

**KECERDASAN BUATAN PADA NAVIGASI ROBOT
BAWAH AIR MENGGUNAKAN SENSOR SONAR
DENGAN METODE LOGIKA FUZZY**



OLEH:

MUHAMMAD AL RAVI

09011381520053

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019**

**KECERDASAN BUATAN PADA NAVIGASI ROBOT
BAWAH AIR MENGGUNAKAN SENSOR SONAR
DENGAN METODE LOGIKA FUZZY**

TUGAS AKHIR

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



OLEH:

MUHAMMAD AL RAVI

09011381520053

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019**

HALAMAN PENGESAHAN

**KECERDASAN BUATAN PADA NAVIGASI ROBOT
BAWAH AIR MENGGUNAKAN SENSOR SONAR
DENGAN METODE LOGIKA FUZZY**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Strata I

Oleh :

MUHAMMAD AL RAVI
09011381520053

Indralaya, Desember 2019

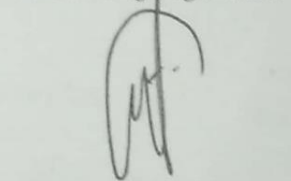
Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer



Rossi Passarella, M.Eng.
NIP. 197806112010121004

Pembimbing Tugas Akhir



Ahmad Zarkasi, M.T.
NIP. 197908252013071201

HALAMAN PERSETUJUAN

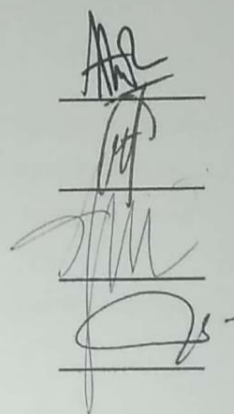
Telah diuji dan lulus pada :

Hari : Kamis

Tanggal : 19 Desember 2019


Tim Penguji :

1. Ketua : Aditya Putra Perdana P, M.T.
2. Sekretaris : Ahmad Zarkasi, M.T.
3. Anggota 1 : Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T.
4. Anggota II : Kemahyanto Exaudi, M.T.



Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer



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

HALAMAN PERNYATAAN

Nama : Muhammad Al Ravi
NIM : 09011381520053
Judul : Kecerdasan Buatan Pada Navigasi Robot Bawah Air
Menggunakan Sensor Sonar Dengan Metode Logika Fuzzy

Hasil Penyecekan *Software iThenticate/Turnitin* : 7%

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

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari siapapun.



Indralaya, Desember 2019



Muhammad Al Ravi
NIM. 09011381520053

KATA PENGANTAR

Assalamua'laikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Proposal Tugas Akhir ini yang berjudul **“Kecerdasan Buatan Pada Navigasi Robot Bawah Air Menggunakan Sensor Sonar Dengan Metode Logika Fuzzy”** sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan jenjang strata 1 pada jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Dalam laporan ini penulis menjelaskan mengenai sistem navigasi otomatis pada robot bawah air. Penulis berharap agar tulisan ini dapat bermanfaat bagi orang banyak dan menjadi bahan bacaan bagi yang tertarik untuk meneliti di sistem navigasi robot bawah air.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada beberapa pihak atas ide dan saran serta bantuannya dalam menyelesaikan penulisan Proposal Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan rasa syukur kepada Allah SWT dan terimakasih kepada yang terhormat :

1. Ayah dan Ibu Saya, saudara – saudara saya yang telah memberikan motivasi baik moril, spiritual maupun material kepada penulis.
2. Bapak Jaidan Jauhari, S.Pd., M.T., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Rossi Passarella, M.Eng., selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Ahmad Zarkasi, M.T., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah berkenan meluangkan waktunya guna membimbing, memberikan saran dan motivasi serta bimbingan terbaik untuk penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Ibu Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T., selaku Pembimbing Akademik Jurusan Sistem Komputer.

6. Mbak Winda Kurnia Sari selaku admin jurusan Sistem Komputer yang telah membantu mengurus seluruh berkas.
7. Teman-teman seperjuangan SK15 yang telah membantu dan men-support dalam menyelesaikan Tugas Akhir.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Untuk itu penulis mohon maaf dan saya selaku penulis dengan senang hati dan terbuka untuk menerima kritik dan saran yang membangun. Demikian yang dapat penulis sampaikan semoga bermanfaat bagi pembaca.

Wassalamua'laikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Indralaya, Desember 2019

Penulis

**Artificial Intelligence in Underwater Robot
Navigation Using Sonar Sensors
With Fuzzy Logic Method**

Muhammad Al Ravi (09011381520053)

Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

Email : muhammad.al.ravi@gmail.com

Abstract

Navigation systems in underwater robots refer to the process of avoiding obstacles. The navigation system has uncertainty values at the input and output. In this paper, the method of an automatic navigation system uses fuzzy logic. Fuzzy logic can control and predict from a dynamic system. Fuzzy logic is Mamdani fuzzy logic. Mamdani's fuzzy logic was embedded in the underwater robot navigation system. The embedded system is to build robotic behavior. The input in the navigation system is the distance value of the sonar sensor. The output in the navigation system is the value of the motor velocity. The results of the navigation system with the Mamdani fuzzy logic method have a good performance.

Keywords: *Underwater Robots, Navigation Systems, Fuzzy Logic*

Kecerdasan Buatan Pada Navigasi Robot Bawah Air Menggunakan Sensor Sonar Dengan Metode Logika Fuzzy

Muhammad Al Ravi (09011381520053)

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

Email : muhammad.al.ravi@gmail.com

ABSTRAK

Sistem navigasi dalam robot bawah air mengacu pada proses menghindari halangan. Sistem navigasi memiliki nilai ketidakpastian dalam prosesnya. Pada makalah ini, metode dari sistem navigasi otomatis menggunakan logika fuzzy. Logika fuzzy dapat untuk mengendalikan dan memprediksi dari sistem yang dinamis. Logika fuzzy tersebut adalah logika fuzzy Mamdani. Logika fuzzy Mamdani tersebut ditanamkan pada sistem navigasi robot bawah air. Sistem tertanam tersebut untuk membangun perilaku robot. Input dalam sistem navigasi adalah nilai jarak sensor sonar. Output dalam sistem navigasi adalah nilai kecepatan motor penggerak. Hasil dari sistem navigasi dengan metode logika fuzzy Mamdani memiliki kinerja yang baik.

Kata Kunci – Robot Bawah Air, Sistem Navigasi, Logika Fuzzy

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan dan Batasan Masalah.....	2
1.2.1. Rumusan Masalah	2
1.2.2. Batasan Masalah.....	2
1.3. Tujuan dan Manfaat	2
1.3.1. Tujuan	2
1.3.2. Manfaat	2
1.4. Metodologi Penelitian	3
1.5. Sistematika Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Robot Bawah Air	5
2.2. Logika <i>Fuzzy</i>	5
2.3. Logika Fuzzy Mamdani	8
2.4. Sensor Sonar	9
2.5. Motor DC	11

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1.	Pendahuluan	13
3.2.	Kerangka Kerja	13
3.3.	Perancangan Sistem	14
3.4.	Perancangan <i>Hardware</i>	15
3.4.1.	Perancangan Sensor Sonar	15
3.4.2.	Perancangan Motor DC.....	16
3.5.	Perancangan Logika Fuzzy	17
3.5.1.	Fuzzifikasi	18
3.5.2.	Rule Base	19
3.5.3.	Implikasi Logika Fuzzy.....	20
3.5.4.	Agregasi Logika Fuzzy	20
3.5.5.	Defuzzifikasi	22

BAB IV HASIL DAN ANALISIS

4.1.	Pendahuluan	23
4.2.	Pengujian <i>Software</i>	23
4.2.1.	Pengujian Manual.....	23
4.2.2.	Pengujian Simulasi.....	29
4.3.	Pengujian <i>Hardware</i>	31
4.3.1.	Pengujian Sensor Sonar	32
4.3.2.	Pengujian Motor DC	34
4.3.3.	Pengujian Gerak Robot Bawah Air.....	36
4.3.4.	Pengujian Logika Fuzzy Mamdani	36
4.3.5.	Pengujian Robot Bawah Air dengan Logika Fuzzy Mamdani.....	39

BAB V KESIMPULAN

5.1.	Kesimpulan	42
5.2.	Saran.....	42

DAFTAR PUSTAKA	43
-----------------------------	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Diagram Logika <i>Fuzzy</i>	6
Gambar 2.2.	Fungsi Keanggotaan Linier Naik	6
Gambar 2.3.	Fungsi Keanggotaan <i>Fuzzy</i> Linier Turun	7
Gambar 2.4.	Fungsi Keanggotaan <i>Fuzzy</i> Segitiga	7
Gambar 2.5.	Fungsi Keanggotaan <i>Fuzzy</i> Trapesium	8
Gambar 2.6.	Diagram Logika <i>Fuzzy</i> Mamdani	9
Gambar 2.7.	Sonar Pasif.....	10
Gambar 2.8.	Sonar Aktif	10
Gambar 2.9.	Skematik Jembatan – H.....	11
Gambar 2.10.	Diagram Bagian Aktif Fungsi Jembatan – H	12
Gambar 3.1.	Diagram Sistem Navigasi Robot Bawah Air.....	14
Gambar 3.2.	Diagram Blok Perancangan Sistem Navigasi Robot Bawah Air ..	15
Gambar 3.3.	Skematik Sensor Sonar	15
Gambar 3.4.	Skematik Motor DC	17
Gambar 3.5.	Diagram Proses Logika <i>Fuzzy</i>	18
Gambar 3.6.	Grafik Fungsi Keanggotaan Sensor Sonar	19
Gambar 3.7.	Grafik Fungsi Keanggotaan Kecepatan Motor	21
Gambar 3.8.	Grafik Agregasi Kecepatan Motor	21
Gambar 4.1.	Grafik Agregasi Kecepatan Motor Kiri.....	26
Gambar 4.2.	Grafik Agregasi Kecepatan Motor Kanan.....	27
Gambar 4.3.	Grafik Sensor Sonar Kiri Simulasi <i>Python</i>	30
Gambar 4.4.	Grafik Sensor Sonar Kanan Simulasi <i>Python</i>	30
Gambar 4.5.	Grafik Kecepatan Motor Kiri Simulasi <i>Python</i>	31
Gambar 4.6.	Grafik Kecepatan Motor Kanan Simulasi <i>Python</i>	31
Gambar 4.7.	Posisi Sensor Sonar Pada Robot Bawah Air	32
Gambar 4.8.	Pengujian Sensor Sonar.....	33
Gambar 4.9.	Motor DC pada Robot Bawah Air.....	34
Gambar 4.10.	Pengujian Maju	37
Gambar 4.11.	Pengujian Belok Kanan.....	38

Gambar 4.12. Pengujian Belok Kiri.....	39
Gambar 4.13. Pengujian Robot Bawah Air Dengan Logika Fuzzy Mamdani	41

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Frekuensi Gelombang Suara.....	11
Tabel 3.1.	Fungsi Keanggotaan Sensor Sonar	18
Tabel 3.2.	<i>Rule Base</i> pada Kecepatan Motor Kiri.....	19
Tabel 3.3.	<i>Rule Base</i> pada Kecepatan Motor Kanan.....	20
Tabel 3.4.	Implikasi Logika <i>Fuzzy</i>	20
Tabel 3.5.	Fungsi Keanggotaan Kecepatan Motor.....	20
Tabel 4.1.	Nilai <i>Rule Base</i>	24
Tabel 4.2.	Derajat Keanggotaan Kecepatan Motor Kiri	25
Tabel 4.3.	Derajat Keanggotaan Kecepatan Motor Kanan	25
Tabel 4.4.	Hasil Perhitungan Nilai Analog Sensor Sonar	32
Tabel 4.5.	Hasil Pengujian Sensor Sonar	33
Tabel 4.6.	Hasil Pengujian PWM Terhadap Tegangan.....	34
Tabel 4.7.	Pengujian Motor Kiri di Darat	35
Tabel 4.8.	Pengujian Motor Kiri di Air.....	35
Tabel 4.9.	Pengujian Motor Kanan di Darat	35
Tabel 4.10.	Pengujian Motor Kanan di Air.....	35
Tabel 4.11.	Pengujian Gerak Robot Bawah Air.....	36
Tabel 4.12.	Pengujian Maju	37
Tabel 4.13.	Pengujian Kanan	38
Tabel 4.14.	Pengujian Belok Ke Kiri	39
Tabel 4.15.	Pengujian Robot Bawah Air Dengan Logika Fuzzy Mamdani.....	39

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sistem navigasi robot bawah air di bidang robotika merupakan topik menarik untuk dibahas. Pembahasan tersebut menarik karena robot bawah air dapat bergerak secara otomatis dan menghindari halangan. Sistem navigasi memiliki nilai ketidakpastian dalam prosesnya. Nilai ketidakpastian tersebut dalam penentuan nilai jarak dari sensor sonar serta nilai kecepatan dari motor penggerak. Dalam permasalahan tersebut, pendekatan dengan metode kecerdasan buatan. Metode Kecerdasan buatan diperkenalkan adalah logika *fuzzy*. Logika *fuzzy* mampu menyelesaikan permasalahan ketidakpastian, penentuan data, dan perkiraan [1]. Robot bawah air dibuat pada pekerjaan yang lebih efisien dan tugas yang berat, berbahaya, dan mengacu pada kecerdasan buatan [2].

Robot bawah air terdapat dua jenis sistem kontrol gerak, robot bawah air bergerak secara otomatis dan robot bawah air bergerak menggunakan remote. Robot bawah air yang beroperasi secara otomatis dapat menerima data sensor atau data *input*, melakukan pemrosesan data yang menghasilkan data *output* berupa nilai kecepatan motor penggerak. nilai kecepatan motor penggerak tersebut dapat menggerakkan robot untuk dapat mencegah terjadinya benturan dengan objek yang lain [3].

Robot bawah air berbasis sistem navigasi otomatis memiliki kemampuan menjelajah di lingkungan. Kemampuan tersebut adalah penghindar halangan, dan peningkatan estimasi posisi. Robot mampu untuk menghindari halangan. sistem mampu melakukan perhitungan gerakan robot dengan penggabungan nilai jarak sensor sonar [4].

Logika *fuzzy* dapat untuk mengendalikan dan memprediksi dari sistem yang dinamis. Dalam logika *fuzzy* terdapat sejumlah aturan, sistem defuzzifikasi, dan sistem inferensi untuk memprediksi perilaku sistem. Sistem logika *fuzzy* telah berkembang berdasarkan berbagai teori dan menunjukkan kinerja yang baik dalam menentukan perilaku sistem [5].

Logika *fuzzy* menugaskan keanggotaan terhadap konsep-konsep yang mengekspresikan ambiguitas dan mana yang sulit untuk mendefinisikan [6].

Aturan- aturan yang ada di logika *fuzzy* dinyatakan sebagai kata-kata sehingga mengatasi informasi yang ambigu. Logika *fuzzy* memiliki keuntungan juga dari jumlah aturan yang digunakan [7]. Dalam tugas akhir ini akan dibahas sistem navigasi otomatis pada robot bawah air. Sistem navigasi menggunakan metode logika *fuzzy* Mamdani. Nilai jarak sensor sonar menjadi *input* dan nilai kecepatan motor penggerak menjadi *output*.

Sistem logika *fuzzy* terdiri dari fungsi keanggotaan, aturan dasar, dan defuzzifikasi. Fungsi metode logika *fuzzy* sebagai pengambilan keputusan dari masukkan sensor saat robot bawah air mulai beroperasi di air untuk mendeteksi benda-benda yang ada agar dapat menghindari sehingga robot bawah air dapat berjalan secara stabil dan tidak terjadi benturan [8]. Dari penjelasan di atas maka pada tugas akhir ini akan dibuat suatu sistem navigasi otomatis tersebut dengan judul “Kecerdasan Buatan pada Navigasi Robot Bawah Air Menggunakan Sensor Sonar dengan Metode Logika *Fuzzy*”.

1.2. Rumusan dan Batasan Masalah

1.2.1. Rumusan Masalah

Bagaimana membuat suatu sistem navigasi otomatis robot bawah air.

1.2.2. Batasan Masalah

Berikut batasan masalah dari tugas akhir ini, yaitu :

1. Sistem yang di analisis pada penelitian ini hanya mengenai sistem navigasi.
2. Metode yang digunakan untuk menentukan keputusan hanya logika *fuzzy*.
3. Nilai yang menjadi *output* adalah nilai kecepatan motor penggerak pada nilai perhitungan logika *fuzzy* Mamdani, simulasi *python* dan simulasi *Fuzzy Inference System Editor*.

1.3. Tujuan dan Manfaat

1.3.1. Tujuan

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini, yaitu :

1. Dapat membuat suatu sistem navigasi otomatis pada robot bawah air dengan menggunakan algoritma logika *fuzzy*.
2. Dapat menghasilkan *prototype* robot bawah air yang bergerak secara otomatis dan dapat mendeteksi halangan.

1.3.2. Manfaat

Manfaat dari penulisan tugas akhir ini, yaitu :

1. Dapat digunakan dalam pekerjaan yang sulit dikerjakan oleh manusia di bawah air.
2. Dapat dijadikan referensi bacaan bagi orang-orang yang sedang meneliti di bidang sistem navigasi dan robot bawah air.

1.4. Metodologi Penelitian

Pada tugas akhir ini menggunakan metodologi sebagai berikut :

1. Metode Studi Pustaka dan Literatur

Pada metode ini, penulis mendapatkan referensi berupa literatur yang terdapat pada buku dan penelitian-penelitian yang telah dilakukan mengenai “kecerdasan buatan pada navigasi robot bawah air menggunakan sensor sonar dengan metode logika *fuzzy*”.

2. Metode Konsultasi

Pada metode ini, penulis melakukan konsultasi kepada orang-orang yang memiliki pengetahuan serta wawasan yang baik dalam mengatasi permasalahan yang ditemui pada penulisan tugas akhir “kecerdasan buatan pada navigasi robot bawah air menggunakan sensor sonar dengan metode logika *fuzzy*”.

3. Metode Perancangan Sistem

Pada metode ini, penulis membuat suatu perancangan sistem yang akan digunakan.

4. Metode Pengujian

Pada metode ini, penulis melakukan pengujian terhadap simulasi yang telah dibuat, apakah simulasi tersebut dapat menghasilkan nilai keakuratan yang baik atau tidak. Penulis juga melakukan pengujian terhadap pergerakan dari robot bawah air.

5. Metode Analisa dan Kesimpulan

Pengujian terhadap sistem dan pengujian terhadap pergerakan dari robot bawah air yang telah dilakukan dan didapatkan nilai *input* dan nilai *output* akan di analisis dan mendapatkan kesimpulan

1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang berfungsi untuk memperjelas isi dari setiap bab. Berikut ini sistematika penulisan yang dibentuk:

BAB I. Pendahuluan

Bab ini membahas tentang latar belakang, tujuan dan manfaat penelitian, rumusan masalah dan batasan masalah, metodologi penelitian dan sistematika penulisan tugas akhir.

BAB II. Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi dasar teori yang menunjang pembahasan dari penelitian ini. Dasar teori ini berisi literatur tentang kecerdasan buatan pada navigasi robot bawah air menggunakan sensor sonar dengan metode logika *fuzzy*.

BAB III. Metodologi Penelitian

Bab ini berisi tentang tahapan-tahapan perancangan *software* dan perancangan *hardware* pada robot bawah air yang digunakan pada tugas akhir ini.

BAB IV. Hasil dan Analisis

Bab ini membahas dilakukan pengujian dari proses perancangan *software* dan perancangan *hardware* dari robot bawah air. Hasil pengujian tersebut kemudian dilakukan analisis.

BAB V. Kesimpulan

Bab ini berisi tentang kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil pengujian dan analisis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Gyawali and P. K. Agarwal, “*Fuzzy Behaviour Based Mobile Robot Navigation in Static Environment*,” *2018 IEEE Recent Adv. Intell. Comput. Syst.*, no. 1, pp. 190–194, 2018.
- [2] A. Zarkasi and M. Ismuhariandy, “Implementasi Sistem Sonar pada Gerak Ekor Robot Ikan dengan Metode Logika *Fuzzy*,” *Annu. Res. Semin.*, pp. 93–96, 2015.
- [3] Y. Andik and H. Hadi Puspa, “Pengembangan Robot Jelajah Bawah Air Untuk Observasi Terumbu Karang,” *J. Ilm. Mikrotek*, vol. 2, no. 1, pp. 1–9, 2015.
- [4] X. Li and D. Wang, “Behavior-based Mamdani *Fuzzy* Controller for Mobile Robot Wall-following,” pp. 78–81, 2015.
- [5] S. Island *et al.*, “Implementation of A Mamdani *Fuzzy* Logic Controller for Building Automation Using Electronic Control Based on AT89S51,” pp. 87–92, 2015.
- [6] E. Miranda and A. Department, “A *Fuzzy* System for Estimating Premium Cost of Option Exchange Using Mamdani Inference : Derivates Market of Mexico,” pp. 888–895, 2016.
- [7] R. Passarella, K. Exaudi, J. S. Komputer, F. I. Komputer, and U. Sriwijaya, “Perancangan Sistem Navigasi Robot Kapal Katamaran untuk Menghindari Rintangan Menggunakan Logika *Fuzzy*,” vol. 7, no. 1, 2018.
- [8] D. P. Sinaga, E. Susanto, and R. Nugraha, “Rancang Bangun Kestabilan Posisi Sistem Kendali Manual Robot Kapal Selam Menggunakan Metode *Fuzzy Logic*,” *Openlibrary.Telkomuniversity.Ac.Id*, vol. 2016, no. 1, pp. 1–8, 2016.
- [9] S. K. Deb, J. H. Rokky, T. C. Mallick, and M. J. Shetara, “Design and Construction of an Underwater Robot,” pp. 28–30, 2017.
- [10] J. Park and J. Kim, “High-Precision Underwater Navigation using Model-Referenced Pose estimation with Monocular Vision,” no. Dvl, pp. 138–143, 2016.
- [11] Y. Junan *et al.*, “Rancang Bangun Robot Bawah Air,” *J. Tek. Elektro dan Komput. (Universitas Sam Ratulangi Manad.)*, vol. 7, no. 1, pp. 1–8, 2018.

- [12] H. Omrane, M. S. Masmoudi, and M. Masmoudi, “Fuzzy Logic Based Control for Autonomous Mobile,” *Comput. Intell. Neurosci.*, vol. 2016, pp. 1–10, 2016.
- [13] A. Pranata, J. Prayudha, T. Sandika, P. Studi, and S. Komputer, “Rancang bangun alat pendeteksi dehidrasi dengan metode fuzzy logic berbasis arduino,” 2017.
- [14] P. Gilang Nugraha Putu, D. Andi, and A. Catur, “Implementasi Kendali Logika Fuzzy pada Robot Line Follower,” vol. 4, 2014.
- [15] A. K. Sharma, D. Singh, and N. K. Verma, “Data Driven Aerodynamic Modeling Using Mamdani Fuzzy Inference Systems,” *2018 Int. Conf. Sensing, Diagnostics, Progn. Control*, pp. 359–364.
- [16] I. Rizianiza, A. C. B. System, and R. Base, “Design Car Braking System Using Mamdani Fuzzy Logic Control,” pp. 129–133, 2017.
- [17] M. Firdaus, D. Arseno, F. T. Elektro, and U. Telkom, “DETEKSI TARGET 2D MENGGUNAKAN ARRAY TRANSDUSER UNTUK APLIKASI SONAR 2D TARGET DETECTION USING TRANSDUCER ARRAY FOR SONAR,” vol. 5, no. 3, pp. 4730–4741, 2018.
- [18] L. Petru and G. Mazen, “PWM Control of a DC Motor Used to Drive a Conveyor Belt,” *Procedia Eng.*, vol. 100, pp. 299–304, 2015.