

## ABSTRAK

Robot merupakan salah satu teknologi yang diminati dalam beberapa tahun terakhir. Pemanfaatan robot yang sering kali ditemukan pada bidang industri telah banyak membantu pekerjaan manusia. Selain itu juga dikembangkan robot-robot yang dapat membantu untuk menyelesaikan misi di medan berbahaya, seperti robot penjinak bom dan robot pemadam api. Robot pemadam api merupakan robot yang mendapat perhatian dari pemerintah Indonesia dalam pengembangannya. Diadakannya Kontes Robot Pemadam Api Indonesia (KRPAI) merupakan dukungan pemerintah terhadap mahasiswa di universitas untuk mengembangkannya.

Robot pemadam api yang dirancang pada penelitian ini menggunakan sensor *ultrasonic* sebagai pengukur jarak, UVTron sebagai pendeteksi api, dan *photodiode* untuk membedakan warna lantai. Sistem pergerakan robot dalam melakukan pencarian api menggunakan metode *fuzzy logic* yang terdiri dari dua *input* dan *output*. *Input* dari kontroler *fuzzy* ini merupakan data dari sensor *ultrasonic* depan dan kanan, sedangkan *outputnya* merupakan kecepatan motor kanan dan kiri pada robot.

Pengujian terhadap kontroler *fuzzy* yang dilakukan di 60 kondisi berbeda, robot mengalami error pada motor kanan sebesar 0,10% dan motor kiri sebesar 0,28%. Sedangkan pengujian robot dalam mencari dan memadamkan api, didapatkan prosentase keberhasilan sebesar 100% dan prosentase kembali ke *home* 94.4%. Penggunaan *fuzzy logic* sebagai kontroler mampu membuat robot bergerak stabil, responsif, dan terhindar dari halangan dalam pergerakannya.

**Kata Kunci** : sensor *ultrasonic*, kontroler *fuzzy*, robot pemadam api

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT., sesembahan yang mutlak untuk disembah. Berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga Tugas Akhir yang berjudul “**Kontrol Ultrasonic Rangefinder dan Pergerakan Robot Pemadam Api Menggunakan Fuzzy Logic**” dapat terselesaikan.

Penghormatan dan ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada pihak-pihak yang senantiasa memberikan dukungan, bimbingan, dan motivasi hingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini, di antaranya yaitu kepada:

1. Bapak, ibuk, mbak ani, adek firda dan seluruh keluarga besar yang selalu memberikan doa restu, dukungan dan motivasi baik moral ataupun materi selama penulis menjalankan masa pendidikan.
2. Ibu Dr. Indah Agustien, S.Kom., M.Kom. dan Bapak Koko Joni, S.T., M.Eng. atas bimbingan dan motivasi selama proses pengerjaan Tugas Akhir ini.
3. Segenap staf dan dosen pengajar Teknik Informatika Universitas Trunojoyo Madura.
4. Pembina SOKET dan Tim Robot UTM, Bapak Miftachul Ulum, S.T., M.T., dan Bapak Muhammad Fuad, S.Kom., M.T.
5. Teman-teman UKMFT SOKET, tim robot 2012 (gumiho), tim robot 2013 (Sakera dan Marlina), tim robot 2014 (Sakera, Marlina, dan Potre Koneng), Fesari Candra, Reiza Judiz P, Ahmad Fausi Fr, Dwi Indra, Ali Zainal A, M Dimas Ali F, Umar Faruq, Herlina Eka R, dan rekan-rekan lainnya yang tidak bisa disebut satu persatu. Terimakasih atas dukungan, motivasi, dan bantuan serta atas kesediaan waktunya untuk menemani riset tugas akhir ini.
6. Seluruh teman-teman kontrakan telang indah gang tiga (Patimura), kosan gang 1 no. 41, Maulidi, Muchlis, Tarmidi, Aidi, Mursyid, Fathol, Bahrud, Zaini, Yudik, bersama kalianlah canda tawa bisa diuraikan.
7. Sahabat-sahabat Windows 10, Evi, Sohib, Habibi, Sudi, Arifin, Awok, Shodik, dan semua teman-teman Teknik Informatika angkatan 2010. Terimakasih atas segala ilmunya, dukungan, kerjasama, dan persahabatan selama kuliah di Universitas Trunojoyo Madura.

8. Teman-teman HMI komisariat teknik cabang Bangkalan, Arik, Peng'i, mas Bombom, mas Mahfud, mas Acik, mas Suryadi, mas Luki. Terimakasih atas motivasi dan pengalaman yang telah kalian berikan.
9. Seluruh teman-teman perkuliahan dan organisasi kampus di Universitas Trunojoyo Madura.

Penulis menyadari bahwa dalam pengerjaan tugas akhir ini tidak luput dari berbagai kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu, penulis menyampaikan mohon maaf atas segala kekurangan dan kesalahan yang ada. Dengan kerendahan hati, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan penulis dari rekan-rekan pembaca. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat dan dikembangkan dengan lebih baik lagi nantinya.

Bangkalan, 12 Agustus 2014

Penulis.

## DAFTAR ISI

|                                            | Hal   |
|--------------------------------------------|-------|
| HALAMAN PENGESAHAN.....                    | v     |
| HALAMAN MOTTO .....                        | vii   |
| LEMBAR PERSEMBAHAN .....                   | ix    |
| ABSTRAK.....                               | xi    |
| KATA PENGANTAR .....                       | xiii  |
| DAFTAR ISI.....                            | xv    |
| DAFTAR GAMBAR .....                        | xvii  |
| DAFTAR TABEL.....                          | xix   |
| DAFTAR ISTILAH .....                       | xxi   |
| DAFTAR LAMPIRAN.....                       | xxiii |
| BAB I PENDAHULUAN.....                     | 1     |
| 1.1 Latar Belakang .....                   | 1     |
| 1.2 Perumusan Masalah.....                 | 1     |
| 1.3 Tujuan dan Manfaat.....                | 2     |
| 1.4 Batasan Masalah.....                   | 2     |
| 1.5 Metodologi Pengerjaan Tugas Akhir..... | 2     |
| 1.6 Sistematika Penulisan.....             | 3     |
| BAB II STUDI PUSTAKA.....                  | 5     |
| 2.1 Tinjauan Pustaka .....                 | 5     |
| 2.2 Landasan Teori.....                    | 6     |
| 2.2.1 <i>Microcontroller</i> .....         | 6     |
| 2.2.2 Sensor .....                         | 13    |
| 2.2.3 Aktuator.....                        | 15    |
| 2.2.4 <i>Fuzzy logic</i> .....             | 16    |

|                                                          |    |
|----------------------------------------------------------|----|
| BAB III PERANCANGAN SISTEM.....                          | 23 |
| 3.1 Analisis Permasalahan .....                          | 23 |
| 3.2 Deskripsi Sistem .....                               | 24 |
| 3.2.1 Sistem Mekanik Robot.....                          | 24 |
| 3.2.2 Sistem Elektronika Robot.....                      | 24 |
| 3.3 Perancangan Sistem .....                             | 27 |
| 3.3.1 Algoritma Penyelesaian Permasalahan.....           | 27 |
| 3.3.2 Pengambilan Data Sensor.....                       | 28 |
| 3.3.3 Kontroller <i>Fuzzy</i> .....                      | 33 |
| BAB IV IMPLEMENTASI SISTEM.....                          | 45 |
| 4.1 Pengujian dan Analisis Kontroller <i>Fuzzy</i> ..... | 45 |
| 4.2 Pengujian Algoritma Keseluruhan Fungsi Robot.....    | 47 |
| 4.3 Analisis Keseluruhan Fungsi Robot.....               | 60 |
| BAB V PENUTUP .....                                      | 69 |
| 5.1 Kesimpulan .....                                     | 69 |
| 5.2 Saran .....                                          | 69 |
| DAFTAR PUSTAKA.....                                      | 71 |
| LAMPIRAN .....                                           | 73 |
| DAFTAR RIWAYAT HIDUP .....                               | 79 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                 | Hal |
|-----------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 2.1 <i>Pinout</i> ATmega 32 [6]. .....                   | 7   |
| Gambar 2.2 <i>Pinout</i> ATmega 8 [7]. .....                    | 11  |
| Gambar 2.3 Sensor <i>Ultrasonic</i> .....                       | 13  |
| Gambar 2.4 UVTron dan <i>driver</i> C3704 .....                 | 14  |
| Gambar 2.5 Area sensitifitas UVTron.....                        | 14  |
| Gambar 2.6 Sensor garis ( <i>photodiode</i> ) .....             | 15  |
| Gambar 2.7 Motor DC 12V .....                                   | 15  |
| Gambar 2.8 Motor servo .....                                    | 16  |
| Gambar 2.9 Fungsi <i>sigmoid</i> .....                          | 17  |
| Gambar 2.10 Fungsi <i>phi</i> .....                             | 18  |
| Gambar 2.11 Fungsi segitiga.....                                | 18  |
| Gambar 2.12 Fungsi trapesium .....                              | 19  |
| Gambar 3.1 Arena robot pemadam api [10].....                    | 23  |
| Gambar 3.2 Robot tampak depan dan atas .....                    | 24  |
| Gambar 3.3 Gambaran umum sistem elektronika robot.....          | 25  |
| Gambar 3.4 Konfigurasi peletakan sensor <i>ultrasonic</i> ..... | 25  |
| Gambar 3.5 Algoritma robot keseluruhan.....                     | 28  |
| Gambar 3.6 Algoritma pembacaan sensor <i>ultrasonic</i> .....   | 29  |
| Gambar 3.7 Konfigurasi peletakan sensor garis.....              | 30  |
| Gambar 3.8 Diagram perancangan controller <i>fuzzy</i> .....    | 34  |
| Gambar 3.9 Proses fuzzifikasi sensor depan dan kanan.....       | 35  |
| Gambar 3.10 <i>Input fuzzy</i> sensor depan.....                | 36  |
| Gambar 3.11 <i>Input fuzzy</i> sensor kanan.....                | 37  |
| Gambar 3.12 Fungsi aturan <i>fuzzy</i> sugeno.....              | 41  |

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 4.1 Skenario model lapangan satu.....                            | 47 |
| Gambar 4.2 Skenario model lapangan dua .....                            | 48 |
| Gambar 4.3 Model lapangan 1 MF 1 lilin ruang 2.....                     | 50 |
| Gambar 4.4 Model lapangan 1 MF 1 lilin ruang 3.....                     | 51 |
| Gambar 4.5 Model lapangan 1 MF 1 lilin ruang 3.....                     | 52 |
| Gambar 4.6 Model lapangan 1 MF 2 lilin ruang 1.....                     | 52 |
| Gambar 4.7 Model lapangan 1 MF 2 lilin ruang 2.....                     | 53 |
| Gambar 4.8 Model lapangan 1 MF 2 lilin ruang 3.....                     | 53 |
| Gambar 4.9 Model lapangan 1 MF 3 lilin ruang 2.....                     | 54 |
| Gambar 4.10 Model lapangan 1 MF 3 lilin ruang 3.....                    | 54 |
| Gambar 4.11 Model lapangan 1 MF 3 lilin ruang 4.....                    | 55 |
| Gambar 4.12 Model lapangan 2 MF 1 lilin ruang 1.....                    | 56 |
| Gambar 4.13 Model lapangan 2 MF 1 lilin ruang 2.....                    | 56 |
| Gambar 4.14 Model lapangan 2 MF 1 lilin ruang 3.....                    | 57 |
| Gambar 4.15 Model lapangan 2 MF 2 lilin ruang 1.....                    | 57 |
| Gambar 4.16 Model lapangan 2 MF 2 lilin ruang 2.....                    | 58 |
| Gambar 4.17 Model lapangan 2 MF 2 lilin ruang 3.....                    | 58 |
| Gambar 4.18 Model lapangan 2 MF 3 lilin ruang 1.....                    | 59 |
| Gambar 4.19 Model lapangan 2 MF 3 lilin ruang 2.....                    | 59 |
| Gambar 4.20 Model lapangan 2 MF 3 lilin ruang 3.....                    | 60 |
| Gambar 4.21 Perbedaan respon robot di ruang 2 .....                     | 62 |
| Gambar 4.22 Trayektori robot ketika <i>error</i> di ruang 2 .....       | 67 |
| Gambar 4.23 Robot tersangkut di ruang 3 dengan MF 1 .....               | 67 |
| Gambar 4.24 Trayektori robot ketika tersangkut di dinding ruang 3 ..... | 68 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                      | Hal |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabel 2.1 Fungsi alternatif ATmega32 <i>port A</i> .....                             | 8   |
| Tabel 2.2 Fungsi alternatif ATmega32 <i>port B</i> .....                             | 8   |
| Tabel 2.3 Fungsi alternatif ATmega32 <i>port C</i> .....                             | 9   |
| Tabel 2.4 Fungsi alternatif ATmega32 <i>port D</i> .....                             | 9   |
| Tabel 2.5 Fungsi alternatif ATmega8 <i>port B</i> .....                              | 11  |
| Tabel 2.6 Fungsi alternatif ATmega8 <i>port C</i> .....                              | 12  |
| Tabel 2.7 Fungsi alternatif ATmega8 <i>port D</i> .....                              | 12  |
| Tabel 3.1 Penggunaan <i>Port / Pin</i> ATmega 8 dan ATmega 32 .....                  | 26  |
| Tabel 3.1 Penggunaan <i>Port / Pin</i> ATmega 8 dan ATmega 32 (Lanjutan...)<br>..... | 27  |
| Tabel 3.2 <i>Membership function</i> sensor depan dan kanan. ....                    | 35  |
| Tabel 3.3 Tabel aturan <i>fuzzy</i> yang digunakan pada robot. ....                  | 39  |
| Tabel 4.1 Hasil pengujian controller <i>fuzzy</i> .....                              | 45  |
| Tabel 4.2 <i>Membership function</i> model 1 .....                                   | 48  |
| Tabel 4.3 <i>Membership function</i> model 2.....                                    | 49  |
| Tabel 4.4 <i>Membership function</i> model 3.....                                    | 49  |
| Tabel 4.5 Tabel hasil uji coba robot keseluruhan.....                                | 61  |
| Tabel 4.6 Perbedaan MF 1 dan MF 3 sensor depan .....                                 | 63  |
| Tabel 4.7 Perhitungan kecepatan motor saat robot di ruang 2 .....                    | 63  |
| Tabel 4.7 Perhitungan kecepatan motor saat robot di ruang 2 (Lanjutan...)<br>.....   | 64  |
| Tabel 4.8 Perhitungan kecepatan motor dengan MF 1 .....                              | 65  |
| Tabel 4.8 Perhitungan kecepatan motor dengan MF 1 (Lanjutan...) ....                 | 66  |

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

## DAFTAR ISTILAH

|                                     |                                                                             |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| <i>Fuzzy Logic</i>                  | Metode berhitung dengan variabel kata-kata berdasarkan pengetahuan manusia. |
| <i>Left wall following</i>          | Metode pergerakan robot menyusuri dinding bagian kiri.                      |
| <i>Right wall following</i>         | Metode pergerakan robot menyusuri dinding bagian kanan.                     |
| <i>Ultrasonic</i>                   | Sensor yang memiliki pemancar dan penerima gelombang suara.                 |
| <i>Photodiode</i>                   | Sensor warna.                                                               |
| <i>UVTron</i>                       | Sensor api.                                                                 |
| <i>Servo</i>                        | Motor DC yang dilengkapi rangkaian kendali di dalam motor.                  |
| <i>Rangefinder</i>                  | Pengukur jarak.                                                             |
| <i>Pulse Width Modulation (PWM)</i> | Cara untuk memanipulasi lebar sinyal                                        |
| <i>Fuzzy set</i>                    | Himpunan <i>fuzzy</i> .                                                     |
| <i>Crisp set</i>                    | Himpunan biasa.                                                             |

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

## DAFTAR LAMPIRAN

|                                                                                | Hal |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Lampiran 1. Pengujian kontroller <i>fuzzy</i> dengan 60 kondisi berbeda.....   | 73  |
| Lampiran 2. Grafik perbandingan kecepatan motor kiri dengan komputer<br>.....  | 76  |
| Lampiran 3. Grafik perbandingan kecepatan motor kanan dengan<br>komputer ..... | 77  |

[Halaman ini sengaja dikosongkan]