

**ANALISIS PERUBAHAN GEOMETRI *WINGLET* TERHADAP  
PENURUNAN HAMBATAN PESAWAT PADA BOEING  
737-800 DENGAN METODE CFD**



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA  
UNIVERSITAS  
MERCU BUANA  
MUHAMMAD BUDI RIAWAN  
41318120061

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCUBUANA  
JAKARTA 2020**

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS PERUBAHAN GEOMETRI *WINGLET* TERHADAP PENURUNAN  
HAMBATAN PESAWAT PADA BOEING 737-800  
DENGAN METODE CFD



Disusun oleh:

Nama : Muhammad Budi Riawan  
NIM : 41318120061  
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)  
JULI 2020

**HALAMAN PENGESAHAN**

**ANALISIS PERUBAHAN GEOMETRI *WINGLET* TERHADAP PENURUNAN  
HAMBATAN PESAWAT PADA BOEING 737-800  
DENGAN METODE CFD**



Disusun Oleh:

Nama : Muhammad Budi Riawan

NIM : 41318120061

Program Studi : Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing

Pada tanggal : 13 Agustus 2020


Mengetahui

Dosen Pembimbing

Koordinator Tugas Akhir



Alief Avicenna Luthfie, ST, M.Eng



Alief Avicenna Luthfie, ST, M.Eng

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini.

Nama : Muhammad Budi Riawan  
NIM : 41318120061  
Jurusan : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Judul Tugas Akhir : Analisis Perubahan Geometri Winglet terhadap Penurunan Hambatan Pesawat pada Boeing 737-800 dengan Metode CFD

Dengan ini menyatakan saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan laporan 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 mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Jakarta, 26 Juli 2020



Muhammad Budi Riawan

## PENGHARGAAN

Alhamdulillahirrabalamin, puji syukur selalu dipanjatkan kepada Allah SWT yang telah memberi petunjuk dan kekuatan sehingga pada akhirnya telah diselesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Laporan Tugas akhir ini berisi tentang Analisis Perubahan Geometri Winglet terhadap Penurunan Hambatan Pesawat pada Boeing 737-800. Penulisan Laporan penelitian ini dimaksudkan untuk memenuhi sebagian syarat-syarat kelulusan mata kuliah Tugas Akhir di Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.

Disadari bahwa penulisan Laporan Tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini terutama kepada:

1. Bapak Dr. Nanang Ruhyat sebagai Ketua Program Studi Teknik Mesin
2. Bapak Alief Avicenna Luthfie, S.T., M.Eng. sebagai dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan ilmunya dalam membantu penyelesaian laporan ini
3. Bapak dan Ibu Dosen serta Rekan Karyawan Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana yang telah membantu dalam memperoleh data untuk menyelesaikan laporan ini.
4. Keluarga penulis yang selalu memberikan dukungan dan bantuan.
5. Teman terdekat yang selalu menemani, memberi motivasi dan semangat.
6. Teman-teman yang juga ikut membantu penulis dalam menyelesaikan laporan.
7. Semua pihak yang turut membantu dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir.

Jakarta, 26 Juli 2020



Muhammad Budi Riawan

## ABSTRAK

Pesawat didesain sebaik mungkin dengan cara membuat pesawat tersebut aerodinamis sehingga membuat pesawat memiliki hambatan sekecil mungkin. *Winglet* merupakan perangkat tambahan pada ujung sayap yang dapat meningkatkan aerodinamis dengan mengurangi pusaran udara yang terdapat pada ujung sayap sehingga mengurangi *induced drag*. Pusaran pada ujung sayap terjadi karena adanya perbedaan tekanan pada permukaan atas dan permukaan bawah sayap sehingga tekanan berupaya menyamakan tekanan pada ujung sayap. Dewasa ini, sudah ada beberapa winglet yang diaplikasikan pada pesawat. Dalam penelitian ini, winglet yang akan dianalisis adalah winglet yang terpasang pada pesawat Boeing 737-800 yaitu, *blended winglet* dan *split scimitar winglet*. *Split scimitar winglet* merupakan hasil modifikasi dari *blended winglet* dengan penambahan perangkat vertikal kebawah. Penelitian ini akan menganalisis perubahan hambatan pada *split scimitar winglet* dibandingkan dengan *blended winglet*. Penelitian akan menggunakan metode CFD dengan simulasi menggunakan beberapa variasi kecepatan dan akan membandingkan koefisien *drag* dan koefisien *lift* dari kedua *winglet*. Simulasi dilakukan dengan menggunakan variasi kecepatan dan pada kondisi ketinggian pesawat 10,000 m diatas permukaan laut. Setelah dilakukan simulasi dan mencapai hasil konvergensi dilakukan perbandingan koefisien drag didapatkan perbedaan hambatan paling tinggi sebesar 7,3%, analisa kontur tekanan didapatkan perbedaan tekanan tertinggi sebesar 3,48%, dan analisa kecepatan aliran udara didapatkan perbedaan tertinggi kecepatan aliran hingga 7,1 m/s, sehingga didapatkan kesimpulan hambatan pada winglet split scimitar lebih kecil daripada blended winglet.

Kata kunci : Aerodinamis, *Winglet*, *Split Scimitar*, CFD, Sudut Serang, Koefisien *Drag*, *Lift*

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## ANALYSIS OF WINGLET GEOMETRY CHANGES TO REDUCTION OF AIRCRAFT DRAG ON BOEING 737-800

### ABSTRACT

*The aircraft is designed by making the aircraft aerodynamic to make the plane have drag as small as possible. Winglets are enhancements to the wingtips that can improve aerodynamics by reducing the vortex of air contained at the wingtips thereby reducing induced drag. Vortex on the wingtip occurs because of differences in pressure on the upper and lower surfaces of the wing so that the pressure tries to equalize itself on the wingtips. Nowadays, there are several winglets applied to the aircraft. In this study, the winglets to be analysed are the winglets mounted on Boeing 737-800 aircraft, namely blended winglets and split scimitar winglets. Split scimitar winglet is a modification of the blended winglet with the addition of a down vertical device. However, most airline in the world are not using this split scimitar winglet yet. This study will analyse the change in drag in split scimitar winglets compared to blended winglets. The research will use the CFD method with simulation using several variations inlet velocity and will compare drag and lift coefficient between this two winglets. Simulations are carried out using variations in speed and altitude conditions of aircraft 10,000 m above sea level. After simulation and achieving the convergence results, drag coefficient comparison resulting the highest drag difference 7,3%, pressure contour analysis resulting difference in pressure contour is 3,48%, and air flow velocity analysis resulting the highest difference up to 7 m/s, so drag of the split scimitar winglet is smaller than the blended winglet.*

**Keywords :** Aerodynamic, Winglet, Split Scimitar, CFD, angle of attack, coefficient, Drag, Lift.

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i	
HALAMAN PERNYATAAN	ii	
PENGHARGAAN	iii	
ABSTRAK	iv	
<i>ABSTRACT</i>	v	
DAFTAR ISI	vi	
DAFTAR GAMBAR	viii	
DAFTAR TABEL	x	
BAB I	PENDAHULUAN	1
1.1	LATAR BELAKANG	1
1.2	RUMUSAN MASALAH	2
1.3	TUJUAN	2
1.4	RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	3
1.5	SISTEMATIKA PENULISAN	3
BAB II	TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1	SAYAP PESAWAT	5
	2.1.1 <i>Airfoil</i>	6
	2.1.2 <i>Angle of Attack</i>	8
	2.1.3 <i>Drag</i>	9
	2.1.4 <i>Lift</i>	10
	2.1.5 <i>Thrust</i>	11
	2.1.6 <i>Mach Number</i>	11
2.2	<i>WINGLET</i>	12
	2.2.1 Jenis-Jenis <i>Winglet</i> B737-800	14
2.3	<i>COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (CFD)</i>	16
	2.3.1 <i>Grids</i>	17
	2.3.2 Langkah-Langkah Penggunaan CFD	19
	2.3.3 Manfaat CFD	19
	2.3.4 Kesulitan CFD	20
2.4	PENELITIAN TERKAIT	20
BAB III	METODELOGI PENELITIAN	22



3.1	PENDAHULUAN	22
3.2	ALAT DAN BAHAN	22
3.3	DIAGRAM ALIR	23
	3.3.1 Studi Literatur	24
	3.3.2 Penentuan Geometri Winglet	24
	3.3.3 Proses <i>Mesh Winglet</i>	25
	3.3.4 Proses <i>Setup</i>	27
	3.3.5 Proses <i>Solution</i>	30
	3.3.6 Kesimpulan dan Saran	33
3.4	<i>INPUT BOUNDARY CONDITION</i>	33
3.5	PENGUMPULAN DATA	34
3.6	METODELOGI CFD	34
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1	PENDAHULUAN	36
4.2	HASIL PENELITIAN	36
	4.2.1 Analisis Kontur Tekanan Pada <i>Winglet</i>	40
	4.2.2 Analisis Aliran Udara Pada <i>Winglet</i>	46
BAB V	PENUTUP	50
5.1	KESIMPULAN	50
5.2	SARAN	51
DAFTAR PUSTAKA		

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Wing</i> Pesawat	6
Gambar 2.2 <i>Airfoil</i>	6
Gambar 2.3 Simetris dan Asimetris <i>Airfoil</i>	7
Gambar 2.4 <i>Angle of Attack</i> ( $\alpha$ )	8
Gambar 2.5 Hubungan Koefisien <i>Lift</i> dan Sudut Serang	8
Gambar 2.6 Koefisien <i>Drag</i> untuk Benda Berbentuk Elips	9
Gambar 2.7 Pusaran pada <i>wingtip</i>	12
Gambar 2.8 <i>Multi Element Winglet</i>	12
Gambar 2.9 <i>Blended Winglet</i>	14
Gambar 2.10 <i>Split Scimitar Winglet</i>	15
Gambar 2.11 <i>Grid</i> terstruktur	17
Gambar 2.12 <i>Grid</i> Tidak Terstruktur	18
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	23
Gambar 3.2 <i>Blended Winglet</i>	24
Gambar 3.3 <i>Split Scimitar Winglet</i>	24
Gambar 3.4 <i>Body</i> Setelah <i>Boolean</i>	25
Gambar 3.5 <i>Meshing Blended Winglet</i>	25
Gambar 3.6 <i>Meshing Split Scimitar Winglet</i>	26
Gambar 3.7 Grafik <i>Skewness Blended Winglet</i>	26
Gambar 3.8 Grafik <i>Skewness Split Scimitar Winglet</i>	26
Gambar 3.9 <i>Models</i> pada <i>Setup Fluent</i>	27
Gambar 3.10 <i>Materials</i> pada <i>Setup Fluent</i>	28
Gambar 3.11 <i>Velocity Inlet</i> dan <i>Pressure Outlet</i>	28
Gambar 3.12 <i>Operating Conditions</i>	29
Gambar 3.13 <i>Reference Values</i>	29
Gambar 3.14 Area Proyeksi Sejajar Sumbu x	30
Gambar 3.15 Input Data yang Akan Dikalkulasi	31
Gambar 3.16 <i>Monitors Residual</i>	31
Gambar 3.17 Koefisien <i>Drag</i> Hasil Konvergensi	32
Gambar 3.18 Koefisien <i>Lift</i> Hasil Konvergensi	33
Gambar 3.19 Grafik Kontinuitas	33

Gambar 3.20 Metodologi CFD	35
Gambar 4.1 Grafik Koefisien <i>Drag</i> Terhadap Kecepatan	38
Gambar 4.2 Grafik Koefisien <i>lift</i> Terhadap Kecepatan	39
Gambar 4.3 Kontur Tekanan <i>Blended</i> pada 0,3 Mach	40
Gambar 4.4 Kontur Tekanan <i>Split</i> pada 0,3 Mach	41
Gambar 4.5 Kontur Tekanan <i>Blended</i> pada 0,4 Mach	41
Gambar 4.6 Kontur Tekanan <i>Split</i> pada 0,4 Mach	42
Gambar 4.7 Kontur Tekanan <i>Blended</i> pada 0,5 Mach	42
Gambar 4.8 Kontur Tekanan <i>Split</i> pada 0,5 Mach	43
Gambar 4.9 Kontur Tekanan <i>Blended</i> pada 0,6 Mach	43
Gambar 4.10 Kontur Tekanan <i>Split</i> pada 0,6 Mach	44
Gambar 4.11 Kontur Tekanan <i>Blended</i> pada 0,7 Mach	44
Gambar 4.12 Kontur Tekanan <i>Split</i> pada 0,7 Mach	45
Gambar 4.13 Perbedaan Kecepatan Aliran Udara 0,3 Mach	46
Gambar 4.14 Perbedaan Kecepatan Aliran Udara 0,4 Mach	47
Gambar 4.15 Perbedaan Kecepatan Aliran Udara 0,5 Mach	48
Gambar 4.16 Perbedaan Kecepatan Aliran Udara 0,6 Mach	48
Gambar 4.17 Perbedaan Kecepatan Aliran Udara 0,7 Mach	48

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Perbandingan $C_D$ Beberapa <i>Winglet</i>	2
Tabel 2.1 Perbandingan jarak dengan <i>winglet</i>	13
Tabel 2.2 Penelitian Terkait	20
Tabel 3.1 <i>Boundary condition</i> pada proses penelitian	33
Table 4.1 Nilai CD dan CL pada <i>blended winglet</i>	37
Table 4.2 Nilai CD dan CL pada <i>split scimitar winglet</i>	37
Table 4.3 Persentase Penurunan Hambatan	39
Table 4.4 Perbedaan Tekanan Antara 2 Sisi Kedua <i>Winglet</i>	45

