

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN MOBIL ROBOT PENGANGKUT
BARANG MENGGUNAKAN METODE
*LINE FOLLOWER***



HARUN ARRASHID

03051281924133

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2023

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN MOBIL ROBOT PENGANGKUT
BARANG MENGGUNAKAN METODE
*LINE FOLLOWER***

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



OLEH

HARUN ARRASHID

03051281924133

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2023

HALAMAN PENGESAHAN

RANCANG BANGUN MOBIL ROBOT PENGANGKUT BARANG MENGGUNAKAN METODE *LINE FOLLOWER*

SKRIPSI

Diajukan untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana

Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

HARUN ARRASHID

03051281924133

Palembang, Juni 2023

Diperiksa dan disetujui oleh

Pembimbing Skripsi



Zulkarnain, S.T., M.Sc., Ph.D
NIP. 198105102005011005

Mengetahui,
Kefua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S. T, M.Eng, Ph. D
NIP.197112251997021001

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. : 010 / TM / AK / 2023
Diterima Tanggal : 14-06-2023
Paraf : A1

SKRIPSI

NAMA : HARUN ARRASHID
NIM : 03051281924133
JURUSAN : TEKNIK MESIN
JUDUL SKRIPSI : RANCANG BANGUN MOBIL ROBOT
PENGANGKUT BARANG MENGGUNAKAN
METODE *LINE FOLLOWER*
DIBUAT TANGGAL : 27 MEI 2022
SELESAI TANGGAL : 22 MEI 2023

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S. T., M.Eng, Ph. D
NIP.197112251997021001

Palembang, Juni 2023

Diperiksa dan disetujui oleh
Pembimbing Skripsi



Zulkarnain, S.T., M.Sc., Ph.D
NIP. 198105102005011005

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Rancang Bangun Mobil Robot Pengangkut Barang Menggunakan Metode *Line Follower*” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 08 Mei 2023.

Palembang, Mei 2023

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

Ketua:

1. Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM.
NIP. 197112251997021001

Sekretaris :

2. Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D. IPP.
NIP. 197909272003121004

Anggota :

3. Gunawan, S.T., M.T.
NIP. 197705072001121001

(.....)
(.....)
(.....)

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S. T., M.Eng, Ph. D
NIP.197112251997021001

Palembang, Mei 2023

Memeriksa dan Menyetujui
Pembimbing Skripsi

(.....)

Zulkarnain, S.T., M.Sc., Ph.D
NIP. 198105102005011005

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya lah penulis dapat menyelesaikan penelitian dalam rangka Tugas Akhir yang dibuat untuk memenuhi syarat Sidang Sarjana pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dengan judul berjudul “RANCANG BANGUN MOBIL ROBOT PENGANGKUT BARANG MENGGUNAKAN METODE *LINE FOLLOWER*”.

Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala macam bimbingan dan bantuan yang telah diberikan selama proses penyusunan skripsi ini kepada.

1. Kedua orang tua, ayah Arnel dan Ibu Suhefni yang selalu memberikan dorongan dan semangat.
2. Bapak Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Amir Arifin S.T., MT., Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Zulkarnain, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah banyak memberikan arahan, saran serta nasihat dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Qomarul Hadi, S.T., M.T. selaku Dosen pembimbing akademik.
6. Seluruh Dosen di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis selama masa perkuliahan.
7. Seluruh teman dan sahabat yang telah memberi dukungan kepada penulis. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak sekali kekurangan karena keterbatasan ilmu yang penulis miliki.

Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun untuk kelanjutan skripsi ini kedepannya akan sangat membantu. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan di masa yang akan datang di

kemudian hari.

Palembang, Juni 2023

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Harun Arrashid', written in a cursive style.

Harun Arrashid
NIM. 03051281924133

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Harun Arrashid

NIM : 03051281924133

Judul : Rancang Bangun Mobil Robot Pengangkut Barang Menggunakan Metode *Line Follower*

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian pernyataan saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Indralaya, Juni 2023



Harun Arrashid

NIM. 03051281924133

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Harun Arrashid

NIM : 03051281924133

Judul : Rancang Bangun Mobil Robot Pengangkut Barang Menggunakan Metode *Line Follower*

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian pernyataan saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Indralaya, Juni 2023



Harun Arrashid

NIM. 03051281924133

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Harun Arrashid

NIM : 03051281924133

Judul : Rancang Bangun Mobil Robot Pengangkut Barang Menggunakan Metode *Line Follower*

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya saya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, Juni 2023

Harun Arrashid

NIM. 03051281924133

RINGKASAN

RANCANG BANGUN MOBIL ROBOT PENGANGKUT BARANG MENGUNAKAN METODE *LINE FOLLOWER*

Karya Tulis Ilmiah berupa skripsi, Juni 2023

Harun Arrashid dibimbing oleh Zulkarnain, S.T., M.Sc., Ph.D.

xxxi + 91 halaman, 13 tabel, 63 gambar, 14 lampiran

RINGKASAN

Mobil robot *line follower* pengangkut barang adalah jenis mobil robot yang bergerak mengikuti jalur garis yang telah ditentukan, dengan menggunakan daya gerak berupa motor DC. Penggunaan mobil robot *line follower* dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas pekerjaan manusia, karena mampu mengantarkan barang dengan mudah dan cepat. Namun, pada mobil robot *line follower* terdapat ketidakstabilan saat mengikuti garis. Hal ini terjadi ketika melewati lintasan lurus, di mana posisi sudut mobil robot tidak selalu sejajar dengan garis, sehingga dapat menyebabkan gerakan robot yang tidak stabil bahkan keluar dari garis. Selain itu, ketidakstabilan kecepatan mobil robot terjadi saat mengambil keputusan untuk mendeteksi halangan, berubah atau keluar dari jalur lintasan. Oleh karena itu, dalam penggunaannya, mobil robot *line follower* perlu menggunakan sistem kontroler *Proportional Derivative* (PD) untuk mengatur kecepatan motor DC, agar mampu memposisikan robot di tengah jalur garis. Selain itu, juga perlu dilengkapi dengan sensor ultrasonik untuk mendeteksi keberadaan halangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan prototipe mobil robot pengangkut barang dan menganalisa kinerja mobil robot menggunakan metode *line follower*. Mobil robot *line follower* akan membawa beban maksimal sebesar 600 gram dan akan melewati 2 lintasan yang berbeda untuk mengukur kecepatan dan waktu tempuh mobil robot. Lintasan pertama adalah lintasan oval yang memiliki keliling sepanjang 716 cm, sedangkan lintasan kedua adalah lintasan S yang memiliki keliling sepanjang 614 cm. *Simulink*

akan digunakan untuk mensimulasikan mobil robot *line follower* dengan menggunakan kontroller *Proporsional Derivative* (PD). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada lintasan oval tanpa beban, mobil robot memiliki kecepatan rata-rata sebesar 45,12 cm/s dan waktu tempuh rata-rata sebesar 15,84 s. Pada lintasan S tanpa beban, mobil robot memiliki kecepatan rata-rata sebesar 41,85 cm/s dan waktu tempuh rata-rata sebesar 14,68 s. Sedangkan pada lintasan oval dengan beban, mobil robot memiliki kecepatan rata-rata sebesar 32,40 cm/s dan waktu tempuh rata-rata sebesar 22,05 s. Pada lintasan S dengan beban, mobil robot memiliki kecepatan rata-rata sebesar 28,98 cm/s dan waktu tempuh rata-rata sebesar 21,19 s. Pada lintasan oval tanpa beban dengan penambahan sensor ultrasonik, mobil robot memiliki kecepatan rata-rata sebesar 26,52 cm/s dan waktu tempuh sebesar 26,92 s. Sedangkan pada lintasan oval dengan beban dan penambahan sensor ultrasonik, mobil robot hanya dapat mengelilingi satu putaran dengan membawa beban seberat 375 gram. Dalam simulasi, mobil robot memiliki nilai *heading* sebesar $364,3^\circ$ selama 26 detik. Serta memiliki nilai *error lateral position* antara 0- 0.11 m.

Kata Kunci : *line follower*, sensor ultrasonik, *proportional derivative* (PD)

Kepustakaan : 13 (2014-2021)

SUMMARY

DESIGN A MOBILE ROBOT FOR TRANSPORTING GOODS USING THE LINE FOLLOWER METHOD

Scientific Writing in the form of a Thesis, June 2023

Harun Arrashid , supervised of Zulkarnain, S.T., M.Sc., Ph.D.

xxxii + 91 pages, 11 tables, 63 figure, 14 attachment

SUMMARY

The line follower mobile robot that transports goods is a type of mobile robot that moves along predetermined paths, using the power of motion in the form of a DC motor. The use of line follower mobile robots can increase the efficiency and effectiveness of human work because they can deliver goods easily and quickly. However, the line follower mobile robot has instability when following the line. This occurs when crossing a straight line, where the angular position of the mobile robot is not always parallel to the line, which can cause the robot to move unstably and even veer off course. In addition, instability in the speed of the mobile robot can occur when it makes decisions to detect obstacles, change course, or leave its intended trajectory. Therefore, in its use, the line follower mobile robot needs to use a Proportional Derivative (PD) controller system to regulate the speed of the DC motor, to be able to position the robot in the middle of the line path. In addition, it also needs to be equipped with an ultrasonic sensor to detect the presence of obstacles. This study aims to develop a mobile robot prototype for transporting goods and to analyze the performance of the mobile robot using the line follower method. The line follower mobile robot will carry a maximum load of 600 grams and pass through 2 different trajectories to measure the speed and travel time of the

mobile robot. The first trajectory is an oval trajectory with a circumference of 716 cm, while the second trajectory is an S trajectory with a circumference of 614 cm. Simulink will be used to simulate a line follower mobile robot using a Proportional Derivative (PD) controller. The results of this study indicate that on the oval trajectory without load, the mobile robot has an average speed of 45.12 cm/s and an average travel time of 15.84 s. On the S trajectory without load, the mobile robot has an average speed of 41.85 cm/s and an average travel time of 14.68 s. Meanwhile, on the oval trajectory with a load, the mobile robot has an average speed of 32.40 cm/s and an average travel time of 22.05 s. On the S trajectory with a load, the mobile robot has an average speed of 28.98 cm/s and an average travel time of 21.19 s. On the oval trajectory without load with the addition of ultrasonic sensors, the mobile robot has an average speed of 26.52 cm/s and a travel time of 26.92 s. Whereas, on the oval trajectory with the load and the addition of ultrasonic sensors, the mobile robot can only go around one round with a maximum load of 375 grams. In the simulation, the mobile robot has a heading value of 364.3° for 26 seconds. As well as having an error lateral position value between 0- 0.11 m.

Keywords : line follower, ultrasonic sensor, proportional derivative (PD)

Literatures : 13 (2014-2021)

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------|
| SKRIPSI..... | iii |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | v |
| SKRIPSI..... | vii |
| HALAMAN PERSETUJUAN..... | ix |
| KATA PENGANTAR | xi |
| HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI..... | xiii |
| HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS..... | xv |
| RINGKASAN | xvii |
| SUMMARY | xix |
| DAFTAR ISI..... | xxi |
| DAFTAR GAMBAR | xxv |
| DAFTAR TABEL..... | xxix |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xxxii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Ruang Lingkup Masalah..... | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah | 3 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 5 |
| 2.1 Studi Literatur | 5 |
| 2.2 Sistem Kontrol | 9 |
| 2.2.1 Sistem Kontrol <i>Loop</i> Terbuka..... | 10 |
| 2.2.2 Sistem Kontrol <i>Loop</i> Tertutup | 10 |
| 2.3 Sistem Kontrol <i>Proportional Derivative</i> (PD) | 11 |
| 2.4 Metode <i>Line Follower</i> | 12 |
| 2.4.1 <i>Photodiode</i> | 15 |
| 2.4.2 <i>Light Emitting Diode</i> (LED)..... | 15 |
| 2.5 Mikrokontroler..... | 16 |
| 2.5.1 Arduiono Mega 2560..... | 17 |

| | | |
|-------------------------------------|--|----|
| 2.6 | Motor DC | 18 |
| 2.7 | Sensor Ultrasonik HC-SR04 | 20 |
| 2.8 | Konsep Dasar Manipulator Robot..... | 20 |
| 2.9 | Konsep Kinematika | 21 |
| 2.10 | MATLAB (<i>Matrix Laboratory</i>) | 22 |
| 2.11 | <i>Simulink</i> | 23 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | | 25 |
| 3.1 | Diagram Alir Penelitian | 25 |
| 3.2 | Beban yang Akan Dibawa..... | 27 |
| 3.3 | Desain Mobil Robot | 27 |
| 3.3.1 | <i>Chasis</i> | 28 |
| 3.3.2 | Sensor <i>Line Follower</i> TCRT5000 | 29 |
| 3.3.3 | Sensor Ultrasonik HC-SR04 | 30 |
| 3.3.4 | Arduino Mega 2560 | 31 |
| 3.3.5 | Motor <i>Driver</i> L293D | 32 |
| 3.3.6 | Motor DC dan Roda | 33 |
| 3.3.7 | Baterai | 34 |
| 3.4 | Analisis Sistem Kerja Robot <i>Line Follower</i> | 35 |
| 3.5 | Perancangan Sistem..... | 35 |
| 3.6 | Desain Lintasan yang akan dilewati | 36 |
| 3.7 | <i>Simulink</i> | 38 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | | 43 |
| 4.1 | Rangkaian Pin pada Mobil Robot | 43 |
| 4.2 | Coding Menggunakan Aplikasi Arduino IDE..... | 45 |
| 4.3 | Massa pada Mobil Robot <i>Line Follower</i> | 46 |
| 4.4 | Kesetimbangan Berat dan Kekuatan Material..... | 47 |
| 4.5 | Pengujian Keaktifan Perangkat Keras pada Mobil Robot..... | 50 |
| 4.6 | Kemampuan Mobil Robot <i>Line Follower</i> | 51 |
| 4.6.1 | Uji Kecepatan Mobil Robot pada Lintasan Oval tanpa Beban | 52 |
| 4.6.2 | Uji Kecepatan Mobil Robot pada Lintasan ‘S’ tanpa Beban | 55 |
| 4.6.3 | Uji Kecepatan Mobil Robot pada Lintasan Oval dengan Beban..... | 57 |
| 4.6.4 | Uji Kecepatan Mobil Robot pada Lintasan ‘S’ dengan Beban | 61 |
| 4.6.5 | Pembahasan..... | 64 |
| 4.7 | Uji Mobil Robot <i>Line Follower</i> dan Sensor Ultrasonik pada Lintasan | |

| | | |
|---------------------------------|---|----|
| | Oval tanpa Beban..... | 66 |
| 4.8 | Uji Mobil Robot <i>Line Follower</i> dan Sensor Ultrasonik pada Lintasan Oval dengan Beban..... | 70 |
| 4.9 | Simulasi Mobil Robot dengan Lintasan Lingkaran Menggunakan <i>Simulink</i> Matlab | 73 |
| 4.9.1 | Perilaku Mobil Robot Saat Membaca Lintasan Lingkaran yang Telah Dibuat..... | 73 |
| 4.9.2 | <i>Heading</i> Mobil Robot Di Lintasan Lingkaran | 74 |
| 4.9.3 | <i>Error Lateral Position</i> Mobil Robot <i>Line Follower</i> | 75 |
| 4.10 | Potensi Mobil Robot <i>Line Follower</i> Ketika Mendeteksi Lintasan Bercabang | 76 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... | | 77 |
| 5.1 | Kesimpulan | 77 |
| 5.2 | Saran | 78 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 79 |
| LAMPIRAN..... | | 81 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------|---|----|
| Gambar 2.1 | <i>State of the art</i> penelitian..... | 9 |
| Gambar 2.2 | Sistem kontrol <i>loop</i> terbuka (Ogata, 2021)..... | 10 |
| Gambar 2.3 | Sistem kontrol <i>loop</i> tertutup (Pratama, 2020) | 11 |
| Gambar 2.4 | Diagram <i>blok</i> kontroller PD (Joni, dkk., 2016) | 11 |
| Gambar 2.5 | <i>Photodiode</i> (Oktarina, dkk., 2017) | 15 |
| Gambar 2.6 | <i>Light emitting diode</i> (Oktarina, dkk., 2017) | 16 |
| Gambar 2.7 | Arduino mega 2560 (Oktarina, dkk., 2017)..... | 17 |
| Gambar 2.8 | Motor DC (Oktarina, dkk, 2017) | 19 |
| Gambar 2.9 | Sensor ultrasonik HC-SR04 (Emelyadi dan Edidas, 2019)..... | 20 |
| Gambar 2.10 | MATLAB (Cahyono, 2013) | 22 |
| Gambar 3.1 | Diagram alir penelitian | 26 |
| Gambar 3.2 | Desain Mobil Robot..... | 27 |
| Gambar 3.3 | Desain <i>chasis</i> Mobil Robot <i>line follower</i> | 28 |
| Gambar 3.4 | <i>Box</i> barang | 29 |
| Gambar 3.5 | Sensor <i>line follower</i> TCRT5000..... | 29 |
| Gambar 3.6 | Sensor Ultrasonik HC-SR04..... | 30 |
| Gambar 3.7 | Arduino Mega 2560..... | 31 |
| Gambar 3.8 | Motor <i>Driver</i> L293D | 32 |
| Gambar 3.9 | Motor DC dan roda..... | 33 |
| Gambar 3.10 | Baterai <i>Lithium</i> 18650 <i>Li-ion</i> | 34 |
| Gambar 3.11 | Perancangan sistem..... | 35 |
| Gambar 3.12 | Lintasan yang akan dilewati | 36 |
| Gambar 3.13 | <i>Simulink</i> MATLAB Mobil Robot <i>line follower</i> | 38 |
| Gambar 3.14 | <i>Circle</i> | 39 |
| Gambar 3.15 | <i>Controller</i> | 39 |
| Gambar 3.16 | <i>Position control</i> | 40 |
| Gambar 3.17 | Orientasi <i>control</i> | 40 |
| Gambar 3.18 | Motor kanan..... | 41 |
| Gambar 3.19 | Motor kiri..... | 41 |

| | | |
|-------------|---|----|
| Gambar 3.20 | <i>Differential drive robot</i> | 42 |
| Gambar 4.1 | Rangkaian pin pada Mobil Robot <i>line follower</i> | 43 |
| Gambar 4.2 | Tampilan pada Arduino IDE saat memasukan coding..... | 45 |
| Gambar 4.3 | Diagram benda bebas Mobil Robot <i>line follower</i> | 47 |
| Gambar 4.4 | Perhitungan mekanika kekuatan material | 49 |
| Gambar 4.5 | Keaktifan perangkat keras Mobil Robot | 50 |
| Gambar 4.6 | Uji kecepatan Mobil Robot pada lintasan oval tanpa beban | 52 |
| Gambar 4.7 | Posisi Mobil Robot tanpa beban di lintasan oval pada detik ke 4 dan ke 7 | 53 |
| Gambar 4.8 | Posisi Mobil Robot tanpa beban di lintasan oval pada detik ke 10 dan ke 13 | 54 |
| Gambar 4.9 | Pergerakan Mobil Robot tanpa beban di lintasan oval..... | 54 |
| Gambar 4.10 | Uji kecepatan Mobil Robot pada lintasan huruf S tanpa beban | 55 |
| Gambar 4.11 | Posisi Mobil Robot tanpa beban di lintasan S pada detik ke 3 dan ke 6 | 56 |
| Gambar 4.12 | Posisi Mobil Robot tanpa beban di lintasan S pada detik ke 9 dan ke 12..... | 56 |
| Gambar 4.13 | Pergerakan Mobil Robot tanpa beban di lintasan S | 57 |
| Gambar 4.14 | Uji kecepatan Mobil Robot pada lintasan huruf S tanpa beban | 58 |
| Gambar 4.15 | Posisi Mobil Robot dengan beban di lintasan oval pada detik ke 4 dan ke 8..... | 59 |
| Gambar 4.16 | Posisi Mobil Robot dengan beban di lintasan oval pada detik ke 12 dan ke 16 | 59 |
| Gambar 4.17 | Posisi Mobil Robot dengan beban di lintasan oval pada detik ke 20 dan ke 30 | 60 |
| Gambar 4.18 | Pergerakan Mobil Robot dengan beban di lintasan oval..... | 60 |
| Gambar 4.19 | Uji kecepatan Mobil Robot di lintasan huruf S dengan beban..... | 61 |
| Gambar 4.20 | Posisi Mobil Robot dengan beban di lintasan S pada detik ke 4 dan ke 8 | 62 |
| Gambar 4.21 | Posisi Mobil Robot dengan beban di lintasan S pada detik ke 12 dan ke 16 | 63 |
| Gambar 4.22 | Posisi Mobil Robot dengan beban di lintasan S pada detik ke 20 .. | 63 |

| | |
|---|----|
| Gambar 4.23 Pergerakan Mobil Robot dengan beban di lintasan S | 64 |
| Gambar 4.24 Grafik uji kecepatan Mobil Robot <i>line follower</i> | 65 |
| Gambar 4.25 Posisi Mobil Robot pada detik ke 5 dan ke 10 | 67 |
| Gambar 4.26 Posisi Mobil Robot pada detik ke 15 dan ke 20 | 68 |
| Gambar 4.27 Posisi Mobil Robot pada detik ke 25 | 69 |
| Gambar 4.28 Pergerakan Mobil Robot dengan beban di lintasan oval | 69 |
| Gambar 4.29 Grafik perbandingan antara beban terhadap waktu pada Mobil Robot <i>line follower</i> dan sensor ultrasonik menggunakan lintasan oval dengan membawa beban..... | 71 |
| Gambar 4.30 Grafik perbandingan antara beban terhadap waktu pada Mobil Robot <i>line follower</i> dan sensor ultrasonik menggunakan lintasan oval dengan membawa beban..... | 72 |
| Gambar 4.31 Grafik lintasan Mobil Robot dan simulasi gerak Mobil Robot | 73 |
| Gambar 4.32 Grafik <i>heading</i> Mobil Robot <i>line follower</i> | 74 |
| Gambar 4.33 Grafik <i>error lateral position</i> | 75 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|------------|---|----|
| Tabel 2.1 | Perbandingan keuntungan menggunakan metode <i>line follower</i> dengan metode <i>simultaneous localization and mapping</i> (SLAM) | 13 |
| Tabel 2.2 | Perbandingan keuntungan menggunakan metode <i>line follower</i> dengan metode <i>global positioning system</i> (GPS) | 14 |
| Tabel 3.3 | Keterangan desain Mobil Robot..... | 28 |
| Tabel 4.1 | Keterangan rangkaian pin..... | 43 |
| Tabel 4.2 | Rangkaian pin pada motor <i>driver</i> L293D | 44 |
| Tabel 4.3 | Massa komponen Mobil Robot <i>line follower</i> | 46 |
| Tabel 4.4 | Pengujian keaktifan perangkat keras Mobil Robot | 51 |
| Tabel 4.5 | Hasil uji kecepatan Mobil Robot pada lintasan oval tanpa beban..... | 53 |
| Tabel 4.6 | Hasil uji kecepatan Mobil Robot pada lintasan ‘S’ tanpa beban..... | 55 |
| Tabel 4.7 | Hasil uji kecepatan Mobil Robot pada lintasan oval dengan beban... | 58 |
| Tabel 4.8 | Hasil uji kecepatan Mobil Robot pada lintasan ‘S’ dengan beban..... | 62 |
| Tabel 4.9 | Hasil uji kecepatan Mobil Robot <i>line follower</i> dan sensor ultrasonik pada lintasan oval tanpa beban..... | 67 |
| Tabel 4.10 | Hasil uji waktu Mobil Robot <i>line follower</i> ketika menghindari rintangan menggunakan lintasan oval | 70 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | | |
|-------------|---|----|
| Lampiran 1 | Coding..... | 81 |
| Lampiran 2 | Perhitungan kecepatan Mobil Robot pada lintasan oval tanpa beban | 85 |
| Lampiran 3 | Perhitungan Kecepatan Mobil Robot Pada Lintasan Huruf S Tanpa Beban | 86 |
| Lampiran 4 | Perhitungan kecepatan Mobil Robot pada lintasan oval dengan beban | 86 |
| Lampiran 5 | Perhitungan kecepatan Mobil Robot pada lintasan huruf s dengan beban..... | 87 |
| Lampiran 6 | Perhitungan kecepatan Mobil Robot <i>line follower</i> dan sensor ultrasonik pada lintasan oval tanpa beban | 87 |
| Lampiran 7 | Perhitungan kecepatan Mobil Robot <i>line follower</i> ketika menghindari rintangan menggunakan lintasan oval..... | 88 |
| Lampiran 8 | Pengukuran massa Mobil Robot dan Arduino Mega 2560..... | 88 |
| Lampiran 9 | Pengukuran massa Motor <i>Driver</i> L293D dan Sensor TCRT5000... | 89 |
| Lampiran 10 | Pengukuran massa <i>Disc Encoder</i> dan <i>Encoder Sensor Module</i> ... | 89 |
| Lampiran 11 | Pengukuran massa <i>Chasis</i> Mobil Robot dan Sensor Ultrasonik..... | 89 |
| Lampiran 12 | Pengukuran massa Motor DC dan Roda..... | 90 |
| Lampiran 13 | Pengukuran massa Baterai , Baterai <i>Holder</i> dan Saklar | 90 |
| Lampiran 14 | Pengukuran massa <i>Box</i> | 90 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kehadiran teknologi ditengah kehidupan masyarakat memberikan dampak yang sangat signifikan dalam mempermudah aktivitas manusia. Berbagai aktivitas manusia baik di sekolah, perkuliahan, dunia kerja maupun kehidupan sehari-hari tidak terlepas dari bantuan teknologi. Hal ini tentu akan mendorong terjadinya berbagai inovasi sebagai bentuk kemajuan teknologi yang terus berkembang hingga kapanpun. Salah satu inovasi teknologi yang populer digunakan dalam dunia industri saat ini adalah teknologi robotika. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya pengaplikasian teknologi robotika berbasis kontrol dan kecerdasan buatan dalam bidang industri sehingga berbagai pekerjaan dapat diselesaikan secara efektif dan efisien (Alam, dkk., 2019).

Mobil robot adalah jenis robot yang memiliki roda sebagai aktuator utama untuk dapat berjalan atau berpindah tempat dari satu tempat ke tempat lainnya (Palayukan, 2018). Penggunaan mobil robot dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas pekerjaan manusia karena mobil robot bisa mengantarkan barang dengan mudah dan cepat. Mobil robot memiliki berbagai jenis diantaranya mobil robot *line follower*, mobil robot *navigation*, mobil robot *obstacle*, mobil robot pemadam api, dan lain lain.

Mobil robot *line follower* pengangkut barang adalah jenis mobil robot yang bergerak mengikuti jalur garis yang telah ditentukan dengan menggunakan daya gerak berupa motor DC. Jalur garisnya berupa garis berwarna hitam diatas bidang yang mempunyai warna putih. Mobil robot *line follower* dilengkapi sensor *photodiode* dan *Light Emitting Diode (LED)* dalam pembacaan garis (Prinandika, 2014).

Dalam penelitian sebelumnya, ditemukan bahwa mobil robot sering mengalami ketidakstabilan saat mengikuti garis. Hal ini terjadi ketika melewati

lintasan lurus, di mana posisi sudut mobil robot tidak selalu sejajar dengan garis, sehingga dapat menyebabkan gerakan robot yang tidak stabil dan bahkan keluar dari garis. Selain itu juga, ketidakstabilan kecepatan mobil robot saat mengambil keputusan ketika mendeteksi halangan, berubah atau keluar dari jalur lintasan.

Berdasarkan kepentingan tugas akhir maka penulis akan mengembangkan prototipe mobil robot pengangkut barang yang menggunakan metode *line follower* agar dapat membaca lintasan baik itu lurus, maupun tikungan. Selain itu juga, pengembangan mobil robot akan dilakukan dengan penambahan sensor ultrasonik untuk mendeteksi objek di depannya. Hal ini berguna untuk mengubah arah jalur lintasan agar dapat melewati objek tersebut. Selain itu, mobil robot juga akan menggunakan sistem kontrol *Proportional Derivative* (PD) untuk mengatur kecepatan motor DC agar dapat memposisikan robot di tengah jalur garis. Penelitian ini dipergunakan untuk skala laboratorium Teknik Mesin Universitas Sriwijaya dengan menggunakan bahan dan biaya yang terjangkau.

1.2 Ruang Lingkup Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka ruang lingkup masalah yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana membuat prototipe mobil robot pengangkut barang menggunakan metode *line follower*?
2. Bagaimana cara mengatur kecepatan motor DC mobil robot ketika mendeteksi lintasan, halangan maupun tikungan menggunakan metode *line follower*?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian tugas akhir ini akan dibatasi oleh batasan sebagai berikut:

1. Mikrokontroller yang digunakan ialah Arduino Mega 2560.
2. Sensor *line follower* TCRT5000.
3. Sistem kontroller *Proportional Derivative* (PD).
4. Aktuator menggunakan 2 motor DC.
5. Sensor ultrasonik untuk mendeteksi keberadaan atau jarak yang berada di bagian depan mobil robot pengangkut barang.
6. Massa beban maksimal adalah 0,6 kg
7. Robot ini didesain untuk men-*tracking* garis berbentuk huruf “S”, garis berbentuk oval dan mampu menghindari adanya hambatan.
8. Jalur yang dilalui robot ini adalah sebuah garis berwarna hitam diatas bidang putih.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Mengembangkan prototipe mobil robot pengangkut barang menggunakan metode *line follower*.
2. Menganalisa kinerja mobil robot pengangkut barang menggunakan metode *line follower*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang akan dihasilkan dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Penggunaan mobil robot *line follower* dapat meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi waktu siklus produksi, karena mobil robot dapat bekerja secara terus-menerus dan konsisten tanpa kelelahan.
2. Dengan menggunakan mobil robot *line follower*, perusahaan dapat mengurangi biaya produksi jangka panjang dan biaya tenaga kerja.
3. Dengan menggunakan mobil robot *line follower*, perusahaan dapat mengurangi risiko cedera atau kecelakaan kerja.
4. Mobil robot dapat digunakan sebagai alat peraga pada laboratorium mekanika desain dan terapan jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya dan sebagai sarana pembelajaran pada mobil robot yang menggunakan metode *line follower* sehingga dapat mengembangkan penelitian yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

- Emelyadi, & Dr. Edidas, M. T. (2019). Perancangan Dan Pembuatan Prototipe Robot Pengangkut Barang Otomatis Berbasis Mikrokontroller Arduino Mega2560. *Jurnal Kapita Selekta Geografi*, 2(4), 92–109.
- Hutagalung, H. R., Nugraha, S., & Suhendra, T. (2021). Perancangan Robot Line Follower Pemindah Dan Pengambil Barang Berdasarkan Warna Menggunakan Kendali Proportional Integral Derivative (PID). *Student Online Journal*, 2(2), 322–328.
- Jauhari, A. S. (2017). Prototipe Robot Pengangkut Barang Berbasis Line Follower Menggunakan Arduino Uno Dan Load Cell. In *Repository.Unej.Ac.Id*.
- Joni, K., Ulum, M., & Abidin, Z. (2016). Robot Line Follower Berbasis Kendali Proportional-Integral-Derivative (PID) Untuk Lintasan Dengan Sudut Ekstrim. *Jurnal Infotel*, 8(2), 138–142.
- Khakim, L., Sunarno, & Sugiyanto. (2012). Pembuatan Sistem Pengaturan Putaran Motor Dc Menggunakan Kontrol Proportional-Integral-Derivative (Pid) Dengan Memanfaatkan Sensor Kmx51. *Jurnal MIPA Unnes*, 35(2), 130–139.
- Nurmalasari, M., Triyanto, D., & Brionorman, Y. (2015). Implementasi Algoritma Maze Solving Pada Robot Line Follower. *Jurnal Coding Sistem Komputer Untan*, 3(2), 123–133.
- Ogata, K. (2017). Modern control engineering. In *Modern Control Engineering*.
- Oktarina, Y., Nawawi, M., & Tulak, W. gafrila. (2017). Analysis of The Sensor Line on Line Follower Robot as an Alternative Transport The Tub Trash in The Shopping Center. *VOLT : Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 2(2), 101–108.
- Palayukan, christoporus E. (2018). Prototipe Robot Pengangkut Barang Dengan Kontrol Kecepatan Untuk Berbagai Variasi Massa Barang Berbasis Kendali Samar.
- Pangaribowo, T. (2015). Perancangan Simulasi Kendali Valve Dengan Algoritma Logika Fuzzy Menggunakan Bahasa Visual Basic. *Jurnal Teknologi Elektro*, 6 No. 2(2), 123–135.
- Prinandika, E. B. (2014). Sistem Pengaturan Kecepatan Motor pada Robot Line Follower Berbeban Menggunakan Kontroler PID. *Jurnal Mahasiswa TEUB*, 1–8.
- Purwanto, H., Riyadi, M., Astuti, D. W. W., & Kusuma, I. W. A. W. (2019). Komparasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 Dan JSN-SR04T Untuk Apikasi

Sistem Deteksi Ketinggian Air. Jurnal SIMETRIS, 10(2), 717–724.