

**PERANCANGAN *INTERFACE QUADCOPTER* BERBASIS ARDUINO
DENGAN KONTROL PID**

SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan
Program Strata Satu (S-1) Pada Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta*

Oleh :

MUHAMMAD ARIEF

1410017111050



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

2019

LEMBARAN PENGESAHAN
PERANCANGAN *INTERFACE QUADCOPTER* BERBASIS ARDUINO
DENGAN CONTROL PID

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan
Program Strata Satu (S-1) Pada Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta

Oleh:

MUHAMMAD ARIEF

1410017111050

Disetujui Oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Eddy Soesilo, M.Eng.

Syaifa Mulyadi, S.T., M.T

NIK: 921 000 288

Disahkan Oleh :

Fakultas Teknologi Industri

Jurusan Teknik Elektro

Dekan,

Ketua,

Dr. Hidayat, S.T., M.T

Ir. Yani Ridal, M.T

NIK: 960 700 420

NIK. 910 300 329

KATA PENGANTAR



Atas berkat rahmat Allah Subhanahu wa ta'ala yang telah memberikan hidayah dan karunia-Nya sehingga penulis memperoleh kemudahan untuk menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan judul **"PERANCANGAN *INTERFACE QUADCOPTER* BERBASIS ARDUINO DENGAN CONTROL PID"**.

Skripsi 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 penyusunan Skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

- ❖ **Ir. Eddy Soesilo, M.Eng. (Pembimbing I)**
- ❖ **Syaifa Mulyadi, S.T., M.T (Pembimbing II)**

Yang telah mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Dan terima kasih juga kepada:

1. Kedua Orang Tua tercinta yang telah mendidik, membesarkan dan memberikan semua kasih sayangnya hingga saat ini, yang selalu mendoakanku dan memberikan dukungan dalam meraih setiap cita dan harapanku, serta saudara-saudaraku yang memberikan support abang, aji, farhan, fadil.
2. Bapak Dr. Hidayat, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta.
3. Bapak Ir. Yani Ridal, M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta.

4. Bapak Ir. Arzul, M.T selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta.
5. Bapak Mirza Zoni, S.T., M.T. selaku Penasehat Akademik.
6. Seluruh dosen Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta, atas segala masukan, pengarahan dan pengajaran selama perkuliahan berlangsung.
7. Nabila Rifa, S.Farm yang telah menyemangati dan menyupport dalam penyelesaian skripsi ini.
8. Kawan-kawan Teknik Elektro 2014 salam ampere , serta senior dan junior yang telah memberikan masukan dan bantuannya.

Penulis telah berusaha melakukan yang terbaik dalam penulisan Skripsi ini namun penulis menyadari masih jauh dari kesempurnaan dan keterbatasan yang ada dalam penelitian ini. Oleh karena itu sumbangan, gagasan, kritikan, saran dan masukan yang membangun akan penulis terima dengan senang hati demi kesempurnaan Skripsi ini.

Akhir kata penulis berharap semoga Skripsi ini dapat memberikan sumbangan pengetahuan bagi pihak yang membutuhkan.

Padang, Februari 2019

Penulis

INTISARI

UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) atau biasa disebut pesawat tanpa awak saat ini sedang mengalami perkembangan yang sangat pesat di dunia. Penggunaan UAV dikategorikan cukup luas mulai dari keperluan pengintaian militer, pemetaan, riset, foto udara atau sekedar hobi. *Quadcopter* merupakan salah satu jenis pesawat UAV yang menggunakan 4 rotor sebagai penggerak (*quadrotor*). Sistem kendali keseimbangan menggunakan PID, sistem kendali *Proportional Integral Derivative (PID)* merupakan pengendali konvensional yang digunakan untuk menentukan presisi suatu sistem dengan karakteristik adanya umpan balik pada sistem tersebut. Sistem kendali PID terdiri dari tiga yaitu *Proportional, Integral dan Derivative*. Sistem terdiri dari perangkat keras yaitu, motor *brushless 920 KV, Electric Speed Control (ESC) 30 Ampere*, *propeler 10x4.5*, baterai *Lithium Polymer 3300 mAh/11.1 Volt*, Sensor MPU-6050, *Remote Control Tx/Rx 6 channel 2,4 GHz* dan sistem minimum mikrokontroler arduino sebagai kontroler utama. Analisis grafik simulasi perancangan algoritma PID menggunakan perangkat lunak Matlab R2008a. Arduino uno R3 sebagai *compiler* program PID yang akan diimplementasikan kepada sistem. Hasil pengujian terbang dengan cara memberikan satu persatu nilai terhadap sumbu *roll, Pitch*, dan *yaw*. Nilai PID *roll* dan *Pitch* sebesar $K_p 1.4$, $K_i 0.05$, $K_d 15$ dan nilai *yaw* $K_p 4$, $K_i 0.02$, $K_d 0$ yang dapat membantu mengendalikan terbang secara stabil.

Kata Kunci : *Quadcopter, PID, Sensor MPU-6050, Arduino Uno.*

ABSTRACT

UAV (Unmanned Aerial Vehicle) or commonly called unmanned aircraft is currently experiencing very rapid development in the world. The use of UAVs is categorized quite broadly starting from the needs of military surveillance, mapping, research, aerial photography or just a hobby. Quadcopter is one type of UAV aircraft that uses 4 rotors as a quadrotor. The balance control system uses PID, the Proportional Integral Derivative (PID) control system is a conventional controller used to determine the precision of a system with the characteristics of feedback on the system. The PID control system consists of three, namely Proportional, Integral and Derivative. The system consists of hardware namely, 920 KV brushless motor, Electric Speed Control (ESC) 30 Ampere, 10x4.5 propeller, 3300 mAh / 11.1 Lithium Polymer battery, MPU-6050 Sensor, Remote Control Tx / Rx 6 channel 2.4 GHz and the minimum system of Arduino microcontrollers as the main controller. Graphical analysis of PID algorithm design simulation using Matlab R2008a software. Arduino uno R3 as a PID program compiler that will be implemented to the system. Flight test results by giving one by one values to the roll axis, pitch, and yaw. PID roll and Pitch values are K_p 1.4, K_i 0.05, K_d 15 and the value of yaw K_p 4, K_i 0.02, K_d 0 which can help control flying stably.

Keywords: *Quadcopter, PID, Sensor MPU-6050, Arduino Uno.*

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------|
| LEMBAR PENGESAHAN | |
| LEMBAR PENGUJI | |
| KATA PENGANTAR | |
| INTISARI | i |
| ABSTRACT | ii |
| DAFTAR ISI | iii |
| DAFTAR GAMBAR | v |
| DAFTAR TABEL | vii |
| DAFTAR NOTASI | viii |
| | |
| BAB 1 : PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang Masalah | I-1 |
| 1.2 Tujuan Penelitian | I-3 |
| 1.3 Rumusan Masalah | I-3 |
| 1.4 Batasan Masalah | I-3 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | I-3 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | I-4 |
| | |
| BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Tinjauan Penelitian | II-1 |
| 2.2 Landasan Teori | II-4 |
| 2.2.1 Momen Gaya | II-4 |
| 2.2.2 Motor <i>Brushless</i> | II-5 |
| 2.2.3 Baling-baling (<i>Propeller</i>) | II-7 |
| 2.2.4 Baterai Lithium Polimer (Li-Po) | II-8 |
| 2.2.5 Electrical Speed Controller | II-10 |
| 2.2.6 Mikrokontroler Arduino | II-11 |
| 2.2.7 Kontrol PID (<i>Proportional, Integral, Derivative</i>) | II-19 |
| 2.2.8 Gerakan Dasar | II-21 |
| 2.2.9 Pulse-with Modulasi (PWM) | II-22 |
| | |
| BAB 3 : METODE PENELITIAN | |
| 3.1 Alat dan Bahan Penelitian | III-1 |

| | |
|---|--------|
| 3.1.1 Alat Penelitian | III-1 |
| 3.1.2 Bahan Penelitian | III-2 |
| 3.1.3 Software Pendukung | III-11 |
| 3.2 Pemodelan Sistem | III-13 |
| 3.2.1 Perancangan Kontruksi | III-13 |
| 3.2.2 Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>) | III-15 |
| 3.2.3 Perancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>) | III-20 |
| 3.3 Alur Penelitian | III-20 |
| 3.4 Deskripsi Sistem dan Analisis | III-22 |
| BAB 4 : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN | |
| 4.1 Deskripsi Penelitian | IV-1 |
| 4.2 Pengumpulan Data | IV-1 |
| 4.2.1 Pengujian I/O Arduino Uno | IV-1 |
| 4.2.2 Pengujian PWM | IV-3 |
| 4.2.3 Pengujian Sensor MPU 6050 | IV-6 |
| 4.2.4 Pengujian Daya Angkat | IV-7 |
| 4.2.5 Pengujian PWM Radio Control | IV-8 |
| 4.2.6 Pengujian Perangkat Lunak (<i>Software</i>) | IV-9 |
| 4.2.7 Pengujian Kinerja Sistem | IV-10 |
| 4.2.8 Pengujian Terbang | IV-12 |
| 4.3 Pembahasan | IV-14 |
| BAB 5 : PENUTUP | |
| 5.1 Kesimpulan | V-1 |
| 5.2 Saran | V-2 |

DAFTAR PUSTAKA**LAMPIRAN**

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|--------|
| Gambar 2.1 Motor BLDC | II-5 |
| Gambar 2.2. Diagram Skematik BLDC | II-6 |
| Gambar 2.3 Propeler 1045 inch | II-8 |
| Gambar 2.4 Batrai lipo 2200 mAh | II-9 |
| Gambar 2.5 ESC 30 A | II-10 |
| Gambar 2.6 Bentuk Fisik Arduino Uno | II-14 |
| Gambar 2.7 Bagian Arduino Uno | II-16 |
| Gambar 2.8 <i>Pitch Roll Yaw</i> Pada <i>Quadcopter</i> | II-22 |
| Gambar 3.1. Arduino Uno | III-2 |
| Gambar 3.2 Electrical Speed Controller | III-4 |
| Gambar 3.3 <i>Remote Control</i> JR propo X2720 | III-5 |
| Gambar 3.4 Bentuk sinyal radio <i>receiver</i> dan posisi <i>stick</i> | III-5 |
| Gambar 3.5 Motor BLDC 920 KV | III-6 |
| Gambar 3.6 Baterai Lipo 3S 2200 mAh | III-8 |
| Gambar 3.7 Pin <i>Gyroscope</i> | III-9 |
| Gambar 3.8 Sensor MPU-6050 | III-10 |
| Gambar 3.9 Rangka <i>Quadcopter</i> | III-11 |
| Gambar 3.10 Blok Diagram Perancangan Sistem | III-14 |
| Gambar 3.11 Skematik Motor dengan Arduino | III-16 |
| Gambar 3.12 Prinsip Kerja Sensor | III-17 |
| Gambar 3.13 Skematik Sensor MPU-6050 dengan Arduino | III-17 |
| Gambar 3.14 Skematik Transmitter Receiver dengan Arduino | III-18 |
| Gambar 3.15 Skematik Keseluruhan Sistem | III-20 |
| Gambar 3.16 Flowchart Penelitian | III-21 |
| Gambar 4.1 Pengujian I/O Arduino Uno | IV-2 |
| Gambar 4.2 Pengujian Kalibrasi Electrical Speed Controller | IV-4 |
| Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Pengukuran Arus | IV-5 |
| Gambar 4.4 Rangkaian Pengujian Sensor MPU-6050 | IV-6 |
| Gambar 4.5 Pengujian Daya Angkat | IV-8 |
| Gambar 4.6 Pengujian Komunikasi Arduino IDE | IV-9 |

| | |
|---|-------|
| Gambar 4.9 Grafik Pengujian Sistem Secara Keseluruhan | IV-10 |
| Gambar 4.10 Pengujian Terbang | IV-13 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|--------|
| Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino Uno R3 | II-13 |
| Tabel 3.1 Spesifikasi Arduino Uno | III-3 |
| Tabel 3.2 Spesifikasi ESC | III-4 |
| Tabel 3.3 Spesifikasi Motor BLDC 920 KV | III-7 |
| Tabel 3.4 Pemetaan Pin Analog Arduino Uno | III-19 |
| Tabel 3.5 Pemetaan Pin Digital Arduino Uno | III-19 |
| Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Port 0 - 6 | IV-3 |
| Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Port 7 - 13 | IV-3 |
| Tabel 4.3 Hasil pengujian PWM | IV-4 |
| Tabel 4.4 Hasil Pengujian Sensor MPU-6050 | IV-7 |
| Tabel 4.5 Pengujian PWM Radio Control | IV-8 |
| Tabel 4.6 Pengujian Kinerja Sistem Keseluruhan | IV-10 |
| Tabel 4.7 Nilai PID dari sumbu <i>roll</i> , <i>pitch</i> , dan <i>yaw</i> | IV-12 |

DAFTAR NOTASI

| | |
|-------------|-------------------------------------|
| A | : Ampere (Satuan Arus Listrik) |
| V | : Voltage (Satuan Tegangan Listrik) |
| P | : Daya |
| DC | : Direct Current |
| Vcc | : Supply Tegangan Positif |
| GND | : Ground (0 V) |
| BLDC | : Brushless Direct Current |
| ESC | : Electrical Speed Controller |
| Lipo | : Lithium Polymer |
| PID | : Propotional Integral Derivative |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) atau biasa disebut pesawat tanpa awak saat ini sedang mengalami perkembangan yang sangat pesat di dunia. Penggunaan UAV dikategorikan cukup luas mulai dari keperluan pengintaian militer, pemetaan, riset, foto udara atau sekedar hobi. Salah satu kelebihan dan keuntungan menggunakan UAV adalah dapat digunakan pada misi-misi berbahaya tanpa membahayakan pilotnya. Sampai saat ini UAV dapat dibagi menjadi 2 kategori yaitu *fixed wing* (pesawat model dengan sayap) dan multirotor (pesawat model dengan motor penggerak lebih dari satu tanpa menggunakan sayap). (Bimo Jati Utomo, 2014)

Multirotor sedang banyak dikembangkan pada era sekarang ini, yang mana dari segi ukuran lebih simple dan praktis. Salah satu contoh pesawat model multirotor yaitu *quadcopter*. *Quadcopter* memiliki banyak potensi penggunaan yang dapat dikembangkan, salah satunya transportasi barang. Untuk transportasi barang, massa dan titik tumpu beban mempengaruhi kecepatan putaran motor balingbaling yang mana merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kestabilan *quadcopter*.

Pada penelitian [1] telah dibuat *quadcopter* yang dapat terbang secara dinamis dengan melakukan manuver menggunakan kontrol *joystick*. Berdasarkan hasil penelitian tersebut *quadcopter* memerlukan pengembangan kontrol keseimbangan secara otomatis dengan perhitungan tegangan masukan pada *rotor* baling-baling, kemudian pada penelitian [2] telah dibuat *quadcopter* penyeimbang diri otomatis 1 *axis*, namun pada kedua penelitian tersebut kestabilan *quadcopter* tidak dipengaruhi oleh adanya beban sebagai variabel uji penelitian yang diperlukan agar *quadcopter* dapat dijadikan sarana transportasi barang.

Pada umumnya, *quadcopter* dikendalikan melalui radio *transmitter* dari jarak jauh oleh manusia sehingga sering sekali terjadi kesalahan pengendalian

terutama dalam mekanisme *landing*. Hal ini terjadi karena mekanisme *landing* merupakan salah satu mekanisme paling kritis dalam pengendalian *quadcopter* yang membutuhkan keakuratan kecepatan dengan tetap mempertahankan keseimbangan . Untuk itu perlu adanya mekanisme *autonomous landing* pada *quadcopter* sehingga faktor kesalahan manusia selama mekanisme *landing* dapat diatasi. Mekanisme *autonomous landing* ini dibuat dengan menggunakan algoritma berbasis *PID* di mana strategi pengendalian dibagi menjadi beberapa layer. *PID* ini digunakan untuk menyederhanakan algoritma pengendalian sehingga didapat sebuah algoritma yang mampu mengendalikan *quadcopter* dalam melakukan mekanisme *autonomous landing* secara aman. *PID* yang didesain dan diimplementasikan untuk mengendalikan *quadcopter*, baik untuk gerak rotasi maupun gerak translasi. Gerak rotasi terdiri dari gerak *roll*, *pitch* dan *yaw*. Gerak translasi terdiri dari gerak di sumbu *x*, *y* dan *z*. Input dari *PID* ini adalah *error* dan turunan *error* untuk setiap variabel. Outputnya adalah gaya yang dibutuhkan untuk gerak rotasi dan translasi. Tantangan dalam penelitian ini adalah untuk menghasilkan pengendalian yang akurat sehingga mekanisme landing bisa dilakukan dengan aman.(Eka Iskandar,2016)

Quadcopter dirancang menggunakan *Arduino* sebagai *Flight Controller* yang merupakan sebuah rangkaian pengendali putaran motor dan sekaligus memiliki sensor *Gyroscope* sebagai sensor keseimbangan atau kestabilan. Pengendaliannya menggunakan remote control (RC) . Pada penelitian ini akan dilakukan pengujian simulasi matlab untuk melihat karakteristik motor brushless menggunakan kontrol *PID* dan pengujian kestabilan menggunakan interface arduino uno.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka akan dibuat tugas akhir dengan judul **”Perancangan Interface *Quadcopter* Berbasis *Arduino* dengan Control *PID*”**.

1.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mendapatkan karakteristik motor BLDC dengan penerapan kontrol PID.
2. Mengimplementasikan arduino sebagai kontroler interface dari pembuatan *quadcopter*.
3. Mendapatkan nilai PWM yang dibutuhkan untuk tiap motor sehingga *quadcopter* mampu terbang secara seimbang.
4. Memahami perancangan *quadcopter*.
5. Mengontrol *quadcopter* melalui kecepatan 4 motor .
6. Dapat membandingkan PID dengan tidak PID dengan mengontrol kecepatan motor BLDC.
7. Dapat melakukan beberapa kebutuhan seperti foto menggunakan kamera dan melakukan penelitian lewat udara.

1.3. Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana cara mengatur kestabilan dari *Quadcopter*.
2. Bagaimanaa membuat *flight controller* menggunakan arduino uno sebagai interface.
3. Bagaimana menentukan daya angkat motor agar *quadcopter* dapat terangkat dan terbang di udara.

1.4. Batasan Masalah

Agar tidak meluasnya pembahasan pada tugas akhir ini penulis menentukan batasan masalah sebagai berikut :

1. Sistem perancangan ini dibuat dalam bentuk alat .
2. Menggunakan mikrokontroler Arduino sebagai *flight controller*.
3. Menggunakan kontrol PID sebagai kendali terbang .

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Dapat membuat *quadcopter* berbasis arduino dengan menggunakan control PID .
2. Dapat menjadikan karakteristik terbang yang lebih baik dengan control PID.
3. Memahami karakteristik terbang dari quadcopter .

1.6. Sistematika Penelitian

Dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini penulis melakukan sistematika penulisan, pengumpulan bahan dan materi dari berbagai sumber serta diskusi dan bimbingan sehingga menunjang proses perancangan serta realisasi secara *hardware* dan *software*.

Dalam perancangan secara *hardware*, dipelajari rangkaian dari blok diagram alat, sedangkan pada perancangan *software* akan dipelajari mengenai pembuatan *software* serta bahasa pemrograman untuk alat yang dirancang.

Untuk lebih jelasnya urutan metodologi penelitian yang digunakan dalam penyelesaian perencanaan ini sebagai berikut :

1. Mencari jurnal terkait dengan judul Perancangan Interface *Quadcopter* Berbasis Arduino dengan Control PID.
2. Studi literatur dan pengumpulan data
Penulis melakukan studi pustaka untuk mendapatkan referensi yang relevan dengan tujuan penelitian yaitu mempelajari teori dasar elektronika, arduino, cara pengoperasian dan pemrograman.
3. Diskusi dan bimbingan
Penulis mendapat arahan dan bimbingan dari pembimbing dalam melakukan penelitian ini. Diskusi dan bimbingan dilakukan untuk mempermudah penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Perencanaan perangkat keras
Penulis melakukan perencanaan dimulai dari pemilihan komponen yang akan digunakan dan perancangan konstruksi serta rangkaian pendukung lainnya.

5. Pengujian alat dan sistem

Dalam tahap ini alat akan diuji apakah sesuai dengan kriteria yang dikehendaki.

6. Pengambilan kesimpulan dan penulisan laporan

Pengambilan kesimpulan berdasarkan kepada hasil pengujian sistem yang telah dilakukan pada alat yang dibuat.

Untuk memudahkan dalam memahami penulisan laporan ini, maka penulis menuliskan sistematika penulisan skripsi sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini berisikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisikan tentang tinjauan penelitian dan landasan teori.

BAB III : METODE PENELITIAN

Pada bab ini berisikan tentang alat dan bahan penelitian, alur penelitian, dan deskripsi sistem dan analisis.

BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisikan tentang deskripsi penelitian, pengumpulan data, perhitungan dan analisis, pembahasan.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Berisikan kesimpulan dan saran.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN