PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI ROBOT TIGA RODA OMNIDIRECTIONAL DENGAN PEMETAAN LINGKUNGAN 2D BERBASIS LIDAR MENGGUNAKAN ALGORITMA GMAPPING

SKRIPSI

Program Studi Sarjana Teknik Elektro
Jurusan Teknik Elektro

Oleh :
ARI PRAYUDI
NIM D1021211048



FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ari Prayudi

NIM : D1021211048

menyatakan bahwa dalam SKRIPSI yang berjudul **"Perancangan Dan Implementasi Robot Tiga Roda Omnidirectional Dengan Pemetaan Lingkungan 2D Berbasis Lidar Menggunakan Algoritma Gmapping"** tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi manapun. Sepanjang pengetahuan Saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Rujukan.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya. Saya sanggup menerima konsekuensi akademis dan hukum di kemudian hari apabila pernyataan yang dibuat ini tidak benar.

Pontianak, 9 Juli 2025



Ari Prayudi
NIM. D1021211048

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124
Telepon: (0561) 740186, WA: +6282152280907
Email: ft@untan.ac.id Website: http://teknik.untan.ac.id

SURAT KETERANGAN SELESAI PENULISAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping pada penulisan skripsi yang berjudul **"Perancangan Dan Implementasi Robot Tiga Roda Omnidirectional Dengan Pemetaan Lingkungan 2D Berbasis Lidar Menggunakan Algoritma Gmapping"** yang ditulis oleh mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.

Nama : Ari Prayudi
NIM : D1021211048
Jurusan : Teknik
Prodi : Teknik Elektro
Konsentrasi : Kendali

Demikian ini menerangkan bahwa mahasiswa tersebut telah menyelesaikan penulisan skripsinya.

Pontianak, 9 Juli 2025

Pembimbing Utama

Elang Derdian Marindani, S.T., M.T.
NIP. 197203011998021001

Pembimbing Pendamping

F. Trias Pontia W, S.T., M.T., IPM, ASEAN Eng.
NIP. 197510012000031001

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124
Telepon: (0561) 740186, WA: +6282152280907
Email: ft@untan.ac.id Website: http://teknik.untan.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI ROBOT TIGA RODA OMNIDIRECTIONAL DENGAN PEMETAAN LINGKUNGAN 2D BERBASIS LIDAR MENGGUNAKAN ALGORITMA GMAPPING

Jurusan Teknik Elektro
Program Studi Sarjana Teknik Elektro

Oleh:

Ari Prayudi
NIM. D1021211048

Telah dipertahankan di depan Penguji Skripsi pada tanggal 9 Juli 2025
dan diterima sebagai satu diantara persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana.

Susunan Penguji Skripsi:

Pembimbing Utama,

Elang Derdian Marindani, S.T., M.T.
NIP. 197203011998021001

Penguji Utama,

Ir. Muhammad Saleh, S.T., M.T., IPM.
NIP. 196706161994121001

Pembimbing Kedua,

F. Trias Pontia W, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng.
NIP. 197510012000031001

Penguji Kedua,

Hendro Priyatman, S.T., M.T.
NIP. 196806011995031003

Pontianak, 9 Juli 2025
Dekan,

Dr. Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM.
NIP. 196712231992031002

HALAMAN PERSEMBAHAN

Kupersembahkan karya sederhana ini untuk ayah dan ibu tercinta, yang telah mencurahkan kasih sayang, doa, dan pengorbanan tanpa henti. Tetesan keringat kalian menjadi semangat dalam setiap langkah dan usahaku. Untuk saudara-saudariku, yang selalu menjadi penyemangat di setiap perjalanan dukungan kalian adalah kekuatan yang terus menguatkanku.

Terima kasih kuucapkan kepada Bang Sultan, Bang Ridho, Bang Septian, Shelly, Rendos, Patricia, Revo dan seluruh sahabat terbaik. Tawa kalian, dukungan, serta kopi-kopi pa njang yang menemani proses ini telah menjadi bagian penting dalam perjalanan ini.

Tak lupa, terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada Rekan-rekan Tim Robot FT UNTAN, atas segala ilmu, bantuan, serta fasilitas yang telah diberikan selama proses penyusunan dan penulisan tugas akhir ini.

"Jika kau diberi seratus alasan untuk menyerah, carilah satu alasan untuk bertahan maka kau akan menemukan jalan."

Dari penulis yang berjuang dengan batas waktu, demi menggapai mimpi yang tak ternilai.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan atas ke hadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat, karunia, serta hidayah-Nya, sehingga peneliti dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir ini, yang berjudul **"Perancangan Dan Implementasi Robot Tiga Roda Omnidirectional Dengan Pemetaan Lingkungan 2D Berbasis Lidar Menggunakan Algoritma Gmapping"**

Tugas akhir salah satu tahap penyelesaian studi peneliti guna memperoleh gelar Sarjana pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura. Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan dan rasa terima kasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah mendukung serta membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini, khususnya kepada:

1. Orang tua, saudara, serta keluarga yang telah banyak mendoakan dan selalu memberikan dukungan, baik materi maupun moril.
2. Bapak Dr. -Ing. Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak.
3. Bapak Prof. Dr. -Ing. Seno Dermawan Panjaitan, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak.
4. Bapak Elang Derdian Marindani, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak dan selaku Pembimbing Utama Tugas Akhir.
5. Bapak Ir. Syaifurrahman, S.T, M.T., IPM selaku dosen pembimbing akademik.
6. Bapak F. Trias Pontia W, S.T., M.T., IPM, ASEAN Eng selaku Dosen Pembimbing Pendamping Tugas Akhir.
7. Bapak Ir. Muhammad Saleh, S.T., M.T., IPM. selaku Dosen Penguji Utama Tugas Akhir.
8. Bapak Hendro Priyatman, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji Pendamping Tugas Akhir.
9. Bapak dan Ibu dosen pengajar di Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak khususnya Bidang Studi Teknik Elektro atas pengajaran, bimbingan, serta perhatian yang diberikan selama ini.

10. Rekan – rekan mahasiswa dan semua pihak yang telah banyak membantu baik moral dan materi dalam menyelesaikan penulisan tugas akhir.
11. Rekan – rekan Tim Robot FT UNTAN yang telah memberikan ilmu serta fasilitas dalam penyusunan dan penulisan tugas akhir.

Peneliti menyadari tugas akhir ini tidak lepas dari keterbatasan, baik itu waktu, pengetahuan, maupun sumber daya lainnya. Oleh karena itu, peneliti sangat terbuka untuk menerima kritik, saran, serta masukan yang dapat membantu peneliti dalam mengembangkan penelitian ini. Akhir kata, peneliti berharap tugas akhir ini dapat diterima dan mendapatkan persetujuan dari pihak yang berwenang. Peneliti juga berharap ini dapat menjadi langkah awal peneliti dalam menjalani tahapan penelitian tugas akhir peneliti dengan baik dan sukses.

Pontianak, 9 Juli 2025
Penulis,

Ari Prayudi
NIM. D1021211048

ABSTRAK

Robot mobile *omnidirectional* merupakan sistem yang dirancang untuk beroperasi di lingkungan dinamis dan tidak terduga dengan kemampuan navigasi, pemetaan, serta penghindaran rintangan secara mandiri. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan robot tiga roda *omnidirectional* berbasis ROS untuk pemetaan lingkungan 2D menggunakan sensor LiDAR dan algoritma GMapping. Konfigurasi tiga roda *omnidirectional* memungkinkan robot bergerak secara fleksibel di ruang sempit tanpa mengubah orientasi tubuh, sementara integrasi *odometri*, SLAM, dan metode *potential field* diterapkan untuk meningkatkan akurasi navigasi serta kemampuan penghindaran rintangan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem odometri robot memiliki tingkat kesalahan sebesar 20,46 mm pada sumbu X dan 38,55 mm pada sumbu Y dibandingkan dengan pengukuran aktual. Sistem kendali berbasis ROS berfungsi secara optimal dengan rata-rata delay pembacaan sensor sebesar 0,50 detik dan delay pada sistem odometri sebesar 0,08 detik. Algoritma GMapping berhasil membangun peta lingkungan 2D dengan tingkat kesalahan ±2% pada lingkungan terstruktur (lingkaran, segitiga, persegi), dan ±5% pada ruangan dengan rintangan, yang membuktikan efektivitas sistem untuk navigasi dalam ruangan.

Kata Kunci: Robot *omnidirectional*, LiDAR, *Gmapping,* ROS

ABSTRACT

The omnidirectional mobile robot is a system designed to operate in dynamic and unpredictable environments with autonomous capabilities for navigation, mapping, and obstacle avoidance. This study aims to design and implement a three-wheeled omnidirectional robot based on Robot Operating System (ROS) for 2D environment mapping using a LiDAR sensor and the GMapping algorithm. The three-wheeled omnidirectional configuration allows the robot to move flexibly in narrow spaces without changing its body orientation, while the integration of odometry, SLAM, and the potential field method is applied to improve navigation accuracy and obstacle avoidance capability. sThe experimental results show that the robot's odometry system has an error of 20.46 mm on the X-axis and 38.55 mm on the Y-axis compared to actual measurements. The ROS-based control system operates optimally with an average sensor reading delay of 0.50 seconds and an odometry delay of 0.08 seconds. The GMapping algorithm successfully generates a 2D map with an error rate of ±2% in structured environments (circle, triangle, square) and ±5% in rooms with obstacles, proving the system's effectiveness for indoor navigation.

***Keywords**: Omnidirectional robot, LiDAR, Gmapping, ROS*

DAFTAR ISI

PRAKATA i
ABSTRAK iii
DAFTAR ISI v
DAFTAR GAMBAR viii
DAFTAR TABEL x
DAFTAR KODE PROGRAM xi
DAFTAR LAMPIRAN xii
GLOSARIUM xiii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Penelitian 2
1.4 Batasan Masalah 2
1.5 Sistematika Penulisan 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Penelitian Terkait 5
2.2 *Kinematik* 7
2.3 *Odometri* 8
2.4 Metode *Potensial Field* 9
2.5 Algoritma *A** 11
2.6 *Frontier Cells Detection* 12
2.7 *Robot Operating System* (ROS) 13
2.8 *Occupancy Grid Map* 14
2.9 *Simultaneous Localization and Mapping* (SLAM) 15
2.10 Jetson Nano Developer Kit 16
2.11 ESP 32 17
2.12 Motor DC dan Encoder 18
2.13 Motor Driver L298N 19
2.14 Roda *Omnidirectioanal* 20
2.15 RPLiDAR A1M8-R6 21
2.16 LCD 16x2 I2c 22
2.17 Sensor CMPS12 23
2.18 Arduino IDE 23
2.19 *Visual Studio Code* (VS Code) 24

2.20 Qt Creator 24
2.21 EasyEDA 25
2.22 Autodesk Fusion 360 25
2.23 NoMachine 26
BAB III PERANCANGAN ROBOT *OMNIDIRECTIONAL* 27
3.1 Perancangan Sistem Perangkat Keras 27
3.2 Diagram Blok Sistem 29
3.3 Perancangan *Body* Robot 30
3.4 Perancangan *Graphical User Interface* (GUI) 31
3.5 Perancangan *Printed Circuit Board* (PCB) 32
3.6 Perancangan Ruangan 33
3.7 Perancangan Diagram Alir Sistem 34
3.8 *Invers Kinematic* Robot 36
3.9 *Odometri* Robot 38
3.10 Penerapan LiDAR Terhadap *Potential field* 40
3.11 Penerapan Algoritma *A** 41
3.12 Penerapan *Potential Field* 42
3.13 Kontrol Otomatis Pergerakan Robot 42
3.14 Konfigurasi ROS *Serial* 43
3.15 Konfigurasi ROS Master 44
3.16 Konfigurasi Sensor RPLIDAR A1 44
3.17 Konfigurasi Parameter *Gmapping* 45
3.18 Variabel Pengujian 46
3.19 Indikator Keberhasilan 46
3.20 Analisis Hasil 46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 48
4.1 Hasil Perancangan Robot 48
4.2 Hasil Perancangan GUI 49
4.3 Pengujian Sistem ROS 50
4.4 Pengujian Arah Hadap Robot 52
4.5 Pengujian Sensor LiDAR 54
4.6 Pengujian Peta *Gmapping* 55
4.7 Pengujian Gerak Robot Pada Sumbu +Y 57
4.8 Pengujian Gerak Robot Pada Sumbu -Y 61
4.9 Pengujian Gerak Robot Pada Sumbu +X 65
4.10 Pengujian Gerak Robot Pada Sumbu -X 69

4.11 Pengujian Variasi Bentuk Geometri Ruangan 73
4.12 Pengujian Ruangan Dengan Halangan 77
BAB V PENUTUP..... 81
5.1 Kesimpulan..... 81
5.2 Saran..... 81
DAFTAR RUJUKAN 83
LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 *Kinematik* Robot *Omni* 7
Gambar 2.2 Path Planning *A** 12
Gambar 2.3 *Occupancy Grid Map 2D* 14
Gambar 2.4 Jetson Nano Developer Kit 16
Gambar 2.5 ESP 32 17
Gambar 2.6 Motor DC 18
Gambar 2.7 Motor Driver L298N 19
Gambar 2.8 Roda *Omnidirectioanal* 20
Gambar 2.9 RPLiDAR A1M8-R6 21
Gambar 2.10 LCD 16x2 I2c 22
Gambar 2.11 Sensor CMPS12 23
Gambar 2.12 Arduino IDE 23
Gambar 2.13 Visual Studio Code 24
Gambar 2.14 Qt Creator 24
Gambar 2.15 EasyEDA 25
Gambar 2.16 Autodesk Fusion 360 25
Gambar 2.17 NoMachine 26
Gambar 3.1 Perancangan Sistem Perangkat Keras 27
Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem 29
Gambar 3.3 Desain Robot *Omnidirectional* 30
Gambar 3.4 Desain B*ody* Bagian Bawah dan Tengah 30
Gambar 3.5 Desain B*ody* Atas dan Samping 30
Gambar 3.6 Desain GUI Komunikasi Robot 31
Gambar 3.7 Desain GUI Kontrol Robot 31
Gambar 3.8 Desain PCB 32
Gambar 3.9 Ruangan Bentuk Segitiga 33
Gambar 3.10 Ruangan Bentuk Lingkaran 33
Gambar 3.11 Ruangan Bentuk Persegi 33
Gambar 3.12 Ruangan Dengan Halangan 33
Gambar 3.13 Diagram Alir Proses Publish Data Odometry dan Potential Field .. 34
Gambar 3.14 Diagram Alir Proses Navigasi Robot 35
Gambar 3.15 Diagram Alir Proses Pemetaan 36
Gambar 4.1 Bagian Atas Robot 48
Gambar 4.2 Bagian Bawah Robot 48
Gambar 4.3 Bentuk Fisik Robot 48
Gambar 4.4 GUI Komunikasi pada Jetson nano 49
Gambar 4.5 GUI Kontrol pada Laptop 50
Gambar 4.6 Grafik Pengukuran Sudut Robot 53
Gambar 4.7 Grafik Pengukuran Sudut Robot 53
Gambar 4.8 Pengujian *Gmapping* 56
Gambar 4.9 Hasil Gmapping 56
Gambar 4.10 Grafik Pengujian Robot (X =0, Y = 3000) Tanpa Halangan 58
Gambar 4.11 Grafik Waktu Pengujian Robot (X = 0, Y = 3000) Tanpa Halangan 58
Gambar 4.12 Grafik Pengujian Robot (X =0, Y = 3000) Halangan 59
Gambar 4.13 Grafik Waktu Pengujian Robot (X = 0, Y = 3000) Halangan 60

Gambar 4.14 Grafik Pengujian Robot (X =0, Y = -3000) Tanpa Halangan..... 61
Gambar 4.15 Grafik Waktu Pengujian Robot (X =0, Y = -3000) Tanpa Halangan 62
Gambar 4.16 Grafik Pengujian Robot (X =0, Y = -3000) Halangan 63
Gambar 4.17 Grafik Waktu Pengujian Robot (X =0, Y = -3000) Tanpa Halangan 64
Gambar 4.18 Grafik Pengujian Robot (X =3000, Y =0) Tanpa Halangan..... 65
Gambar 4.19 Grafik Waktu Pengujian Robot (X = 3000, Y = 0) Tanpa Halangan 66
Gambar 4.20 Grafik Pengujian Robot (X =3000, Y =0) Halangan..... 67
Gambar 4.21 Grafik Waktu Pengujian Robot (X = 3000, Y = 0) Halangan 68
Gambar 4.22 Grafik Pengujian Robot (X =-3000, Y = 0) Tanpa Halangan..... 69
Gambar 4.23 Grafik Waktu Pengujian Robot (X =-3000, Y =0) Tanpa Halangan 70
Gambar 4.24 Grafik Pengujian Robot (X =-3000, Y =0) Halangan 71
Gambar 4.25 Grafik Waktu Pengujian Robot (X =-3000, Y =0) Halangan..... 72
Gambar 4.26 Area Pengujian Ruangan Bentuk Lingkaran 73
Gambar 4.27 Ruangan Bentuk Lingkaran..... 73
Gambar 4.28 Hasil Pemetaan Bentuk Lingkaran..... 73
Gambar 4.29 Area Pengujian Ruangan Bentuk Segitiga 74
Gambar 4.30 Ruangan Bentuk Segitiga 75
Gambar 4.31 Hasil Pemetaan Bentuk Segitiga 75
Gambar 4.32 Area Pengujian Ruangan Bentuk Persegi..... 76
Gambar 4.33 Ruangan Bentuk Persegi 76
Gambar 4.34 Hasil Pemetaan Bentuk Persegi..... 76
Gambar 4.35 Area Pengujian Ruangan Dengan Halangan 78
Gambar 4.36 Ruangan Dengan Halangan..... 78
Gambar 4.37 Hasil Pemetaan Ruangan Dengan Halangan..... 78

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Ringkasan Penelitian Terkait 6
Tabel 2.2 Spesifikasi Jetson Nano Developer Kit 16
Tabel 2.3 Spesifikasi ESP 32 18
Tabel 2.4 Spesifikasi Motor DC 19
Tabel 2.5 Spesifikasi Roda *Omnidirectional* 20
Tabel 2.6 RPLiDAR A1M8-R6 21
Tabel 4.1 Spesifikasi Robot *Omnidirectional* 49
Tabel 4.2 Data Pengujian Delay Data LiDAR 51
Tabel 4.3 Data Pengujian Delay Data *Odometry* 51
Tabel 4.4 Data Pengukuran Sudut Robot 52
Tabel 4.5 Data Pengukuran Sudut 0° Robot 53
Tabel 4.6 Pengukuran Jarak Minimal 54
Tabel 4.7 Pengukuran Jarak Maksimal 55
Tabel 4.8 Data Pengujian Gmapping 57
Tabel 4.9 Data Pengujian Robot (X =0, Y = 3000) Tanpa Halangan 57
Tabel 4.10 Data Pengujian Robot (X =0, Y = 3000) Dengan Halangan 59
Tabel 4.11 Data Pengujian Robot (X =0, Y = -3000) Tanpa Halangan 61
Tabel 4.12 Data Pengujian Robot (X =0, Y = -3000) Halangan 63
Tabel 4.13 Data Pengujian Robot (X =3000, Y = 0) Tanpa Halangan 65
Tabel 4.14 Data Pengujian Robot (X =3000, Y =0) Dengan Halangan 67
Tabel 4.15 Data Pengujian Robot (X =-3000, Y = 0) Tanpa Halangan 69
Tabel 4.16 Data Pengujian Robot (X = -3000, Y = 0) Halangan 71
Tabel 4.17 Data Pengujian Pemetaan Bentuk Lingkaran 74
Tabel 4.18 Data Pengujian Pemetaan Bentuk Segitiga 75
Tabel 4.19 Data Pengujian Pemetaan Bentuk Persegi 77
Tabel 4.20 Data Pengujian Ruang Dengan Halangan A - D 78
Tabel 4.21 Data Pengujian Ruang Dengan Halangan E – H 79
Tabel 4.22 Data Pengujian Ruang Dengan Halangan I – L 80

DAFTAR KODE PROGRAM

Kode Program 3.1 *Invers Kinematik* 37
Kode Program 3.2 K*inematik* 37
Kode Program 3.3 *Odometri* 39
Kode Program 3.4 Algoritma *A** 41
Kode Program 3.5 *Potential Field* 42
Kode Program 3.6 *Auto Mapping* 43
Kode Program 3.7 Konfigurasi ROS Serial 43
Kode Program 3.8 Konfigurasi ROS Master Pada Jetson Nano 44
Kode Program 3.9 Konfigurasi ROS Node Pada Laptop 44
Kode Program 3.10 Konfigurasi RPLIDAR A1 44
Kode Program 3.11 Konfigurasi Parameter *Gmapping* 45

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A DOKUMENTASI PENELITIAN A-1
LAMPIRAN B KODE PROGRAM B-1

GLOSARIUM

A*	Metode untuk menemukan jalan tercepat dari titik awal ke tujuan dengan mempertimbangkan jarak.
Euclidean	Jarak lurus antara dua titik dalam ruang, digunakan untuk mengukur jarak terpendek.
Forward kinematik	Metode untuk menentukan kecepatan linear robot terhadap koordinat lokal.
Frontier Cells Detection	Proses menemukan batas antara area yang sudah dipetakan dan area yang belum diketahui dalam peta.
GMapping	Algoritma SLAM yang menggunakan sensor LiDAR untuk membangun peta lingkungan berbasis grid secara *real-time* dan menentukan posisi robot.
Graphical User Interface (GUI)	Antarmuka grafis untuk mempermudah interaksi pengguna dengan sistem.
Invers kinematik	Metode untuk menentukan kecepatan dari setiap roda robot berdasarkan tujuan gerak.
Light Detection and Ranging (LiDAR)	Sensor optik yang menggunakan pulsa laser untuk mengukur jarak ke objek di sekitarnya.
Odometri	Metode untuk menghitung posisi dan orientasi robot berdasarkan data pergerakan roda.
Omnidirectional	Kemampuan robot untuk bergerak bebas ke segala arah tanpa mengubah orientasi tubuh utama.
Potential field	Metode navigasi yang memodelkan tujuan sebagai gaya tarik dan rintangan sebagai gaya tolak.
Printed Circuit Board (PCB)	Papan sirkuit tempat komponen elektronik dihubungkan dan disusun.
Robot Operating System (ROS)	Sistem operasi *open-source* untuk pengembangan perangkat lunak robotik.
Simultaneous Localization and Mapping (SLAM)	Teknik untuk pemetaan lingkungan sekaligus menentukan posisi robot secara *real-time.*
Simultan	Proses yang dilakukan pada waktu yang sama tanpa harus menunggu proses lainnya.

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Robot *omnidirectional* merupakan sistem yang beroperasi dalam lingkungan yang tidak terduga dan sebagian besar tidak diketahui. Keberhasilan robot dalam beroperasi secara mandiri sangat bergantung pada kemampuannya untuk bernavigasi tanpa gangguan serta kemampuan untuk menghindari rintangan yang ada dalam ruang geraknya. Dalam hal ini, robot *omnidirectional* didesain untuk dapat bergerak secara otomatis, baik di lingkungan dalam ruangan maupun luar ruangan, dengan sedikit atau tanpa intervensi manusia. Hal ini memungkinkan robot untuk mengikuti jalur yang telah ditentukan berdasarkan perencanaan dan penghindaran rintangan yang efektif [1].

Tantangan utama dalam pengembangan robot *omnidirectional* meliputi navigasi, pelokalan, dan penghindaran rintangan. Navigasi yang efektif mengharuskan robot memiliki pemahaman yang baik terhadap lingkungan sekitarnya untuk dapat merencanakan rute yang aman dan efisien dari satu titik ke titik lainnya. Pada lingkungan yang belum dikenal, robot diharuskan untuk melakukan eksplorasi guna membangun peta baru sambil secara *simultan* menentukan posisinya, suatu proses yang dikenal dengan istilah *Simultaneous Localization and Mapping* (SLAM). Dalam proses SLAM, pelokalan dan pemetaan dilakukan secara bersamaan karena keduanya saling bergantung satu sama lain, memerlukan algoritma yang dapat mengintegrasikan data dari berbagai sensor secara *real-time*.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan robot dengan konfigurasi tiga roda *omnidirectional* yang dapat melakukan pemetaan lingkungan dalam 2D. Sistem kendali robot ini didasarkan pada sistem *Robot Operating System* (ROS), yang memungkinkan integrasi berbagai komponen dan algoritma untuk navigasi dan pemetaan. Algoritma *gmapping* dipilih untuk mendukung proses SLAM, yang memungkinkan robot untuk melakukan pemetaan serta pelokalan secara *simultan*. Sensor *Light Detection and Ranging* (LiDAR) digunakan sebagai perangkat utama untuk mendeteksi dan memetakan lingkungan sekitar robot. Dengan menggunakan konfigurasi tiga roda *omnidirectional*, robot

dapat bergerak bebas dalam segala arah tanpa memerlukan perubahan *orientasi*, yang memberikan fleksibilitas dalam navigasi di ruang yang sempit atau kompleks. Implementasi *gmapping* dalam sistem memungkinkan robot untuk secara efektif membangun peta lingkungan secara dinamis sambil terus memperbarui posisinya.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana merancangan dan mengimplementasi robot tiga roda *omnidirectional* dengan pemetaan lingkungan 2D berbasis LiDAR menggunakan algoritma *gmapping*.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Mengimlementasikan *odometry* untuk mengukur perubahan posisi pada robot.
2. Merancang robot tiga roda *omnidirectional* yang dapat bergerak bebas dengan menggunakan sistem kontrol berbasis ROS.
3. Mengimplementasikan algoritma *gmapping* sebagai metode pemetaan 2D pada robot tiga roda *omnidirectional*.
4. Mengintegrasikan *odometri* sebagai salah satu navigasi yang menggunakan sensor *encoder* untuk menghitung perubahan posisi, serta menerapkan metode *potential field* yang menciptakan gaya tarik-menarik dan tolak-menolak di sekitar robot untuk menghindari halangan, sehingga meningkatkan kemampuan robot dalam bergerak aman, menghindari tabrakan, dan mencapai tujuan.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini diuraikan sebagai berikut :

1. Penelitian ini hanya membahas penerapan algoritma *gmapping* untuk pemetaan, pelokalan, dan navigasi, tanpa mempertimbangkan algoritma pemetaan lainnya.
2. Pemetaan hanya dilakukan pada lingkungan dalam ruangan (*indoor*) dan tidak mencakup lingkungan luar (*outdoor*).
3. Pemetaan yang dilakukan terbatas pada model lingkungan 2D, tanpa melibatkan pemetaan atau pemrosesan data dalam dimensi 3D.

4. Sistem kontrol berbasis ROS yang diterapkan terbatas pada penggunaan sensor LiDAR, IMU, dan *encoder*, tanpa memperhitungkan penggunaan sensor lain seperti kamera atau sensor ultrasonik.
5. Pemetaan dan navigasi hanya diterapkan pada robot tiga roda *omnidirectional* dengan konfigurasi yang telah disesuaikan, tanpa mempertimbangkan konfigurasi robot lainnya.
6. Mikrokontroler yang digunakan terbatas pada ESP32, tanpa mempertimbangkan penggunaan mikrokontroler lain.
7. Sistem kontrol hanya terbatas pada jaringan lokal, tanpa mempertimbangkan koneksi melalui jaringan non-lokal.
8. Tinggi halangan dan jarak halangan disesuaikan dengan pemasangan LiDAR.

1.5 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan dari tugas akhir ini disusun dalam lima bab yang terdiri dari :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan penelitian terkait dan gambaran mengenai teori yang berkaitan dengan *Odometri*, *Potential field*, *Gmapping*, ROS serta bahan dan alat yang digunakan dalam perancangan penelitian ini.

BAB III PERANCANGAN ROBOT *OMNIDIRECTIONAL*

Bab ini berisikan metode yang berkaitan dengan perancangan skema dan analisis hasil pada robot tiga roda *omnidirectional* yang akan dibuat.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi hasil-hasil yang didapatkan dalam penelitian dan pembahasan hingga analisanya.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang didapatkan selama melakukan penelitian serta saran yang dapat dilakukan untuk pengembangan pada penelitian selanjutnya.