

**IMPLEMENTASI SISTEM NAVIGASI PADA ROBOT
MENGGUNAKAN KONTROL PID – FUZZY LOGIC SEBAGAI
MODE HYBRID**



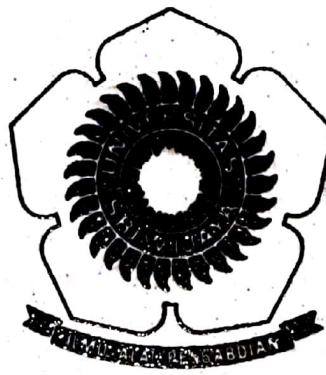
OLEH :
SATRIA PUJA KESUMA
09111001059

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018**

**IMPLEMENTASI SISTEM NAVIGASI PADA ROBOT MENGGUNAKAN
KONTROL PID – FUZZY LOGIC SEBAGAI MODE HYBRID**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer**



OLEH :
SATRIA PUJA KESUMA
09111001059

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018**

HALAMAN PENGESAHAN

IMPLEMENTASI SISTEM NAVIGASI PADA ROBOT MENGGUNAKAN KONTROL PID – FUZZY LOGIC SEBAGAI MODE HYBRID

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

Oleh :

SATRIA PUJA KESUMA
09111001059

Inderalaya, September 2018.

Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer



Rossi Passarella, M.Eng.
NIP. 19780611 201012 1 004

Pembimbing Tugas Akhir


Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T.
NIP. 19690802 199401 2 001

HALAMAN PERSETUJUAN

Telah diuji dan lulus pada :

Hari : Sabtu
Tanggal : 28 Juli 2018

Tim Penguji :

1. Ketua : Aditya Putra Perdana P., M.T.
2. Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T.
3. Anggota 1 : Sarmayanta Sembiring, M.T.
4. Anggota 2 : Rendyansyah, M.T.

Ad
JN
SP
27/7/18

Mengetahui,
Ketua Jurusan Sistem Komputer



HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

**Nama : Satria Puja Kesuma
NIM : 09111001059
Judul : Implementasi Sistem Navigasi Pada Robot Menggunakan Kontroler PID – Fuzzy Logic Sebagai Mode Hybrid**

Menyatakan bahwa laporan tugas akhir saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan / plagiat. Apabila ditemukan unsure penjiplakan / plagiat dalam laporan tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.



Inderalaya, September 2018



Satria Puja Kesuma

NIM 09111001059

HALAMAN PERSEMBAHAN

MOTTO :

Berpikir Adalah Kegiatan Tersulit Yang Pernah Ada. Oleh Karena Itu Hanya Sedikit Yang Melakukannya – Henry Ford

Karya Besar ini kupersembahkan kepada :

- Mama tercinta.
- Saudara – saudaraku, dan seluruh keluarga besar yang tersayang.
- Sahabat, dan teman – teman seperjuangan Sistem Komputer Angkatan 2011.
- Almamaterku.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala berkah, rahmat, taufik dan hidayah-Nya yang telah diberikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul "**Implementasi Sistem Navigasi Pada Robot Menggunakan Kontroler PID – Fuzzy Logic Sebagai Mode Hybrid**". Laporan ini disusun setelah melaksanakan tugasakhir yang diajukan untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer di jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Pelaksanaan dan penyusunan tugas akhir ini tidak mungkin berhasil tanpa adanya bantuan dari pihak-pihak lain berupa do'a, petunjuk, bimbingan, nasihat, semangat, dan fasilitas - fasilitas yang disediakan untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Karena hal – hal tersebut, penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada :

1. Allah Subhanahu Wa Ta'ala karna berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini
2. Nabi Muhammad SAW serta seluruh pengikutnya sampai akhir zaman.
3. Terima kasih banyak penulis ucapan kepada Mama Alm.Hj.Zulhana, dan kakak – kakakku Evy Apriyanti, Arie Febriansyah, Euis Gustiana yang selalu memberikan semangat, dukungan dan do'a yang terbaik serta pertolongan baik moril maupun materil.
4. Terima kaih banyak kepada dosen pembimbingku Ibu Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini., M.T. yang telah berkenan meluangkan waktunya guna membimbing, memberi petunjuk serta memberi saran dan masukan dalam penyusunan laporan ini.
5. Terima kasih banyak kepada dosen penguji bapak Sarmayanta Sembiring, M.T. dan Rendyansyah, M.T. selaku Dosen penguji sidang Tugas Akhir serta memberi banyak masukan untuk perbaikan tugas akhir ini.
6. Terima kasih juga kepada teman – teman terdekatku Ahmad Zaki, Agung Wahyu Buana, Budiman, Juned Riandi, Maido Arfindra Putra, Eko Saputra,

Dan Farid Wazdi, Restu, Taufik, Jidi, Sujiyat, Firman, Qodar, Inro, Bayu, Amelia Desiana serta anak – anak SK 2011 dan semuanya.

7. Mbak Iis dan kak Reza selaku Admin Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
8. Civitas akademika Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa baik isi maupun penyajian laporan ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu Penulis mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun untuk perbaikan laporan ini. Penulis berharap semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat menambah pengetahuan serta dapat menunjang perkembangan ilmu pengetahuan khususnya bagi Penulis maupun pembaca khususnya mahasiswa / mahasiswi Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Inderalaya, September 2018

Penulis

IMPLEMENTATION OF NAVIGATION SYSTEM IN ROBOT USING PID CONTROLLER - FUZZY LOGIC AS HYBRID MODE

Satria Puja Kesuma - 09111001059

*Computer Engineering, Computer Science Faculty of Sriwijaya University
Email : satriaafterlife@gmail.com*

Abstract

To design a robot, a method is needed so that the robot can operate properly. This research uses two methods: PID (Proportional Integral Derivative) and fuzzy logic as a system on robots. PID control is a control system that is used to determine the precision control of an instrumentation system with the characteristics of feedback on the system. This fuzzy logic method is used to process the data error that occurs in the PID control. In this research, the robot uses three ultrasonic sensors, two DC motors and an arduino uno using ATmega328. Testing is carried out on the corridor and the environment that has been determined. By using PID control method and fuzzy logic as hybrid, all experiments were successfully carried out with an average time achieved that is 9070.58 ms (9.070 s) and the fastest time in the turning corridor to the left is 6400 ms (6.4 s) and longest time when the free space condition is 19400 ms (19.4 s).

Keywords: *PID Control, Fuzzy Logic, Robot Navigation System, Avoider Robot*

IMPLEMENTASI SISTEM NAVIGASI PADA ROBOT MENGGUNAKAN KONTROLER PID – FUZZY LOGIC SEBAGAI MODE HYBRID

Satria Puja Kesuma (09111001059)

Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya

Email : satriaafterlife@gmail.com

Abstrak

Untuk merancang suatu robot dibutuhkan suatu metode agar robot tersebut dapat beroperasi dengan semestinya. Penelitian ini menggunakan dua metode yaitu kontrol PID (*Proportional Integral Derivative*) dan logika *fuzzy* sebagai sistem pada robot. Kontrol PID merupakan sistem kontrol yang digunakan untuk menentukan kontrol presisi suatu sistem instrumentasi dengan karakteristik adanya umpan balik pada sistem tersebut. Metode logika *fuzzy* ini digunakan untuk mengolah kembali data error yang terjadi pada kontrol PID. Pada penelitian ini, robot menggunakan tiga buah sensor ultrasonik, dua buah motor DC dan sebuah arduino uno menggunakan ATmega328. Pengujian dilakukan pada koridor dan lingkungan yang telah ditentukan. Dengan menggunakan metode kontrol PID dan logika *fuzzy* sebagai *hybrid*, semua percobaan berhasil dilakukan dengan rata – rata waktu yang dicapai yaitu 9070,58 ms (9,070 s) dan waktu tercepat pada kondisi koridor memutar ke kiri yaitu 6400 ms (6,4 s) serta waktu terlama saat kondisi ruang bebas sebesar 19400 ms (19,4 s).

Kata Kunci : Kontrol PID, Logika *Fuzzy*, Sistem Navigasi Robot, Robot *Avoider*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PERSEMPBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRACT.....	viii
ABSTRAK.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan dan Batasan Masalah.....	2
1.3. Tujuan dan Manfaat.....	3
1.3.1. Tujuan.....	3
1.3.2. Manfaat.....	3
1.4. Metodologi Penelitian.....	3
1.5. Sistematika Penulisan.....	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Pendahuluan.....	6
2.2. Sensor Jarak.....	6
2.3. Mikrokontroler.....	10
2.4. Kontroler PID (<i>Proportional Integral Derivative</i>).....	11
2.4.1. Pengontrol Proportional.....	13
2.4.2. Pengontrol Proportional Integral.....	14
2.4.3. Pengontrol Proportional Derivative.....	14
2.4.4. Pengontrol Proportional Integral Derivative.....	15
2.5. Logika Fuzzy.....	18
2.5.1. Fungsi Keanggotaan.....	19
2.5.2. Fuzzifikasi.....	22
2.5.3. Basis Aturan.....	22
2.5.4. Defuzzifikasi.....	23
2.6. Kontroler PID – <i>Fuzzy Logic Mode Hybrid</i>	24
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Pendahuluan.....	26
3.2. Kerangka Kerja.....	26

3.3. Perancangan Perangkat Keras.....	28
3.3.1. Modul Sensor Jarak.....	28
3.3.2. Mikrokontroler ATmega328.....	29
3.3.3. Modul Driver Motor.....	30
3.3.4. Platfrom Robot.....	32
3.4. Perancangan Perangkat Lunak.....	34
3.4.1. Perancangan Kontrol PID (<i>Proportional Integral Derivative</i>).....	34
3.4.2. Perancangan Algoritma Logika Fuzzy.....	38
3.4.2.1. Proses Fuzzifikasi.....	39
3.4.2.2. Basis Aturan.....	45
3.4.2.3. Inferensi.....	45
3.4.2.4. Defuzzifikasi.....	46
BAB IV. PENGUJIAN DAN ANALISA	
4.1. Pendahuluan.....	47
4.2. Pengujian Perangkat Keras.....	47
4.3. Pengujian Gerak Robot.....	49
4.3.1. Pengujian Pada Koridor 90^0 ke Kanan.....	50
4.3.2. Pengujian Pada Koridor 90^0 ke Kiri.....	54
4.3.3. Pengujian Pada Koridor Memutar ke Kanan.....	58
4.3.4. Pengujian Pada Koridor Memutar ke Kiri.....	62
4.3.5. Pengujian Pada Koridor Ruang Bebas.....	66
4.3.6. Pengujian Pada Koridor Ruang Bebas 1 Halangan.....	76
4.3.7. Pengujian Pada Koridor Ruang Bebas 2 Halangan.....	80
4.4. Resume Hasil Pengujian.....	84
BAB V. KESIMPULAN	
5.1. Kesimpulan	87
5.2. Saran	88
Daftar Pustaka.....	89
Lampiran	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Rangkaian transmitter sensor ultrasonik.....	8
Gambar 2.2. Rangkaian receiver sensor ultrasonik.....	9
Gambar 2.3. Peta memori program ATmega328.....	10
Gambar 2.4. Peta memori data ATmega328.....	11
Gambar 2.5. Blok diagram kontrol PID.....	16
Gambar 2.6. Representasi kurva linear.....	19
Gambar 2.7. Representasi kurva setigita.....	20
Gambar 2.8. Representasi kurva trapesium.....	21
Gambar 2.9. Diagram blok <i>hybrid</i> kontroler PID – <i>fuzzy logic</i>	25
Gambar 3.1. Kerangka kerja penelitian.....	27
Gambar 3.2. Skema perancangan perangkat keras.....	28
Gambar 3.3. Perancangan modul sensor jarak.....	29
Gambar 3.4. Datasheet Mikrokontroler ATmega328.....	30
Gambar 3.5. Perancangan modul motor DC.....	32
Gambar 3.6. Tata letak perangkat keras pada robot.....	33
Gambar 3.7. Robot tampak atas.....	34
Gambar 3.8. <i>Flowchart</i> kontrol PID.....	35
Gambar 3.9. <i>Pseudocode</i> Algoritma Menghitung PID.....	36
Gambar 3.10. <i>Pseudocode</i> Menghitung Hasil PID Mendapatkan Nilai Kecepatan Motor DC.....	37
Gambar 3.11. <i>Flowchart</i> algoritma logika <i>fuzzy</i>	38
Gambar 3.12. Grafik fungsi masukan sensor jarak.....	41
Gambar 3.13. Grafik fungsi masukan error sensor depan.....	43
Gambar 3.14. Grafik fungsi keluaran kecepatan motor.....	44
Gambar 4.1. Tampilan pengujian sensor depan.....	49
Gambar 4.2. Koridor 90 ⁰ ke kanan.....	50
Gambar 4.3. Pergerakan robot pada koridor 90 ⁰ ke kanan.....	51
Gambar 4.4. Grafik perubahan kecepatan motor di jalur koridor 90 ⁰ ke kanan.....	53
Gambar 4.5. Koridor 90 ⁰ ke kiri.....	54
Gambar 4.6. Pergerakan robot pada koridor 90 ⁰ ke kiri.....	55
Gambar 4.7. Grafik perubahan kecepatan motor di jalur koridor 90 ⁰ ke kiri.....	57
Gambar 4.8. Koridor memutar ke kanan.....	58
Gambar 4.9. Pergerakan robot pada koridor memutar ke kanan.....	59
Gambar 4.10. Grafik perubahan kecepatan motor di jalur memutar ke kanan.....	61
Gambar 4.11. Koridor memutar ke kiri.....	62
Gambar 4.12. Pergerakan robot pada koridor memutar ke kiri.....	63
Gambar 4.13. Grafik perubahan kecepatan motor di jalur memutar ke kiri.....	65
Gambar 4.14. Koridor ruang bebas.....	66
Gambar 4.15. Pergerakan robot pada koridor bebas (<i>hybrid</i>).....	67

Gambar 4.16. Grafik perubahan kecepatan motor di koridor ruang bebas (<i>hybrid</i>).....	69
Gambar 4.17. Pergerakan robot pada koridor bebas (PID).....	71
Gambar 4.18. Grafik perubahan kecepatan motor di koridor ruang bebas (PID).....	72
Gambar 4.19. Pergerakan robot pada koridor bebas (<i>fuzzy</i>).....	74
Gambar 4.20. Grafik perubahan kecepatan motor di koridor ruang bebas (<i>fuzzy</i>).....	75
Gambar 4.21. Koridor ruang bebas 1 halangan.....	76
Gambar 4.22. Pergerakan robot pada koridor bebas 1 halangan.....	77
Gambar 4.23. Grafik perubahan kecepatan motor di koridor ruang bebas 1 halangan.....	79
Gambar 4.24. Koridor ruang bebas 2 halangan.....	80
Gambar 4.25. Pergerakan robot pada koridor bebas 2 halangan.....	81
Gambar 4.26. Grafik perubahan kecepatan motor di koridor ruang bebas 2 halangan.....	83

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Konfigurasi Pin L298N Digunakan Pada Perancangan.....	31
Tabel 2. Tabel Linguistik Masukan 1 “Sensor Jarak Depan”.....	39
Tabel 3. Tabel Linguistik Masukan 2 “Nilai Error Sensor Depan”.....	39
Tabel 4. Tabel Linguistik Keluaran “Kecepatan Motor”.....	39
Tabel 5. Tabel dari Hasil Aturan Logika Fuzzy.....	45
Tabel 6. Hasil Pengujian Pada Modul Sensor Ultrasonik.....	47
Tabel 7. Hasil Pengujian Robot.....	84

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Listing program

Lampiran 2. Data pengujian koridor 90^0 ke kanan

Lampiran 3. Data pengujian koridor 90^0 ke kiri

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Robot adalah sebuah unit baik berupa mekanikal atau fisikal maupun yang virtual yang memiliki kecerdasan. Untuk dapat dikatakan sebagai robot sebuah sistem tidak perlu untuk meniru semua tingkah laku manusia, namun suatu sistem tersebut dapat mengadopsi satu atau dua dari sistem yang ada pada diri manusia saja sudah dapat dikatakan sebagai robot. Sistem yang dapat diadopsi berupa sistem penglihatan, sistem pendengaran ataupun sistem gerak.[1] Untuk merancang suatu robot, diperlukan suatu program yang dapat bekerja semaksimal mungkin bagi robot tersebut, agar robot bisa beroperasi dengan semestinya. Salah satu contoh metode yang bisa dipakai ialah Kontroler PID (*Proportional Integral Derivative*).

Namun, hasil keluaran dari PID terkadang membuat pergerakan robot yang dipasang program tersebut kurang stabil jika diberikan nilai konstanta yang sedikit sensitif. disebabkan jika semakin sensitif nilai acuan (konstanta) yang diberikan, maka respon dari suatu robot jika ada sedikit gangguan (*Disturbance*), dapat menyebabkan nilai overshoot dan undershoot yang tinggi. Jika nilai acuan kurang sensitif, dapat mengurangi nilai overshoot dan undershoot, namun itu akan memperpanjang recovery time.[2]

Maka dari itu, diperlukan suatu logika fuzzy dalam mengatasi error, yaitu metode *Hybrid* antara kontroler PID dan logika fuzzy. Penggabungan logika fuzzy akan berfungsi untuk mengolah kembali nilai parameter error yang terjadi pada kontrol PID yang memungkinkan bisa memperkecil recovery time. Metode untuk kontroler PID akan menggunakan ketiga karakteristik kontroler tersebut, yaitu Proportional, Integral, serta Derivative.

1.2 Rumusan dan Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, maka rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini yakni bagaimana merancang suatu sistem navigasi robot menggunakan Kontroler PID (*Proportional Integral Derivative*) – *Fuzzy Logic* sebagai mode *Hybrid*.

Selain rumusan masalah, juga terdapat batasan masalah pada penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Keadaan lingkungan telah dikondisikan dalam ruangan yang telah ditentukan sebelumnya.
2. Bahasa pemrograman yang dibuat pada perancangan sistem navigasi robot menggunakan bahasa C#, dengan menggunakan Arduino.
3. Robot dilengkapi dengan sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai sensor jarak.
4. Dalam perancangan sistem kontrol, kontroler PID tetap menjadi sistem utama dibanding dengan logika fuzzy.
5. Logika fuzzy berfungsi untuk meminimalisir error, sehingga input dalam logika fuzzy adalah error sebelum memasuki sistem kontrol PID.
6. Mode *Hybrid* ini dimaksudkan untuk mode gabungan antara kontroler PID dengan logika fuzzy, bukan sistem kontrol yang bisa berdiri satu sama lain.
7. Pada penelitian ini menggunakan 3 buah sensor ultrasonik, masing – masing terletak di bagian depan, kiri dan kanan robot. Untuk 2 buah sensor bagian kiri dan kanan dipasang metode kontrol PID, serta sensor depan menggunakan metode logika fuzzy.

1.3 Tujuan dan Manfaat

1.3.1 Tujuan

Adapun tujuan dari dilakukannya penelitian ini yaitu :

1. Mengetahui cara kerja Kontroler PID (Proportional Integral Derivative) pada sistem robot.
2. Mengimplementasikan teknik mode *hybrid* antara Kontroler PID – Logika *fuzzy*.
3. Mengetahui perbedaan catatan nilai waktu yang ditempuh saat pengujian nanti antara metode *hybrid* dan metode kontrol PID atau *fuzzy*.

1.3.2 Manfaat

Adapun manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Memahami sistem kerja dari kontroler PID yang diterapkan pada robot
2. Memahami bagaimana caranya meminimalisir error dalam sistem kerja robot
3. Memahami penggunaan *Fuzzy Logic* untuk membantu meminimalisir error.
4. Memahami ketiga metode, baik metode *hybrid* maupun metode antara PID dan *fuzzy* secara bersamaan.

1.4 Metodologi Penelitian

Metodologi yang akan digunakan dalam penelitian akan melewati beberapa tahap berikut ini :

1. Studi Pustaka / Literatur

Tahap ini dilakukan dengan cara mencari dan membaca literature dan referensi tentang “sistem navigasi menggunakan Kontroler PID (Proportional Integral Derivative) – *Fuzzy Logic* sebagai mode *Hybrid* sehingga dapat menunjang penulisan laporan Skripsi.

2. Studi Lapangan

Tahap ini dilakukan untuk menentukan formula yang sesuai dan cocok untuk merancang dan meminimalisir error robot dengan menggunakan metode *Hybrid* antara Kontroler PID – *Fuzzy logic*.

3. Perancangan Program Robot

Pada tahap ini dilakukan untuk menentukan plant dari formula tersebut sehingga plant yang didapat dapat dirancang mulai dari *software maupun hardware* untuk melakukan analisis selanjutnya. Tahap ini juga akan merancang program kontroler PID dan logika fuzzy.

4. Pengujian Algoritma Program

Pada tahap ini, algoritma program kontroler PID yang telah dirancang akan digabungkan dengan logika fuzzy, lalu akan dilakukan pengujian apakah dapat meminimalisir error dari kontroler PID tersebut.. Keberhasilan pada saat pengujian adalah perhitungan dengan cara manual dan sesuai dengan referensi dengan program hasil rancangan.

5. Pengujian program pada perangkat keras

Program yang telah dirancang dan berhasil pada saat pengujian manual akan di masukkan ke perangkat keras. Tahap ini untuk mengintegrasikan program yang telah dibuat dengan perangkat keras agar dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan.

6. Analisa data dan sistem

Hasil dari formula dan plant yang akan didapat dan digabungkan dengan tujuan untuk mendapatkan hasil navigasi yang baik, se bisa mungkin mengecilkan error pada saat perancangan dan dapat di analisis untuk mengetahui kekurangan dan faktor penyebabnya. Selain itu, tahap ini juga berfungsi untuk mengetahui kekurangan dan kelebihan pada hasil perancangan dan faktor penyebabnya sehingga dapat digunakan untuk pengembangan pada perancangan sistem navigasi robot selanjutnya.

1.5 Sistematika Penulisan

Untuk lebih memudahkan dalam menyusun skripsi ini dan memperjelas isi dari setiap bab yang ada pada laporan ini, maka dibuatlah sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi penjabaran secara sistematis topik yang diambil.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi dua hal penting, yaitu kerangka teori dan kerangka berfikir.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan secara bertahap dan teperinci tentang langkah-langkah (metodologi) yang digunakan untuk membuat kerangka berfikir dan kerangka kerja (*framework*) dalam menyelesaikan skripsi.

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA

Bab ini menjelaskan tahapan perancangan perangkat lunak, yang meliputi pengujian perangkat keras (*Hardware*) dan perangkat lunak (*Software*).

BAB V KESIMPULAN

Bab ini berisi kesimpulan tentang apa yang diperoleh dari hasil pengujian pada bab 4 dan dapat menjawab dari tujuan ingin dicapai pada bab 1.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Ardisasmita, “Pengembangan Robot Mobil Otonom Menggunakan Sistem Kendall Fuzzy Dan Jaringan Syaraf Tiruan,” *Risal. Lokakarya Komputasi dalam Sains dan ...*, pp. 157–170, 2003.
- [2] I. P. Adinata, M. Pratama, I. N. Suweden, and I. B. A. Swamardika, “Sistem Kontrol Pergerakan Pada Robot Line Follower Berbasis Hybrid PID-Fuzzy Logic,” no. November, pp. 14–15, 2013.
- [3] Hermaya. Dian, “Pengertian Umum Tentang Jarak Sensor Jarak HC-SR04 Mikrokontroler ATMega16,” pp. 1–7, 2015.
- [4] Ayuni. Prima, “Aplikasi Pemancar dan Penerima Sensor Ultrasonik SR04 dalam Pengukuran Jarak,” no. McM, pp. 5–16, 2011.
- [5] Simanjuntak. Maratur Gabe, “Perancangan Prototipe Smart Building Berbasis Arduino UNO,” pp. 5–18, 2013.
- [6] Ginting. Septia Mega,“Alat Ukur Massa Jenis Udara Berbasis Arduino,” *Universitas Sumatera Utara*, 2015.
- [7] S. Bachri, “Sistem kendali Hybrid PID-Logika Fuzzy Pada Pengaturan Kecepatan Motor DC,” *Makara Teknol.*, vol. 8, no. 1, pp. 25–34, 2004.
- [8] A. S. Al Yahmedi and M. A. Fatmi, “Fuzzy Logic Based Navigation of Mobile Robots,” *Recent Adv. Mob. Robot.*, pp. 287–310, 2011.
- [9] I. Setiawan and A. Septiaji, “Perancangan Robot Mobil Penjejak Dinding Koridor,” 2008.
- [10] M. Ali, “Pembelajaran Perancangan Sistem Kontrol Pid Dengan Software Matlab,” *J. Edukasi@Elektro*, vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2004.
- [11] E. Susanto, “Kontrol Proporsional Integral Derivatif (PID) untuk Motor DC menggunakan Personal Computer,” pp. 134–141, 2009.
- [12] “Prinsip-Kerja-Dan-Klasifikasi-Robot.Pdf.” .
- [13] S. Ferdiansah D. S., Gigih Prabowo, “Pengaturan Kecepatan Motor Induksi 3ø dengan Kontrol PID melalui Metode Field Oriented Control (FOC) (Rectifier, Inverter, Sensor arus dan Sensor tegangan,” *Politenik Elektron. Negeri Surabaya - ITS*, pp. 1–5, 2012.
- [14] K. ARI, F. T. Asal, and M. Cosgun, “Ee 402 Discrete Time Sytems Project Report Pi , Pd , Pid,” *PI, PD, PID Controll.*, pp. 1–21, 2012.
- [15] N. U. R. S. Anita, “ROBOT MICROMOUSE DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA DEPTH-FIRST SEARCH,” no. 21.