



SKRIPSI – ME184834

**ANALISA PENAMBAHAN STERN FLAP PADA KAPAL
PATROLI**

Jayanti Wulandari

NRP. 04211745000025

Dosen Pembimbing

Edi Jadmiko, S.T., M.T.

Sunarsih, S.T., M.Eng., Ph.D.

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2019

“Halaman sengaja dikosongkan”



UNDERGRADUATE THESIS – ME184384

**ANALYSIS OF STERN FLAP ADDITION ON PATROL
BOAT**

Jayanti Wulandari

NRP. 04211745000025

Supervisor

Edi Jadmiko, S.T., M.T.

Sunarsih, S.T., M.Eng., Ph.D.

DEPARTEMENT OF MARINE ENGINEERING

Faculty of Marine Technology

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2019

“Halaman sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA PENAMBAHAN STERN FLAP PADA KAPAL PATROLI

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada

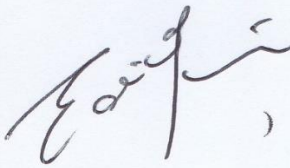
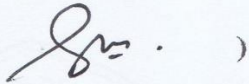
Bidang Studi *Marine Manufacturing and Design* (MMD)
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

JAYANTI WULANDARI
NRP 0421 167 4500 0025

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

1. Edi Jadmiko, ST., M.T.
NIP. 197807062008011012
2. Sunarsih, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP.

()
()

“Halaman sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA PENAMBAHAN STERN FLAP PADA KAPAL PATROLI

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana 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:

JAYANTI WULANDARI

NRP. 04211745000025

Disetujui Oleh Kepala Departemen
Teknik Sistem Perkapalan:

Dr.Eng Muhammad Badrus Zaman, S.T., M.T.
NIP. 197708022008011007



SURABAYA, JULI 2019

ANALISA TAHANAN AKIBAT PENAMBAHAN STERN FLAP PADA KAPAL PATROLI

Nama Mahasiswa : Jayanti Wulandari
NRP : 04211745000025
Calon Dosen Pembimbing : 1. Edi Jadmiko, ST., M.T.
2. Sunarsih, ST., M.Eng., Ph.D.

ABSTRAK

Tahanan/ resistance/ drag adalah besarnya gaya fluida yang bekerja pada kapal sedemikian rupa sehingga melawan gerakan kapal tersebut. Besar kecilnya nilai tahanan bergantung pada tinggi rendahnya kecepatan kapal (M. Novan, 2011). Pengurangan nilai tahanan dapat dilakukan dengan penambahan stern flap pada buritan kapal. Dari percobaan yang telah dilakukan, pemasangan stern flap dapat mengurangi nilai tahanan sebesar 5-10%. Penelitian sebelumnya melakukan pengujian tahanan dengan penambahan Stern Flap pada tipe kapal patroli berjenis Planning Hull, dengan memvariasikan chord dan span tanpa memvariasikan sudut dari peletakan stern flap. Pembuatan stern flap bergantung pada aliran pada barehull kapal. Pada penelitian ini dilakukan pengujian pengurangan nilai tahanan dengan penambahan Stern Flap pada tipe kapal Patroli berjenis Planning Hull, dengan memvariasikan chord sebesar 100%BT dan 50%BT, untuk variasi sudut sebesar 0^0 dan 4^0 dari peletakan Stern Flap. Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode *Computational Fluid Dynamic* menggunakan software NUMECA Fine Marine. Hasil analisa tersebut dapat diketahui selisih perbedaan nilai hambatan pada kapal sebelum diberikan stern flap, dan setelah di tambahkan stern flap pada bagian buritan. Berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan, kapal sebelum menggunakan stern flap memiliki nilai hambatan 2.859 Kn pada kecepatan 10 Kn, pada kecepatan 13 Kn nilai hambatan sebesar 3.537 dan pada kecepatan 15 Kn sebesar 3.796 Kn. Dari beberapa permodelan stern flap kinerja bentuk stern flap yang paling optimal mengurangi nilai hambatan kapal adalah stern flap 2 dengan ukuran lebar 50%BT, dan dengan sudut 0^0 . nilai pengurangan hambatan semakin besar seiring dengan besarnya kecepatan. Pengurangan nilai hambatan pada kecepatan 10 Kn sebesar 1.09% , pada kecepatan 13 Kn sebesar 1.24% dan pengurangan nilai hambatan terbesar pada kecepatan 15 Kn sebesar 1.87%. Penggunaan variasi sudut yang besar pada stern flap, tidak mengurangi nilai tahanan, namun semakin menambah hambatan pada kapal. Sehingga sudut 0^0 dinilai paling optimum pada hasil simulasi. Stern flap yang optimum seiring dengan meningkatnya kecepatan maka presentase pengurangan tahanan semakin besar. Bentuk gelombang yang dihasilkan mengikuti lebar dari stern flap, semakin lebar ukuran dari stern flap, maka gelombang yang dihasilkan semakin renggang.

Kata Kunci: Hambatan, aliran, *stern flap*

“Halaman sengaja dikosongkan”

ANALYSIS OF STERN FLAP ADDITION ON PATROL SHIP

Student Name : Jayanti Wulandari
NRP : 04211745000025
Lecturer : 1. Edi Jadmiko, ST., M.T.
2. Sunarsih, ST., M.Eng., Ph.D.

ABSTRACT

Resistance/ drag is the amount of fluid force acting on the ship in such a way that it opposes the movement of the vessel. The size of the resistance on the ship depends on on the height and low speed of the ship (M. Novan, 2011). Reducing the value of resistance can be done by adding a stern flap to the stern of the ship. From the experiments that have been done, the installation of a stern flap can reduce the resistance value by 5-10%. Previous research carried out resistance testing with the addition of the stern flap on a type of patrol boat planning hull type, by varying the chord and span without varying the angle of the laying of the stern flap. Making a stern flap depends on the flow on the ships barehull. In this study a reduction in the value of the resistance was carried out with the addition of the stern flap on the type of patrol boat type planning hull, by varying the chord by 100%BT and 50%BT, for angular variations of 0^0 and 4^0 from the placement of the stern flap. Test are carried out using the Computation Fluid Dynamic method using NUMECA Fine Marine software. The result of this analysis can be seen the difference in the difference in resistance values on the ship before being given a stern flap, and after adding a stern flap at the stern. Based on the simulation result, the vessel before using the stern flap has a resistance value of 2.859 Kn at a speed of 10 Kn, at a speed of 13 Kn the resistance value is 3.537 Kn, and at a speed of 15 Kn at 3.796 Kn. From some stern flap form stern models that are most optimal in reducing the resistance value of the vessel is stern flap 2 with a width size of 50% BT, and at the engle of 0^0 . The value of the reduction in resistance is greater along with the speed. Reduction of the resistance value at a speed of 10 Kn by 1.09%, at a speed of 13 Kn at 1.24%, and the largest reduction in the value of resistance at a speed of 15 Kn by 1.87%. The use of large angular variations in the stern flap, does not reduce the value of the resistance, but increasingly adds resistance to the ship. So that the angle 0^0 is considered the most optimum in the simulation result. The optimum stern flap as speed increases, the percentage reduction in detainees increase. The waveform that is produced follows the width of the stern flap, the winder size of the stern flap, the resulting wave is more tenuous.

Keywords: Resistance, Flow, Stern Flap

“Halaman sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur alhamdulillah penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan seluruh rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan Skripsi dengan judul “Analisa Tahanan Akibat Penambahan Stern Flap Pada Kapal Patroli” dengan baik.

Tugas akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan studi tingkat sarjana (S1) di Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Dalam proses penyusunan dan pengerjaan Skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dan dukungan moral yang sangat berarti dari berbagai pihak. Sebagai bentuk rasa syukur, penulis mengucapkan terima kasih khususnya kepada:

1. Bapak Kariadi dan Ibu Yakinah, serta semua anggota keluarga yang telah memberikan doa, motivasi serta semangat untuk menyelesaikan Skripsi ini.
2. Bapak Dr. Eng., M. Badrus Zaman, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan ITS Surabaya.
3. Bapak Edi Jadmiko, ST. MT. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak masukan dan ilmu bagi penulis.
4. Ibu Sunarsih, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak masukan dan ilmu bagi penulis.
5. Bapak Indra Ranu Kusuma, S.T., M.Sc. Selaku dosen wali, yang selama ini mendukung dan memberikan ilmu yang bermanfaat.
6. Izzul, Vinka, dan Riski yang selalu memberikan arahan, dukungan dan motivasi kepada penulis untuk menyelesaikan Skripsi ini.
7. Andri Agung Prakoso yang selalu memberi arahan, nasehat, motivasi dan semangat kepada penulis untuk menyelesaikan Skripsi ini.
8. Teman-teman seperjuangan ITS-118 di lab MMD yang selalu memberikan dukungan serta semangat kepada penulis untuk menyelesaikan Skripsi ini.
9. Teman-teman Lintas Jalur 2017 yang selalu memberikan semangat serta doa dan dukungan.
10. Semua pengurus dan anggota Laboratorium “Marine Manufacture and Design (MMD)” yang telah memberikan semangat dan transfer ilmu selama pengerjaan Skripsi ini.
11. Serta semua teman, sahabat dan pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu dalam membantu menyelesaikan skripsi ini.

Dalam pembuatan laporan Skripsi ini penulis menyadari bahwa dalam penyusunan dan analisa masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis berharap adanya kritik dan saran yang sifatnya membangun bagi penulis. Akhir kata, semoga dengan semua ini mendapat berkah dan rahmat Allah SWT sehingga analisa pembuatan desain dapat berkembang dan dapat diterapkan untuk industri perkapalan.

Surabaya, Juni 2019

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Manfaat.....	2
BAB II.....	3
TINJAUAN PUSTAKA.....	3
21 Kapal Patroli.....	3
22 Tipe Buritan Kapal	4
23 Stern Flap.....	5
24 Efek Hidrodinamis Pada Stern Flap	6
2.4.1 Perubahan Sistem Gelombang.....	6
2.4.2 Perubahan Aliran Buritan	6
2.4.3 Gaya Angkat dan Drag.....	7
25 Jenis Aliran	7
26 Sifat Aliran	8
27 Froude Number.....	9
28 Reynolds Number.....	10
29 Tahanan atau Hambatan Kapal.....	10
2.10 Computational Fluid Dinamic (CFD)	11
2.11 NUMECA Fine Marine (CFD).....	12
BAB III	13
METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1. Pengenalan.....	13

3.2.	Alur Metodologi Penelitian.....	13
3.3.	Identifikasi dan Perumusan Masalah.....	14
3.4.	Studi Literatur	14
3.4.2	Lines Plan Kapal Patroli	14
3.5.	Pembuatan Model.....	15
3.6.	Validasi Model	15
3.7.	Pembuatan Model dengan Variasi Stern Flap.....	15
3.8.	Analisa Hambatan Total dan Bentuk Aliran Dengan Variasi Kecepatan	18
3.9.	Analisa dan Pembahasan	28
3.10.	Kesimpulan dan Saran.....	28
BAB IV		29
ANALISA DAN PEMBAHASAN		29
4.1	Penjelasan Umum.....	29
4.2	Model Kapal Patroli	29
4.2.1	Model Menggunakan Software Maxsurf	29
4.2.2	Model Kapal Patroli Menjadi Solid Menggunakan NUMECA Fine Marine	30
4.3	Hambatan Kapal Patroli	31
4.3.1	Hambatan Kapal Patroli Menggunakan Software Maxsurf	31
4.3.2	Pengujian Hambatan Kapal Patroli Menggunakan Software NUMECA Fine Marine	32
4.3.3	Simulasi Hambatan Barehull dengan NUMECA	33
4.4	Validasi Nilai Hambatan.....	33
4.5	Penambahan Model dengan Variasi Stern Flap.....	34
4.6	Hambatan Barehull dengan Stern Flap.....	35
4.6.1	Hambatan Barehull Model & Flap 1 100%BT, 0 ⁰	35
4.6.2	Hambatan Barehull Model & Flap 2 50%BT, 0 ⁰	37
4.6.3	Hambatan Barehull Model & Flap 3 50%BT, 5 ⁰	40
4.6.4	Hambatan Barehull Model & Flap 4 100%BT, 5 ⁰	42
4.7	Nilai Hambatan Barehull dan Stern Flap Paling Optimum	45
BAB V		47
KESIMPULAN DAN SARAN		47
DAFTAR PUSTAKA		49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.2 Jenis Kapal Cepat	3
Gambar 2.3 Tipe Buritan Pada Kapal.....	4
Gambar 2.4 Stern Flap	5
Gambar 2.5 Pemasangan Stern Flap Pada Kapal.....	6
Gambar 2.6 Aliran Gelombang Tanpa Flap.....	7
Gambar 2.7 Aliran Gelombang Dengan Flap	7
Gambar 2.8 Aliran Tunak.....	8
Gambar 2.9 Aliran Tak Tunak.....	8
Gambar 2.10 Aliran Laminer dan Aliran Turbulen	9
Gambar 2.11 Tahanan Gesek	10
Gambar 3. 2 Alur Metodologi Penelitian	13
Gambar 3. 3 Lines Plan Kapal Patroli	15
Gambar 3. 4 Buritan No Flaps.....	16
Gambar 3. 5 Stern Flap Design 1	16
Gambar 3. 6 Stern Flap Design 2	17
Gambar 3. 7 Stern Flap Design 3	17
Gambar 3. 8 Stern Flap Design 4	17
Gambar 3. 9 Standart Ukuran Boundary Domain.....	18
Gambar 3. 10 Konfigurasi Domain	18
Gambar 3. 11 Konfigurasi Initial Mesh.....	19
Gambar 3. 12 Konfigurasi Adapt to Geometry.....	19
Gambar 3. 13 Tampilan Mesh Setelah tahap Adapt to Geometry.....	20
Gambar 3. 14 Konfigurasi Snap to Geometry	20
Gambar 3. 15 Konfigurasi Optimisasi	21
Gambar 3. 16 Konfigurasi Lapisan Viskos.....	21
Gambar 3. 17 Hasil Meshing Body Kapal.....	22
Gambar 3. 18 Hasil Keseluruhan.....	22
Gambar 3. 19 Konfigurasi General Parameter.....	23
Gambar 3. 20 Konfigurasi Fluid Model	23
Gambar 3. 21 Konfigurasi Flow Model.....	24
Gambar 3. 22 Konfigurasi Boundary Condition Solid.....	24
Gambar 3. 23 Konfigurasi Boundary Condition External	25
Gambar 3. 24 Konfigurasi Boundary Condition External	25
Gambar 3. 25 Konfigurasi Body Motion	26
Gambar 3. 26 Konfigurasi Control Variables	26
Gambar 3. 27 Konfigurasi Output	27
Gambar 3. 28Grafik Gaya Terhadap Waktu Pada Monitor	27
Gambar 3. 29 Tampilan Wet Surface Area.....	28
Gambar 4. 1 Hasil Pembuatan Model Menggunakan Maxsurf	29
Gambar 4. 2 Bentuk Kapal Menjadi Solid.....	30
Gambar 4. 3 Grafik Data Uji Model Bare Hull Pada Maxsurf Resistance	31
Gambar 4. 4 Grafik Data Uji Model Bare Hull pada Numecca Fine Marine.....	32

Gambar 4. 5 Pola Aliran Barehull Model	33
Gambar 4. 6 Grafik Perbedaan Uji Model Bare Hull pada Numeca Fine Marine	34
Gambar 4. 7 Grafik Tahanan Barehull Model dan Stern Flap Model 1	36
Gambar 4. 8 Bentuk Gelombang Kapal dengan Stern Flap Model 1 pada Kecepatan 15 Knot	37
Gambar 4. 9 Grafik Tahanan Barehull Model dan Stern Flap Model 2	38
Gambar 4. 10 Bentuk Gelombang Kapal dengan Stern Flap Model 2 pada Kecepatan 15 Knot	39
Gambar 4. 11 Grafik Tahanan Barehull Model dan Stern Flap Model 3	40
Gambar 4. 12 Bentuk Gelombang Kapal dengan Stern Flap Model 3 pada Kecepatan 15 Knot	41

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Variasi Desain Stern Flap	16
Tabel 4. 1 Data Kapal Planning Hull	30
Tabel 4. 2 Data Hasil Uji Model Bare Hull di Maxsurf Resistance	31
Tabel 4. 3 Data Hasil Uji Model Kapal Patroli Menggunakan NUMECA	32
Tabel 4. 4 Data Validasi Nilai Tahanan Kapal	34
Tabel 4. 5 Data Validasi Nilai Tahanan Kapal	35
Tabel 4. 6 Data Tahanan Kapal Barehull & Stern Flap 1	35
Tabel 4. 7 Data Tahanan Kapal Barehull & Stern Flap 2	37

“Halaman sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Kapal Patroli adalah sebagai penunjang operasional dibidang pertahanan dan kemanan (Wikipedia,2018). Untuk itu Kapal Patroli harus memiliki kecepatan yang tinggi, untuk menunjang operasional dari Kapal Patroli tersebut. Apabila tidak ditunjang dengan kecepatan yang tinggi maka dapat mengurangi kapabilitas dari Kapal Patroli. Untuk itu perlu diperhatikan dalam pembuatan desain Kapal Patroli adalah tahanan dan aliran pada kapal tersebut.

Sebagaimana yang kita ketahui bahwa kapal bergerak dengan kecepatan tertentu melalui fluida air, baik di bawah maupun diatas permukaan air. Hal tersebut mengakibatkan kapal mengalami hambatan atau bisa disebut gaya hambat (resistance) Nilai resistance bergantung pada tinggi rendahnya kecepatan pada kapal, semakin tinggi kecepatan kapal, maka semakin tinggi nilai resistance atau hambatan pada kapal, begitupun sebaliknya. Pengurangan nilai hambatan pada kapal dapat dilakukan dengan cara penambahan bulbos bow, perubahan hullforms pada bagian haluan, dan penambahan Stern Flap atau penambahan buritan pada kapal. Dari jurnal yang ada dijelaskan bahwa penambahan Stern Flap mampu menurunkan hambatan pada kapal sebesar 5-10%, dibandingkan dengan penambahan bulbows rudder hanya mampu mengurangi hambatan sebesar 2-3% (Tampier, Gonzalo. 2013.). Latar Belakang dari jurnal tersebut adalah pengurangan resistansi propulsi dan meningkatkan kecepatan maksimal yang dicapai. Pengujian yang dilakukan adalah dengan metode *Computational Fluid Dinamic* dengan menggunakan software ANSYS CFX. untuk mendapatkan dimulasi numerik dari tes *resistance* dengan sudut flap yang digunakan 0, dan 5⁰ dengan panjang chord dari flaps adalah 1,5, dan 2 % dari LPP.

Pada penelitian ini akan dilakukan pengujian pengaruh penambahan Stern Flap pada Kapal Patroli dengan melihat bentuk aliran yang dihasilkan pada hull, agar dapat diperoleh nilai tahanan yang optimum pada kapal. Analisa fluida dilakukan menggunakan metode CFD (*Computational Fluid Dinamic*). Latar Judul yang diangkat dari permasalahan adalah “Analisa Penambahan Stern Flap Pada Kapal Patroli. Variasi yang digunakan pada Stern Flap adalah variasi sudut, dan lebar. Diharapkan dengan adanya penambahan variasi sudut dapat mengurangi nilai hambatan lebih besar pada kapal

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka rumusan masalah yang dibahas pada penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh penambahan Stern Flap terhadap nilai hambatan dan bentuk aliran pada Kapal Patroli?
2. Bagaimana pengaruh lebar, dan sudut stern flap terhadap nilai hambatan pada Kapal Patroli?

1.3 Batasan Masalah

Dari Permasalahan yang harus diselesaikan diatas, maka dibutuhkan pembatasan masalah serta ruang lingkupnya agar dalam melakukan analisa tidak melebar dan mempermudah dalam melakukan analisisnya, batas tersebut antara lain:

1. Analisa yang dilakukan pada model Kapal Patroli
2. Analisa aliran fluida menggunakan metode CFD (*Computational Fluid Dynamic*).
3. Analisa biaya tidak diperhitungkan.
4. Stern Flap yang dianalisa sesuai dengan lebar, dan sudut.
5. Tidak menganalisa kekuatan Stern Flap.
6. Menganalisa nilai tahanan dan bentuk aliran
7. Analisa pola aliran dilakukan pada kecepatan 10, 13 , dan 15 Knot.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh penambahan Stern Flap terhadap nilai hambatan dan bentuk aliran pada Kapal Patroli.
2. Mengetahui pengaruh variasi lebar, dan sudut dari stern flap terhadap nilai hambatan pada Kapal Patroli.

1.5 Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh dari penulisan Tugas Akhir ini adalah

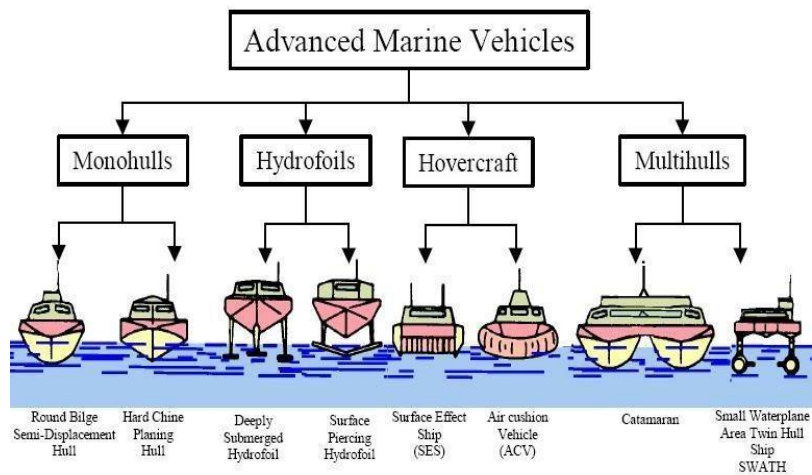
1. Memberikan informasi mengenai perancangan model Stern Flap kapal terhadap besarnya nilai hambatan.
2. Dapat digunakan sebagai literatur dalam rangka pengembangan perancangan stern flap.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

21 Kapal Patroli

Kapal Patroli adalah kapal angkatan laut yang dirancang untuk tugas tugas pertahanan pesisir. Mereka umumnya ditemukan dalam berbagai peran perlindungan perbatasan, termasuk anti penyelundupan, anti pembajakan (Fabian, Bukan). Selain itu sebagai perlindungan wilayah perairan, dan juga melakukan operasi penyelamatan. Kapal Patroli dirancang memiliki kecepatan yang tinggi untuk memenuhi tugasnya. Terdapat beberapa macam kapal patrol yang ditunjukkan gambar dibawah.



Gambar 2.1 Jenis Kapal Cepat
(Sumber: Maulana, 2018)

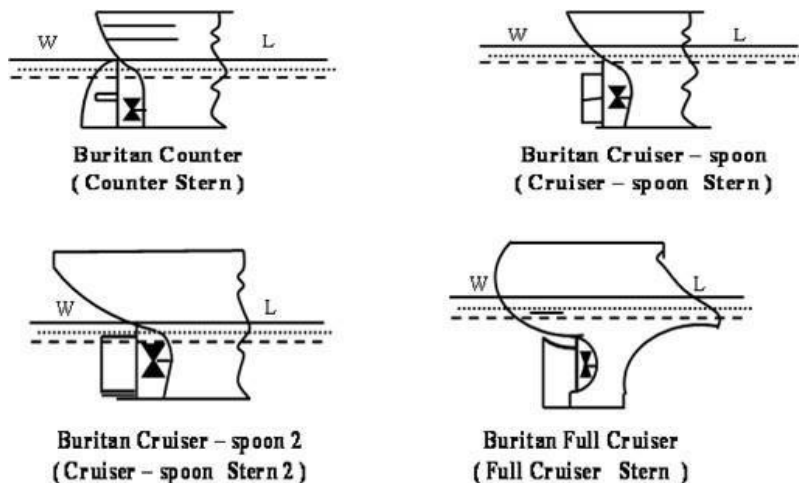
Dalam pembahasan tugas akhir yang digunakan adalah tipe Hull Planing Chine. Planning hull adalah lambung kapal yang dirancang khusus untuk dapat mengangkat di permukaan air ketika kapal bergerak dengan kecepatan tinggi, pada umumnya planning hull memiliki lambung V. Sebuah kapal dikatakan berbentuk planning hull ketika Froude Numbrnya > 1.2 , tetapi $F_n = 1$ juga digunakan sebagai batas terendah dari planning hull. Planning hull kecepatan tinggi digunakan untuk mengurangi tekanan negatif pada lambung saat kapal mencapai kecepatan tinggi. Ini bermaksud untuk memiliki aliran separasi sepanjang sisi lambung disempurnakan dengan adanya hard chine. Planning hull merupakan tipe lambung V yang memiliki dagu atau lekukan pada daerah bilganya (Maulana,Aktivano,2018). Terdapat beberapa klasifikasi apakah kapal tersebut tergolong kapal cepat atau kapal lambat dilihat berdasarkan nilai Froude Number sebagai berikut:

$$Fn = \frac{V}{\sqrt{g \times L}}$$

Kapal Lambat	$Fn < 0.2$
Kapal Sedang	$0.2 < Fn < 0.4$
Kapal Cepat	$0.4 < Fn < 0.8$
Kapal Super Cepat	$Fn > 0.8$

22 Tipe Buritan Kapal

Buritan kapal merupakan bagian belakang dari kapal, dan terdapat beberapa komponen pengendali diantaranya rudder, dan propeller dan lain lain. Terdapat perubahan dari segi bentuk buritan kapal, pada masa lampau buritan yang banyak digunakan pada kapal adalah bentuk buritan Counter atau eliptik, namun seiring dengan banyaknya perkembangan bentuk buritan yang banyak digunakan sekarang pada kapal adalah cruiser atau transom. Tipe buritan cruiser dinilai memiliki bentuk yang bagus, dan juga memberikan daya guna hydrodinamis yang dapat meminimalkan nilai tahanan pada bagian kapal dibawah garis air (Maritime World).



Gambar 2.2 Tipe Buritan Pada Kapal
(Sumber: Maritime World, 2014)

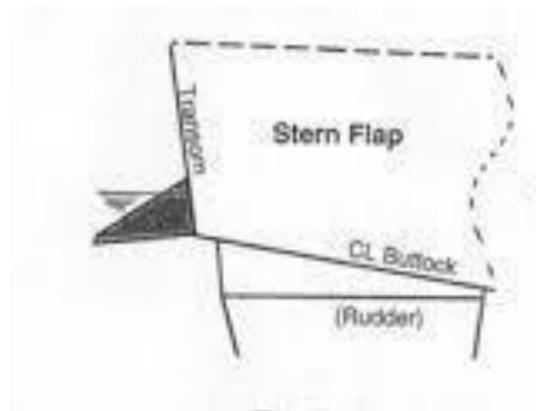
Fenomena aliran yang terjadi pada buritan kapal merupakan arus yang ikut gerak kapal atau disebut juga dengan arus ikut wake fraction. Wake fraction merupakan perbedaan kecepatan kapal dengan kecepatan air yang melalui baling-baling. Fenomena tersebut terjadi dibagian belakang kapal akibat perubahan dari kecepatan aliran yang dihasilkan dari bagian depan kapal. Aliran air yang nantinya memasuki propeller berdampak pada efisiensi sistem propulsi kapal. Untuk itu pemilihan bentuk bagian belakang kapal (stern hull) juga sangat berpengaruh terhadap aliran air dibelakang kapal, disamping itu penentuan bentuk stern hull nantinya akan sangat berdampak pada besarnya nilai hambatan kapal.

Sedangkan untuk bentuk stern flaps dan stern wedge pada kapal dapat menurunkan viscous pressure resistance dan juga dapat menurunkan hambatan yang terjadi pada kapal. (Habibie Sidqon, 2015)

23 Stern Flap

Stern Flap merupakan penambahan panjang lambung setelah transom dalam bentuk pelat dasar (Shiju John, 2011). Stern flap adalah salah satu penambahan appendage yang berupa penambahan panjang pada buritan kapal. Interaksi dengan lambung terjadi pada trim kapal, mengurangi tahanan propulsi dan meningkatkan kecepatan kapal. Parameter paling penting dari stern flap adalah panjang flap (L_f), sudut flap dan lebar flap sepanjang transom. Dari berbagai penelitian stern flap memiliki efek dari performa kapal seperti stern wedge. Semua stern flap tergantung pada tipe dan ukuran dari kapal yang digunakan (Yaakob, Omar, 2004).

Pada kapal planning hull stern flap berpengaruh pada sudut trim 4-5 derajat. Sedangkan pada displacement hull stern flap mengakibatkan kenaikan sudut trim 0.1-0.3 derajat. Keunggulan dasar pada kapal dengan penambahan stern flap pada kapal adalah perubahan alur aliran di sekitar propeller. Aliran ini memberikan pengurangan drag pada bagian buritan dan merubah tahanan gelombang pada kapal (Cusnaelli, Dominic S, 2002). Stern flap akan mengakibatkan aliran pada bawah lambung menurun pada lokasi penambahan panjang. Penurunan flow velocity akan meningkatkan tekanan pada bawah lambung, hal ini menyebabkan pengurangan gaya hisap afterbody (pengurangan bentuk drag). Keuntungan performa hidrostatis dari adanya stern flap disebabkan karena perubahan aliran di sekitar buritan kapal (Salas, M. J, 2004). Penggunaan stern Flap dapat mengurangi nilai tahanan sebesar 5-10% , dibandingkan dengan pre propeller fins, post propeller stator, air bubbles, asymmetrical Rudder (Tampier, Gonzalo. 2013).



Gambar 2.3 Stern Flap
(Sumber: Halifax, 2006)

Keuntungan pada penambahan stern flap adalah sebagai berikut:

- a. Mengurangi tahanan powering. Penelitian menunjukkan pengurangan tahanan akibat penambahan stern flap sebesar 5 – 10 %
- b. Meningkatkan kecepatan maksimum.
- c. Merubah sistem gelombang transom



Gambar 2.4 Pemasangan Stern Flap Pada Kapal

(Sumber: <https://www.globalsecurity.org/military/systems/ship/stern-flap.htm>)

24 Efek Hidrodinamis Pada Stern Flap

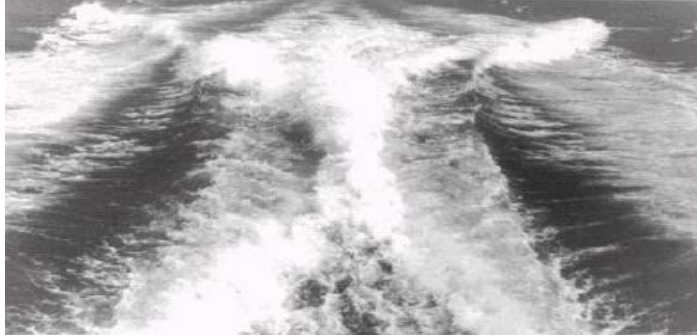
Pemasangan Stern Flap pada kapal menimbulkan efek hidrodinamis pada kapal. Efek hidrodinamis yang ditimbulkan diantaranya adalah perubahan sistem gelombang, perubahan aliran buritan, dan menimbulkan gaya angkat. Berikut akan dijelaskan mengenai efek hidrodinamis yang ditimbulkan akibat pemasangan stern flap.

2.4.1 Perubahan Sistem Gelombang

Aliran lokal di sekitar transom seperti *eddy-making*, ombak turbulensi, dan pembentukan *white water* akan berubah secara signifikan dengan penambahan stern flap. Pada kecepatan yang sama stern flap mengakibatkan daerah aliran dengan mengurangi: tinggi, slop, dan ombak. Dengan adanya stern flap dapat mengurangi tinggi gelombang pada sistem gelombang daerah dekat buritan dan daerah jauh dari buritan (Pangestu, Gilang Bayu. 2018).

2.4.2 Perubahan Aliran Buritan

Stern flap mengurangi kecepatan aliran dan meningkatkan tekanan dinamis pada bawah lambung. Peningkatan daerah tekanan menyebabkan gaya angkat yang lebih besar yang menghasilkan efek positif dalam pergerakan arah kapal. Stern flap meningkatkan kecepatan aliran keluar pada *trailing edge* dibandingkan dengan transom tanpa flap. Peningkatan kecepatan ini akan mengurangi kecepatan aliran dan menjadikan aliran perpisahan yang lebih bersih yang menghasilkan pengurangan pada tahanan viscous pressure (Pangestu, Gilang Bayu. 2018).



Gambar 2.5 Aliran Gelombang Tanpa Flap
(Sumber: Salas M, 2004)



Gambar 2.6 Aliran Gelombang Dengan Flap
(Sumber: Salas M, 2004)

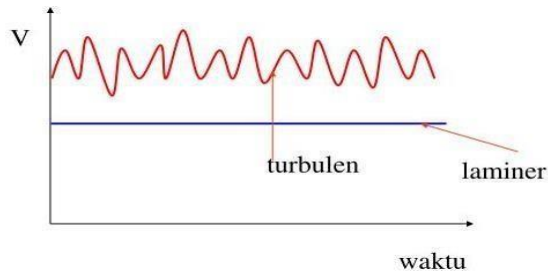
2.4.3 Gaya Angkat dan Drag

Stern flap dapat menghasilkan gaya angkat dan drag pada semua kecepatan dan kondisi. Keuntungannya adalah interaksi dengan lambung dan propeller sehingga dapat mengurangi tahanan kapal. Gaya angkat dan drag meningkat lebih besar seiring dengan peningkatan chord, span, dan sudut dari stern flap (Pangestu, Gilang Bayu. 2018).

25 Jenis Aliran

- Aliran Tunak (Steady Flow)

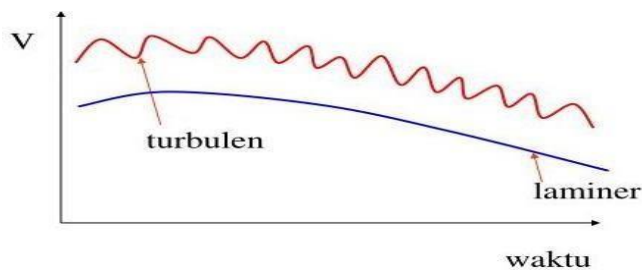
Aliran tunak adalah aliran dimana, sifat dari partikel partikel pada suatu tempat tidak akan berubah terhadap waktu. Jadi dalam aliran yang tunak, sifat sifat partikel pada suatu tempat tidak akan berubah terhadap waktu, meskipun tempat yang lainnya bisa jadi sifat sifat partikel tadi akan berbeda, yang 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 (Dimas, M Rachman).



Gambar 2.7 Aliran Tunak
(Sumber: Bass Oprah, 2014)

- 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 (Dimas, M Rachman).



Gambar 2.8 Aliran Tak Tunak
(Sumber: Bass Oprah, 2014)

26 Sifat Aliran

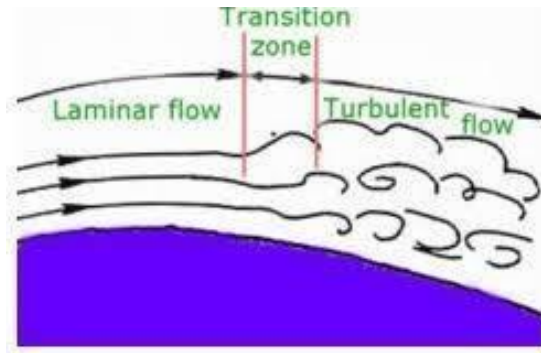
Menurut sifatnya aliran dibagi menjadi dua yaitu :

a. Aliran Laminar

Merupakan aliran yang memiliki pergerakan partikel partikel fluida secara acak atau tidak saling memotong, atau aliran fluida yang bergerak dan memiliki lapisan lapisan yang membentuk garis alir dan tidak berpotongan satu dengan yang lainnya. Laminar adalah ciri dari arus yang berkecepatan rendah (Dumas, Angger. 2012).

b. Aliran Turbulen

Merupakan aliran yang memiliki kecepatan aliran yang relative besar dan lintasan gerak partikel saling tidak teratur antara satu dengan yang lain. Ciri dari aliran turbulen adalah lintasan fluida tidak teratur, aliran banyak yang bercampur, kecepatan fluida tinggi, panjang skala aliran besar dan memiliki viskositas yang rendah. Pada aliran turbulen terbentuk pusaran dalam aliran (Dumas, Angger. 2012).



Gambar 2.9 Aliran Laminer dan Aliran Turbulen
(Sumber: Indra Ahmad, 20012)

27 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 (Novan, M. 2011). Selain itu bilangan Froude dapat diartikan dengan perbandingan antara gaya inersia dengan gaya gravitasi. Persamaan bilangan Froude adalah sebagai berikut:

$$Fn = \frac{V}{\sqrt{g x L}} \text{ atau } Fn = \frac{V}{\sqrt{g x D}}$$

Dimana:

Fn : Bilangan *Froude Number*

V : Kecepatan aliran (m), untuk saluran terbuka L sama dengan kedalaman hidraulik (D) yaitu perbandingan luas permukaan (A) satuannya m² dengan lebar permukaan atas (T) satuannya m.

D : A/T

Berdasarkan angka *Froude Number* kondisi aliran digolongkan menjadi :

1. Aliran sub kritis : terjadi pada bilangan $F < 1$
2. Aliran kritis : terjadi pada bilangan $F = 1$
3. Aliran super kritis : terjadi pada bilangan $F > 1$

28 Reynolds 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 (Novan, M. 2011).

$$R_n = \frac{\rho V \cdot L}{\mu} \qquad R_n = \frac{V \cdot L}{\nu}$$

Dimana :

- Re : Bilangan Reynolds
 V : Kecepatan Kapal (m/s)
 L : Panjang kapal (m)
 ν : Viskositas kinematik (m²/s)

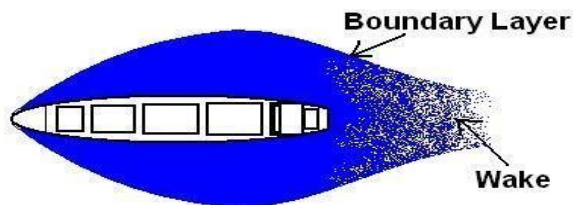
(Re adalah Reynold's number dengan menggunakan referensi panjang garis air.)

29 Tahanan atau Hambatan Kapal

Tahanan kapal merupakan ilmu yang mempelajari reaksi fluida akibat gerakan kapal yang melalui fluida tersebut. Dalam istilah hidrodinamika kapal, tahanan/resistance/ drag adalah besarnya gaya fluida yang bekerja pada kapal sedemikian rupa sehingga melawan gerakan kapal tersebut. Tahanan tersebut sama dengan komponen gaya yang bekerja sejajar dengan sumbu gerakan kecepatan kapal (Hidayat, Muhammad). Besar nilai tahanan total pada kapal merupakan jumlah total tahanan yang bekerja pada kapal sebagai berikut :

a. Tahanan atau Hambatan Gesek

Tahanan Gesek adalah tahanan yang diterima kapal pada saat melaju yang dihasilkan akibat gesekan antara kulit lambung kapal dengan air. Partikel air yang terdapat pada lapisan batas (boundary layer) mengalami percepatan karena adanya kecepatan lambung kapal, sehingga menyebabkan drag karena friksi partikel tersebut. Boundary layer ini akan semakin menebal, apalagi jika lambung kapal tidak streamline, seperti tumbuhnya tritip dan fouling. Hal tersebut menyebabkan turunnya kecepatan kapal (Abriansya, Lukman Arif. 2018).



Gambar 2.10 Tahanan Gesek
 (Sumber: Ridwan, 2011)

b. Tahanan atau Hambatan Gelombang

Merupakan hilangnya energi yang disebabkan oleh gelombang ketika haluan kapal menabrak air. Dalam tahanan gelombang, sistem tahanan yang dihasilkan dibagi menjadi dua sistem, yaitu transverse wave system dan divergent wave system. Dalam transverse wave system, gelombang rata rata berjalan dengan kecepatan yang sama dengan kapal. Pada kecepatan kapal yang lambat atau slow speed, beberapa puncak gelombang ada disepanjang panjang kapal. Ketika kecepatan kapal dinaikkan, panjang dari gelombang transversal akan naik karena gelombang panjang yang lebih kecil dari panjang kapal (Abriansya, Lukman Arif. 2018) .

c. Tahanan atau Habatan Tambahan

Adalah tahanan yang diakibatkan oleh tahanan selain tahanan gelombang dan tahanan gesek. Tahanan tambahan terdiri dari tahanan udara dan tahanan kemudi. Tahanan udara merupakan tahanan yang terjadi akibat gesekan antara udara dengan bagian atas kapal yang tidak tercelup air. Tahanan udara yang dialami oleh kapal bergantung pada desain bangunan atas diatas sarat air. Besarnya tahanan udara tidak terlalu diperhitungkan (Abriansya, Lukman Arif. 2018).

210 Computational Fluid Dinamic (CFD)

Merupakan metode perhitungan dengan sebuah control dimensi, luas, dan volume dengan memanfaatkan bantuan computer untuk melakukan perhitungan pada tiap tiap elemen pembagiannya. Prinsipnya adalah suatu ruang yang berisi fluida yang akan dilakukan perhitungan dibagi bagi menjadi beberapa bagian, hal ini sering disebut dengan sel dan prosesnya disebut dengan meshing. Bagian bagian yang terbagi tersebut merupakan sebuah control perhitungan yang akan dilakukan oleh aplikasi atau software. Control control perhitungan ini beserta control control perhitungan lainnya merupakan pembagian ruang yang disebutkan tadi atau meshing (giffari,2017).

Secara sederhana proses perhitungan yang dilakukan oleh aplikasi CFD adalah dengan kontrol kontrol perhitungan yang telah dilakukan maka kontrol perhtungan tersebut akan dilibatkan dengan memanfaatkan persamaan persamaan yang terlibat. Persamaan persamaan ini adalah persamaan yang dibangkitkan dengan memasukkan parameter apa saja yang terlibat dalam domain. Misalnya ketika suatu model yang akan dianalisa melibatkan temperature berarti model tersebut melibatkan persamaan energi atau konservasi dari energi tersebut (giffari,2017). . Inisialisasi awal dari persamaan adalah *boundary condition*. *Boundary condition* adalah kondisi dimana kontrol-kontrol perhitungan didefinisikan sebagai definisi awal yang akan dilibatkan ke kontrol- kontrol penghitungan yang berdekatan dengannya melalui persamaan- persamaan yang terlibat. (Ahmad F. 2009)

Secara umum proses penghitungan pada metode CFD terdiri atas 3 bagian utama, yaitu:

1. *Preprocessor*

Preprocessor adalah tahap dimana data diinput mulai dari pendefinisian domain serta pendefinisian kondisi batas atau *boundary condition*. Ditahap itu juga sebuah benda atau ruangan yang akan analisa dibagibagi dengan jumlah grid tertentu atau sering disebut juga dengan meshing.

2. *Processor/solver*

Tahap selanjutnya adalah processor, pada tahap ini dilakukan proses penghitungan data-data input dengan persamaan yang terlibat secara iteratif. Artinya penghitungan dilakukan hingga hasil menuju error terkecil atau hingga mencapai nilai yang konvergen. Penghitungan dilakukan secara menyeluruh terhadap volume kontrol dengan proses integrasi persamaan diskrit.

3. *Postprocessor*

Tahap akhir merupakan tahap *postprocessor* dimana hasil perhitungan diinterpretasikan ke dalam gambar, grafik bahkan animasi dengan pola-pola warna tertentu.

211 NUMECA Fine Marine (CFD)

NUMECA merupakan merk dagang dari perusahaan internasional penyedia Perangkat lunak pengolah CFD NUMECA International. NUMECA mempunyai produk untuk pengolah desain dan meshing serta solver untuk perangkat lunak pengolah CFD. Beberapa perangkat lunak tersebut akan digunakan pada skripsi ini. Peneliti menggunakan NUMECA Fine Marine Versi 3.1 dengan lisensi student. Lisensi ini khusus untuk para peneliti dan civitas akademis. Data yang dihasilkan dari NUMECA student version tidak dapat digunakan untuk tujuan komersil namun hanya untuk tujuan penelitian dan pengembangan. NUMECA yang berlisensi ini akan ada tanda khusus dalam GUI begitu pula pada hasil simulasi akan ada tanda yang menampilkan bahwa hasil tersebut menggunakan NUMECA. (Numecca International, 2014)

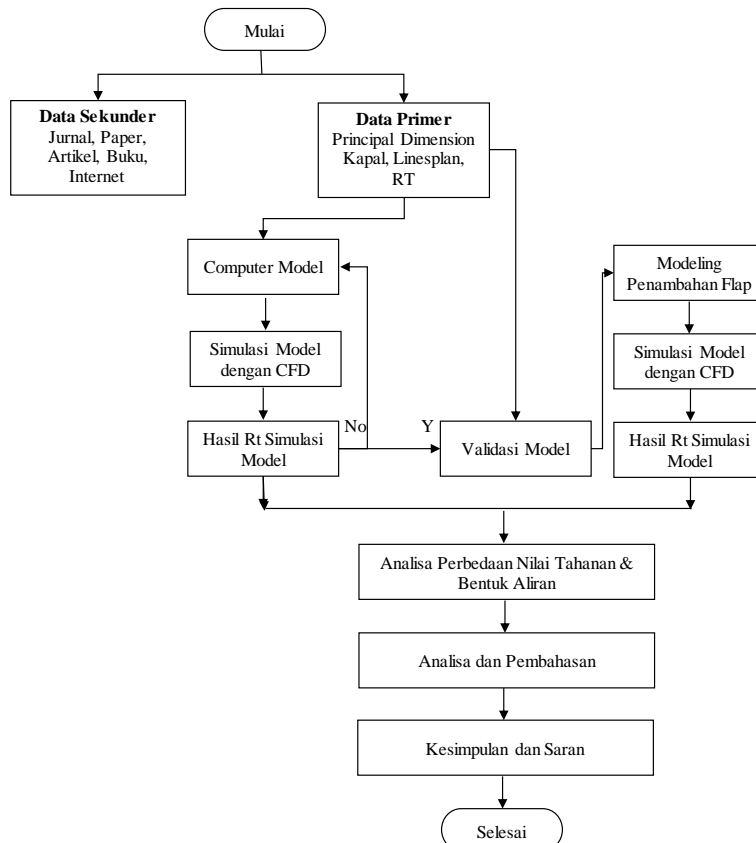
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Pengenalan

Metodologi Penelitian merupakan sebuah cara untuk mengetahui hasil dari sebuah permasalahan yang spesifik, dimana permasalahan tersebut disebut juga dengan permasalahan penelitian. Dalam metodologi penelitian menggunakan berbagai kriteria yang berbeda untuk memecahkan masalah penelitian yang ada. Sumber yang berbeda menyebutkan bahwa penggunaan berbagai jenis metode adalah untuk memecahkan masalah.

3.2. Alur Metodologi Penelitian



Gambar 3. 1 Alur Metodologi Penelitian

3.3. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Mengidentifikasi dan merumuskan masalah yang ada. Permasalahan yang diangkat dalam penulisan tugas akhir ini adalah mengenai pengaruh pemasangan stern flap pada Kapal Patroli terhadap hambatan kapal. Proses awal adalah dengan mengidentifikasi nilai hambatan kapal sebelum ditambahkan dengan variasi stern flap dengan membuat permodelan Kapal Patroli menggunakan maxsurf dan dianalisa menggunakan CFD. Selanjutnya membuat variasi beberapa model stern flap yang dipasang pada Kapal Patroli tersebut dengan menggunakan Maxsurf dan Analisa nilai hambatan dengan menggunakan CFD.

3.4. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mencari literatur yang berkaitan dengan permasalahan pada penelitian ini. Studi literatur dibedakan menjadi dua, primer dan sekunder. Studi literatur primer mencakup principal dimension dan linesplan dari Kapal Patroli. Studi literatur sekunder mencakup jurnal, artikel, buku dan internet. Studi literatur bertujuan untuk membantu dalam menyelesaikan permasalahan yang diangkat berdasarkan teori maupun cara yang harus dilakukan dalam menyelesaikan permasalahan tersebut. Studi literature primer principal dimension atau ukuran utama kapal dapat dilihat dibawah, dan lines plan kapal patroli seperti pada gambar 3.2.

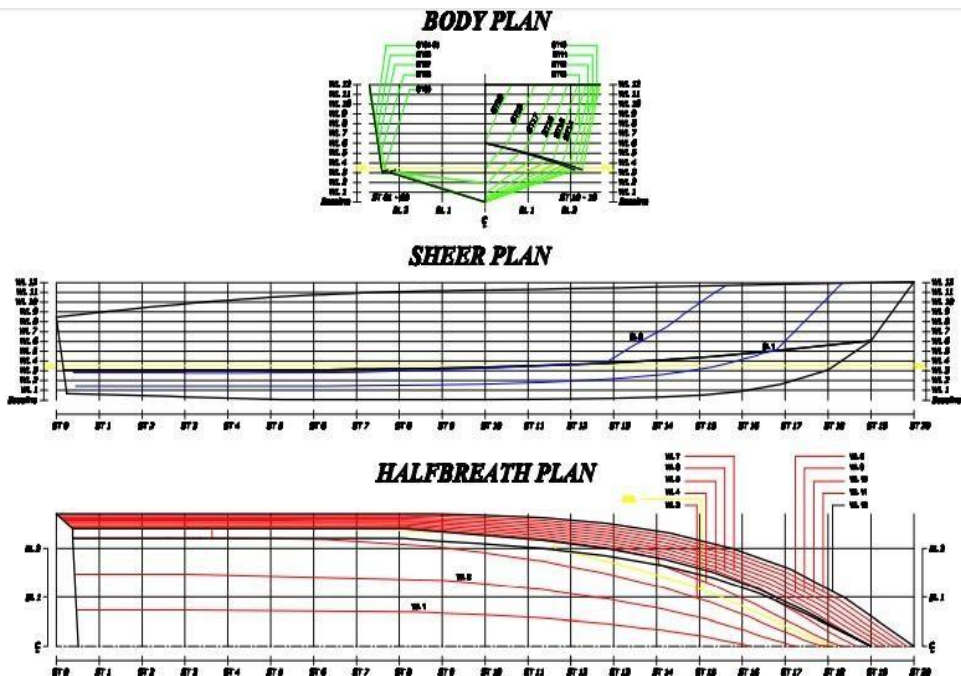
3.4.1 *Principal Dimension* atau Ukuran Utama Kapal

Principal dimension atau data ukuran utama kapal yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

Length Over All	: 10.00 m
Breadth Moulded	: 2.70 m
Depth Deck	: 1.30 m
Draft Designed	: 0.35 m

3.4.2 *Lines Plan Kapal Patroli*

Dengan menggunakan lines plan atau rencana garis yang telah ada, maka permodelan kapal dapat dibuat menggunakan software Maxsurf Modeller. Berikut Lines Plan dari Kapal Patroli:



Gambar 3. 2 Lines Plan Kapal Patroli

3.5. Pembuatan Model

Pembuatan model kapal menggunakan data kapal yang telah ada. Pembuatan model dilakukan dengan menggunakan software maxsurf, yang kemudian disimulasikan menggunakan software CFD untuk mengetahui nilai tahanan pada kapal tersebut.

3.6. Validasi Model

Validasi model adalah tahapan untuk mengetahui dan memastikan apakah model yang telah dibuat sempurna atau tidak. Apabila model yang telah dibuat sempurna maka nilai hambatan dari kapal dapat diketahui, apabila validasi model tidak sempurna, maka hambatan dari kapal tidak akan bisa diketahui dengan valid. Simulasi dilakukan menggunakan CFD NUMECA FINE Marine. Apabila Validasi model telah memenuhi maka dapat dilakukan pembuatan model kapal dengan variasi stern flap.

3.7. Pembuatan Model dengan Variasi Stern Flap

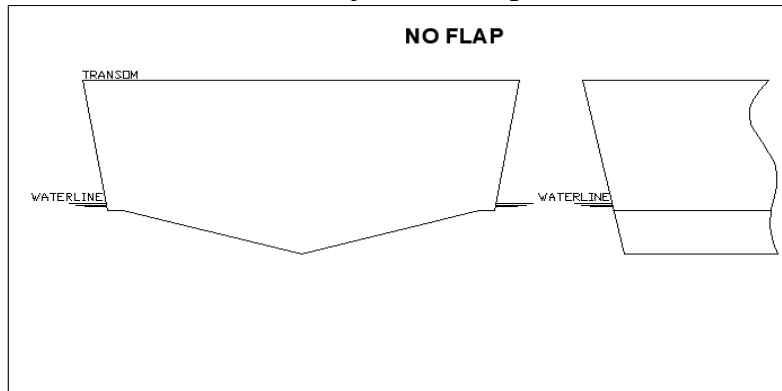
Setelah dilakukan validasi hambatan kapal dengan software maxsurf dan CFD maka selanjutnya adalah membuat permodelan stern flap yang akan dipasang pada model Kapal Patroli. Berdasarkan penelitian yang sudah ada mengenai stern flap, panjang chord yang disarankan adalah 1% sampai dengan 2.5 % LPP. Lebar span yang disarankan sesuai dengan lebar transom (Breadth Transom) dapat menggunakan full width (100%BT), (75% BT), sampai dengan (50% BT). Sudut kemiringan pada stern flap yang diterapkan dalam desain adalah 0° , 5° . Model yang

akan dibuat dengan ukuran panjang chord 2.5%LPP, dan lebar span 50% BT dan 100%BT (Novan M, 2011). Alasannya adalah dari penelitian sebelumnya, dan dari jurnal yang telah ada menjelaskan bahwa semakin panjang dan semakin lebar ukuran dari stern flap, memiliki pengurangan nilai hambatan yang lebih besar.

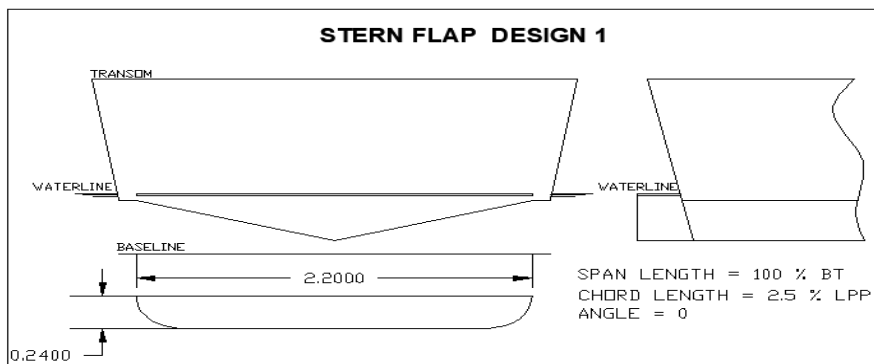
Tabel 3. 1 Variasi Desain Stern Flap

No	Model	Lebar (%BT)	Lebar Span (m)	Panjang (1-2.5% LPP)	Panjang Chord (m)	Sudut
1	Stern Flap Model 1	100%	2,2	2.5%LPP	0,24	0
2	Stern Flap Model 2	50%	1,1	2.5%LPP	0,24	0
3	Stern Flap Model 3	100%	2,2	2.5%LPP	0,24	5
4	Stern Flap Model 4	50%	1,1	2.5%LPP	0,24	5

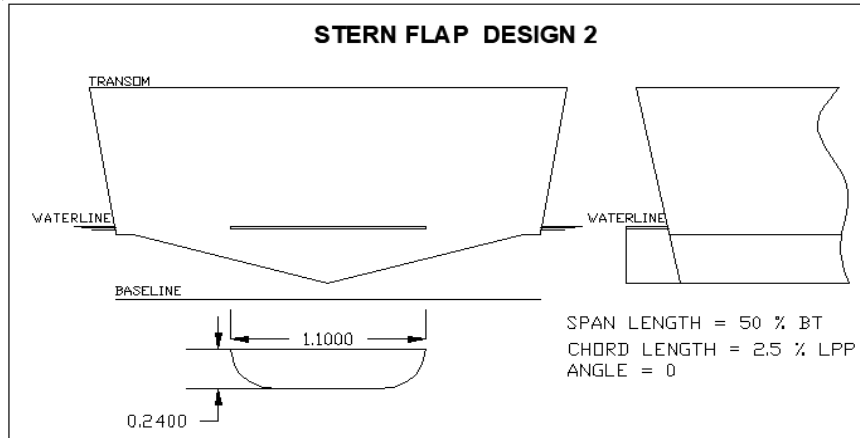
Gambar model untuk variasi Stern Flap adalah sebagai berikut:



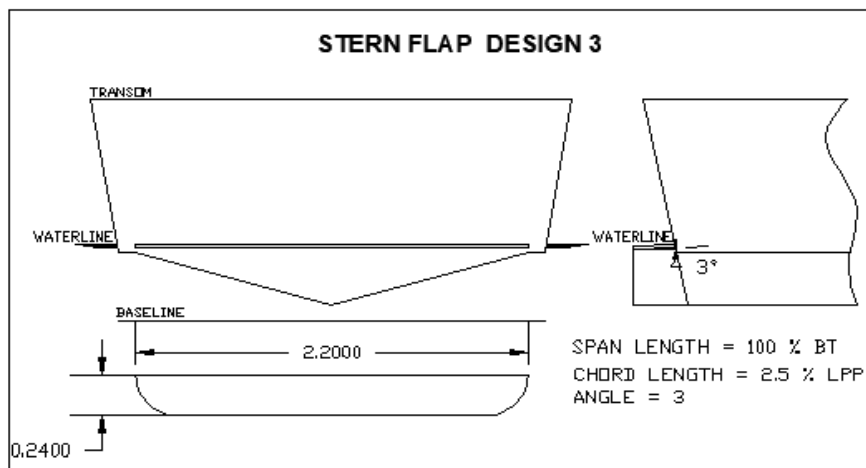
Gambar 3. 3 Buritan No Flaps



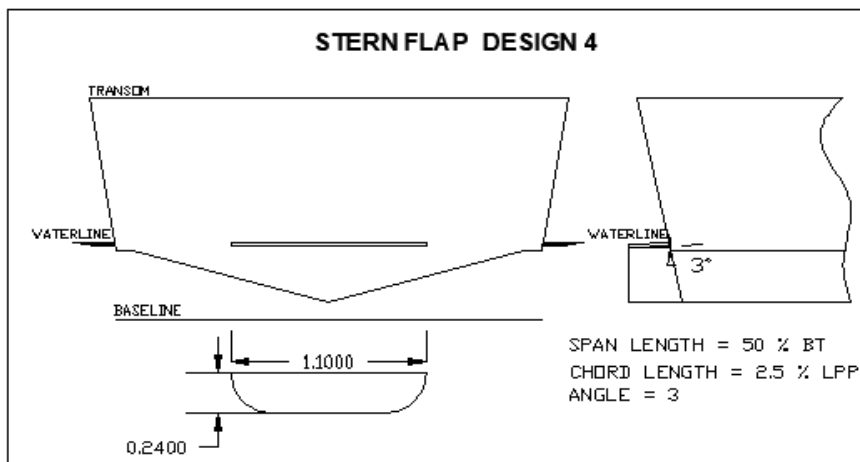
Gambar 3. 4 Stern Flap Design 1



Gambar 3. 5 Stern Flap Design 2



Gambar 3. 6 Stern Flap Design 3



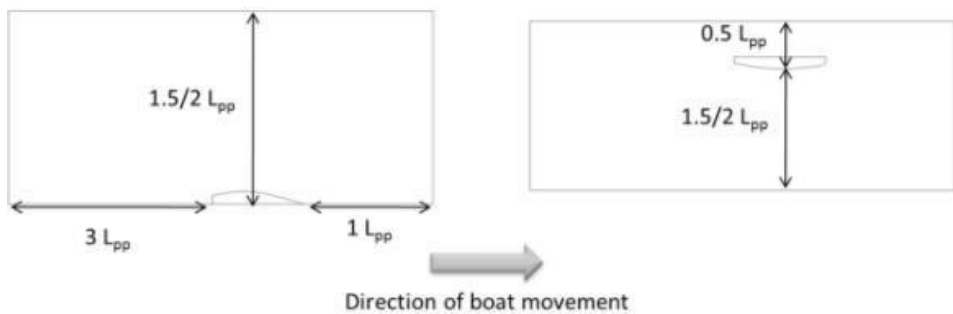
Gambar 3. 7 Stern Flap Design 4

3.8. Analisa Hambatan Total dan Bentuk Aliran Dengan Variasi Kecepatan

Setelah melakukan pembuatan model dengan variasi stern flap kemudian dilakukan analisa hambatan total dan bentuk aliran pada Kapal Patroli dengan software NUMECA dilakukan dengan menguji model dengan 3 variasi kecepatan yaitu masing masing kecepatan 10 knot, 13 knot, 20 knot. Data yang didapatkan dalam simulasi menggunakan software NUMECA berupa hambatan, luasan basah, dan kecepatan aliran.

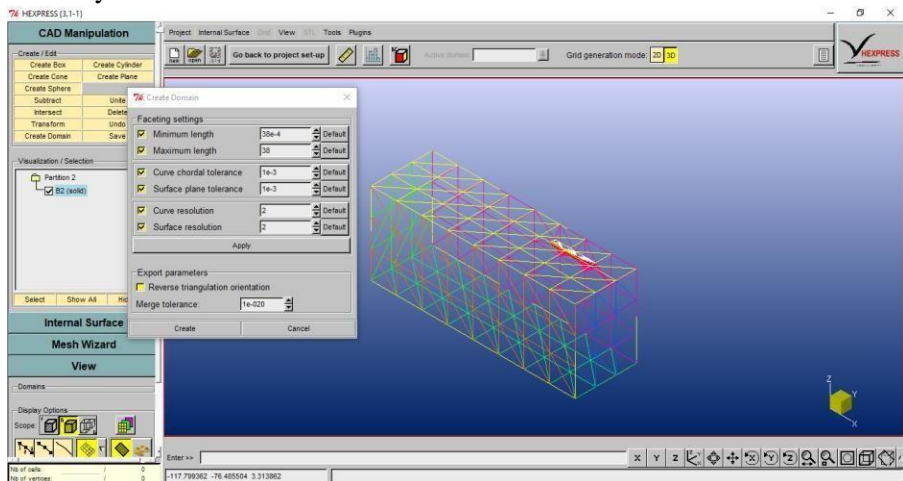
Meshing

Tahapan yang dilakukan setelah pembuatan geometri kapal selanjutnya dilakukan proses meshing. Pada tahapan proses meshing ini dilakukan pembagian detail dari bentuk geometri menjadi elemen-elemen node yang lebih kecil dan lebih spesifik. Pada proses pengujian model, setiap elemen elemen tersebut akan dilakukan perhitungan dengan software CFD.



Gambar 3. 8 Standart Ukuran Boundary Domain

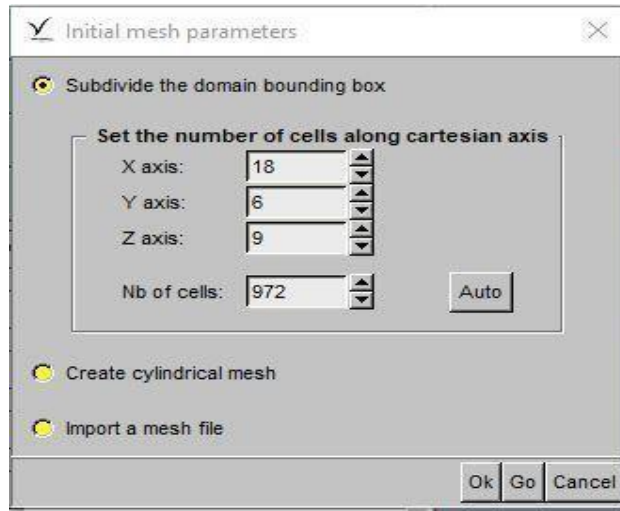
Pada NUMECA Hexpress, pengaturan yang dilakukan pada pertama kali adalah menentukan ukuran domain. Ukuran domain memiliki standart boundary agar hasil analisa dapat disesuaikan dengan keadaan lingkungan yang sebenarnya.



Gambar 3. 9 Konfigurasi Domain

Domain dibuat dengan menyesuaikan rekomendasi standart ukuran domain, pembuatan geometri kapal dibuat menjadi half body karena bentuk dari kapal simetris. Hal tersebut dapat mempengaruhi jumlah cell hasil dari meshing yang berdampak pada waktu running. Setelah dilakukan pembuatan domain, kemudian proses meshing dapat dilakukan. Adapun urutan dalam proses meshing dalam NUMECA Hexpress adalah sebagai berikut:

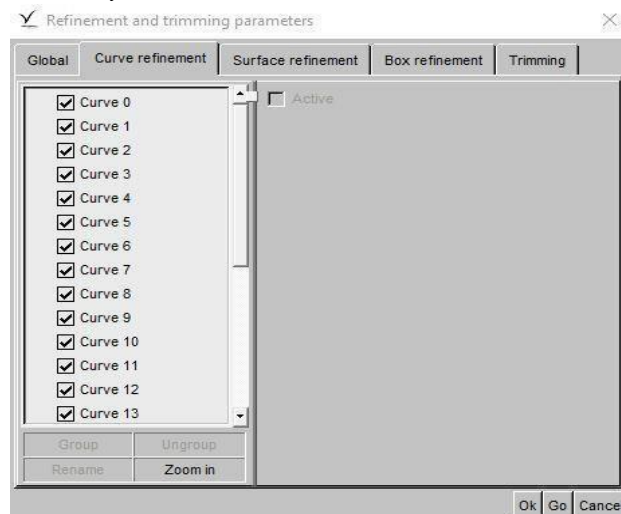
1. Initial Mesh



Gambar 3. 10 Konfigurasi Initial Mesh

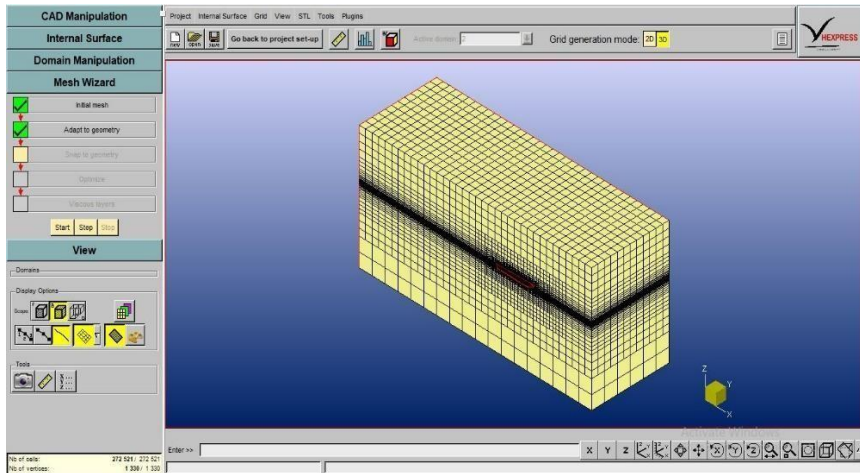
Pada tahap initial mesh, dilakukan pembagian geometri seluruh domain. Pembagian domain menjadi cell berbentuk persegi atau kotak sesuai dengan domain yang didefinisikan.

2. Adapt to Geometry



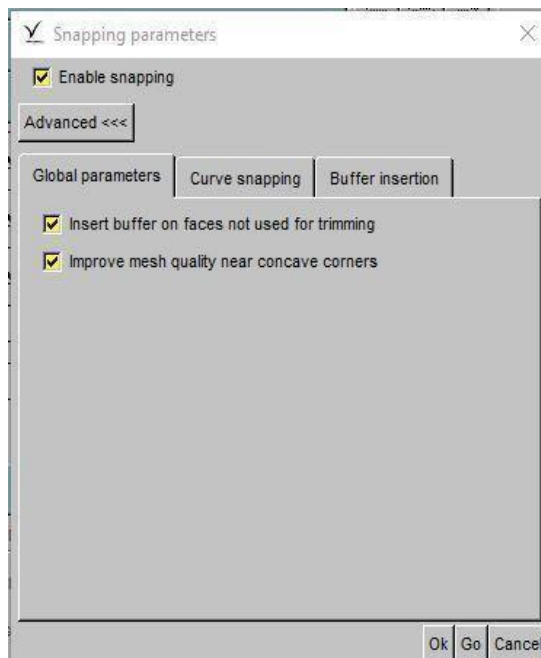
Gambar 3. 11 Konfigurasi Adapt to Geometry

Pada tahap Adapt to Geometry, dilakukan refinement terhadap cell-cell yang telah terbagi sesuai dengan bentuk geometri. Selain menghaluskan, trimming juga dapat menghapus cell-cell yang saling menyilang atau cell-cell yang berlokasi diluar geometri.



Gambar 3. 12 Tampilan Mesh Setelah tahap Adapt to Geometry

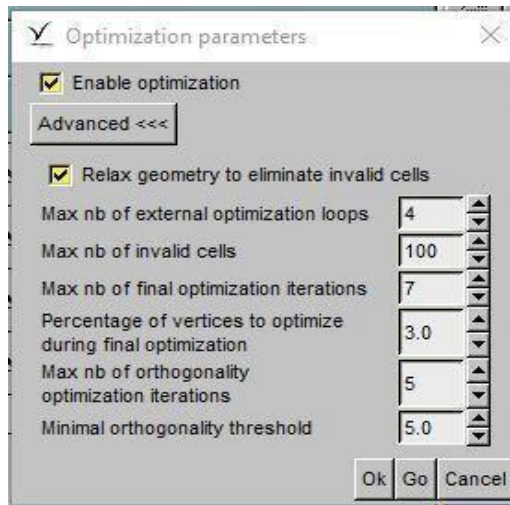
3. Snap to Geometry



Gambar 3. 13 Konfigurasi Snap to Geometry

Tujuan konfigurasi Snap to Geometry ini adalah untuk memproyeksikan mesh yang didapat dari hasil sebelumnya terhadap bentuk geometri sehingga menghasilkan bentuk geometri yang halus.

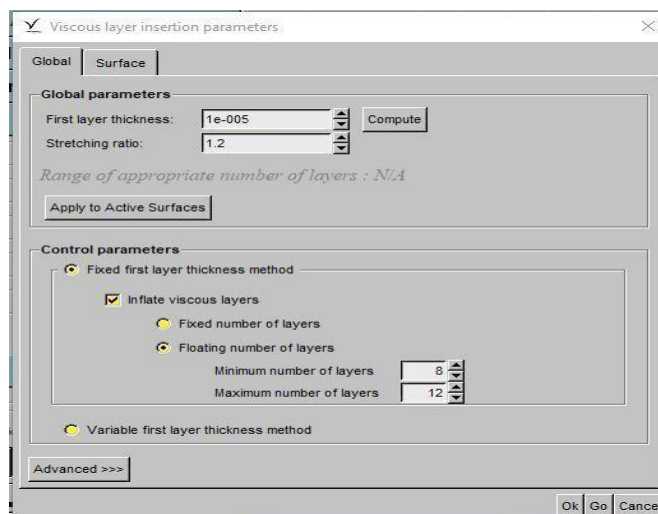
4. Optimize



Gambar 3. 14 Konfigurasi Optimisasi

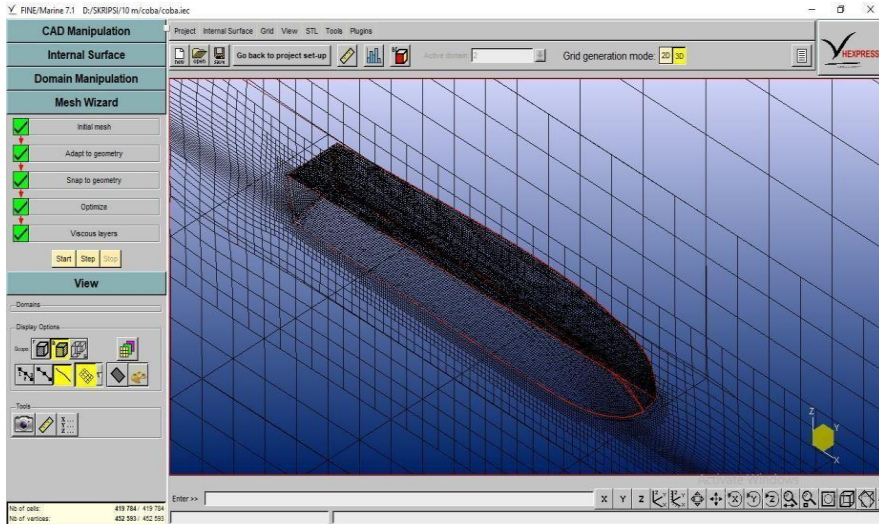
Pada tahap optimize, dilakukan optimisasi terhadap hasil mesh yang memiliki kualitas buruk seperti concave cell, twisted cell. Kualitas dari cell dapat diketahui dengan melihat menu mesh quality.

5. Viscous Layers

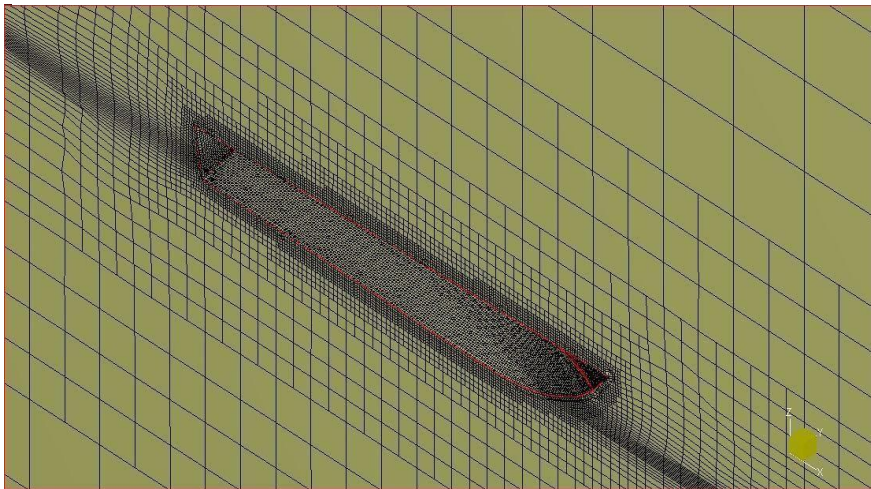


Gambar 3. 15 Konfigurasi Lapisan Viskos

Dalam tahapan Viscous Layer, dilakukan pendekatan yang spesifik dalam penyisipan lapisan viskos berdasarkan kecepatan sehingga dihasilkan nilai angka Reynold number dan angka Froude Number yang dipengaruhi kecepatan dan ukuran kapal.



Gambar 3. 16 Hasil Meshing Body Kapal

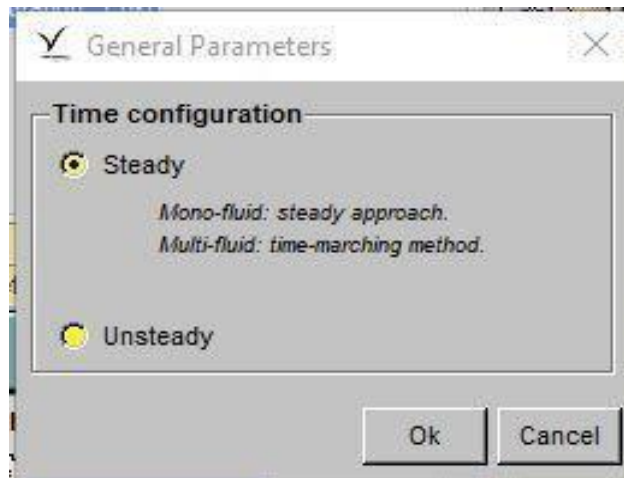


Gambar 3. 17 Hasil Keseluruhan

Pengaturan Simulasi CFD

Setelah dilakukan proses meshing dan definisi geometri, maka selanjutnya adalah melakukan pengaturan terhadap simulasi aliran yang diuji. Berikut adalah beberapa parameter yang perlu didefinisikan.

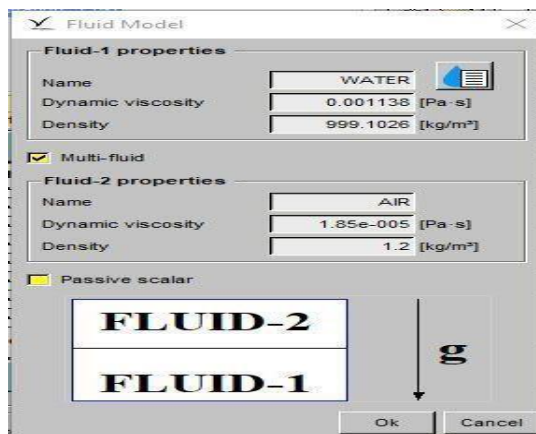
1. General Parameter



Gambar 3. 18 Konfigurasi General Parameter

Dalam general parameter mengenai konfigurasi waktu pada hasil simulasi pada saat time step yang ditentukan. Terdapat dua pilihan Steady dan Unsteady. Penggunaan time configuration steady digunakan apabila ingin mendapatkan hasil running pada saat time step terakhir. Penggunaan time configuration unsteady digunakan apabila ingin mendapatkan hasil simulasi pada saat time step tertentu. Pada penelitian tugas akhir ini time configuration yang digunakan adalah steady.

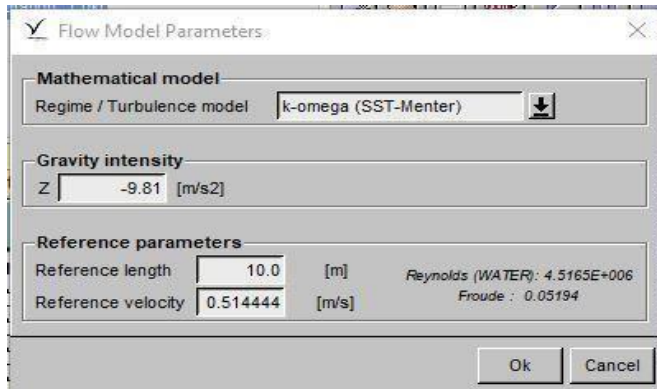
2. Fluid Model



Gambar 3. 19 Konfigurasi Fluid Model

Pada konfigurasi Fluid Model mendefinisikan mengenai fluida yang digunakan. Pada penelitian tugas akhir ini menggunakan konfigurasi multi fluid yaitu fluida air dan udara. Bagian fluida air dan fluida udara dipisahkan dengan internal surface yang telah dibuat pada saat proses penggambaran geometri.

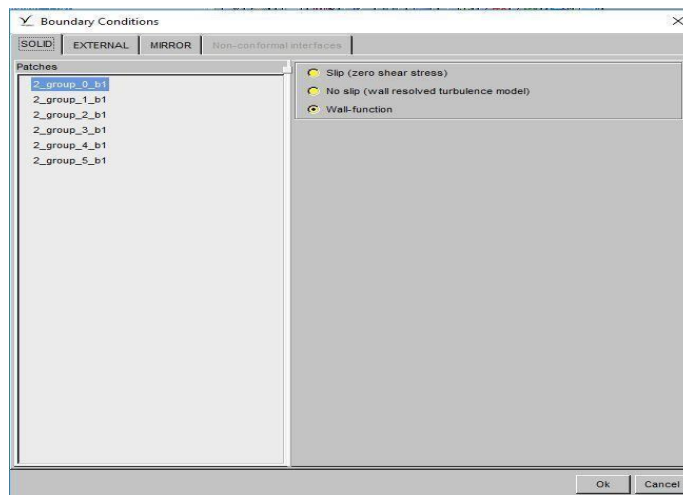
3. Flow Model



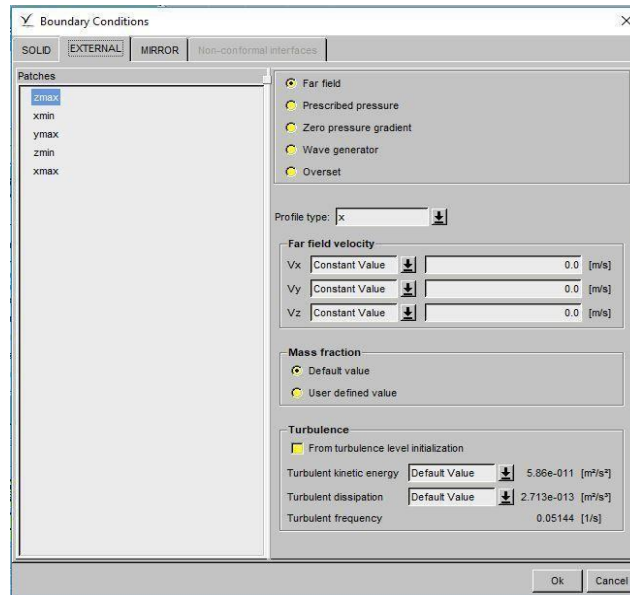
Gambar 3. 20 Konfigurasi Flow Model

Pada tahapan konfigurasi Flow Model dilakukan untuk menentukan karakteristik dari aliran yang digunakan. Terdapat dua pilihan aliran laminar dan turbulen serta intensitas dari gravitasi. Pada bagian Reference parameter untuk mendefinisikan perhitungan dari Froude Number dan Reynold Number yang tertuju pada pengaturan Fluid Model.

4. Boundary Condition



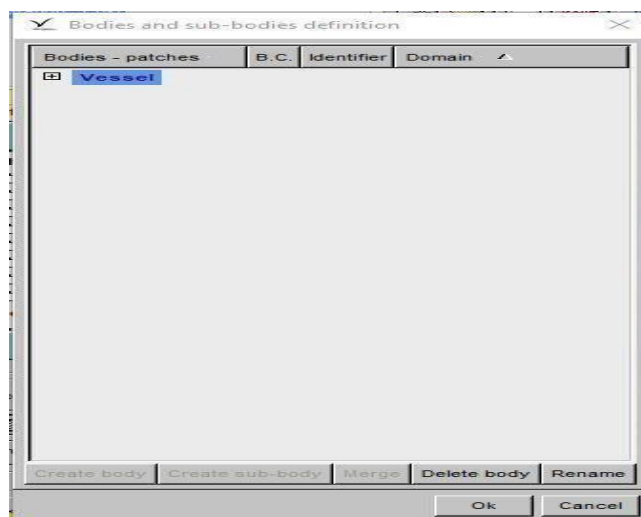
Gambar 3. 21 Konfigurasi Boundary Condition Solid



Gambar 3. 22 Konfigurasi Boundary Condition External

Pada tahapan Boundary Condition merupakan pendefinisian dari kondisi batasan-batasan yang akan disimulasikan. Konfigurasi yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah dengan mendefinisikan body kapal sebagai solid wall function. Pada kondisi external kondisi yang dibuat adalah kondisi pada perairan tenang.

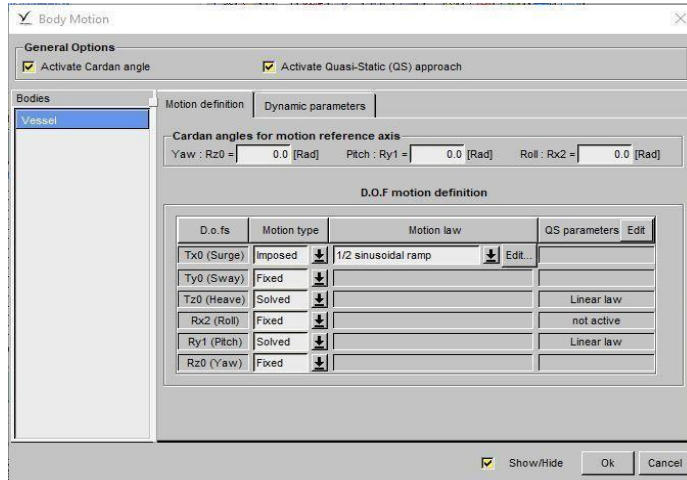
5. *Body Definition*



Gambar 3. 23 Konfigurasi Boundary Condition External

Pada tahapan Body Definition dilakukan untuk menentukan bagian-bagian yang akan dijadikan sebuah badan yang akan dilakukan pengujian.

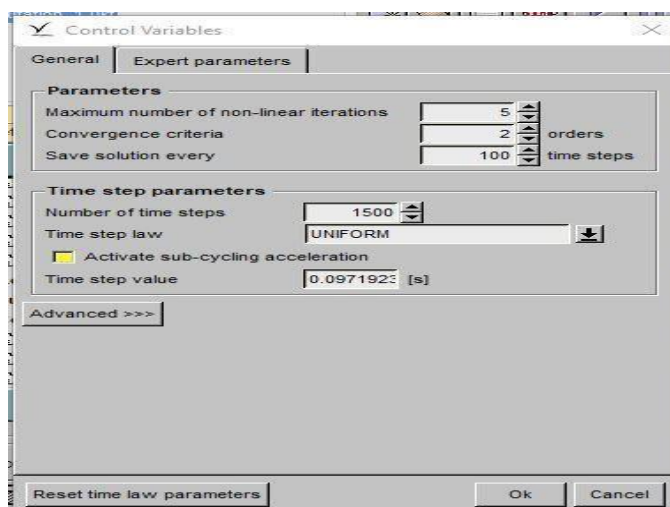
6. Body Motion



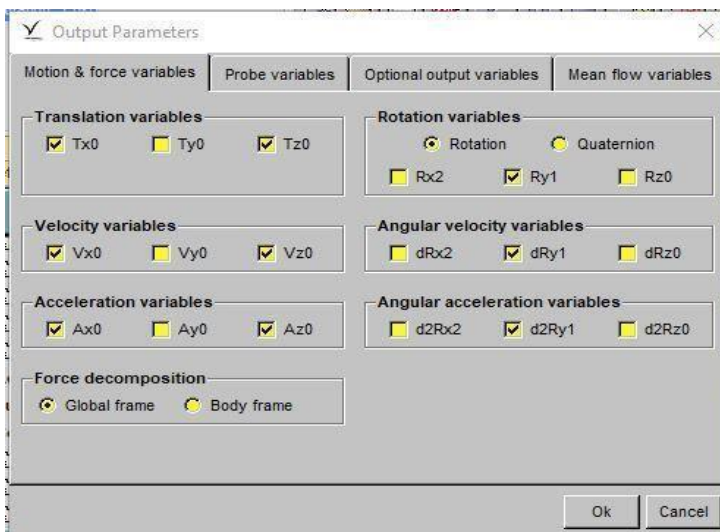
Gambar 3. 24 Konfigurasi Body Motion

Pada tahap Body Motion merupakan bagian yang menentukan gerak dari badan kapal yang diuji. Badan kapal dapat bergerak berdasarkan 6 derajat kebebasan serta konfigurasi untuk menentukan nilai kecepatan dan percepatan dari badan kapal. Dalam penelitian ini menggunakan fixed imposed terhadap sumbu x dengan memberi variasi kecepatan konstan.

7. Computational Control Variables dan Output



Gambar 3. 25 Konfigurasi Control Variables

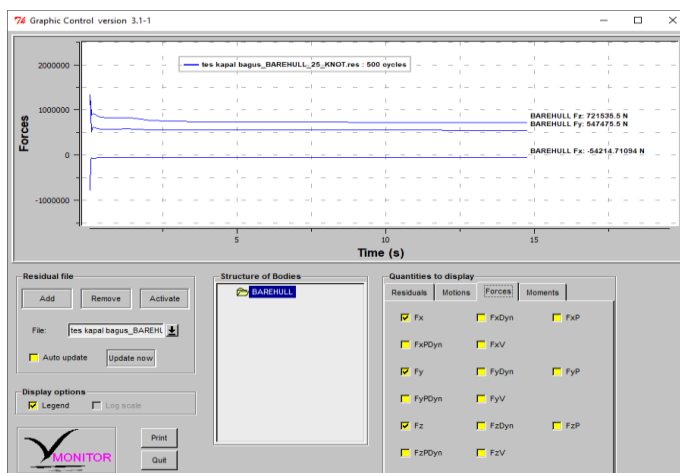


Gambar 3. 26 Konfigurasi Output

Control Variabel merupakan konfigurasi untuk menentukan perhitungan iterasi dan jumlah Time step yaitu periode gerakan kapal yang digunakan. Output untuk menentukan variable hasil yang didapat dari simulasi. Setelah parameter-parameter sudah ditentukan maka simulasi dapat dijalankan dengan mengaktifkan solver running.

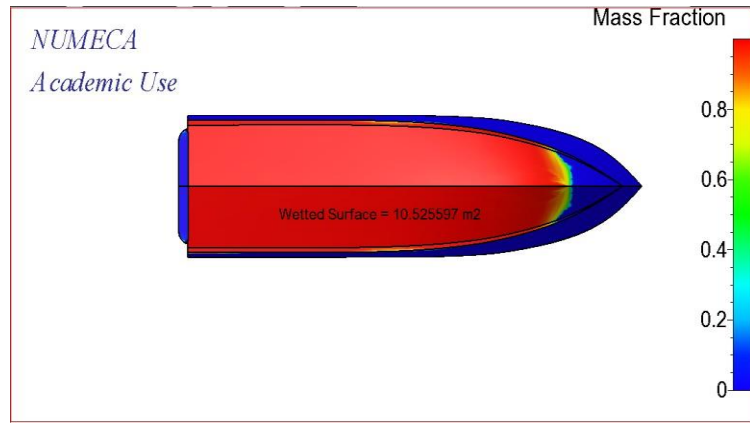
Pengumpulan Data

Setelah proses running simulasi, maka selanjutnya dapat dilakukan pembacaan data hasil simulasi yang diperoleh dengan pembacaan grafik pada monitor. Pada penelitian ini, data yang diambil atau digunakan berupa tahanan kapal yaitu gaya yang terjadi pada sumbu x sehingga pada grafik terbaca sebagai Fx.



Gambar 3. 27Grafik Gaya Terhadap Waktu Pada Monitor

Pembacaan data dan visual hasil CFD menggunakan CF View. Data yang diambil pada tugas akhir ini adalah luasan basah kapal (*Wet Surface Area*), Ketinggian gelombang dan Kecepatan Aliran.



Gambar 3. 28 Tampilan Wet Surface Area

3.9. Analisa dan Pembahasan

Setelah dilakukan pengujian model, maka akan di dapatkan data data dari simulasi model. Dari data pengujian model kapal tersebut, akan didapatkan nilai data hambatan dari masing masing model. Dari data hambatan dari masing masing model maka dapat ditentukan model manakah yang memiliki nilai hambatan yang paling rendah dengan masing masing variasi model dengan meninjau bentuk dari alirannya.

3.10. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan didapatkan berdasarkan analisa data dari hasil simulasi model, dan kemudian didapatkan desain stern flap yang paling baik dalam mengurangi hambatan pada kapal. Saran didapatkan dari kekurangan selama penyelesaian pengerjaan skripsi ini dengan permasalahan yang diangkat, untuk dapat dikembangkan dengan inovasi yang lain.

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Penjelasan Umum

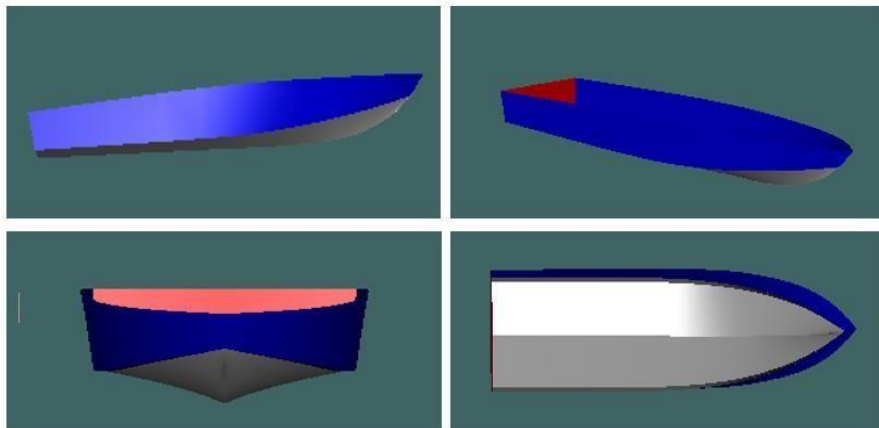
Analisa data dalam pengerjaan tugas akhir dilakukan dengan pembuatan model desain kapal patrol dengan menggunakan software maxsurf. Dari model yang telah dibuat kemudian dilakukan penambahan Stern Flap dengan variasi panjang, lebar, dan sudut dari stern flap. Selanjutnya dilakukan analisa hambatan kapal akibat pengaruh pemasangan Stern Flap dengan beberapa variasi.

4.2 Model Kapal Patroli

Pembuatan model kapal dilakukan setelah diperoleh data principal dimension dan dari gambar lines plan kapal patrol. Dari data dilakukan pembuatan model lambung dari kapal patrol menggunakan software maxsurf.

4.2.1 Model Menggunakan Software Maxsurf

Proses pembuatan model kapal dibuat berdasarkan lines plan atau rencana garis dari kapal patrol yang telah ada.. Gambar 4.1 adalah hasil permodelan maxsurf:



Gambar 4. 1 Hasil Pembuatan Model Menggunakan Maxsurf

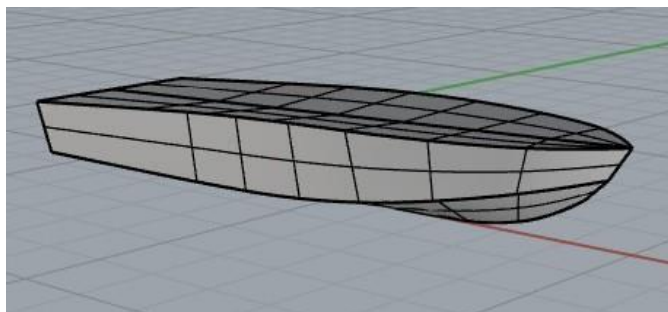
Setelah dilakukan permodelan maka didapatkan data yang ditunjukkan Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Data Kapal Planning Hull

Item	Nilai	Satuan
LWL	8.994	m
Beam	2.534	m
Draft	0.35	m
Displaced Volume	3.391	m ³
Wetted area	20.505	m ²
Prismatic Coeff. (Cp)	0.789	
Waterpl. Area Coeff. (Cwp)	0.818	
1/2 angle of entrance	23.45	deg.
LCG from midships	-1.689	m
Max sectional area	0.477	m ²
Water Density	1.026	tonne/m ³

4.2.2 Model Kapal Patroli Menjadi Solid Menggunakan NUMECA Fine Marine

Dalam pembuatan model kapal patroli menjadi solid, hull atau badan kapal yang berasal dari Maxsurf diekspor ke program CAD 3D untuk membuat model menjadi solid. Model kapal yang dibuat dari surface dijadikan bentuk yang tertutup rapat sehingga menjadi bentuk pejal. Setelah bentuk menjadi solid, maka selanjutnya model disimpan dalam bentuk format parasolid (.x_t) agar dapat digunakan di software FINE Marine. Bentuk kapal yang telah solid ditunjukkan gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Bentuk Kapal Menjadi Solid

4.3 Hambatan Kapal Patroli

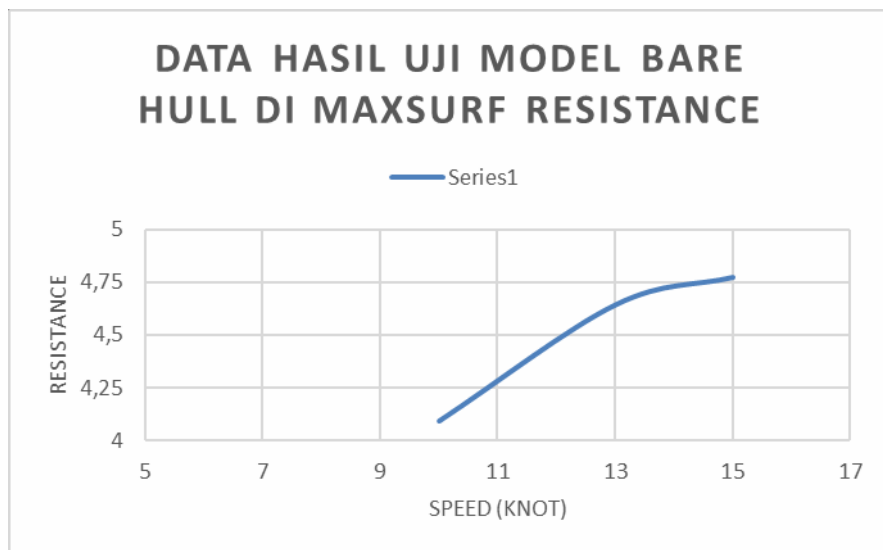
Setelah model kapal patroli menjadi solid dan telah disimpan dalam bentuk format parasolid, maka selanjutnya model dilakukan pengujian menggunakan dua software yaitu menggunakan Maxsurf Resistance dan software Numeca Fine Marine. Untuk mengetahui nilai hambatan yang didapatkan pada masing masing software dan dilakukan perbandingan nilai tahanan sebagai validasi.

4.3.1 Hambatan Kapal Patroli Menggunakan Software Maxsurf

Hasil Pengujian hambatan kapal patroli menggunakan Maxsurf Resistance yang telah dilakukan. Hasil dari pengujian nilai hambatan yang didapatkan ditunjukkan Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Data Hasil Uji Model Bare Hull di Maxsurf Resistance

Data Hasil Uji Model Bare Hull di Maxsurf Resistance			
No	Kecepatan (Knot)	Froude Number	Savitsky Planing
1	10	0.5190	4.09
2	13	0.6746	4.64
3	15	0.7784	4.77



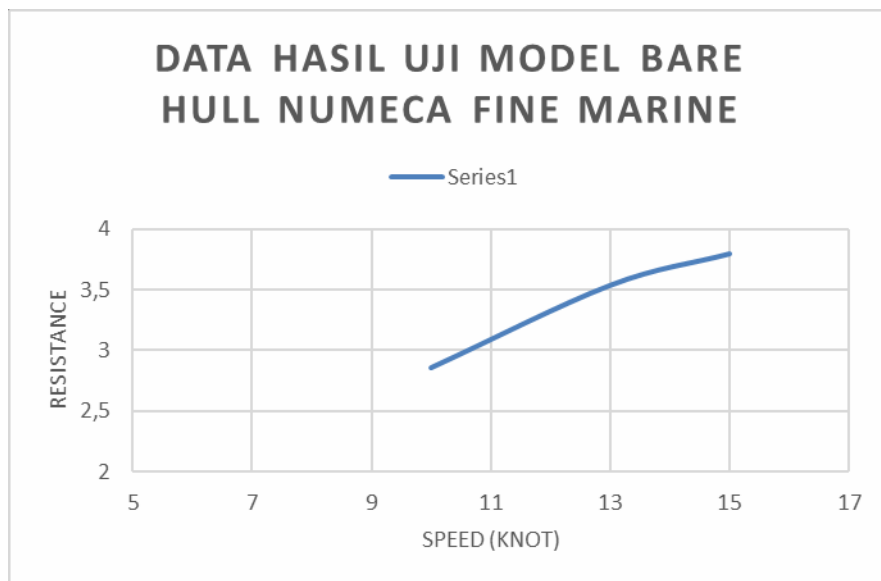
Gambar 4. 3 Grafik Data Uji Model Bare Hull Pada Maxsurf Resistance

4.3.2 Pengujian Hambatan Kapal Patroli Menggunakan Software NUMECA Fine Marine

Pengujian hambatan kapal patrol dilakukan menggunakan software NUMECA. Simulasi yang dilakukan pada software NUMECA dilakukan dengan menggunakan model barehull yang belum dilakukan variasi pada bagian buritan kapal. Pada simulasi ini dilakukan untuk validasi barehull. Tabel 4.3 merupakan tabel nilai hambatan dan Froude number yang di dapat dari pengujian menggunakan software NUMECA.

Tabel 4. 3 Data Hasil Uji Model Kapal Patroli Menggunakan NUMECA

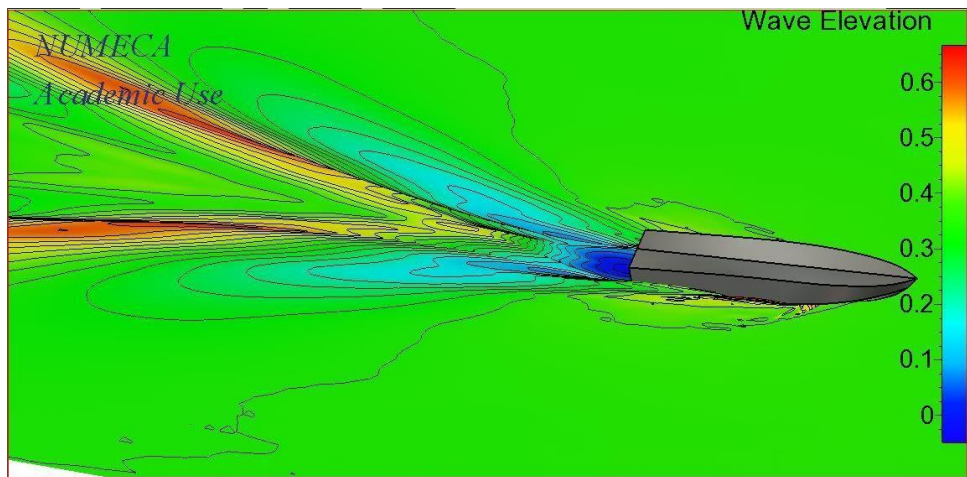
Data Hasil Uji Model Bare Hull di Fine Marine			
No	Kecepatan (Knot)	Froude Number	Savitsky Planing
1	10	0.5190	2.8508
2	13	0.6746	3.5374
3	15	0.7784	3.7962



Gambar 4. 4 Grafik Data Uji Model Bare Hull pada Numeca Fine Marine

4.3.3 Simulasi Hambatan Barehull dengan NUMECA

Hasil simulasi barehull resistance sesuai dengan table 4.3 data simulasi hambatan dengan software numeca, selanjutnya dilakukan simulasi pola aliran dan bentuk gelombang akibat adanya kapal yang melaju dan pola aliran yang terjadi di bagian buritan. Hasil simulasi yang didapatkan sesuai dengan bentuk kapal pada software sebelumnya. Gambar 4.5 merupakan bentuk gelombang akibat laju kapal dan pola aliran yang terjadi pada model.



Gambar 4. 5 Pola Aliran Barehull Model

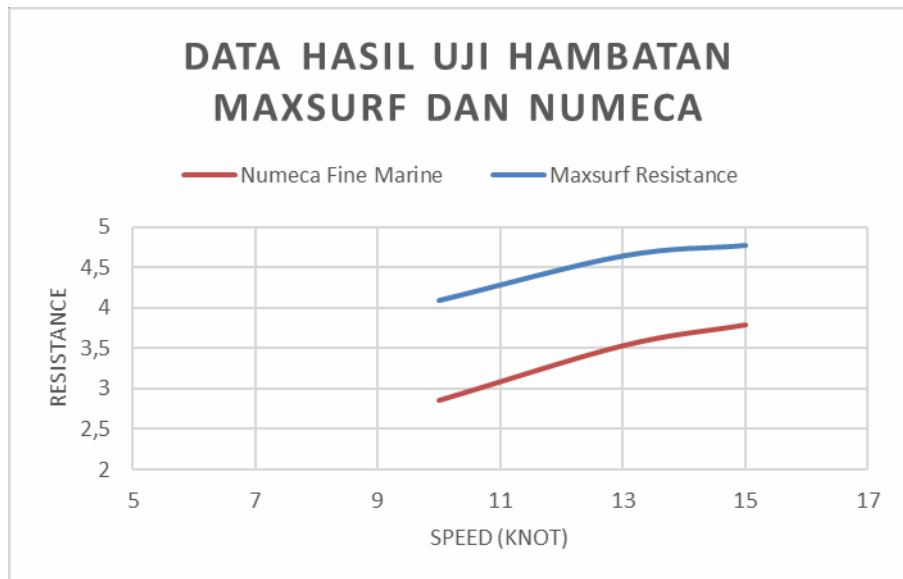
Pada gambar dapat dilihat, pola aliran yang melewati stern terdapat pusaran air atau aliran turbulen. Diharapkan dengan adanya pemasangan stern flap dapat terjadi perubahan pola aliran, sehingga dapat mengurangi hambatan kapal. Pada penelitian tugas akhir ini akan dikaji dengan melakukan simulasi. Kemudian dilakukan pengambilan data dan perhitungan selisih hambatan dari model stern flap.

4.4 Validasi Nilai Hambatan

Pada proses validasi dimana proses data simulasi hasil dari pengujian yang dilakukan pada Maxsurf Resistance dibandingkan dengan data yang didapatkan dari software NUMECA. Data yang menjadi pembanding adalah data nilai hambatan kapal patrol tersebut. Data yang diperoleh pada Maxsurf Resistance dan NUMECA Fine Marine, akan dikorelasikan dengan batasan selisih 15%. Data yang didapat ditunjukkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Data Validasi Nilai Hambatan Kapal

Validasi Nilai Hambatan Kapal				
No	Kecepatan (Knot)	Maxsurf (Kn)	Numeca Fine Marine (Kn)	Selisih
1	10	4.09	2.85088	6.97%
2	13	4.64	3.53724	7.6%
3	15	4.77	3.79628	7.90%



Gambar 4. 6 Grafik Perbedaan Uji Model Bare Hull pada Numeca Fine Marine

Dari data tersebut dapat diketahui bahwa nilai hambatan pada software Maxsurf Resistance dan Numeca Fine Marine memiliki nilai kurang dari 15%, sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai tersebut memenuhi kriteria. Setelah nilai telah memenuhi kriteria, maka selanjutnya melakukan simulasi dengan variasi model Stern Flap pada Buritan kapal.

4.5 Penambahan Model dengan Variasi Stern Flap

Setelah dilakukan validasi hambatan kapal dengan software Maxsurf dan software Numeca Fine Marine, maka selanjutnya adalah membuat permodelan stern flap yang dipasang pada bagian buritan kapal patroli. Parameter yang digunakan dalam pembuatan stern flap dengan variasi panjang chord 2,5% LPP dan lebar span sebesar 50% BT dan 100 BT (Breadth Transom). Sudut dari stern flap menggunakan sudut 0° dan sudut 5° . Sehingga didapatkan 4 variasi stern flap sebagai berikut:

Tabel 4. 5 Data Validasi Nilai Tahanan Kapal

No	Model	Lebar (%BT)	Lebar Span (m)	Panjang (1-2.5% LPP)	Panjang Chord (m)	Sudut
1	Stern Flap Model 1	100%	2.2	2.5% LPP	0.24	0
2	Stern Flap Model 2	50%	1.1	2.5% LPP	0.24	0
3	Stern Flap Model 3	100%	2.2	2.5% LPP	0.24	5
4	Stern Flap Model 4	50%	1.1	2.5% LPP	0.24	5

4.6 Hambatan Barehull dengan Stern Flap

Hasil simulasi hambatan barehull dengan stern flap merupakan hasil selisih perhitungan hambatan yang telah disimulasikan dengan software NUMECA. Selisih antara nilai tahanan pada barehull model dengan model yang telah ditambahkan stern flap, akan diketahui apakah pemasangan stern flap dapat mengurangi nilai hambatan pada kapal. Dan akan diketahui pengurangan nilai hambatan yang paling besar dari beberapa model stern flap. Sehingga pemilihan model stern flap yang efektif mengurangi nilai hambatan kapal dapat diketahui. Pada tabel dibawah adalah hasil simulasi model stern flap.

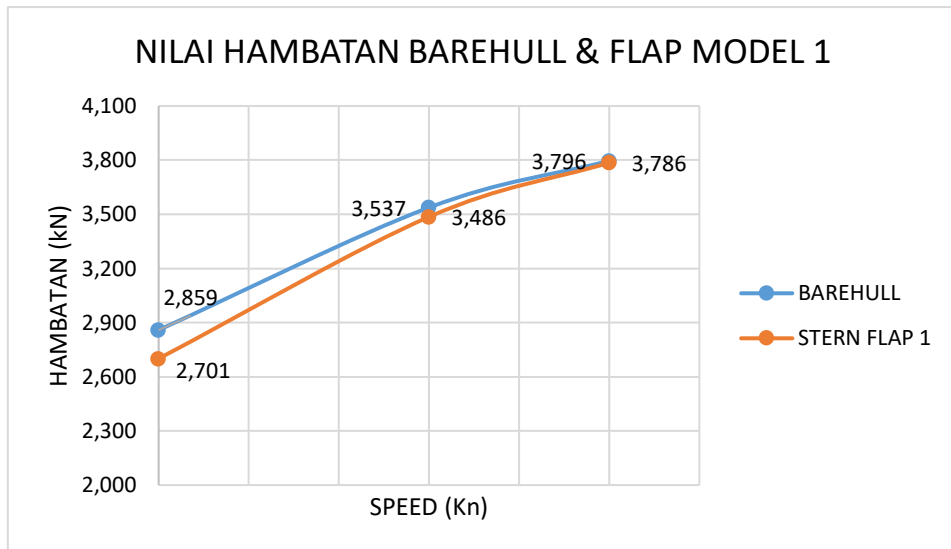
4.6.1 Hambatan Barehull Model & Flap 1 100%BT, 0°

Hasil simulasi hambatan pada barehull model dan stern flaps 1 dengan ukuran 100% BT, dan sudut 0° ditunjukkan pada Tabel 4.6

Tabel 4. 6 Data Tahanan Kapal Barehull & Stern Flap 1

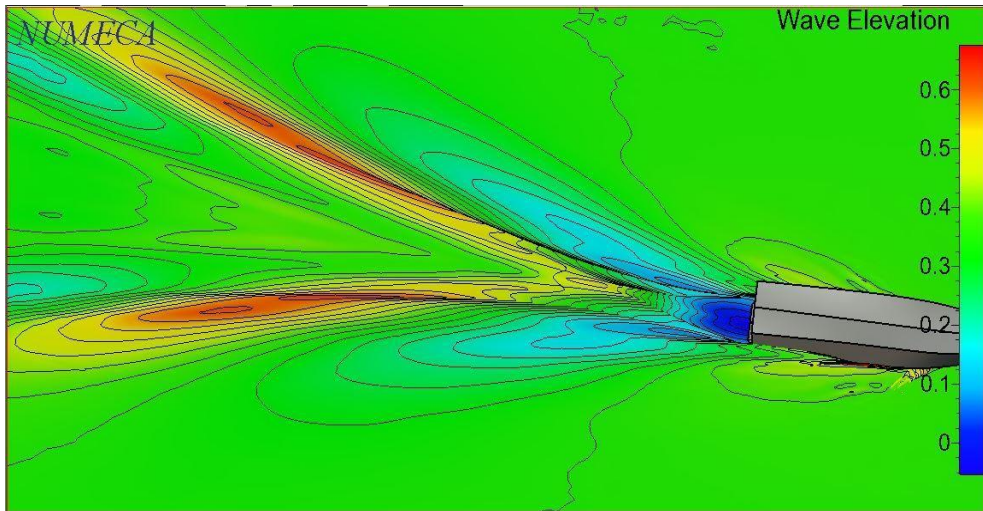
No	Speed	Hambatan			Difference	Selisih
		Froude Number	Barehull	Stern Flap 1		%
	Knot			kN	kN	
1	10	0,5190	2,859	2,701	0,158	5,50%
2	13	0,6746	3,537	3,486	0,050	1,46%
3	15	0,7748	3,796	3,786	0,010	0,27%

Dari Tabel 4.6 dapat diketahui nilai hambatan pada barehull model, nilai hambatan pada stern flap model 1, dan selisih antara nilai Hambatan barehull model dengan variasi model stern flap1. Sehingga dapat digambarkan seperti pada gambar Grafik 4.7.



Gambar 4. 7 Grafik Tahanan Barehull Model dan Stern Flap Model 1

Dari hasil simulasi hambatan yang telah dilakukan, didapatkan nilai hambatan barehull dan nilai hambatan pada stern flap model 1. Dari hasil tersebut dilakukan perhitungan selisih nilai hambatan yang terjadi pada kedua model. Maka dapat disimpulkan nilai hambatan yang terjadi akibat penambahan stern flap model 1 dengan lebat 100% BT, dan sudut 0^0 mengalami penurunan nilai hambatan. Nilai penurunan hambatan pada kecepatan 10 Kn sebesar 0,158, pada kecepatan 13 knot sebesar 0,005, dan pada kecepatan 15 knot penurunan nilai hambatan sebesar 0,010. Presentase penurunan nilai hambatan pada flap 1, semakin tinggi nilai kecepatan maka semakin kecil presentase pengurangan hambatan. Ini berarti akibat adanya penambahan stern flap pada buritan kapal nilai hambatan menjadi lebih kecil, dan kinerja dari stern flaps dapat mereduksi hambatan yang paling besar pada kecepatan 10 knot. Pada penelitian sebelumnya (Lukman, 2018) semakin besar kecepatan maka presentase pengurangan hambatan semakin besar. Namun yang didapat dari simulasi model flap 1, semakin tinggi kecepatan, semakin kecil nilai pengurangan hambatan. Hal tersebut dapat dikarenakan kurangnya kehalusan model pada saat meshing pada software. Gambar 4.8 menunjukkan hasil simulasi tinggi gelombang yang terjadi ketika kapal patrol menggunakan stern flaps pada kecepatan 10 knot.



Gambar 4. 8 Bentuk Gelombang Kapal dengan Stern Flap Model 1 pada Kecepatan 15 Knot

Gambar 4.8 menunjukkan sistem gelombang yang dihasilkan dari kapal dengan Stern Flap 1 pada kecepatan 15 knot. Dari gambar 4.8 dapat dilihat bentuk aliran air pada bagian buritan kapal, pada barehull model memiliki bentuk aliran yang memusar pada bagian buritan kapal. Setelah adanya pemasangan stern flap pola aliran menjadi memanjang. Bentuk gelombang mengalami perubahan dari yang sebelumnya mengalami kerapatan gelombang setelah adanya pemasangan stern flap bentuk gelombang menjadi lebih renggang. Hal tersebut terjadi akibat pola aliran yang dirubah arahnya oleh stern flap.

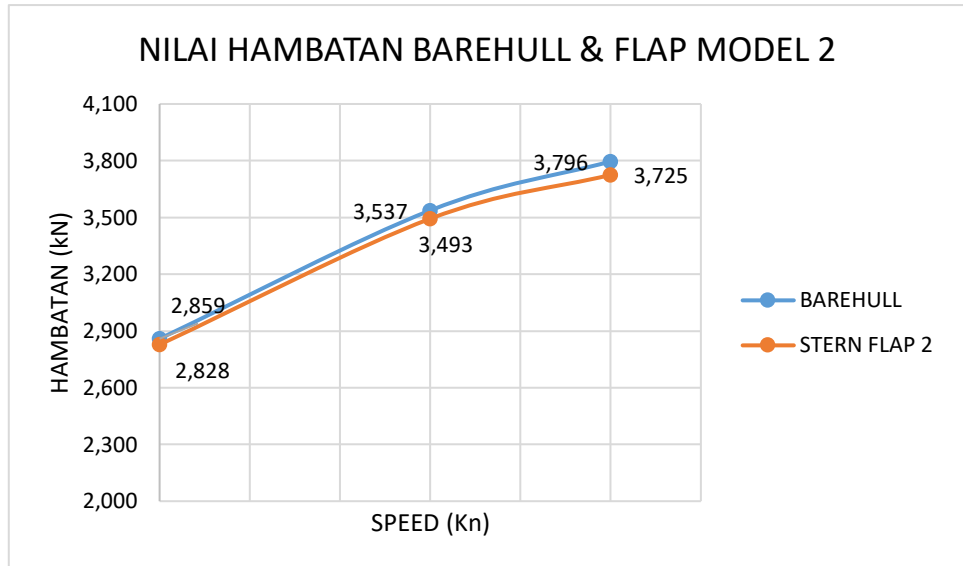
4.6.2 Hambatan Barehull Model & Flap 2 50%BT, 0°

Hasil simulasi hambatan pada barehull model dan stern flaps 2 dengan ukuran 50% BT, dengan sudut 0° ditunjukkan pada tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Data Hambatan Kapal Barehull & Stern Flap 2

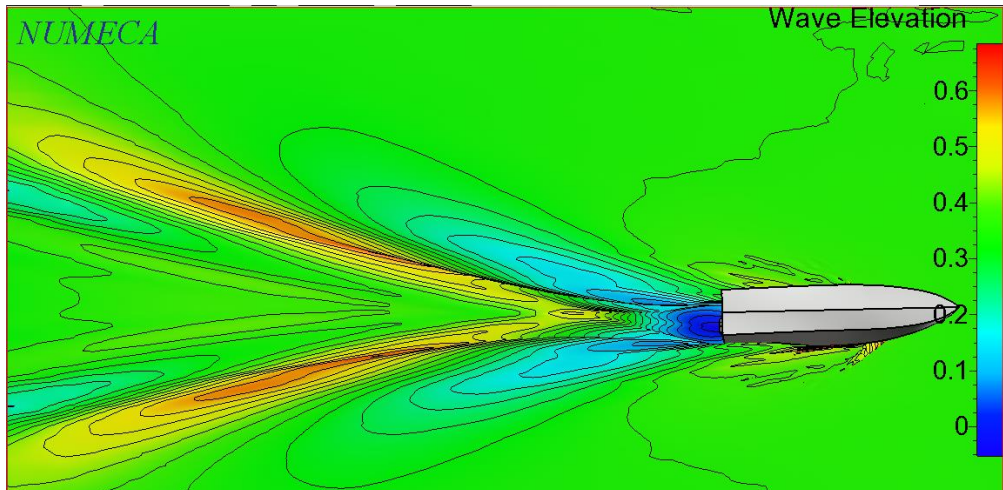
No	Speed	Hambatan			Difference	Selisih
		Froude Number	Barehull	Stern Flap 2		
	Knot		kN	kN		%
1	10	0,5190	2,859	2,828	0,031	1,09%
2	13	0,6746	3,537	3,493	0,040	1,24%
3	15	0,7748	3,796	3,725	0,071	1,87%

Dari tabel 4.7 dapat diketahui nilai hambatan pada barehull model, nilai hambatan pada stern flap model 2, dan selisih antara nilai hambatan barehull model dengan variasi model stern flap2. Sehingga dapat digambarkan seperti pada gambar grafik 4.9.



Gambar 4. 9 Grafik Tahanan Barehull Model dan Stern Flap Model 2

Dari Gambar 4.9 dapat diketahui nilai hasil simulasi hambatan yang telah dilakukan. Didapatkan nilai hambatan barehull dan nilai hambatan pada stern flap model 2. Dari hasil tersebut dilakukan perhitungan selisih nilai hambatan yang terjadi pada kedua model. Maka dapat disimpulkan nilai hambatan yang terjadi akibat penambahan stern flap model 2 dengan lebar 50%BT, dan sudut 0^0 mengalami penurunan nilai hambatan. Nilai penurunan hambatan pada kecepatan 10 knot sebesar 0,031, pada kecepatan 13 knot sebesar 0,04, dan pada kecepatan 15 knot penurunan nilai hambatan sebesar 0,071. Presentase penurunan nilai tahanan pada flap 2, semakin tinggi nilai kecepatan maka semakin besar presentase pengurangan tahanan. Ini berarti akibat adanya penambahan stern flap pada buritan kapal nilai hambatan menjadi lebih kecil, dan kinerja dari stern flap dapat mereduksi hambatan yang paling besar pada kecepatan 15 knot. Pada penelitian sebelumnya (Lukman,2018) semakin besar kecepatan maka presentase pengurangan tahanan semakin besar. Penurunan hambatan ini sangat baik, karena dari kecepatan 10 knot kapal sudah mengalami penurunan hambatan dan kenaikan presentase pengurangan tahanan sampai pada kecepatan 15 knot. Ini berarti bahwa akibat adanya stern flap pada buritan kapal maka nilai hambatan akan tereduksi.



Gambar 4. 10 Bentuk Gelombang Kapal dengan Stern Flap Model 2 pada Kecepatan 15 Knot

Gambar 4.10 menunjukkan sistem gelombang yang dihasilkan dari kapal dengan stern flap 2 pada kecepatan 15 knot. Dari Gambar 4.10 dapat dilihat bentuk aliran air pada bagian buritan kapal, pada barehull model memiliki bentuk aliran yang memusar pada bagian buritan kapal. Setelah adanya pemasangan stern flap pola aliran menjadi memanjang. Bentuk gelombang mengalami perubahan dari yang sebelumnya mengalami kerapatan gelombang setelah adanya pemasangan stern flap bentuk gelombang menjadi lebih renggang. Bentuk gelombang yang terbentuk pada stern flap 1 pada kecepatan 15 knot lebih renggang dibandingkan dengan bentuk gelombang yang terbentuk pada stern flap flap 2 pada kecepatan 15 knot. Hal tersebut terjadi akibat stern flap 1 memiliki ukuran lebar yang lebih besar dibandingkan dengan stern flap 2, sehingga pola aliran yang terbentuk dan arah aliran mengikuti besar ukuran dari stern flap. Semakin lebar ukuran stern flap maka bentuk kerapatan gelombang semakin renggang, begitupun sebaliknya.

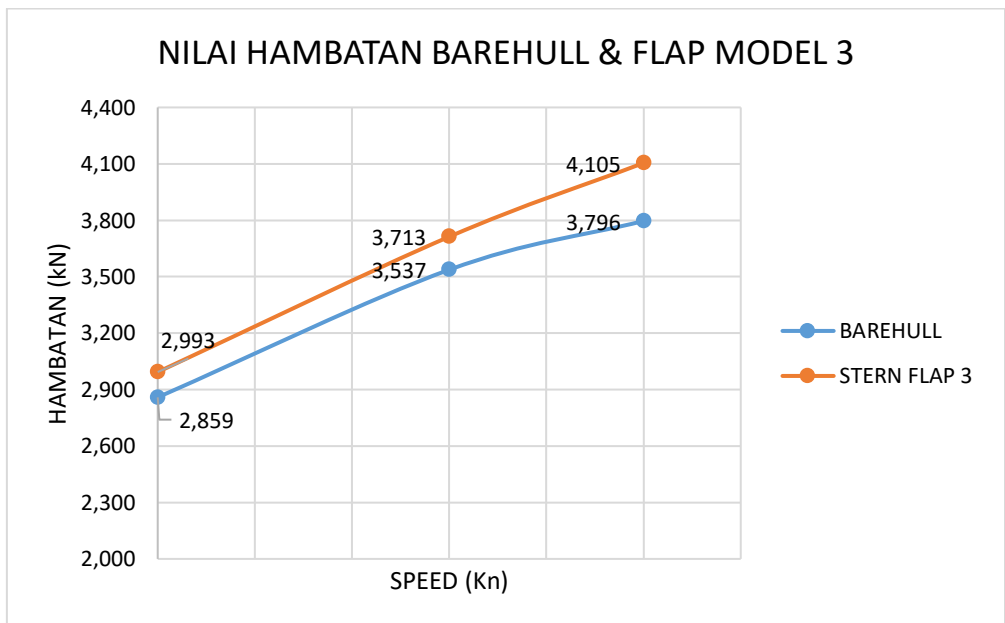
4.6.3 Hambatan Barehull Model & Flap 3 50%BT, 5⁰

Hasil simulasi hambatan pada barehull model dan stern flaps 3 dengan ukuran 50% BT, dan sudut 5⁰ ditunjukkan pada Tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Data Tahanan Kapal Barehull & Stern Flap 3

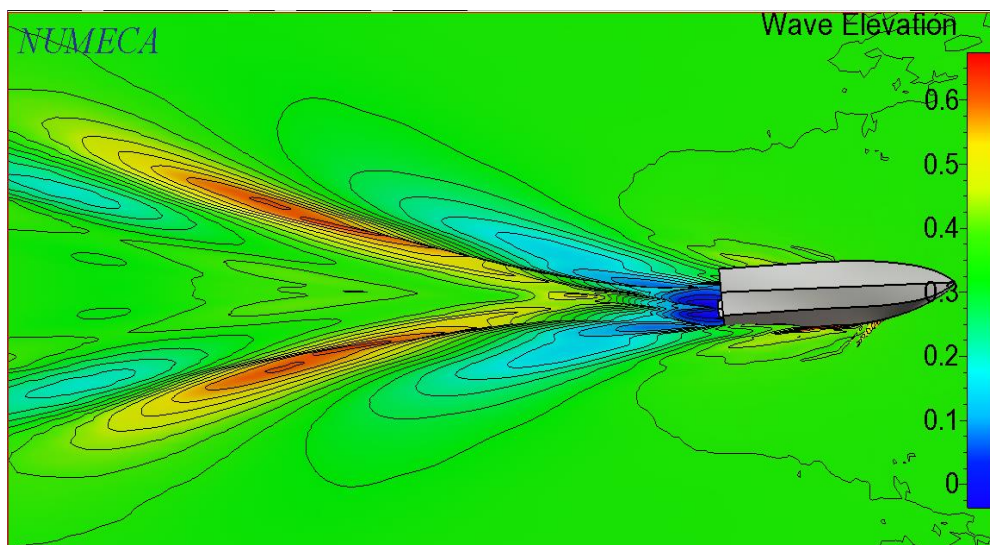
No	Speed		Hambatan		Difference	Selisih
	Knot	Froude Number	Barehull	Stern Flap 3		%
			kN	kN		
1	10	0,5190	2,859	2,993	-0,134	-4,70%
2	13	0,6746	3,537	3,713	-0,180	-4,96%
3	15	0,7748	3,796	4,105	-0,308	-8,12%

Dari Tabel 4.8 dapat diketahui nilai hambatan pada barehull model, nilai hambatan pada stern flap model 3, dan selisih antara nilai hambatan barehull model dengan variasi model stern flap3. Sehingga dapat digambarkan seperti pada gambar Grafik 4.11.



Gambar 4. 11 Grafik Hambatan Barehull Model dan Stern Flap Model 3

Dari gambar 4.11 dapat diketahui nilai hasil simulasi hambatan yang telah dilakukan. Didapatkan nilai hambatan barehull dan nilai hambatan pada stern flap model 3. Dari hasil tersebut dilakukan perhitungan nilai selisih hambatan yang terjadi pada kedua model. Maka dapat disimpulkan nilai hambatan yang terjadi akibat penambahan stern flap model 3 dengan lebar 50% BT, dan sudut 5° mengalami kenaikan nilai hambatan. Nilai kenaikan hambatan pada kecepatan 10 knot sebesar 0,134, pada kecepatan 13 knot kenaikan nilai hambatan sebesar 0,18 dan pada kecepatan 15 knot kenaikan hambatan sebesar 0,308. Presentase kenaikan hambatan pada flap 3, semakin tinggi nilai kecepatan, maka semakin besar nilai presentase kenaikan hambatan. Ini berate akibat adanya stern flap dengan sudut 5° pada buritan kapal, nilai hambatan menjadi lebih besar, dan kinerja dari stern flap dengan sudut 5° tidak dapat mereduksi hambatan, namun menjadi tambahan hambatan. Menurut (Lukman,2018) apabila sudut terlalu dalam, maka sudut tersebut akan menjadi hambatan pada kapal. Seperti yang terjadi pada model stern flap 3 dengan sudut 5° . Stern flap yang baik, seharusnya semakin besar kecepatan, maka pengurangan nilai hambatan juga semakin besar. Namun pada stern flap 3 berlaku sebaliknya, sehingga dapat dikatakan bahwa stern flap 3 tidak optimum untuk digunakan.



Gambar 4. 12 Bentuk Gelombang Kapal dengan Stern Flap Model 3 pada Kecepatan 15 Knot

Gambar 4.12 menunjukkan sistem gelombang yang dihasilkan dari kapal dengan stern flap 3 pada kecepatan 15 knot. Dari gambar 4.12 dapat dilihat bentuk aliran air pada bagian buritan kapal, pada barehull model memiliki bentuk aliran yang memusar pada bagian buritan kapal. Setelah adanya pemasangan stern flap pola aliran menjadi memanjang. Bentuk gelombang mengalami perubahan dari yang sebelumnya mengalami kerapatan gelombang setelah adanya pemasangan stern flap bentuk gelombang menjadi lebih renggang. Bentuk gelombang yang terbentuk pada stern flap 1 pada kecepatan 15 knot lebih renggang dibandingkan dengan bentuk gelombang yang terbentuk pada stern flap 3 pada kecepatan 15 knot. Hal tersebut terjadi akibat stern flap 1 memiliki ukuran lebar yang lebih besar dibandingkan dengan stern flap 3, sehingga pola aliran yang terbentuk dan arah aliran mengikuti besar ukuran dari stern flap. Semakin lebar ukuran stern flap maka bentuk kerapatan gelombang semakin renggang, begitupun sebaliknya. Dibandingkan dengan stern flap 2, stern flap 3 dengan sudut 5^0 memiliki sudut kedalaman lebih tinggi sehingga dapat mengakibatkan hambatan pada kenaikan kecepatan. Pola aliran mengakibatkan gaya angkat pada bagian belakang yang tinggi dan pada bagian depan kapal terdapat gelombang yang cukup tinggi.

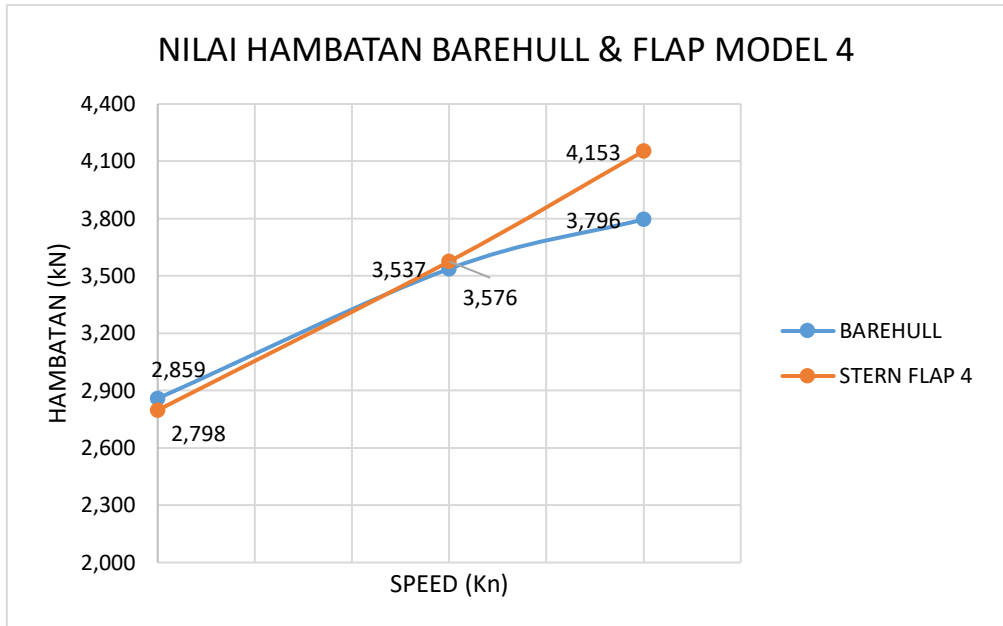
4.6.4 Hambatan Barehull Model & Flap 4 100%BT, 5^0

Hasil simulasi hambatan pada barehull model dan stern flaps 4 dengan ukuran 100% BT, dan sudut 5^0 ditunjukkan pada Tabel 4.9

Tabel 4. 9 Data Tahanan Kapal Barehull & Stern Flap 4

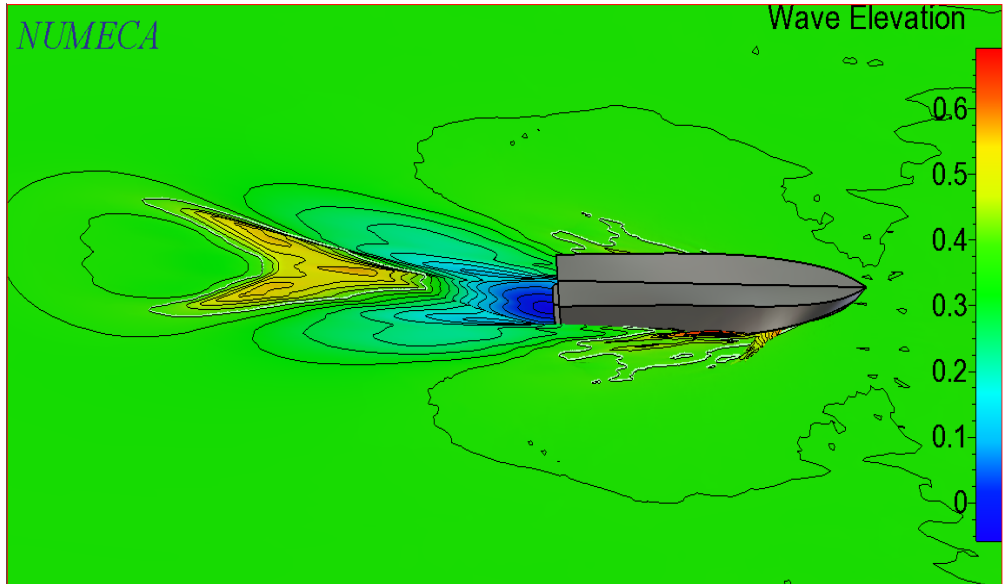
No	Speed	Hambatan			Difference	Selisih
		Froude Number	Barehull	Stern Flap 3		%
	Knot		kN	kN		
1	10	0,5190	2,859	2,798	0,061	2,14%
2	13	0,6746	3,537	3,576	-0,040	-1,09%
3	15	0,7748	3,796	4,153	-0,367	-9,70%

Dari tabel 4.8 dapat diketahui nilai hambatan pada barehull model, nilai hambatan pada stern flap model 4, dan selisih antara nilai hambatan barehull model dengan variasi model stern flap 4. Sehingga dapat digambarkan seperti pada gambar Grafik 4.13.



Gambar 4. 13 Grafik Hambatan Barehull Model dan Stern Flap Model 4

Dari Gambar 4.13 dapat diketahui hasil simulasi hambatan yang telah dilakukan. Didapatkan nilai hambatan barehull dan nilai hambatan pada stern flap model 4. Dari hasil tersebut dilakukan perhitungan nilai selisih hambatan yang terjadi pada kedua model. Maka dapat disimpulkan nilai hambatan yang terjadi akibat penambahan stern flap dengan lebar 100%BT, dan sudut 5 derajat mengalami penurunan dan kenaikan nilai hambatan. Penurunan nilai hambatan terjadi pada kecepatan 10 knot sebesar 0.061, pada kecepatan 13 knot mengalami kenaikan hambatan sebesar 1.09, dan pada kecepatan 15 knot terjadi kenaikan hambatan sebesar 0,367 ini berarti bahwa dengan adanya pemasangan stern flap model 4 pada buritan kapal nilai hambatan menjadi lebih besar seiring dengan meningkatnya kecepatan kapal, dan menurun seiring dengan berkurangnya kecepatan kapal. Kinerja dari stern flap akan mereduksi hambatan pada kecepatan 10 knot atau dibawah kecepatan 10 knot. Pada kecepatan diatas 10 knot, 13 knot, dan 15 knot kinerja stern flap tidak mereduksi hambatan, namun menjadi tahanan tambahan. Sama dengan stern flap 3 dimana terjadi kenaikan hambatan seiring dengan kenaikan kecepatan pada kapal. Sudut yang terlalu dalam akan menjadikan hambatan pada kapal. Stern flap yang baik atau yang optimum digunakan seharusnya semakin besar kecepatan, maka pengurangan nilai hambatan juga semakin besar. Namun pada stern flap 4 berlaku sebaliknya, sehingga dapat dikatakan bahwa stern flap model 4 tidak optimum untuk digunakan.

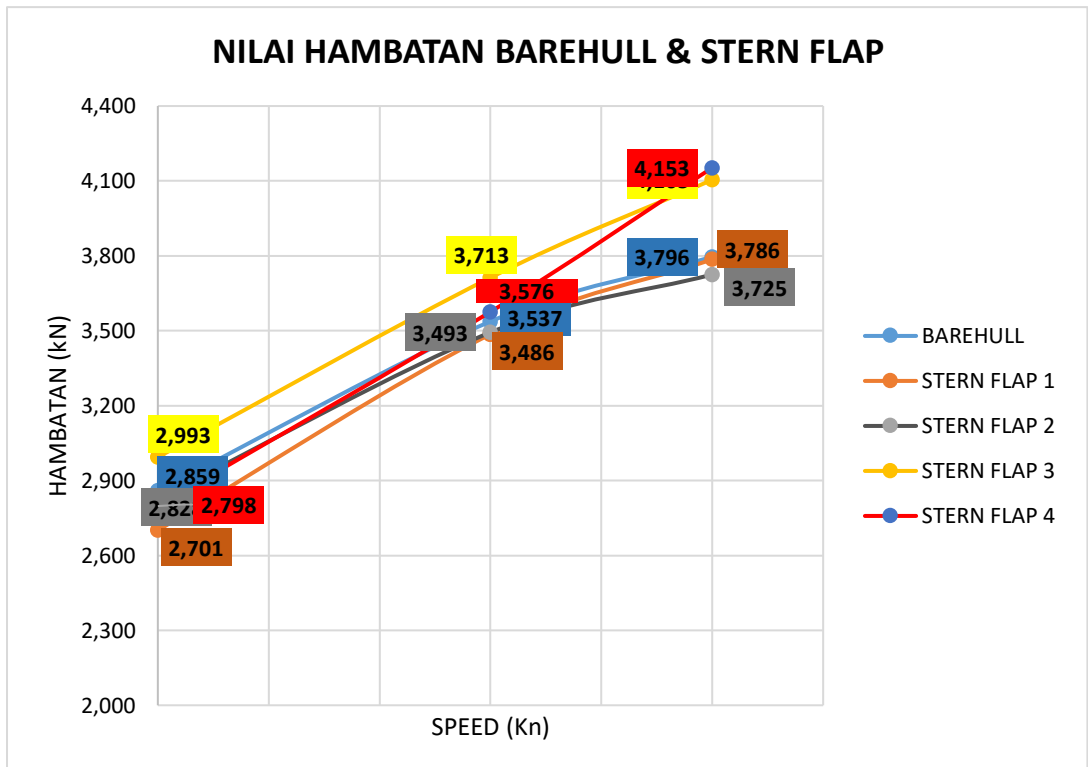


Gambar 4. 14 Bentuk Gelombang Kapal dengan Stern Flap Model 4 pada Kecepatan 15 Knot

Gambar 4.14 menunjukkan sistem gelombang yang dihasilkan dari kapal dengan stern flap 4 pada kecepatan 15 knot. Dari gambar 4.14 dapat dilihat bentuk aliran air pada bagian buritan kapal, pada barehull model memiliki bentuk aliran yang memusar pada bagian buritan kapal. Setelah adanya pemasangan stern flap pola aliran menjadi memanjang. Bentuk gelombang mengalami perubahan dari yang sebelumnya mengalami kerapatan gelombang setelah adanya pemasangan stern flap bentuk gelombang menjadi lebih renggang. Bentuk gelombang yang terbentuk pada stern flap 3 pada kecepatan 15 knot lebih renggang dibandingkan dengan model stern flap 4 pada kecepatan 15 knot. Hal tersebut terjadi seperti pada model stern flap 1 dimana kurangnya kehalusan pada saat pengujian pada software, sehingga running tidak berjalan sampai dengan selesai. Sehingga hasil yang didapat juga tidak maksimal. Seharusnya semakin lebar ukuran dari stern flap maka bentuk kerapatan gelombang yang dihasilkan lebih renggang mengikuti lebar ukuran dari stern flap.

4.7 Nilai Hambatan Barehull dan Stern Flap Paling Optimum

Selisih nilai hambatan dengan stern flap paling optimum. Nilai hambatan yang terjadi akibat adanya penambahan stern flap pada beberapa model stern flap yang dibuat dengan lebar BT yang berbeda, dan dengan variasi sudut 0^0 , dan juga sudut 5^0 dapat dibandingkan selisih nilai hambatan yang terjadi pada model yang belum diberikan stern flap, dan dengan model yang diberikan stern flap ditunjukkan dalam sebuah grafik. Gambar 4.15 menunjukkan nilai hambatan barehull model, dan beberapa model stern flap yang terdiri dari stern flap 1, stern flap 2, stern flap 3, dan stern flap 4.



Gambar 4. 15 Gabungan nilai hambatan barehull dan stern flaps 1, stern flap 2, stern flap 3 , stern flap 4

Dari grafik diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa model stern flap yang paling optimum, yang dapat mereduksi hambatan adalah model stern flap 2 dengan ukuran lebar 50% BT sudut 0^0 . Pada model stern flap 2 hambatan dapat berkurang pada kecepatan 10 knot hingga 15 knot. Selain itu pengurangan nilai hambatan semakin besar seiring dengan meningkatnya kecepatan kapal, sehingga apabila kapal melaju dengan kecepatan yang lebih cepat, maka pengurangan nilai hambatan akan semakin besar. Sehingga hambatan pada kapal akan semakin kecil. Ini berate bahwa hambatan dapat berkurang dengan adanya penambahan panjang pada bagian buritan kapal dengan sudut 0^0 . Apabila sudut terlalu dalam, maka sudut tersebut akan menjadi hambatan pada kapal, seperti pada stern flap model 3, dan stern flap model 4.

“Halaman sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan pada kapal patroli tentang pengaruh penambahan stern flap, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Adanya pengaruh penambahan stern flap terhadap nilai hambatan, bahwa dengan adanya penambahan stern flap nilai hambatan menjadi berkurang seiring dengan meningkatnya kecepatan kapal, dan selisih pengurangan nilai tahanan semakin besar seiring dengan meningkatnya kecepatan. Hal tersebut terjadi pada kapal dengan model stern flap 2 dengan ukuran 50%BT, 0^0 .
2. Hasil simulasi menunjukkan bahwa dengan adanya perubahan bentuk buritan atau dengan adanya penambahan stern flap pada bagian buritan kapal. Dapat merubah pola aliran air disekitar buritan kapal. Namun tidak semua model stern flap mampu mengurangi hambatan kapal.

5.2 Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan, tidak lepas dari kesalahan-kesalahan, oleh karena itu ada beberapa saran pada penelitian ini:

1. Stern flap yang didesain dalam penelitian ini hanya menggunakan variasi lebar dan sudut saja. Sudut yang digunakan hanya satu sudut saja. Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan penelitian terhadap panjang, dan memberikan variasi sudut dari sudut terkecil ke sudut terbesar.
2. Kurangnya kehalusan pada simulasi model. Pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan memberikan kehalusan yang lebih besar pada bagian stern flaps, sehingga hasil yang didapatkan lebih maksimal.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh terhadap gaya angkat yang dihasilkan dan perubahan trim pada kapal.

“Halaman sengaja dikosongkan”

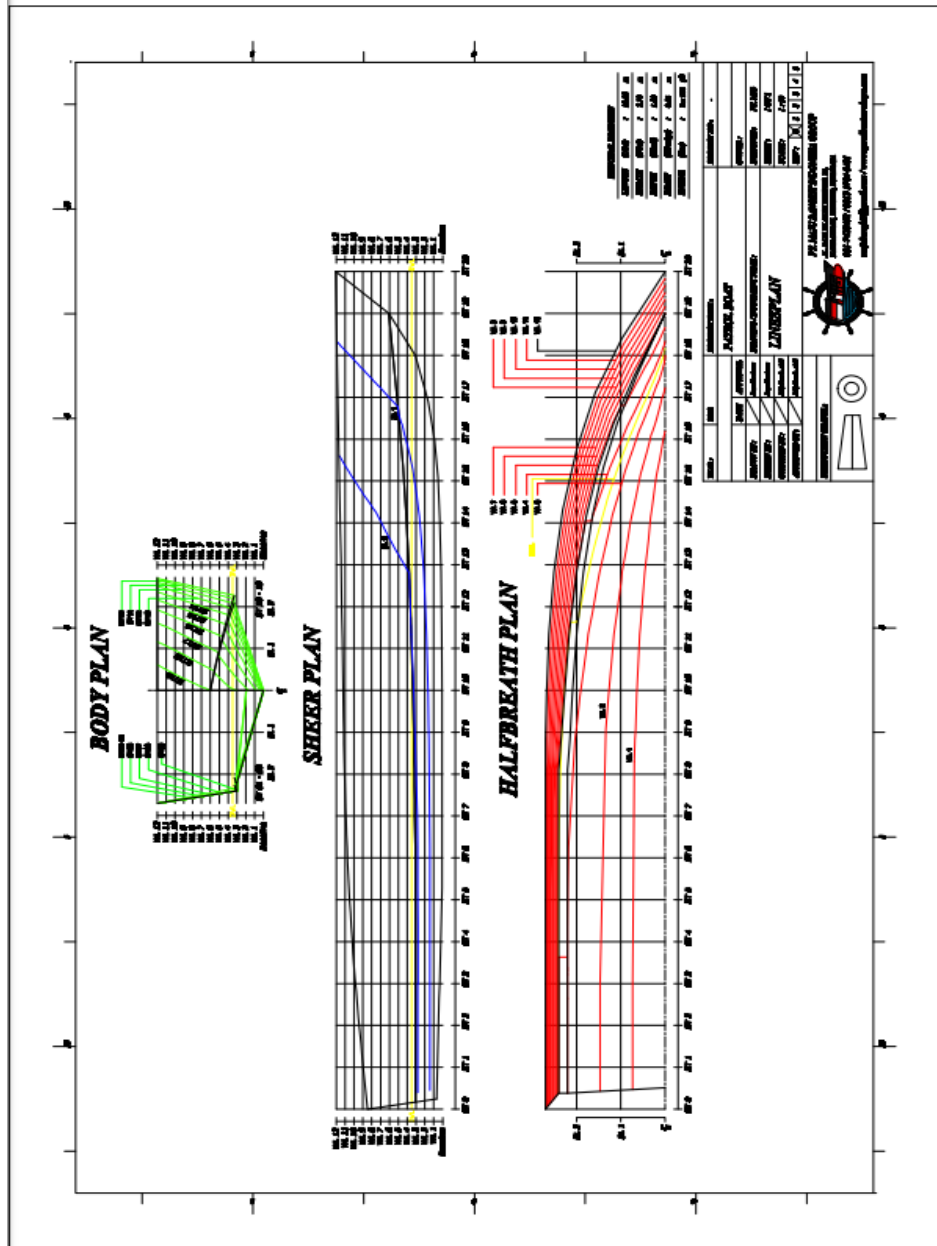
DAFTAR PUSTAKA

- Wikipedi. *Kapal Patroli*. https://id.wikipedia.org/wiki/Kapal_patroli. Diakses 3 Januari 2019.
- Fabian, Bukan. JENIS JENIS KAPAL LAUT BERDASARKAN FUNGSINYA,(online),<https://bukanfabianmr.wordpress.com/2014/12/01/jenis-jenis-kapal-laut-berdasarkan-fungsinya/>, diakses 4 Februari 2019
- Maulana Aktivano (2018). *ANALISA PENAMBAHAN STERN FLAP PADA KAPAL HULL PLANING CHINE AXE BOW PENGARUHNYA TERHADAP TAHANAN KAPAL*, **SKRIPSI**, Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Maritime World. *KONTRUKSI HALUAN DAN BURITAN BOWDANSTERN*,(online),<http://www.maritimeworld.web.id/2014/01/Konstruksi-Haluan-dan-Buritan-Bow-dan-Stern.html> \, diakses 14 Januari 2019.
- Habibie Sid'qon (2015). *STUDY FOR THE STERN HULL IN SHALLOW DRAFT VESSEL TO INCREASE SHIP PERFORMANCE*, **THESIS**, Teknologi Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan , Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Shiju John, 2011. *Hydrodynamic Performance Enhancement Using Stern Wedges, Stern Flaps and Interceptors*. Naval Science & Technological Laboratory, India.
- O. Yaakob, S. Shamsuddin and K. K. King, “ *Stern Flap for Resistance Reduction of Planing Hull Craft: A Case Study With a Fast Crew Boat Model*. Jurnal Teknologi, 2004.
- Cusnaelli, Dominic S. 2002. *Stern Flap-A Chronicle of Succes at Sea*. Naval Surface Water Center.
- Salas, M.J. 2004. *Hydrodynamic Analysis of The Performance of Stern Flaps in a Semi Displacement Hull*. Institute of Naval and Maritime Science.
- Tampier, Gonzalo. 2013. *Assesment of Appendage Effect on Forward Resistance Reduction*. Ship Science & Technology, Columbia.
- Gilang Bayu Pangestu (2018). *ANALISA PENGARUH PENAMBAHAN INTEGRATED STERN WEDGE-FLAP TERHADAP HAMBATAN KAPAL DENGAN METODE CFD*, **SKRIPSI**, Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

- Rachman, M Dimas. *Dasar- Dasar Aliran Fluida*
https://www.academia.edu/11812901/DASARDASAR_ALIRAN_FLUIDA_LANJUTAN_BAGIAN_2_, diakses 20 Januari 2019.
- Dumas, Angger. *Aliran Laminer dan Turbulen*
<https://anggerdumas.wordpress.com/2012/05/27/aliran-laminer-dan-turbulen/>, diakses 20 Januari 2019.
- Hidayat, Muhammad. *Tahanan Kapal Metode Guldhamer, Holtrop, dan Yamagata*.
https://www.academia.edu/12084341/Tahanan_Kapal_Metode_Guldhamer_Holtrop_dan_Yamagata, diakses 20 Januari 2019.
- Abriansyah, Lukman Arif (2018). *PERBANDINGAN HAMBATAN KAPAL AKIBAT PENAMBAHAN STERN FLAPS DAN STERN WEDGES PADA KAPAL CEPAT MONOHULL*, **SKRIPSI**, Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Ahmad, F. 2009. *Computational Fluid Dynamic (CFD)*. Diakses Januari 2019.
fauzanahmad.wordpress.com.
- Giffari. 2017. *Apa Itu CFD (Computational FluidDynamic)*.
<https://nvenggcom.blogspot.com/2017/04/apa-itu-cfd-computational-fluid-dynamic.html>. Diakses 20 Januari 2019
- Numeca International [2014], Numeca Fine Open Manual Book, Belgium.
- Novan M. 2011. *Analisa Pengaruh Penambahan Stern Flap Pada Kapal Planing Hull Dalam Usaha Mengurangi Tahanan Kapal*.
<https://nvenggcom.blogspot.com/2017/04/apa-itu-cfd-computational-fluid-dynamic.html>. Diakses 20 Januari 2019

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Data Lines Plan



“Halaman sengaja dikosongkan”

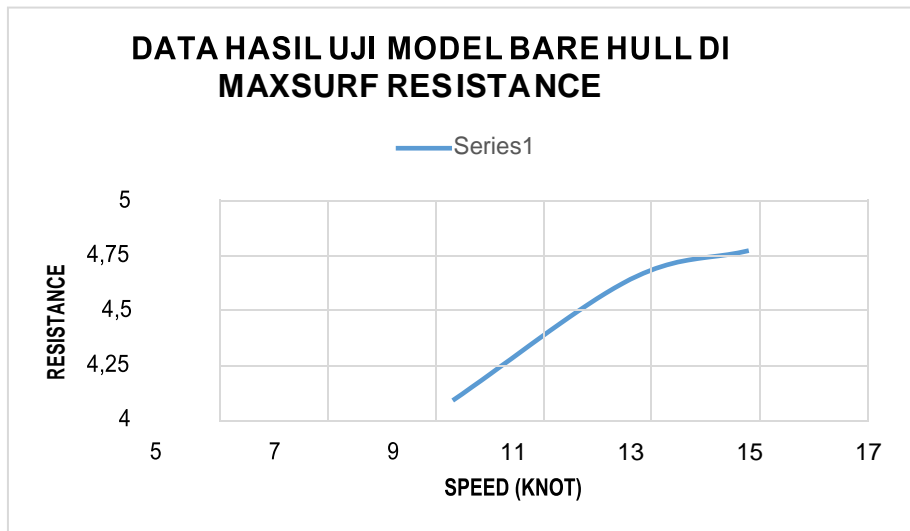
LAMPIRAN 2 Hasil Simulasi Tahanan Barehull (Maxsurf)

No	Item	Value	Unit	Savitsky Planing
1	LWL	8.994	M	8.994
2	Beam	2.534	M	2.534
3	Draft	0.35	M	--
4	Displaced volume	3.391	m ³	3.391
5	Wetted area	20.505	m ²	--
6	Prismatic coeff	0.79		--
7	Waterplane area coeff	0.819		--
8	1/2 angle of entrance	23.45	deg	--
9	LCG from midship(+ve ford)	1.689	M	-1.689
10	Transom area	0.477	m ²	--
11	Transom wl beam	2.534	M	--
12	Transom draft	0.35	M	--
13	Max sectional area	0.477	m ²	--
14	Bulb transverse area	0	m ²	--
15	Bulb height from keel	0	M	--
16	Draft at FP	0.35	M	--
17	Deadrise at 50% LWL	14.7	deg	14.7
18	Hard chine or Round Bilge	Hard chine		--
19	Frontal area	0	m ²	
20	Headwind	0	kts	
21	Drag coefficient	0		
22	Air density	0.001	tonne/m ³	
23	Appendage Area	0	m ²	
24	Nominal App length	0	M	
25	Appendage Factor	1		
26	Correlation allow	0.00040		
27	Kinematic viscosity	0.000001188	m ² /s	
28	Water Density	1.026	tonne/m ³	

Tabel Nilai Hambatan

Data Hasil Uji Model Bare Hull di MaxsurfResistance			
No	Kecepatan (Knot)	Froude Number	Savitsky Planing
1	10	0.5190	4.09
2	13	0.6746	4.64
3	15	0.7784	4.77

Grafik Nilai Hambatan



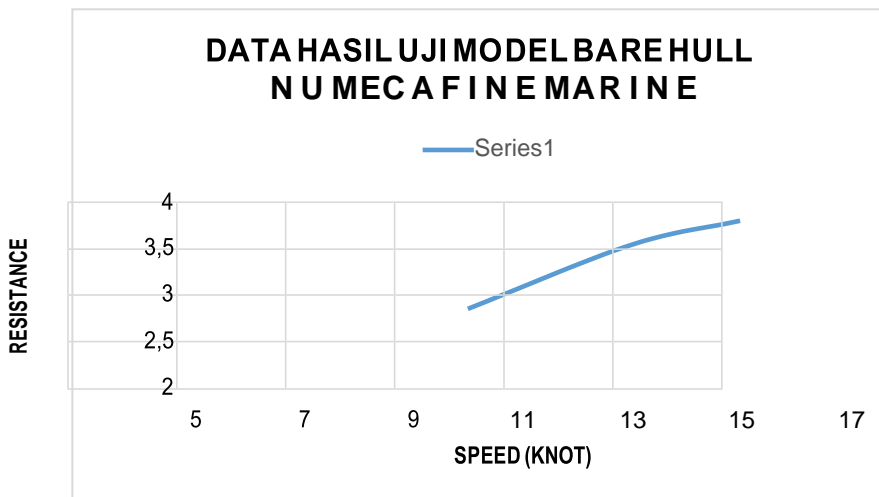
LAMPIRAN 3 Hasil Simulasi

Tahanan NUMECA Fine Marine

Tabel Nilai Hambatan

Data Hasil Uji Model Bare Hull di Fine Marine			
No	Kecepatan (Knot)	Froude Number	Savitsky Planing
1	10	0.5190	2.8508
2	13	0.6746	3.5374
3	15	0.7784	3.7962

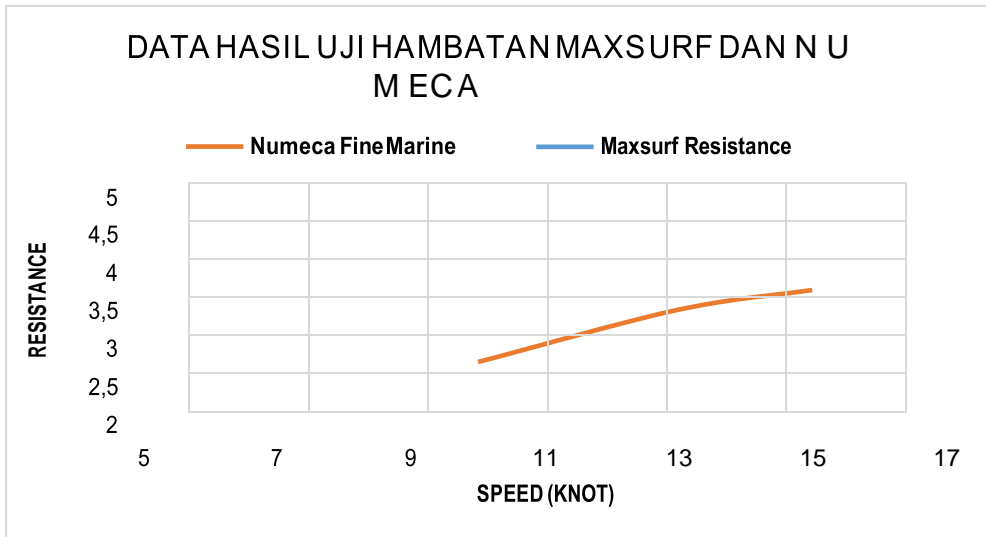
Grafik Nilai Hambatan



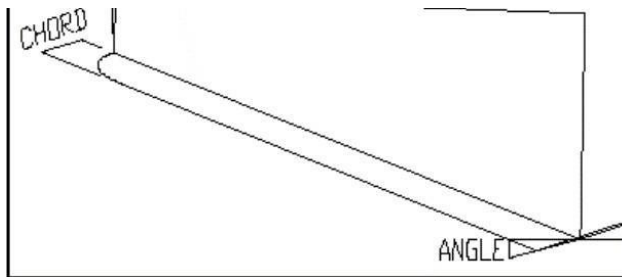
Tabel Perbandingan Nilai Tahanan Maxsurf Resistance dengan NUMECA fine Marine

Validasi Nilai Tahanan Kapal Kapal				
No	Kecepatan (Knot)	Maxsurf (kN)	Numeca Fine Marine (kN)	Selisih
1	10	4.09	2.85088	6.97%
2	13	4.64	3.53724	7.6%
3	15	4.77	3.79628	7.90%

Grafik Perbandingan Nilai Tahanan Maxsurf Resistance dengan NUMECA fine Marine



Tabel Geometri Stern Flap



No	Model	Lebar (%BT)	Lebar Span (m)	Panjang (1-2.5% LPP)	Panjang Chord (m)	Sudut
1	Stern Flap Model 1	100%	2.2	2.5% LPP	0.24	0
2	Stern Flap Model 2	50%	1.1	2.5% LPP	0.24	0
3	Stern Flap Model 3	100%	2.2	2.5% LPP	0.24	5
4	Stern Flap Model 4	50%	1.1	2.5% LPP	0.24	5

LAMPIRAN 4 Hasil Simulasi Tahanan NUMECA Fine Marine

NUMECA FINE Marine Simulation Result

FLAP 1 100%BT, 0						
No	Speed	Hambatan			Difference	Selisih
	Knot	Froude Number	Barehull kN	Stern Flap 1 kN		%
1	10	0,5190	2,859	2,701	0,158	5,5%
2	13	0,6746	3,537	3,486	0,050	1,46%
3	15	0,7748	3,796	3,786	0,010	0,27%

FLAP 2 50 % BT, 0						
No	Speed	Hambatan			Difference	Selisih
	Knot	Froude Number	Barehull kN	Stern Flap 2 kN		%
1	10	0,5190	2,859	2,828	0,031	1,09%
2	13	0,6746	3,537	3,493	0,040	1,24%
3	15	0,7748	3,796	3,725	0,071	1,87%

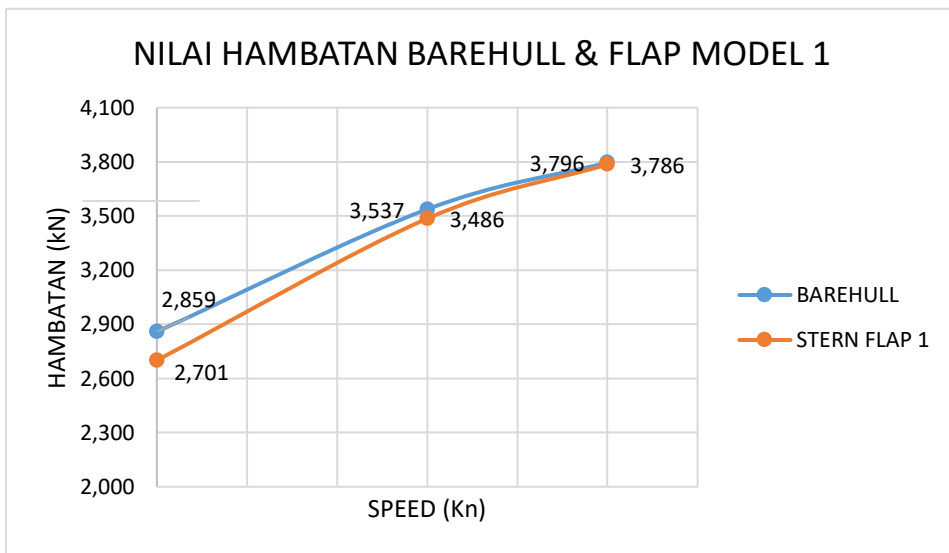
FLAP 3 100 BT, 5						
No	Speed	Hambatan			Difference	Selisih
	Knot	Froude Number	Barehull kN	Stern Flap 3 kN		%
1	10	0,5190	2,859	2,993	-0,134	-4,70%
2	13	0,6746	3,537	3,713	-0,180	-4,96%
3	15	0,7748	3,796	4,105	-0,308	-8,12%

FLAP 4 50 % BT 5						
No	Speed	Hambatan			Difference	Selisih
	Knot	Froude Number	Barehull kN	Stern Flap 4 kN		%
1	10	0,5190	2,859	2,798	0,061	2,14%
2	13	0,6746	3,537	3,576	-0,040	-1,09%
3	15	0,7748	3,796	4,153	-0,367	-9,70%

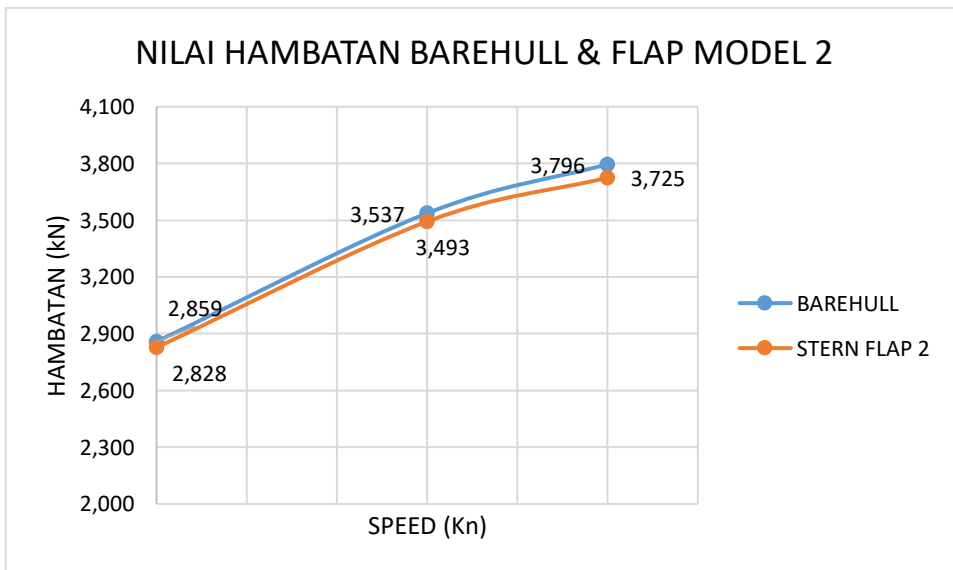
“Halaman sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN 5 Grafik Hasil Simulasi Tahanan NUMECA Fine Marine

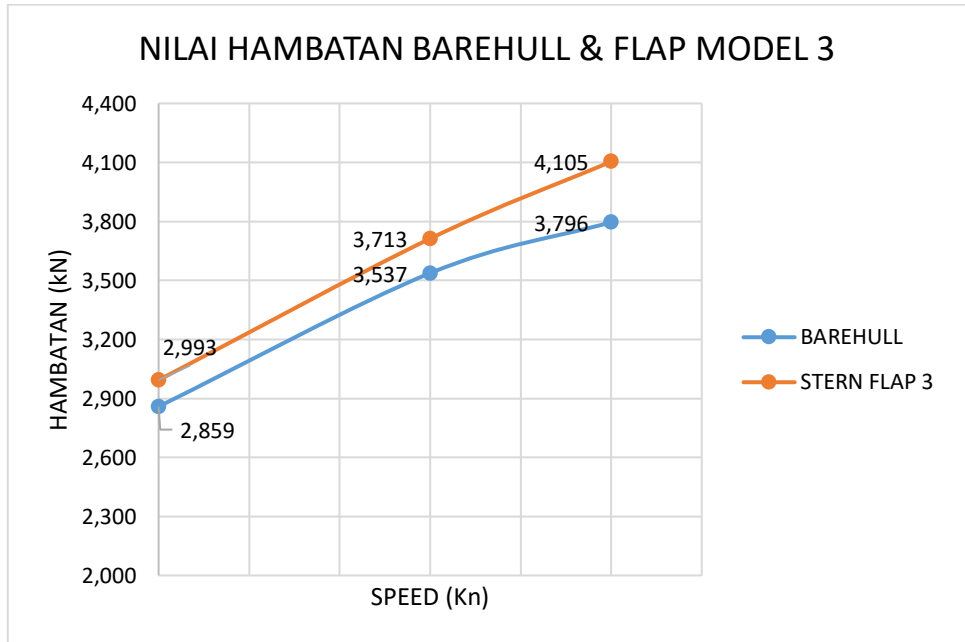
- Hasil simulasi hambatan barehull & flap model 1



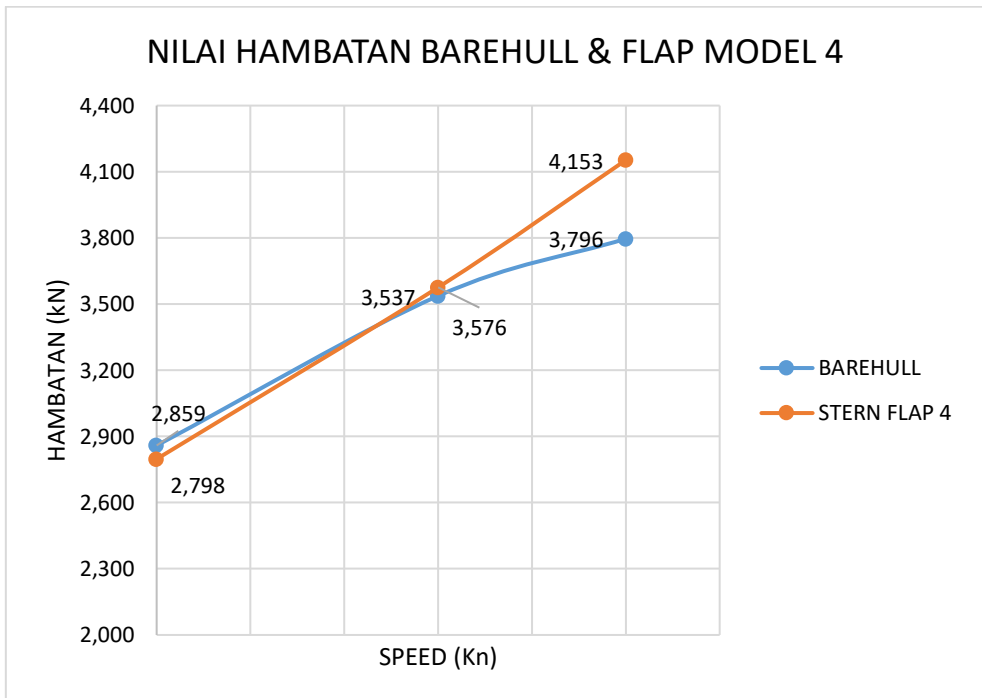
- Hasil simulasi hambatan barehull & flap model 2



- Hasil simulasi hambatan barehull & flap model 3



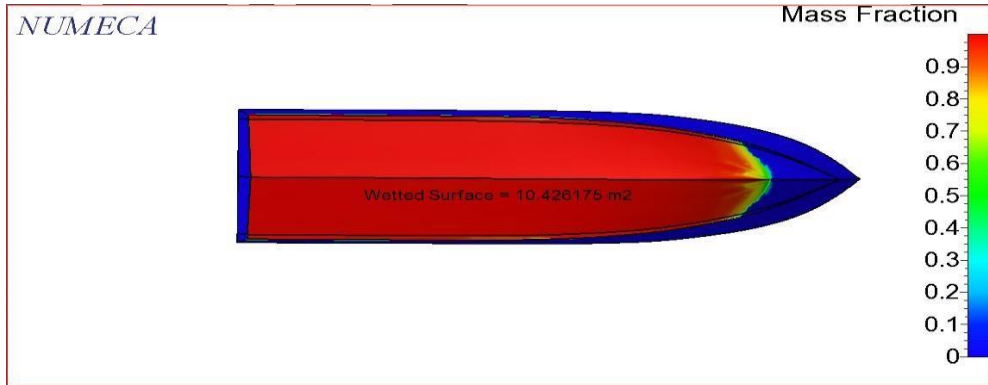
- Hasil simulasi hambatan barehull & flap model 4



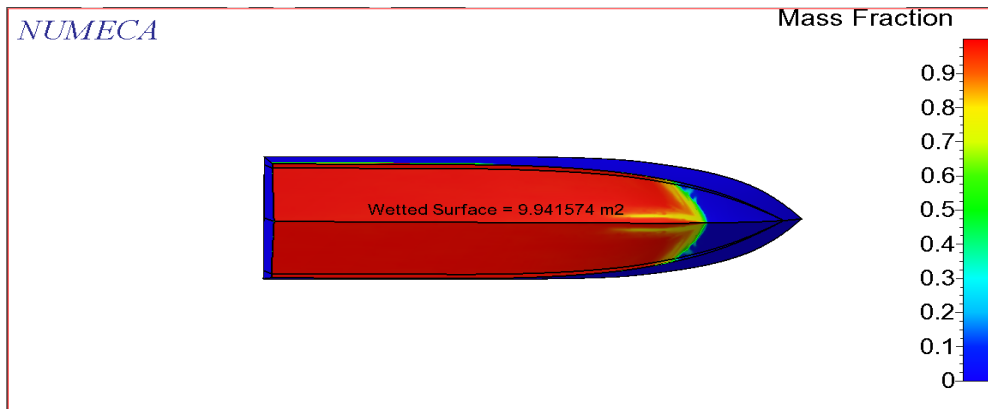
LAMPIRAN 6 Hasil Simulasi Wet Surface Area

BAREHULL MODEL

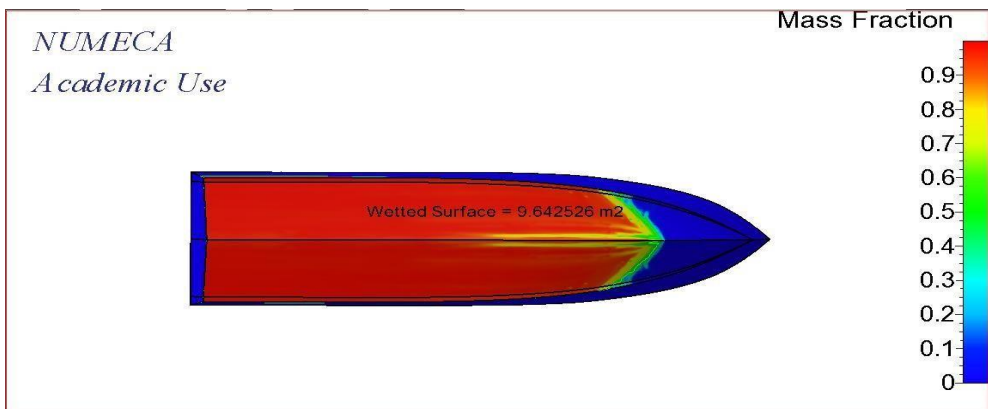
- Simulasi Wet Surface Area 10 Knot



- Simulasi Wet Surface Area 13 Knot

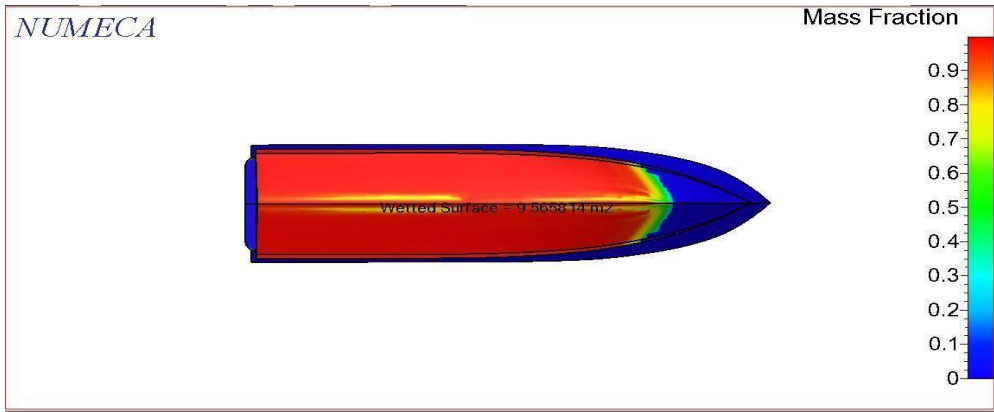


- Simulasi Wet Surface Area 15 Knot

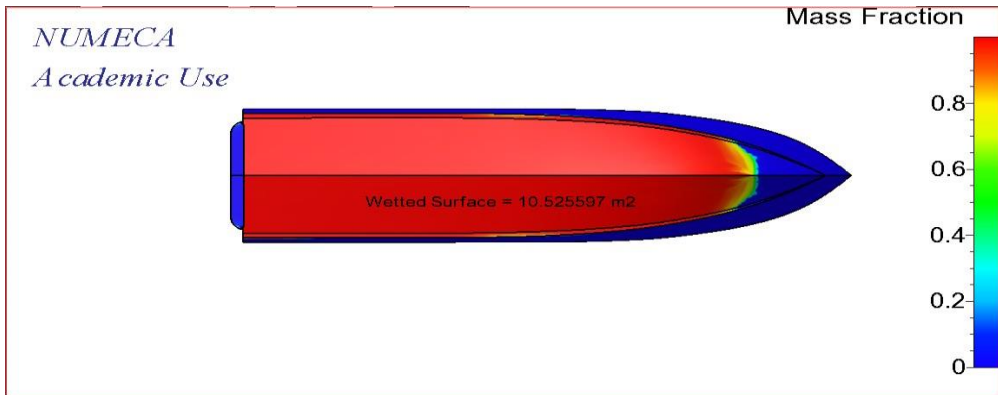


FLAP 1

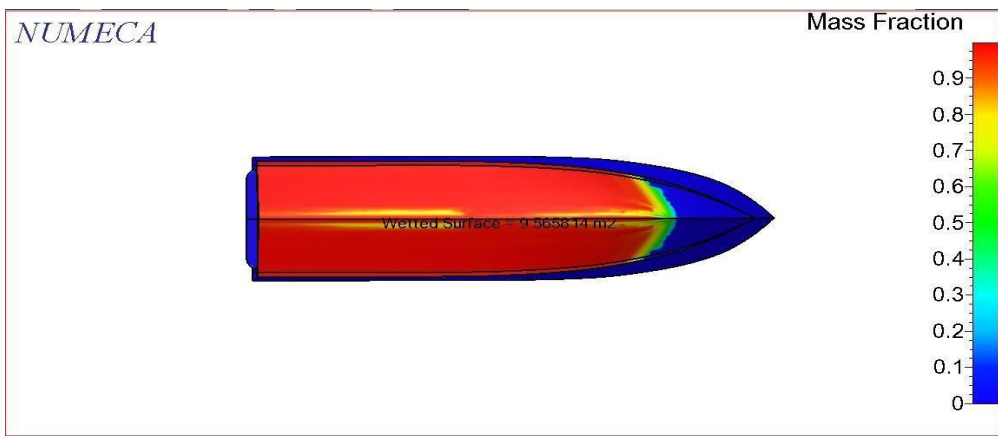
- Simulasi Wet Surface Area 10 Knot



- Simulasi Wet Surface Area 13 Knot

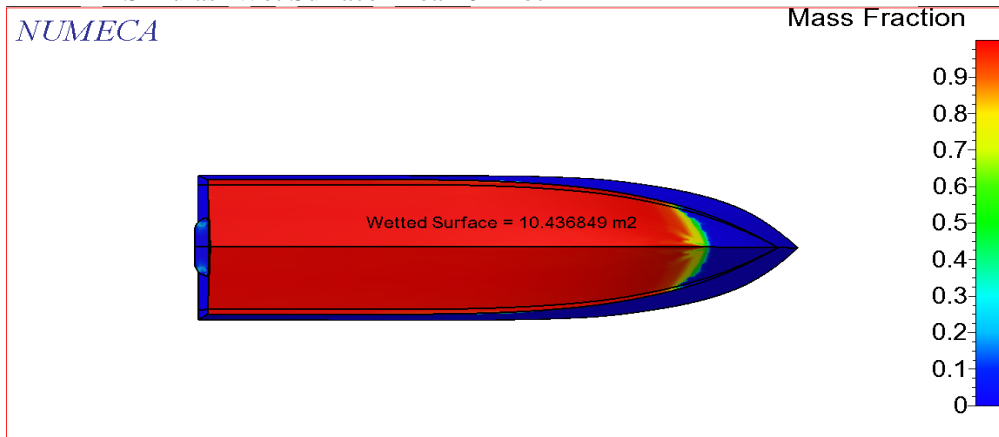


- Simulasi Wet Surface Area 15 Knot

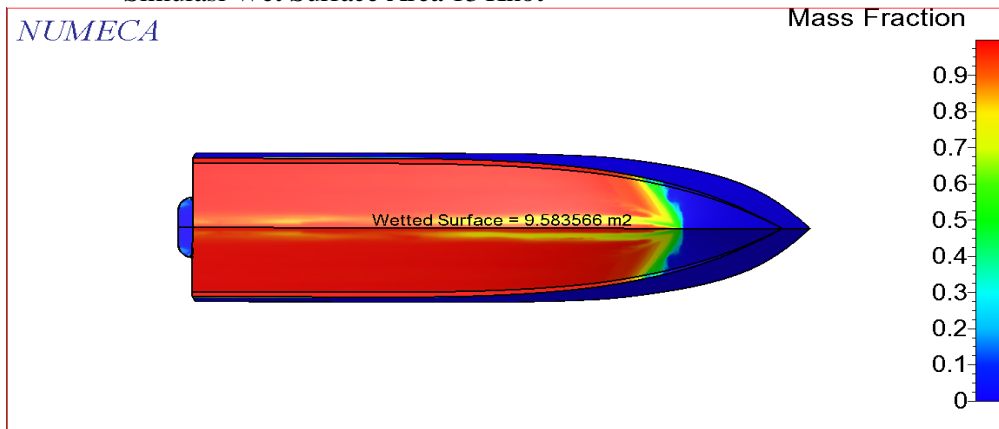


FLAP 2

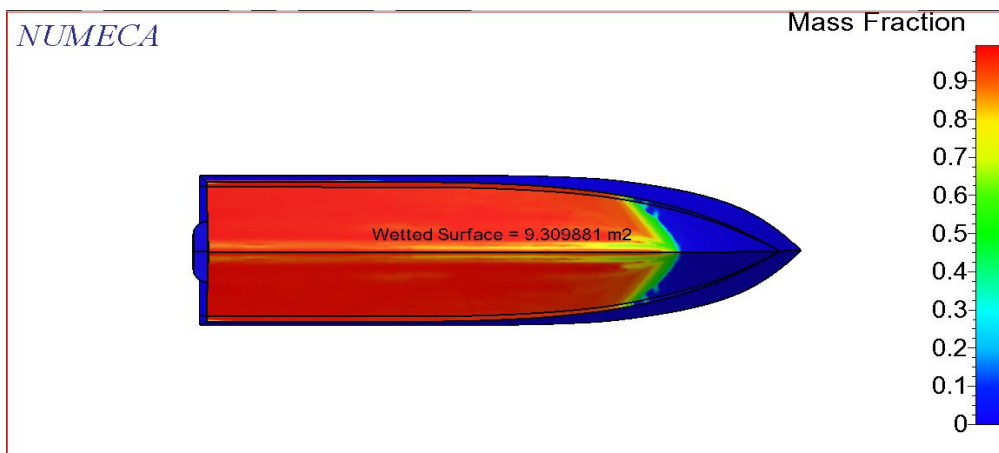
- Simulasi Wet Surface Area 10 Knot



- Simulasi Wet Surface Area 13 Knot

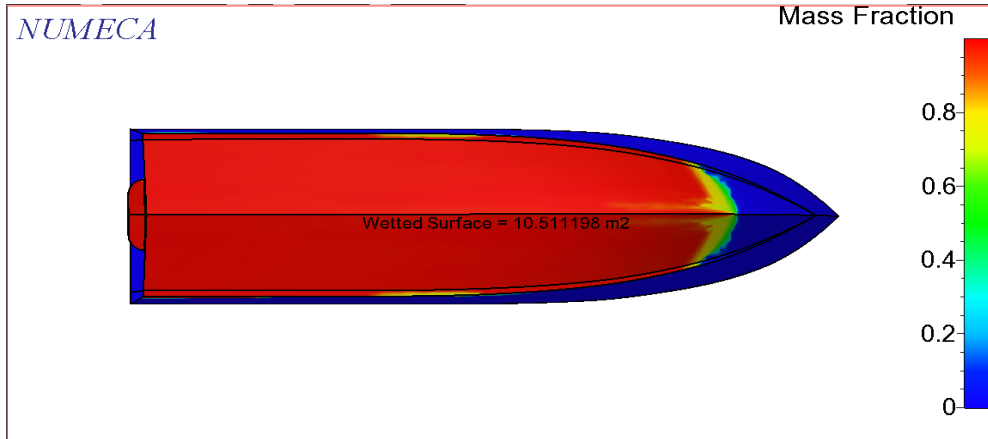


- Simulasi Wet Surface Area 15 Knot

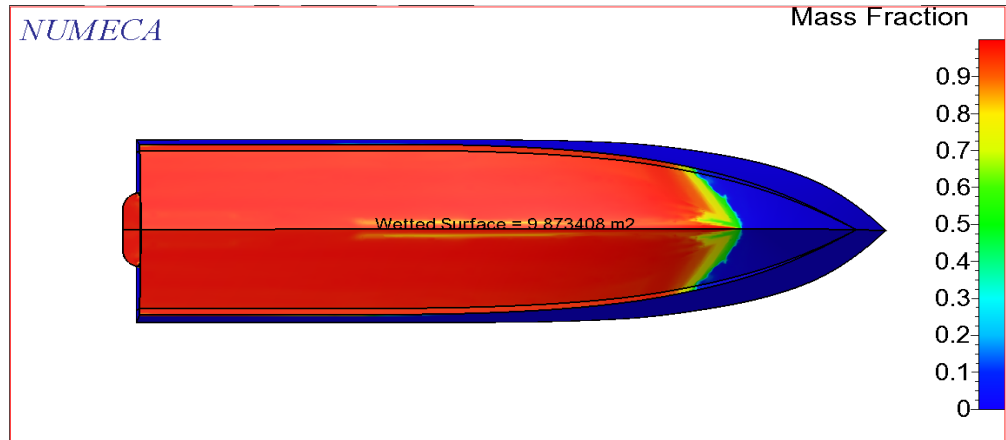


FLAP 3

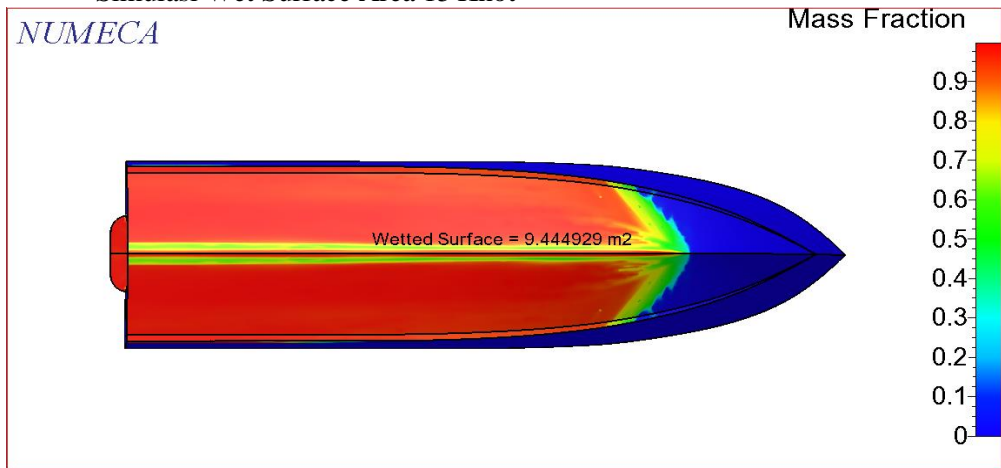
- Simulasi Wet Surface Area 10 Knot



- Simulasi Wet Surface Area 13 Knot

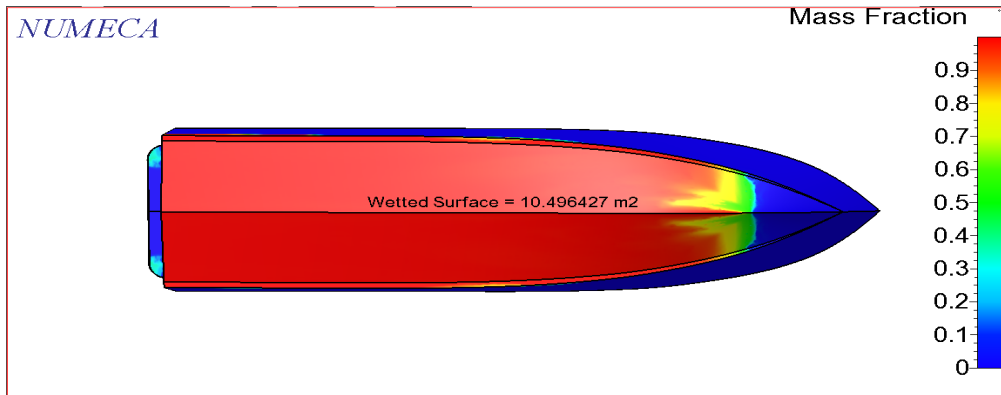


- Simulasi Wet Surface Area 15 Knot

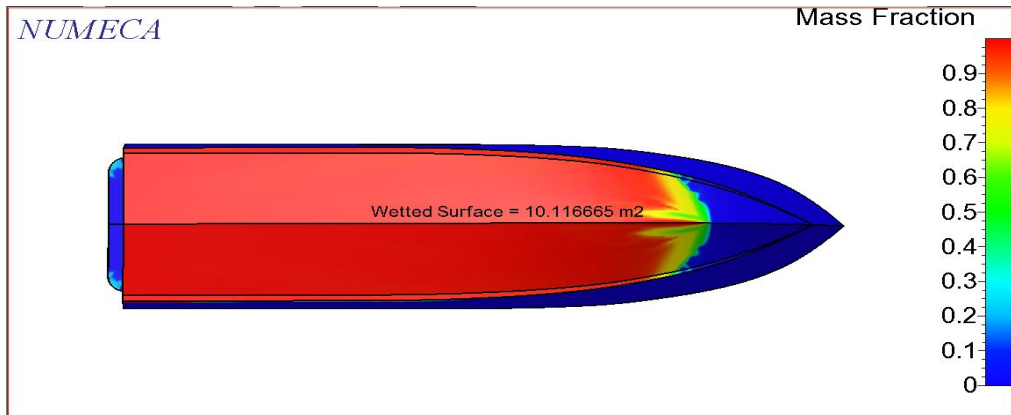


FLAP 4

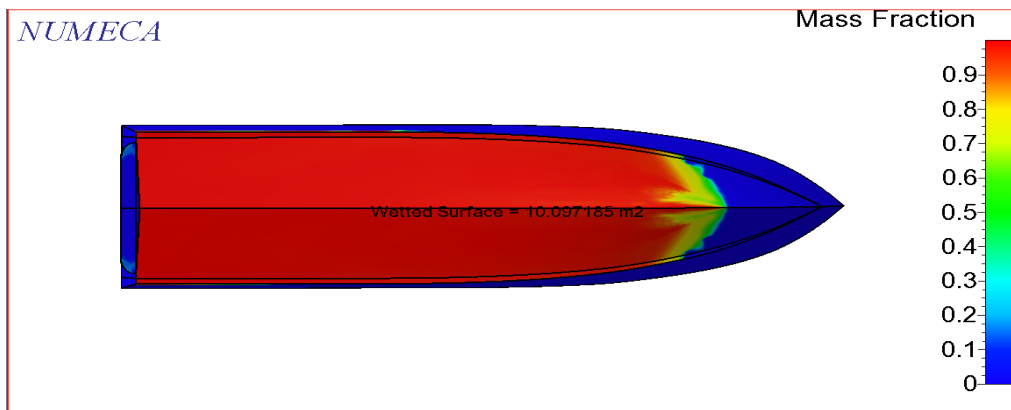
- Simulasi Wet Surface Area 10 Knot



- Simulasi Wet Surface Area 13 Knot



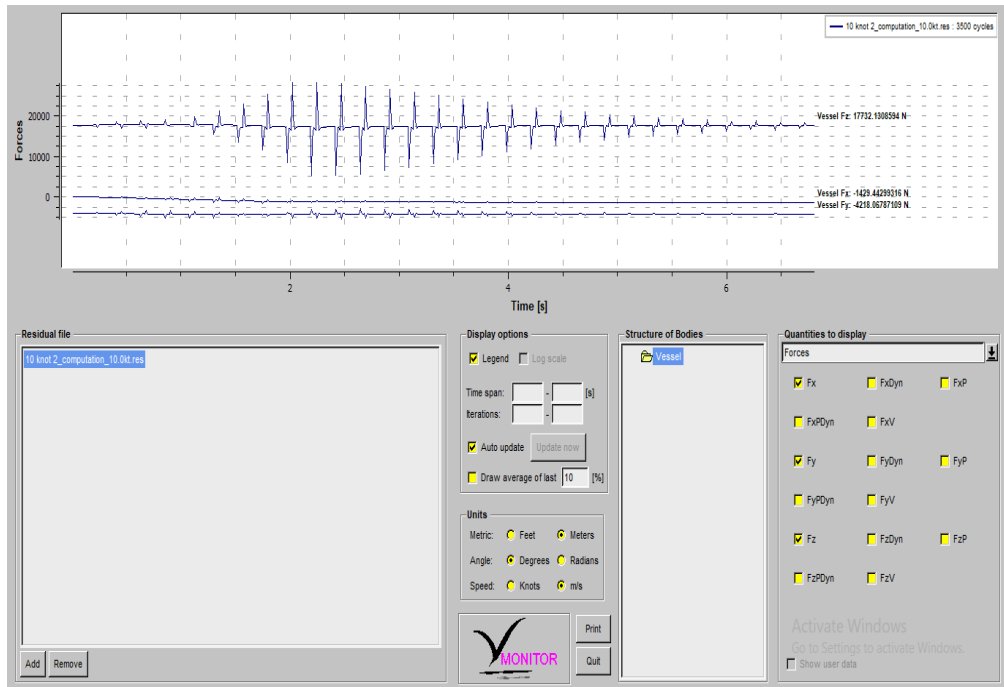
- Simulasi Wet Surface Area 15 Knot



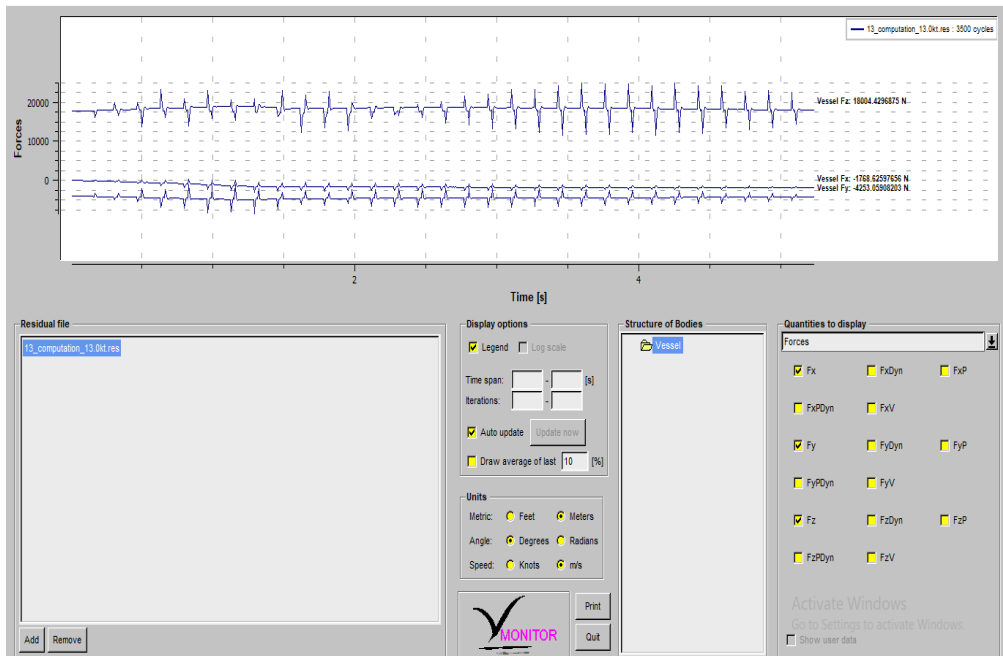
“Halaman sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN 7 Hasil Simulasi Forces Barehull dan Model BAREHULL MODEL

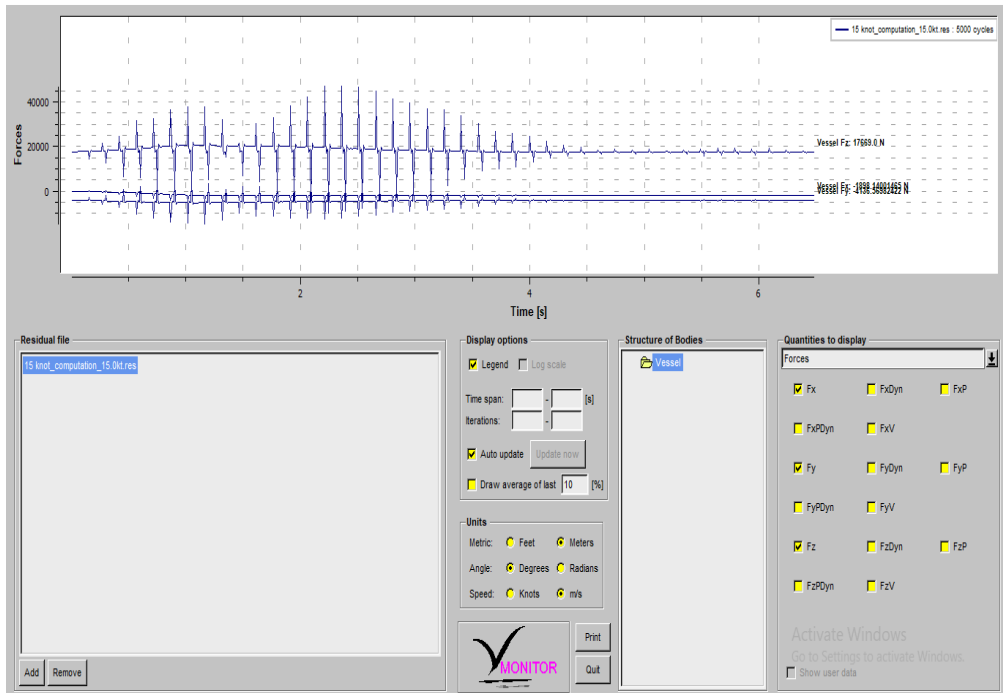
- Hasil Nilai Forces Simulasi Barehull dan Model 10 knot



- Hasil Nilai Forces Simulasi Barehull dan Model 13 knot

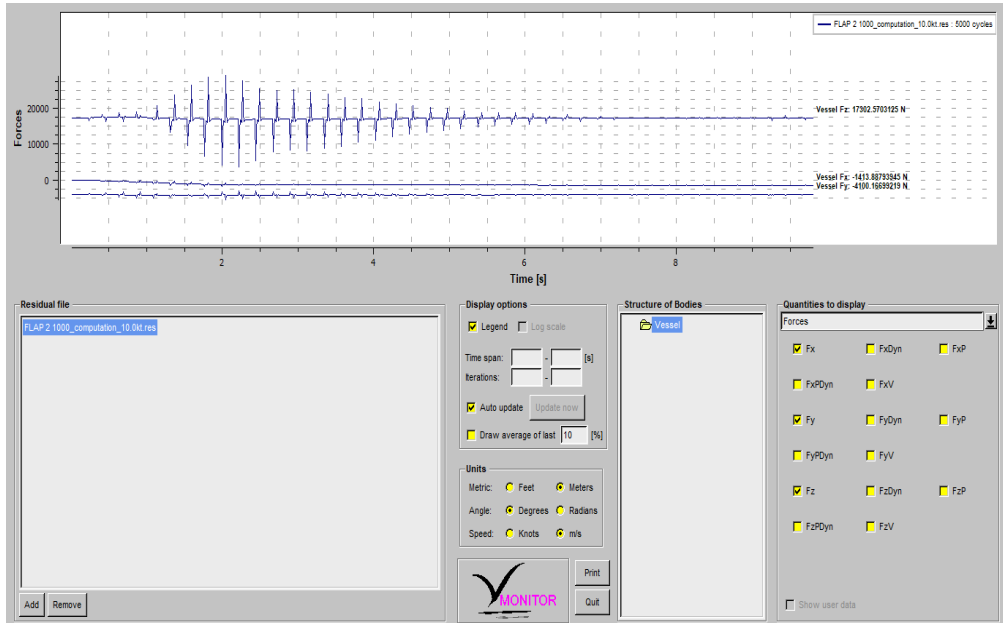


- Hasil Nilai Forces Simulasi Barehull dan Model 15 knot

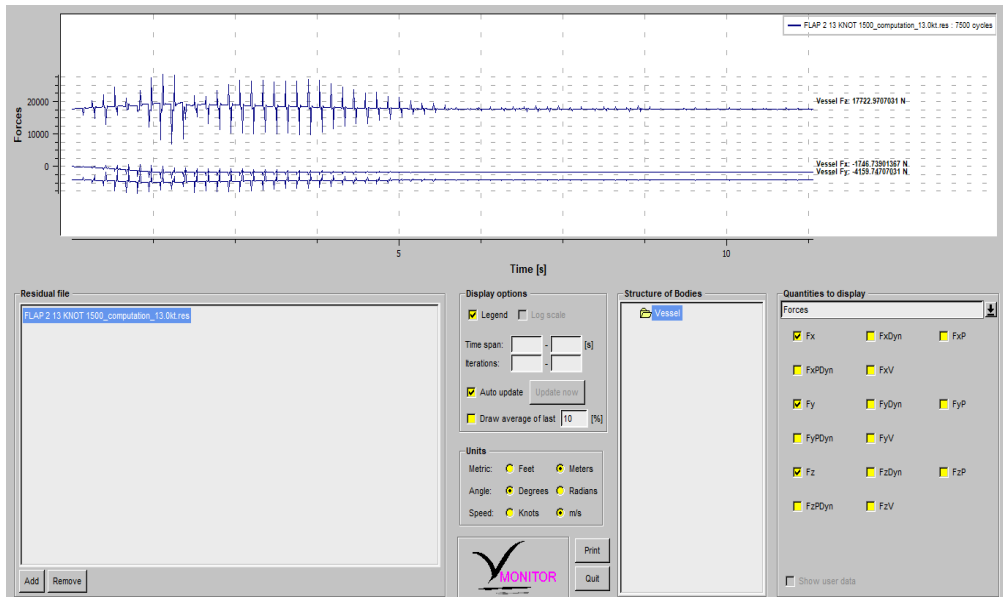


FLAP 2

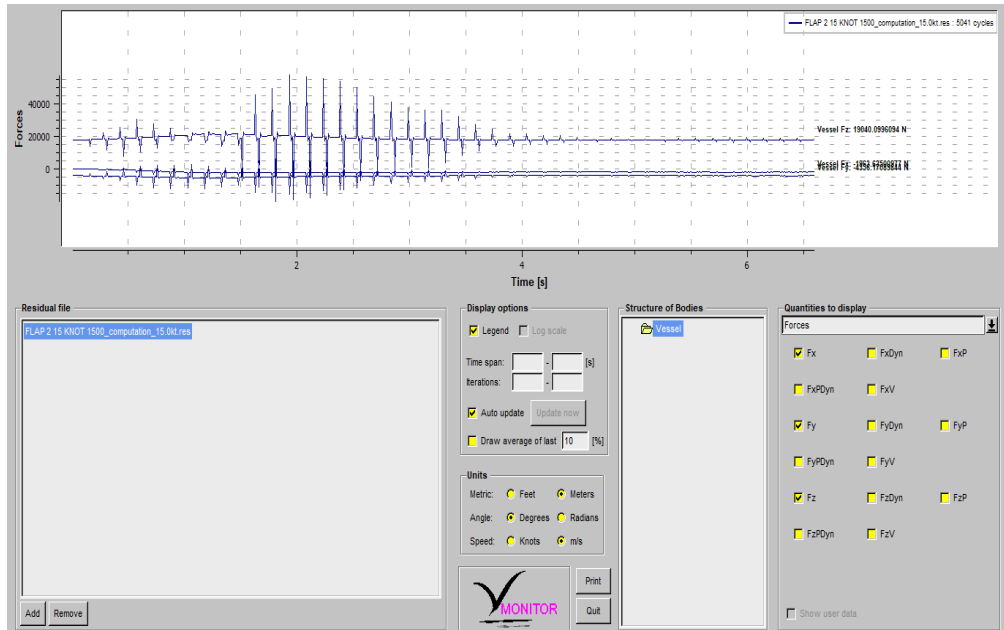
- Hasil Nilai Forces Simulasi Flap 2 10knot



- Hasil Nilai Forces Simulasi Flap 2 13knot

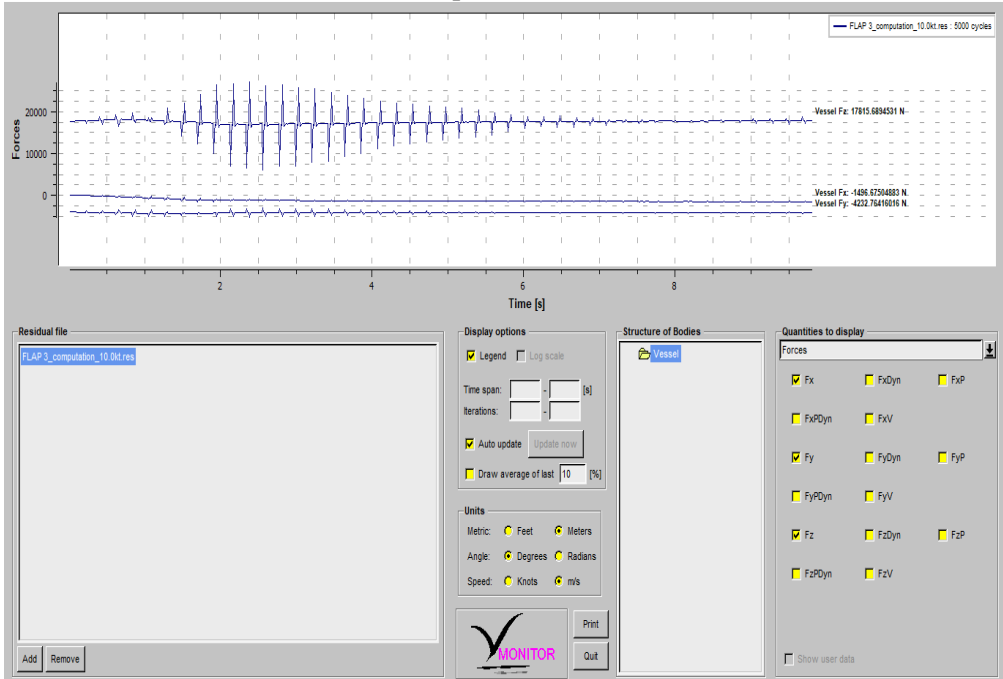


- Hasil Nilai Forces Simulasi Flap 2 15 knot

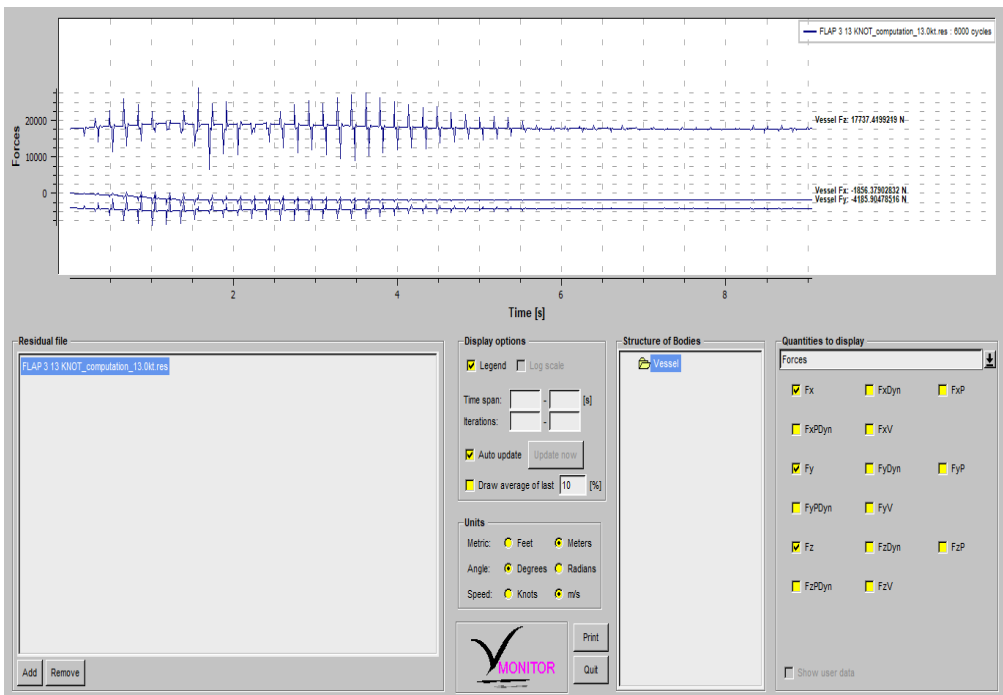


FLAP 3

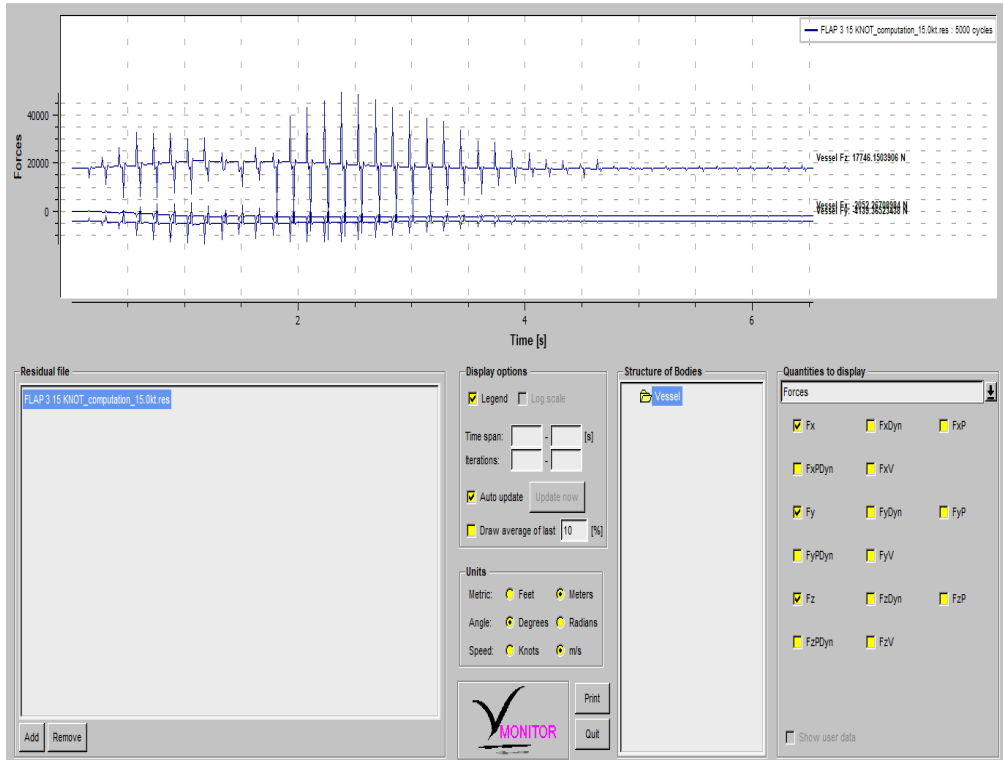
- Hasil Nilai Forces Simulasi Flap 3 10knot



- Hasil Nilai Forces Simulasi Flap 3 13knot

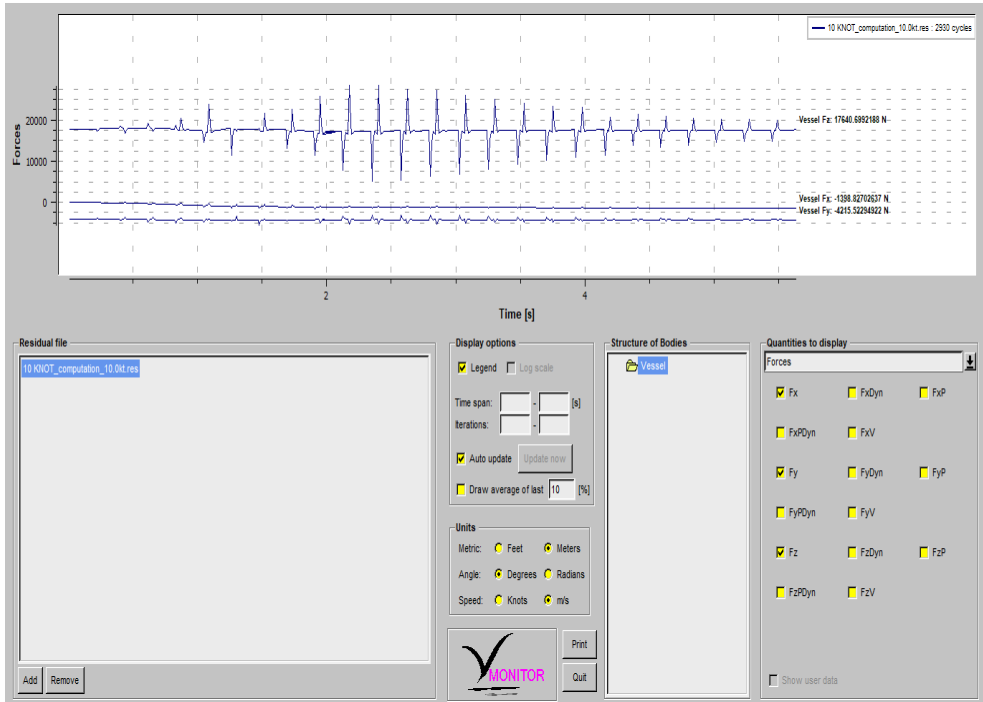


- Hasil Nilai Forces Simulasi Flap 3 15 knot



FLAP 4

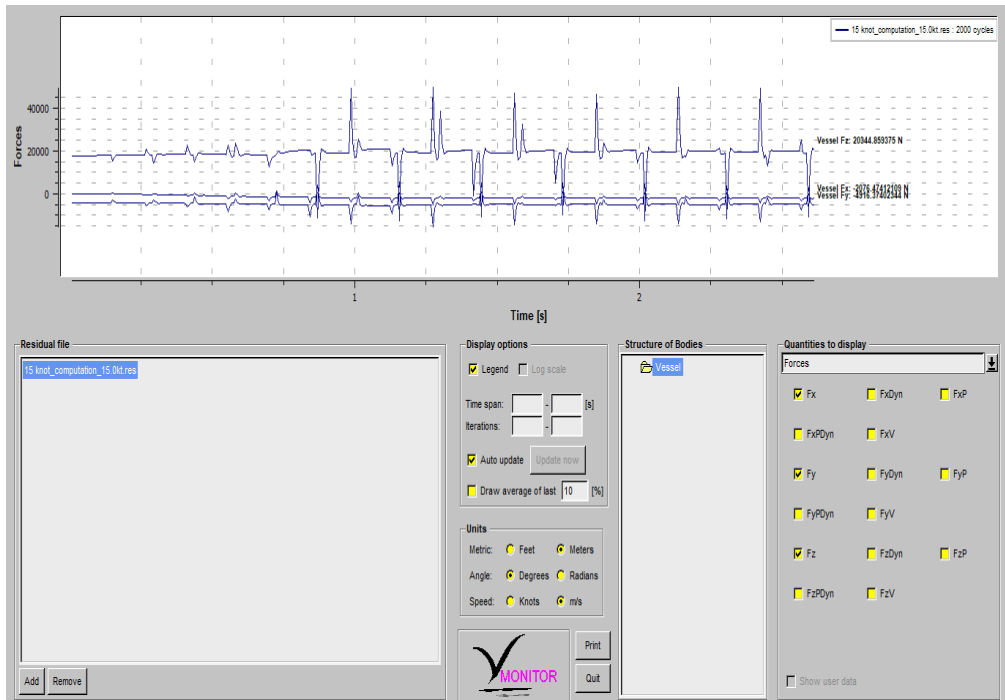
- Hasil Nilai Forces Simulasi Flap 4 10 knot



- Hasil Nilai Forces Simulasi Flap 4 13 knot

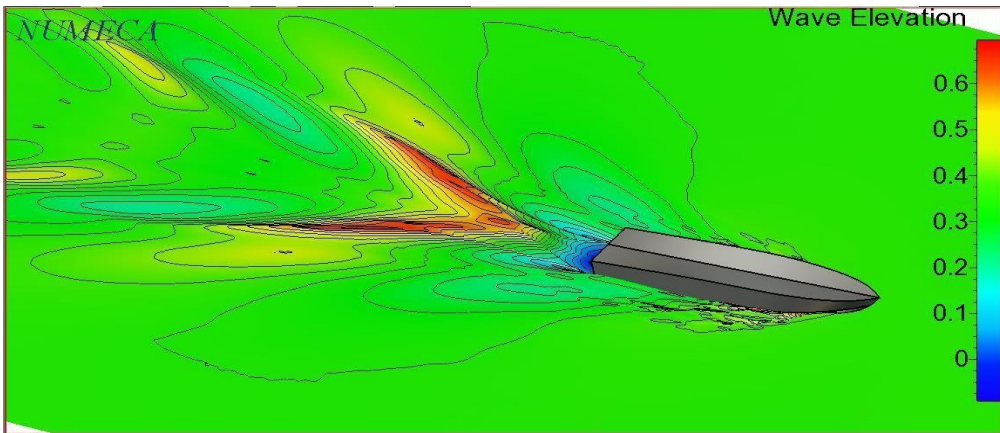


- Hasil Nilai Forces Simulasi Flap 4 15 knot

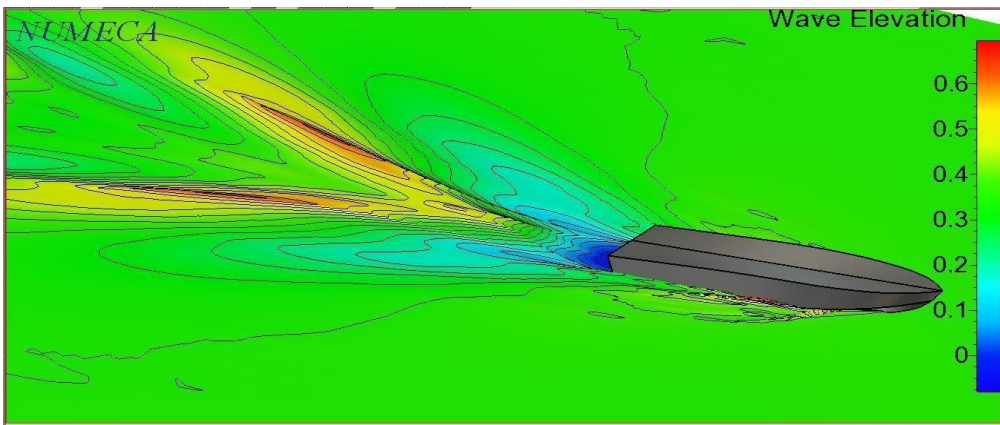


**LAMPIRAN 8 Hasil Simulasi Gelombang Barehull dan Model
BAREHULL MODEL**

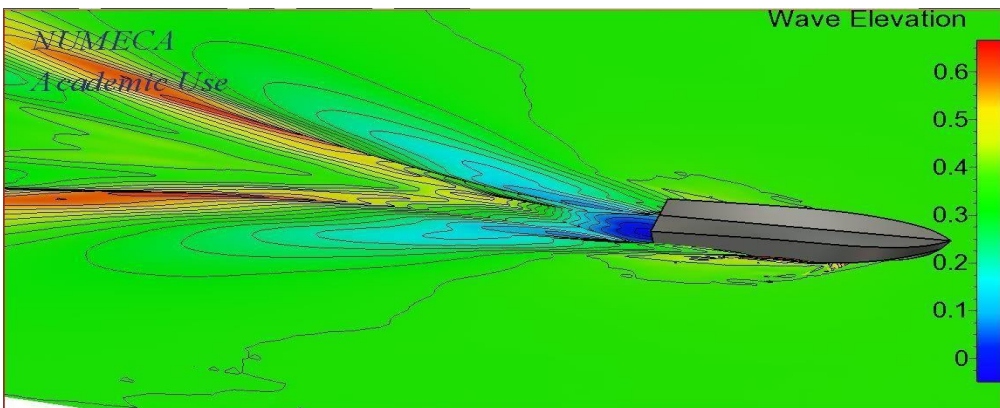
- Simulasi Gelombang Barehull dan Model 10 knot



- Simulasi Gelombang Barehull dan Model 13 knot

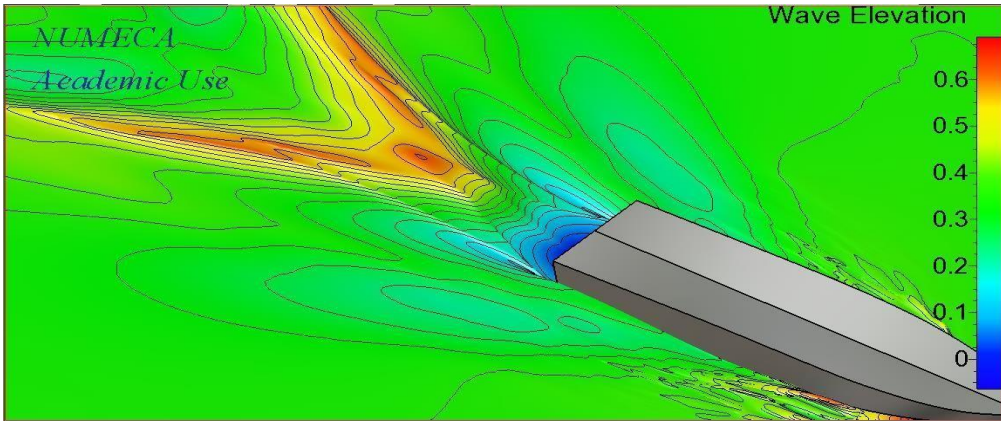


- Simulasi Gelombang Barehull dan Model 15 knot

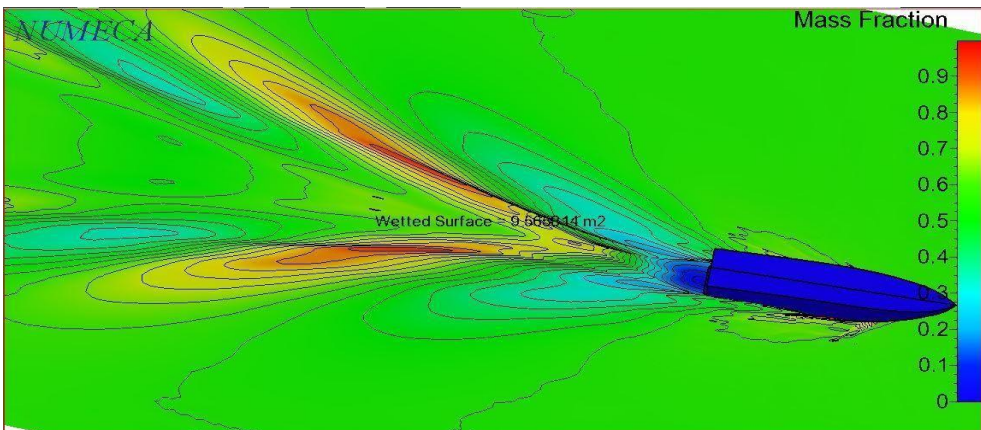


FLAP 1

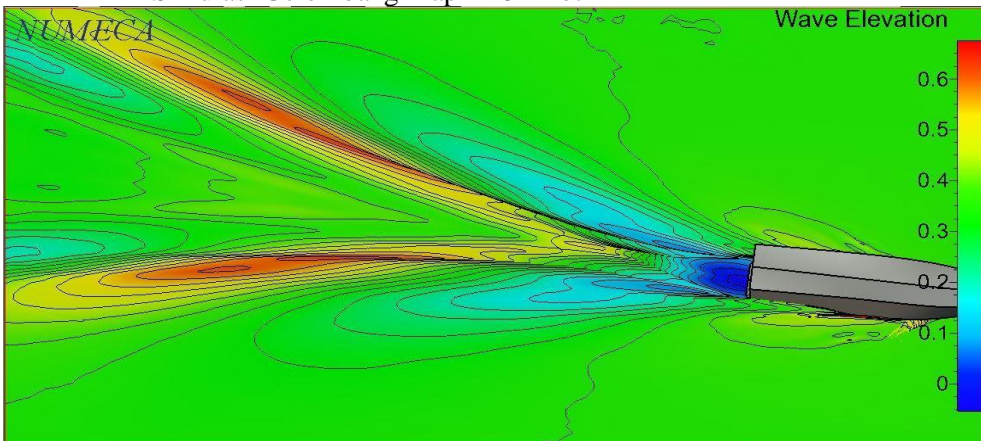
- Simulasi Gelombang Flap 1 10 knot



- Simulasi Gelombang Flap 1 13 knot

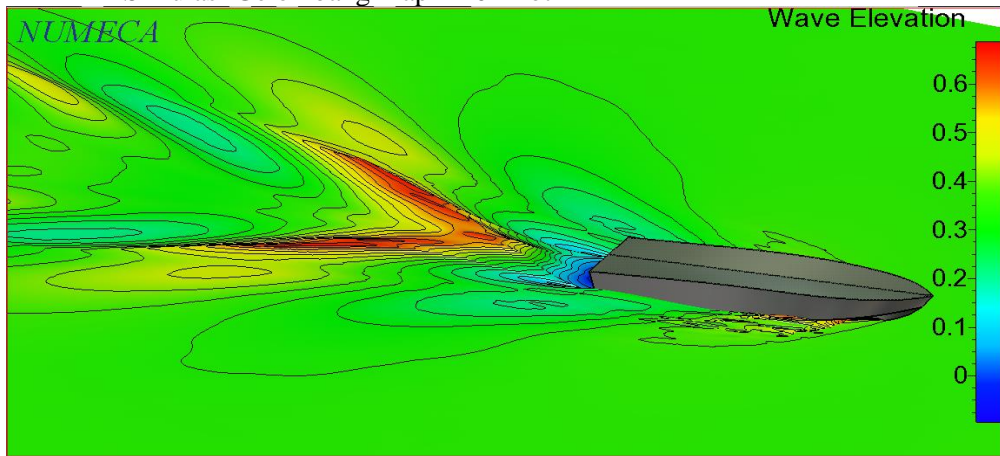


- Simulasi Gelombang Flap 1 15 knot

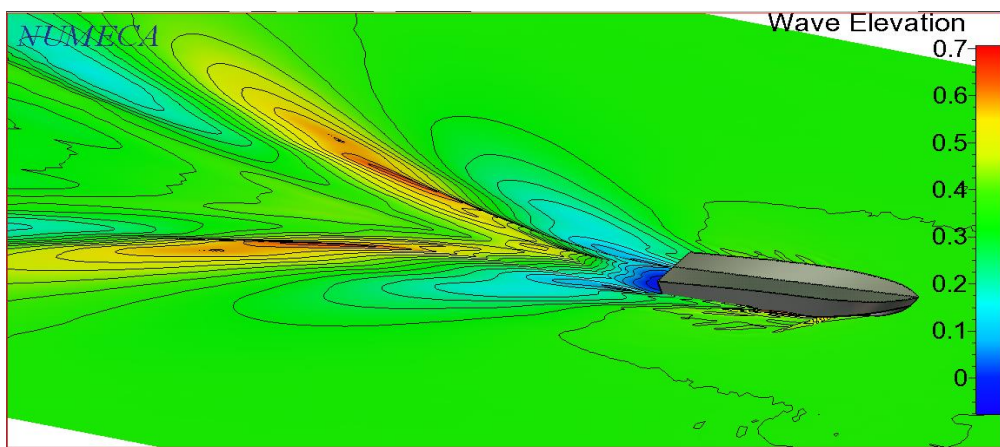


FLAP 2

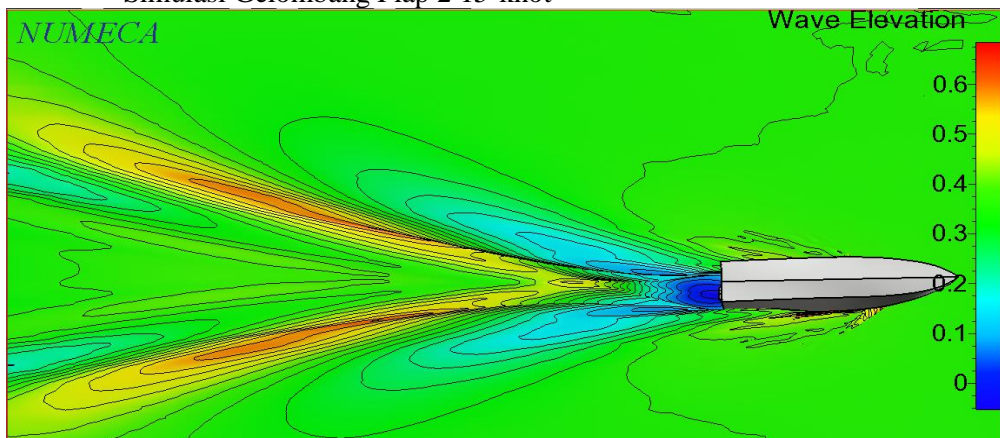
- Simulasi Gelombang Flap 2 10 knot



- Simulasi Gelombang Flap 2 13 knot

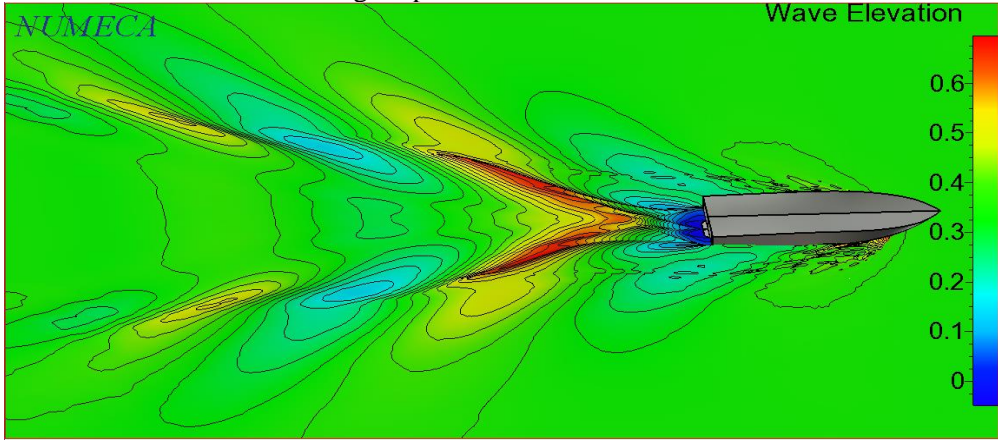


- Simulasi Gelombang Flap 2 15 knot

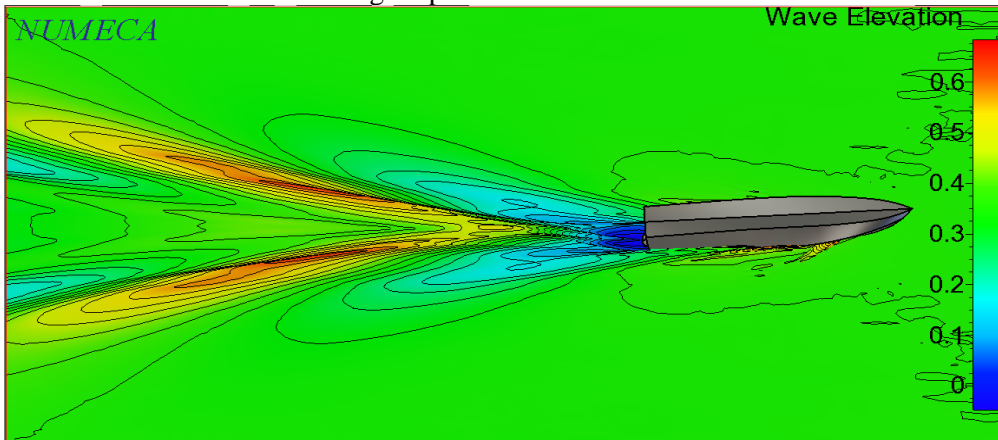


FLAP 3

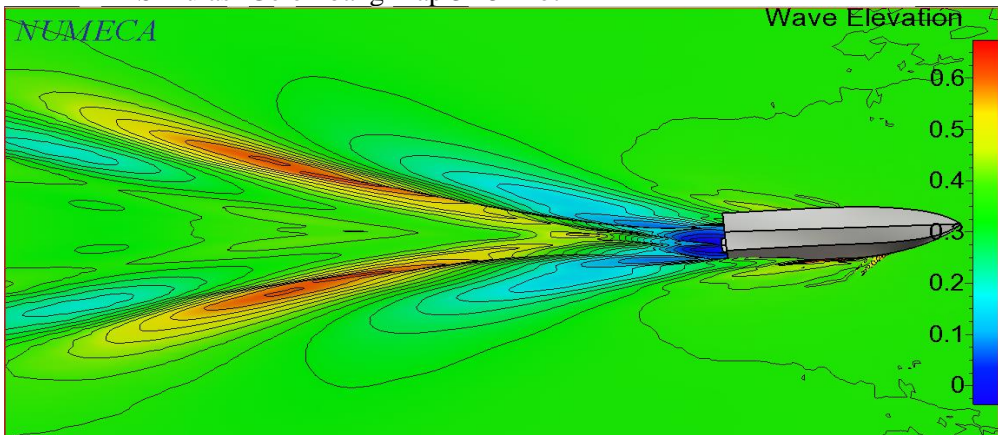
- Simulasi Gelombang Flap 3 10 knot



- Simulasi Gelombang Flap 3 13 knot

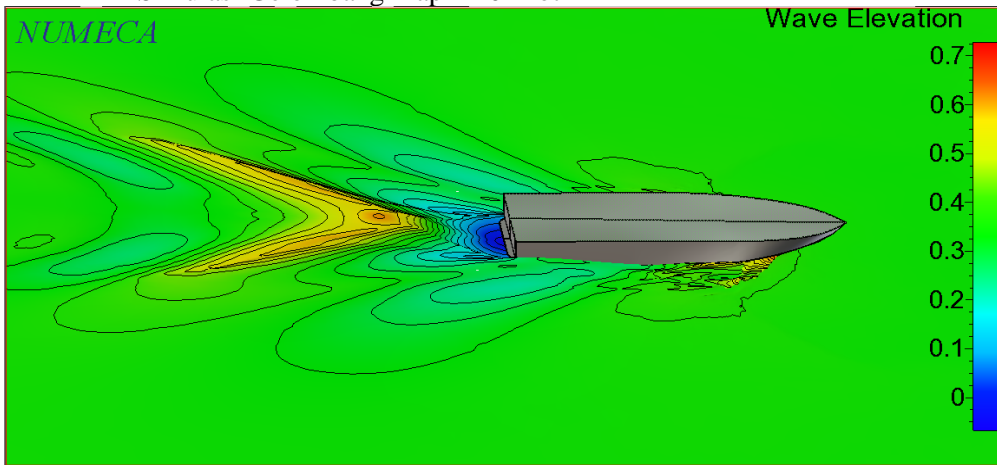


- Simulasi Gelombang Flap 3 15 knot

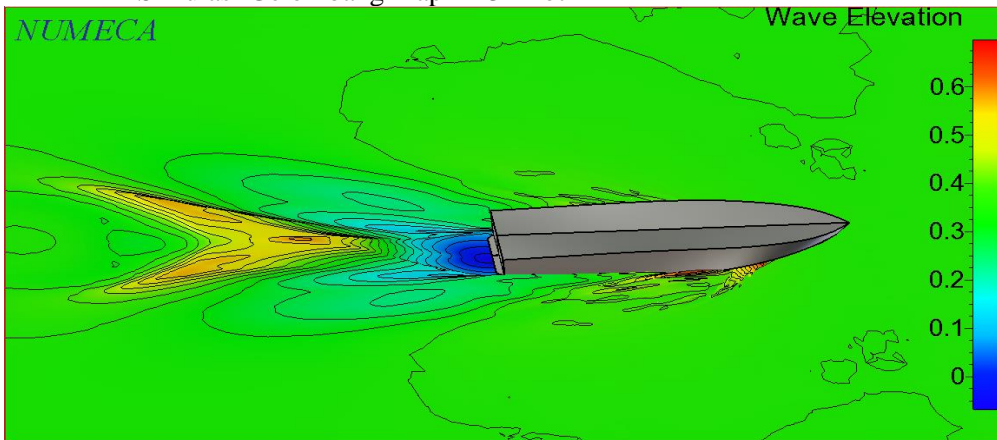


FLAP 4

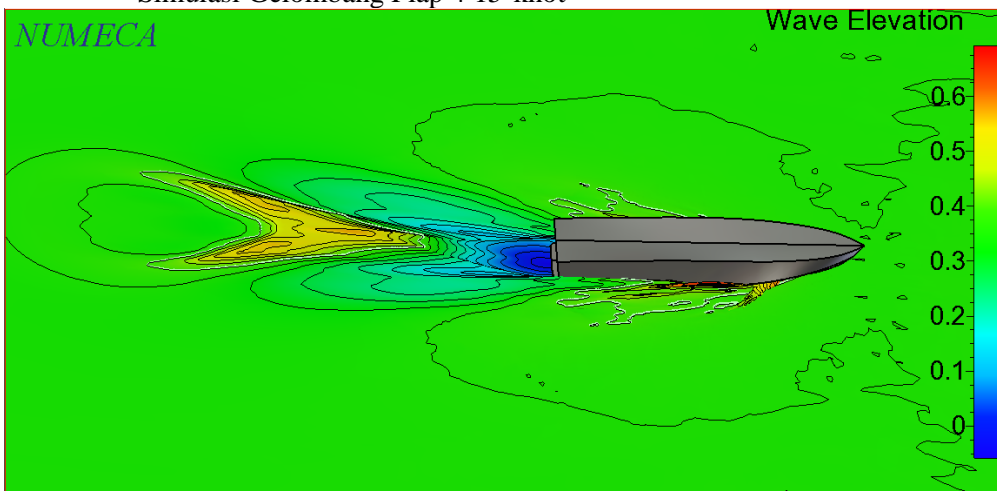
- Simulasi Gelombang Flap 4 10 knot



- Simulasi Gelombang Flap 4 13 knot



- Simulasi Gelombang Flap 4 15 knot



“Halaman sengaja dikosongkan”

BIODATA PENULIS



Jayanti Wulandari, lahir pada 4 Juni 1995 di kabupaten Sidoarjo provinsi Jawa Timur, sebagai anak pertama dari bapak Kariadi dan Ibu Yakinah. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN Sawotratap 1 (2002 – 2008), SMP Dharma Wanita 1 Gedangan (2008 – 2011), SMA Hangtuah 2 Sidoarjo (2011 – 2014). Setelah melakukan pendidikan forma penulis melanjutkan pendidikan tinggi di D3 Teknik Perancangan & Kontruksi Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya Penulis mengerjakan tugas akhir dengan judul “ANALISA MODIFIKASI DECK TRANVERSE DENGAN PENAMBAHAN TIPPING BRACKET SEBAGAI PENAMBAH KEKUATAN PADA DECK TRANVERSE PADA KAPAL COASTER 2000GT”. Kemudian penulis melanjutkan

studi di Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Falkutas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nppember Surabaya (ITS). Pada masa pendidikan di ITS, Penulis mengerjakan tugas akhir berjudul “ANALISA PENAMBAHAN STERN FLAP PADA KAPAL PATROLI” dibawah bimbingan bapak Edi Jadmiko, S.T., M.T. dan bapak Sunarsih, S.T., M.Eng., Ph.D.

Data Pribadi

Nama : Jayanti Wulandari
Alamat : JL. Raganata 16 Sawotratap Gedangan Sidoarjo
Email : jayantiwulandari4@gmail.com