

**KARAKTERISTIK VORTEX PADA MODIFIKASI AIRFOIL JUOKOWSKI
DENGAN BILANGAN RE SUBKRITIKAL UNTUK APLIKASI
PEMANFAATAN GELOMBANG AIR LAUT**



NIKO RIDWAN HIDAYAT

NIM : 41321110021

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA 2025

LAPORAN TUGAS AKHIR

KARAKTERISTIK VORTEX PADA MODIFIKASI AIRFOIL JUOKOWSKI
DENGAN BILANGAN RE SUBKRITIKAL UNTUK APLIKASI PEMANFAATAN
GELOMBANG AIR LAUT



UNIVERSITAS

Disusun Oleh :

Nama : Niko Ridwan Hidayat

NIM : 41321110021

Program Studi : Teknik Mesin

MERCU BUANA

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)

AGUSTUS 2025

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Niko Ridwan Hidayat

NIM : 41321110021

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : KARAKTERISTIK VORTEX PADA MODIFIKASI AIRFOIL

JUOKOWSKI DENGAN BILANGAN RE SUBKRITIKAL

UNTUK APLIKASI PEMANFAATAN GELOMBANG AIR LAUT

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar sarjana Strata 1 pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Disahkan Oleh:

Pembimbing : Fajar Anggara, ST., M.Eng.

NIDN : 0320089101

Ketua Penguji : Ir. Nurato, S.T., M.T., Ph.D.

NIDN : 313047302

Penguji 1 : Ir. Hadi Pranoto, S.T., M.T., Ph.D.

NIDN : 302077304

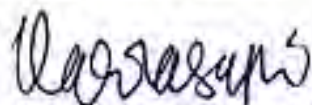
Penguji 2 : Wiwit Suprihatiningsih, S.Si., M.Si.

NIDN : 307078004

Jakarta, 27 Agustus 2025

Mengetahui,

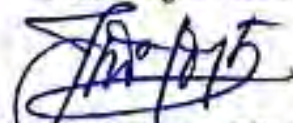
Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikrinasari, M.T.

NIDN. 0307037202

Ketua Program Studi



Dr. Eng. Imam Hidayat, S.T., M.T.

NIDN. 0005087502

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Niko Ridwan Hidayat

NIM : 41321110021

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Skripsi : KARAKTERISTIK VORTEX PADA MODIFIKASI AIRFOIL

JUOKOWSKI DENGAN BILANGAN RE SUBKRITIKAL
UNTUK APLIKASI PEMANFAATAN GELOMBANG AIR LAUT

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia bertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan.

Jakarta, Agustus 2025



Niko Ridwan Hidayat

PENGHARGAAN

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “**KARAKTERISTIK VORTEX PADA MODIFIKASI JOUKOWSKI DENGAN BILANGAN RE SUBKRITIKAL UNTUK APLIKASI PEMANFAATAN GELOMBANG AIR LAUT**” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S1) di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Dalam proses penyusunan tugas akhir ini, penulis mendapatkan banyak bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr.,Ir., Andi Adriansyah, M.Eng. Selaku Rektor Universitas Mercu Buana. – atas kesempatan dan program yang diberikan kepada penulis untuk dapat menyelesaikan studi.
2. Dr. Zulfa Fitri Ilkatrinasari, MT. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana. – atas kesempatan dan sarana yang diberikan kepada penulis untuk dapat menyelesaikan studi.
3. Dr. Eng, Imam Hidayat, ST.,MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana. – atas dukungan dan fasilitas yang diberikan selama masa studi.
4. Ir. Nurato, ST.,MT.,Ph.D. Selaku koordinator Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Kampus Warung Buncit Universitas Mercu Buana. – atas dukungan dan bantuan yang diberikan selama masa studi.
5. Fajar Anggara, ST.,MT. Selaku dosen pembimbing. – atas bimbingan dan arahan yang telah banyak meluangkan waktu selama proses penyusunan tugas akhir ini.
6. Dosen serta staf pegawai Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana. – atas segala waktunya yang telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses studi di Universitas Mercu Buana.

7. Subari dan Darmi Orang tua serta keluarga tercinta – yang selalu memberikan doa, semangat, dan kasih sayang yang tak ternilai sepanjang proses studi hingga penyelesaian tugas akhir ini.
8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, namun telah memberikan dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari banyak sekali kekurangan dalam laporan tugas akhir ini. Untuk itu penulis mengharapkan ada kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan penulisan laporan.

Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi bagi pembaca serta perkembangan ilmu pengetahuan.

Jakarta, 27 Agustus 2025



Niko Ridwan Hidayat



U N I V E R S I T A S
M E R C U B U A N A

ABSTRAK

Permasalahan energi bagi kelangsungan hidup manusia merupakan masalah besar yang dihadapi oleh hampir seluruh negara di dunia ini termasuk Indonesia. Penggunaan energi fosil di Indonesia masih mendominasi dibandingkan energi terbarukan, padahal potensi energi alternatif dan ramah lingkungan di Indonesia dapat dimaksimalkan, misalnya energi gelombang laut. Pada penelitian ini difokuskan pada analisa model bentuk permukaan *obstacle* berupa silinder dan *airfoil*. *Vortex* berperan penting menghasilkan gerakan osilasi pada daerah *wake* yang bisa dimanfaatkan untuk menggerakkan turbin. Konfigurasi tandem *Vortex Induced Vibration* (VIV) memberikan performa lebih baik dibandingkan *single object*. Bentuk permukaan yang umum digunakan berupa silinder dan *airfoil*, namun investigasi perbedaan mengenai *vortex* yang dihasilkan masih belum dilakukan. Sebelum terjadinya gerakan osilasi *vortex* atau *Karlman Vortex Street*, adalah terbentuknya *vortex* simetri. Kestabilan *symmetric vortex shedding* mempengaruhi cepat lambatnya gerakan osilasi pada *Karlman vortex* yang sangat tergantung pada bentuk permukaan *obstacle* yang dilalui aliran fluida. Dengan melihat pentingnya karakteristik *Karlman Vortex* yang menggerakkan sudu turbin ini, penting sekali untuk mengamati bentuk permukaan *obstacle* yang dilalui oleh gelombang air laut.. Penelitian ini berbasis *Computational Fluid Dynamics* (CFD) dengan bilangan *Reynold* pada daerah subkritikal.

Kata kunci : *Kariman Vortex*, *Subcritical*, *Computational Fluid Dynamics*, *Vortex Induced Vibration*, *Energi terbarukan*.

U N I V E R S I T A S
M E R C U B U A N A

VORTEX CHARACTERISTICS ON MODIFIED JUOKOWSKI AIRFOIL WITH SUBCRITICAL RE NUMBERS FOR OCEAN WAVE UTILIZATION APPLICATIONS

ABSTRACT

The energy problem for human survival is a major problem faced by almost all countries in the world, including Indonesia. The use of fossil fuels in Indonesia still dominates compared to renewable energy, even though the potential for alternative and environmentally friendly energy in Indonesia can be maximized, for example ocean wave energy. This study focuses on the analysis of obstacle surface shape models in the form of cylinders and airfoils. Vortex plays an important role in producing oscillatory motion in the wake region that can be used to drive turbines. The tandem Vortex Induced Vibration (VIV) configuration provides better performance than a single object. Commonly used surface shapes are cylinders and airfoils, but investigations into the differences in the resulting vortices have not yet been conducted. Before the occurrence of vortex oscillation motion or Karlman Vortex Street, a symmetric vortex is formed. The stability of symmetric vortex shedding affects the speed of the oscillatory motion in the Karlman vortex, which is highly dependent on the shape of the obstacle surface through which the fluid flow passes. Given the importance of the Karlman Vortex characteristics that drive the turbine blades, it is crucial to observe the shape of the obstacle surfaces traversed by the ocean waves. This research is based on Computational Fluid Dynamics (CFD) with Reynolds numbers in the subcritical region.

Keywords: *Kariman Vortex, Subcritical, Computational Fluid Dynamics, VortexInduced Vibration, Renewable Energy.*

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	2
1.3. TUJUAN PENELITIAN	3
1.4. BATASAN MASALAH	3
1.5. SISTEMATIKA PENULISAN	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. PENELITI TERDAHULU	5
2.2. <i>AIRFOIL JUOKOWSKI</i>	6
2.3. BENTUK PERSAMAAN GEOMETRI <i>JUOKOWSKI</i> PADA <i>AIRFOIL</i>	7
2.4. Modifikasi Persamaan Geometri <i>Joukowski</i> Pada <i>Airfoil</i>	8
2.5. GELOMBANG AIR LAUT	9
2.5.1. Gelombang Air Laut Sistem <i>Side by Side</i>	10
2.5.2. Gelombang Air Laut Sistem Tandem	10
2.5.3. Gelombang Air Laut Sistem <i>Staggered</i>	11

2.6.	<i>VORTEX INDUCED VIBRATION (VIV)</i>	12
2.7.	<i>CFD (COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS)</i>	13
2.7.1.	Penjelasan CFD	13
2.7.2.	Macam-macam CFD	13
2.7.3.	Kegunaan CFD di beberapa Bidang	14
2.8.	SUBCRITICAL	15
2.9.	KARAKTERISTIK <i>AIRFOIL JOUKOWSKI</i>	16
2.10.	MESHING	17
2.10.1.	Pengertian Meshing	17
2.10.2.	Fungsi Meshing	17
2.10.3.	Jenis-jenis Meshing Berdasarkan Bentuk Elemen	18
2.10.	<i>REOUNOUL NUMBER</i>	19
2.11.	<i>STROUHAL NUMBER</i>	19
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1.	PENELITIAN METODE NUMERIK	20
3.1.1.	<i>Pre-processing</i>	20
3.1.1.1.	Geometri	20
3.1.1.2.	<i>Meshing</i>	21
3.1.1.3.	<i>Boundary Condition</i>	21
3.1.2.	<i>Processing</i>	21
3.1.3	<i>Post-processing</i>	22
3.1.4.	<i>Flowchart</i> Studi Numerik	22
3.2.	ALAT DAN BAHAN	24
3.2.1.	Perangkat Keras	24
3.2.2.	Perangkat Lunak	24

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN **25**

4.1	KARAKTERISTIK PERUBAHAN CONTUR KECEPATAN DAN PERUBAHAN <i>VORTEKS</i> DI DAERAH <i>WAKE AIRFOIL</i>	26
4.2	KARAKTERISTIK ALIRAN DI BELAKANG <i>WAKE AIRFOIL</i>	30
4.3	NILAI PARAMETER PADA <i>AIRFOIL</i>	31

BAB V PENUTUP
33

5.1	KESIMPULAN	33
5.2	SARAN	33

DAFTAR PUSTAKA **34**

LAMPIRAN **35**



U N I V E R S I T A S
M E R C U B U A N A

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Profil *Airfoil* JOUKOWSKI

Gambar 2.2. Langkah Pembuatan *Airfoil* berdasarkan persamaan *Joukowski*

Gambar 2.3. Bagian Gelombang air laut

Gambar 2.4. Macam-macam sistem gelombang air laut

Gambar 3.1. Pembuatan Geometri

Gambar 3.2. Hasil *Meshing*

Gambar 3.3. *Boundary Condition*

Gambar 3.4. Flowchart Studi Numerik

Gambar 4.1. Velocity airfoil default pada detik 100

Gambar 4.2. Velocity airfoil default pada detik 500

Gambar 4.3. Perubahan vorteks di daerah wake airfoil default dan $r = 3$

Gambar 4.4. Gambar 4.4 letak P1,P2,dan P3 pada airfoil

Gambar 4.5 P2 RE 10_5

Gambar 4.6 P1 RE 10_5

Gambar 4.7 P0 RE 10_5

Gambar 4.5. Nilai CD airfoil

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Peneliti Terdahulu

Tabel 2.2. Penjelasan terjadinya *Vortex-Induced Vibration* (VIV)

Tabel 2.3. Karakteristik Airfoil Juokowski

Tabel 4.1. Perbedaan Airfoil Juokowski dan Default

Tabel 4.2. Nilai Hasil Simulasi

