

**PENGARUH VARIASI SUDUT DAN BENTUK BLADE
PROPELLER TERHADAP KEMAMPUAN TERBANG
QUADCOPTER UAV (UNMANNED AERIAL VEHICLE) TIPE
X5HW**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat sarjana S-1

Program Studi Teknik Mesin



disusun oleh
RIZQI AZIZ MA'RUF
1710641036

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
JEMBER**

2022

**PENGARUH VARIASI SUDUT DAN BENTUK BLADE
PROPELLER TERHADAP KEMAMPUAN TERBANG
QUADCOPTER UAV (UNMANNED AERIAL VEHICLE) TIPE
X5HW**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat sarjana S-1

Program Studi Teknik Mesin



disusun oleh
RIZQI AZIZ MA'RUF
1710641036

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
JEMBER**

2022

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH VARIASI SUDUT DAN BENTUK BLADE PROPELLER
TERHADAP KEMAMPUAN TERBANG QUADCOPTER UAV
(UNMANNED AERIAL VEHICLE) TIPE X5HW**

Yang diajukan oleh
RIZQI AZIZ MA'RUF
1710641036


Disetujui oleh :

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2



Nely Ana Mufarida, S.T.,M.T.
NIDN. 0022047701



Kosjoko, S.T.,M.T.
NIDN. 0715126901

SKRIPSI
PENGARUH VARIASI SUDUT DAN BENTUK BLADE PROPELLER
TERHADAP KEMAMPUAN TERBANG QUADCOPTER UAV
(UNMANNED AERIAL VEHICLE) TIPE XSHW

Dipersiapkan dan disusun oleh
Rizqi Aziz Ma'ruf
1710641036

Telah dipertahankan di depan dewan penguji
Pada tanggal 05 Februari 2022

Susunan dewan penguji

Pembimbing 1



Nely Ana Mufarida, S.T., M.T.
NIDN. 0022047701

Penguji 1



Dr. Mokh. Hairul Bahri, S.T., M.T.
NIDN. 0717087203

Pembimbing 2



Kosjoko, S.T., M.T.
NIDN. 0715126901

Penguji 2



Ardhi Fathonisyam P. N., S.T., M.T.
NIDN. 0728038002

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal 09 Februari 2022
Ketua Program Studi Teknik Mesin



Kosjoko, S.T., M.T.
NIDN. 0715126901



Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ir. Nanang Saiful Rizal, S.T., M.T., IPM
NPK. 1978040510308366

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Rizqi Aziz Ma'ruf

Nim : 1710641036

Judul skripsi : PENGARUH VARIASI SUDUT DAN BENTUK BLADE
PROPELLER TERHADAP KEMAMPUAN TERBANG
QUADCOPTER UAV (UNMANNED AERIAL VEHICLE) TIPE
X5HW

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan data, naskah, atau hasil karya orang lain yang pernah dipublikasikan.

Jember, 09 Februari 2022



Rizqi Aziz Ma'ruf
Nim : 1710641036

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas karunia rahmat dan hidayahnya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik, untuk itu tugas akhir ini penulis persembahkan untuk:

1. Ayah dan Ibu tercinta yang tak henti-hentinya mendukungku baik moril maupun materil serta memberikan doa dan semangat kepadaku sehingga aku dapat menyelesaikan kuliahku di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Jember.
2. Adik-adikku dan saudaraku yang telah memberikan doa dan dukungannya yang membuatku semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak sampai perguruan tinggi.
4. Terima kasih kepada Bapak Kosjoko, S.T., M.T. sebagai kaprodi teknik mesin yang telah menyemangati penulis untuk segera menyelesaikan skripsi penulis.
5. Dosen yang membantu kelancaran penyusunan proposal Tugas Akhir penulis Ibu Nely Ana Mufarida, S.T., M.T serta Bapak Kosjoko, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing.
6. Dosen yang telah menguji Skripsi Bapak Dr. Mokh. Hairul Bahri, S.T., M.T. dan Bapak Ardhi Fathonisyam Putra Nusantara, S.T., M.T. dan Almamater Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember.
7. Seluruh saudara se-teknik mesin yang membanggakan khususnya angkatan 2017 atas kerjasama dan bantuannya yang telah diberikan kepada penulis dalam segala hal.

MOTTO

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum hingga mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri” (Q.S. Ar Rad : 11)

“Jika kita mempunyai keinginan yang kuat dalam hati, maka seluruh alam semesta akan bahu-membahu mewujudkannya” (Ir. Soekarno)

“Ing ngarsa sung tulada, ing madya mangun karsa, tut wuri handayani. Di depan, seorang pendidik harus memberi teladan atau contoh tindakan yang baik, Di tengah atau diantara Murid, Guru harus menciptakan prakarsa dan ide. Dari belakang seorang guru harus memberikan dorongan dan arahan”

(Ki Hajar Dewantara)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat karunia dan hidayah-Nya dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“PENGARUH VARIASI SUDUT DAN BENTUK BLADE PROPELLER TERHADAP KEMAMPUAN TERBANG QUADCOPTER UAV (UNMANNED AERIAL VEHICLE) TIPE X5HW”**. Tugas akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat sarjana S-1 Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Mesin di Universitas Muhammadiyah Jember.

Pada penyusunan skripsi ini banyak hambatan serta rintangan yang Penulis hadapi namun pada akhirnya dapat melaluinya berkat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak baik secara moral maupun spiritual. Oleh karena itu, pada kesempatan ini Penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Hanafi M.Pd selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Jember
2. Bapak Dr. Nanang Saiful Rizal, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember.
3. Bapak Kosjoko, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Jember.
4. Ibu Nely Ana Mufarida S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I, yang telah membantu proses penyelesaian penulisan laporan tugas akhir ini.
5. Bapak Kosjoko, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II, yang juga telah banyak membantu penyusunan proses penyelesaian laporan tugas akhir.
6. Bapak/Ibu Dosen penguji skripsi yang telah menjalankan tugas dengan sangat baik yaitu menguji hasil penelitian yang telah Penulis susun dan tulis pada laporan tugas akhir.
7. Seluruh dosen pengajar Fakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Jember, yang telah membagi pengetahuannya selama proses perkuliahan.
8. Kedua orang tua yang telah memberikan doa dan dukungan selama proses pembuatan skripsi.

9. Teman-teman Mahasiswa Teknik mesin seluruh angkatan khususnya angkatan 2017 yang selalu memberikan dukungan.
10. Rekan-rekan dan saudara-saudara saya Putri rukmana dewi, Ayu candra Aulia Febri, Faris Derianto, Oki findri saputra, diki franky, warga kontrakan k-reot dan kontrakan 76 yang telah membantu dan memberi semangat terhadap penulis demi kesempurnaan skripsi ini.
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu memberikan dukungan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kesempurnaan, untuk itu diharapkan kritik dan sarannya bagi para pembaca guna kesempurnaan skripsi ini pada waktu yang akan datang. Besar harapan Penulis semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Aamiin.

Jember, 09 Februari 2022

Rizqi Aziz Ma'ruf
Nim : 1710641036

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
PERSEMBAHAN.....	v
MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
INTISARI.....	xvi
<i>ABSTRACT</i>	xvii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II.....	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 UAV (Unmanned Aerial Vehicle).....	6
2.1.1 Jenis UAV berdasarkan konfigurasi <i>airframe</i>	6
2.2 Quadcopter	7
2.2.1 Konsep dasar <i>quadcopter</i>	8
2.2.2 Gerak dasar <i>quadcopter</i>	10
2.3 Dinamika Quadcopter.....	14

2.3.1 Landasan teori.....	15
2.4 Gaya yang Bekerja pada Quadcopter	16
2.4.1 Gaya aerodinamik	16
2.4.2 Inersia.....	16
2.4.3 Gaya berat	16
2.4.4 Efek giroskopik.....	16
2.5 Motor	17
2.6 Propeller	17
2.6.1 Definisi dan istilah dasar propeller	20
2.6.2 Format <i>propeller</i>	21
2.6.3 Thrust <i>propeller</i>	21
2.6.4 Parameter <i>propeller</i>	22
BAB III	25
METODE PENELITIAN.....	25
3.1 Metode Penelitian.....	25
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	25
3.3 Diagram Alir Penelitian.....	26
3.4 Alat dan Bahan	27
3.5 Variabel penelitian	28
3.5.1 Variabel bebas.....	28
3.5.2 Variabel terikat	28
3.6 Skema Sudut dan Bentuk <i>Blade Propeller</i>	28
3.6.1 Skema sudut <i>propeller</i>	28
3.6.2 Skema blade propeller	29
3.7 Rancangan Pengambilan Data	29
BAB IV	30
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1 Propeller X5HW	30
4.1.1 Nilai performa Quadcopter propeller X5HW	31
4.1.2 Nilai daya angkat beban total dengan ketinggian dan waktu hover	31
4.1.3 daya angkat tiap propeller dengan beban total.....	33

4.2 Propeller Variasi.....	34
4.2.1 Nilai data performa quadcopter dengan propeller variasi.....	37
4.2.2 Daya angkat beban total dengan ketinggian dan waktu hover.....	44
BAB V.....	51
KESIMPULAN DAN SARAN.....	51
5.1 Kesimpulan.....	51
5.2 Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN.....	55

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Notasi persamaan dinamik wahana <i>Quadrotor</i>	15
Tabel 3. 1 Rancangan pengambilan data.....	29
Tabel 4. 1 Hasil pengambilan data performa quadcopter propeller X5HW	31
Tabel 4. 2 Hasil pengambilan data daya angkat beban quadcopter	32
Tabel 4. 3 Daya angkat tiap propeller X5HW.....	33
Tabel 4. 4 Hasil pengukuran kecepatan daya angkat quadcopter tanpa beban	38
Tabel 4. 5 Hasil pengukuran putaran rotor quadcopter.....	39
Tabel 4. 6 Hasil pengukuran waktu tempuh quadcopter.....	41
Tabel 4. 7 Hasil perhitungan kecepatan quadcopter	43
Tabel 4. 8 Pengujian daya angkat beban total dengan ketinggian dan waktu hover	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 UAV jenis <i>fixed wing</i>	7
Gambar 2. 2 <i>Rotary wing</i>	7
Gambar 2. 3 (a) Konfigurasi “x” dan (b) Konfigurasi “+”	9
Gambar 2. 4 Konfigurasi motor pada <i>Quadcopter Tipe X Configuration</i>	10
Gambar 2. 5 Putaran Motor Ketika <i>Hovering</i>	11
Gambar 2. 6 Putaran Motor Ketika <i>Pitching</i>	12
Gambar 2. 7 Putaran Motor Ketika <i>Rolling</i>	12
Gambar 2. 8 Putaran Motor Ketika <i>Yawing</i>	13
Gambar 2. 9 <i>Free-body diagram</i> pada <i>frame quadcopter</i>	15
Gambar 2. 10 Gaya <i>precession</i> pada giroskop	17
Gambar 2. 11 Ilustrasi bentuk bilah <i>propeller</i> jika dilihat dari sisi samping dan tampak samping	18
Gambar 2. 12 <i>Fixed Pitch Propeller (FPP)</i>	19
Gambar 2. 13 <i>Controllable Pitch Propeller (CPP)</i>	20
Gambar 2. 14 Definisi <i>propeller</i> (sumber : Sutadi dkk, 2012)	21
Gambar 2. 15 Perbandingan gaya dorong <i>propeller</i> 10x8 dengan 10x4	21
Gambar 2. 16 Diameter dan <i>pitch</i> Propeller	23
Gambar 3. 1 Skema sudut <i>propeller</i>	28
Gambar 3. 2 Skema bentuk <i>blade propeller</i>	29
Gambar 4. 1 Baling-baling (<i>propeller</i>) standar quadcopter tipe X5HW	30
Gambar 4. 2 Baling-baling (<i>propeller</i>) dengan variasi bentuk blade lurus	34
Gambar 4. 3 Baling-baling (<i>propeller</i>) dengan variasi bentuk blade $\frac{1}{4}$ lingkaran	35
Gambar 4. 4 Baling-baling (<i>propeller</i>) dengan variasi bentuk blade $1,25/4$ lingkaran.	35
Gambar 4. 5 Variasi sudut blade 30° dengan bentuk blade lurus, $\frac{1}{4}$ lingkaran, $1,25/4$ lingkaran.	36
Gambar 4. 6 Variasi sudut blade 45° dengan bentuk blade lurus, $\frac{1}{4}$ lingkaran, $1,25/4$ lingkaran.	36

Gambar 4. 7 Variasi sudut blade 60° dengan bentuk blade lurus, $\frac{1}{4}$ lingkaran, 1,25/4 lingkaran.	37
Gambar 4. 8 Grafik kecepatan daya angkat tanpa beban.	38
Gambar 4. 9 Grafik kecepatan rotor.....	40
Gambar 4. 10 Grafik nilai waktu tempuh.....	42
Gambar 4. 11 Grafik kecepatan quadcopter.....	43
Gambar 4. 12 Grafik daya angkat beban total dengan ketinggian.	48
Gambar 4. 13 Grafik daya angkat beban total dengan waktu hover.	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Quadcopter X5HW	55
Lampiran 2. RC (Remot Control) Quadcopter X5HW	56