



**ANALISIS MODIFIKASI LEADING EDGE HULL  
VANE TIPE NACA 4421 TERHADAP HAMBATAN  
KAPAL MENGGUNAKAN METODE CFD**

**SKRIPSI**

**RIFKI RAFI**

**1910313050**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN**

**2023**



**ANALISIS MODIFIKASI LEADING EDGE HULL  
VANE TIPE NACA 4412 TERHADAP HAMBATAN  
KAPAL MENGGUNAKAN METODE CFD**

**SKRIPSI**

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

**RIFKI RAFI**

**1910313050**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN**

**2023**

## LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi diajukan oleh:

Nama : Rifki Rafi

NIM : 1910313050

Program Studi : Teknik Perkapalan

Judul Skripsi : Analisis Modifikasi *Leading Edge Hull Vane* Tipe NACA

4412 Terhadap Hambatan Kapal Menggunakan Metode CFD

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.



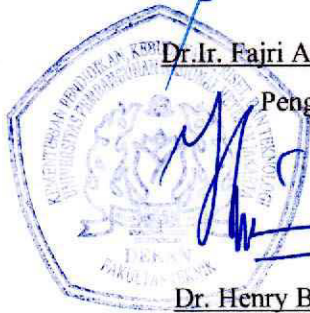
Ir. Amir Marasabessy, MT, IPM

Penguji Utama



Dr. Ir. Fajri Ashfi Rayhan, ST, MT.

Penguji Lembaga



Dr. Henry B H Sitorus, ST, MT

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Wiwin Sulistyawati, ST, MT

Penguji 1 (Pembimbing)



Dr. Wiwin Sulistyawati, ST, MT

Ketua Program Studi  
Teknik Perkapalan

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 22 Juni 2023

## LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

ANALISIS MODIFIKASI *LEADING EDGE HULL VANE* TIPE *NACA 4412*  
TERHADAP HAMBATTAN KAPAL MENGGUNAKAN METODE CFD

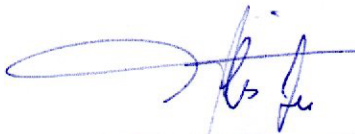
Disusun Oleh:

Rifki Rafi

1910313050

Menyetujui,

Pembimbing I



Dr. Wiwin Sulistyawati, ST, MT

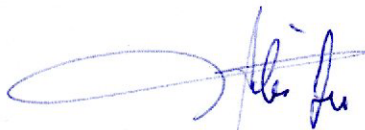
Pembimbing II



Fakhri Akbar Ayub, ST, M.Eng, Ph.D

Mengetahui,

Ketua 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 : Rifki Rafi  
NIM : 1910313050  
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, 20 Juni 2023

Yang menyatakan,



Rifki Rafi

**PENYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rifki Rafi  
NIM : 1910313050  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : S-1 Teknik Perkapalan

Demi pembangunan ilmu pengetahuan, saya 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 MODIFIKASI *LEADING EDGE HULL VANE* TIPE *NACA 4412* TERHADAP HAMBATAN KAPAL MENGGUNAKAN METODE *CFD*”**

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 peneliti/penulis dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 20 Juni 2023

Yang menyatakan,



Rifki Rafi

**ANALISIS MODIFIKASI *LEADING EDGE* HULL VANE TIPE  
NACA 4412 TERHADAP HAMBATAN KAPAL  
MENGUNAKAN METODE CFD**

**Rifki Rafi**

**ABSTRAK**

Perkembangan jaman yang semakin modern membuat banyak kebutuhan yang ingin dicapai. Salah satu aspek yang dibutuhkan adalah kapal dengan kecepatan tinggi dengan hambatan yang kecil. Penambahan *Energy Saving Device* (ESD) pada kapal adalah salah satu bentuk aplikasi untuk mengurangi hambatan dalam teknologi perkapalan. Baru-baru ini *hull vane* sebagai *foil* bawah air yang dipasang di buritan kapal juga telah diperkenalkan ke industri perkapalan sebagai ESD. Untuk mendapatkan performansi aerodinamika yang baik pada *airfoil*, salah satunya adalah membuat bentuk *airfoil* dengan meniru bentuk ujung sirip paus *humpback* atau yang dikenal dengan *tubercles*. Penelitian ini melakukan modifikasi *leading edge foil hull vane* Tipe NACA 4412 pada kapal DTMB 5415. Dimulai dari pemodelan lambung kapal model DTMB 5415, modifikasi *leading edge foil hull vane* Tipe NACA 4412 pada variasi sudut serang (*angle of attack*)  $3^\circ$  dan  $7^\circ$  pada posisi peletakan dengan jarak verikal 40 mm *trailing edge* ke *draft* dan horizontal 85 mm *trailing edge* ke *after perpendicular*. Perhitungan dan analisis menggunakan metode CFD terhadap komponen hambatan untuk kapal, dan efisiensi hidrodinamis pada NACA 4412. Hasil analisis CFD seluruh variasi akan dibandingkan terhadap pengaruh komponen hambatan total dan ditarik kesimpulan berdasarkan hasil simulasi, didapatkan model dengan modifikasi *leading edge* pada sudut serang  $3^\circ$  (Hv-M03) memiliki nilai komponen hambatan total terkecil dan model NACA (Nc-M03) memiliki nilai efisiensi hidrodinamis tertinggi.

Kata kunci : *leading edge*, hambatan, *hull vane*

**ANALYSIS OF NACA 4412 TYPE HULL VANE *LEADING*  
*EDGE* MODIFICATION ON SHIP RESISTANCE USING CFD  
METHOD**

**Rifki Rafi**

**ABSTRACT**

*The advancement of modern times has led to many desired accomplishments. One aspect that is needed is a ship with high speed and low resistance. The addition of an Energy Saving Device (ESD) to the ship is one form of application to reduce resistance in ship technology. Recently, the hull vane, as an underwater foil installed at the stern of the ship, has also been introduced to the shipping industry as an ESD. To achieve good aerodynamic performance on the airfoil, one of the methods is to shape the airfoil to mimic the shape of a humpback whale's flipper, known as tubercles. This research involves modifying the leading edge of the hull vane foil, NACA 4412 type, on the DTMB 5415 ship. Starting with the modeling of the hull of the DTMB 5415 model ship, modifications to the leading edge of the NACA 4412 type hull vane are made at various angles of attack, namely 3° and 7°, with a vertical placement distance of 40 mm from the trailing edge to the draft and a horizontal distance of 85 mm from the trailing edge to the after perpendicular. Calculations and analyses are conducted using the CFD method to assess the resistance components for the ship and the hydrodynamic efficiency of the NACA 4412 type. The results of the CFD analysis for all variations will be compared regarding their total resistance component effects, and conclusions will be drawn based on the simulation results. The model with a leading edge modification at a 3° angle of attack (Hv-M03) is found to have the smallest total resistance component, while the NACA model (Nc-M03) has the highest hydrodynamic efficiency.*

*Keywords : leading edge, resistance, hull vane*



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING .....	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS .....	iv
PENYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	v
ABSTRAK .....	vi
ABSTRACT .....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
<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 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Skema Penelitian .....	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Hambatan.....	5
2.2 Froude Number.....	5
2.3 Teori <i>Lift</i> Dan <i>Drag</i> Pada <i>Foil</i> .....	5
2.4 NACA <i>Airfoil</i> Series .....	6
2.5 NACA Seri 4 Digit.....	8
2.6 Hull Vane .....	8
2.7 <i>Leading edge</i> Tubercles.....	9
2.8 Metode CFD .....	10
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>12</b>
3.1 Flowchart Penelitian.....	12
3.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah.....	13
3.3 Studi Literatur.....	14
3.4 Pengumpulan Data .....	14
3.5 Pemodelan kapal dengan Penggunaan NACA 4412 Awal dan Modifikasi ..	15
3.6 Simulasi <i>drag</i> dan <i>lift</i> NACA 0021 .....	16
3.7 Simulasi Hambatan Kapal dengan NACA 4412 Awal .....	16
3.8 Simulasi <i>drag</i> dan <i>lift</i> NACA 4412 Awal dan Modifikasi <i>Leading edge</i> ...	17
3.9 Simulasi dan Perhitungan Komponen Hambatan Kapal Dengan NACA 4412 Awal dan Modifikasi <i>Leading edge</i> .....	17
3.10 Pengolahan data dan perbandingan hasil.....	17
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>18</b>
4.1 Pemodelan Geometri Wavy Wing NACA 0021, Nc-A dan Nc-M.....	18
4.2 Pemodelan Geometri Kapal.....	20
4.3 Boundary Condition .....	25
4.4 Pengaturan Ansys CFX .....	26
4.5 Nilai konvergensi .....	27

4.6 Validasi Model <i>Wavy Wing</i> NACA 0021.....	28
4.7 Validasi Model Kapal dengan <i>Hull Vane</i> Tipe NACA 4412.....	30
4.8 Hasil Simulasi <i>Drag</i> dan <i>Lift</i> Model Nc-A dan Nc-M .....	31
4.9 Hasil Simulasi Nilai Hambatan Kapal dengan <i>Hull Vane</i> NACA 4412 .....	32
4.10 Perhitungan Koefisien Hambatan Total ( $C_T$ ) .....	34
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>37</b>
5.1 Kesimpulan.....	37
5.2 Saran.....	37
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>RIWAYAT HIDUP</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1. Penamaan variasi model kapal.....	16
Tabel 3. 2. Penamaan variasi model NACA .....	16
Tabel 4. 1 Ukuran geometri NACA .....	18
Tabel 4. 2. Ukuran utama DTMB5415 .....	21
Tabel 4. 3. Hidrostatik Model kapal pada Maxsurf Modeler.....	22
Tabel 4. 4 Variasi model kapal dengan NACA .....	24
Tabel 4. 5 Variasi kecepatan model .....	25
Tabel 4. 6 Grid independent test .....	28
Tabel 4. 7 Nilai <i>lift</i> dan <i>drag wavy wing</i> NACA 0021 .....	29
Tabel 4. 8 nilai efisiensi <i>wavy wing</i> NACA 0021 .....	29
Tabel 4. 9. Nilai hambatan total model validasi .....	31
Tabel 4. 10. Nilai efisiensi hidrodinamis NACA tiap variasi .....	32
Tabel 4. 11. Nilai hambatan total model kapal tiap variasi.....	33
Tabel 4. 12. Nilai koefisien hambatan total model kapal tiap variasi.....	34

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Lift</i> dan <i>Drag</i> (Suryadi, Arief, & Amiadji, 2016) .....	6
Gambar 2. 2. NACA <i>aifoil</i> geometri (Sadraey, 2012) .....	7
Gambar 2. 3. Gambaran umum skematis gaya di Hull Vane.....	8
Gambar 2. 4. Sirip paus <i>humpback</i> .....	10
Gambar 3. 1. Flowchart Kerangka Penelitian.....	13
Gambar 3. 2. Model CAD DTMB 5415 (Hongbo et al., 2020).....	14
Gambar 3. 3. NACA 0021 .....	15
Gambar 3. 4. NACA 4412 .....	15
Gambar 4. 1. Parameter ukuran geometri NACA.....	19
Gambar 4. 2. Model 3D wavy wing NACA 0021 .....	19
Gambar 4. 3. Model 3D NACA 4412 dasar.....	20
Gambar 4. 4. Model 3D NACA 4412 modifikasi <i>leading edge</i> .....	20
Gambar 4. 5. Model kapal pada perangkat lunak Maxsurf Modeller .....	21
Gambar 4. 6. <i>Lines plan</i> kapal model .....	22
Gambar 4. 7. 3D model kapal pada perangkat lunak <i>rhinoceros</i> .....	23
Gambar 4. 8. Lokasi Penempatan NACA (Hongbo et al., 2020).....	23
Gambar 4. 9. Model Hv-A03 (A) dan Hv-A07 (B) .....	24
Gambar 4. 10. Model Hv-M03 (A) dan Hv-M07 (B) .....	24
Gambar 4. 11. Ukuran boundary.....	26
Gambar 4. 12. Grafik grid independent test.....	28
Gambar 4. 13. Grafik Perbandingan nilai efisiensi aerodinamis <i>wavy wing</i> .....	30
Gambar 4. 14. Grafik perbandingan $R_T$ simulasi dengan eksperimen.....	31
Gambar 4. 15. Grafik efisiensi hidrodinamis NACA model variasi .....	32
Gambar 4. 16. Grafik perbandingan hambatan total model variasi .....	33
Gambar 4. 17. Grafik perbandingan $C_T$ Hv-A03 dan Hv-M03.....	34
Gambar 4. 18. Grafik perbandingan $C_T$ Hv-A07 dan Hv-M07.....	35
Gambar 4. 19. Grafik perbandingan $C_T$ model tiap variasi.....	35

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran 1 Lembar konsultasi Pembimbing I
- Lampiran 2 Lembar konsultasi Pembimbing II
- Lampiran 3 Surat Pernyataan Bebas Plagiarisme

## KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrohim

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “ANALISIS MODIFIKASI *LEADING EDGE HULL VANE* TIPE NACA 4412 TERHADAP HAMBATAN KAPAL MENGGUNAKAN METODE CFD”, yang mana skripsi ini saya bersama Muhammad Luthfi memiliki persamaan model. Penulisan skripsi ini bertujuan sebagai syarat kelulusan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi S1 Teknik Perkapalan Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta. Penulis juga menyampaikan rasa syukur dan terima kasih kepada pihak-pihak yang terlibat dalam proses penyelesaian skripsi ini yaitu:

1. Dr. Henry B H Sitorus, ST., MT 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 dan selaku dosen pembimbing I yang telah membantu serta mengarahkan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
3. Bapak Fakhri Akbar Ayub, ST, M.Eng, Ph.D selaku dan Selaku Dosen Pembimbing II yang telah membantu dan mengarahkan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
4. Bapak/Ibu Dosen serta para staf Fakultas Teknik yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.
5. Kedua orang tua dan seluruh saudara kandung penulis yang senantiasa memberikan dukungan dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
6. Saudara dan saudari Maritim 2019 yang senantiasa dalam suka dan duka serta berbagi ilmu yang dimiliki serta memberi semangat dan dukungan.
7. Terima kasih juga kepada seluruh pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu, yang telah membantu dan memberikan dukungan kepada penulis.

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, 20 Juni 2023

Penulis