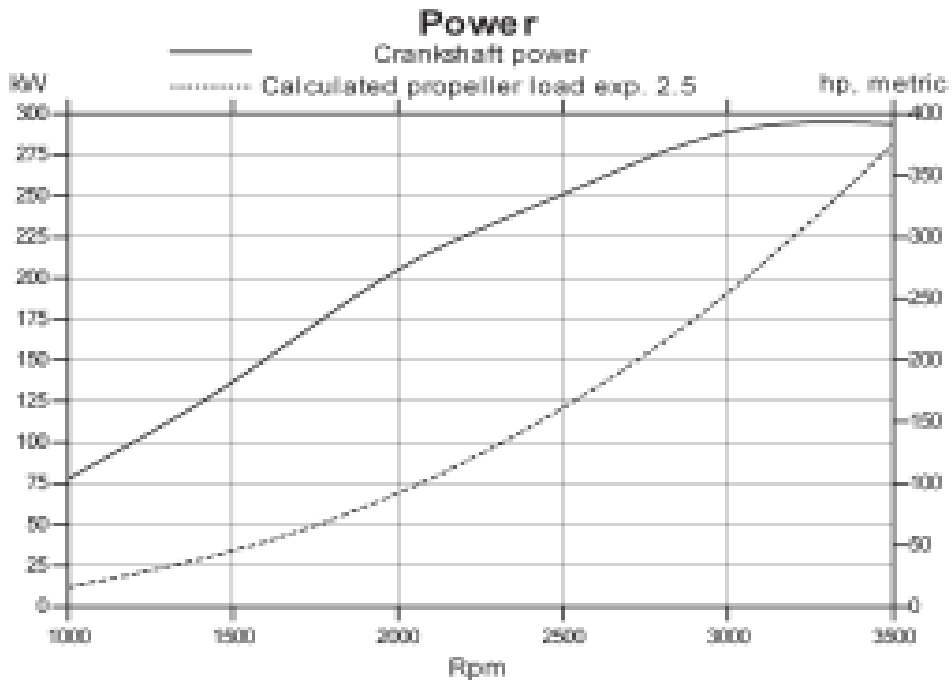
TIPE MAIN ENGINE	
Merk :	volvo
Cycle :	2
Type :	D6-400A
Jumlah Cylinder	6
Cylinder Stroke	103 mm
Cylinder Bore	110 mm
BHP at hp	400 hp
BHP	294 kW
Engine Speed	3500 RPM
SFOC :	76 L/kWh
Weight :	785 KG

D6-400/DP



Gambar 4. 34kontribusi gaya pada kendaraan

Sumber:<https://www.volvopenta.com> (di akses 6 maret 2018)



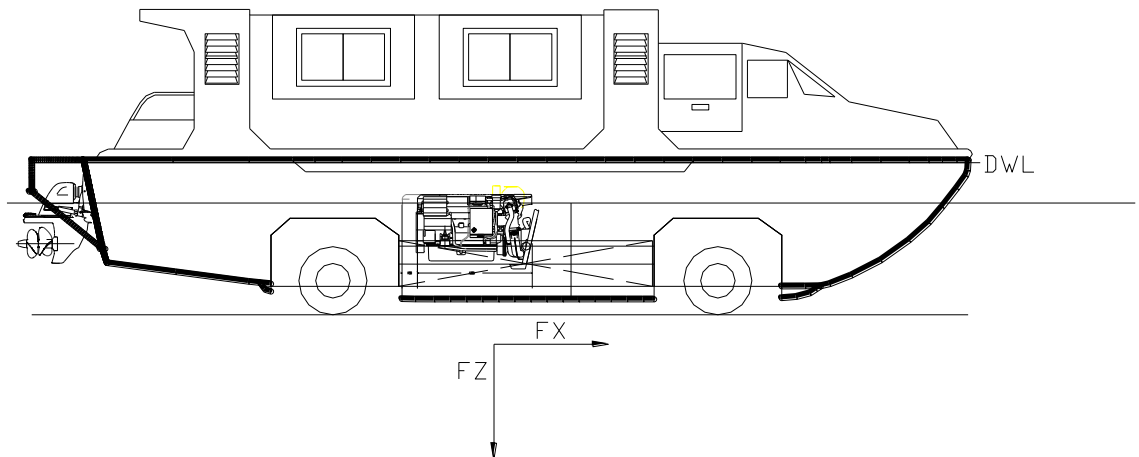
Gambar 4. 35. gravik power engine Volvo penta D6-400

Sumber:<https://www.volvopenta.com> (di akses 6 maret 2018)

4.5.14 Hasil kecepatan maximal di darat

Dari engine yang sudah di pilih, akan di komparasikan dengan nilai kecepatan maximal yang bisa di peroleh dengan menggunakan nilai ratio gear box yang ada di pasaran. maka akan di dapatkan nilai kecepatan pada kendaraan amphi ini sebagai berikut:

4.5.15 Kontribusi gaya dan beban roda



Gambar 4. 36. kontribusi gaya pada kendaraan

Beban di asumsikan dengan beban nilai sarat penuh, sehingga nilai beban yang di gunakan pada saat sarat penuh adalah nilai displasment. Sehingga kontribusi beban tumpu untuk setiap roda adalah:

$$\begin{aligned} \text{Displ} &= 18365 \text{ kg} \\ Fz \text{ amphi} &= 18365 \times 9.8 \\ Fz \text{ amphi} &= 179977 \text{ N} \\ Fz \text{ roda} &= 179977 / 4 \\ Fz \text{ roda} &= 44994.25 \text{ N} \end{aligned}$$

Nilai FX roda merupakan gaya yang di pengaruhi oleh adanya koefisien gesek pada aspal. Sehingga akan mengakibatkan timbulnya gaya gesek pada roda yang akan berpengaruh pada daya engine dan nilai kecepatan kendaraan.

Tabel 4. 12. nilai koefisien kekasaran material

material	nr
cement plaster	0.011
untreated gunite	0.016
wood,planed	0.012
wood,unplaned	0.013
concrete,trowled	0.012
concrete,wood forms,unfinished	0.015
rubble in cement	0.02
asphalt,smoth	0.013
asphalt,rougth	0.016

$$FX \text{ roda} = Fz \text{ roda} \times nr \text{ asphalt}$$

$$FX \text{ roda} = 44994.25 \text{ N} \times 0.016$$

$$FX \text{ roda} = 719.908 \text{ N}$$

4.5.16 Torque dan RPM

Nialai torque di pengaruhi oleh gaya laju roda dan jari-jari roda dari titik pusat poros roda. Nilai torque ini digunakan untuk menghitung RPM yang di dapatkan berdasarkan daya engine yang digunakan. Berikut adalah nilai torque dan rpm yang di dapatkan berdasarkan daya engine yang telah digunakan

Torque RODA(Tq)

$$Tq = FX \text{ roda} \times r \text{ roda}$$

$$Tq = 719.908 \times 0.4$$

$$Tq = 287.9632 \text{ N}$$

Nilai RPM pada roda ,saft dan gear box akan berbeda. Ini di karenakan sudut putar dan jari-jarinya yang berbeda. Dalam penelitian ini menggunakan dua acuan RPM untuk mengetahui nilai kecepatan yang dapat dihasilkan oleh engine pada kendaraan amphihi.

- **RPM roda**

$$DHP = Tq \times \omega^2 \times 3.14$$

$$\omega \text{ kecepatan sudut} = DHP/Tq \times 2 \times 3.14$$

$$\omega \text{ kecepatan sudut} = 294/287.9632 \times 2 \times 3.14$$

$$\omega \text{ kecepatan sudut} = 162.5738519 \text{ rad/s}$$

$$= 9754 \text{ RPM}$$

- **RPM pada gear box**

$$\text{ratio gear box} = 2.2$$

$$\text{RPM gear box} = \text{RPM roda}/\text{ratio gear box}$$

$$= 4433.832324 / 2.2$$

$$= 73.8972054 \text{ rpm}$$

4.5.17 Kecepatan maksimal kendaraan

Dari perhituingan yang sudah di dapatkan RPM nya,maka dapat di ketahui nilai velocity maximal yang di peroleh sebagai berikut.

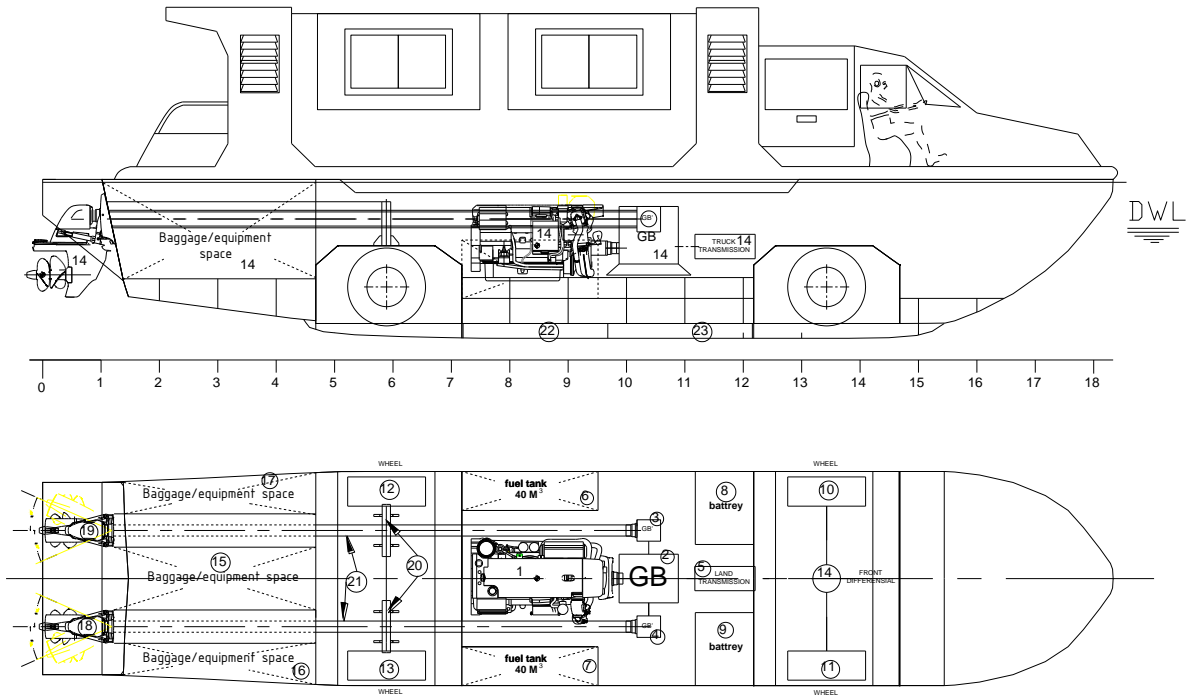
velocity reciver

$$V = \omega \times r$$

$$V = 73.89 \times 0.4$$

$$V = 29.55888216 \text{ m/s}$$

$$106.4119758 \text{ km/h}$$



Gambar 4. 37. General Arrangement Kasrat x-1 after redeasin

Tabel 4. 13 Table Name of arrangement equipment

1 main engine	11 wheel front sb
2 main gear box	12 wheel after ps
3 SB gear box	13 wheel after sb
4 PS gear box	14 gardan
5 land tnsmsion	15 Baggage/equipment space midle
6 FUEL tank ps 40 m	16 Baggage/equipment space sb
7 FUELtank sb 40 m	17 Baggage/equipment space ps
8 battrey space ps	18 stern drive sb
9 battrey space sb	19 stern drive ps
10 wheel front ps	20 shaft girder SB & PS
	21 propulsion shaft SB & PS
	22 hull cover after
	23 hull cover force

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari analisa yang telah di lakukan pada bab sebelumnya di dapakan data perbandingan antara lambung kendaraan amphihi dengan kondisi tanpa tutup (terbuka) dan kondisi dengan penutup (tertutup) sebagai berikut.

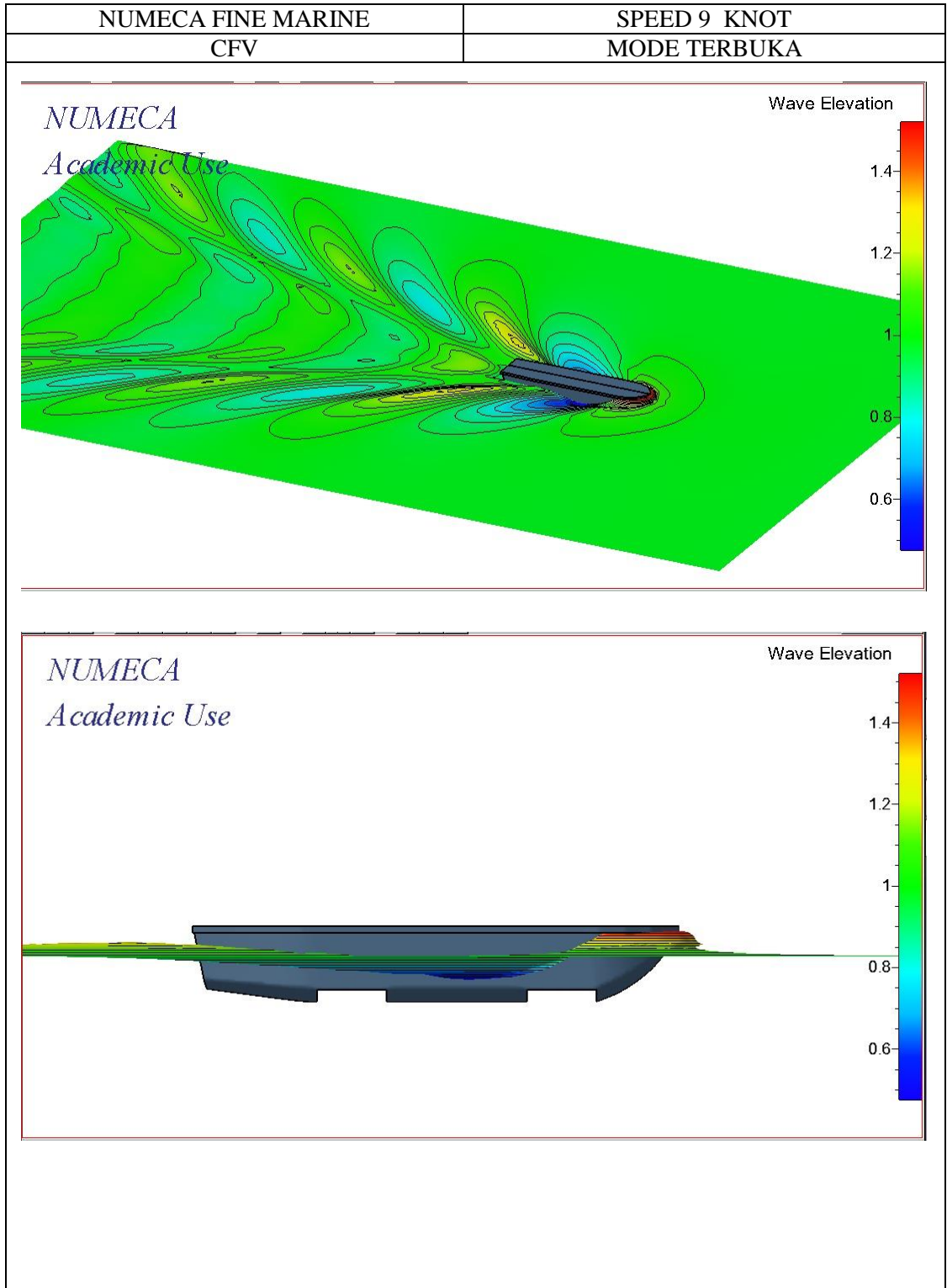
1. Kondisi tertutup memiliki tahanan lebih kecil di bandingkan dengan kondisi terbuka dengan nilai tahanan pada speed max 13 knot sebesar 24.254 KN, sedangkan pada kondisi terbuka sebesar 35.888 KN. Dapat di simpulkan bahwa kendaraan amphihi tersebut lebih efisien menggunakan penutup roda pada lambung. Dengan mengambil nilai tahanan terkecil tersebut di dapatkan nilai daya engine yang sesuai dengan BHP mcr sebesar 385.6 HP.
2. Dengan adanya tamahan penutup tempat roda pada lambung kendaraan amphihi tersebut di dapatkan kebutuhan daya propulsi dengan nilai BHP mcr 385.6 HP. Maka di gunakan engine dengan type stern drive VOLVO PENTA D6-400 dengan rpm 3500. Dari penggunaan engine tersebut di dapatkan kecepatan darat pada kecepatan 106.4 KM/h dengan menggunakan ratio gear box 2.2. Dengan menggunakan system gearbox yang dapat di gunakan untuk mentransmisikan water power propulsion dan land power propulsion dapat mereduksi beban dan jumlah engine beserta equipment pada kendaraan amphihi sebelumnya. dari hasil gambar arangmenet dapat dinyatakan bahwa penggunaan satu engine dapat di terapkan dan penggunaan penutup lambung lebih efektif untuk mengurangi daya dan tahanan yang di butuhkan kendaraan amphihi kasrat x-1.

5.2 SARAN

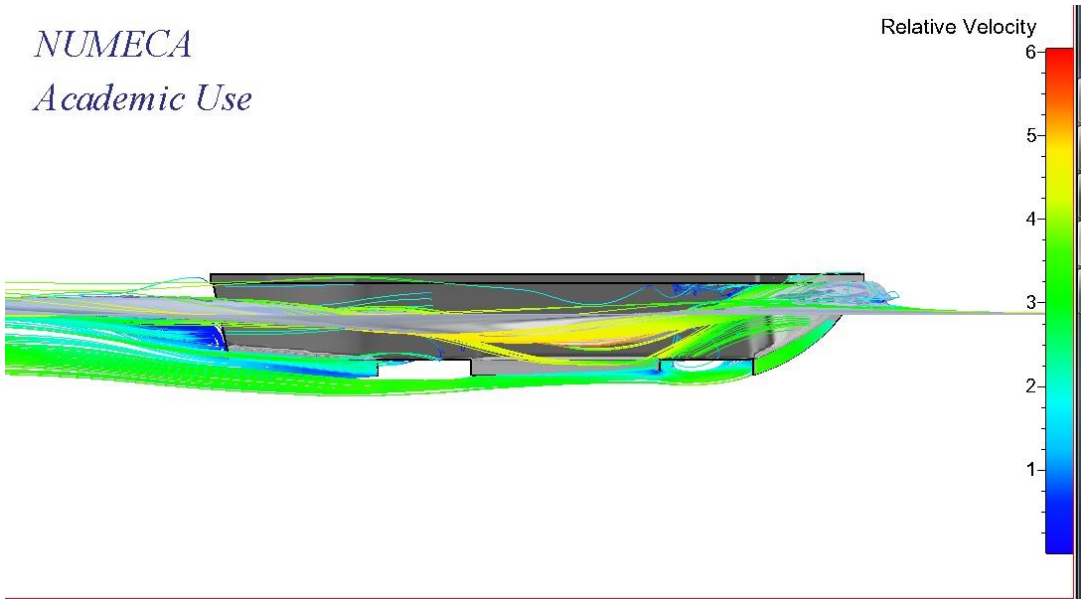
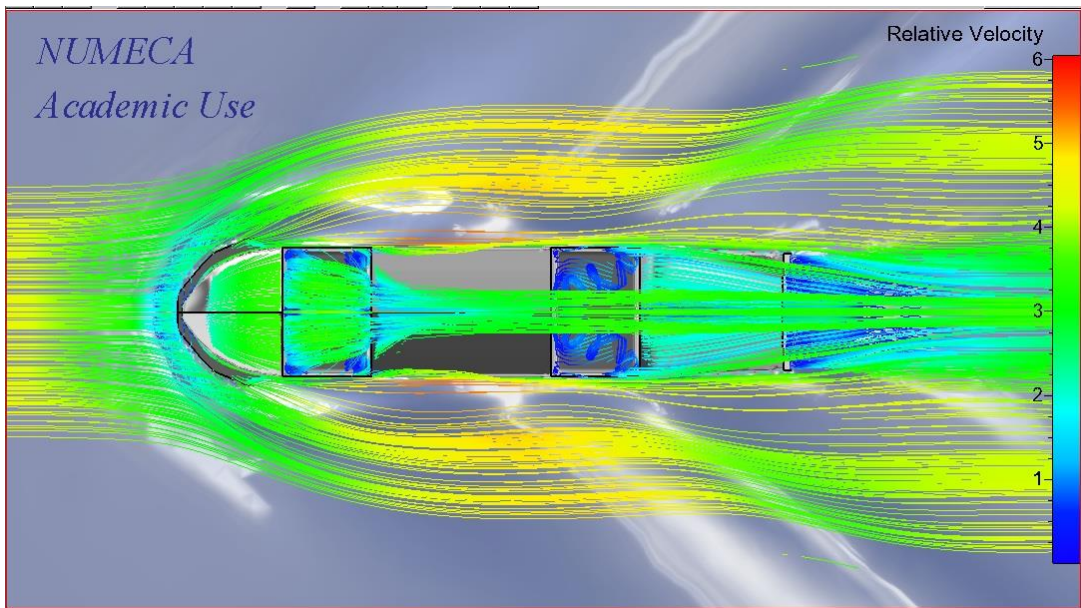
Adapun saran yang perlu di tambahkan untuk dapat meningkatkan kemampuan kapal ini adalah mengembangkan bentuk lambung dengan model atau type planning hull agar dapat meningkatkan performa kecepatan di atas air. Adapaun penelitian yang masih dapat di kembangkan pada kendaraan amphi ini adalah system pendingin ruang mesin dan akomodasi, serta penempatan syste bahan bakar yang dapat mempenaruhi stabilitas kendaraan.

DAFTAR PUSTAKA

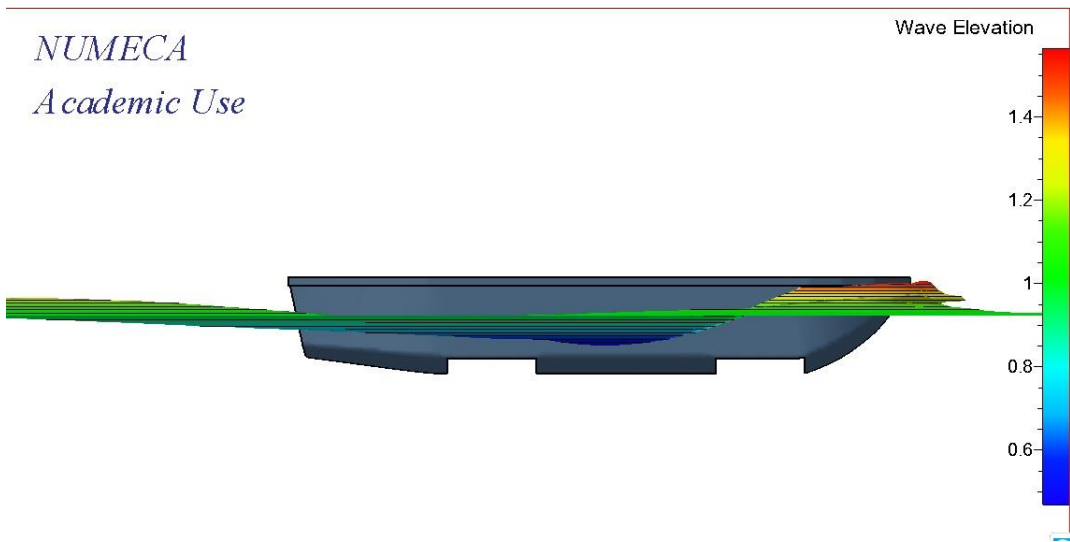
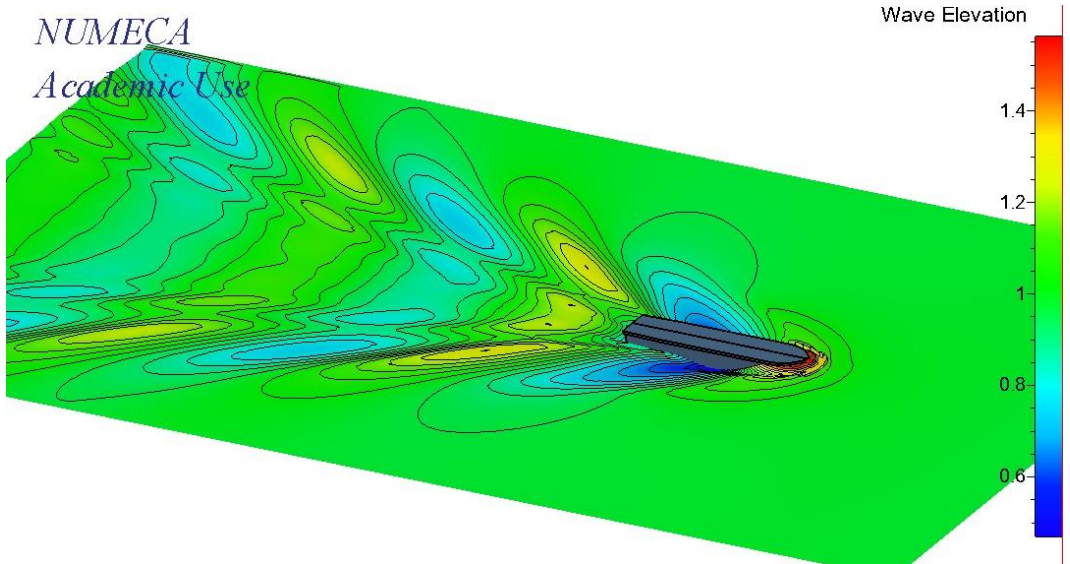
- [1] Roberts, K. F. ,“TAHANAN dan PROPULSI [PowerPoint slides]”. Retrieved.,(1998).
- [2] ME091311, Jurusan Teknik Sistem Perkapalan ITS Surabaya
- [3] MAN diesel & turbo.,” Basic Principle of Ship Propulsion “. (1992)
- [4] H.E. Gulddammerand Sv. Aa. Harvald, “Ship Resistance”. (1974),
- [5] Frederikshavn, Denmark December., ‘MAN Alpha Propelle, MAN Diesel & Turbo”. (2011)
- [6] stern drive,(online), (<http://www.mercuryracing.com> . Diakses 05.05 PM,2018)
- [7] Aquamatic Sterndrive,(online),(<https://www.volvopenta.com> . diakses11.00 PM,2018)
- [8] Engine outboart marine,(online),(www.yamahamarineoutboardparts.com” Diakses 21:00,2017)
- [9] KAPAL AMFIBI KASRAT X-1,(jakartagreater.com , diakses 20:08,2018)

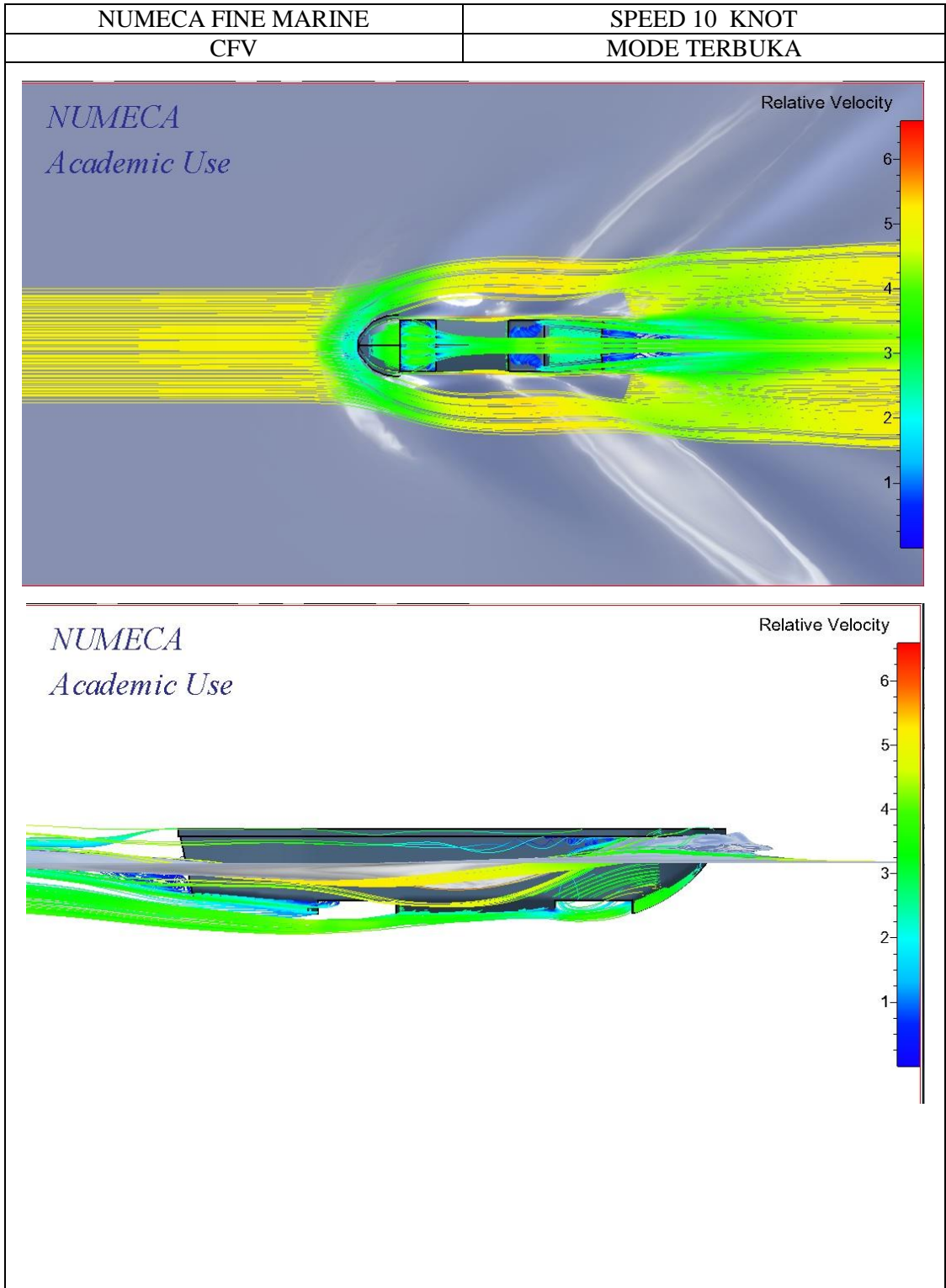


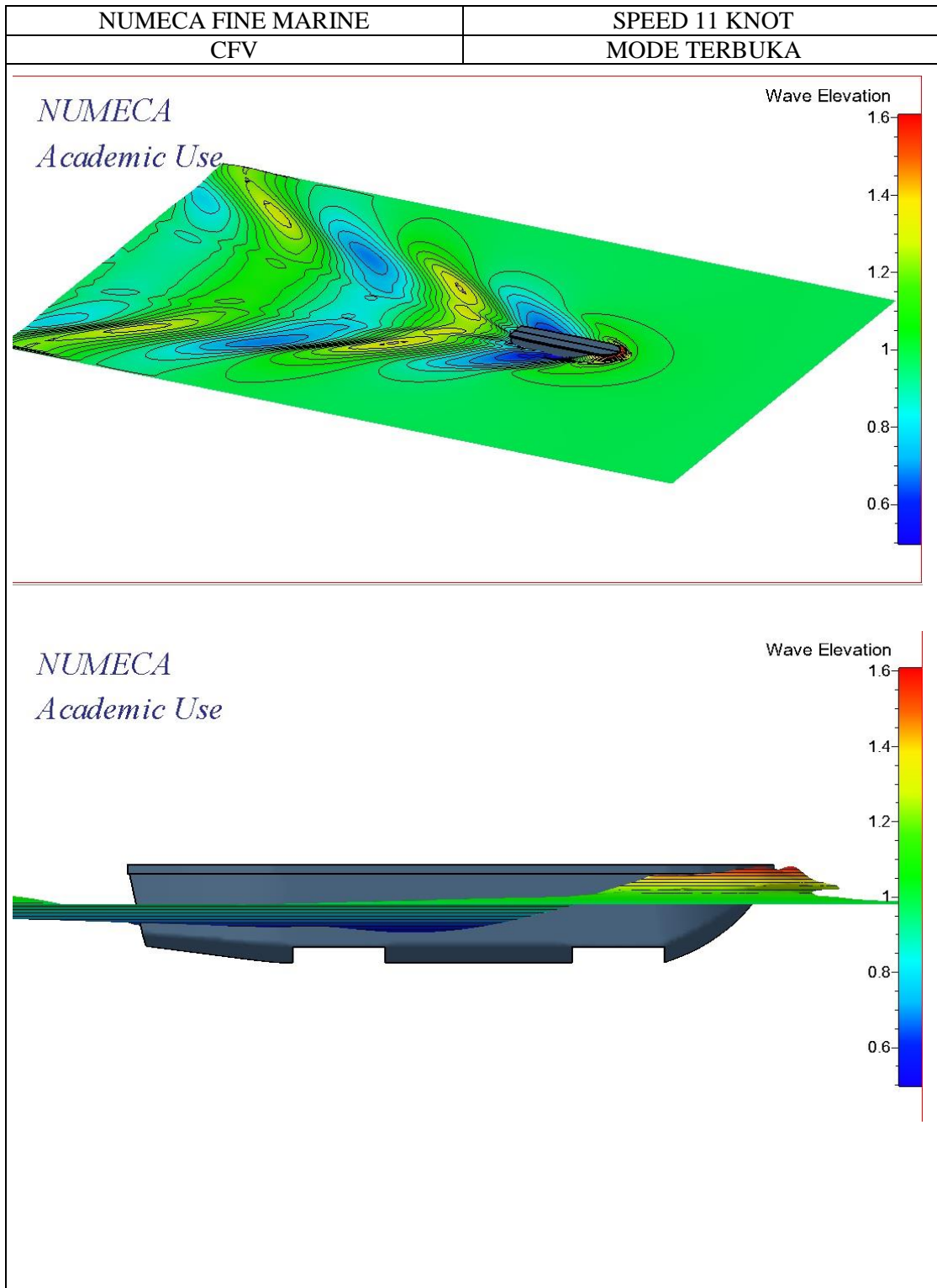
NUMECA FINE MARINE	SPEED 9 KNOT
CFV	MODE TERBUKA

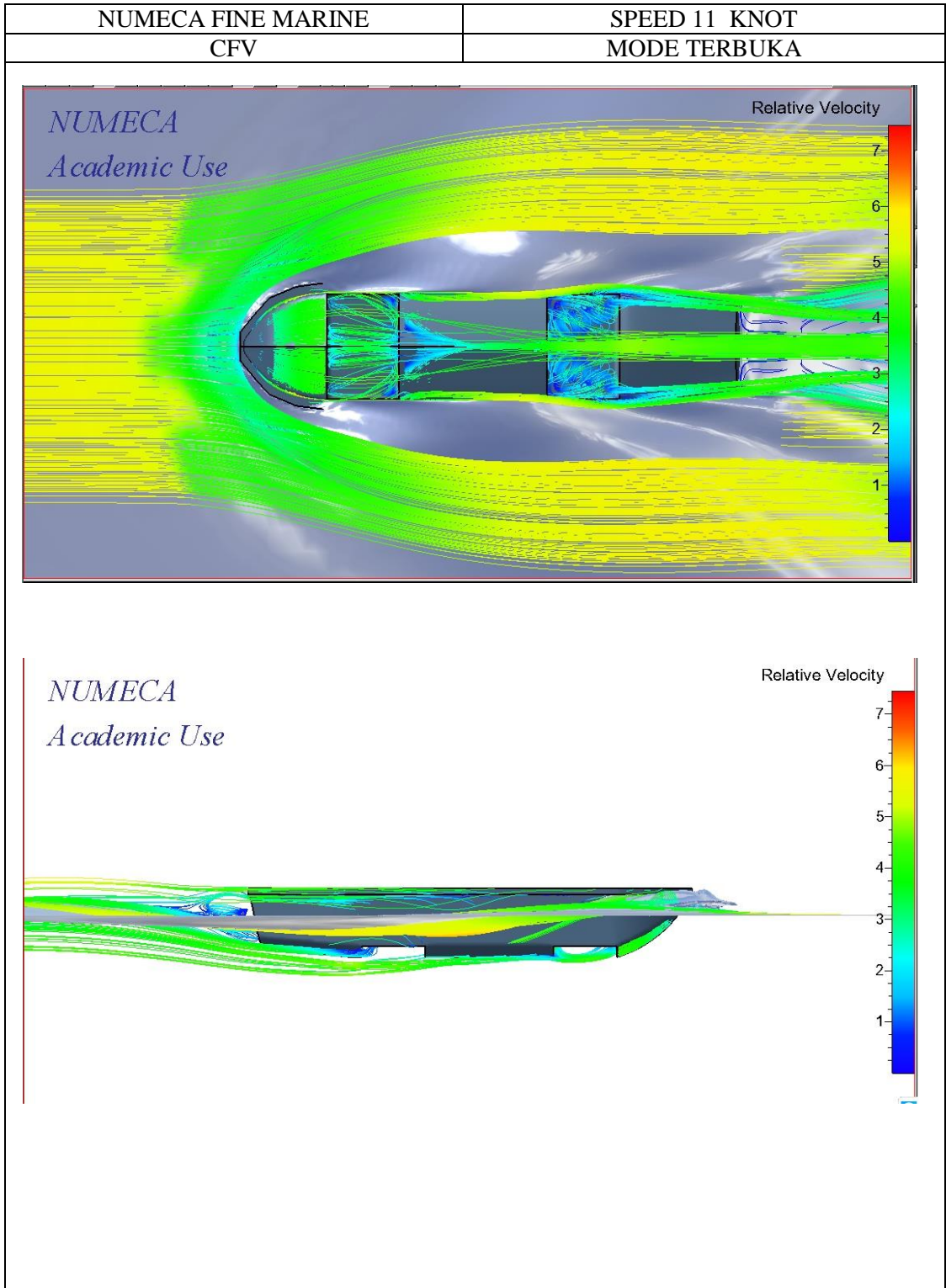


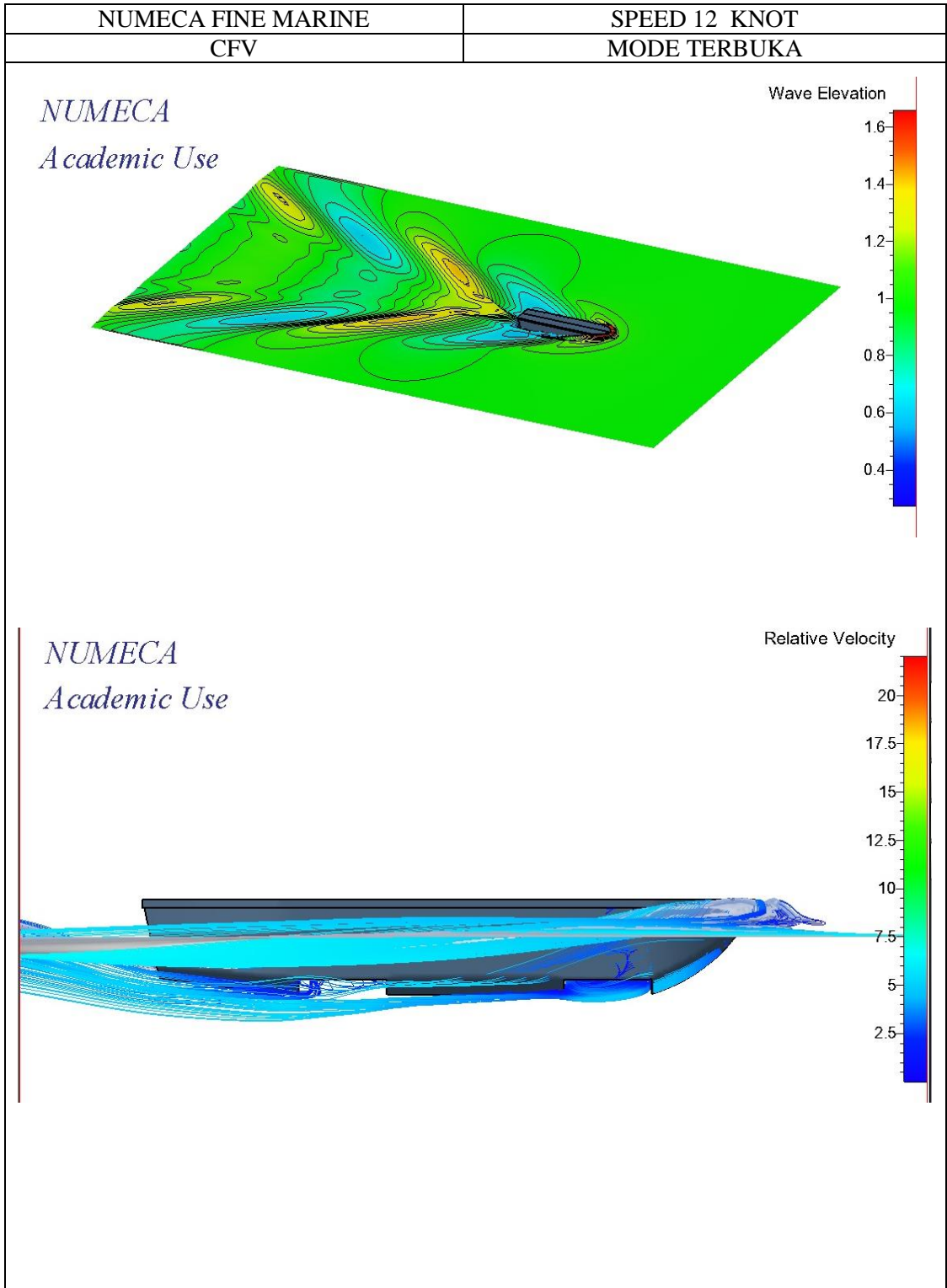
NUMECA FINE MARINE	SPEED 10 KNOT
CFV	MODE TERBUKA

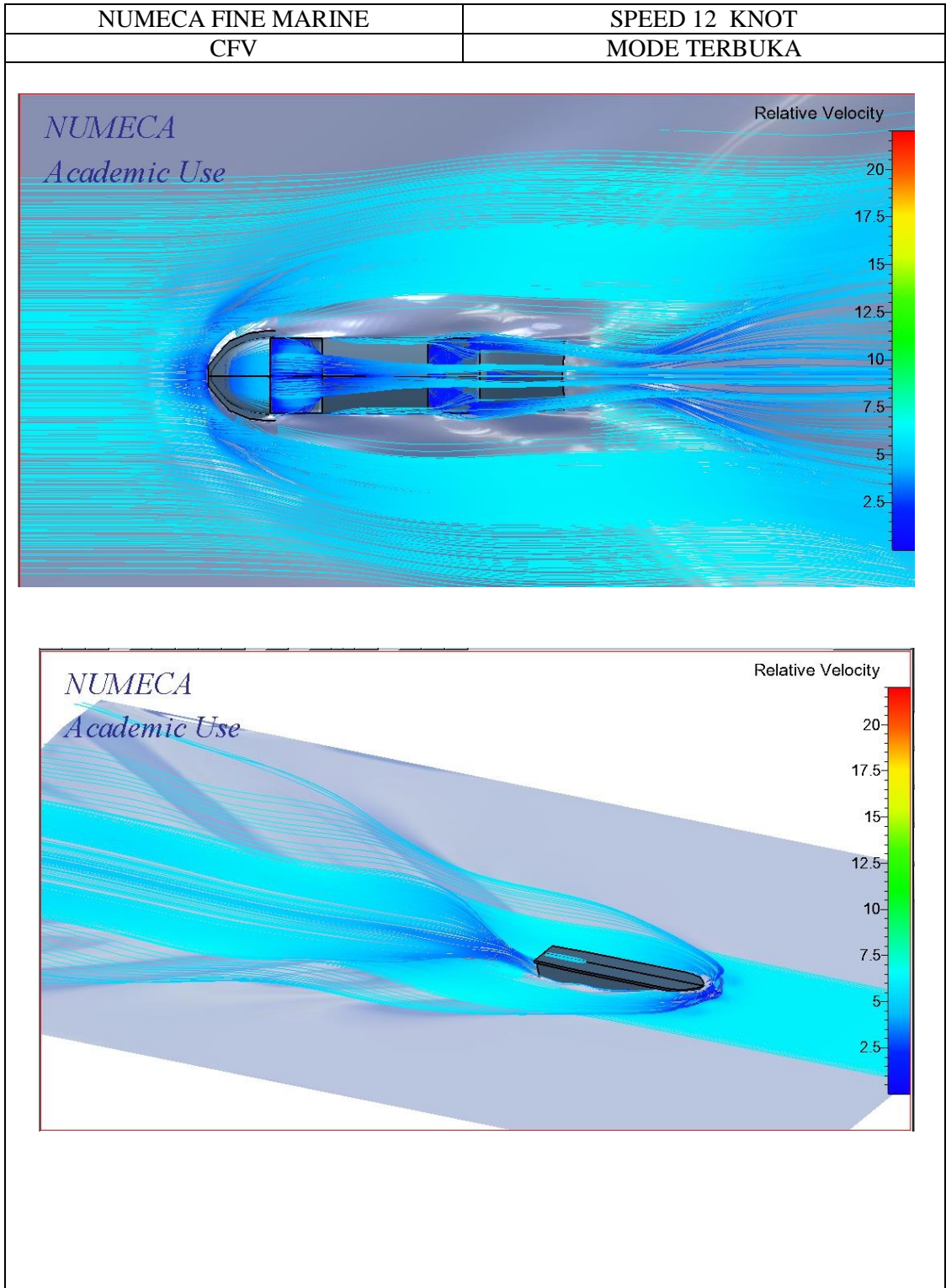


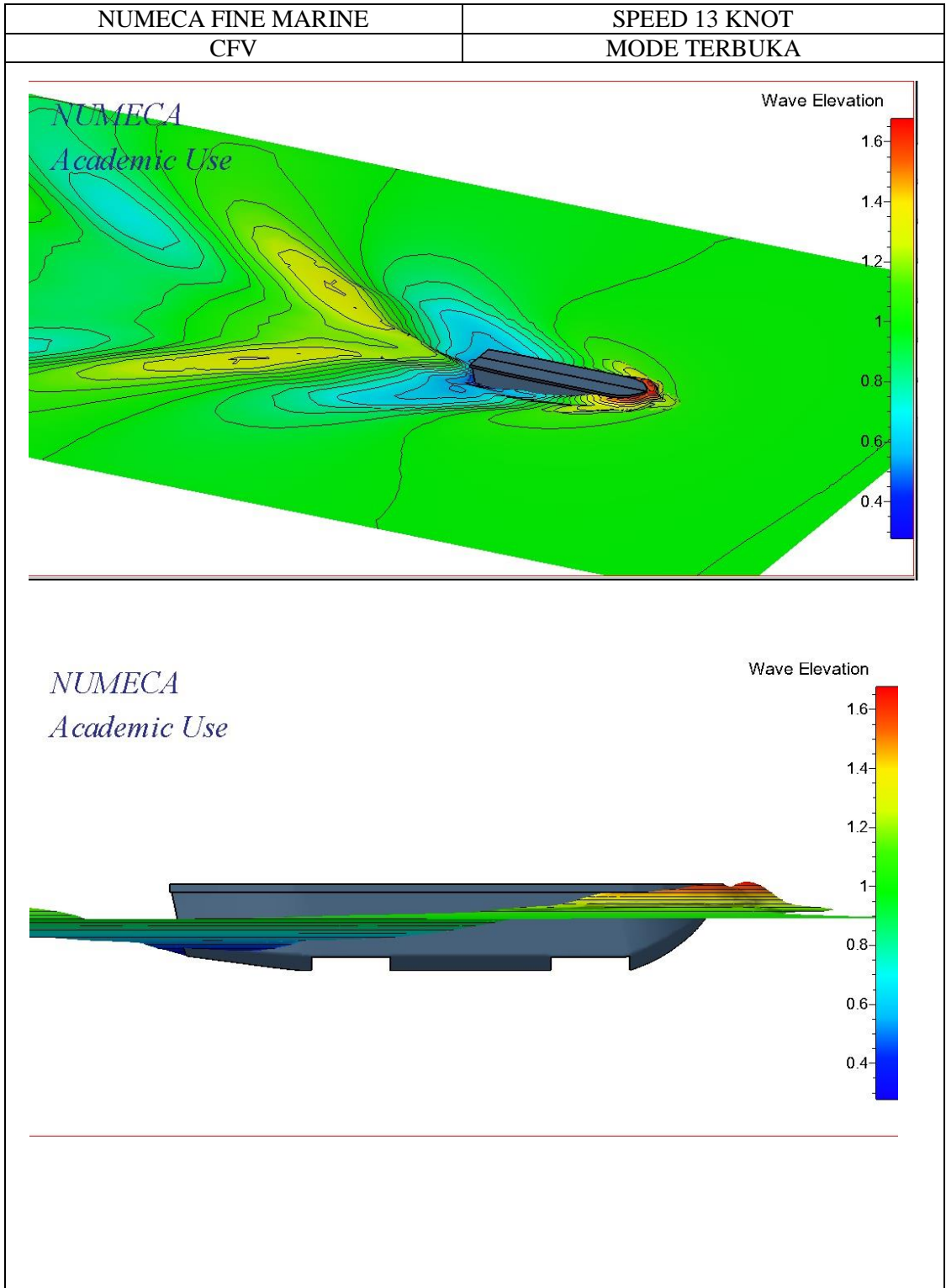


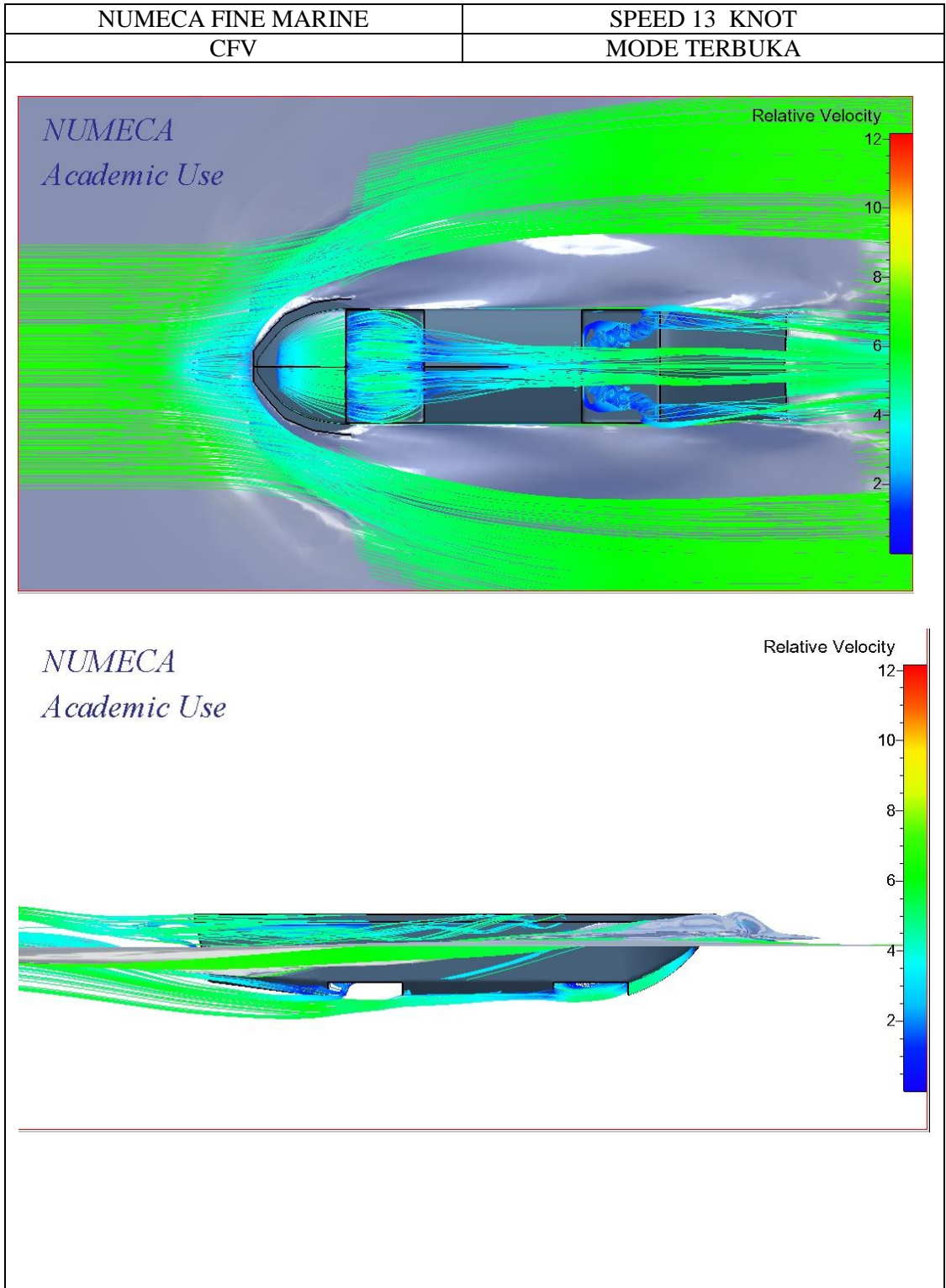


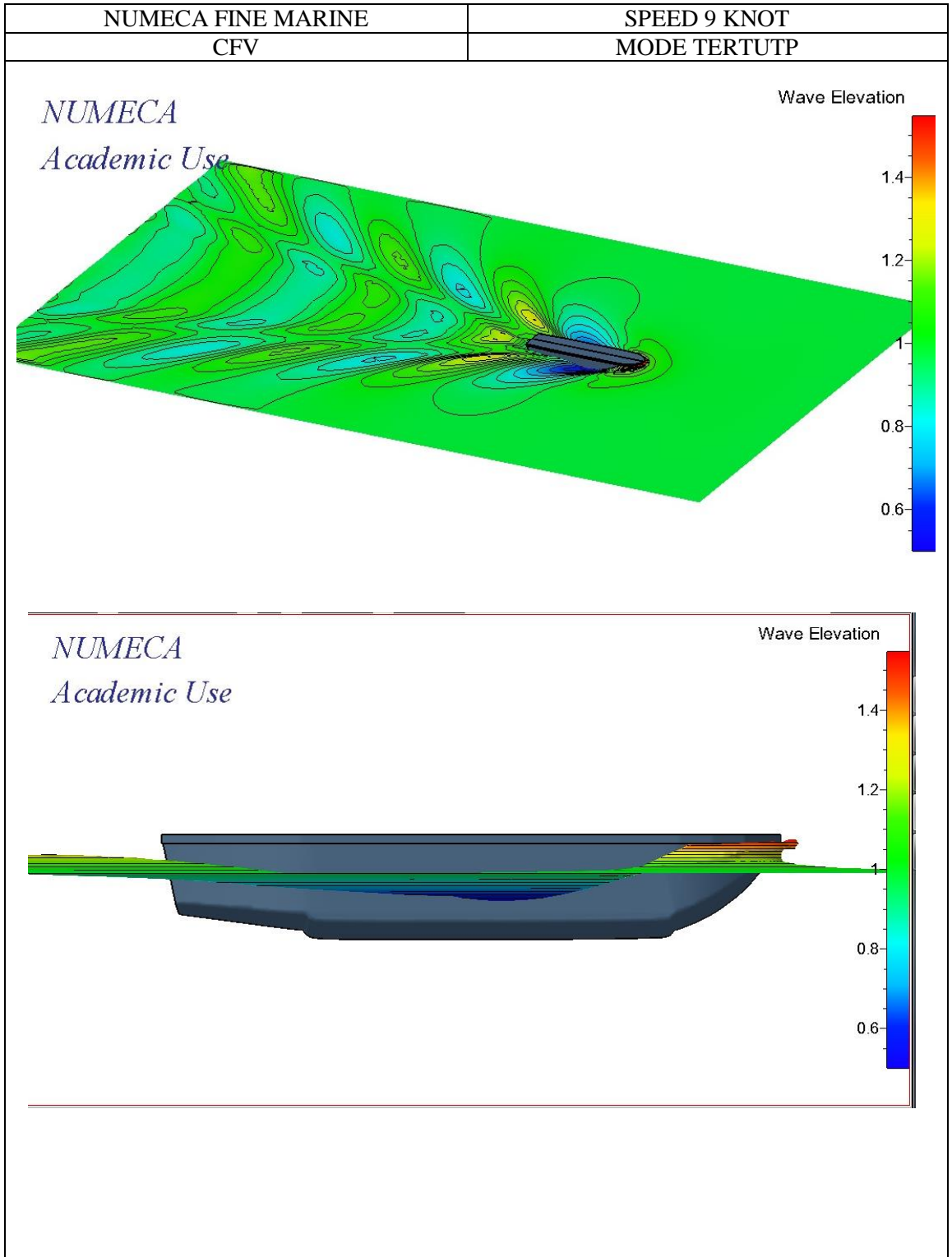




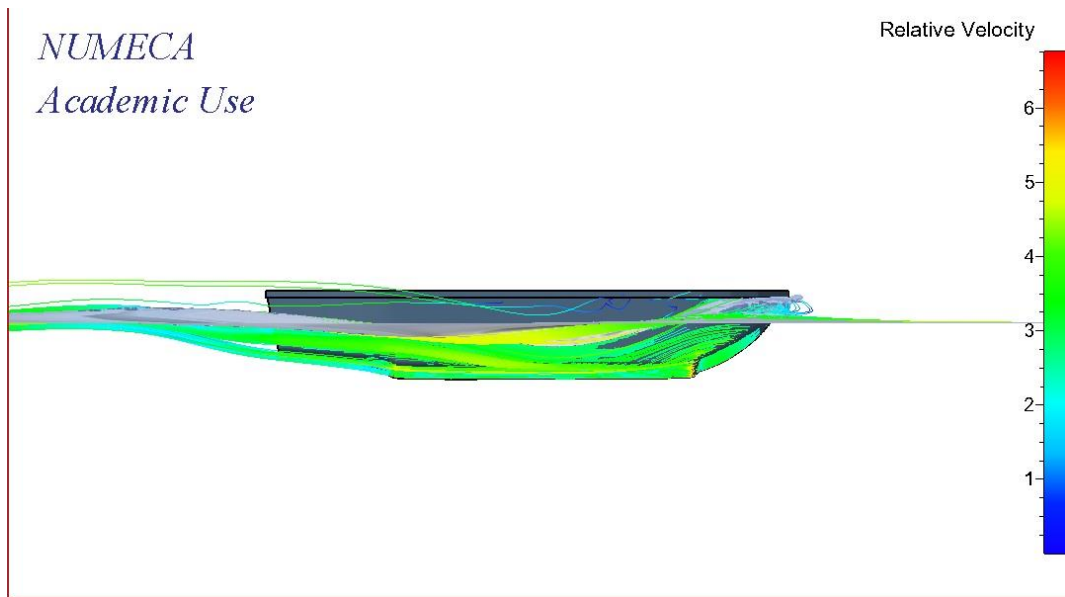
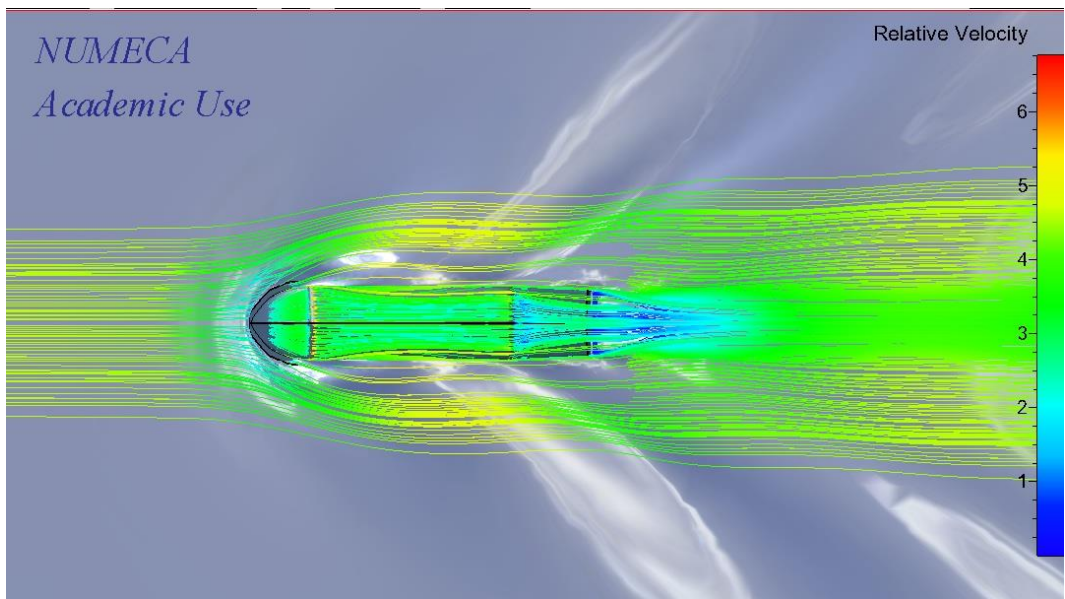


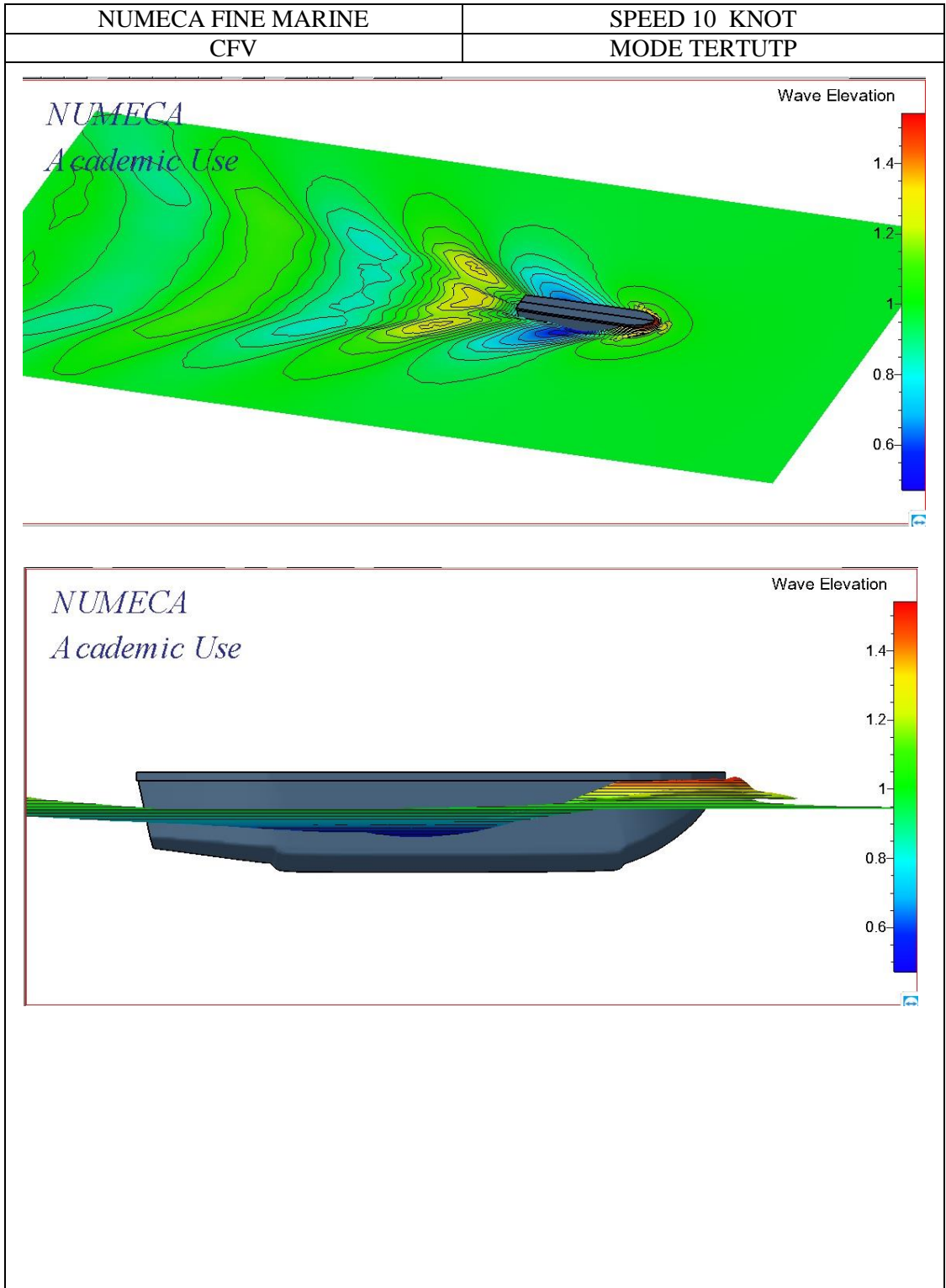


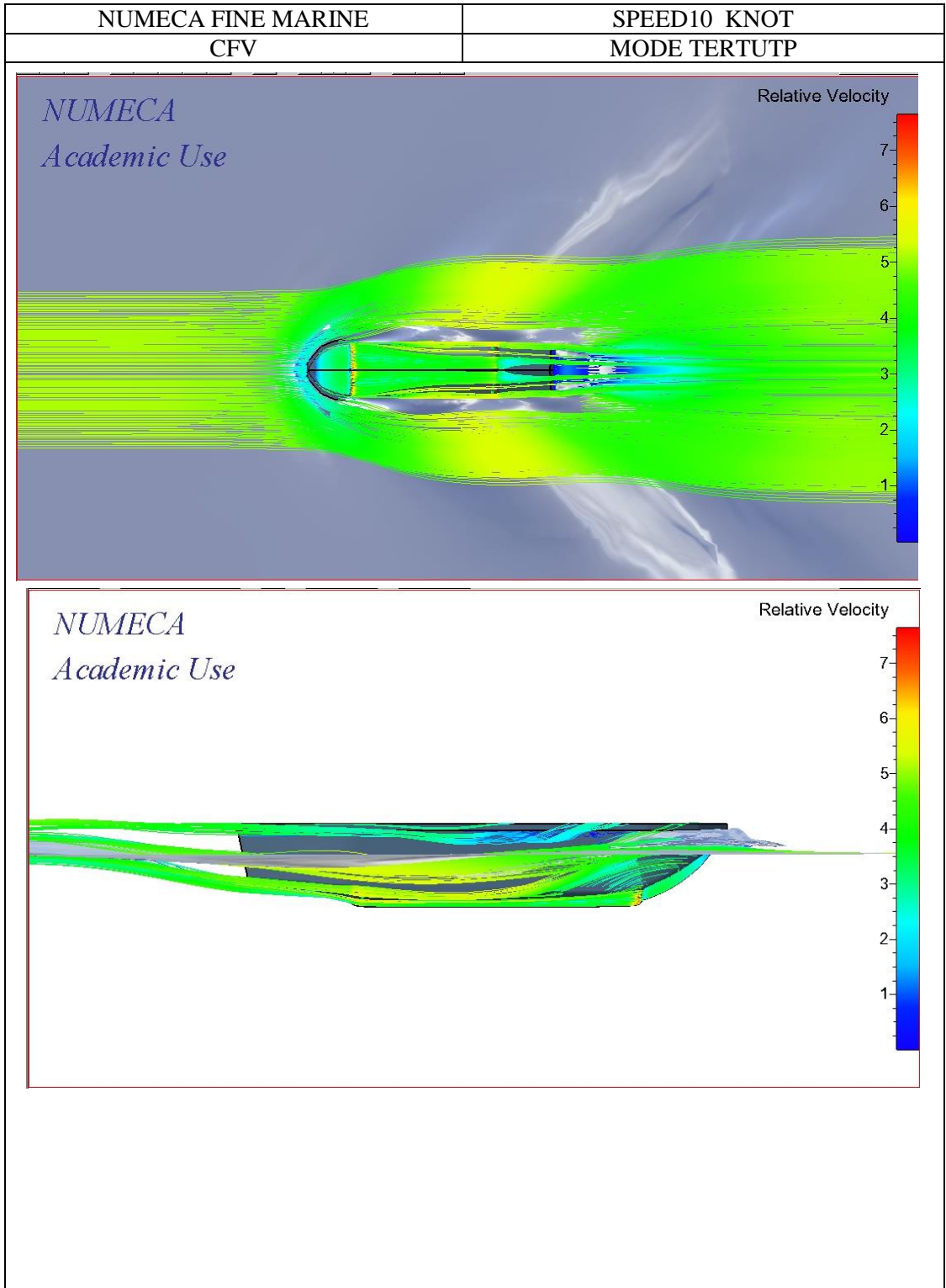


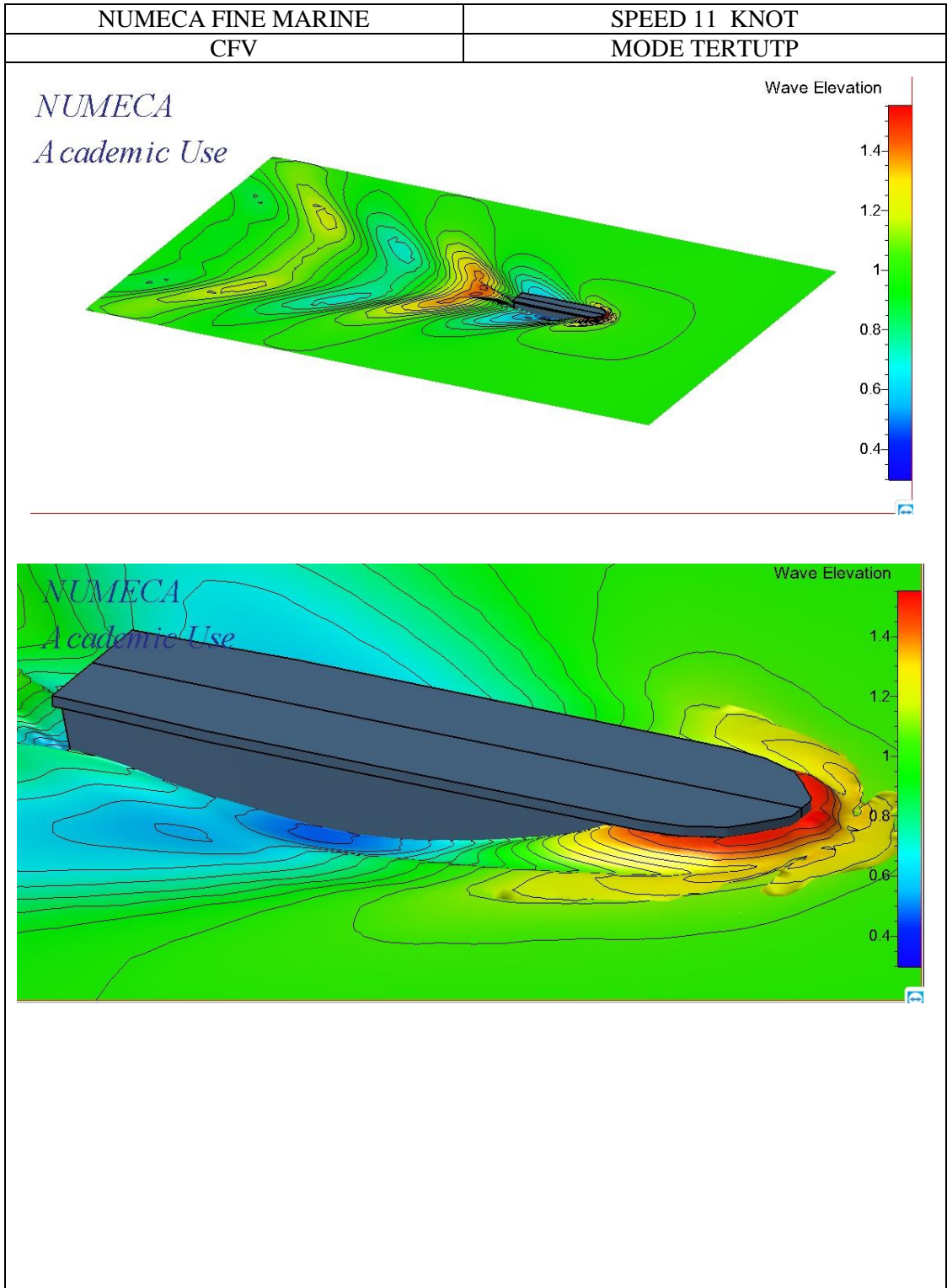


NUMECA FINE MARINE	SPEED 9 KNOT
CFV	MODE TERTUTUP

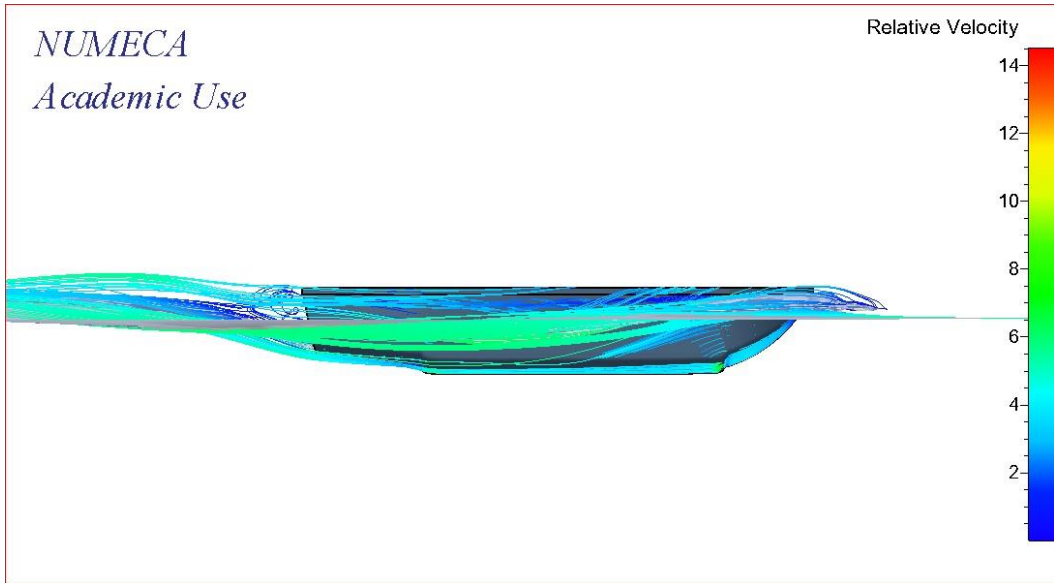
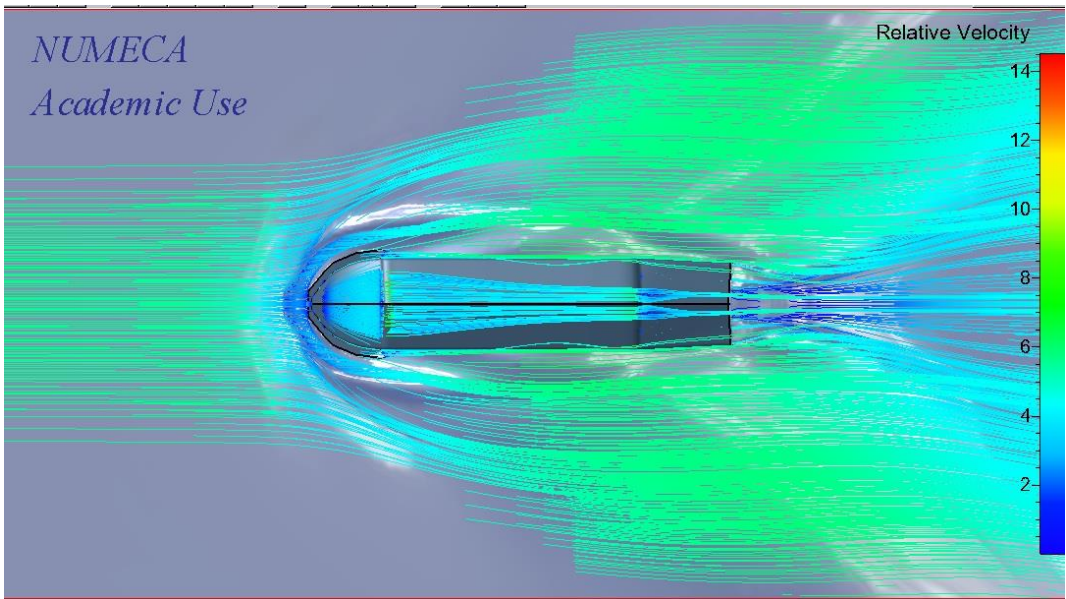


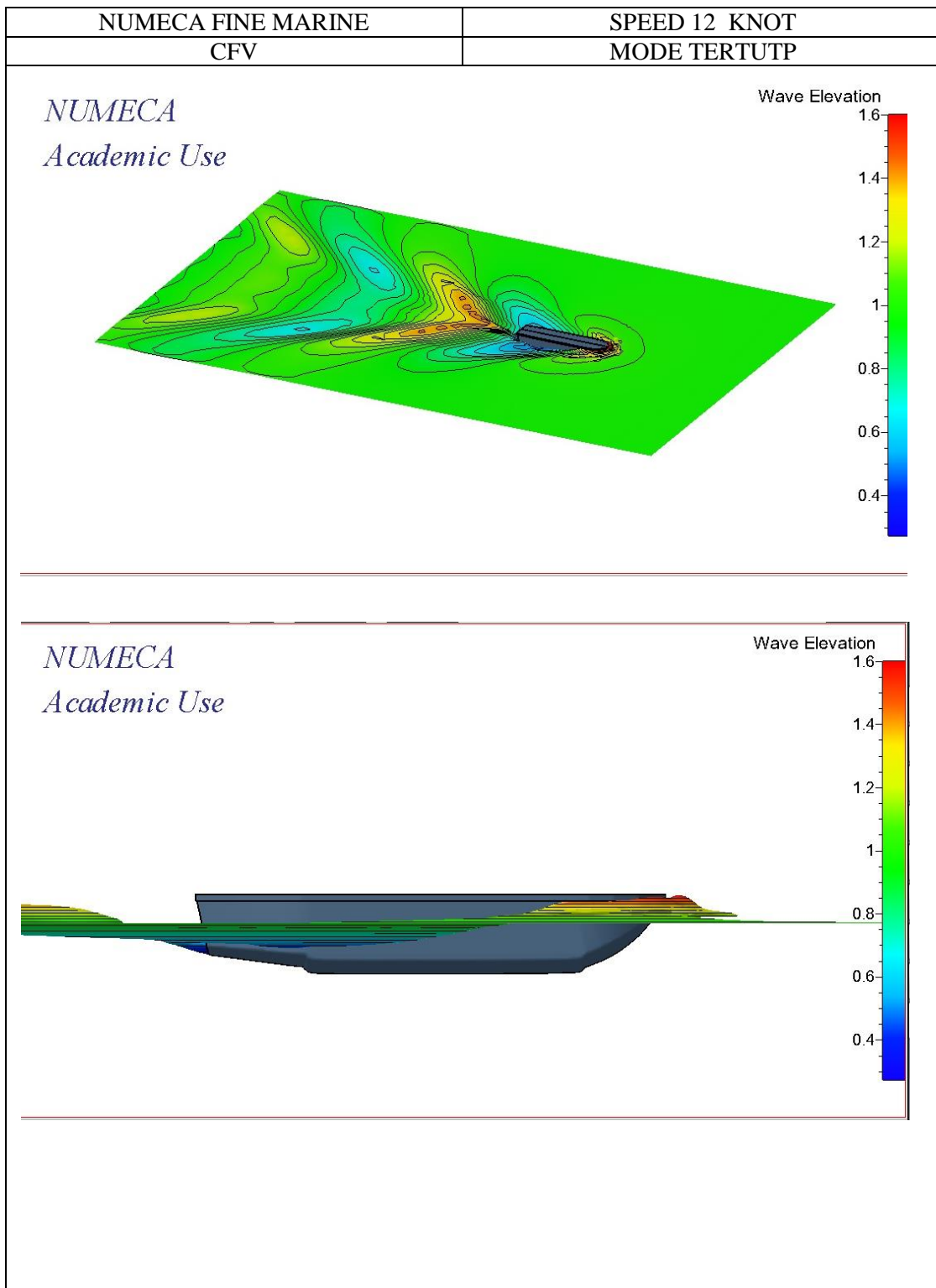




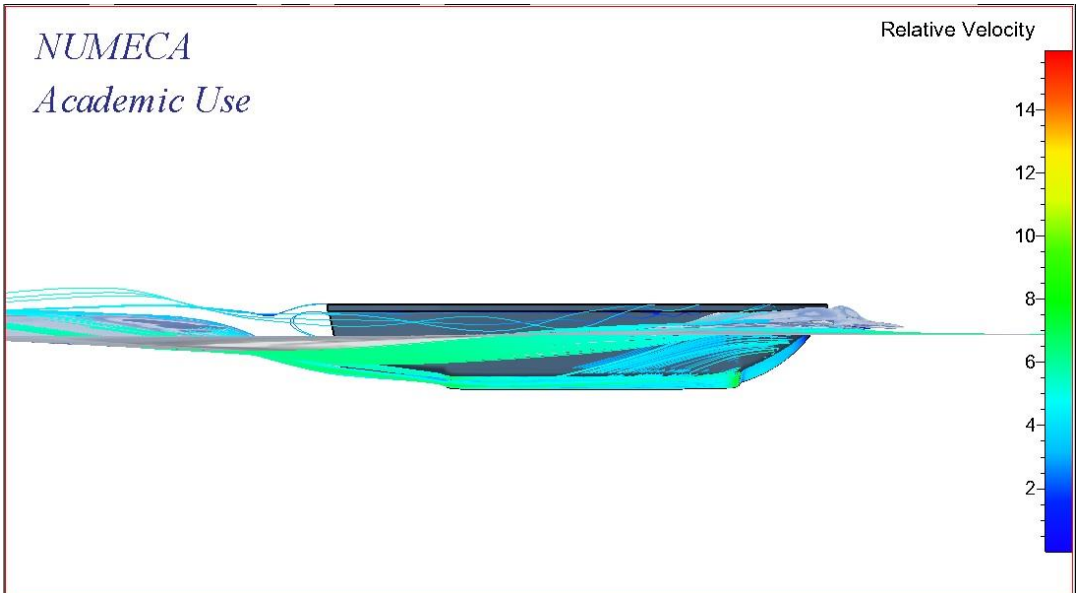
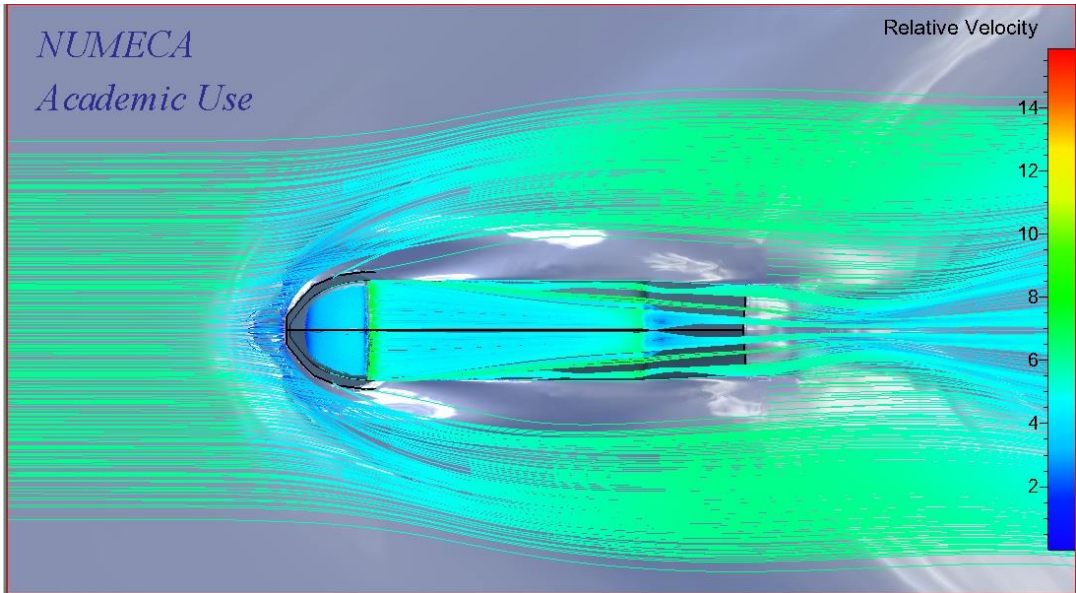


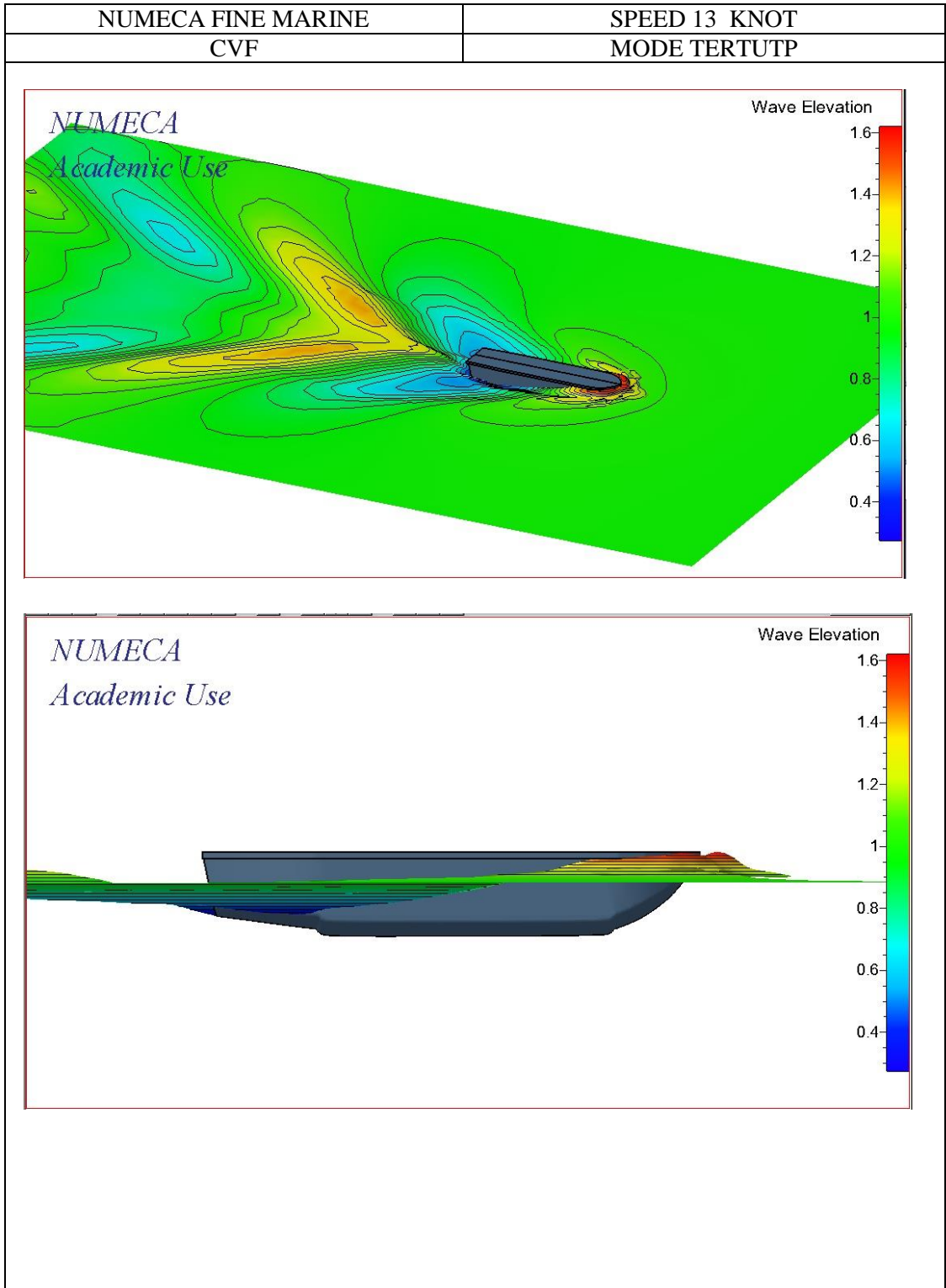
NUMECA FINE MARINE	SPEED 11 KNOT
CFV	MODE TERTUTP



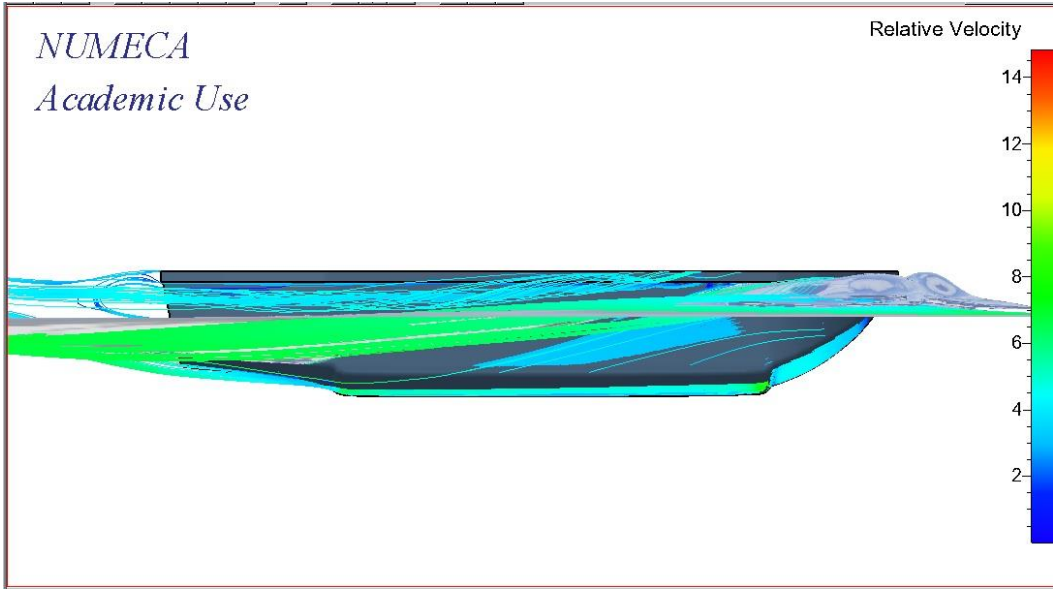
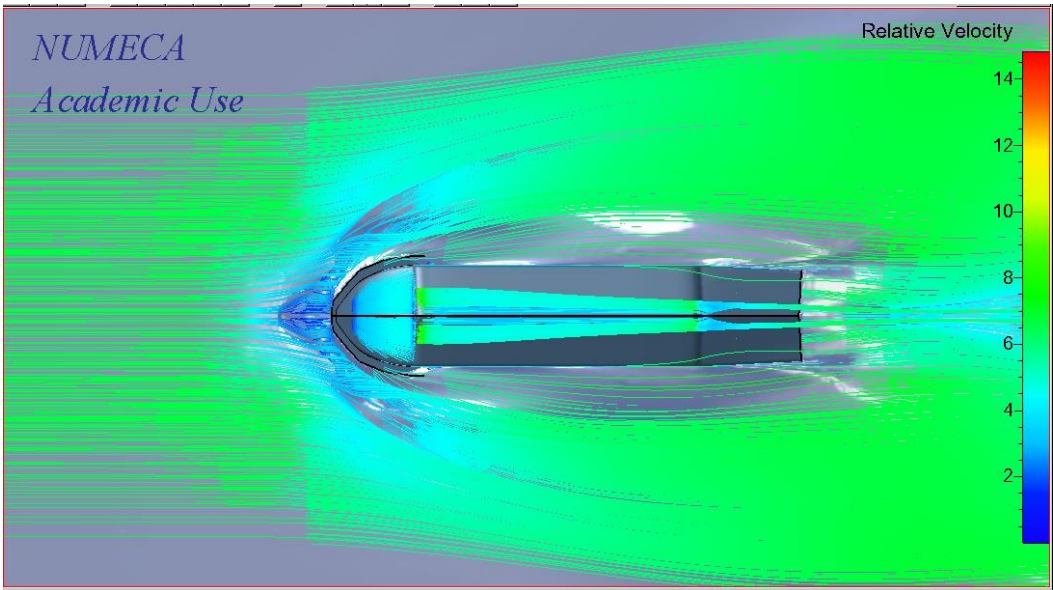


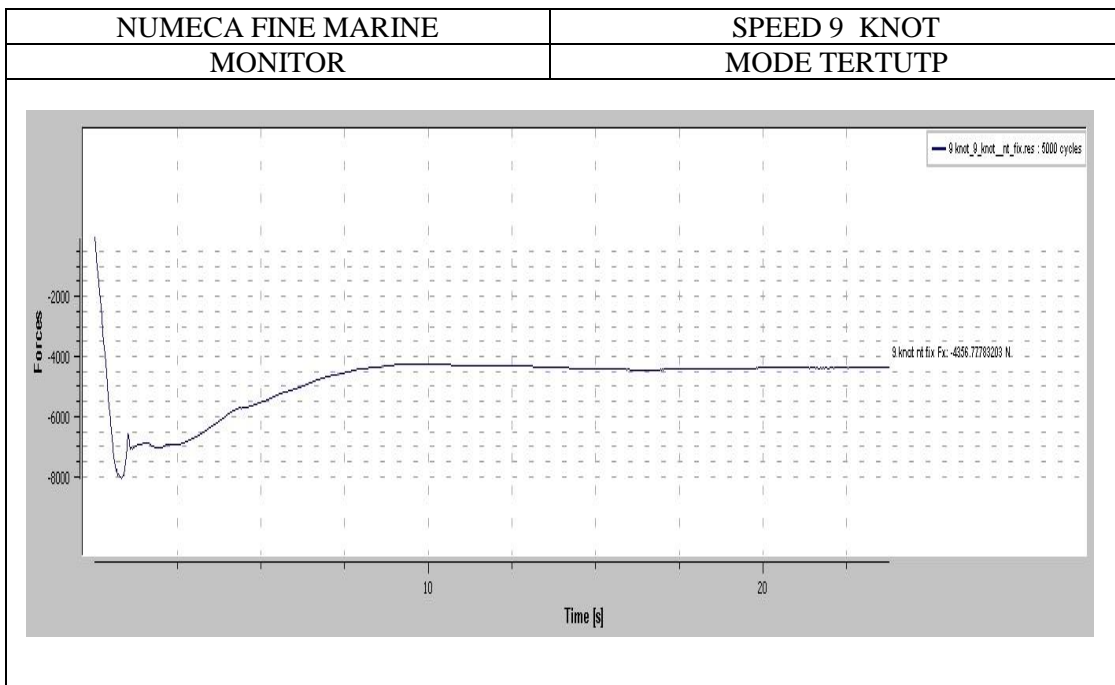
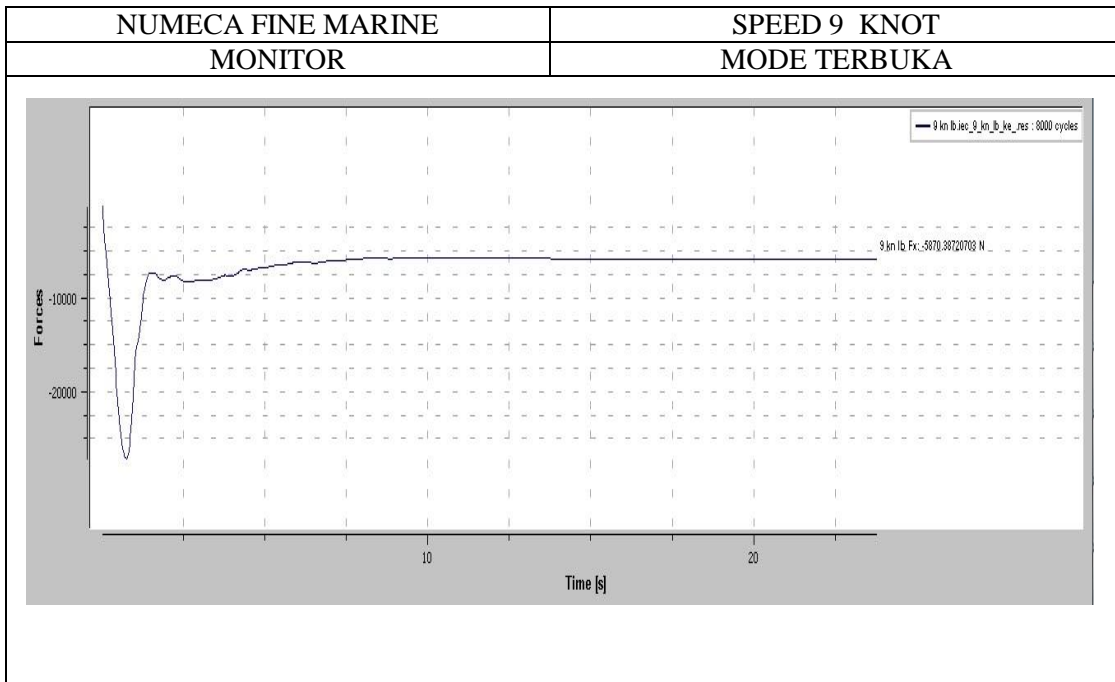
NUMECA FINE MARINE	SPEED 12 KNOT
CVF	MODE TERTUTP

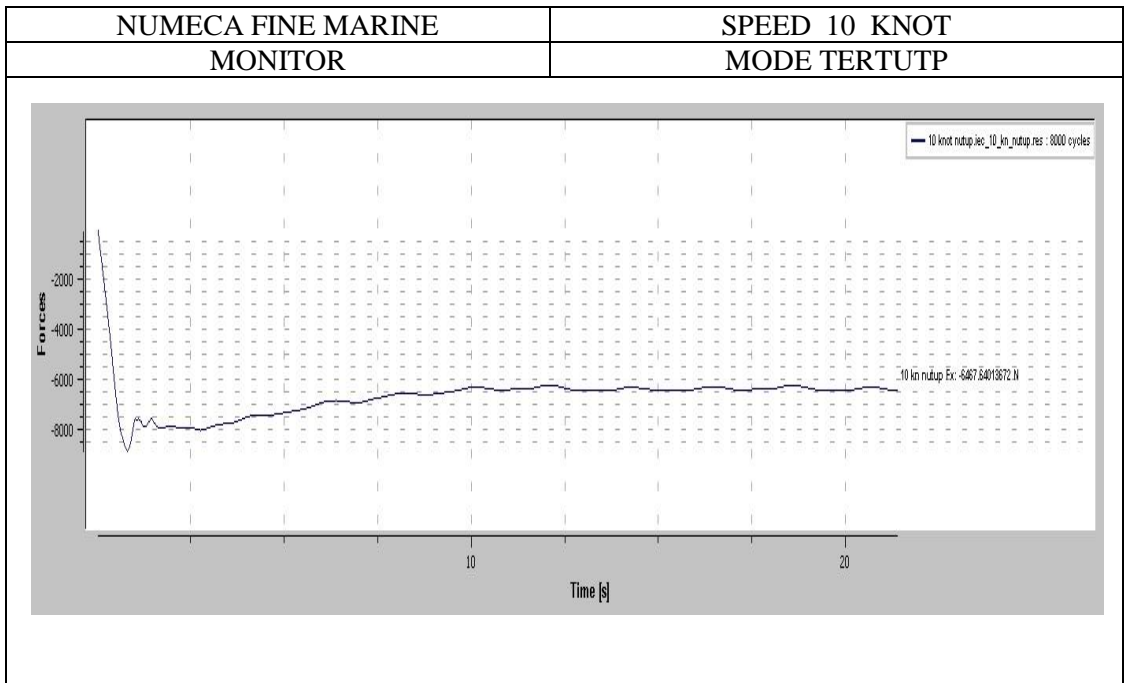
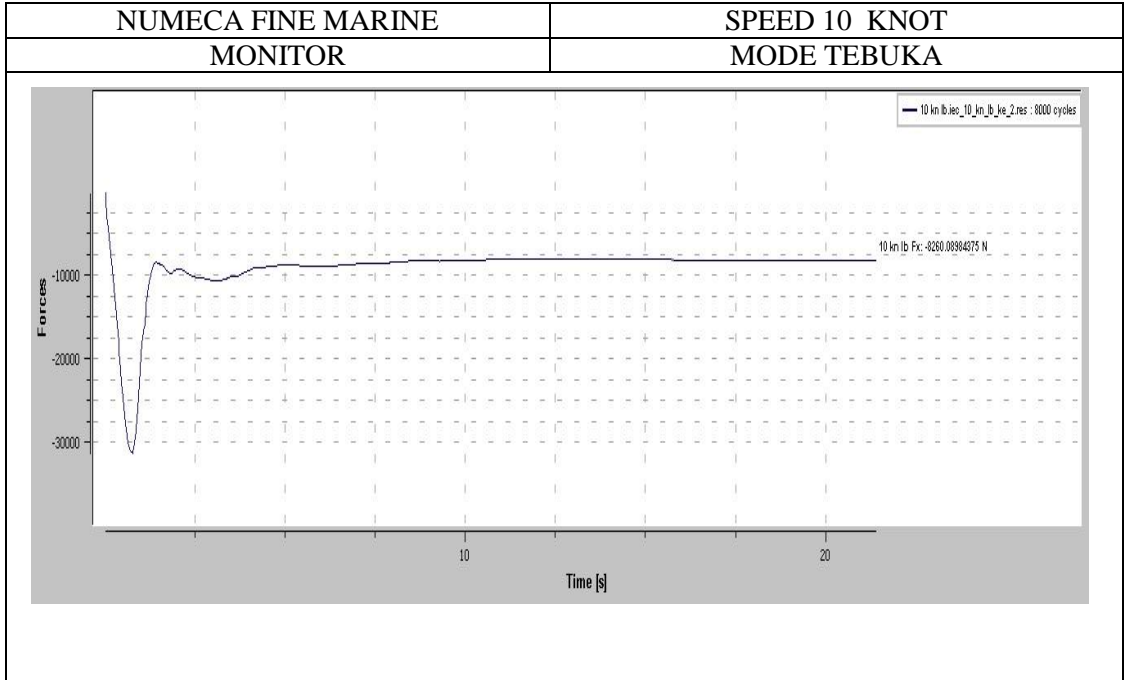


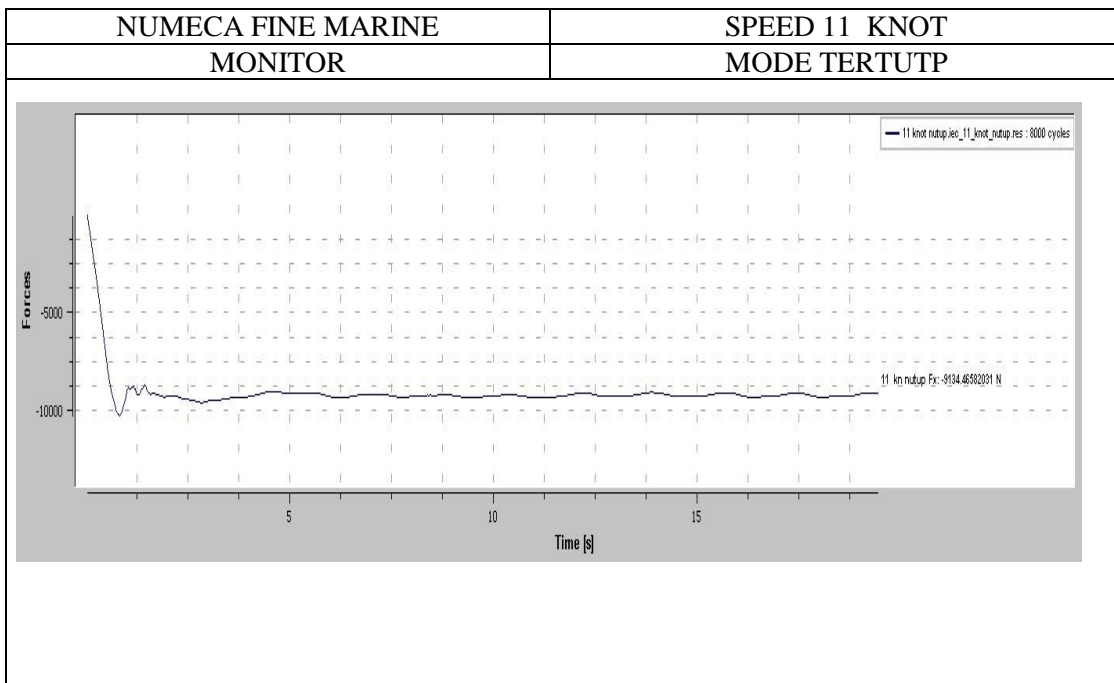
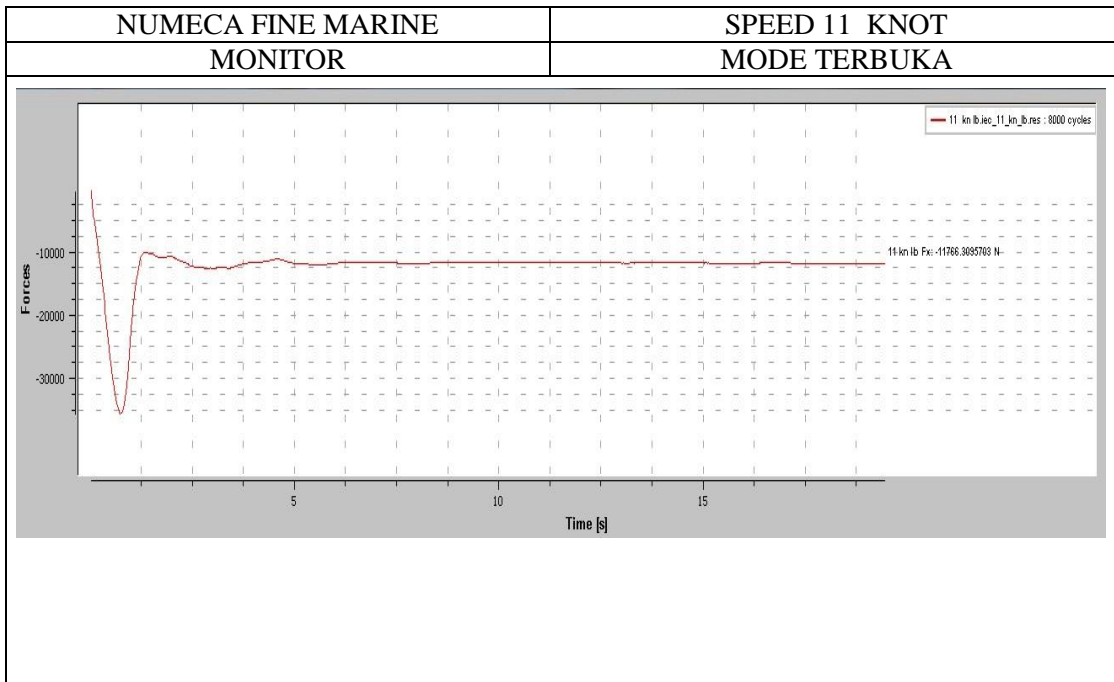


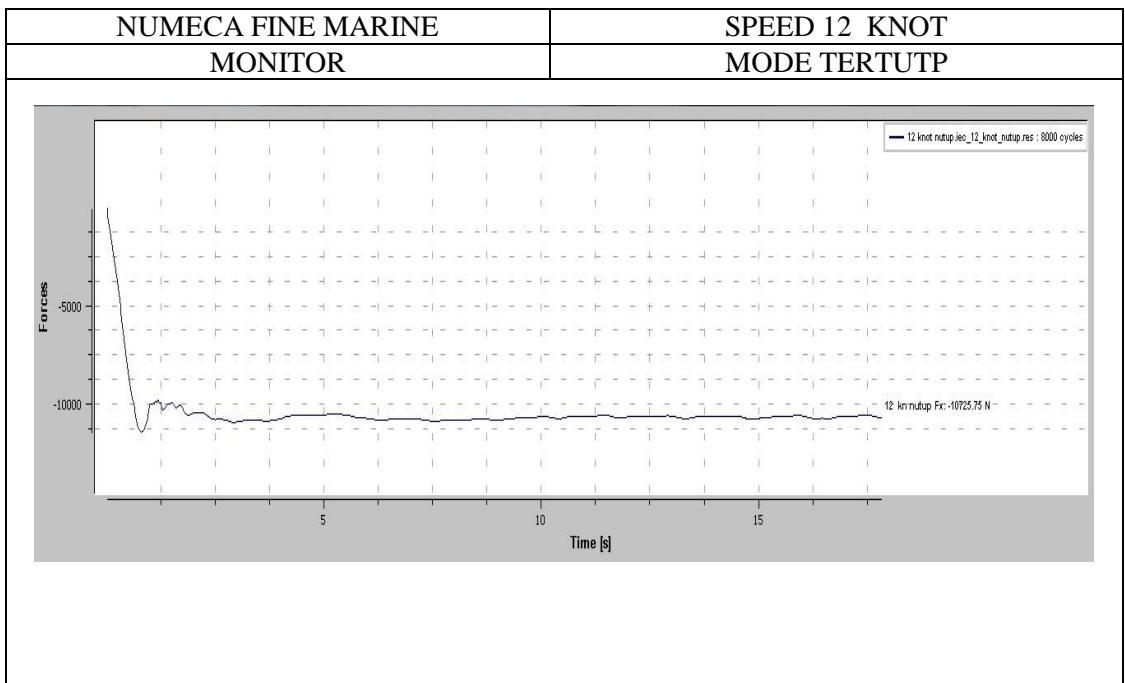
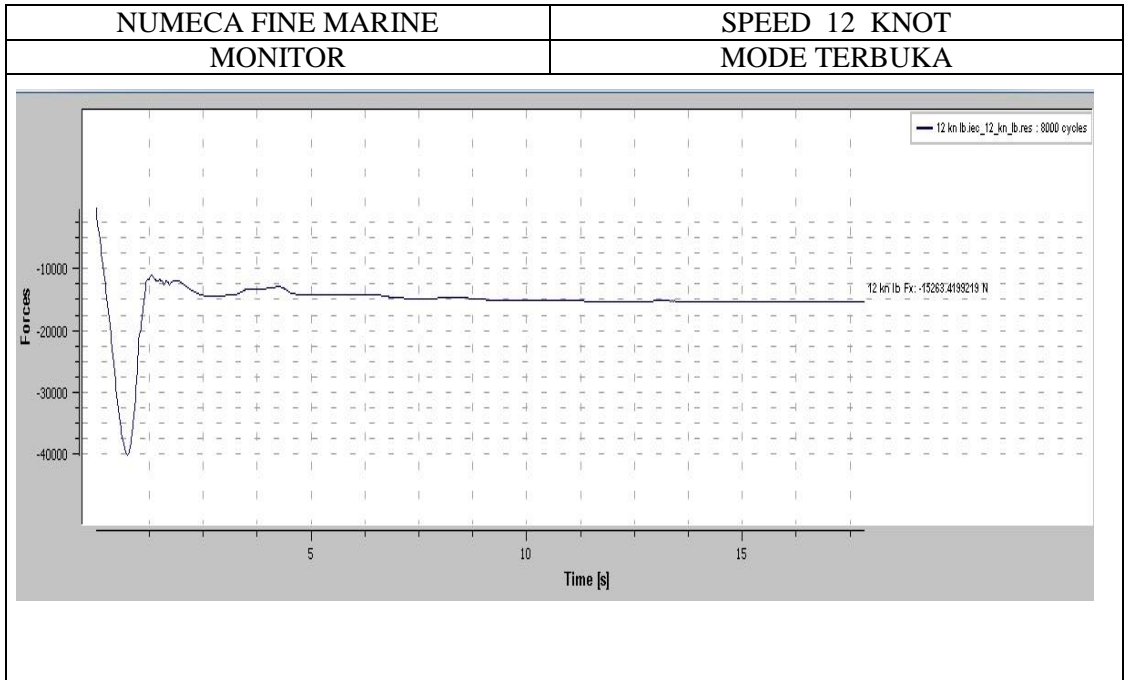
NUMECA FINE MARINE	SPEED 13 KNOT
CVF	MODE TERTUTP

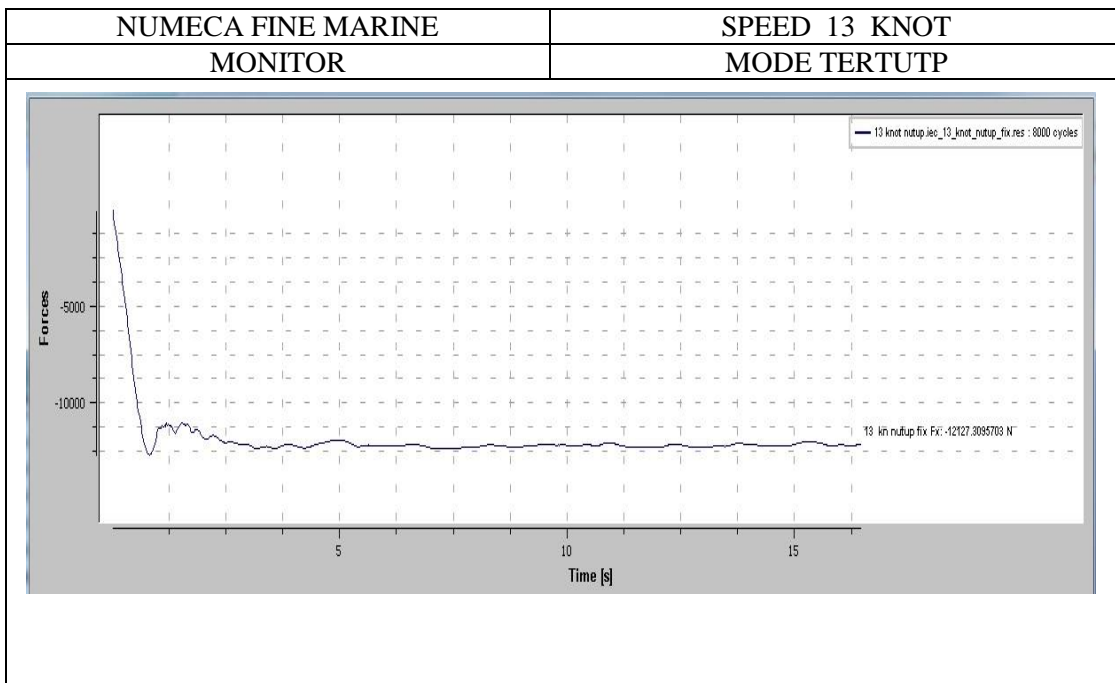
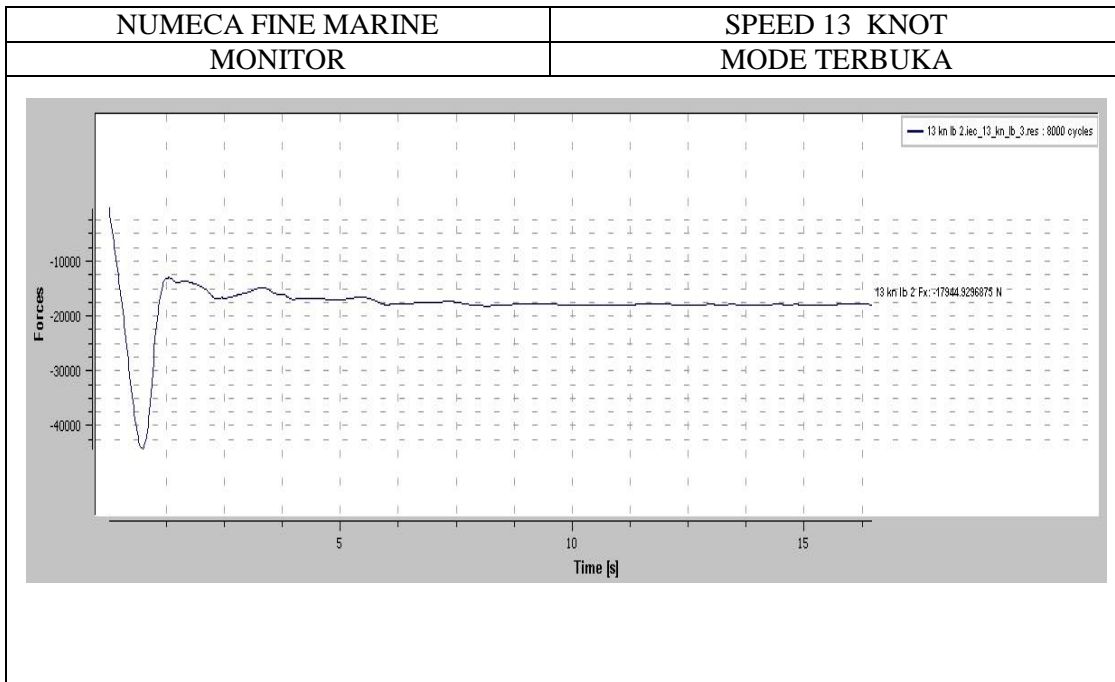




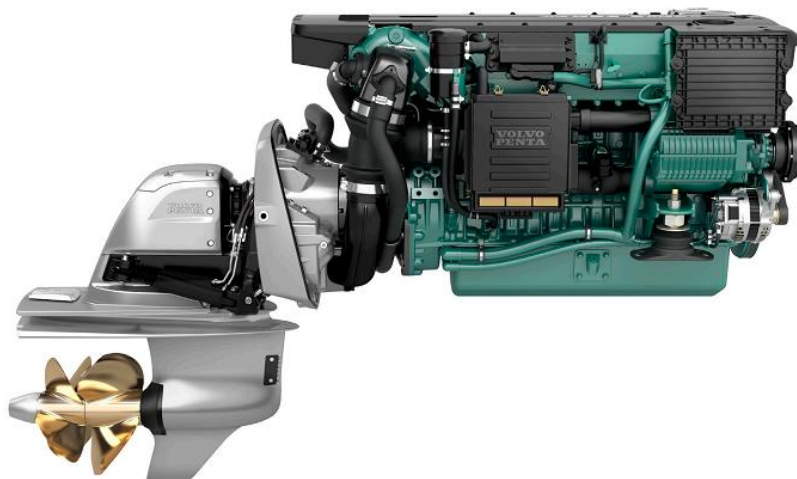








D6-400/DP

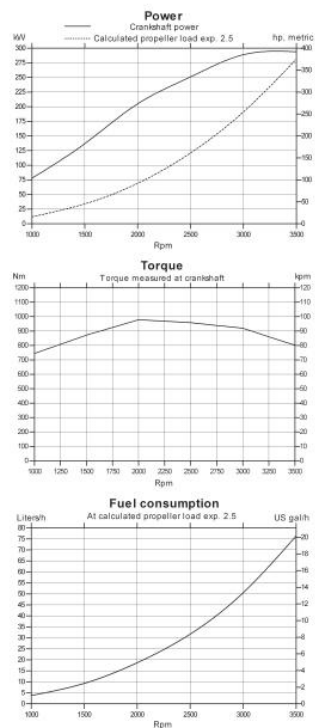


Technical Data

Engine designation	D6-400 A
Crankshaft power, kW (hp)	294 (400)
Propeller shaft power, kW (hp)	281 (382)
Engine speed, rpm	3500
Displacement, l (in ³)	5.5 (336)
Number of cylinders	6
Bore/stroke, mm (in.)	103/110 (4.06/4.33)
Compression ratio	17.5:1
Volvo Penta Duoprop drive	DPH
Ratio	1.59:1
Dry weight with DP, incl. prop. & PS, kg (lb)	785 (1731)
Rating	R5*
Emission compliance	IMO NOx, EU RCD Stage II, US EPA Tier 3

Technical data according to ISO 8665. With fuel having an LHV of 42700 kJ/kg and density of 840 g/liter at 15°C (60°F). Merchant fuel may differ from this specification which will influence engine power output and fuel consumption.

*RATING 5. For pleasure craft applications, and can be used for high speed planing crafts in commercial applications



**VOLVO
PENTA**

D6-400/DP

Technical description:

Engine block and head

- Cylinder block and cylinder head made of cast-iron
- Ladder frame fitted to engine block
- 4-valve technology with hydraulic lash adjusters
- Double overhead camshafts
- Oil-cooled pistons with two compression rings and one oil scraper ring
- Integrated cylinder liners
- Replaceable valve seats
- Seven-bearing crankshaft
- Rear-end transmission

Engine mounting

- Flexible engine mounting

Lubrication system

- Easily replaceable separate full-flow and bypass oil filter
- Seawater-cooled tubular oil cooler

Fuel system

- Common rail fuel injection system
- Control unit for processing the injection
- Fine filter with water separator

Air inlet and exhaust system

- Belt-driven compressor with silencer of absorption type on both inlet and output port

- Air filter with replaceable insert
- Crankcase gases vented into the air inlet
- Exhaust elbow or exhaust riser
- Freshwater-cooled turbocharger
- Loss of sea water alarm

Cooling system

- Thermostatically regulated freshwater cooling
- Tubular heat exchanger with separate large volume expansion tank
- Coolant system prepared for hot water outlet
- Seawater strainer and easily accessible impeller pump

Electrical system

- 12V two-pole electrical system
- 115A marine alternator with Zener-diodes to protect the system from peak voltage, and integrated charging regulator with battery sensor cable for maximum use of alternator
- Fuses with automatic reset
- Auxiliary stop button

Instruments/control

- Complete instrumentation/display packages, including e-key, the electronic key from Volvo Penta.

- Digital Power Trim instrument with analog or digital reading
- Electronic shift and throttle
- Plug-in connectors

Drive

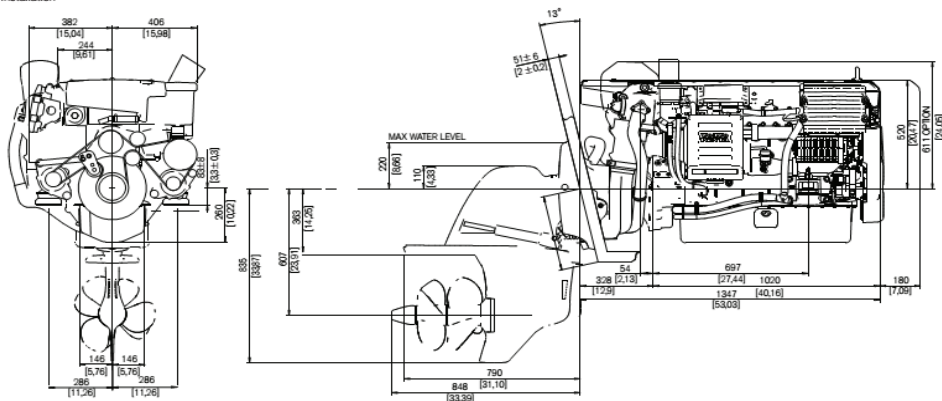
- Complete with transom shield, and installation components
- Max tilt angle 50° (adjustable)
- Protective zinc anodes to prevent corrosion
- Built-in kick-up function to reduce possible damage, in the event the drive strikes an underwater object
- Electrical shifting performed by electronic actuator
- Power Trim with one-button operation in twin installation
- Fully integrated water inlet and exhaust system
- Isolated propellers to prevent corrosion
- Fully hydraulic power-assisted steering system
- Optional electronic steering - prerequisite for Sterndrive Joystick. Twin installation only.

Option

U.S.C.G./MED (SOLAS) kit available.

Dimensions D6-400/DP

Not for installation



More information

Contact your nearest Volvo Penta dealer for more information about Volvo Penta engines and optional equipment/accessories or go to www.volvopenta.com



IOS



Android

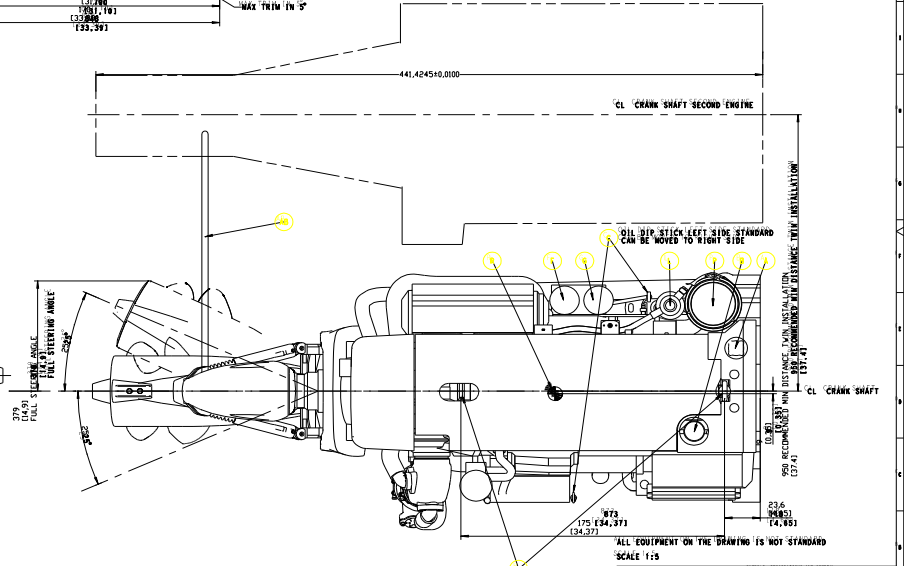
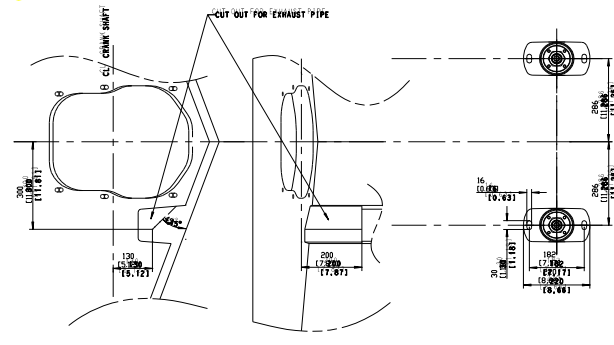
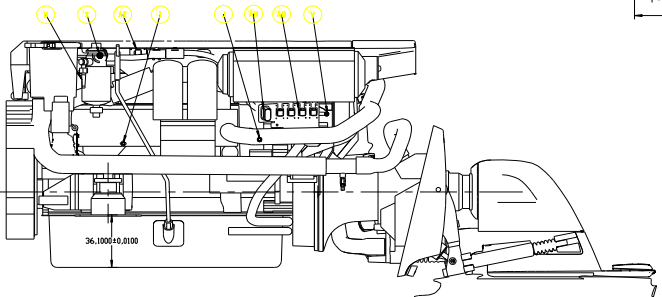
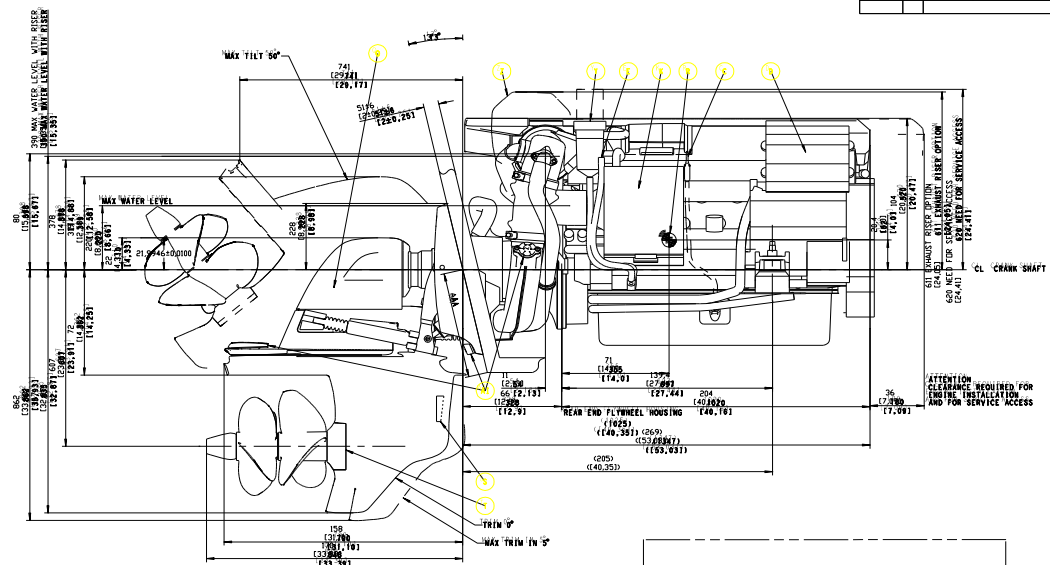
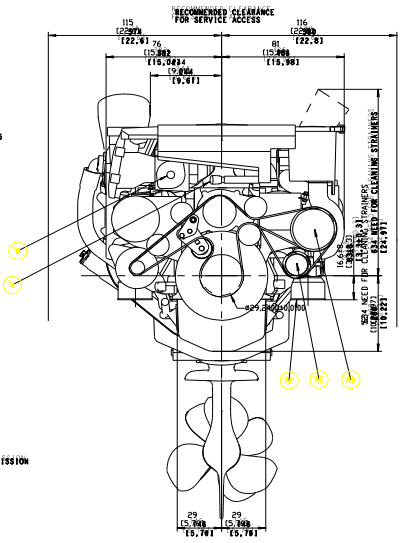
Download the Volvo Penta dealer locator App for your iPhone or Android

VOLVO PENTA

AB Volvo Penta
SE-405 08 Göteborg, Sweden
www.volvopenta.com

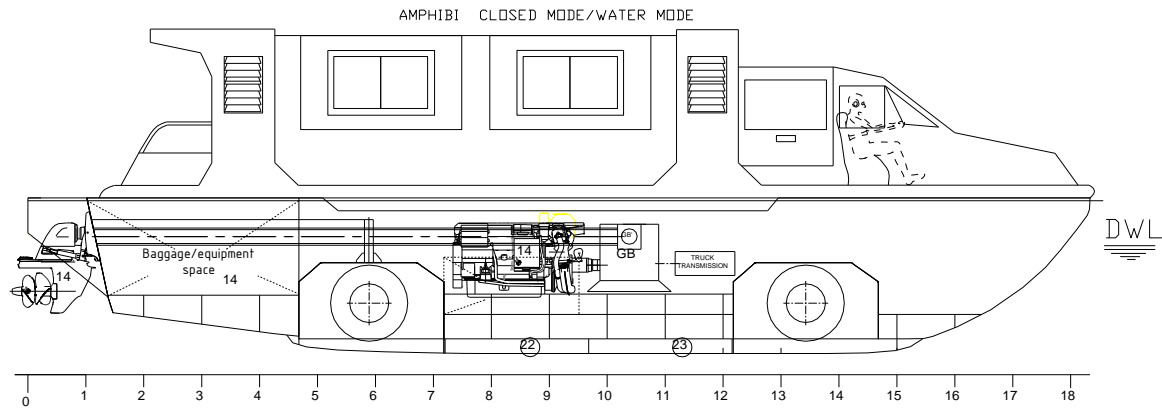
Not all models, standard equipment and accessories are available in all countries. All specifications are subject to change without notice. The engine illustrated may not be entirely identical to production standard engines.

- ① WATER FILLER CAP, FRESH WATER
- ② OIL FILLER CAP, ENGINE
- ③ OIL DIP SWITCH, ENGINE LEFT OR RIGHT SIDE MOUNTED
- ④ ECU CONTROL UNIT
- ⑤ OIL DRAIN (WITH PIPE), ENGINE (Ø12.5)
- ⑥ OIL FILTER MAIN
- ⑦ OIL FILTER BYPASS
- ⑧ LIFTING EYE
- ⑨ WATER DRAIN, FRESH WATER
- ⑩ WATER DRAIN, SEA WATER
- ⑪ AIR FILTER
- ⑫ FUEL FILTER
- ⑬ HOT WATER OUTLET Ø16
- ⑭ HOT WATER INLET Ø16
- ⑮ STRAINER SEA WATER
- ⑯ OIL DIP STICK DRIVE (UNDER COVER)
- ⑰ CENTRE OF GRAVITY ENGINE AND TRANSMISSION
- ⑱ WATER INLET DRIVE
- ⑲ OIL DRAIN DRIVE (BEHIND ADAPTER)
- ⑳ FUEL INLET CONNECTION Ø10
- ㉑ FUEL RETURN TO TANK Ø10
- ㉒ ENGINE STOP
- ㉓ CRANK CASE VENTILATION
- ㉔ EXHAUST RISER Ø127 (5-1) (OPTION)
- ㉕ X-MEASUREMENT SEE 7742289-16
- ㉖ TIE BAR (TWIN INSTALLATION)
- ㉗ EXTRA ALTERNATOR (OPTION)
- ㉘ POWER STEERING PUMP (OPTION)
- ㉙ SEA WATER PUMP
- ㉚ DIAPHRAGM CONNECTION
- ㉛ ELASTIC SUSPENSION (2x)
- ㉜ DATALIN, SENDER AND AUX (2x)
- ㉝ POWER SUPPLY, POWER TRIM PUMP
- ㉞ ANODE

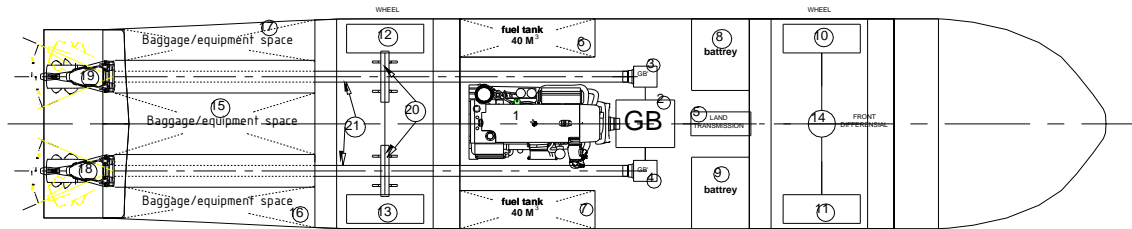


ALL EQUIPMENT ON THE DRAWING IS NOT STANDARD
SCALE 1:5

ENGINE DIMENSIONS DS 400 40-DRIVE DPH	DATE	REV	BY	CHKD	APP'D
27912447	02				




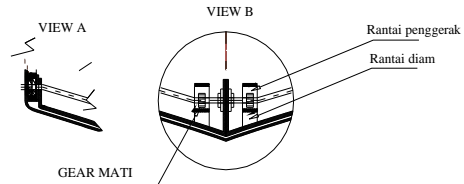
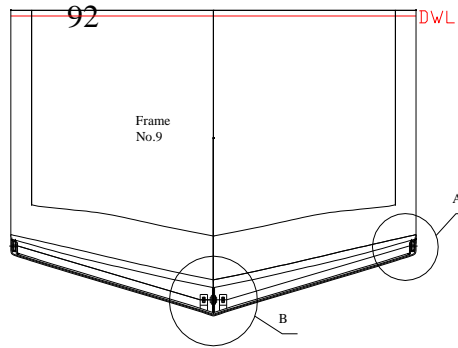
PRINCIPAL DIMENSION		
Length Over All (LOA)	11	meter
Length Water Line (Lwl)	10.18	meter
Length between perpendicular (Lpp)	10.729	meter
Breadth (B)	2.2	meter
Draught (T)	1.3	meter
Depth (H)	3.4	meter
Speed of Ship (Vs)	13	Knot



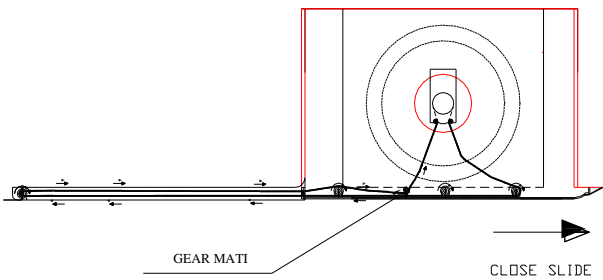
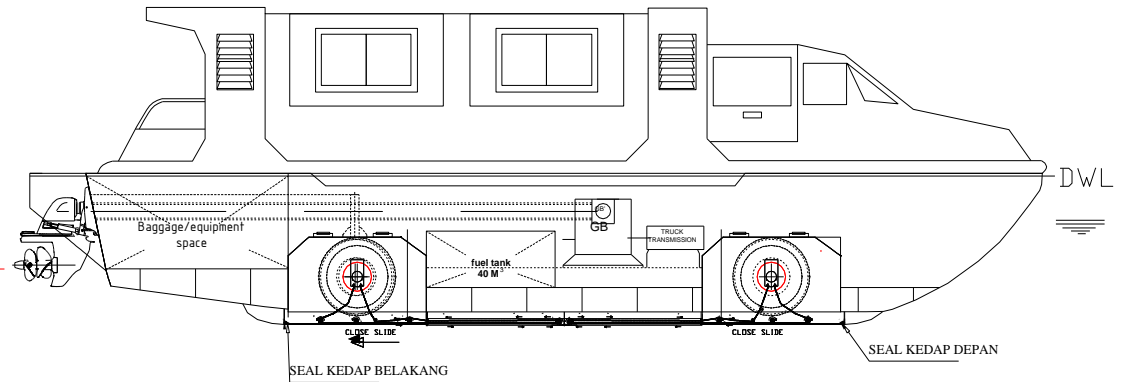
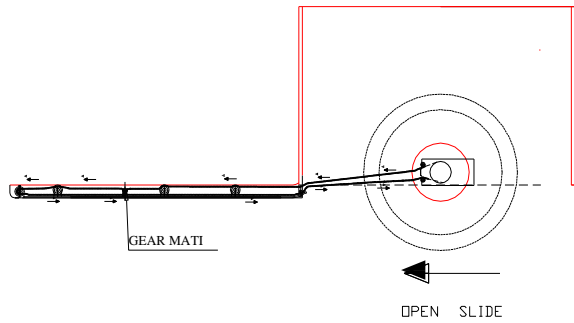
NAME OF NUMBER

1 main engine	11 wheel front sb
2 main gear box	12 wheel after ps
3 SB gear box	13 wheel after sb
4 PS gear box	14 gardan
5 land tansmsion	15 Baggage/equipment space midle
6 FUEL tank ps 40 m	16 Baggage/equipment space sb
7 FUEL tank sb 40 m	17 Baggage/equipment space ps
8 battrey space ps	18 stern drive sb
9 battrey space sb	19 stern drive ps
10 wheel front ps	20 shaft girder SB & PS
	21 propulsion shaft SB & PS
	22 hull cover after
	23 hull cover force

	DEPARTEMEN OF MARINE ENGINEERING - ITS TUGAS AKHIR EVEN SEMESTER 2017/2018	
	Kasrat X-1 Aphibious Vessel	
GENERAL ARRANGEMENT	Bayu Putra Pratama 421164500006	Page:
	Ir. Agoes Santoso, M.sc, M.Phil.	Page:
	Ir. Agoes Santoso, M.sc, M.Phil.	Page:
	1:50	



AMPHIBI WATER MODE



PRINCIPAL DIMENSION	
TYPE	BULK CARRIER
Loa	11 m
Lpp	10.729 m
B	2.2 m
H	3.4 m
T	1.13 m
Cb	0.67
Vs	13 knot



THE DEPT of MARINE ENGINEERING - ITS
TUGAS AKHIR
SEMESTER GASAL 2017 / 2018

KASRAT X-1

AMPHIBIOUS VESSEL

DETILE OF
COVER HULL

DESIGN BY:
Bayu putra pratama
4216 105 006
CHECKED BY:
Ir. Agoes Santoso, M.Sc.
APPROVED BY:
Ir. Agoes Santoso, M.Sc..

DATE:

DATE:

DATE:

BIODATA PENULIS



Bayu Putra Pratama, lahir di Nganjuk, 09 September 1994, merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Alumnus TK pertiwi, SDN Kendal redjo, pernah bersekolah di SMPN 1 WILANGANG DAN SMPN 4 Nganjuk, dan SMA N 1 Berbek.

Penulis melanjutkan studi di PPNS pada tahun 2012 – 2015. Kemudian melanjutkan studi lintas jalur di jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK – ITS Surabaya pada tahun 2016 dan terdaftar dengan NRP 4216105006. Dan menyelesaikan studinya pada tahun 2018.

Selain itu penulis juga pernah melakukan On The Job Training di PT. Robutech selama di PPNS dan Magang kerja di bengkel out board engine UD. Rea-reo marine Surabaya selama di DTSP ITS. Penulis banyak menghabiskan waktu dalam bidang riset keilmiahan, serta productive dalam bidang music, karena kedua bidang tersebut memberikan nilai motivasi dan kreativitas serta keduanya memiliki persamaan dalam bidang team work.

Dalam menyelesaikan Skripsi ini penulis mengambil Bidang Marine Manufacture and Design(MMD) namun sidang pengujian di lakukan di Marine machinery fluid system (MMS). Salah satu dasar prinsip penulis adalah menikmati hidup dengan banyak bersyukur pada tuhan Allah S.W.T dalam proses dan hasilnya.

