

# **SKRIPSI**

## **RANCANG BANGUN ROBOT TEMPAT TIDUR PASIEN MENGIKUTI JALUR TRIASE MENGUNAKAN METODE *LINE FOLLOWER***



**SUNAN MAULANA IBRAHIM**

**03051281924037**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2023**



# **SKRIPSI**

## **RANCANG BANGUN ROBOT TEMPAT TIDUR PASIEN MENGIKUTI JALUR TRIASE MENGUNAKAN METODE *LINE FOLLOWER***

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**Oleh :**

**SUNAN MAULANA IBRAHIM**

**03051281924047**

**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2023**



## HALAMAN PENGESAHAN

# RANCANG BANGUN ROBOT TEMPAT TIDUR PASIEN MENGIKUTI JALUR TRIASE MENGGUNAKAN METODE *LINE FOLLOWER*

## SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana  
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

**SUNAN MAULANA IBRAHIM**

**03051281924037**

Mengetahui

4 Ketua Jurusan Teknik Mesin



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

Indralaya, September 2023  
Diperiksa dan disetujui oleh  
Pembimbing



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



JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No.  
Diterima Tanggal  
Paraf

:050/TM/AR/2023  
:17-11-2023  
:

## SKRIPSI

NAMA : SUNAN MAULANA IBRAHIM  
NIM : 03051281924037  
JURUSAN : TEKNIK MESIN  
JUDUL SKRIPSI : RANCANG BANGUN ROBOT TEMPAT  
TIDUR PASIEN MENGIKUTI JALUR  
TRIASE MENGGUNAKAN METODE  
*LINE FOLLOWER*  
DIBUAT TANGGAL : 03 JANUARI 2023  
SELESAI TANGGAL : 15 SEPTEMBER 2023

Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknik Mesin



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

Indralaya, September 2023  
Diperiksa dan disetujui oleh  
Pembimbing

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





## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Rancang Bangun Robot Tempat Tidur Pasien Mengikuti Jalur Triase Menggunakan Metode *Line Follower*” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 11 Oktober 2023.

Palembang, Oktober 2023

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

Ketua Penguji :

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

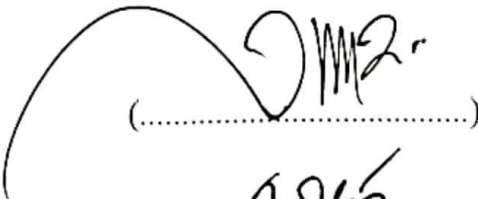
NIP. 19711225 199702 1 001

()

Sekretaris Penguji :

2. M. A. Ade Saputra, S.T., M.T.

NIP. 19871130 201903 1 006

()

Penguji :

3. Barlin, S.T, M.Eng., Ph.D

NIP. 19810630 200604 1 001

()

Mengetahui,

 Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng, Ph.D., IPM.

NIP. 19711225 199702 1 001

Palembang, Oktober 2023

Diperiksa dan disetujui oleh,

Pembimbing Skripsi

()

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

NIP. 19810510 200501 1 005



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang dibuat untuk memenuhi syarat Mendapatkan Gelar Sarjana pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dengan judul “RANCANG BANGUN ROBOT TEMPAT TIDUR PASIEN MENGIKUTI JALUR TRIASE 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. Bapak Supial dan Ibu Kasri Mulyati selaku orang tua dari penulis yang selalu memberikan dukungan kepada penulis baik itu moral maupun materi serta doa yang tulus untuk penulis dalam menyusun tugas akhir ini.
2. Bapak Irsyadi Yani, S.T., M.Eng. Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Amir Arifin, S.T., M.Eng. Ph.D selaku Sekertaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Gunawan, S.T., M.T. selaku Dosen Pembina Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Zulkarnain, S.T., M.Sc., Ph.D selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing, mendidik, memotivasi, serta banyak memberikan saran kepada penulis dari awal hingga skripsi ini selesai.
6. Bapak Prof. Ir. Riman Sipahutar, M.Sc., Ph.D selaku Dosen Pembimbing Akademik.
7. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya

Penulis sangat menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. 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 pada masa yang akan datang dikemudian hari.

Palembang, September 2023



Sunan Maulana Ibrahim

03051281924037

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Sunan Maulana Ibrahim

NIM : 03051281924037

Judul : Rancang Bangun Robot Tempat Tidur Pasien Mengikuti Jalur  
Triase 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 ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, Oktober 2023



Sunan Maulana Ibrahim  
NIM. 03051281924037



## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Sunan Maulana Ibrahim  
NIM : 03051281924037  
Judul : Rancang Bangun Robot Tempat Tidur Pasien Mengikuti Jalur  
Triase 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, Oktober 2023



Sunan Maulana Ibrahim  
NIM. 03051281924037





## RINGKASAN

RANCANG BANGUN ROBOT TEMPAT TIDUR PASIEN MENGIKUTI JALUR TRIASE MENGGUNAKAN METODE *LINE FOLLOWER*.

Karya Tulis Ilmiah berupa skripsi, 15 September 2023

Sunan Maulana Ibrahim, dibimbing Zulkarnain, S.T., M.Sc., Ph.D.

xxvi + 73 halaman, 11 tabel, 54 gambar, 4 lampiran

### Ringkasan

Perkembangan teknologi telah melaju pesat hingga saat ini, dan perkembangan ini juga tidak terlepas dari kemajuan dalam bidang robotika. Saat ini, kehadiran robot telah menjadi hal yang biasa, dan penggunaannya tidak hanya terbatas pada industri, tetapi juga telah merambah ke dunia medis. Perkembangan robotika dalam dunia medis dimulai pada tahun 1985, ketika robot digunakan dalam navigasi tomografi komputer untuk memandu probe ke dalam otak guna mendapatkan spesimen biopsi. Penggunaan robot di dunia medis bukan hanya terbatas pada prosedur operasi, tetapi juga dalam mendukung transportasi pasien selama proses triase, yang merupakan proses pengelompokan dan prioritasasi pasien darurat yang digunakan di Instalasi Gawat Darurat (IGD). Sistem triase ini menggunakan standar START (*Simple Triage Algorithm and Rapid Treatment*) yang mengkategorikan pasien dengan warna merah, kuning, hijau, dan hitam. Di IGD, terdapat garis triase yang berwarna merah, kuning, hijau, dan hitam sebagai petunjuk arah untuk mengarahkan pasien. Di sinilah penggabungan antara tempat tidur pasien dan robot line follower menjadi solusi yang efisien untuk membantu proses transportasi pasien di IGD dengan mendeteksi dan mengikuti garis yang telah ditentukan. Robot Tempat Tidur Pasien menggunakan Arduino Mega sebagai mikrokontroler yang mengendalikan semua komponen, termasuk Sensor warna TCS3200 untuk mendeteksi garis berwarna, Motor Driver L298N untuk mengendalikan Motor DC, serta Motor DC, gearbox, dan roda sebagai perangkat penggerak robot.

Sebelum digunakan, robot menjalani proses kalibrasi warna untuk meningkatkan akurasi sensor dalam membaca warna garis. Ini dilakukan dengan menempatkan robot pada garis setiap warna, dengan latar belakang putih, selama 10 kali percobaan. Hasil pengujian pada lintasan berwarna merah dengan total panjang 233,93 cm menunjukkan waktu tempuh rata-rata sekitar 8,65 detik dan kecepatan rata-rata robot sekitar 27,45 cm/detik. Pada lintasan berwarna kuning dengan panjang lintasan 233,93, hasil pengujian menunjukkan waktu tempuh rata-rata sekitar 10,50 detik dan kecepatan rata-rata robot sekitar 22,71 cm/detik. Pada lintasan berwarna hijau dengan panjang lintasan 159,27 cm, waktu tempuh rata-rata adalah sekitar 9,57 detik, dengan kecepatan rata-rata robot sekitar 16,61 cm/detik. Sedangkan pada lintasan berwarna hitam dengan panjang lintasan 159,27 cm, waktu tempuh rata-rata adalah sekitar 8,77 detik, dengan kecepatan rata-rata robot sekitar 18,59 cm/detik. Robot menyelesaikan lintasan berwarna merah dengan waktu tercepat, mengingat pasien yang dikategorikan sebagai merah memiliki kondisi darurat yang memerlukan penanganan segera. Lintasan berwarna kuning berada di urutan kedua, mengingat pasien dalam kategori ini masih dapat menunggu perawatan sementara waktu. Lintasan berwarna hitam berada di urutan ketiga, mengingat pasien dalam kategori ini memiliki kemungkinan kecil untuk bertahan atau mengalami luka yang sangat serius. Dan yang paling lambat garis lintasan berwarna hijau dikarenakan Pasien dalam kategori ini tidak memiliki prioritas untuk menggunakan Tempat Tidur Pasien karena kondisi mereka tidak memerlukan penanganan mendesak.

Kata Kunci : triase, robot tempat tidur pasien, *line follower*

Litelatur : 38 (1988-2022)

## SUMMARY

### DESIGN AND BUILD OF PATIENT BED ROBOT FOLLOWING TRIAGE PATH USING LINE FOLLOWER METHOD

Scientific Writing in the Form of a Thesis, 15 September 2023

Sunan Maulana Ibrahim, supervised of Zulkarnain, S.T., M.Sc., Ph.D.

xxvi + 73 pages, 11 tables, 54 figures, 4 attachments

#### Summary

The rapid advancement of technology up to the present day is closely linked with the progress made in the field of robotics. Nowadays, the presence of robots has become a common occurrence, extending beyond industrial applications to the medical sphere. The development of robotics in the medical realm commenced in 1985 when robots were utilized in computer tomography navigation to guide probes into the brain for biopsy specimens. The utilization of robots in medicine extends beyond surgical procedures, extending to support patient transportation during triage, a process involving the classification and prioritization of emergency patients in the Emergency Department (ED). This triage system follows the START (Simple Triage and Rapid Treatment) standard, categorizing patients with colors such as red, yellow, green, and black. Within the ED, there are triage lines marked in red, yellow, green, and black to guide patient movement. This integration of patient beds with line-following robots offers an efficient solution for aiding patient transportation in the ED, detecting and following predetermined lines. The Patient Bed Robot utilizes an Arduino Mega as a microcontroller that manages all components, including the TCS3200 Color Sensor for line detection, the L298N Motor Driver for DC Motor control, as well as the DC Motors, gearbox, and wheels for robot movement. Before use, the robot undergoes a color calibration process to enhance the sensor's accuracy in reading line colors. This involves placing the robot on each color line against a white background for ten trial runs. Results from the red-

colored track, covering a total distance of 233.93 cm, indicated an average travel time of around 8.65 seconds and an average robot speed of approximately 27.45 cm/second. On the yellow track with the same length, tests showed an average travel time of approximately 10.50 seconds and an average robot speed of about 22.71 cm/second. For the green track covering a length of 159.27 cm, the average travel time was approximately 9.57 seconds, with the robot's average speed around 16.61 cm/second. On the black track also spanning 159.27 cm, the average travel time was around 8.77 seconds, with the robot's average speed at approximately 18.59 cm/second. The robot completed the red-colored track in the fastest time, considering that patients categorized as red have urgent conditions requiring immediate attention. The yellow track ranked second, as patients in this category can wait for treatment for a while. The black track came third, as patients in this category have a low chance of survival or have very severe injuries. The slowest track line is the green one because patients in this category do not have priority for using the Patient Bed as their condition does not require urgent care.

Keywords : triage, patient bed robot, line follower

Literature : 38 (1988-2022)

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	v
SKRIPSI .....	vii
HALAMA PERSETUJUAN.....	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	xiii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	xv
RINGKASAN .....	xvii
SUMMARY .....	xix
DAFTAR ISI.....	xxi
DAFTAR GAMBAR .....	xxiv
DAFTAR TABEL.....	xxvii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xxix
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Robot <i>Line Follower</i> .....	5
2.2 Sensor .....	5
2.2.1 Sensor Infrared .....	6
2.2.2 Sensor Warna.....	6
2.3 Mikrokontroler.....	7
2.3.1 Arduino Mega 2650.....	8
2.3.2 ATmega328 .....	9
2.4 Sistem Kontrol.....	10
2.4.1 Sistem Kontrol Loop Terbuka .....	11
2.4.2 Sistem Kontrol Loop Tertutup.....	11
2.4.3 Sistem Kontroler PID ( <i>Proportional Integral Derivative</i> ).....	12

2.5	Motor Listrik.....	13
2.5.1	Motor DC.....	13
2.6	Konsep Dasar Manipulator Robot .....	14
2.7	Kinematika Robot.....	15
2.7.1	Robot Penggerak Diferensial .....	15
2.8	Triase .....	18
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....</b>		<b>21</b>
3.1	Diagram Alir Penelitian .....	21
3.2	Alat dan Bahan.....	23
3.2.1	Chassis .....	23
3.2.2	Arduino Mega 2560.....	24
3.2.3	Sensor Warna TCS3200.....	26
3.2.4	Motor Driver L298N.....	27
3.2.5	Motor DC, Gearbox, dan Roda.....	28
3.2.6	Baterai.....	29
3.3	Desain Robot Tempat Tidur Pasien.....	30
3.4	Analisis Sistem Kerja Robot <i>Line Follower</i> .....	31
3.5	Perancangan Sistem .....	32
3.6	Desain Lintasan.....	33
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>35</b>
4.1	Rancang Bangun Robot Tempat Tidur Pasien.....	35
4.1.1	Perakitan Robot.....	35
4.1.2	Konfigurasi Rangkaian PIN Pada Robot Kasur Pasien .....	36
4.2	Pengujian Robot Tempat Tidur Pasien .....	38
4.2.1	Analisis Pada Lintasan Garis Merah.....	38
4.2.2	Analisis Pada Lintasan Garis Kuning .....	42
4.2.3	Analisis Pada Lintasan Garis Hijau .....	46
4.2.4	Analisis Pada Lintasan Garis Hitam .....	50
4.3	Analisis Kecepatan Robot Tempat Tidur Pasien Berdasarkan Penggunaan Triase	54
4.4	Analisis Keseimbangan Robot Tempat Tidur Pasien .....	56
4.5	Analisis <i>Error</i> pada Robot Tempat Tidur Pasien .....	58
4.6	Simulasi Robot Tempat Tidur Pasien Menggunakan <i>Simulink</i> Matlab	60
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>62</b>

5.1	Kesimpulan.....	63
5.2	Saran.....	63
	DAFTAR PUSTAKA .....	65
	LAMPIRAN.....	68





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Prinsip kerja dan diagram IR sensor (Ajmera, 2018).	6
Gambar 2. 2 Prinsip kerja sensor warna (Assaad dkk., 2014).	7
Gambar 2. 3 Arduino Mega 2650 (Manual, 2022).	9
Gambar 2. 4 ATmega328 (Nasir, 2017)	9
Gambar 2. 5 Deskripsi sederhana dari sistem kontrol (Nise dkk., 2014).	10
Gambar 2. 6 Sistem kontrol <i>loop</i> terbuka (Paraskevopoulos, 2017).	11
Gambar 2. 7 Sistem kontrol <i>loop</i> tertutup (Paraskevopoulos, 2017).	12
Gambar 2. 8 Sistem <i>feedback</i> konvensional (Araki, 2009).	12
Gambar 2. 9 Konfigurasi motor DC (Kim, 2017).	14
Gambar 2. 10 Robot pada sistem koordinat Cartesian (Sdaneep Kumar dan Majumdar, 2014).	16
Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian.	22
Gambar 3. 2 Chassis robot tempat tidur pasien.	23
Gambar 3. 3 Rangka utama chassis.	24
Gambar 3. 4 Rangka penyambung roda dan motor DC.	24
Gambar 3. 5 Arduino Mega 2560.	25
Gambar 3. 6 Sensor warna TCS3200.	26
Gambar 3. 7 Motor <i>driver</i> L298N.	27
Gambar 3. 8 Motor DC, <i>gearbox</i> , dan roda.	28
Gambar 3. 9 Baterai.	29
Gambar 3. 10 Gambar teknik robot tempat tidur pasien	30
Gambar 3. 11 Keterangan gambar robot tempat tidur pasien.	30
Gambar 3. 12 Diagram alir sistem kerja robot.	32
Gambar 3. 13 Diagram blok sistem kendali	33
Gambar 3. 14 Jalur lintasan robot tempat tidur pasien.	33
Gambar 4. 1 Robot tempat tidur pasien.	36
Gambar 4. 2 Konfigurasi rangkaian PIN pada robot kasur pasien	36
Gambar 4. 3 Lintasan garis merah.	39

Gambar 4. 4 Proses mengatur warna lintasan garis merah.....	39
Gambar 4. 5 Konfigurasi bergerak maju di garis merah .....	40
Gambar 4. 6 Konfigurasi berbelok ke kanan di garis merah .....	40
Gambar 4. 7 Konfigurasi berbelok ke kiri di garis merah .....	41
Gambar 4. 8 Lintasan garis kuning.....	43
Gambar 4. 9 Proses mengatur warna lintasan garis kuning.....	43
Gambar 4. 10 Konfigurasi bergerak maju di garis kuning .....	44
Gambar 4. 11 Konfigurasi berbelok ke kanan di garis kuning.....	45
Gambar 4. 12 Konfigurasi berbelok ke kanan di garis kuning.....	45
Gambar 4. 13 Lintasan garis hijau.....	47
Gambar 4. 14 Proses mengatur warna lintasan garis hijau.....	47
Gambar 4. 15 Konfigurasi bergerak maju di garis hijau .....	48
Gambar 4. 16 Konfigurasi berbelok ke kanan di garis hijau .....	49
Gambar 4. 17 Konfigurasi berbelok ke kiri di garis hijau .....	49
Gambar 4. 18 Lintasan garis hitam.....	51
Gambar 4. 19 Proses mengatur warna lintasan garis hitam.....	51
Gambar 4. 20 Konfigurasi bergerak maju di garis hitam .....	52
Gambar 4. 21 Konfigurasi berbelok ke kanan di garis hitam.....	53
Gambar 4. 22 Konfigurasi berbelok ke kiri di garis hitam.....	53
Gambar 4. 23 Grafik kecepatan pada setiap warna garis .....	55
Gambar 4. 24 Diagram benda bebas tempat tidur pasien .....	56
Gambar 4. 25 Analisis kesetimbangan robot tempat tidur pasien .....	58
Gambar 4. 26 Jarak samping robot ke garis saat robot berada dalam lintasan .	59
Gambar 4. 27 Jarak samping robot ke garis saat robot mengalami <i>error</i> .....	59
Gambar 4. 28 Nilai error robot pada saat melintasi garis lintasan .....	60
Gambar 4. 29 Diagram blok simulink robot tempat tidur pasien .....	61
Gambar 4. 30 Grafik hasil simulasi menggunakan simulink.....	61

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel kategori triase .....	19
Tabel 3. 1 Tabel spesifikasi <i>Arduino Mega 2560</i> .....	25
Tabel 3. 2 Tabel spesifikasi sensor warna TCS3200.....	27
Tabel 3. 3 Keterangan gambar desain robot tempat tidur pasien .....	31
Tabel 4. 1 Konfigurasi rangkaian PIN pada sensor warna kiri .....	37
Tabel 4. 2 Konfigurasi rangkaian PIN pada sensor warna kanan .....	37
Tabel 4. 3 Konfigurasi rangkaian PIN pada <i>Motor Driver</i> .....	37
Tabel 4. 4 Pengujian pada lintasan garis merah .....	42
Tabel 4. 5 Pengujian pada lintasan garis kuning .....	46
Tabel 4. 6 Pengujian pada lintasan garis hijau .....	50
Tabel 4. 7 Pengujian pada lintasan garis hitam .....	54



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tampak robot.....	69
Lampiran 2. Bobot robot .....	70
Lampiran 3. Pengujian robot pada setiap warna garis.....	71
Lampiran 4. Gambar teknik robot tempat tidur pasien .....	73



# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan teknologi pada dunia industri sangat berkembang pesat pada abad 21. Perkembangan dunia industri telah melewati beberapa kali revolusi, mulai dari revolusi industri 1.0 hingga revolusi industri 4.0. Revolusi industri 4.0 merupakan fenomena yang mengkolaborasikan teknologi siber dan teknologi otomatisasi atau bisa disebut dengan *Cyber-physical system* (Schwab, 2016). Kolaborasi tersebut akan berjalan seiring dengan kemajuan pada bidang robotika yang membuat pekerjaan akan menjadi lebih akurat dan efisien.

Revolusi industri 4.0 tidak akan berjalan dengan semestinya tanpa diiringi perkembangan dalam bidang robotika. Robotika sendiri menjadi hal yang tidak asing bagi kita sekarang, dimana robot tidak hanya dimanfaatkan dalam dunia industri saja, melainkan digunakan juga dalam dunia medis. Perkembangan robotika dalam dunia medis bermula pada April 1985 dimana industri robot dan navigasi tomografi komputer digunakan untuk memasukkan probe ke dalam otak untuk mendapatkan spesimen biopsi (Gyles, 2019).

Perkembangan robotika di Indonesia sendiri berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia telah mengembangkan teknologi bedah robotik (*Robotic Telesurgery*) yang telah masuk kedalam roadmap pembangunan Pusat Bedah Robotik di Indonesia 2021-2024 pada bidang medis (Badan Kebijakan Pembangunan Kesehatan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2022).

Kebutuhan bidang robotik pada dunia medis sangat diperlukan untuk membantu pekerjaan manusia. Tidak hanya dalam tindakan pada saat operasi saja, robot juga diperlukan pada transportasi pasien dalam tindakan triase. Triase

adalah proses khusus pengurutan dan pemilihan pasien berdasarkan tingkat prioritas kegawatan darurat yang berada pada Instalasi Gawat Darurat. Triase dibagi menjadi beberapa warna yaitu warna Hitam, Merah, Kuning, dan Hijau. Setiap warna berbeda berbeda tingkat prioritas nya dan tempat dimana pasien akan dibawa. Terdapat garis berwarna Hitam, Merah, Kuning, dan Hijau menjadi petunjuk kemana pasien akan dibawa. Disinilah peran robot yang mampu membawa pasien secara otomatis akan sangat berguna. Robot *Line follower* merupakan salah satu jenis robot yang dapat membantu dengan kemampuan yang dimilikinya.

Robot *Line Follower* adalah robot yang mampu mendeteksi dan mengikuti garis yang berada di permukaan. Garis yang digunakan umumnya telah ditentukan dan terlihat di permukaan putih dengan kontras warna seperti garis berwarna hitam. Robot tipe ini akan mendeteksi garis dengan menggunakan IR Sensor yang dipasang pada robot. Setelah itu, sensor akan mentransfer data ke prosesor. Prosesor akan menentukan perintah yang tepat dan akan dikirimkan ke poros penggerak, dan robot akan bergerak sesuai dengan garis yang telah ditentukan (Gupta dkk., 2020).

Robot *Line Follower* yang hanya menggunakan garis pemandu berwarna hitam tidak memiliki kebebasan dalam menentukan arah yang akan dilalui robot. Dengan begitu, dibutuhkannya pengembangan yang membuat robot dapat bergerak di banyak arah. Jumlah arah bergeraknya robot salah satunya ditentukan dengan jumlah warna garis jalur robot. Pengembangan ini akan melibatkan warna hitam, merah, kuning, dan hijau yang telah diidentifikasi robot sebagai arah bergerak robot menggunakan sensor warna.

Dengan berbagai pengembangan yang akan diterapkan pada Robot *Line Follower*, tugas akhir “Rancang Bangun Robot Tempat Tidur Pasien Mengikuti Jalur Triase Menggunakan Metode *Line Follower*” ini dibuat agar robot mampu mengikuti garis berdasarkan warna yang telah ditentukan.



## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan, maka perumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana agar Robot Tempat Tidur Pasien mengikuti garis lintasan berdasarkan warna garis yang telah ditentukan.
2. Bagaimana kinerja Robot Tempat Tidur Pasien berbasis sensor warna.

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Robot ini menggunakan sensor warna sebagai alat pendeteksi garis.
2. Robot ini didesain untuk men-*tracking* garis dengan warna hitam, merah, kuning, dan hijau mentracking garis lurus dan mampu mendeteksi adanya belokan.
3. Jalur yang dilalui robot ini adalah sebuah garis.
4. Sistem kontrol robot ini menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560.
5. Kinerja robot yang dicari meliputi kecepatan robot dan keakuratan robot dalam mengikuti garis yang telah ditentukan.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Merancang robot Tempat Tidur pasien yang dapat mengikuti triase menggunakan metode *line follower*.
2. Menganalisa kinerja robot Tempat Tidur pasien yang dapat mengikuti triase menggunakan metode *line follower*.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah

1. Robot Tempat Tidur pasien ini dapat digunakan sebagai tahap awal pengembangan Tempat Tidur pemindah pasien yang dapat mengikuti triase.
2. Sebagai alat peraga dan pembelajaran bagi mahasiswa Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ajmera, P. (2018). A Review Paper on Infrared sensor. *International Journal of Engineering Research & Technology*. <http://www.engpaper.com/infrared-sensor.htm>
- Araki, M. (2009). *control systems, robotics and automation - Volume II: System Analysis and Control: Classical Approaches-II* (H. Unbehauen (ed.)). EOL SS Publications.
- Assaad, M., Yohannes, I., Bermak, A., Ginhac, D., & Meriaudeau, F. (2014). Design and characterization of automated color sensor system. *International Journal on Smart Sensing and Intelligent Systems*, 7(1), 1–12. <https://doi.org/10.21307/ijssis-2017-642>
- Badan Kebijakan Pembangunan Kesehatan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2022). *Teknologi Bedah Robotik di Indonesia* Badan Kebijakan Pembangunan Kesehatan. Badan Kebijakan Pembangunan Kesehatan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. <http://www.badankebijakan.kemkes.go.id/teknologi-bedah-robotik-di-indonesia/>
- Brown, J. E. (1988). Characteristics. In *Electric Motor Handbook* (pp. 1–61). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-408-00707-8.50004-0>
- Gyles, C. (2019). Robots in medicine. In *The Canadian veterinary journal = La revue veterinaire canadienne* (Vol. 60, Issue 8, pp. 819–820).
- Ibrahim, D. (2019). ARM-Based microcontroller projects using MBED (D. B. T.-A.-B. microcontroller projects using M. Ibrahim (ed.); pp. 1–7. Newnes. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102969-5.00001-X>
- Kim, S.-H. (2017). Control of direct current motors. In Sang-Hoon Kim (Ed.), *Electric Motor Control*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812138-2.00002-7>
- Lewis, F. L., Dawson, D. M., & Abdallah. (2003). *Robot Manipulator Control*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780203026953>

- Louis, L. (2016). Working Principle of Arduino and Using it as a Tool for Study and Research. *International Journal of Control, Automation, Communication and Systems*. <https://doi.org/10.5121/ijcacs.2016.1203>
- Mahmoud, M. S. (2018). Advanced Control Design with Application to Electromechanical Systems. In *Advanced Control Design with Application to Electromechanical Systems*. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-814543-2.00001-1>
- Manual, P. R. (2022). Arduino ® UNO R3 Target areas : Arduino ® UNO R3 Features. 1–13.
- Nasir, S.(2017). Introduction to ATmega328. The engineering projects. <https://www.theengineeringprojhttps://www.theengineeringprojects.com/2017/08/introduction-to-atmega328.html>
- Nise, N., Perez, M., Perez, A., Perez, E., Nise, N., Simrock, S., Siddique, N., & Carrillo, A. (2014). *Control Systems Engineering 6th Edition*. In California State Polytechnic University (Vol. 7th).
- Nise, N. S. (2011). *Control Systems Engineering*. In *CAS 2007 - CERN Accelerator School: Digital Signal Processing, Proceedings* (Vol. 517).
- Paraskevopoulos, P. N. (2017). *Modern control engineering*. In *Modern Control Engineering*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781315214573>
- Purwadi, H., Breaden, K., McCloud, C., & Pranata, S. (2021). The SALT and START Triage Systems for Classifying Patient Acuity Level: A Systematic Review. *Nurse Media Journal of Nursing*, 11(3), 413–427. <https://doi.org/10.14710/nmjn.v11i3.37008>
- Regan, F. (2019). Sensors | overview. In *Encyclopedia of Analytical Science* (3rd ed., Issue October). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409547-2.14540-8>
- Sandeep Kumar, M., & Majumdar, J. (2014). Kinematics, Localization and Control of Differential Drive Mobile Robot *Global Journal of Researches in Engineering: H Kinematics, Localization and Control of Differential Drive Mobile Robot*. *Global Journal of Researchers in Engineering: H Robotics and Nano-Tech*, 14(1).

- Schwab, K. (2016). The Fourth Industrial Revolution: what it means and how to respond. *WorldEconomicForum*. <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>
- Sonal, G., Raninga, P., & Patel, H. (2018). Design and implementation of RGB color line following robot. *Proceedings of the International Conference on Computing Methodologies and Communication, ICCMC 2017, 2018-Janua (Iccmc)*, 442–446. <https://doi.org/10.1109/ICCMC.2017.8282727>
- Tushit Gupta, Shailendra Mishra, Manoj K. Shukla, & Rohit Tripathi. (2020). Design and Development of IOT Based Smart Library using Line Follower Robot. *International Journal on Emerging Technologies*, July, 1105–1109.
- Uchrowi, A., Lasmadi, L., & Soekarno, S. (2019). Pemodelan dan Simulasi Robot Lengan 3 DOF Menggunakan V-REP. *Avitec*, 1(1), 87–98. <https://doi.org/10.28989/avitec.v1i1.489>
- Vetelino, J. F., & Reghu, A. (2017). Introduction to sensors. *Introduction to Sensors*, December, 1–180. <https://doi.org/10.1201/9781315218274>
- Widyani, F. N. A., Basuki, A. P., & Nuswantoro, D. (2020). Triage Knowledge of Emergency Rooms Nurses at Dr Soetomo Regional General Hospital. *Indonesian Journal of Anesthesiology and Reanimation*, 2(1), 13. <https://doi.org/10.20473/ijar.v2i12020.13-19>
- Xiong, N. N., Shen, Y., Yang, K., Lee, C., & Wu, C. (2018). Color sensors and their applications based on real-time color image segmentation for cyber physical systems. *Eurasip Journal on Image and Video Processing*, 2018(1), 1–16. <https://doi.org/10.1186/s13640-018-0258-x>