

**SISTEM KENDALI *OBSTACLE AVOIDANCE AUTONOMOUS*
UNMANNED GROUND VEHICLE BERODA TANK BERBASIS LIDAR**



SKRIPSI

Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik

Universitas Sriwijaya

Oleh :

FAISAL GHIENALDY AHMAD

03041381621097

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2023

LEMBAR PENGESAHAN
SISTEM KENDALI *OBSTACLE AVOIDANCE AUTONOMOUS*
UNMANNED GROUND VEHICLE BERODA TANK BERBASIS LIDAR



SKRIPSI

Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik

Universitas Sriwijaya

Oleh :

FAISAL GHIENALDY AHMAD

03041381621097

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP : 197108141999031005

Indralaya, Mei 2023

Menyetujui,

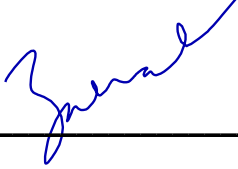
Pembimbing Utama

Ir. Zaenal Husin, M.Sc

NIP : 195602141985031002

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

Saya sebagai Pembimbing dengan ini menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya ruang lingkup dan kualitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (S1).

Tanda Tangan :  _____

Pembimbing Utama: Ir. Zaenal Husin, M.Sc

Tanggal : 16 / Mei / 2023

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Faisal Ghienaldy Ahmad

NIM : 03041381621097

Jurusan : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Universitas : Universitas Sriwijaya

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive RoyaltyFree Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**Sistem Kendali *Obstacle Avoidance Autonomous Unmanned Ground Vehicle*
Beroda Tank Berbasis LIDAR.**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media /formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Indralaya

Pada tanggal : Mei 2023

Yang menyatakan



Faisal Ghienaldy Ahmad

NIM. 030413821621097

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Faisal Ghienaldy Ahmad

NIM : 03041381621097

Fakultas : Teknik

Jurusan/Prodi : Teknik Elektro

Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil Pengecekan *Software* iThenticate/Turnitin : 12%

Menyatakan bahwa tugas akhir saya yang berjudul “Sistem *Kendali Obstacle Avoidance Autonomous Unmanned Ground Vehicle* Beroda Tank Berbasis LIDAR” merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan.

Indralaya, Mei 2023

METERAI TEMPEL
4F9AKX420434808
Faisal Ghienaldy Ahmad

NIM. 030413821621097

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT. Berkat rahmat dari Allah SWT, penulis dapat membuat skripsi ini yang berjudul “Sistem Kendali *Obstacle Avoidance Autonomous Unmanned Ground Vehicle* Beroda Tank Berbasis LIDAR”.

Pembuatan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ayah saya Ahmad Sholeh dan Ibu saya Nurul Qomariati, yang telah memberikan doa, dukungan dan kasih sayang yang tak pernah terputuskan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dan mendapatkan gelar sarjana teknik.
2. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Ir. Zaenal Husin, M.Sc selaku pembimbing tugas akhir ini dan dosen.
4. Bapak Dr. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T. selaku dosen pencetus dan pengembang ide pada tugas akhir ini.
5. Ibu Dr. Eng. Suci Dwijayanti, S.T., M.S. selaku dosen Teknik Kendali dan Komputer yang selalu mengajar dan mendukung selama perkuliahan.
6. Segenap Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknk Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan
7. Saudara dan keluarga yang selalu memberikan semangat dan memberi dukungan baik secara fisik, mental, maupun finansial.
8. Ahmad Farhan Aristo dan Eric Sean Kesuma selaku rekan dalam pembuatan tugas akhir ini.
9. Teman-teman dari Teknik Elektro dan Klub Robotika Unsri yang sudah membantu dan memberi dukungan
10. Dan pihak-pihak yang sangat membantu dalam penulisan skripsi tugas akhir ini yang tidak dapat Penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari adanya kekurangan dalam penulisan usulan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan wawasan yang lebih luas kepada pembaca. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan agar dapat menjadi evaluasi yang baik dan berguna untuk perbaikan ke depannya.

Indralaya, Mei 2023



Faisal Ghienaldy Ahmad

NIM. 03041381621097

ABSTRAK**SISTEM KENDALI *OBSTACLE AVOIDANCE AUTONOMOUS*
UNMANNED GROUND VEHICLE BERODA TANK BERBASIS LIDAR**

(Faisal Ghienaldy Ahmad, 03041381621097, 2023, 60 Halaman)

Indonesia dengan ribuan pulau mempunyai kelemahan pada sektor infrastruktur, ratusan pulau yang kecil tidak memiliki sumber daya untuk membuat jalan. Ban karet yang sering digunakan untuk kendaraan mempunyai durabilitas yang lebih rendah apabila dipakai di jalan yang tidak memadai. UGV adalah sebuah kendaraan yang dijalankan untuk tujuan tertentu tanpa dikendarai oleh manusia. Autonomus UGV bergerak berdasarkan area atau jalur yang telah ditentukan, namun pengendaliannya menjadi permasalahan tersendiri sehingga membutuhkan pengendalian yang optimal. Sistem yang dapat membantu untuk mengatasi kesulitan tersebut ialah sistem autonomus dengan bantuan LIDAR yang mampu menghindari obstacle dijalan. Pengendalian UGV berbasis LIDAR ini dirancang dengan sistem PID dimana dengan metode Ziegler-Nichols dan *trial and error* mendapatkan nilai Nilai PID $K_p = 4.9$, $K_i = 1.4$ dan $K_d = 4.2$. Kecepatan gerak UGV pada penelitian ini bergantung dengan nilai error yang didapat dari sensor GPS yang dihitung dengan menggunakan rumus haversine. UGV dengan bantuan LIDAR mampu menghindari rintangan berupa batu dan triplek pada rutenya. UGV berhasil berhenti pada posisi posisi yang sudah ditentukan dengan perbedaan jarak dengan titik asli sebesar ± 2.32 meter. Jarak aman terjaga sebesar 21cm antara UGV dan triplek

**Kata kunci: Unmanned Ground Vehicle, Posisi Kontrol, PID, Ziegler-Nichols,
LIDAR**

ABSTRACT**AUTONOMOUS AVOIDANCE CONTROL SYSTEM UNMANNED GROUND
VEHICLE WHEELED TANK BASED ON LIDAR**

(Faisal Ghienaldy Ahmad, 03041381621097, 2023, 60 pages)

Indonesia with thousands of islands has weaknesses in the infrastructure sector, hundreds of small islands do not have the resources to build roads. Rubber tires that are often used for vehicles have lower durability when used on inadequate roads. UGV is a vehicle that is run for a specific purpose without being driven by humans. Autonomus UGV moves based on a predetermined area or path, but its control is a separate problem, so it requires optimal control. The system that can help to overcome these difficulties is an autonomous system with the help of LiDAR which is able to avoid obstacles on its way. LiDAR-based UGV control is designed with a PID system where the Ziegler-Nichols method and trial and error obtain PID values $K_p = 4.9$, $K_i = 1.4$ and $K_d = 4.2$. The speed of the UGV in this study depends on the error value obtained from the GPS sensor which is calculated using the haversine formula. UGV with the help of LIDAR is able to avoid obstacles in the form of rocks and plywood on its route. UGV managed to stop at a predetermined position with a distance difference from the original point of ± 2.32 meters. A safe distance of 21 cm is maintained between the UGV and the plywood obstacle.

**Keyword: Unmanned Ground Vehicle, Control Position, PID, Ziegler-Nichols,
LIDAR**

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING.....	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penulisan.....	3
1.4 Pembatasan Masalah.....	3
1.5 Keaslian Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 <i>State of the art</i>	5
2.2 <i>Unmanned Ground Vehicle</i>	11
2.3 <i>Tracked Vehicle</i>	11

2.4 Mikrokontroller	12
2.5 <i>Global Positioning System</i>	13
2.6 <i>Light Detection and Ranging</i>	14
2.7 Motor DC	14
2.8 <i>Liquid Crystal Display</i>	15
2.9 PID (Proporsional, Integral dan Derivatif).....	15
2.10 Rumus Haversine.....	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Studi Literatur	19
3.2 Perancangan Sistem	19
3.2.1 Perancangan Pemrograman	21
3.2.2 Perancangan <i>hardware</i>	21
3.2.2.1 Arduino Mega 2560.....	21
3.2.2.2 Ublox Neo 6M	22
3.2.2.3 Sensor LIDAR VL53L1X	22
3.2.2.4 Driver Motor VNH2SP30.....	23
3.2.2.5 Kompas Digital HMC5883L	24
3.3 Sistem Kendali UGV.....	24
3.4 Pengujian Sistem.....	25
3.5 Diagram Blok Sistem.....	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
4.1 Perancangan Alat	26
4.2 Penentuan Jarak Posisi (<i>Waypoint</i>).....	27
4.3 Perhitungan Mendapatkan Nilai Error	27
4.4 Pengujian Pencarian Nilai Konstanta Proposional Menggunakan Metode Ziegler-Nichols	28

4.5 Pengujian Pencarian Nilai Konstanta Proposional	30
4.6 Pengujian Pencarian Nilai Konstanta Integral	33
4.7 Pengujian Pencarian Nilai Konstanta Derivatif.....	35
4.8 Pengujian Nilai Output PWM Motor terhadap Kompas Digital.....	38
4.9 Perhitungan Mendapatkan Nilai Error pada Sensor GPS	41
4.10 Pengujian Nilai Output PWM Motor pada Sensor GPS	41
4.11 Pengujian Sistem <i>Obstacle Avoidance</i>).....	43
4.11.1 Pengujian Sistem Obstacle Depan	43
4.11.2 Pengujian Sistem Obstacle Kiri... ..	46
4.11.3 Pengujian Sistem Obstacle Kanan.....	49
4.11.4 Pengujian Sistem Obstacle Kiri dan Kanan.....	52
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	58
5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA.....	59
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Algoritma <i>Obstacle Avoidance</i> Berbasis MPC	5
Gambar 2.2 Lintasan Kendaraan Untuk Simulasi	6
Gambar 2.3 Menghitung Arah Kendaraan Berdasarkan Perubahan Posisinya Dari T0 Ke T1	7
Gambar 2.4 Hasil Simulasi Dari Algoritma <i>Integrated</i>	9
Gambar 2.5 Hasil percobaan, (R) adalah posisi Home. (II) adalah target II, (a) adalah tempat <i>obstacle avoidance</i> terhadap pejalan kaki, (b) adalah tempat <i>obstacle avoidance</i> terhadap kotak	10
Gambar 2.6 Kendaraan Beroda Tank Karet	12
Gambar 2.7 Contoh Mikrokontroler	13
Gambar 2.8 Prinsip kerja LIDAR	14
Gambar 3.1 Flowchart Penelitian	18
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> perancangan sistem	19
Gambar 3.3 Desain <i>Unmanned Ground Vehicle</i> (UGV).....	21
Gambar 3.4 Arduino Mega 2560.....	22
Gambar 3.5 GPS Ublox Neo 6M	22
Gambar 3.6 Sensor LIDAR VL53L1X	23
Gambar 3.7 Driver Motor VNH2SP30.....	24
Gambar 3.8 Diagram Blok Sistem.....	25
Gambar 4.1 UGV Beroda Tank	26
Gambar 4.2 Grafik Error heading $K_{cr} = 7$	29
Gambar 4.3 Grafik Error heading $K_{cr} = 8$	29
Gambar 4.4 Grafik Error heading $K_{cr} = 9$	30
Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Error Terhadap PWM $K_p = 4.7$	31
Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Error Terhadap PWM $K_p = 4.8$	32
Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Error Terhadap PWM $K_p = 4.9$	32
Gambar 4.8 Grafik Perbandingan Error Terhadap PWM $K_i = 1.35$	33

Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Error Terhadap PWM Ki = 1.4.....	34
Gambar 4.10 Grafik Perbandingan Error Terhadap PWM Ki = 1.45.....	35
Gambar 4.11 Grafik Perbandingan Error Terhadap PWM Kd = 4.15.....	36
Gambar 4.12 Grafik Perbandingan Error Terhadap PWM Kd = 4.2.....	36
Gambar 4.13 Grafik Perbandingan Error Terhadap PWM Kd = 4.1.....	37
Gambar 4.14 Grafik Perbandingan Nilai Error antara Metode Ziegler-Nichols dan Metode Trial and Error	38
Gambar 4.15 Grafik Perbandingan Error PWM kanan dan PWM Kiri	40
Gambar 4.16 Grafik Perbandingan Error PWM kanan dan PWM Kiri Afif Ibrahim	41
Gambar 4.17 <i>Start</i> untuk Sistem <i>Obstacle</i> Depan	45
Gambar 4.18 <i>Waypoint</i> untuk Sistem <i>Obstacle</i> Depan	45
Gambar 4.19 Rute perjalanan sistem <i>Obstacle</i> depan.....	46
Gambar 4.20 <i>Start</i> untuk Sistem <i>Obstacle</i> Kiri	48
Gambar 4.21 <i>Waypoint</i> untuk Sistem <i>Obstacle</i> Kiri... ..	48
Gambar 4.22 Rute perjalanan sistem <i>Obstacle</i> Kiri.....	49
Gambar 4.23 <i>Start</i> untuk Sistem <i>Obstacle</i> Kanan.....	51
Gambar 4.24 <i>Waypoint</i> untuk Sistem <i>Obstacle</i> Kanan	51
Gambar 4.25 Rute perjalanan sistem <i>Obstacle</i> Kanan.....	52
Gambar 4.26 <i>Start</i> untuk Sistem <i>Obstacle</i> Kiri dan Kanan.....	53
Gambar 4.27 <i>Waypoint</i> 1 untuk Sistem <i>Obstacle</i> Kiri	55
Gambar 4.28 <i>Waypoint</i> 2 untuk Sistem <i>Obstacle</i> Kanan	55
Gambar 4.29 Rute perjalanan sistem <i>Obstacle</i> Kiri dan Kanan.....	55

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pengaturan dan Hasil Dari Simulasi	6
Tabel 4.1 Hasil Pembacaan Kompas Digital dan Output Speed motor	39
Tabel 4.2 Hasil sensor GPS dan output speed motor	42
Tabel 4.3 <i>Waypoint</i> untuk Pengujian Sistem <i>Obstacle Avoidance</i>	43
Tabel 4.4 Data LIDAR Ketika Mendeteksi <i>Obstacle</i> pada bagian depan.....	44
Tabel 4.5 Data LIDAR Ketika Mendeteksi <i>Obstacle</i> pada bagian kiri	47
Tabel 4.6 Data LIDAR Ketika Mendeteksi <i>Obstacle</i> pada bagian kanan	50
Tabel 4.7 2 <i>Waypoint</i> untuk Pengujian Sistem <i>Obstacle Avoidance</i>	52
Tabel 4.8 Data LIDAR Ketika Mendeteksi <i>Obstacle</i> Dikiri 2 <i>Waypoint</i>	53
Tabel 4.9 Data LIDAR Ketika Mendeteksi <i>Obstacle</i> Dikanan 2 <i>Waypoint</i>	54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Pengujian Sistem *Obstacle* Depan

Lampiran 2 Data Pengujian Sistem *Obstacle* Kiri

Lampiran 3 Data Pengujian Sistem *Obstacle* Kanan

Lampiran 4 Data Pengujian Sistem *Obstacle* Kiri dan Kanan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia dengan ribuan pulau mempunyai kelemahan pada sektor infrastruktur, ratusan pulau yang kecil tidak memiliki sumber daya untuk membuat jalan. Ban karet yang sering digunakan untuk kendaraan mempunyai durabilitas yang lebih rendah apabila dipakai di jalan yang tidak memadai. Ini mengapa kebanyakan kendaraan yang dipakai *offroad* memiliki trek dibanding dengan ban konvensional. Trek dapat berkontak dengan jalan yang tidak rata, menambahkan stabilitas kendaraan dan meningkatkan kenyamanan pemakai.

Dimana kata *autonomous* pasti langsung berhubungan dengan *obstacle avoidance*. Jalur antara *obstacle* dapat bergantung pada titik, garis, busur, atau bidang vektor untuk memperhitungkan batasan apa pun dalam mobilitas robot. Saat mereka mengikuti jalur, algoritme digunakan untuk mengarahkan ke jalur yang diinginkan atau salah satu faktor yang berputar di sepanjang jalan. Jika robot mengikuti jalur yang diinginkan dan menemukan belokan di antara titik atau garis, robot dapat melampaui jalur di sekitar belokan atau berhenti dan berputar sebelum melanjutkan[1].

Robot *obstacle avoidance* dirancang untuk menavigasi robot di lingkungan yang tidak diketahui dengan menghindari tabrakan. Robot menghindari rintangan dengan mendeteksi rintangan di jalan, menghindari rintangan dan melanjutkan jalan ke target. Ada beberapa metode yang sangat populer untuk navigasi robot seperti *wall following*, *edge detection*, *line following*. Robot *obstacle avoidance* menggunakan algoritma yang berbeda-beda, mulai dari algoritma primitif yang mendeteksi rintangan dan menghentikan robot untuk menghindari tabrakan, menggunakan beberapa algoritma canggih yang memungkinkan robot untuk memutar rintangan dan algoritma yang terakhir lebih kompleks, karena melibatkan pendeteksian rintangan serta semacam pengukuran kuantitatif mengenai dimensi rintangan. Implementasi sistem membutuhkan pemahaman tentang area di sekitar

untuk menavigasi dengan aman, jadi Deteksi dan *obstacle avoidance* yang akurat adalah yang paling penting[2].

Berbagai upaya penelitian dan pengembangan telah dilakukan sejak saat itu, yang menghasilkan sejumlah prototipe *Unmanned Ground Vehicle* (UGV) yang canggih. UGV adalah kendaraan yang beroperasi di darat, tanpa perlu operator manusia di dalam. UGV otonom memiliki beberapa keunggulan dalam hal ukuran dan harga, selain kemampuan bertahan yang tinggi, yang membuatnya ideal untuk aplikasi yang berat seperti perjalanan *off-road* atau perjalanan yang berbahaya untuk manusia. Calderon, Juan dan tim telah melakukan riset tentang UGV autonom yang memakai sensor *monocular vision*[3]

LIDAR adalah sebuah teknologi pemindaian optik yang mengukur sifat-sifat cahaya yang dipancarkan untuk mencari jarak dan informasi lain dari sebuah objek. LIDAR mempunyai beberapa keunggulan seperti tingkat presisi tinggi dengan jarak deteksi yang jauh. Informasi standar dari LiDAR adalah susunan titik-titik pada koordinat kutub[4].

Beberapa penelitian tentang *obstacle avoidance* menggunakan LIDAR telah dilakukan, salah satu penelitian ini menggunakan *multi stage optimization formulation*[5]. Penelitian selanjutnya menggunakan WIFI untuk menentukan posisi UGV[6]. Penelitian ketiga memakai *Median Filter* (MF) dan *Mean Shift* (MS) *clustering* untuk membuat tracking lebih akurat[7]. Pada penelitian terakhir, peneliti menggunakan sistem yang ada di *Robotic Operating System* (ROS) yaitu *Simultaneous Localization and Mapping* (SLAM) [8].

Setelah melihat kelebihan dan kelemahan dari penelitian diatas, penulis akan menggunakan LIDAR untuk membuat sistem kendali *obstacle avoidance autonomous unmanned ground vehicle* beroda tank. LIDAR ini mampu menghindari *obstacle* ketika bergerak dan roda tank membuat UGV bergerak di permukaan yang lebih sulit seperti jalan yang tidak diaspal dan tanah.

1.2 Perumusan Masalah

Pada latar belakang dijelaskan bahwa Indonesia masih memiliki banyak tempat yang tidak memiliki jalan dan jalan yang belum diaspal. Untuk dapat

bernavigasi secara aman, diperlukan sistem navigasi yang akurat dan sensor untuk menghindari rintangan yang mungkin ada di perjalanan. Penelitian dirancang sistem untuk menggerakkan sebuah UGV dari satu titik waypoint ke titik waypoint final tanpa menabrak dengan rintangan yang telah diletakan diantara waypoint. Metode Ziegler-Nichols akan digunakan untuk mendapatkan nilai PID awal. Setelah mendapatkan nilai PID pertama, metode *trial and error* akan diimplementasi untuk mendapatkan nilai terbaik untuk sistem.

1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk

1. Menghindari rintangan yang ada di jalur UGV
2. Menavigasi suatu rute dengan akurat.
3. Menggunakan metode heuristik Ziegler-Nichols untuk mendapatkan nilai PID yang mampu menstabilkan perjalanan UGV.

1.4 Pembatasan masalah

Penulis membatasi masalah supaya penelitian lebih terarah, dimana batas ini ada pada:

1. Menggunakan Bahasa Pemrograman C++ dan Arduino
2. Menggunakan Unmanned Ground Vehicle beroda Track
3. Mikroprosesor yang digunakan adalah Arduino Mega
4. Sensor yang digunakan untuk sistem kendali *obstacle avoidance* ialah sensor LIDAR.

1.5 Keaslian Penelitian

Sudah ada beberapa penelitian yang dilakukan oleh peneliti tentang sistem kendali *obstacle avoidance*. Salah satu penelitian ini telah dilakukan oleh J. Liu, P. Jayakumar, J. L. Stein, dan T. Ersal[5] mengenai algoritma *obstacle avoidance* berbasis *Model Predictive Control* (MPC) . Penelitian ini dilakukan untuk pengembangan UGV berkecepatan tinggi dan berukuran besar, UGV dapat memahami lingkungan hanya melalui informasi yang diberikan oleh sensor

LIDAR. Algoritma ini dapat memperhitungkan kontrol serta batasan dinamis kendaraan dan memberikan solusi optimal yang mulus dan berkelanjutan.. Penelitian ini dilakukan sampai batas *obstacle* statis saja dan simulasi virtual.

N. Baras, G. Nantzios, D. Ziouzos, dan M. Dasygenis[6] merancang sistem *obstacle avoidance* menggunakan tiga komponen yaitu LIDAR untuk mengumpulkan pengukuran mengenai lingkungan sekitar dan deteksi rintangan, penggunaan infrastruktur Wi-Fi yang ada untuk memastikan posisi dan lokalisasi dalam ruangan dan algoritme baru yang mampu menggerakkan kendaraan secara nyata. waktu berdasarkan pemrosesan cepat dari semua informasi yang dikumpulkan. Penelitian ini terbatas oleh jangkauan WIFI.

Selain itu, penggunaan algoritma *Median Filter* (MF) dan *Mean Shift* (MS) *clustering* yang dikembangkan P. Wu, S. Xie, H. Liu, J. Luo, dan Q. Li[7] menunjukkan bahwa algoritma ini dengan pemisahan area yang di *scan* menjadi lapisan *emergency*, *accurate* dan *fuzzy obstacle-avoidance layer* meningkatkan efisiensi. Algoritma *emergency* mampu mencegah robot untuk menabrak ke *obstacle* di lapisan *emergency*. Kekurangan dari penelitian ini adalah hasil yang teoritis dalam simulasi dan bukan di lapangan.

Penelitian yang dilakukan oleh K. T. Song, Y. H. Chiu, L. R. Kang, S. H. Song, dan C. A. Yang[8] membuat sistem kontrol navigasi robot berdasarkan integrasi lokalisasi laser SLAM dan kontrol *obstacle avoidance* waktu nyata untuk memberikan panduan personel untuk layanan kehidupan sehari-hari. Sistem lokalisasi SLAM LIDAR diimplementasikan dalam *software* ROS, di mana Cartographer SLAM dipakai dan lokalisasi Monte Carlo adaptif digunakan pada robot. Keterbatasan penelitian ini termasuk minim dimana peneliti menghipotesis bahwa sistem ini akan susah diimplementasi pada beberapa robo

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. T. Padgett and A. F. Browne, "Vector-based robot obstacle avoidance using LIDAR and mecanum drive," SoutheastCon 2017, pp. 1-5, 2017.
- [2] D. Ghorpade, A. D. Thakare and S. Doiphode, "Obstacle Detection and Avoidance Algorithm for Autonomous Mobile Robot using 2D LiDAR," 2017 International Conference on Computing, Communication, Control and Automation (ICCUBEA), pp. 1-6, 2017.
- [3] D. Hutabarat, M. Rivai, D. Purwanto and H. Hutomo, "Lidar-based Obstacle Avoidance for the Autonomous Mobile Robot," 2019 12th International Conference on Information & Communication Technology and System (ICTS), pp. 197-202, 2019.
- [4] J. Calderon, A. Obando and D. Jaimes, "Road Detection Algorithm for an Autonomous UGV based on Monocular Vision," Electronics, Robotics and Automotive Mechanics Conference (CERMA 2007), pp. 253-259, 2007.
- [5] Liu, J, Jayakumar, P, Stein, JL, & Ersal, T. "A Multi-Stage Optimization Formulation for MPC-Based Obstacle Avoidance in Autonomous Vehicles Using a LIDAR Sensor." Energy Harvesting; Modeling and Control for Thermo-Fluid Applications, IC Engines, Manufacturing. San Antonio, Texas, USA. October 22–24, 2014.
- [6] N. Baras, G. Nantzios, D. Ziouzos and M. Dasygenis, "Autonomous Obstacle Avoidance Vehicle Using LIDAR and an Embedded System," 2019 8th International Conference on Modern Circuits and Systems Technologies (MOCASST), pp. 1-4, 2019.
- [7] P. Wu, S. Xie, H. Liu, J. Luo and Q. Li, "A novel algorithm of autonomous obstacle-avoidance for mobile robot based on LIDAR data," 2015 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics (ROBIO), pp. 2377-2382, 2015.
- [8] K. Song et al., "Navigation Control Design of a Mobile Robot by Integrating Obstacle Avoidance and LiDAR SLAM," 2018 IEEE International

Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC), pp. 1833-1838, , 2018.

- [9] Ibrahim, Afif. 2020. Sistem Kendali Posisi Autonomus Unmanned Ground Vehicle Beroda Tank Berbasis PID. *Skripsi*. Palembang: Universitas Sriwijaya.