

**PENGARUH SUDUT TEKUK *WINGLET* TERHADAP
KOEFSIEN *LIFT* PADA NACA 1410**

TUGAS AKHIR



Oleh :

ZULFIKAR ILHAM FEBRIANTO
NIT. 30418072

**PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 TEKNIK PESAWAT UDARA
POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA 2021**

**PENGARUH SUDUT TEKUK *WINGLET* TERHADAP
KOEFSISIEN LIFT PADA NACA 1410**

TUGAS AKHIR

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



Oleh :

ZULFIKAR ILHAM FEBRIANTO

NIT. 30418072

**PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 TEKNIK PESAWAT UDARA
POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA 2021**

LEMBAR PERSETUJUAN

PENGARUH SUDUT TEKUK *WINGLET* TERHADAP COEFISIEN LIFT
PADA NACA 1410

Oleh :

Zulfikar Ilham Febrianto
NIT. 30418072

Disetujui untuk diujikan pada :

Surabaya, 16 Agustus 2021

Pembimbing I : BAYU DWI CAHYO, ST, MT
NIP. 19870624 200912 1 007



Pembimbing II : BAMBANG JUNIPITOYO, ST, MT
NIP. 19780626 200912 1 001



LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH SUDUT TEKUK *WINGLET* TERHADAP COEFISIEN LIFT
PADA NACA 1410

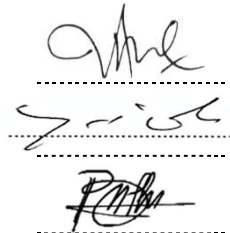
Oleh :

Zulfikar Ilham Febrianto
NIT. 304178072

Telah dipertahankan dan dinyatakan lulus pada Ujian Tugas Akhir
Program Pendidikan Diploma 3 Teknik Pesawat Udara
pada tanggal : 16 Agustus 2021

Panitia Penguji :

1. Ketua : FIQQIH FAIZAH, ST, MT
NIP. 19850709 2000912 2 005
2. Sekretaris : CHOLIK SETIJONO, SSIT, MM
NIP. 19701109 201601 08 009
3. Anggota : BAYU DWI CAHYO, ST, MT
NIP. 19870624 200912 1 007



Ketua Program Studi
D3 Teknik Pesawat Udara

BAMBANG JUNIPITOYO, ST, MT
NIP. 19780626 200912 1 001

ABSTRAK

“PENGARUH SUDUT TEKUK *WINGLET* TERHADAP KOEFISIEN LIFT
PADA NACA 1410”

Oleh:

ZULFIKAR ILHAM FEBRIANTO
NIT. G.III.304.18.072

Taruna Politeknik Penerbangan Surabaya pada jurusan D3 Teknik Pesawat Udara tepatnya. Pada kelas *Airframe, Piston Engine, Gas Turbine Engine*. Pada materi pembelajaran ditemukan beberapa permasalahan dalam pemahaman materi tentang performa aerodinamika penerbangan, yaitu Koefisien Lift dan Koefisien Drag pada sayap menggunakan *winglet*. *Winglet* dapat memberikan peningkatan performa dengan *moderate cost* tanpa *violating discatd spam limit* dengan pengembangan metode untuk desain dan analisi *winglet* telah menjadi focus dari upaya penelitian yang telah berlangsung beberapa tahun terakhir.

Mengenai metode penelitian yang akan digunakan yaitu metode simulasi *coefisien lift* dan *coefisien drag* dengan *software ANSYS FLUENT*. *Winglet* meningkatkan efisiensi bahan bakar dan meningkatkan koefisien lift dan mengurangi koefisien drag dengan menganalisa pengaruh adanya *winglet* dan non *winglet* pada pesawat. Benda uji yang akan digunakan adala *Airfoil NACA 1410* dan *winglet* yang di *bending* dengan (35,45,90) derajat. Rekayasa ukuran *winglet* diuji menggunakan aplikasi dengan menggunakan perbandingan skala dengan bentuk aslinya. Pembuatan penelitian ini dilakukan agar dapat mengetahui *coefisien lift* dan *drag* yang terjadi terhadap penggunaan *winglet*.

Kata Kunci : *CFD, NACA1410, winglet blended type , Aerodynamic*

ABSTRACT

"THE INFLUENCE OF *WINGLET* TEXT ANGLE ON THE
COEFFICIENT OF THE LIFT IN BLADE 1410"

By:

ZULFIKAR ILHAM FEBRIANTO

NIT. G.III.304.18.072

Surabaya Aviation Polytechnic cadets majoring in D3 Aircraft Engineering to be precise. In the Airframe *Class*, Piston Engine, Gas Turbine Engine. In the learning material, several problems were found in understanding the material about aerodynamic flight performance, namely the lift coefficient and the drag coefficient on the wings using *winglets*. *Winglets* can provide a moderate cost increase in performance without violating discasted spam limits. The development of methods for *winglet* design and analysis has been the focus of research efforts that have taken place in recent years.

Regarding the research method that will be used is the lift coefficient simulation method and the drag coefficient using ANSYS FLUENT software. *Winglets* improve fuel efficiency and increase lift coefficient and reduce drag coefficient by analyzing the effect of *winglets* and non-*winglets* on the aircraft. The test object to be used is a NACA 1410 *Airfoil* and a *winglet* bent with (15,30,45) degrees. The *winglet* size engineering was tested using the application using a scale comparison with the original form. This research was made in order to know the lift and drag coefficients that occur on the use of *winglets*.

Keywords: CFD, NACA0012, blended type *winglet*, Aerodynamic

PERNYATAAN KEASLIAN DAN HAK CIPTA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Zulfikar Ilham Febrianto
NIT : 30418072
Program Studi : D3 TEKNIK PESAWATA UDARA
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Sudut Tekuk *Winglet* Terhadap Koefisien Lift Pada NACA 1410

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, 16 Agustus 2021
Yang Membuat Pernyataan



Zulfikar Ilham Febrianto
NIT. 30418072

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, Karena berkat limpahan rahmat dan hidayah-Nya, Tugas Akhir yang berjudul PENGARUH SUDUT TEKUK *WINGLET* TERHADAP KOEFISIEN LIFT PADA NACA 1410 ini dapat diselesaikan dengan baik.

Penyusunan Tugas Akhir ini dimaksudkan sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan 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 Tugas Akhir ini, terutama kepada :

1. Direktur Poltekbang Surabaya
2. Bapak Bambang Junipitoyo, ST, MT
3. Bapak Bayu Dwi Cahyi, ST, MT
4. Seluruh dosen dan sivitas akademika Prodi D3 Teknik Pesawat Udara Politeknik Penerbangan Surabaya
5. Teman-teman sekelas, atas kebersamaan dan kerjasamanya.
6. Teman-teman seangkatan dan adik-adik kelas, atas dukungan yang diberikan

Tak ada gading yang tak retak. Tentunya karya tulis ini masih jauh dari sempurna. Atas segala kesalahan dan kata-kata yang kurang berkenan, kami memohon maaf. Saran dan kritik membangun kami harapkan demi karya yang lebih baik di masa mendatang

Surabaya, 16 Agustus 2021



Zulfikar Ilham Febrianto

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
PERNYATAAN KEASLIAN DAN HAK CIPTA	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xv
BAB I	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Hipotesis	4
1.6 Manfaat Penelitian	4
1.7 Sistematika Penulisan	4
BAB II	6
LANDASAN TEORI	6
2.1 Teori Penunjang	6
2.1.1 Dasar – dasar Aerodinamika	6
2.1.2 <i>Airfoil</i> NACA 1410	10
2.1.3 Koefisien Lift dan Drag	12
2.1.5 Simulasi Computational Fluid Dynamic (CFD)	16

BAB III.....	19
3.1 Model Penelitian.....	19
3.1.1 Desain Penelitian.....	19
3.2 Variabel Penelitian.....	19
3.3 Sampel Penelitian.....	21
3.4 Teknik Pengumpulan Data dan Instrumen Penelitian.....	23
3.4.1 Studi Pustaka.....	23
3.4.2 Instrumen Penelitian.....	24
3.5 Teknik Analisis Data.....	24
3.5.1 Langkah-langkah Proses Simulasi.....	25
3.6 Tempat dan Waktu Penelitian.....	41
BAB IV.....	43
4.1 Hasil Pengujian Simulasi.....	43
4.1.1 Hasil simulasi NACA 1410 dengan variasi sudut tekuk <i>winglet</i>	43
4.2 Analisis dan Pembahasan.....	51
BAB V.....	54
5.1 Simpulan.....	54
5.2 Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA.....	56
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	58

DAFTAR GAMBAR

	HAL
Gambar 1.1 Model Penampang <i>Airfoil</i> (Hidayat, 2014)	1
Gambar 2.1 Gaya pada pesawat terbang (Yogayudisrial 2015)	6
Gambar 2.2 Arah aliran fluida bentuk gas pada <i>Airfoil</i>	7
Gambar 2.3 Grafik Hukum Bernoulli	8
Gambar 2.4 Pembelokan kontur udara pada sayap pesawat	9
Gambar 2.5 Struktur <i>Airfoil</i> pada pesawat terbang	10
Gambar 2.6 <i>Airfoil</i> NACA 1410	11
Gambar 2.6 Variasi koefisien tekanan (C_p) NACA 1410 pada 2° AOA	12
Gambar 2.7 CL dan CD terhadap sudut serang dengan perbandingan Sudut tekuk <i>Winglet</i> dan tanpa <i>Winglet</i>	14
Gambar 2.8 Pusaran pada ujung sayap pesawat (turbulensi)	15
Gambar 2.9 Visualisasi <i>Steady Flow</i> melewati <i>Airfoil</i> dengan <i>smoke filament</i>	17
Gambar 3.1 Gambar 3.1 Rancangan Penelitian	19
Gambar 3.2 Simulasi Penelitian	23
Gambar 3.3 Pengambilan <i>Cord Line</i> (Website <i>Airfoiltool</i>)	25
Gambar 3.4 Masukan Data Ke <i>Microsoft Excel</i>	26
Gambar 3.5 <i>Cord Data</i>	26
Gambar 3.6 <i>Cordinat Airfoil</i>	27
Gambar 3.7 Meshing <i>Airfoil</i> NACA 1410	27
Gambar 3.8 <i>boundary layer</i>	28
Gambar 3.9 Gambar 3.9 Hasil <i>boolean</i>	28
Gambar 3.10 Hasil <i>meshing</i>	29
Gambar 3.11 <i>General</i>	29
Gambar 3.12 <i>Model</i>	30
Gambar 3.13 Jenis material	30
Gambar 3.14 <i>Cell zone</i>	31
Gambar 3.15 <i>Inlet boundary</i>	31
Gambar 3.16 <i>Airfoil no slip</i>	32
Gambar 3.17 <i>Solution methods</i>	32

Gambar 3.18	<i>Input CL dan CD</i>	33
Gambar 3.19	<i>Residual monitor</i>	33
Gambar 3.20	<i>Solution Initialization</i>	34
Gambar 3.21	<i>Hasil calculation</i>	34
Gambar3.22	<i>Coefisien lift</i>	34
Gambar3.23	<i>Coefisien drag</i>	35
Gambar 3.24	<i>Contour</i>	35
Gambar 3.25	<i>Contour static pressure</i>	35
Gambar 3.26	<i>Contour velocity magnitude</i>	36
Gambar 3.27	<i>Procedure report nilai CL dan CD</i>	36
Gambar 3.30	<i>Tabel Grid Independency</i>	37
Gambar 3.31	<i>Grafik Cd grid independency</i>	37
Gambar 3.32	<i>Grafik CD grid Independency</i>	38
Gambar 4.1	<i>Pressure Contour NACA 1410 Winglet (0 °)</i>	40
Gambar 4.2	<i>Pressure Contour NACA 1410 Winglet (35 °)</i>	40
Gambar 4.3	<i>Pressure Contour NACA 1410 Winglet (45 °)</i>	41
Gambar 4.4	<i>Pressure Contour NACA 1410 Winglet (90 °)</i>	41
Gambar 4.5	<i>Velocity Contour NACA 1410 Winglet (0 °)</i>	41
Gambar 4.6	<i>Winglet (0 °)Velocity Contour NACA 1410 Winglet (35 °)</i>	41
Gambar 4.7	<i>Velocity Contour NACA 1410 Winglet (45 °)</i>	42
Gambar 4.8	<i>Velocity Contour NACA 1410 Winglet (90 °)</i>	42
Gambar 4.9	<i>Pressure Distribution Contour NACA 1410 Winglet (0 °)</i>	42
Gambar 4.10	<i>Pressure Distribution Contour NACA 1410 Winglet (0 °)</i>	42
Gambar 4.11	<i>Pressure Distribution Contour NACA 1410 Winglet (0 °)</i>	45
Gambar 4.12	<i>Pressure Distribution Contour NACA 1410 Winglet (0 °)</i>	45
Gambar 4.13	<i>Pressure Distribution Contour NACA 1410 Winglet (0 °)</i>	45
Gambar 4.14	<i>Pressure Distribution Contour NACA 1410 Winglet (0 °)</i>	45
Gambar 4.15	<i>Pressure Distribution Contour NACA 1410 Winglet (0 °)</i>	46
Gambar 4.16	<i>Pressure Distribution Contour NACA 1410 Winglet (0 °)</i>	46
Gambar 4.17	<i>Isometri View Flow Laminar NACA 1410 Winglet (0 °)</i>	47
Gambar 4.18	<i>XY Cordinat View Flow Laminar NACA 1410 Winglet (0 °)</i>	47

Gambar 4.19	YZ Cordinat View Flow Laminar NACA 1410 <i>Winglet</i> (0 °)	47
Gambar 4.20	Isometri View Flow Laminar NACA 1410 <i>Winglet</i> (35 °)	47
Gambar 4.21	XY Cordinat View Flow Laminar NACA 1410 <i>Winglet</i> (35 °)	47
Gambar 4.22	YZ Cordinat View Flow Laminar NACA 1410 <i>Winglet</i> (35 °)	47
Gambar 4.23	Isometri View Flow Laminar NACA 1410 <i>Winglet</i> (45 °)	47
Gambar 4.24	XY Cordinat View Flow Laminar NACA 1410 <i>Winglet</i> (45 °)	47
Gambar 4.25	YZ Cordinat View Flow Laminar NACA 1410 <i>Winglet</i> (45 °)	47
Gambar 4.26	Isometri View Flow Laminar NACA 1410 <i>Winglet</i> (90 °)	48
Gambar 4.27	Isometri View Flow Laminar NACA 1410 <i>Winglet</i> (90 °)	48
Gambar 4.28	Isometri View Flow Laminar NACA 1410 <i>Winglet</i> (90 °)	48
Gambar 4.29	Vorticity Contour Non-Winglet (0 °)	49
Gambar 4.30	Vorticity Contour Winglet (35 °)	49
Gambar 4.31	Vorticity Contour Winglet (45 °)	49
Gambar 4.32	Vorticity Contour Winglet (90 °)	49

DAFTAR TABEL

	HAL	
Tabel 2.1	Estimasi penghematan bahan bakar pada pesawat yang dilengkapi dengan blended winglet	16
Tabel 3.1	Sample penelitian	21
Tabel 3.2	Waktu penelitian	40
Tabel 4.1	Hasil simulasi nilai CL dan CD pada NACA 1410 dengan variasi sudut <i>winglet</i> 0, 35, 45, dan 90.	50

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

Singkatan	Nama	Satuan	Halaman
NACA	<i>National Advisory Committee for Aeronautics</i>		I
CFD	<i>Computatial Fluid dynamyc</i>		2
<i>CD</i>	<i>Coefisient Drag</i>		3
<i>CL</i>	<i>Coefisient Lift</i>		3
CP	<i>Coefisient Pressure</i>		3
AOA	<i>Angel Of Attack</i>		12
<u>Lambang</u>			
ρ	Massa jenis kg/m^3	v^2 Kecepatan m/s	12
<i>S</i>	Luas penampang sayap	m^2	12
<i>FL</i>	Gaya Lift	<i>N</i>	13
<i>FD</i>	Gaya Drag	<i>N</i>	13

DAFTAR PUSTAKA

- Falcao, et, all. 2011. "Aero-Structural Design Optimization Of A Morphing Wingtip" Journal of Intelligent Material Systems And Structures, Vol 22, DOI : 10.1177/1045389X11417652
- Hafidh Hemy Nur. 2018 "analisa numerik perbandingan karakteristik *Airfoil* simetris dengan *Airfoil* tidak simetris terhadap koefisien lift dan koefisien drag pada berbagai variasi sudut serang dan luas permukaan *Airfoil* " jurnal nasional
- Hariyadi Setyo, Widodo W.A. 2019. "Efek Penggunaan Vortex Generator Terhadap Karakteristik Aliran pada *Airfoil* NACA 43018" Laboratorium Mekanika dan Mesin Fluida Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
- Hidayat M Fajri 2018. "Teori sayap Pesawat Terbang". Buku Ajar Unervisitas 17 Agustus 1945 Jakarta, 2018
- Hidayat M. Fajri. 2014. "Analisa Aerodinamika *Airfoil* NACA 0012 Dengan ANSYS FLUENT" Jurnal Kajian Teknologi Vol.10 No2 Juli
- https://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/articles/qtr_03_09/article_03_1.html
- Ibrahim Hanif, Gaguk Sujatmiko "PENGARUH SUDUT TEKUK (CANT) WINGLET MENGGUNAKAN AIRFOIL NACA 2215 PADA AERODINAMIKA SAYAP
- John D. Anderson, Jr. 2010. "Fundamental Of Aerodynamic" 5th edition, New York, University of Maryland,
- Myilsamy Dinesh et all. 2015. "Performance Investigation of an aircraft wing at various cant angles of winglets using CFD simulation" altair technology conference
- Nurchayadi Teddy dan Sudarja. 2008. "Pengaruh alokasi Ketebalan Maksimum *Airfoil* Simetris Terhadap Koefisien Angkat Aerodinamisnya" Jurnal Ilmiah Semesta Tknika, VOL. 11, No. 1
- PESAWAT*", Jurnal ROTOR, Edisi Khusus No. 3 , Desember 2017
- Rick Domingo. 2018. "The Aviation Maintenance Technician Handbook Airframe" FAA-H-8083-31A, Oklahoma City, united states Departement Of Transportation

Ridho Rasyid.2017.” *STUDI NUMERIK KARAKTERISTIK ALIRAN TIGA DIMENSI DI SEKITAR AIRFOIL NACA 0012 DENGAN BACKWARD SWEPT ANGLE 0°, 15°, DAN 30°*” Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya 2017

Vilnius. ,2017.”Basic Aerodynamics Part 66 Cat.B1/B2 Module 8”Kazimieras Simonavicius University

Wahyu Eko S, Arwanda.2016”Studi Eksperimen dan Numerik Pengaruh *Slat Clearance* Serta *Slat Angle* untuk Mengeliminasi *Stall* pada *Airfoil*

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Zulfikar Ilham Febrianto, Lahir di Surabaya, pada tanggal 22 Februari 1997 seorang anak kedua dari lima bersaudara dari pasangan Muji dan Siti. Bertempat tinggal di Putat Jaya C Timur 6/8 RT 006 RW 012, Kecamatan Sawahan, Kota Surabaya, Provinsi Jawa Timur bersama dengan orang tua dan ke-empat saudaranya. Memulai pendidikan sekolah dasar di SD Negeri 1 Driyorejo pada tahun 2003 dan lulus pada tahun 2009. Setelah itu masuk SMP Negeri 1 Driyorejo pada tahun 2009 dan lulus pada tahun 2012. Setelah itu masuk ke SMA Negeri 1 Driyorejo pada tahun 2012. Setelah itu dilanjutkan dengan pendidikan SMK , di SMK Negeri 1 Surabaya dan lulus pada tahun 2016. Kemudian melanjutkan studi di Politeknik Penerbangan Surabaya pada tahun 2018 dan selesai pada tahun 2021. Kesukaan pada pelajaran Ilmu Matematika Teknik, sehingga penulis memilih jurusan Teknik Pesawat Udara.

Setelah melaksanakan pendidikan di Politeknik Penerbangan Surabaya, penulis ingin melanjutkan karir di dunia penerbangan, yang bekerja pada Airlines international . selain itu penulis ingin menjadi insan perhubungan yang bertanggung jawab, disiplin, dan bisa berguna bagi Bangsa dan Negara. Kemudian penulis tidak lupa mengucapkan Syukur kepada Allah SWT atas rahmat, dan hidayah yang sudah diberikan, serta tak lupa kepada kedua orang tua yang selalu mendukung dalam setiap perjalanan dan langkah dari awal hingga sampai saat ini. Tidak ada yang tidak mungkin selama kita mau, belajar, dan memperbaiki apa yang sudah menjadi limit pada diri kita. Tidak luput seseorang dari suatu masalah, dan setiap masalah tidak luput dari hikmah. Kesempatan itu tidak akan datang, kalau kita tidak mencari. Tinggal sekarang sejauh mana kita mau mencari kemauan dengan tekad untuk kesempatan itu. Berkaitan dengan ini, segala harapan , keinginan, dan kemampuan akan selalu di beri kemudahan dan akan selalu diberi keberkahan disetiap langkah kita.