

ANALISIS AERODINAMIKA AIRFOIL BOEING 737-800 TERHADAP
KOEFSIEN *LIFT* DAN KOEFISIEN *DRAG* MENGGUNAKAN
METODE *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC*



UNIVERSITAS
MERCU BUANA



ARBOTOMO M. RAFAEL MARBUN
NIM : 41315120091

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2017

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS AERODINAMIKA AIRFOIL BOEING 737-800 TERHADAP
KOEFSIEN *LIFT* DAN KOEFISIEN *DRAG* MENGGUNAKAN
METODE *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC*



UNIVERSITAS
MERCU BUANA



Disusun Oleh:

Nama : Arbotomo M. Rafel Marbun

NIM : 41315120091

Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
JULI 2017

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Arbotomo M. Rafael Marbun

NIM : 41315120091

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik Industri

Judul Skripsi : Analisis Aerodinamika Airfoil Boeing 737-800 Terhadap Koefisien
Lift dan Koefisin *Drag* Menggunakan Metode *Computational Fluid
Dynamic*

Dengan ini menyatakan bahwa 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 mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak ada paksaan.

Jakarta, Juli 2017

Arbotomo M. Rafael Marbun

LEMBAR PENGESAHAN

Analisis Aerodinamika Airfoil Boeing 737-800 Terhadap Koefisien *Lift* dan Koefisien *Drag* Menggunakan Metode *Computational Fluid Dynamic*



Disusun Oleh :

Nama : Arbotomo M. Rafael Marbun

NIM : 41315120091

Program Studi : Teknik Mesin

Mengetahui,

Dosen Pembimbing



(Dr. Ing. Darwin Sebayang, M.Eng)

Koordinator Tugas Akhir



(Haris Wahyudi, S.T., M.Sc)

PENGHARGAAN

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat rahmat serta kasih-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan tugas akhir ini.

Laporan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi oleh mahasiswa untuk memperoleh gelar Strata Satu (S-1) pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan tugas akhir ini tidak lepas dari adanya kerjasama dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis dengan senang hati menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ing. Darwin Sebayang, M.Eng selaku Dosen pembimbing tugas akhir penulis;
2. Bapak Haris Wahyudi, ST, M.Sc selaku koordinator Tugas Akhir;
3. Seluruh keluarga tercinta yang terus memberi semangat dan memberikan dukungan materi, semangat dan doa sehingga laporan ini bisa diselesaikan;
4. Seluruh rekan kerja yang turut berpartisipasi dalam memberikan dukungan dan masukan.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini ada kekurangan dan kesalahan. Oleh sebab itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dari pembaca untuk kesempurnaan Laporan Tugas Akhir ini dan juga sebagai masukan bagi penulis.

Akhir kata laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi baik bagi penulis maupun pembaca.

Jakarta, Juli 2017

(Arbotomo M. Rafael Marbun)

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERNYATAAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Masalah	2
1.4 Batasan dan Ruang Lingkup Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Kajian Penelitian	5
2.2 Dasar Aerodinamika	6
2.3 Terminologi dan Teori Airfoil	10
2.4 Sudut Serang (<i>Angle of Attack</i>)	12
2.5 Koefisien <i>Lift</i> dan <i>Drag</i>	12
2.6 Sifat Aliran	14
2.7 Aliran Fluida	15

2.7.1	Aliran Termampatkan dan Tidak Termampatkan	16
2.7.2	Aliran Tunak dan Tidak Tunak	17
2.7.3	Aliran Laminar, Transisi, dan Turbulen	17
2.8	Bilangan Mach	19
2.9	Sistem Kendali Terbang pada Pesawat Boeing 737-800	20
2.9.1	<i>Primary Flight Control</i>	21
2.9.2	<i>Secondary Flight Control</i>	22
2.10	Simulasi <i>Computational Fluid Dynamic</i>	24
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	
3.1	Metode dan Pendekatan Penelitian	28
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian	28
3.3	Teknik Pengumpulan Data	29
3.4	Variabel Penelitian	29
3.5	Alat dan Bahan	30
3.6	Airfoil Boeing 737-800	31
3.7	Diagram Alir Penelitian	33
3.8	Proses Geometri dan <i>Meshing</i>	34
3.9	<i>Preprocessing</i>	36
3.10	<i>Processing</i>	37
3.11	<i>Postprocessing</i>	37
BAB IV	PEMBAHASAN	
4.1	Hasil Penelitian	39
4.2	Pengaruh <i>Angle of Attack</i> Terhadap Nilai Koefisien <i>Lift</i> Pada	

	Aliran Subsonik	41
4.3	Pengaruh <i>Angle of Attack</i> Terhadap Nilai Koefisien <i>Drag</i> Pada Aliran Subsonik	42
4.4	Analisis Kontur Tekanan Pada Aliran Subsonik Terhadap Perubahan <i>Angle of Attack</i>	43
4.4.1	Pengaruh Kecepatan 0,3 Mach Terhadap Perubahan <i>Angle of Attack</i>	43
4.4.2	Pengaruh Kecepatan 0,6 Mach Terhadap Perubahan <i>Angle of Attack</i>	47
4.4.3	Pengaruh Kecepatan 1 Mach Terhadap Perubahan <i>Angle of Attack</i>	50
4.5	Analisis Kontur Kecepatan Pada Aliran Subsonik Terhadap Perubahan <i>Angle of Attack</i>	54
4.5.1	Pengaruh Kecepatan 0,3 Mach Terhadap Perubahan <i>Angle of Attack</i>	54
4.5.2	Pengaruh Kecepatan 0,6 Mach Terhadap Perubahan <i>Angle of Attack</i>	58
4.5.3	Pengaruh Kecepatan 1 Mach Terhadap Perubahan <i>Angle of Attack</i>	62
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1	Kesimpulan	66
5.2	Saran	67
	DAFTAR PUSTAKA	68

DAFTAR GAMBAR

No. Gambar		Halaman
2.1	Gaya-gaya pada pesawat	7
2.2	Penerapan prinsip Bernoulli pada airfoil	8
2.3	Efek Coanda	10
2.4	Terminologi airfoil	10
2.5	Sudut serang (<i>Angle of attack</i>)	12
2.6	Hasil eksperimen C_d terhadap sudut serang	13
2.7	Grafik grafik C_l terhadap sudut serang	14
2.8	Perubahan densitas terhadap bilangan Mach	17
2.9	Aliran Laminar dan Aliran Turbulen	19
2.10	Dimensi pesawat Boeing 737-800 <i>Next Generation</i>	21
2.11	<i>Primary flight control</i>	22
2.12	Posisi <i>flap</i> Boeing 737-800 <i>Next Generation</i>	23
2.13	Hasil CFD untuk air yang mengalir melewati NASA 66 (MOD) hydrofoil; C grid 262 dengan 91 node	25
2.14	Visualisasi eksperimen aliran oli pada kubus dengan $Re = 40000$	26
2.15	Simulasi komputasi <i>large-eddy</i> pada permukaan kubus dengan aliran oli dengan $Re = 40000$	26
3.1	Bentuk <i>midpan</i> airfoil Boeing 737-800 dengan panjang 1 meter	32
3.2	Diagram alir penelitian	33
3.3	Bentuk <i>meshing</i> dengan domain <i>C-type</i>	35
3.4	Bentuk <i>mesh</i> pada sekitar permukaan airfoil Boeing 737-800	35

3.5	Bentuk domain dalam penelitian ini dengan <i>mesh C-type</i>	36
4.1	Grafik variasi kecepatan subsonik pada setiap sudut serang terhadap pengaruhnya pada nilai koefisien <i>lift</i>	41
4.2	Grafik variasi kecepatan subsonik pada setiap sudut serang terhadap pengaruhnya pada nilai koefisien <i>drag</i>	42
4.3	Kontur tekanan pada sudut 0^0 pada kecepatan 0,3 Mach	43
4.4	Kontur tekanan pada sudut 4^0 pada kecepatan 0,3 Mach	44
4.5	Kontur tekanan pada sudut 8^0 pada kecepatan 0,3 Mach	44
4.6	Kontur tekanan pada sudut 12^0 pada kecepatan 0,3 Mach	45
4.7	Kontur tekanan pada sudut 16^0 pada kecepatan 0,3 Mach	45
4.8	Kontur tekanan pada sudut 20^0 pada kecepatan 0,3 Mach	46
4.9	Kontur tekanan pada sudut 0^0 pada kecepatan 0,6 Mach	47
4.10	Kontur tekanan pada sudut 4^0 pada kecepatan 0,6 Mach	47
4.11	Kontur tekanan pada sudut 8^0 pada kecepatan 0,6 Mach	48
4.12	Kontur tekanan pada sudut 12^0 pada kecepatan 0,6 Mach	48
4.13	Kontur tekanan pada sudut 16^0 pada kecepatan 0,6 Mach	49
4.14	Kontur tekanan pada sudut 20^0 pada kecepatan 0,6 Mach	49
4.15	Kontur tekanan pada sudut 0^0 pada kecepatan 1 Mach	50
4.16	Kontur tekanan pada sudut 4^0 pada kecepatan 1 Mach	51
4.17	Kontur tekanan pada sudut 8^0 pada kecepatan 1 Mach	51
4.18	Kontur tekanan pada sudut 12^0 pada kecepatan 1 Mach	52
4.19	Kontur tekanan pada sudut 16^0 pada kecepatan 1 Mach	52
4.20	Kontur tekanan pada sudut 20^0 pada kecepatan 1 Mach	53
4.21	Kontur kecepatan pada sudut 0^0 pada kecepatan 0,3 Mach	54

4.22	Kontur kecepatan pada sudut 4^0 pada kecepatan 0,3 Mach	55
4.23	Kontur kecepatan pada sudut 8^0 pada kecepatan 0,3 Mach	55
4.24	Kontur kecepatan pada sudut 12^0 pada kecepatan 0,3 Mach	56
4.25	Kontur kecepatan pada sudut 16^0 pada kecepatan 0,3 Mach	56
4.26	Kontur kecepatan pada sudut 20^0 pada kecepatan 0,3 Mach	57
4.27	Kontur kecepatan pada sudut 0^0 pada kecepatan 0,6 Mach	58
4.28	Kontur kecepatan pada sudut 4^0 pada kecepatan 0,6 Mach	59
4.29	Kontur kecepatan pada sudut 8^0 pada kecepatan 0,6 Mach	59
4.30	Kontur kecepatan pada sudut 12^0 pada kecepatan 0,6 Mach	60
4.31	Kontur kecepatan pada sudut 16^0 pada kecepatan 0,6 Mach	60
4.32	Kontur kecepatan pada sudut 20^0 pada kecepatan 0,6 Mach	61
4.33	Kontur kecepatan pada sudut 0^0 pada kecepatan 1 Mach	62
4.34	Kontur kecepatan pada sudut 4^0 pada kecepatan 1 Mach	62
4.35	Kontur kecepatan pada sudut 8^0 pada kecepatan 1 Mach	63
4.36	Kontur kecepatan pada sudut 12^0 pada kecepatan 1 Mach	63
4.37	Kontur kecepatan pada sudut 16^0 pada kecepatan 1 Mach	64
4.38	Kontur kecepatan pada sudut 20^0 pada kecepatan 1 Mach	64

DAFTAR TABEL

No. Tabel		Halaman
3.1	Spesifikasi komputer yang digunakan dalam penelitian	30
3.2	Koordinat airfoil Boeing 737-800 <i>Next Generation</i>	31
3.3	Parameter <i>boundary condition</i> pada proses penelitian	36
4.1	Bilangan Mach 0,3 (102 m/s) terhadap variasi sudut serang airfoil	40
4.2	Bilangan Mach 0,6 (204 m/s) terhadap variasi sudut serang airfoil	40
4.3	Bilangan Mach 1 (340 m/s) terhadap variasi sudut serang airfoil	41

