

**KONTROL PELACAKAN LINTASAN DARI *QUADCOPTER*  
MENGUNAKAN ROS**

**Tugas Akhir**

Disusun sebagai salah satu syarat untuk  
menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Diploma IV

Oleh

Theo Kristian Pardede

218441022



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI  
JURUSAN OTOMASI MANUFAKTUR DAN MEKATRONIKA  
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

**2023**

**LEMBAR PENGESAHAN**

Tugas Akhir yang berjudul:

**KONTROL PELACAKAN LINTASAN DARI *QUADCOPTER*  
MENGUNAKAN ROS**

Oleh:

Theo Kristian Pardede

218441022

Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program  
pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)  
Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 12 Januari 2023

Disetujui,

Pembimbing I,



Dr. Eng. Pipit Anggraeni, ST.

MT. MSc. Eng.

NIP 197908242005012001

Pembimbing II,



Muhammad Nursyam Rizal, S. Tr.

T., M. Sc.

NRP 221409009

Disahkan,

Penguji I,



Nur Wisma Nugraha, S.T.,

M.T.

NIP. 197406092003121002

Penguji II,



Ismail Rokhim, S.T., M.T.

NIP. 197002161993031001

Penguji III,



Adhitva Sumardi Sunarya,

S.Si., M.Si.

NIP. 198110052009121005

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Theo Kristian Pardede  
NIM : 218441022  
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika  
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi  
Jenjang Studi : Diploma 4  
Jenis Karya : Tugas Akhir  
Judul Karya : KONTROL PELACAKAN LINTASAN DARI  
*QUADCOPTER MENGGUNAKAN ROBOT  
OPERATING SYSTEM (ROS)*

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima akibatnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung

Pada tanggal : 12 – 01– 2023

Yang Menyatakan,

( Theo Kristian Pardede )

NIM 218441022

## PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Theo Kristian Pardede  
NIM : 218441022  
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika  
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi  
Jenjang Studi : Diploma 4  
Jenis Karya : Tugas Akhir  
Judul Karya : KONTROL PELACAKAN LINTASAN DARI  
*QUADCOPTER MENGGUNAKAN ROBOT  
OPERATING SYSTEM (ROS)*

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaanya berada dibawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung  
Pada tanggal : 12 – 01– 2023  
Yang Menyatakan,

( Theo Kristian Pardede )  
NIM 218441022

**MOTO PRIBADI**

*NOTHING IS IMPOSSIBLE*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat rahmat-Nya. Karena petunjuk dan pertolongan-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul: “KONTROL PELACAKAN LINTASAN DARI *QUADCOPTER* MENGGUNAKAN *ROBOT OPERATING SYSTEM (ROS)*”.

Tugas akhir dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (Diploma-IV) pada Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi di Politeknik Manufaktur Bandung.

Terselesainya tugas 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, S.T., M.T.
3. Ketua Program Studi D4 Teknologi Rekayasa Otomasi, Ibu Nuryanti S.T., M.T.
4. Kedua Pembimbing tugas akhir Ibu Dr. Eng. Pipit Anggraeni, ST. MT. MSc. Eng dan Bapak Muhammad Nursyam Rizal, S. Tr. T., M. Sc.
5. Para Penguji sidang tugas akhir Nur Wisma Nugraha, S.T., M.T., Ismail Rokhim, S.T., M.T., dan Adhitya Sumardi Sunarya, S.Si., M.Si.
6. Panitia tugas akhir Ibu Fitria Suryatini, S.Pd., M.T., Bapak Abdur Rohman Harits Martawireja, S.T., M.T.
7. Teristimewa kepada Orang Tua penulis Sarasi Manurung dan Ronald Pardede yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

8. Sahabat penulis Basis Kosan serta sahabat seperjuangan 4 AEC 2018 yang telah memberikan bantuan dalam menjalani proses penyelesaian tugas akhir ini.
9. Rekan alumni POLMAN Bandung, kakak tingkat, adik tingkat, dan kawan-kawan yang telah memberikan bantuan, pengalaman, dan waktunya untuk penulis sehingga penulis dapat mengatasi permasalahan yang ada selama proses pengerjaan tugas akhir ini.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas 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, 12 Januari 2023

Penulis

## ABSTRAK

*Quadcopter* adalah jenis robot *drone multirotor* yang menggunakan empat buah motor penggerak yang dikendalikan dengan menggunakan *Flight Controller* dimana didalamnya telah memiliki algoritma dan sensor – sensor tertentu. *Quadcopter* banyak digunakan dalam berbagai kebutuhan, seperti pada penelitian, eksplorasi, pengambilan citra, juga pengamatan. Namun dari sisi kendali terdapat kekurangan, yaitu pada umumnya *quadcopter* masih dikendalikan oleh seseorang dengan sebuah *remote control*. Oleh karena itu, maka dirancang sistem program kontrol kendali pada untuk mempertahankan gerak *lateral* pada *Quadcopter*. Dalam hal ini, *manual 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. Dari hasil pengujian, didapatkan bahwa respon hasil simulasi gerak translasi pada sumbu X dan Y masih terdapat kesalahan sebesar  $\pm 0,03$ -meter dan  $\pm 0,04$ -meter saat *quadcopter* berjalan menyusuri lintasan. Lalu sistem *Waypoint Quadcopter* berhasil diterapkan dengan perbedaan jarak rata – rata antara posisi akhir *quadcopter* dengan posisi tujuan sebenarnya di lapangan sebesar 1,49 meter.

Kata Kunci : ROS, *Quadcopter*, *Waypoint*, kontrol PID

## ***ABSTRACT***

Quadcopter is a type of multirotor drone robot that uses four driving motors which are controlled using a Flight Controller which already has certain algorithms and sensors inside. Quadcopters are widely used in various needs, such as research, exploration, image taking, as well as observation. However, from the control side, there are drawbacks, namely in general, the quadcopter is still controlled by someone with a remote control. Therefore, a program control system was designed to maintain the lateral motion of the Quadcopter. In this case, the tuning manual will take the steps used to determine the parameters  $k_p$ ,  $k_i$ , and  $k_d$  when the Quadcopter moves towards the trajectory. Because the plant parameters always change according to the 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. From the test results, it was found that the responses to translational motion simulation results on the X and Y axes still contained an error of  $\pm 0.03$ -meter and  $\pm 0.04$ -meter when the quadcopter walked along the track. Then the Quadcopter Waypoint system was successfully implemented with an average distance difference between the quadcopter's final position and the actual destination position in the field of 1.49 meters.

Keywords : ROS, Quadcopter, Waypoint, PID control

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI).....	v
MOTO PRIBADI .....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
ABSTRAK .....	x
<i>ABSTRACT</i> .....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xviii
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN .....	xix
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>II-1</b>
I.1    Latar Belakang.....	II-1
I.2    Rumusan Masalah .....	II-2
I.3    Batasan Masalah.....	II-2
I.4    Tujuan dan Manfaat.....	II-3
I.5    Metode Penelitian.....	II-3
I.6    Sistematika Penulisan.....	II-4
<b>II  BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>II-1</b>
II.1   Tinjauan Teori .....	II-1
II.1.1 <i>Quadcopter</i> .....	II-1
II.1.2 <i>Trajectory Planning</i> .....	II-3
II.1.3  Kontrol PID[8].....	II-3

II.1.4	Persamaan <i>Newton-Euler</i> [9] .....	II-4
II.1.5	TCP/IP .....	II-4
II.2	Tinjauan Alat .....	II-5
II.2.1	Pemodelan Matematika <i>Quadcopter</i> [11] .....	II-5
II.2.2	<i>ROS</i> .....	II-9
II.2.3	Gazebo .....	II-10
II.2.4	<i>Raspberry PI 4 Model B</i> .....	II-10
II.2.5	<i>PX4 Autopilot</i> .....	II-11
II.2.6	Module GPS uBlox M8N .....	II-11
II.2.7	Motor BLDC .....	II-12
II.2.8	ESC .....	II-13
II.2.9	Baterai LiPo .....	II-14
II.2.10	Baling - Baling .....	II-15
<b>III</b>	<b>BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH .....</b>	<b>III-1</b>
III.1	Gambaran Umum Sistem .....	III-1
III.2	Metode penelitian <i>Fishbone Diagram</i> .....	III-1
III.3	Penerapan <i>Fishbone Diagram Method</i> .....	III-3
III.3.1	<i>Requirements Analysis</i> .....	III-5
III.3.2	<i>Design System</i> .....	III-6
III.3.3	<i>Implementation and Unit Testing</i> .....	III-10
III.3.4	Integration and System Testing .....	III-10
<b>IV</b>	<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>IV-i</b>
IV.1	<i>Implementation and unit testing</i> .....	IV-i
IV.1.1	Sistem <i>Waypoint</i> .....	IV-i
IV.1.2	Pengujian Sistem .....	IV-vi
IV.2	Integration and System Testing .....	IV-xx

IV.2.1	Node yang saling terhubung di ROS .....	IV-xx
IV.2.2	Pengujian <i>Trajectories</i> .....	IV-xxi
<b>V</b>	<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>V-xxiv</b>
V.1	Kesimpulan.....	V-xxiv
<b>VI</b>	<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>VI-xxv</b>
	<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>VI-xxvii</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel II- 1 Spesifikasi Module GPS uBlox M8N .....	II-12
Tabel II- 2 Spesifikasi Motor BLDC .....	II-12
Tabel II- 3 Spesifikasi ESC 30A.....	II-13
Tabel II- 4 Penelitian Terdahulu .....	II-16
Tabel IV- 1 Gerak ke depan sejauh 2m.....	IV-vi
Tabel IV- 2 Gerak ke depan sejauh 3m.....	IV-vii
Tabel IV- 3 Gerak ke depan sejauh 4m.....	IV-viii
Tabel IV- 4 Gerak ke kanan sejauh 2m.....	IV-ix
Tabel IV- 5 Gerak ke kanan sejauh 3m.....	IV-x
Tabel IV- 6 Gerak ke kanan sejauh 4m.....	IV-xii
Tabel IV- 7 Gerak ke belakang sejauh 2m.....	IV-xiii
Tabel IV- 8 Gerak ke belakang sejauh 3m.....	IV-xiv
Tabel IV- 9 Gerak ke belakang sejauh 4m.....	IV-xv
Tabel IV- 10 Gerak ke kiri sejauh 2m.....	IV-xvi
Tabel IV- 11 Gerak ke kiri sejauh 3m.....	IV-xvii
Tabel IV- 12 Gerak ke kiri sejauh 4m.....	IV-xviii

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II- 1 Konfigurasi <i>quadcopter</i> dan putaran motor[5].....	II-1
Gambar II- 2 Gerakan dasar <i>quadcopter</i> [6].....	II-2
<b>Gambar II- 3 Blok diagram sistem kendali PID</b> .....	II-3
Gambar II- 4 Protokol TCP/IP .....	II-5
Gambar II- 5 Skema <i>Quadcopter</i> .....	II-6
Gambar II- 6 Skema ROS .....	II-9
Gambar II- 7 <i>Raspberry PI 4</i> .....	II-11
Gambar II- 8 <i>PX4 Autopilot</i> .....	II-11
Gambar II- 9 GPS uBlox M8N .....	II-12
Gambar II- 10 Motor BLDC .....	II-13
Gambar II- 11 ESC.....	II-14
Gambar II- 12 Baterai LiPo.....	II-14
Gambar II- 13 Baling - baling.....	II-15
Gambar III- 1 Gambaran Umum Sistem.....	III-1
Gambar III- 2 Skema <i>Fishbone Diagram Method</i> .....	III-2
Gambar III- 3 Penerapan <i>Fishbone Diagram Method</i> .....	III-4
Gambar III- 4 Rencana Sistem Kontrol .....	III-6
Gambar III- 5 Diagram Alir Sistem .....	III-7
Gambar III- 6 Halaman <i>Tuning PID</i> .....	III-8
Gambar III- 7 Komunikasi Data .....	III-8
Gambar III- 8 Komunikasi pada <i>Autopilot Quadcopter</i> .....	III-9
Gambar IV- 1 Tampilan Gazebo.....	IV-ii
Gambar IV- 2 Tampilan Roslaunch .....	IV-iii
Gambar IV- 3 Tampilan QGC.....	IV-iv
Gambar IV- 4 Tampilan <i>Setup</i> untuk <i>Trajectory-Waypoint</i> .....	IV-iv
Gambar IV- 5 Tampilan <i>rostopic pose</i> .....	IV-v
Gambar IV- 6 Perbandingan Respon Sistem Pada Pergerakan 2m.....	IV-vii
Gambar IV- 7 Perbandingan Respon Sistem Pada Pergerakan 3m.....	IV-viii
Gambar IV- 8 Perbandingan Respon Sistem Pada Pergerakan 4m.....	IV-ix
Gambar IV- 9 Perbandingan Respon Sistem Pada Pergerakan 2m.....	IV-x

Gambar IV- 10 Perbandingan Respon Sistem Pada Pergerakan 3m.....	IV-xi
Gambar IV- 11 Perbandingan Respon Sistem Pada Pergerakan 4m.....	IV-xii
Gambar IV- 12 Perbandingan Respon Sistem Pada Pergerakan 2m.....	IV-xiv
Gambar IV- 13 Perbandingan Respon Sistem Pada Pergerakan 3m.....	IV-xv
Gambar IV- 14 Perbandingan Respon Sistem Pada Pergerakan 4m.....	IV-xvi
Gambar IV- 15 Perbandingan Respon Sistem Pada Pergerakan 2m.....	IV-xvii
Gambar IV- 16 Perbandingan Respon Sistem Pada Pergerakan 3m.....	IV-xviii
Gambar IV- 17 Perbandingan Respon Sistem Pada Pergerakan 4m.....	IV-xx
Gambar IV- 18 <i>Publisher</i> dan <i>Subscriber</i> Sistem <i>Waypoint-Trajectory</i> .....	IV-xx
Gambar IV- 19 Hasil Uji Coba Sistem <i>Waypoint-Trajectory</i> pada simulasi..	IV-xxi
Gambar IV- 20 Hasil Uji Coba Sistem <i>Waypoint-Trajectory</i> pada quadcopter...	IV-xxii
Gambar IV- 21 Foto <i>quadcopter</i> saat menjalankan misi .....	IV-xxii

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Parameter <i>Quadcopter</i> pada <i>QGroundControl</i> .....	VI-xxvii
---	----------

## DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

<b>Simbol/Singkatan</b>	<b>Keterangan</b>
ROS	<i>Robot Operating System</i>
UAV	<i>Unmanned Aerial Vehicle</i>
TCP	<i>Transmission Control Protocol</i>
IP	<i>Internet Protocol</i>
BLDC	<i>BrushLess Direct Current</i>
ESC	<i>Electronics speed controller</i>
m	<i>meter</i>

# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1 Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin maju dalam beberapa tahun terakhir dapat memberikan manfaat bagi semua aspek kehidupan manusia. Terutama perkembangan pesat di bidang komputer, elektronika, mekanik, dan robotika selama beberapa tahun terakhir meyakinkan kita bahwa lebih banyak interaksi robot-manusia bukanlah mimpi tetapi sebuah kemungkinan yang bisa terjadi di masa depan[1]. Salah satu perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada era digital ini adalah pesawat tanpa awak.

Pesawat tanpa awak, *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV), atau pada umumnya sering disebut *drone* kini telah terjadi revolusi yang sangat cepat. Teknologi yang terkait di bidang *drone* telah memiliki kemajuan yang signifikan, mulai dari sistem, kendali, keamanan, dan komunikasi [2]. Sebelumnya, dalam teknologi *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) belum pernah terjadi kemajuan terbaru yang memungkinkan dalam penyebaran secara luas dari fungsi *drone* tersebut.

Quadcopter memiliki GPS (Global Positioning System) yang berfungsi melacak koordinat dan lokasi, sehingga dapat mempertahankan posisinya saat terbang, maka quadcopter dapat diimplementasikan untuk *aerial photography*, *aerial mapping*, dan pantauan udara. Selain keunggulan dan masalah dalam aerial photography dan mapping, pada umumnya quadcopter masih dikendalikan oleh seorang pilot dengan radio control untuk mapping[3]. Berdasarkan masalah tersebut, penulis berkeinginan untuk merancang bangun sebuah quadcopter dengan kemampuan dapat bergerak berdasarkan *waypoint* yang telah ditentukan pada program yang telah dibuat.

Tujuan dari penelitian ini dilakukan adalah untuk menerapkan fungsi kontrol kendali terhadap *drone* dengan memasukkan program *waypoint* agar *drone* dengan penggerak 4 buah rotor dapat bergerak ke koordinat yang sudah ditentukan.

## I.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang, maka didapatkan permasalahan yang menjadi dasar penelitian untuk diselesaikan dan dicari solusinya. Permasalahan dalam penelitian ini dapat didefinisikan dan diuraikan sebagai berikut:

- 1) Bagaimana sistem kontrol pada *quadcopter* menggunakan ROS?
- 2) Bagaimana pergerakan *quadcopter* menuju titik tujuan saat menggunakan ROS?
- 3) Bagaimana implementasi *trajectory* pada *quadcopter* menggunakan ROS?
- 4) Apakah sistem kontrol yang digunakan sudah tepat dalam pergerakan *quadcopter*?

## I.3 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang didapatkan, agar dapat dibahas lebih spesifik maka dibentuk beberapa batasan masalah sebagai berikut.

- 1) Daerah terbang pada aera di luar ruangan.
- 2) Koordinat lingkungan sudah ditentukan dengan ukuran 3m x 3m x 3m yang terbagi menjadi 10 x 10 x 10 kubik berukuran 30cm x 30cm x 30cm.
- 3) Micro computer yang digunakan adalah Raspberry Pi 4.
- 4) Perangkat Lunak yang digunakan adalah Robot Operating System (ROS).
- 5) Faktor kecepatan angin, tekanan, suhu, dan tingkat gravitasi pada setiap pengambilan data diasumsikan sama.
- 6) Ketinggian maksimum terbang adalah 10-meter karena keterbatasan komponen pada *quadcopter*.
- 7) Tidak ada obstacle ketika *quacopter* bergerak sesuai dengan perintah program yang diberikan.
- 8) Koordinat awal *drone quadcopter* di masukan terlebih dahulu saat sistem mulai berjalan.

#### **I.4 Tujuan dan Manfaat**

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat sistem kontrol dalam pelacakan lintasan yang telah ditentukan tujuannya pada *quadcopter*. Sistem robot akan dirancang pada Ubuntu 20.04 LTS dengan sistem ROS dan disimulasikan pada Gazebo ROS.

#### **I.5 Metode Penelitian**

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini ada 3, yaitu:

a) Studi Literatur

- Pencarian dan pengkajian teori yang terkait desain yang akan dibuat, integrasi modul, sensor, komunikasi data dan stabilisasi *quadcopter*.
- Pengumpulan data sheet elektronika atau modul yang digunakan untuk pembuatan perangkat sebagai komponen pendukung *quadcopter*.

b) Analisa Masalah

Melakukan analisa dari berbagai literatur dan sumber lain, sehingga didapatkan hasil maksimal dalam pembuatan maupun pengintegrasian sistem.

c) Perancangan dan Pembuatan Alat

- Mekanika  
Perancangan dan pemilihan bagian mekanik secara terpisah (part per part), agar sesuai dengan hasil yang diharapkan.
- Elektronika  
Perancangan catu daya yang dibutuhkan oleh motor brushless, ESC dan modul elektronika yang dirancang agar berfungsi dengan baik.

d) Tahap Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem setelah dilakukannya perancangan dan realisasi terhadap sistem.

## **I.6 Sistematika Penulisan**

Bagian ini berisi penjelasan secara ringkas mengenai susunan laporan tugas akhir. Sistematika laporan Tugas Akhir ini dibahas dengan penjabaran sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN, berisi uraian mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, berisi gambaran umum tentang landasan teori untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu terkait serta melihat hasil pencapaian penelitian terdahulu dengan kajian yang sama.

BAB III PERANCANGAN SISTEM, berisi langkah-langkah penyelesaian tugas akhir berupa gambaran umum sistem serta perancangan sistem.

BAB IV HASIL IMPLEMENTASI DAN ANALISIS, berisi hasil pengujian pada beberapa domain dan pengujian sistem kaitan dengan tuntutan yang harus dipenuhi.

BAB V PENUTUP, berisi kesimpulan yang diperoleh dari pengerjaan tugas akhir yang telah dilakukan dan saran untuk penelitian lebih lanjut.