



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

SKRIPSI

MUHAMMAD LUTHFI

1910313036

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN

2023



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

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

MUHAMMAD LUTHFI

1910313036

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN

2023

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi diajukan oleh:

Nama : Muhammad Luthfi

NIM : 1910313036

Program Studi : Teknik Perkapalan

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

4412 Terhadap *Seakeeping* 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



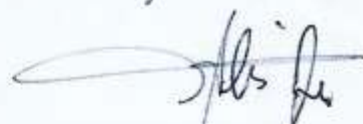
Dr. Fajri Ashfi Rayhan, ST. MT.
Penguji Anggota



Dr. Henry B H Sitorus, ST. MT
Dekan Fakultas Teknik



Dr. Wiwin Sulistyawati, ST. MT
Penguji 1 (Pembimbing)



Dr. Wiwin Sulistyawati, ST. MT
Kepala 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 *SEAKEEPING* KAPAL MENGGUNAKAN METODE CFD

Disusun Oleh:

Muhammad Luthfi

1910313036

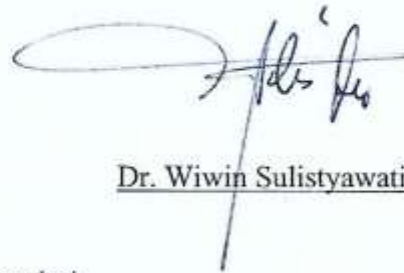
Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II



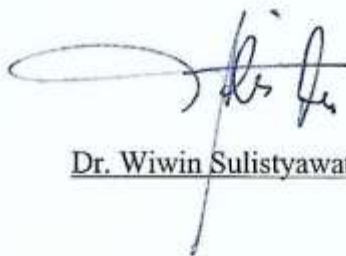
Purwo Joko Suranto, ST, MT, IPM



Dr. Wiwin Sulistyawati, ST, MT

Mengetahui,

Kepala Program Studi 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 : Muhammad Luthfi

NIM : 1910313036

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, 22 Juni 2023

Yang menyatakan,



Muhammad Luthfi

PENYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Muhammad Luthfi
NIM : 1910313036
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 *SEAKEEPING* 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 : 22 Juni 2023
Yang menyatakan,



Muhammad Luthfi

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

MUHAMMAD LUTHFI

ABSTRAK

Seakeeping merupakan kemampuan kapal untuk tetap bertahan diatas gelombang. Kemampuan olah gerak kapal dipengaruhi oleh faktor-faktor diluar kapal. Penggunaan *hull vane* pada kapal dapat menurunkan gerakan naik turun kapal yakni *pitching* yang mana merupakan salah satu dari enam derajat kebebasan. *Hull vane* menggunakan NACA 4412 yang dimodifikasi dengan amplitudo 2 mm dan gelombang 30 mm dengan variasi sudut serang (*angle of attack*) 3° , dan 7° pada kecepatan Fn 0.4 serta dengan *regular wave*, dengan posisi peletakan 40 mm *trailing edge draft* dan 85 mm *trailing edge AP*, serta menggunakan lambung kapal *destroyer* model DTMB 5415. Analisis dilakukan menggunakan metode *Computational Fluids Dynamics* (CFD) menggunakan *software* Ansys Aqwa. Berdasarkan hasil simulasi didapatkan NACA 4412 dengan modifikasi dan sudut serang (*angle of attack*) 7° memiliki nilai pitch terendah diantara variasi yang lain.

Kata Kunci: *Hull Vane*, NACA, *Seakeeping*

ANALYSIS OF MODIFICATION LEADING EDGE HULL VANE WITH NACA TYPE 4412 ON SHIP SEAKEEPING USING CFD METHOD

MUHAMMAD LUTHFI

ABSTRACT

Seakeeping is the ability of a ship to stay above the waves. The ship's seakeeping ability is influenced by factors outside the ship. The use of a hull vane on a ship can reduce the up and down motion of the ship, namely pitching which is one of the six degrees of freedom. The hull vane uses a modified NACA 4412 with an amplitude of 2 mm and a 30 mm wave with angle of attack variations of 3° , and 7° at a speed of $F_n 0.4$ and with regular waves, with a placement position of 40 mm trailing edge draft and 85 mm trailing edge AP, and using the destroyer hull model DTMB 5415. The analysis was conducted using the Computational Fluids Dynamics (CFD) method using Ansys Aqwa software. Based on the simulation results, NACA 4412 with modification and angle of attack 7° has the lowest pitch value among other variations.

Keywords: *Hull Vane, NACA, Seakeeping.*

KATA PENGANTAR

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 *SEAKEEPING* KAPAL MENGGUNAKAN METODE CFD”, yang mana skripsi ini saya Bersama Rifki Rafi memiliki persamaan model dan sistem pekerjaan. 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. Anter Venus, MA, Comm selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.
2. Dr. Henry B H Sitorus, S.T, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.
3. Dr. Wiwin Sulistyawati, S.T, M.T selaku Kepala Program Studi Teknik Perkapalan Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta serta dosen pembimbing II yang telah mengarahkan serta membimbing penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
4. Purwo Joko Suranto, S.T, M.T, IPM selaku dosen pembimbing I yang telah mengarahkan serta membimbing penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Ayah, ibu serta kakak saya yang selalu memberikan doa serta dukungan serta semangat kepada saya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
6. Keluarga besar dari ayah dan ibu yang selalu memberikan doa serta dukungan serta semangat kepada saya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
7. Saudara-saudari Teknik Perkapalan 2019 yang senantiasa membantu dan memberikan semangat kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan, terkhususnya kepada teman saya Rifki Rafi.

8. Terima kasih juga kepada seluruh pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu, yang telah membantu dan memberikan dukungan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan skripsi ini terdapat banyak kekurangan. Maka dari itu, penulis meminta saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan dari laporan skripsi ini. Semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis serta pembaca.

Jakarta, 22 Juni 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
PENYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kapal Perang Destroyer	5
2.2 <i>Hull Vane</i>	5
2.3 NACA	7
2.4 NACA 4412	8
2.5 <i>Seakeeping</i>	8
2.6 <i>Response Amplitudo Operator (RAO)</i>	10
2.7 Computational Fluids Dynamics (CFD)	10
2.8 <i>Leading Edge Tubercles</i>	11
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	12
3.1 <i>Flowcart</i> Penelitian	12
3.2 Studi Literatur	13
3.3 Pengumpulan Data	13
3.4 Pembuatan Model Kapal dan <i>Foil</i>	13

3.5 Simulasi CFD.....	14
3.6 Validasi	14
3.7 Analisis dan Pembahasan.....	14
3.8 Kesimpulan	14
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1 Pemodelan Kapal DTMB 5415 dan NACA 4412.....	15
4.2 Pemodelan DTMB 5415 dengan pemasangan <i>airfoil</i> NACA 4412.....	21
4.3 Analisa <i>Seakeeping</i>	23
4.4 Validasi <i>Trend</i> grafik RAO.....	58
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	60
5.1 Kesimpulan	60
5.2 Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA	
RIWAYAT HIDUP	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Penamaan Model.....	15
Tabel 4. 2 Ukuran pokok model kapal	16
Tabel 4. 3 Validasi Model.....	17
Tabel 4. 4 Ukuran Airfoil NACA	18
Tabel 4. 5 Koordinat Foil NACA 4412.....	19
Tabel 4. 6 Rincian Lokasi Penempatan NACA	20
Tabel 4. 7 Radius of Gyration	24
Tabel 4. 8 Setting Wave Directions	26
Tabel 4. 9 Wave Frequencies (Hz).....	27
Tabel 4. 10 Global Degree of Freedom.....	28
Tabel 4. 11 RAO Surge DTMB 4412 HV-UM3 ⁰	28
Tabel 4. 12 RAO Sway DTMB 4412 HV-UM3	29
Tabel 4. 13 RAO Heave DTMB 4412 HV-UM3.....	29
Tabel 4. 14 RAO Roll DTMB 4412 HV-UM3	30
Tabel 4. 15 RAO Pitch DTMB 4412 HV-UM3.....	30
Tabel 4. 16 RAO Yaw DTMB 4412 HV-UM3	31
Tabel 4. 17 RAO Surge DTMB 4412 HV-UM7.....	34
Tabel 4. 18 RAO Heave DTMB 4412 HV-UM7.....	35
Tabel 4. 19 RAO Sway DTMB 4412 HV-UM7	35
Tabel 4. 20 RAO Roll DTMB 4412 HV-UM7	36
Tabel 4. 21 RAO Pitch DTMB 4412 HV-UM7.....	36
Tabel 4. 22 RAO Yaw DTMB 4412 HV-UM7	37
Tabel 4. 23 RAO Surge DTMB 4412 HV-M3.....	40
Tabel 4. 24 RAO Sway DTMB 4412 HV-M3	41
Tabel 4. 25 RAO Heave DTMB 4412 HV-M3.....	41
Tabel 4. 26 RAO Roll DTMB 4412 HV-M3	42
Tabel 4. 27 RAO Pitch DTMB 4412 HV-M3.....	42
Tabel 4. 28 RAO Yaw DTMB 4412 HV-M3	43
Tabel 4. 29 RAO Surge DTMB 4412 HV-M7.....	46
Tabel 4. 30 RAO Sway DTMB 4412 HV-M7	47
Tabel 4. 31 RAO Heave DTMB 4412 HV-M7.....	47
Tabel 4. 32 RAO Roll DTMB 4412 HV-M7	48
Tabel 4. 33 RAO Pitch DTMB 4412 HV-M7.....	48
Tabel 4. 34 RAO Yaw DTMB 4412 HV-M7	49
Tabel 4. 35 Perbandingan RAO Surge.....	52
Tabel 4. 36 Perbandingan RAO Sway	53
Tabel 4. 37 Perbandingan RAO Heave	54
Tabel 4. 38 Perbandingan RAO Roll	55
Tabel 4. 39 Perbandingan RAO Pitch.....	56
Tabel 4. 40 Perbandingan RAO Yaw.....	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Destroyer Ship.....	5
Gambar 2. 2 Gaya Skematis pada Hull Vane.....	6
Gambar 2. 3 NACA airfoil geometry (Sadraey, 2012).....	7
Gambar 2. 4 NACA 4412.....	8
Gambar 2. 5 Gerakan Rotasi pada Kapal.....	8
Gambar 2. 6 Gerakan Translasi pada Kapal.....	9
Gambar 2. 7 Sirip Paus Humpback.....	11
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	12
Gambar 4. 1 Design DTMB 5415.....	16
Gambar 4. 2 Lines Plan DTMB 5415.....	17
Gambar 4. 3 Grafik Perbandingan Hasil Resistance (N) Model Validasi.....	18
Gambar 4. 4 NACA 4412.....	18
Gambar 4. 5 Airfoil NACA 4412 HV-UM.....	20
Gambar 4. 6 Airfoil NACA 4412 HV-M.....	21
Gambar 4. 7 DTMB 5415 dengan HV-UM3.....	21
Gambar 4. 8 DTMB 5415 dengan HV-UM7.....	22
Gambar 4. 9 DTMB 5415 dengan HV-M3.....	22
Gambar 4. 10 DTMB 5415 dengan HV-M7.....	22
Gambar 4. 11 Share Topology.....	23
Gambar 4. 12 Sumbu koordinat ditengah kapal.....	23
Gambar 4. 13 Split Body pada Model Geometry.....	24
Gambar 4. 14 Boundary Condition pada ANSYS AQWA.....	24
Gambar 4. 15 Hasil Meshing pada DTMB 5415 HV-UM.....	25
Gambar 4. 16 Hasil Meshing pada DTMB 5415 HV-M.....	25
Gambar 4. 17 RAO Surge DTMB 4412 HV-UM3.....	31
Gambar 4. 18 RAO Sway DTMB 4412 HV-UM3.....	32
Gambar 4. 19 RAO Heave DTMB 4412 HV-UM3.....	32
Gambar 4. 20 RAO Roll DTMB 4412 HV-UM3.....	33
Gambar 4. 21 RAO Pitch DTMB 4412 HV-UM3.....	33
Gambar 4. 22 RAO Yaw DTMB 4412 HV-UM3.....	34
Gambar 4. 23 RAO Surge DTMB 4412 HV-UM7.....	37
Gambar 4. 24 RAO Sway DTMB 4412 HV-UM7.....	38
Gambar 4. 25 RAO Heave DTMB 4412 HV-UM7.....	38
Gambar 4. 26 RAO Roll DTMB 4412 HV-UM7.....	39
Gambar 4. 27 RAO Pitch DTMB 4412 HV-UM7.....	39
Gambar 4. 28 RAO Yaw DTMB 4412 HV-UM7.....	40
Gambar 4. 29 RAO Surge DTMB 4412 HV-M3.....	43
Gambar 4. 30 RAO Sway DTMB 4412 HV-M3.....	44
Gambar 4. 31 RAO Heave DTMB 4412 HV-M3.....	44
Gambar 4. 32 RAO Roll DTMB 4412 HV-M3.....	45
Gambar 4. 33 RAO Pitch DTMB 4412 HV-M3.....	45
Gambar 4. 34 RAO Yaw DTMB 4412 HV-M3.....	46
Gambar 4. 35 RAO Surge DTMB 4412 HV-M7.....	49
Gambar 4. 36 RAO Sway DTMB 4412 HV-M7.....	50
Gambar 4. 37 RAO Heave DTMB 4412 HV-M7.....	50
Gambar 4. 38 RAO Roll DTMB 4412 HV-M7.....	51

Gambar 4. 39 RAO Pitch DTMB 4412 HV-M7	51
Gambar 4. 40 RAO Yaw DTMB 4412 HV-M7.....	52
Gambar 4. 41 Grafik Perbandingan RAO Surge.....	53
Gambar 4. 42 Grafik Perbandingan RAO Sway	54
Gambar 4. 43 Grafik Perbandingan RAO Heave.....	55
Gambar 4. 44 Grafik Perbandingan RAO Roll	56
Gambar 4. 45 Grafik Perbandingan RAO Pitch.....	57
Gambar 4. 46 Grafik Perbandingan RAO Yaw	58
Gambar 4. 47 Heave RAO Destroyer Ship dengan kecepatan 22 knots.....	58
Gambar 4. 48 Grafik Rasio pada Sudut Arah Gelombang.....	59

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Lembar Konsultasi Pembimbing 1
- Lampiran 2 Lembar Konsultasi Pembimbing 2
- Lampiran 3 Pernyataan Bebas Plagiarisme
- Lampiran 4 Hasil Pengecekan Plagiarisme