

**SKRIPSI**

**SISTEM KENDALI *HYBRID PID-FUZZY LOGIC* PADA  
ROBOT BERODA *LINE FOLLOWER***

***HYBRID PID-FUZZY LOGIC CONTROL SYSTEM FOR LINE  
FOLLOWER WHEEL ROBOT***



Disusun oleh

**RIFAN AHMAD FADILLAH  
19107015**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK TELEKOMUNIKASI DAN ELEKTRO  
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO**

**2023**

**SKRIPSI**

**SISTEM KENDALI *HYBRID PID-FUZZY LOGIC* PADA  
ROBOT BERODA *LINE FOLLOWER***

***HYBRID PID-FUZZY LOGIC CONTROL SYSTEM FOR LINE  
FOLLOWER WHEEL ROBOT***



Disusun oleh

**RIFAN AHMAD FADILLAH  
19107015**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK TELEKOMUNIKASI DAN ELEKTRO  
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO**

**2023**

**SISTEM KENDALI *HYBRID PID-FUZZY LOGIC* PADA  
ROBOT BERODA *LINE FOLLOWER***

***HYBRID PID-FUZZY LOGIC CONTROL SYSTEM FOR LINE  
FOLLOWER WHEEL ROBOT***

**Skripsi ini digunakan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik (S.T.)  
Di Institut Teknologi Telkom Purwokerto  
2023**

Disusun oleh

**RIFAN AHMAD FADILLAH  
19107015**

**DOSEN PEMBIMBING**

**Mas Aly Afandi, S.ST., M.T.  
Herryawan Pujiharsono, S.T., M.Eng.**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK TELEKOMUNIKASI DAN ELEKTRO  
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO  
2023**

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**SKRIPSI**

**SISTEM KENDALI *HYBRID PID-FUZZY LOGIC* PADA  
ROBOT BERODA *LINE FOLLOWER***

***HYBRID PID-FUZZY LOGIC CONTROL SYSTEM FOR LINE  
FOLLOWER WHEEL ROBOT***

Disusun oleh  
RIFAN AHMAD FADILLAH  
19107015

Telah dipertanggungjawabkan di hadapan Tim Penguji pada tanggal 18 Agustus  
2023

Susunan Tim Penguji

Pembimbing Utama : Mas Aly Afandi, S.ST., M.T.  
NIDN. 0617059302



Pembimbing Pendamping : Herryawan Pujiharsono, S.T., M.Eng. (H.P.)  
NIDN. 0617068801



Penguji 1 : Yulian Zetta Maulana, S.T., M.T.  
NIDN. 1012078103



Penguji 2 : Danny Kurnianto, S.T., M.Eng.  
NIDN. 0619048201



**Mengetahui,**

Ketua Program Studi S1 Teknik Elektro  
Institut Teknologi Telkom Purwokerto



Yulian Zetta Maulana, S.T., M.T.  
NIDN. 1012078103

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya, **RIFAN AHMAD FADILLAH**, menyatakan bahwa skripsi dengan judul “**SISTEM KENDALI *HYBRID PID-FUZZY LOGIC* PADA ROBOT BERODA *LINE FOLLOWER***” adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan kecuali melalui pengutipan sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku. Saya bersedia menanggung risiko ataupun sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila ditemukan pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam skripsi saya ini.

Purwokerto, 18 Agustus 2023

Yang menyatakan,



Rifan Ahmad Fadillah

## PRAKATA

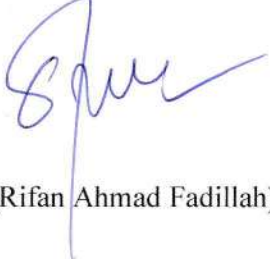
Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan kasih dan sayang-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“SISTEM KENDALI *HYBRID PID-FUZZY LOGIC* PADA ROBOT BERODA *LINE FOLLOWER*”**

Maksud dari penyusunan skripsi ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat dalam menempuh ujian sarjana Teknik Elektro pada Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro Institut Teknologi Telkom Purwokerto.

Dalam penyusunan skripsi ini, banyak pihak yang sangat membantu penulis dalam berbagai hal. Oleh karena itu, penulis sampaikan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Bapak Ade Arinudin Sopandi dan Ibu Ani Roroh Rohaeni selaku kedua orang tua penulis yang tanpa henti memberikan segala dukungan,
2. Ibu Dr. Tenia Wahyuningrum, S.Kom., M.T. selaku Rektor Institut Teknologi Telkom Purwokerto,
3. Ibu Dr. Anggun Fitriani Isnawati, S.T., M.Eng. selaku Dekan Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro,
4. Bapak Yulian Zetta Maulana, S.T., M.T. selaku ketua Program Studi S1 Teknik Elektro,
5. Bapak Mas Aly Afandi, S.ST., M.T. selaku pembimbing I,
6. Bapak Herryawan Pujiharsono, S.T., M.Eng. selaku pembimbing II,
7. Seluruh dosen, staf dan karyawan Program studi S1 Teknik Elektro Institut Teknologi Telkom Purwokerto,
8. Seluruh teman-teman S1 Teknik Elektro yang telah sama-sama berjuang selama ini.

Purwokerto, 18 Agustus 2023



(Rifan Ahmad Fadillah)

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....</b>	<b>iii</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1    LATAR BELAKANG MASALAH.....	1
1.2    RUMUSAN MASALAH.....	2
1.3    BATASAN MASALAH.....	2
1.4    TUJUAN .....	3
1.5    MANFAAT.....	3
1.6    SISTEMATIKA PENULISAN.....	3
<b>BAB II DASAR TEORI.....</b>	<b>5</b>
2.1    KAJIAN PUSTAKA.....	5
2.2    DASAR TEORI .....	8
2.2.1    Robot <i>Line follower</i> .....	8
2.2.2    Pengendali PID .....	9
2.2.3 <i>Trial and Error Tunning Method</i> .....	12
2.2.4    Pengendali Fuzzy Tsukamoto .....	13
2.2.5    Tanggapan Sistem ( <i>System Response</i> ).....	14
2.2.6    STM32F103C8T6 .....	15
2.2.7    TB6612FNG .....	17
2.2.8    CD74HC4067 .....	18
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>19</b>
3.1    ALAT YANG DIGUNAKAN.....	19
3.2    ALUR PENELITIAN .....	20
3.2.1 <i>Flowchart</i> Penelitian.....	20
3.2.2 <i>Flowchart</i> Sistem.....	21

3.2.3	Perancangan Sistem .....	22
3.2.3.1	Robot <i>Line follower</i> .....	22
3.2.3.2	Pengendali PID .....	24
3.2.3.3	Pengendali Fuzzy .....	26
3.2.3.4	Pengendali <i>Hybrid</i> PID-Fuzzy .....	30
3.3	METODE PENGUJIAN .....	31
3.3.1	Pengujian Sistem Kendali PID dan Sistem Kendali <i>Hybrid</i> PID-Fuzzy.....	31
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>33</b>
4.1	HASIL PERANCANGAN SISTEM .....	33
4.2	PENGUJIAN SISTEM KENDALI PID .....	34
4.3	PENGUJIAN SISTEM KENDALI HYBRID PID FUZZY .....	42
4.4	PERBANDINGAN SISTEM KENDALI .....	51
<b>BAB V PENUTUP .....</b>		<b>54</b>
5.1	KESIMPULAN.....	54
5.2	SARAN.....	54
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>55</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>58</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Robot <i>Line follower</i> .....	8
Gambar 2.2 Board STM32F103C8T6 Blue Pill .....	15
Gambar 2.3 Motor Driver TB6612FNG .....	17
Gambar 2.4 Board Multiplexer CD74HC4067 .....	18
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian .....	20
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Sistem .....	21
Gambar 3.3 Diagram Blok <i>Hardware</i> .....	23
Gambar 3.4 Rangkaian Skematik <i>Line tracer</i> sensor.....	23
Gambar 3.5 <i>Maping</i> Nilai <i>Error</i> .....	23
Gambar 3.6 Rangkaian <i>Stepdown</i> .....	24
Gambar 3.7 <i>Membership Function error</i> .....	26
Gambar 3.8 <i>Membership Function derror</i> .....	27
Gambar 3.9 <i>Membership Function output</i> .....	28
Gambar 3.10 Diagram Blok Sistem .....	30
Gambar 3.11 Lintasan Robot <i>Line follower</i> bekelok setengah lingkaran .....	31
Gambar 3.12 Lintasan Robot <i>Line follower</i> Lurus Berkelok.....	31
Gambar 3.13 Lintasan Robot <i>Line follower</i> Tikungan Tajam 90 Derajat.....	32
Gambar 4.1 Hasil Perancangan Robot <i>Line follower</i> .....	33
Gambar 4.2 Grafik Sistem PID 1 .....	34
Gambar 4.3 Grafik Sistem PID 2 .....	36
Gambar 4.4 Grafik Sistem PID 3 .....	37
Gambar 4.5 Grafik Sistem PID Pada Lintasan A.....	38
Gambar 4.6 Grafik <i>Output</i> Sistem Kendali PID Pada Lintasan A.....	39
Gambar 4.7 Grafik Sistem PID Pada Lintasan B.....	39
Gambar 4.8 Grafik <i>Output</i> Sistem Kendali PID Pada Lintasan B .....	40
Gambar 4.9 Grafik Sistem PID Pada Lintasan C.....	41
Gambar 4.10 Grafik <i>Output</i> Sistem Kendali PID Pada Lintasan C .....	41
Gambar 4.11 Grafik Sistem Hybrid PID-Fuzzy 1 .....	43
Gambar 4.12 Grafik Sistem Hybrid PID-Fuzzy 2.....	44
Gambar 4.13 Grafik Sistem Hybrid PID-Fuzzy 3.....	45
Gambar 4.14 Grafik Sistem Hybrid PID-Fuzzy Pada Lintasan A .....	47

Gambar 4.15 Grafik Output Sistem Kendali Hybrid PID-Fuzzy Pada Lintasan A .....	47
Gambar 4.16 Grafik Sistem Hybrid PID-Fuzzy Pada Lintasan B .....	48
Gambar 4.17 Grafik Output Sistem Kendali Hybrid PID-Fuzzy Pada Lintasan B .....	49
Gambar 4.18 Grafik Sistem Hybrid PID-Fuzzy Pada Lintasan C .....	49
Gambar 4.19 Grafik Output Sistem Kendali Hybrid PID-Fuzzy Pada Lintasan C .....	50

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kajian Pustaka.....	7
Tabel 2.2 Karakteristik Pengendali Proporsional, Integral, dan Derivatif.....	9
Tabel 3.1 Alat dan Bahan.....	19
Tabel 3.2 Tabel Aturan Fuzzy.....	29
Tabel 4.1 Analisis Respon Transien PID 1 .....	35
Tabel 4.2 Analisis Respon Transien PID 2 .....	36
Tabel 4.3 Analisis Respon Transien PID 3 .....	37
Tabel 4.4 Analisis Respon Transien Hybrid PID-Fuzzy 1 .....	43
Tabel 4.5 Analisis Respon Transien Hybrid PID-Fuzzy 2.....	44
Tabel 4.6 Analisis Respon Transien Hybrid PID-Fuzzy 3.....	45
Tabel 4.7 Perbandingan Respon Transien Sistem Kendali PID dan Sistem Kendali Hybrid PID-Fuzzy Pada Robot <i>Line follower</i> .....	51
Tabel 4.8 Perbandingan Waktu Tempuh Lintasan Sistem Kendali PID dan Sistem Kendali Hybrid PID-Fuzzy Pada Robot <i>Line follower</i> .....	52