

**PERANCANGAN ROBOT MOBIL PENGHINDAR HALANGAN
MENGUNAKAN LOGIKA FUZZY MAMDANI**



SKRIPSI

**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer
Pada Jurusan Ilmu Komputer/Informatika**

**Disusun oleh:
Iqbal Hadiyan
J2F 009 020**

**JURUSAN ILMU KOMPUTER / INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

2014

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir/ skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar pustaka.

Semarang, 27 Juni 2014

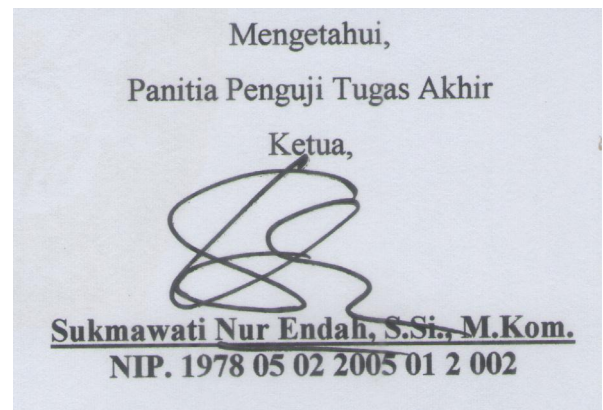
Iqbal Hadiyan
J2F009020

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Perancangan Robot Mobil Penghinder Halangan menggunakan Logika Fuzzy Mamdani
Nama : Iqbal Hadiyan
NIM : J2F009020

Telah diujikan pada sidang tugas akhir pada tanggal 9 Juni 2014 dan dinyatakan lulus pada tanggal 23 Juni 2014

Semarang, 27 Juni 2014



HALAMAN PENGESAHAN

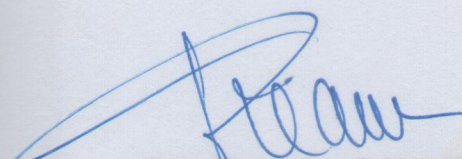
Judul : Perancangan Robot Mobil Penghinder Halangan menggunakan Logika Fuzzy Mamdani

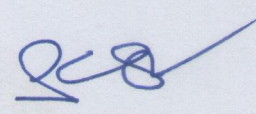
Nama : Iqbal Hadiyan

NIM : J2F009020

Telah diujikan pada sidang tugas akhir pada tanggal 9 Juni 2014

Semarang, 27 Juni 2014

Pembimbing I,

Beta Noranita, S.Si, M.Kom
NIP. 1973 08 29 1998 02 2 001

Pembimbing II,

Aris Sugiharto, S.Si, M.Kom
NIP. 1971 08 11 1997 02 1 004

ABSTRAK

Teknologi robotika berkembang pesat dewasa ini. Sistem kontrol pergerakan robot memegang peranan penting, bagus atau tidaknya robot. Banyak sekali tawaran solusi dari kontrol kecepatan robot tersebut, salah satunya adalah logika fuzzy. Kontrol menggunakan logika fuzzy banyak sekali berkembang pada industri elektronika, biasa dikenal dengan FLC (Fuzzy Logic Controller). Salah satu mekanisme inferensi fuzzy adalah mamdani (MIN-MAX). Logika fuzzy mamdani dalam banyak literatur dinilai lebih intuitif dan menyerupai pola pikir manusia. Oleh karena itu, logika fuzzy mamdani diterapkan pada robot berbentuk mobil, sebagai kontrol kecepatan robot mobil tersebut dalam menghindari halangan yang ada didepan robot tersebut. Hasilnya, dengan tingkat keakuratan sensor depan, kiri, dan kanan mencapai 86%, 72%, dan 76%, sistem kontrol pergerakan robot fuzzy mamdani mampu menghindari halangan sesuai dengan 18 (delapan belas) aturan yang dirancang.

Kata Kunci : robotika, logika fuzzy, logika fuzzy mamdani, min-max, kontrol logika fuzzy.

ABSTRACT

Nowadays, robotics technology is growing rapidly. Movement control system of the robot plays the important role, the quality of robots. There are solutions offer to control the speed of robots, one of them is fuzzy logic. Control using fuzzy logic are emerging in the electrical industry, commonly known as FLC (Fuzzy Logic Controller). One of the fuzzy inference mechanism is mamdani (MIN-MAX). Mamdani fuzzy logic literally is observed more intuitive and resembles the human mindset. Therefore, fuzzy logic mamdani is applied to the car shaped robot, as the robot car speed control to avoid obstacles existing in front of the robot. For the result, with the accuracy of the front, left and right sensor at 86%, 72%, and 76%, robot movement control system with mamdani fuzzy logic is able to avoid obstacles according to the 18 (eighteen) rules designed.

Keywords : robotics, fuzzy logic, mamdani fuzzy logic, min-max, fuzzy logic controller.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyusun tugas akhir yang berjudul “**Perancangan Robot Mobil Penghindar Rintangan menggunakan Logika Fuzzy Mamdani**” sehingga dapat memperoleh gelar sarjana strata satu Jurusan Ilmu Komputer/Informatika pada Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis mendapat bantuan dan dukungan dari banyak pihak. Atas peran sertanya dalam membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Muhammad Nur, DEA selaku Dekan FMIPA UNDIP.
2. Nurdin Bahtiar, S.Si., M.T. selaku Ketua Jurusan Ilmu Komputer/Informatika FMIPA.
3. Indra Waspada, S.T., M.Ti. selaku Koordinator Tugas Akhir Jurusan IlmuKomputer/Informatika FMIPA.
4. Beta Noranita, S.Si., M.Kom. selaku dosen pembimbing I yang telah membimbing dan mengarahkan Penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Aris Sugiharto, S.Si., M.Kom. selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing dan mengarahkan Penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Sukmawati Nur Endah, S.Si., M.Kom. selaku dosen wali yang memberikan arahan dalam bidang akademik.
7. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Ilmu Komputer/Informatika FMIPA UNDIP.
8. Kedua orang tua penulis, H. Sukahar dan Hj. Sri Utami, serta keluarga yang senantiasa memberikan semangat dan doanya.
9. Teman - teman Teknik Informatika, khususnya angkatan 2009 yang senasib sepenanggungan.

10. Rifai Ardiansyah, M. Wildan A. S., Ridhoni Adrianto, Adityo Pradana, Aswin Pradana, dan teman-teman dekat kos ngesrep lainnya, khususnya angkatan 2009 yang senantiasa berjuang dan bercanda bersama sejak mahasiswa baru hingga saat ini.
11. Semua pihak yang telah membantu hingga selesainya tugas akhir ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Semoga Allah membalas segala kebaikan yang telah Anda berikan kepada Penulis.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, untuk itu penulis mohon maaf dan mengharapkan saran serta kritik yang membangun dari pembaca.

Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu dan pengetahuan, khususnya pada bidang komputer.

Semarang, 27 Juni 2014

Penulis

Iqbal Hadiyan

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	II
HALAMAN PENGESAHAN	III
HALAMAN PENGESAHAN	IV
ABSTRAK	V
ABSTRACT	VI
KATA PENGANTAR	VII
DAFTAR ISI	IX
DAFTAR GAMBAR	XI
DAFTAR TABEL.....	XIII
DAFTAR LAMPIRAN	XIV
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan dan Manfaat.....	3
1.4. Ruang Lingkup.....	3
1.5. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Robotika.....	5
2.2. Logika Fuzzy.....	7
2.3. Fuzzy Logic Controller.....	16
2.3. Waterfall	17
2.4. Pemrograman Terstruktur	19
2.4.1. Flowchart.....	19
2.4.2. Pemodelan Fungsional	20
BAB III COMMUNICATION, PLANNING, DAN MODELLING SISTEM.....	22
3.1. Communication	22

3.1.1.	Project Initiation	22
3.1.2.	Requirement Gathering	23
3.2.	Planning	24
3.2.1.	Estimating.....	24
3.2.2.	Schedulling.....	24
3.2.3.	Tracking	25
3.3.	Modelling.....	25
3.3.1.	Analisis.....	25
3.3.2.	Perancangan.....	28
BAB IV CONSTRUCTION DAN DEPLOYMENT SISTEM.....		59
4.1.	Construction	59
4.1.1.	Code	59
4.1.2.	Test.....	71
4.2.	Deployment	89
BAB V PENUTUP		91
5.1.	Kesimpulan	91
5.2.	Saran	91
DAFTAR PUSTAKA		93

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Robot lengan.....	6
Gambar 2. 2. Robot mobil.....	6
Gambar 2. 3. Sistem kendali <i>open loop</i> dan <i>closed loop</i>	7
Gambar 2. 4. Himpunan fuzzy kelompok umur	8
Gambar 2. 5. Fungsi implikasi MIN	11
Gambar 2. 6. Komposisi aturan fuzzy metode MAX	12
Gambar 2. 7. Sistem kendali mesin mobil	17
Gambar 2. 8. Model proses waterfall.....	18
Gambar 3. 1. DCD Robot fuzzy mamdani	26
Gambar 3. 2. DFD Robot fuzzy mamdani	27
Gambar 3. 3. Robot mobil tampak depan.....	29
Gambar 3. 4. Robot mobil tampak samping.....	29
Gambar 3. 5. Gir pada LEGO.....	30
Gambar 3. 6. Roda statis pada LEGO.....	30
Gambar 3. 7. Rangkaian motor, gir dan roda statis	31
Gambar 3. 8. Rangkaian elektronika.....	31
Gambar 3. 9. LEGO NXT Intelligent Brick	32
Gambar 3. 10. LEGO NXT motor	33
Gambar 3. 11. Proses sensor ultrasonik mendapatkan jarak	33
Gambar 3. 12. LEGO NXT sensor ultrasonik	34
Gambar 3. 13. Alur sistem robot fuzzy mamdani.....	35
Gambar 3. 14. Representasi variabel Sensor Depan.....	36
Gambar 3. 15. Fuzzifikasi depan dekat.....	37
Gambar 3. 16. Fuzzifikasi depan jauh.....	37
Gambar 3. 17. Representasi variabel Sensor Kiri.....	38
Gambar 3. 18. Fuzzifikasi kiri dekat.....	39
Gambar 3. 19. Fuzzifikasi kiri tengah.....	39
Gambar 3. 20. Fuzzifikasi kiri jauh	40
Gambar 3. 21. Representasi variabel Sensor Kanan.....	40
Gambar 3. 22. Fuzzifikasi kanan dekat.....	41
Gambar 3. 23. Fuzzifikasi kanan tengah.....	42
Gambar 3. 24. Fuzzifikasi kanan jauh.....	42
Gambar 3. 25. Representasi variabel Motor Kiri.....	43
Gambar 3. 26. Representasi variabel Motor Kanan.....	44
Gambar 3. 27. <i>Flowchart</i> fungsi implikasi min.....	48
Gambar 3. 28. <i>Flowchart</i> evaluasi aturan max pada motor kiri.....	49
Gambar 3. 29. <i>Flowchart</i> evaluasi aturan max pada motor kanan	49
Gambar 3. 30. Kurva baru fuzzifikasi motor kiri	56
Gambar 3. 31. Kurva baru fuzzifikasi motor kanan	57
Gambar 3. 32. Hasil fuzzy mamdani pada MATLAB	58
Gambar 4. 1. Rangkaian gir dan roda statis	60
Gambar 4. 2. Bentuk badan robot mobil menggunakan LEGO	61
Gambar 4. 3. Robot fuzzy mamdani tampak depan.....	61
Gambar 4. 4. Robot fuzzy mamdani tampak samping.....	62
Gambar 4. 5. Rangkaian elektronika robot fuzzy mamdani.....	63
Gambar 4. 6. Uji sensor depan	72

Gambar 4. 7. Uji sensor kiri	73
Gambar 4. 8. Uji sensor kanan	75
Gambar 4. 9. Uji aturan 1 fuzzy mamdani	76
Gambar 4. 10. Uji aturan 2 fuzzy mamdani	77
Gambar 4. 11. Uji aturan 3 fuzzy mamdani	77
Gambar 4. 12. Uji aturan 4 fuzzy mamdani	78
Gambar 4. 13. Uji aturan 5 fuzzy mamdani	79
Gambar 4. 14. Uji aturan 6 fuzzy mamdani	79
Gambar 4. 15. Uji aturan 7 fuzzy mamdani	80
Gambar 4. 16. Uji aturan 8 fuzzy mamdani	81
Gambar 4. 17. Uji aturan 9 fuzzy mamdani	81
Gambar 4. 18. Uji aturan 10 fuzzy mamdani	82
Gambar 4. 19. Uji aturan 11 fuzzy mamdani	83
Gambar 4. 20. Uji aturan 12 fuzzy mamdani	83
Gambar 4. 21. Uji aturan 13 fuzzy mamdani	84
Gambar 4. 22. Uji aturan 14 fuzzy mamdani	85
Gambar 4. 23. Uji aturan 15 fuzzy mamdani	85
Gambar 4. 24. Uji aturan 16 fuzzy mamdani	86
Gambar 4. 25. Uji aturan 17 fuzzy mamdani	87
Gambar 4. 26. Uji aturan 18 fuzzy mamdani	87

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Program Flowchart	19
Tabel 2. 2. System Flowchart	20
Tabel 2. 3. Notasi data flow diagram	21
Tabel 3. 1. <i>Project Schedulle</i>	25
Tabel 3. 2. Aturan, antensenden dan konsekuen dari robot fuzzy mamdani.....	46
Tabel 3. 3. Fungsi implikasi min, input SDepan 10 cm, SKanan 15 cm, SKiri 41 cm.....	53
Tabel 4. 1. Hasil uji sensor depan.....	72
Tabel 4. 2. Hasil uji sensor kiri.....	74
Tabel 4. 3. Hasil uji sensor kanan.....	75
Tabel 4. 4. Analisa hasil uji robot fuzzy mamdani.....	88
Tabel 4. 5. <i>Feedback</i> dari <i>stackholder</i>	89

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I Notulensi seminar TA 1	94
Lampiran II Kode program robot fuzzy mamdani	105

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini memaparkan latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, serta ruang lingkup tugas akhir mengenai perancangan robot mobil penghindar rintangan, menggunakan logika fuzzy Mamdani.

1.1. Latar Belakang

Teknologi adalah keseluruhan sarana untuk menyediakan barang-barang yang diperlukan bagi kelangsungan dan kenyamanan hidup manusia. Teknologi menyebabkan peradaban manusia berkembang lebih maju. Salah satu teknologi yang berkembang pesat saat ini adalah teknologi dibidang kerobotan (robotika). Dewasa ini robot banyak dirancang guna membantu pekerjaan tertentu manusia, seperti pekerjaan yang memerlukan ketelitian tinggi, beresiko tinggi, memerlukan waktu yang lama, atau membutuhkan tenaga yang besar. Robot adalah sebuah piranti mekanik yang mampu melakukan pekerjaan manusia atau berperilaku seperti manusia (McComb, 2006).

Hal penting yang harus diperhatikan pada robot yaitu desain sistem penggerak, pembangkitan lintasan (*trayektori*), dan pengendalian kecepatan. Kecepatan dibangkitkan berdasarkan input posisi yang terus di-*update*. Pertimbangannya berupa jarak terdekat, kecepatan, rintangan, dan waktu (Santoso, et al., 2007). Oleh karena itu, sistem pengindar halangan robot memegang peranan penting, sehingga mendapatkan robot yang cepat dan tanggap dengan keadaan sekitar. Robot harus memiliki kemampuan untuk merencanakan dan menavigasikan secara anatomi menghindari segala macam tipe halangan. Ini merupakan strategi reaktif dan ini sepenuhnya didasarkan pada informasi sensor (Ronald, 1998). Sistem penghindar halangan pada robot merupakan titik awal pengembangan robot dengan kemampuan lainnya. Robot pencari benda, robot pemadam api, robot penjinak bom, memerlukan sistem penghindar halangan yang handal sebagai modal awal.

Sistem kendali fuzzy berkembang dengan pesat terutama di Jepang. Banyak barang konsumen yang telah diproduksi, yang didalamnya terdapat sistem fuzzy sebagai kendalinya, diantaranya mesin cuci, *microwaves*, *oven*, *rice cooker*, *vacuum*

cleaner, *camcoder*, televisi, dan pemanas air. Selain dalam barang konsumsi, sistem kendali fuzzy juga diaplikasikan kedalam sistem seperti *elevator*, kereta api, *crane*, otomotif, dan sistem kendali lalu lintas, dan juga diaplikasikan kedalam dalam bentuk perangkat lunak atau program komputer seperti diagnosis medis, keamanan, dan kompresi data (Wati, 2011).

Didalam banyak hasil riset, sistem logika fuzzy biasanya diimplementasikan untuk meningkatkan efisiensi dalam menghindari rintangan dan perencanaan lintasan dari robot mobil di lingkungan yang tidak diketahui (Li & Choi, 2013). Logika fuzzy adalah peningkatan dari logika boolean, yang berhadapan dengan kebenaran sebagian. Logika fuzzy dapat berguna menentukan nilai antara 0 dan 1. Logika fuzzy tidak sama dengan logika klasik. Logika fuzzy toleran dengan ketidaksamaan, ketidakpastian dan kebenaran sebagian. Alasan inilah yang membuat lebih mudah mengimplementasikan kontrol logika fuzzy untuk model linear, dibandingkan dengan teknik kontrol konvensional lainnya (Jantzen, 1998).

Mamdani-FIS (*fuzzy inference system*) merupakan salah satu metode penalaran (*inference*) yang paling sering digunakan untuk persoalan kendali logika fuzzy. Kelebihan metode mamdani dibandingkan metode sistem penalaran fuzzy yang lain, diantaranya adalah karena bersifat intuitif, mencakup bidang yang luas, dan sesuai dengan proses *input* informasi manusia. Alasan mengapa sistem penalaran Mamdani lebih menyerupai pola pikir manusia karena fungsi implikasi antara *antecedent* dengan *consequent* sama-sama dalam himpunan fuzzy.

Pada perancangan sistem penghindar halangan robot juga dapat mengaplikasikan logika fuzzy didalamnya. Seperti diketahui, penentuan jarak antara sensor robot dengan lingkungan sekitar tidak hanya bernilai jauh atau dekat. Dengan menggunakan fuzzy, maka akan dapat diketahui seberapa besar tingkat jauhnya, atau seberapa besar tingkat dekatnya, inilah yang disebut dengan nilai keanggotaan. Nilai keanggotaan ini nantinya akan mempengaruhi kecepatan (*duty cycle*) dari roda kiri maupun kanan robot. Hal ini akan menghasilkan pergerakan robot yang lebih halus, terutama dalam menghindari rintangan disekitar.

Dengan berdasarkan pada permasalahan yang telah disebutkan diatas, maka akan dirancang “robot mobil penghindar halangan dengan menggunakan logika fuzzy mamdani (robot fuzzy mamdani)”. Dalam perancangan ini, robot menggunakan tiga

buah sensor agar lebih peka dengan lingkungan sekitar dan pergerakan robot yang lebih halus.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas pada proposal tugas akhir ini adalah bagaimana membuat sebuah robot mobil yang kontrol kecepatannya untuk menghindari halangan menggunakan logika fuzzy mamdani.

1.3. Tujuan dan Manfaat

Tujuan yang diharapkan dari tugas akhir ini adalah menghasilkan sebuah robot mobil yang dapat menghindari halangan, dengan kontrol logika fuzzy mamdani.

Adapun manfaat yang diharapkan dalam penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Mengaplikasikan teori logika fuzzy yang sudah didapat kedalam sistem kontrol bidang robotika.
2. Dapat mengembangkan robot kontrol logika fuzzy ini dengan kemampuan yang lain.
3. Menambah pengetahuan peneliti dalam sistem kendali logika fuzzy.

1.4. Ruang Lingkup

Ruang lingkup perancangan robot fuzzy mamdani adalah :

1. Robot yang dirancang adalah robot berbentuk mobil.
2. Deteksi jarak robot mobil dengan lingkungan sekitar, menggunakan sensor ultrasonik.
3. Robot bergerak maju pada bidang datar, dengan halangan-halangan didepannya.
4. Proses pembentukan himpunan *crisp* ke himpunan fuzzy (*fuzzifikasi*) menggunakan kurva bahu kiri, bahu kanan dan segitiga.
5. Aplikasi fungsi implikasi menggunakan *Conditional Fuzzy Proposition Min*.
6. Komposisi dari aturan-aturan fuzzy menggunakan metode Max.
7. Proses pembentukan himpunan fuzzy menjadi himpunan *crisp* kembali menggunakan metode *Centroid*.

1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam tugas akhir ini terbagi dalam beberapa pokok bahasan, yaitu :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan dan manfaat, ruang lingkup, dan sistematika penulisan dalam pembuatan tugas akhir.

BAB II DASAR TEORI

Bab ini berisi kumpulan studi pustaka yang berhubungan dengan topik tugas akhir. Dasar teori yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini meliputi robotika, logika fuzzy, *fuzzy logic controller*, pemrograman terstruktur, dan *waterfall* yang mendukung perancangan robot fuzzy mamdani.

BAB III COMMUNICATION, PLANNING DAN MODELLING SISTEM

Bab ini memaparkan proses pengembangan sistem terstruktur tahapan pengembangan (*engineering*) awal yaitu tahap *communication*, *planning* dan *modelling* robot fuzzy mamdani.

BAB IV CONSTRUCTION DAN DEPLOYMENT SISTEM

Bab ini memaparkan proses pengembangan sistem terstruktur tahapan pengembangan (*engineering*) akhir yaitu tahap *construction* dan *deployment* robot fuzzy mamdani.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang diambil berkaitan dengan robot fuzzy mamdani yang dikembangkan dan saran-saran untuk pengembangan robot fuzzy mamdani lebih lanjut.