

SKRIPSI
DESAIN DAN ANALISIS PERGERAKAN VTOL PADA
FIXED WING DRONE



Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Oleh :
DENIS HARIS TAMBUNAN
03041381621068

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020

LEMBAR PENGESAHAN
DESAIN DAN ANALISIS PERGERAKAN VTOL PADA
FIXED WING DRONE



SKRIPSI


Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Oleh :

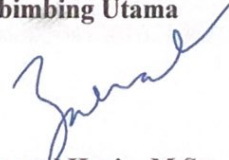
DENIS HARIS TAMBUNAN

03041381621068

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro


Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP : 197108141999031005

Indralaya, Juli 2020
Menyetujui,
Pembimbing Utama


Ir. Zaenal Husin, M.Sc.
NIP : 195602141985031002

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Denis Haris Tambunan

NIM : 03041381621068

Fakultas : Teknik

Jurusan/Prodi : Teknik Elektro

Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil Pengecekan *Software iThenticate/Turnitin* :

Menyatakan bahwa tugas akhir saya yang berjudul “Desain dan Analisis Pergerakan VTOL pada *Fixed Wing Drone*” merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan.


Indralaya, Juli 2020



Denis Haris Tambunan

NIM. 03041381621068

Saya sebagai Pembimbing dengan ini menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya ruang lingkup dan kualitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (S1).

Tanda Tangan :  _____

Pembimbing Utama : Ir. Zamal Husin, M.Sc

Tanggal : 13 / 07 / 2020

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan yang Maha Esa. Atas Berkat dan Kasih dari Tuhan, penulis dapat membuat skripsi ini yang berjudul “Desain dan Analisis Pergerakan VTOL pada *Fixed Wing Drone*”.

Pembuatan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro dan Ibu Dr. Herlina, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro.
2. Bapak Ir. Zaenal Husin, M.Sc. selaku pembimbing tugas akhir ini.
3. Bapak Dr. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T. selaku pencetus dan pengembang ide pada tugas akhir ini.
4. Dosen pembimbing akademik, Bapak Ir. Rudyanto Thayib, M.Sc. yang telah membimbing penulis selama masa perkuliahan.
5. Segenap Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan.
6. Orang tua, saudara, keluarga yang selalu memberikan semangat dan memberi dukungan baik secara mental, fisik, maupun finansial.
7. A. Wahyudin dan Faisal Gheinaldy Ahmad selaku rekan dalam pembuatan tugas akhir ini.
8. Teman-teman dari Teknik Elektro dan Klub Robotika Unsri yang sudah membantu dan memberikan dukungan.
9. Pihak-pihak lain yang sangat membantu dalam penulisan skripsi tugas akhir ini yang tidak dapat Penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari adanya kekurangan dalam penulisan usulan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan wawasan yang lebih luas

kepada pembaca. Oleh karena itu, kritik, dan saran yang membangun sangat penulis harapkan agar dapat menjadi evaluasi yang baik dan berguna untuk perbaikan ke depannya.

Indralaya, Juli 2020



Denis Haris Tambunan
NIM. 03041381621068

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Denis Haris Tambunan

NIM : 03041381621068

Jurusan/Prodi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Desain dan Analisis Pergerakan VTOL pada *Fixed Wing Drone*

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media /formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Indralaya

Pada tanggal : Juli 2020

Yang menyatakan,



Denis Haris Tambunan

NIM. 03041381621068

ABSTRAK

DESAIN DAN ANALISIS PERGERAKAN VTOL PADA *FIXED WING DRONE*

(Denis Haris Tambunan, 03041381621068, 2020, 70 halaman)

Pengambilan data secara berkala dari sudut pandang yang luas sangat dibutuhkan saat ini terutama dari segi sipil maupun militer. Metode yang paling tepat untuk digunakan adalah dengan menggunakan suatu kendaraan udara. Kendaraan udara pada umumnya disebut dengan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) atau pesawat tanpa awak. UAV dibagi menjadi 2 kategori yaitu *fixed wing* dan *rotary wing*. Oleh karena itu didesain dan dirancanglah suatu kendaraan yang mampu lepas landas dan mendarat tanpa membutuhkan area yang luas dan memiliki jangkauan terbang yang luas. Kendaraan udara tersebut adalah *Vertical Takeoff and Landing* (VTOL) *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV). Metode penelitian yang digunakan dimulai dari perancangan sistem, proses pembuatan, pengujian sistem, jika pesawat terbang dilakukan analisa dan jika pesawat tidak terbang maka akan kembali ke tahapan perancangan sistem. Hasil dari penelitian ini desain VTOL yang rancang dan dibuat berhasil terbang. VTOL tersebut dapat terbang dengan dua mode yaitu mode *drone* dan *fixed wing*. Setiap komponen yang terdapat pada VTOL berfungsi dengan normal sesuai dengan kondisi ataupun mode yang digunakan. Mode *drone* pada VTOL 100 % berfungsi dengan baik sedangkan mode *fixed wing* tidak berfungsi dengan baik yang disebabkan karena PWM motor servo transisi tidak maksimal hanya 1500, sehingga membuat posisi motor berada pada sudut 45 derajat. PWM keempat motor pada saat transisi dari mode *drone* menjadi *fixed wing* berbeda. PWM motor 1 sebesar 1750, motor 2 sebesar 1940, motor 3 sebesar 1850, dan motor 4 sebesar 1950. Ketika transisi kembali dari mode *fixed wing* menjadi *drone* PWM keempat motor sama yaitu sebesar 1118.

Kata kunci: VTOL, UAV, drone, fixed wing, motor, PWM.

ABSTRACT

DESIGN AND ANALYSIS OF VTOL MOVEMENT ON FIXED WING DRONE

(Denis Haris Tambunan, 03041381621068, 2020, 70 pages)

Periodic data retrieval from broad perspective is needed now especially in civil and military aspects. The most appropriate method is to use an air vehicle. An air vehicle is generally called Unmanned Aerial Vehicle (UAV) or a plane without the crewman (drone). UAV is divided into two categories that is Fixed Wing, and Rotary Wing. Therefore, an air vehicle is designed with the ability to take off and land without requiring a large area, and has a wide flying range. The air vehicle is called Vertical Takeoff and Landing (VTOL) Unmanned Aerial Vehicle (UAV). The method used in this research begins with system designing, the making process, and the system calibration. The analysis is done when the air vehicle flies, if the air vehicle does not fly, then the research will return to the system designing step. The result of this research is VTOL that is designed can successfully fly. VTOL can fly using two modes, that is the drone mode, and the fixed wing mode. Each component that is used in VTOL works normal according to the condition or mode used. VTOL with drone mode works well 100%, while VTOL with fixed wing mode does not work well due to the motor servo used in VTOL has only 1500 PWM, thus making the motor position at an angle of 45 degrees. The PWM of four motors during the transition from drone mode to fixed wing mode varies. The motor 1 PWM is 1750, motor 2 is 1940, motor 3 is 1850, and motor 4 is 1950. When the transition returns from fixed wing mode to drone mode, the four motors have the same PWM value, that is 1118.

Keyword: VTOL, UAV, drone fixed wing, motor, PWM

DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	iii
KATA PENGANTAR	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Pembatasan Masalah	2
1.5 Keaslian Penelitian	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1	<i>State of The Art</i>	5
2.2	UAV (<i>Unmanned Aerial Vehicle</i>)	10
2.3	<i>Fixed Wing</i>	10
	2.3.1 Pengertian <i>Fixed Wing</i>	10
	2.3.2 Perancangan Sayap <i>Fixed Wing</i>	11
	2.3.3 Konfigurasi Peletakan Sayap Pesawat	15
	2.3.4 <i>Fuselage</i>	16
	2.3.5 <i>Empennage</i>	16
2.4	<i>Quadcopter</i>	16
2.5	VTOL (<i>Vertical Take Off and Landing</i>)	17
2.6	Aerodinamika	17
2.7	<i>Mission Planner</i>	18
2.8	Proses Transisi	18

BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Studi Literatur	21
3.2	Perancangan Sistem	21
	3.2.1 Perancangan Desain	22
	3.2.2 Perancangan <i>Hardware</i>	22
	3.2.2.1 <i>Flight Controller Pixhawk</i>	23

3.2.2.2 <i>Module</i> GPS dan Kompas	24
3.2.2.3 <i>Brushless</i> Motor	24
3.2.2.4 Motor Servo	25
3.2.2.5 ESC (<i>Electronic Speed Control</i>)	26
3.2.2.6 Baterai Li-Po	26
3.2.2.7 <i>Propeller</i>	26
3.2.2.8 <i>Power Module</i>	27
3.2.2.9 <i>Remote Control</i>	27
3.3 Pembuatan	28
3.4 Pengujian.....	28

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perancangan Mekanik <i>Vertical Takeoff and Landing</i> (VTOL)	29
4.2 Perancangan Desain VTOL UAV	29
4.2.1 Percobaan Pertama Pembuatan VTOL.....	29
4.2.2 Percobaan Kedua Pembuatan VTOL	30
4.2.3 Percobaan Ketiga Pembuatan VTOL	31
4.2.4 Percobaan Keempat Pembuatan VTOL	32
4.2.5 Percobaan Kelima Pembuatan VTOL.....	33
4.2.6 Percobaan Keenam Pembuatan VTOL	34
4.2.6.1 Perhitungan <i>Thurst</i> Motor <i>Brushless</i>	35

4.2.6.2	Perancangan <i>Frame</i> Drone pada VTOL	38
4.2.6.3	Perancangan Bentuk Sayap, Ekor, dan Fuselage	39
4.2.6.4	Desain <i>Vertical Takeoff and Landing</i> (VTOL) Secara 3D Menggunakan <i>Software Solidworks</i>	41
4.2.6.5	Perancangan Sistem Elektronik pada VTOL	43
4.3	Pengaturan Parameter <i>Firmware Fixed Wing</i> menjadi <i>Quadplane</i> pada <i>Flight Control Pixhawk</i>	44
4.4	Perancangan Mode Terbang pada VTOL	46
4.5	Pengujian Mode Terbang pada VTOL	46
4.6	Pengujian Motor <i>Brushless</i> dalam Kondisi Mode <i>Drone</i> dan <i>Fixed Wing</i>	48
4.6.1	Pengujian Terhadap Motor <i>Brushless</i> dalam Mode <i>Drone</i>	48
4.6.2	Pengujian Terhadap Motor <i>Brushless</i> pada Saat Transisi dari Mode <i>Drone</i> menjadi <i>Fixed Wing</i>	50
4.6.3	Pengujian Terhadap Motor <i>Brushless</i> dalam Mode <i>Fixed Wing</i>	52
4.6.4	Pengujian Terhadap Motor <i>Brushless</i> pada Saat Transisi dari Mode <i>Fixed Wing</i> menjadi <i>Drone</i>	54
4.6.5	Pengujian Terhadap Motor <i>Brushless</i> dalam Mode <i>Drone</i>	55
4.7	Pengujian Motor Servo pada <i>Aileron, Elevator, Rudder</i> , dan Transisi	58

4.8	Pengujian Gerakan <i>Roll</i> , <i>Pitch</i> , dan <i>Yaw</i> dalam Kondisi Mode <i>Drone</i> dan <i>Fixed Wing</i>	64
4.9	Pengujian Modul GPS dan Kompas.....	66

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	70
5.2	Saran.....	70

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Flight Test Result</i>	6
Gambar 2.2 Grafik Desain untuk <i>Tiltrotors</i>	7
Gambar 2.3 Grafik Simulasi Terbang VTOL-FW UAV	8
Gambar 2.4 Grafik Sudut <i>Roll, Pitch, dan Yaw</i> dengan Pengontrolan LQT	9
Gambar 2.5 <i>Prototype TURAC UAV</i>	10
Gambar 2.6 <i>Airfoil dan Bagian-Bagiannya</i>	12
Gambar 2.7 <i>Symetrical Airfoil</i>	12
Gambar 2.8 <i>Semi Symetrical Airfoil</i>	13
Gambar 2.9 <i>Flat Bottom Airfoil</i>	13
Gambar 2.10 <i>Under Chambered Airfoil</i>	13
Gambar 2.11 <i>Reflexed Airfoil</i>	14
Gambar 2.12 <i>Wing Planforms</i>	15
Gambar 2.13 <i>Wing Positions</i>	15
Gambar 2.14 Tipe dari <i>Empennage</i>	16
Gambar 2.15 Arah Putaran Baling-Baling pada <i>Drone</i>	17
Gambar 2.16 <i>Mission Planner</i>	18
Gambar 2.17 <i>Transition Mode of VTOL</i>	19
Gambar 3.1 <i>Flowchart Penelitian</i>	20
Gambar 3.2 <i>Flowchart Sistem Kerja VTOL</i>	21
Gambar 3.3 Diagram Perancangan Perangkat Keras.....	23
Gambar 3.4 <i>Flight Control Pixhawk</i>	24
Gambar 3.5 Modul GPS dan Kompas	24
Gambar 3.6 <i>Brushless Motor</i>	25

Gambar 3.7 Motor Servo	25
Gambar 3.8 ESC	26
Gambar 3.9 Baterai Li-Po.....	26
Gambar 3.10 <i>Propeller</i>	27
Gambar 3.11 <i>Power Module</i>	27
Gambar 4.1 Desain Percobaan Pertama VTOL.....	30
Gambar 4.2 Percobaan Kedua Pembuatan VTOL.....	31
Gambar 4.3 Percobaan Ketiga untuk Sayap VTOL	32
Gambar 4.4 Bentuk VTOL pada Percobaan Keempat	33
Gambar 4.5 Pembuatan Sayap VTOL	34
Gambar 4.6 Tampilan VTOL pada Percobaan Kelima	34
Gambar 4.7 Alat Pengukuran <i>Thrust</i> Motor <i>Brushless</i>	35
Gambar 4.8 <i>Frame X</i>	38
Gambar 4.9 Posisi Letak Motor pada Sayap VTOL.....	39
Gambar 4.10 <i>Airfoil</i> RAF 15	39
Gambar 4.11 <i>Rectangular Wing</i>	40
Gambar 4.12 Desain <i>Elliptical Nose</i> pada VTOL.....	41
Gambar 4.13 Tampilan Desain VTOL UAV	41
Gambar 4.14 Tampilan Desain VTOL Mode <i>Drone</i> dari Sisi Atas	42
Gambar 4.15 Desain VTOL Mode <i>Fixed Wing</i> dari Sisi Samping	42
Gambar 4.16 VTOL dalam Mode <i>Drone</i>	42
Gambar 4.17 VTOL dalam Mode <i>Fixed Wing</i>	43
Gambar 4.18 Perancangan Sistem Elektronik VTOL	44
Gambar 4.19 Parameter <i>Q_ENABLE</i> , <i>Q_FRAME_CLASS</i> , <i>Q_FRAME_TYPE</i> , dan <i>Q_TILT_MASK</i>	45

Gambar 4.20 Pengaturan Parameter Motor Servo Transisi.....	45
Gambar 4.21 Pengaturan Parameter Untuk Kecepatan Perubahan Arah Posisi Servo	45
Gambar 4.22 Mode Terbang pada VTOL	46
Gambar 4.23 <i>Switch Channel 5 dan 6 pada Remote Control</i>	47
Gambar 4.24 Gambaran Proses Transisi <i>QSTABILIZE</i> menjadi FBWA	47
Gambar 4.25 Kondisi VTOL Melakukan <i>Takeoff</i> dalam Mode <i>Drone</i>	48
Gambar 4.26 Grafik PWM Motor <i>Brushless 1</i>	49
Gambar 4.27 Grafik PWM Motor <i>Brushless 2</i>	49
Gambar 4.28 Grafik PWM Motor <i>Brushless 3</i>	49
Gambar 4.29 Grafik PWM Motor <i>Brushless 4</i>	50
Gambar 4.30 Grafik PWM Keempat Motor <i>Brushless</i>	50
Gambar 4.31 Gambaran Proses Transisi VTOL	51
Gambar 4.32 Grafik PWM pada Saat Transisi <i>Drone</i> menjadi <i>Fixed Wing</i>	51
Gambar 4.33 VTOL dalam Mode <i>Fixed Wing</i>	52
Gambar 4.34 Grafik PWM Motor <i>Brushless 1</i>	52
Gambar 4.35 Grafik PWM Motor <i>Brushless 2</i>	53
Gambar 4.36 Grafik PWM Motor <i>Brushless 3</i>	53
Gambar 4.37 Grafik PWM Motor <i>Brushless 4</i>	53
Gambar 4.38 Grafik PWM Keempat Motor <i>Brushless</i>	54
Gambar 4.39 Gambaran Proses Transisi Mode <i>Fixed Wing</i> ke Mode <i>Drone</i>	54
Gambar 4.40 Grafik PWM pada Saat Transisi <i>Drone</i> menjadi <i>Fixed Wing</i>	55
Gambar 4.41 Kondisi VTOL Melakukan <i>Landing</i> dalam Mode <i>Drone</i>	55
Gambar 4.42 Grafik PWM Motor <i>Brushless 1</i>	56
Gambar 4.43 Grafik PWM Motor <i>Brushless 2</i>	56

Gambar 4.44	Grafik PWM Motor <i>Brushless</i> 3	57
Gambar 4.45	Grafik PWM Motor <i>Brushless</i> 4	57
Gambar 4.46	Grafik PWM Keempat Motor <i>Brushless</i> dalam Mode <i>Drone</i>	58
Gambar 4.47	(a) Kondisi <i>Aileron</i> Kiri keatas (b) Kondisi <i>Aileron</i> Kanan kebawah.....	58
Gambar 4.48	Grafik PWM Motor Servo Kondisi Pertama.....	59
Gambar 4.49	(a) Kondisi <i>Aileron</i> Kiri kebawah (b) Kondisi <i>Aileron</i> Kanan keatas	59
Gambar 4.50	Grafik Nilai PWM Motor Servo pada <i>Aileron</i>	60
Gambar 4.51	Kondisi <i>Elevator</i> Keatas	60
Gambar 4.52	Grafik Nilai PWM Motor Servo Saat <i>Elevator</i> Keatas	61
Gambar 4.53	Kondisi <i>Elevator</i> Kebawah	61
Gambar 4.54	Grafik Nilai PWM Motor Servo Saat <i>Elevator</i> Kebawah.....	61
Gambar 4.55	Kondisi <i>Rudder</i> Kearah Kiri	62
Gambar 4.56	Grafik Nilai PWM Motor Servo Saat <i>Rudder</i> Kearah Kiri.....	62
Gambar 4.57	Kondisi <i>Rudder</i> Kearah Kanan	63
Gambar 4.58	Grafik Nilai PWM Motor Servo Saat <i>Rudder</i> Kearah Kanan.....	63
Gambar 4.59	Grafik PWM Motor Servo untuk Transisi	64
Gambar 4.60	Grafik Gerakan <i>Roll</i> pada VTOL.....	64
Gambar 4.61	Grafik Gerakan <i>Pitch</i> pada VTOL	65
Gambar 4.62	Grafik Gerakan <i>Yaw</i> pada VTOL.....	66
Gambar 4.63	Grafik <i>Altitude</i>	67
Gambar 4.64	Grafik <i>Latitude</i>	67
Gambar 4.65	Grafik <i>Longitude</i>	67
Gambar 4.66	Jalur Terbang VTOL.....	68

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Nilai *Thrust* Motor *Brushless SunnySky* 980kv dengan Baterai 3S36

Tabel 4.1 Nilai *Thrust* Motor *Brushless SunnySky* 980kv dengan Baterai 4S37

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I Data PWM Motor Servo *Aileron, Elevator, dan Rudder*

Lampiran II Data Gerakan *Roll, Pitch, dan Yaw*

Lampiran III Data PWM Motor *Brushless*

Lampiran IV Data PWM Motor Servo Transisi

Lampiran V Data *Latitude, Longitude, dan Altitude*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengambilan data secara berkala dari sudut pandang yang luas sangat dibutuhkan saat ini terutama dari segi sipil maupun militer. Dari segi kepentingan sipil, biasanya digunakan untuk mengetahui kondisi jalan, pengawasan terhadap bencana alam, pemetaan terhadap suatu wilayah. Kemudian dari segi militer, dimana digunakan untuk misi pengintaian untuk mengawasi suatu wilayah tertentu[1]. Berdasarkan permasalahan diatas, metode yang paling tepat untuk digunakan adalah dengan menggunakan suatu kendaraan udara yang mampu mengambil data dari sudut pandang yang luas.

Kendaraan udara ini pada umumnya disebut dengan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) atau pesawat tanpa awak. UAV dapat dibagi menjadi 2 kategori yaitu *fixed wing* dan *rotary wing*. *Fixed wing* merupakan pesawat tanpa awak yang mempunyai sayap sedangkan *rotary wing* pesawat tanpa awak yang menggunakan daya untuk terbang menggunakan baling-baling yang berputar. *Fixed wing* sendiri dapat dikendalikan dengan jarak yang jauh tetapi membutuhkan area yang luas untuk lepas landas dan mendarat. *Rotary wing* tidak membutuhkan area yang luas untuk lepas landas dan mendarat tetapi tidak dapat diikendalikan dengan jarak yang jauh.

Untuk melakukan misi tersebut membutuhkan desain dan analisis dalam merancang kendaraan udara. Terutama kendaraan udara yang dapat lepas landas dan mendarat tanpa membutuhkan area atau wilayah yang luas serta dapat dikendalikan dengan jarak yang jauh.

Desain dan analisis mengenai kendaraan udara sudah banyak di teliti dan dikembangkan oleh beberapa peneliti. Desain dan analisis mode pengalihan mikro UAV dengan menggabungkan desain *platform* struktur pesawat konvensional *multirotor* dan *fixed wing*[2]. Desain komersial sistem UAV *Vertical Takeoff and Landing* (VTOL) *hybrid* menggunakan gabungan desain antara *helicopter* tak berawak dan UAV konvensional yang disebut TURAC VTOL[3]. Metodologi

desain untuk *Unmanned Aerial Vehicle (UAV) hybrid* menggunakan metodologi desain komprehensif untuk *Transitional Aircraft (TA)* dengan menggabungkan kinerja *helicopter*, transisi, dan mode penerbangan sayap tetap[4]. Konsep transisi penerbangan *quad tilt wing VTOL UAV* menggunakan desain tandem sayap miring dengan empat baling-baling yang dipasang direntang pertengahan sayap[5]. Desain modeling dan pengendali *Vertical Takeoff and Landing(VTOL) Unmanned Aerial Vehicle(UAV)*[6].

Oleh karena itu, pada penelitian ini di desain VTOL UAV yang merupakan gabungan dari *fixed wing* dan drone. Dimana VTOL yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan motor yang diletakkan dengan posisi vertikal yang berfungsi sebagai penggerak pada saat lepas landas dan mendarat. Kemudian pada saat ketinggian tertentu posisi keempat motor tersebut akan berubah menjadi horizontal yang membuat VTOL tersebut dapat terbang seperti model *fixed wing*, serta mampu dikendalikan dengan jarak yang jauh dan tidak memerlukan area yang luas untuk lepas landas maupun mendarat.

1.2 Perumusan Masalah

Merancang dan mendesain suatu kendaraan udara yang mampu *takeoff* dan *landing* tanpa membutuh area yang luas seperti *drone* dan dapat terbang dengan jangkauan yang luas seperti *fixed wing*, menjadi satu adalah permasalahan yang harus diselesaikan. Serta dibutuhkan tingkat keakuratan yang baik. Oleh sebab itu dirancang dan didesainlah *Vertical Takeoff and Landing (VTOL) Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* agar dapat *takeoff* dan *landing* diarea kecil maupun sempit dan memiliki jangkauan terbang yang cukup luas serta dapat dikendalikan dari jarak yang jauh.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Membuat dan menerapkan perancangan desain antara *drone* dengan *fixed wing* agar mampu melakukan misi penerbangan.
2. Membuat VTOL dapat terbang dengan menggunakan dua mode yaitu mode *drone* dan mode *fixed wing*.

3. Menganalisa putaran motor *brushless* pada saat pergantian mode yaitu dari mode *drone* menjadi *fixed wing* maupun sebaliknya.

1.4 Pembatasan Masalah

Beberapa batasan perlu diberikan agar permasalahan yang dibahas pada tugas akhir ini menjadi terarah, yaitu :

1. Sistem kontrol yang digunakan masih secara manual dengan menggunakan remote.
2. Menggunakan hardware pixhawk.
3. Menggunakan software *mission planner*.
4. Perubahan posisi hanya pada *brushless* motor dengan menggunakan motor servo sebagai penggerak.

1.5 Keaslian Penelitian

Ada beberapa peneliti yang telah melakukan penelitian yang berfokus pada VTOL. Penelitian yang dilakukan oleh Koji Muraoka, Noriaki Okada, Daisuke Kubo, dan Masayuki Sato bahwa konsep dan konfigurasi dasar dari *Quad Tilt Wing* (QTW). Dimana konfigurasi adalah kombinasi baling – baling dan sayap tidak memerlukan mekanisme rotor utama yang lebih berat dan kompleks daripada baling – baling sederhana. Dalam QTW fungsi dari kontrol mesin otomatis yaitu mengurangi dorongan mesin operasi diagonal berlawanan yang gagal, serta untuk menghindari dorongan asimetris dalam situasi melayang satu mesin tidak beroperasi[5].

Ashraf M Kamal dan Alex Ramirez Serrano dalam penelitiannya mendesain metodologi untuk *hybrid Unmanned Aerial Vehicle* (UAV). Desain yang diusulkan mencakup tiga sumbu antara pemuatan daya, pemuatan sayap, dan pemuatan cakram rotor dimana pada sumbu horizontal akan menjadi pemuatan daya dan pada untuk sumbu vertikal kiri ataupun kanan akan menjadi pemuatan sayap dan pemuatan cakram dari masing-masing rotor. Metodologi dari proses tersebut memperhitungkan mode terbang yang digunakan untuk

menghasilkan kurva untuk memungkinkan ukuran mesin, area sayap, dan area cakram rotor agar sesuai kendala kinerja pada saat semua mode penerbangan[4].

Ferit Cakici dan M. Kemal Leblebicioglu membahas mengenai desain dan analisis mode pengalihan mikro *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV). Platform *Vertical Takeoff and Landing-Fixed Wing* (VTOL-FW) UAV dibangun oleh modifikasi multirotor dengan empat baling – baling yang diterapkan pada pesawat. Mode penerbangan VTOL-FW UAV ini ditentukan sesuai dengan kecepatan vertical dan horizontal pesawat dalam penerbangan yang mencakup bagian VTOL dan *fixed wing*. Ketika kecepatan vertikal dan horizontal keduanya kecil, pesawat beroperasi dalam mode VTOL dengan elemen kontrol VTOL diaktifkan. Ketika kecepatan horizontal ditingkatkan, pesawat memasuki mode *Fixed Wing* (FW) dengan mengaktifkan elemen kontrol FW[2].

Anil Sami Onen, dkk membahas mengenai desain modeling dan pengendali *Vertical Takeoff and Landing* (VTOL) *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV). Penelitian pada VTOL memiliki tiga fase penerbangan diantaranya melayang, transisi dari melayang ke penerbangan maju kemudian penerbangan maju. Pada semua fase tersebut pilot mengirimkan perintah ke pesawat melalui remote kontrol dan algoritma autopilot dalam mikrokontroler[6].

Ugur Ozdemir, dkk membahas tentang desain komersial sistem *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) *Vertical Takeoff and Landing* (VTOL) *hybrid*. Penelitian yang dilakukan dengan menggunakan TURAC UAV, dimana pesawat ini dirancang untuk dapat lepas landas dan mendarat secara konvensional maupun vertikal. Konsep yang digunakan pada TURAC UAV menggunakan 2 rotor miring yang aktif selama fase penerbangan dan satu rotor utama yang dapat diterima selama VTOL dan fase melayang. Pada mode pesawat, motor miring diputar ke arah penerbangan langkah demi langkah, dan kekuatan motor koaksial ditingkatkan secara bersamaan untuk menciptakan gaya angkat yang diperlukan[3].

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. F. Pradana, “Studi Perancangan Pesawat Tanpa Awak (Unmanned Aerial Vehicle, UAV) Ringan dan Portable Untuk Misi Surveillance,” Universitas Gadjah Mada, 2014.
- [2] F. Cakici and M. K. Leblebicioglu, “Control System Design of a Vertical Take-off and Landing Fixed-Wing UAV,” *IFAC-PapersOnLine*, vol. 49, no. 3, pp. 267–272, 2016.
- [3] U. Ozdemir *et al.*, “Design of a commercial hybrid VTOL UAV system,” *J. Intell. Robot. Syst. Theory Appl.*, vol. 74, no. 1–2, pp. 371–393, 2014.
- [4] A. M. and A. R. Kamal, “Design Methodology for Hybrid (VTOL + Fixed Wing) Unmanned Aerial Vehicles,” vol. 2, no. 3, p. 12, 2018.
- [5] K. Muraoka, N. Okada, D. Kubo, and M. Daisuk, “Transition flight of quad tilt wing VTOL UAV,” *28th Congr. Int. Council. Aeronaut. Sci. 2012, ICAS 2012*, vol. 4, pp. 3242–3251, 2012.
- [6] A. S. Onen *et al.*, “Modeling and controller design of a VTOL UAV,” *2015 Int. Conf. Unmanned Aircr. Syst. ICUAS 2015*, pp. 329–337, 2015.
- [7] H. S. Saroinsong *et al.*, “Rancang Bangun Wahana Pesawat Tanpa Awak (Fixed Wing) Berbasis Ardupilot,” *E-Journal Tek. Elektro Dan Komput.*, vol. 7, no. 1, pp. 73–84, 2018.
- [8] I. H. and A. N. Nugroho, “Perancangan dan Pembuatan Pesawat Terbang Tanpa Awak yang Dapat Dioperasikan Secara Otomatis untuk Monitoring,” 2017.
- [9] Flite Test, “Airfoil,” 2018. [Online]. Available: [https://www .flitetest.com/articles/what-airfoil-should-i-use](https://www.flitetest.com/articles/what-airfoil-should-i-use).

- [10] C. Wiratama, "Desain Planform Sayap Pesawat Aeromodelling," 2016. [Online]. Available: <http://aeroengineering.co.id/2016/02/desain-planform-sayap-pesawat-aeromodelling/>.
- [11] C. Wiratama, "Desain Ekor (Empennage) Pesawat Aeromodelling," 2016. [Online]. Available: <http://aeroengineering.co.id/2016/02/desain-ekor-empennage-pesawat-aeromodelling/>.
- [12] E. Irmawan, "Kendali Proses Transisi Hover To Cruise Pada Pesawat," vol. 4, no. 2, pp. 15–19, 2017.