

**PROGRAM KONTROL KENDALI *QUADCOPTER* BERBASIS  
WAYPOINT TRAJECTORY MENGGUNAKAN ROBOT  
*OPERATING SYSTEM* (ROS)**

**PROYEK AKHIR**

Disusun sebagai salah satu syarat untuk  
menyelesaikan pendidikan Diploma III

**Oleh:**

Rahmatul Ardi

219341042



**PROGRAM STUDI TEKNIK MEKATRONIKA  
JURUSAN TEKNIK OTOMASI MANUFAKTUR DAN  
MEKATRONIKA  
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

**2022**



## **LEMBAR PENGESAHAN**

### **PROGRAM KONTROL KENDALI *QUADCOPTER* BERBASIS *WAYPOINT TRAJECTORY* MENGGUNAKAN *ROBOT* *OPERATING SYSTEM (ROS)***

**Oleh:**

Rahmatul Ardi

219341042

Program Studi Teknik Mekatronika

Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika

Politeknik Manufaktur Bandung

Menyetujui

Tim Pembimbing

4 Agustus 2022

Pembimbing 1,

Pembimbing 2,

**Ismail Rokhim, ST.,MT**

**NIP. 197002161993031001**

**Hilda Khoirunnisa. S.Tr.T., M.Sc. Eng**

**NIP. 199704192022032012**



## ABSTRAK

*Quadcopter* merupakan salah satu jenis pesawat tanpa awak yang mampu melakukan gerak rotasi dan translasi. Gerak *lateral way point* adalah gerak translasi dimana *Quadcopter* akan bergerak menuju titik-titik bidang koordinat sumbu x, y, dan z. Dalam proyek akhir ini, rencana lintasan berbentuk segi empat, sehingga *Quadcopter* akan bergerak dengan rute yang telah ditentukan.

Perancangan sistem program control kendali *Quadcopter* digunakan untuk mempertahankan gerak *lateral Quadcopter*. Dalam hal ini, *auto-tuning* akan mengambil tindakan yang digunakan untuk menentukan parameter  $k_p$ ,  $k_i$ , dan  $k_d$  saat *Quadcopter* bergerak menuju lintasan. Dikarenakan parameter plant selalu berubah sesuai dengan keadaan, maka penggunaan PID yang sudah ada pada ROS ini sendiri, diharapkan dapat menjaga kestabilan *Quadcopter* secara *real time* saat bergerak dari titik awal menuju ke titik akhir.

Metode pengerjaan proyek akhir ini difokuskan pada pengembangan program kontrol kendali berbasis *waypoint* menggunakan bantuan *Robot Operating System*, dimana di dalam ROS ini sendiri, digunakan beberapa package yaitu Mavros, Mavlink.

Hasil dari pengerjaan proyek akhir ini adalah sebuah system untuk membuat kontrol kendali *trajectory* berbasis *waypoint* menggunakan *Robot Operating System* yang dapat dikendalikan secara simulasi pada Gazebo dan *real time Quadcopter*.

**Kata Kunci:** *Quadcopter*, Gerakan Titik Arah, Gerakan *lateral*, Penyetelan Otomatis, Kinematika

## ABSTRACT

Quadcopter is one type of unmanned aircraft that is capable to do rotational and translational motion. Lateral way point motion is a translational motion where the Quadcopter will move towards the points of the x, y, and z planes. In this project, the trajectory plan is rectangular, so the Quadcopter will move along a pre determined route.

The design of the Quadcopter control program system is used to maintain the lateral motion of the Quadcopter. In this case, auto-tuning will take action which is used to determine the parameters  $k_p$ ,  $k_i$ , and  $k_d$  as the quadcopter moves toward the track. Because plant parameters always change according to circumstances, the use of the existing PID on the ROS itself is expected to maintain the stability of the quadcopter in real time when moving from the starting point to the end point.

The method of working on this final project is focused on developing a waypoint-based control program using the Robot Operating System, where in ROS itself, several packages are used, namely Mavros, Mavlink.

The result of this final project is a system to create a waypoint-based trajectory control using a Robot Operating System that can be controlled by simulation on the Gazebo and real time Quadcopter.

**Keywords :** Quadcopter, Waypoint Movement, Lateral Movement, Auto Tuning, Kinematics

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah yang hanya kepadaNya kami memuji, memohon pertolongan, dan mohon keampunan. Kami berlindung kepadaNya dari kekejian diri dan kejahatan amalan kami. Barang siapa yang diberi petunjuk oleh Allah maka tidak ada yang dapat menyesatkan, dan barang siapa yang tersesat dari jalanNya maka tidak ada yang dapat memberinya petunjuk. Dan aku bersaksi bahwa tiada sembah yang berhak disembah melainkan Allah saja, yang tiada sekutu bagiNya. Dan aku bersaksi bahwa Muhammad adalah hambaNya dan RasulNya.

Atas petunjuk dan pertolongan-Nya, Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan proyek akhir ini. Karya tulis ini berjudul **PROGRAM KONTROL KENDALI QUADCOPTER BERBASIS WAYPOINT TRAJECTORY MENGGUNAKAN ROBOT OPERATING SYSTEM (ROS)**.

Proyek akhir dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Diploma III pada Program Studi Teknik Mekatronika di Politeknik Manufaktur Bandung.

Terselesaikannya proyek akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis menghantarkan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Direktur Politeknik Manufaktur Bandung, Bapak Mohammad Nurdin, S.T., M.A.B.
2. Ketua Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika, Bapak Ismail Rokhim, ST., MT.
3. Ketua Program Studi D-III Teknik Mekatronika, Ibu Siti Aminah, S.T., M.T
4. Kedua Pembimbing proyek akhir Bapak Ismail Rokhim, ST., MT

5. dan Ibu Hilda Khoirunnisa. S.Tr.T., M.Sc. Eng
6. Para Penguji siding proyek akhir Bapak Abdur Rohman Harits M, S.Si., M.T., Bapak Afaf Fadhil Rifa'i, S.T., M.T. , Bapak Hadi Supriyanto,S.T.,M.T. dan Ibu Anggraeni mulyadewi, S. SI., M. T.
7. Panitia proyek akhir Ibu Hilda Khoirunnisa. S.Tr.T., M.Sc. Eng, dan Bapak Afaf Fadhil Rifa'i, S.T., M.T.
8. Teristimewa kepada Orang Tua penulis Ibu Yusneli dan Bapak Masrizal yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan proyek akhir ini.
9. Untuk seluruh rekan mahasiswa di Politeknik Manufaktur Bandung yang telah banyak membantu penulis baik dalam perkuliahan maupun penyusunan proyek akhir ini.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan proyek akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, penulis memohon saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaannya dan semoga bermanfaat bagi kita semua. Aamiiiin Ya Robbal Alamin.

Bandung, 01 Agustus 2022

Rahmatul Ardi



## DAFTAR ISI

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| ABSTRAK .....                                                             | 1  |
| ABSTRACT .....                                                            | 2  |
| KATA PENGANTAR .....                                                      | 3  |
| DAFTAR ISI .....                                                          | 5  |
| DAFTAR GAMBAR .....                                                       | 7  |
| DAFTAR TABEL .....                                                        | 9  |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                                                     | 10 |
| BAB I.....                                                                | 11 |
| PENDAHULUAN.....                                                          | 11 |
| 1.1    Tujuan .....                                                       | 11 |
| 1.2    Teknologi .....                                                    | 11 |
| 1.2.1 Perangkat keras.....                                                | 12 |
| 1.2.2 Perangkat Lunak .....                                               | 18 |
| BAB II.....                                                               | 23 |
| LAPORAN TEKNIK.....                                                       | 23 |
| 2.1    Landasan Teori.....                                                | 23 |
| 2.1.1 ROS ( <i>Robot Operating System</i> ).....                          | 24 |
| 2.1.2 Mavlink.....                                                        | 25 |
| 2.1.3 MAVROS dan Rosbridge .....                                          | 25 |
| 2.1.4 Extended Kalman Filter.....                                         | 25 |
| 2.1.5 Quaternion .....                                                    | 26 |
| 2.2    Metodologi Penelitian .....                                        | 27 |
| 2.3    Gambaran Umum Sistem .....                                         | 28 |
| 2.3.1 Perhitungan Daya .....                                              | 28 |
| 2.4    Perangkat Mekanik.....                                             | 30 |
| 2.4.1 <i>Frame Quadcopter</i> .....                                       | 30 |
| 2.4.2 Pemodelan Matematika <i>Quadcopter</i> .....                        | 32 |
| 2.4.3 Aerodinamis <i>Quadcopter</i> .....                                 | 33 |
| 2.5    Tuning, kalibrasi dan Pengaturan Konfigurasi komponen Quadcopter . | 33 |
| 2.5.1    Kalibrasi komponen.....                                          | 33 |
| 2.5.2    Pengaturan Parameter .....                                       | 34 |

|                                                                                                 |                                                    |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----|
| 2.5.3                                                                                           | <i>Tuning</i> PID.....                             | 34 |
| 2.6                                                                                             | Sistem Program .....                               | 35 |
| 2.7                                                                                             | Diagram Alir Sistem Secara Umum Mode Otomatis..... | 36 |
| 2.8                                                                                             | Pengujian.....                                     | 37 |
| 2.9                                                                                             | Hasil dan Analisa .....                            | 37 |
| BAB III.....                                                                                    |                                                    | 45 |
| KESIMPULAN DAN SARAN.....                                                                       |                                                    | 45 |
| 3.1                                                                                             | Kesimpulan Hasil Implementasi .....                | 45 |
| DAFTAR PUSTAKA .....                                                                            |                                                    | 46 |
| LAMPIRAN 1 Program control kendali berbasis waypoint menggunakan Robot<br>Operating System..... |                                                    | 47 |
| LAMPIRAN 2 Parameter Quadcopter .....                                                           |                                                    | 52 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| GAMBAR 1. 1 <i>BATTERY</i> LIPPO 3S 2200 mAh.....                  | 12 |
| GAMBAR 1. 2 2212 920 KV BRUSHLESS MOTOR DJI PHANTOM.....           | 13 |
| GAMBAR 1. 3 ESP-32.....                                            | 14 |
| GAMBAR 1. 4 RADIO LINK M8N GPS TS100 .....                         | 15 |
| GAMBAR 1. 5 <i>FLYCOLOR</i> 30A ESC.....                           | 15 |
| GAMBAR 1. 6 MINI PIX.....                                          | 16 |
| GAMBAR 1. 7 <i>SAFETY SWITCH</i> DAN <i>BUZZER</i> .....           | 16 |
| GAMBAR 1. 8 R12DS .....                                            | 17 |
| GAMBAR 1. 9 <i>FRAME</i> F450 .....                                | 17 |
| GAMBAR 1. 10 <i>PROPELLER</i> .....                                | 18 |
| GAMBAR 1. 11 VISUAL STUDIO CODE.....                               | 18 |
| GAMBAR 1. 12 <i>ROBOT OPERATING SYSTEM (ROS)</i> .....             | 19 |
| GAMBAR 1. 13 PYTHON 3.....                                         | 20 |
| GAMBAR 1. 14 QGROUNDCONTROL .....                                  | 20 |
| GAMBAR 1. 15 UBUNTU FOCAL COSSA 20.04 .....                        | 21 |
|                                                                    |    |
| GAMBAR 2. 1 SKEMA ROS.....                                         | 24 |
| GAMBAR 2. 2 DIAGRAM ALIR PERANCANGAN .....                         | 27 |
| GAMBAR 2. 3 GAMBARAN UMUM SYSTEM .....                             | 28 |
| GAMBAR 2. 4 QUADCOPTER.....                                        | 30 |
| GAMBAR 2. 5 QUADCOPTER DENGAN SUDUT PANDANG TAMPAK ATAS.....       | 30 |
| GAMBAR 2. 6 SKEMA QUADCOPTER .....                                 | 32 |
| GAMBAR 2. 7 STATUS KALIBRASI KOMPONEN.....                         | 33 |
| GAMBAR 2. 8 HALAMAN PENGATURAN PARAMETER.....                      | 34 |
| GAMBAR 2. 9 HALAMAN TUNING PID .....                               | 35 |
| GAMBAR 2. 10 DIAGRAM ALIR SISTEM SECARA UMUM .....                 | 36 |
| GAMBAR 2. 11 TAMPILAN REMOTE CONTROL .....                         | 37 |
| GAMBAR 2. 12 TAMPILAN SETTING REMOTE CONTROL PADA QGROUNDCONTROL . | 38 |
| GAMBAR 2. 13 NILAI KOORDINAT YANG DIMASUKKAN.....                  | 38 |
| GAMBAR 2. 14 TAMPILAN KOORDINAT DI QGROUNDCONTROL .....            | 38 |
| GAMBAR 2. 15 TAMPILAN SIMULASI DI JMAVSIM/GAZEBO.....              | 39 |

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| GAMBAR 2. 16 RQT GRAPH YANG DIHASILKAN .....                         | 39 |
| GAMBAR 2. 17 ROS INFO DARI ROS TOPIC .....                           | 39 |
| GAMBAR 2. 18 PERUBAHAN MODE ARM MENJADI TRUE .....                   | 40 |
| GAMBAR 2. 19 PERUBAHAN MODE ARM MENJADI FALSE .....                  | 40 |
| GAMBAR 2. 20 GRAFIK KETINGGIAN QUADCOPTER DENGAN SETPOINT 2M .....   | 41 |
| GAMBAR 2. 21 FOTO QUADCOPTER DALAM KEADAAN <i>ARMING</i> .....       | 41 |
| GAMBAR 2. 22 FOTO QUADCOPTER SAAT MENJALANKAN MISI.....              | 41 |
| GAMBAR 2. 23 GRAFIK POSISI MENGGUNAKAN PID PADA TUNING PERTAMA ..... | 42 |
| GAMBAR 2. 24 GRAFIK POSISI MENGGUNAKAN PID PADA TUNING.....          | 43 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| TABEL 2. 1 BERAT PERANGKAT <i>QUADCOPTER</i> .....                    | 29 |
| TABEL 2. 2 TABEL DATA DAN ERROR TANPA PID .....                       | 42 |
| TABEL 2. 3 TABEL DATA DAN <i>ERROR</i> SETELAH <i>TUNING</i> PID..... | 44 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|                 |          |                                                                                      |    |
|-----------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>LAMPIRAN</b> | <b>1</b> | PROGRAM CONTROL KENDALI BERBASIS WAYPOINT<br>MENGUNAKAN ROBOT OPERATING SYSTEM ..... | 47 |
| <b>LAMPIRAN</b> | <b>2</b> | PARAMETER QUADCOPTER .....                                                           | 52 |

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Tujuan**

Tujuan dari penulisan karya tulis proyek akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Merakit dan mengotomasikan sebuah *Quadcopter* agar dapat terhubung dengan *Robot Operating System* (ROS)
2. Mampu menjangkau 4 titik sesuai urutan pola yang di berikan dengan menerapkan sistem PID sebagai kontrol ketinggian.
3. Mengontrol gerakan drone pada tiap sumbu X,Y,Z dengan metode PID
4. Mengimplementasikan program *Waypoint trajectory* pada *Quadcopter* menggunakan *Robot Operating System* (ROS).
5. Mengkoneksikan *Quadcopter* dengan komputer operator.

### **1.2 Teknologi**

Teknologi yang digunakan pada proyek akhir ini adalah:

1. Program : PC – *Robot Operating System*(ROS)  
-HTML, Python.
2. Proses : Controller - Mini Pix Autopilot  
ROS Package – MAVOS, MAVlink.
3. Interface : *Remote control* AT10

Perangkat keras :

1. Battery : Lippo 3S 2200 mAh
2. Motor : 2212 920 KV *Brushless Motor* DJI Phantom
3. Modul Telemetry : ESP-32
4. GPS : RadioLink M8N GPS TS100
5. ESC : FLYCOLOR 30A ESC
6. Controller : Mini Pix FMU V2
7. Safety switch : *Safety switch dan Buzzer* :

- 8. Radiolink : R12DS
- 9. Frame : F450 *Frame Quadcopter*
- 10. Propeller : propeller 9450 DJI Phantom
- 11. Interface : *Remote control AT10*

Perangkat lunak :

- 1. *Visual studio code (VSC)*
- 2. *Robot Operating System (ROS)*
- 3. Python3
- 4. Qgroundcontrol
- 5. Ubuntu Focal Cossa 20.04

### 1.2.1 Perangkat keras

#### 1. *Battery Lippo 3S 2200 mAh*



**Gambar 1. 1** *Battery Lippo 3S 2200 mAh*

*Battery eXtreme 2200mAh 11.1V 30C 3S Lippo Battery Pack* merupakan baterai LiPo yang didalamnya terdapat 3 *cell* baterai yang telah dirangkai secara seri sehingga menghasilkan tegangan baterai sebesar 11.1V dengan kapasitas 2200mAh. Baterai ini memiliki kapasitas yang besar, yaitu 2200mAh sehingga sangat cocok sekali digunakan untuk penggunaan *Quadcopter* yang digunakan yaitu F450 *Quadcopter* Minipix.

#### **Spesifikasi:**

- a. Nama: *Battery eXtreme 2200mAh*
- b. Tegangan: 11.1V (3S)
- c. Jumlah Cell: 3S



- d. Kapasitas: 2200mAh
- e. Dimensi: 105 x 33 x 26 mm
- f. Charging Rate: 5C
- g. Konektor: JST-XH dan Deans

## 2. 2212 920 KV *Brushless Motor* CW CCW DJI Phantom F450

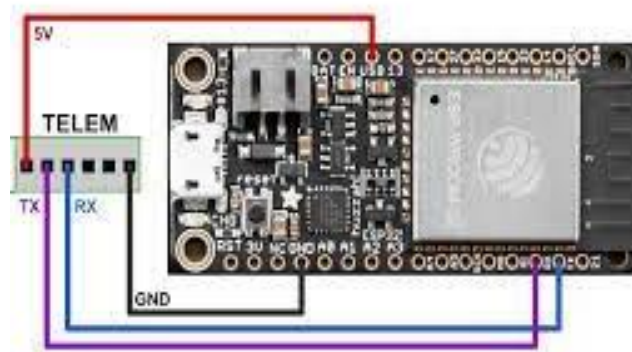


**Gambar 1. 2** 2212 920 KV Brushless Motor DJI Phantom

Motor merupakan alat penggerak *quadcopter*. Pemilihan motor disesuaikan dengan kebutuhan, adapun yang digunakan merupakan motor *brushless/outrunner type motor* (yang berputar bagian luar). Gambar 1.2 memperlihatkan contoh *motor brushless*. Biasanya motor yang digunakan ukuran  $KV = \text{RPM/Volt}$  dimana ukuran KV berbanding lurus dengan kecepatan putar motor (rpm). Nilai KV yang rendah menunjukkan RPM yang rendah dan torsi (daya angkat) yang besar.

Namun kecepatan terbang yang rendah dikarenakan RPM yang rendah. kecepatan terbang yang tinggi menunjukkan RPM yang tinggi dan torsi (daya angkat) yang rendah. Jumlah lilitan pada rotor sendiri berpengaruh pada besar torsi yang dihasilkan. Semakin banyak jumlah ikatannya semakin besar torsi dan berlaku sebaliknya. Itulah penyebab mengapa motor dengan ukuran kecil cenderung mempunyai KV yang lebih besar dibandingkan dengan motor berukuran besar. Seri pada *motor brushless* sendiri merupakan besar sebuah motor. Motor dengan ukuran 2212 berarti memiliki tinggi 22mm dan lebar 12mm.

### 3. ESP-32



**Gambar 1. 3** ESP-32

Modul *WiFi* yang digunakan adalah ESP32. Dimana ESP32 ini merupakan generasi setelah ESP8266 yang memiliki beberapa kelebihan dari ESP8266. Diantaranya adalah, memiliki inti CPU serta *WiFi* yang lebih cepat, GPIO yang lebih, dan dapat digunakan sebagai *Bluetooth* juga. Dengan perincian 32-bit prosesor, dengan frekuensi 160kHz, dan memiliki 52kB RAM. Modul ESP32 adalah alat yang digunakan untuk mengirimkan data dari jarak jauh. Modul ESP32 menggunakan gelombang radio untuk berkomunikasi secara *wireless*. ESP32 ini hanya terdiri dari 1 modul yaitu satu modul *transmitter* dan pada modul *receiver* langsung dari wifi pada komputer.

Modul *transmitter* dihubungkan ke objek untuk menerima data dan modul *transmitter* akan mengirim data dengan sinyal *wifi*. Modul *receiver* terpasang pada sebuah perangkat komputer yang akan menerima dari *transmitter* untuk selanjutnya akan diolah. Intinya adalah modul transmitter untuk mengirim data dan modul *receiver* untuk menerima data. Radio telemetry yang akan kita gunakan adalah ESP32. Penggunaan *telemetry* ESP32 ini karena memiliki sinyal yang lebih kuat dan jangkauan mencapai 100 m sehingga cocok untuk alat yang akan digunakan secara *indoor/outdoor*.

#### 4. RadioLink M8N GPS TS100



**Gambar 1. 4** RadioLink M8N GPS TS100

GPS digambarkan dengan menggunakan nilai koordinat X dan Y atau garis bujur dan garis lintang (*longitude/latitude*). GPS minimal harus memiliki 3 sinyal satelit untuk menghitung posisi 2D dan dibutuhkan 4 atau lebih sinyal satelit untuk menghitung 3 posisi (*longitude, latitude dan altitude*). Dengan informasi posisi, GPS dapat menghitung data-data lain, seperti: arah, lintasan, jarak tempuh, matahari terbit & terbenam. Apabila dibandingkan dengan sistem dan metode penentuan posisi lainnya, GPS mempunyai banyak kelebihan dan menawarkan lebih banyak keuntungan baik dalam segi operasional maupun dalam penentuan posisi.

#### 5. FLYCOLOR 30A ESC

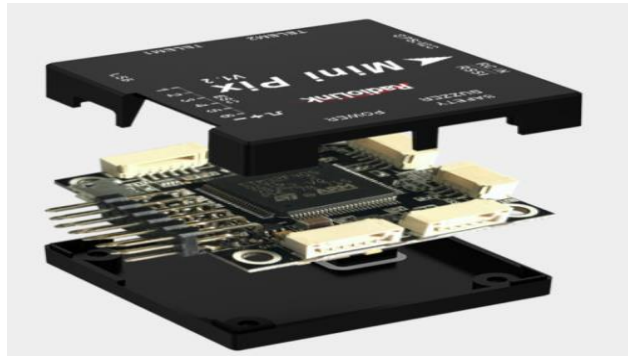


**Gambar 1. 5** FLYCOLOR 30A ESC

*Electronic Speed Controller (ESC)* adalah sebuah sensor elektronik yang berperan dalam mengontrol kecepatan motor brushless pada *Quadcopter*. ESC bekerja dengan cara menghubungkan ESC diantara *brushless motor* dan *Power Management Board* pada *Quadcopter*. Untuk menentukan ESC yang akan digunakan penting untuk mengetahui kekuatan dari ESC. Kekuatan ESC yang

digunakan seharusnya melebihi kekuatan motor. Misalnya, dari data didapatkan kekuatan motor 15A (sesuai dengan datasheet motor) pada saat *throttle* terbuka penuh. ESC yang digunakan adalah ESC yang berkekuatan 30A. Jika dipaksakan menggunakan ESC 10A kemungkinan pada saat *throttle* dibuka penuh, ESC akan panas bahkan bisa terbakar komponennya.

## 6. Radiolink Mini Pix



**Gambar 1. 6** Mini Pix

Pengatur penerbangan atau *flight controller* adalah komponen utama dari *Quadcopter* yang merupakan *controller* dengan fungsi yang kompleks untuk mengontrol *Quadcopter*. Kegunaan utama dari pengatur penerbangan yaitu mengatur kecepatan motor, stabilisasi *Quadcopter* dan menjaga ketinggian. Selain itu, pengatur penerbangan menerima semua perintah atau inputan dari pilot. pengatur penerbangan memiliki komponen tambahan seperti sensor GPS, kompas dan lain-lain, fungsi lain dari pengatur penerbangan adalah mengendalikan semua pergerakan mulai dari *yaw*, *roll*, *pitch*, *altitude* dan gerakan lainnya.

## 7. Safety Switch dan Buzzer



**Gambar 1. 7** Safety Switch dan Buzzer

Disini penulis juga menggunakan *Safety Switch* dan *Buzzer* sebagai penghubung antara starting switch dengan starting motor. Secara otomatis memberikan informasi berupa lampu dan suara dari buzzer. Jadi disini buzzer dan lampu pada safety switch akan memberikan 2 informasi yaitu ,informasi pertama berupa bunyi dan lampu berkedip pada safety switch menginformasikan bahwa semua komponen dan koneksi pada quadcopter telah terhubung dengan baik dan informasi kedua yaitu buzzer berbunyi dan lampu pada safety switch terus menyala menginformasikan bahwa quadcopter telah masuk dalam keadaan take off, arming, offboard, dan mode lainnya.

## 8. R12DS



**Gambar 1. 8** R12DS

R12DS merupakan penghubung komunikasi dari *remote control* ke *quadcopter* itu sendiri. Mengeluarkan PPM PWM s-bus dan *kompatible* dengan *Remote control* yang digunakan yaitu AT10. R12DS memiliki komunikasi 2 arah, memiliki tegangan input 4,6V - 16V dan memiliki sensitivitas tinggi, jarak hingga 1KM.

## 9. Frame



**Gambar 1. 9** *Frame F450*

*Frame* merupakan tempat untuk meletakkan komponen lain dari *Quadcopter*. Untuk dapat menentukan arah depan pada sebuah *Quadcopter*, maka biasanya pada frame dengan cara memberikan warna yang berbeda terhadap propeller. Pada proyek akhir ini penulis menggunakan *frame* dari F450 DJI Phantom *quadcopter*.

#### 10. *Propeller*



**Gambar 1. 10** *Propeller*

*Propeller* adalah pasangan untuk motor. Untuk *Quadcopter*, *Propeller* yang digunakan ada dua jenis yaitu *Clock Wise* (CW)/searah jarum jam dan *Counter Clock Wise* (CCW)/Berlawanan Arah jarum. Gambar 1.10 Memperlihatkan contoh dari propeller. Ukurannya pun ada beraham biasanya dituliskan dengan format XXYY misalnya 9450,1045,1150,1355, dll. Dimana nilai XX menunjukkan panjang *propeller* dan nilai YY menunjukkan nilai *Pitch* dari propeller (dalam satuan inch) dan untuk memilih propeller juga harus disesuaikan dengan motor yang digunakan.

#### 1.2.2 Perangkat Lunak

##### 1. Visual studio code

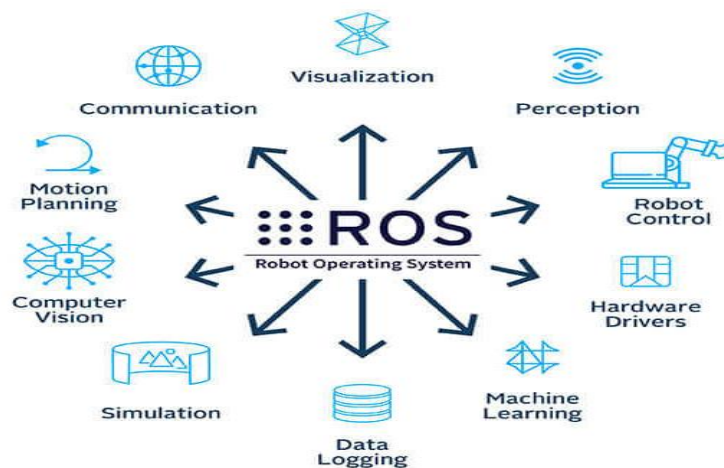


**Gambar 1. 11** Visual studio code

VCC ini adalah program yang digunakan sebagai editor program yang mendukung hampir seluruh bahasa pemrograman. Visual Studio Code adalah *software* yang mudah untuk dipahami, dengan built-in dukungan untuk JavaScript, naskah dan Node.js dan memiliki array beragam ekstensi yang tersedia untuk bahasa lain, termasuk C ++, C #, Python, dan PHP. Pada proyek akhir kali ini penulis menggunakan VCC sebagai tempat untuk membuat dan mengedit program ROS.

## 2. Robot Operating System (ROS)

Program utama yang digunakan dalam proyek akhir ini adalah ROS, dimana sebagian besar sistem dijalankan melalui program ini. ROS bersifat *opensource* yang didalamnya terdapat *library* dan *tools* untuk membuat perangkat lunak robot. ROS merupakan sebuah *middleware* robot yang dapat menghubungkan perangkat keras robot dengan sistem operasi komputer secara fleksibel. ROS bertujuan untuk memudahkan pengembang robot dalam membuat perangkat lunaknya tanpa harus membuat kode sumber dari awal serta dapat dikembangkan bersama-sama



**Gambar 1. 12** Robot Operating System (ROS)

Didalam ROS itu sendiri terdapat berbagai package yang telah disediakan, seperti ROS Nodes, ROS Topics, dan banyak lagi package yang lain. Hal yang paling utama dalam penggunaan ROS Nodes adalah publish dan subscribe. ROS



Topics merupakan penyiaran data yang terjadi setelah adanya perintah input data kedalam (publish) atau akses data keluar dari ROS ke Nodes. Ada beberapa versi dari ROS seperti melodic ataupun noetic, ROS Melodic hanya dapat digunakan pada OS Ubuntu 18.4 sedangkan Noetic hanya dapat digunakan pada OS Ubuntu Focal Cossa 20.04. Disini penulis menggunakan ROS Noetic yang menggunakan OS Ubuntu Focal Cossa 20.04.

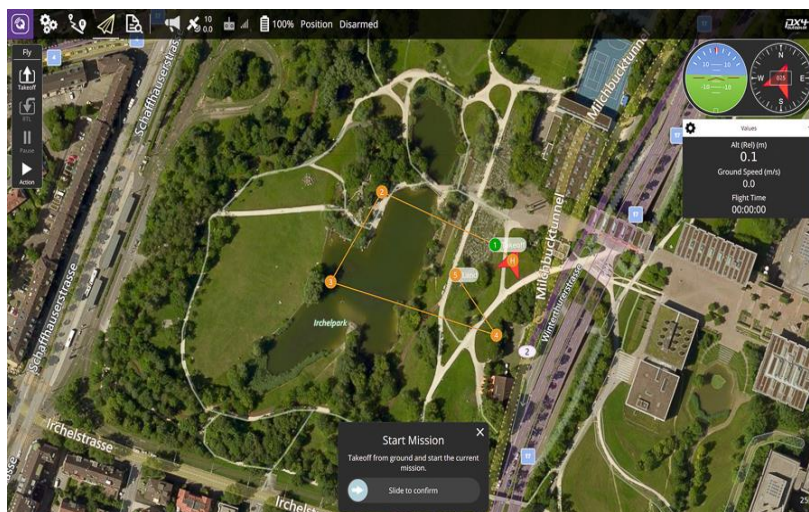
### 3. Python 3



**Gambar 1. 13** Python 3

Python juga dikenal dengan bahasa pemrograman yang mudah dipelajari, karena struktur sintaknya rapi dan mudah dipahami. Python digunakan dalam sebagian besar pengaplikasian ROS, juga umumnya digunakan dalam pemrograman node pada ROS.

### 4. Qgroundcontrol



**Gambar 1. 14** Qgroundcontrol



Qgroundcontrol merupakan aplikasi yang mendukung penerimaan data via MAVLink, *quadcopter* PX4 maupun APM. Pada proyek akhir ini kami menggunakan PX4 oleh karena itu kami menggunakan QCC dikarenakan lebih *support* dibandingkan dengan menggunakan Mission Planner.

## 6. Ubuntu Focal Cossa 20.04



**Gambar 1. 15** Ubuntu Focal Cossa 20.04

ROS yang digunakan dalam pemrograman drone ini hanya dapat digunakan dengan sistem operasi Ubuntu, maka dari itu penulis menggunakan ubuntu 20.04, terkhusus ROS *Noetic* yang hanya dapat digunakan pada Ubuntu Focal Cossa 20.04.

## 7. Gazebo



**Gambar 1. 16** tampilan simulasi Jmavsim/Gazebo

Gazebo merupakan aplikasi simulasi yang dapat mengolah perkembangan mesin dinamis yang dikembangkan oleh open source Robotics Foundation. Gazebo dapat mensimulasikan perancangan robot serta melatih sistem dengan kemampuan simulasi yang akurat, perancangan simulasi dapat di desain baik didalam maupun diluar ruangan yang kompleks. Aplikasi gazebo beroperasi pada sistem operasi Linux dengan kemampuan grafis yang cukup tinggi.