

SKRIPSI
PERANCANGAN *UNMANNED AERIAL VEHICLE* SISTEM *VERTICAL*
***TAKE-OFF AND LANDING* TIPE *QUAD ROTOR + PUSHER* PADA**
PESAWAT MODEL VTAIL SEBAGAI PENGIRIM PAKET MEDIS
DARURAT

Disusun untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh
Derajat Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh:
FALLAH ALFRIDO FIRMANSYAH
20190130050

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

2024

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fallah Alfrido Firmansyah
NIM : 20190130050
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Penelitian : Perancangan *Unmanned Aerial Vehicle* Sistem
Vertical Take-Off And Landing Tipe *Quad Rotor + Pusher* Pada Pesawat
Model Vtail Sebagai Pengirim Paket Medis Darurat

Menyatakan dengan ini bahwa tugas akhir yang saya tulis benar-benar merupakan hasil dari karya saya sendiri dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di perguruan tinggi manapun. Semua sumber yang berasal dari penulis lain sudah disebutkan dalam teks dan tercantum pada daftar Pustaka dibagian akhir dari tugas akhir ini.

Apabila dikemudian hari tugas akhir yang saya buat terbukti merupakan hasil jiplakan maka saya bersedia menerima sanksi.



Yogyakarta, 4 April 2024

Fallah Alfrido Firmansyah

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum warohmatullahi wabarokatuh.

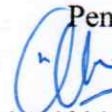
Puji dan syukur senantiasa kita panjatkan kepada tuhan pencipta semesta alam Allah SWT. Shalawat dan salam semoga tetap tercurah limpah kepada nabi akhir zaman Muhammad SAW berkat petunjuk-Nya serta risalah yang telah dibawa nabi telah membawa umat manusia menuju zaman yang maju seperti saat ini. Alhamdulillah berkat izin-Nya penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perancangan *Unmanned Aerial Vehicle* Sistem *Vertical Take-Off And Landing* Tipe *Quad Rotor + Pusher* Pada Pesawat Model Vtail Sebagai Pengirim Paket Medis Darurat”.

Penulis sangat bersyukur karena dapat menyelesaikan skripsi yang menjadi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana teknik di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Selain itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis selama proses penyusunan skripsi.

Penulis dengan tangan terbuka serta kerendahan hati penulis mengharapkan kritik serta saran yang membangun. Penulis menyadari penyusunan skripsi ini masih jauh dari sempurna. Harapanya penulis dapat memperbaiki kesalahan-kesalahan yang ada serta dapat dijadikan sebagai pembelajaran pada masa yang akan datang.

Yogyakarta, 4 April 2024

Penulis



(Fallah Alfrido Firmansyah)

DAFTAR ISI

SKRIPSI.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR SINGKATAN DAN NOTASI	xiii
INTISARI	xv
<i>ABSTRACT</i>.....	xvii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Perancangan	3
1.5 Kriteria perancangan	3
1.6 Manfaat perancangan	4
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	8
2.2.1 <i>Unmanned Aerial Vehicle</i>	8

2.2.2	Klasifikasi UAV.....	8
2.2.3	Aerodinamika.....	12
2.2.4	Dinamika Terbang.....	14
2.2.5	Sistem Kendali.....	21
2.2.6	Bidang Kendali Pada Pesawat.....	25
2.2.7	<i>Flight Controller</i>	27
2.2.8	Pesawat Model <i>Blackbird</i> VTOL UAV.....	31
2.2.9	Protokol Pengiriman Medis Darurat.....	33
BAB III	35
METODE PERANCANGAN	35
3.1	Tahapan Perancangan.....	35
3.2	Diagram Alir.....	36
3.3	Alat dan Bahan.....	40
BAB IV	41
PEMBAHASAN	41
4.1.	Pemilihan Model Pesawat.....	41
4.2.	Pemilihan Sistem Propulsi.....	43
4.3.	Pemilihan Komponen Atau Perangkat <i>Flight Controller</i>	47
4.4.	Perancangan Parameter <i>Flight Controller</i> Atau Sistem Kendali.....	49
4.4.1.	Perakitan <i>Flight Controller</i> dan Komponen Elektrik.....	49
4.4.2.	Instalasi <i>Firmware</i>	51
4.4.3.	Kalibrasi <i>Flight Controller</i> Atau Sistem Kendali.....	52
4.4.4.	Perancangan Mode Penerbangan Atau <i>Flight Mode</i>	54
4.4.5.	Perancangan sistem kendali VTOL <i>Quadcopter + Pusher</i>	57
4.5.	Pengujian VTOL dan Penerbangan.....	65
4.5.1.	Pengujian Penerbangan Mode VTOL.....	65

4.5.2. Pengujian Penerbangan Mode <i>Fixed wing</i>	65
4.5.3. Data hasil pengujian penerbangan pesawat	72
BAB V	74
PENUTUP	74
5.1. Kesimpulan.....	74
5.2. Saran.....	74
DAFTAR PUSTAKA.....	75
LAMPIRAN.....	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Hybrid UAV.....	6
Gambar 2. 2. Tilt-rotor UAV	7
Gambar 2. 3. Quad-rotor UAV.....	7
Gambar 2. 4. Spektrum perbedaan UAV berdasarkan massa dan bentang sayap	9
Gambar 2. 5. Pengkategorian drone	9
Gambar 2. 6. (a) Pesawat dengan tilt-rotor. (b) Pesawat dengan quad rotor pusher.	10
Gambar 2. 7. Pesawat dengan inovasi tilt-body	11
Gambar 2. 8. Heli-wing X-50A.....	12
Gambar 2. 9. Festo Air jelly.....	12
Gambar 2. 10. Sumbu gerakan pesawat	13
Gambar 2. 11. Gaya yang bekerja pada pesawat	13
Gambar 2. 12. Flying and handling qualities pesawat konvensional.	15
Gambar 2. 13. Flying and handling quality pesawat dengan FBW.....	16
Gambar 2. 14. Dasar hubungan kontrol dan respons pada pesawat.....	16
Gambar 2. 15. Airfoil.....	17
Gambar 2. 16. Konfigurasi sayap pesawat	19
Gambar 2. 17. konfigurasi dari <i>aft tail</i>	21
Gambar 2. 18. Open loop system	22
Gambar 2. 19. Close loop system.....	22
Gambar 2. 20. Diagram blok PID sistem tertutup	23
Gambar 2. 21. Macam-macam respons PID sistem tertutup.....	23
Gambar 2. 22. Bidang kendali primer pada pesawat konvensional	25
Gambar 2. 23. Bidang kendali sekunder pada pesawat	26
Gambar 2. 24. Flight Controller Pixhawk 4 Mini.....	28
Gambar 2. 25. APM Arducopter	29
Gambar 2. 26. Matek F711-Wing 43.....	30
Gambar 2. 27. Pesawat model V-tail Blackbird VTOL UAV	31
Gambar 2. 28. Tampak atas Blackbird VTOL UAV	32
Gambar 2. 29. <i>Airfoil</i> sayap Clark-Y.....	33
Gambar 2. 30. Airfoil ekor NACA 0012	33
Gambar 4. 4. Fitur pada Pixhawk 4 Mini	48
Gambar 4. 5. Tampilan komponen elektrik pada pesawat.....	49

Gambar 4. 6. <i>Wiring</i> rangkaian komponen elektrik dan <i>flight controller</i>	50
Gambar 4. 13. Tampilan Mixing channel pada radio control	56
Gambar 4. 14. Tampilan menu mode penerbangan	56
Gambar 4. 15. Tampilan parameter pemilihan konfigurasi	58
Gambar 4. 16. Tampilan parameter pemilihan konfigurasi dan control	59
Gambar 4. 17. Tampilan dari parameter Q_ESC_CAL	60
Gambar 4. 18. Parameter Q_M_SPIN_ARM	61
Gambar 4. 19. Tampilan parameter Q_ACCEL_Z	62
Gambar 4. 20. Tampilan parameter Q_M_THST_HOVER	62
Gambar 4. 21. Tampilan parameter Q_ASSIST	63
Gambar 4. 22. Tampilan parameter Q_RTL	64
Gambar 4. 23. Tampilan dari kamera monitoring	65
Gambar 4. 24. Saat dilakukan uji terbang	65
Gambar 4. 25. A.) Uji saat persiapan, B.) Uji saat penerbangan	66
Gambar 3. 1. Diagram Alir Pemilihan Flight Controller	37
Gambar 3. 2. Diagram Alir Pengecekan Komponen Quad Rotor dan Fixed Wing	38
Gambar 3. 3. Diagram Alir Perancangan Program Kendali Pesawat Hingga Selesai	39
Gambar 4. 4. Konsep Misi	42
Gambar 4. 5. Motor <i>brushless</i> Gartt ML5008 400kv	45
Gambar 4. 6. Motor <i>brushless</i> T-Motor AT580kv	46
Gambar 4. 7. Tampilan menu Instalasi firmware	51
Gambar 4. 8. Tampilan pemilihan tipe flight controller	52
Gambar 4. 9. Tampilan menu kalibrasi akselerometer	53
Gambar 4. 10. Tampilan menu kalibrasi kompas	53
Gambar 4. 11. Tampilan menu kalibrasi radio	54
Gambar 4. 12. Tampilan Logical switch pada radio control	55
Gambar 4. 26. Pesawat model Blackbird VTOL UAV	66
Gambar 4. 27. Pathline pada pengujian pertama	67
Gambar 4. 28. Tampilan pada kontrol GCS	67
Gambar 4. 29. Jalur penerbangan pada pengujian kedua (Autopilot)	68
Gambar 4. 30. Datalog pengujian kedua	68
Gambar 4. 31. Jalur penerbangan pada pengujian ketiga	69
Gambar 4.32. Datalog Pengujian ketiga	69

Gambar 4. 33. Jalur penerbangan pada pengujian keempat.....	70
Gambar 4. 34. Datalog pengujian keempat	70
Gambar 4. 35. Jalur penerbangan pada pengujian kelima	71
Gambar 4. 36. Tampilan GCS pada pengujian kelima	71

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Kategori pesawat model berdasarkan power loading.....	20
Tabel 2. 2. Kategori pesawat model berdasarkan wing loading	20
Tabel 2. 3. Spesifikasi Pixhawk 4	28
Tabel 2. 4. Spesifikasi APM Arducopter.....	30
Tabel 2. 5. Spesifikasi Matek F722-wing.....	31
Tabel 2. 6. Spesifikasi pesawat model.....	32
Tabel 4.1. Kriteria pemilihan pesawat model.....	41
Tabel 4.2. Estimasi Massa Wahana.....	43
Tabel 4. 3. Spesifikasi Motor brushless Gartt ML5008 400kv	45
Tabel 4. 4. Spesifikasi Motor brushless T-Motor AT580kv	46
Tabel 4. 5. Kriteria pemilihan flight controller.....	47
Tabel 4. 6. Rentang nilai PWM.....	55
Tabel 4. 7. Parameter rencana misi	58
Tabel 4. 8. Data ketinggian dan kecepatan penerbangan.....	72

DAFTAR SINGKATAN DAN NOTASI

AOA	= <i>Angle of Attack</i>
APM	= <i>Ardupilot Mega</i>
DSM	= <i>Data Signal Modulator</i>
EDF	= <i>Electric Ducted Fan</i>
ESC	= <i>Electronic Speed Control</i>
FBW	= <i>Fly by Wire</i>
FFP	= <i>Fresh Frozen Plasma</i>
GPS	= <i>Global Positioning System</i>
GCS	= <i>Ground Control Station</i>
HTOL	= <i>Horizontal Take-off and Landing</i>
MH	= <i>Martin Hepler</i>
MTOW	= <i>Maximum Take-off Weight</i>
NACA	= <i>National Advisory Committee for Aeronautics</i>
PRC	= <i>Packed Red Cell</i>
PID	= <i>Proportional Integral Derivative</i>
PPM	= <i>Pulse Position Modulation</i>
PWM	= <i>Pulse Width Modulation</i>
UAV	= <i>Unmanned Aerial Vehicle</i>
VTOL	= <i>Vertical Take-off and Landing</i>
WE	= <i>Wash Eritrosite</i>
WB	= <i>Whole Blood</i>
ρ	= <i>Massa jenis</i>
V	= <i>Kecepatan udara</i>
S	= <i>Luas sayap</i>
C_l	= <i>Coefficient lift</i>
C_D	= <i>Coefficient drag</i>
n	= <i>Engine throttle</i>
η_p	= <i>Koefisien efisiensi propeller</i>
P_{max}	= <i>Power maksimum</i>

K_p	= <i>Gain</i> proporsional
$u(t)$	= <i>Output</i> atau keluaran
$e(t)$	= Sinyal kesalahan
v	= Kecepatan pesawat dalam (m/s)
l	= Lebar <i>chord</i> (m)
ν	= Viskositas kinematik udara = 1.511×10^{-5} (m ² /s)
R_a	= <i>Armature Resistance</i> (Ω)
L_a	= <i>Armature inductance</i> (H)
I_a	= <i>Armature current</i> (A)
E_b	= <i>Back electromotive force</i> atau e.m.f (V)