

SKRIPSI

**ANALISA PENGARUH *AIRFOIL* TERHADAP MANUVER DAN
KECEPATAN PADA PESAWAT TANPA AWAK TIPE *FIXED WING*
BERBASIS *ARDUPILOT***



Disusun Oleh:

NAMA : MOCH. ICHLAS TAUFIQ HIDAYATH

NIM : 1811025

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2021

LEMBAR PERSETUJUAN
SKRIPSI
ANALISA PENGARUH *AIRFOIL* TERHADAP MANUVER DAN
KECEPATAN PADA PESAWAT TANPA AWAK TIPE *FIXED WING*
BERBASIS *ARDUPILOT*

Disusun Oleh:

Nama : Moch. Ichlas Taufiq Hidayath
NIM : 1811025
Program Studi : Teknik Mesin S-1

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1



Dr. I Komang Astana Widi, S.T., M.T.

NIP. Y. 1030400405

Diperiksa/Disetujui

Dosen Pembimbing

Gerald Adityo Pohan, S.T., M.Eng.

NIP. P. 1031500492



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Moch. Ichlas Taufiq Hidayath
NIM : 18.11.025
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Judul : ANALISA PENGARUH AIRFOIL TERHADAP MANUVER DAN
KECEPATAN PADA PESAWAT TANPA AWAK TIPE FIXED
WING BERBASIS ARDUPILOT

Dipertahankan Dihadapan Tim Penguji Skripsi Jenjang Program Strata Satu (S-1)

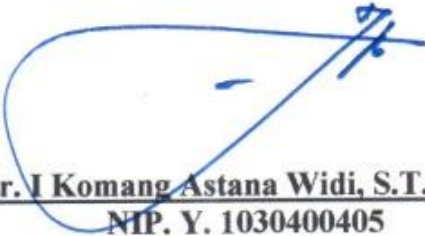
Hari : Senin

Tanggal : 24 Januari 2022

Dengan Nilai : 84,75

PANITIA MAJELIS PENGUJI SKRIPSI

KETUA



Dr. I Komang Astana Widi, S.T., M.T.
NIP. Y. 1030400405

SEKRETARIS



Febi Rahmadianto, S.T., M.T.
NIP. P. 1031500490

ANGGOTA PENGUJI

PENGUJI 1


Ir. Mochtar Asroni, MSME.
NIP. Y. 1018100036

PENGUJI 2


Djoko Hari Praswanto, S.T., M.T.
NIP. P. 1031800510

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Moch. Ichlas Taufiq Hidayath

NIM : 18.11.025

Program Studi : Teknik Mesin S-1

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa isi skripsi yang berjudul **“ANALISA PENGARUH AIRFOIL TERHADAP MANUVER DAN KECEPATAN PADA PESAWAT TANPA AWAK TIPE FIXED WING BERBASIS ARDUPILOT”** adalah Skripsi hasil karya saya sendiri bukan merupakan duplikasi serta tidak mengutip atau menyadur sebagian atau seluruhnya dari karya orang lain, kecuali yang telah disebutkan dari sumber aslinya.

Malang, Februari 2022

Yang membuat Pernyataan



Moch. Ichlas Taufiq Hidayath
NIM. 18.11.025

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Moch. Ichlas Taufiq Hidayath
NIM : 18.11.025
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Airfoil Terhadap Manuver Dan Kecepatan Pada Pesawat Tanpa Awak Tipe Fixed Wing Berbasis Ardupilot
Dosen Pembimbing : Gerald Adityo Pohan, S.T., M.Eng.

No	Tanggal	Asistensi	Paraf
1	23 September 2021	<ul style="list-style-type: none">- Pengajuan judul dan referensi- Pengarahan konsentrasi dan penyusunan	
2	07 Oktober 2021	<ul style="list-style-type: none">- Konsultasi referensi pembahasan dan penyusunan bab I, II, dan III	
3	11 Oktober 2021	<ul style="list-style-type: none">- Persetujuan judul- Perbaikan batasan masalah dan tujuan penelitian	
4	16 Desember 2021	<ul style="list-style-type: none">- Perbaikan kesimpulan- Perbaikan grafik	
5	24 Januari 2022	<ul style="list-style-type: none">- Penambahan manfaat penelitian, variabel penelitian, pembahasan dan metode penelitian- Perbaikan diagram alir	
6	31 Januari 2022	<ul style="list-style-type: none">- Perbaikan daftar pustaka	

Dosen Pembimbing



Gerald Adityo Pohan, S.T., M.Eng.
NIP.P. 1031500492

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Moch. Ichlas Taufiq Hidayath
NIM : 18.11.025
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Airfoil Terhadap Manuver
Dan Kecepatan Pada Pesawat Tanpa Awak
Tipe Fixed Wing Berbasis Ardupilot
Dosen Pembimbing : Gerald Adityo Pohan, S.T., M.Eng.
Tanggal Pengajuan Skripsi : 23 September 2021
Tanggal Penyelesaian Skripsi : 31 Januari 2022
Telah Diselesaikan Dengan Nilai : 90

Disetujui

Dosen Pembimbing



Gerald Adityo Pohan, S.T., M.Eng.
NIP.P. 1031500492

ANALISA PENGARUH AIRFOIL TERHADAP MANUVER DAN KECEPATAN PADA PESAWAT TANPA AWAK TIPE *FIXED WING* BERBASIS ARDUPILOT

Moch. Ichlas Taufiq Hidayath

Program Studi Teknik Mesin S-1, Institut Teknologi Nasional Malang, Kota Malang, Indonesia

Email: ichlastaufiq66@gmail.com

ABSTRAK

Pesawat tanpa awak atau sering disebut UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) merupakan jenis pesawat terbang yang dikendalikan dengan kendali jarak jauh melalui gelombang radio dengan mode manual (*stabilize*) maupun dengan mode autopilot dengan tambahan *hardware flight controller*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh manuver pesawat tanpa awak menggunakan batasan sudut 90° dari titik *waypoint* serta untuk mengetahui pengaruh kecepatan pesawat tanpa awak. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental menggunakan variasi *airfoil* NACA 2412, NACA 4412, dan NACA 6412. Data dari hasil penelitian didapat dengan menggunakan *software Ardupilot*, dimana pada *software* tersebut menghasilkan suatu data manuver dan kecepatan untuk setiap *airfoil*. Hasil pembahasan menunjukkan bahwa pengujian manuver menggunakan mode autopilot dengan variasi *airfoil* tidak terlalu signifikan pada jalur yang telah dibuat oleh pesawat tanpa awak dan untuk *pitch* serta *roll* didapat nilai terbaik oleh variasi *airfoil* 6412 dengan nilai *pitch min* -0,54 rad, *pitch max* 0,38 rad. Untuk nilai *roll min* -1,35 rad, *roll max* 2,56 rad. Kemudian untuk pengujian kecepatan maksimum menggunakan mode *stabilize* (manual) dikendalikan langsung oleh transmitter data dengan hasil nilai rata-rata pengujian *airfoil* 2412 sama dengan *airfoil* 4412 sebesar 103,2 km/h dan *airfoil* 6412 dengan kecepatan sebesar atau 115,2 km/h. Dari hasil kesimpulan menyatakan bahwa manuver terbaik adalah pada *airfoil* 6412 ditinjau dari grafik *pitch* dan *roll* yang didapat, dan kecepatan tertinggi pada *airfoil* 6412 dengan kecepatan rata-rata yaitu 116,4 km/h.

Kata kunci: Pesawat tanpa awak, *Airfoil*, *Ardupilot*, Manuver, Kecepatan.

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang memberikan rahmat dan hidayah-Nya. Shalawat serta salam penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW dan keluarganya serta kepada para sahabat-Nya.

Penyelesaian skripsi ini tidak akan berhasil tanpa bimbingan, motivasi, dan doa dari berbagai pihak yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung, sehubungan dengan itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE., selaku Rektor ITN Malang.
2. Dr. Ellysa Nursanti, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN Malang.
3. Dr. I Komang Astana Widi, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1 ITN Malang.
4. Bapak Gerald Adityo Pohan, S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing skripsi
5. Bapak Ir. Soeparno Djiwo, M.T., selaku dosen wali.
6. Kedua orang tua beserta keluarga, terima kasih atas doa dan dukungan demi terselesaikannya skripsi ini.
7. Rekan sekelompok dan teman-teman Teknik Mesin S-1 yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
8. Rekan tim Uber Alles Roboplane Team yang telah membantu dalam penelitian skripsi ini.
9. Berbagai pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan dapat dikembangkan lagi dikemudian hari untuk penelitian selanjutnya.

Malang, Desember 2021

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI	iii
LEMBAR ASISTENSI	iv
LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II DASAR TEORI.....	5
2.1 <i>Unmanned Aerial Vehicle (UAV)</i>	5
2.2 <i>Airfoil</i>	5
2.2.1 NACA Seri 4 Digit	8
2.2.2 NACA Seri 5 Digit	9
2.2.3 NACA Seri -1 (Seri 16).....	9
2.2.4 NACA Seri 6 Digit	9
2.2.5 NACA Seri 7 Digit	10
2.2.6 NACA Seri 8 Digit	10
2.3 Gaya Aerodinamik pada <i>Airfoil</i>	10
2.4 <i>Ardupilot</i>	11
2.5 <i>Global Positioning System (GPS)</i>	13
2.6 Telemetri.....	14
2.7 <i>Brushless DC Motor</i>	14
2.8 Motor Servo	15

2.9	<i>Electronic Speed Control (ESC)</i>	16
2.10	Kendali Jarak Jauh (<i>Remote Control</i>).....	16
2.11	<i>Flight Controller Mateksys F765-Wing</i>	17
2.12	Baterai.....	17
2.13	Gerak Dasar Pesawat	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		19
3.1	Perencanaan Penelitian	19
3.2	Diagram Alir	20
3.3	Penjelasan Diagram Alir.....	21
3.3.1	Studi Literatur.....	21
3.3.2	Menentukan dan Membuat Model <i>Airfoil</i>	21
3.3.3	Pengujian dan Pengambilan Data	28
3.3.4	Pembahasan	29
3.3.5	Penarikan Kesimpulan.....	29
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN		30
4.1	Hasil Penelitian.....	30
4.2	Data Hasil Pengujian Manuver Pesawat Tanpa Awak	30
4.2.1	Pengujian Manuver Menggunakan <i>Airfoil 2412</i>	31
4.2.2	Pengujian Manuver Menggunakan <i>Airfoil 4412</i>	35
4.2.3	Pengujian Manuver Menggunakan <i>Airfoil 6412</i>	39
4.3	Grafik Rata-Rata Manuver	43
4.4	Data Hasil Pengujian Pengaruh Kecepatan Pesawat Tanpa Awak.....	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		52
5.1	Kesimpulan	52
5.2	Saran	52
DAFTAR PUSTAKA		53
LAMPIRAN.....		55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bagian <i>Airfoil</i>	6
Gambar 2.2 Sudut Serang <i>Airfoil</i>	7
Gambar 2.3 <i>Airfoil</i> NACA 2412	8
Gambar 2.4 <i>Airfoil</i> NACA 4415	8
Gambar 2.5 Gaya Aerodinamik <i>Airfoil</i>	11
Gambar 2.6 Software Ardupilot	12
Gambar 2.7 <i>GPS</i>	13
Gambar 2.8 Telemeti	14
Gambar 2.9 Motor <i>DC Brushless</i>	15
Gambar 2.10 Motor Servo	15
Gambar 2.11 <i>ESC</i>	16
Gambar 2.12 <i>Remote Control</i> dan <i>Receiver</i>	17
Gambar 2.13 <i>Flight Controller Mateksys F765- Wing</i>	17
Gambar 2.14 Baterai LiPo	18
Gambar 3.1 Diagram Alir	20
Gambar 3.2 <i>Airfoil</i> NACA 2412	21
Gambar 3.3 <i>Airfoil</i> NACA 4412	22
Gambar 3.4 <i>Airfoil</i> NACA 6412	22
Gambar 3.5 Desain Pesawat Tanpa Awak	23
Gambar 3.6 Wiring Diagram Sistem	24
Gambar 3.7 Pembuatan Sayap	24
Gambar 3.8 Pemotongan Menggunakan <i>Hotwire</i>	25
Gambar 3.9 Sayap Setelah Dipotong	26
Gambar 3.10 Pemotongan Bagian-bagian Body	26
Gambar 3.11 Penyusunan Body dengan Lem Tembak	27
Gambar 3.12 Perancangan Sistem Elektrik	27
Gambar 3.13 Lintasan Pengujian	28
Gambar 3.14 Alat yang Digunakan	29
Gambar 4.1 Pengujian Manuver menggunakan <i>Airfoil</i> 2412	32
Gambar 4.2 Grafik <i>Pitch</i> pada <i>Airfoil</i> 2412	33
Gambar 4.3 Grafik <i>Roll</i> Pada <i>Airfoil</i> 2412	34
Gambar 4.4 Pengujian Manuver Menggunakan <i>Airfoil</i> 4412	36

Gambar 4.5 Grafik <i>Pitch</i> Pada <i>Airfoil</i> 4412.....	37
Gambar 4.6 Grafik <i>Roll</i> Pada <i>Airfoil</i> 4412.....	38
Gambar 4.7 Pengujian Manuver Menggunakan <i>Airfoil</i> 6412	40
Gambar 4.8 Grafik <i>Pitch</i> Pada <i>Airfoil</i> 6412.....	41
Gambar 4.9 Grafik <i>Roll</i> Pada <i>Airfoil</i> 6412.....	42
Gambar 4.10 Grafik Nilai Rata-Rata <i>Pitch</i> Minimum.....	43
Gambar 4.11 Grafik Nilai Rata-Rata <i>Pitch</i> Maksimum.....	44
Gambar 4.12 Grafik Nilai Rata-Rata <i>Roll</i> Minimum.....	44
Gambar 4.13 Grafik Nilai Rata-Rata <i>Roll</i> Maksimum.....	45
Gambar 4.14 Grafik Kecepatan Maksimum	47
Gambar 4.15 Kecepatan Maksimum <i>Airfoil</i> 2412	48
Gambar 4.16 Kecepatan Maksimum <i>Airfoil</i> 4412	49
Gambar 4.17 Kecepatan Maksimum <i>Airfoil</i> 6412	50

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Pengujian Manuver Pesawat Tanpa Awak.....	30
Tabel 4.2 Kecepatan Maksimum.....	46