



**ANALISIS HYDROFOIL TERHADAP KAVITASI
DENGAN TIPE NACA 64(1)-212 DAN NACA 0015**

SKRIPSI

DWI LUTHFI TAWAKKALNA

2010313043

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN
2024**



**ANALISIS HYDROFOIL TERHADAP KAVITASI
DENGAN TIPE NACA 64(1)-212 DAN NACA 0015**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

DWI LUTHFI TAWAKKALNA

2010313043

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi diajukan oleh :

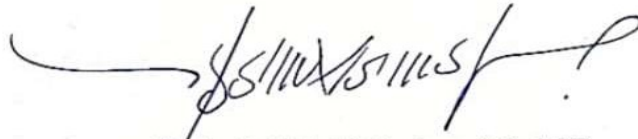
Nama : Dwi Luthfi Tawakkalna

NIM : 2010313043



Program Studi : S1 Teknik Perkapalan

Judul Skripsi : Analisis Hidrofoil Bertipe NACA 64(1)-212 dan NACA 0015 Dengan Simulasi Numerik 2D


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.




Dr. Ir. Fajri Ashfi Rayhan, S.T., M.T.
Penguji Utama




Ir. Amir Marsabessy, M.T., IPM.
Penguji Lembaga



Dr. Muchamad Oktaviandri, ST., MT., IPM.,
ASEAN. Eng
Plt. Dekan Fakultas Teknik



Dr. Wiwin Sulistyawati, ST., MT
Pembimbing



Dr. Wiwin Sulistyawati, ST., MT
Kepala Program Studi Teknik Perkapalan

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 10 Juli 2024

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

ANALISIS HYDROFOIL TERHADAP KAVITASI DENGAN TIPE NACA
64(1)-212 DAN NACA 0015

Disusun Oleh :

Dwi Luthfi Tawakkalna

2010313043



Menyetujui.

Pembimbing 1



Fakhri Akbar Ayub, S.T., M.Eng, Ph.D

Pembimbing 2



Dr. Wiwin Sulistyawati, S.T, M.T.,

Kepala Program Studi SI Teknik Perkapalan



Dr. Wiwin Sulistyawati, S.T, M.T.,

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Dwi Luthfi Tawakkalna

NIM : 2010313043

Program Studi : S1 Teknik Perkapalan

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

Depok, 19 Juli 2024



Dwi Luthfi Tawakkalna

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Dwi Luthfi Tawakkalna
NIM : 2010313043
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 HYDROFOIL TERHADAP KAVITASI DENGAN TIPE NACA 64(1)-212 DAN NACA 0015”

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 : Depok

Pada Tanggal : 19 Juli 2024

Yang Menyatakan,



Dwi Luthfi Tawakkalna

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya kepada kami sehingga saya dapat menyelesaikan perjalanan akademik hingga tahap penyusunan skripsi ini dengan judul " Analisis Simulasi Numerik 2D Hydrofoil dengan Tipe NACA 64(1)-212 Terhadap Aliran Kavitasi." Oleh karena itu, saya ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, dan motivasi selama saya mengejar pencapaian ini, yaitu :

1. Bapak Dr. Anter Venus, MA.Comm. selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.
2. Bapak Dr. Henry B. H. Sitorus, S.T, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.
3. Ibu Dr. Wiwin Sulistyawati, ST, MT selaku Kepala Program Studi Teknik Perkapalan Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta sekaligus Dosen Pembimbing II yang telah memandu arah skripsi ini hingga selesai.
4. Fakhri Akbar Ayub, S.T., M.Eng., PhD. selaku Dosen Pembimbing I yang telah membantu saya dalam pengerjaan penulisan penelitian ini.
5. Bapak/Ibu Dosen serta para Staf Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.
6. Kepada orang tua penulis yang senantiasa memberikan dukungan doa, materi maupun semangat kepada penulis.
7. Kepada keluarga MARITIM Angkatan 2020 yang senantiasa memberikan bantuan dan memberi semangat kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.
8. Bapak Dr. Ubaid Al Faruq, S.Pd., M.Pd. selaku tetangga sekaligus dosen pembimbing cadangan yang telah membantu persiapan sidang.
9. Anggota grup Whatsapp PBB yang menemani penulis dan memberikan dukungan selama penyusunan skripsi

Skripsi ini dilakukan dengan tujuan untuk memberikan kontribusi ilmiah dalam bidang Teknik Perkapalan, khususnya dalam konteks pengembangan teknologi

kapal bertenaga listrik. Penulis berharap skripsi ini dapat menjadi referensi yang bermanfaat bagi pihak-pihak terkait dalam upaya meningkatkan kapal berteknologi ramah lingkungan. Terakhir, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, segala kritik, saran, dan masukan yang membangun sangat diharapkan guna perbaikan di masa mendatang.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	5
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
BAB 2 KAJIAN TEORI	7
2.1 <i>Cavitation</i>	7
2.1.1 <i>Cavitation Number</i>	7
2.1.2. Bubble Collapse Velocity.....	7
2.1.3 Cavitation Source Term.....	8
2.2. Lift & Drag	9
2.3 Divergence of Velocity $\nabla \cdot V$	10
2.3 <i>Fluid Mechanics</i>	11
2.3.1 Substantial derivative	11
2.4 <i>Governing Equation</i>	13
2.4.1 <i>Continuity Equation in conservation form</i>	14
2.4.2 <i>Momentum Equation</i>	15
2.5 Turbulence Model.....	15
2.5.1 k - ϵ model equation	15

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1 Diagram Alir Penelitian	17
3.2 Metodologi Penelitian.....	18
3.2.1 Survei Pendahuluan	18
3.2.2 Perumusan Masalah.....	18
3.2.3 Studi Literatur.....	18
3.2.4 Pengerjaan Solusi	18
3.2.5 Pemodelan Data Simulasi.....	18
3.2.6 Pemodelan Data Simulasi.....	19
3.2.7 Pembuatan Meshing	19
3.2.8 Setup Boundary Condition	20
3.3 Jenis Penelitian	20
BAB 4 ANALISIS.....	21
4.1 Model Hidrofoil	21
4.2 Pengaturan Analisis Pada Ansys CFX.....	21
4.2.1 Penentuan Jumlah Meshing.....	21
4.2.2 Pengaturan Domain CFX-Ploter.....	23
4.3 Analisa Kecepatan Fluida Pada Dua Tipe NACA.....	27
4.3.1 Kecepatan Fluida Pada Hidrofoil Tipe NACA 64(1)-212.....	28
4.3.2 Kecepatan Fluida Pada Hidrofoil Tipe NACA 0015.....	37
4.4 Tampilan Kavitasasi (<i>Vapor Pocket</i>)	46
4.4.1 Kavitasasi Pada Hidrofoil Tipe NACA 64(1)-212.....	47
4.4.2 Kavitasasi Pada Hidrofoil Tipe NACA 0015	56
4.5 Pembahasan	63
BAB 5 PENUTUP.....	66
5.1 Kesimpulan	66
5.2 Saran	66
DAFTAR PUSTAKA	
RIWAYAT HIDUP	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Dimensi CLE Hydrofoil	2
Gambar 1. 2 Lokasi dan grafik perbandingan simulasi numerik dan eksperimen dari osilasi tekanan pada hydrofoil	3
Gambar 1. 3 contoh umum erosi pada objek akibat kavitasi.....	4
Gambar 1. 4 NACA 641-212 dan NACA 0015 dengan panjang chord 116 mm..	4
Gambar 2. 1 Perbandingan evolusi R/R_0 dengan R saat gelembung memecah ...	8
Gambar 2. 2. 2D foil.....	10
Gambar 2. 3 Finite control volume approach dan infinite fluid element approach	11
Gambar 2. 4 Control volume bergerak untuk menafsirkan divergence of velocity	11
Gambar 2. 5 Elemen fluid bergerak mengikuti jalur	12
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	17
Gambar 3. 2 NACA 641-212 dengan panjang chord 116 mm	19
Gambar 4. 1 Model simulasi hidrofoil	21
Gambar 4. 2, Garis untuk mengambil data pada hydrofoil NACA 64212	22
Gambar 4. 3, Meshing hidrofoil NACA 64(1)-212	23
Gambar 4. 4, Meshing hidrofoil NACA 0015	23
Gambar 4. 5, Pengaturan Jenis Fluida serta sifatnya pada ansys cfx	25
Gambar 4. 6, Pengaturan model Turbulensi pada ansys cfx	25
Gambar 4. 7, Pengaturan model kavitasi.....	26
Gambar 4. 8, Pengaturan Boundary Inlet	26
Gambar 4. 9, Pengaturan boundary outlet	26
Gambar 4. 10, Pengaturan analisis tipe transient	27
Gambar 4. 11, titik pengambilan data kecepatan fluida pada hidrofoil tipe NACA 64(1)-212.....	27
Gambar 4. 12, titik pengambilan data kecepatan fluida pada hidrofoil tipe NACA 64(1)-212.....	27
Gambar 4. 13, Gambaran kecepatan fluida pada NACA 641-212 sudut serangan 2°	28
Gambar 4. 14, Grafik kecepatan fluida pada NACA 641-212 sudut serangan 2°	28

Gambar 4. 15, Gambaran kecepatan fluida pada NACA 641-212 sudut serangan 4°	29
Gambar 4. 16, Grafik kecepatan fluida pada NACA 641-212 sudut serangan 4°30	
Gambar 4. 17, Data nilai kecepatan fluida di setiap titik pada NACA 641-212 sudut serangan 4°	31
Gambar 4. 18, Gambaran kecepatan fluida pada NACA 641-212 sudut serangan 5°	31
Gambar 4. 19, Grafik kecepatan fluida pada NACA 641-212 sudut serangan 5°32	
Gambar 4. 20, Gambaran kecepatan fluida pada NACA 641-212 sudut serangan 6°	33
Gambar 4. 21, Grafik kecepatan fluida pada NACA 641-212 sudut serangan 6°33	
Gambar 4. 22, Gambaran kecepatan fluida pada NACA 641-212 sudut serangan 10°	34
Gambar 4. 23, Grafik kecepatan fluida pada NACA 641-212 sudut serangan 10°	35
Gambar 4. 24, Gambaran kecepatan fluida pada NACA 0015 sudut serangan 2°	37
Gambar 4. 25, Grafik kecepatan fluida pada NACA 0015 sudut serangan 2°	38
Gambar 4. 26, Gambaran kecepatan fluida pada NACA 0015 sudut serangan 4°	39
Gambar 4. 27, Grafik kecepatan fluida pada NACA 0015 sudut serangan 4°	39
Gambar 4. 28, Gambaran kecepatan fluida pada NACA 0015 sudut serangan 5°	40
Gambar 4. 29, Grafik kecepatan fluida pada NACA 0015 sudut serangan 5°	41
Gambar 4. 30, Gambaran kecepatan fluida pada NACA 0015 sudut serangan 6°	42
Gambar 4. 31, Grafik kecepatan fluida pada NACA 0015 sudut serangan 6°	42
Gambar 4. 32, Gambaran kecepatan fluida pada NACA 0015 sudut serangan 8°	43
Gambar 4. 33, Grafik kecepatan fluida pada NACA 0015 sudut serangan 8°	44
Gambar 4. 34, Gambaran kecepatan fluida pada NACA 0015 sudut serangan 10°	45

Gambar 4. 35 , Grafik kecepatan fluida pada NACA 0015 sudut serangan 10° ..	45
Gambar 4. 36 , Titik-titik pengambilan data pressure pada hidrofoil tipe NACA 64(1)-212.....	46
Gambar 4. 37 , Titik-titik pengambilan data pressure pada hidrofoil tipe NACA 0015.....	47
Gambar 4. 38 , Kavitasi yang terjadi pada timesteps 0.03 s sampai 0.06 s.....	47
Gambar 4. 39 , Tekanan pada hidrofoil tipe NACA 64(1)-212 bersudut serangan 4°	48
Gambar 4. 40 , Kavitasi yang terjadi pada timesteps 0.02 s sampai 0.06 s.....	49
Gambar 4. 41 , Tekanan pada hidrofoil tipe NACA 64(1)-212 bersudut serangan 5°	49
Gambar 4. 42 , Kavitasi yang terjadi pada timesteps 0.01 s sampai 0.06 s.....	50
Gambar 4. 43 , Kavitasi yang terjadi pada timesteps 0.11 s sampai 0.14 s.....	51
Gambar 4. 44 , Tekanan pada hidrofoil tipe NACA 64(1)-212 bersudut serangan 6°	51
Gambar 4. 45 , Kavitasi yang terjadi pada timesteps 0.01 s sampai 0.05 s.....	52
Gambar 4. 46 , Kavitasi yang terjadi pada timesteps 0.08 s sampai 0.13 s.....	53
Gambar 4. 47 , Kavitasi yang terjadi Konstant setelah timesteps 0.50 s.....	53
Gambar 4. 48 , Tekanan pada hidrofoil tipe NACA 64(1)-212 bersudut serangan 8°	53
Gambar 4. 49 , Kavitasi yang terjadi pada timesteps 0.12 s sampai 0.14 s.....	54
Gambar 4. 50 , Kavitasi yang terjadi pada timesteps 0.17 s sampai 0.19 s.....	55
Gambar 4. 51 , Kavitasi yang terjadi pada timesteps 0.22 s sampai 0.26 s.....	55
Gambar 4. 52 , Tekanan pada hidrofoil tipe NACA 64(1)-212 bersudut serangan 10°	56
Gambar 4. 53 , Kavitasi yang terjadi pada timesteps 0.02 s sampai 0.08 s.....	57
Gambar 4. 54 , Tekanan pada hidrofoil tipe NACA 64(1)-212 bersudut serangan 5°	57
Gambar 4. 55 , Kavitasi yang terjadi pada timesteps 0.01 s sampai 0.06 s.....	58
Gambar 4. 56 , Kavitasi yang terjadi pada timesteps 0.10 s sampai 0.13 s.....	58
Gambar 4. 57 , Kavitasi yang terjadi Konstant setelah timesteps 0.30 s.....	59
Gambar 4. 58 , Kavitasi yang terjadi pada timesteps 0.14 s sampai 0.17 s.....	59

Gambar 4. 60, Kavitasi yang terjadi pada timesteps 0.27 s sampai 0.30 s..... 60
Gambar 4. 61, Tekanan pada hidrofoil tipe NACA 64(1)-212 bersudut serangan 8°
..... 61
Gambar 4. 62, Kavitasi yang terjadi pada timesteps 0.18 s sampai 0.23 s..... 62
Gambar 4. 63, Kavitasi yang terjadi pada timesteps 0.25 s sampai 0.30 s..... 62
Gambar 4. 64, Kavitasi yang terjadi pada timesteps 0.31 s sampai 0.34 s..... 63
Gambar 4. 65, Tekanan pada hidrofoil tipe NACA 64(1)-212 bersudut serangan
10° 63

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Nilai-nilai dari boundary condition	20
Tabel 3. 2 luasan Tunnel untuk simulasi numerik, panjang 500 m, tinggi 100 m	20
Tabel 4. 1, Variabel pressure (Pa) di berbagai jumlah elemen.....	22
Tabel 4. 2, Variabel water velocity (m/s) di berbagai jumlah elemen	22
Tabel 4. 3, Variabel water velocity (m/s) di berbagai jumlah elemen	23
Tabel 4. 4, Perhitungan Cavitation Number dengan data yang mengikuti jurnal (H. Kanfoudi, 2016)	24
Tabel 4. 5, Data nilai kecepatan fluida di setiap titik pada NACA 641-212 sudut serangan 2°	29
Tabel 4. 6, Data nilai kecepatan fluida di setiap titik pada NACA 641-212 sudut serangan 5°	33
Tabel 4. 7, Data nilai kecepatan fluida di setiap titik pada NACA 641-212 sudut serangan 6°	34
Tabel 4. 8, Data nilai kecepatan fluida di setiap titik pada NACA 641-212 sudut serangan 8°	36
Tabel 4. 9, Data nilai kecepatan fluida di setiap titik pada NACA 641-212 sudut serangan 10°	37
Tabel 4. 9, Data nilai kecepatan fluida di setiap titik pada NACA 0015 sudut serangan 2°	39
Tabel 4. 10, Data nilai kecepatan fluida di setiap titik pada NACA 0015 sudut serangan 4°	40
Tabel 4. 11, Data nilai kecepatan fluida di setiap titik pada NACA 0015 sudut serangan 5°	42
Tabel 4. 12, Data nilai kecepatan fluida di setiap titik pada NACA 0015 sudut serangan 6°	43
Tabel 4. 13, Data nilai kecepatan fluida di setiap titik pada NACA 0015 sudut serangan 8°	45
Tabel 4. 14, Data nilai kecepatan fluida di setiap titik pada NACA 0015 sudut serangan 10°	46
Tabel 4. 15, Data tekanan pada hidrofoil tipe naca 64(1)-212 bersudut serangan 4°	48

Tabel 4. 16, Data tekanan pada hidrofoil tipe naca 64(1)-212 bersudut serangan 5°	49
Tabel 4. 17, Data tekanan pada hidrofoil tipe naca 64(1)-212 bersudut serangan 6°	51
Tabel 4. 18, Data tekanan pada hidrofoil tipe naca 64(1)-212 bersudut serangan 8°	54
Tabel 4. 19, Data tekanan pada hidrofoil tipe naca 64(1)-212 bersudut serangan 10°	56
Tabel 4. 20, Data tekanan pada hidrofoil tipe naca 64(1)-212 bersudut serangan 5°	58
Tabel 4. 21, Data tekanan pada hidrofoil tipe naca 64(1)-212 bersudut serangan 6°	59
Tabel 4. 22, Data tekanan pada hidrofoil tipe naca 64(1)-212 bersudut serangan 8°	61
Tabel 4. 23, Data tekanan pada hidrofoil tipe naca 64(1)-212 bersudut serangan 10°	63
Tabel 4. 24, periode kavitasi hydrofoil tipe NACA 64(1)-212 bersudut serangan 10°	64
Tabel 4. 25, periode kavitasi hydrofoil tipe NACA 0015 bersudut serangan 8°..	65
Tabel 4. 26, periode kavitasi hydrofoil tipe NACA 0015 bersudut serangan 10°	65