

**ANALISA AERODINAMIKA VARIASI *FLAP* PADA *AIRFOIL*
NACA 0012 TERHADAP NILAI CL DAN CD
MENGGUNAKAN METODE CFD**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Jenjang Strata Satu (S1)
Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Ponorogo



RENDRA FAHRUL NIQKO

17511134

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO
(2021)**

**ANALISA AERODINAMIKA VARIASI *FLAP* PADA AIRFOIL
NACA 0012 TERHADAP NILAI CL DAN CD
MENGGUNAKAN METODE CFD**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Jenjang Strata Satu (S1)
Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Ponorogo



RENDRA FAHRUL NIQKO

17511134

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO
(2021)**

HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Rendra Fahrul Niqko
NIM : 17511134
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Proposal Skripsi : Analisa Aerodinamika *Flap* Pada *Airfoil* NACA 0012 Terhadap Nilai CL dan Nilai CD Dengan Menggunakan Metode *CFD*

Isi dan formatnya telah disetujui dan dinyatakan memenuhi syarat
Untuk melengkapi persyaratan guna memperoleh Gelar Sarjana
pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah
Ponorogo

Ponorogo, 31 Januari 2022

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Rizal Arifin S.Si., M.Si., Ph.D.

NIK. 1987092020120412

Dosen Pembimbing II

Yoyok Winardi, S.T., M.T.

NIK. 1986080320190913

Menyetujui,

Dekan Fakultas Teknik



Edy Kurniawan, S.T., M.T.

NIK. 1977102620081012

Ketua Program Studi Teknik Mesin

Yoyok Winardi, S.T., M.T.

NIK. 1986080320190913

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rendra Fahrul Niqko
NIM : 17511134
Program Studi : Teknik Mesin

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul : “Analisa Aerodinamika Flap Pada Airfoil NACA 0012 Terhadap Nilai CL dan Nilai CD Dengan Menggunakan Metode CFD” bahwa berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang saya rancang dan teliti di dalam naskah skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya sendiri, tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah skripsi ini terdapat unsur plagiarisme, saya bersedia ijazah saya dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguh-sungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Ponorogo, 31 Januari 2022

Mahasiswa,



Rendra Fahrul Niqko

NIM. 17511134

HALAMAN BERITA ACARA UJIAN

Nama : Rendra Fahrul Niqko
NIM : 17511134
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Skripsi : Analisa Aerodinamika *Flap* Pada *Airfoil NACA 0012*
Terhadap Nilai CL dan Nilai CD Dengan Menggunakan
Metode *CFD*

Telah diuji dan dipertahankan dihadapan
Dosen Penguji tugas akhir jenjang Strata Satu (S1) pada :

Hari : Rabu
Tanggal : 19 Januari 2022
Nilai :

Menyetujui,

Dosen Penguji I



Ir. Sudarmo, M.T.

NIK. 1968070519990411

Dosen Penguji II



Ir. Fadelan, M.T.

NIK. 1961050919900912

Menyetujui,

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Teknik Mesin



Edy Kurniawan, S.T., M.T.
NIK. 1977102620081012



Yoyok Winardi, S.T., M.T.

NIK. 1986080320190913

BERITA ACARA

BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Rendra Fahrul Niqko
NIM : 17511134
Judul Skripsi : Analisa Aerodinamika *Flap* Pada *Airfoil* NACA 0012
Terhadap Nilai CL dan Nilai CD Dengan Menggunakan
Metode *CFD*
Dosen Pembimbing I : Rizal Arifin, S.Si., M.Si., Ph.D.

PROSES BIMBINGAN

No	Tanggal	Materi yang dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
1	01-02-2021	Konsultasi Judul	Pengubahan subjek yang akan diteliti	
2	15-02-2021	Konsultasi BABI dan BAB II	1. Pembetulan sumber referensi 2. Penambahan Sumber referensi 3. Penambahan Rumus pada BAB II	
3	15-03-2021	Konsultasi BAB III	1. Penambahan sumber referensi 2. Penambahan rumus dan detail gambar	
4	27-03-2021	ACC Proposal Skripsi		
5	13-10-2021	Revisi Sempro	Perbaikan gambar pada BAB III	

6	14-10-2021	Konsultasi BAB IV dan BAB V	1. Perbaikan gambar model variasi 2. Perbaikan hasil verifikasi simulasi	
7	07-12-2021	ACC Ujian Skripsi		

Tanggal Pengajuan : 01-02-2021

Tanggal Pengesahan : 07-12-2021

Ponorogo, 17 Desember 2021

Dosen Pembimbing I,



Rizal Arifin S.Si., M.Si., Ph.D.

NIK. 1987092020120412

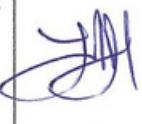
BERITA ACARA

BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Rendra Fahrul Niqko
NIM : 17511134
Judul Skripsi : Analisa Aerodinamika *Flap* Pada *Airfoil NACA 0012*
Terhadap Nilai CL dan Nilai CD Dengan Menggunakan
Metode *CFD*

Dosen Pembimbing II : Yoyok Winardi, S.T., M.T.

PROSES BIMBINGAN

No	Tanggal	Materi yang dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangar
1	01-02-2021	Konsultasi Judul	Pengubahan subjek yang akan diteliti	
2	15-02-2021	Konsultasi BABI dan BAB II	1. Pembetulan sumber referensi 2. Penambahan Sumber referensi 3. Penambahan Rumus pada BAB II	
3	15-03-2021	Konsultasi BAB III	1. Penambahan sumber referensi 2. Penambahan rumus dan detail gambar	
4	27-03-2021	ACC Proposal Skripsi		
5	13-10-2021	Revisi Sempro	Perbaikan gambar pada BAB III	

6	14-10-2021	Konsultasi BAB IV dan BAB V	1. Perbaikan gambar model variasi 2. Perbaikan hasil verifikasi simulasi	
7	07-12-2021	ACC Ujian Skripsi		

Tanggal Pengajuan : 01-02-2021

Tanggal Pengesahan : 07-12-2021

Ponorogo, 17 Desember 2021

Dosen Pembimbing II,



Yoyok Winardi, S.T., M.T.

NIK. 1986080320190913

MOTTO

“Keep moving forward”



HALAMAN PERSEMBAHAN

Pertama-tama saya mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kekuatan, serta kesabaran serta tuntunan dalam menyelesaikan tugas akhir. Tidak lupa saya persembahkan tugas akhir ini kepada :

1. Ibu yang telah merawat dan mendidik penulis dari lahir sampai saat ini serta atas nafkah yang selama ini Ia berikan sehingga penulis dapat tumbuh dan berkarya seperti sekarang ini, semoga suatu saat nanti saya juga bisa membahagiakan orang tua saya Aamiin.
2. Bapak Dosen, saya mengucapkan banyak terimakasih atas bimbingan dalam menyelesaikan tugas akhir ini, semoga kebaikan bapak ibu dosen akan dibalas oleh Allah SWT.
3. Saudara-saudara yang telah memberikan saya semangat agar terus berusaha dan berjuang memberikan yang terbaik untuk keluarga.
4. Teman-teman yang telah membantu saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini, terutama kepada M. Rusthon Habibi dan teman-teman yang lainnya, semangat dan kerja keras kita selama ini semoga memberikan hasil yang baik.
5. Pasangan yang telah memberikan semangat serta membantu menyelesaikan tugas akhir ini, Nimas Wahyu Wulandari.

Akhir kata, saya ucapan terimakasih atas semua dukungan yang telah diberikan kepada saya.

ANALISA AERODINAMIKA VARIASI FLAP PADA AIRFOIL NACA 0012 TERHADAP NILAI CL DAN CD MENGGUNAKAN METODE CFD

Rendra Fahrul Niqko

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Ponorogo

e-mail : rniqko@gmail.com

Abstract

Analysis of the aerodynamic performance of an airfoil is necessary to determine the value of the lift coefficient and drag coefficient value that happens to an airfoil. The design that was used in this study is NACA 0012 series airfoil simulated with CFD method using Ansys Workbench 2021R1 student version software. Flap variation was added to the airfoil so the drag coefficient (Cd) and lift coefficient (Cl) value in airfoil NACA 0012 can be compared between with and without flap. The simulation using Reynold number 6,000,000. Airfoil NACA 0012 model taken from airfoil tools cites then exported to Autodesk Fusion 360 student version software then adding the flap in it. The gap variation is 1% chord, flap 30% chord, and 5°, 10°, 15° flap deflection. Simulation using Ansys Workbench 2021R1 student version with various setting airfoil boundary conditions. The resulting parameters include Cl value, Cd value, as well as pressure and velocity distribution contours. Research from simulations on airfoil variations obtained the results that the highest Cl and Cd values were obtained by airfoils with the largest flap variation of 15° with values of 0.554 for Cl and 0.031 for Cd.

Keyword : CFD, Airfoil, Ansys, Flap, Lift coefficient, Drag coefficient.

Abstrak

Analisa performa aerodinamika suatu *airfoil* sangatlah diperlukan untuk menentukan nilai koefisien angkat dan nilai koefisien hambat yang terjadi pada suatu *airfoil*. Dalam penelitian ini salah satu desain *airfoil* yaitu *airfoil* NACA seri 0012 disimulasikan dengan metode CFD menggunakan aplikasi Ansys Workbench 2021R1 student version. variasi *flap* ditambahkan pada *airfoil* sehingga dapat dibandingkan hasil dari nilai koefisien angkat (Cl) dan nilai koefisien hambat (Cd) yang terjadi pada *airfoil* NACA 0012 dengan *flap* dan tanpa *flap*. Dalam proses simulasi ini menggunakan *Reynold number* 6.000.000. Pemodelan *airfoil* NACA 0012 diambil dari situs *airfoil tools* kemudian di ekspor ke dalam aplikasi Autodesk Fusion 360 student version untuk selanjutnya menambahkan *flap* pada *airfoil*. Dengan variasi *gap* 1% chord, *flap* 30% chord serta 5°, 10°, 15° defleksi *flap*. Selanjutnya akan disimulasikan dengan aplikasi Ansys Workbench 2021R1 student version dengan berbagai pengaturan kondisi batas *airfoil*. Parameter yang dihasilkan antara lain nilai Cl, nilai Cd, serta kontur distribusi tekanan dan kecepatan. Penelitian dari simulasi terhadap variasi *airfoil* memperoleh hasil bahwa nilai Cl dan Cd tertinggi didapatkan oleh *airfoil* dengan variasi *flap* terbesar yaitu 15° dengan nilai sebesar 0.554 untuk Cl dan 0.031 untuk Cd.

Kata Kunci : CFD, Airfoil, Ansys, Flap, Koefisien angkat, Koefisien hambat

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, penulis mampu menyelesaikan laporan penelitian tugas akhir yang berjudul “Analisa Aerodinamika *Flap* Pada *Airfoil* NACA 0012 Terhadap Nilai CL dan Nilai CD Dengan Menggunakan Metode CFD”.

Pelaksanaan penelitian tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Happy Susanto, MA. Selaku Rektorat Universitas Muhammadiyah Ponorogo
2. Bapak Edy Kurniawan S.T.,MT. selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
3. Bapak Yoyok Winardi ,S.T., M.T., Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Ponorogo dan Dosen Pembimbing II yang telah membimbing dan mengarahkan hingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
4. Bapak Rizal Arifin, S.Si, M. Si, P.hD.Selaku Dosen Pembimbing I, yang telah membimbing dan memberikan arahan untuk penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Ibu Dosen Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Ponorogo yang telah memberikan ilmu pengetahuan selama menempuh pendidikan.
6. Orang tua, keluarga, dan teman-teman yang selalu memberi motivasi dan mendoakan penulis.

Jika dalam penulisan laporan penelitian ini terdapat kesalahan maka saran dan kritik dari semua pihak sangat diharapkan. Penulis berharap semoga laporan ini dapat menambah wawasan yang bermanfaat bagi pembacanya.

Ponorogo, 31 Januari 2022

Mahasiswa,



Rendra Fahrul Niqko

NIM. 17511134

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL DEPAN	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI	iii
HALAMAN BERITA ACARA UJIAN	iv
BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI	v
ABSTRAK	xi
KATA PENGANTAR	xii
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II	4
2.1 Penelitian Terdahulu	4
2.2 Airfoil	14
2.3 Flap	15
2.4 Gap dan Overlap	16
2.5 Aliran Eksternal	18
2.6 Computational Fluid Dynamic	18
2.6.1 Model Turbulensi	20
2.6.2 Model Spalart-Allmaras	21
2.7 Aliran Fluida	23
2.7.1 Viskositas	23
2.7.2 Massa Jenis	24
2.8 Reynold Numbers	24

2.9 Wall Y+	25
BAB III	27
3.1 Tempat Pelaksanaan	27
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	27
3.2.1 Alat	27
3.2.2 Bahan Penelitian	27
3.3 Variabel Input	27
3.3.1 Variabel Bebas	28
3.3.2 Variabel Terikat	28
3.4 Parameter Validasi	28
3.4.1 Desain Airfoil	28
3.4.2 Karakteristik Reynold Number	28
3.5 Pemodelan	30
3.5.1 Diagram Alir	30
3.5.2 Studi Literatur	31
3.5.3 Pemodelan Airfoil	31
3.5.4 Preprocessing	31
3.5.5 Processing atau Solving	39
3.5.6 Post Processing	41
BAB IV	42
4.1 Validasi Permodelan	42
4.2 Permodelan Geometri	42
4.2.1 Variasi A	43
4.2.2 Variasi B	43
4.2.3 Variasi C	43
4.2.4 Variasi D	44
4.3 Simulasi	46
4.3.1 Hasil Kalkulasi Simulasi	46
4.3.2 Kontur Tekanan	50
4.3.3 Kontur Kecepatan	53
4.3.4 Streamline	58
BAB V	62

5.1 Kesimpulan	62
5.2 Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN	66



DAFTAR TABEL

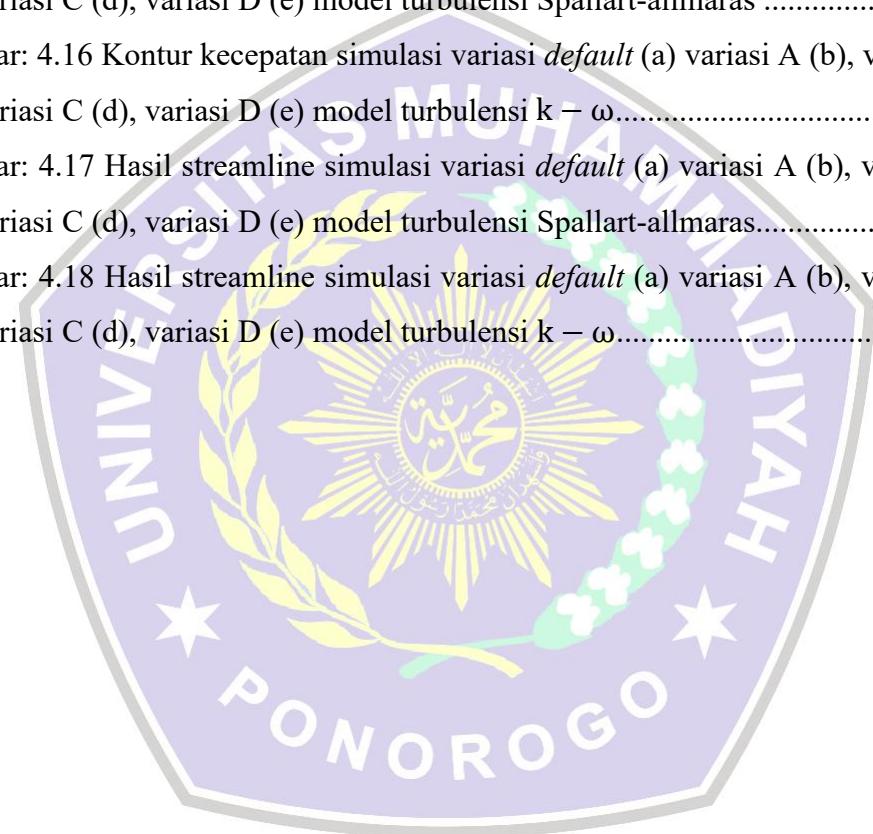
Tabel: 2.1 Penelitian Terdahulu	6
Tabel: 2.2 Nilai Konstanta persamaan model Spallart-Allamaras	23
Tabel: 2.3 Harga Viskositas	24
Tabel: 2.4 Harga Massa Jenis	24
Tabel: 3.1 Variabel Input	27
Tabel: 3.2 Kondisi batas	38
Tabel: 4.1 Hasil verifikasi simulasi	42
Tabel: 4.2 Hasil simulasi	49



DAFTAR GAMBAR

Gambar: 2.1 Boundary condition NACA 0012 penelitian NASA	4
Gambar: 2.2 NACA <i>airfoil</i> geometry	14
Gambar: 2.3 Defleksi <i>flap</i>	16
Gambar: 2.4 Konfigurasi <i>gap</i>	17
Gambar: 2.5 Konfigurasi <i>overlap</i>	17
Gambar: 2.6 Aliran eksternal fluida	18
Gambar: 2.7 Model turbulensi	21
Gambar: 3.1 <i>Airfoil</i> NACA 0012 <i>default</i>	28
Gambar: 3.2 Diagram alir.....	30
Gambar: 3.3 <i>Airfoil</i> NACA 0012	31
Gambar: 3.4 <i>Surface body airfoil</i> NACA 0012	32
Gambar: 3.5 Geometri <i>airfoil</i> dan daerah batas untuk simulasi	32
Gambar: 3.6 Hasil akhir pembuatan geometri	33
Gambar: 3.7 <i>Edge sizing</i> 1	34
Gambar: 3.8 <i>Edge sizing</i> 2	34
Gambar: 3.9 <i>Edge sizing</i> 3	34
Gambar: 3.10 <i>Edge sizing</i> 4	35
Gambar: 3.11 Face <i>meshing</i>	35
Gambar: 3.12 Hasil <i>Meshing</i>	36
Gambar: 3.13 Kondisi batas	38
Gambar: 4.1 Variasi <i>Airfoil</i> NACA 0012 A	43
Gambar: 4.2 Variasi <i>Airfoil</i> NACA 0012 B	43
Gambar: 4.3 Variasi <i>Airfoil</i> NACA 0012 C	43
Gambar: 4.4 Variasi <i>Airfoil</i> NACA 0012 D	44
Gambar: 4.5 Meshing <i>Airfoil</i> NACA 0012 variasi A	44
Gambar: 4.6 Meshing <i>Airfoil</i> NACA 0012 variasi B	45
Gambar: 4.7 Meshing <i>Airfoil</i> NACA 0012 variasi C	45
Gambar: 4.8 Meshing <i>Airfoil</i> NACA 0012 variasi D	45
Gambar: 4.9 Grafik nilai Cl model turbulensi Spallart-allmaras	46

Gambar: 4.10 Grafik nilai Cl model turbulensi $k - \omega$	46
Gambar: 4.11 Grafik nilai Cd model turbulensi Spallart-allmaras	47
Gambar: 4.12 Grafik nilai Cl model turbulensi $k - \omega$	48
Gambar: 4.13 Kontur tekanan simulasi variasi <i>default</i> (a) variasi A (b), variasi B (c), variasi C (d), variasi D (e) model turbulensi Spallart-allmaras	50
Gambar: 4.14 Kontur tekanan simulasi variasi <i>default</i> (a) variasi A (b), variasi B (c), variasi C (d), variasi D (e) model turbulensi $k - \omega$	51
Gambar: 4.15 Kontur kecepatan simulasi variasi <i>default</i> (a) variasi A (b), variasi B (c), variasi C (d), variasi D (e) model turbulensi Spallart-allmaras	54
Gambar: 4.16 Kontur kecepatan simulasi variasi <i>default</i> (a) variasi A (b), variasi B (c), variasi C (d), variasi D (e) model turbulensi $k - \omega$	56
Gambar: 4.17 Hasil streamline simulasi variasi <i>default</i> (a) variasi A (b), variasi B (c), variasi C (d), variasi D (e) model turbulensi Spallart-allmaras.....	58
Gambar: 4.18 Hasil streamline simulasi variasi <i>default</i> (a) variasi A (b), variasi B (c), variasi C (d), variasi D (e) model turbulensi $k - \omega$	60



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran: 1. Hasil koefisien angkat penelitian terdahulu [5]	66
Lampiran: 2. Hasil koefisien hambat penelitian terdahulu [5]	60

