



**ANALISIS PENGURANGAN HAMBATAN KAPAL  
SELAM MINI HIBRIDA DENGAN VARIASI POSISI  
DAN BENTUK HIDROFOIL**

**SKRIPSI**

**TUBAGUS ARYA NUGRAHA**

**1910313003**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN**

**2023**



**ANALISIS PENGURANGAN HAMBATAN KAPAL  
SELAM MINI HIBRIDA DENGAN VARIASI POSISI  
DAN BENTUK HIDROFOIL**

**SKRIPSI**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**

**TUBAGUS ARYA NUGRAHA**

**1910313003**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN**

**2023**

## PENGESAHAN

Skripsi diajukan oleh:

Nama : Tubagus Arya Nugraha

NIM : 1910313003


Program Studi : Teknik Perkapalan

Judul Skripsi : ANALISIS PENGURANGAN HAMBATAN KAPAL SELAM  
MINI HIBRIDA DENGAN VARIASI POSISI DAN BENTUK  
HIDROFOIL

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

  
Ir. Amir Marasabessy, MT

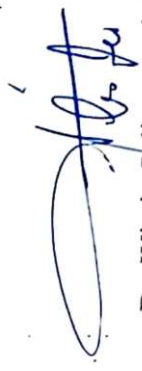
Penguji Utama

  
Purwo Joko Suranto, ST.MT  
Penguji Lembaga



Dr. Ir. Reda Rizal, B.Sc. M.Si. IPU.,  
ASEAN Eng.  
Dekan Fakultas Teknik

  
Dr. Fajri Ashfi Rayhan, ST.MT  
Penguji I (Pembimbing)

  
Dr. Wiwin Sulistyawati, ST.MT  
Kepala Program Studi

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 11 Januari 2023

## HALAMAN PEGESAHAN PEMBIMBING

ANALISIS PENGURANGAN HAMBATAN KAPAL SELAM MINI HIBRIDA  
DENGAN VARIASI POSISI DAN BENTUK HIDROFOIL

Disusun Oleh :

TUBAGUS ARYA NUGRAHA

1910313003

Menyetujui

Pembimbing I



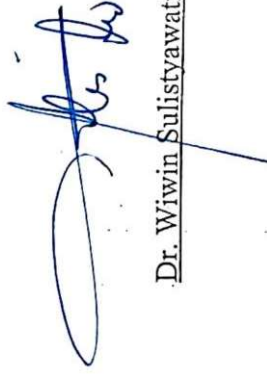
Dr. Fajri Ashfi Rayhan, ST. MT

Pembimbing II



Purwo Joko Suranto, ST. MT

Kepala Program Studi S1 Teknik Perkapalan



Dr. Wiwin Sulistyawati, ST. MT

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya sendiri, dan semua sumber yang dikutip atau dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Tubagus Arya Nugraha

NIM : 1910313003

Program Studi : Teknik Perkapalan

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 11 Januari 2023  
Yang menyatakan



Tubagus Arya Nugraha

## **PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI** **SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, sayayang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Tubagus Arya Nugraha  
NIM : 1910313003  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : S1 Teknik Perkapalan

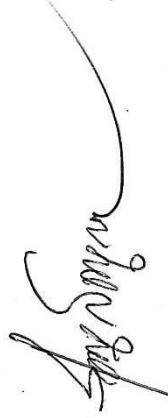
Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (*Non Exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

### **“ANALISIS PENGURANGAN HAMBATAN KAPAL SELAM MINI HIBRIDA DENGAN VARIASI POSISI DAN BENTUK HIDROFOIL”**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta  
Pada tanggal : 11 Januari 2023  
Yang menyatakan,



Tubagus Arya Nugraha

# ANALISIS PENGURANGAN HAMBATAN KAPAL SELAM MINI HIBRIDA DENGAN VARIASI POSISI DAN BENTUK HIDROFOIL

TUBAGUS ARYA NUGRAHA

## ABSTRAK

Kapal selam mini hibrida adalah kapal yang mengombinasikan konsep kapal cepat konvensional, hidrofoil dan *submarine* dalam satu kapal. Kapal ini merupakan kapal inovasi yang memiliki misi khusus dalam menjaga kedaulatan negara. Pada penelitian ini, tujuan dari penelitian ini adalah melakukan analisis pengurangan hambatan dengan variasi posisi dan bentuk hidrofoil NACA. Hidrofoil NACA divariasikan dengan mengubah posisi hidrofoil NACA dan menambah variasi hidrofoil NACA yang digunakan. Rentan variasi yang digunakan berbeda-beda pada tiap mode kapal. Mode hidrofoil memiliki 9 variasi kecepatan, mode konvensional memiliki 8 variasi kecepatan dan mode *submarine* memiliki 5 variasi kecepatan. Metode yang digunakan ialah simulasi CFD dengan *software Ansys CFD*. Hasil penelitian mengungkapkan, variasi posisi hidrofoil NACA yang lebih dekat menghasilkan hambatan yang lebih kecil, serta pemilihan hidrofoil NACA dengan tipe simetris dan ramping, akan optimal mengurangi hambatan kapal. Pengurangan hambatan yang terjadi pada kombinasi posisi dan hidrofoil NACA 0012 memberikan rata-rata pengurangan hambatan sebesar 12.52%. Model yang divariasikan berhasil menurunkan nilai hambatan total kapal serta mendapatkan variasi posisi dan bentuk hidrofoil NACA baru. Dengan demikian, penelitian ini memberikan pemahaman mengenai komponen hambatan total kapal serta karakteristiknya dan dapat berkontribusi sebagai referensi penelitian selanjutnya dalam rangka pengembangan bidang teknologi maritim.

**Kata Kunci:** Kapal selam mini hibrida; Hambatan; Hidrofoil NACA, CFD

# ***ANALYSIS OF RESISTANCE REDUCTION MINI HYBRID SUBMARINE WITH VARIATIONS POSITION AND SHAPE OF HYDROFOIL***

**TUBAGUS ARYA NUGRAHA**

## ***ABSTRACT***

*Hybrid mini submarines are ships that combine the concepts of conventional fast boats, hydrofoils and submarines in one ship. This ship is an innovation ship that has a special mission in maintaining national sovereignty. In this study, the aim of this research was to analyze drag reduction by varying the position and shape of the NACA hydrofoil. The NACA hydrofoil is varied by changing the position of the NACA hydrofoil and adding the variation of the NACA hydrofoil used. The range of variations used is different for each ship mode. Hydrofoil mode has 9 variations of speed, conventional mode has 8 variations of speed and submarine mode has 5 variations of speed. The method used is a CFD simulation using Ansys CFD software. The results of the study revealed that variations in the position of the NACA hydrofoil that are closer together result in smaller drag, and the selection of a NACA hydrofoil with a symmetrical and slender type will optimally reduce ship drag. The drag reduction that occurs in the combination of position and hydrofoil NACA 0012 gives an average reduction of 12.52%. The varied model succeeded in reducing the value of the total resistance of the ship and obtaining variations in the position and shape of the new NACA hydrofoil. Thus, this research provides an understanding of the components of total ship resistance and their characteristics and can contribute as a reference for further research in the context of developing the maritime technology sector.*

**Keywords:** *Hybrid mini submarines; resistance; NACA hydrofoil; CFD*



## KATA PEGANTAR

Bismillahirrahmanirrohim

Dengan mengucapkan rasa puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Analisis Pengurangan Hambatan Kapal Selam Mini Hibrida Dengan Variasi Posisi Dan Bentuk Hidrofoil” yang mana skripsi ini merupakan syarat kelulusan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi S1 Teknik Perkapalan Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, penulis ingin menyampaikan rasa syukur dan terima kasih serta penghargaan yang tak terhingga kepada:

1. Dr. Ir. Reda Rizal, B.Sc. M.Si. IPU selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Jakarta.
2. Dr. Wiwin Sulistyawati, ST, MT selaku Kepala Program Studi Teknik Perkapalan Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.
3. Dr. Fajri Ashfi Rayhan, ST. MT selaku dosen pembimbing I yang telah membantu dan mengarahkan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
4. Purwo Joko Suranto, ST. MT selaku dosen pembimbing II yang telah membantu dan mengarahkan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Tubagus Edy Prhatanto, Siti Rochani, Muhammad Karwan, Anisa Mahardini, Salsa Nabilah, Najwa Isnaini selaku ayah, mama, kakek, kakak dan adik-adikku yang tercinta atas dukungan, doa dan restunya selama penulis menyusun skripsi.
6. Saudara dan saudari Maritim 2019 yang senantiasa dalam suka dan duka serta berbagi ilmu yang dimiliki serta memberi semangat dan dukungan.
7. Abang dan mba Maritim Yos Soedarso yang telah membimbing penulis selama melaksanakan perkuliahan dan menyusun skripsi ini hingga selesai.
8. Terima kasih juga kepada seluruh pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu, yang telah membantu dan memberikan dukungan kepada penulis.
9. *Last but not least. I wanna thank me. I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all this hard work, I wanna thank me for having no days off. I wanna thank me for never quitting, I wanna thank me for always*

*being a giver and tryna give more than I receive, I wanna thank me for tryna do more right than wrong, I wanna thank me for just being me at all times.*

Penulis menyadari bahwa skripsi ini terdapat banyak kekurangan baik dalam penyajian materi hingga sistematika penulisan, oleh sebab itu penulis sangat terbuka untuk kritik dan saran agar melengkapi kekurangan tersebut.

Akhir kata penulis mengucapkan Alhamdulillah, semoga Allah SWT selalu menyertai langkah penulis. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan dapat menambah wawasan berpikir serta sebagai bahan referensi dan informasi yang bermanfaat bagi pengetahuan, khususnya di bidang Teknik Perkapalan.

Jakarta, 11 Januari 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PEGESAHAN PEMBIMBING .....	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS .....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	v
ABSTRAK .....	vi
ABSTRACT .....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Hipotesis.....	3
1.5 Tujuan Penelitian .....	3
1.6 Manfaat Penelitian .....	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 <i>State of The Art</i> .....	5
2.2 Kapal Selam Mini Hibrida .....	6
2.3 Karakteristik NACA.....	8
2.4 Hidrofoil.....	8
2.5 <i>Computational Fluid Dynamics (CFD)</i> .....	10
2.6 Hambatan .....	11
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>14</b>
3.1 Diagram Alir Penelitian .....	14
3.2 Penjelasan Diagram Alir .....	15
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>24</b>

4.1 Analisis Menggunakan Software Ansys CFX .....	24
4.1.1 <i>Boundary Condition</i> .....	24
4.1.2 Penentuan Jumlah <i>Meshing</i> .....	25
4.1.3 Pengaturan Ansys CFX.....	26
4.1.4 Nilai Konvergensi .....	30
4.1.5 Validasi dan <i>Mean Deviation</i> .....	30
4.1.6 Hasil Simulasi Hambatan Kapal Selam Mini Hibrida pada Ansys CFX... 32	
4.1.7 Perhitungan Koefisien Hambatan Kapal Selam Mini Hibrida.....	37
4.2 <i>Contour Gelombang</i> .....	47
4.2.1 <i>Contour</i> pada Variasi Bentuk Hidrofoil NACA 0016.....	48
4.2.2 <i>Contour</i> pada Variasi Bentuk Hidrofoil NACA 0012.....	51
<b>BAB 5 PENUTUP</b> .....	<b>55</b>
5.1 Simpulan .....	55
5.2 Saran .....	56

**DAFTAR PUSTAKA**

**RIWAYAT HIDUP**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kapal Selam Mini Hibrida .....	6
Gambar 2. 2 Jenis-Jenis Bentuk Lambung Kapal Berkecepatan Tinggi.....	7
Gambar 2.3 Bentuk Geometri Penampang Hidrofoil NACA .....	9
Gambar 2.4 Gaya Gesek Dan Gaya Angkat Pada Hidrofoil.....	10
Gambar 2.5 Logo Perangkat Lunak CFD .....	10
Gambar 2.6 Komponen Hambatan Kapal.....	11
Gambar 2. 7 Konfigurasi Foil Kapal Selam Mini Hibrida.....	5
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	14
Gambar 3.2 Konstruksi Kapal Selam Mini Hibrida.....	15
Gambar 3. 3 Rancangan Umum Kapal Selam Mini Hibrida .....	16
Gambar 3.4 NACA 0016 .....	16
Gambar 3.5 NACA 0012 .....	17
Gambar 3.6 Ukuran Utama NACA 0016.....	17
Gambar 3.7 Ukuran Utama NACA 0012.....	17
Gambar 3.8 Rencana Garis Kapal Selam Mini Hibrida.....	18
Gambar 3.9 Pemodelan Kapal Selam Mini Hibrida pada <i>Maxsurf Modeler Advanced</i> .....	19
Gambar 3. 10 Mode Hidrofoil .....	19
Gambar 3.11 Mode Konvensional .....	20
Gambar 3. 12 Mode <i>Submarine</i> .....	20
Gambar 3.13 Konfigurasi Peletakan Posisi Hidrofoil NACA .....	21
Gambar 3.14 Eksperimen Terdahulu dilakukan pada <i>Towing Tank</i> .....	23
Gambar 4. 1 Standar Ukuran <i>Boundary Condition</i> Simulai CFD .....	24
Gambar 4. 2 <i>Boundary</i> Pada <i>Ansys ICEM</i> .....	25
Gambar 4. 3 Hasil <i>Meshing Boundary</i> .....	25
Gambar 4. 4 Hasil Meshing Model Kapal Selam Mini Hibrida .....	26
Gambar 4. 5 Batas <i>Inlet</i> .....	27
Gambar 4. 6 Batas <i>Outlet</i> .....	27
Gambar 4. 7 Batas <i>Opening</i> .....	28
Gambar 4. 8 Batas <i>Bottom Dan Side</i> .....	28
Gambar 4. 9 Model .....	29
Gambar 4. 10 Grafik <i>Solver Control</i> .....	29

Gambar 4. 11	Grafik <i>Meshing</i> Konvergensi .....	30
Gambar 4. 12	Grafik Perbandingan Nilai Hambatan Simulasi dan Eksperimen ..	31
Gambar 4. 13	Grafik Hasil Simulasi Hambatan Kapal Selam Mini Hibrida Hidrofoil NACA 0016 .....	33
Gambar 4. 14	Grafik Hasil Simulasi Hambatan Kapal Selam Mini Hibrida Hidrofoil NACA 0012 .....	35
Gambar 4. 15	Grafik Hasil Perhitungan Koefisien Hambatan Total ( $C_T$ ) Pada NACA 0016 .....	38
Gambar 4. 16	Grafik Hasil Perhitungan Koefisien Hambatan Total ( $C_T$ ) Pada NACA 0012 .....	39
Gambar 4. 17	Grafik Perhitungan Koefisien Hambatan Gesek ( $C_F$ ) .....	40
Gambar 4. 18	Grafik Perhitungan Koefisien Hambatan Viskositas ( $C_V$ ) .....	42
Gambar 4. 19	Grafik Perhitungan Koefisien Hambatan Gelombang ( $C_w$ ) Pada NACA 0016 .....	43
Gambar 4. 20	Grafik Perhitungan Koefisien Hambatan Gelombang ( $C_w$ ) Pada NACA 0012 .....	44
Gambar 4. 21	Grafik Perhitungan Koefisien Hambatan <i>Appandeges</i> ( $C_{app}$ ) Pada NACA 0016 .....	46
Gambar 4. 22	Grafik Perhitungan Koefisien Hambatan <i>Appandeges</i> ( $C_{app}$ ) Pada NACA 0012 .....	47
Gambar 4. 23	Mode Hidrofoil NACA 0016 Kecepatan 3.2534 m/s : (a) Variasi Posisi 1, (b) Variasi Posisi 2 dan (c) Variasi Posisi 3 .....	48
Gambar 4. 24	Mode Konvensional NACA 0016 Kecepatan 2.928 m/s : (a) Variasi Posisi 1, (b) Variasi Posisi 2 dan (c) Variasi Posisi 3 .....	49
Gambar 4. 25	Mode <i>Submarine</i> NACA 0016 Kecepatan 1.952 m/s : (a) Variasi Posisi 1, (b) Variasi Posisi 2 dan (c) Variasi Posisi 3 .....	50
Gambar 4. 26	Mode Hidrofoil NACA 0012 Kecepatan 1.952 m/s : (a) Variasi Posisi 1, (b) Variasi Posisi 2 dan (c) Variasi Posisi 3 .....	51
Gambar 4. 27	Mode Konvensional NACA 0012 Kecepatan 2.928 m/s : (a) Variasi Posisi 1, (b) Variasi Posisi 2 dan (c) Variasi Posisi 3 .....	52
Gambar 4. 28	Mode <i>Submarine</i> NACA 0012 Kecepatan 1.952 m/s : (a) Variasi Posisi 1, (b) Variasi Posisi 2 dan (c) Variasi Posisi 3 .....	53

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Values of 1 + K<sub>2</sub></i> .....	13
Tabel 3.1 Data Kapal Selam Mini Hibrida .....	16
Tabel 3.2 Karakteristik Hidrofoil NACA 0016 Dan 0012.....	17
Tabel 3.3 Variasi Pengujian.....	21
Tabel 4.1 Nilai Konvergensi Meshing .....	30
Tabel 4.2 Perbandingan Nilai Hambatan Simulasi dan Eksperimen .....	31
Tabel 4.3 Hasil Simulasi Hambatan Kapal Selam Mini Hibrida Hidrofoil NACA 0016 Pada <i>Ansys CFX</i> .....	32
Tabel 4.4 Hasil Simulasi Hambatan Kapal Selam Mini Hibrida Hidrofoil NACA 0012 Pada <i>Ansys CFX</i> .....	34
Tabel 4.5 Total Hambatan Pada Tiap Variasi Posisi Pada Penggunaan NACA 0016.....	36
Tabel 4.6 Total Hambatan Pada Tiap Variasi Posisi Pada Penggunaan NACA 0012.....	36
Tabel 4.7 Koefisien Hambatan Total ( $C_T$ ) Pada NACA 0016.....	37
Tabel 4.8 Koefisien Hambatan Total ( $C_T$ ) Pada NACA 0012 .....	39
Tabel 4.9 Data Perhitungan Koefisien Hambatan Gesek ( $C_F$ ) NACA 0016 Dan 0012.....	40
Tabel 4.10 Data Perhitungan Koefisien Hambatan Viskositas ( $C_V$ ) NACA 0016 Dan 0012 .....	41
Tabel 4.11 Perhitungan Koefisien Hambatan Gelombang ( $C_w$ ) NACA 0016 .....	43
Tabel 4.12 Perhitungan Koefisien Hambatan Gelombang ( $C_w$ ) NACA 0012 .....	44
Tabel 4.13 Perhitungan Koefisien Hambatan <i>Appendages</i> ( $C_{app}$ ) NACA 0016	45
Tabel 4.14 Perhitungan Koefisien Hambatan <i>Appendages</i> ( $C_{app}$ ) NACA 0012	46

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran 1 Lembar Konsultasi Pembimbing I
- Lampiran 2 Lembar Konsultasi Pembimbing II
- Lampiran 3 Surat Pernyataan Bebas Plagiarisme
- Lampiran 4 Hasil Turnitin