

**Sistem Navigasi *Robot Hexa-legged SAR* menggunakan sensor
LiDAR dengan metode *SLAM***

Tugas Akhir

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

Oleh

Naufaldo

219441020



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

2023

➤ **LEMBAR PENGESAHAN**

Tugas Akhir yang berjudul:

**Sistem Navigasi *Robot Hexa-legged SAR* menggunakan sensor
LiDAR dengan metode *SLAM***

Oleh:

Naufaldo

219441020

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

Bandung, 15 Agustus 2023

Disetujui,

Pembimbing I,



Dr. Aris Budivarto, S.T., M.T.
NIP. 197012301995121001

Pembimbing II,



Sarosa Castrena Abadi, S.Pd., M.T.
NIP. 198702252020121001

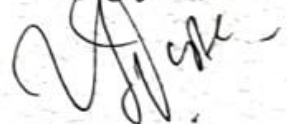
Disahkan,

Penguji II,



Hadi Supriyanto, S.T., M.T.
NIP. 196911081993031002

Penguji III,



**Wahyudi Purnomo, S.T.,
M.T.**
NIP. 196911081993031002

Ketua Penguji,



**Adhitya Sumardi Sunarya,
S.Si., M.Si.**
NIP. 198110052009121005

➤ PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama	:	Naufaldo
NIM	:	219441020
Jurusan	:	Teknik Otomasi Manufaktur Dan Mekatronika
Program Studi	:	Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi	:	Diploma 4
Jenis Karya	:	Tugas Akhir
Judul Karya	:	Sistem Navigasi <i>Robot Hexa-legged SAR</i> menggunakan sensor <i>LiDAR</i> dengan metode <i>SLAM</i>

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 : 15 Agustus 2023
Yang Menyatakan,

(Naufaldo)
NIM 219441020

➤ **PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)**

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

Nama	:	Naufaldo
NIM	:	219441020
Jurusan	:	Teknik Otomasi Manufaktur Dan Mekatronika
Program Studi	:	Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi	:	Diploma 4
Jenis Karya	:	Tugas Akhir
Judul Karya	:	Sistem Navigasi <i>Robot Hexa-legged SAR</i> menggunakan sensor <i>LiDAR</i> dengan metode <i>SLAM</i>

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 Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif 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 : 15 Agustus 2023
Yang Menyatakan,

(Naufaldo)
NIM 219441020

➤ **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: “Sistem Navigasi *Robot Hexa-legged SAR* menggunakan sensor *LiDAR* dengan metode *SLAM*”.

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.

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 Mohammad Nurdin
2. Ketua Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika, Bapak Ismail Rokhim, S.T, M.T
3. Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi, Ibu Nuryanti, ST. M Sc.
4. Para Pembimbing tugas akhir Bapak Dr. Aris Budiarto, S.T., M.T., dan Bapak Sarosa Castrena Abadi, S.Pd.,M.T..
5. Para Penguji sidang tugas akhir Bapak Adhitya Sumardi Sunarya, S.Si., M.Si, Bapak Hadi Supriyanto, S.T., M.T, dan Bapak Wahyudi Purnomo, S.T., M.T
6. Panitia tugas akhir yang dihormati.

7. Teristimewa kepada Orang Tua penulis Ibu Dyan Kris dan Bapak Drs. Wirnando yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Untuk kakak dan adik saya yang telah membantu dalam penulisan dan pengerjaan tugas akhir ini
9. Buat sahabat – sahabat saya yang selalu memberi support dan semangat dalam 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. Aamiiin Ya Robbal Alamin.

Bandung, Agustus 2023

Penulis

➤ ABSTRAK

Penelitian ini mengusulkan sistem navigasi otonom untuk hexapod, jenis robot dengan potensi dalam penyelamatan di lingkungan kompleks. Sistem diuji di simulasi dengan tiga kondisi lingkungan: berbatu, lantai retak, dan bidang miring. Menggunakan sensor *LiDAR* dan metode *Simultaneous Localization and Mapping (SLAM)*, robot dapat mengenali posisi dan membangun peta lingkungan. Implementasi dilakukan melalui *Robot Operating System (ROS)*. Hasil penelitian berhasil menerapkan sistem navigasi dan pemetaan menggunakan *hector_slam*. Pemetaan *LiDAR* menunjukkan akurasi yang memadai, rata-rata error 0.21% untuk pemetaan umum dan 5.34% untuk lingkaran. Selama navigasi dengan jarak maksimal 2 meter, sistem mencapai akurasi yang baik dengan rata-rata error 1.2% pada sumbu x dan 0.011% pada sumbu y saat bergerak lurus. Repeatibilitas sistem navigasi telah meningkat dan menunjukkan hasil yang dapat diandalkan. Pengulangan pergerakan menuju titik awal menghasilkan rata-rata error 4.33 cm pada sumbu x dan 0.5 cm pada sumbu y. Pengujian di arena dengan berbagai rintangan, seperti jalan retak, bidang miring, batu, dan kelereng, mengindikasikan keberhasilan robot melewati hambatan dan mencapai tujuan. Meskipun demikian, pada pengujian kedua, robot mengalami kesulitan mencapai target ketiga karena keterbatasan *hardware*, terutama *CPU Raspberry Pi 4* yang mencapai penggunaan hingga 97% selama navigasi.

Kata kunci: Navigasi, *SLAM*, ROS, Hexapod, Robotika

➤ ABSTRACT

This study proposes an autonomous navigation system for a hexapod, a type of robot with potential for use in complex environments, particularly in search and rescue missions. The system is tested in simulation under three environmental conditions: rocky terrain, cracked floor, and inclined surfaces. By utilizing LiDAR sensors and the Simultaneous Localization and Mapping (SLAM) technique, the robot is capable of recognizing its position and constructing an environmental map. The implementation is carried out through the Robot Operating System (ROS). The research results successfully apply the navigation and mapping system using hector_slam. LiDAR mapping demonstrates adequate accuracy, with an average error of 0.21% for general mapping and 5.34% for circular mapping. During navigation within a maximum range of 2 meters, the system achieves good accuracy, with an average error of 1.2% on the x-axis and 0.011% on the y-axis when moving straight. The repeatability of the navigation system has improved, yielding reliable outcomes. Repeated movement to the starting point yields an average error of 4.33 cm on the x-axis and 0.5 cm on the y-axis. Testing in an arena with various obstacles, such as cracked paths, inclined surfaces, rocks, and marbles, indicates the robot's success in maneuvering past obstructions and reaching its destination. However, in the second test, the robot encountered difficulty reaching the third target due to hardware limitations, primarily the Raspberry Pi 4 CPU, which reached usage levels of up to 97% during navigation.

Keywords: Navigasi, SLAM, ROS, Hexapod, Robotics

➤ DAFTAR ISI

➤	LEMBAR PENGESAHAN	i
➤	PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
➤	PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)	iii
➤	MOTO PRIBADI.....	iv
➤	KATA PENGANTAR.....	v
➤	ABSTRAK	vii
➤	ABSTRACT	viii
➤	DAFTAR ISI	ix
➤	DAFTAR TABEL	xiii
➤	DAFTAR GAMBAR.....	xiv
➤	DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
➤	DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN.....	xvii
I	BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1	Latar Belakang	1
I.2	Rumusan Masalah	2
I.3	Batasan Masalah.....	3
I.4	Tujuan dan Manfaat.....	3
I.5	Sistematika Penulisan.....	3
II	BAB II TINJAUAN PUSTAKA	1
II.1	Tinjauan Teori	1
II.1.1	Sistem Navigasi Otonom	1
II.1.1.1	Lokalisasi dan Pemetaan	1
II.1.1.1.1	Lokalisasi.....	1
II.1.1.1.2	Pemetaan	2

II.1.1.2	<i>Path, trajectory, and motion planning</i>	3
II.1.1.3	<i>Obstacle avoidance</i>	4
II.1.2	<i>Sistem Mapping SLAM</i>	4
II.1.2.1	<i>Gmapping</i>	5
II.1.2.2	<i>Hector_SLAM</i>	5
II.1.2.3	<i>Cartographer</i>	6
II.2	<i>Tinjauan Alat</i>	7
I.1.1	Robot SAR Polman	7
II.1.1	Raspberry Pi 4	7
II.1.2	RPLIDAR A1	9
II.1.3	Dynamixel U2D2	12
II.1.4	Yahboom 10-Axis IMU Module	12
II.1.5	Hexapod	13
II.1.6	ROS	14
II.3	Studi Penelitian Terdahulu	15
III	BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH	1
III.1	Gambaran Umum Sistem	3
III.1.1	Konstruksi Perangkat Mekanik	3
III.1.1	Konstruksi Perangkat Elektrik	6
III.3	Sistem Gerakan Kaki	7
III.4	Sistem Mapping	8
III.4.1	<i>Map access</i>	9
III.4.2	<i>Scan Matching</i>	10
III.4.3	Sambungan Node <i>Hector_SLAM</i>	11
III.4.4	Penjelasan Node <i>Hector_SLAM</i>	12
III.5	Sistem Navigasi	13

III.5.1	Flowchart Sistem Navigasi	15
III.5.2	Transform ROS.....	16
III.5.3	Global Planner	17
III.5.4	Local Planner	17
III.5.5	<i>Global Costmap</i>	17
III.5.6	<i>Local Costmap</i>	17
III.5.7	Setting Parameter Navstack.....	18
III.5.7.1	<i>Local Costmap</i>	18
III.5.7.2	<i>Base Local Planner</i>	20
III.5.7.3	Global Costmap.....	21
III.5.7.4	Costmap Common Param	22
III.5.8	Sistem Grafik Komunikasi Antar Node Pada Program Navigasi	24
III.5.9	Penjelasan Sambungan Node sistem Navigasi	25
III.6	Implementasi Studi Kasus	27
IV	BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	1
IV.1.1	Pengujian Jarak Sensor <i>LiDAR</i>	1
IV.2	Pengujian Gerakan Kaki	5
IV.3	Pengujian Hasil <i>Mapping</i>	7
IV.3.1	Pengujian Hasil <i>Mapping</i> tanpa <i>Obstacle</i>	7
IV.3.2	Pengujian Hasil <i>Mapping</i> dengan 1 <i>Obstacle</i> Lingkaran	8
IV.3.3	Pengujian Hasil <i>Mapping</i> dengan 2 <i>Obstacle</i>	8
IV.4	Pengujian Hasil Navigasi.....	9
IV.4.1	Pengujian Akurasi navigasi	10
IV.4.2	Pengujian Repeatibilitas navigasi	10
IV.4.3	Pengujian Implementasi Navigasi pada Arena dengan sistem utama. 11	
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	1

V.1	KESIMPULAN	1
V.2	SARAN	1
➤	DAFTAR PUSTAKA.....	i
➤	LAMPIRAN	iv
1	Setting Parameter Navigasi	iv
2	Skematik Robot.....	viii
3	Layout Board PCB Robot	xi

➤ DAFTAR TABEL

Tabel 1. Spesifikasi Raspberry pi 4.....	II-8
Tabel 2. Penelitian terdahulu.....	II-15
Tabel 3 Spesifikasi Robot.....	III-4
Tabel 4 Pengukuran sensor sudut 360.....	IV-2
Tabel 5 Pengukuran sensor sudut 180.....	IV-2
Tabel 6 Pengukuran sensor sudut 0.....	IV-3
Tabel 7 Pengukuran sensor sudut 540.....	IV-4
Tabel 8 Hasil Pengujian Gerak kaki Translasi	IV-5
Tabel 9 Hasil Pengujian gerak Rotasi	IV-6
Tabel 10 Hasil Pengujian Hasil <i>Mapping</i> tanpa <i>obstacle</i>	IV-8
Tabel 11 Hasil Pengujian Mapping dengan 1 obstacle.....	IV-8
Tabel 12 Hasil Pengujian Mapping dengan 2 onstacle	IV-9
Tabel 13 Hasil Pengujian Akurasi Navigasi.....	IV-10
Tabel 14 Hasil Pengujian Repeatibilitas Navigasi	IV-10
Tabel 15 Hasil Pengujian Implementasi.....	IV-12

➤ DAFTAR GAMBAR

Gambar I-1.	Studi kasus arena untuk KRSRI 2023	I-1
Gambar I-2	Rute Pergerakan Robot untuk studi kasus arena KRSRI 2023	I-2
Gambar II-1	Hasil Pemetaan basing masing SLAM	II-5
Gambar II-2	Hasil Cartograper	II-6
Gambar II-3	Konstruksi Robot SAR Polman 2021	II-7
Gambar II-4	Raspberry pi 4	II-8
Gambar II-5	RPLIDAR A1 Development Kit	II-9
Gambar II-6	Gambar Cara Kerja Lidar	II-10
Gambar II-7	Output data RPLidar A1	II-10
Gambar II-8	Frame Lidar pada program ROS	II-11
Gambar II-9	Hasil Scanning Lidar	II-11
Gambar II-10	Dynamixel U2D2 sebagai Komunikasi Dynamixel dan PC	II-12
Gambar II-11	Cara Dynamixel Berkomunikasi	II-12
Gambar II-12	Yahboom 10-Axis IMU Module	II-13
Gambar III-1	Gambar Flowchart Penelitian Pembuatan Sistem Navigasi Robot Hexa-legged Penyelamat menggunakan sensor <i>LiDAR</i> dengan metode <i>SLAM</i>	III-2
Gambar III-2	Konstruksi Robot	III-4
Gambar III-3	Dimensi Panjang dan Lebar robot	III-5
Gambar III-4	Dimensi Tinggi Robot	III-5
Gambar III-5	Rangkaian Tenaga Robot	III-6
Gambar III-6	Rangkaian Kendali Robot	III-6
Gambar III-7	Struktur kaki robot	III-7
Gambar III-8	Pola Gait Robot Hexapod	III-8
Gambar III-9	Block Diagram sistem Hetero <i>SLAM</i>	III-8
Gambar III-10	Sambungan Node <i>Hector_SLAM</i> dengan Teleop keyboard	III-11
Gambar III-11	Arsitektur Sistem Navstack	III-14
Gambar III-12	Flowchart Navigasi	III-15
Gambar III-13	Hubungan Transform Koordinat pada <i>Navstack_ROS</i>	III-16
Gambar III-14	Gambar Komunikasi Antar Node <i>Navstack_Pub</i>	III-24
Gambar III-15	Arena Studi Kasus KRI 2023	III-27

Gambar IV-1 Pengujian Jarak sesnor <i>LiDAR</i>	IV-1
Gambar IV-2 Pengujian Sensor sudut 360	IV-1
Gambar IV-3 Pengujian Sensor sudut 180	IV-2
Gambar IV-4 Pengujian Sensor sudut 0	IV-3
Gambar IV-5 Pengujian sensor sudut 540.....	IV-4
Gambar IV-6 Pengujian Gerakan Kaki	IV-5
Gambar IV-7 Pengujian <i>Mapping</i> tanpa <i>obstacle</i>	IV-7
Gambar IV-8 Pengujian Hasil <i>mapping</i> dengan 1 <i>obstacle</i>	IV-8
Gambar IV-9 Pengujian Hasil <i>Mapping</i> dengan 2 <i>obstacle</i>	IV-9
Gambar IV-10 Percobaan sistem navigasi	IV-9
Gambar IV-11 Pengujian Implementasi Jalur	IV-11
Gambar IV-12 Pengujian Implementasi.....	IV-11

➤ DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Setting Parameter Navigasi

Lampiran 2 Skematik Robot

Lampiran 3 Layout Board PCB Robot

➤ DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

d = Jarak antar sensor dan objek yang diukur

c = Kecepatan cahaya (3×10^8 m/s)

t = Waktu tempuh sinyal

t = waktu [detik]

s = second (detik)

ξ = *rigid body transformation*

$S_i(\xi)$ = Koordinat Dunia

Θ = nilai sudut

ROS = Robot Operating System

IMU = Initial Measurement Unit

SLAM = Simultaneous Localization and Mapping

Amcl = Adaptive Monte Carlo Localization

BAB I

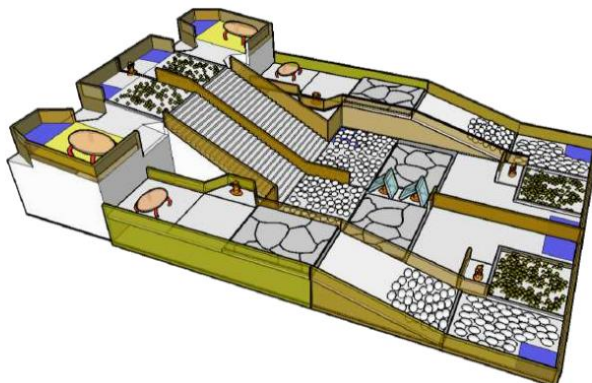
PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Robot berkaki enam merupakan robot berkaki enam yang banyak mendapat perhatian dalam beberapa dekade terakhir, robot berkaki enam memiliki morfologi kaki yang didasari oleh makhluk biologis sehingga robot itu sendiri dapat lebih mudah beradaptasi dengan berbagai kondisi medan yang kompleks [1]–[5], selain itu robot berkaki enam juga lebih stabil dibandingkan dengan robot berkaki empat saat berjalan dan menggunakan teknik berjalan statis dibandingkan dengan teknik berjalan dinamis sehingga dapat mengurangi kompleksitas kontrol [6].

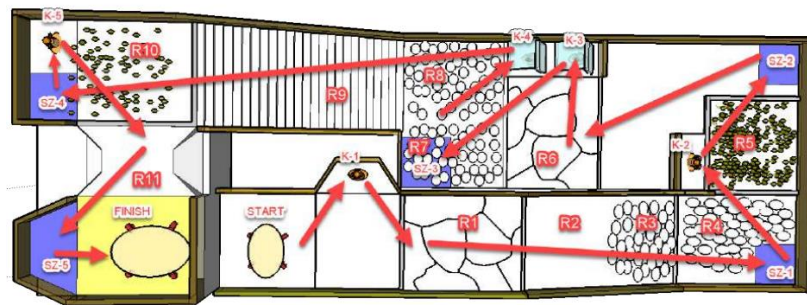
Robot SAR adalah sebuah jenis robot yang selalu dilombakan di dalam Kontes Robot Indonesia (KRI), dengan bidang lomba Kontes Robot SAR Indonesia (KRSRI), yang sebelumnya memiliki nama Kontes Robot Pemadam Api Indonesia (KRPAI).[7] Pada kontes robot ini robot yang digunakan adalah jenis robot berkaki, yang memiliki tugas untuk mencari ruangan yang memiliki api, dan juga memadamkannya. Selain itu melakukan penyelamatan korban yang berada di dekat titik api kemudian meletakkannya ke tempat yang aman (*Safe Zone*).

Studi kasus yang digunakan untuk robot pencarian dan penyelamatan pada penelitian ini didasarkan pada Kontes Robot Indonesia (KRI 2023) dengan cabang lomba Kontes Robot SAR Indonesia (KRSRI) yang menggunakan simulasi medan yang terkena dampak gempa bumi dengan beberapa jebakan yang disimulasikan seperti area berbatuan, jebakan lumpur, lantai retak, tangga dan bidang miring [8].



Gambar I-1. Studi kasus arena untuk KRSRI 2023

Alasan studi kasus tersebut dibuat karena mensimulasikan kondisi pasca gempa yang terjadi di Cianjur pada November 2022. Sehingga meskipun kita tidak langsung mengarahkan robot saat kecelakaan terjadi, kita dapat mensimulasikan bencana tersebut sehingga di masa depan robot mungkin dapat dikerahkan dalam kondisi nyata saat bencana terjadi[8].



Gambar I-2 Rute Pergerakan Robot untuk studik asus arena KRSRI 2023

Untuk membuat robot dapat melakukan kegiatan pencarian dan penyelamatan maka akan digunakan sebuah sistem navigasi otonom. Sistem navigasi otonom adalah sebuah sistem bagi robot untuk bergerak dari satu tempat ke tempat lain baik yang sudah diketahui maupun yang belum diketahui, sehingga robot membutuhkan sebuah persepsi seperti sensor, lokalisasi agar robot mengetahui posisinya, pengenalan agar robot dapat mengambil keputusan sendiri untuk mencapai tujuannya dan kontrol gerak agar robot dapat mengirimkan keputusan tersebut ke aktuator untuk menggerakkan dirinya sendiri [6], [9]–[11].

Salah satu cara untuk robot mengetahui posisi dirinya sebelum melakukan navigasi adalah dengan metode *SLAM* (*simultaneous Localization and Mapping*) dimana robot akan menggunakan sensor *LiDAR*, untuk menentukan dimana posisi robot berada dan melakukan pembuatan jalur untuk navigasi[6], [12]–[16].Metode ini diharapkan akan lebih memudahkan untuk memecahkan studi kasus ini dibanding metode Gerakan sekuensial.

I.2 Rumusan Masalah

Berikut adalah rumusan masalah untuk robot Penyelamat :

1. Bagaimana navigasi dengan *SLAM* dengan menggunakan *LiDAR* pada robot berkaki ?
2. Bagaimana hasil pemetaan *Hector_Slam* pada sistem navigasi ?

3. Bagaimana keandalan sistem navigasi pada robot berkaki ?

I.3 Batasan Masalah

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

1. Sensor yang digunakan Lidar dengan bantuan sensor IMU
2. *Environment* sistem menggunakan Ubuntu server 20.04 *min-GUI* dengan ROS Noetic
3. Robot dapat bergerak hingga menuju korban 2 pada implementasi di arena.

I.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari pembuatan Tugas Akhir ini adalah :

1. Menerapkan sistem navigasi pada robot berkaki.
2. Menerapkan *hector_slam* sebagai pembuatan map pada sistem navigasi.
3. Menentukan keandalan sistem navigasi pada robot berkaki.

Manfaat Pembuatan Tugas Akhir ini adalah:

1. Sebagai Perkembangan Robot Berkaki yang dimiliki Polman.
2. Digunakan Sebagai Robot yang dapat dilombakan Pada Kontes Robot SAR Indonesia.

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 HASIL DAN PEMBAHASAN, berisi jawaban permasalahan yang dirumuskan, dan penjelasan mengenai hasil-hasil percobaan TA.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN, berisi kesimpulan hasil dan saran saran yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya.