

**Implementasi Posisi dan Navigasi Otomatis berbasiskan Sensor  
*Time Of Flight* untuk Robot *Hexapod***

**Tugas Akhir**

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

Oleh

Hidayah

221341011



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

**2025**

## LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:  
**Implementasi Posisi dan Navigasi Otomatis berbasiskan Sensor *Time Of Flight* untuk Robot *Hexapod***

Oleh:  
Hidayah  
221341011

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

Bandung, 07 Agustus 2025

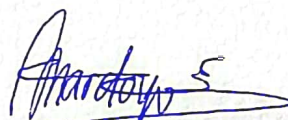
Disetujui,

Pembimbing I,



**Dr. Aris Budiarto, S.T., M.T.**  
NIP 197012301995121001

Pembimbing II,



**Ega Mardoyo S, M.Kom**  
NIP 198612032009121006

Disahkan,

Penguji I,



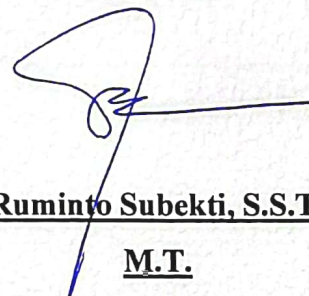
**Abdur Rohman Harits**  
**Martawireja, S.Si., M.T**  
NIP. 198803132019031009

Penguji II,



**Dr. Susetyo Bagas**  
**Bhaskoro S.ST., M.T.**  
NIP.198706222015041002

Penguji III,



**Ruminto Subekti, S.S.T,**  
**M.T.**  
NIP.196510141989031002

## PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Hidayah  
NIM : 221341011  
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika  
Program Studi : Teknologi Rekayasa Mekatronika  
Jenjang Studi : Diploma 4  
Jenis Karya : Tugas Akhir  
Judul Karya : Implementasi Posisi dan Navigasi Otomatis berbasisan Sensor Time of Flight untuk Robot *Hexapod*.

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 : 11 – 07 – 2025  
Yang Menyatakan,



(Hidayah)  
NIM 221341011

## PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

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

Nama : Hidayah  
NIM : 221341011  
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika  
Program Studi : Teknologi Rekayasa Mekatronika  
Jenjang Studi : Diploma 4  
Jenis Karya : Tugas Akhir  
Judul Karya : Implementasi Posisi dan Navigasi Otomatis berbasis Sensor Time of Flight untuk Robot *Hexapod*.

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 : 11 – 07 – 2025  
Yang Menyatakan,



(Hidayah)  
NIM 221341011

## **MOTO PRIBADI**

Berangkat dengan penuh keyakinan. Berjalan dengan penuh keikhlasan dan Istiqomah dalam menghadapi cobaan. Hanya kepada Allah saya mengabdikan, memohon ampunan dan pertolongannya.

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya tercinta, kakak dan adik saya, teman-teman saya dan semua pihak yang telah membantu saya menyelesaikan tugas akhir ini. Jazakallahu Khairan

## 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 sembahyan 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 tugas akhir ini dengan judul: “Implementasi Posisi dan Navigasi Otomatis berbasis Sensor *Time of Flight* untuk Robot *Hexapod*”.

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

Terselesaikannya 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 Darma Firmansyah Undayat, SST., MT.
2. Ketua Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika, Bapak Ismail Rokhim, S.T., M.T.
3. Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Mekatronika, Bapak Aditya Sumardi Sunarya, S.Si., M.T.
4. Para Pembimbing tugas akhir Bapak Dr. Aris Budiarto, S.T, M.T. selaku pembimbing 1 dan Bapak Ega Mardoyo S, M.Kom selaku pembimbing 2

5. Para Penguji sidang tugas akhir Bapak Abdur Rohman Harits Martawireja S.Si., M.T. , Bapak Dr. Susetyo Bagas Bhaskoro, S.S.T., M.T. , dan Bapak Ruminto Subekti, S.S.T., M.T.
6. Panitia tugas akhir yang telah mengoordinasikan seluruh rangkaian kegiatan Tugas Akhir dengan baik.
7. Teristimewa kepada Orang Tua penulis Neng Lina (Ibu) dan Agus Mimid (Bapak) yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Untuk adik saya yang telah memberikan semangat untuk mengerjakan tugas akhir ini dengan baik.
9. Untuk rekan rekan kelas 4AEA-1, khususnya grup 'Bu Shanti', yang telah banyak sekali membantu penulis dalam menyelesaikan 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. Aamiiin Ya Robbal Alamin.

Bandung, Agustus 2025

Penulis

## ABSTRAK

*Hexapod* adalah robot berkaki enam yang dirancang untuk memberikan stabilitas dan fleksibilitas dalam bergerak di medan tidak terstruktur, membuatnya ideal untuk aplikasi pencarian dan penyelamatan pasca bencana. Sensor *Time of Flight* (ToF) digunakan untuk pemetaan dan penghindaran rintangan. Namun, masalah sering muncul akibat ketidakstabilan pembacaan sensor ToF yang menyebabkan perbedaan antara peta awal dan data yang diperoleh selama navigasi otomatis. Penelitian ini menggunakan STM32 sebagai pengontrol untuk memproses data sensor ToF secara lokal sebelum diteruskan ke Jetson Nano, dengan tujuan meningkatkan akurasi dan kecepatan pemrosesan data. Metode yang diterapkan meliputi penyaringan gangguan sinyal, pengecekan dan penghapusan data yang tidak sesuai, serta pemutakhiran peta secara dinamis berdasarkan data yang baru terdeteksi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan STM32 berhasil mengurangi latensi sensor ToF hingga 50% dan meningkatkan konsistensi pembacaan hingga 90%, yang menghasilkan peta dan navigasi yang lebih akurat. Selain itu, optimasi ini memungkinkan robot untuk mendeteksi hingga 8 sensor ToF, dibandingkan dengan hanya 1-2 sensor sebelumnya. Kesimpulannya, penggunaan STM32 sebagai pengontrol untuk konversi data sensor ToF terbukti efektif dalam meningkatkan performa dan keandalan sistem navigasi otomatis pada robot *hexapod* di lingkungan dinamis.

**Kata kunci:** *Hexapod*, Sensor *Time of Flight* (ToF), STM32, navigasi otomatis, pemrosesan data sensor

## **ABSTRACT**

*A hexapod is a six-legged robot designed to provide stability and flexibility when moving on unstructured terrain, making it ideal for post-disaster search and rescue applications. Time of Flight (ToF) sensors are used for mapping and obstacle avoidance. However, problems often arise due to the instability of ToF sensor readings, which cause discrepancies between the initial map and the data obtained during autonomous navigation. This research uses an STM32 as a controller to process ToF sensor data locally before forwarding it to the Jetson Nano, with the aim of improving data processing accuracy and speed. The methods applied include signal noise filtering, checking and removing inconsistent data, and dynamically updating the map based on newly detected data. Test results show that the use of STM32 successfully reduces ToF sensor latency by up to 50% and improves reading consistency by up to 90%, resulting in more accurate maps and navigation. Additionally, this optimization enables the robot to detect up to 8 ToF sensors, compared to only 1-2 sensors previously. In conclusion, the use of STM32 as a controller for ToF sensor data conversion has proven effective in improving the performance and reliability of the automatic navigation system on a hexapod robot in a dynamic environment.*

*Keywords: Hexapod, Time of Flight (ToF), STM32, autonomous navigation, sensor data processing*

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN ORISINALITAS.....</b>	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI) .....</b>	<b>iii</b>
<b>MOTO PRIBADI .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>I BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>I-1</b>
I.1 Latar Belakang .....	I-1
I.2 Rumusan Masalah .....	I-3
I.3 Batasan Masalah.....	I-3
I.4 Tujuan dan Manfaat .....	I-3
I.5 Sistematika Penulisan .....	I-4
<b>II BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>II-1</b>
II.1 Tinjauan Teori.....	II-1
II.1.1 Implementasi Posisi .....	II-1
II.1.2 Navigasi Otomatis.....	II-1
II.1.3 Sensor <i>Time of Flight</i> (ToF).....	II-2
II.1.4 Mikrokontroler STM32F411CEU6.....	II-3
II.1.5 Jetson Nano .....	II-4
II.1.6 Robot <i>Hexapod</i> .....	II-4
II.1.7 Kinematika Robot <i>Hexapod</i> .....	II-5
II.1.8 Python .....	II-6
II.1.9 Visual Studio Code .....	II-6
II.1.10 Sistem Oprasi Ubuntu .....	II-7
II.2 Tinjauan Alat.....	II-8
II.2.1 Sensor <i>Time Of Flight</i> .....	II-8
II.2.2 Mikrokontroler STM32F411CEU6 Black Pill.....	II-10

II.2.3	NVIDIA Jetson Nano Developer Kit .....	II-11
II.2.4	USB to Dynamixel Converter (U2D2).....	II-13
II.2.5	Servo Dynamixel AX-18A.....	II-14
II.2.6	Baterai LiPo 3S 11.1V 2200mAh .....	II-16
II.2.7	Robot SAR Polman .....	II-17
II.3	Studi Penelitian Terdahulu.....	II-17
<b>III</b>	<b>BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH.....</b>	<b>III-1</b>
III.1	Metode Penyelesaian Masalah .....	III-1
III.1.1	<i>Requirement List</i> .....	III-2
III.1.2	<i>System Design</i> .....	III-5
III.1.3	<i>Domain-specific design</i> .....	III-9
III.1.4	<i>System Integration</i> .....	III-14
III.1.5	<i>Verivication/Validation</i> .....	III-16
III.1.6	<i>Modelling and Model Analysis</i> .....	III-18
III.1.7	<i>Product</i> .....	III-20
III.2	Implementasi Studi Kasus.....	III-20
<b>IV</b>	<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>IV-1</b>
IV.1	Hasil Perancangan Sistem .....	IV-1
IV.1.1	Sistem Mekanik.....	IV-1
IV.1.2	Sistem Elektrik .....	IV-1
IV.1.3	Sistem Informatika .....	IV-3
IV.1.4	Integrasi Sistem.....	IV-5
IV.2	Hasil Implementasi Sistem.....	IV-7
IV.2.1	Pengujian Akurasi Sensor <i>Time of Flight</i> .....	IV-7
IV.2.2	Pengujian Navigasi Otonom .....	IV-11
<b>V</b>	<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>xv</b>
V.1	Kesimpulan .....	xv
V.2	Saran.....	xv
	<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>xvi</b>
	<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>xxii</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Spesifikasi sensor VL53L0X V2.....	II-9
Tabel II. 2 Spesifikasi STM32 .....	II-10
Tabel II. 3 Spesifikasi Jetson Nano Development Kit[44] .....	II-12
Tabel II. 4 Spesifikasi U2D2[46] .....	II-13
Tabel II. 5 Spesifikasi servo Dynamixel AX-18A[47] .....	II-15
Tabel II. 6 Spesifikasi baterai LiPo 3S .....	II-16
Tabel II. 7 Penelitian terdahulu.....	II-18
Tabel III. 1 <i>Requirement List</i> .....	III-2
Tabel III. 2 <i>Verification/Validation</i> alat.....	III-17
Tabel IV. 1 Tabel <i>verification/validation</i> hasil pengembangan rancangan sistem .....	IV-5
Tabel IV. 2 Pengujian Akurasi Sensor Depan .....	IV-7
Tabel IV. 3 Pengujian Akurasi Sensor Belakang.....	IV-7
Tabel IV. 4 Pengujian Akurasi Sensor Kanan Depan .....	IV-8
Tabel IV. 5 Pengujian Akurasi Sensor Kanan Tengah .....	IV-8
Tabel IV. 6 Pengujian Akurasi Sensor Kanan Belakang .....	IV-9
Tabel IV. 7 Pengujian Akurasi Sensor Kiri Depan .....	IV-9
Tabel IV. 8 Pengujian Akurasi Sensor Kiri Tengah .....	IV-10
Tabel IV. 9 Pengujian Akurasi Sensor Kiri Belakang .....	IV-10
Tabel IV. 10 Pengujian Akurasi Sensor setelah Kalibrasi .....	IV-11
Tabel IV. 11 Pengujian navigasi otomatis pada arena .....	IV-12

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Prinsip kerja sensor ToF .....	II-3
Gambar II. 2 Logo Python[35].....	II-6
Gambar II. 3 Logo VS Code[36].....	II-7
Gambar II. 4 Logo Ubuntu[37] .....	II-8
Gambar II. 5 Sensor VL53L0X V2.....	II-9
Gambar II. 6 STM32F411CEU6.....	II-10
Gambar II. 7 Jetson Nano Development Kit [43] .....	II-11
Gambar II. 8 U2D2[46].....	II-13
Gambar II. 9 Servo Dynamixel AX-18A[47] .....	II-15
Gambar II. 10 LiPo Baterai 3S.....	II-16
Gambar II. 11 Robot SAR Polman .....	II-17
Gambar III. 1 VDI 2206 V Model[54].....	III-1
Gambar III. 2 <i>Overall Function</i> berdasarkan VDI 2206 V Model .....	III-6
Gambar III. 3 Gambaran Umum Robot <i>Hexapod</i> .....	III-7
Gambar III. 4 Gambaran umum sistem.....	III-7
Gambar III. 5 Gambaran mekanikal robot .....	III-9
Gambar III. 6 Wiring diagram elektrik .....	III-11
Gambar III. 7 <i>Flowchart</i> program navigasi <i>otonom</i> .....	III-13
Gambar III. 8 Integrasi Sistem .....	III-15
Gambar III. 9 Blok Diagram Sistem .....	III-19
Gambar III. 10 Desain arena pengujian .....	III-20
Gambar III. 11 Drawing 2D arena .....	III-21
Gambar IV. 1 Tampilan Atas Robot <i>Hexapod</i> .....	IV-1
Gambar IV. 2 Hasil <i>wiring</i> sensor ToF .....	IV-2
Gambar IV. 3 <i>Wiring main processing unit</i> robot <i>hexapod</i> .....	IV-2
Gambar IV. 4 Tata letak sensor ToF .....	IV-3
Gambar IV. 5 Tampilan <i>serial monitor</i> sensor ToF.....	IV-3
Gambar IV. 6 Tampilan UI sistem monitoring pembacaan data posisi dan <i>state</i> navigasi .....	IV-4
Gambar IV. 7 Arena pengujian .....	IV-12

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pengujian sensor sebelum kalibrasi .....	xxii
Lampiran 2 Pengambilan data sensor pada setiap step di arena(step 1-7).....	xxiii
Lampiran 3 Drawing 2D bracket sensor .....	xxiii
Lampiran 4 Program sensor ToF.....	xxiv

## DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

$I$  = arus listrik [*Ampere*]

$t$  = waktu [detik]

$d$  : Jarak antara sensor dan objek, meter ( $m$ )

$c$  : Kecepatan rambat cahaya, meter per detik ( $m/s$ )

ToF= sensor *Time of Flight*

I2C=*Inter-Integrated Circuit*

UART=*Universal Asynchronous Receiver Transmitter*

TTL= *Transistor-Transistor Logic*

USB=*Universal Serial Bus*

PID=*Proporsional Integral Derivative*

SLAM= *Simultaneous Localization and Mapping*

LiDAR= *Light Detection and Ranging*

CPU=*Central Processing Unit*

ROS=*Robot Oprating System*

DRL= *Deep Reinforcement Learning*

DOF=*Degree Of Freedom*

DWA= *Dynamic Window Approach*

PLA=*Polylactic Acid*

ABS=*Acrylonitrile Butadinene Styrene*

SCL=*Serial Clock Line*

SDA=*Serial Data Line*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1 Latar Belakang

Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) di era revolusi industri 4.0 memegang peranan krusial dalam berbagai aspek kehidupan manusia, kemajuan teknologi mendorong perubahan signifikan dari pendekatan metode tradisional menuju metode yang lebih modern[1]. Salah satu inovasi teknologi yang meningkat pesat adalah di bidang robotik, beragam robot di rancang untuk memudahkan dan menawarkan solusi pada berbagai permasalahan dan tantangan yang ada di kehidupan manusia[2]. Untuk mewadahi inovasi dan rekayasa dibidang robotik, Pusat Prestasi Nasional (Puspresnas) menyelenggarakan ajang kompetisi bergengsi Kontes Robot Indonesia (KRI). KRI mempertandingkan 7 divisi yang salah satunya yaitu KRSRI (Kontes Robot SAR Indonesia)[3][4]. KRSRI berfokus pada pengujian kemampuan robot dalam menjalankan misi pencarian dan penyelamatan bencana yang sering terjadi di Indonesia, khususnya yang terjadi di Cianjur pada akhir November 2022 dengan menghadapi berbagai rintangan yang merepresentasikan kondisi pasca bencana gempa dan menyelamatkan objek area tertentu dan membawanya ke zona aman (*safety zone*) yang telah ditentukan[5].

Sensor ToF adalah teknologi pengukur jarak berbasis cahaya yang bekerja dengan mengukur waktu tempuh cahaya inframerah dari sensor ke objek dan kembali ke penerima. Prinsip kerja ini memungkinkan sensor ToF mendeteksi jarak dengan tingkat presisi tinggi dan waktu respon yang sangat cepat, menjadikannya cocok untuk aplikasi robotik seperti penghindaran rintangan, pemetaan lingkungan, dan navigasi otonom[6]. Salah satu sensor ToF yang banyak digunakan dalam penelitian robotik adalah VL53L0X, yang memiliki keunggulan dalam bentuk yang ringkas, konsumsi daya rendah, serta akurasi pengukuran hingga  $\pm 1$  mm dalam jarak 30 mm hingga 2 m tergantung kondisi pencahayaan[7]. Sensor ini bekerja menggunakan metode single photon avalanche diode (SPAD) untuk menghitung waktu tempuh pulsa cahaya dengan presisi mikrodetik[8].

Keunggulan ToF dibandingkan sensor jarak konvensional seperti ultrasonik atau inframerah terletak pada kemampuannya menghasilkan data jarak secara langsung (*absolute distance*) tanpa memerlukan intensitas cahaya pantulan. Penelitian oleh Zhang et al. (2020) menunjukkan bahwa sistem navigasi robot berbasis ToF memiliki tingkat keberhasilan lebih tinggi dalam mendeteksi rintangan kecil atau permukaan gelap dibandingkan sensor ultrasonik pada lingkungan dalam ruang[9]. Selain itu, integrasi ToF dengan mikrokontroler seperti STM32 mampu memberikan performa pembacaan *real-time* melalui protokol I2C atau UART, tanpa membebani sistem komputasi utama[10]. Dalam konteks robot *hexapod* untuk misi pencarian dan penyelamatan, penggunaan sensor ToF memberikan beberapa keuntungan. Pertama, robot dapat mendeteksi rintangan pada semua arah dengan memasang beberapa sensor ToF di sekeliling tubuh robot. Kedua, sensor ToF dapat memberikan data jarak yang stabil bahkan dalam kondisi minim cahaya atau medan tidak terstruktur. Ketiga, data jarak dari ToF dapat digunakan untuk melakukan pemetaan lokal (*local mapping*) dan navigasi adaptif secara *real-time* menggunakan sistem seperti Jetson Nano atau Raspberry Pi yang menjalankan middleware ROS (*Robot Operating System*)[11].

Penelitian oleh Caroleo et al. (2025) mengembangkan sistem pelokalan berbasis sensor ToF miniatur yang terdistribusi pada robot lunak, dengan hasil bahwa robot dapat melakukan pelokalan secara efektif meskipun terdapat ketidakpastian pada pengukuran jarak, menunjukkan potensi besar sensor ToF dalam sistem navigasi robot berbasis medan deformasi[12]. Sementara itu, studi oleh Dahmani et al. (2019) menggunakan sensor VL53L0X untuk deteksi lingkungan dalam ruangan dan menunjukkan bahwa sensor ini mampu memberikan akurasi jarak yang cukup baik untuk kebutuhan navigasi dan penghindaran rintangan, meskipun dalam kondisi pencahayaan yang bervariasi[13]. Di sisi lain, tinjauan sistematis oleh Yang et al. (2022) membahas pemanfaatan LiDAR 3D berbasis ToF pada robot *mobile*, dengan fokus pada kemampuan deteksi objek, pelokalan, dan otonomi jangka panjang. Studi tersebut menyoroti efektivitas ToF dalam menangani tantangan seperti oklusi, perubahan orientasi objek, dan kondisi cahaya rendah yang umum terjadi pada lingkungan bencana[14].

Berdasarkan studi terdahulu, integrasi sensor ToF dalam sistem navigasi robot *hexapod* dinilai sangat potensial dalam meningkatkan akurasi deteksi lingkungan, efisiensi pergerakan, dan kecepatan respons sistem. Penelitian ini mengusulkan penggunaan beberapa sensor ToF yang dihubungkan ke mikrokontroler STM32F411CEU6 sebagai antarmuka awal, yang kemudian diproses lebih lanjut oleh Jetson Nano menggunakan algoritma pemetaan sederhana agar robot dapat menavigasi lingkungan bencana secara otonom.

## **I.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, maka didapatkan beberapa rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana mengintegrasikan sensor ToF pada robot *Hexapod*?
2. Bagaimana mengimplementasikan sensor ToF untuk pemosisian robot *Hexapod*?
3. Bagaimana mengimplementasi sistem pemosisian berbasis sensor ToF untuk navigasi otonom robot *Hexapod*?

## **I.3 Batasan Masalah**

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

1. Penelitian ini hanya membahas mengenai sistem navigasi yang diuji dalam lingkungan simulasi indoor dalam bentuk *maze*.
2. Akuisisi data sensor ToF dijalankan pada mikrokontroler.
3. Sistem pemrosesan utama pada robot *hexapod* berupa *mini PC*.
4. Rute pengujian navigasi disesuaikan dengan area yang sudah ditentukan.

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

Berdasarkan rumusan masalah dan batasan masalah yang telah ditentukan, maka tujuan pada penelitian ini yaitu:

1. Mengintegrasikan penggunaan sensor ToF pada robot *Hexapod*.
2. Mengimplementasikan *array* sensor ToF untuk pemosisian berbasis pendeteksian jarak pada robot *Hexapod*.
3. Merancang dan mengimplementasikan sistem navigasi otomatis berbasis sensor ToF pada robot *hexapod*.

Manfaat pada penelitian ini yaitu:

1. Sebagai pengembangan sistem robot *Hexapod* yang dimiliki kampus Politeknik Manufaktur Bandung.
2. Digunakan sebagai landasan pengembangan untuk keikutsertaan dalam kompetisi robotika terkait robot *Hexapod*.
3. Bagi dunia akademik, penelitian ini dapat menjadi referensi dalam pengembangan sistem robot SAR berbasis sensor dan mikrokontroler.
4. Bagi masyarakat luas, penelitian ini menjadi salah satu kontribusi terhadap pengembangan teknologi penyelamatan bencana yang dapat dikembangkan lebih lanjut untuk implementasi nyata.

### **I.5 Sistematika Penulisan**

Sistematika proposal 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 METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH**, berisi langkah-langkah penyelesaian tugas akhir berupa gambaran umum sistem serta perancangan sistem.

**BAB IV BIAYA DAN JADWAL KEGIATAN**, berisi rancangan jadwal kegiatan TA dan rincian anggaran biaya untuk penyelesaian TA.