

**PROGRAM KENDALI *MOTION PRIMITIVE* DAN
ANTARMUKA *QUADCOPTER* MENGGUNAKAN *ROBOT*
*OPERATING SYSTEM (ROS)***

PROYEK AKHIR

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan pendidikan Diploma III

Oleh:

Mohammad Izzat Farhan

218341037



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

2022

LEMBAR PENGESAHAN

PROGRAM KENDALI *MOTION PRIMITIVE* DAN ANTARMUKA *QUADCOPTER* MENGGUNAKAN *ROBOT* *OPERATING SYSTEM (ROS)*

Oleh:

Mohammad Izzat Farhan
218341037

Program Studi Teknik Mekatronika
Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Politeknik Manufaktur Bandung

Menyetujui
Tim Pembimbing

Tanggal Sidang (04 – 08 – 2022)

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Ismail Rokhim, ST.,MT
NIP. 197002161993031001

Hilda Khoirunnisa. S.Tr.T., M.Sc.Eng
NIP. 199704192022032012

ABSTRAK

Dalam industri manufaktur, otomatisasi merupakan suatu peningkatan besar yang mencakup segala bidang pekerjaan. Dalam hal ini *quadcopter* merupakan alat yang dapat diandalkan sebagai alat yang dapat digunakan di segala medan dan memiliki fleksibilitas tinggi terkait dengan desain dan fungsinya. *Quadcopter* yang merupakan bagian dari *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV), sering kali digunakan dalam kegiatan baik sekedar untuk pemantauan maupun untuk mengerjakan suatu misi. Dengan mengintegrasikan *quadcopter* yang memiliki fleksibilitas tinggi dengan suatu perangkat *mobile* yang dapat diakses siapapun serta memiliki antar muka yang *user-friendly*, misi yang dikerjakan oleh *quadcopter* dapat dioperasikan dengan mudah oleh siapapun, kapanpun dan dimanapun.

Maka dari itu kemudian proyek akhir ini memfokuskan pada pengembangan sistem antarmuka dan kontrol web yang terhubung langsung ke *controller* yang ada pada *quadcopter*. Metode pengerjaan yang digunakan dalam hal ini menggunakan bantuan Robot Operating System (ROS). Dimana didalam ROS ini sendiri, digunakan beberapa *package* yaitu Mavros, Mavlink dan Rosbridge.

Hasil akhir dari pengerjaan proyek akhir ini adalah sebuah sistem yang mengintegrasikan *controller* PX4 ke komputer operator dan menyiarkan antarmuka kendali ke sebuah jaringan pada alamat ip umum dari komputer operator sehingga dapat diakses oleh siapapun yang terhubung di jaringan yang sama.

Kata Kunci: MAVROS, Motion Primitive, Rosbridge WebSocket Interface, Robot Operating System (ROS)

ABSTRACT

In the manufacturing industry, automation is a major improvement on any sector and works. In this case the *quadcopter* is a reliable tool that can be used in all fields and has high flexibility related to its design and function. *quadcopters* which are part of the Unmanned Aerial Vehicle (UAV), are often used in activities both just for monitoring and for carrying out a mission. By integrating a *quadcopter* that has high flexibility with a mobile device that can be accessed by anyone and has a user-friendly interface, the missions carried out by *quadcopter* can be operated easily by anyone, anytime and anywhere.

Therefore, this project focuses on developing a web interface and control system that is connected directly to the controller on the *quadcopter*. The working method used in this case uses the help of the Robot Operating System (ROS). Where in ROS itself, several packages are used, Mavros, Mavlink and Rosbridge.

The final result of this project is a system that integrates the PX4 controller into the operator's computer and broadcasts the control interface to a network at the public-ip address of the operator's computer so that it can be accessed by anyone connected to the same network.

Keywords: MAVROS, Motion Primitive, Rosbridge WebSocket Interface, Robot Operating System (ROS)

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 dengan judul: **“PROGRAM KENDALI MOTION PRIMITIVE DAN ANTARMUKA QUADCOPTER 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 menghaturkan 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 dan Ibu Hilda Khoirunnisa. S.Tr.T., M.Sc.Eng

5. 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.
6. Panitia proyek akhir Ibu Hilda Khoirunnisa. S.Tr.T., M.Sc.Eng, dan Bapak Afaf Fadhil Rifa'i, S.T., M.T.
7. Teristimewa kepada Orang Tua penulis Ibu Novitasari dan Bapak Alfarobi yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan proyek akhir ini.
8. Untuk seluruh rekan mahasiswa di Politeknik Manufaktur Bandung yang telah mewarnai hari-hari dan 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

Mohammad Izzat Farhan

DAFTAR ISI

ABSTRAK	2
ABSTRACT	3
KATA PENGANTAR.....	4
DAFTAR ISI.....	6
DAFTAR GAMBAR.....	8
DAFTAR TABEL	9
DAFTAR LAMPIRAN	10
BAB I.....	11
PENDAHULUAN.....	11
1.1 TUJUAN.....	11
1.2 TEKNOLOGI.....	11
BAB II	16
LAPORAN TEKNIK.....	16
2.1 LANDASAN TEORI	16
2.1.1 ROS.....	16
2.1.2 MAVLink.....	17
2.1.3 MAVROS dan Rosbridge	17
2.1.4 Extended Kalman Filter	17
2.1.5 Quaternion.....	18
2.2 METODOLOGI PENELITIAN	19
2.3 GAMBARAN UMUM SISTEM.....	20
2.3.1 Perhitungan Kebutuhan Daya Perangkat	20
2.4 PERANGKAT KERAS QUADCOPTER.....	21
2.4.1 Konstruksi Quadcopter PX4	21
2.4.2 Ukuran dan Desain Quadcopter PX4	22
2.5 KALIBRASI DAN PENGATURAN KONFIGURASI KOMPONEN QUADCOPTER ..	23
2.5.1 Kalibrasi Komponen	23
2.5.2 Pengaturan Parameter.....	23
2.5.3 Tuning PID.....	24
2.6 SISTEM PROGRAM DAN ANTARMUKA	24
2.6.1 Program Pergerakan	24
2.6.2 Program Antarmuka	25
2.6.3 Diagram Alir Sistem	28
2.7 PENGUJIAN.....	30
2.8 HASIL DAN ANALISA	30
2.8.1 Hasil Pengujian	31
2.8.2 Penjelasan Hasil Pengujian	38
BAB III.....	39
KESIMPULAN.....	39

3.1 KESIMPULAN HASIL IMPLEMENTASI	39
DAFTAR PUSTAKA.....	40
LAMPIRAN.....	41

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 1. 1 CONTROLLER PIXHAWK 4 FMU V5	11
GAMBAR 1. 2 FRAME S500.....	12
GAMBAR 1. 3 GPS NEO M8N.....	12
GAMBAR 1. 4 MOTOR & ESC EMAX RS2205.....	13
GAMBAR 1. 5 REMOTE CONTROL RADIOLINK AT10	13
GAMBAR 1. 6 ESP32	14
GAMBAR 2. 1 ROBOT OPERATING SYSTEM.....	16
GAMBAR 2. 2 GAMBARAN UMUM SISTEM.....	20
GAMBAR 2. 3 TABEL BERAT PERANGKAT <i>QUADCOPTER</i>	20
GAMBAR 2. 4 DESAIN <i>QUADCOPTER</i>	22
GAMBAR 2. 5 TAMPAK ATAS DAN SAMPING DESAIN <i>QUADCOPTER</i>	22
GAMBAR 2. 6 STATUS KALIBRASI KOMPONEN	23
GAMBAR 2. 7 HALAMAN PENGATURAN PARAMETER	23
GAMBAR 2. 8 HALAMAN TUNING PID.....	24
GAMBAR 2. 9 PENGUJIAN <i>QUADCOPTER</i>	30
GAMBAR 2. 10 TAMPILAN INTERFACE PADA HALAMAN WEB	31
GAMBAR 2. 11 TAMPILAN TOMBOL SETELAH DITEKAN	31
GAMBAR 2. 12 JENDELA KONSOL PADA WEB BROWSER.....	31
GAMBAR 2. 13 OUTPUT PADA RQT_GRAPH.....	32
GAMBAR 2. 14 ROS INFO SEBELUM MENERIMA ROS TOPIC	32
GAMBAR 2. 15 ROS INFO SETELAH MENERIMA ROS TOPIC	32
GAMBAR 2. 16 GRAFIK KETINGGIAN SAAT SETPOINT NAIK.....	33
GAMBAR 2. 17 GRAFIK KETINGGIAN SAAT SETPOINT TURUN.....	33
GAMBAR 2. 18 GRAFIK ORIENTASI.....	34
GAMBAR 2. 19 GRAFIK POSISI TANPA PID.....	35
GAMBAR 2. 20 GRAFIK POSISI TUNING PERTAMA	36
GAMBAR 2. 21 GRAFIK POSISI TUNING KEDUA.....	37

DAFTAR TABEL

TABEL 1. 1 SERIAL PORT PX4 FMU V5.....	12
TABEL 2. 1 TABEL DATA DAN ERROR TANPA PID.....	35
TABEL 2. 2 TABEL DATA DAN ERROR TUNING PERTAMA.....	36
TABEL 2. 3 TABEL DATA DAN ERROR TUNING KEDUA.....	37

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. SPESIFIKASI <i>CONTROLLER</i>	41
LAMPIRAN 2. SPESIFIKASI GPS	42
LAMPIRAN 3. KONEKSI PIN PADA KOMPONEN PERANGKAT KERAS.....	42
LAMPIRAN 4. PROGRAM <i>MOTION PRIMITIVE</i>	43
LAMPIRAN 5. PROGRAM ANTARMUKA.....	47
LAMPIRAN 6. PARAMETER <i>FIRMWARE</i>	59

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Tujuan

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

1. Merakit *quadcopter* dengan spesifikasi yang dapat terkoneksi dengan ROS.
2. Mengkoneksikan *quadcopter* dengan komputer operator.
3. Membuat *workspace* untuk penyimpanan dan perpindahan data.
4. Mengontrol gerakan dan orientasi *quadcopter* pada tiap sumbu.
5. Membuat antarmuka yang mudah di gunakan atau *user-fiendly*.
6. Menyiarkan antarmuka pada ip *public*.

1.2 Teknologi

Teknologi yang digunakan pada proyek akhir ini adalah:

1. Antar muka : PC - Virtual Environment
- HTML, CSS, Python
2. Program : PC - Robot Operating System (ROS)
3. Proses : controller – PX4 Autopilot
ROS Package - MAVROS, MAVLink, Rosbridge

Perangkat keras :

1. Kendali : PX4 FMU V5



Gambar 1. 1 controller Pixhawk 4 FMU V5

Pixhawk 4 yang digunakan dalam proyek akhir ini merupakan jenis FMU V5. Spesifikasi yang dimiliki controller ini menggunakan prosesor STM32F765 yang memiliki kapasitas memori 2MB dan 512KB kapasitas

RAM. Serial Port yang dapat digunakan pada controller Pixhawk 4 FMU V5 diantaranya sebagai berikut.

UART	Device	Port
UART1	/dev/ttyS0	GPS
USART2	/dev/ttyS1	TELEM1
USART3	/dev/ttyS2	TELEM2
UART4	/dev/ttyS3	TELEM4
USART6	/dev/ttyS4	RC SBUS
UART7	/dev/ttyS5	Debug Console
UART8	/dev/ttyS6	PX4IO

Tabel 1. 1 Serial Port PX4 FMU V5

2. Rangka : S500



Gambar 1. 2 Frame S500

Rangka merupakan dudukan komponen-komponen *quadcopter* sehingga dapat berfungsi. Posisi penempatan komponen pada rangka dapat mempengaruhi konfigurasi dan cara terbang dari *quadcopter*. Arah penempatan komponen dan bentuk *quadcopter* juga menentukan bagaimana GPS dipasang, karena pembacaan posisi *quadcopter* bergantung pada hal-hal tersebut.

3. GPS : Neo M8N GPS



Gambar 1. 3 GPS Neo M8N

Kepanjangan GPS adalah *Global Positioning System* yang merupakan sebuah alat atau sistem yang dapat digunakan untuk menginformasikan penggunanya berada (secara global) di permukaan bumi yang berbasis satelit. Data dikirim dari satelit berupa sinyal radio dengan data digital. Di mana pun posisi saat ini, maka GPS bisa membantu menunjukkan arah, selama masih terlihat langit.

4. Motor & ESC : Emax RS2205



Gambar 1. 4 Motor & ESC Emax RS2205

Motor merupakan alat penggerak *quadcopter*. Pemilihan motor disesuaikan dengan kebutuhan, adapun yang digunakan merupakan motor brushless/outrunner type motor(yang berputar bagian luar). Terlihat pada seri motor (RS2205) menunjukan ukuran motor yang memiliki tinggi 22mm dan lebar 5mm.

5. Kendali Manual : Radiolink AT10



Gambar 1. 5 Remote Control Radiolink AT10

Penggunaan Remote Control dalam proyek akhir ini sebagai tindakan pencegahan dari trouble yang mungkin terjadi. Fungsi yang dapat digunakan pada kendali *remote* Radiolink AT10 antara lain mengubah mode, *Arming/Disarming*, *Kill Switch* dan fungsi manual seperti throttle, kontrol Pitch, Yaw dan Roll.

6. Modul Telemetry: ESP32



Gambar 1. 6 ESP32

Telemetry yang dapat digunakan untuk sambungan *quadcopter* PX4 diantaranya telemetry Radio, MAVLink, FrSky dan telemetry wifi seperti ESP8266 atau ESP32. Pada telemetry ESP32, perlu dilakukan instalasi firmware melalui arduino IDE. Fitur yang dimiliki telemetry ini adalah dapat menghubungkan controller kepada komputer operator melalui TCP/IP stack dan dilengkapi dengan port UART, SPI dan I2C bawaan.

Perangkat lunak :

1. QgroundControl

QGC merupakan aplikasi GCC yang mendukung penerimaan data via MAVLink, baik *quadcopter* PX4 maupun APM. Dalam proyek akhir ini penggunaan QGControl adalah sebagai perangkat lunak instalasi awal *quadcopter* dan monitor yang memantau pergerakan *quadcopter*.

2. Visual Studio Code

VCC adalah program yang digunakan sebagai editor program yang mendukung banyak bahasa pemrograman. Fitur-fitur utama yang dimiliki Visual Studio Code antara lain Basic Editing, IntelliSense, Debugging, Extension Marketplace dan Github Integration. Hal-hal tersebut yang penting dalam menunjang pembuatan program.

3. Ubuntu Focal Cossa 20.04

Ubuntu merupakan Operating System yang banyak digunakan pembuat program dalam membangun suatu proyek,

dikarenakan fleksibilitasnya. ROS yang digunakan dalam pemrograman *quadcopter* ini hanya dapat digunakan dengan sistem operasi Ubuntu, terkhusus ROS Noetic yang hanya dapat digunakan pada Ubuntu Focal Cossa 20.04.