

**Optimasi Struktur *Drone* Vtol National Formosa University  
Dengan Sayap *W-Wing* Menggunakan Metode Elemen Hingga  
Untuk Metode Produksi 3d *Printing***

**Tugas Akhir**

Disusun sebagai salah satu syarat untuk  
Menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Diploma IV

**Bidang Kajian**

*Product Design*

Oleh:

Mochammad Faridz Hammdani

221421016



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA PERANCANGAN MANUFAKTUR  
JURUSAN TEKNIK PERANCANGAN MANUFAKTUR  
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

**2025**

## LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

**Optimasi Struktur *Drone* VTOL National Formosa University  
Dengan Sayap *W-Wing* Menggunakan Metode Elemen Hingga  
Untuk Metode Produksi 3d *Printing***

oleh

Mochammad Faridz Hammdani

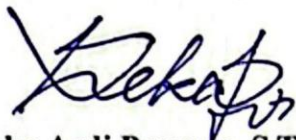
221421016

Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program  
pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)  
Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 23 Juli 2025

Disetujui,

Pembimbing 1



Reka Ardi Prayoga, S.T., M.T.

NIP.199402072024061001

Pembimbing 2



M. Aditya Rovandi, S.Tr., M.Sc., Ph.D.

NIP. 199411122024061001

Disahkan,


Penguji 1



Muhammad Rizal Ardiansyah, S.Tr.T., M.T.

NIP. 199808252024061001

Penguji 2



Denny Indrian, S.Tr.T., M.T., IPP.

NIP 199201062018032001

Penguji 3



Hilda Khoirunnisa, S.Tr.T., M.Sc.Eng.

NIP. 199704192022032012

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Mochammad Faridz Hammdani  
NIM : 221421016  
Jurusan : Teknik Perancangan Manufaktur  
Program Studi : Teknologi Rekayasa Perancangan Manufaktur  
Jenjang Studi : Diploma IV  
Jenis Karya : Tugas Akhir  
Judul Karya : Optimasi Struktur *Drone* VTOL National Formosa University Dengan Sayap *W-Wing* Menggunakan Metode Elemen Hingga Untuk Metode Produksi 3d *Printing*

Menyatakan bahwa:

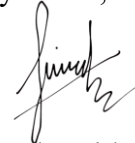
1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima akibatnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung

Pada tanggal : 24 Juli 2025

Yang Menyatakan,



(Mochammad Faridz Hammdani)

NIM 221421016

## PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Mochammad Faridz Hammdani  
NIM : 221421016  
Jurusan : Teknik Perancangan Manufaktur  
Program Studi : Teknologi Rekayasa Perancangan Manufaktur  
Jenjang Studi : Diploma IV  
Jenis Karya : Tugas Akhir  
Judul Karya : Optimasi Struktur *Drone* VTOL National Formosa University Dengan Sayap *W-Wing* Menggunakan Metode Elemen Hingga Untuk Metode Produksi 3d *Printing*

Menyatakan/menyetujui bahwa:

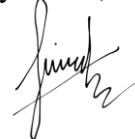
1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaannya berada di bawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung

Pada tanggal : 24 Juli 2025

Yang Menyatakan,



(Mochammad Faridz Hammdani)

NIM 221421016

## **MOTO PRIBADI**

Kejarlah akhirat sebagaimana kamu mengejar dunia.

## KATA PENGANTAR

Segala puji hanya bagi Allah yang Maha Esa, kepada-Nya kami panjatkan pujian, memohon pertolongan, dan mohon ampunan. Kami berlindung kepada-Nya dari keburukan diri dan kejahatan amal perbuatan kami. Siapa pun yang diberi petunjuk oleh Allah, maka tidak ada yang dapat menyesatkannya, dan siapa pun yang tersesat dari jalan-Nya, maka tiada yang dapat memberinya petunjuk.

Atas petunjuk dan pertolongan-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “*Optimasi Struktur Drone Vtol National Formosa University Dengan Sayap W-Wing Menggunakan Metode Elemen Hingga Untuk Metode Produksi 3d Printing*”. Tugas akhir dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (Diploma-IV) pada Program Studi Teknologi Rekayasa Perancangan Manufaktur di Politeknik Manufaktur Bandung.

Proses penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung, baik secara moral maupun materil, dalam proses penyusunan hingga terselesaikannya tugas akhir ini. Terutama kepada yang saya hormati:

1. Kepada kedua orang tua penulis yang bernama Bapak Sukirno dan Ibu Erni Herliana yang telah memberikan do'a disetiap aktivitasnya, dan selalu memberikan dukungan baik segi moril ataupun materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Pembimbing 1 tugas akhir, Bapak Reka Ardi Prayoga, S.T., M.T. yang telah dengan ikhlas membantu, membimbing dan memberikan masukan yang sangat bermanfaat bagi penulis selama proses penyusunan tugas akhir ini.
3. Pembimbing 2 tugas akhir, Bapak M. Aditya Royandi, S.Tr., M.Sc., Ph.D. yang telah dengan sabar dan ikhlas dalam membantu, membimbing, memberi arahan dan masukan kepada penulis baik selama pelaksanaan IISMA 2024 hingga proses penyusunan tugas akhir ini.

4. Para penguji sidang tugas akhir yang telah memberikan waktunya dalam mengevaluasi tugas akhir penulis sehingga penulis dapat melakukan evaluasi diri dalam mengembangkan diri menjadi lebih baik.
5. Rekan – rekan kelas 4 DEC-1 yang selalu memberikan dukungannya kepada rekan satu sama lainnya sehingga dapat membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, penulis memohon saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaannya dan semoga bermanfaat bagi kita semua. Aamiiin Ya Robbal Alamin.

Bandung, 24 Juli 2025

Penulis

## ABSTRAK

Perkembangan *drone* VTOL (*Vertical Take-Off and Landing*) mengalami peningkatan signifikan, dengan Asia diproyeksikan menjadi pasar utama dalam beberapa tahun ke depan. National Formosa University aktif meneliti *drone* VTOL bersayap W-Wing yang ringan. Namun, *drone* versi terbaru mereka memiliki berat total 2048 gram, melebihi batas terbang 2000 gram, dengan struktur seberat 728 gram. Proses produksi saat ini yang menggunakan alat potong sederhana memakan waktu 10 hari kerja (4 jam/hari) dengan presisi rendah. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengoptimalkan desain struktur dan proses produksi *drone* menggunakan metodologi optimasi Jasbir R. Arora, yang mencakup identifikasi masalah, pengumpulan data, desain awal, analisis sistem, penentuan batasan, kriteria konvergensi, dan pembaruan desain. Penelitian ini berfokus pada optimasi *fuselage*, sayap, dan ekor, serta pemilihan material dan penyesuaian desain untuk produksi *3D Printing*. Material PLA-LW dipilih karena ringan, kuat, dan ramah lingkungan, dengan spesifikasi mekanik yang divalidasi melalui uji tarik. Hasil optimasi menunjukkan pengurangan berat struktur menjadi 655,77 gram, lebih ringan 10% dari versi sebelumnya. Proses produksi menggunakan *3D Printing* secara signifikan mempersingkat waktu manufaktur menjadi 134 jam dari 160 jam. Kualitas dan presisi komponen juga meningkat, dengan tingkat *error* dimensi hanya 0,831% dibandingkan model 3D. Analisis kekuatan struktur dan sambungan menunjukkan bahwa desain optimasi aman di bawah beban operasional.

Kata kunci : *Drone* VTOL, Jasbir R Arora, National Formosa University, UAV, *3D Print*.

## ABSTRACT

*The development of VTOL (Vertical Take-Off and Landing) drones is experiencing significant growth, with Asia projected to be a major market in the coming years. National Formosa University is actively researching lightweight W-Wing VTOL drones. However, their latest drone version has a total weight of 2048 grams, exceeding the 2000-gram flight limit, with a structure weighing 728 grams. The current production process, which uses simple cutting tools, takes 10 working days (4 hours/day) with low precision. Therefore, this research aims to optimize the drone's structural design and production process using Jasbir R. Arora's optimization methodology, which includes problem identification, data collection, initial design, system analysis, constraint determination, convergence criteria, and design updates. This research focuses on optimizing the fuselage, wings, and tail, as well as material selection and design adjustments for 3D printing production. PLA-LW material was chosen for its lightness, strength, and environmental friendliness, with mechanical specifications validated through tensile testing. Optimization results show a reduction in structural weight to 655.77 grams, 10% lighter than the previous version. The production process using 3D printing significantly shortened manufacturing time to 134 hours from 160 hours. Component quality and precision also improved, with a dimensional error rate of only 0.831% compared to the 3D model. Structural strength and joint analysis indicate that the optimized design is safe under operational loads.*

*Keywords: Drone VTOL, Jasbir R. Arora, National Formosa University, UAV, 3D Print.*

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	i
PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI).....	iii
MOTO PRIBADI .....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xxii
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN .....	xxv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xxxi
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>I-1</b>
I.1    Latar Belakang .....	I-1
I.2    Rumusan Masalah .....	I-1
I.3    Tujuan .....	I-2
I.4    Manfaat .....	I-2
I.5    Batasan Masalah.....	I-3
I.6    Sistematika Penulisan.....	I-3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>II-1</b>
II.1    Optimasi Desain .....	II-1
II.2 <i>Unmanned Aerial Vehicle</i> .....	II-4
II.2.1 <i>Fixed Wing</i> .....	II-4
II.2.2 <i>Multi Rotor</i> .....	II-5

II.2.3	<i>Vertical Take-off and Landing (VTOL)</i> .....	II-6
II.3	Tinjauan Alat <i>drone</i> VTOL National Formosal University .....	II-7
II.4	Prinsip Kerja <i>Drone</i> VTOL.....	II-10
II.5	Fenomena Kegagalan <i>Stall</i> .....	II-13
II.6	Bagian – Bagian <i>Drone</i> VTOL .....	II-14
II.6.1	<i>Wing</i> .....	II-15
II.6.2	<i>Lifting Motor</i> .....	II-19
II.6.3	<i>Pusher Motor</i> .....	II-20
II.6.4	<i>Vertical tail</i> .....	II-20
II.6.5	<i>Horizontal Tail</i> .....	II-20
II.6.6	<i>Aileron</i> .....	II-20
II.6.7	<i>Elevator</i> .....	II-20
II.7	<i>Airfoil</i> .....	II-20
II.7.1	<i>Angle of Attack</i> .....	II-21
II.7.2	<i>Coefficient Lift</i> .....	II-22
II.7.3	<i>Coefficient Drag</i> .....	II-22
II.7.4	<i>Lift Force</i> .....	II-22
II.7.5	<i>Drag Force</i> .....	II-23
II.7.6	Momen.....	II-24
II.7.7	<i>Normal Force</i> .....	II-24
II.7.8	<i>Chordwise Force</i> .....	II-25
II.7.9	<i>Center of Pressure</i> .....	II-25
II.8	3D <i>Printing</i> .....	II-26
II.8.1	Posisi Cetak .....	II-27
II.8.2	Material.....	II-28
II.8.3	<i>Infill</i> .....	II-30

II.8.4	<i>Overhang</i> .....	II-31
II.9	<i>Solidworks</i> .....	II-32
II.9.1	<i>Meshing</i> .....	II-32
II.9.2	<i>Design Study</i> .....	II-34
II.10	Spesifikasi Mekanik Material .....	II-35
II.10.1	Densitas .....	II-35
II.10.2	<i>Yield Strength</i> .....	II-36
II.10.3	<i>Tensile Strength</i> .....	II-37
II.10.4	Modulus Elastisitas .....	II-37
<b>BAB III METODE PENYELESAIAN MASALAH .....</b>		<b>III-1</b>
III.1	Formulasi Masalah .....	III-2
III.2	Pengumpulan data dan informasi .....	III-3
III.3	Perancangan Awal .....	III-3
III.4	Menentukan variabel optimasi .....	III-4
III.5	Menentukan kriteria optimasi .....	III-4
III.6	Menentukan batasan .....	III-4
III.7	Mendefinisikan tumpuan pada <i>Solidworks</i> .....	III-4
III.8	Mendefinisikan pembebanan pada <i>Solidworks</i> .....	III-4
III.9	Proses <i>meshing</i> .....	III-4
III.10	Hasil optimasi .....	III-5
III.11	Penyesuaian desain dengan metode produksi .....	III-5
III.12	Studi komparasi hasil optimasi dan produk <i>existing</i> .....	III-5
III.13	Analisa rancangan .....	III-6
III.14	Detail desain .....	III-6
III.15	Proses manufaktur .....	III-6
III.16	Dokumentasi .....	III-7

<b>BAB IV PERANCANGAN DAN OPTIMASI.....</b>	<b>IV-1</b>
IV.1 Formulasi Masalah.....	IV-1
IV.2 Pengumpulan data dan informasi.....	IV-1
IV.2.1 Wawancara.....	IV-1
IV.2.2 Observasi spesifikasi dan performa produk <i>drone</i> VTOL W-Wings <i>National Formosa University</i> .....	IV-2
IV.2.3 Perhitungan Gaya yang terjadi pada <i>drone</i> .....	IV-4
IV.2.4 Studi literatur material dan pemilihan material.....	IV-19
IV.3 Perancangan Awal.....	IV-25
IV.4 Menentukan variabel optimasi.....	IV-40
IV.5 Menentukan kriteria optimasi.....	IV-42
IV.6 Menentukan batasan.....	IV-42
IV.7 Mendefinisikan tumpuan pada <i>Solidworks</i> .....	IV-43
IV.8 Mendefinisikan pembebanan pada <i>Solidworks</i> .....	IV-45
IV.9 Proses <i>meshing</i> .....	IV-47
IV.10 Hasil optimasi.....	IV-48
IV.11 Penyesuaian desain dengan metode produksi.....	IV-49
IV.11.1 Sayap.....	IV-51
IV.11.2 Horizontal tail.....	IV-53
IV.11.3 Vertical Tail.....	IV-54
IV.11.4 Aileron.....	IV-57
IV.11.5 Elevator.....	IV-59
IV.11.6 Rudder.....	IV-62
IV.11.7 Fuselage.....	IV-64
IV.12 Detail desain.....	IV-75
IV.12.1 Kebutuhan material.....	IV-75

IV.12.2	Gambar kerja .....	IV-76
IV.13	Proses manufaktur.....	IV-76
IV.13.1	Pembuatan Komponen.....	IV-76
IV.13.2	Proses Perakitan.....	IV-77
IV.14	Studi komparasi hasil optimasi dan produk <i>existing</i> .....	IV-77
IV.14.1	Jumlah komponen.....	IV-78
IV.14.2	Proses produksi komponen.....	IV-78
IV.14.3	Kualitas komponen.....	IV-80
IV.14.4	Proses perakitan.....	IV-83
IV.14.5	Waktu produksi .....	IV-85
IV.14.6	Berat akhir.....	IV-86
IV.15	Analisa rancangan .....	IV-86
IV.16	Dokumentasi .....	IV-87
<b>BAB V PERHITUNGAN DAN ANALISIS .....</b>		<b>V-1</b>
V.1	Analisa Kekuatan Rancangan .....	V-1
V.1.1	Sayap .....	V-1
V.1.2	Horizontal Tail.....	V-13
V.1.3	Vertical tail .....	V-21
V.2	Analisis Kekuatan Sambungan .....	V-29
<b>BAB VI PENUTUP .....</b>		<b>VI-1</b>
VI.1	Kesimpulan .....	VI-1
VI.2	Saran.....	VI-2
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>xxxii</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II-1 Perbandingan dari (a) Conventional Design Method dan (b) Optimum Design Method[21] .....	II-2
Gambar II-2 Drone Fixed-wing[25].....	II-4
Gambar II-3 Drone Quad Copter [27].....	II-5
Gambar II-4 Drone Hexa Copter[28].....	II-6
Gambar II-5 Drone Octo Copter [29].....	II-6
Gambar II-6 Drone VTOL [30].....	II-7
Gambar II-7 Drone VTOL W-Wing National Formosa University versi 1.....	II-8
Gambar II-8 Drone VTOL W-Wing National Formosa University <i>versi 2</i> .....	II-8
Gambar II-9 Data Kecepatan Hasil Uji Coba. ....	II-10
Gambar II-10 Data Ketinggian Hasil Uji Coba.....	II-10
Gambar II-11 Prinsip Kerja Drone VTOL [33]. ....	II-11
Gambar II-12 Skema Distribusi Gaya pada pesawat [34].....	II-12
Gambar II-13 Fenomena kegagalan stall. ....	II-13
Gambar II-14 Bagian - bagian Drone VTOL [36]. ....	II-14
Gambar II-15 Stabilisasi Pesawat [37].....	II-15
Gambar II-16 Struktur umum rangka sayap pesawat[38].....	II-16
Gambar II-17 Drone dengan sayap Gull Wing[41].....	II-17
Gambar II-18 Dimensi pada tapered wings [34].....	II-18
Gambar II-19 Aileron pada airfoil[34].....	II-20
Gambar II-20 Airfoil NACA 4415.....	II-21
Gambar II-21 Dimensi pada airfoil. ....	II-21
Gambar II-22 Angle of Attack pada airfoil.....	II-21

Gambar II-23 Gaya angkat dan gaya hambat pada airfoil. ....	II-22
Gambar II-24 Normal Force dan Chordwise Force pada airfoil. ....	II-24
Gambar II-25 Center of pressure pada airfoil. ....	II-25
Gambar II-26 Teknik - Teknik 3D Printing [44]. ....	II-26
Gambar II-27 Arah proses pencetakan 3D. ....	II-27
Gambar II-28 Perbandingan tegangan terhadap orientasi pencetakan 3D. ....	II-28
Gambar II-29 Piramida penggunaan material 3D <i>Printing</i> . ....	II-28
Gambar II-30 Diagram <i>Stress Strain</i> material ABS dan PLA [50]. ....	II-29
Gambar II-31 Foaming Filament vs Normal Filament. ....	II-30
Gambar II-32 Perbedaan suhu terhadap <i>ultimate tensile strength</i> material PLA-LW. .....	II-30
Gambar II-33 Pola – pola <i>infill</i> [57]. ....	II-31
Gambar II-34 Skema kasus <i>overhang</i> [59]. ....	II-31
Gambar II-35 Contoh kasus <i>overhang</i> [60]. ....	II-32
Gambar II-36 Pengaturan <i>mesh</i> pada solidworks. ....	II-33
Gambar II-37 Contoh model 3D dengan 3 metode <i>meshing</i> yang berbeda. ....	II-33
Gambar II-38 Tampilan Fitur Variabel desain. ....	II-34
Gambar II-39 Tampilan Fitur <i>Constraint</i> . ....	II-35
Gambar II-40 Tampilan Fitur <i>Goals</i> . ....	II-35
Gambar II-41 Densitas suatu benda[67]. ....	II-36
Gambar II-42 Diagram tarik tekan material getas dan lentur ....	II-36
Gambar II-43 Diagram tarik – tekan keseluruhan[68]. ....	II-37
Gambar III-1 Metode Penyelesaian Masalah. ....	III-2
Gambar IV-1 Pembagian jarak potongan pada sayap. ....	IV-5
Gambar IV-2 Diagram Benda Bebas Sayap. ....	IV-11

Gambar IV-3 Diagram benda bebas <i>horizontal tail</i> .....	IV-15
Gambar IV-4 Pembagian jarak potongan pada <i>Vertical tail</i> .....	IV-16
Gambar IV-5 Diagram benda bebas <i>vertical tail</i> .....	IV-19
Gambar IV-6 Diagram Youngs Modulus-Density.....	IV-21
Gambar IV-7 Diagram <i>stress strain</i> material PLA-LW setelah diintegrasikan.... .....	IV-25
Gambar IV-8 Aileron drone.....	IV-27
Gambar IV-9 Motor servo MG90S.....	IV-28
Gambar IV-10 Titik berat aileron.....	IV-29
Gambar IV-11 Gambar pembagian section aileron.....	IV-29
Gambar IV-12 Dimensi peletakan motor servo pandangan atas.....	IV-30
Gambar IV-13 Peletakan motor servo pandangan bawah.....	IV-30
Gambar IV-14 Jalur kabel motor servo pada sayap.....	IV-31
Gambar IV-15 Panjang <i>chord horizontal tail</i> .....	IV-32
Gambar IV-16 Panjang <i>chord horizontal tail</i> .....	IV-32
Gambar IV-17 Peletakan servo pada <i>Horizontal Tail</i> pandangan bawah.....	IV-33
Gambar IV-18 Ruang untuk rudder pada <i>vertical tail</i> .....	IV-34
Gambar IV-19 Titik berat rudder.....	IV-34
Gambar IV-20 Peletakan servo pada <i>vertical tail</i> .....	IV-35
Gambar IV-21 Peletakan servo pada <i>vertical tail</i> .....	IV-36
Gambar IV-22 Skema aliran udara terhadap permukaan sayap.....	IV-36
Gambar IV-23 a) <i>Grid 0°</i> ; b) <i>Grid 45°</i> ; c) <i>TriAngle</i> ; dan d) <i>Hexagon</i> .....	IV-37
Gambar IV-24 Kerapatan <i>infill 70mm</i> .....	IV-38
Gambar IV-25 Mendefinisikan Material PLA-LW pada perangkat lunak <i>Solidworks</i> .....	IV-39
Gambar IV-26 Variabel ketebalan <i>infill</i> .....	IV-40

Gambar IV-27 Variabel jarak <i>infill</i> .....	IV-41
Gambar IV-28 Mendefinisikan variabel pada optimasi desain studi. ....	IV-42
Gambar IV-29 mendefinisikan goals pada optimasi desain studi. ....	IV-42
Gambar IV-30 Variabel jarak <i>infill</i> .....	IV-43
Gambar IV-31 Mendefinisikan tumpuan pada sayap.....	IV-43
Gambar IV-32 Mendefinisikan tumpuan pada <i>horizontal tail</i> .....	IV-44
Gambar IV-33 Mendefinisikan tumpuan pada <i>vertical tail</i> .....	IV-44
Gambar IV-34 Mendefinisikan gaya pada sayap di perangkat lunak <i>Solidworks</i> . .....	IV-45
Gambar IV-35 Mendefinisikan gaya pada <i>horizontal tail</i> di perangkat lunak <i>SolidWorks</i> . ....	IV-46
Gambar IV-36 Mendefinisikan gaya pada <i>vertical tail</i> di perangkat lunak <i>Solidworks</i> .....	IV-46
Gambar IV-37 Hasil <i>meshing</i> proses desain studi pada sayap.....	IV-47
Gambar IV-38 Hasil <i>meshing</i> pada <i>horizontal tail</i> . ....	IV-48
Gambar IV-39 Hasil <i>meshing</i> pada <i>vertical tail</i> . ....	IV-48
Gambar IV-40 Sketsa pembagian potongan pada sayap.....	IV-51
Gambar IV-41 Posisi cetak pada setiap potongan sayap. ....	IV-51
Gambar IV-42 Penentuan <i>male</i> dan <i>female</i> pada setiap potongan sayap.....	IV-53
Gambar IV-43 Sketsa pembagian potongan pada <i>horizontal tail</i> .....	IV-53
Gambar IV-44 Posisi cetak pada setiap potongan <i>horizontal tail</i> .....	IV-54
Gambar IV-45 Penentuan <i>Male</i> dan <i>female</i> pada setiap <i>Horizontal Tail</i> . ....	IV-54
Gambar IV-46 Pemasangan rudder pada <i>vertical tail</i> .....	IV-55
Gambar IV-47 Pembagian potongan pada <i>vertical tail</i> .....	IV-55
Gambar IV-48 Skema penyambungan rudder pada <i>vertical tail</i> . ....	IV-56
Gambar IV-49 Posisi cetak pada setiap potongan <i>vertical tail</i> .....	IV-56

Gambar IV-50 Penentuan <i>male</i> dan <i>female</i> pada setiap <i>horizontal tail</i> .....	IV-57
Gambar IV-51 Titik putar aileron pada sayap.....	IV-58
Gambar IV-52 Skema perputaran aileron 180 derajat. ....	IV-58
Gambar IV-53 Render pemasangan aileron dengan sayap. ....	IV-59
Gambar IV-54 Titik putar elevator pada <i>horizontal tail</i> .....	IV-60
Gambar IV-55 skema putar elevator pada <i>horizontal tail</i> .....	IV-60
Gambar IV-56 Variasi pembagian potongan pada elevator.....	IV-61
Gambar IV-57 Render pemasangan aileron dengan sayap. ....	IV-62
Gambar IV-58 Titik putar elevator pada <i>vertical tail</i> . ....	IV-63
Gambar IV-59 Titik putar rudder pada <i>vertical tail</i> .....	IV-63
Gambar IV-60 Render pemasangan rudder pada <i>vertical tail</i> . ....	IV-64
Gambar IV-61 a) 3D Modeling cara menghubungkan sayap dengan drone.; b) Cara menghubungkan sayap dengan drone. ....	IV-65
Gambar IV-62 a) Perbaiki hubungan sayap dan fuselage ketika assembly; b) Perbaiki hubungan sayap dan fuselage.....	IV-66
Gambar IV-63 Tampilan ketebalan 0,8mm pada dinding fuselage. ....	IV-67
Gambar IV-64 a) Tampilan atas struktur penguat dinding fuselage, b) tampilan samping struktur penguat dinding fuselage, c) tampilan 3D struktur penguat dinding fuselage. ....	IV-68
Gambar IV-65 Pelat kayu untuk part elektronik pada drone yang sudah ada..	IV-69
Gambar IV-66 Perbaiki sambungan dudukan pelat kayu untuk part elektronik. ....	IV-69
Gambar IV-67 Jalur kabel servo pada <i>fuselage</i> . ....	IV-70
Gambar IV-68 Dudukan pitot tube. ....	IV-71
Gambar IV-69 Lubang <i>insert nut</i> untuk <i>bracket</i> motor pada <i>fuselage</i> . ....	IV-72
Gambar IV-70 3D Modeling <i>fuselage</i> sebelum pembagian potongan. ....	IV-72

Gambar IV-71 a) Sketsa pembagian potongan pada <i>fuselage</i> , b) Potongan ke-1 <i>fuselage</i> , c) Potongan ke-2 <i>fuselage</i> , d) Potongan ke-3 <i>fuselage</i> .....	IV-73
Gambar IV-72 Posisi cetak pada setiap potongan <i>fuselage</i> . .....	IV-73
Gambar IV-73 Tampilan ruang <i>carbon tube</i> 2mm untuk penepat antar potongan <i>fuselage</i> . .....	IV-75
Gambar IV-74 Pencetakan komponen. ....	IV-76
Gambar IV-75 Proses perakitan <i>connector</i> dengan <i>carbon tube</i> 2. ....	IV-77
Gambar IV-76 Proses pengeleman dan perakitan pangkal sayap dengan sayap tengah. ....	IV-77
Gambar IV-77 Proses pengaturan awal mesin <i>hot wire</i> . ....	IV-79
Gambar IV-78 Hasil produksi komponen dengan menggunakan mesin <i>hot wire</i> pada <i>drone existing</i> . ....	IV-81
Gambar IV-79 Hasil produksi komponen sayap 1 pada <i>drone existing</i> .....	IV-81
Gambar IV-80 Hasil produksi komponen sayap 1 pada <i>drone</i> hasil optimasi. ....	IV-82
Gambar IV-81 Pengukuran sampel komponen pada <i>drone</i> hasil optimasi. ....	IV-82
Gambar IV-82 Proses perakitan komponen. ....	IV-83
Gambar IV-83 Hasil perakitan komponen sayap 2. ....	IV-84
Gambar IV-84 Hasil pemasangan servo. ....	IV-84
Gambar IV-85 Perakitan <i>vertical tail</i> .....	IV-85
Gambar IV-86 Dokumentasi Final Produk 1. ....	IV-87
Gambar IV-87 Dokumentasi Final Produk 2. ....	IV-88
Gambar V-1 Diagram Benda Bebas Sayap. ....	V-1
Gambar V-2 Diagram Benda Bebas Sayap Pandangan Sumbu Z-X dan Y-X. ..	V-2
Gambar V-3 Diagram Geser, dan momen bengkok <i>vertical tail</i> .....	V-3
Gambar V-4 Spesifikasi Material PLA-LW pada <i>Solidworks</i> . ....	V-7
Gambar V-5 Mendefinisikan tumpuan pada sayap. ....	V-7

Gambar V-6 Mendefinisikan pembebanan pada sayap.....	V-8
Gambar V-7 <i>Meshing</i> pada sayap. ....	V-8
Gambar V-8 Tegangan pada sayap. ....	V-9
Gambar V-9 Defleksi pada sayap. ....	V-10
Gambar V-10 Tegangan pada titik kritis 1 sayap.....	V-11
Gambar V-11 Tegangan pada titik kritis 2 sayap.....	V-12
Gambar V-12 Diagram Benda Bebas <i>Horizontal Tail</i> .....	V-13
Gambar V-13 Diagram pembebanan yang terjadi pada kasus tumpuan fix dua sisi. .....	V-14
Gambar V-14 Mendefinisikan tumpuan pada sayap.....	V-17
Gambar V-15 Mendefinisikan pembebanan pada sayap.....	V-18
Gambar V-16 <i>Meshing</i> pada sayap. ....	V-18
Gambar V-17 Tegangan pada sayap. ....	V-19
Gambar V-18 Defleksi pada sayap. ....	V-19
Gambar V-19 Tegangan pada titik kritis 1 sayap.....	V-20
Gambar V-20 Tegangan pada titik kritis 2 sayap.....	V-21
Gambar V-21 Diagram benda bebas vertical tail. ....	V-21
Gambar V-22 Diagram Geser, dan momen bengkok vertical tail.....	V-22
Gambar V-23 Mendefinisikan tumpuan pada <i>Vertical Tail</i> .....	V-25
Gambar V-24 Mendefinisikan pembebanan pada <i>Vertical Tail</i> . ....	V-26
Gambar V-25 <i>Meshing</i> pada <i>Vertical Tail</i> . ....	V-26
Gambar V-26 Tegangan pada <i>Vertical Tail</i> . ....	V-27
Gambar V-27 Defleksi pada <i>Vertical Tail</i> . ....	V-27
Gambar V-28 Tegangan pada titik kritis 1 <i>Vertical Tail</i> . ....	V-28
Gambar V-29 Tegangan pada titik kritis 2 <i>Vertical Tail</i> . ....	V-29

Gambar V-30 Lem G .....	V-30
Gambar V-31 Kekuatan lem berbahan Cyanoacrylate[79]. .....	V-30
Gambar V-32 Femomena Pembebanan pada sayap. ....	V-31

## DAFTAR TABEL

Tabel II-1 Daftar bagian pada Drone National Formosa University.....	II-8
Tabel IV-1 Daftar tuntutan.....	IV-2
Tabel IV-2 Performa dari hasil uji coba terbang.....	IV-2
Tabel IV-3 Seleksi komponen untuk dilakukan optimasi. ....	IV-2
Tabel IV-4 Data $Cl$ , $Cd$ , dan $Angle\ of\ Attack$ maksimum pada <i>airfoil</i> Clark Y dan NACA 0010. ....	IV-4
Tabel IV-5 Besar gaya dan letak gaya yang terjadi pada sayap drone.....	IV-9
Tabel IV-6 Berat beban tambahan. ....	IV-10
Tabel IV-7 Besar gaya dan letak gaya yang terjadi pada Horizontal Tail. ....	IV-14
Tabel IV-8 Besar gaya dan letak gaya yang terjadi pada vertical tail.....	IV-18
Tabel IV-9 Translasi Pemilihan Material.....	IV-20
Tabel IV-10 Spesifikasi mekanik material.....	IV-21
Tabel IV-11 Penilaian formatif terhadap 3 opsi material.....	IV-22
Tabel IV-12 Spesifikasi mekanik material PLA-LW setelah diintegrasikan...IV-24	
Tabel IV-13 Daftar komponen yang terhubung dengan bagian drone.....	IV-25
Tabel IV-14 Perhitungan Lebar Aileron. ....	IV-27
Tabel IV-15 Sebelum dan sesudah perbaikan dari model 3D drone optimasi desain studi. ....	IV-38
Tabel IV-16 Berat setiap komponen setelah optimasi desain studi pada perangkat lunak Solidworks.....	IV-49
Tabel IV-17 Data kemampuan cetak mesin dengan komponen yang dibuat...IV-50	
Tabel IV-18 Penilaian formatif variasi penyambungan pada sayap. ....	IV-51
Tabel IV-19 Jarak kebebasan aileron dengan sayap. ....	IV-58
Tabel IV-20 Jarak kebebasan evelator dengan horizontal tail. ....	IV-60

Tabel IV-21 Penilaian formatif pada setiap variasi pembagian pemotongan. .	IV-61
Tabel IV-22 Jarak kebebasan rudder dengan vertical tail.....	IV-63
Tabel IV-23 Kekurangan dan kelebihan pemasangan sayap dengan fuselage pada drone yang sudah ada.....	IV-65
Tabel IV-24 Penilaian formatif ketebalan dinding fuselage.....	IV-66
Tabel IV-25 Kelebihan dan kekurangan dari masing – masing variasi struktur... .....	IV-67
Tabel IV-26 Penilaian formatif variasi penyambungan pada fuselage.....	IV-73
Tabel IV-27 Kebutuhan material pada drone hasil optimasi.....	IV-75
Tabel IV-28 Perbandingan Total Jumlah Komponen.....	IV-78
Tabel IV-29 Perbandingan mesin yang digunakan.....	IV-80
Tabel IV-30 Perbandingan kualitas komponen.....	IV-83
Tabel IV-31 Perbandingan Waktu Produksi.....	IV-86
Tabel IV-32 Perbandingan berat drone existing dengan drone hasil optimasi.	IV-86
Tabel IV-33 Validasi rancangan dengan daftar tuntutan .....	IV-87
Tabel V-1 Rangkuman hasil perhitungan momen bending, gaya geser, dan gaya puntir pada penampang kritis 1 pada sayap.....	V-3
Tabel V-2 Rangkuman hasil perhitungan tegangan pada penampang kritis 1 pada sayap.....	V-4
Tabel V-3 Rangkuman hasil perhitungan momen bending, gaya geser, dan gaya puntir pada penampang kritis 2 pada sayap.....	V-5
Tabel V-4 Rangkuman hasil perhitungan tegangan pada penampang kritis 2 pada sayap.....	V-5
Tabel V-5 Kesimpulan perhitungan analitik pada sayap.....	V-6
Tabel V-6 Perbandingan Pengujian Analitik dan Numerik Wings.....	V-12
Tabel V-7 Data potongan kritis 1 pada Horizontal Tail.....	V-14

Tabel V-8 Perhitungan tegangan pada titik kritis 1 pada Horizontal Tail. ....	V-15
Tabel V-9 Data potongan kritis 2 pada Horizontal Tail.....	V-15
Tabel V-10 Perhitungan tegangan pada titik kritis 2 pada Horizontal Tail. ....	V-16
Tabel V-11 Kesimpulan perhitungan analitik <i>Horizontal Tail</i> .....	V-16
Tabel V-12 Perbandingan Penujian Analitik dan Numerik <i>Horizontal Tail</i> .....	V-21
Tabel V-13 Data potongan kritis 1 pada Vertical Tail.....	V-22
Tabel V-14 Perhitungan tegangan pada titik kritis 1 Vertical Tail. ....	V-23
Tabel V-15 Data potongan kritis 2 pada Vertical Tail.....	V-23
Tabel V-16 Perhitungan tegangan pada titik kritis 2 Vertical Tail. ....	V-24
Tabel V-17 Kesimpulan perhitungan analitik <i>Vertical Tail</i> .....	V-24
Tabel V-18 Perbandingan Analitik dan Numerik pada <i>Vertical Tail</i> . ....	V-29
Tabel V-19 Perhitungan pembebanan yang terjadi.....	V-31
Tabel V-20 Perhitungan tegangan yang terjadi.....	V-31
Tabel V-21 Kesimpulan hasil perhitungan terhadap.....	V-32

## DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

Daftar Singkatan	
Singkatan	Keterangan
VTOL	<i>Vertical Take-off Landing</i>
3D	3 Dimensi
UCS	<i>User Coordinate System</i>
MGC	<i>Mean Geometric Chord</i>

Konteks : Perbaikan Komponen		
Simbol	Keterangan	Satuan
$c_p$	Panjang <i>Chord</i> Pangkal	[mm]
$c_e$	Panjang <i>Chord</i> Ekor	[mm]
$c_{Ap}$	Panjang <i>Chord</i> Aileron Pangkal	[mm]
$c_{Ae}$	Panjang <i>Chord</i> Aileron Ekor	[mm]
$X_{An}$	Titik berat Aileron pada sumbu X	[mm]
$Y_{An}$	Titik berat Aileron pada sumbu Y	[mm]
$Y_{An(UCS)}$	Titik berat Aileron pada sumbu Y terhadap UCS	[mm]
$c_{HT}$	Panjang <i>Chord Horizontal Tail</i>	[mm]
$c_{el}$	Panjang <i>Chord Elevator</i>	[mm]
$c_{VTB}$	Panjang <i>Chord Vertical Tail</i> Bawah	[mm]
$c_{VTA}$	Panjang <i>Chord Vertical Tail</i> Atas	[mm]
$c_{RB}$	Panjang <i>Chord Rudder</i> Bawah	[mm]
$c_{RA}$	Panjang <i>Chord Rudder</i> Atas	[mm]
Konteks : Spesifikasi Material		
$E$	Modulus Elastis	[MPa]
$\sigma_m$	Ultimate Strength	[MPa]
$\sigma_y$	Yield Strength	[MPa]

$\varepsilon_y$	Strain Z Axis	[%]
$\varepsilon_x$	Strain X Axis	[%]
$\nu$	Poisson Ratio	[-]
$\rho$	Densitas	[ $kg/m^3$ ]
Konteks : Hasil Uji Coba Terbang		
$v_{rel}$	Kecepatan Relatif Drone	[ $mm/s$ ]
$\rho_{udara}$	Massa Jenis Udara	[ $kg/m^3$ ]
Konteks : Perhitungan Gaya Pada Sayap		
$b_w$	Lebar Span Sayap	[ $mm$ ]
$c_{rw}$	Panjang <i>Chord</i> Dalam Sayap	[ $mm$ ]
$c_{tw}$	Panjang <i>Chord</i> Luar Sayap	[ $mm$ ]
$\lambda_w$	Rasio Ketirusan Sayap	[ $mm$ ]
$c_{MGCW}$	Panjang <i>Mean Geometric Chord</i> Sayap	[ $mm$ ]
$y_{MGCW}$	Lokasi <i>Mean Geometric Chord</i> sayap pada sumbu Y	[ $mm$ ]
$C_{lw}$	Koefisien Angkat Sayap	-
$C_{dw}$	Koefisien Drag Sayap	-
$C_{mw}$	Koefisien Momen Sayap	-
$F_e$	Gaya Tambahan	[N]
$F_{lw}$	Gaya Angkat pada Sayap	[N]
$F_{dw}$	Gaya Hambat pada Sayap	[N]
$M_w$	Momen pada Sayap	[ $N * mm$ ]
$a_{w1}$	Sudut Serang Sayap	[Degree]
$a_{w2}$	Sudut Stall Sayap	[Degree]
$a_{w3}$	Selisih Sudut Stall dengan Sudut Serang	[Degree]
$F_{nw}$	Gaya Tegak Lurus <i>Chord</i> pada Sayap	[N]
$F_{cw}$	Gaya Sejajar <i>Chord</i> pada Sayap	[N]
$F_{yw}$	Gaya Pada Sumbu Y Sayap	[N]

$F_{ZW}$	Gaya pada Sumbu Z Sayap	[N]
$M_{LEW}$	Momen Pada <i>Leading Edge</i> Sayap	[N * mm]
$x_{cpw}$	Lokasi <i>center of pressure</i> pada sayap	[mm]
<b>Konteks : Perhitungan Gaya Pada <i>Horizontal Tail</i></b>		
$b_{HT}$	Lebar Span Pada <i>Horizontal Tail</i>	[mm]
$y_{MGCHT}$	Lokasi <i>Mean Geometric Chord Horizontal Tail</i> pada sumbu Y	[mm]
$C_{lHT}$	Koefisien Angkat Pada <i>Horizontal Tail</i>	-
$C_{dHT}$	Koefisien Drag Pada <i>Horizontal Tail</i>	-
$C_{mHT}$	Koefisien Momen Pada <i>Horizontal Tail</i>	-
$F_{lHT}$	Gaya Angkat pada <i>Horizontal Tail</i>	[N]
$F_{dHT}$	Gaya Hambat pada <i>Horizontal Tail</i>	[N]
$M_{HT}$	Momen pada <i>Horizontal Tail</i>	[N * mm]
$F_{nHT}$	Gaya Tegak Lurus <i>Chord</i> pada <i>Horizontal Tail</i>	[N]
$F_{cHT}$	Gaya Sejajar <i>Chord</i> pada <i>Horizontal Tail</i>	[N]
$M_{LEHT}$	Momen Pada <i>Leading Edge Horizontal Tail</i>	[N * mm]
$x_{cpHT}$	Lokasi <i>center of pressure</i> pada <i>Horizontal Tail</i>	[mm]
<b>Konteks : Perhitungan Gaya Pada <i>Vertical Tail</i></b>		
$b_{VT}$	Lebar Span <i>Vertical Tail</i>	[mm]
$c_{VT}$	Panjang <i>Chord</i> Dalam <i>Vertical Tail</i>	[mm]
$c_{VT}$	Panjang <i>Chord</i> Luar <i>Vertical Tail</i>	[mm]
$\lambda_{VT}$	Rasio Ketirusan <i>Vertical Tail</i>	-
$c_{MGCVT}$	Panjang <i>Mean Geometric Chord Vertical Tail</i>	[mm]
$y_{MGCVT}$	Lokasi <i>Mean Geometric Chord Vertical Tail</i> pada sumbu Y	[mm]

$F_{IVT}$	Gaya Angkat pada <i>Vertical Tail</i>	[N]
$F_{dVT}$	Gaya Hambat pada <i>Vertical Tail</i>	[N]
$M_{VT}$	Momen pada <i>Vertical Tail</i>	[N * mm]
$a_{VT1}$	Sudut Serang <i>Vertical Tail</i>	[Degree]
$a_{VT2}$	Sudut Stall <i>Vertical Tail</i>	[Degree]
$a_{VT3}$	Selisih Sudut Stall dengan Sudut <i>Vertical Tail</i>	[Degree]
$F_{nVT}$	Gaya Tegak Lurus <i>Chord</i> pada <i>Vertical Tail</i>	[N]
$F_{cVT}$	Gaya Sejajar <i>Chord</i> pada <i>Vertical Tail</i>	[N]
$M_{LEVT}$	Momen Pada <i>Leading Edge Vertical Tail</i>	[N * mm]
$x_{cpVT}$	Lokasi <i>center of pressure</i> pada <i>Vertical Tail</i>	[mm]
<b>Konteks : Perhitungan Titik Putar Aileron</b>		
$c_{fp}$	Titik Putar Aileron Pangkal	[mm]
$c_{fe}$	Titik Putar Aileron Ekor	[mm]
<b>Konteks : Perhitungan Titik Putar Elevator</b>		
$c_{HTf}$	Titik Putar Elevator	[mm]
<b>Konteks : Perhitungan Titik Putar Rudder</b>		
$c_{VTfp}$	Titik Putar Rudder Pangkal	[mm]
$c_{VTfe}$	Titik Putar Rudder Ekor	[mm]
<b>Konteks : Kontrol Tegangan</b>		
$w_y$	Gaya Distribusi Sumbu Y	[N/mm]
$w_z$	Gaya Distribusi Sumbu Z	[N/mm]
$b_k$	Jarak UCS ke Potongan	[mm]
$y$	Jarak Titik Kritis Sumbu Y dari Netral Axis	[mm]
$x$	Jarak Titik Kritis Sumbu X dari Netral Axis	[mm]

$I_x$	Inersia Sumbu X	$[mm^4]$
$I_y$	Inersia Sumbu Y	$[mm^4]$
$A'_l$	Luas Penampang Sisa <i>Lift</i>	$[mm^2]$
$y'_l$	Jarak Netral Axis ke CoM A' <i>Lift</i>	$[mm]$
$Q_l$	Momen Area Perpotongan <i>Lift</i>	$[mm^3]$
$t_l$	Lebar Penampang Akibat <i>Lift</i>	$[mm]$
$A'_d$	Luas Penampang Sisa Drag	$[mm^2]$
$y'_d$	Jarak Netral Axis ke CoM A' Drag	$[mm]$
$Q_d$	Momen Area Perpotongan Drag	$[mm^3]$
$t_d$	Lebar Penampang Akibat Drag	$[mm]$
$r$	Radius	$[mm]$
$j$	Momen Tahanan Puntir	$[mm^4]$
$l_x$	Jarak Gaya ke Center of Mass Penampang Kritis Sumbu X	$[mm]$
$l_z$	Jarak Gaya ke Center of Mass Penampang Kritis Sumbu Z	$[mm]$
$l_y$	Jarak Gaya ke Center of Mass Penampang Kritis Sumbu Y	$[mm]$
$M_{Bl}$	Momen Bending <i>Lift</i> 1	$[N * mm]$
$M_{Bd}$	Momen Bending <i>Drag</i> 1	$[N * mm]$
$V_l$	Gaya Geser <i>Lift</i> 1	$[N]$
$V_d$	Gaya Geser <i>Drag</i> 1	$[N]$
$T_{Pl}$	Momen Puntir <i>Lift</i> 1	$[N * mm]$
$T_{Pd}$	Momen Puntir <i>Drag</i> 1	$[N * mm]$
$\sigma_{Bl}$	Tegangan Bending <i>Lift</i>	$[MPa]$
$\sigma_{Bd}$	Tegangan Bending <i>Drag</i>	$[MPa]$
$\tau_{Gl}$	Tegangan Geser <i>Lift</i>	$[MPa]$
$\tau_{Gd}$	Tegangan Geser <i>Drag</i>	$[MPa]$
$\tau_{Pl}$	Tegangan Puntir <i>Lift</i>	$[MPa]$

$\tau_{Pd}$	Tegangan Puntir <i>Drag</i>	[MPa]
$\sigma_x$	Tegangan Axial	[MPa]
$\tau_{xy}$	Tegangan Radial	[MPa]
$\sigma_1$	Tegangan 1	[MPa]
$\sigma_2$	Tegangan 2	[MPa]
$\sigma_{VM}$	Tegangan Von Mises	[MPa]

## DAFTAR LAMPIRAN

**Lampiran 1** Data diri.

**Lampiran 2** Data hasil wawancara dan observasi.

**Lampiran 3** Pemilihan material, spesifikasi material dan hasil uji tarik.

**Lampiran 4** Spesifikasi *airfoil*.

**Lampiran 5** Perhitungan gaya yang terjadi pada drone.

**Lampiran 6** Perhitungan perancangan awal.

**Lampiran 7** Konvergensi mesh.

**Lampiran 8** Hasil optimasi desain studi.

**Lampiran 9** Penyesuaian desain dengan metode produksi.

**Lampiran 10** Pengukuran berat hasil cetak 3D.

**Lampiran 11** Pengukuran waktu produksi.

**Lampiran 12** Pengaturan mesin cetak 3D.

**Lampiran 13** Studi komparasi.

**Lampiran 14** Konstruksi rancangan final.

**Lampiran 15** Analisa kekuatan.

**Lampiran 16** Gambar kerja.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1 Latar Belakang

Pertumbuhan pembangunan yang pesat khususnya di wilayah perkotaan menyebabkan keterbaruan pemetaan wilayah pada daerah tersebut cukup sulit untuk dilakukan [1], [2], [3]. Sebagai contoh pada tahun 2019 hingga 2023 di kota Malang terjadi peningkatan kepadatan bangunan hingga  $\pm 8\%$  [4]. Pada tahun 2000 hingga 2021 di kota Surakarta kepadatan bangunan naik secara signifikan hingga mencapai  $\pm 30\%$  [5]. Dengan demikian, diperlukan sebuah alat yang dapat melakukan pemetaan pada wilayah padat bangunan secara berkala.

Dewasa ini, banyak teknologi yang dapat digunakan untuk melakukan pemantauan diantaranya adalah *drone* [6], [7], [8], mobil *remote control* dengan camera [9], [10], dan lain – lain [11], [12]. *Drone* sendiri memiliki banyak kelebihan dan memberikan efektivitas yang lebih baik dibandingkan dengan teknologi lainnya, sebagai contoh *drone* menawarkan hasil pemantauan berupa *landscape* yang lebih baik dibandingkan dengan teknologi lainnya [11], [12]. Terdapat berbagai jenis *drone* dengan kelebihan dan kekurangannya masing – masing salah satunya adalah *drone VTOL*. *Drone VTOL* memberikan kemudahan dan kelebihan baik dibandingkan jenis *drone* lainnya untuk melakukan pemantauan di lingkungan yang padat dengan bangunan [12], [13], [14]. Namun sangat sulit untuk mengoptimalkan struktur *drone VTOL* yang diproduksi dengan menggunakan teknologi *3D printing* [15], [16], [17].

Oleh karena itu, tujuan dari kajian ini adalah membuat sebuah rancangan struktur *drone VTOL* yang optimal dengan metode produksi *3D printing*. Hasil yang diharapkan dari kajian ini adalah metode optimasi yang digunakan dalam kajian ini dapat memberikan hasil rancangan yang optimal untuk metode produksi yang akan digunakan.

### I.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas, dapat dirumuskan beberapa rumusan masalah, yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana cara menciptakan rancangan struktur *drone* berjenis VTOL yang optimal dan dapat dibuat dengan metode produksi *3D printing*?
2. Bagaimana penggunaan metode produksi *3D Printing* dapat meningkatkan kualitas dari *drone* VTOL dibandingkan dengan metode produksi sebelumnya ?

### **I.3 Tujuan**

Tujuan dari kajian ini adalah:

1. Perancangan struktur *drone* akan menggunakan metodologi optimasi rancangan Jasbir R Arora dengan mempertimbangkan proses produksi yang akan digunakan.
2. Membandingkan kualitas komponen pada *drone* hasil optimasi dengan *drone* yang sudah ada.

### **I.4 Manfaat**

Manfaat dari kajian ini adalah:

1. Bagi Pengembangan *Drone*
  - a. Peningkatan Efisiensi Produksi  
Penelitian ini menampilkan metode produksi yang lebih efisien melalui *3D printing*, yang dapat mengurangi waktu produksi dan menghasilkan produk yang lebih konsisten dan rapi.
  - b. Desain UAV Yang Unik Namun Optimal  
Hasil penelitian ini akan membantu pengembang *drone* untuk menciptakan UAV VTOL dengan desain baru dan performa yang optimal.
2. Bagi Pendidikan
  - a. Meningkatkan Keterampilan Praktis Mahasiswa  
Penelitian ini memberikan pengalaman langsung kepada mahasiswa dalam proses perancangan dan produksi UAV, serta keterampilan teknik seperti penggunaan *3D printing* dan pemilihan material yang sesuai.
  - b. Pembelajaran tentang Inovasi Teknologi

Mahasiswa dapat mempelajari bagaimana teknologi baru, seperti *3D printing* dan material komposit yang dapat diterapkan dalam pengembangan UAV.

### 3. Bagi Institusi

#### a. Pengembangan Kurikulum Berbasis Teknologi

Kajian ini dapat mendorong lembaga pendidikan untuk memperbarui kurikulum dengan menambahkan materi mengenai teknologi UAV, *3D printing*, dan inovasi material, sehingga pembelajaran lebih relevan dengan kebutuhan industri modern.

#### b. Pengembangan Bahan Ajar Teknologi UAV

Hasil dari kajian ini dapat menjadi referensi atau modul pembelajaran baru dalam bidang teknik yang dapat memperkaya bahan ajar mengenai desain dan pengembangan UAV.

## I.5 Batasan Masalah

Untuk mencapai tujuan yang spesifik dan efisien, penelitian ini memiliki beberapa batasan, yaitu:

1. Metode produksi yang digunakan hanya menggunakan metode produksi *3D Printing*.
2. Mesin *3D Printing* yang digunakan dibatasi dengan volume cetak berukuran 220mm x 220mm x 280mm.
3. *Nozzle* pada mesin *3D Printing* berukuran 0,4mm.
4. Metode produksi yang dilakukan dibatasi dengan menggunakan metode produksi *3D Printing* dan metode pemesinan dasar.

## I.6 Sistematika Penulisan

Penelitian ini, terdiri dari enam bab yang dilengkapi dengan daftar pustaka serta lampiran yang disusun sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN, berisi uraian mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan dari penelitian yang dilakukan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, berisikan berbagai teori pendukung untuk memecahkan rumusan masalah pada penelitian yang didasarkan pada hasil studi literatur.

BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH, berisi diagram alir dan uraian rinci dari proses penyelesaian masalah dilengkapi uraian terkait proses optimasi yang dilakukan.

BAB IV PERANCANGAN DAN OPTIMASI, berisi tentang proses perancangan, proses optimasi, proses manufaktur, dan proses assembly dari *drone* VTOL *National Formosa University*.

BAB V PERHITUNGAN DAN ANALISIS, berisi analisis kekuatan konstruksi struktur dari *drone* yang telah dilakukan optimasi.

BAB VI PENUTUP, berisi kesimpulan yang didapatkan sebagai jawaban dari rumusan masalah dan tujuan awal penelitian serta pemaparan mengenai kritik dan saran perbaikan maupun kajian lanjut dari penelitian yang telah dilakukan.