



**KARAKTERISTIK HIDRODINAMIKA LAMBUNG  
*MONOHULL* DAN *PENTAMARAN* TERHADAP  
PENGUNAAN VARIASI *LEADING EDGE TUBERCLES*  
PADA NACA 0012**

**SKRIPSI**

**BINTANG AKBAR RAHIM SILALONG**

**2010313025**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAKARTA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN**

**2024**



**KARAKTERISTIK HIDRODINAMIKA LAMBUNG  
*MONOHULL* DAN *PENTAMARAN* TERHADAP  
PENGUNAAN VARIASI *LEADING EDGE TUBERCLES*  
PADA NACA 0012**

**SKRIPSI**

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik**

**BINTANG AKBAR RAHIM SILALONG**

**2010313025**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAKARTA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN**

**2024**

## HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Bintang Akbar Rahim Silalong

NIM : 2010313025

Program Studi : S1 Teknik Perkapalan

Judul Skripsi : Karakteristik Hidrodinamika Lambung *Monohull* dan *Pentamaran* Terhadap Penggunaan Variasi *Leading Edge Tubercles* Pada NACA 0012

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.

Fathin Muhammad Mahdudhu, S.T., B.Eng., M.Sc

Penguji Utama

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

Penguji Lembaga



Purwo Joko Suranto, S.T., M.T

Pembimbing

Dr. Muchamad Oktaviandri, ST., MT.,

IPM., ASEAN, Eng

Plt. Dekan Fakultas Teknik

Dr. Wiwin Sulistyawati, ST., MT

Kepala Program Studi

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 10 Juli 2024

# HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

KARAKTERISTIK HIDRODINAMIKA LAMBUNG *MONOHULL* DAN  
*PENTAMARAN* TERHADAP PENGGUNAAN VARIASI *LEADING EDGE*  
*TUBERCLES* PADA NACA 0012

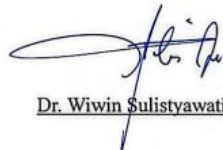
Disusun Oleh:

Bintang Akbar Rahim Silalong

2010313025

Menyetujui,

Pembimbing I



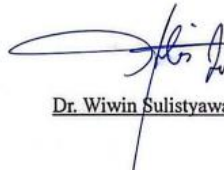
Dr. Wiwin Sulistyawati, ST., MT

Pembimbing II



Purwo Joko Suranto, S.T., M.T

Kepala Program Studi S1 Teknik Perkapalan



Dr. Wiwin Sulistyawati, ST., MT

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Bintang Akbar Rahim Silalong

NIM : 2010313025

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.

Jakarta, 10 Juli 2024

Yang menyatakan,



(Bintang Akbar Rahim Silalong)

# HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Bintang Akbar Rahim Silalong

NIM : 2010313025

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:

**“KARAKTERISTIK HIDRODINAMIKA LAMBUNG *MONOHULL* DAN  
PENTAMARAN TERHADAP PENGGUNAAN VARIASI *LEADING EDGE*  
TUBERCLES PADA NACA 0012”**

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 : 10 Juli 2024

Yang menyatakan,



(Bintang Akbar Rahim Silalong)

**KARAKTERISTIK HIDRODINAMIKA LAMBUNG  
MONOHULL DAN PENTAMARAN TERHADAP  
PENGUNAAN VARIASI *LEADING EDGE TUBERCLES*  
PADA NACA 0012**

**Bintang Akbar Rahim Silalong**

**ABSTRAK**

Inovasi terus dilakukan pada industri maritim untuk menciptakan hal-hal yang lebih baik. Salah satu contohnya adalah penerapan *leading edge tubercles* pada sebuah *foil*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek dari penggunaan *leading edge tubercles* pada NACA 0012. *Foil* dipasang pada *monohull* dan *pentamaran* dengan variasi jarak pada *foil* ( $L_x = 2c$ ,  $L_y = 1c$ ); ( $L_x = 2c$ ,  $L_y = 0.7c$ ); ( $L_x = 2c$ ,  $L_y = 0.5c$ ) dan variasi kecepatan ( $F_n = 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,75; 1$ ). Penelitian dilakukan dengan simulasi CFD menggunakan software *ANSYS Fluent*. Hasil yang didapatkan adalah hambatan total, hambatan viskositas, hambatan gelombang, dan gaya angkat. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada model *monohull* dan *pentamaran* nilai hambatan terbesar dihasilkan oleh model dengan pemasangan jarak *foil* paling dekat yaitu  $L_y = 0.5c$ . Hal ini berarti semakin dekat jarak *foil* maka akan semakin besar nilai hambatan dari kapal tersebut. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman lebih mendalam terhadap efek dari penggunaan *leading edge tubercles* pada *foil* yang dipasang pada kapal.

**Kata Kunci:** CFD, *Monohull*, *Multihull*, *Pentamaran*, NACA, *Leading Edge*, *Tubercles*, Hambatan, Hidrodinamika

# ***HYDRODYNAMIC CHARACTERISTICS OF MONOHULL AND PENTAMARAN TO THE USE OF VARIATIONS OF LEADING EDGE TUBERCLES IN NACA 0012***

**Bintang Akbar Rahim Silalong**

## ***ABSTRACT***

*Innovation continues to be made in the maritime industry to create better things. One example is the application of leading edge tubercles on a foil. This research aims to determine the effect of using leading edge tubercles on the NACA 0012. The foil is installed on the monohull and pentamaran with varying distances on the foil ( $L_x = 2c$ ,  $L_y = 1c$ ); ( $L_x = 2c$ ,  $L_y = 0.7c$ ); ( $L_x = 2c$ ,  $L_y = 0.5c$ ) and speed variations ( $Fn = 0.2$ ;  $0.3$ ;  $0.4$ ;  $0.5$ ;  $0.75$ ;  $1$ ). The research was carried out with CFD simulation using ANSYS Fluent software. The results obtained are total resistance, viscosity resistance, wave resistance, and lift force. The analysis results show that in the monohull and pentamaran models the largest resistance value is produced by the model with the closest foil spacing, namely  $L_y = 0.5c$ . This means that the closer the foil is, the greater the resistance value of the ship. Thus, it is hoped that this research can provide a deeper understanding of the effects of using leading edge tubercles on foils installed on ships.*

**Keywords:** *CFD, Monohull, Multihull, Pentamaran, NACA, Leading Edge, Tubercles, Drag, Hydrodynamics*



## KATA PENGANTAR

Dengan segala puji dan syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, penulis panjatkan karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "*Karakteristik Hidrodinamika Lambung Monohull dan Pentamaran Terhadap Penggunaan Variasi Leading Edge Tubercles Pada NACA 0012*". Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Fakultas Teknik jurusan Teknik Perkapalan Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang penulis sebutkan dibawah:

1. Ibu Dr. Wiwin Sulistyawati, ST., MT. selaku Kepala Program Studi Teknik Perkapalan Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta dan juga dosen pembimbing I yang telah membantu penulis sehingga skripsi ini dapat selesai.
2. Pak Purwo Joko Suranto, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II yang telah membantu dan mengarahkan sehingga skripsi ini dapat selesai tepat waktu.
3. Orang tua penulis yang sudah memberikan bantuan dan juga semangat selama penulis menyusun skripsi.
4. Lucky dan Neeta yang sudah memberikan semangat dan hiburan.
5. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Teknik Perkapalan UPN Veteran Jakarta yang telah memberikan arahan serta ilmunya selama masa perkuliahan.
6. Saudara dan saudari Maritim yang senantiasa dalam suka dan duka serta berbagi ilmu yang dimiliki serta memberi semangat dan dukungan.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan, terutama bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang ekonomi. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa mendatang.

Jakarta, Juni 2024

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....	v
ABSTRAK .....	v
<i>ABSTRACT</i> .....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
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
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Lambung Kapal .....	5
2.2 <i>Dual Foil NACA 0012</i> .....	6
2.3 <i>Leading Edge Tubercles</i> .....	7
2.4 Hambatan Kapal .....	9

2.4.1 Koefisien Hambatan Kapal.....	9
2.5 <i>Computational Fluid Dynamics</i> (CFD).....	10
2.6 <i>ANSYS Fluent</i> .....	11
<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.....	13
3.4 Pemodelan Lambung <i>Monohull</i> dan Pentamaran dengan Penggunaan Variasi <i>Leading Edge Tubercles</i> pada NACA 0012 .....	13
3.4.1 Pemodelan <i>Monohull</i> .....	13
3.4.2 Pemodelan Pentamaran.....	15
3.4.3 Pemodelan <i>Foil</i> NACA dengan Variasi <i>Leading Edge Tubercles</i> .....	16
3.5 Validasi Model Awal Tanpa Variasi <i>Leading Edge Tubercles</i> NACA 0012 dari Penelitian W. Sulistyawati (2019).....	19
3.6 Simulasi Lambung <i>Monohull</i> dan Pentamaran dengan Variasi <i>Leading Edge Tubercles</i> pada NACA 0012 .....	20
3.7 Analisis Perbandingan <i>Monohull</i> dan <i>Pentamaran</i> dengan Penggunaan Variasi <i>Leading Edge Tubercles</i> pada NACA 0012 .....	21
3.8 Kesimpulan.....	21
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>22</b>
4.1 Pemasangan Dual Foil NACA 0012 dengan Variasi Tubercles pada <i>Monohull</i> dan <i>Pentamaran</i> .....	22
4.1.1 Pemasangan Dual Foil NACA 0012 dengan Variasi Tubercles pada <i>Monohull</i> .....	22
4.1.2 Pemasangan Dual Foil NACA 0012 dengan Variasi Tubercles pada <i>Pentaramaran</i> .....	23
4.1.3 Meshing .....	23

4.2	Pengaturan pada Model dalam Software ANSYS.....	26
4.2.1	Pembuatan Domain pada <i>Monohull</i> .....	26
4.2.2	Pengaturan Meshing pada <i>Monohull</i> .....	27
4.2.3	Pembuatan Domain pada <i>Pentamaran</i> .....	27
4.2.4	Pengaturan Meshing pada <i>Pentamaran</i> .....	29
4.2.5	Pemilihan Jenis Fluida .....	29
4.3	Hasil Simulasi pada <i>Monohull</i> .....	29
4.3.1	Hasil Koefisien Hambatan Total pada <i>Monohull</i> .....	30
4.3.2	Hasil Koefisien Hambatan Viskositas pada <i>Monohull</i> .....	31
4.3.3	Hasil Koefisien Gaya Angkat pada <i>Monohull</i> .....	32
4.4	Hasil Simulasi pada <i>Pentamaran</i> .....	32
4.4.1	Hasil Koefisien Hambatan Total pada <i>Pentamaran</i> .....	33
4.4.2	Hasil Koefisien Hambatan Viskositas pada <i>Pentamaran</i> .....	34
4.4.3	Hasil Koefisien Gaya Angkat pada <i>Pentamaran</i> .....	35
4.5	Hasil Kontur Simulasi pada <i>Monohull</i> dan <i>Pentamaran</i> .....	36
4.6	Perbandingan dengan <i>Monohull</i> tanpa Variasi <i>Leading Edge Tubercles</i>	39
4.6.1	Perbandingan Koefisien Hambatan Total .....	39
4.6.2	Perbandingan Koefisien Hambatan Viskositas.....	40
4.6.3	Perbandingan Koefisien Gaya Angkat.....	41
4.7	Perbandingan dengan <i>Pentamaran</i> tanpa Variasi <i>Leading Edge Tubercles</i>	42
4.7.1	Perbandingan Koefisien Hambatan Total .....	42
4.7.2	Perbandingan Koefisien Hambatan Viskositas.....	43
4.7.3	Perbandingan Koefisien Gaya Angkat.....	44
<b>BAB 5</b>	<b>SARAN DAN KESIMPULAN .....</b>	<b>45</b>
5.1	Kesimpulan.....	45

5.2 Saran.....45

**DAFTAR PUSTAKA**

**RIWAYAT HIDUP**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 3. 1</b> Data Koordinat NACA 0012.....	16
<b>Tabel 3. 2</b> Data Validasi Model.....	19
<b>Tabel 4. 1</b> Grid Independence Monohull.....	24
<b>Tabel 4. 2</b> Grid Independence Pentamaran.....	25
<b>Tabel 4. 3</b> Ukuran Domain Monohull .....	26
<b>Tabel 4. 4</b> Ukuran Domain Pentamaran .....	28
<b>Tabel 4. 5</b> Penamaan Monohull.....	29
<b>Tabel 4. 6</b> Penamaan Pentamaran.....	32
<b>Tabel 4. 7</b> Hasil Kontur pada Monohull.....	36
<b>Tabel 4. 8</b> Hasil Kontur pada Pentamaran.....	37

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b> Lambung Monohull .....	5
<b>Gambar 2. 2</b> Model Lambung Pentamaran.....	6
<b>Gambar 2. 3</b> Foil NACA.....	7
<b>Gambar 2. 4</b> NACA 0012 .....	7
<b>Gambar 2. 5</b> Sirip Paus Humpback .....	8
<b>Gambar 2. 6</b> Penggunaan Variasi Leading Edge Tubercles pada NACA 0012 ....	8
<b>Gambar 2. 7</b> Logo ANSYS Fluent.....	11
<b>Gambar 3. 1</b> Flowchart Penelitian .....	12
<b>Gambar 3. 2</b> Body Plan Monohull.....	14
<b>Gambar 3. 3</b> Half Breadth Plan Monohull.....	14
<b>Gambar 3. 4</b> Tampilan 3D Monohull di Rhinoceros 7 .....	14
<b>Gambar 3. 5</b> Body Plan Pentamaran.....	15
<b>Gambar 3. 6</b> Half Breadth Plan Pentamaran .....	15
<b>Gambar 3. 7</b> Tampilan 3D Pentamaran di Rhinoceros 7 .....	16
<b>Gambar 3. 8</b> Profil NACA 0012.....	16
<b>Gambar 3. 9</b> Model 3D Foil NACA 0012 .....	18
<b>Gambar 3. 10</b> Model 3D Foil NACA 0012 dengan Variasi Tubercles .....	19
<b>Gambar 3. 11</b> Grafik Perbandingan Ct .....	20
<b>Gambar 4. 1</b> Monohull dengan Foil NACA 0012 Variasi Tubercles.....	22
<b>Gambar 4. 2</b> Pentamaran dengan Foil NACA 0012 Variasi Tubercles.....	23
<b>Gambar 4. 3</b> Grafik Grid Independence Monohull.....	24
<b>Gambar 4. 4</b> Grafik Grid Independence Pentamaran .....	25
<b>Gambar 4. 5</b> Pemodelan Domain pada Monohull .....	27
<b>Gambar 4. 6</b> Tampilan 3D dari Domain pada Monohull.....	27
<b>Gambar 4. 7</b> Pemodelan Domain pada Pentamaran .....	28
<b>Gambar 4. 8</b> Tampilan 3D dari Domain pada Pentamaran.....	29
<b>Gambar 4. 9</b> Grafik Koefisien Hambatan Total pada Monohull .....	30
<b>Gambar 4. 10</b> Grafik Koefisien Hambatan Viskositas pada Monohull.....	31
<b>Gambar 4. 11</b> Grafik Koefisien Gaya Angkat pada Monohull.....	32
<b>Gambar 4. 12</b> Grafik Koefisien Hambatan Total pada Pentamaran .....	33
<b>Gambar 4. 13</b> Grafik Koefisien Hambatan Viskositas pada Pentamaran.....	34



<b>Gambar 4. 14</b> Grafik Koefisien Gaya Angkat pada Pentamaran.....	35
<b>Gambar 4. 15</b> Kontur Monohull Variasi 1c, 1 Fn.....	36
<b>Gambar 4. 16</b> Kontur Monohull Variasi 0.7c, 1 Fn.....	36
<b>Gambar 4. 17</b> Kontur Monohull Variasi 0.5c, 1 Fn.....	37
<b>Gambar 4. 18</b> Kontur Pentamaran Variasi 1c, 0.75 Fn.....	37
<b>Gambar 4. 19</b> Kontur Pentamaran Variasi 0.7c, 0.75 Fn.....	38
<b>Gambar 4. 20</b> Kontur Pentamaran 0.5c, 0.75 Fn .....	38
<b>Gambar 4. 21</b> Grafik Koefisien Hambatan Total Monohull dengan Variasi Leading Edge .....	39
<b>Gambar 4. 22</b> Grafik Koefisien Hambatan Total Monohull tanpa Variasi Leading Edge .....	39
<b>Gambar 4. 23</b> Grafik Koefisien Hambatan Viskositas Monohull dengan Variasi Leading Edge .....	40
<b>Gambar 4. 24</b> Grafik Koefisien Hambatan Viskositas Monohull tanpa Variasi Leading Edge .....	40
<b>Gambar 4. 25</b> Grafik Koefisien Gaya Angkat Monohull dengan Variasi Leading Edge .....	41
<b>Gambar 4. 26</b> Grafik Koefisien Gaya Angkat Monohull tanpa Variasi Leading Edge .....	41
<b>Gambar 4. 27</b> Grafik Koefisien Hambatan Total Pentamaran dengan Variasi Leading Edge .....	42
<b>Gambar 4. 28</b> Grafik Koefisien Hambatan Total Pentamaran tanpa Variasi Leading Edge .....	42
<b>Gambar 4. 29</b> Grafik Koefisien Hambatan Viskositas Pentamaran dengan Variasi Leading Edge .....	43
<b>Gambar 4. 30</b> Grafik Koefisien Hambatan Viskositas Pentamaran tanpa Variasi Leading Edge .....	43
<b>Gambar 4. 31</b> Grafik Koefisien Gaya Angkat Pentamaran dengan Variasi Leading Edge .....	44
<b>Gambar 4. 32</b> Grafik Koefisien Gaya Angkat Pentamaran tanpa Variasi Leading Edge .....	44

## **DAFTAR LAMPIRAN**

**Lampiran 1** Lembar Konsultasi Pembimbing I

**Lampiran 2** Lembar Konsultasi Pembimbing II

**Lampiran 3** Surat Pengajuan Pra Sidang Skripsi

**Lampiran 4** Surat Pernyataan Bebas Plagiarisme