



**ANALISIS PEMASANGAN VARIASI SUDUT *VORTEX GENERATOR*
BERKONFIGURASI *COUNTER-ROTATING* PADA AIRFOIL NACA**

2412

SKRIPSI

ADIWIDYA EGA FADILA

1710311026

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

2021



**ANALISIS PEMASANGAN VARIASI SUDUT *VORTEX GENERATOR*
BERKONFIGURASI *COUNTER-ROTATING* PADA AIRFOIL NACA**

2412

SKRIPSI

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

ADIWIDYA EGA FADILA

1710311026

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

2021

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Adiwidya Ega Fadila
NIM : 1710311026
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : ANALISIS PENAMBAHAN VORTEX GENERATOR
BERKONFIGURASI COUNTER-ROTATING PADA
AIRFOIL NACA 2412

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.



Fahrudin, MT
Penguji Utama



Ir. M. Galbi Bethalembah, M.T
Penguji I



Dr. Damora Rhakasywi, ST. MT
Dosen Pembimbing 1



Dr. Ir. Reda Rizal, B.Sc, M.Si
Dekan



Nur Cholis, S.T., M.Eng
Ka. Program Studi

Ditetapkan di : Jakarta
Tanggal Ujian : 13 Juli 2021

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Proposal skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Adiwidya Ega Fadila
NIM : 1710311026
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : ANALISIS PENAMBAHAN VORTEX GENERATOR
BERKONFIGURASI COUNTER-ROTATING PADA
AIRFOIL NACA 2412

Telah dikoreksi atau diperbaiki oleh penulis sesuai arahan oleh dosen pembimbing dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.



Dr. Damora Rhakasywi, ST. MT
Dosen Pembimbing 1



Muhamad As'adi, ST. MT
Dosen Pembimbing 2



Nur Cholis, S.T, M.Eng
Ka. Prodi Teknik Mesin

PERNYATAAN ORISINALITAS

Proposal skripsi ini adalah hasil karya sendiri, dan semua sumber yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Adiwidya Ega Fadila

NIM : 1710311026

Program Studi : Teknik Mesin

Tanggal : 13 Juli 2021

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

Jakarta, 13 Juli 2021

Yang menyatakan,



(Adiwidya Ega Fadila)

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Adiwidya Ega Fadila

NIM : 1710311026

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Mesin

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (Non-exclusive Royalty Free Rights) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

EFEK PEMASANGAN VARIASI SUDUT *VORTEX*
GENERATOR BERKONFIGURASI COUNTER-ROTATING
PADA AIRFOIL NACA 2412

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 mengaplikasikan 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 : 13 Juli 2021

Yang menyatakan



(Adiwidya Ega Fadila)

EFEK PEMASANGAN VARIASI SUDUT *VORTEX* *GENERATOR* BERKONFIGURASI *COUNTER-ROTATING* PADA AIRFOIL NACA 2412

Adiwidya Ega Fadila

ABSTRAK

Drag dan separasi pada airfoil merupakan komponen yang merugikan. Untuk mengatasinya hal tersebut diperlukan kontrol aliran, salah satunya ialah *Vortex Generator* (VG). Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui efek performa airfoil yang telah ditambahkan VG dengan variasi sudut pemasangan VG. Dilihat pula hasil simulasi airfoil pada aplikasi CFD. Penelitian ini dilakukan dengan airfoil 2412 dengan $Re\ 1.5 \times 10^5$ lalu dipasang VG dengan variasi sudut 10° , 20° , dan 30° . Penelitian ini dilakukan dengan aplikasi CFD. Pada performa airfoil yang dipasang VG memiliki nilai Koefisien *Lift* (C_L) lebih rendah dari pada airfoil tanpa VG. Pada nilai Koefisien *Drag* (C_D) semua airfoil yang dipasang VG memiliki C_D lebih besar dari pada airfoil tanpa VG, semakin tinggi sudut pemasangan VG yang dipasang maka semakin besar C_D -nya. Pada kecepatan aliran dipertengahan diantara sepasang VG menunjukkan bahwa separasi yang terjadi akan semakin berkurang ketika pemasangan sudut VG semakin bertambah. Namun bila diantara 2 pasang VG, separasi akan semakin bertambah ketika pemasangan sudut VG semakin bertambah. Untuk tekanan yang tercipta, ketika dipasang VG maka tekanan tercipta semakin meningkat ketika sudut pemasangan VG meningkat.

Kata Kunci : Airfoil, *Vortex Generator*, *Computational Fluids Dynamics* (CFD)

EFFECT OF INSTALLATION OF COUNTER-ROTATING CONFIGURED VORTEX GENERATOR ANGLE VARIATIONS ON AIRFOIL NACA 2412

Adiwidya Ega Fadila

ABSTRACT

Drag and separation on the airfoil is a detrimental component. To overcome this, flow control is needed, one of which is a Vortex Generator (VG). This research was conducted with the aim of knowing the effect of airfoil performance that has been added with VG with variations in the VG installation angle. The results of the airfoil simulation on the CFD application are also seen. This research was conducted with 2412 airfoil with $Re\ 1.5 \times 10^5$ and then installed VG with variations in angles of 10° , 20° , and 30° . This research was conducted with CFD application. In terms of performance, the airfoil installed with VG has a lower Lift Coefficient (C_L) value than the airfoil without VG. At the value of the Drag Coefficient (C_D) all airfoils installed with VG have a larger C_D than airfoils without VG, the higher the angle of installation of the VG installed, the larger the C_D . The flow velocity in the middle between a pair of VGs shows that the separation that occurs will decrease as the installation angle of VG increases. However, if between 2 pairs of VG, the separation will increase as the installation angle of VG increases. For the pressure created, when VG is installed, the pressure created increases when the VG installation angle increases.

Keywords: Airfoil, Vortex Generator, Computational Fluids Dynamics (CFD)

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, nikmat dan karunia-Nya kepada kita sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “ANALISIS PENAMBAHAN VORTEX GENERATOR BERKONFIGURASI COUNTER-ROTATING PADA AIRFOIL 2412” dapat diselesaikan dengan baik. Skripsi bertujuan untuk memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di jurusan Teknik Mesin Universitas Pembangunan Veteran Jakarta (UPNVJ).

Dalam penulisan laporan ini penulis banyak mendapatkan dorongan dan bantuan baik dari segi materil maupun non materil sehingga laporan ini dapat terselesaikan dengan baik dalam waktu yang telah ditentukan. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya penyusun masih diberikan kemampuan untuk dapat menyelesaikan laporan kerja praktik ini.
2. Kedua Orang Tua dan Keluarga tercinta yang selalu memberikan kasih sayang, dukungan, dan semangat kepada penulis.
3. Bapak Nur Cholis selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.
4. Bapak Damora dan Bapak As Adi selaku dosen Program Studi Teknik Mesin di Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta dan dosen pembimbing skripsi yang telah membantu penulis dalam penyusunan laporan ini.
5. Seluruh teman-teman Teknik Mesin yang selalu memberikan dukungan serta motivasi dalam penulisan skripsi ini.
6. Serta semua pihak lainnya yang tidak bisa dituliskan penulis satu per satu yang telah membantu selama pembuatan skripsi ini.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan. Oleh karena itu penulis memohon maaf kepada para pembaca jika

terdapat kekurangan atau kesalahan. Penulis menerima setiap masukan dan kritik yang diberikan. Penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan semua pihak pada umumnya.

Jakarta, 13 Juli 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR LAMPIRAN	v
NOMENKLATUR	vi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Airfoil	5
2.1.1 Gaya-Gaya Pada Airfoil	6
2.1.2 Karakteristik	7
2.2 Gerakan Rotasi	8
2.3 <i>Vortex Generator</i>	9
2.4 <i>Computational Fluid Dynamics</i>	11
2.4.1 Proses CFD	11
BAB III METODE PENELITIAN	13
3.1 Diagram Alir Penelitian	13
3.2 <i>Pre-Processing</i>	14
3.3 <i>Processing</i>	16
3.4 <i>Post-Processing</i>	16

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Grid Independence Test.....	17
4.2 Efek VG Terhadap Performa Airfoil 2412	18
4.3 Visualisasi Kecepatan Aliran.....	20
4.4 Visualisasi Distribusi Tekanan pada Airfoil.....	22
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	25
5.1 Kesimpulan.....	25
5.2 Saran	26
DAFTAR PUSTAKA	
RIWAYAT HIDUP	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Grid Independence Test	17
---	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Nomenklatur Airfoil.....	5
Gambar 2. 2 Gaya yang Terjadi pada Airfoil.....	6
Gambar 2. 3 Grafik C_l vs α	8
Gambar 2. 4 Gerakan Rotasi	9
Gambar 2. 5 Pengaruh Bentuk VG terhadap Penundaan Separasi	10
Gambar 2. 6 Konfigurasi Vortex Generator. (a) Co-Rotating (b) Counter-Rotating	10
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	13
Gambar 3. 2 Desain Airfoil dengan VG.....	14
Gambar 3. 3 Konfigurasi Vortex Generator.....	14
Gambar 3. 4 Kondisi Batas	15
Gambar 3. 5 Grafik Hasil Eksperimen Airfoil 2412 Re 1.5×10^5) (Miley, 1982)	15
Gambar 4. 1 Gambar Mesh pada Airfoil.....	17
Gambar 4. 2 Grafik C_D terhadap Angle of Attack	19
Gambar 4. 3 Grafik C_L/C_D terhadap Angle of Attack.....	20
Gambar 4. 4 Visualisasi Kecepatan Aliran diantara Sepasang VG pada Sudut Serang 6°	20
Gambar 4. 5 Visualisasi Kecepatan Aliran diantara 2 Pasang VG pada Sudut Serang 6°	21
Gambar 4. 6 Distribusi Tekanan pada Airfoil 3D	24

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1	Koordinat Airfoil 2412
LAMPIRAN 2	Hasil Eksperimen Airfoil 2412 Re 1.5×10^5 (Miley, 1982)
LAMPIRAN 2	Hasil Simulasi Airfoil 2412 Re 1.5×10^5
LAMPIRAN 3	Hasil Konvergensi Simulasi

NOMENKLATUR

C_D	Koefisien <i>Drag</i>
C_L	Koefisien <i>Lift</i>
c	<i>Chord</i>
D	Gaya <i>Drag</i>
g	Gravitasi
L	Gaya <i>Lift</i>
NACA	National Advisory Committee for Aeronautics
q	<i>Pressure Dynamic</i>
Re	Bilangan Reynolds
S	Referensi Area
t	Waktu
u	Kecepatan Komponen-x
V	Kecepatan Aliran
\mathbf{V}	Vektor Kecepatan
VG	<i>Vortex Generator</i>
v	Kecepatan Komponen-y
w	Kecepatan Komponen-z
ρ	Densitas
Ω	Kecepatan Sudut
μ	Viskositas
ω	<i>Vorticity</i>