

**STUDI EKSPERIMEN KARAKTERISTIK AERODINAMIKA
PENGARUH TRAPEZOIDAL VORTEX GENERATOR PADA
AIRFOIL NACA 43018 DENGAN SMOKE VISUALIZATION**

TUGAS AKHIR



Oleh:

ARGA SUHANA DIRGANTARA
NIT. 30421030

**PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 TEKNIK PESAWAT UDARA
POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA
2024**

**STUDI EKSPERIMEN KARAKTERISTIK AERODINAMIKA
PENGARUH TRAPEZOIDAL VORTEX GENERATOR PADA
AIRFOIL NACA 43018 DENGAN SMOKE VISUALIZATION**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Ahli Madya
(A.Md.) pada Program Studi Diploma 3 Teknik Pesawat Udara



Oleh:

ARGA SUHANA DIRGANTARA
NIT. 30421030

**PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 TEKNIK PESAWAT UDARA
POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA
2024**

HALAMAN PERSETUJUAN

STUDI EKSPERIMEN KARAKTERISTIK AERODINAMIKA PENGARUH TRAPEZOIDAL VORTEX GENERATOR PADA *AIRFOIL NACA 43018* DENGAN SMOKE VISUALIZATION

Oleh:

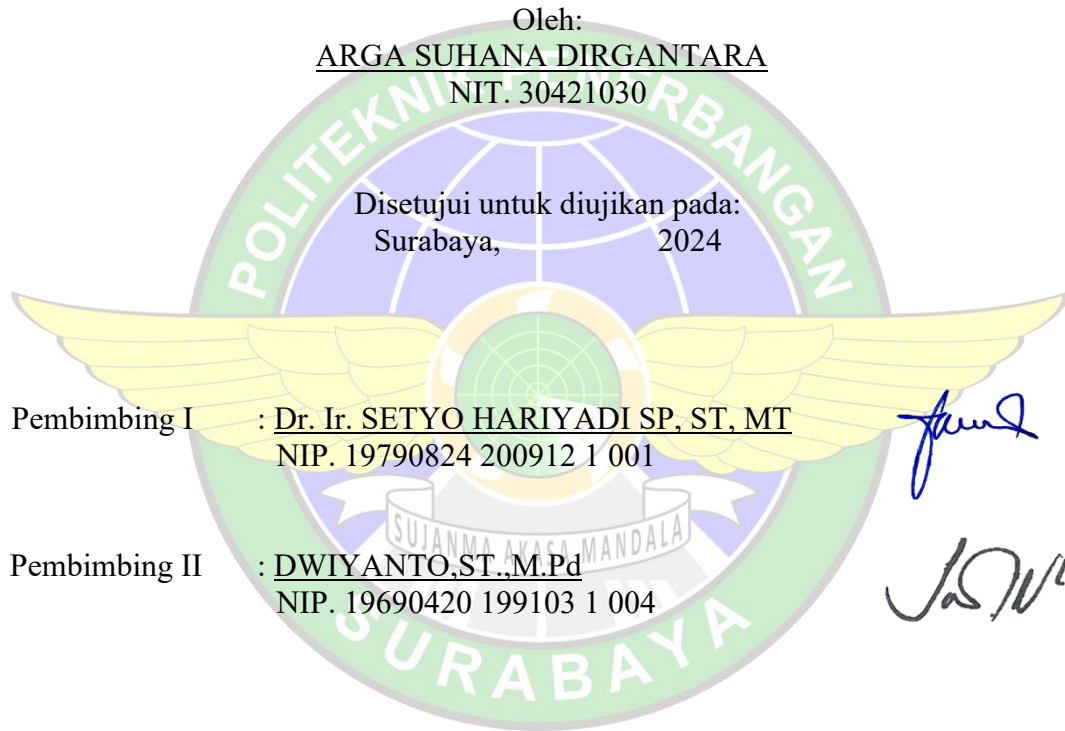
ARGA SUHANA DIRGANTARA

NIT. 30421030

Disetujui untuk diujikan pada:
Surabaya, 2024

Pembimbing I : Dr. Ir. SETYO HARIYADI SP, ST, MT
NIP. 19790824 200912 1 001

Pembimbing II : DWIYANTO, ST., M.Pd
NIP. 19690420 199103 1 004



LEMBAR PENGESAHAN

STUDI EKSPERIMEN KARAKTERISTIK AERODINAMIKA PENGARUH
TRAPEZOIDAL VORTEX GENERATOR PADA *AIRFOIL NACA 43018*
DENGAN SMOKE VISUALIZATION

Oleh :

ARGA SUHANA DIRGANTARA
NIT 30421030

Telah dipertahankan dan dinyatakan lulus pada Ujian Tugas Akhir Program
Pendidikan Diploma III Teknik Pesawat Udara Politeknik Penerbangan Surabaya
Pada tanggal :

Panitia Penguji :

1. Ketua : Dr. SUYATMO, ST, S.Pd, MT
NIP. 19630510 198902 1 001
2. Sekretaris : SUSENO, ST, MM
NIP. 19780626 200912 1 001
3. Anggota : Dr. Ir. Setyo Hariyadi S.P., S.T., M.T.
NIP. 19790824 200912 1 001

Ketua Program Studi
Teknik Pesawat Udara

NYARIS PAMBUDIYATNO, S.SiT., M.MTr.
NIP. 19820525 200502 1 001

ABSTRAK

STUDI EKSPERIMEN KARAKTERISTIK AERODINAMIKA PENGARUH TRAPEZOIDAL VORTEX GENERATOR PADA *AIRFOIL NACA 43018* DENGAN *SMOKE VISUALIZATION*

Oleh:

Arga Suhana Dirgantara

NIT : 30421030

Saat ini teknologi transportasi semakin maju seiring berjalannya waktu, seperti tentang halnya teknologi transportasi pesawat terbang. Pesawat bisa terbang dikarenakan adanya bentuk sayap yang sedikit melengkung atau biasanya disebut dengan airfoil. Stall dapat terjadi bila pemisahan aliran terjadi pada bagian aliran (boundary layer) yang menempel pada sayap. Pemisahan aliran terjadi Ketika sudut serang mulai bertambah. Hal tersebut dapat dilakukan dengan Upaya penambahan *turbulent generator* pada *upper surface airfoil*. Vortex generator merupakan salah satu jenis *turbulent generator* yang dapat mempercepat peralihan dari laminar boundary layer menjadi *turbulent boundary layer*.

Pada penelitian ini, topik yang dikaji adalah karakteristik aliran fluida yang melintasi *vortex generator* tipe *trapezoidal* dengan metode *smoke visualization*. Penelitian ini menggunakan alat bantuan berupa *wind tunnel open circuit* (Terowongan angin). Yang bertujuan untuk menganalisa pengaruh *vortex generator* jenis *trapezoidal* terhadap aliran fluida yang terbentuk di *upper surface* yang melintasi *airfoil NACA 43018* dengan posisi *vortex generator* dan *angle of attack* (α) yang bervariasi. *Vortex generator* dengan susunan *straight*, jarak *vortex generator* x/c 15% dari *leading edge*, sudut serang (α) 0° , 4° , 8° , 10° , 15° , dan 17° , dan kecepatan *freestream* yang digunakan adalah 3 m/s dan 5 m/s.

Hasil penelitian ini diharapkan terdapat peningkatan performa aerodinamika dan fenomena aliran di sekitar *airfoil*. Peningkatan performa aerodinamika pesawat dari sudut serang 0° sampai sudut serang 12° dibuktikan dengan adanya peningkatan kecepatan transisi dari laminar boundary layer menjadi *turbulent boundary layer*. Aliran *turbulent boundary layer* yang dihasilkan berguna untuk meningkatkan momentum aliran yang digunakan untuk menahan adverse pressure gradien dan menunda separasi.

Kata kunci: *Airfoil NACA 43018, Trapezoidal Vortex Generator, Smoke Generator, Wind Tunnel.*

ABSTRACT

STUDI EKSPERIMEN KARAKTERISTIK AERODINAMIKA PENGARUH TRAPEZOIDAL VORTEX GENERATOR PADA *AIRFOIL NACA 43018* DENGAN *SMOKE VISUALIZATION*

By:

Arga Suhana Dirgantara
NIT: 30421030

Currently, transportation technology is advancing over time, such as aircraft transportation technology. Airplanes can fly because of a slightly curved wing shape or usually called an airfoil. Stall can occur when flow separation occurs in the flow section (boundary layer) attached to the wing. Flow separation occurs when the angle of attack begins to increase. This can be done by attempting to add a *turbulent generator* to the *upper surface of the airfoil*. Vortex generator is one type of turbulent generator that can accelerate the transition from laminar boundary layer to turbulent boundary layer.

In this research, the topic studied is the characteristics of fluid flow across a *trapezoidal type vortex generator* using the *smoke visualization* method. This research uses a tool in the form of an *open circuit wind tunnel*. Which aims to analyze the effect of a *trapezoidal type vortex generator* on the fluid flow formed at the *upper surface* across the *NACA 43018 airfoil* with varying *vortex generator position* and *angle of attack ((α))*. *Vortex generator* with *straight* arrangement, *vortex generator distance* x/c 15% of the *leading edge*, *angle of attack (α)* 0° , 4° , 8° , 10° , 15° , and 17° , and *freestream* velocities used are 3 m/s and 5 m/s.

The results of this study are expected to improve aerodynamic performance and flow phenomena around the *airfoil*. The improvement in the aerodynamic performance of the aircraft from 0° *angle of attack* to 12° *angle of attack* is evidenced by the increase in the transition velocity from laminar boundary layer to turbulent boundary layer. The resulting turbulent boundary layer flow is useful for increasing the flow momentum used to resist adverse pressure gradients and delay separation.

Keywords: *Airfoil NACA 43018, Trapezoidal Vortex Generator, Smoke Generator, Wind Tunnel.*

PERNYATAAN KEASLIAN DAN HAK CIPTA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Arga Suhana Dirgantara

NIT : 30421030

Program Studi : D3 Teknik Pesawat Udara

Judul Tugas Akhir : Studi Eksperimen Karakteristik Aerodinamika Pengaruh Trapezoidal Vortex Generator Pada Airfoil Naca 43018 Dengan Smoke Visualization

dengan ini menyatakan bahwa :

1. Tugas akhir ini merupakan karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Politeknik Penerbangan Surabaya maupun di Perguruan Tinggi lain, serta dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
2. Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty-Free Right*) kepada Politeknik Penerbangan Surabaya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak ini, Politeknik Penerbangan Surabaya berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya dengan tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya. Apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Politeknik Penerbangan Surabaya

Surabaya, 15 Agustus 2024
Yang membuat pernyataan



Arga Suhana Dirgantara
NIT. 30421030

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, kami panjatkan puja dan puji syukur atas kehadiran-Nya, yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan cukup baik yang berjudul “STUDI EKSPERIMEN KARAKTERISTIK AERODINAMIKA PENGARUH TRAPEZOIDAL VORTEX GENERATOR PADA *AIRFOIL NACA 43018* DENGAN SMOKE VISUALIZATION” dengan baik dan lancar sesuai dengan waktu yang ditetapkan dan sebagai syarat untuk menyelesaikan program DIPLOMA-III Teknik Pesawat Udara Angkatan VII B di Politeknik Penerbangan Surabaya dan memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md.).

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada segenap pihak yang telah membantu selama proses penyusunan Proyek Akhir/Tugas Akhir ini, terutama kepada :

1. Bapak Ahmad Bahrawi, S.E., M.T. selaku Direktur Politeknik Penerbangan Surabaya
2. Bapak Nyaris Pambudiyatno, S.SiT., M.MTr.selaku Kaprodi Teknik Pesawat Udara Politeknik Penerbangan Surabaya
3. Bapak Dr. Ir. Setyo Hariyadi, S.P., S.T., M.T. selaku dosen pembimbing materi dalam penyusunan tugas akhir ini.
4. Bapak Dwiyanto, St., M.Pd selaku dosen pembimbing penulisan dalam penyusunan proposal tugas akhir ini.
5. Seluruh dosen dan staff Politeknik Penerbangan Surabaya yang telah membantu dan penyusunan tugas akhir ini.
6. Keluarga, sahabat, senior, junior, sekar dan segenap pihak yang penulis tidak dapat menyebutkan satu – persatu.

Akhir kata penulis berharap semoga penulisan ini dapat bermanfaat dan dapat dikembangkan, berguna bagi semua pihak dan tidak lupa pula saya ucapkan syukur kepada Allah SWT berkat karunia Nya penulis dapat menyelesaikan Program Diploma 3 Teknik Pesawat Udara.

Surabaya, 27 Maret 2024



Arga Suhana Dirgantara

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN SAMPUL.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematika Penelitian	5
BAB 2 LANDASAN TEORI	6
2.1 Dasar Aerodinamika.....	6
2.2 Teori <i>Airfoil</i>	7
2.3 <i>Airfoil</i> NACA 43018.....	8
2.4 Vortex Generator	9
2.5 <i>Teory Boundary Layer</i>	10
2.6 Sudut Serang (Angle Of Attack-AOA).....	12
2.7 Teori Smoke Visualization	13
2.8 Penelitian Terdahulu.....	13
BAB 3 METODE PENELITIAN	18
3.1 Desain Eksperimen	18
3.2 Benda Uji Penelitian	18
3.3 Paramater yang diukur	19
3.4 Parameter Vortex Generator.....	19
3.5 Peralatan Penelitian.....	20
3.5.1 Terowongan Angin (<i>Wind Tunnel</i>).....	20
3.5.2 Spesifikasi <i>Wind Tunnel</i>	21
3.5.3 Langkah Kerja	22
3.5.4 Persiapan.....	23

3.5.5 <i>Installing Tested Model</i>	23
3.5.6 <i>Run Aerodynamic Force Measurements</i>	24
3.5.7 Pengambilan Data.....	24
3.6 Visualisasi <i>Shear Stress Lines</i> dengan Metode <i>Smoke Visualization</i>	25
3.7 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	26
3.8 Rancangan Penelitian.....	27
BAB IV	28
HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Hasil Visualisasi Smoke Generator	28
4.2 Perbandingan Karakteristik pada Plain Airfoil Dan Penambahan Trapezoidal Vortex Generator	29
4.3 Visualisasi Smoke Generator	30
BAB 5	37
PENUTUP	37
5.1 KESIMPULAN.....	37
5.2 SARAN.....	37
DAFTAR PUSTAKA	39



DAFTAR TABEL

	Halaman
Table 2. 1 Penelitian Terdahulu	13
Tabel 3. 1 Parameter Eksperimen Vortex Generator	19
Tabel 3. 2 Timeline Pengerjaan Penelitian	26



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. 1 Pesawat George Cayley (Airport.id)	2
Gambar 1. 2 Profil Airfoil NACA 43018	2
Gambar 2. 1 Gaya-Gaya Yang Bekerja Pada Pesawat	6
Gambar 2. 2 Terminologi Airfoil.....	7
Gambar 2. 3 Profil Airfoil NACA 43018	8
Gambar 2. 4 Vortex Generator (AOPA)	9
Gambar 2. 5 Distribusi Eddy Viscosity Di Upper Surface Dengan Vortex Generator	10
Gambar 2. 6 Bentuk-Bentuk Dari Vortex Generator	10
Gambar 2. 7 Laminar flow dan Turbulence flow	11
Gambar 2. 8 Laminar Boundary Layer (Aeroengineering).....	11
Gambar 2. 9 Angle of Attack.....	12
Gambar 2. 10 Distribusi Tekanan Dengan Variasi Sudut Serang.....	12
Gambar 2. 11 Penyearah Gelombang Penuh Dengan Jembatan	13
Gambar 2. 12 Mental Map	17
Gambar 3. 1 Profil Airfoil NACA 43018	18
Gambar 3. 2 Posisi Peletakkan VG Pada Penelitian Eksperimen	20
Gambar 3. 3 Terowongan Angin (Wind Tunnel).....	21
Gambar 3. 4 Operation WT-60 Subsonic Terowongan Angin (Wind Tunnel)	23
Gambar 3. 5 Bagian Test Section Untuk Menguji Airfoil.....	23
Gambar 3. 6 Rancangan Penelitian	27
Gambar 4. 1 Grafik perbandingan karakteristik dari plain airfoil dan airfoil dengan penambahan vortex generator dengan kecepatan 3ms	29
Gambar 4. 2 Grafik perbandingan karakteristik plain airfoil dan airfoil dengan penambahan vortex generator pada kecepatan 5ms	30
Gambar 4. 3 visualisasi upper surface angle of attack 0°	31
Gambar 4. 4 visualisasi upper surface angle of attack 4°	32
Gambar 4. 5 visualisasi upper surface angle of attack 8°	33
Gambar 4. 6 visualisasi upper surface angle of attack 10°	34
Gambar 4. 7 visualisasi upper surface angle of attack 15°	35
Gambar 4. 8 visualisasi upper surface angle of attack 17°	36

DAFTAR PUSTAKA

- Rahmat, Fikri. *Studi Eksperimen Pengaruh Penggunaan Triangular Vortex Generator Susunan Straight Pada Airfoil Naca 43018 Dengan Smoke Generator*. Diss. Politeknik Penerbangan Surabaya, 2022.
- Ramadhani, Ibnu Halim. *Studi Eksperimen Oil Flow Visualization Karakteristik Aliran Fluida Di Airfoil Naca 43018 Dengan Penambahan Triangular Vortex Generator*. Diss. Politeknik Penerbangan Surabaya, 2021.
- Anderson. (2001). Variasi CL Dengan Angle Of Attack Pada Airfoil. Anderson.
- (2008). *Fundamental Of Aerodinamics*. McGraw-Hill Book Company, Boston.
- Anderson. (2010). Evolusi Profil Kecepatan Pada Airfoil.
- Aris W,W dan Hariyadi,S . (2018). *Efek Penggunaan Vortex Generator Terhadap Karakteristik Aliran pada Airfoil NACA 43018*. Politeknik Penerbangan Surabaya, Surabaya, Indonesia.
- Azmi, Ulul. (2015). *Studi Eksperimen dan Numerik Pengaruh Penambahan Vortex Generator pada Airfoil NASA LS-0417*. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Genc, Serdar. (2012). *An Experimental Study On Aerodynamics Of NACA2415 Aerofoil At Low Re Numbers*. Experimental Thermal And Fluid Science.
- Genç, (2013). *Unsteady aerodynamics and flow induced vibrations of a low aspect*
- Hariyadi, Setyo. 2016. *Dasar-dasar aerodinamika*. Akademi teknik dan keselamatan penerbangan. Surabaya.
- Wahyu, Fikri Nur. dkk. (2022). *Experimental Study of Airflow Characteristics in Airfoil Naca 43018 with the Addition of Gothic Vortex Generator Using Visualization of Smoke Generator*. Politeknik Penerbangan Surabaya.
- Kurnia, Liemikko. (2023). *Studi Eksperimen Karakteristik Aerodinamika Pengaruh pada Trapezoidal Vortex Generator Airfoil NACA 43018 dengan Oil Flow Visualization*.