



**SKRIPSI – ME184834**

**ANALISA PENGARUH PENAMBAHAN PANJANG SKEG  
TERHADAP *WAKE FRACTION* SISTEM PROPULSI KAPAL  
PADA KMP. CAKALANG II DENGAN METODE CFD**

**Zulaila**

**NRP. 04211746000003**

**Dosen Pembimbing**

Ir. Amiadji, MM, M.Sc

Edi Jadmiko, S.T., M.T

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

**2020**





**SKRIPSI – ME184834**

**ANALISA PENGARUH PENAMBAHAN PANJANG SKEG  
TERHADAP *WAKE FRACTION* SISTEM PROPULSI KAPAL  
PADA KMP. CAKALANG II DENGAN METODE CFD**

**Zulaila**

**NRP. 04211746000003**

**Dosen Pembimbing**

Ir. Amiadji, MM, M.Sc

Edi Jadmiko, S.T., M.T

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

2020





**SKRIPSI – ME184834**

**ANALYSIS OF ADDITIONAL SKEG LENGTH EFFECTS  
FOR SHIP PROPULSION SYSTEM ON WAKE FRACTION  
IN KMP. CAKALANG II WITH CFD METHODS**

**Zulaila**

**NRP. 04211746000003**

**Supervisor**

Ir. Amiadji, MM, M.Sc

Edi Jadmiko, S.T., M.T

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

2020



## LEMBAR PENGESAHAN

### **ANALISA PENGARUH PENAMBAHAN PANJANG SKEG TERHADAP WAKE FRACTION SISTEM PROPULSI KAPAL PADA KMP. CAKALANG II DENGAN METODE CFD**

#### **TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjan Teknik  
Pada

Bidang Studi *Marine Manufacturing and Design* (MMD)  
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**ZULAILA**

**NRP. 0421174600003**

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Ir. Amiadji, MM, M.Sc  
NIP. 196103241988031001

(  )

2. Edi Jadmiko, S.T., M.T  
NIP. 197807062008011012

(  )

**SURABAYA, JANUARI 2020**

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## LEMBAR PENGESAHAN

### ANALISA PENGARUH PENAMBAHAN PANJANG SKEG TERHADAP WAKE FRACTION SISTEM PROPULSI KAPAL PADA KMP. CAKALANG II DENGAN METODE CFD

#### TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjan Teknik  
Pada  
Bidang Studi *Marine Manufacturing and Design* (MMD)  
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**ZULAILA**

**NRP. 0421174600003**



**SURABAYA, JANUARI 2020**

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# **ANALISA PENGARUH PENAMBAHAN PANJANG SKEG TERHADAP *WAKE FRACTION* SISTEM PROPULSI KAPAL PADA KMP. CAKALANG II DENGAN METODE CFD**

**Nama Mahasiswa** : Zulaila  
**NRP** : 04211746000003  
**Dosen Pembimbing** : 1. Ir. Amiadji, MM, M.Sc  
2. Edi Jadmiko, S.T., M.T

## **ABSTRAK**

*Wake* adalah perbedaan antara kecepatan kapal dengan kecepatan air yang melalui propeller. *Wake* pada kapal dapat terjadi karena pengaruh dari lambung kapal itu sendiri, yaitu air akan mengalir menuju buritan kapal dan membentuk arus. Skeg merupakan salah satu modifikasi bentuk buritan kapal yang berfungsi untuk mengatur fluida yang mengalir ketika melewati lambung kapal dan propeller. Pada kapal jenis *twin screw*, skeg ini memiliki fungsi untuk mengatur aliran fluida propeller menuju kemudi, dan memisahkan aliran fluida agar tidak turbulen antar gaya dorong propeller. Pada KMP. Cakalang II merupakan jenis kapal *twin screw* yang memiliki skeg di bagian buritan kapal. Skeg pada kapal ini dilakukan penambahan sepanjang 1500 mm, hal ini dilakukan agar kapal menjadi lebih stabil. Sehingga dalam tugas akhir ini akan dilakukan analisa bagaimana pengaruh penambahan panjang skeg terhadap *resistane*, aliran dan *wake fraction* pada KMP. Cakalang II dengan metode *Computational Fluid Dynamic* menggunakan software *NUMECA Fine Marine* sebagai pengolah data hingga nantinya didapat hasil yang diinginkan. Dari hasil simulasi dapat disimpulkan bahwa luas skeg semakin besar maka *wetted surface area* semakin besar sehingga tahanan semakin besar yaitu pada model skeg 2 dengan luas skeg  $6.64 \text{ m}^2$ . Pada aliran atau *wake flow* yang dihasilkan bahwa luas skeg yang besar akan menyebabkan penambahan *advance velocity*, yaitu  $V_a$  terbesar pada skeg 2 dengan nilai  $V_a$  6.05 knots. Sedangkan pada nilai *wake fraction* bahwa semakin besar luas skeg maka terjadi pengurangan pada nilai *wake fraction* pada skeg 2 yaitu 0.109. hal ini nilai *wake fraction* akan berpengaruh terhadap gaya dorong kapal.

**Kata kunci** : Aliran, CFD, Skeg, Tahanan, Wake.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# ***ANALYSIS OF ADDITIONAL SKEG LENGTH EFFECTS FOR SHIP PROPULSION SYSTEM ON WAKE FRACTION IN KMP. CAKALANG II WITH CFD METHODS***

**Student's Name** : Zulaila  
**NRP** : 0421174600003  
**Supervisors** : 1. Ir. Amiadji, MM, M.Sc  
2. Edi Jadmiko, S.T., M.T

## **ABSTRACT**

*Wake is the difference between the service velocity a ship and the advance velocity through a propeller. Wake on a ship can occur due to the effect of the ship's hull itself, water will flow into the stern of the ship and produce currents. Skeg is one of the modifications to the shape of the stern of the ship which serves to regulate the fluid that flows when passing through the hull and propeller. On twin screw type vessels, skeg has a function to regulate the flow of propeller fluid to the steering, and to separate the fluid flow so that it is not turbulent between propeller thrust forces. At the KMP. Cakalang II is a type of twin screw ship that has a skeg at the stern of the ship. Skeg on this ship is added along 1500 mm, this is to make the ship becomes more stable. So in this thesis will be analyzed how the effect of additional length of the skeg to resistance, flow and wake fraction on the KMP. Cakalang II with the Computational Fluid Dynamic method uses NUMECA Fine Marine software as a data processor. From the simulation results it can be concluded that the greater of area skeg, the greater the wetted surface area so resistance is greater, in the model skeg 2 with an area of skeg 6.64 m<sup>2</sup>. In the flow or wake flow that is produced that a large skeg area will cause the addition of advance velocity, which is the largest  $V_a$  in skeg 2 with the value  $V_a$  6.05 knotss. While the value of the wake fraction that the greater the greater of the skeg, there is a reduction in the value of the wake fraction in skeg 2 which is 0.109, and wake value will affect the thrust of the ship.*

***Keyword : Flow, CFD, Resistance, Skeg, Wake Fraction.***

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisa Pengaruh Penambahan Panjang Skeg Terhadap *Wake Fraction* Sistem Propulsi Kapal Pada Kmp. Cakalang Ii Dengan Metode CFD”. Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak yang telah membantu baik secara dukungan ataupun masukan mengenai Tugas Akhir ini. Penulis mengucapkan terima kasih khususnya kepada:

1. Kedua orang tua Abd. Fattah dan Anis Sachra, serta adik Rifa dan mbak Ainil yang tiada hentinya memberikan doa, dorongan semangat, perhatian dan kasih sayang, serta kesabaran.
2. Bapak Beny Cahyono, S.T., M.T., Ph.D. selaku ketua Departemen Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan ITS Surabaya.
3. Bapak Ir. Amiadji, MM, M.Sc . selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak masukan dan ilmu bagi penulis.
4. Bapak Edi Jadmiko, ST. MT. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak masukan dan ilmu bagi penulis.
5. Bapak Adhi Iswanto, S.T., M.T Selaku dosen wali, yang selama ini mendukung dan memberikan ilmu yang bermanfaat.
6. Erpan Ependi, yang dengan setia mensupport penulis, memberikan semangat serta saran dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir.
7. Semua rekan-rekan mahasiswa LJ Genap 2017, yang telah memberikan semangat, saran-saran, dan motivasi bagi penulis.
8. Semua pengurus dan anggota Laboratorium “Marine Manufacture and Design (MMD)” yang telah memberikan semangat dan transfer ilmu selama pengerjaan Skripsi ini.
9. Serta semua teman, sahabat dan pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu dalam membantu menyelesaikan skripsi ini.

Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat menjadi hal yang bermanfaat bagi berbagai pihak. Namun, penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini tidak luput dari kekurangan dan kesalahan. Untuk itu, kritik dan saran yang membangun penulis.

Surabaya, Januari 2020

Penulis

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.1 Rumusan Masalah.....	2
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2. 1 Kapal Cakalang II.....	3
2. 2 Skeg.....	3
2. 3 Tahanan ( <i>Resistance</i> ).....	5
2. 4 Jenis Aliran Fluida.....	5
2. 5 Sifat Aliran Fluida.....	6
2. 6 <i>Froude Number</i> .....	7
2. 7 <i>Reynold Number</i> .....	7
2. 8 <i>Wake Fraction, Advance Velocity (Va), dan Thurst (T)</i> .....	8
2. 9 CFD (Computational Fluid Dynamic).....	11
2. 10 Actuator Disk.....	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	15
3. 1 Studi Literatur.....	15
a. Studi Literatur.....	16
b. Pengumpulan Data.....	16
c. Pembuatan Model.....	19

d. Simulasi Model .....	20
e. Konvergensi .....	20
f. Analisa dan Pembahasan .....	20
g. Kesimpulan dan Saran.....	20
3. 2 Jadwal Pelaksanaan .....	21
<b>BAB IV ANALISA PEMBAHASAN .....</b>	<b>23</b>
4.1 Model Kapal KMP. Cakalang II .....	23
4.2.1. Model KMP. Cakalang II Menggunakan Software Maxsurf.....	23
4.2.2. Model KMP. Cakalang II Menjadi Solid .....	25
4.2 Tahapan Analisa .....	25
4.2.1. Tahapan Meshing atau Pre Processor .....	25
4.2.2. Tahapan <i>Solver</i> .....	32
4.3 Perhitungan Actuator Disk Propeller .....	37
4.4 Hambatan Kapal KMP. Cakalang II .....	39
4.4.1. Hambatan Kapal Pada Skeg 1 .....	39
4.4.2. Hambatan Kapal Pada Skeg 2.....	40
4.4.3. Hambatan Kapal Pada Skeg 3.....	41
4.5 Pola Aliran Kapal KMP. Cakalang II .....	44
4.6 Nilai <i>Wake Fraction</i> .....	49
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>51</b>
5.1 Kesimpulan.....	51
5.2 Saran.....	51
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>53</b>
<b>BIODATA PENULIS.....</b>	<b>85</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Skeg Kapal Cakalang II .....	1
Gambar 2. 1 Kapal Cakalang II .....	3
Gambar 2. 2 Skeg <i>inboard</i> .....	4
Gambar 2. 3 Skeg <i>outer shaft</i> .....	4
Gambar 2. 4 Aliran Tunak ( <i>Steady Flow</i> ) .....	6
Gambar 2. 5 Aliran Tak Tunak ( <i>Unsteady Flow</i> ) .....	6
Gambar 2. 6 Aliran Laminer dan Turbulen .....	7
Gambar 2. 7 Ilustrasi Wake pada badan kapal .....	8
Gambar 2. 8 Diagram Halvard untuk menentukan <i>Wake</i> .....	10
Gambar 2. 9 Metode Actuator Disk ( <i>Numeca Fine Marine</i> ) .....	13
Gambar 3. 1 Diagram Alir Metodologi Penelitian .....	15
Gambar 3. 2 Lanjutan Diagram Alir Metodologi Penelitian .....	16
Gambar 3. 3 <i>Lines Plan</i> Kapal Cakalang II .....	17
Gambar 3. 4 <i>General arrangement</i> Kapal Cakalang II .....	17
Gambar 3. 5 Detail Skeg Kapal Cakalang II .....	18
Gambar 3. 6 Data Propeller Kapal Cakalang II .....	18
Gambar 3. 7. Skeg 1 dengan luas 3.82 m <sup>2</sup> , dan panjang 6.5 m .....	19
Gambar 3. 8 Skeg 2 dengan luas 6.64 m <sup>2</sup> , dn panjang 8 m .....	19
Gambar 3. 9 Skeg 3 dengan luas 5.61 m <sup>2</sup> , dn panjang 7.5 m .....	20
Gambar 3. 10 Skeg Sebelum Penambahan Panjang (SKEG 1) .....	24
Gambar 3. 11 Skeg Setelah Penambahan Panjang 1,5 (SKEG 2) .....	24
Gambar 3. 12 Skeg Variasi Penambahan Panjang 1 m (SKEG 3) .....	24
Gambar 4. 1 Hasil Pembuatan Model Menggunakan <i>Maxsurf</i> .....	23
Gambar 4. 2 Model Kapal Menjadi Solid .....	25
Gambar 4. 3 Stndart Ukuran Boundary Domain .....	25
Gambar 4. 4 <i>Create Project</i> .....	26
Gambar 4. 5 <i>Body Configuration</i> .....	26
Gambar 4. 6 <i>Flow Definition</i> .....	27
Gambar 4. 7 <i>Additional Inputs</i> .....	27
Gambar 4. 8 <i>Mesh Set-Up</i> .....	28
Gambar 4. 9 Konfigurasi Inital Mesh .....	28
Gambar 4. 10 Konfigurasi Adapt to Geometri .....	29
Gambar 4. 11 Tampilan Mesh setelah tahap <i>Adapt to Geometry</i> .....	29
Gambar 4. 12 Konfigurasi <i>Snap to Geometry</i> .....	30
Gambar 4. 13. Konfigurasi <i>Optimize</i> .....	30
Gambar 4. 14 Konfigurasi Lapisan Viskos .....	31
Gambar 4. 15 Hasil Meshing Lambung Kapal .....	31

Gambar 4. 16 Hasil Keseluruhan.....	31
Gambar 4. 17 Konfigurasi General Parameters .....	32
Gambar 4. 18 Konfigurasi <i>Fluid Model</i> .....	32
Gambar 4. 19 Konfigurasi <i>Fluid Model</i> .....	33
Gambar 4. 20 Konfigurasi <i>Boundary Condition Solid</i> .....	33
Gambar 4. 21 Konfigurasi <i>Boundary Condition External</i> .....	34
Gambar 4. 22 Konfigurasi <i>Body Definition</i> .....	34
Gambar 4. 23 Konfigurasi <i>Body Motion</i> .....	35
Gambar 4. 24 Konfigurasi <i>Intial Solution</i> .....	35
Gambar 4. 25 Konfigurasi <i>Control Variabel</i> .....	36
Gambar 4. 26 Konfigurasi <i>Outputs</i> .....	36
Gambar 4. 27 <i>Actuator disk propeller</i> pada <i>Numeca Fine Marine</i> .....	37
Gambar 4. 28 Karakteristik Propeller Kapal.....	39
Gambar 4. 29 Hasil Hambatan Skeg 1 Pada <i>Numeca Fine Marine</i> .....	39
Gambar 4. 30 Wetted Surface Area Skeg 1 .....	40
Gambar 4. 31 Hasil Hambatan Skeg 2 Pada <i>Numeca Fine Marine</i> .....	40
Gambar 4. 32 Wetted Surface Area Skeg 2 .....	41
Gambar 4. 33 Hasil Hambatan Skeg 3 Pada <i>Numeca Fine Marine</i> .....	41
Gambar 4. 34 Wetted Surface Area Skeg 3 .....	42
Gambar 4. 35 Grafik Data Uji Model Menggunakan <i>Fine Marine Numeca</i> .....	42
Gambar 4. 36 Grafik Data Uji Model Menggunakan <i>Maxsurf</i> .....	43
Gambar 4. 37 Grafk Perbedaan Uji Model Hambatan Pada <i>Maxsurf</i> dan <i>Numeca</i> .....	44
Gambar 4. 38 <i>Relative Velocity</i> Pada Sumbu Y dan Z Pada Skeg 1 .....	45
Gambar 4. 39 <i>Relative Velocity</i> Pada Sumbu Y dan Z Pada Skeg 2 .....	46
Gambar 4. 40 <i>Relative Velocity</i> Pada Sumbu Y dan Z Pada Skeg 3 .....	47
Gambar 4. 41 Grafik Luasan Skeg Dengan $V_a$ .....	49
Gambar 4. 42 Grafik Nilai Wake Fraction.....	50

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Variasi Model.....	19
Tabel 3. 2 Jadwal Pelaksanaan Pengerjaan Tugas Akhir .....	21
Tabel 4. 1 Data Kapal Planning Hull KMP. Cakalang II.....	24
Tabel 4. 2 Spesifikasi propeller yang digunakan simulasi actuator disk .....	38
Tabel 4. 3 Karakteristik propeller (KT,KQ, dan $\eta$ ).....	38
Tabel 4. 4 Data Hasil Uji Model Kapal KMP. Cakalang II Menggunakan <i>Numeca</i> .....	42
Tabel 4. 5 Data Hasil Uji Model Kapal KMP. Cakalang II Menggunakan <i>Maxsurf</i> .....	43
Tabel 4. 6 Data Hasil Uji <i>Advance velocity</i> dengan Menggunakan <i>Fine Marine</i> .....	48
Tabel 4. 7 Data Hasil Uji <i>Advance velocity</i> dengan Perhitungan .....	48
Tabel 4. 8 Data Hasil Uji <i>Wake Fraction</i> Dengan Menggunakan <i>Fine Marine</i> .....	49
Tabel 4. 9 Data Hasil Uji <i>Wake Fraction</i> dengan Perhitungan .....	50

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Dalam setiap aliran air pada haluan kapal sampai ke bagian buritan kapal, selalu terjadi *wake*/ arus ikut ( $w$ ) yang merupakan perbedaan antara kecepatan kapal dengan kecepatan air yang melalui baling-baling (Sv. Aa Harvald, 1983). Nilai *wake* ini yang akan menyebabkan besar  $V_a$  (*speed of advance*) akan selalu lebih kecil dari  $V_s$  (kecepatan *service*). Semakin besar *wake* maka  $V_a$  akan menjadi lebih kecil, sehingga daya yang diperlukan untuk mendorong kapal  $T$  (*thrust*) mencapai kecepatan yang diinginkan menjadi lebih besar [1].

Skeg merupakan salah satu bentuk modifikasi pada bagian buritan kapal yang berfungsi untuk mengatur fluida yang mengalir agar lebih *smooth* ketika melewati lambung kapal dan propeller [2]. Pada kapal jenis *twin screw*, skeg ini memiliki fungsi untuk mengatur aliran fluida *propeller* menuju kemudi, dan memisahkan aliran fluida agar tidak turbulen antar gaya dorong propeller.

KMP. Cakalang II merupakan salah satu jenis kapal *ferry* yang dibangun pada tahun 2010. Kapal ini beroperasi di Pelabuhan Sape menuju ke Pelabuhan Labuan Bajo. Pada docking tahun 2018 kapal ini dilakukan penambahan panjang skeg, dengan alasan bahwa kapal kurang stabil, dalam hal aliran, sehingga tujuan memberikan penambahan panjang skeg ini agar kapal menjadi lebih stabil. Dengan adanya penambahan panjang skeg sebesar 1500 mm ini tentunya memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap pola aliran fluida, *resistance* dan juga *wake fraction* kapal.



Gambar 1. 1 Skeg Kapal Cakalang II

Dalam tugas akhir ini nantinya akan dilakukan analisa terkait pengaruh dari penambahan panjang skeg tersebut terhadap pola aliran fluida dengan simulasi *software* CFD (*Computational Fluid Dynamics*), *resistance* dan pengaruh terhadap *wake fraction* kapal. Penggunaan *software* ini dilakukan untuk menggambarkan model bentuk skeg, dan analisa model aliran fluida.

### 1.1 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh penambahan panjang skeg terhadap perubahan *resistance* pada KMP. Cakalang II?
2. Bagaimana pengaruh penambahan panjang skeg terhadap aliran pada KMP. Cakalang II?
3. Bagaimana pengaruh penambahan panjang skeg terhadap *wake fraction* pada KMP. Cakalang II?

### 1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang akan dicapai dalam penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan panjang skeg terhadap perubahan *resistance* pada KMP. Cakalang II
2. Untuk mengetahui pengaruh penambahan panjang skeg terhadap aliran pada KMP. Cakalang II
3. Untuk mengetahui pengaruh penambahan panjang skeg terhadap *wake fraction* pada KMP. Cakalang II

### 1.3 Batasan Masalah

Untuk lebih memfokuskan pembahasan dalam tugas akhir ini, maka permasalahan akan dibatasi sebagai berikut:

1. Data kapal yang digunakan yaitu KMP. Cakalang II. Dengan ukuran LPP (*Length of Perpendicular*) = 48 m, panjang LOA (*Length Over All*) = 55.5 m, lebar B (*Breadth*) = 13 m, tinggi H (*Height*) = 3.45 m, dan sarat air T (*Draft*) = 2.45 m.
2. Analisa aliran yang digunakan dengan program CFD (*Computational Fluid Dynamics*)
3. Material konstruksi skeg diabaikan

### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari tugas akhir ini adalah:

1. Sebagai bahan pembelajaran pengaruh penambahan panjang skeg terhadap aliran
2. Diharapkan menjadi tolak ukur atau referensi dalam pengambilan keputusan terhadap penambahan panjang skeg
3. Sebagai bahan acuan dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan dapat digunakan sebagai bahan kajian untuk penelitian yang akan datang.



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kapal Cakalang II

Kapal Cakalang II merupakan kapal ferry penyebrangan jenis Ro-ro, yang beroperasi di Pelabuhan Sape menuju ke Pelabuhan Labuhan Bajo. Kapal ini dibangun pada tahun 2010, yang memiliki gross tonnage 693 GT. Jenis kapal ini twin screw yang memiliki 2 jenis propeller dan 2 mesin diesel dengan 1055 Kw. Berikut adalah ukuran utama KMP. Cakalang II, sebagai berikut:

IMO Number	: 9613537
Loa	: 55.5 m
Lpp	: 48 m
B	: 13 m
H	: 3.45 m
T	: 2.45 m
Gross Tonnage	: 693 m
Jenis propeller	: FPP (Fixed Pitch Propeller)
Jenis Kemudi	: Tipe kemudi menggantung
Panjang Skeg	: 6500 mm, penambahan skeg 1500 mm, sehingga total panjang skeg = 8000 mm ~ 8 m
Class	: BKI

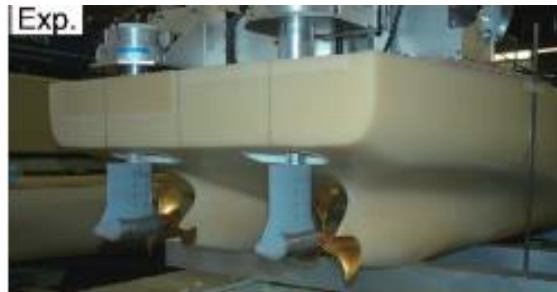


Gambar 2. 1 Kapal Cakalang II  
Sumber : *asdp Indonesian ferry*

### 2.2 Skeg

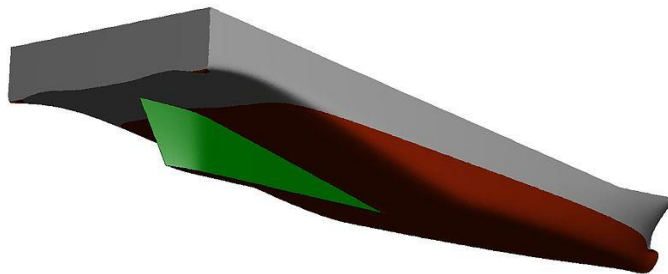
Skeg merupakan salah satu bentuk modifikasi pada bagian buritan kapal yang berfungsi untuk mengatur fluida yang mengalir agar lebih *smooth* ketika melewati lambung kapal. Selain itu juga berfungsi untuk menyangga poros sehingga poros menjadi lebih kuat (rigid) dan tidak akan bengkok ketika berputar pada putaran tinggi.

Pada umumnya skeg dibagi menjadi 2 jenis, yang pertama adalah jenis skeg yang ditempatkan *inboard* dengan shaft propeller, skeg jenis ini memiliki 2 fungsi untuk menyangga poros serta memperlancar aliran fluida. Selain itu juga memberikan perlindungan terhadap poros dari kerusakan. Adapun gambar skeg *inboard* dapat ditunjukkan pada gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Skeg *inboard*  
Sumber : Nobuaki Sakamoto, 2014

Yang kedua adalah skeg yang ditempatkan *outer shaft*, yang lebih efektif dalam mengatur aliran fluida agar lebih smooth menuju propeller. Skeg ini memiliki fungsi yang kritis bahwa propeller tidak akan bekerja dengan baik apabila aliran turbulen, yang dapat menyebabkan getaran yang berlebihan. Skeg ini sangat rentan menyebabkan getaran karena memiliki efek pada aliran air terutama pada bagian buritan kapal. Beberapa kapal di Jerman memiliki skeg yang sangat besar dibelakang untuk melindungi kemudi dari aliran turbulen yang dapat menyebabkan getaran dan kerusakan. (Stuart Slade, [www.navweaps.com](http://www.navweaps.com)). Adapun gambar skeg *outer shaft* dapat ditunjukkan pada gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Skeg *outer shaft*  
Sumber : [www.commonswikimedia.org](http://www.commonswikimedia.org)

Twin screw propeller adalah salah satu jenis pengaplikasian penggerak di kapal. Pada aplikasinya pemasangan twin screw propeller juga sering diaplikasikan skeg, dengan tujuan untuk menunjang kerja masing-masing propeller. Disamping itu pengaplikasian skeg pada kapal dengan tipe twin screw propeller juga akan mempengaruhi kinerja dari sistem propulsi itu sendiri. Penambahan struktur skeg

ini akan secara langsung mengubah wake (arus ikut) yang terjadi pada propeller harus diperhitungkan karena cukup berpengaruh pada thurst kapal.

Penambahan konstruksi skeg akan berakibat ada berkurangnya kemampuan oleh gerak dari kapal, oleh karena itu jika kemampuan oleh gerak kapal tidak terganggu maka luasan skeg dibatasi maksimal 30% dari luasan kemudi (Dr, A.F Molland). Dengan adanya skeg dapat mengubah aliran turbulen menjadi laminar di bagian buritan kapal [3].

### 2.3 Tahanan (*Resistance*)

Tahanan kapal merupakan ilmu yang mempelajari reaksi fluida akibat gerakan kapal yang melalui fluida tersebut. Dalam istilah hidrodinamika kapal, tahanan adalah besarnya gaya fluida yang bekerja pada kapal sedemikian rupa hingga melawan gerakan kapal tersebut [4]. Besarnya nilai tahanan total merupakan jumlah total tahanan yang bekerja pada kapal sebagai berikut:

#### a. Tahanan Gesek

Tahanan gesek terjadi akibat adanya gesekan permukaan badan kapal dengan media yang dilaluinya yaitu air. Partikel air yang terdapat pada lapisan batas (*boundary layer*) mengalami percepatan karena adanya kecepatan lambung kapal. Penting tidaknya gesekan ini dalam suatu situasi fisik tergantung pada jenis fluida dan konfigurasi fisik atau pola alirannya (*flow pattern*) [5].

#### b. Tahanan Gelombang

Tahanan gelombang merupakan hambatan yang diakibatkan oleh adanya gerakan kapal pada air sehingga dapat menimbulkan gelombang baik pada saat air tersebut dalam keadaan tenang maupun pada saat air tersebut sedang bergelombang [5].

#### c. Tahanan Udara

Tahanan udara diartikan sebagai tahanan yang dialami oleh bagian badan yang berada diatas air dan bangunan atas. Tahanan ini bergantung pada kecepatan kapal, dan luas serta bentuk bagian atas tersebut.

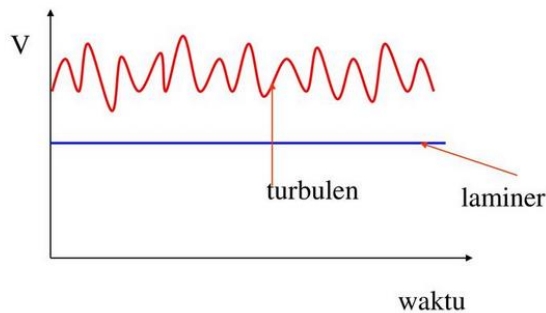
#### d. Tahanan Tambahan

Tahanan yang diakibatkan oleh tahanan selain tahanan gelombang, tahanan udara, dan tahanan gesek. Tahanan tambahan juga termasuk tahanan udara, bagian badan kapal, dan kemudi [5].

### 2.4 Jenis Aliran Fluida

#### a. Aliran Tunak (*Steady Flow*)

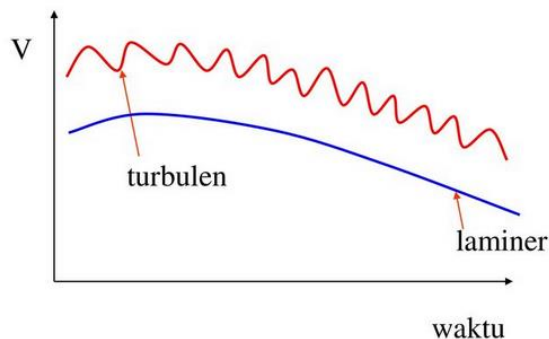
Aliran tunak adalah aliran dimana, sifat dari partikel partikel pada suatu tempat tidak akan berubah terhadap waktu. Jadi dalam aliran yang tunak, sifat sifat partikel pada suatu tempat tidak akan berubah terhadap waktu, meskipun tempat yang lainnya bisa jadi sifat sifat partikel tadi akan berbeda, yang hanya disebabkan karena perubahan posisi dari partikel. Sebagai contoh, aliran air yang dipompa secara terus menerus melalui pipa secara konstan, sehingga parameter aliran, seperti kecepatan aliran tadi tidak akan berubah terhadap waktu [6].



Gambar 2. 4 Aliran Tunak (*Steady Flow*)  
 Sumber: Harjanti Susman, 2018 ([www.slideplayer.com](http://www.slideplayer.com))

b. Aliran Tak Tunak (*Unsteady Flow*)

Aliran tak tunak adalah aliran dimana, sifat sifat dari partikel pada suatu tempat berubah terhadap waktu. Jadi sifat partikel pada tempat yang sama akan selalu berubah dan tidak sama. Sebagai contoh aliran air yang dipompa secara tidak tentu (seperti membuka tutup katup aliran dalam pipa) melalui pipa, sehingga parameter aliran, seperti kecepatan aliran tadi akan berubah ubah terhadap waktu [6].



Gambar 2. 5 Aliran Tak Tunak (*Unsteady Flow*)  
 Sumber: Harjanti Susman, 2018 ([www.slideplayer.com](http://www.slideplayer.com))

## 2. 5 Sifat Aliran Fluida

Fluida merupakan suatu zat yang dapat mengalir berupa cairan atau gas. Dalam bidang hidrodinamika terdapat dua sifat aliran yaitu:

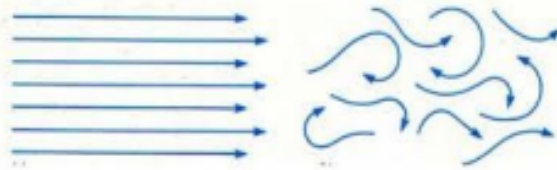
a. Aliran Laminar

Merupakan aliran yang gerak partikelnya sejajar dengan garis arusnya, sehingga seolah-olah bergerak sepanjang lintasan-lintasan yang halus dan lancar. Pada aliran laminar aliran fluida bergerak sebagai sejumlah lapisan atau

laminasi. Dimana semua lapisan tersebut tidak saling memotong tetapi saling bergeseran, pada kecepatan relatif. Aliran laminar bersifat *steady* bahwa alirannya tetap.

b. Aliran Turbulen

Merupakan aliran yang dimana partikel fluida memiliki kecepatan aliran yang relative besar dan akan menghasilkan aliran yang tidak laminar tetapi kompleks. Lintasan gerak partikelnya saling tidak teratur sehingga terbentuk gerakan memutar. Ciri aliran turbulen yaitu tidak adanya keteraturan dalam lintasan fluidanya, kecepatan fluida tinggi, panjang skala aliran besar, dan viskositasnya rendah.



Gambar 2. 6 Aliran Laminer dan Turbulen

## 2. 6 Froude Number

Froude Number merupakan bilangan yang digunakan untuk mengukur resistensi dari benda yang bergerak melalui air, dan membandingkan benda benda dengan ukuran yang berbeda [7]. Selain itu bilangan Froude dapat diartikan dengan perbandingan antara gaya inersia dengan gaya gravitasi. Persamaan bilangan Froude adalah sebagai berikut:

$$Fn = \frac{v}{\sqrt{g \times L}} \dots (1)$$

Dimana:

Fn : Bilangan *Froude Number*

V : Kecepatan aliran (m), untuk saluran terbuka L sama dengan kedalaman hidraulik (D) yaitu perbandingan luas permukaan (A) satuannya m<sup>2</sup> dengan lebar permukaan atas (T) satuannya m.

## 2. 7 Reynold Number

Adalah parameter yang digunakan untuk menentukan sifat dari aliran, apakah aliran tersebut laminar atau turbulen. Reynold Number adalah bilangan tak berdimensi yang menyatakan perbandingan antara gaya inersia dan gaya viskos di dalam fluida [7].

$$Rn = \frac{v \cdot L}{\nu} \dots (2)$$

Dimana :

Re : Bilangan Reynolds

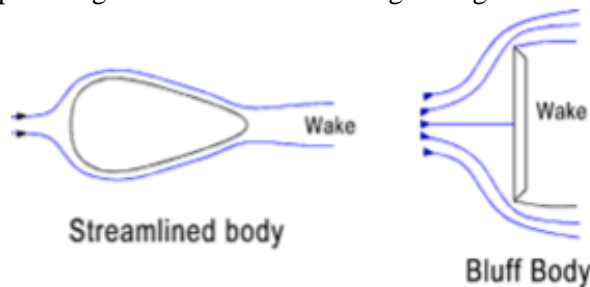
V : Kecepatan Kapal (m/s)

- L : Panjang kapal (m)  
 v : Viskositas kinematik (m<sup>2</sup>/s)

## 2.8 Wake Fraction, Advance Velocity ( $V_a$ ), dan Thrust ( $T$ )

Wake fraction adalah perbedaan antara kecepatan kapal dengan kecepatan propeller. Dalam setiap aliran air pada badan kapal sampai ke bagian buritan kapal, selalu terjadi wake/ arus ikut ( $w$ ) yang merupakan perbedaan antara kecepatan kapal dengan kecepatan air yang melalui baling-baling (Sv. Aa Harvald, 1983). Wake disebabkan oleh [8]:

- Fraction drag* (arus ikut gesekan) dari badan kapal yang menyebabkan kenaikan dari kecepatan dan volume air yang menuju ke daerah propeller. *Fraction drag* ini menyebabkan kenaikan kecepatan fluida
- Bentuk hull kapal akan membentuk pola gelombang pada permukaan air dimana partikel air dan permukaan gelombang mempunyai kecepatan yang disebabkan oleh gerakan *orbitaly*, dimana kecepatan *orbitaly* tersebut bergerak menuju kearah belakang.
- Besarnya wake akan dipengaruhi oleh jumlah propeller. Kapal dengan rancangan menggunakan beberapa propeller akan dirancang sedemikian rupa sehingga air dapat mengalir melalui luasan baling-baling.



Gambar 2. 7 Ilustrasi Wake pada badan kapal

Semakin besar  $w$  yang terjadi akan mengakibatkan  $V_a$  akan menjadi lebih kecil. Dengan  $V_a$  yang semakin kecil maka daya yang diperlukan untuk mendorong kapal agar mencapai kecepatan yang diinginkan akan menjadi lebih besar. Kecepatan *wake* yang efektif pada propeller ini adalah  $V_w$ , yang memiliki arah sama dengan kecepatan kapal  $V$ , sehingga kecepatan air yang sampai ke propeller,  $V_a$  (*speed of advance of propeller*), kecepatan rata-rata aliran di disk propeller  $V_w$ , lebih rendah dari kecepatan kapal  $V$ . Kecepatan *wake efektif* pada propeller :  $V_w = V - V_a$ , parameter koefisien *fraksi wake* di definisikan oleh Taylor sebagai berikut: [9]

$$(1 - w) = \frac{V_a}{V_s} \dots (3)$$

Wake ini adalah faktor penyebab munculnya 2 jenis kecepatan kapal yaitu  $V_s$  kecepatan service kapal dan  $V_a$  kecepatan advance atau kecepatan relative dari partikel air yang melewati propeller. Wake pada kapal dapat terjadi karena

pengaruh dari lambung kapal itu sendiri, yaitu air akan mengalir menuju buritan kapal dan membentuk arus. Dan juga disebabkan karena gerakan propeller kapal sehingga pada bagian tersebut mengandung arus yang sesuai dengan arah gerak propeller tersebut. Kapal dengan single propeller memiliki koefisien *fraksi wake* antara : 0,20 s/d 0,45, berhubungan dengan kecepatan aliran ke propeller  $V_a$ , 0,80 s/d 0,55 kecepatan kapal  $V$ . Koefisien blok besar, koefisien *fraksi wake* lebih besar. Pada kapal yang memiliki dua propeller, biasanya penempatan propeller di luar daerah lapisan gesek (*friction belt/boundary layers*) sehingga  $w$  akan lebih rendah. Wake yang homogen disekitar propeller dapat meningkatkan *advance velocity* [9]. Besarnya nilai  $V_a$  dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$V_a = V_s (1 - w) \dots (4)$$

Nilai dari  $V_a$  sangat berpengaruh terhadap gaya dorong dan efisiensi propeller, adapun rumus dari daya dorong propeller yaitu:

$$P_t = T \times V_a \dots (5)$$

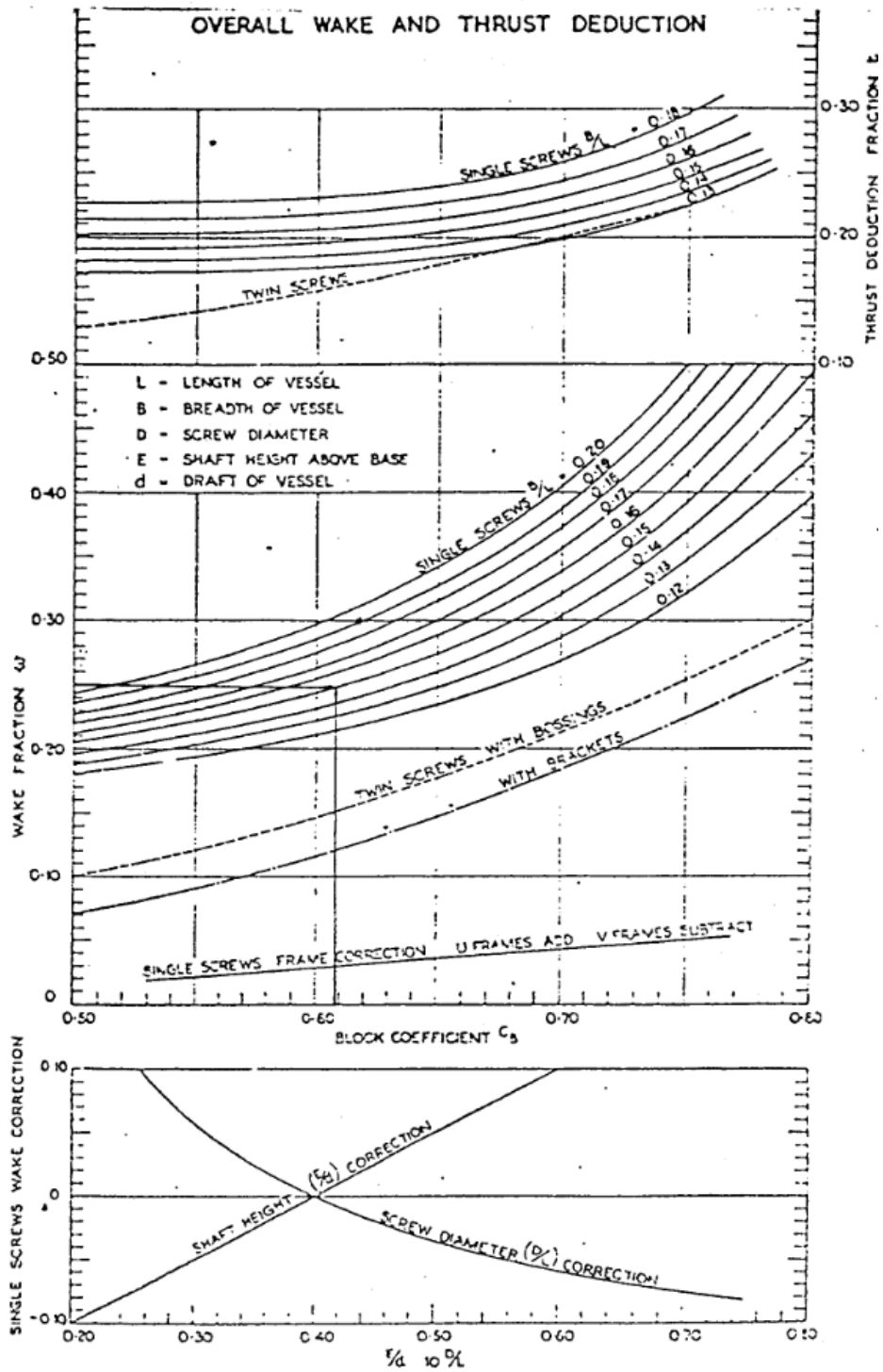
Dimana:  $P_t$  = daya dorong (Kwatt)  
 $T$  = Gaya dorong (kN)  
 $V_a$  = kecepatan advance aliran fluida (m/s)  
 $w$  = *wake fraction* (fraksi arus ikut)

Gaya dorong (Thrust) kapal adalah komponen yang sangat penting untuk mengatasi tahanan (*resistance*) atau gaya hambat kapal. Besarnya gaya dorong yang dibutuhkan kapal sama dengan besarnya gaya hambat yang terjadi pada kapal [10].

$$T = \frac{R}{(1-t)} \dots (6)$$

Dimana:  $R$  = tahanan kapal (*resistance*) (kN)  
 $T$  = Gaya dorong (kN)  
 $t$  = *thrust deduction*

Faktor utama yang mempengaruhi *wake* adalah bentuk lambung kapal, sehingga ada beberapa rumus yang menggunakan fungsi dari koefisien block ( $C_b$ ) untuk menentukan *wake fraction*. *Wake* akan bertambah dengan membesarnya  $C_b$ . Selain itu faktor yang menentukan harga *wake* yaitu panjang kapal, lebar kapal, sarat kapal, kondisi permukaan luar badan kapal, trim kapal, dan letak *Longitudinal Center of Bouyancy* (LCB). Aliran *wake* ini juga dipengaruhi oleh adanya bagian kapal yang letaknya menonjol dari lambung kapal. Contohnya seperti kemudi, skeg, dll. peletakan kemudi akan menambah besarnya aliran *wake* karena resultan dari aksi kerja kemudi berarah maju. Hal ini mengaibatkan sedikit pertambahan pada *wake fraction* kapal. Selain itu *wake fraction* juga berpengaruh terhadap *wake fraction*, semakin besar tahanan kapal maka akan mengurangi besarnya *wake* [11]. Pada gambar 2.8 merupakan diagram harlvard untuk menentukan *harga wake fraction*.



Gambar 2. 8 Diagram Halvard untuk menentukan Wake



Gaya dorong  $T$  yang diperlukan untuk mendorong kapal harus lebih besar dari  $R$  kapal, selisih antara  $T$  dengan  $R = T - R$  disebut penambahan tahanan, yang pada prakteknya hal ini dianggap sebagai pengurangan atau deduksi dalam gaya dorong baling-baling, kehilangan gaya dorong sebesar  $(T - R)$  ini dinyatakan dalam fraksi deduksi gaya dorong [12]. Putaran propeller menyebabkan air di bagian depannya terhisap ke arah belakang propeller. Hal ini akan menghasilkan tahanan ekstra badan kapal yang biasa disebut dengan *augment of resistance* atau dalam hubungannya dengan daya dorong total  $T$  (*total thrust*), yang dibutuhkan propeller adalah *thrust deduction fraction*. Nilai  $t$  dapat dihitung apabila nilai  $w$  diketahui:

Untuk single screw ships: [13]

$$t = k w \dots (7)$$

Dimana :  $k = 0.5 - 0.7$  untuk kapal dengan *streamlined or contrarudders*  
 $k = 0.8 - 0.9$  untuk kapal dengan *double plate rudder*  
 $k = 0.9 - 1.0$  untuk kapal dengan *single plate rudders*

Untuk twins screw ships: [13]

$$t = 0.7 w + 0.06 \dots (8)$$

Dimana :  $w =$  wake fraction

## 2.9 CFD (Computational Fluid Dynamic)

CFD merupakan salah satu software yang menggunakan analisis numeric untuk menganalisis dan memecahkan problematika yang melibatkan fluida. Secara umum CFD ini menganalisa sistem yang melibatkan fluida, perpindahan panas, dan fenomena yang berkaitan dengan reaksi kimia dengan menggunakan simulasi computer. Kegunaan dari penggunaan software CFD ini yaitu untuk mengetahui bagaimana fluida mengalir, dan memperkirakan apa yang akan terjadi pada benda yang mengalami kontak dengan aliran fluida.

Prinsip CFD adalah membagi ruangan berisi fluida yang akan dilakukan menjadi beberapa bagian, hal ini disebut meshing. Bagian yang terbagi tersebut merupakan sebuah kontrol-kontrol perhitungan yang akan dilakukan oleh *software*. Setiap titik kontrol yang telah terbagi tersebut dilakukan perhitungan dengan batasan domain dan *boundary condition* yang telah ditentukan.

CFD merupakan program yang dapat digunakan untuk menganalisa aliran fluida beserta karakteristik yang timbul akibat Bergeraknya suatu benda pada fluida tersebut. Persamaan dasar fluida pada CFD merupakan persamaan yang didasarkan pada dinamika fluida yaitu persamaan kontinuitas, momentum dan energi [14]. Berdasarkan prinsip-prinsip dasar mekanika fluida, konversi energy, momentum, massa, serta species, perhitungan CFD dapat dilakukan. Secara sederhana proses perhitungannya adalah dengan kontrol-kontrol perhitungan yang telah dilakukan maka kontrol perhitungan tersebut akan dilibatkan dengan memanfaatkan persamaan-persamaan yang terlibat. Persamaan ini adalah persamaan yang dibangkitkan dengan memasukkan parameter apa saja yang terlibat dalam domain. Inisial awal dari persamaan adalah *boundary condition*. *Boundary condition* adalah kondisi dimana kontrol-kontrol perhitungan didefinisikan sebagai definisi awal

yang akan dilibatkan kontrol-kontrol perhitungan yang berdekatan dengannya melalui persamaan yang terlibat.

Hasil yang didapat pada kontrol point terdekat dari perhitungan persamaan yang terlibat akan diteruskan menuju kontrol point terdekat lainnya secara terus menerus hingga seluruh domain terpenuhi. Kemudian hasil akan disajikan dalam bentuk warna, vector, dan nilai yang mudah untuk dilihat dengan konfigurasi jangkauan dari nilai terbesar dan terkecil. Secara garis besar proses perhitungan CFD terdiri dari 3 bagian yaitu:

#### **2.4.1 Pre Processor**

Merupakan tahanan awal pemograman yang terdiri dari input data dengan pendefinisian domain, kondisi batas, *boundary condition*, serta akan dilakukan meshing data atau pembagian benda yang akan dianalisa.

#### **2.4.2 Processor**

Tahap processor merupakan tahap dilakukannya perhitungan data yang diinput dengan persamaan yang terlibat secara iteratif. Bahwa perhitungan yang dilakukan secara berulang-ulang hingga hasil memiliki eror terkecil atau mencapai nilai yang konvergen. Perhitungan dilakukan secara menyeluruh terhadap volume kontrol dengan proses integrasi persamaan diskrit.

#### **2.4.3 Post Processor**

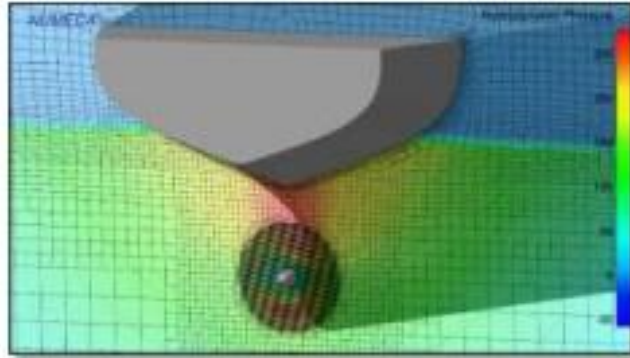
Post processing merupakan tahap visualisasi, hasil perhitungan akan diinterprestasikan kedalam gambar, grafik, dan animasi dengan pola tertentu.

### **2. 10 Actuator Disk**

Idealis baling-baling yang paling sederhana adalah dengan memperlakukan baling-baling sebagai *actuator* artinya baling-baling digantikan oleh *disk* / piringan dengan radius yang sama. Teori ini menganggap bahwa propeller sebagai alat untuk mempercepat pindahnya air sampai ketempatnya didepan daun baling-baling [15]. Air akan mengalami percepatan aksial dan menimbulkan slip dengan kecepatan kearah belakang kapal akibat gerak berputarnya daun baling-baling. Reaksi yang timbul akibat percepatan air kebelakang menimbulkan gaya dorong. Gaya dorong dan torsi yang dikirim dapat dikaitkan dengan perubahan dalam kecepatan fluida, metode ini dapat berguna untuk perhitungan efisiensi maksimum serta perkiraan kecepatan baling-baling. Namun, teori momentum tidak menyediakan informasi tentang dorongan baling-baling difirensial dan torsi pada bagian pisau serta kekuatan dan momen lentur baling-baling. Demikian itu dianggap terlalu sederhana untuk analisis desain baling-baling. Jadi teori momentum dianggap jauh dari tingkat akurasi yang diinginkan untuk model simulasi [11].

Proses perhitungan actuator disk propeller menggunakan persamaan teori momentum propeller yang digunakan untuk memodelkan efek baling-baling tanpa memodelkan baling-baling nyata. Pendekatan dalam menghitung fb (tangential)

termasuk distribusi sederhana yang ditentukan, yang digunakan dalam menentukan total dorong  $T$  dan torsi  $Q$ , interaksi antara propeller dengan lambung kapal.



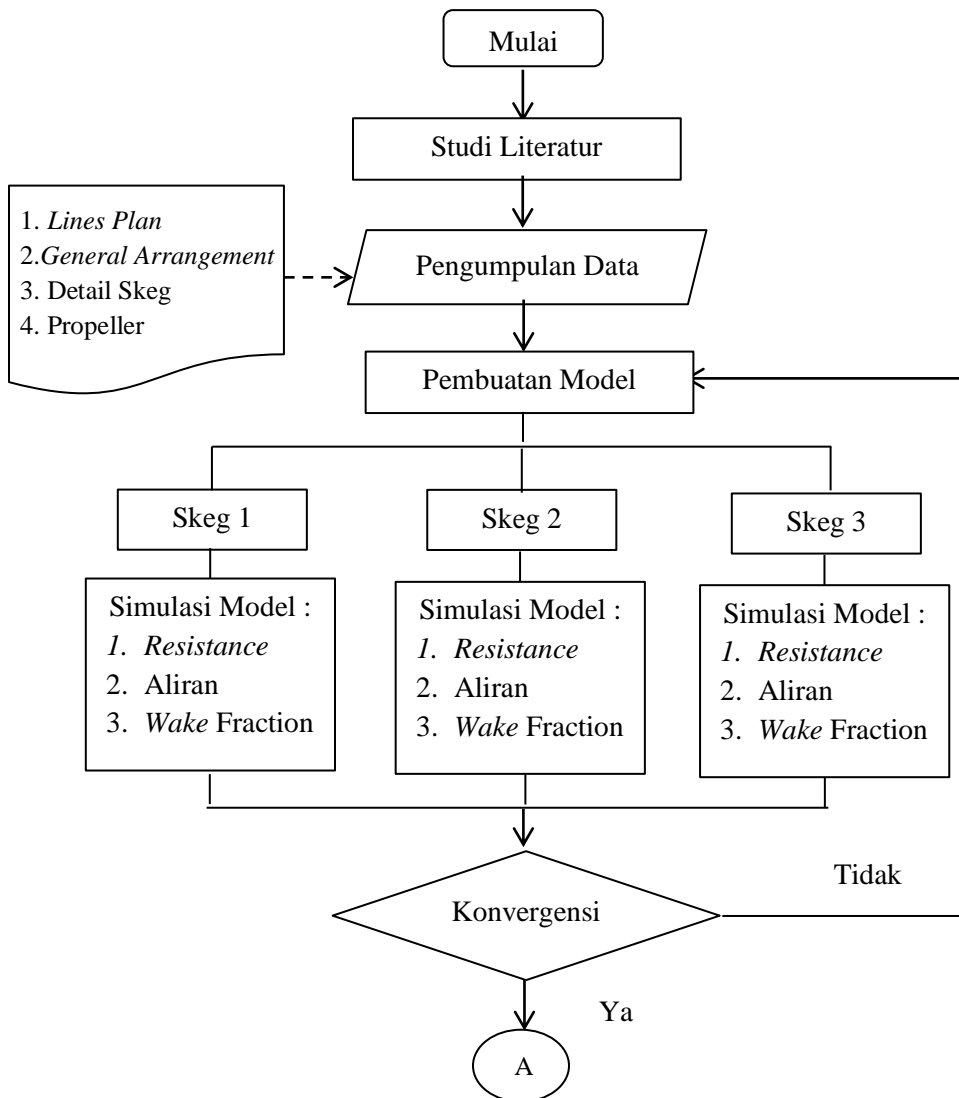
Gambar 2. 9 Metode Actuator Disk (*Numeca Fine Marine*) [16]

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

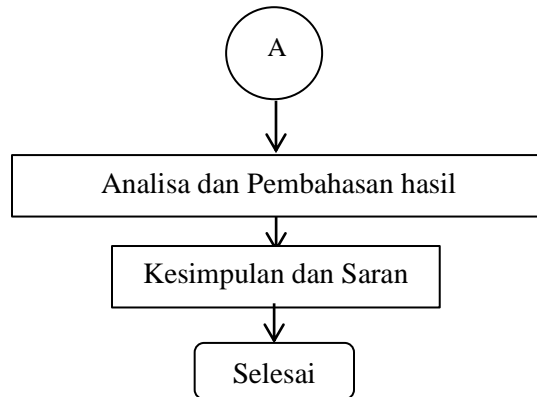
# BAB III METODOLOGI PENELITIAN

## 3.1 Studi Literatur

Metodologi Penelitian merupakan penentuan tujuan dan langkah dalam pengerjaan tugas akhir. Metodologi memiliki fungsi sebagai kerangka utama untuk menjadi penentu pembahasan dalam proses pengerjaan tugas akhir yang akan digunakan dalam proses analisis dan penyelesaian. Pada bab ini nantinya akan diuraikan mengenai proses dan sistematika pengerjaan tugas akhir. Adapun gambaran umum diagram alir dalam tugas akhir ini yaitu pada gambar 3.1 sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian



Gambar 3. 2 Lanjutan Diagram Alir Metodologi Penelitian

#### a. Studi Literatur

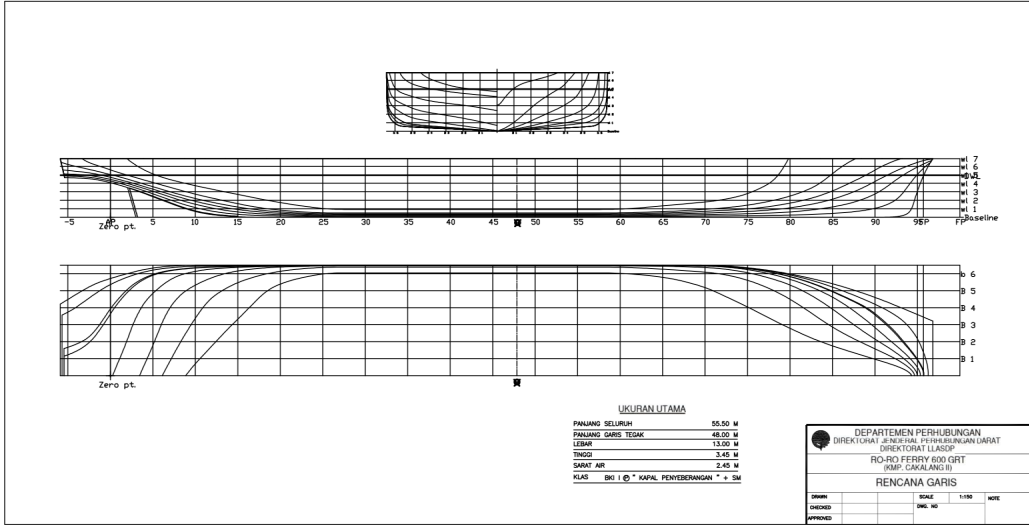
Studi literature dilakukan dengan mencari referensi penelitian sebelumnya mengenai penambahan skeg pada kapal. Referensi tersebut yang berkaitan dengan pengaruh adanya penambahan skeg terhadap aliran kapal serta *wake fraction*. Bentuk dari refensi literatur dalam tugas akhir ini yaitu jurnal, buku, Internet, tugas akhir, serta *paper*. Studi literatur bertujuan untuk membantu dalam menyelesaikan permasalahan yang dibahas berdasarkan teori atau cara dalam menyelesaikan permasalahan tersebut.

#### b. Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan data pendukung tentang permasalahan dalam tugas akhir ini, data tersebut selanjutnya digunakan untuk melakukan analisa lebih lanjut. Data yang dibutuhkan dalam pengerjaan tugas akhir ini yaitu berupa ukuran utama kapal, gambar rencana garis, gambar rencana umum dari KMP Cakalang II, gambar detail skeg, dan propeller. Adapun ukuran utama dari kapal KMP. Cakalang II ini yaitu:

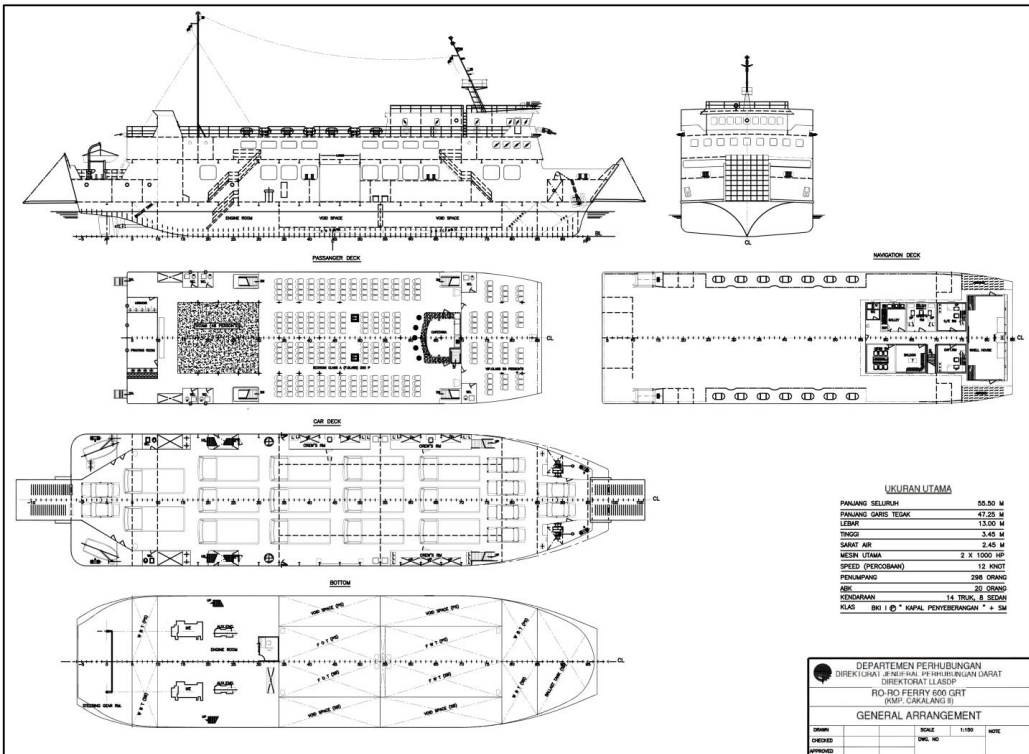
Loa	:	55.5	m
Lpp	:	48	m
B	:	13	m
H	:	3.45	m
T	:	2.45	m

Adapun rencana garis (*linesplan*) dari KMP. Cakalang II ini dapat terlihat pada gambar 3.3 sebagai berikut



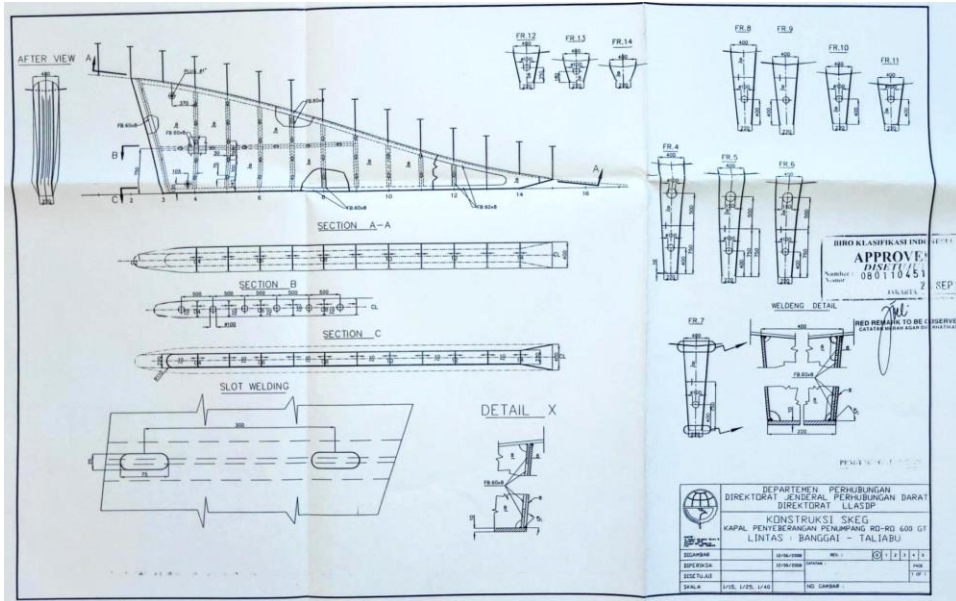
Gambar 3. 3 Lines Plan Kapal Cakalang II

Adapun rencana umum (*General Arrangement*) dari KMP. Cakalang II ini dapat terlihat pada gambar 3.4 sebagai berikut:

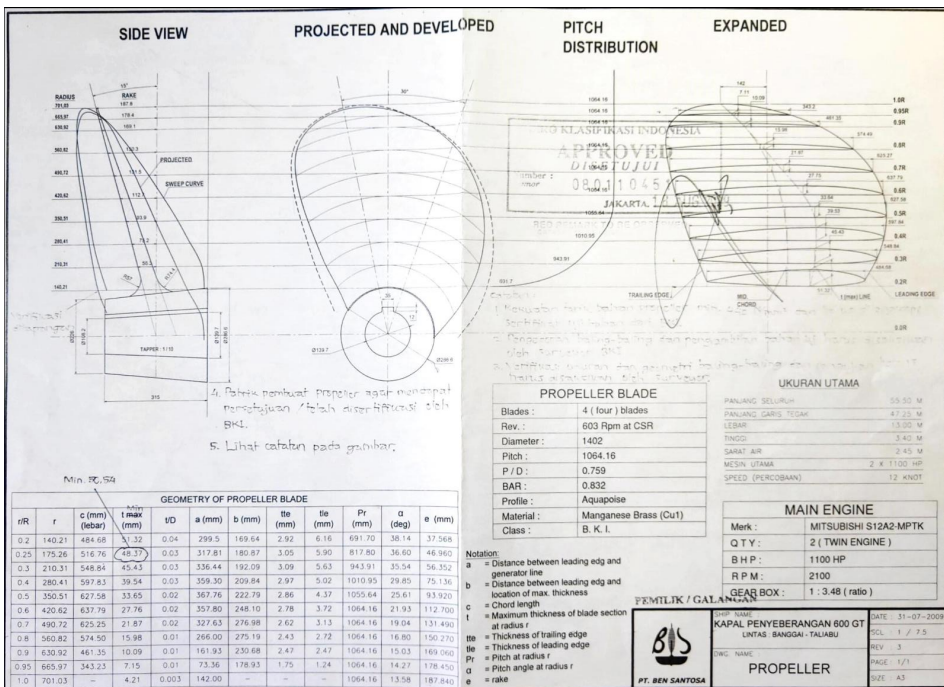


Gambar 3. 4 General arrangement Kapal Cakalang II

Sedangkan gambar detail skeg sebelum penambahan panjang dari KMP. Cakalang II ini dapat terlihat pada gambar 3.5 sebagai berikut:



Gambar 3. 5 Detail Skeg Kapal Cakalang II



Gambar 3. 6 Data Propeller Kapal Cakalang II



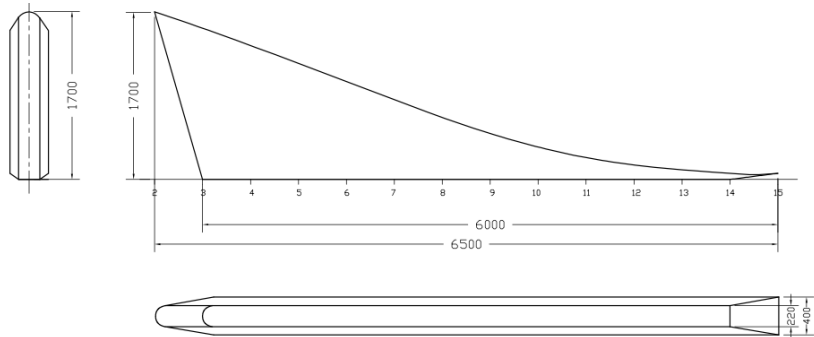
### c. Pembuatan Model

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data dengan pembuat model terhadap data yang didapat. Perencanaan pemodelan kapal dan skeg dilakukan dengan menggunakan *software maxsurf*, yang kemudian akan disimulasikan menggunakan software CFD untuk mengetahui nilai *resistance*, pola aliran, dan *wake fraction*. Variasi ini berdasarkan pada luas rudder (Triyono, 2010) Berikut adalah variasi model yang akan diteliti:

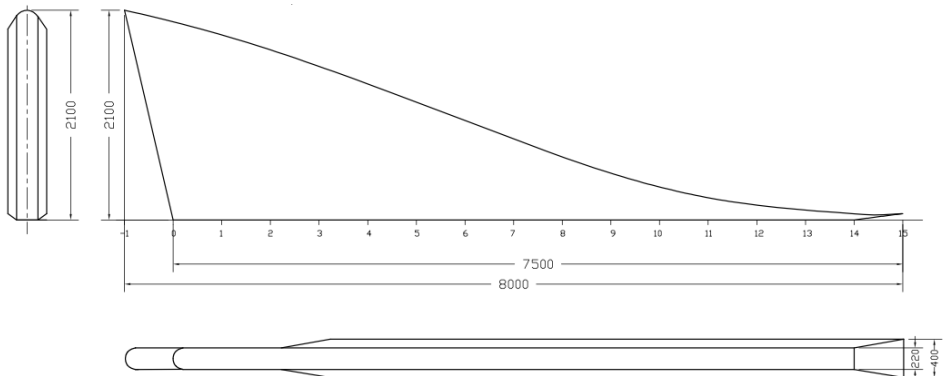
Tabel 3. 1 Variasi Model

Nama	Variasi	Luas Rudder (m <sup>2</sup> )	Luas (m <sup>2</sup> )	Penambahan Panjang (m)	Total Panjang (m)
Skeg 1	1,02 x Luas Rudder	3,72	3,82	0	6,5
Skeg 2	1,78 x Luas Rudder	3,72	6,64	1,5	8
Skeg 3	1,5 x Luas Rudder	3,72	5,61	1	7,5

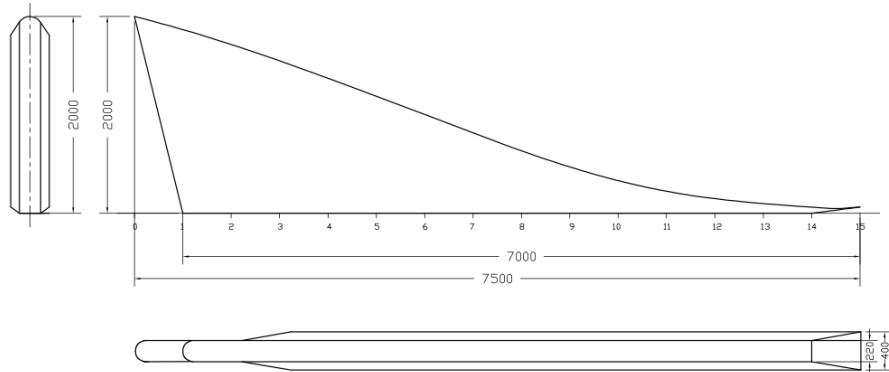
Berikut adalah gambar detail dimensi dari variasi skeg, sebagai berikut:



Gambar 3. 7. Skeg 1 dengan luas 3.82 m<sup>2</sup>, dan panjang 6.5 m



Gambar 3. 8 Skeg 2 dengan luas 6.64 m<sup>2</sup>, dan panjang 8 m



Gambar 3. 9 Skeg 3 dengan luas  $5.61 \text{ m}^2$ , dn panjang 7.5 m

#### d. Simulasi Model

Pada tahap ini dilakukan simulasi dari hasil pembuatan model yang telah dilakukan. Simulasi model yang digunakan untuk menganalisa model yaitu menggunakan metode *Computational Fluid Dynamic (CFD)* menggunakan *software NUMECA Fine Marine*. Sehingga dari hasil simulasi ini akan didapatkan *resistance*, karakteristik aliran serta *wake fraction* berdasarkan objek yang telah dibuat.

#### e. Konvergensi

Konvergensi didefinisikan sebagai penentu jumlah iterasi dan batas *Root Mean Square (RMS)* sebelum perhitungan CFD dilakukan. Semakin banyak jumlah iterasi maka semakin banyak jumlah elemen yang digunakan pada proses pemodelan, sehingga juga membutuhkan waktu yang lama.

#### f. Analisa dan Pembahasan

Proses analisa dilakukan setelah menjalankan proses simulasi model. Apabila telah dilakukan konvergensi, namun jika konvergensi terjadi kegagalan maka harus kembali lagi pada proses simulasi model.

#### g. Kesimpulan dan Saran

Setelah dilakukan analisa terhadap data yang didapat, maka selanjutnya dapat ditarik kesimpulan dari seluruh kegiatan yang dilakukan. Kesimpulan yang dihasilkan merupakan jawaban dari permasalahan yang dibahas dalam tugas akhir ini. Kesimpulan dapat diperoleh dari hasil rangkuman semua proses dan data yang dilakukan selama mengerjakan tugas akhir. Pada akhir pengerjaan tugas akhir ini akan diberikan beberapa saran terkait proses dan hasil dari tugas akhir. Dengan adanya saran tersebut dapat diharapkan menjadi acuan dalam mengembangkan penelitian selanjutnya.

### 3.2 Jadwal Pelaksanaan

Dalam pengerjaan tugas akhir ini disusun jadwal pelaksanaan tugas akhir adalah sebagai berikut:

Tabel 3. 2 Jadwal Pelaksanaan Pengerjaan Tugas Akhir

Nama Kegiatan	Bulan ke															
	1				2				3				4			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Studi Literatur	■	■														
Pengumpulan Data		■	■													
Pembuatan Model			■	■	■											
Simulasi Tahanan						■	■	■	■							
Validasi hasil simulasi							■	■	■	■						
Simulasi aliran dan wkae menggunakan <i>Actuator Disk Propeller</i>									■	■	■	■				
Analisa hasil simulasi													■	■	■	
Penyempurnaan													■	■	■	
Laporan															■	■

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BAB IV ANALISA PEMBAHASAN

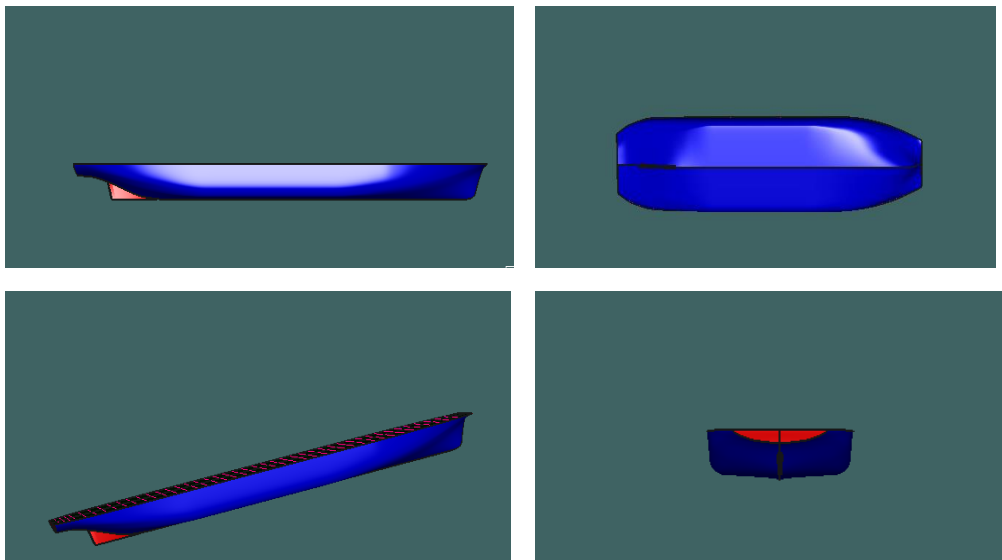
Analisa data dilakukan dengan membuat model kapal dengan bantuan beberapa software untuk pemodelan, kemudian dilakukan analisa dari hasil pemodelan. Pada bab ini akan membahas mengenai analisis dari beberapa variasi model, berdasarkan panjang atau luasan skeg untuk mengetahui *resistance*, pola aliran, dan nilai *wake fraction* kapal. Analisa yang akan dilakukan menggunakan software *Numeca Fine Marine*. Analisa dan pembahasan ini juga yang nantinya akan menjadi acuan untuk pembuatan kesimpulan pada tugas akhir ini.

### 4.1 Model Kapal KMP. Cakalang II

Pembuatan model kapal dilakukan setelah memperoleh data ukuran utama dan gambar *lines plan* kapal Cakalang II. Dari data tersebut dilakukan pembuatan model lambung kapal dengan menggunakan *software maxsurf* sesuai dengan data yang telah diperoleh.

#### 4.2.1. Model KMP. Cakalang II Menggunakan Software Maxsurf

Proses pembuatan model lambung kapal dibuat berdasarkan rencana garis (*lines plan*) dari kapal Cakalang II yang telah ada. Gambar 4.1 adalah hasil dari pemodelan lambung kapal KMP. Cakalang II dengan software *maxsurf*.



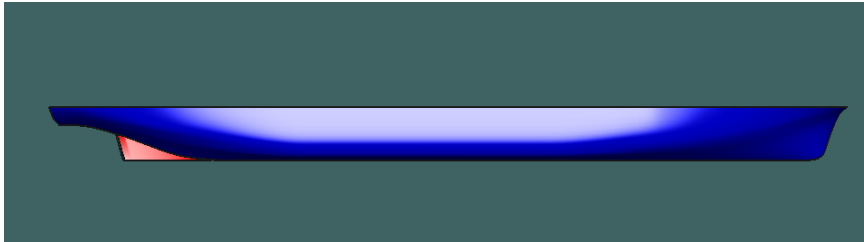
Gambar 4. 1 Hasil Pembuatan Model Menggunakan *Maxsurf*

Setelah dilakukan pemodelan maka akan diperoleh data yang ditunjukkan pada Tabel 4.1 sebagai berikut:

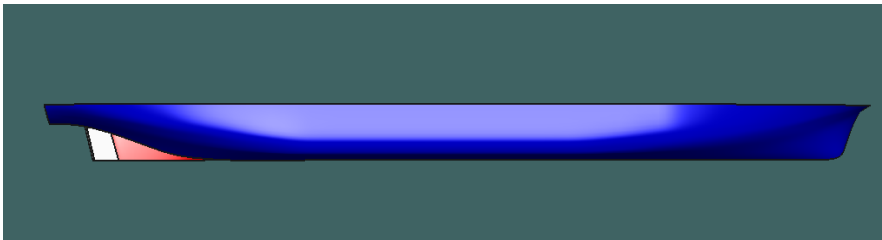
Tabel 4. 1 Data Kapal Planning Hull KMP. Cakalang II

Item	Nilai	Satuan
LWL	50.59	M
Lpp	48.00	M
Beam	13.00	M
Draft	2.45	M
Height	3.45	M
Displaced Volume	1103.44	m <sup>3</sup>
Wetted Area	714.89	m <sup>2</sup>
Prismatic Coeff (Cp)	0.74	
Block Coeff (Cb)	0.68	
Waterpl. Area Coeff (Cw)	0.88	

Adapun model variasi skeg yang akan digunakan yaitu:



Gambar 3. 10 Skeg Sebelum Penambahan Panjang (SKEG 1)



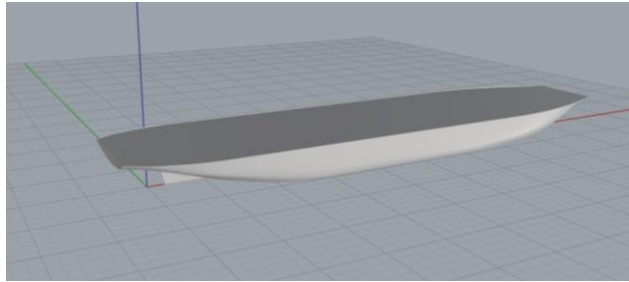
Gambar 3. 11 Skeg Setelah Penambahan Panjang 1,5 (SKEG 2)



Gambar 3. 12 Skeg Variasi Penambahan Panjang 1 m (SKEG 3)

#### 4.2.2. Model KMP. Cakalang II Menjadi Solid

Dalam pembuatan model kapal KMP. Cakalang II menjadi solid, lambung atau hull kapal yang berasal dari maxsurf diekspoert ke program CAD 3D untuk membuat model menjadi solid. Model kapal yang dibuat dari surface di maxsurf dijadikan bentuk yang tertutup hingga menjadi pejal. Setelah model menjadi solid atau pejal, maka selanjutnya model disimpan dalam bentuk parasolid (.x\_t) agar dapat digunakan pada software *Fine Marine*. Adapun bentuk model kapal yang telah solid ditunjukkan pada gambar 4.2. sebagai berikut:

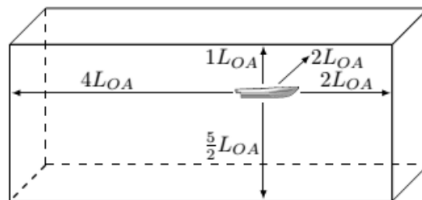


Gambar 4. 2 Model Kapal Menjadi Solid

## 4.2 Tahapan Analisa

### 4.2.1. Tahapan Meshing atau Pre Processor

Pada tahap meshing ini, model dilakukan pembagian detail dari bentuk geometri menjadi elemen-elemen node yang lebih kecil dan spesifik. Meshing atau jarring yang membagi domain menjadi sub-domain semakin lebih kecil. Domain merupakan batasan ruang analisa fluida yang akan dilakukan komputerisasi. Gambar 4.3 merupakan standart ukuran *boundary domain*.

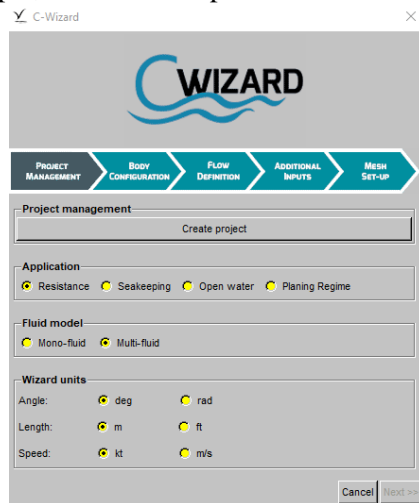


Gambar 4. 3 Standart Ukuran Boundary Domain

Pada tahap meshing pada *Numeca Fine Marine* dapat dilakukan secara otomatis dengan menggunakan C-Wizard. Pada C-Wizard akan memberikan kemudahan untuk melakukan pengaturan domain, dimana domain yang biasa digunakan untuk melakukan pengujian tahanan dari penggunaan C-Wizard secara otomatis akan membentuk box domain yang berdasarkan standart ITTC [17]. Sedangkan tahapan dalam membuat domain dengan menggunakan C-Wizard sebagai berikut:

a. *Create Project Management*

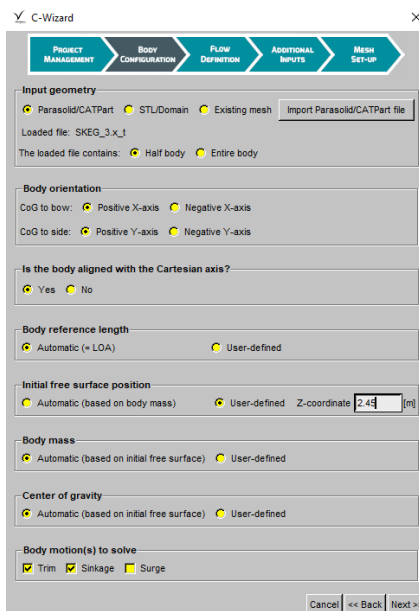
Dalam tahap ini memilih parameter yang akan dilakukan simulasi, yaitu resistance taua hambatan, fluid model, dan merubah parameter satuan dari kecepatan, panjang kapal, dan sudut. Dapat terlihat dalam gambar 4.4 berikut ini.



Gambar 4. 4 *Create Project*

b. *Body Configuration*

Pada langkah ini memasukkan geometri dari kapal yang akan disimulasikan dalam bentuk parasolid dan penentuan ukuran utama kapal. Selain itu juga input z-cordinate yang erupakan jarak sarat kapal. Hal ini dapat terlihat pada gambar 4.5 dibawah ini.

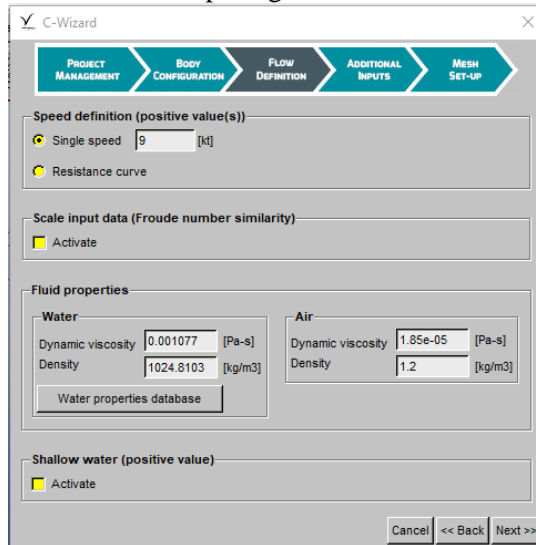


Gambar 4. 5 *Body Configuration*



c. *Flow Definition*

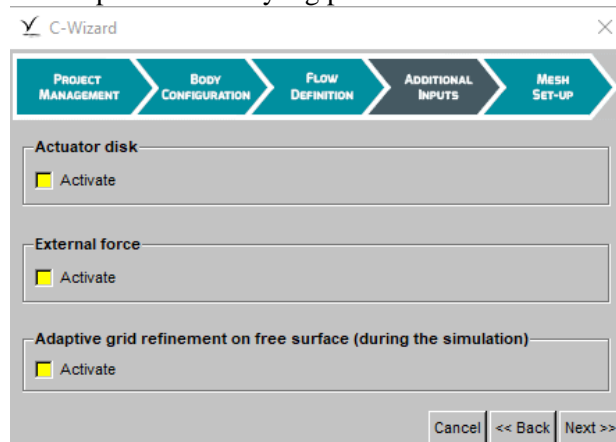
Pada tahap ini pengaturan *flow definition* memasukkan parameter kecepatan yang akan disimulasikan yaitu 10 knots, dan parameter *fluid properties* terkait massa jenis air dan udara. Hal ini terlihat pada gambar 4.6 dibawah ini



Gambar 4. 6 *Flow Definition*

d. *Additional Inputs*

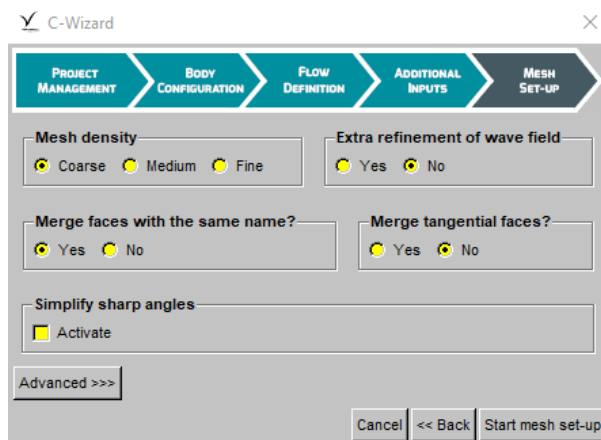
Dalam tahap ini, dengan menggunakan parameter simulasi resistance atau hambatan tidak ada input tambahan yang perlu dianalisa.



Gambar 4. 7 *Additional Inputs*

e. *Mesh Set-Up*

Parameter ini digunakan untuk mengatur meshing pada kapal yang akan disimulasikan. Dimana parameter mesh density (coarse), *extra refinement of wave field (No)*, *Merge face with the same name (No)*, dan *Merge tangential faces (No)*. hal ini terlihat seperti pada gambar 4.8 berikut ini.

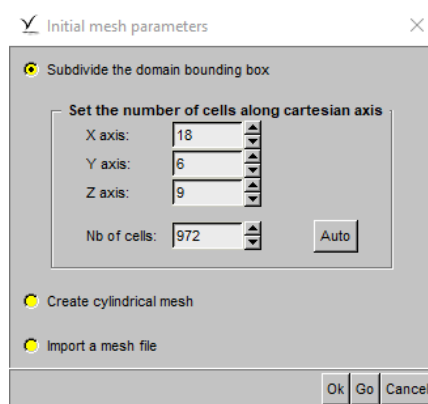


Gambar 4. 8 Mesh Set-Up

Dalam tahap ini, domain dibuat dengan standart ukuran yang telah ditentukan. Pembuatan geometri kapal dibuat *half body*, karena bentuk dari kapal yang simetri. Hal ini dapat mempengaruhi jumlah cell hasil dari meshing yang memiliki dampak pada waktu running. Setelah domain dibuat selanjutnya dapat dilakukan proses meshing. Adapun proses meshing pada *Numeca* adalah senagai berikut:

### 1. Initial Mesh

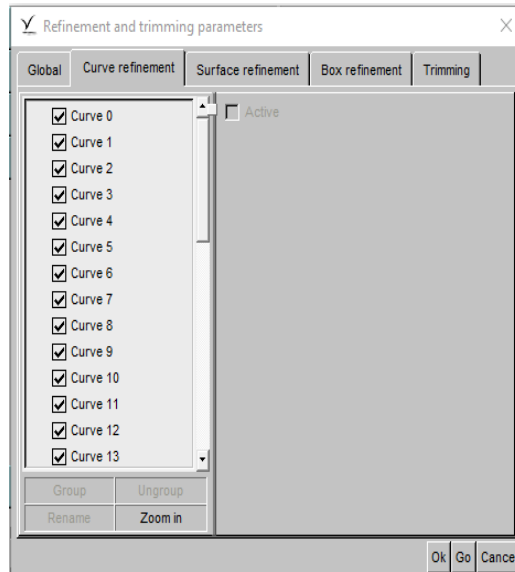
Pada Tahap ini, dilakukan pembagian geometri seluruh domain. Domain dibagi menjadi cell dengan bentuk kotak sesuai dengan domain yang didefinisikan. Dapat terlihat pada gambar 4.9 dibawah ini.



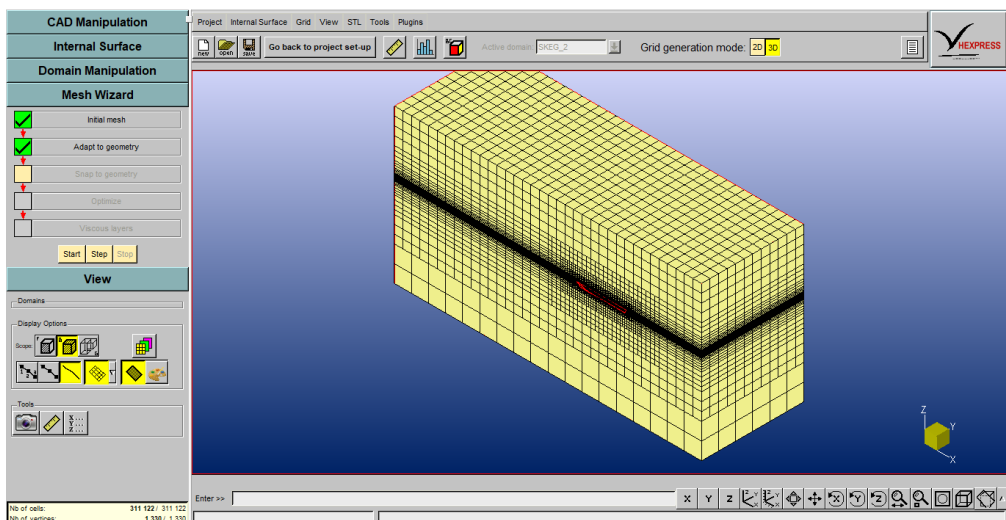
Gambar 4. 9 Konfigurasi Inital Mesh

### 2. Adapt to Geometry

Pada tahap ini, dilakukan langkah *Refinement* terhadap cell-cell yang telah terbagi sesuai dengan bentuk geometri. Adapun fungsi dari menu ini untuk penghalusan, selain itu juga proses *trimming* yang menghapus cell-cel yang berada diluar geometri. Hal ini terlihat pada gambar 4.10 dari menu *adapt to geometry*, dan hasil dari proses ini.



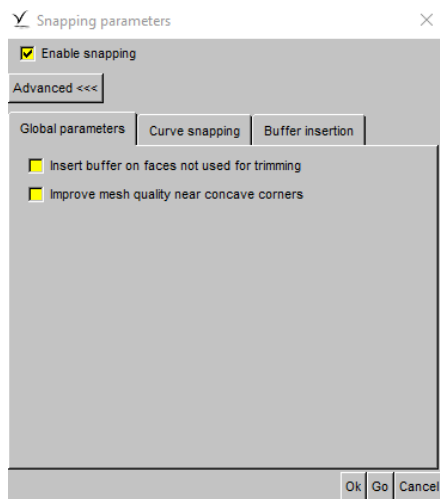
Gambar 4. 10 Konfigurasi Adapt to Geometri



Gambar 4. 11 Tampilan Mesh setelah tahap *Adapt to Geometry*

### 3. *Snap To Geometry*

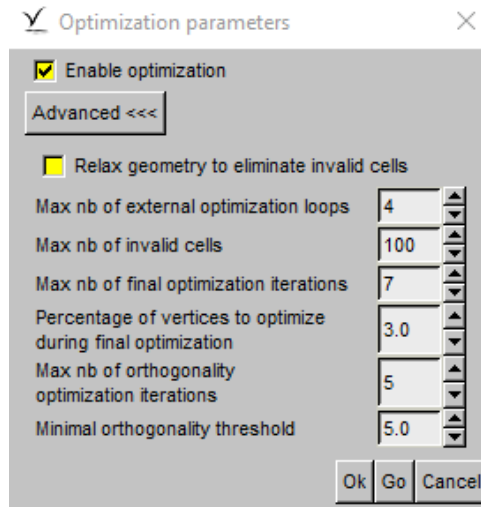
Tujuan dari tahap *Snap to Geometry* adalah untuk memproyeksikan mesh yang didapat dari hasil pada proses sebelumnya terhadap bentuk geometri sehingga menghasilkan bentuk geometri baru yang lebih bagus dan halus. Adapapun menu *snap to geometry* terlihat seperti gambar 4.12 dibawah ini.



Gambar 4. 12 Konfigurasi *Snap to Geometry*

#### 4. *Optimize*

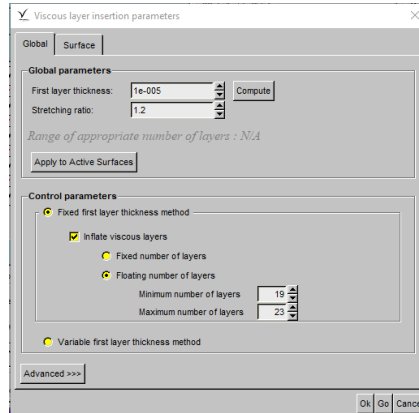
Pada tahap ini, dilakukan optimasi terhadap hasil mesh yang memiliki kualitas dan kondisi buruk seperti negative cells, concave cells, dll. Kualitas dari cell dapat diketahui dengan melihat menu mesh quality. Adapun menu *optimize* terlihat seperti gambar 4.13 di bawah ini.



Gambar 4. 13. Konfigurasi *Optimize*

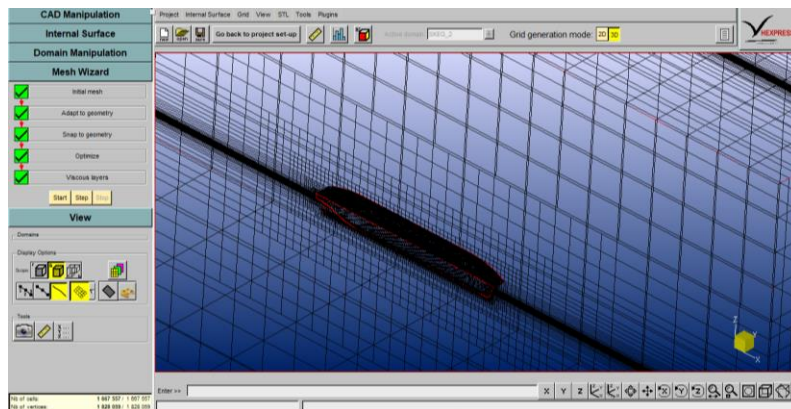
#### 5. *Viscous Layers*

Dalam tahap ini, dilakukan pendekatan yang lebih spesifik dalam penyisipan lapisan viskos fluida berdasarkan kecepatan sehingga menghasilkan bilangan *Reynold Number* dan *Froud Number* yang dipengaruhi oleh kecepatan dan ukuran dari kapal tersebut. Konfigurasi lapisan viskos dalam dilihat pada gambar 4.14 di bawah ini.

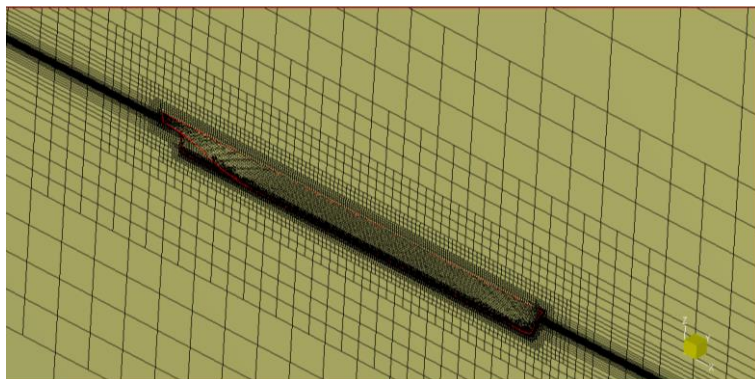


Gambar 4. 14 Konfigurasi Lapisan Viskos

Dari semua tahapan meshing tersebut, akan menghasikan jumlah cell yang nantinya akan digunakan perhitungan dalam running atau solver, semakin besar jumlah cell maka akan semakin lama waktu running. Hasil meshing terlihat pada gambar 4.15 dan 4.16 hasil dari keseluruhan meshing.



Gambar 4. 15 Hasil Meshing Lambung Kapal



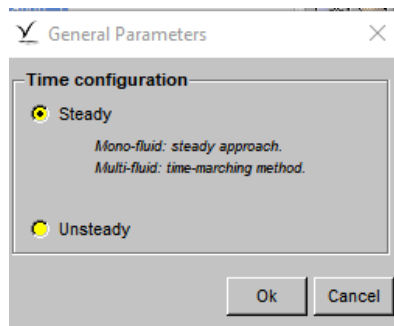
Gambar 4. 16 Hasil Keseluruhan

#### 4.2.2. Tahapan Solver

Setelah dilakukan proses meshing dan definisi geometri, proses selanjutnya yaitu tahapan solver atau melakukan pengaturan dari simulasi aliran yang akan diuji. Berikut adalah parameter yang perlu didefinisikan:

##### 1. General Parameter

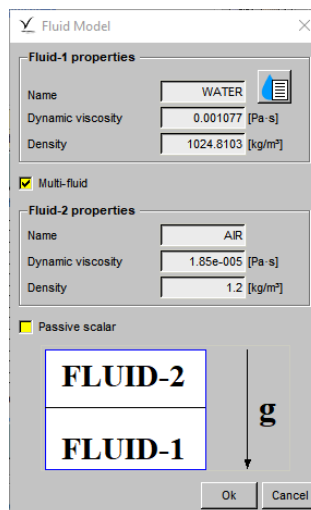
Pada parameter ini untuk mengetahui konfigurasi waktu pada hasil dari simulasi saat time step yang telah ditentukan. Terdapat dua pilihan dalam *time configuration* ini yaitu *steady* dan *unsteady*. *Steady* digunakan jika ingin mendapatkan hasil running pada saat time step yang terakhir. Apabila *Unsteady* digunakan jika ingin mendapatkan hasil running pada saat time step tertentu. Dalam penelitian ini menggunakan *time configuration steady*. Hal tersebut terlihat pada gambar 4.17 konfigurasi dari *General Parameter*.



Gambar 4. 17 Konfigurasi General Parameters

##### 2. Fluid Model

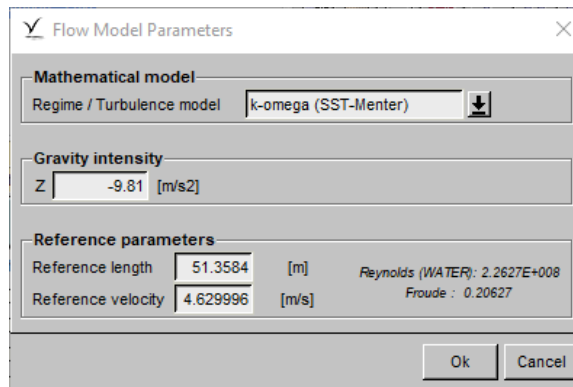
Parameter *Fluid Model* merupakan fungsi dari definisi fluida yang digunakan. Pada penelitian tugas akhir ini menggunakan konfigurasi *Multi Fluid* yaitu fluida air dan udara. Bagian fluida air dan udara dipisahkan oleh sebuah layer interface yang telah dibuat pada geometri. Konfigurasi *fluid model* ini dapat dilihat pada gambar 4.18 dibawah ini.



Gambar 4. 18 Konfigurasi Fluid Model

### 3. Flow Model

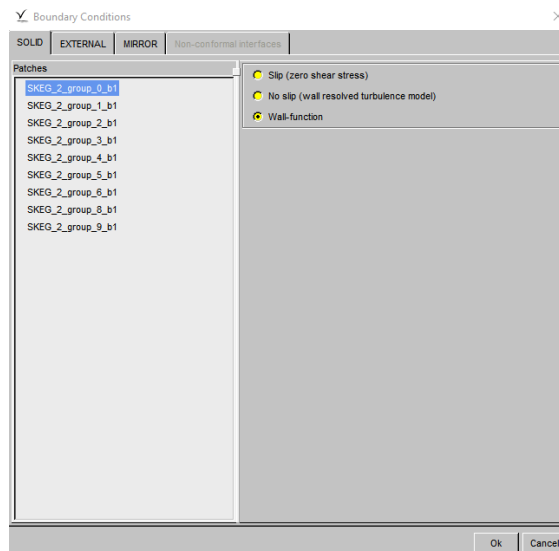
Pada konfigurasi *Flow Model* dilakukan untuk menentukan karakteristik aliran yang digunakan. Terdapat dua pilihan aliran laminar dan turbulen serta intensitas dari gravitas. Pada bagian Reference parameters untuk mendefinisikan perhitungan *Froude number* dan *reynold number* pada fluid model. Pada *reference length input* panjang dari kapal dan *reference velocity*. Konfigurasi flow model terlihat pada gambar 4.19 dibawah ini



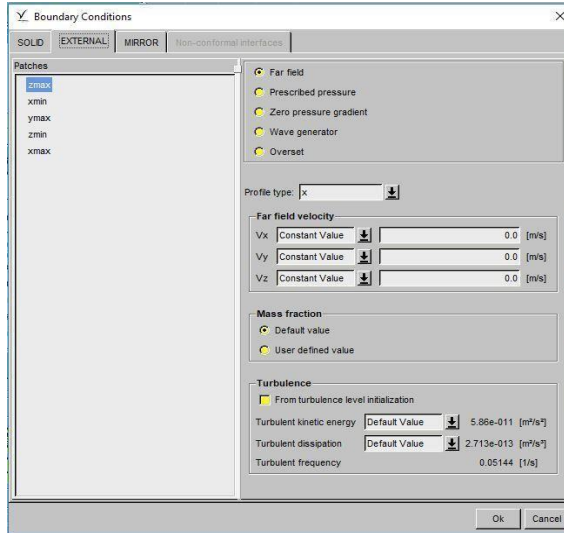
Gambar 4. 19 Konfigurasi *Fluid Model*

### 4. Boundary Condition

Pada tahap *Boundary Condition* yaitu pendefinisian dari kondisi atasan-batasan yang akan disimulasikan. Konfigurasi yang akan digunakan dalam penelitian tugas akhir ini yaitu dengan mendefinisikan body kapal sebagai *solid wall-function*, dan pada kondisi external adalah pada perairan tenang. Konfigurasi *boundary condition solid* pada gambar 4.20 dan gambar 4.21 konfigurasi *boundary condition external*.



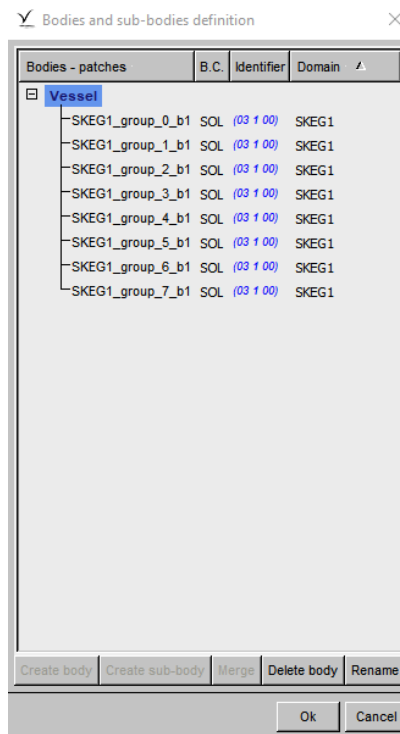
Gambar 4. 20 Konfigurasi *Boundary Condition Solid*



Gambar 4. 21 Komfigurasi *Boundary Condition External*

### 5. *Body definition*

Pada tahap body definition bertujuan untuk menentukan bagian-bagian yang akan dijadikan sebuah badan kapal yang akan disimulasikan. Konfigurasi body definition dapat terlihat pada gambar 4.22

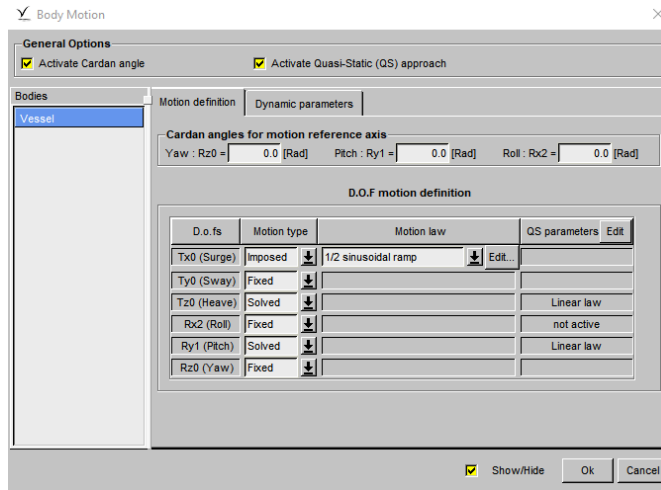


Gambar 4. 22 Konfigurasi *Body Definition*



## 6. *Body Motion*

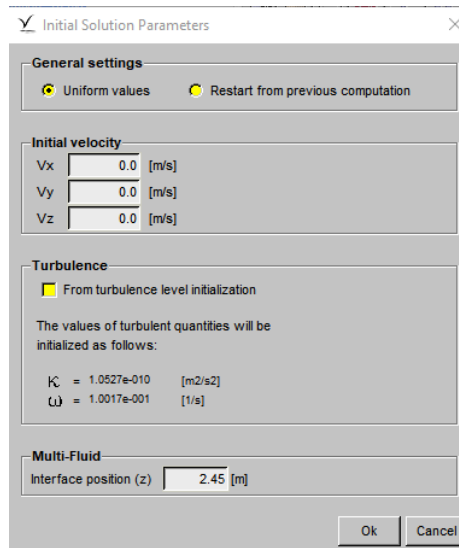
Pada tahap *body motion* merupakan bagian yang menentukan gerak akibat olah gerak badan kapal yang akan dilakukan simulasi. Badan kapal dapat bergerak dengan 6 derajat kebebasan dan konfigurasi untuk menentukan nilai dari percepatan dan kecepatan dari badan kapal. Dalam tugas akhir ini menggunakan imposed terhadap sumbu x dengan kecepatan konstan. Konfigurasi *body motion* dapat terlihat pada gambar 4.23



Gambar 4. 23 Konfigurasi *Body Motion*

## 7. *Intial Solution*

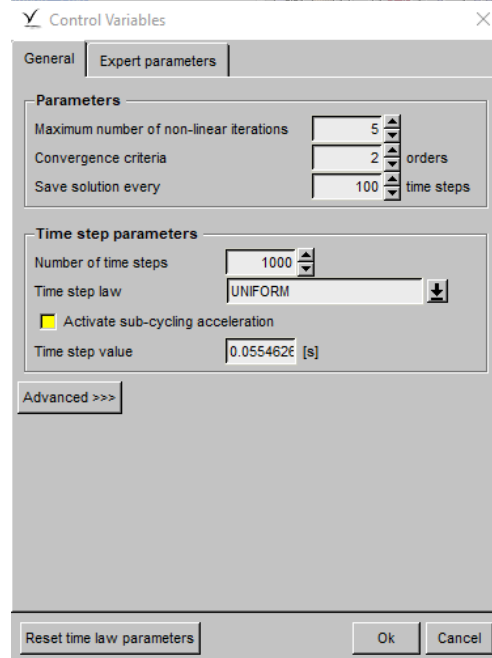
Tahapan *initial solution* merupakan pengaturan yang digunakan untuk menentukan kecepatan awal dari sebuah domain yang akan dilakukan simulasi dan penentuan sarat air kembali (*interface position*), terlihat pada gambar 4.24 berikut ini.



Gambar 4. 24 Konfigurasi *Intial Solution*

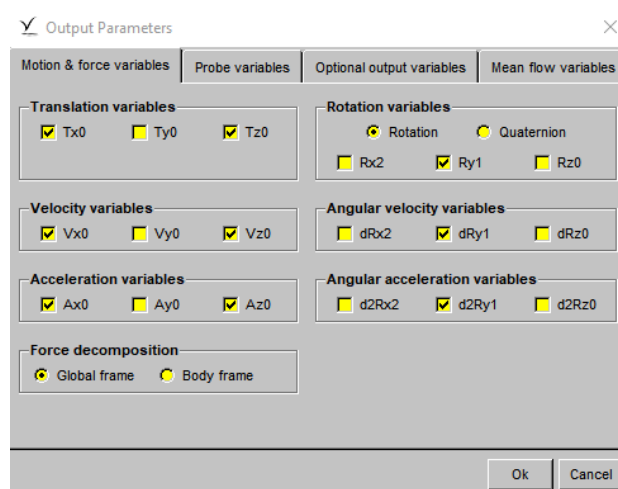
### 8. Computational Control Variabel dan Outputs.

*Control Variabel* merupakan pengaturan yang berfungsi untuk menentukan perhitungan jumlah iterasi dan time step yaitu periode gerakan kapal yang digunakan. Hal ini terlihat pada gambar 4.25 sebagai berikut



Gambar 4. 25 Konfigurasi *Control Variabel*

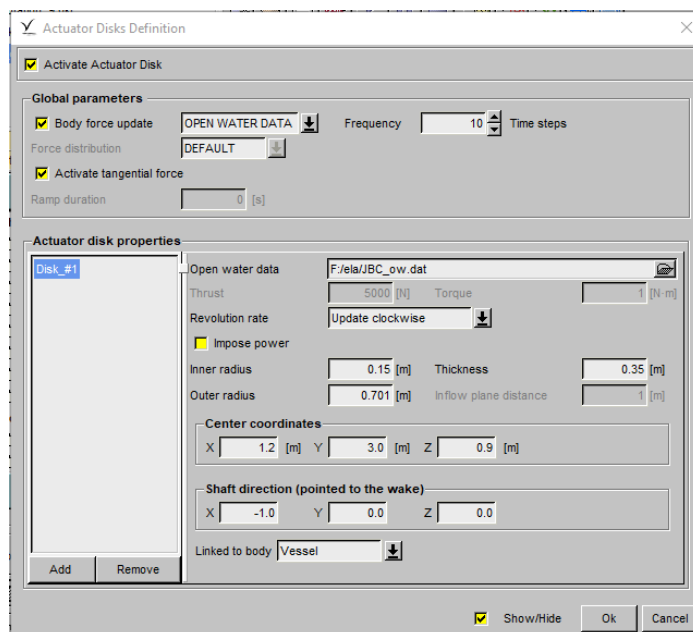
Sedangkan output merupakan penentuan variabel hasil dari proses simulasi. Apabila parameter tersebut sudah ditentukan maka langkah simulasi dapat dijalankan dengan mengaktifkan *solver running*. Hal ini terlihat pada gambar 4.26 berikut ini.



Gambar 4. 26 Konfigurasi *Outputs*

### 4.3 Perhitungan Actuator Disk Propeller

Proses analisa perhitungan *actuator disk propeller* menggunakan persamaan teori momentum propeller yang digunakan untuk memodelkan efek baling-baling tanpa memodelkan baling-baling nyata. Berikut parameter yang harus ditentukan pada *software Numace Fine Marine*:



Gambar 4. 27 Actuator disk propeller pada Numeca Fine Marine

Dari gambar 4.27 diatas ada beberapa parameter *actuator disk propeller* yang harus ditentukan yaitu *open water data*, *revolution rate*, *inner radius*, *outer radius*, *thickness* dan *center coordinates*. Berikut perhitungan dari parameter tersebut:

a. Perencanaan dari diameter *actuator disk propeller*

Dalam menentukan diameter propeller mengacu pada kondisi existing kapal yaitu 1.402 meter. Sehingga *radius propeller/outer radius* yaitu  $RP = 0.701$  m.

b. Perencanaan dari *radius hub actuator disk propeller*

Dalam menentukan diameter hub propeller dengan mengacu pada diameter existing kapal yang digunakan yaitu 0.3 meter. Sehingga *radius hub propeller/inner radius* yaitu  $RH = 0.1$  m

c. Perencanaan dari *thickness actuator disk propeller*

Ketebalan *actuator disk propeller* adalah ketebalan dari *blade propeller* pada tampak samping yang mengacu pada kondisi existing kapal yang digunakan yaitu 0.35 m.

d. Perencanaan dari koordinat *actuator disk propeller*

Penentuan koordinat *actuator disk propeller* berdasarkan posisi propeller existing kapal dengan titik acuan titik X, Y, dan Z pada kapal. Adapun spesifikasi koordinat existing kapal yaitu:

Sumbu X = 1.2 m  
 Sumbu Y = 3 m  
 Sumbu Z = 0.9 m

e. Pemilihan karakteristik Open Water Data

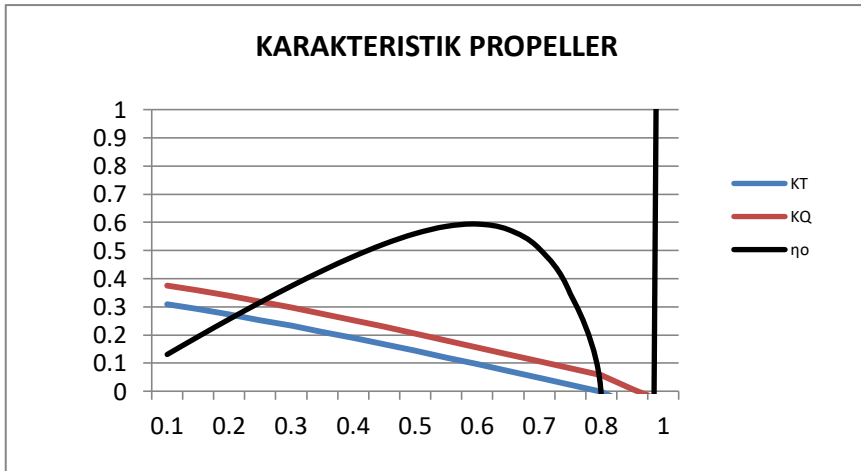
Untuk perhitungan Open Water Data yang disesuaikan dengan propeller yang sudah dipilih dan dengan data karakteristik propeller berupa  $K_T$ ,  $K_Q$ , dan  $J$ . berikut karakteristik dari Open Water Data propeller yang digunakan pada kapal yaitu:

Tabel 4. 2 Spesifikasi propeller yang digunakan simulasi actuator disk

No.	Nama	Spesifikasi
1	Type	Fixed Pitch
2	No. Blades	4
3	Diameter	1.402 m
4	Pitch	1064.16
5	P/D	0.759
6	Expanded area ratio $A_e/A_o$	0.832

Tabel 4. 3 Karakteristik propeller ( $K_T$ ,  $K_Q$ , dan  $\eta$ )

J	$K_T$	$10K_Q$	$\eta_o$
0.10	0.3092	0.3756	0.1310
0.15	0.2914	0.3577	0.1944
0.20	0.2727	0.3387	0.2562
0.25	0.2531	0.3185	0.3161
0.30	0.2326	0.2972	0.3736
0.35	0.2115	0.2751	0.4280
0.40	0.1896	0.2523	0.4783
0.45	0.1671	0.2287	0.5231
0.50	0.1441	0.2047	0.5601
0.55	0.1207	0.1803	0.5857
0.60	0.0968	0.1556	0.5940
0.65	0.0726	0.1308	0.5744
0.70	0.0482	0.1059	0.5067
0.75	0.0236	0.0812	0.3465
0.80	-0.0011	0.0567	-0.0258

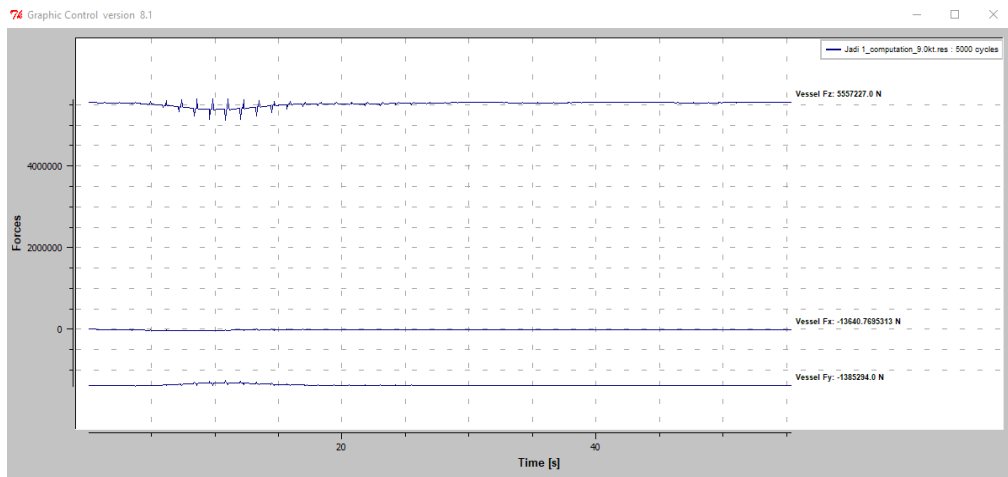


Gambar 4. 28 Karakteristik Propeller Kapal

#### 4.4 Hambatan Kapal KMP. Cakalang II

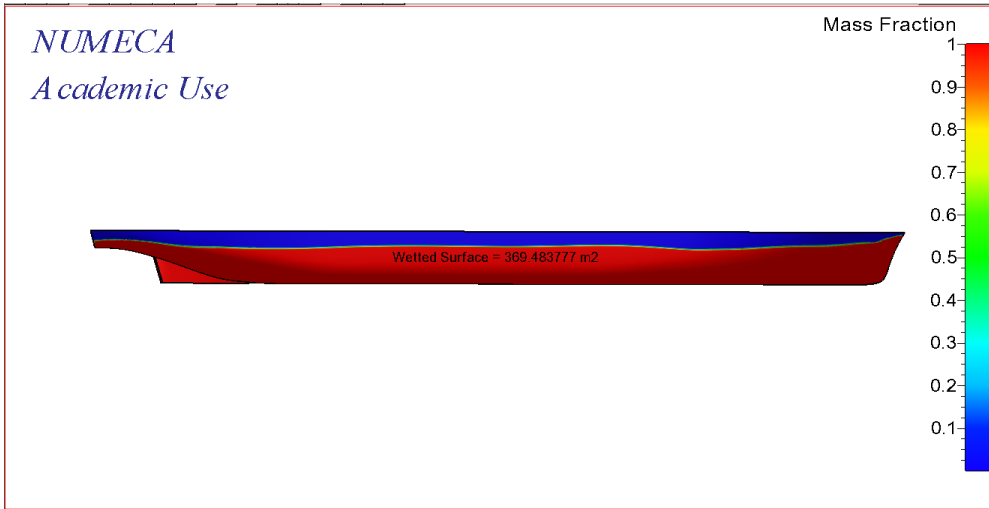
##### 4.4.1. Hambatan Kapal Pada Skeg 1

Hasil Pengujian hambatan kapal KMP. Cakalang II pada model Skeg 1 dengan menggunakan software *NUMECA* yaitu sebesar 13.64 Kn pada *half body*. Sehingga total hambatan pada model skeg 1 yaitu sebesar 27.28 Kn pada kecepatan 9 Knots yang memiliki Froude number 0.206. Simulasi ini menggunakan model skeg 1 dengan luas skeg 3,82 m<sup>2</sup> dan panjang 6,5 m.



Gambar 4. 29 Hasil Hambatan Skeg 1 Pada *Numeca Fine Marine*

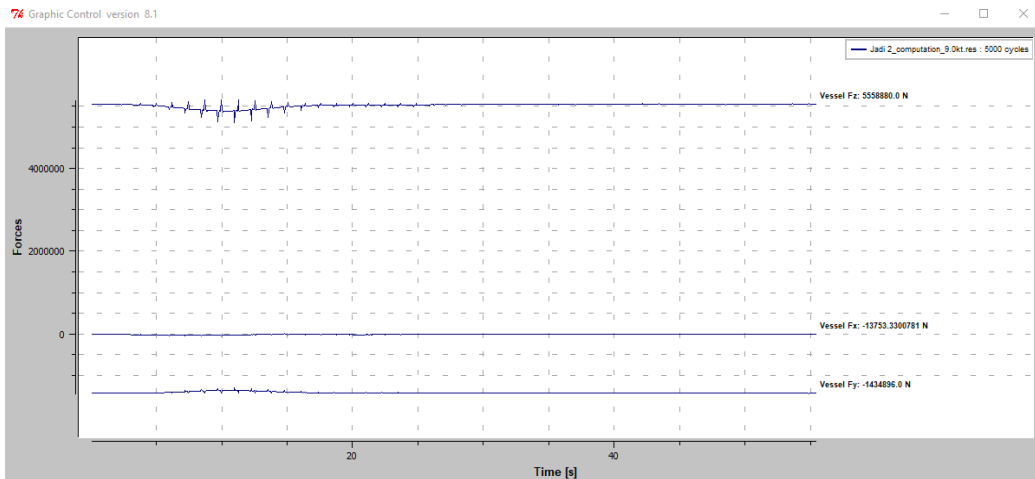
Pada model skeg 1 KMP. Cakalang II ini memiliki *wetted surface area* atau luas permukaan basah kapal ini yaitu sebesar 369.48 m<sup>2</sup> pada *half body* kapal. Sedangkan total luas permukaan basah seluruhnya kapal yaitu 738.96 m<sup>2</sup>. Seperti terlihat pada gambar 4.30 dibawah ini



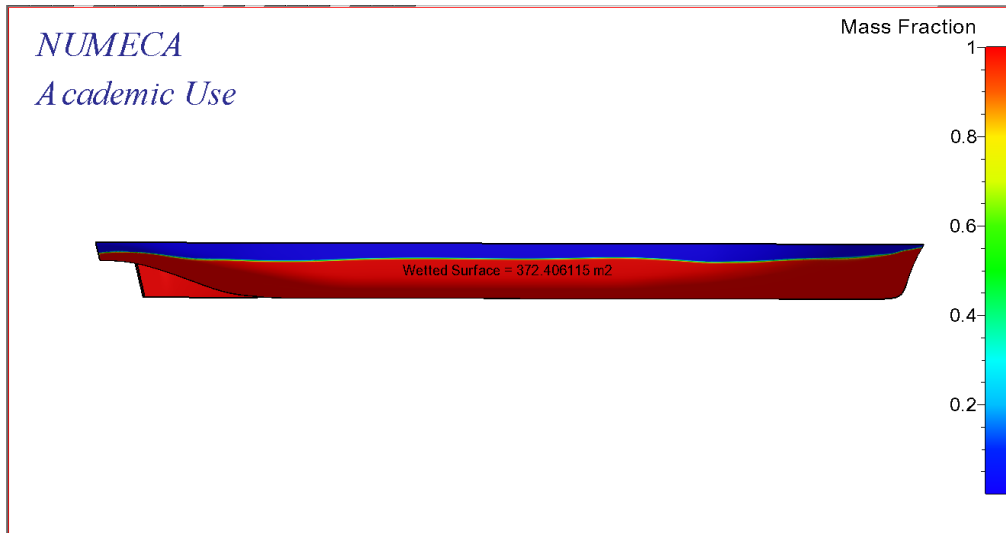
Gambar 4. 30 Wetted Surface Area Skeg 1

#### 4.4.2. Hambatan Kapal Pada Skeg 2

Hasil Pengujian hambatan kapal KMP. Cakalang II pada model Skeg 1 dengan menggunakan software *NUMECA* yaitu sebesar 13.75 Kn pada *half body*. Sehingga total hambatan pada model skeg 2 yaitu sebesar 27.50 Kn pada kecepatan 9 Knots yang memiliki Froude number 0.206. Simulasi ini menggunakan model skeg 2 dengan luas skeg 6.64 m<sup>2</sup> dan panjang 8 m.

Gambar 4. 31 Hasil Hambatan Skeg 2 Pada *Numeca Fine Marine*

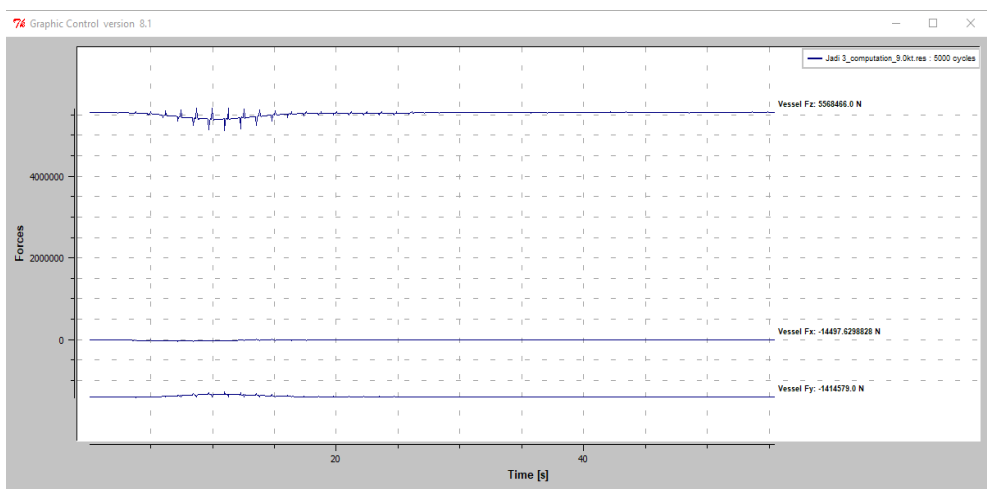
Pada model skeg 2 KMP. Cakalang II ini memiliki *wetted surface area* atau luas permukaan basah kapal ini yaitu sebesar 369.48 m<sup>2</sup> pada *half body* kapal. Sedangkan total luas permukaan basah seluruhnya kapal yaitu 738.96 m<sup>2</sup>. Seperti terlihat pada gambar 4.32 dibawah ini



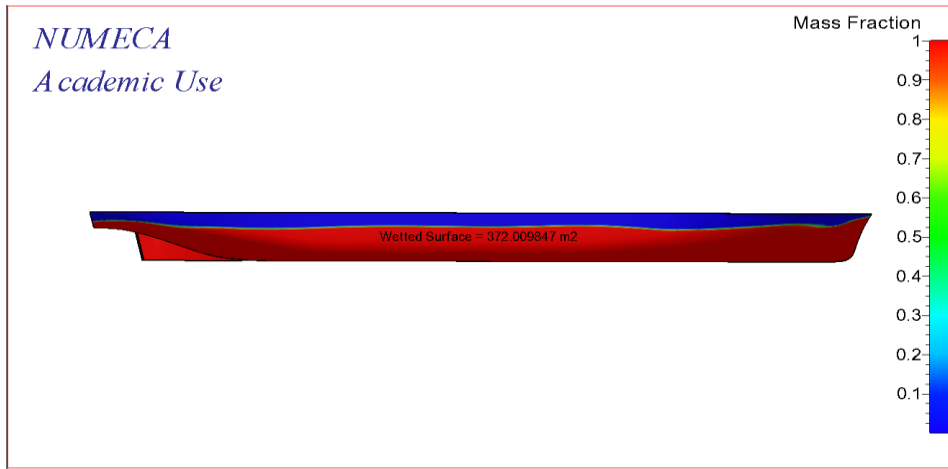
Gambar 4. 32 Wetted Surface Area Skeg 2

#### 4.4.3. Hambatan Kapal Pada Skeg 3

Hasil Pengujian hambatan kapal KMP. Cakalang II pada model Skeg 1 dengan menggunakan software *NUMECA* yaitu sebesar 14.49 Kn pada *half body*. Sehingga total hambatan pada model skeg 1 yaitu sebesar 28.98 Kn pada kecepatan 9 Knots yang memiliki Froude number 0.206. Simulasi ini menggunakan model skeg 2 dengan luas skeg 5.61 m<sup>2</sup> dan panjang 7.5 m.

Gambar 4. 33 Hasil Hambatan Skeg 3 Pada *Numeca Fine Marine*

Pada model skeg 3 KMP. Cakalang II ini memiliki *wetted surface area* atau luas permukaan basah kapal ini yaitu sebesar 372.00 m<sup>2</sup> pada *half body* kapal. Sedangkan total luas permukaan basah seluruhnya kapal yaitu 744 m<sup>2</sup>. Seperti terlihat pada gambar 4.34 dibawah ini

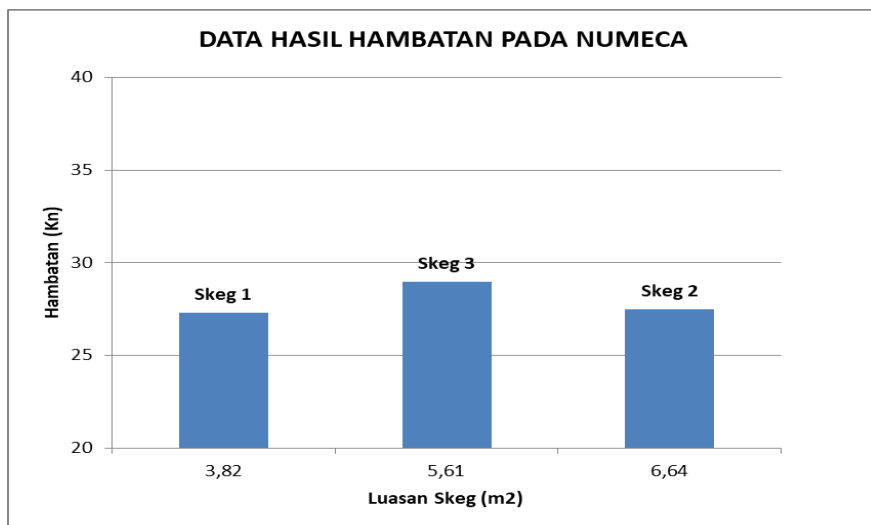


Gambar 4. 34 Wetted Surface Area Skeg 3

Setelah dilakukan pengujian pada masing-masing model dengan menggunakan *Fine Marine Numeca* maka selanjutnya akan dilakukan analisa pada hasil tahanan kapal. Tabel 4.4 merupakan tabel nilai hambatan dari pengujian menggunakan software *Numeca*.

Tabel 4. 4 Data Hasil Uji Model Kapal KMP. Cakalang II Menggunakan *Numeca*

Model	Luas Skeg (m <sup>2</sup> )	Vs (knotss)	Froude Number	Wetted Surface Area (m <sup>2</sup> )	Hambatan (Kn)
Skeg 1	3,82	9	0.206	738.96	27.28
Skeg 3	5,61	9	0.206	744	28.98
Skeg 2	6,64	9	0.206	744.82	27.5

Gambar 4. 35 Grafik Data Uji Model Menggunakan *Fine Marine Numeca*

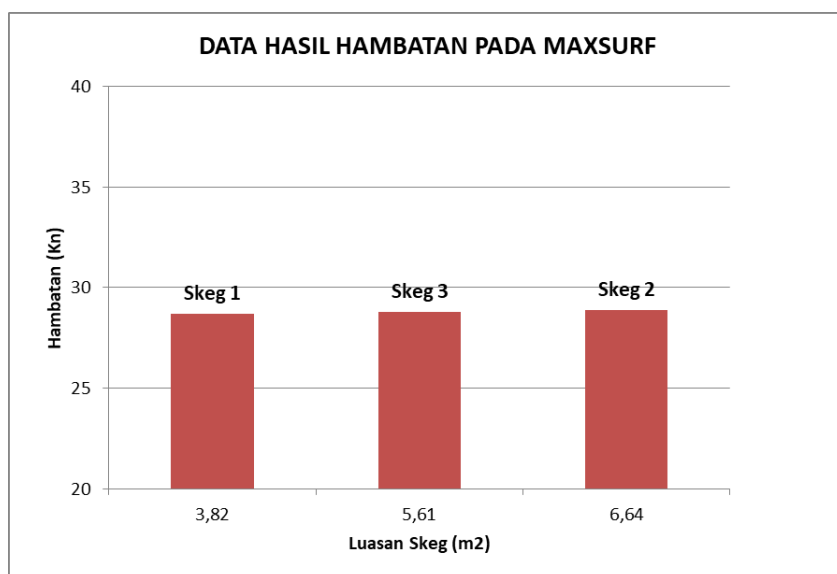


Dari data tersebut dapat diketahui bahwa nilai hambatan pada ke tiga variasi model skeg diatas bahwa semakin besar luasan skeg maka *wetted surface area* semakin besar, sehingga mengakibatkan hambatan kapal semakin besar, namun pada data hasil pengujian *Numeca Fine Marine* terjadi data yang fluktuatif pada model skeg 3 dengan luasan 5,61 yang mengalami peningkatan cukup tajam. Pada model skeg 1 dengan luasan skeg 3.82 yaitu 27.28, sedangkan pada model skeg 2 dengan luasan skeg 6.64 yaitu 27.50 sedangkan pada skeg 3 dengan luasan skeg 5.61 yaitu 28.98. Pada model skeg 3 terjadi peningkatan yang cukup tinggi karena pada skeg 3 terjadi tahanan gelombang yang besar dibandingkan dengan skeg 1 dan 2.

Setelah dilakukan pengujian dengan menggunakan *Numeca Fine Marine* selanjutnya yaitu dilakukan validasi dengan menggunakan software *Maxsurf*. Data yang menjadi pembandingan adalah data nilai hambatan pada kapal pada masing-masing model skeg. Pada tabel 4.5 merupakan tabel nilai hambatan dari pengujian menggunakan software *maxsurf*.

Tabel 4. 5 Data Hasil Uji Model Kapal KMP. Cakalang II Menggunakan *Maxsurf*

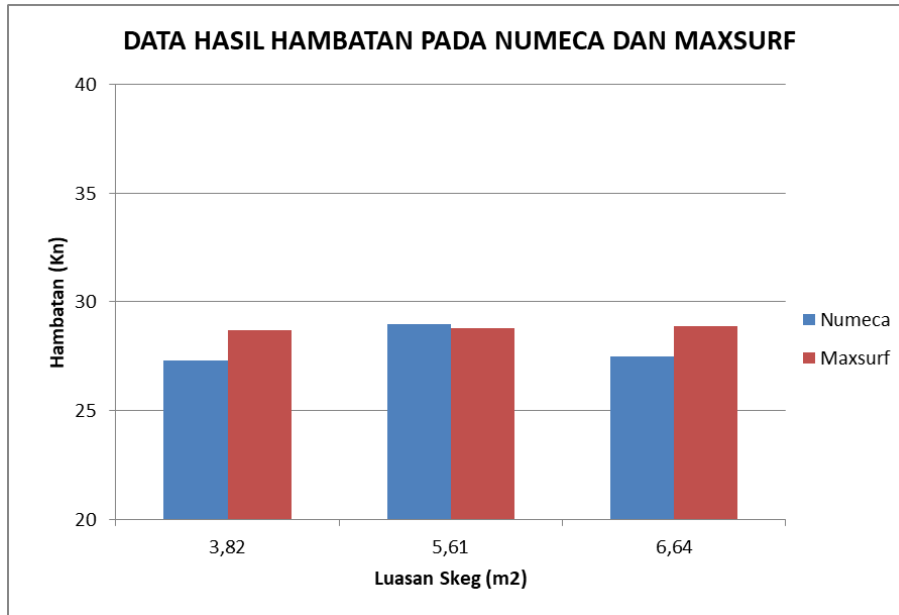
Model	Luas Skeg (m <sup>2</sup> )	Vs (knotss)	Froude Number	Wetted Surface Area (m <sup>2</sup> )	Hambatan (Kn)
Skeg 1	3,82	9	0.206	717.59	28.7
Skeg 3	5,61	9	0.206	721.71	28.8
Skeg 2	6,64	9	0.206	723.80	28.9



Gambar 4. 36 Grafik Data Uji Model Menggunakan *Maxsurf*

Dari data tersebut dapat diketahui bahwa nilai hambatan pada ke tiga variasi model skeg diatas bahwa semakin besar luasan skeg maka *wetted surface area* semakin besar, sehingga mengakibatkan nilai hambatan kapal semakin besar. Namun kenaikan hambatan kapal tidak terjadi perubahan yang drastic. Pada model

skeg 1 dengan luasan skeg 3.82 yaitu 28.7, sedangkan pada model skeg 2 dengan luasan skeg 6.64 yaitu 28.9 sedangkan pada skeg 3 dengan luasan skeg 5.61 yaitu 28.8.

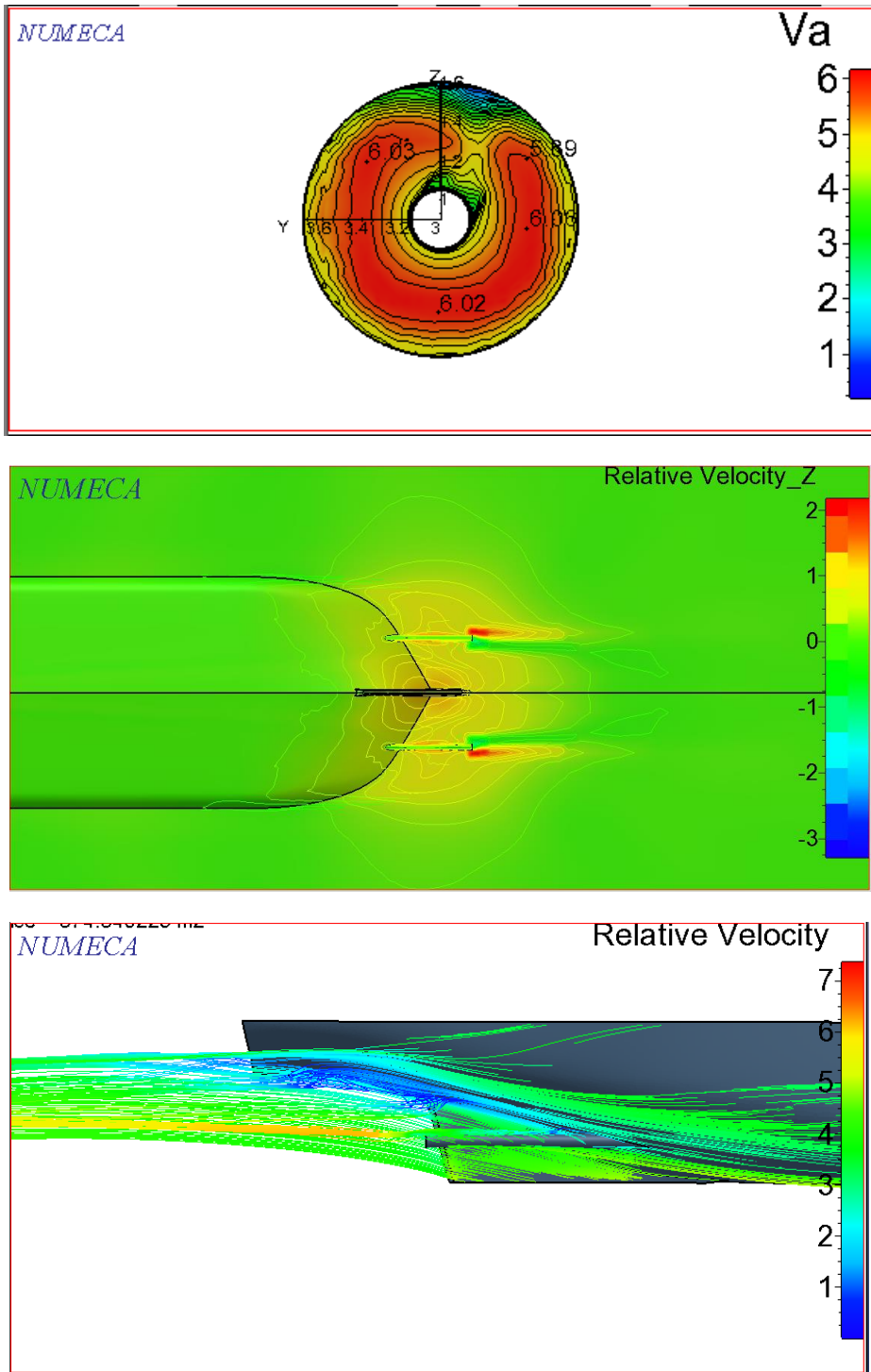


Gambar 4. 37 Grafk Perbedaan Uji Model Hambatan Pada *Maxsurf* dan *Numeca*

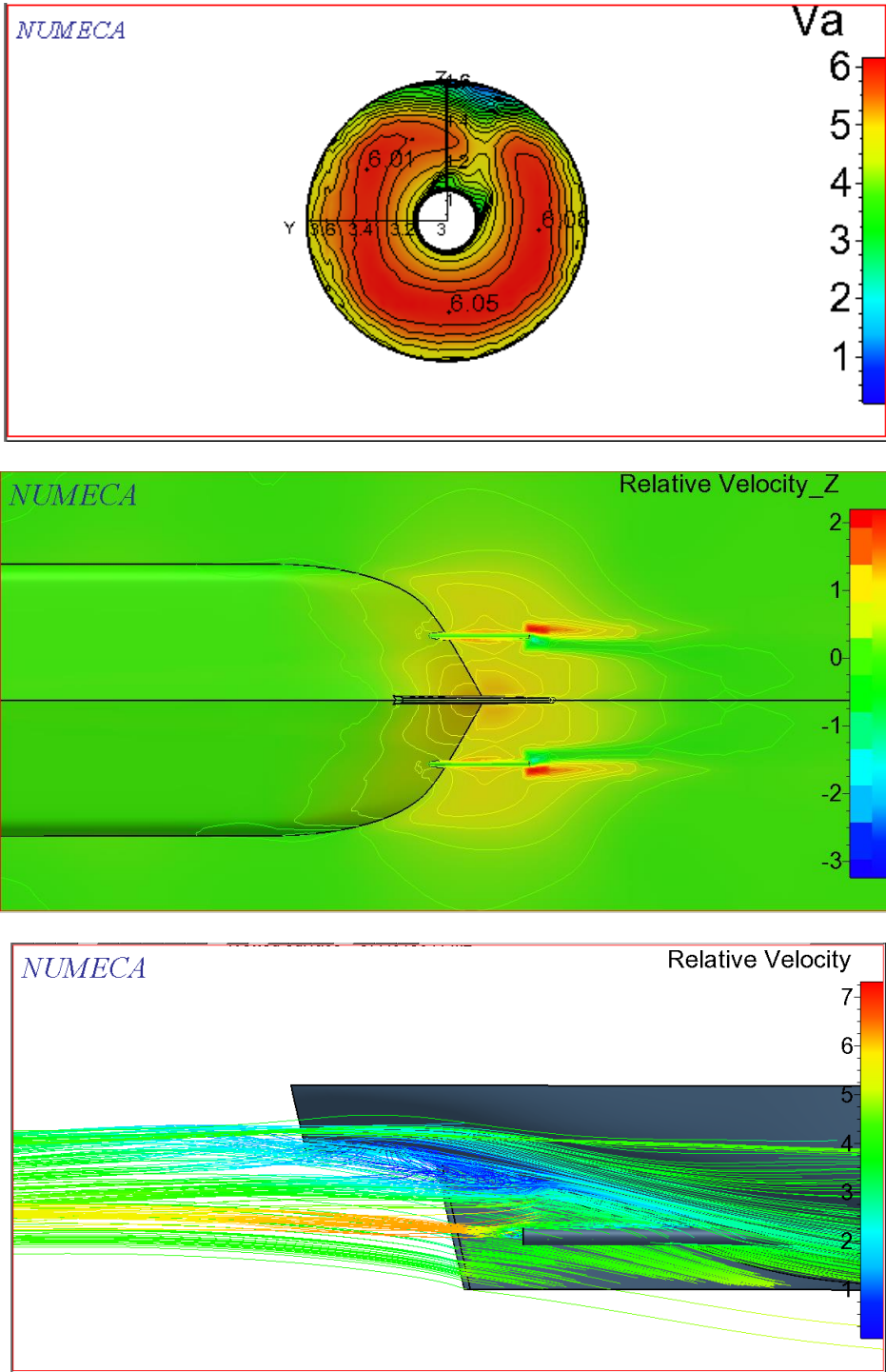
Dari data tersebut dapat diketahui bahwa perbandingan nilai hambatan dari *Maxsurf* dan *Numeca Fine Marine* terlihat bahwa terjadi perbedaan atau selisih yang tidak terlampau jauh. Secara garis besar bahwa dengan *maxsurf* semakin besar luasan skeg maka tahanan semakin besar, namun pada *Numeca* terjadi pengujian yang fluktuatif. Dari ketiga variasi skeg ini, tidak terlalu signifikan terhadap perubahan hambatan kapal.

#### 4.5 Pola Aliran Kapal KMP. Cakalang II

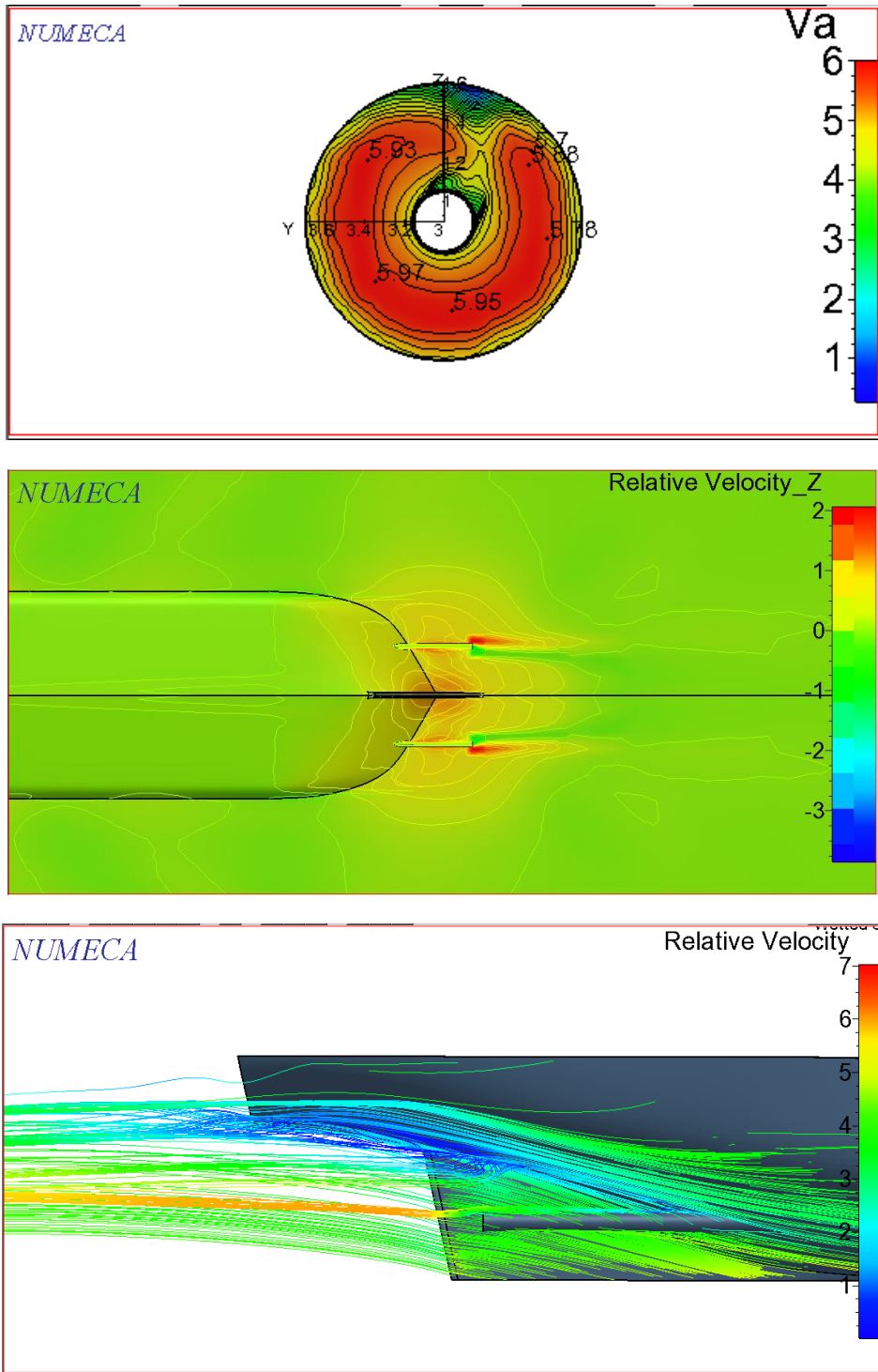
Dari hasil proses simulasi pada *Numeca Fine Marine* didapatkan parameter aliran disekitar propeller yang ditampilkan menggunakan CFView. Interaksi antara lambung kapal dengan propeller akan menghasilkan *wake flow* atau aliran dibagian buritan kapal. Aliran *wake* juga dipengaruhi oleh adanya bagian kapal yang letaknya menonjol keluar dari hull contohnya kemudi, skeg, dll. Adapun perbedaan bentuk aliran yang terjadi pada bagian buritan kapal pada ketiga variasi luasan skeg yaitu sebagai berikut:



Gambar 4. 38 *Flow* Pada Sumbu Y dan Z Pada Skeg 1



Gambar 4. 39 Flow Pada Sumbu Y dan Z Pada Skeg 2



Gambar 4. 40 *Flow* Pada Sumbu Y dan Z Pada Skeg 3

Tabel 4. 6 Data Hasil Uji *Advance velocity* dengan Menggunakan *Fine Marine*

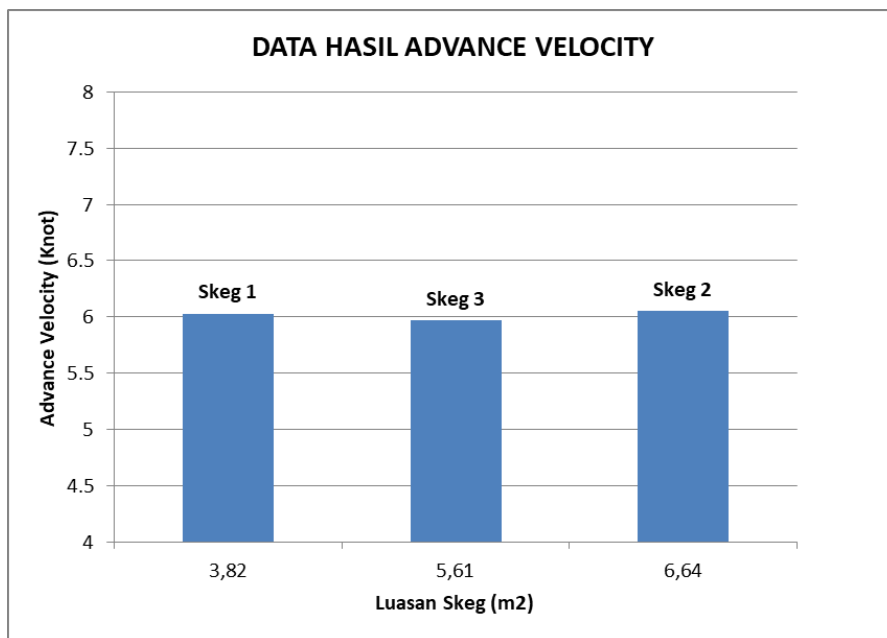
Model	Luas Skeg (m <sup>2</sup> )	Vs (knots)	Va (Knots)
Skeg 1	3,82	9	6.03
Skeg 3	5,61	9	5.97
Skeg 2	6,64	9	6.05

Dari ketiga bentuk aliran dapat ditarik kesimpulan bahwa tidak terlalu adanya perubahan aliran yang terjadi pada ketiga variasi luasan skeg tersebut. Aliran yang homogen disekitar propeller dapat meningkatkan *advance velocity* dan berakibat peningkatan pada kecepatan servis. Dimana hubungan *wake flow*, *advance velocity*, dan kecepatan servis memiliki rumus  $Va = Vs (1 - w)$ . Dari tabel 4.6 dapat dianalisa bahwa pergerakan paling optimal pada model skeg 2 yang memiliki luasan skeg 6.64 m<sup>2</sup> dengan nilai *advance velocity* 6.05 knots dan aliran yang melewati *actuator disk propeller homogeny* seperti pada gambar 4.39. Sedangkan pada model variasi skeg 1 dan skeg 3 aliran yang melewati *actuator disk propeller* cenderung lebih rendah disebabkan karena aliran dari propeller yang berinteraksi dengan lambung kapal (skeg) dengan demikian aliran air yang melewati propeller tidak berkecukupan sebagai kerja propeller visualisasi dapat dilihat pada gambar 38, 39, dan 40.

Tabel 4. 7 Data Hasil Uji *Advance velocity* dengan Perhitungan

Model	Luas Skeg (m <sup>2</sup> )	Vs (knotss)	Va (Knots)	J	n (rps)	Va (m/s)	Va (knots)	selisih
Skeg 1	3,82	9	6.03	0.49	5.78	3.97	7.718	1.69
Skeg 3	5,61	9	5.97	0.49	5.77	3.96	7.705	1.73
Skeg 2	6,64	9	6.05	0.49	5.85	4.02	7.812	1.76

Selain itu nilai Va dapat ditentukan dengan menggunakan rumus  $Va = n.J.d$  dimana  $n$  merupakan putaran propeller,  $J$  adalah koefisien advance baling-baling, dan  $d$  merupakan diameter propeller. Berdasarkan data diatas bahwa nilai hasil simulasi sebanding dengan perhitungan, tetapi terdapat selisih pada ketiga variasi skeg tersebut yaitu berturut-turut 1.69, 1.73 dan 1.76. Dari hasil simulasi ketiga variasi skeg ini nilai KT, KQ, dan J berturut-turut yaitu 0.14, 0.02, dan 0.49. yang mana KT merupakan koefisien thrust baling-baling, KQ merupakan Koefisien torsi.



Gambar 4. 41 Grafik Luasan Skeg Dengan Va

Dari hasil analisa gambar 4.41 didapatkan bahwa *advance velocity* yang paling besar pada skeg 2 dengan luas skeg 6.64 m<sup>2</sup> dengan nilai Va 6.05 knots. Sehingga dapat disimpulkan bahwa luas skeg yang semakin besar akan menyebabkan penambahan *advance velocity* yang melewati propeller, namun penambahan Va tersebut tidak terlalu signifikan.

#### 4.6 Nilai Wake Fraction

Dari hasil proses simulasi pada *Numeca Fine Marine* dapat mengetahui nilai *wake fraction*. *Wake fraction* dapat terbentuk karena adanya 3 komponen yaitu *frictional wake*, *potensial wake*, dan *wave wake*. Adapun nilai *wake fraction* pada pengujian *software Numeca Fine Marine* dari ketiga variasi luas skeg ini yaitu pada tabel 4.7 berikut ini

Tabel 4. 8 Data Hasil Uji *Wake Fraction* Dengan Menggunakan *Fine Marine*

Model	Luas Skeg (m <sup>2</sup> )	Vs (knots)	Va (Knots)	Wake Fraction	T (Thrust) (Kn)	Selisih (T)
Skeg 1	3,82	9	6.03	0.121	38.18	-
Skeg 3	5,61	9	5.97	0.126	38.22	0.10%
Skeg 2	6,64	9	6.05	0.109	38.50	0.84%

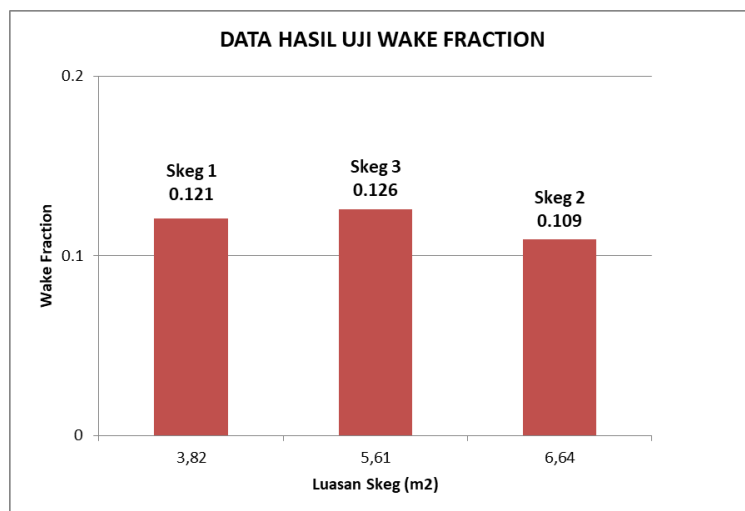
Dari ketiga variasi luas skeg ini nilai *wake fraction*, dapat disimpulkan bahwa semakin besar Va nilai *wake fraction* semakin kecil, hal ini berdasar pada rumus taylor bahwa  $= 1 - \frac{V_a}{V_s}$ . Nilai *wake fraction* ini memiliki pengaruh terhadap nilai

*thrust* atau gaya dorong kapal. Bahwa semakin kecil nilai *wake fraction* maka semakin besar nilai gaya dorong kapal. Hal ini terjadi pada model skeg 2 dengan luas skeg terbesar yaitu  $6.64 \text{ m}^2$ . Berdasarkan teori bahwa nilai gaya dorong dapat diperoleh dari  $= \frac{R}{1-t}$ , yang mana  $t$  merupakan *thrust deduction* yang diperoleh dari  $t = k.w$ , sehingga nilai *wake fraction* mempengaruhi nilai gaya dorong kapal. Nilai *thrust* yang diperoleh dari ketiga variasi skeg ini yaitu skeg 3 memiliki selisih 0.10% dari model skeg 1 yang merupakan origin skeg kapal. Skeg 2 memiliki selisih 0.84%. sehingga skeg 2 membutuhkan gaya dorong yang paling tinggi.

Tabel 4. 9 Data Hasil Uji *Wake Fraction* dengan Perhitungan

Model	Luas Skeg ( $\text{m}^2$ )	$V_s$ (knots)	$V_a$ (Knots)	Wake Fraction (Numeca)	$w$ (hitungan)
Skeg 1	3,82	9	6.03	0.121	0.142
Skeg 3	5,61	9	5.97	0.126	0.144
Skeg 2	6,64	9	6.05	0.109	0.132

Data diatas merupakan perbandingan *wake fraction* antara hasil simulasi numeca dengan menggunakan perhitungan. Berdasarkan data tabel diatas bahwa *wake fraction* hasil simulasi sebanding dengan hasil perhitungan. Hasil perhitungan dilakukan dengan menggunakan rumus  $w = 1 - \frac{V_a}{V_s}$ , dimana  $V_a$  merupakan kecepatan advance dan  $V_s$  adalah kecepatan servis kapal.



Gambar 4. 42 Grafik Nilai *Wake Fraction*

Dari hasil analisa gambar 4.42 didapatkan bahwa nilai *wake fraction* terkecil yaitu pada model skeg 2 dengan nilai 0.109. sehingga dapat disimpulkan bahwa luas skeg yang semakin besar maka akan menyebabkan nilai *wake fraction* semakin kecil yang juga berpengaruh terhadap gaya dorong kapal.



## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan pada kapal KMP. Cakalang II tentang pengaruh penambahan panjang skeg, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Skeg 1 merupakan bentuk skeg origin kapal dengan luas  $3.72 \text{ m}^2$ , skeg 2 merupakan kondisi existing kapal setelah penambahan panjang skeg dengan luas  $6.64 \text{ m}^2$ , dan skeg 3 merupakan variasi skeg tambahan dengan luas  $5.61 \text{ m}^2$
2. Adanya pengaruh penambahan panjang skeg terhadap nilai hambatan kapal, bahwa semakin besar luas dan panjang skeg maka akan semakin besar luas permukaan basah kapal (*Wetted Surface Area*) sehingga mengakibatkan hambatan semakin besar. Skeg 1 yaitu 28.7 Kn, skeg 3 yaitu 28.8 Kn, dan skeg 2 yaitu 28.9 Kn.
3. Hasil simulasi menunjukkan bahwa dengan skeg, terjadi perubahan aliran pada buritan kapal, luas skeg semakin besar maka *advance velocity* ( $V_a$ ) semakin besar, namun perubahan  $V_a$  tidak terlalu besar. Skeg 1 yaitu nilai  $V_a$  6.03 knots, skeg 3 yaitu 5.97 knots, sedangkan skeg 2 yaitu 6,05 knots. Nilai  $V_a$  yang paling besar yaitu pada skeg 2 dengan nilai 6.05 knots.
4. Adanya pengaruh penambahan luas skeg terhadap *wake fraction* kapal, adalah luas skeg semakin besar maka nilai *wake fraction* semakin kecil, hal ini juga berpengaruh terhadap gaya dorong yang dibutuhkan kapal. Nilai thrust (T) yang didapatkan yaitu T skeg 1 yaitu 38.18 Kn, T skeg 3 yaitu 38.22, dan T skeg 2 yaitu 38.50 Kn

### 5.2 Saran

Saran yang perlu dibutuhkan pada penelitian sebelumnya, adalah sebagai berikut:

1. Melakukan penambahan variasi luas skeg terhadap kecepatan kapal untuk membandingkan pengaruh terhadap performa kapal
2. Menambah parameter yang dianalisa terkait analisa getaran akibat *wake flow* dibagian buritan kapal.
3. Pengujian eksperimen dengan luas skeg yang bervariasi.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

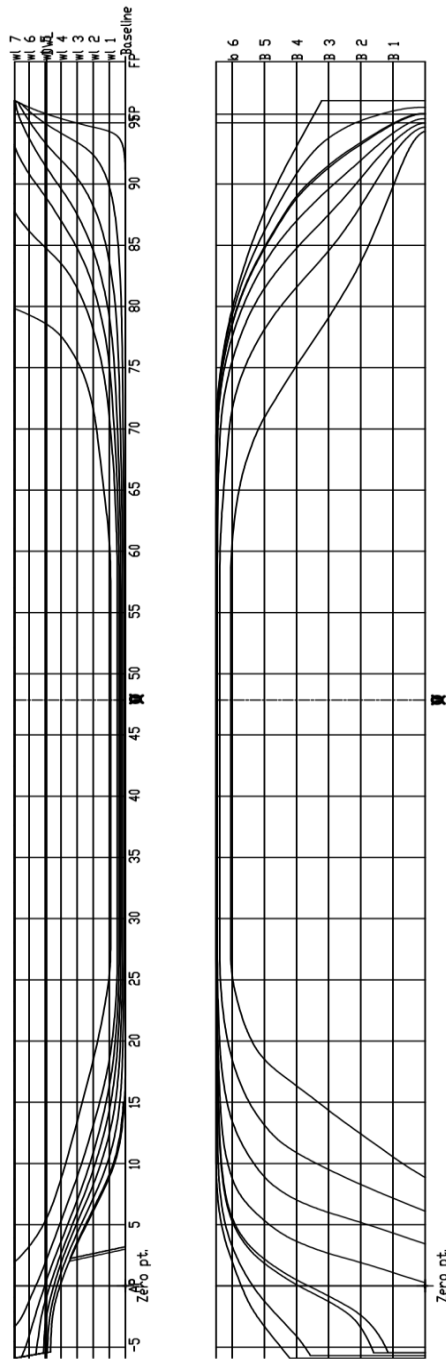
## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Triyono. 2010. *Kajian teknis Penambahan Skeg pada Kapal Patroli Tipe 36 m dengan Metode CFD*. Surabaya : Jurusan Teknik Sistem perkapalan, FTK, ITS.
- [2] Slade, Stuart. 1998. *History and Tecnology Skeg Design*. www. Navweaps.com
- [3] Kumar, Suresh. 2015. *Significance of Skeg in Course Stability Using Computational Fluid Dynamics*. IJERT. Vol 4 issue 07
- [4] Widodo. 2018. *Study Variasi Model Skeg Berdasarkan Resistance dan Pola Aliran yang Melewati Lambung Self Propulsion Barge (Wahana Pembongkaran ALPO)*. Jurusan Pascasarjana Teknik Kelautan, FTK, ITS.
- [5] Harvald, Sv Aa. 1983. *Tahanan dan Propulsi Kapal*. Airlangga University Press.
- [6] Rachman, M Dimas. *Dasar- Dasar Aliran Fluida*.  
[https://www.academia.edu/11812901/DASARDASAR\\_ALIRAN\\_FLUIDA\\_LANJUTAN\\_BAGIAN\\_2\\_](https://www.academia.edu/11812901/DASARDASAR_ALIRAN_FLUIDA_LANJUTAN_BAGIAN_2_), diakses 3 September 2019.
- [7] Novan M. 2011. *Analisa Pengaruh Penambahan Stern Flap Pada Kapal Planing Hull Dalam Usaha Mengurangi Tahanan Kapal*.  
[https://nvenggc.com.blogspot.com/2017/04/apa-itu-cfd-computational fluid-dynamic.html](https://nvenggc.com.blogspot.com/2017/04/apa-itu-cfd-computational-fluid-dynamic.html). Diakses 3 September 2019.
- [8] Satriawan, Andi. 2016. *Design Studi Perancangan Wake Equalizing Duct dalam Mengoptimalkan Aliran Fluida di Buritan Kapal Kriso Container Ship (KCS) dengan Metode CFD*. Jurnal Teknik Perkapalan-Vol.4, No. 1. Universitas Diponegoro.
- [9] S, Mohd Ridwan. 2008 *Parameter Design Propeller Kapal*. Teknik Perkapalan Undip. p2.
- [10] I. S. Adhi. *Engine Propeller Matching*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember. 2006
- [11] Widjaja, Hasan. 1993. *Analisa Pengaruh Wake Fraction terhadap Thrust Kapal*. ITS.
- [12] S. Anwar. 2018. *Analisa Alira Fluida Pada Buritan Lambung KM. Kelola Mina Makmur 150 GT Berdasar Propeller and Hull Matching Dengan Menggunakan Metode Actuator Disk Propeller*. Teknik sistem Perkapalan-ITS
- [13] Edward V, Lewis. 1988. *Principles of Naval Architecture Second Revision Vol II Resistance, Propulsion, and Vibration*. The Society of Naval Architecta and Marine Engineers.
- [14] Avicenna, Hemas. 2016. *Analisa Pengaruh Konfigurasi Skeg Terhadap Hambatan dan Gerak Kapal dengan Metode Computational Fluid Dynamics*. Surabaya: Jurusan Teknik perkapalan, FTK, ITS.
- [15] M, Wahyuddin. 2011. *Teori Desain Propeller Kapal*. Kapal Kargo Makassar.

- [16] N.O.D. Platform. *Theory of Actuator Disk Propeller*. FINE<sup>TM</sup>/Marine 7.1. NUMECA Internasional.X
- [17] B.P.P. & A. Santoso, *Redesain Amphibious Rescuce Boat Kasrat X-I Sebafei Langkah Optimalisasi Hull Resistance dan Daya Engine*. Surabaya: Jurusan Teknik Sistem Perkapalan-ITS, 2018

LINES PLAN

KMP. CAKALANG II



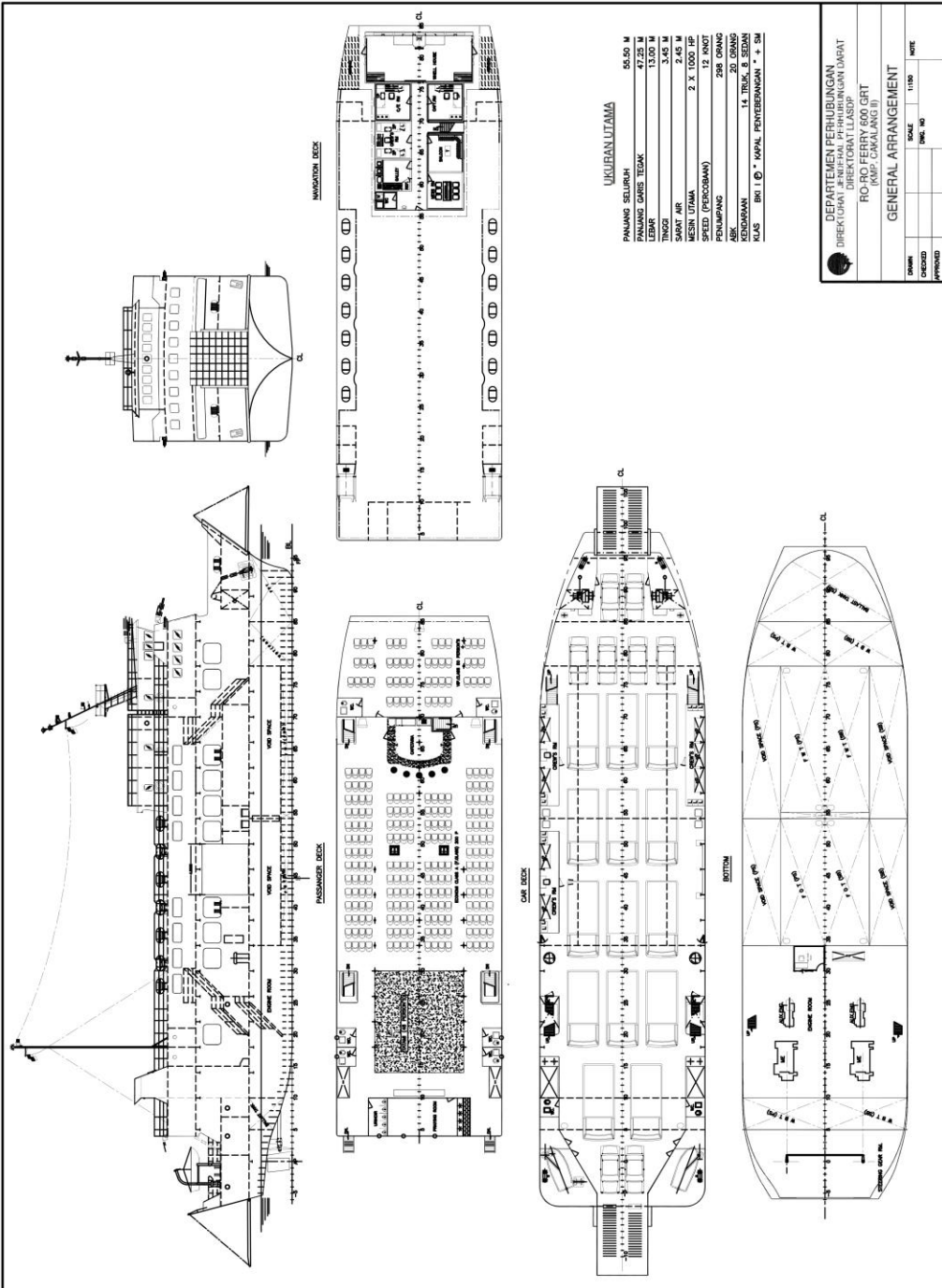
UKURAN UTAMA

PANJANG SELURUH	55.50 M
PANJANG GARIS TEGAK	48.00 M
LEBAR	13.00 M
TINGGI	3.45 M
SIKAT AIR	2.45 M
KLAS	BKI   Ø * KAPAL PENYEBERANGAN * + SM

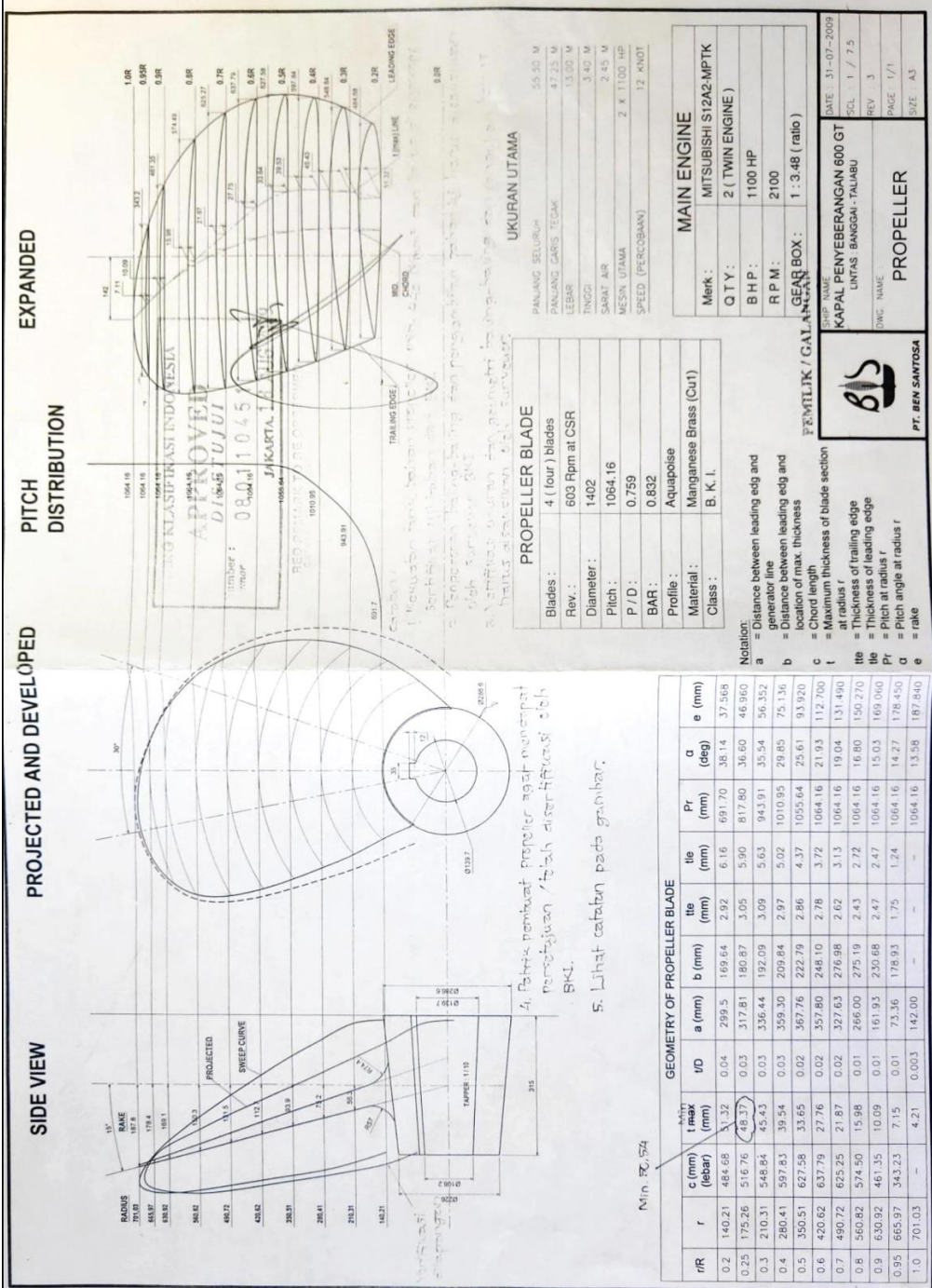
 DEPARTEMEN PERHUBUNGAN DIREKTORAT JENDERAL PERHUBUNGAN DARAT DIREKTORAT LASOP RO-RO FERRY 600 GRT (KMP. CAKALANG II)	
RENCANA GARIS	
DRAWN	SCALE 1:100
CHECKED	DATE NO
APPROVED	DATE

GENERAL ARRANGEMENT

KMP. CAKALANG II



DEPARTEMEN PERHUBUNGAN			
DIREKTORAH JENJAL PERHUBUNGAN DARAT			
RD RD FERRY 600 GRT			
(KMP. CAKALANG II)			
GENERAL ARRANGEMENT			
NAMA	SKALA	NO	NOTE
CHECKED			
APPROVED			



EXPANDED

PITCH DISTRIBUTION

PROJECTED AND DEVELOPED

SIDE VIEW

UKURAN UTAMA

PROPELLER BLADE

GEOMETRY OF PROPELLER BLADE

4. Beker minimum propeller agar mendapat  
 pertolongan / tenaga angin terbesar oleh  
 SKL.

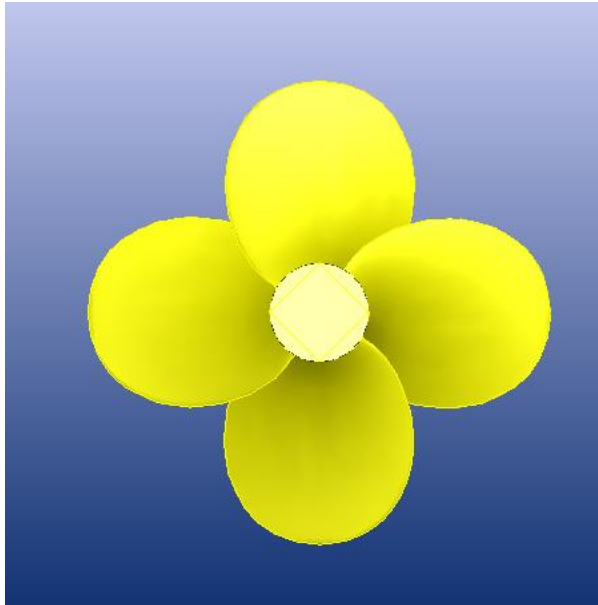
5. Lihat catatan pada gambar.

Min. 70,54

APPROVED  
 DITOLAK  
 08.01.10.65  
 JAKARTAL



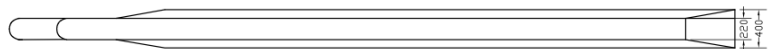
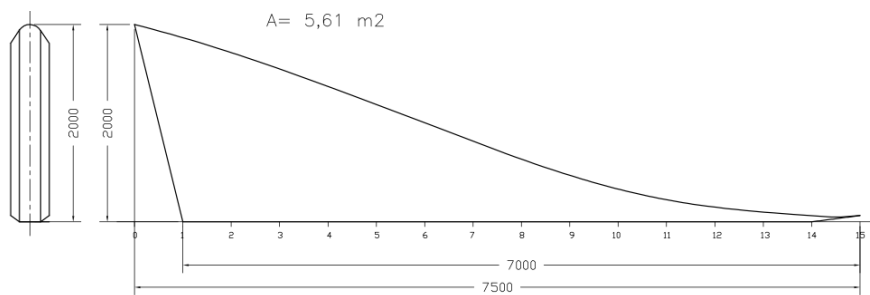
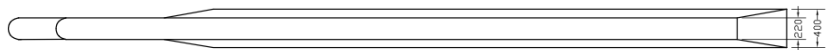
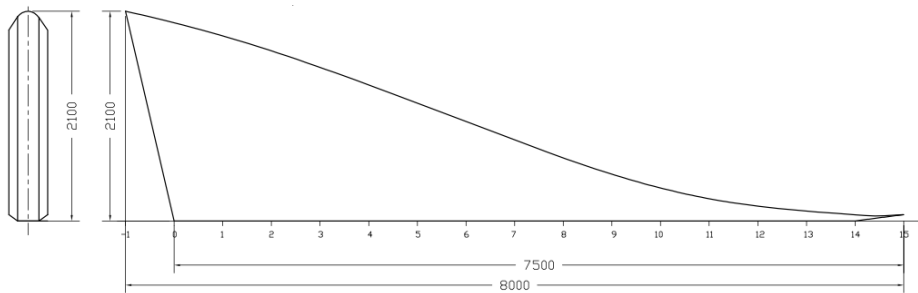
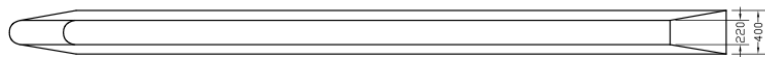
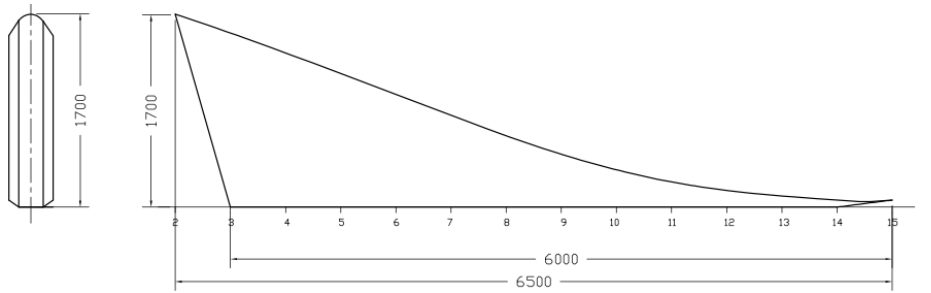
KAPAL PENYEBERANGAN 800 GT  
 LINTAS BANGOR - TALABU  
 RING NAME  
 PROPELLER

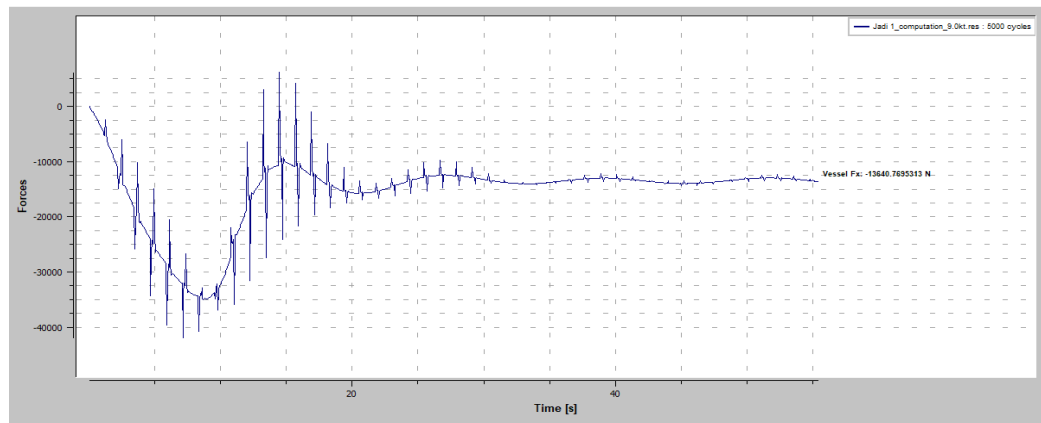
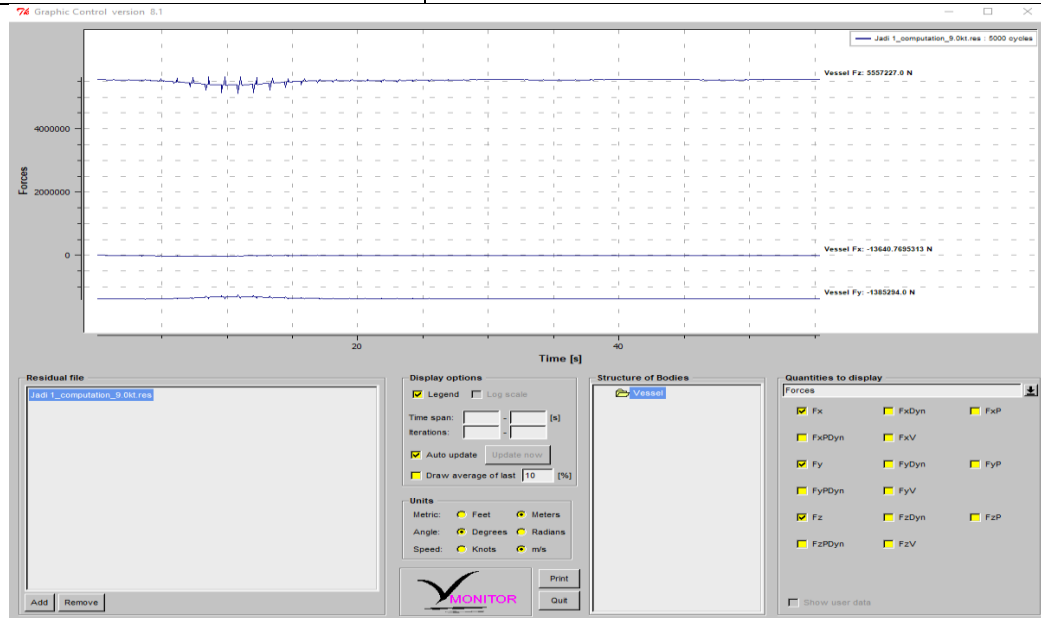


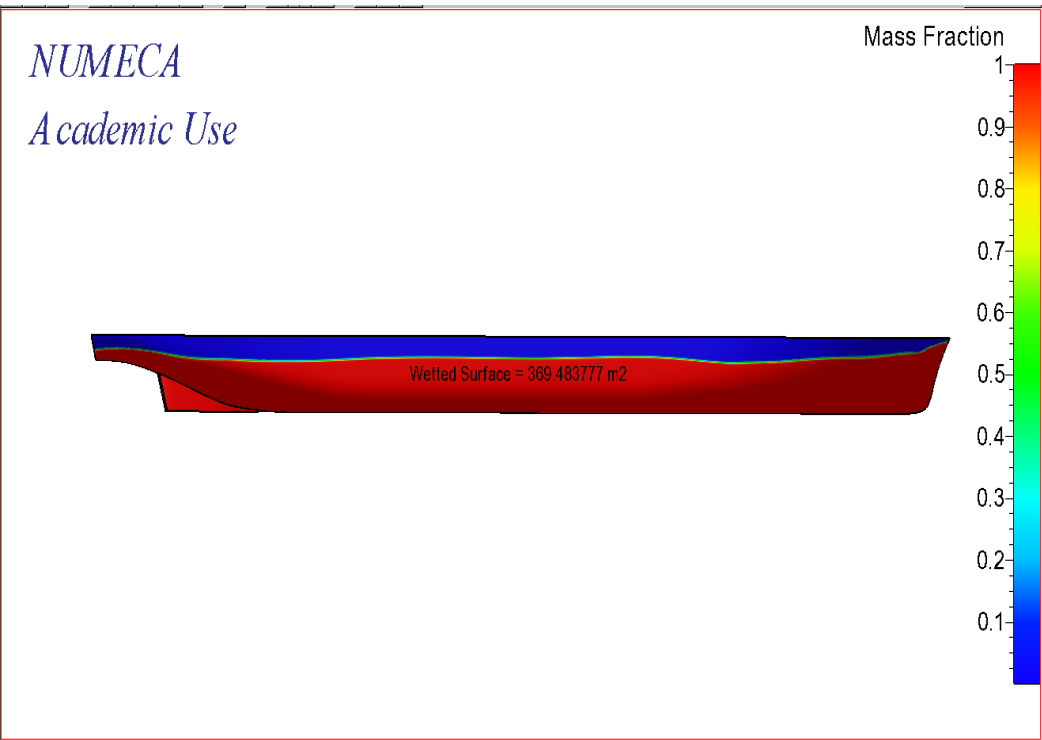
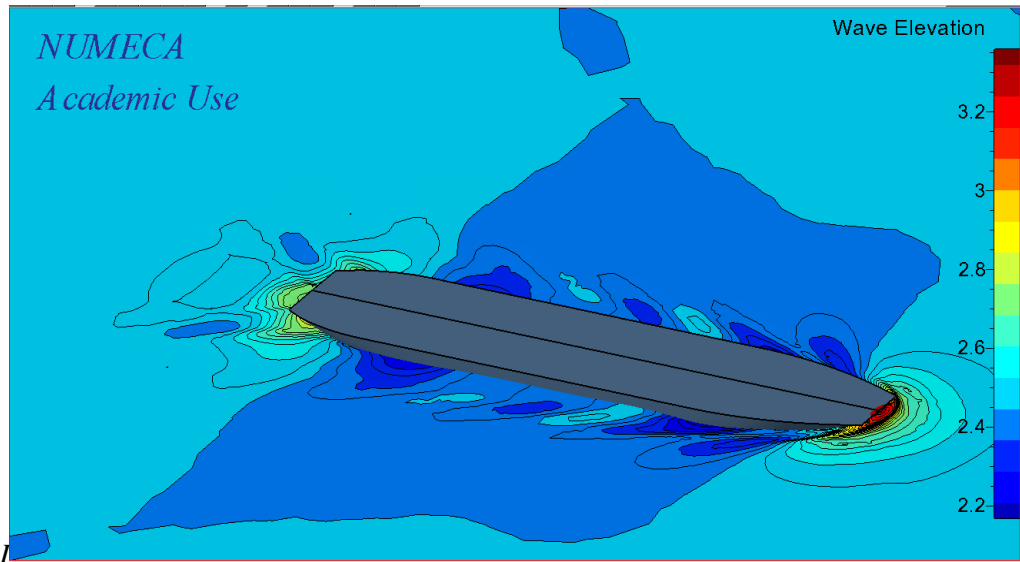
J	KT	10KQ	$\eta_o$
0.10	0.3092	0.3756	0.1310
0.15	0.2914	0.3577	0.1944
0.20	0.2727	0.3387	0.2562
0.25	0.2531	0.3185	0.3161
0.30	0.2326	0.2972	0.3736
0.35	0.2115	0.2751	0.4280
0.40	0.1896	0.2523	0.4783
0.45	0.1671	0.2287	0.5231
0.50	0.1441	0.2047	0.5601
.55	0.1207	0.1803	0.5857
0.60	0.0968	0.1556	0.5940
0.65	0.0726	0.1308	0.5744
0.70	0.0482	0.1059	0.5067
0.75	0.0236	0.0812	0.3465
0.80	-0.0011	0.0567	-0.0258

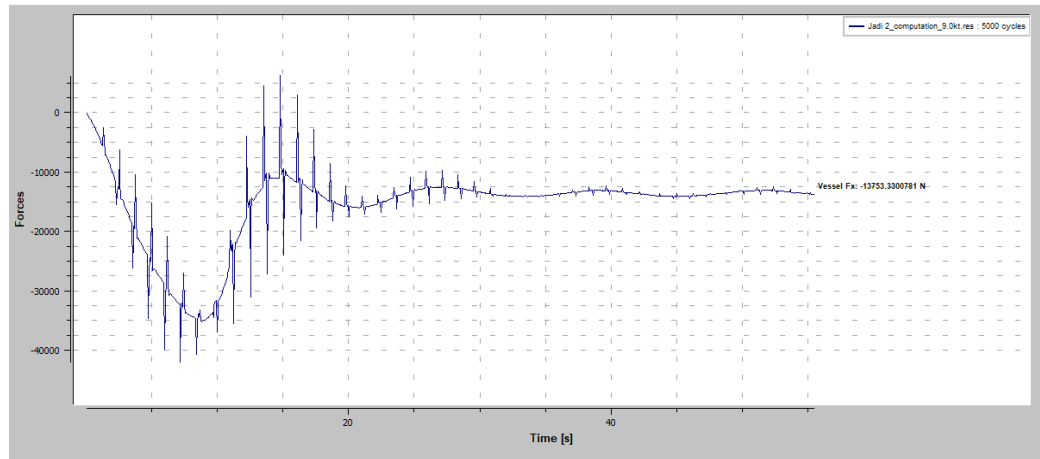
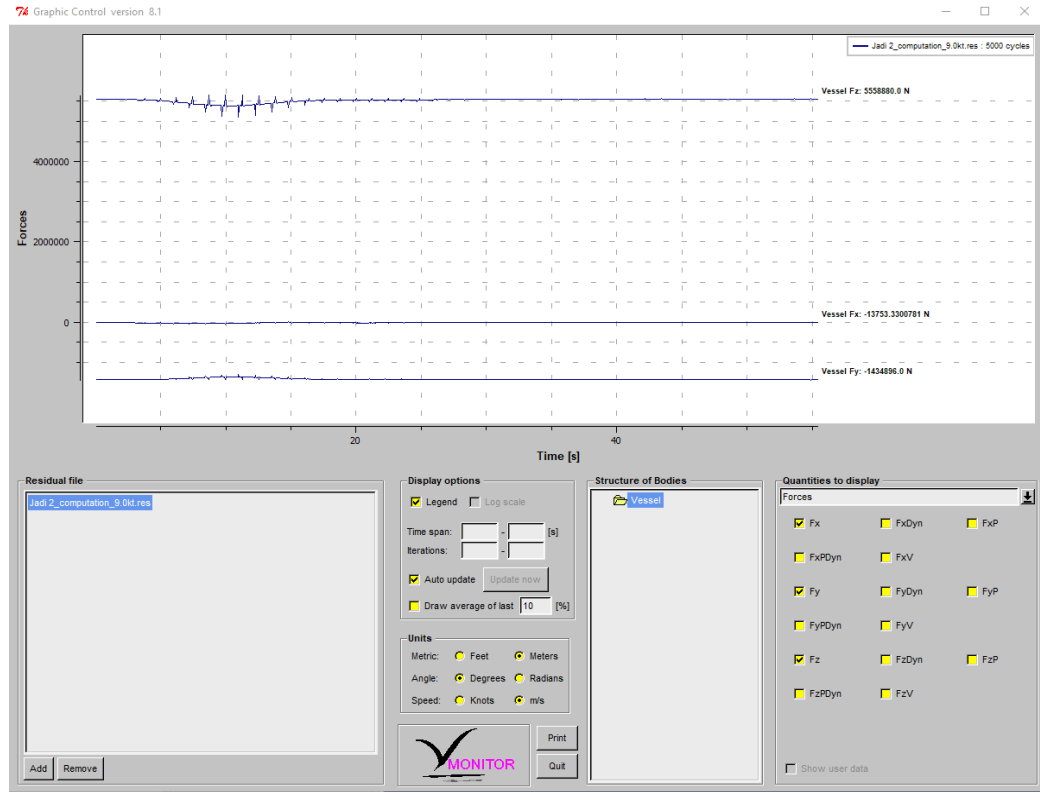


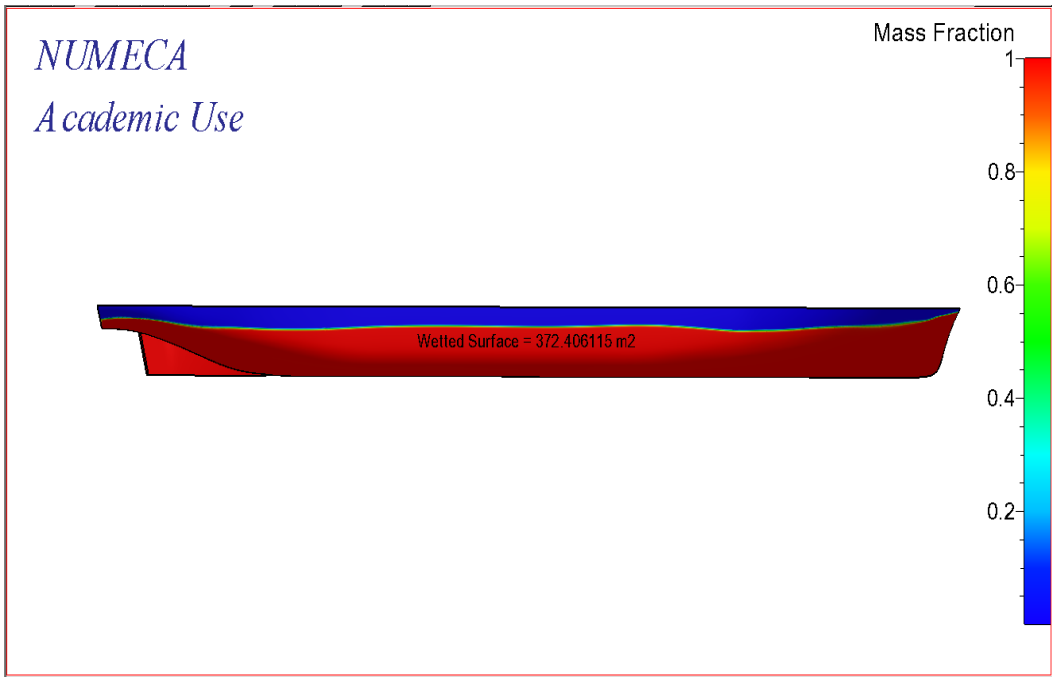
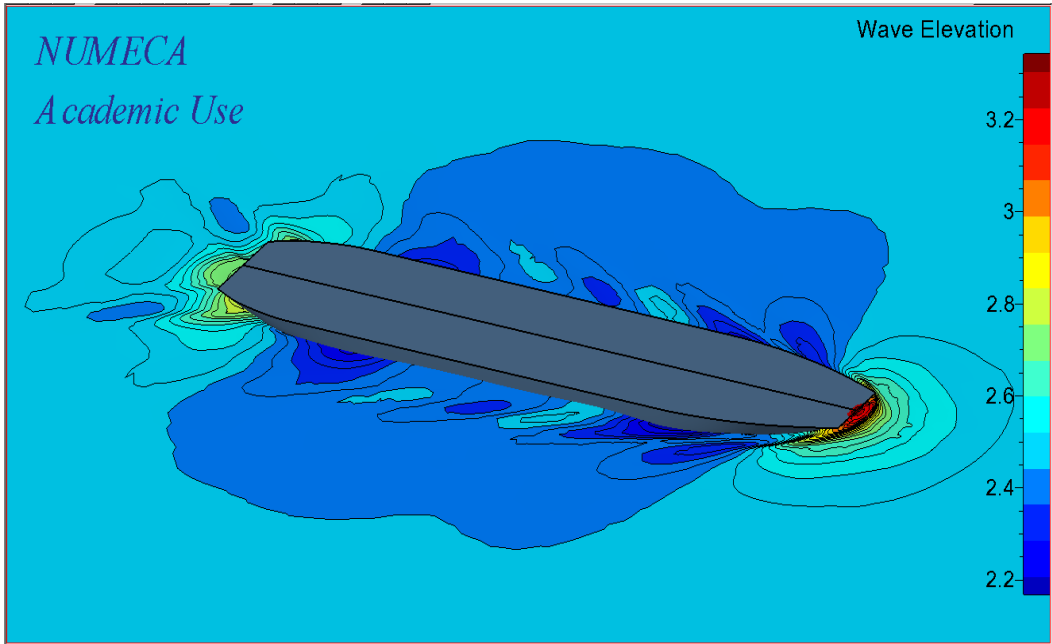
## UKURAN VARIASI LUASAN SKEG

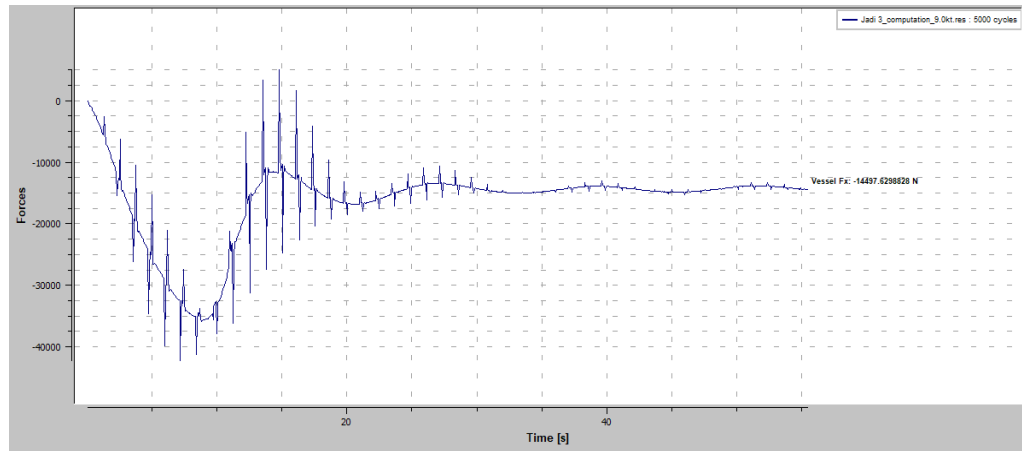
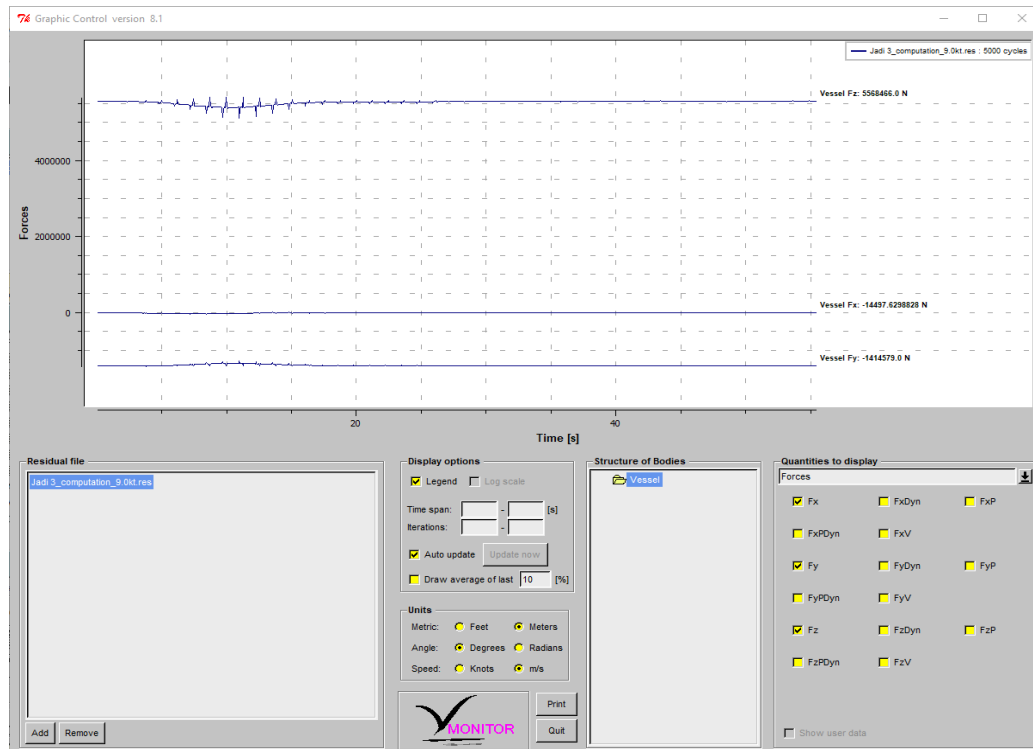


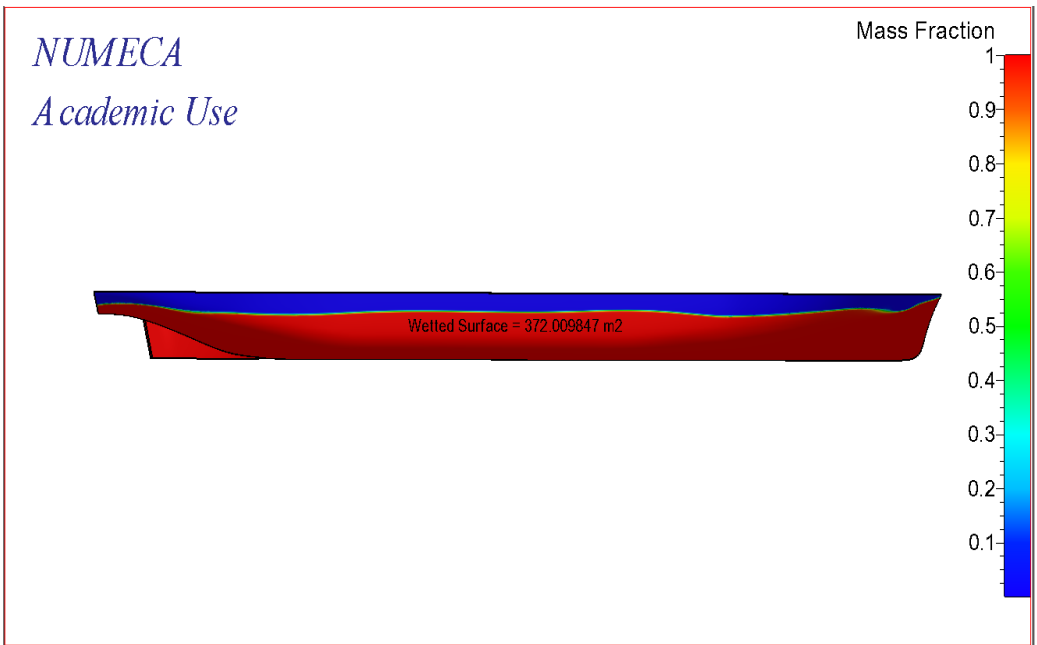
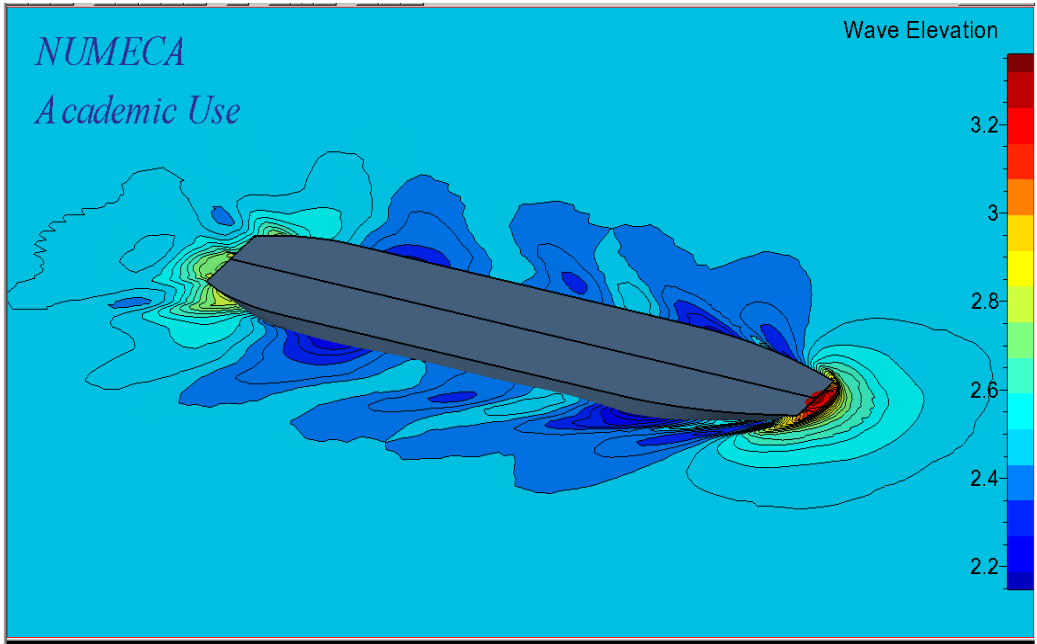










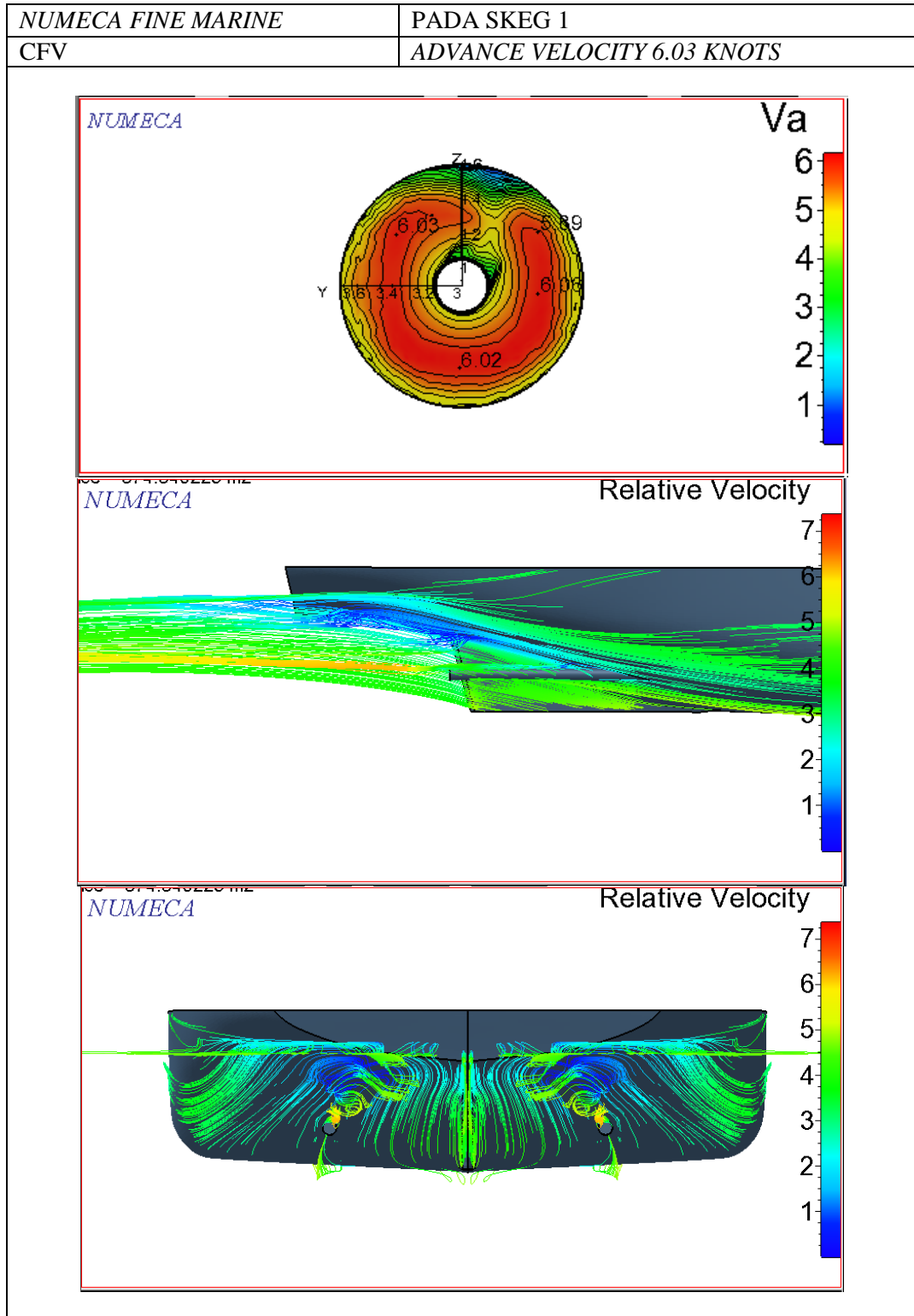


MAXSURF		PADA SKEG 1			
MAXSURF RESISTANCE		SPEED 8-12 KNOTS			
	Speed (kn)	Froude No. LWL	Froude No. Vol.	Holtrop Resist. (kN)	Holtrop Power (kW)
9	8,000	0,185	0,409	21,2	158,689
10	8,125	0,188	0,415	22,0	167,191
11	8,250	0,191	0,422	22,8	176,146
12	8,375	0,193	0,428	23,7	185,587
13	8,500	0,196	0,434	24,6	195,548
14	8,625	0,199	0,441	25,5	206,073
15	8,750	0,202	0,447	26,5	217,205
16	8,875	0,205	0,454	27,6	228,991
17	9,000	0,208	0,460	28,7	241,472
18	9,125	0,211	0,466	29,8	254,682
19	9,250	0,214	0,473	31,1	268,648
20	9,375	0,217	0,479	32,3	283,401
21	9,500	0,219	0,485	33,6	298,980
22	9,625	0,222	0,492	35,0	315,453
23	9,750	0,225	0,498	36,5	332,919
24	9,875	0,228	0,505	38,1	351,510
25	10,000	0,231	0,511	39,7	371,381
26	10,125	0,234	0,517	41,5	392,689
27	10,250	0,237	0,524	43,3	415,567
28	10,375	0,240	0,530	45,4	440,102
29	10,500	0,243	0,537	47,5	466,311
30	10,625	0,245	0,543	49,7	494,127
31	10,750	0,248	0,549	52,1	523,411
32	10,875	0,251	0,556	54,5	553,973
33	11,000	0,254	0,562	56,9	585,613
34	11,125	0,257	0,569	59,4	618,170
35	11,250	0,260	0,575	61,9	651,575
36	11,375	0,263	0,581	64,5	685,884
37	11,500	0,266	0,588	67,1	721,304
38	11,625	0,269	0,594	69,7	758,188
39	11,750	0,271	0,600	72,5	797,027
40	11,875	0,274	0,607	75,5	838,420
41	12,000	0,277	0,613	78,7	883,051

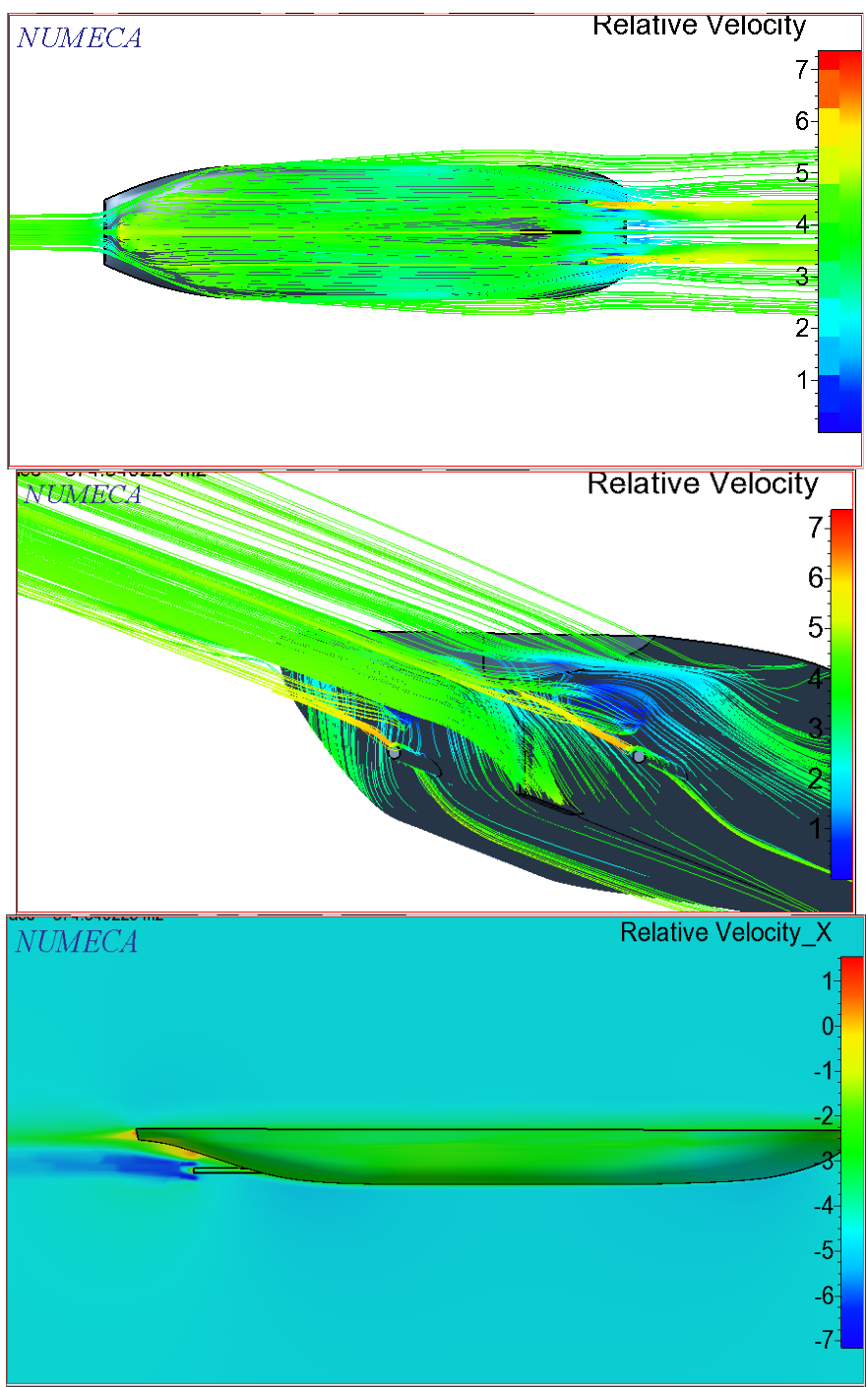


MAXSURF		PADA SKEG 2			
MAXSURF RESISTANCE		SPEED 8-12 KNOTS			
	Speed (kn)	Froude No. LWL	Froude No. Vol.	Holtrop Resist. (kN)	Holtrop Power (kW)
9	8,000	0,185	0,409	21,4	160,043
10	8,125	0,188	0,415	22,2	168,609
11	8,250	0,191	0,422	23,0	177,631
12	8,375	0,193	0,428	23,9	187,140
13	8,500	0,196	0,434	24,8	197,173
14	8,625	0,199	0,441	25,8	207,771
15	8,750	0,202	0,447	26,8	218,979
16	8,875	0,205	0,454	27,8	230,844
17	9,000	0,208	0,460	28,9	243,407
18	9,125	0,211	0,466	30,1	256,702
19	9,250	0,214	0,473	31,3	270,757
20	9,375	0,217	0,479	32,6	285,601
21	9,500	0,219	0,485	33,9	301,274
22	9,625	0,222	0,492	35,3	317,843
23	9,750	0,225	0,498	36,8	335,407
24	9,875	0,228	0,505	38,3	354,099
25	10,000	0,231	0,511	40,0	374,072
26	10,125	0,234	0,517	41,8	395,485
27	10,250	0,237	0,524	43,6	418,474
28	10,375	0,240	0,530	45,7	443,127
29	10,500	0,243	0,537	47,8	469,461
30	10,625	0,245	0,543	50,1	497,413
31	10,750	0,248	0,549	52,4	526,842
32	10,875	0,251	0,556	54,8	557,558
33	11,000	0,254	0,562	57,3	589,358
34	11,125	0,257	0,568	59,8	622,080
35	11,250	0,260	0,575	62,3	655,651
36	11,375	0,263	0,581	64,9	690,123
37	11,500	0,266	0,588	67,5	725,700
38	11,625	0,269	0,594	70,1	762,734
39	11,750	0,271	0,600	72,9	801,713
40	11,875	0,274	0,607	75,9	843,238
41	12,000	0,277	0,613	79,1	887,994

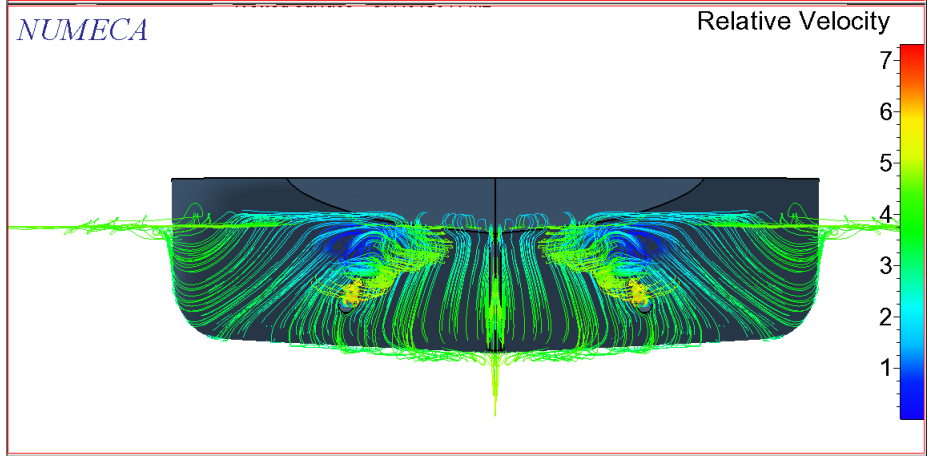
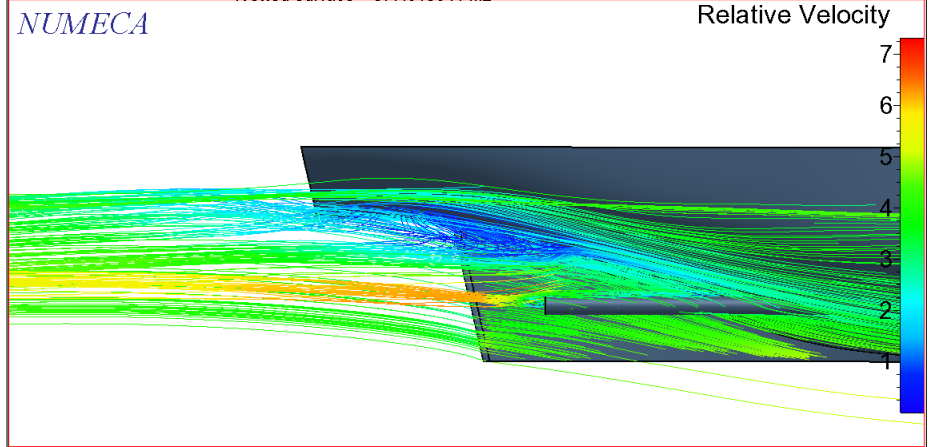
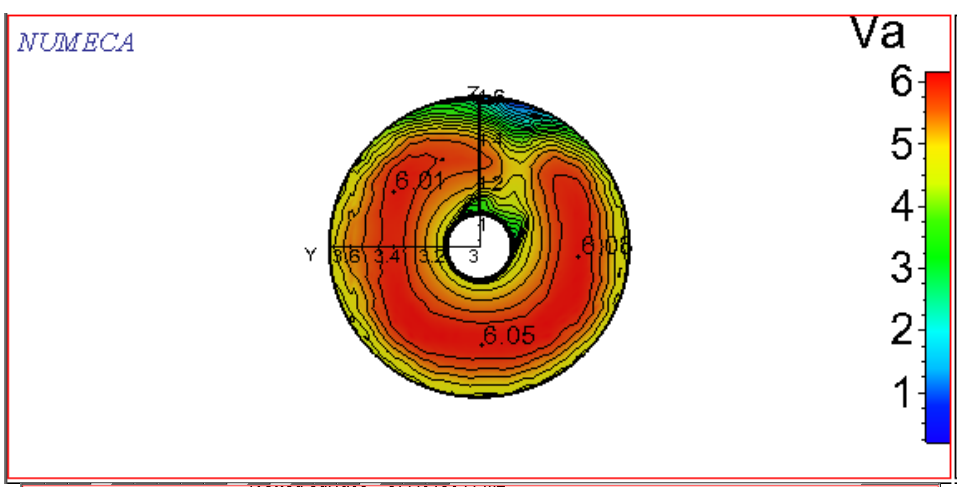
MAXSURF		PADA SKEG 3			
MAXSURF RESISTANCE		SPEED 8-12 KNOTS			
	Speed (kn)	Froude No. LWL	Froude No. Vol.	Holtrop Resist. (kN)	Holtrop Power (kW)
9	8,000	0,185	0,409	21,3	159,459
10	8,125	0,188	0,415	22,1	167,997
11	8,250	0,191	0,422	22,9	176,990
12	8,375	0,193	0,428	23,8	186,470
13	8,500	0,196	0,434	24,7	196,472
14	8,625	0,199	0,441	25,7	207,038
15	8,750	0,202	0,447	26,7	218,213
16	8,875	0,205	0,454	27,7	230,044
17	9,000	0,208	0,460	28,8	242,571
18	9,125	0,211	0,466	30,0	255,829
19	9,250	0,214	0,473	31,2	269,846
20	9,375	0,217	0,479	32,5	284,650
21	9,500	0,219	0,485	33,8	300,282
22	9,625	0,222	0,492	35,2	316,809
23	9,750	0,225	0,498	36,7	334,331
24	9,875	0,228	0,505	38,2	352,979
25	10,000	0,231	0,511	39,9	372,908
26	10,125	0,234	0,517	41,6	394,275
27	10,250	0,237	0,524	43,5	417,216
28	10,375	0,240	0,530	45,5	441,817
29	10,500	0,243	0,537	47,7	468,096
30	10,625	0,245	0,543	49,9	495,989
31	10,750	0,248	0,549	52,2	525,354
32	10,875	0,251	0,556	54,7	556,002
33	11,000	0,254	0,562	57,1	587,731
34	11,125	0,257	0,569	59,6	620,381
35	11,250	0,260	0,575	62,1	653,878
36	11,375	0,263	0,581	64,7	688,279
37	11,500	0,266	0,588	67,3	723,787
38	11,625	0,269	0,594	70,0	760,755
39	11,750	0,271	0,600	72,8	799,673
40	11,875	0,274	0,607	75,7	841,141
41	12,000	0,277	0,613	78,9	885,844

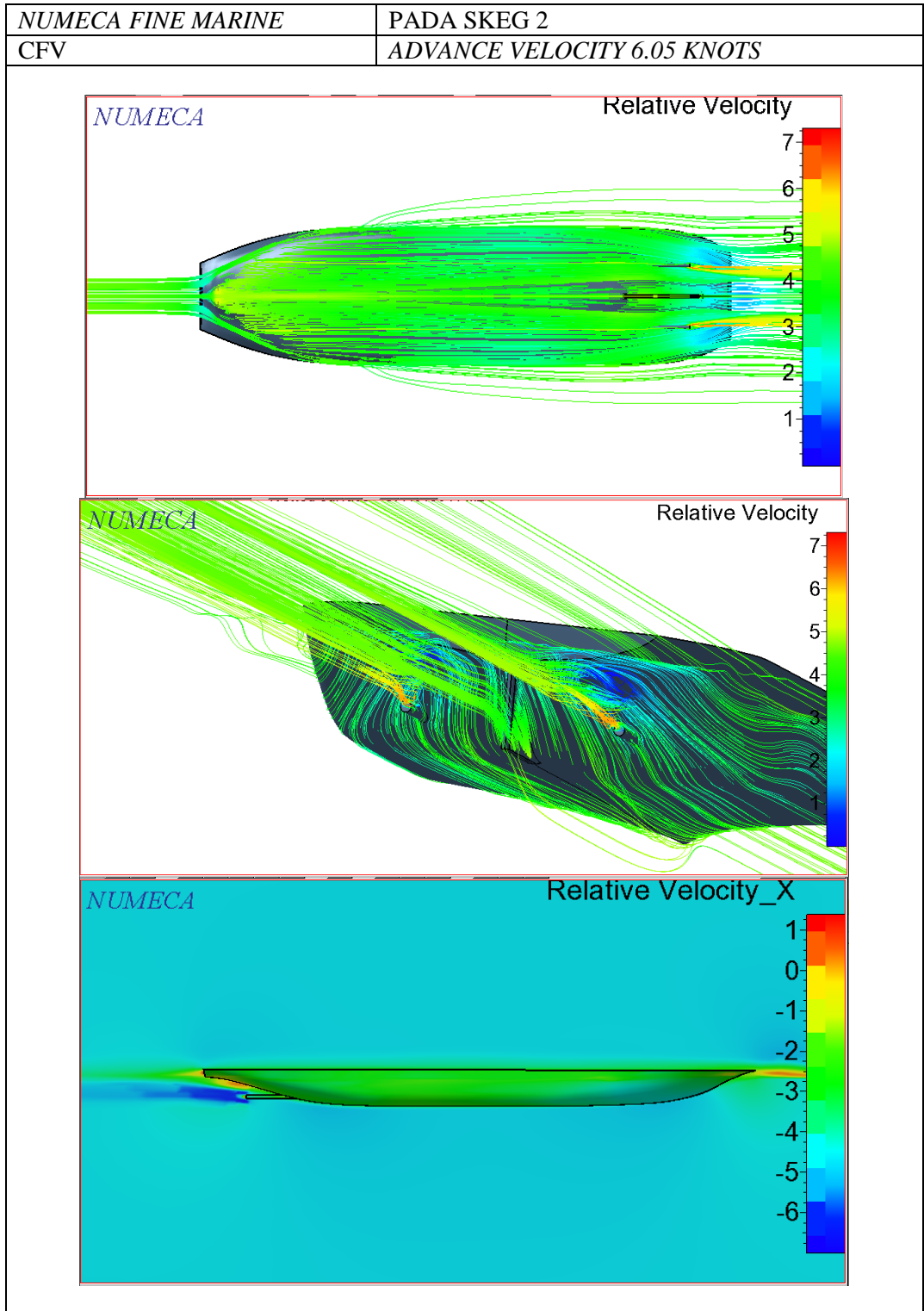


<i>NUMECA FINE MARINE</i>	PADA SKEG 1
CFV	ADVANCE VELOCITY 6.03 KNOTS

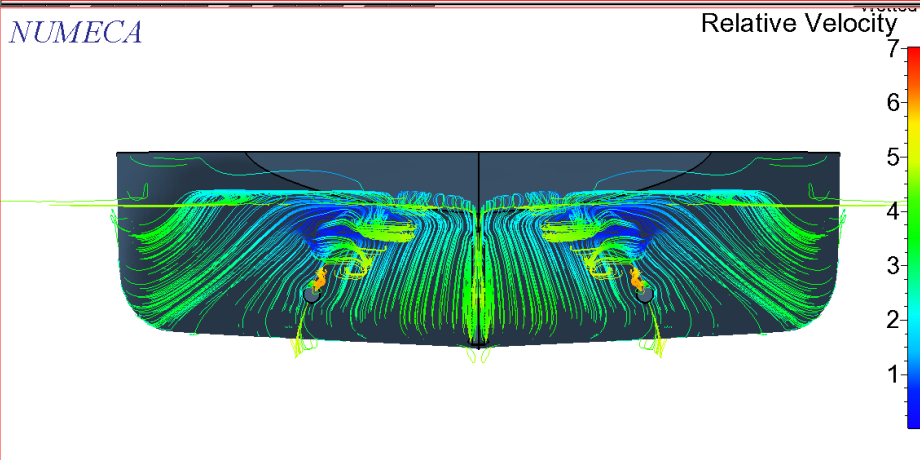
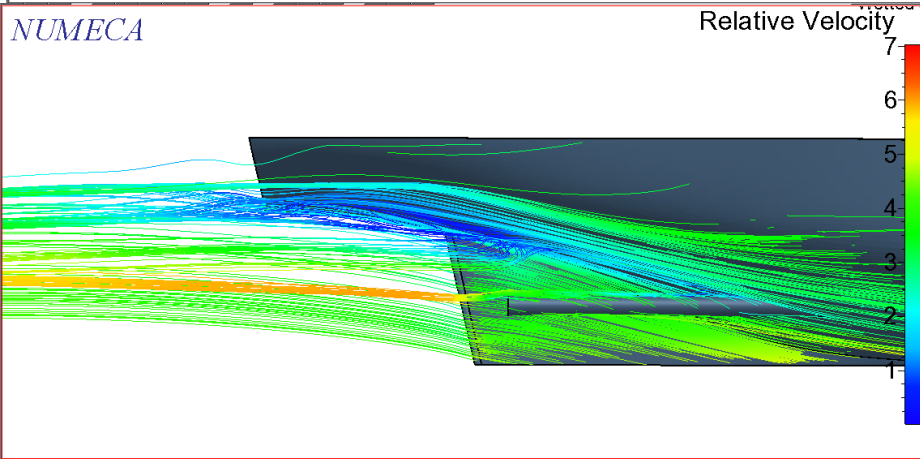
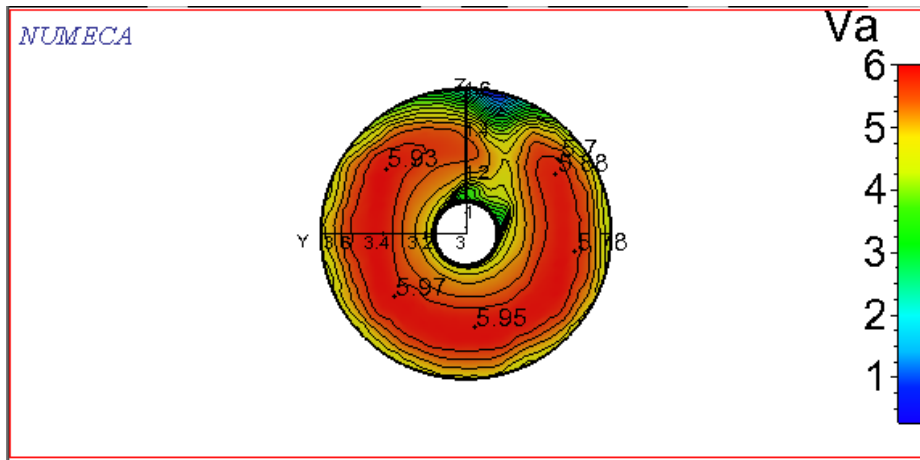


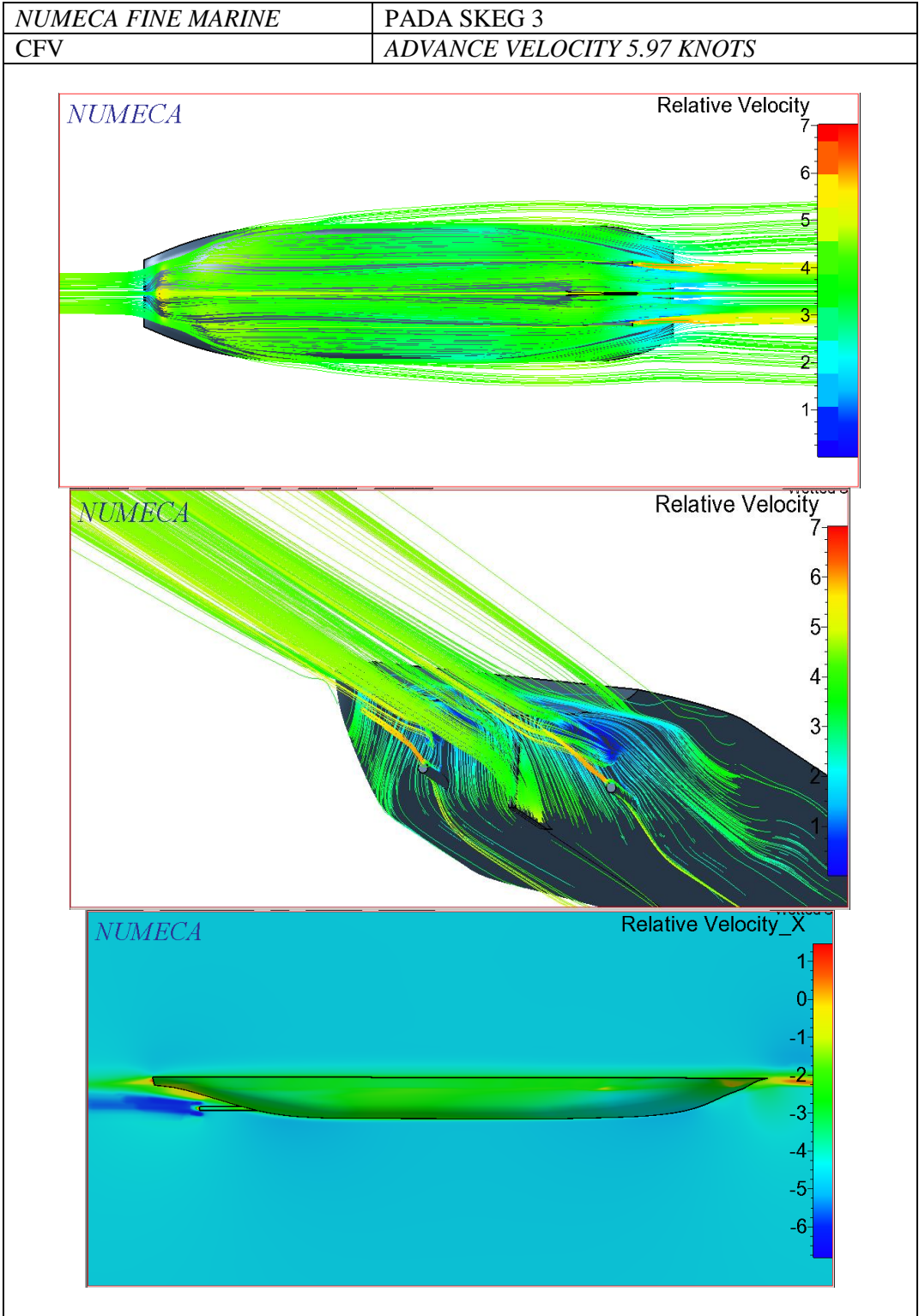
NUMECA FINE MARINE	PADA SKEG 2
CFV	ADVANCE VELOCITY 6.05 KNOTS





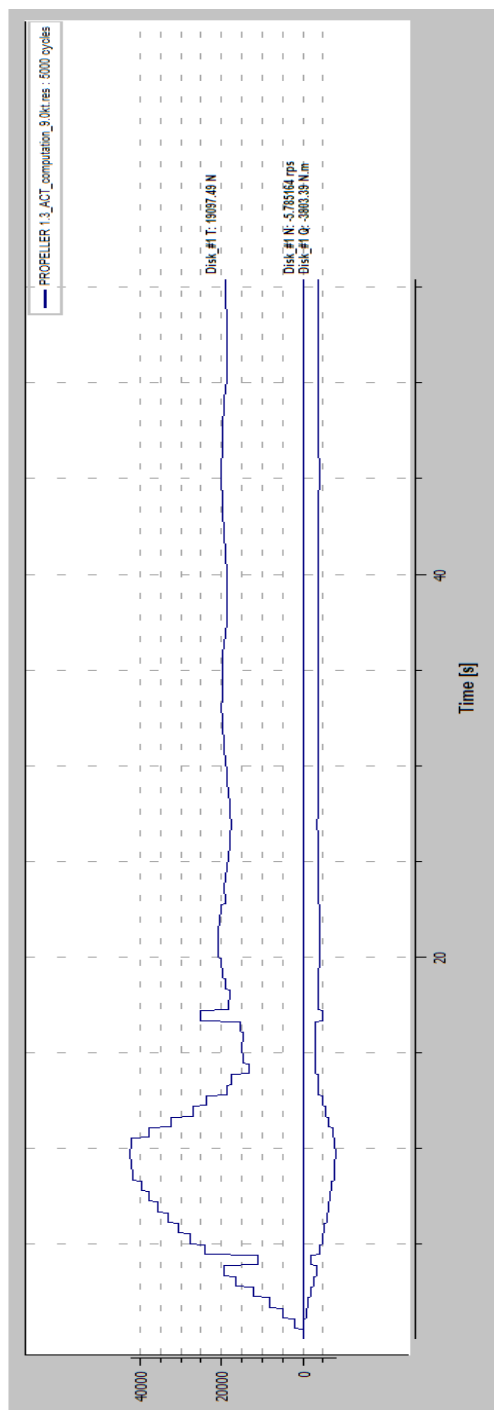
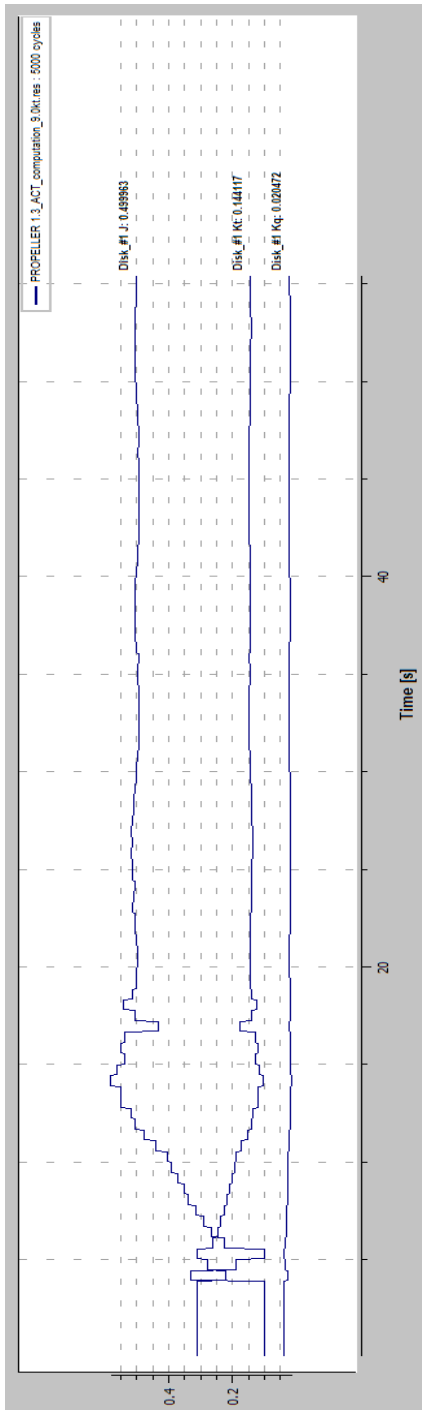
NUMECA FINE MARINE	PADA SKEG 3
CFV	ADVANCE VELOCITY 5.97 KNOTS







<p>UMECA FINE MARINE</p>	<p>PADA SKEG 1</p>
<p>T, Q, dan N</p>	<p>KT, KQ, J</p>

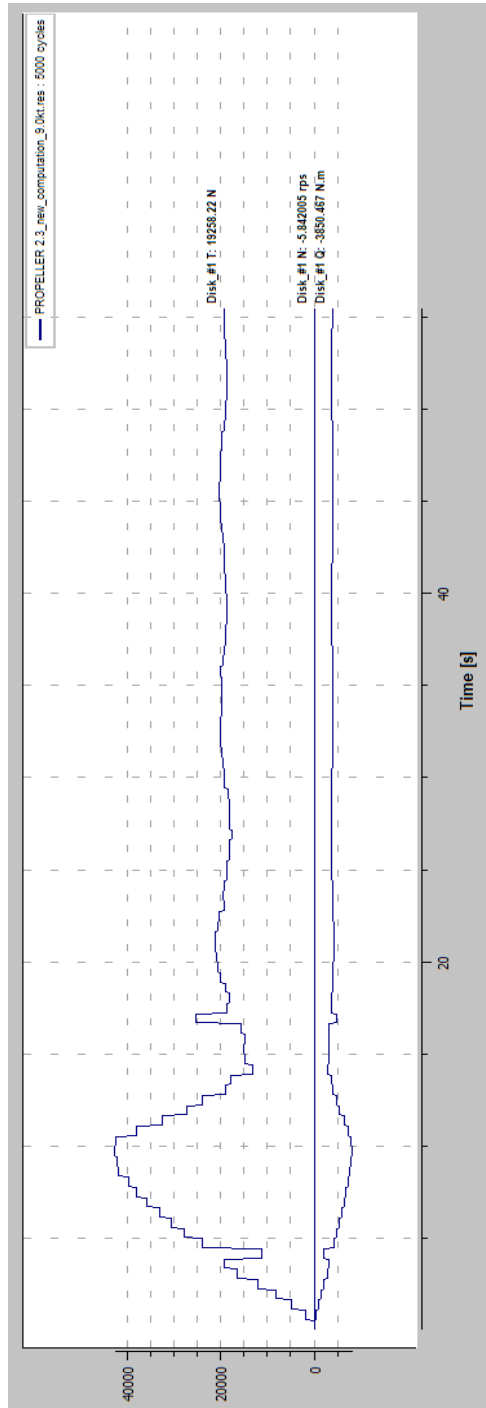
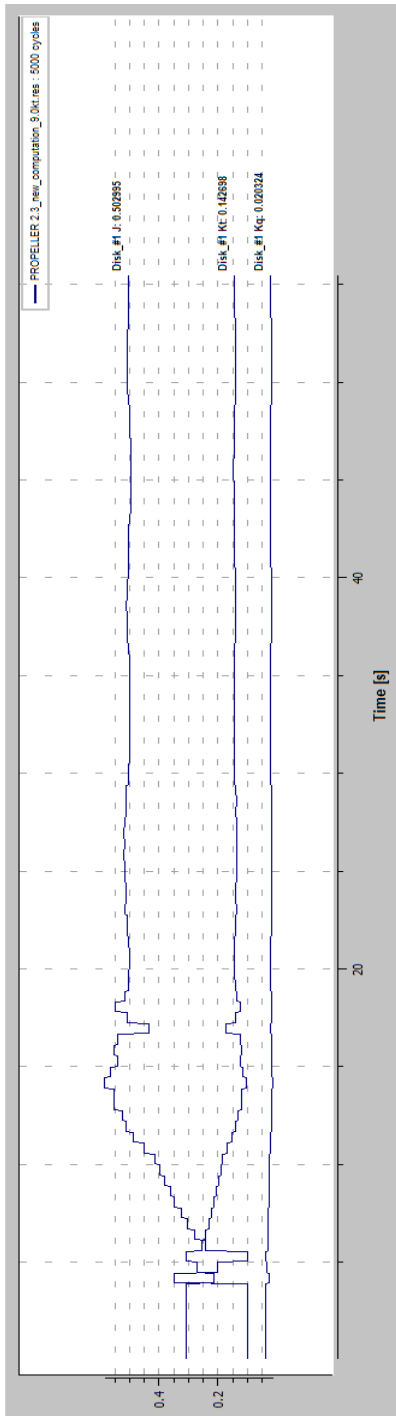


NUMECA FINE MARINE

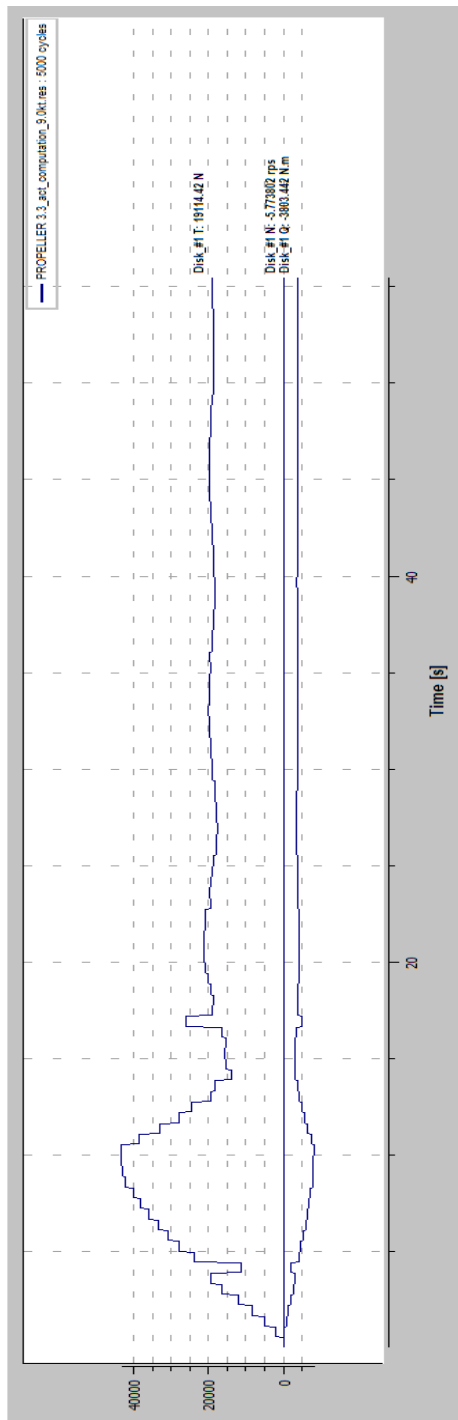
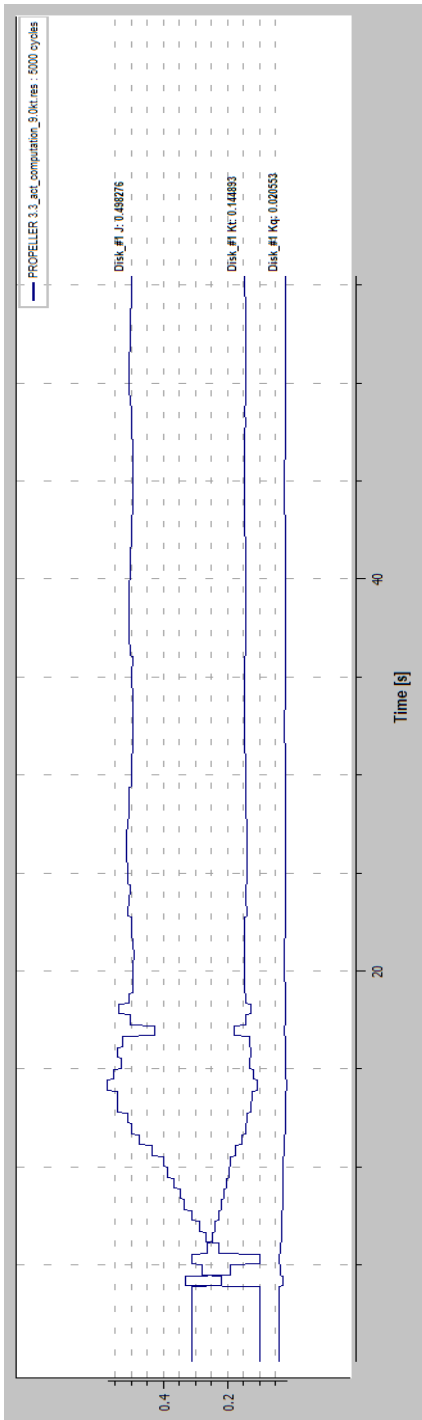
PADA SKEG 2

T, Q, dan N

KT, KQ, J



NUMECA FINE MARINE	PADA SKEG 3
T, Q, dan N	KT, KQ, J



```

computed_data.dat - Notepad
File Edit Format View Help
Project:      E:\KULIAH ITS\SEMESTER 4\TA\NUMECA\7.1\PROPELLER
1.3\PROPELLER 1.3.iec
Computation: ACT_computation_9.0kt
Mesh:        E:\KULIAH ITS\SEMESTER 4\TA\NUMECA\7.1\PROPELLER
1.3\_mesh\OKE_1_WITH_SHAFT.igg

Average values
Quantity      Average Min      Max      Std. deviation
Fx(Vessel)    -1.8822948e+004 -1.9409700e+004 -1.8366083e+004
2.5790926e+002
Fz(Vessel)    5.5598401e+006  5.5536460e+006  5.5659323e+006
2.9824402e+003

Self-propulsion analysis
- Propeller advance ratio (J): 0.503
- Propeller thrust coefficient (Kt): 0.1427
- Propeller torque coefficient (Kq): 0.02032
- Propeller torque coefficient in open water (Kq0): 0.02032
- Thrust deduction factor (t): 1 or (1-t): 0
- Taylor wake fraction (wt): 0.1215 or (1-wt): 0.8785
- Propeller open water efficiency (eta_0): 0.5621
- Relative rotative efficiency (eta_R): 1
- Hull efficiency (eta_H): 0
- Propulsive efficiency (eta_D): 0

CPU time and convergence

```

```

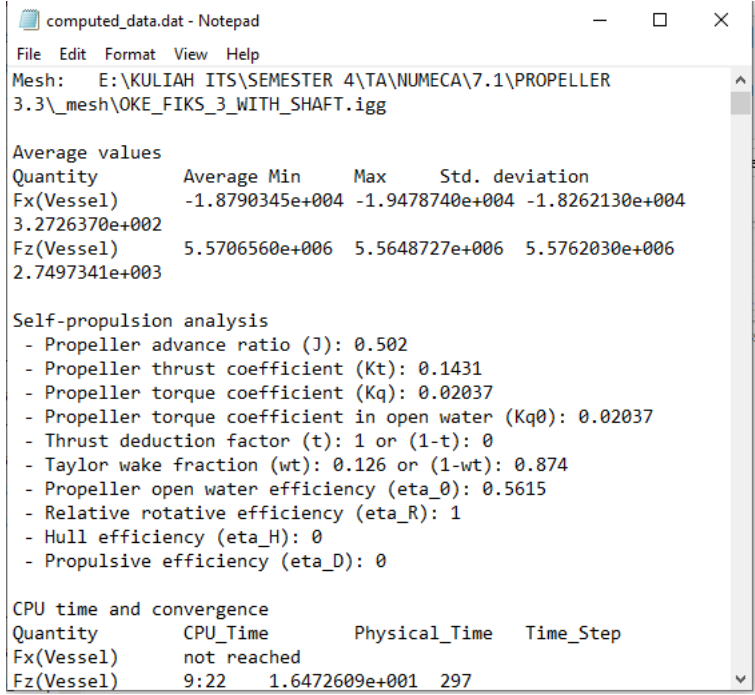
computed_data.dat - Notepad
File Edit Format View Help
Mesh:        E:\KULIAH ITS\SEMESTER 4\TA\NUMECA\7.1\PROPELLER
2.3\_mesh\shaft_2.igg

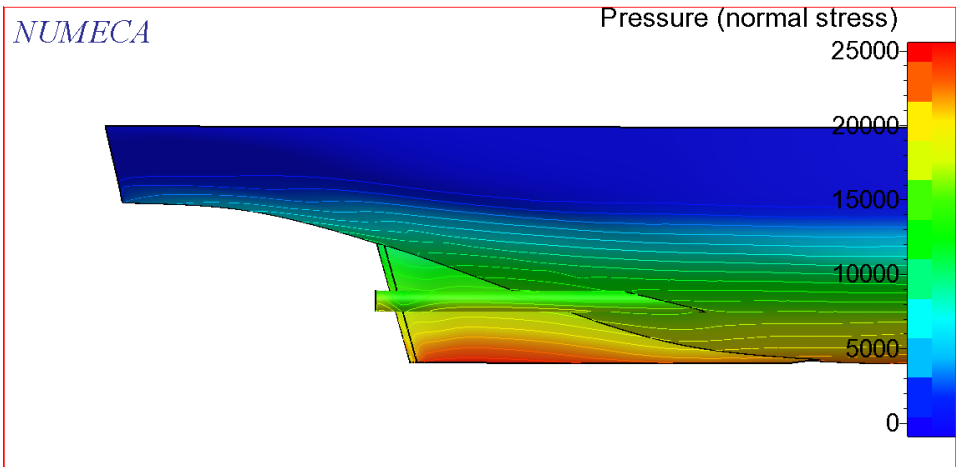
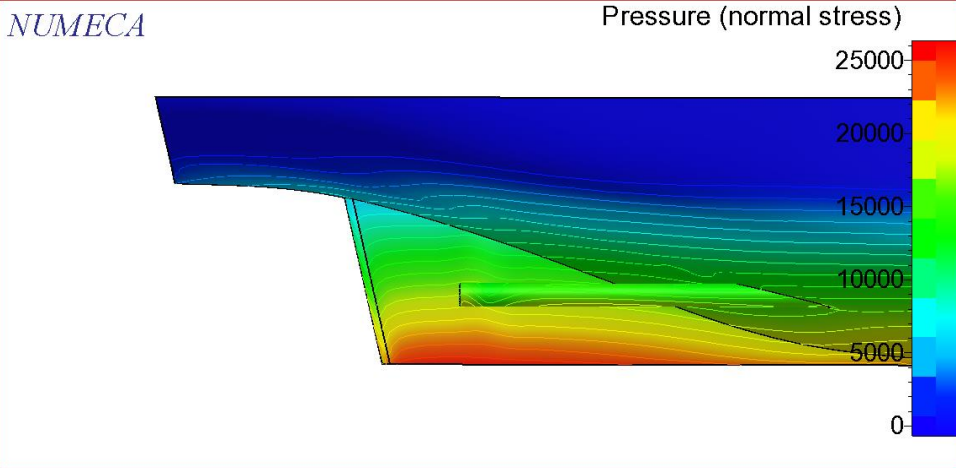
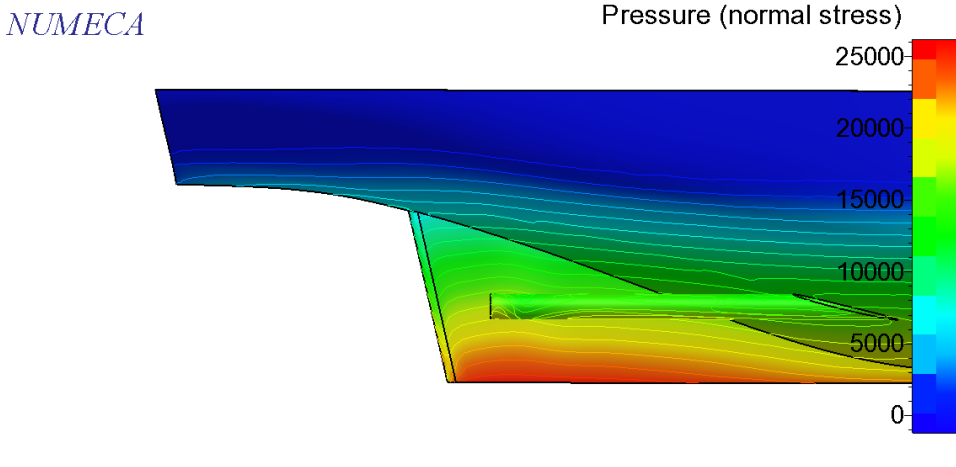
Average values
Quantity      Average Min      Max      Std. deviation
Fx(Vessel)    -1.9012917e+004 -1.9690280e+004 -1.8464677e+004
3.2200667e+002
Fz(Vessel)    5.5619069e+006  5.5562353e+006  5.5673497e+006
2.6831921e+003

Self-propulsion analysis
- Propeller advance ratio (J): 0.5055
- Propeller thrust coefficient (Kt): 0.1415
- Propeller torque coefficient (Kq): 0.0202
- Propeller torque coefficient in open water (Kq0): 0.0202
- Thrust deduction factor (t): 1 or (1-t): 0
- Taylor wake fraction (wt): 0.1094 or (1-wt): 0.8906
- Propeller open water efficiency (eta_0): 0.5636
- Relative rotative efficiency (eta_R): 1
- Hull efficiency (eta_H): 0
- Propulsive efficiency (eta_D): 0

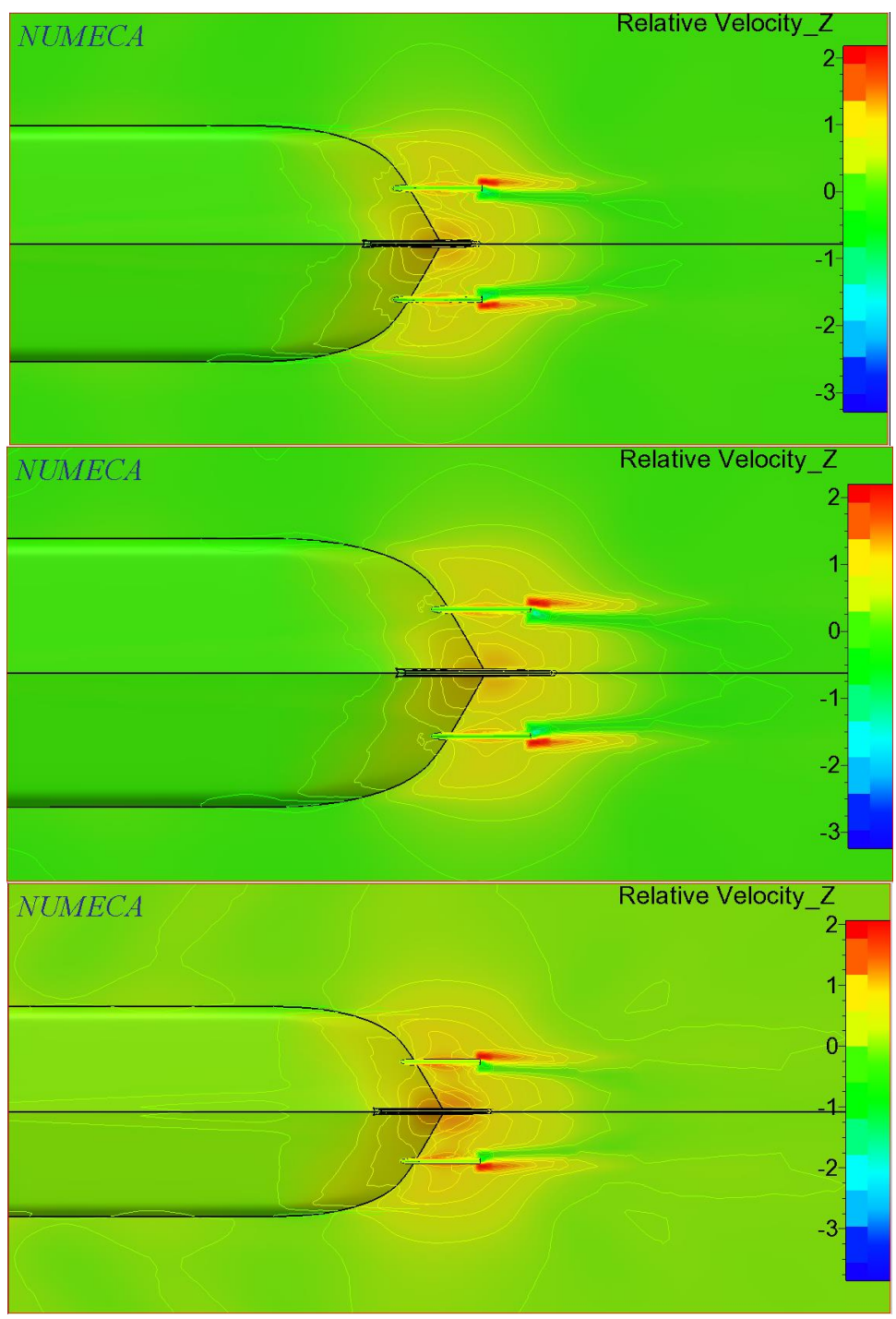
CPU time and convergence
Quantity      CPU_Time      Physical_Time  Time_Step
Fx(Vessel)    not reached
Fz(Vessel)    8:38         1.6472609e+001  297

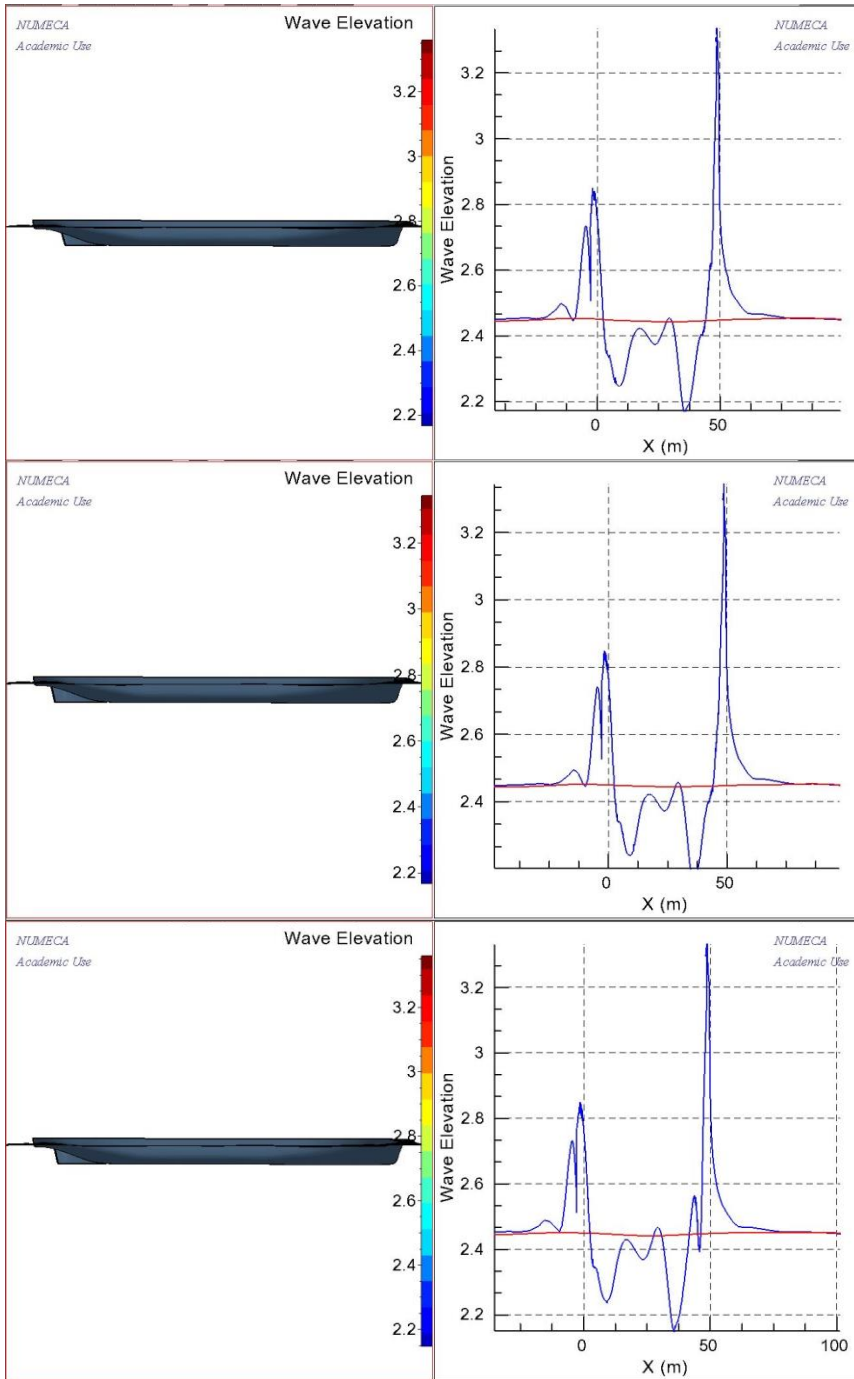
```

<i>NUMECA FINE MARINE</i>	<i>PADA SKEG 3</i>
	<i>Wake Fraction</i>
 <pre> computed_data.dat - Notepad File Edit Format View Help Mesh: E:\KULIAH ITS\SEMESTER 4\TA\NUMECA\7.1\PROPELLER 3.3\_mesh\OKE_FIKS_3_WITH_SHAFT.igg  Average values Quantity      Average Min      Max      Std. deviation Fx(Vessel)    -1.8790345e+004  -1.9478740e+004  -1.8262130e+004 3.2726370e+002 Fz(Vessel)    5.5706560e+006   5.5648727e+006   5.5762030e+006 2.7497341e+003  Self-propulsion analysis - Propeller advance ratio (J): 0.502 - Propeller thrust coefficient (Kt): 0.1431 - Propeller torque coefficient (Kq): 0.02037 - Propeller torque coefficient in open water (Kq0): 0.02037 - Thrust deduction factor (t): 1 or (1-t): 0 - Taylor wake fraction (wt): 0.126 or (1-wt): 0.874 - Propeller open water efficiency (eta_0): 0.5615 - Relative rotative efficiency (eta_R): 1 - Hull efficiency (eta_H): 0 - Propulsive efficiency (eta_D): 0  CPU time and convergence Quantity      CPU_Time      Physical_Time  Time_Step Fx(Vessel)    not reached Fz(Vessel)    9:22      1.6472609e+001  297 </pre>	

<i>NUMECA FINE MARINE</i>	PADA SKEG 1, 2, dan 3
<i>CFVIEW</i>	<i>PRESSURE</i>
<p><i>NUMECA</i> Pressure (normal stress)</p>  <p>25000 20000 15000 10000 5000 0</p> <p>Detailed description: This is a pressure contour plot for Skag 1. The plot shows a cross-section of a hull with a keel and a skeg. The pressure distribution is color-coded from blue (0) to red (25000). The highest pressure is concentrated on the upper surface of the skeg and the lower surface of the keel. The flow lines are visible as thin white lines, showing the flow direction from left to right.</p>	
<p><i>NUMECA</i> Pressure (normal stress)</p>  <p>25000 20000 15000 10000 5000 0</p> <p>Detailed description: This is a pressure contour plot for Skag 2. The plot shows a cross-section of a hull with a keel and a skeg. The pressure distribution is color-coded from blue (0) to red (25000). The highest pressure is concentrated on the upper surface of the skeg and the lower surface of the keel. The flow lines are visible as thin white lines, showing the flow direction from left to right.</p>	
<p><i>NUMECA</i> Pressure (normal stress)</p>  <p>25000 20000 15000 10000 5000 0</p> <p>Detailed description: This is a pressure contour plot for Skag 3. The plot shows a cross-section of a hull with a keel and a skeg. The pressure distribution is color-coded from blue (0) to red (25000). The highest pressure is concentrated on the upper surface of the skeg and the lower surface of the keel. The flow lines are visible as thin white lines, showing the flow direction from left to right.</p>	

<i>NUMECA FINE MARINE</i>	PADA SKEG 1,2, dan 3
<i>CFVIEW</i>	<i>RELATIVE VELOCITY</i>







## Surat Pernyataan



PT. ASDP Indonesia Ferry (Persero) Cab. Sape  
 Jl. Yos Sudarso Pelabuhan Penyeberangan, Sape  
 48182  
 Telp/Fax : (0374) 71075, 71002/71066

Nomor : 289/UM.010/CLL-II/VIII-2019  
 Perihal : Balasan

Kepada Yth:  
 Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan  
 Kampus ITS Sukolilo  
 SURABAYA

Dengan Hormat,

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : SUPRINGGO  
 Jabatan : NAKHODA

Menerangkan bahwa,

Nama : Zulaila  
 NRP : 04211746000003

Telah kami setuju untuk mengadakan penelitian menggunakan data kapal KMP. Cakalang II sebagai objek penelitian dengan permasalahan dan judul:

**"Analisa Pengaruh Penambahan Panjang Skeg Terhadap Aliran dan Wake Fraction Pada KMP. Cakalang II Dengan Metode CFD (Computational Fluid Dynamic)"**

Demikian surat ini kami buat agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih

Sape, 4 Agustus 2019  
 Nakhoda KMP. Cakalang II  
  
 SUPRINGGO

## NUMECA FINE MARINE



Dear Zulaila

Thank you for requesting the [marine package](#) in the free student offer.  
Please follow these instructions to get started.

## 1. Download products

- a) Go to our [Customer Area](#).
- b) Login with the credentials that have already been sent to you via email.
- c) Download
  - FINE™/Marine v8.2
    - Installation archive for the selected OS,
    - Tutorials archive,
    - Democases archive.

## 2. Installation

- a) Install FINE™/Marine on the machine: hp ([Windows/Linux](#)).
- b) Ignore the message to send machine information to NUMECA during installation.
- c) Use the attached licenses in the **Administration Tool** to activate your license ([Windows/Linux](#))

The attached licenses are only valid on the machine with:

host name	hp
hostID	30e171843d9d
vendor defined hostID	7dbf2fded1bf1aa6b8219ba99e2b9796

The licensing is deactivated if the machine configuration is changed (e.g. upgrade OS version, change network card...). Ensure that your hardware address is not generated randomly as this will change the hostID ([Windows](#)).

We are unable to issue a new license-file before the current one expires.

For questions related to the installation and use of the software please use the forum (accessible from the [Customer Area](#)). Do not hesitate to send us information about your work with NUMECA software if you would like to get featured on our website/blog.

We wish you a pleasant CFD experience with this free student version!

Regards  
NUMECA Academic Group

## BIODATA PENULIS



**Zulaila** dengan nama panggilan Ela, dilahirkan di Bangkalan, 24 Mei 1996 yang bertempat tinggal di Desa Banyuajuh RT. 02 RW 10 Kecamatan Kamal Bangkalan. Penulis merupakan anak kedua dari 3 bersaudara yang berasal dari orang tua **Abd. Fattah** dan **Anis Sachra**. Riwayat pendidikan penulis adalah lulusan MIN Kamal pada tahun 2008, lulusan SMPN 1 Kamal pada tahun 2010, dan lulusan SMAN 1 Kamal pada tahun 2014. Pada tahun 2014 penulis memutuskan untuk melanjutkan pendidikan di Politeknik Negeri Madura tepatnya di Jurusan Teknik Bangunan Kapal. Dalam menempuh pendidikan ini penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul “Perhitungan Konstruksi Konversi Kapal *Tanker Single Hull* Menjadi *Double Hull* (Studi Kasus MT. Dewi Sri 3557 DWT). Setelah lulus program diploma penulis melanjutkan

kuliah sarjana di Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknik Kelautan (FTK) Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Pada masa pendidikan di ITS, penulis mengerjakan Tugas Akhir yang berjudul “Analisa Pengaruh Penambahan Pnajang Skeg Terhadap *Wake Fraction* Sistem Propulsi Kapal Pada Kmp. Cakalang II Dengan Metode Cfd”. Dibawah bimbingan bapak Ir. Amiadji, MM, M.Sc dan Edi Jadmiko, S.T., M.T

### Data Pribadi

Nama : Zulaila  
 Alamat : Banyuajuh RT 02/Rw 10 Kec. Kamal Kab. Bangkalan  
 Email : zulaila03@gmail.com