

**SISTEM NAVIGASI DAN *OBSTACLE AVOIDANCE* PADA RUANGAN  
*INDOOR* DENGAN RPLIDAR A1M8 360 *DEGREE* PADA X-*QUADCOPTER***

**TUGAS AKHIR**

Disusun guna Memenuhi Persyaratan untuk Memperoleh Gelar Strata-1

Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



**Disusun Oleh:**

**RIFQI AFFAN GHIFARI**

**20200120009**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2024**

**HALAMAN JUDUL**

**SISTEM NAVIGASI DAN *OBSTACLE AVOIDANCE* PADA RUANGAN  
INDOOR DENGAN RPLIDAR A1M8 360 *DEGREE* PADA X-QUADCOPTER**

Disusun Guna Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Strata-1

Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



**Disusun Oleh:**

**RIFQI AFFAN GHIFARI**

**20200120009**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2024**

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rifqi Affan Ghifari

NIM : 20200120009

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Elektro

Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Menyatakan bahwa sesungguhnya Tugas Akhir dengan judul “SISTEM NAVIGASI DAN *OBSTACLE AVOIDANCE* PADA RUANGAN *INDOOR* DENGAN RPLIDAR 360 *DEGREE* PADA X-QUADCOPTER” merupakan benar hasil karya saya sendiri dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian Tugas Akhir ini.

Yogyakarta, 21 April 2024

Yang menyatakan,



Rifqi Affan Ghifari

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji dan Syukur kepada Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, atas berkah dan rahmat-Nya sehingga saya dapat menuntaskan Tugas Akhir ini. Semoga dengan pencapaian ini saya dapat mengimplementasikan ilmu yang sudah saya ajarkan kepada lingkungan pekerjaan dan masyarakat, sehingga impian saya terwujud.

Saya persembahkan karya tulis ini kepada kedua **Orangtua** saya sebagai rasa terimakasih atas semua dukungan, doa dan kasih sayang yang luar biasa. Semoga dengan karya ini, dapat memberikan manfaat untuk semuanya

Kepada Dosen pembimbing saya Bapak Muhamad Yusvin Mustar, S.T.,M.Eng, izinkan saya mengucapkan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya, karena Bapak yang telah bersedia dengan sabar dan tulus membimbing saya selama proses penulisan Tugas Akhir ini. Semoga ilmu dan kesabaran yang sudah dicurahkan menjadi buah baik untuk Bapak dan Ibu Kelak.

Mahasiswa Hubungan Internasional dengan NIM 20200510270 yang telah yang telah menemani, menyemangati, memotivasi penulis baik dalam keseharian penulis, maupun proses penulis mengerjakan Tugas Akhir ini. Ucapan Terimakasih kepada teman-teman semasa hidup saya yang sudah banyak membantu dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.

## **MOTTO**

*“Sesungguhnya sesudah kesulitan pasti ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan). Kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan yang lain)”*

**(Q.S. Al-Insyirah 6-7)**

*“Tak ada yang sia-sia dalam belajar; setiap pengetahuan akan memberikan manfaat pada waktunya.”*

**(Ali bin Abi Thalib)**

*“Kesabaran adalah kunci untuk mencapai kesuksesan.”*

**(Abu Abdullah Muhammad Ibn Musa Al-Khawarizmi)**

## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillah Rabbil'Alamiin*, Puji serta Syukur dipanjatkan kehadiran Allah SWT berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan berjudul “SISTEM NAVIGASI DAN *OBSTACLE AVOIDANCE* PADA RUANGAN *INDOOR* DENGAN RPLIDAR 360 *DEGREE* PADA *X-QUADCOPTER*”. Tugas Akhir ini disusun dengan tujuan memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) di jenjang pendidikan Strata-1 Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat, peneliti mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Jamroni dan Ibu Sulistriani sebagai orang tua penulis, serta Wildan Azka Zaini sebagai adik penulis, yang telah banyak memberikan doa dan dukungan baik secara moril maupun materi kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Gunawan Budiyanto, M.P., IPM., selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Bapak Ir. Aris widyo Nugroho, S.T., M.T., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
4. Bapak Ir. Karisma Trinanda Putra, S.ST., M.T., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
5. Bapak Muhamad Yusvin Mustar, S.T.,M.Eng, selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan arahan dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Bapak Yudhi Ardiyanto, S.T., M.Eng., selaku Dosen Penguji yang telah menguji penulis pada Sidang Pendaran.

7. Seluruh Dosen dan Staff Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis.
8. Seluruh teman-teman Tim Al-Mubarak Divisi *Vertical Take Off and Landing* dan *Technology Development Flight Controller* yang telah berjuang bersama serta membantu dalam perancangan perangkat keras sistem.
9. Seluruh teman-teman anggota *Microcontroller and Robotic Club* yang banyak membantu dan mendukung penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Seluruh teman-teman Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta Angkatan 2020 yang telah banyak membantu dan mendukung penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
11. Mufliha Darajat, S.IP, selaku *partner* istimewa yang telah menemani, menyemangati, memotivasi penulis baik dalam keseharian penulis, maupun proses penulis mengerjakan tugas akhir ini.
12. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan serta motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu penulis mengahrapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dalam pengembangan penelitian tugas akhir ini. Penulis berharap penelitian tugas akhir ini dapat bermanfaat dalam dunia ilmu pengetahuan dan memberikan ilmu bagi pembaca.

Yogyakarta, 21 April 2024

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN I .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN II.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
MOTTO.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
INTISARI.....	xvi
ABSTRACT .....	xvii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	2
1.3    Batasan Masalah.....	2
1.4    Tujuan Penelitian.....	3
1.5    Manfaat Penelitian.....	3
1.6    Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI .....	5
2.1    Tinjauan Pustaka.....	5
2.2    Landasan Teori .....	20
2.2.1 <i>Quadcopter</i> .....	20
2.2.2    Koordinat Kartesius .....	21
2.2.3 <i>Quadcopter Frame Reference</i> .....	23
2.2.4 <i>Wall Following</i> .....	23
2.2.5    RPLIDAR A1M8 360 Degree.....	24



2.2.6	Raspberry Pi 4 Model B.....	26
2.2.7	Pixhawk 2.1 Cube Orange.....	29
2.2.8	Optical Flow.....	31
2.2.9	Rangefinder.....	33
2.2.10	Visual Studio Code.....	35
2.2.11	Mission Planner.....	35
2.2.12	Python.....	36
2.2.13	NumPy.....	37
2.2.14	Robot Operating System (ROS).....	37
BAB III METODOLOGI PERANCANGAN.....		39
3.1	Metode Perancangan.....	39
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian.....	41
3.3	Analisis Kebutuhan.....	41
3.3.1	Perangkat Keras (Hardware).....	41
3.3.2	Perangkat Lunak (Software).....	43
3.4	Konsep Penelitian.....	43
3.5	Perancangan Sistem.....	43
3.5.1	Perancangan Perangkat Keras.....	43
3.5.2	Perancangan Perangkat Lunak.....	44
3.6	Tahapan Perancangan.....	46
3.6.1	Konfigurasi Raspberry Pi 4.....	46
3.6.2	Konfigurasi Pixhawk 2.1 Cube Orange dan Optical Flow.....	47
3.6.3	Konfigurasi Remote Desktop.....	48
3.6.4	Pembuatan Perangkat Keras.....	49
3.6.5	Perancangan Pergerakan Quadcopter.....	49
3.7	Perlakuan Pengujian.....	50
3.7.1	Pengujian Performa Sistem Secara Indoor.....	50
3.7.2	Pengujian Performa Sistem Secara Outdoor.....	51
3.7.3	Pengujian Performa Sistem Navigasi dan Obstacle Avoidance Menggunakan RPLIDAR A1M8 360°.....	51

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	52
4.1 Hasil Tampilan Perancangan Sistem .....	52
4.2 Pengujian .....	53
4.2.1 Pengujian Performa Sistem Secara Outdoor.....	53
4.2.2 Pengujian Performa Sistem Secara Indoor.....	61
4.2.3 Pengujian Navigasi <i>Indoor</i> Wahana Menggunakan Lidar .....	68
4.3 Analisis Hasil .....	72
4.3.1 Analisis Performa sistem navigasi dan <i>Obstacle Avoidance</i> Lidar .....	72
BAB V PENUTUP.....	75
5.1 Kesimpulan.....	75
5.2 Saran .....	76
DAFTAR PUSTAKA.....	77
LAMPIRAN.....	79

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Quadcopter tipe-X.....	20
Gambar 2.2 Pola Pergerakan Quadcopter .....	21
Gambar 2.3 Koordinat Kartesius.....	22
Gambar 2.4 Sistem koordinat computer (Screen Coordinate) .....	22
Gambar 2.5 Quadcopter Frame Reference.....	23
Gambar 2.6 Sensor RPLIDAR A1M8 360 Degree .....	24
Gambar 2.7 Diagram RPLIDAR A1M8 360 Degree .....	25
Gambar 2.8 Raspberry Pi 3 Model B+.....	26
Gambar 2.9 GPIO Raspberry Pi 4.....	28
Gambar 2.10 Pixhawk 2.1 Cube Orange.....	29
Gambar 2.11 Optical Flow Hex Here flow sensor .....	32
Gambar 2.12 Rangefinder Garmin Lidar Lite V3 .....	34
Gambar 2.13 Ikon Visual Studio Code .....	35
Gambar 2.14 User Interface Mission Planner .....	36
Gambar 2.15 Ikon Bahasa Pemrograman Python .....	37
Gambar 2.16 Ikon NumPy .....	37
Gambar 2.17 Ikon ROS.....	38
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	39
Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem .....	44
Gambar 3.3 Rancangan Sistem Navigasi .....	45
Gambar 3.4 Aplikasi Raspberry Pi Imager .....	46
Gambar 3.5 Opsi Menu Aplikasi Mission Planner .....	47
Gambar 3.6 User Interface aplikasi Nomachine .....	48
Gambar 3.7 Tampilan dari Remote Desktop dengan Raspberry Pi 4.....	48
Gambar 3.8 Hasil dari Perancangan Perangkat Keras .....	49
Gambar 3.9 Diagram sistem pergerakan wahana.....	50
Gambar 4. 1 Hasil Tampilan Pada Terminal .....	52
Gambar 4. 2 Pengujian Sistem Deteksi Outdoor .....	53
Gambar 4. 3 Pengujian Sistem Deteksi Outdoor (1).....	54
Gambar 4. 4 Hasil Sistem Deteksi Outdoor (2) .....	54
Gambar 4. 5 Grafik perbandingan nilai aktual dan nilai terukur pada sistem deteksi Outdoor sensor Lidar pada sudut 0° .....	57
Gambar 4. 6 Grafik perbandingan nilai aktual dan nilai terukur pada sistem deteksi Outdoor sensor Lidar pada sudut 90° .....	57
Gambar 4. 7 Grafik perbandingan nilai aktual dan nilai terukur pada sistem deteksi Outdoor sensor Lidar pada sudut 180° .....	58

Gambar 4. 8 Grafik perbandingan nilai aktual dan nilai terukur pada sistem deteksi Outdoor sensor Lidar pada sudut 270° .....	58
Gambar 4. 9 Pengujian Sistem Deteksi Indoor .....	61
Gambar 4. 10 Hasil Sistem Deteksi Indoor (1) .....	62
Gambar 4. 11 Hasil Sistem Deteksi Indoor (2) .....	62
Gambar 4. 12 Grafik perbandingan nilai aktual dan nilai terukur pada sistem deteksi Indoor sensor Lidar pada sudut 0° .....	65
Gambar 4. 13 Grafik perbandingan nilai aktual dan nilai terukur pada sistem deteksi Indoor sensor Lidar pada sudut 90° .....	65
Gambar 4. 14 Grafik perbandingan nilai aktual dan nilai terukur pada sistem deteksi Indoor sensor Lidar pada sudut 180° .....	66
Gambar 4. 15 Grafik perbandingan nilai aktual dan nilai terukur pada sistem deteksi Indoor sensor Lidar pada sudut 270° .....	66
Gambar 4. 16 Pengujian Sistem terhadap Arena ruangan indoor di lapangan basket 3 on 3 .....	68
Gambar 4. 17 Hasil Pengujian Navigasi ruangan indoor (1) .....	69
Gambar 4. 18 Hasil pengujian navigasi ruangan indoor (2) .....	69
Gambar 4. 19 Grafik pengujian navigasi wahana menggunakan sensor Lidar .....	71

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terkait.....	10
Tabel 4. 1 Percobaan Uji Sensor secara outdoor menggunakan sisi 0° .....	55
Tabel 4. 2 Percobaan Uji Sensor secara outdoor menggunakan sisi 90° .....	55
Tabel 4. 3 Percobaan Uji Sensor secara outdoor menggunakan sisi 180° .....	56
Tabel 4. 4 Percobaan Uji Sensor secara outdoor menggunakan sisi 270° .....	56
Tabel 4. 5 Percobaan Uji Sensor secara indoor menggunakan sisi 0° .....	63
Tabel 4. 6 Percobaan Uji Sensor secara indoor menggunakan sisi 90° .....	63
Tabel 4. 7 Percobaan Uji Sensor secara indoor menggunakan sisi 180° .....	64
Tabel 4. 8 Percobaan Uji Sensor secara indoor menggunakan sisi 270° .....	64
Tabel 4. 9 Percobaan Navigasi Wahana menggunakan sensor Lidar .....	70
Tabel 4. 10 Perhitungan Standar Deviasi .....	72
Tabel 4. 11 Tabel Presentase Presisi.....	74