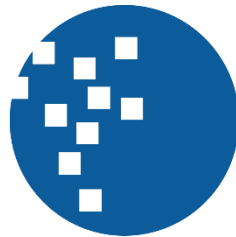


Perancangan Sistem Navigasi dan Simulasi Model Robot *Rover*

Menggunakan ROS 2



UMN

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

SKRIPSI

Surya Adi Nurizqi

00000054297

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK & INFORMATIKA
UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA**

TANGERANG

2024

**Perancangan Sistem Navigasi dan Simulasi Model Robot Rover
Menggunakan ROS 2**



UMN

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Elektro (S.T.)

Surya Adi Nurizqi

00000054297

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK & INFORMATIKA
UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA
TANGERANG**

2024

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Dengan ini saya,

Nama : Surya Adi Nurizqi

Nomor Induk Mahasiswa : 00000054297

Program studi : Teknik Elektro

Skripsi dengan judul:

Perancangan Sistem Navigasi dan Simulasi Model Robot *Rover*
Menggunakan ROS 2

merupakan hasil karya saya sendiri bukan plagiat dari karya ilmiah yang ditulis oleh orang lain, dan semua sumber, baik yang dikutip maupun dirujuk, telah saya nyatakan dengan benar serta dicantumkan di Daftar Pustaka.

Jika di kemudian hari terbukti ditemukan kecurangan/penyimpangan, baik dalam pelaksanaan skripsi maupun dalam penulisan laporan skripsi, saya bersedia menerima konsekuensi dinyatakan TIDAK LULUS untuk Tugas Akhir yang telah saya tempuh.

Tangerang, 31 Mei 2024

UMM



Surya Adi Nurizqi

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul

Perancangan Sistem Navigasi dan Simulasi Model Robot *Rover*
Menggunakan ROS 2

Oleh

Nama : Surya Adi Nurizqi
NIM : 00000054297
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Fakultas Teknik & Informatika

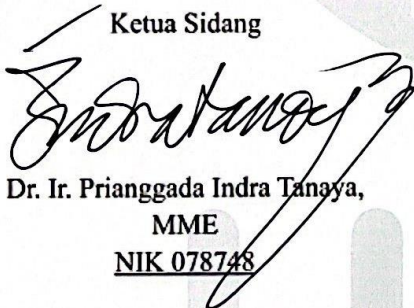
Telah diujikan pada hari Jumat, 31 Mei 2024

Pukul 13.30 s.d 17.00 dan dinyatakan

LULUS


Dengan susunan penguji sebagai berikut.

Ketua Sidang




Dr. Ir. Prianggada Indra Tanaya,
MME
NIK 078748

Penguji



Kanisius Karyono, S.T., M.T.
023872

Pembimbing



M. B. Nugraha, S.T., M.T.
NIK 063831

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Ahmad Syahril Muharom, S.Pd., M.T.

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

iii

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

KARYA ILMIAH MAHASISWA

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Surya Adi Nurizqi
NIM : 00000054297
Program Studi : Teknik Elektro
Jenjang : S1
Judul Karya Ilmiah : Perancangan Sistem Navigasi dan Simulasi Model Robot *Rover* Menggunakan ROS 2

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa saya bersedia (pilih salah satu):

- Saya bersedia memberikan izin sepenuhnya kepada Universitas Multimedia Nusantara untuk mempublikasikan hasil karya ilmiah saya ke dalam repositori Knowledge Center sehingga dapat diakses oleh Sivitas Akademika UMN/Publik. Saya menyatakan bahwa karya ilmiah yang saya buat tidak mengandung data yang bersifat konfidensial. Saya tidak akan mencabut kembali izin yang telah saya berikan dengan alasan apapun.
- Saya tidak bersedia mempublikasikan hasil karya ilmiah ini ke dalam repositori Knowledge Center, dikarenakan: Dalam proses pengajuan penerbitan ke dalam jurnal/konferensi nasional/internasional (dibuktikan dengan *letter of acceptance*)*.

Tangerang, 14 Juni 2024



Surya Adi Nurizqi

* Jika tidak bisa membuktikan LoA jurnal/HKI, saya bersedia mengizinkan penuh karya ilmiah saya untuk dipublikasikan ke KC UMN dan menjadi hak institusi UMN.

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya kepada saya sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul: “Perancangan Sistem Navigasi dan Simulasi Model Robot *Rover* Menggunakan ROS 2” yang dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai gelar Sarjana Jurusan Teknik Elektro. Skripsi ini saya susun dengan mendapatkan bantuan dari berbagai pihak di masa perkuliahan sampai pada penyusunan tugas akhir ini. Saya mengucapkan terima kasih banyak kepada:

1. Dr. Ninok Leksono, M.A., selaku Rektor Universitas Multimedia Nusantara.
2. Dr. Eng. Niki Prastomo, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Universitas Multimedia Nusantara.
3. Ahmad Syahril Muharom, S.Pd., M.T., selaku Ketua Program Studi Universitas Multimedia Nusantara.
4. M. B. Nugraha, S.T., M.T., sebagai Pembimbing pertama yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi atas terselesainya tugas akhir ini.
5. Dr. Ir. Prianggada Indra Tanaya, MMR., sebagai dosen yang telah memberikan bantuan berupa saran, arahan dan motivasi atas terselesainya tugas akhir ini.
6. Keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Teman-teman dari program studi Teknik Elektro angkatan 2020 yang telah mendukung saya.

Semoga karya ilmiah ini dapat digunakan dengan baik sebagai sumber informasi, inspirasi, serta acuan pengembangan penelitian.

Tangerang, 14 Juni 2024



Surya Adi Nurizqi

ABSTRAK

Simulasi robot merupakan penggunaan model matematis untuk mereplikasi perilaku, gerakan, atau fungsi robot dalam lingkungan virtual. Simulasi bertujuan untuk perencanaan pergerakan robot, menguji, memvalidasi algoritma kontrol dan tugas lainnya tanpa harus mengakses langsung ke fisik robot. *Robot Operating System 2* (ROS 2) menyediakan simulator gazebo sebagai aplikasi pengembangan robot. Semua bagian model dan sensor yang terdapat pada robot diprogram dalam bentuk xacro dan di proses oleh *Unified Robot Description Format* (URDF). Kemudian seluruh *link* dan *joint* yang telah di program dapat ditampilkan gazebo dan RViz 2. Perencanaan pergerakan robot menggunakan algoritma A* yang terdapat pada program NAV2. NAV2 menjadi program pergerakan robot dalam menjalani misinya dan menghindari halangan. NAV2 dapat mengenali lingkungan robot dengan menggunakan hasil pemetaan *Simultaneous Localization and Mapping* (SLAM) *toolbox* yang terbentuk dari hasil pembacaan *point clouds* sensor lidar. Simulasi dilakukan menggunakan permukaan yang rata dan tidak rata. Simulasi robot *rover* menggunakan *depth camera* untuk mengambil gambar yang ada di depannya. Simulasi dilakukan untuk mendapatkan data pergerakan robot berdasarkan algoritma A*.

Kata kunci: Simulasi Mobile Robot, ROS 2 , Gazebo, Algoritma A*, SLAM *Toolbox*

UMMN

UNIVERSITAS

MULTIMEDIA

NUSANTARA

ABSTRACT

Robot simulation is the use of mathematical models to replicate the behavior, motion, or function of a robot in a virtual environment. Simulation aims for robot movement planning, testing, validating control algorithms and other tasks without having to access directly to the physical robot. Robot Operating System 2 (ROS 2) provides a gazebo simulator as a robot development application. All model parts and sensors contained in the robot are programmed in xacro form and processed by the Unified Robot Description Format (URDF). Then all links and joints that have been programmed can be displayed in gazebo and RViz 2. Robot movement planning uses the A algorithm contained in the NAV2 program. NAV2 becomes a robot movement program in carrying out its mission and avoiding obstacles. NAV2 can recognize the robot's environment by using the Simultaneous Localization and Mapping (SLAM) toolbox mapping results formed from reading the lidar sensor point clouds. Simulations were conducted using flat and uneven surfaces. The robot rover simulation uses a depth camera to take pictures in front of it. Simulations are carried out to obtain robot movement data based on the A* algorithm.*

Keywords: *Mobile Robot Simulation, ROS 2, Gazebo, A* Algorithm, SLAM Toolbox*

UMMN

UNIVERSITAS

MULTIMEDIA

NUSANTARA

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iv
KARYA ILMIAH MAHASISWA	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Konsep Sistem.....	3
1.4 Batasan Sistem	3
1.5 Fungsi dan Manfaat Sistem	3
BAB II KONSEP DESAIN & SPESIFIKASI SISTEM	5
2.1 Konsep Desain Sistem	5
2.2 Spesifikasi Sistem	8
2.2.1 Subsistem Navigasi.....	8
2.3 Metode Verifikasi Spesifikasi	9
BAB III PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM.....	10
3.1 Tinjauan Desain Sistem	10
3.1.1 Desain Sistem Keseluruhan	10
3.1.2 Desain Subsistem Navigasi	11
3.1.3 Diagram Sistem Navigasi Robot	11
3.1.4 Diagram Sistem Pergerakan Robot.....	12

3.2 Implementasi Sistem	13
3.2.1 Hasil Implementasi	13
3.2.2 Hambatan Implementasi	15
3.2.3 Solusi yang Diterapkan.....	16
BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS SISTEM.....	17
4.1 Hasil Pengujian Sistem	17
4.2 Analisis Hasil Pengujian Sistem.....	29
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	32
5.1 Simpulan	32
5.2 Saran	32
DAFTAR PUSTAKA.....	33

UMMN

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 - Penjelasan DFD <i>Level 0</i> Simulasi Robot <i>Rover</i>	10
Tabel 3.2 - Penjelasan DFD <i>Level 1</i> Simulasi Robot <i>Rover</i>	11
Tabel 3.3 - Penjelasan DFD <i>Level 2</i> Subsistem Navigasi Simulasi Robot <i>Rover</i>	12
Tabel 3.4 - Penjelasan Sistem Pergerakan Robot Berdasarkan Algoritma <i>A*</i>	12
Tabel 4.1 – Data Waktu Hasil Simulasi Pergerakan Robot dari Titik <i>Start</i> ke Titik Tujuan pada Percobaan <i>rata.world</i>	18
Tabel 4.2 - Data Jarak, Waktu dan Kecepatan Hasil Simulasi Pergerakan Robot dari Titik <i>Start</i> ke Titik Tujuan pada Percobaan <i>rata2.world</i>	20
Tabel 4.3 - Data Jarak, Waktu dan Kecepatan Hasil Simulasi Pergerakan Robot dari Titik <i>Start</i> ke Titik Tujuan pada Percobaan <i>Indoor</i>	23



UMN

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 - Konsep Desain 3D <i>Rover</i>	5
Gambar 2.2 - Transformasi Simulasi Model Robot <i>Rover</i> di Gazebo dan Rviz 2..	6
Gambar 2.3 - Keseluruhan Sistem Robot pada ROS 2 dan Gazebo	6
Gambar 2.4 - Konsep Sistem <i>Depth Camera</i> dalam Mengambil Gambar di Simulasi.....	7
Gambar 2.5 - <i>Node Driver</i> Mengambil Data dari Kamera.....	7
Gambar 2.6 - Konsep Sistem <i>Laserscan</i> dari Sensor Lidar	8
Gambar 2.7 - Konsep Sistem <i>Path Planning</i> Algoritma A*	8
Gambar 3.1 - <i>Data Flow Diagram Level 0</i> Simulasi Robot <i>Rover</i>	10
Gambar 3.2 - <i>Data Flow Diagram Level 1</i> Simulasi Robot <i>Rover</i>	11
Gambar 3.3 - <i>Data Flow Diagram Level 2</i> Subsistem Navigasi Simulasi Robot <i>Rover</i>	11
Gambar 3.4 - Sistem Pergerakan Robot Berdasarkan Algoritma A*.....	12
Gambar 3.5 - Tampilan Seluruh <i>Topic</i> Simulasi Robot <i>Rover</i> di Rviz 2.....	13
Gambar 3.6 - Perintah Titik Tujuan Simulasi Robot di RViz 2 (<i>rata.world</i>).....	14
Gambar 3.7 - Simulasi Robot di <i>rata2.world</i>	14
Gambar 3.8 – Simulasi Robot <i>Indoor</i>	15
Gambar 3.9 – Simulasi Robot <i>Outdoor</i> Permukaan Tidak Rata.....	15
Gambar 4.1 - Hasil Simulasi Pergerakan Robot pada Percobaan <i>rata.world</i> dalam Mencapai Titik Tujuan (Percobaan ke-1)	17
Gambar 4.2 - Hasil Simulasi Pergerakan Robot pada Percobaan <i>rata.world</i> dalam Mencapai Titik Tujuan (Percobaan ke-9)	17
Gambar 4.3 - Hasil Simulasi Pergerakan Robot pada Percobaan <i>rata.world</i> dalam Mencapai Titik Tujuan (Percobaan ke-14)	17
Gambar 4.4 - Grafik Waktu Hasil Simulasi dari Percobaan <i>rata.world</i>	19
Gambar 4.5 - Hasil Simulasi Pergerakan Robot pada Percobaan <i>rata2.world</i> dalam Mencapai Titik Tujuan (Percobaan ke-1)	19
Gambar 4.6 - Hasil Simulasi Pergerakan Robot pada Percobaan <i>rata2.world</i> dalam Mencapai Titik Tujuan (Percobaan ke-6)	19
Gambar 4.7 - Grafik Jarak Hasil Simulasi dari Percobaan <i>rata2.world</i>	21
Gambar 4.8 - Grafik Waktu Hasil Simulasi dari Percobaan <i>rata2.world</i>	21
Gambar 4.9 - Grafik Kecepatan Hasil Simulasi dari Percobaan <i>rata2.world</i>	21
Gambar 4.10 - Hasil Simulasi Pergerakan Awal Robot pada Percobaan <i>Indoor</i> dalam Mencapai Titik Tujuan	22
Gambar 4.11 – Hasil Simulasi Perubahan Pergerakan Robot pada Percobaan ke-8 <i>Indoor</i> dalam Mencapai Titik Tujuan	22
Gambar 4.12 - Hasil Simulasi Perubahan Pergerakan Robot pada Percobaan ke-15 <i>Indoor</i> dalam Mencapai Titik Tujuan	22
Gambar 4.13 - Grafik Waktu Hasil Simulasi dari Percobaan <i>Indoor</i>	24
Gambar 4.14 - Grafik Waktu Hasil Simulasi dari Percobaan <i>Indoor</i>	24
Gambar 4.15 - Grafik Waktu Hasil Simulasi dari Percobaan <i>Indoor</i>	24
Gambar 4.16 – Hasil Simulasi Pergerakan Robot pada Percobaan <i>Outdoor</i> Permukaan Rata dalam Mencapai Titik Tujuan (Percobaan ke-1)	25

Gambar 4.17 – Hasil Simulasi Pergerakan Robot pada Percobaan <i>Outdoor</i> Permukaan Rata dalam Mencapai Titik Tujuan (Percobaan ke-2)	25
Gambar 4.18 - Hasil Simulasi Pergerakan Robot pada Percobaan <i>Outdoor</i> Permukaan Rata dalam Mencapai Titik Tujuan (Percobaan ke-10)	25
Gambar 4.19 - Hasil Simulasi Pergerakan Robot pada Percobaan <i>Outdoor</i> Permukaan Rata dalam Mencapai Titik Tujuan (Percobaan ke-20)	26
Gambar 4.20 - Hasil Simulasi Pergerakan Robot pada Percobaan <i>Indoor</i> dalam Mencapai Titik Tujuan (Percobaan ke-1)	26
Gambar 4.21 - Hasil Simulasi Pergerakan Robot pada Percobaan <i>Indoor</i> dalam Mencapai Titik Tujuan (Percobaan ke-2)	27
Gambar 4.22 - Hasil Simulasi Pergerakan Robot pada Percobaan <i>Indoor</i> dalam Mencapai Titik Tujuan (Percobaan ke-20)	27
Gambar 4.23 - Hasil Simulasi Pergerakan Robot pada Percobaan <i>Indoor</i> dalam Mencapai Titik Tujuan (Percobaan ke-30)	27
Gambar 4.24 – Hasil Simulasi Pergerakan Robot pada Permukaan Tidak Rata dalam Mencapai Titik Tujuan (Percobaan ke-1).....	28
Gambar 4.18 – Hasil Simulasi Pergerakan Robot pada Permukaan Tidak Rata dalam Mencapai Titik Tujuan (Percobaan ke-10).....	28
Gambar 4.19 – Hasil Simulasi Pergerakan Robot pada Permukaan Tidak Rata dalam Mencapai Titik Tujuan (Percobaan ke-20).....	28
Gambar 4.24 - Perhitungan Algoritma A* Simulasi <i>Outdoor</i> Permukaan Rata ...	29
Gambar 4.25 – Perhitungan Algoritma A* Simulasi <i>Indoor</i>	30
Gambar 4.26 - Perhitungan Algoritma A* Simulasi <i>Outdoor</i> Permukaan Tidak Rata	31

UMMN

UNIVERSITAS

MULTIMEDIA

NUSANTARA

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 - Formulir Konsultasi Skripsi – Fakultas Teknik & Informatika	36
Lampiran 2 - Tabel Pergerakan Robot Hasil Simulasi <i>Outdoor</i> rata2.world (Percobaan ke-1)	37
Lampiran 3 - Tabel Pergerakan Robot Hasil Simulasi <i>Outdoor</i> rata2.world (Percobaan ke-6)	41
Lampiran 4 - Tabel Pergerakan Robot Hasil Simulasi <i>Indoor</i> (Percobaan ke-1) .	45
Lampiran 5 - Tabel Pergerakan Robot Hasil Simulasi <i>Indoor</i> (Percobaan ke-11)	54
Lampiran 6 - Tabel Pergerakan Robot Hasil Simulasi <i>Outdoor</i> rata.world (Percobaan ke-1)	61
Lampiran 7 - Tabel Pergerakan Robot Hasil Simulasi <i>Indoor</i> (Percobaan ke-1) .	70



UMN

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA