

**Distribusi Beban Komputasi pada Sistem Pemetaan SLAM
Gmapping untuk *Three Omnidirectional Wheel Mobile Robot*
Berbasis Dual-Komputer di Perpustakaan**

Tugas Akhir

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

oleh

Irham Kunhadi Nurcahyo

220341009



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

2024

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

**Distribusi Beban Komputasi pada Sistem Pemetaan SLAM
Gmapping untuk *Three Omnidirectional Wheel Mobile Robot*
Berbasis Dual-Komputer di Perpustakaan**

Oleh:

Irham Kunhadi Nurcahyo

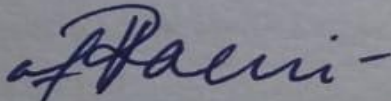
220341009

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

Bandung, 07 Januari 2025

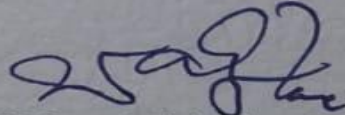
Disetujui,

Pembimbing I,



Dr. Eng. Pipit Anggraeni, S.T., M.T.,
M.Sc. Eng.
NIP 197908242005012001

Pembimbing II,



Wahyu Adhie Candra, S.T., M.Sc.
NIP 197701092023211004

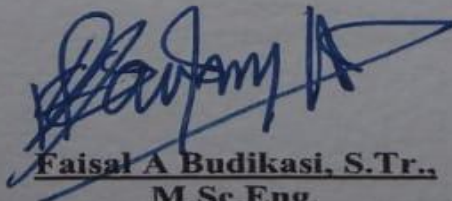
Disahkan,

Penguji I,



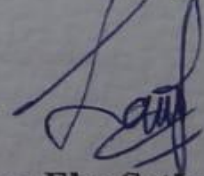
Dr. Setyawan Ajie
Sukarno, S.ST., M.T.,
M.Sc. Eng. Tech.
NIP 198004282008101001

Penguji II,



Faisal A Budikasi, S.Tr.,
M.Sc. Eng.
NRP 223411001

Penguji III,



Aan Eko Setiawan, S.T.,
M.T.
NIP 199306082024061002

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Irham Kunhadi Nurcahyo
NIM : 220341009
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknik Rekayasa Mekatronika
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Distribusi Beban Komputasi pada Sistem Pemetaan
SLAM *Gmapping* untuk *Three Omnidirectional Wheel*
Mobile Robot Berbasis Dual-Komputer di
Perpustakaan

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 : 07 – 01 – 2024
Yang Menyatakan,

(Irham Kunhadi Nurcahyo)
NIM 220341009

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

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

Nama : Irham Kunhadi Nurcahyo
NIM : 220341009
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknik Rekayasa Mekatronika
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Distribusi Beban Komputasi pada Sistem Pemetaan
SLAM *Gmapping* untuk *Three Omnidirectional Wheel*
Mobile Robot Berbasis Dual-Komputer di Perpustakaan

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 : 07 – 01 – 2024

Yang Menyatakan,

(Irham Kunhadi Nurcahyo)

NIM 220341009

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 yang saya pilih ini saya yakin akan sangat bermanfaat bagi saya terutama dan umumnya bagi kampus beserta civitasnya. Tidak peduli jika saya kurang pengalaman dalam menghadapinya dan seberapa sulitnya akan saya hadapi ataupun jika pahitnya saya tertinggal dengan teman saya karena saya harus bertanggung jawab atas takdir atas pilihan saya. Bismillah!

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 tugas akhir ini dengan judul: “Rancang Bangun Sistem Inventarisasi Perpustakaan menggunakan Autonomous Collaborative Robot”.

Tugas akhir dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (Diploma-IV) pada Program Studi Teknik 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 Mohammad Nurdin, S.T., M.AB.
2. Ketua Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika, Bapak Ismail Rokhim, S.T., M.T.
3. Ketua Program Studi Teknik Rekayasa Mekatronika, Bapak Dr. Setyawan Ajie Sukarno, S.St., M.T., M.Sc.Eng
4. Para Pembimbing tugas akhir Mbak Dr.Eng. Pipit Anggraeni, S.T., M.T., M.Sc.Eng., dan Bapak Wahyu Adhie Candra, S.T, M.Sc.
5. Para Penguji sidang tugas akhir Bapak Dr.Setiawan Ajie Sukarno, S.ST., M.T., M.Sc.Eng.Tech,Bapak Faisal A Budikasih S.Tr., M.Sc.Eng, dan Bapak Aan Eko Setiawan S.T., M.T
6. Panitia tugas akhir Mas Rizqi Aji Pratama
7. Teristimewa kepada Orang Tua penulis Pratiwi Indrawati (Ibu) dan Dwi Laksono (Bapak) 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 mendoakan kelancaran tugas akhir.
9. Buat sahabat – sahabat saya yang sudah membantu selama 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, Januari 2025

Penulis

ABSTRAK

Sistem pemetaan pada *mobile* robot diperlukan untuk beroperasi dilingkungan yang tidak terstruktur dimana pengujian pada penelitian ini jenis robot yang digunakan 3 roda *omnidirectional mobile* robot yang dilakukan di area yang telah ditentukan di perpustakaan POLMAN Bandung menggunakan algoritma SLAM *Gmapping* dalam platform ROS. Karena algoritma ini cocok untuk proyek dengan keterbatasan sumber daya komputer dan lingkungan 2D yang cukup kompleks. Namun terdapat pada penelitian terdahulu menunjukkan pemakaian CPU dan RAM yang cukup tinggi dengan menggunakan satu komputer tertanam untuk menjalankan pemetaan SLAM *Gmapping* dimana hal ini memberatkan kinerja dari komputer tersebut dan secara otomatis membutuhkan daya operasi yang cukup besar. Maka digunakannya metode *benchmarking* untuk membandingkan hasil daripada penelitian ini dengan pendekatan 2 komputer yang terbagi menjadi komputasi utama untuk melakukan perhitungan algoritma pemetaan berbasis mesin virtual pada laptop dan komputasi pendukung yang menggunakan daya operasi yang rendah pada *mobile* robot. Tujuannya untuk mengetahui kinerja pemakaian CPU dan memori RAM tanpa mengurangi akurasi pemetaan SLAM *Gmapping*. Hasil pengujian pemetaan SLAM *Gmapping* menunjukkan akurasi dari sensor 2D RPLiDAR sebesar 99,08% dan dari perhitungan odometri sebesar 96,15%, kemudian dari hasil pemakaian rata-rata tiap CPU menunjukkan dari masing-masing komputer sebesar 31,7% dan 12,9% dimana pada penelitian terdahulu yang dilakukan satu komputer sebesar 35,3%, tetapi memang nilai pemakaian total CPU yang menunjukkan bahwa CPU pada penelitian terdahulu yang menggunakan lebih banyak dua inti dari pendekatan ini lebih efisien sebesar 1,1%. Dan untuk pemakaian total memori RAM terbukti lebih efisien sebesar 14,3% dibandingkan penelitian terdahulu.

Kata kunci: SLAM *Gmapping*, *Omnidirectional mobile* robot, CPU, RAM, ROS

ABSTRACT

The mapping system on mobile robots is essential for operating in unstructured environments. In this research, a three-wheeled omnidirectional mobile robot was tested in a predefined area within the POLMAN Bandung library using the SLAM GMapping algorithm on the ROS platform. This algorithm is suitable for projects with limited computational resources and moderately complex 2D environments. However, previous studies have shown high CPU and RAM usage when using a single embedded computer to run SLAM GMapping, which burdened the computer's performance and required significant operational power. Therefore, a benchmarking method was employed to compare the results of this study using a dual-computer approach. The computation was divided into a main computation performed on a virtual machine on a laptop and a supporting computation on a mobile robot with low operational power. The goal was to assess CPU and RAM usage performance without reducing SLAM GMapping accuracy. The testing results showed that the SLAM GMapping mapping accuracy reached 99.08% for the 2D RPLiDAR sensor and 96.15% for odometry calculations. The average CPU usage was 31.7% and 12.9% for each computer, respectively, compared to 35.3% in previous research using a single computer. Although the total CPU usage in the previous study involving two cores showed 1.1% higher efficiency, the total RAM usage in this study proved to be 14.3% more efficient than in prior research.

Keywords: *SLAM Gmapping, Omnidirectional mobile robot, CPU, RAM, ROS*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI).....	iii
MOTO PRIBADI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN.....	xvi
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.....	4
II BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	Error! Bookmark not defined.
II.1 Tinjauan Teori.....	Error! Bookmark not defined.
II.1.1 <i>Mobile Robot</i>	Error! Bookmark not defined.
II.1.2 <i>Three Omnidirectional Mobile Robot</i> ..	Error! Bookmark not defined.
II.1.3 Sistem Kinematika <i>Omniwheel</i> 3 roda ..	Error! Bookmark not defined.

II.1.4 Sistem Odometri <i>Omniwheel</i> 3 roda.....	Error! Bookmark not defined.
II.1.5 SLAM <i>Gmapping</i>	Error! Bookmark not defined.
II.1.6 CPU(<i>Central Processing Unit</i>).....	Error! Bookmark not defined.
II.7 RAM(<i>Random Access Memory</i>).....	Error! Bookmark not defined.
II.2 Tinjauan Alat.....	Error! Bookmark not defined.
II.2.1 RPLIDAR A1	Error! Bookmark not defined.
II.2.2 PoleBot Beta.....	Error! Bookmark not defined.
II.2.3 Arduino Nano.....	Error! Bookmark not defined.
II.2.4 Penggerak Motor IBT – 2	Error! Bookmark not defined.
II.2.5 Motor Arus Searah Encoder PG 45.....	Error! Bookmark not defined.
II.2.6 Omnidirectional Wheel	Error! Bookmark not defined.
II.2.7 ROS	Error! Bookmark not defined.
II.2.8 <i>LattePanda V1</i>	Error! Bookmark not defined.
II.2.9 ROS Multimaster FKIE	Error! Bookmark not defined.
II.2.10 <i>Virtual Machine</i>	Error! Bookmark not defined.
II.3 Studi Penelitian Terdahulu.....	Error! Bookmark not defined.
BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH Error! Bookmark not defined.	
III.1 Gambaran umum sistem.....	Error! Bookmark not defined.
III.2 Rangkaian Elektrik <i>mobile</i> robot	Error! Bookmark not defined.
III.3 Algoritma pemetaan <i>Gmapping</i> yang tersedia oleh ROS.....	Error! Bookmark not defined.
III.4 Analisis data CPU dan memori menggunakan metode eksperimen Faktorial	Error! Bookmark not defined.
III.5 Sistem Grafik Komunikasi antar node pada implementaasi pemetaan SLAM <i>Gmapping</i>	Error! Bookmark not defined.

III.5.1 Penjelasan komunikasi node pada pemetaan SLAM <i>Gmapping</i>	Error! Bookmark not defined.
III.6 Komunikasi ROS Multimaster FKIE	Error! Bookmark not defined.
III.7 Tuning parameter pemetaan SLAM <i>gmapping</i>	Error! Bookmark not defined.
BAB IV Hasil Dan Pembahasan	Error! Bookmark not defined.
IV.1 Area pengujian untuk melakukan pemetaan menggunakan SLAM <i>Gmapping</i>	Error! Bookmark not defined.
IV.1.1 Pengujian Pemetaan pada Sensor LiDAR	Error! Bookmark not defined.
IV.1.2 Pengujian Odometri	Error! Bookmark not defined.
IV.2 Hasil pengujian data jumlah CPU dan memori yang terpakai dari kedua komputer	Error! Bookmark not defined.
IV.2.1 Analisa pemakaian CPU	Error! Bookmark not defined.
IV.2.2 Analisa pemakaian memori.....	Error! Bookmark not defined.
IV.3 Evaluasi.....	Error! Bookmark not defined.
BAB V.....	Error! Bookmark not defined.
V.1 Kesimpulan.....	Error! Bookmark not defined.
V.2 Saran.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN.....	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Tabel IV.1 Hasil Pengukuran Penelitian Sebelumnya pada CPU Intel Xeon Silver 4114 10 core dan memori[4].....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel IV.2 Hasil rata-rata pengukuran CPU dan memori Lattepanda V1**Error! Bookmark not defined.**

Tabel IV.3 Hasil rata-rata pengukuran CPU dan memori RAM pada mesin virtual**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Omni-directional robot beroda tiga[15]**Error! Bookmark not defined.**

Gambar II.2 Konfigurasi Omnidirectional Wheel dengan 3 roda[20] **Error! Bookmark not defined.**

Gambar II.3 RPLIDAR A1 Development Kit**Error! Bookmark not defined.**

Gambar II.4 PoleBot Beta.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar II.5 Arduino Nano**Error! Bookmark not defined.**

Gambar II.6 Penggerak Motor IBT-2.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar II.7 Motor Arus Searah Encoder PG-45.**Error! Bookmark not defined.**

Gambar II.8 Omnidireksional Wheel.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar II.9 Logo ROS**Error! Bookmark not defined.**

Gambar II.10 Lattepanda V1.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar II.11 Logo mesin virtual.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar III.1 Diagram Alir dari Metodologi Benchmarking yang digunakan pada penelitian ini.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar III.2 Gambaran Umum sistem.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar III.3 Rangkaian Elektrikal PoleBot.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar III.4 Komunikasi antar Node sistem pemetaan**Error! Bookmark not defined.**

Gambar III.5 Parameter pemetaan SLAM gmapping pada launch file **Error! Bookmark not defined.**

Gambar IV.1 Area yang dapat terjangkau oleh robot dari denah perpustakaan POLMAN Bandung**Error! Bookmark not defined.**

Gambar IV.2 Labyrinth menjadi arena pengujian pada penelitian sebelumnya[4]**Error! Bookmark not defined.**

Gambar IV.3 Observasi ke-1.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar IV.4 Observasi ke-2.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar IV.5 Observasi ke-3.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar IV.6 Tampak titik start awal jalur pemetaan mobile robot.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar IV.7 Contoh hasil pemetaan setengah jalur dari Observasi 1.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar IV.8 Hasil area pengujian pemetaan menggunakan SLAM Gmapping dengan penunjukan lemari yang terdeteksi**Error! Bookmark not defined.**

Gambar IV.9 Tampak posisi pengukuran sesungguhnya**Error! Bookmark not defined.**

Gambar IV.10 Titik pengukuran sampel untuk sampel data pada ujung depan frame robot.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar IV.11 Pengukuran pada Rviz menggunakan fitur alat ukur measure**Error! Bookmark not defined.**

Gambar IV.12 Tampilan fungsi transformasi pada model robot.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar IV.13 Tampilan hasil data pesan odometri pose pada topik /odom**Error! Bookmark not defined.**

Gambar IV.14 Robot mengalami pelencengan jalur saat digerakan lurus pada sumbu x**Error! Bookmark not defined.**

Gambar IV.15 Posisi robot yang telah dikembalikan ke sumbu x dan berhenti diantara celah lemari A dan lemari B.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar IV.16 Data pengukuran diambil dari garis tengah frame robot dengan garis berwarna hitam**Error! Bookmark not defined.**

Gambar IV.17 Tampilan titik awal posisi untuk pemetaan robot dari seluruh observasi.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar IV.18 Pengukuran panjang sisi frame pada robot**Error! Bookmark not defined.**

Gambar IV.19 Tampilan perintah htop pada mini-pc mobile robot..... **Error!**
Bookmark not defined.

Gambar IV.20 Tampilan perintah htop pada mesin virtual..... **Error!** **Bookmark not defined.**

Gambar IV.21 Parameter Gmapping dari penelitian sebelumnya[4] **Error!**
Bookmark not defined.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Prosesor yang digunakan pada penelitian terdahulu[4] **Error!**
Bookmark not defined.

Lampiran 2 Spesifikasi laptop yang digunakan pada mesin virtual[39] **Error!**
Bookmark not defined.

Lampiran 3 Spesifikasi Mini-PC LattePanda V1 pada mobile robot[35] **Error!**
Bookmark not defined.

Lampiran 4 Spesifikasi prosesor pada Mini-PC LattePanda V1[35] **Error!**
Bookmark not defined.

Lampiran 5 Settingan CPU dan memori RAM mesin virtual pada laptop... **Error!**
Bookmark not defined.

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

P = daya listrik [Watt]

V = kecepatan [m/s]

F = gaya [Newton]

L = panjang [meter]

ρ = massa jenis [kg/m^3]

ω = kecepatan sudut [rad/s]

α = percepatan sudut [rad/s²]

θ = sudut [derajat atau radian]

m = massa [kg]

a = percepatan [m/s²]

f = frekuensi [Hz]

λ = panjang gelombang [meter]

μ = koefisien gesekan [-]

k = konstanta pegas [N/m]

C = kapasitansi [Farad]

Q = muatan listrik [Coulomb]

η = efisiensi [%]

t = waktu [s]

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Dalam era digital saat ini penggunaan *mobile* robot di industri telah banyak dipakai untuk kebutuhan disektor inventarisasi gudang seperti perusahaan Amazon contohnya. Untuk bisa beradaptasi dengan pemanfaatan teknologi yang mendukung *mobile* robot ini salah satu caranya melalui edukasi dikampus seperti politeknik dengan menggunakan lingkungan perpustakaan sebagai ganti dari sektor penerapan inventarisasi gudang. Namun sebelum ke penerapan sistem inventarisasi terdapat aspek penting dalam konteks ini yaitu implementasi sistem pemetaan pada *mobile* robot [1].

Teknologi *Simultaneous Localization and Mapping* (SLAM) menjadi salah satu pendekatan utama yang digunakan untuk memungkinkan *mobile* robot memetakan lingkungan sekaligus menentukan posisinya secara *real-time*. Dalam konteks ini, algoritma *GMapping* telah terbukti efektif untuk menghasilkan peta lingkungan yang akurat menggunakan data sensor seperti 2D LiDAR dan odometri[2][3]. Berdasarkan tinjauan penelitian sebelumnya[4], algoritma ini cocok untuk digunakan di lingkungan dengan tingkat kompleksitas sedang hingga tinggi, terutama jika diimplementasikan dengan perangkat keras yang sesuai[5][6].

Sebagian besar penelitian sebelumnya menggunakan perangkat keras yang tertanam seperti mini-PC untuk menjalankan algoritma *Gmapping* ataupun algoritma yang lainnya dengan kebutuhan yang beragam, hal ini yang sering kali membebani sumber daya CPU dan *Random Access Memory* (RAM) pada robot[7][8][9]. Alternatif yang jarang dieksplorasi adalah memanfaatkan *Virtual Machine* (VM) di laptop sebagai pusat komputasi. Pendekatan ini memungkinkan distribusi beban kerja antara VM dan mini-PC, sehingga mengurangi tekanan pada perangkat keras *mobile* robot. Dengan demikian, performa dan kinerja algoritma yang dijalankan dapat meningkat. Selain itu, penggunaan mesin virtual untuk pemrosesan komputasi memungkinkan fleksibilitas operasional dan efisiensi dalam pemakaian CPU serta pengalokasian memori[10][11].

Untuk menjalin komunikasi data kebutuhan pemetaan dan lain sebagainya antara mesin virtual dengan mini-PC pada *mobile* robot, terdapat paket yang mendukung hal tersebut yaitu *multimaster_fkie* yang tersedia langsung melalui platform *Robot Operating System* (ROS)[12]. Setelah implementasi sistem pemetaan SLAM *GMapping* dan komunikasi data, dilakukan pengujian akurasi pemetaan serta benchmarking dengan penelitian serupa untuk mengevaluasi efisiensi penggunaan CPU dan RAM dalam implementasi sistem pemetaan tersebut[4], [13], [14].

Tujuan penelitian ini adalah menganalisa kinerja CPU dan memori RAM menggunakan mesin virtual dari laptop pengguna sebagai komputasi utama pemetaan SLAM *Gmapping* dan untuk melakukan pemetaan pada area yang telah ditentukan di perpustakaan POLMAN Bandung menggunakan PoleBot, sebuah *mobile* robot yang sudah tersedia dengan mini-pc yang tertanam yaitu LattePanda V1. Diharapkan hasil penelitian ini dapat membuktikan efisiensi dari pemakaian CPU dan memori RAM untuk melakukan sistem pemetaan SLAM *Gmapping* dengan menggunakan mini-PC tersebut yang hanya menggunakan konsumsi daya yang rendah namun tidak mengurangi performa sistem pemetaan tersebut.

I.2 Rumusan Masalah

Permasalahan dalam penelitian ini dapat didefinisikan dan diuraikan sebagai berikut.

1. Sejauh mana akurasi sistem pemetaan dengan algoritma SLAM *Gmapping* yang dibangun menggunakan sistem terdistribusi dimana mesin virtual sebagai komputasi utama dan mini-PC pada *mobile* robot sebagai komputasi pendukung?
2. Bagaimana kinerja CPU dan memori RAM mesin virtual sebagai komputasi utama dan mini-PC pada *mobile* robot sebagai komputasi pendukung dalam penelitian ini dibandingkan dengan kinerja yang dilakukan seluruhnya oleh satu komputer yang tertanam dari penelitian sebelumnya untuk melakukan pemetaan SLAM *Gmapping*?

I.3 Batasan Masalah

Dengan tujuan mengatasi permasalahan yang ada, diperlukan pembentukan beberapa batasan masalah guna mengarahkan diskusi menjadi lebih spesifik.

1. Pengujian dilakukan di area perpustakaan yang mencakup tiga lemari dengan setiap lemari memiliki dua sisi yang masing-masing diberi label, sehingga total terdapat enam label.
2. Sensor yang digunakan 2D RPLidar A1.
3. Mini-PC yang digunakan *mobile* robot adalah Lattepanda V1.
4. Platform yang digunakan untuk pemetaan *Gmapping* tersebut didukung oleh platform ROS.
5. Media komunikasi antar *mobile* robot dengan mesin virtual menggunakan hotspot Wi-Fi dari *smartphone*.

I.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari pembuatan Tugas Akhir ini adalah :

1. Menganalisis kinerja CPU dan memori RAM pada mesin virtual di laptop sebagai komputasi utama dan mini-PC pada *mobile* robot sebagai komputasi pendukung untuk pemetaan SLAM *GMapping*.
2. Melakukan pemetaan area tertentu di perpustakaan POLMAN Bandung menggunakan PoleBot yang dilengkapi mini-PC Lattepanda V1, untuk menguji efisiensi algoritma *Gmapping* dalam pemetaan lingkungan.
3. Mengevaluasi efisiensi pemakaian sumber daya komputasi CPU dan RAM pada pendekatan berbasis mesin virtual dibandingkan dengan pendekatan tradisional yang menggunakan satu perangkat keras tertanam.

Manfaat Pembuatan Tugas Akhir ini adalah :

1. Bagi perpustakaan POLMAN Bandung:
 - a. sebagai bahan pengembangan teknologi untuk membangun perancangan robot inventarisasi.
2. Bagi penulis:

- a. sebagai sarana melatih diri dalam menganalisa masalah dan dapat mengelola suatu proyek ilmiah.

3. Bagi civitas akademika:

- a. Menyediakan panduan implementasi sistem pemetaan berbasis SLAM *Gmapping* di lingkungan simulasi gudang (perpustakaan), yang dapat diterapkan untuk edukasi teknologi *mobile* robot di kampus.
- b. Menyumbangkan referensi baru mengenai efisiensi sumber daya CPU dan RAM dalam pemetaan berbasis algoritma SLAM, baik untuk lingkungan akademik maupun industri.

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 pemaparan hasil pengujian yang dilakukan pada beberapa domain dan sistem, dengan memperhatikan tuntutan yang harus dicapai.

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

