

**SISTEM KONTROL MOBILE ROBOT
OMNI WHEEL MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY
INTERVAL TIPE-2**

TUGAS AKHIR

**Program Studi Sistem Komputer
Jenjang S1**



OLEH:

**DIMAS BAGUS RAMARTA
09011381621114**

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020**

**SISTEM KONTROL MOBILE ROBOT
OMNI WHEEL MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY
INTERVAL TIPE-2**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Strata 1**



OLEH:

**DIMAS BAGUS RAMARTA
09011381621114**

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020**

LEMBAR PENGESAHAN

SISTEM KONTROL MOBILE ROBOT OMNI WHEEL MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY INTERVAL TIPE-2

PROPOSAL TUGAS AKHIR

Program Studi Sistem Komputer
Jenjang S1

Oleh

Dimas Bagus Ramarta
99011381621114

Palembang, Juli 2020

Mengetahui,

Pembimbing,

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

Ketua Jurusan Sistem Komputer, 17/8/2020



Dr. Ir. H. Sukemi, M.T.
NIP. 19661203 200604 1 001

HALAMAN PERSETUJUAN

Telah diuji dan lulus pada :

Hari : Selasa
Tanggal : 07 Juli 2020

Tim Penguji :

1. Ketua : Firdaus, S.T.,M.Kom



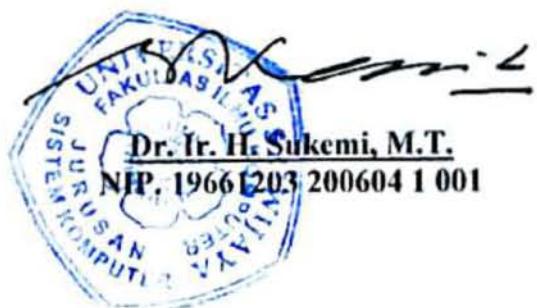
2. Anggota I : Kemahyanto Exaudi,S.Kom.,M.T.



3. Anggota II : Aditya Putra P Prasetyo, S.Kom.,MT.



Mengetahui,
Ketua Jurusan Sistem Komputer 17/7/2020



HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Dimas Bagus Ramarta

NIM : 09011381621114

**Judul : Sistem Kontrol Mobile Robot Omni Wheel Menggunakan
Sistem Logika Fuzzy Interval Tipe-2**

Hasil Pengecekan Software iThenticate/Turnitin : 5%

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

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



Palembang, Juli 2020



Dimas Bagus Ramarta
NIM. 09011381621114

HALAMAN PERSEMBAHAN

MOTTO :

Nothing last forever, we can change the future

-Dimas Bagus Ramarta-

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan”

(QS Al-Insyirah : 5)

Kupersembahkan untuk seorang Ayah bernama Budi Kristanto dan seorang ibu bernama Eti Susila. Berkat kalianlah saya dapat mencapai menyelesaikan Tugas Akhir ini hingga selesai. Apa yang saya dapatkan hari ini bukanlah apa-apa tak sebesar dari yang telah kalian berikan selama ini. Terima kasih Ayah dan Ibu yang selalu memberikan dukungan baik dalam moril dan materiil, selalu memberikan semangat untuk selalu berusaha pantang menyerah dan selalu mendoakan dalam suka dan duka. Karya ini saya persembahkan untuk kalian, sebagai wujud rasa terimakasih atas pengorbanan dan jerih payah kalian sehingga saya dapat menggapai cita-cita. Kelak cita-cita yang ingin saya gapai ini akan menjadi persembahan yang paling mulia untuk Ayah dan Ibu. Dan untuk kakak dan adik kandungku karena kalian telah memberikan semangat untuk mencapai ini semua. Dan teruntuk Sartika Sari yang selalu membantu dan menyempatkan waktunya untuk adik tingkat dan pacarmu ini terimakasih telah menjadi pemacu semangat dan pengingat dalam menyelesaikan Tugas Akhir dari awal perskripsi ini dimulai sampai sekarang.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Puji dan syukur Allhamdulilah penulis ucapkan atas kehadirat Allah SWT dengan segala karunia dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini dengan judul "**SISTEM KONTROL MOBILE ROBOT OMNI WHEEL MENGGUNAKAN SISTEM LOGIKA FUZZY INTERVAL TIPE-2**" dapat terselesaikan dengan baik.

Pada penulisan laporan ini, penulis menyadari dalam penyusunan laporan tugas akhir ini tidak akan selesai tanpa bantuan dan saran dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan rasa syukur kepada Allah SWT dan terimakasih kepada yang terhormat :

1. Kedua orang tua saya tercinta yang telah membesarkan saya dan mengajarkan saya akan pentingnya arti dari kerja keras, tanggung jawab, kesabaran, kejujuran dan untuk selalu berdo'a kepada Allah SWT. Terima kasih atas segala do'a, motivasi, dan dukungan baik moril, materil maupun spiritual selama ini.
2. Bapak Jaidan Jauhari, S.pd. M.T. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Dr.Ir.H.Sukemi, M.T. selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T. selaku Pembimbing I Tugas Akhir Penulis di Jurusan Sistem Komputer Universitas Sriwijaya yang telah berkenan meluangkan waktunya untuk membimbing.dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Bapak Ahmad Zarkasi, S.T.,M.T. selaku Pembimbing Akademik Jurusan Sistem Komputer Universitas Sriwijaya.
6. Bapak Kemahyanto Exaudi,S.Kom.,M.T. dan Bapak Aditya Putra P Prasetyo, S.Kom.,MT. selaku Dosen Pengudi Sidang Tugas Akhir.

7. Mbak Renny Virgasari A.Md, Selaku Admin Jurusan Sistem Komputer Universitas Sriwijaya.
8. Sartika Sari yang telah meluangkan waktunya untuk memberi motivasi, saran, mendampingi dan telah membantu penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
9. Teman-teman seperjuangan Sistem Komputer Unggulan Bukit, terkhusus lima sahabat penulis dikampus yaitu Yusuf, Wahyu, Yoggie, Robby, Ikhsan
10. Teman-teman di lab robotika yaitu lagi-lagi Yusuf, Retno, Bulla, Sri, Atha dan Mimin serta Udin yang telah membantu menyediakan ruang dalam mengerjakan skripsi.
11. Seluruh Civitas Akademika Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
12. Teman seperjuangan di HIMASISKO, Fasilkom Unsri, Unsri dan lainnya.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan yang harus disempurnakan dalam penyusunan laporan ini., baik dari materi maupun teknik penyajiannya. Untuk itu kritik dan saran yang membangun sangatlah diharapkan penulis agar dapat segera diperbaiki sehingga laporan ini dapat dijadikan sebagai masukan ide dan pemikiran yang bermanfaat bagi semua pihak dan menjadi tambahan bahan bacaan bagi yang tertarik dalam penelitian Pemodelan Sistem dan Sistem Kendali. Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Palembang, Juli 2020

Penulis

**SISTEM KONTROL *MOBILE ROBOT OMNI WHEEL*
MENGGUNAKAN SISTEM LOGIKA *FUZZY INTERVAL*
TIPE-2**

DIMAS BAGUS RAMARTA (09011381621114)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya
Email: pricedibara@gmail.com

ABSTRAK

Mobile robot mempunyai pergerakan roda yang terbatas. Seiring perkembangannya dalam industri pada bidang riset dan teknologi, salah satu mobile robot yang pergerakannya lebih bebas dari mobile robot biasa adalah Omni Wheel Mobile Robot. Teknik sistem kendali fuzzy yang sering yang digunakan dalam penelitian yaitu *fuzzy type-1* (T1FLS). Namun, T1FLS memiliki keterbatasan dalam menanggulangi tingkat ketidakpastian linguistik, numerik dan lingkungan yang tidak terstruktur menyebabkan *Interval Type-2 Fuzzy Logic System* (IT2FLS) diciptakan dimana metode ini memiliki kelebihan untuk memilih fungsi keanggotaan yang tepat dalam mengalami hambatan yang sering terjadi. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan pada setiap lingkungan didapatkan bahwa pada *fuzzy type-2* memiliki hasil trajektori, jumlah iterasi, waktu pemrosesan, dan resource yang lebih baik dibandingkan *fuzzy type-1*.

Kata Kunci : *Mobile Robot, Omni Wheel, Sistem Kontrol, Fuzzy Type-2, Fuzzy Goal, Fuzzy Avoider.*

CONTROL SYSTEM OF OMNI WHEEL MOBILE ROBOT USING INTERVAL TYPE-2 FUZZY LOGIC SYSTEM

DIMAS BAGUS RAMARTA (09011381621114)

*Dept.of Computer Engineering, Faculty of Computer Science, Sriwijaya
University*

Email: princedibara@gmail.com

ABSTRACT

Mobile robots have limited wheel movement. As its development in the industry in the field of research and technology, one of the mobile robots whose movements are more free than ordinary mobile robots is the Omni Wheel Mobile Robot. Fuzzy control system techniques that are often used in research are fuzzy type-1 (T1FLS). However, T1FLS has limitations in overcoming the unstructured level of linguistic, numerical and environmental uncertainty causing the Type-2 Fuzzy Logic System (IT2FLS) Interval to be created where this method has the advantage of choosing the right membership function in experiencing frequent obstacles. Based on testing that has been done in each environment, it is found that Fuzzy type 2 has better trajectory results, the number of iterations, processing time, and resources compared to Fuzzy type 1.

Keyword : *Mobile Robot Omni Wheel, Control System, Kinematic Equation, Fuzzy Type-2, Fuzzy Goal, Fuzzy Avoider,*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
HALAMAN KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii

BAB I.PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan dan Manfaat.....	2
1.2.1 Tujuan.....	2
1.2.2 Manfaat.....	2
1.3 Rumusan dan Batasan Masalah.....	2
1.3.1 Rumusan Masalah.....	2
1.3.2 Batasan Masalah.....	2
1.4 Metodologi Penelitian.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pendahuluan.....	5
2.2 <i>Omni Wheeled Mobile Robot (OWMR)</i>	5
2.3 Model Pergerakan Robot	6

2.3.1 Gerak <i>Non-Holonomic</i>	6
2.3.2 Gerak <i>Holonomic</i>	7
2.4 Prinsip Dasar Pemodelan Matematik pada Sistem Robotik.....	8
2.4.1 Kinematika Omni Wheels.....	9
2.5 Sistem Kendali Mobile Robot.....	11
2.6 Metode <i>Fuzzy Logic Controller</i>	11
2.6.1 Type 1 Fuzzy Logic System (T1FLS).....	12
2.6.1.1 Fuzzifikasi	13
2.6.1.1.1 Fungsi-fungsi Keanggotaan Fuzzy.....	13
a.Representasi linear.....	13
b.Representasi Linear Naik.....	13
c.Representasi Linear Turun.....	14
d.Tipe Kurva Segitiga.....	15
e.Tipe Kurva Trapesium.....	15
f.Tipe S.....	16
g.Tipe Z.....	17
h.Fungsi keanggotaan Gaussian.....	17
i.Fungsi keanggotaan Bell (Generalized Bell/Gbell).....	17
2.6.1.3 Basis Aturan (Rule Base)	18
2.6.1.4 Evaluasi Aturan(Inference)	18
2.6.1.4 Defuzzifikasi	18
2.6.2 Type 2 Fuzzy Logic System (T2FLS).....	19
2.6.2.1 Fuzzifikasi	20
2.6.2.2 Fungsi Keanggotaan.....	20
2.6.2.3 Rule Base	21
2.6.2.4 Inferensi	21
2.6.2.5 Reduksi tipe	21
2.6.2.6 Defuzzifikasi.....	22

BAB III.METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pendahuluan.....	23
3.2 Kerangka Kerja.....	23

3.3 Pemodelan Persamaan Kinematik <i>Omni Wheel Robot</i>	24
3.4 Nonholonomic Constraint OWMR.....	28
3.5 Persamaan Kinematik <i>Omni Wheel Robot</i>	32
3.6 Persamaan <i>Tracking Error</i>	39
3.7 Perancangan <i>Omni Wheel Mobile Robot</i>	42
3.7.1 Perancangan Blok Diagram Omni Wheel	42
3.7.2 Perancangan Pemodelan metode Interval Fuzzy Type 2.....	43
3.7.3 Fuzzifikasi.....	45
3.7.3.1 Nilai Variabel Linguistik.....	46
3.7.4 Proses Inferensi.....	59
3.7.5 Proses Tipe Reduksi.....	62
3.7.6 Defuzzifikasi.....	63
3.8 Contoh Perhitungan.....	63

BAB IV.PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 Pendahuluan.....	66
4.2 Hasil Simulasi Program Perbandingan Fuzzy Type-1 dan Fuzzy Type-2.....	68
4.2.1 Pengujian Lingkungan Tanpa Halangan.....	68
4.2.2 Pengujian Lingkungan Satu Halangan.....	72
4.2.3 Pengujian Lingkungan Tiga Halangan.....	77
4.2.4 Pengujian Lingkungan Kompleks.....	81
4.2.5 Pengujian Lingkungan <i>U-Shape</i>	85
4.2.6 Pengujian Lingkungan Lingkaran.....	90
4.3 Hasil Perbandingan Fuzzy Type-2 dan Fuzzy Type-1.....	95
4.4 Kegagalan dalam Pengujian.....	99
4.5 Analisa Perbandingan Kinerja Fuzzy Type-2 dan Fuzzy Type-1.....	102

BAB V.KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	104
5.2 Saran.....	105

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 <i>Omnidirectional wheel</i>	5
Gambar 2.2 Roda <i>Omni Wheel</i>	6
Gambar 2.3 Non-holonomik	7
Gambar 2.4 <i>Holonomic Mobile Robot</i>	8
Gambar 2.5 Diagram sistem robotik	8
Gambar 2.6 Diagram Sistem Kontrol Robotik	9
Gambar 2.7 <i>Omni Wheel Robot</i> pada medan 2D <i>Cartesian</i>	10
Gambar 2.8 Sistem Logika Fuzzy Tipe-1.....	12
Gambar 2.9 Linear Naik.....	14
Gambar 2.10 Linear Turun.....	14
Gambar 2.11 Kurva Segitiga.....	15
Gambar 2.12 Kurva Trapesium.....	15
Gambar 2.13 Fungsi keanggotaan Tipe S.....	16
Gambar 2.14 Sistem Logika Fuzzy Interval Tipe-2.....	19
Gambar 2.15 Fungsi Keanggotaan dari Logika Fuzzy tipe 2.....	20
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Kerangka kerja.....	24
Gambar 3.2 <i>Omni Wheel Robot</i> pada medan 2D <i>Cartesian</i>	25
Gambar 3.3 Kecepatan Roda Robot Berdasarkan Porosnya.....	28
Gambar 3.4 Transformasi <i>error</i> posisi <i>Omni Wheel</i>	40
Gambar 3.5 Blok diagram kontrol <i>omni wheel mobile robot</i>	42
Gambar 3.6 <i>Flowchart</i> Fuzzy Tipe-2.....	44
Gambar 3.7 <i>Pseudocode</i> fuzzifikasi \bar{f}_{upper}	45
Gambar 3.8 <i>Pseudocode</i> fuzzifikasi \underline{f}_{lower}	46
Gambar 3.9 Grafik input error theta (eth) fuzzy type-1	47
Gambar 3.10 Grafik input error x(ex) fuzzy type-1.....	48
Gambar 3.11 Grafik input error y (ey) fuzzy type-1.....	48
Gambar 3.12 Grafik input error theta (eth) fuzzy type-2.....	49
Gambar 3.13 Grafik input error x(ex) fuzzy type-2.....	49

Gambar 3.14 Grafik input error y (ey) fuzzy type-2.....	50
Gambar 3.15 Grafik Fuzzy Avoider fuzzy type-1.....	57
Gambar 3.16 Grafik Fuzzy Avoider fuzzy type-2.....	57
Gambar 3.17 Rule Base fuzzy type-2.....	64
Gambar 3.18 Defuzzifikasi fuzzy type-2.....	65
Gambar 4.1 Flowchart Sistem Kontrol Omni Wheel Mobile Robot.....	67
Gambar 4.2 Posisi awal <i>robot</i> pada lingkungan dengan tanpa halangan.....	68
Gambar 4.3 Hasil <i>trajectory</i> pada lingkungan dengan tanpa halangan.....	69
Gambar 4.4 Hasil grafik nilai error lingkungan dengan tanpa halangan.....	70
Gambar 4.5 Hasil grafik kecepatan tiap roda (v1-v4) pada lingkungan dengan tanpa halangan.....	71
Gambar 4.6 Posisi akhir robot pada lingkungan dengan tanpa halangan.....	71
Gambar 4.7 Posisi awal <i>robot</i> pada lingkungan dengan satu halangan.....	73
Gambar 4.8 Hasil <i>trajectory</i> pada lingkungan dengan satu halangan.....	74
Gambar 4.9 Hasil grafik nilai <i>error</i> pada lingkungan dengan satu halangan	74
Gambar 4.10 Hasil grafik kecepatan tiap roda (v1-v4) pada lingkungan dengan satu halangan.....	75
Gambar 4.11 Posisi akhir <i>robot</i> pada lingkungan dengan satu halangan.....	76
Gambar 4.12 Posisi awal robot pada lingkungan dengan tiga halangan.....	77
Gambar 4.13 Hasil <i>trajectory</i> pada lingkungan dengan tiga halangan.....	78
Gambar 4.14 Hasil grafik nilai <i>error</i> pada lingkungan dengan tiga halangan....	79
Gambar 4.15 Hasil grafik kecepatan tiap roda (v1-v4) pada lingkungan dengan tiga halangan.....	79
Gambar 4.16 Posisi akhir robot pada lingkungan dengan tiga halangan.....	80
Gambar 4.17 Posisi awal <i>robot</i> pada lingkungan dengan halangan kompleks....	81
Gambar 4.18 Hasil <i>trajectory</i> pada lingkungan dengan halangan kompleks.....	82
Gambar 4.19 Hasil grafik nilai <i>error</i> pada lingkungan dengan halangan kompleks	83
Gambar 4.20 Hasil grafik kecepatan tiap roda (v1-v4) pada lingkungan dengan halangan kompleks.....	84
Gambar 4.21 Posisi akhir <i>robot</i> pada lingkungan dengan halangan kompleks....	84

Gambar 4.22 Posisi awal <i>robot</i> pada lingkungan dengan halangan <i>u-shape</i>	86
Gambar 4.23 Hasil <i>trajectory</i> pada lingkungan dengan halangan <i>u-shape</i>	87
Gambar 4.24 Hasil grafik nilai error pada lingkungan dengan halangan <i>u-shape</i>	88
Gambar 4.25 Hasil grafik kecepatan tiap roda (v1-v4) pada lingkungan dengan halangan <i>u-shape</i>	89
Gambar 4.26 Posisi akhir <i>robot</i> pada lingkungan dengan halangan <i>u-shape</i>	89
Gambar 4.27 Posisi awal <i>robot</i> pada lingkungan berbentuk lingkaran.....	91
Gambar 4.28 Hasil <i>trajectory</i> pada lingkungan berbentuk lingkaran.....	92
Gambar 4.29 Hasil grafik nilai <i>error</i> pada lingkungan berbentuk lingkaran.....	92
Gambar 4.30 Hasil grafik kecepatan tiap roda (v1-v4) pada lingkungan berbentuk lingkaran.....	93
Gambar 4.31 Posisi akhir <i>robot</i> pada lingkungan berbentuk lingkaran.....	94
Gambar 4.32 Hasil <i>trajectory robot</i> pada lingkungan tanpa halangan ketika gagal menyelesaikan tugasnya.....	99
Gambar 4.33 Hasil <i>trajectory robot</i> pada lingkungan dengan satu halangan ketika gagal menyelesaikan tugasnya.....	99
Gambar 4.34 Hasil <i>trajectory robot</i> pada lingkungan dengan tiga halangan ketika gagal menyelesaikan tugasnya.....	100
Gambar 4.35 Hasil <i>trajectory robot</i> pada lingkungan dengan halangan kompleks ketika gagal menyelesaikan tugasnya.....	100
Gambar 4.36 Hasil <i>trajectory robot</i> pada lingkungan dengan halangan <i>u-shape</i> ketika gagal menyelesaikan tugasnya.....	101
Gambar 4.37 Hasil <i>trajectory robot</i> pada lingkungan berbentuk lingkaran ketika gagal menyelesaikan tugasnya.....	101

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Linguistik Input 1 “ <i>Error theta (e_{th})</i> ” Fuzzy Tipe-1	50
Tabel 3.2 Linguistik Input 2 “ <i>Error x (e_x)</i> ” Fuzzy Tipe-1.....	51
Tabel 3.3 Linguistik Input 3 “ <i>Error y (e_y)</i> ” Fuzzy Tipe-1.....	52
Tabel 3.4 Linguistik Input 1 “ <i>Error theta (e_{th})</i> ” Fuzzy Tipe-2.....	52
Tabel 3.5 Linguistik Input 2 “ <i>Error x (e_x)</i> ” Fuzzy Tipe-2	54
Tabel 3.6 Linguistik Input 3 “ <i>Error y (e_y)</i> ” Fuzzy Tipe-2.....	55
Tabel 3.7 Linguistik <i>input</i> sensor fuzzy tipe-1.....	58
Tabel 3.8 Linguistik <i>input</i> sensor fuzzy tipe-2.....	58
Tabel 3.9 Rules Base Fuzzy Goal (Fuzzy Tipe-1 dan Tipe-2).....	60
Tabel 3.10 Rules Base Fuzzy Avoider (Fuzzy Tipe-1).....	61
Tabel 3.11 Rules Base Fuzzy Avoider (Fuzzy Tipe-2).....	62
Tabel 4.1 Data pengujian pada lingkungan tanpa halangan.....	72
Tabel 4.2 Data pengujian pada lingkungan dengan satu halangan.....	76
Tabel 4.3 Data pengujian pada lingkungan dengan tiga halangan.....	80
Tabel 4.4 Data pengujian pada lingkungan dengan halangan kompleks.....	85
Tabel 4.5 Data pengujian pada lingkungan dengan halangan <i>u-shape</i>	90
Tabel 4.6 Data pengujian pada lingkungan berbentuk lingkaran.....	94
Tabel 4.7 Respon perubahan kecepatan pengujian pada lingkungan berbentuk lingkaran.....	95
Tabel 4.8 Jumlah data pengujian.....	97
Tabel 4.9 Waktu pengujian.....	98
Tabel 4.10 <i>Resource</i> pengujian.....	98

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 *Source Code Omni Wheel Mobile Robot*

LAMPIRAN 2 Form Perbaikan Ujian Tugas Akhir I

LAMPIRAN 3 Form Perbaikan Ujian Tugas Akhir II

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Mobile robot merupakan robot yang memiliki roda-roda yang dapat bergerak dan berpindah dari satu lokasi ke lokasi lain dengan mengenali lingkungannya kemudian menafsirkan informasi yang didapat untuk berpindah posisi [1]. Pada umumnya *mobile robot* mempunyai pergerakan roda dengan gerakan rodanya yang terbatas [2]. Seiring perkembangannya dalam industri pada bidang riset dan teknologi, salah satu *mobile robot* yang pergerakannya lebih bebas dari *mobile robot* biasa adalah *Omni Wheel Mobile Robot*.

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Sartika Sari, sistem kendali cerdas yang digunakan dalam pemodelan pergerakan *Omni Wheel Mobile Robot* adalah *Fuzzy Logic Controller* (T1FLC) [3]. *Fuzzy type- 1* (T1FLS) digunakan untuk mengatasi kekurangan sistem kendali *Proporsional-Integratif-Derivatif* (PID) yang lebih konvensional.

Teknik sistem kendali fuzzy yang sering yang digunakan dalam penelitian yaitu *fuzzy type- 1* (T1FLS) [4]. Namun, T1FLS memiliki keterbatasan dalam menanggulangi tingkat ketidakpastian pada pelaksanaan yang sering ditemukan pada banyak sumber [5]. Sehingga hal ini yang menjadi masalah utama dalam menanggulangi perubahan ketidakpastian linguistik dan numerik dan lingkungan yang tidak terstruktur [6].

Ketidakpastian linguistik, numerik dan lingkungan yang tidak terstruktur menyebabkan *Interval Type-2 Fuzzy Logic System* (IT2FLS) diciptakan dimana metode ini memiliki kelebihan untuk memilih fungsi keanggotaan yang tepat dalam mengalami hambatan yang sering terjadi. IT2FLS mempunyai formasi yang lebih kompleks dan lebih tepat dalam memodelkan suatu ketidakpastian [7].

Oleh karena itu, berdasarkan kelebihan tersebut maka penulis mengimplementasikan *Interval Type-2 Fuzzy Logic System* (IT2FLS) sebagai sistem pengontrolan *omni wheel mobile robot*.

1.2. Tujuan dan Manfaat

1.2.1. Tujuan

Tujuan dalam penulisan tugas akhir ini adalah

- a. Membuat pemodelan *Omni Wheel Mobile Robot* yang bidang bergeraknya yaitu pada bidang horizontal dan berada dalam kawasan 2D pada koordinat XY berdasarkan kinematika.
- b. Mengimplementasikan metode *fuzzy* tipe-2 pada pemodelan *Omni Wheel Mobile Robot* dalam bentuk simulasi.
- c. Membandingkan hasil pergerakan (*trajectory*) *Omni Wheel Mobile Robot* antara *fuzzy* tipe-1 dan tipe-2 pada simulasi yang telah dibuat.

1.2.2. Manfaat

Dapat memberikan informasi bagaimana respon pergerakan *Omni Wheel Mobile Robot* dengan menggunakan *Interval Type-2 Fuzzy Logic System* (IT2FLS).

1.3. Rumusan Masalah dan Batasan Masalah

1.3.1. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dituju, maka rumusan masalahnya adalah bagaimana memodelkan gerak *Omni Wheel Mobile Robot* berdasarkan persamaan kinematik dengan menggunakan *Interval Type-2 Fuzzy Logic System* (IT2FLS).

1.3.2. Batasan Masalah

Dengan merujuk pada rumusan masalah yang telah dijelaskan sebelumnya dan untuk lebih memfokuskan topik penelitian maka penulis membuat batasan masalah :

- a. Robot dianalisa menggunakan kinematik dan diasumsikan bergerak pada bidang horizontal dan berada dalam kawasan 2D pada koordinat XY.
- b. Robot bergerak hanya untuk menghindari halangan dan mencapai target.

- c. Tidak berada pada lingkungan sulit atau terjebak yang dapat membuat *Omni Wheel Mobile Robot* tidak dapat bergerak/terkunci gerakan dalam menghindari halangan.
- d. Pada tugas akhir ini hanya sebatas simulasi program.

1.4. Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam tugas akhir ini akan melewati beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Tahap Pertama (Perumusan masalah)

Tahap ini ialah tahap yang menentukan permasalahan yang ada tentang pemodelan. Penulis melakukan penerapan logika *fuzzy* tipe-2 sebagai algoritma sistem kendali auto-navigasi robot beroda menggunakan *Omni Wheel Mobile Robot* dan selanjutnya menentukan perumusan masalah yang akan muncul untuk mencari solusi yang dihadapi dari permasalahan yang ada.

2. Tahap kedua (Study Pustaka/literature)

Tahap ini ialah tahap yang mencari referensi atau literature pada *Keyword* yang di angkat dari judul pemodelan *Omni Wheel Mobile Robot* berdasarkan kinematik menggunakan *fuzzy* yang bertujuan untuk menunjang pada penelitian yang dilakukan.

3. Tahap ketiga (Perancangan)

Tahap ini ialah tahap perancangan system yang dibuat berdasarkan perumusan masalah yang dicari dalam penelitian. Pada tahap ini kita akan membahas tentang proses pemodelan *Omni Wheel Mobile Robot* sampai pembuatan perancangan kendali untuk sistem kinematika *Omni Wheel Mobile Robot*.

4. Tahap keempat (Pengujian)

Tahap ini dilakukan dengan pengujian terhadap yang sesuai dengan rancangan.

5. Tahap kelima (Analisis)

Tahap ini dilakukan dengan mengambil data dan menganalisa data yang didapatkan dari tahap keempat yaitu tahap penyajian algoritma pemrograman

simulasi sistem kendali yang telah disusun dan dirancang, serta diberikan data hasil respon sistem, yang dapat menggambarkan performansi sistem kendali tersebut yang telah dirancang.

6. Kesimpulan dan Saran

Tahap ini dilakukan dengan menarik kesimpulan dari analisa dan studi literature serta saran untuk penulis selanjutnya jika akan dijadikan bahan referensi.

1.5. Sistematika Penulisan

Secara garis besar penulisan laporan ini terdiri dari lima bab, yaitu:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi penjabaran latar belakang masalah dari pemodelan *omni wheel mobile robot*, tujuan penelitian dari pemodelan *omni wheel mobile robot*, batasan masalah pada penelitian dari pemodelan *omni wheel mobile robot*, metodologi penelitian dari pemodelan *omni wheel mobile robot* serta sistematika penulisan laporan pemodelan *omni wheel mobile robot*.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan penjelasan tentang penelitian-penelitian terdahulu yang berkaitan dengan *omni wheel mobile robot* maupun tentang sistem kendali robot.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang metode kajian yang ingin digunakan terhadap pemodelan *omni wheel mobile robot* untuk menyelesaikan tugas akhir .

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi hasil penelitian yaitu hasil simulasi dari program pemodelan gerak *omni wheel mobile robot* dan analisa hasil penelitian dari pemodelan tersebut.

BAB V : PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari penulis terhadap hasil simulasi pemodelan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nurmaini, S., & Tutuko, B. 2011. "A new classification technique in mobile robot navigation". *Telkomnika*, 9(3), 453-464.
- [2] Priyambudi, Aryono, Beny Firman, and Samuel Kristiyana., 2017. "Kendali Kecepatan Motor Pada Robot Dengan Empat Roda Omni Menggunakan Metode Pid." *Jurnal Teknologi Technoscientia* 10.2, 209-217.
- [3] Sari, Sartika and Nurmaini, Siti and Rendyansyah, Rendyansyah., 2019. "Pemodelan Sistem Kontrol Robot Omni-Directional Wheel Berdasarkan Kinematik Menggunakan Sistem Metode Logika Fuzzy". Undergraduate thesis, Sriwijaya University.
- [4] Handayani, A. S., Meylani, A., & Ciksadan, C. 2017. "Perbedaan Sistem Logika Fuzzy Tipe-1 dan Interval Tipe-2 pada Aplikasi Mobile Robot". In *Annual Research Seminar (ARS)* (Vol. 3, No. 1, pp. 209-214).
- [5] Al-Kausar, J., Handayani, A. S., & Sarjana, S. 2019. Perbandingan Type-1 Fuzzy Logic System (T1FLS) dan Interval Type-2 Fuzzy Logic System (IT2FLS) pada Mobile Robot. In *Annual Research Seminar (ARS)* (Vol. 4, No. 1, pp. 288-292).
- [6] Al-Dahhan, Mohammed Rabeea Hashim, and Mohammad M. Ali. 2016. "Path tracking control of a mobile robot using fuzzy logic." *2016 13th International Multi-Conference on Systems, Signals & Devices (SSD)*. IEEE.
- [7] Kurniawati, D. O., Hidayat, R., & Hantono, B. S. 2014. "Diagnosis Penyakit Pasien Menggunakan Sistem Neuro Fuzzy Berbasis Sistem Informasi Rekam Medis dan Pemeriksaan Laboratorium". In *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi (Sentika)*.
- [8] Oliveira, H.P., Sousa, A.J., Moreira, A.P., Costa, P.J. and Rodi, A.D. 2009.. "Modeling and assessing of omni-directional robots with three and four

- wheels". Contemporary robotics-challenges and solutions, 20(59), p.205.
- [9] Sendari, S., Syahputra, A.F., Utami, A.N., Sari, E.K., Dani, A.A.R. and Yanti, D.D. 2020. "Pemetaan Arena Kerja Menggunakan Sensor Ultrasonik Pada Robot Omnidireksional". Jurnal FORTECH, 1(1), pp.20-27.
- [10] Suwanda, I., 2014. Rancang Bangun Robot Omni Wheel Penyedot Debu Menggunakan Sensor Accelerometer Berbasis Mikrokontroler ATMega16. Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura, 2(1).
- [11] Affandi, I., Sulistijono, I.A. and Ardilla, F., 2014. Kontrol Posisi Robot Omni-Directional Menggunakan Metode Gyrodometry.
- [12] Syam, R., 2012. Rancang Bangun Omni Wheels Robot Dengan Roda Penggerak Independent.
- [13] Rachman, Aulia Aditya (2017) Sistem Perencanaan Rute Gerak Pada Robot Sepak Bola Beroda. Undergraduate thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [14] Supriyanto, R., Hustinawati, R.W., Nugraini, A.B., Kurniawan, Y.P. and Sa'ad, A., 2010. Robotika. Universitas gunadarma. Tangerang.
- [15] Ahyar, M. and Arifin, Z., 2017. Rancang Bangun Media Praktikum Sistem Pneumatik Berbasis PLC. Prosiding, 3(1).
- [16] Pambudi, Wahyu Setyo., 2011. "Rancang Bangun 3 Wheels Omni-directional Mobile Robot Menggunakan Sensor Position Sensitive Device (PSD) serta Sensor Vision dengan Metode Kendali Fuzzy Logic Controller (FLC) untuk Menghindari Halangan." Semantik 1.1
- [17] Wiweka, Eriz Pramuditya. 2013. "Sistem Pakar Diagnosa Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA) Menggunakan Logika Fuzzy." Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi (JUSTIN) 1.1 : 66-70.
- [18] Nasution, Helfi. 2012. "Implementasi Logika Fuzzy pada Sistem Kecerdasan Buatan." ELKHA 4.2.
- [19] Siswoyo, Agus, Zainal Arief, and Adji Sulistijono. 2014. "Klasifikasi Sinyal Otak

Menggunakan Metode Logika Fuzzy dengan Neurosky Mindset."

- [20]Aji Sabdani, Gusti, Ricardo Afri Aldi R, and Dedy Hermanto. "Rancang Bangun Robot Confetti Menggunakan Penggerak Roda Omni."
- [21]D.A. Ratna Wati. 2011. "Sistem Kendali Cerdas: *Fuzzy Logic Controller (FLC), Jaringan Syaraf Tiruan (JST), Algoritma Genetik (AG), dan Algoritma Particle Optimization(PSO)*". Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [22]Suyanto. 2008. "*Soft Computing membangun mesin ber-IQ tinggi*". Bandung Informatika.
- [23]E. Mahargia, D. Anggraeni P,R. Wandiro S, and Y.Mahzar. 2013. "Penerapan Logika Fuzzy Metode Sugeno untuk Sistem Pendukung keputusan Prakiraan Cuaca,".
- [24]Humaira, Humaira. 2014. "Fuzzy Tipe-2 Mamdani Untuk Mendukung Pengambilan Keputusan." Jurnal TeknoIf 2.1.
- [25]Fahmizal, F., Rijalussalam, D. U., & Mayub, A. 2019. Trajectory Tracking pada Robot Omni dengan Metode Odometry. Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi (JNTETI), 8(1), 35-44.