

SKRIPSI

**PERANCANGAN SISTEM KENDALI PENGHINDAR
RINTANGAN PADA ROBOT HUMANOID MENGGUNAKAN
PENGENDALI PID DAN SENSOR LIDAR**



**Disusun Untuk Memenuhi Syarat mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Univeristas Sriwijaya**

Oleh:

MUHAMMAD ARIF KURNIAWAN

03041281823036

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2023

LEMBAR PENGESAHAN

PERANCANGAN SISTEM KENDALI PENGHINDAR RINTANGAN PADA ROBOT HUMANOID MENGGUNAKAN PENGENDALI PID DAN SENSOR LIDAR



Disusun Untuk Memenuhi Syarat mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Univeristas Sriwijaya

Oleh:

MUHAMMAD ARIF KURNIAWAN

03041281823036

Palembang, 10 Januari 2024

Menyetujui,
Pembimbing Utama

Ir. Zaenal Husin, M.Sc.
NIP: 195602141985031002

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., IPU
NIP : 197108141999031005

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Arif Kurniawan
NIM : 03041281823036
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil Pengecekan *Software iThenticate/Turnitin* : 7 %

Menyatakan bahwa tugas akhir saya yang berjudul “perancangan sistem kendali penghindar rintangan pada robot humanoid menggunakan pengendali pid dan sensor 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.

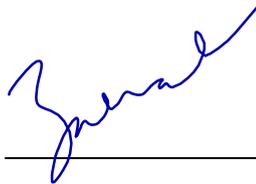
Palembang, 10 Januari 2024


Muhammad Arif Kurniawan
NIM. 03041281823036

HALAMAN PERNYATAAN DOSEN

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

: 10 / Januari / 2024

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

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

Nama : Muhammad Arif Kurniawan

NIM 03041281823036

Fakultas : Teknik

Jurusan/Prodi : Teknik Elektro

Jenis Karya : Skripsi

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

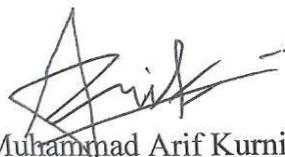
**PERANCANGAN SISTEM KENDALI PENGHINDAR RINTANGAN
PADA ROBOT HUMANOID MENGGUNAKAN PENGENDALI PID DAN
SENSOR LIDAR**

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 Palembang

Pada Tanggal : 10 Januari 2024

Yang menyatakan,



Muhammad Arif Kurniawan

NIM. 03041281823036

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT. serta shalawat dan salam penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat. Berkat rahmat dan ridho Allah SWT. penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perancangan Sistem Kendali Penghindar Rintangan Pada Robot Humanoid Menggunakan Pengendali PID dan Sensor Lidar”.

Pembuatan skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D. IPU selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya dan Ibu Dr. Eng. Suci Dwijayanti S.T., M.S IPM selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
2. Ir. Zaenal Husin, M.Sc. selaku pembimbing utama tugas akhir ini dan Ibu Dr. Eng. Suci Dwijayanti S.T., M.S IPM yang telah memberikan bimbingan dan memberikan ilmu selama proses penulisan skripsi.
3. Bapak Ir. Zaenal Husin, M.Sc., Bapak Dr. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T., IPM, Ibu Dr. Eng. Suci Dwijayanti S.T., M.S., IPM, Ibu Hera Hikmarika, S.T., M.Eng., Bapak Baginda Oloan Siregar, S.T., M.T., Bapak Irmawan, S.Si., M.T., dan Bapak Rendyansyah, S.Kom., M.T., selaku pencetus, pengembang ide dan memberikan arahan serta bimbingan pada tugas akhir ini.
4. Dosen pembimbing akademik, Ibu Herlina, S.T., M.T., yang telah memberikan arahan serta bimbingan kepada penulis selama masa perkuliahan.
5. Segenap Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan.
6. Orang tua, saudara, dan keluarga yang selalu memberikan

semangat, dukungan baik secara mental, fisik, maupun finansial.

7. Muhammad Iqbal, Ahmad Rizky Amirulsyah, Muhammad Najhan Trialdy Pryanka, Patrick Kusuma, M. Al Daffa Tumaga T., M. Yevandry Maristratama, M. Naufal Ghiffari Iskandar, Ahmad Reinaldi Akbar, Darma Sandi, Diah Rahmah Dini, dan Mutiyara selaku partner yang berada dalam satu konsentrasi yaitu konsentrasi TKK yang banyak sekali membantu dalam masa perkuliahan termasuk dalam penyelesaian skripsi ini.
8. Sutra Purnama, Ilham Ramadhani, Okky Renaldi, dan Alwan Farras selaku sahabat terbaik yang merupakan keluarga kedua selama kuliah yang juga banyak memberikan dukungan dan arahan dalam menyelesaikan skripsi.
9. Firly dan Ilham yang banyak membantu dalam melakukan penelitian, pengambilan data dan sampai penyelesaian skripsi.
10. Eva Suciani yang juga turut membantu dalam penyelesaian skripsi dan menyemangati.
11. Fikri Alfiansyah, Melgi Kuswantri, Rino Pra Ramadhan, Nando Meliansyah, Eko, Ari, Aji dan lain-lain yang selalu memberikan waktu dan dukungan untuk tetap berproses menyelesaikan skripsi.
12. Teman satu angkatan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya 2018.
13. Dan pihak-pihak yang sangat membantu didalam penyusunan skripsi ini, yang tidak dapat penyusun sebutkan satu persatu.

Didalam penyusunan skripsi ini, masih terdapat kekurangan karena keterbatasan penulis, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar dapat menjadi evaluasi dan berguna untuk penulis dimasa yang akan datang.

Palembang, 10 Januari 2024


Muhammad Arif Kurniawan
NIM. 03041281823036

ABSTRAK
PERANCANGAN SISTEM KENDALI PENGHINDAR RINTANGAN
PADA ROBOT HUMANOID MENGGUNAKAN PENGENDALI PID DAN
SENSOR LIDAR

(Muhammad Arif Kurniawan, 03041281823036, 2023, 69 Halaman)

Robot humanoid menjadi salah satu jenis robot yang dikembangkan saat ini yang memiliki kemampuan untuk meniru manusia, dan salah satunya kemampuan untuk menghindari objek ketika bergerak agar dapat berjalan dengan baik tanpa menabrak apapun. Sehingga, sebuah sistem penghindaran rintangan pada robot humanoid sangat dibutuhkan. Oleh karena itu, pada penelitian ini dikembangkan sebuah sistem penghindar rintangan yang dikerjakan pada sebuah prototype. Pada penelitian ini, sistem penghindar rintangan yang diterapkan pada prototype menggunakan pengendali PID dengan metode *trial and error*. Penelitian ini juga menggunakan sensor LIDAR A1, yang memiliki peran dalam mengidentifikasi objek sekitar bahkan jarak maksimum pembacaannya dapat mencapai 12 meter. Sensor LIDAR A1 mampu membaca objek dalam jangkauan 360° yang berarti mampu mendeteksi objek dari segala sisi dan hal tersebut yang membantu robot dalam mengetahui terdapat objek atau tidak di sepanjang robot berjalan. Hasil yang didapatkan dari menguji jarak yang ditunjukkan oleh LIDAR A1 dan jarak sebenarnya terhadap objek dapat dikategorikan baik karena error yang didapatkan relatif kecil, yaitu hanya sebesar 3,2%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa PID memiliki hasil yang baik sehingga dapat digunakan sebagai controller pada sistem penghindar rintangan, dibuktikan dengan beberapa pengujian saat robot diberikan rintangan yang posisinya diubah pada setiap track dengan nilai $K_p = 4$, $K_i = 0,002$ dan $K_d = 10$ menunjukkan robot mampu menghindari rintangan dengan nilai error yang kecil. Robot tidak mampu menghindari rintangan sebanyak dua kali di rintangan 3 pada track C. Jika dibandingkan dengan total rintangan sebanyak 150, dua kegagalan tersebut menyatakan robot mampu menghindari rintangan sebanyak 148 kali.

Kata Kunci : Humanoid Robot, LIDAR, PID, Sistem Penghindar Rintangan

ABSTRACT

DESIGN OF AN OBSTACLE AVOIDANCE CONTROL SYSTEM FOR HUMANOID ROBOT USING PID CONTROLLER AND LIDAR SENSOR

(Muhammad Arif Kurniawan, 03041281823036, 2023, 69 Pages)

Humanoid robots are one type of robot being developed currently that has the ability to imitate humans, and one of them is the ability to avoid objects when moving so that they can walk properly without hitting anything. So, an obstacle avoidance system for humanoid robots is needed. Therefore, in this research an obstacle avoidance system was developed which was carried out on a prototype. In this research, the obstacle avoidance system applied to the prototype uses a PID controller using the trial and error method. This research also uses the LIDAR A1 sensor, which has a role in identifying surrounding objects and the maximum reading distance can reach 12 meters. The LIDAR A1 sensor is capable of reading objects within a 360° range, which means it is able to detect objects from all sides and this helps the robot to determine whether there is an object or not along the robot's path. The results obtained from testing the distance shown by LIDAR A1 and the actual distance to the object can be categorized as good because the error obtained is relatively small, namely only 3.2%. The results of this research show that PID has good results so that it can be used as a controller in obstacle avoidance systems, proven by several tests when the robot is given an obstacle whose position is changed on each track with values of $K_p = 4$, $K_i = 0.002$ and $K_d = 10$ showing that the robot is capable of avoid obstacles with a small error value. The robot was unable to avoid obstacles twice on obstacle 3 on track C. When compared with a total of 150 obstacles, these two failures indicate that the robot was able to avoid obstacles 148 times.

Keywords: *Humanoid Robot, LIDAR sensor, PID, Obstacle Avoidance System*

DAFTAR ISI

COVER	
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	iii
HALAMAN PERNYATAAN DOSEN	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Keaslian Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 <i>State Of The Art</i>	6
2.2 <i>Humanoid Robot</i>	15
2.3 Lidar (<i>Light Detection And Ranging</i>).....	16
2.4 Pengendali PID (<i>Proportional Integral Derivative</i>).....	16
2.4.1 Pengendali <i>Proportional (P)</i>	17
2.4.2 Pengendali <i>Integral (I)</i>	17
2.4.3 Pengendali <i>Derivative (D)</i>	17
BAB 3 METODE PENELITIAN	19
3.1 Alur Penelitian	19
3.2 Tahap Studi Literatur	20
3.3 Perancangan <i>Hardware System</i> dan <i>Software System</i>	20
3.3.1 <i>Hardware System</i>	20
3.3.1.1 Sensor LIDAR	22
3.3.1.2 Motor DC	22
3.3.2 <i>Software System</i>	23
3.3.2.1 ROS (<i>Robot Operating System</i>)	23
3.3.2.2 Python	24
3.4 Sistem Kendali Penghindar Rintangan	24
3.5 Pengujian Sistem Penghindar Rintangan.....	25
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Perancangan <i>Prototype</i> Penghindar Rintangan	27
4.2 Prosedur Pengaksesan Sensor LIDAR A1	28
4.3 Pengujian Sensor LIDAR A1 Terhadap Jarak Objek.....	29

4.4	Pencarian Nilai Konstanta PID Menggunakan <i>Simulink</i> Pada MATLAB ...	30
4.4.1	Pengujian Menggunakan Konstanta <i>Proportional</i> (Kp)	31
4.4.2	Pengujian Menggunakan Konstanta <i>Proportional</i> (Kp) dan Konstanta <i>Integral</i> (Ki).....	33
4.4.3	Pengujian Menggunakan Konstanta <i>Proportional</i> (Kp) dan Konstanta <i>Derivative</i> (Kd)	34
4.5	Pengujian Sistem Penghingar Rintangan Menggunakan Parameter <i>Proportional</i> , <i>Proportional Integral</i> , dan <i>Proportional Derivative</i> Secara <i>Real Time</i>	36
4.5.1	Pengujian Sistem Penghingar Rintangan Menggunakan Parameter <i>Proportional</i>	36
4.5.2	Pengujian Sistem Penghingar Rintangan Menggunakan Parameter <i>Proportional</i> dan <i>Integral</i>	42
4.5.3	Pengujian Sistem Penghingar Rintangan Menggunakan Parameter <i>Proportional</i> dan <i>Derivative</i>	47
4.6	Pengujian Sistem Penghingar Rintangan Menggunakan PID Terhadap Empat <i>Track</i> Berbeda Secara <i>Real Time</i>	54
4.6.1	Pengujian Sistem Menghindari Rintangan pada <i>Track A</i>	54
4.6.2	Pengujian Sistem Menghindari Rintangan pada <i>Track B</i>	57
4.6.3	Pengujian Sistem Menghindari Rintangan pada <i>Track C</i>	59
4.6.4	Pengujian Sistem Menghindari Rintangan pada <i>Track D</i>	62
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	65
5.1	Kesimpulan	65
5.2	Saran.....	65
	DAFTAR PUSTAKA	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pengujian Tahap Pertama	7
Gambar 2.2 Pengujian Tahap Kedua.....	7
Gambar 2.3 Hasil Pembacaan sensor LIDAR pada Jarak 1 m	11
Gambar 2.4 Hasil Pembacaan sensor LIDAR pada Jarak 4 m	11
Gambar 2.5 Pengujian Jarak LIDAR pada intensitas 180 Lux (a), intensitas 1274 Lux (b), intensitas 20800 Lux (c)	12
Gambar 2.6 Pengujian Pembacaan LIDAR di Permukaan Tanah (a) Dan Di Permukaan Air (b).....	12
Gambar 2.7 Menemukan Rintangan Bergerak	14
Gambar 2.8 Mengenali Dua Rintangan Sekaligus.....	15
Gambar 2.9 Berbelok Ke Tujuan Setelah Melewati Dua Rintangan.....	15
Gambar 3.1 Flowchart Penelitian.....	19
Gambar 3.2 Desain Humanoid Robot	21
Gambar 3.3 Desain Sistem Mekanik pada Kaki Humanoid Robot (a) Tampak Atas, (b) Tampak Depan	21
Gambar 3.4 Bagian Kaki Humanoid Robot (a) Tampak Depan, (b) Tampak Samping, (c) Tampak Atas.....	22
Gambar 3.5 LIDAR A1	22
Gambar 3.6 Sistem Motor DC.....	22
Gambar 3.7 Robot Operating System	23
Gambar 3.8 Logo Python	24
Gambar 3.9 Blok Diagram Sistem Kendali Penghindar Rintangan <i>Humanoid Robot</i>	24
Gambar 3.10 Flowchart Algoritma	25
Gambar 3.11 Track A (Rintangan ada di depan).....	26
Gambar 3.12 Track B (Rintangan ada di sisi kiri).....	26
Gambar 3.13 Track C (Rintangan ada di sisi kanan).....	26
Gambar 3.14 Track D (Rintangan ada di sisi kanan)	26
Gambar 4.1 <i>Prototype</i> Penghindar Rintangan Terlihat dari (a) Samping. (b) Depan. (c) Belakang. (d) Atas.....	28
Gambar 4.2 Pemodelan Fungsi Alih pada <i>Simulink</i>	31
Gambar 4.3 Grafik pada Saat Menggunakan $K_p = 2$	31
Gambar 4.4 Grafik pada Saat Menggunakan $K_p = 3$	32
Gambar 4.5 Grafik pada Saat Menggunakan $K_p = 4$	32
Gambar 4.6 Grafik pada Saat Menggunakan $K_p = 4$ dan $K_i = 0,002$	33
Gambar 4.7 Grafik pada Saat Menggunakan $K_p = 4$ dan $K_i = 0,2$	34
Gambar 4.8 Grafik pada Saat Menggunakan $K_p = 4$ dan $K_d = 2$	35
Gambar 4.9 Grafik pada Saat Menggunakan $K_p = 4$ dan $K_d = 10$	35

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pengaruh Media Terhadap Sensor Ultrasonik	6
Tabel 2.2 Pengujian Jarak Sensor Ultrasonik	8
Tabel 2.3 Data Error Hasil Pengujian Robot <i>Obstacle Avoidance</i> Pada Variasi Arena	9
Tabel 2.4 Pengujian dan Hasil Dari Penelitian Yang Telah Dilakukan.....	10
Tabel 2.5 Hasil Pengujian Halangan di Depan.....	13
Tabel 2.6 Hasil Pengujian Halangan di Kiri.....	13
Tabel 2.7 Hasil Pengujian Halangan di Kanan.....	14
Tabel 3.1 Parameter Motor DC.....	31
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sensor LIDAR Terhadap Jarak Objek	29
Tabel 4.2 Hasil Penghindaran Kaki Robot Dengan Menggunakan $K_p = 2$ Terhadap Rintangan 1	37
Tabel 4.3 Hasil Penghindaran Kaki Robot Dengan Menggunakan $K_p = 2$ Terhadap Rintangan 2	37
Tabel 4.4 Hasil Penghindaran Kaki Robot Dengan Menggunakan $K_p = 3$ Terhadap Rintangan 1	38
Tabel 4.5 Hasil Penghindaran Kaki Robot Dengan Menggunakan $K_p = 3$ Terhadap Rintangan 2	38
Tabel 4.6 Hasil Penghindaran Kaki Robot Dengan Menggunakan $K_p = 4$ Terhadap Rintangan 1	39
Tabel 4.7 Hasil Penghindaran Kaki Robot Dengan Menggunakan $K_p = 4$ Terhadap Rintangan 2	40
Tabel 4.8 Hasil Penghindaran Kaki Robot Dengan Menggunakan $K_p = 5$ Terhadap Rintangan 1	40
Tabel 4.9 Hasil Penghindaran Kaki Robot Dengan Menggunakan $K_p = 5$ Terhadap Rintangan 2	41
Tabel 4.10 Hasil Penghindaran Kaki Robot Dengan Menggunakan $K_p = 4$ dan $K_i = 0,00002$ Terhadap Rintangan 1	42
Tabel 4.11 Hasil Penghindaran Kaki Robot Dengan Menggunakan $K_p = 4$ dan $K_i = 0,00002$ Terhadap Rintangan 2	42
Tabel 4.12 Hasil Penghindaran Kaki Robot Dengan Menggunakan $K_p = 4$ dan $K_i = 0,002$ Terhadap Rintangan 1	43
Tabel 4.13 Hasil Penghindaran Kaki Robot Dengan Menggunakan $K_p = 4$ dan $K_i = 0,002$ Terhadap Rintangan 2	44
Tabel 4.14 Hasil Penghindaran Kaki Robot Dengan Menggunakan $K_p = 4$ dan $K_i = 0,005$ Terhadap Rintangan 1	44
Tabel 4.15 Hasil Penghindaran Kaki Robot Dengan Menggunakan $K_p = 4$ dan $K_i = 0,005$ Terhadap Rintangan 2	45

Tabel 4.16 Hasil Penghindaran Kaki Robot Dengan Menggunakan $K_p = 4$ dan $K_i = 0,2$ Terhadap Rintangan 1	46
Tabel 4.17 Hasil Penghindaran Kaki Robot Dengan Menggunakan $K_p = 4$ dan $K_i = 0,2$ Terhadap Rintangan 2	46
Tabel 4.18 Hasil Penghindaran Kaki Robot Dengan Menggunakan $K_p = 4$ dan $K_d = 2$ Terhadap Rintangan 1	48
Tabel 4.19 Hasil Penghindaran Kaki Robot Dengan Menggunakan $K_p = 4$ dan $K_d = 2$ Terhadap Rintangan 2	48
Tabel 4.20 Hasil Penghindaran Kaki Robot Dengan Menggunakan $K_p = 4$ dan $K_d = 8$ Terhadap Rintangan 1	49
Tabel 4.21 Hasil Penghindaran Kaki Robot Dengan Menggunakan $K_p = 4$ dan $K_d = 8$ Terhadap Rintangan 2	49
Tabel 4.22 Hasil Penghindaran Kaki Robot Dengan Menggunakan $K_p = 4$ dan $K_d = 9$ Terhadap Rintangan 1	50
Tabel 4.23 Hasil Penghindaran Kaki Robot Dengan Menggunakan $K_p = 4$ dan $K_d = 9$ Terhadap Rintangan 2	51
Tabel 4.24 Hasil Penghindaran Kaki Robot Dengan Menggunakan $K_p = 4$ dan $K_d = 10$ Terhadap Rintangan 1	52
Tabel 4.25 Hasil Penghindaran Kaki Robot Dengan Menggunakan $K_p = 4$ dan $K_d = 10$ Terhadap Rintangan 2	52
Tabel 4.26 Hasil Penghindaran Kaki Robot Dengan Menggunakan $K_p = 4$ dan $K_d = 20$ Terhadap Rintangan 1	53
Tabel 4.27 Hasil Penghindaran Kaki Robot Dengan Menggunakan $K_p = 4$ dan $K_d = 20$ Terhadap Rintangan 2	53
Tabel 4.28 Hasil Respon Robot Terhadap Rintangan 1 pada Track A.....	55
Tabel 4.29 Hasil Respon Robot Terhadap Rintangan 2 pada Track A.....	55
Tabel 4.30 Waktu Tempuh Robot Menghindari Rintangan Pada Track A	56
Tabel 4.31 Hasil Respon Robot Terhadap Rintangan 1 pada Track B.....	57
Tabel 4.32 Hasil Respon Robot Terhadap Rintangan 2 pada Track B.....	57
Tabel 4.33 Waktu Tempuh Robot Menghindari Rintangan Pada Track B	58
Tabel 4.34 Hasil Respon Robot Terhadap Rintangan 1 pada Track C.....	59
Tabel 4.35 Hasil Respon Robot Terhadap Rintangan 2 pada Track C.....	60
Tabel 4.36 Hasil Respon Robot Terhadap Rintangan 3 pada Track C.....	60
Tabel 4.37 Waktu Tempuh Robot Menghindari Rintangan Pada Track C.....	61
Tabel 4.38 Hasil Respon Robot Terhadap Rintangan 1 pada Track D.....	62
Tabel 4.39 Hasil Respon Robot Terhadap Rintangan 2 pada Track D.....	62
Tabel 4.40 Hasil Respon Robot Terhadap Rintangan 3 pada Track D.....	63
Tabel 4.41 Waktu Tempuh Robot Menghindari Rintangan Pada Track D	63

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemajuan zaman selalu menjadi topik pembicaraan yang tidak ada habisnya. Yang mengalami kemajuan cukup signifikan yaitu teknologi pada bidang robotika. Robot secara umum memiliki arti sebagai suatu sistem yang terdiri dari *hardware* dan *software* yang dapat melakukan tugas tertentu dari manusia. [1] Robot dapat disebut juga sebuah mesin, dikarenakan robot melakukan pekerjaan secara otomatis maupun terkendali yang dilakukan secara kontinu. Salah satu jenis robot yang sedang banyak digunakan saat ini adalah *humanoid robot*. *Humanoid robot* merupakan jenis robot memiliki penampilan yang sengaja dibentuk berdasarkan tubuh manusia, juga bisa melakukan interaksi dengan benda disekitar (mengambil dan meletakkan barang), memiliki kemampuan seperti berjalan, melihat, berbicara dan lain-lain.

Selain memiliki kemampuan diatas, *humanoid robot* juga harus memiliki kemampuan dalam menghindari apapun yang ada di lintasannya ketika berjalan atau yang sering dikenal dengan istilah *obstacle avoider* (penghindar rintangan). Adanya kemampuan ini pada *humanoid robot* adalah agar robot dapat berjalan dengan baik tanpa perlu menabrak benda atau rintangan yang ada di depannya. Sama seperti manusia yang mempunyai mata atau indera penglihatan untuk dapat melihat dan mengidentifikasi objek. Sistem penghindar rintangan pada robot juga tentunya membutuhkan kemampuan untuk mengidentifikasi objek agar bekerja dengan baik.

Untuk dapat mengidentifikasi objek, robot membutuhkan bantuan dari alat yang disebut sebagai sensor. Seperti halnya manusia dengan kelima inderanya, robot juga membutuhkan sensor sebagai alat ukur. Sensor akan melakukan perhitungan serta menganalisis informasi yang diterima dari

robot dan bekerja berdasarkan informasi tersebut. Dimana sensor yang dibutuhkan harus memiliki kemampuan untuk mendeteksi benda serta dapat melakukannya dari jarak yang cukup jauh. Contoh sensor yang memiliki kemampuan tersebut ialah sensor LIDAR. Beberapa penelitian sebelumnya pula memberitahukan bahwa sensor LIDAR bisa dimanfaatkan untuk banyak sekali pengaplikasian, seperti sistem pemetaan pada kursi roda *autonomous* [2], sistem kapal tanpa awak *autonomous* [3], dan *unmanned surface vehicle* [4].

Penelitian tentang robot yang menghindari rintangan sebelumnya pernah diteliti oleh Oky Supriadi [5], dimana robot tersebut menggunakan sensor ultrasonik dan *limit switch*. Tetapi, kekurangan dari penggunaan sensor ultrasonik ialah kurangnya daya pantul ke benda yang keras dan padat. Begitu juga dengan Muhammad Amin dan Muhammad Syahputra novelan [6], dimana penelitiannya menggunakan sensor ultrasonik dan arduino yang dirancang pada prototype sosial distancing. Penelitian dari Umi Kalsum [1] merancang robot mobile yang menggunakan sensor cahaya yang berguna untuk memberikan arah saat robot bergerak dan sensor ultrasonik untuk robot menghindari segala rintangan yang ada pada lintasan yang dilalui robot tersebut. Namun, penelitian ini masih memiliki kekurangan dimana robot hanya dapat berjalan dengan mengikuti garis hitam yang dibuat dan robot hanya dapat menghindari rintangan setinggi 10cm dengan lebar 5cm. Ada juga penelitian serupa dari tim Indra Agustian [7] yang menggunakan kecerdasan buatan seperti metode *Q-Learning* yang menggunakan 5 sensor ultrasonik sekaligus tetapi penelitian ini memiliki kekurangan dimana ketika robot memasuki lingkungan yang berbeda, robot akan tetap bertindak selaras dengan aksi terbaik pada hasil pembelajaran di lingkungan sebelumnya.

Penelitian ini dilakukan untuk membangun sistem pada humanoid robot agar dapat menghindari rintangan, sehingga dibutuhkan juga metode yang baik dalam pelaksanaannya. Selain menghindari rintangan, robot juga diperlukan untuk berjalan dengan stabil. Supaya robot mampu berjalan

dengan stabil dan menghindari rintangan dengan baik, salah satu solusinya adalah dengan menerapkan kontrol PID. Keuntungan dari penerapan kontrol PID adalah mudah untuk diterapkan pada mikrokontroller apapun seperti arduino, PLC dan sebagainya karena perumusan yang sederhana [8].

Dengan adanya kekurangan dari penelitian sebelumnya dalam pemilihan sensor dan metode yang digunakan, maka untuk penelitian kali ini akan menggunakan sensor lidar serta metode PID yang nantinya akan dimanfaatkan dalam penelitian sistem yang mampu menghindari rintangan untuk *autonomous humanoid robot*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dengan latar belakang, berbagai metode yang telah diteliti belum menggunakan sensor lidar, metode PID serta sistemnya juga dapat dikatakan belum baik untuk menghindari rintangan, dan belum diterapkan pada robot humanoid.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu melakukan pengembangan pada sistem penghindar rintangan *humanoid robot* dengan memanfaatkan sensor LIDAR dan menggunakan metode PID. Serta diimplementasikan secara *real-time* pada *humanoid robot* untuk menghindari rintangan.

1.4 Batasan Masalah

Supaya penelitian dapat terfokus pada pembahasan yang seharusnya, sehingga dibuatlah beberapa batasan masalah pada penelitian ini yaitu

1. Penelitian yang dilakukan hanya berfokus pada bagian kaki robot ketika menghindari rintangan.
2. Menggunakan sensor LIDAR A1.
3. Data halang rintang yang didapat dikelola dengan sistem operasi ROS (*robot operating system*).
4. Menggunakan metode PID dalam pembuatan sistem halang rintang.

1.5 Keaslian Penelitian

Sesuai dengan penelitian yang pernah dilakukan oleh peneliti lain, penelitian ini memiliki beberapa kesamaan dalam membahas sistem penghindar rintangan seperti penelitian dari Oky Supriadi yang menggunakan sensor ultrasonik. Penelitian tersebut menggunakan mikrokontroler arduino uno dan tiga sensor ultrasonik dengan hasil yang cukup baik karena mampu menjalankan sistem halang rintang [5]. Tetapi, penelitiannya masih belum menggunakan metode khusus seperti *fuzzy* atau PID.

Ada penelitian lain yang menjadikan sistem penghindar rintangan sebagai objek penelitiannya. Muhammad Amin dan Muhammad Syahputra Novelan [6] ialah peneliti yang melakukan penelitian yang serupa dengan Oky Supriadi [5] yaitu menggunakan sensor ultrasonik dan arduino. Namun, masih belum memanfaatkan metode khusus seperti logika *fuzzy* atau PID.

Penelitian yang dilakukan oleh Renny Maulidda, dkk [9] juga menggunakan sensor ultrasonik serta arduino yang dipasangkan pada robot penghindar rintangan. Meskipun pada penelitiannya sudah menggunakan pengendali logika *fuzzy*, namun masih melakukan penelitian pada *prototype* bukan pada robot seperti *humanoid robot*.

Selanjutnya penelitian dari tim Indra agustian, Alex Surapati, Aji Arya Dewangga, dan Ruvita Faurina. Dalam penelitiannya, Indra agustian dan tim menggunakan robot beroda dengan menerapkan algoritma Q-Learning. Robot menggunakan mikrokontroler ATmega2560 sebagai pusat kontrol dan dilengkapi dengan lima buah sensor ultrasonik dan lima sensor IR sharp GP2Y0A21YK0F. Meskipun penelitian ini memiliki performa yang sangat baik [7], tetapi ada kekurangan menggunakan dimana dengan menggunakan algoritma Q-Learning, pada lingkungan dengan halangan yang berbeda dan lebih ruwet, robot perlu melakukan pembelajaran ulang dan beradaptasi kembali dengan situasi lingkungan yang baru.

Penelitian mengenai sensor jarak serta penghindar rintangan sekaligus pernah dikerjakan oleh Toibah Umi Kalsum dan Khairil. Sensor garis yang ditambahkan dengan sensor ultrasonik membuahkan hasil penelitian yang baik [1]. Namun masih ada kekurangan dimana dibutuhkannya garis sebagai lintasan yang akan dilalui oleh robot ketika berjalan, hal tersebut yang membuat robot hanya akan bergerak pada garis lintasan yang memungkinkan robot tidak bisa keluar pada jalur yang telah dibuat.

Penelitian terhadap sistem pemetaan yang memanfaatkan sensor LIDAR pernah diteliti oleh Risna Septisari, Angga Rusdinar, dan Irwan Purnama yang menggunakan LIDAR dengan tipe A1M1. Penelitian ini menunjukkan bahwa sensor LIDAR adalah sebuah sensor yang menampilkan performa yang baik dalam sebuah sistem pemetaan yang diterapkan di kursi roda *autonomous* [2]. Namun, penelitian ini hanya melakukan pemetaan saja dan tidak dioperasikan pada objek seperti robot.

Muhammad Fikri dan Muhammad Rivai juga melakukan penelitian terhadap LIDAR. Tetapi, dalam penelitian tersebut menggunakan ruangan kecil dan melakukan uji coba terhadap permukaan tanah serta air terhadap pengaruh pembacaan LIDAR. Serta melakukan penelitian pada *unmanned surface vehicle* yang dikendalikan secara otomatis dengan memberikan perintah-perintah seperti *waypoint*, melalui *Ground Control Station (GCS)* [4]. Namun, belum diimplementasikan secara langsung pada robot.

Penelitian lainnya terhadap sensor LIDAR juga pernah diselesaikan oleh HyunWoo Song, Kwangkook Lee, dan Dong Hun Kim yang membahas sensor LIDAR terhadap sistem penghindar rintangan pada kapal tanpa awak otonom dengan metode *fuzzy control*. Dalam penelitian tersebut, kapal mampu menghindari rintangan yang tidak bergerak serta rintangan yang tiba-tiba muncul. Penelitian ini menunjukkan hasil yang sangat baik, tetapi sistem penghindar rintangan tersebut masih belum diterapkan pada robot.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Umi Kalsum, “Implementasi Pengendalian Robot Mobil Pencari Target Dan Penghindar Rintang,” vol. 11, 2021.
- [2] R. SEPTISARI, “SISTEM PEMETAAN PADA KURSI RODA AUTONOMOUS MENGGUNAKAN SENSOR LiDAR A1M1,” *Univ. Telkom, SI Tek. Elektro*, vol. 8, no. 2, p. 83, 2021.
- [3] H. Song, K. Lee, and D. H. Kim, “Obstacle avoidance system with LiDAR sensor based fuzzy control for an autonomous unmanned ship,” *Proc. - 2018 Jt. 10th Int. Conf. Soft Comput. Intell. Syst. 19th Int. Symp. Adv. Intell. Syst. SCIS-ISIS 2018*, pp. 718–722, 2018, doi: 10.1109/SCIS-ISIS.2018.00119.
- [4] M. Fikri and M. Rivai, “Sistem Penghindar Halangan dengan Metode Lidar pada Unmanned Surface Vehicle,” *J. Tek. ITS*, vol. 8, no. 2, pp. 127–132, 2020, doi: 10.12962/j23373539.v8i2.43153.
- [5] O. Oky, “Perancangan Robot Avoider Berbasis Arduino Uno Menggunakan Tiga Sensor Ultrasonik,” *Epic J. Electr. Power, Instrum. Control*, vol. 1, no. 2, 2018, doi: 10.32493/epic.v1i2.1529.
- [6] M. Amin and M. S. Novelan, “Sistem Kendali Obstacle Avoidance Robot Sebagai Prototype Social Distancing Menggunakan Sensor Ultrasonic dan Arduino,” *InfoTekJar J. Nas. Inform. dan Teknol. Jar.*, vol. 05, no. 01, pp. 148–153, 2020.
- [7] I. Agustian, A. Surapati, A. A. Dewangga, and R. Faurina, “Robot Obstacle Avoidance Dengan Algoritma Q-Learning,” *TEKTRIKA - J. Penelit. dan Pengemb. Telekomun. Kendali, Komputer, Elektr. dan Elektron.*, vol. 5, no. 2, p. 61, 2021, doi: 10.25124/tektrika.v5i2.3998.
- [8] A. A. Wardani and Z. Iklima, “Rancang Bangun Automated Guided Vehicle Menggunakan Metode PID Zeigler Nichols,” *J. Teknol. Elektro*,

vol. 13, no. 1, p. 6, 2022, doi: 10.22441/jte.2022.v13i1.002.

- [9] R. Maulidda *et al.*, “Penerapan Pembelajaran Logika Fuzzy pada Robot Penghindar Rintang,” *J. JUPITER*, vol. 14, no. 1, pp. 106–115, 2022.
- [10] H. C. A. D. B. SEMOI, “Perancangan Humanoid Robot Berbasis Atmega128,” 2014, [Online]. Available: https://repository.usd.ac.id/29617/2/095114015_full.pdf
- [11] I. W. K. E. Putra, “Sistem Kerja Sensor Laser pada LIDAR,” *J. Media Komun. Geogr.*, vol. 17, no. 1, pp. 59–70, 2016.
- [12] B. Hekimoglu, “Optimal Tuning of Fractional Order PID Controller for DC Motor Speed Control via Chaotic Atom Search Optimization Algorithm,” *IEEE Access*, vol. 7, pp. 38100–38114, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2905961.