

**PERANCANGAN KENDALI QUADCOPTER BERBASIS PID
MENGUNAKAN ARDUINO UNO**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan
Pendidikan Strata Satu (S-1) Pada Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta*



ZHUHRIADI ABI MANYU

1710017111014

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS BUNG HATTA**

PADANG

2021

LEMBARAN PENGESAHAN

**PERANCANGAN KENDALI QUADCOPTER BERBASIS PID
(PROPORSIONAL INTEGRAL DERIVATIF) MENGGUNAKAN
ARDUINO UNO**

SKRIPSI

*Disajikan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S-1)
Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta*

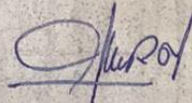
Oleh :

ZHUHRIADI ABI MANYU

1710017111014

Disetujui Oleh :

PEMBIMBING



Mirza Zoni, S.T, M.T.
NIK :1974 0220 2005 011001


Mengetahui :

**Fakultas Teknologi Industri
Dekan**



Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T.
NIK : 990500496

**Jurusan Teknik Elektro
Ketua**



Ir. Arzul, M.T.
NIK. 941 100 396

LEMBARAN PENGUJI

**PERANCANGAN KENDALI QUADCOPTER BERBASIS PID
MENGUNAKAN ARDUINO UNO**

SKRIPSI

Oleh :

Zhuhriadi Abi Manyu
1710017111014

*Dipertahankan di depan penguji skripsi Program Strata Satu (S-1) Jurusan
Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta Padang
Tanggal : 14 Agustus 2021*

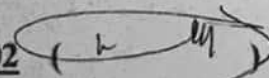
1. Mirza Zoni, S.T, M.T.
Ketua (Pembimbing)

NIK : 1974 0220 2005 011001



2. Ir. Arnita, M.T.
Penguji 1

NIK : 1962 2411 1992 032002



3. Ir. Cahayahati, M.T.
Penguji 2

NIK : ~~941100296~~

930500331



INTISARI

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) atau pesawat tanpa awak yang dapat di kontrol dengan jarak jauh. UAV mempunyai beragam jenis diantaranya yaitu *quadcopter*, *quadcopter* merupakan pesawat tanpa awak dengan 4 rotor. Permasalahan yang sering dihadapi dalam mengoperasikan quadcopter ini adalah masalah kestabilan ketika mengudara. Pada penelitian ini akan membahas bagaimana cara mengontrol kecepatan motor brushless pada quadcopter untuk mencapai kestabilan saat terbang di udara. Salah satu metode yang digunakan untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan metode pengendalian PID (*Proportional, Integral, Derivative*). Sistem kendali PID adalah sebuah sistem kendali untuk menentukan presisi suatu sistem instrumentasi dengan sebuah *feedback*. Tujuan dari sistem kontrol ini untuk mempercepat reaksi sebuah sistem, menghilangkan *offset* dan menghasilkan perubahan awal yang besar. *Quadcopter* dapat terbang dan melakukan perintah maju – mundur, kanan – kiri, putar kanan –putar kiri sesuai perintah remot control. Kontrol PID dapat diimplementasikan untuk system kontrol keseimbangan pada *quadcopter*, adapun konstanta PID untuk masing – masing gerakan seperti *roll, pitch dan yaw*, dimana di dapatkan *roll* dan *pitch* $K_p = 1.4$, $K_i = 0.02$, dan $K_d = 13.0$. Untuk nilai dari *yaw* $K_p = 1.5$, $K_i = 0.02$ dan $K_d = 0.5$. Control PID terbukti mampu memperbaiki karakteristik terbang quadcopter. Dengan menggunakan control PID quadcopter dapat mempertahankan keseimbangan.

Kata Kunci : UAV, Quadcopter, dan PID.

ABSTRAK

An unmanned aerial vehicle (UAV) or drone that can be remotely controlled. UAV has various types, including quadcopter, quadcopter is an unmanned aircraft with 4 rotors. The problem that often arises when using this quadcopter is the problem of stability in the air. In this study, we will discuss how to adjust the speed of the brushless motor on the quadcopter to achieve stability when flying in the air. One of the methods used to overcome this problem is the PID (Proportional, Integral, Derivative) control method. PID control system is a control system to determine the accuracy of an instrumentation system with feedback. The purpose of this control system is to speed up the reaction of a system, eliminate lag, and produce large initial changes. The quadcopter can fly and execute commands forward - backward, right - left, turn right - turn left according to remote control commands. PID control can be implemented for the balance control system on the quadcopter, while the PID constants for each movement such as roll, pitch and yaw, where roll and pitch are $K_p = 1.4$, $K_i = 0.02$ and $K_d = 13.0$. For yaw values $K_p = 1.5$, $K_i = 0.02$ and $K_d = 0.5$. PID control is proven to be able to improve the flying characteristics of the quadcopter. Using PID control, the quadcopter can maintain balance.

Keywords: UAV, Quadcopter and PID.

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa ini sebagian maupun keseluruhan Skripsi saya dengan judul **“PERANCANGAN KENDALI QUADCOPTER BERBASIS PID MENGGUNAKAN ARDUINO UNO”** adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselsaikan tanpa menggunkan bahan-bahan yang tidak diizinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Padang 14 Agustus 2021



Zhuhriadi Abi Manyu

NPM: 1710017111014

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir ini dengan judul ***“Perancangan Kendali Quadcopter Berbasis PID Menggunakan Arduino Uno”***. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan dan memperoleh gelar kesarjanaan (Strata-1) pada jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta Padang.

Dalam pembuatan tugas akhir ini tidak terlepas dari dukungan dan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar- besarnya kepada

1. Kepada orang tua saya Bpk wolkasmantri dan Ibu fitriani yang tercinta dengan penuh kasih sayang dan kesabaran telah membesarkan dan mendidik saya hingga dapat menempuh pendidikan yang layak.
2. Ibuk Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti., S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.
3. Bapak Ir. A r z u l, M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Bung Hatta.
4. Bapak Mirza Zoni, S.T., M.T., selaku Pembimbing yang telah memberikan arahan dan membagi pengetahuannya hingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Novia Rahmi yang telah banyak mengingatkan saya dan membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini
6. Muhammad fajar kesuma, dan m arif al fikri yang telah banyak membantu dalam penyelesaian pembuatan tugas akhir.

7. Seluruh dosen Teknik Elektro Universitas Bung Hatta yang telah memberikan ilmu pengetahuannya untuk penyelesaian tugas akhir ini.
8. Terimakasih kepada teman- teman teknik elektro angkatan 17 yang saling bahu-membahu untuk membantu saya dan memotivasi saya dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Namun penulis menyadari masih jauh dari kesempurnaan dan keterbatasan yang ada dalam tugas akhir ini. Oleh karena itu sumbangan, gagasan, kritikan, saran dan masukan yang akan membangun penulis terima dengan senang hati demi kesempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan sumbangan pengetahuan bagi pihak yang membutuhkan.

Padang, 12 Agustus 2021

Zhuhriadi Abi Manyu

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	
KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-3
1.3 Batasan Masalah	I-3
1.4 Tujuan Penelitian	I-4
1.5 Manfaat Penelitian	I-4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-5
2.1 Tinjauan Penelitian	II-5
2.2 Landasan Teori	II-9
2.2.1 UAV Quadcopter	II-9
2.2.2 Sistem Kendali	II-10
2.2.3. Bahan Penelitian	II-13
2.2.4. Metode Penerapan PID Pada Gerak Quadcopter	II-22
2.2.5. Sistem Kendali	II-24
2.2.5.1 Pengerian Sistem Kendali	II-24
2.2.5.2 Sistem Kendali Loop Tertutup	II-24
2.2.5.3 Sistem Kendali Loop Terbuka	II-24
2.2.5.4 PID (Proporsional, Integral, Derivative)	II-25

	4.4 Analisa	IV-67
4.4.1	Perbandingan 4 Respon System Pada Sudut Pitch, Roll Dan Yaw	IV-67
4.4.2	Penjelasan Perbandingan 4 Respon System Pada Sudut Pitch, Roll Dan Yaw	IV-71
4.5	Konstanta PID Yang Optimal Untuk Quadcopter	IV-71
4.5.1	Pengujian Gerakan Pitch Maju Dan Mundur	IV-74
4.5.2	Pengujian Gerakan Roll Maju Dan Mundur	IV-74
4.5.3	Pengujian Gerakan Yaw Berputar Kanan Dan Kiri	IV-75
4.5.4	Pengujian Dengan Gerakan Thrust (Angkat)	IV-76
BAB V	KESIMPILAN DAN SARAN	V-77
5.1	Kesimpulan	V-77
5.2	Saran	V-77

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Spesifikasi Arduino Uno	II-13
Tabel 2.2	Motor BLDC 1400 Kv	II-14
Tabel 2.3	Pin ESC (Electronic Speed Controller)	II-16
Table 2.4	Keterangan MPU6050	II-17
Tabel 2.5	Spesifikafi Frame True X Q450	II-18
Tabel 2.6	Spesifikasi Propeller 10x45 inch	II-21
Tabel 3.1	Batas Nilai PWM Untuk Setiap Kondisi Terbang	III-35
Tabel 4.1	Data Sheet Arduino Uno	IV-47
Tabel 4.2	Pengujian Tegangan Output 5 volt Arduino Uno	IV-50
Tabel 4.3	Pengujian Tegangan Output 3.3 volt Arduino Uno	IV-50
Tabel 4.4	Hasil Pengukuran Port Digital Arduino Uno	IV-50
Tabel 4.5	Hasil pengukuran Port Analog Arduino Uno	IV-50
Tabel 4.6	Hasil Pengujian PWM pada ESC	IV-52
Table 4.7	Hasil Pengujian Sensor Gyro MPU-6050	IV-55
Tabel 4.8	Hasil Pengujian PWM Remote Control	IV-56
Tabel 4.9	Hasil Pengujian Untuk Menentukan Kp, Ki, Kd Yang Optimal Untuk Gerakan Pitch Dan Roll	IV-63
Tabel 4.10	Hasil Pengujian Untuk Menentukan Kp, Ki, Kd Yang Optimal Untuk Gerakan Yaw	IV-67
Tabel 4.11	Nilai PID Dari Sumbu Roll, Pitch dan Yaw	IV-72

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arah Putaran Rotor Quadcopter Pada Gerakan Naik	II-10
Gambar 2.2 Arah Putaran Rotor Quadcopter Pada Gerakan Turun	II-10
Gambar 2.3 Arah Putaran Rotor Quadcopter Gerakan Berbelok Kekiri	II-11
Gambar 2.4 Arah Putaran Rotor Quadcopter Gerakan Berbelok Kekanan	II-11
Gambar 2.5 Arah Putaran Rotor Quadcopter Gerakan Putar Kanan	II-12
Gambar 2.6 Arah Putaran Rotor Quadcopter Gerakan Putar Kiri	II-12
Gambar 2.7 Arduino Uno	II-13
Gambar 2.8 Motor BLDC 1400Kv	II-14
Gambar 2.9 ESC 30 A	II-15
Gambar 2.10 MPU6050	II-16
Gambar 2.11 Frame True X Q450	II-17
Gambar 2.12 Batery LiPo 3S 2200 Mah	II-18
Gambar 2.13 Remot Control FLYSKY FS-T6	II-19
Gambar 2.14 Kabel Jumper	II-20
Gambar 2.15 Logo Arduino IDE	II-20
Gambar 2.16 Propeller 10x45 inch	II-21
Gambar 2.17 Sistem Koordinat Cartesius B (Frame Quadcopter) Terhadap E (Bumi/Tanah)	II-22
Gambar 2.18 Sistem Kendali Loop Tertutup Dengan PID	II-22
Gambar 2.19 Flowchart Perancangan Sistem Kendali PID Pada Quadcopter	II-23
Gambar 2.20 Diagram Blok Kendali Loop Tertutup	II-24
Gambar 2.21 Diagram Blok Kendali Loop Terbuka	II-25
Gambar 3.1 Skema Perancangan Alat	III-31
Gambar 3.2 Rangkaian Komponen Perancangan Qudcopter	III-32
Gambar 3.3 Blogdiagram Quadcopter Menggunakan Arduino Uno	III-32
Gambar 3.4 Configurasi ESC pada quadcopter	III-34
Gambar 3.5 Diagram Alir Pembacaan Sensor	III-35
Gambar 3.6 Diagram Alir Utama Perangkat Lunak Pada Quadcopter	III-36
Gambar 3.7 Diagram Alir Sub Terbang Pada Quadcopter	III-38

Gambar 3.8	Blog Diagram Perancangan Sistem	III-39
Gambar 3.9	Flowchart Metode Penelitian	III-42
Gambar 4.1	Pengujian Tegangan 5 Volt Arduino Uno	IV-48
Gambar 4.2	Pengujian Tegangan 3.3 Volt Arduino Uno	IV-48
Gambar 4.3	Pengujian Port Digital Arduino Uno	IV-49
Gambar 4.4	Pengujian Port Analog Arduino Uno	IV-49
Gambar 4.5	Pengujian Catudaya	IV-51
Gambar 4.6	Pengujian Kalibrasi Electronic Speed Controller	IV-52
Gambar 4.7	Grafik Perbandingan Input, Output PWM Dengan RPM	IV-53
Gambar 4.8	Rangkaian Pengujian Sensor MPU-6050	IV-54
Gambar 4.9	Hasil Pembacaan Sensor MPU 6050	IV-54
Gambar 4.10	Pengujian Remote Control FLYSKY FS-T6	IV-56
Gambar 4.11	Pengujian Komunikasi Arduino IDE	IV-57
Gambar 4.12	Sketch Pengujian Pin Analog Dan Pin Digital Pada Arduino	IV-57
Gambar 4.13	Pengujian Pada Sudut Pitch	IV-59
Gambar 4.14	Pengujian Pada Sudut Roll	IV-59
Gambar 4.15	Pengujian Pada Sudut Pitch	IV-60
Gambar 4.16	Pengujian Pada Sudut Roll	IV-60
Gambar 4.17	Pengujian Pada Sudut Pitch	IV-61
Gambar 4.18	Pengujian Pada Sudut Roll	IV-61
Gambar 4.19	Pengujian Pada Sudut Pitch	IV-62
Gambar 4.20	Pengujian Pada Sudut Roll	IV-62
Gambar 4.21	Pengujian Pada Sudut Yaw	IV-65
Gambar 4.22	Pengujian Pada Sudut Yaw	IV-65
Gambar 4.23	Pengujian Pada Sudut Yaw	IV-66
Gambar 4.24	Pengujian Pada Sudut Yaw	IV-66
Gambar 4.25	Perbandingan 4 Respon System Pada Sudut Pitch	IV-68
Gambar 4.26	Perbandingan 4 Respon System Pada Sudut Roll	IV-69
Gambar 4.27	Perbandingan 4 Respon System Pada Sudut Yaw	IV-70
Gambar 4.28	Respon Sistem Gerakan Maju	IV-73
Gambar 4.29	Respon Sistem Gerakan Pitch Mundur	IV-73
Gambar 4.30	Respon Sistem Gerakan Roll Kanan	IV-74

Gambar 4.31 Respon Sistem Gerakan Roll Kiri	IV-74
Gambar 4.32 Respon Sistem Gerakan Yaw Kanan	IV-75
Gambar 4.33 Respon Sistem Gerakan Yaw Kiri	IV-75
Gambar 4.34 Respon Sistem Gerakan Thrust	IV-76

