



**ANALISIS AERODINAMIKA PADA AIRFOIL ATR72SM-IL
DENGAN SIMULASI *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS***

SKRIPSI

CRISTIAN DAVIN CASEY GESNER S

1710311006

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN

2021



**ANALISIS AERODINAMIKA PADA AIRFOIL ATR72SM-IL
DENGAN SIMULASI *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS***

SKRIPSI

**DIAJUKAN SEBAGAI SALAH SATU SYARAT UNTUK
MEMPEROLEH GELAR SARJANA TEKNIK**

CRISTIAN DAVIN CASEY GESNER S

1710311006

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN
2021**

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Cristian Davin Casey Gesner S
NIM : 1710311006
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul : ANALISIS AERODINAMIKA PADA AIRFOIL ATR72SM-IL DENGAN SIMULASI *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS*

Telah berhasil dipertahankan dihadapan 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.



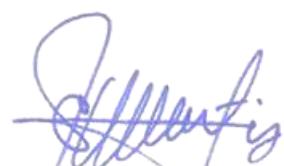
Ir. Mohammad Galbi, M.T.
Penguji Utama



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



Dr. Damora Rhakasywi, S.T., M.T., IPP
Pembimbing I



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

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 12 Juli 2021

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

ANALISIS AERODINAMIKA PADA AIRFOIL ATR72SM-IL DENGAN SIMULASI *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS*

Dipersiapkan dan disusun oleh :

CRISTIAN DAVIN CASEY GESNER S

1710311006

Pembimbing I



Dr. Damora Rhakasywi, S.T, M.T, IPP

Pembimbing II



Muhamad As'adi, MT, IPM

Jakarta, 23 Juli 2021

Mengetahui,

Ketua Program Studi S1 Teknik Mesin


Nur Cholis, S.T, M.Eng

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Cristian Davin Casey Gesner S

NIM : 1710311006

Program Studi : Teknik Mesin

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

Jakarta, 12 Juli 2021

Yang menyatakan,



(Cristian Davin Casey Gesner S)

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Cristian Davin Casey Gesner S

NIM : 1710311006

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Mesin

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta Hak Bebas Royalti Non-ekslusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul : **ANALISIS AERODINAMIKA PADA AIRFOIL ATR72SM-IL DENGAN SIMULASI COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS**

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 mempublikasikan Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan saya ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada Tanggal : 23 Juli 2021

Yang menyatakan,



(Cristian Davin Casey Gesner S)

ANALISIS AERODINAMIKA PADA AIRFOIL ATR72SM-IL DENGAN SIMULASI COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS

CRISTIAN DAVIN CASEY GESNER S

ABSTRAK

Pada saat ini teknologi sangat berkembang, salah satunya pada bidang aeronautika atau kita kenal dengan teknologi pesawat terbang. Sangatlah penting untuk mengetahui dan menetapkan besarnya gaya angkat (*lift*) dan gaya hambat (*drag*) pada sebuah *airfoil* pesawat udara. Pada penelitian ini digunakan *software CFD (Computational Fluid Dynamics)* untuk mengetahui fenomena aerodinamika pada *airfoil* ATR72sm-il. Dalam proses simulasi akan dilakukan dengan variasi sudut serang pada *airfoil* sebesar 0° , 3° , 6° , 9° , 12° , 15° , 18° , 20° , dan 23° . Pembuatan model *airfoil* adalah 2D dan dikerjakan di *software CFD*. Pada simulasi ini akan didapat kontur kecepatan dan kontur tekanan, nilai C_l dan C_d , serta nilai F_l dan F_d di setiap variasi sudut serang pada *airfoil*. Pada penelitian ini didapat nilai maksimum C_l dan F_l sebesar 1.491 dan 21.871 N pada sudut 20° , sedangkan untuk nilai C_d dan F_d belum menemui tanda-tanda maksimum pada sudut 20° bahkan sampai sudut 23° . Berdasarkan nilai tersebut didapatkan hasil konsumsi energi untuk menangani adanya *drag* per-kilometer terhadap efisiensi konsumsi bahan bakar. Dari hasil simulasi dan perhitungan tersebut akan diambil nilainya dan diplot dalam grafik untuk mengetahui besar nilai-nilai yang didapatkan. Penelitian ini diharapkan akan berguna untuk perkembangan pada dunia aeronautika khususnya yang berhubungan dengan *airfoil* sayap pesawat terbang.

Kata Kunci : Gaya lift, gaya drag, aerodinamika, ATR72sm-il, sudut serang.

AERODYNAMICS ANALYSIS ON AIRFOIL ATR72SM-IL WITH COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS SIMULATION

CRISTIAN DAVIN CASEY GESNER S

ABSTRACT

At this time, the technology is highly developed, one of which in the field of aeronautics or we are familiar with the technology of aircraft. It is important to know and define the magnitude of the lift force (elevator) and drag force (drag) on an airfoil aircraft. In this study used CFD software (Computational Fluid Dynamics) to determine the phenomenon of aerodynamic forces on the airfoil ATR72sm-il. In the process simulation will be carried out with the variation of angle of attack on the airfoil of 0°, 3°, 6°, 9°, 12°, 15°, 18°, 20°, and 23°. Making a model of the airfoil is 2D and is done in CFD software. In this simulation will be obtained velocity contours and the contours of the pressure, the value of C_l and C_d , as well as the value of F_l and F_d in any variation of angle of attack on an airfoil. In this study, the obtained maximum value of C_l and F_l by 1.491 and 21.871 N at an angle of 20°, while for the value of C_d and F_d not yet see signs of a maximum at an angle of 20° even until the angle of 23°. Based on the value of the obtained results of energy consumption to handle the presence of drag per kilometer on the efficiency of fuel consumption. From the simulation results and the calculation will be taken the value and plotted in the graph to determine the values obtained. This study is expected to be useful for developments in the world of aeronautics, particularly related to the airfoil wing aircraft.

Keywords : lift force, drag force, aerodynamics, ATR72sm-il, angle of attack.

KATA PENGANTAR

Rasa syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang maha Esa, Karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat mengerjakan dan menyelesaikan Skripsi dengan judul “ANALISIS AERODINAMIKA PADA AIRFOIL ATR72SM-IL DENGAN SIMULASI *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS*”. Skripsi ini berisi tentang simulasi *software* CFD, teori dasar serta proses pengolahan data grafik untuk penulisan proposal ini. Tujuan penulisan proposal skripsi ini ialah sebagai syarat untuk mendapatkan gelar sarjana berupa penilaian tugas akhir berdasarkan kurikulum yang diikuti Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan serta pembelajaran dari berbagai pihak, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Dengan rasa bersyukur, penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Kepada Tuhan Yang maha Esa yang telah memberikan berkat dan rahmat-Nya sehingga saya dapat menyusun proposal skripsi ini dengan baik.
2. Orang tua dan keluarga penulis yang selalu mendukung dan mendoakan penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi ini.
3. Bapak Dr. Ir. Reda Rizal, M.Si selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.
4. Bapak Nur Cholis, S.T, M.Eng selaku Kepala Prodi Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.
5. Bapak Dr. Damora Rhakasywi, S.T., M.T., IPP dan Ir. Muhamad As’adi, M.T yang senantiasa bersabar membimbing penulis.
6. Teman-teman Teknik Mesin’17 yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang sudah saling membantu dan saling mengingatkan dalam mengerjakan tugas akhir.
7. Serta semua pihak-pihak yang secara langsung maupun tidak langsung yang telah membantu sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan. Penulis mengharapkan saran dan kritik untuk memperbaiki skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Jakarta, 12 November 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
1.5. Batasan Masalah.....	3
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Aerodinamika	5
2.1.1. Koefisien <i>Lift</i> (C_L)	6
2.1.2. Koefisien <i>Drag</i> (C_D)	6
2.2. Mekanisme Pesawat untuk Terbang	7
2.2.1. Hukum Newton III	8
2.2.2. Hukum Bernoulli dan Efek Coanda	8
2.3. <i>Airfoil</i>	9
2.4. Aliran Fluida	11
2.5. <i>Downwash</i>	12
2.6. Mesh	12

2.7. Aerodinamika Terhadap Penggunaan Energi dan Bahan Bakar Pesawat	13
2.8. Model Viscous-Spalart Allmaras	15
2.9. Pesawat ATR-72.....	17

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Skema Penelitian	20
3.1.1 Studi Literatur	21
3.1.2 Mencari Data <i>Airfoil</i>	21
3.1.3 Tahap <i>Preprocessing</i>	21
3.1.4 Tahap <i>Solving</i>	22
3.1.5 Tahap <i>Postprocessing</i>	22
3.1.6 Menganalisa dan Membahas Hasil Simulasi	22
3.1.7 Kesimpulan dan Saran	23
3.2. Pengambilan Data.....	23
3.3. Spesifikasi Model <i>Airfoil</i>	23
3.4. Kondisi Batas	24
3.5. Tahapan Simulasi	25

BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL PENELITIAN

4.1. Pengaruh Penambahan Variasi Sudut Serang pada <i>Airfoil</i> ATR72sm-il	27
4.2. Karakteristik Kontur Kecepatan dan Hubungannya dengan Koefisien <i>Lift</i> (C_l) dan Koefisien <i>Drag</i> (C_d) pada <i>Airfoil</i>	32
4.3. Karakteristik Kontur Tekanan dan Hubungannya dengan Koefisien <i>Lift</i> (C_l) dan Koefisien <i>Drag</i> (C_d) pada <i>Airfoil</i>	38
4.4. Hasil Analisis Aerodinamika Terhadap Penggunaan Energi dan Konsumsi Bahan Bakar	42

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran	48

DAFTAR PUSTAKA

RIWAYAT HIDUP

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel konsumsi bahan bakar setiap jenis pesawat	14
Tabel 2.2 Tabel konfigurasi pesawat ATR 72-600.....	19
Tabel 3.1 Tabel analisa <i>grid independence</i>	22
Tabel 3.2 Langkah pada simulasi dan inputnya	24
Tabel 4.1 Hasil C_l dan C_d maksimum dari setiap variasi sudut	27
Tabel 4.2 Hasil F_l dan F_d maksimum dari setiap variasi sudut.....	28
Tabel 4.3 Grafik C_l dan C_d dari setiap variasi sudut serang	30
Tabel 4.4 Hasil perhitungan W_d dan E_{in} dari setiap sudut serang	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Macam-macam gaya aerodinamika	5
Gambar 2.2 Gaya yang bekerja pada pesawat terbang	7
Gambar 2.3 Bagian-bagian dari pada <i>airfoil</i>	10
Gambar 2.4 <i>Maximum thickness</i> dan <i>maximum chamber</i>	10
Gambar 2.5 Aliran laminar dan aliran turbulen.....	12
Gambar 2.6 <i>Downwash</i> sebagai hasil dari <i>tip vorticity</i>	12
Gambar 2.7 Contoh model <i>mesh tetrahedron/triangles</i>	13
Gambar 2.8 Spesifikasi dimensi salah satu seri pesawat ATR 72-600.....	17
Gambar 2.9 Spesifikasi dimensi <i>body</i> atau <i>cabin</i> ATR 72-600	17
Gambar 2.10 Spesifikasi dalam kabin	17
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian	19
Gambar 3.2 <i>Meshing airfoil</i>	21
Gambar 3.3 Airfoil pesawat ATR72 dari website <i>airfoiltools</i>	22
Gambar 3.4 Airfoil pesawat ATR72 dari website <i>illinois</i>	22
Gambar 3.5 Kondisi batas	24
Gambar 4.1 Grafik hubungan antara koefisien <i>lift</i> dan <i>drag</i> vs sudut serang	28
Gambar 4.2 Grafik hubungan antara gaya <i>lift</i> dan <i>drag</i> vs sudut serang.....	29
Gambar 4.3 Kontur <i>velocity</i> AoA 0°.....	32
Gambar 4.4 Kontur <i>velocity</i> AoA 3°.....	33
Gambar 4.5 Kontur <i>velocity</i> AoA 6°.....	33
Gambar 4.6 Kontur <i>velocity</i> AoA 9°.....	34
Gambar 4.7 Kontur <i>velocity</i> AoA 12°.....	34
Gambar 4.8 Kontur <i>velocity</i> AoA 15°.....	37
Gambar 4.9 Kontur <i>velocity</i> AoA 18°.....	38
Gambar 4.10 Kontur <i>velocity</i> AoA 20°.....	39
Gambar 4.11 Kontur <i>velocity</i> AoA 23°.....	39
Gambar 4.12 Kontur tekanan statik AoA 0°	32
Gambar 4.13 Kontur tekanan statik AoA 3°	33
Gambar 4.14 Kontur tekanan statik AoA 6°	34
Gambar 4.15 Kontur tekanan statik AoA 9°	35
Gambar 4.16 Kontur tekanan statik AoA 12°.....	36

Gambar 4.17 Kontur tekanan statik AoA 15°.....	37
Gambar 4.18 Kontur tekanan statik AoA 18°.....	38
Gambar 4.19 Kontur tekanan statik AoA 20°.....	39
Gambar 4.20 Kontur tekanan statik AoA 23°.....	39

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Standar konfigurasi pesawat ATR 72-600
- Lampiran 2. *Scale Residual AoA 0°*
- Lampiran 3. *Scale Residual AoA 3°*
- Lampiran 4. *Scale Residual AoA 6°*
- Lampiran 5. *Scale Residual AoA 9°*
- Lampiran 6. *Scale Residual AoA 12°*
- Lampiran 7. *Scale Residual AoA 15°*
- Lampiran 8. *Scale Residual AoA 18°*
- Lampiran 9. *Scale Residual AoA 20°*
- Lampiran 10. *Scale Residual AoA 23°*
- Lampiran 11. *XY Plot AoA 0°*
- Lampiran 12. *XY Plot AoA 3°*
- Lampiran 13. *XY Plot AoA 6°*
- Lampiran 14. *XY Plot AoA 9°*
- Lampiran 15. *XY Plot AoA 12°*
- Lampiran 16. *XY Plot AoA 15°*
- Lampiran 17. *XY Plot AoA 18°*
- Lampiran 18. *XY Plot AoA 20°*
- Lampiran 19. *XY Plot AoA 23°*
- Lampiran 20. Koordinat .dat file airfoil ATR72sm-il
- Lampiran 21. Hasil data simulasi untuk tekanan *absolute*