

**PENGEMBANGAN ROBOT HEXAPOD  
UNTUK MENGINPEKSI OBJEK  
KEBOCORAN GAS**

**TUGAS AKHIR**

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



**OLEH :**

**ABDUL WAHID SEMPURNA**

**09011181520014**

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

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PENGEMBANGAN ROBOT HEXAPOD  
UNTUK MENGINPEKSI OBJEK  
KEBOCORAN GAS**

**TUGAS AKHIR**

**Program Studi Sistem Komputer  
Jenjang S1**

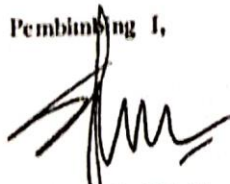
Oleh

**Abdul Wahid Sempurna  
09011181520014**

**Indralaya, Januari 2021**

Mengetahui,

Pembimbing I,



**Prof. Dr. Ir. Siti Nurmalini, M.T.**  
**NIP. 196908021994012001**

Pembimbing II,



**Rendyansyah, S.Kom., MT**  
**NIPUS 198809222016011201**

**Ketua Jurusan Sistem Komputer**



**Dr. Ir. Sukemi, M.T.**  
**NIP. 196612032006041001**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Pada hari Kamis 31 Desember 2020 telah dilaksanakan ujian sidang tugas akhir oleh Sarjana Ilmu Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Nama : Abdul wahid Sempurna


NIM : 09011181520014

Judul : Pengembangan Robot Hexapod untuk Menginpeksi Objek Kebocoran Gas

### Tim Penguji :

1. Ketua

Sutarno, M.T .

  
(.....SUTARNO.....)

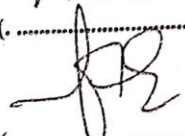
2. Sekretaris

Rahmat Fadli Isnanto, M.Sc.

  
(.....)

3. Penguji I

Dr. Ir. Bambang Tutuko, M.T

  
(.....)

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Sistem Komputer



Dr. Ir. H. Sukemi, M.T.  
NIP. 196612032006041001

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Abdul wahid sempurna  
NIM : 09011181520014  
Judul : Pengembangan Robot Hexapod untuk Menginpeksi Objek Kebocoran Gas

Hasil Pengecekan Software iThenticate/Turnitin : 10%

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.



Palembang, Desember 2020



Abdul Wahid Sempurna

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas segala karunia dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Pengembangan Robot Hexapod Untuk Menginpeksi Objek Kebocoran Gas”. Pada penyusunan laporan tugas akhir ini, penulis banyak mendapatkan ide dan saran serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan rasa syukur kepada Allah SWT dan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Orang tuaku, Bapak Jaya Sempurna dan Ibu Erlinda yang telah memberikan do'a dan dukungannya serta memberikan Motivasi untuk tetap selalu berusaha dan Tawakal
2. Bapak Jaidan Jauhari, S.Pd., M.T., Selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Rossi Passarella, S.T., M.Eng. Selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Universitas Sriwijaya.
4. Ibu PROF. DR. IR. Siti Nurmaini, M.T.Selaku Pembimbing 1 Tugas Akhir dan Pembimbing Akademik Di Jurusan Sistem Komputer.
5. Bapak Rendyansyah,S.Kom., MT Selaku Pembimbing 2 Tugas Akhir Di Jurusan Sistem Komputer.
6. Seluruh Dosen Jurusan Sistem Komputer Fasilkom Universitas Swijaya
7. Seluruh teman-teman angkatan 2015 Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan sebagai bahan acuan dan perbaikan untuk penulis dalam menyempurnakan laporan ini.

Semoga laporan tugas akhir ini bisa bermanfaat bagi pembaca ataupun bagi penulis sendiri. Demikian yang bisa penulis sampaikan.  
Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Palembang, January 2021



Abdul Wahid Sempurna

# HEXAPOD ROBOT DEVELOPMENT TO INPECT OBJECT GAS LEAKAGE

*Abdul Wahid Sempurna (09011181520014)*

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas  
Sriwijaya Email : [wahidsempurna@gmail.com](mailto:wahidsempurna@gmail.com)

## **ABSTRAK**

Kebocoran gas sangat berbahaya baik bagi manusia dan lingkungan sekitarnya, oleh karena itu, kita sangat perlu melakukan lokalisasi untuk mengetahui keberadaan dari kebocoran gas tersebut. Dalam paper ini akan membahas pengembangan robot hexapod untuk menginspeksi objek kebocoran gas. Pada penelitian ini robot hexapod menggunakan metode fuzzy sugeno untuk menggerakkan robot secara otomatis. Metode fuzzy disini digunakan agar robot hexapod bisa menghindari rintangan serta mengetahui dimana adanya objek kebocoran gas. Diharapkan dengan menggunakan metode fuzzy ini robot hexapod dapat bergerak dengan lebih efisien dan dapat memenuhi tujuan dalam penelitian ini.

**Kata Kunci :** robot hexapod, fuzzy logic, fuzzy sugeno, kebocoran gas, Mikrokontroler.

# **PENGEMBANGAN ROBOT HEXAPOD UNTUK MENGINPEKSI OBJEK KEBOCORAN GAS**

*Abdul Wahid Sempurna (09011181520014)*

*Departement of Computer Engineering, Faculty of Computer Science,  
Sriwijaya University*

Email : [wahidsempurna@gmail.com](mailto:wahidsempurna@gmail.com)

## **ABSTRACT**

Gas leaks are very dangerous for both humans and the surrounding environment, therefore, we really need to do localization to find out the existence of the gas leak. In this paper, we will discuss the development of a hexapod robot to detect gas leak objects. In this research, the hexapod robot uses the Sugeno fuzzy method to move the robot automatically. The fuzzy method is used here so that the hexapod robot can avoid obstacles and find out where the gas leak objects are. It is hoped that using this fuzzy method the hexapod robot can move more efficiently and can meet the objectives of this research.

**Keywords** : *hexapod robot, fuzzy logic, fuzzy Sugeno, gas leak, microcontroller.*



## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Lembar Pengesahan .....	ii
Halaman persetujuan.....	iii
Halaman Pernyataan.....	iv
Kata Pengantar .....	v
Abstrak .....	vii
Daftar Isi .....	ix
Daftar Gambar .....	xi
Daftar Tabel .....	xiii
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Batasan Masalah .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Robot Hexapod .....	5
2.2 Pengenalan Lingkungan Pada Halangan .....	6
2.3 Fuzzy Logic .....	7
<b>BAB III. METODOLOGI</b>	
3.1 Pendahuluan .....	16
3.2 Kerangka Kerja .....	16
3.3 Perancangan Algoritma .....	17
3.3 Desain Robot Hexapod.....	28
3.4 Perancangan Perangkat Lunak .....	29
<b>BAB IV. HASIL DAN ANALISIS SEMENTARA</b>	
4.1 Pendahuluan .....	31
4.2 Pengujian Modul Perangkat Keras .....	31

4.3 Percobaan Pergerakan Maju .....	32
4.4 Percobaan Belok Kanan .....	33
4.5 Percobaan Belok Kiri .....	38
4.6 Data Sensor Gas .....	43
4.7 Percobaan Robot Di Arena Ketika Ada Objek Kebocoran Gas.....	45
4.8 Rangkuman Hasil Pengujian .....	46
<b>BAB V. KESIMPULAN SEMENTARA</b>	
5.1 Kesimpulan.....	48
5.2 Saran.....	48
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>49</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR Gambar

<b>Gambar 2.1.</b> Penempatan Sensor Ultrasonic .....	5
<b>Gambar 2.2.</b> Penempatan Sensor gas MQ-2.....	6
<b>Gambar 2.3</b> Blok Diagram .....	7
<b>Gambar 2.4.</b> Pemetaan Input-Output .....	8
<b>Gambar 2.5.</b> Representasi Linier Naik .....	10
<b>Gambar 2.6.</b> Representasi Linier Turun .....	10
<b>Gambar 2.7.</b> Representasi Kurva Segitiga .....	11
<b>Gambar 2.8.</b> Representasi Kurva Trapesium .....	12
<b>Gambar 2.9.</b> . Fungsi keanggotaan Singleton .....	15
<b>Gambar 3.1.</b> Kerangka Kerja Penelitian .....	17
<b>Gambar 3.2.</b> Penempatan Sensor Ultrasonic .....	18
<b>Gambar 3.3.</b> Grafik keanggotaan sensor bagian depan .....	19
<b>Gambar 3.4.</b> Grafik Fungsi keanggotaan untuk himpunan dekat pada grafik keanggotaan sensor bagian depan. ....	19
<b>Gambar 3.5.</b> grafik Fungsi keanggotaan untuk himpunan sedang pada grafik keanggotaan sensor bagian depan. ....	20
<b>Gambar 3.6.</b> grafik Fungsi keanggotaan untuk himpunan jauh pada grafik keanggotaan sensor bagian depan. ....	21
<b>Gambar 3.7.</b> Grafik keanggotaan sensor bagian kanan. ....	22
<b>Gambar 3.8.</b> grafik Fungsi keanggotaan untuk himpunan dekat pada grafik keanggotaan sensor bagian kanan. ....	22
<b>Gambar 3.9.</b> grafik Fungsi keanggotaan untuk himpunan jauh pada grafik keanggotaan sensor bagian kanan. ....	23
<b>Gambar 3.10.</b> Grafik keanggotaan sensor bagian kiri .....	24
<b>Gambar 3.11.</b> grafik Fungsi keanggotaan untuk himpunan dekat pada grafik keanggotaan sensor bagian kiri .....	24
<b>Gambar 3.12.</b> grafik Fungsi keanggotaan untuk himpunan jauh pada grafik keanggotaan sensor bagian kiri .....	25
<b>Gambar 3.13.</b> Fungsi Keanggotaan Singleton .....	27
<b>Gambar 3.14.</b> Tata Letak Sensor Ultrasonic .....	28

<b>Gambar 3.15.</b> Penempatan Sensor gas MQ-2.....	28
<b>Gambar 3.16.</b> Robot Tampak Depan .....	29
<b>Gambar 3.17.</b> block diagram sistem algoritma pada robot hexapod .....	29
<b>Gambar 3.18.</b> struktur yang ada pada robot hexapod .....	30
<b>Gambar 4.1.</b> Koridor Lurus .....	32
<b>Gambar 4.2</b> Grafik gerakan motor servo kiri pada gerakan maju .....	32
<b>Gambar 4.3</b> Grafik gerakan motor servo kanan pada gerakan maju .....	33
<b>Gambar 4.4.</b> gerakan kanan dekat .....	34
<b>Gambar 4.5.</b> Grafik gerakan motor servo kiri pada gerakan kanan dekat .....	34
<b>Gambar 4.6.</b> Grafik gerakan motor servo kanan pada gerakan kanan dekat .....	35
<b>Gambar 4.7.</b> gerakan kanan sedang .....	35
<b>Gambar 4.8.</b> Grafik gerakan motor servo kiri pada gerakan kanan sedang .....	36
<b>Gambar 4.9</b> Grafik gerakan motor servo kanan pada gerakan kanan sedang ....	36
<b>Gambar 4.10.</b> gerakan kanan jauh .....	37
<b>Gambar 4.11.</b> Grafik gerakan motor servo kiri pada gerakan kanan jauh .....	37
<b>Gambar 4.12.</b> Grafik gerakan motor servo kanan pada gerakan kanan jauh .....	38
<b>Gambar 4.13.</b> gerakan kiri dekat .....	39
<b>Gambar 4.14.</b> Grafik gerakan motor servo kiri pada gerakan kiri dekat .....	39
<b>Gambar 4.15.</b> Grafik gerakan motor servo kanan pada gerakan kiri dekat .....	40
<b>Gambar 4.16.</b> gerakan kiri sedang .....	40
<b>Gambar 4.17.</b> Grafik gerakan motor servo kiri pada gerakan kiri sedang .....	41
<b>Gambar 4.18.</b> Grafik gerakan motor servo kanan pada gerakan kiri sedang .....	41
<b>Gambar 4.19.</b> gerakan kiri jauh .....	42
<b>Gambar 4.20.</b> Grafik gerakan motor servo kiri pada gerakan kiri jauh .....	42
<b>Gambar 4.21.</b> Grafik gerakan motor servo kanan pada gerakan kiri jauh .....	43
<b>Gambar 4.22.</b> Grafik data sensor gas ketika tidak mendeteksi adanya kebocoran gas .....	44
<b>Gambar 4.23.</b> Grafik data sensor gas ketika mendeteksi adanya kebocoran gas .....	45
<b>Gambar 4.24.</b> gerakan robot hexapod ketika mencari objek kebocoran gas .....	45

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 3.1.</b> Rule Dan Mekanisme Untuk Bagian Depan .....	26
<b>Tabel 3.2.</b> Rule Dan Mekanisme Untuk Bagian Kiri .....	26
<b>Tabel 3.3.</b> Rule Dan Mekanisme Untuk Bagian Kanan .....	27
<b>Tabel 4.1.</b> Hasil Percobaan Sensor .....	31
<b>Tabel 4.2.</b> Data sensor MQ2 ketika tidak ada kebocoran gas .....	43
<b>Tabel 4.3.</b> Data sensor MQ2 ketika mendeteksi ada kebocoran gas .....	44
<b>Tabel 4.4.</b> Hasil Percobaan gerakan robot hexapod menggunakan fuzzy .....	46



# BAB I. PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Kebocoran gas sangat berbahaya baik bagi manusia dan lingkungan sekitarnya, oleh karena itu, kita sangat perlu melakukan lokalisasi untuk mengetahui keberadaan dari kebocoran gas tersebut. kebocoran gas ini bisa menyebabkan kerugian yang cukup besar bagi masyarakat, baik di bidang kesehatan maupun finansial[1]. Hal ini menyebabkan banyak orang yang melakukan penelitian untuk mengembangkan teknik yang efisien untuk melokalisasi kebocoran gas. Karena terkadang mengetahui daerah yang berkemungkinan adanya kebocoran gas tidak terlalu membantu. Sehingga para peneliti mulai melakukan penelitian menggunakan robot untuk membantu melakukan lokalisasi kebocoran gas.

Dalam beberapa Penelitian sebelumnya banyak metode pelacakan gas yang menggunakan robot. Salah satunya robot otomatis dengan metode the triangulation-maximization leak-localizing strategy (Tri-max) yang berbasis pada Tunable Diode Laser Absorption Spectroscopy (TDLAS), pada metode robot akan mencari kebocoran gas dengan memeriksa kepadatan kebocoran gas di udara[2].

Metode Tri-Max merupakan gabungan dari metode Triangulation- dan metode Maksimum. Dalam hal ini metode Tri-Max bisa dikatakan menggunakan konsentrasi gas rata-rata yang signifikan ditemukan pada wilayah yang diperiksa robot tersebut, hasil analisa dari data tersebut kemudian dijadikan sebagai parameter [pengukuran baru yang cocok untuk digunakan sebagai cara robot mencari lokasi kebocoran gas. kemudian bila ruang area pencarian luas maka robot akan melakukan langkah dengan ukuran tetap ke sisi robot dengan daerah yang paling terbuka sedangkan bila tidak ada cukup ruang maka robot akan melakukan langkah dengan sisi dengan ukuran langkah minimal[2].

Pada pengujian robot menggunakan metode Tri-Max ini menunjukkan bahwa hipotesis kebocoran yang salah dapat terjadi dan menyebabkan akurasi rendah dan presisi, jika kebocoran tidak terletak di ujung ukuran jalur RMLD (remote methane leak detector)). Tapi sebaliknya, jika kebocoran dekat dengan akhir ukuran jalur RMLD, posisi kebocoran dapat diperkirakan di bawah kondisi cuaca yang cukup baik (hembusan ringan, kecepatan angin  $<4 \text{ m/s}$ ) dengan akurasi

yang lebih baik dari 1 m dan presisi yang lebih baik dari 0,5 m (radius  $1\sigma$ ) (cp. S1, S2). Metode Tri-Max tampaknya menjadi metode kebocoran lokalisasi cocok. Namun berdasarkan ukuran sampel dari sepuluh upaya lokalisasi dilakukan, keandalan, ketepatan, akurasi dan waktu pelaksanaan sistem RoboGasInspector menggunakan metode ini tidak dapat didefinisikan dengan pasti[2].

Penelitian lainnya juga menggunakan robot hexapod yang dapat melacak kebocoran gas dengan metode invers kinematic sebagai navigasi robot hexapod dilakukan oleh Hani Avrilyantama pada tahun 2015. Dalam penelitian tersebut, robot hexapod dapat mengikuti garis hitam yang merupakan jalur kemungkinan adanya kebocoran gas. Pada penelitian ini robot dirancang dengan sistem jalan menggunakan metode inverse kinematics. Dalam melakukan pelacakan sumber gas, robot hexapod mampu mengikuti garis hitam yang digunakan sebagai garis pemandu dengan tingkat keberhasilan 90 %. [3].

Saat ini perkembangan teknologi robot bisa dibagi menjadi 2 metode, yaitu metode Fuzzy dan metode neuron network (Jaringan Saraf Tiruan). Sistem kendali fuzzy adalah sistem berbasis pengetahuan yang dirumuskan dalam bentuk aturan-aturan (rules base) sebagai akumulasi dari suatu pengalaman. Logika fuzzy dikembangkan pertama kali oleh Dr. Lotti A. Zadeh (1965) untuk merumuskan secara matematik konsep ketidak pastian atau kesamaran sehingga dapat diproses oleh komputer. Dengan menerapkan logika fuzzy pada program komputer, sistem kendali dapat memutuskan seperti cara manusia berpikir. Kemampuan inilah yang disebut sebagai kecerdasan buatan pada sistem kepakaran fuzzy[4].

Dalam masalah ini Fuzzy Logic adalah teknik yang paling efektif untuk pengendalian presisi dalam sistem dinamis non-linear[4]. Oleh karena itu akan dibangun sistem kontrol menggunakan metode fuzzy takagi sugeno untuk mengatur arah gerak robot. Pada tugas akhir ini digunakan sensor gps untuk menentukan posisi robot dan sensor kompas untuk mengoreksi arah pergerakan dari robot terhadap gerak sudut rotasi (yaw)[5].

Pada tugas akhir ini metode yang dipilih adalah metode Fuzzy sugeno sebagai algoritma untuk mengatur gerak robot hexapod. Metode ini terpilih dikarenakan memiliki teknik yang paling efektif untuk pengendalian presisi dalam sistem dinamis non-linear. Pada tugas akhir ini robot hexapod menggunakan sensor



ultrasonik untuk mengetahui rintangan serta sensor gas untuk menentukan objek kebocoran gas.

## **1.2. Perumusan Masalah**

Bagaimana algoritma Fuzzy mengendalikan gerak robot hexapod secara cerdas mengikuti lokasi kebocoran gas dari posisi yang diinginkan dengan performa lebih baik.

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari dilakukannya penelitian ini adalah

1. Mengimplementasikan algoritma Fuzzy untuk gerak robot sistem navigasi.
2. Mendapatkan sistem robot hexapod melacak objek kebocoran gas.

## **1.4. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang dapat diambil dari dilakukannya penelitian ini adalah

1. Dapat mengimplentasikan algoritma Fuzzy pada navigasi robot hexapod.
2. Dapat menghasilkan program robot hexapod berbasis Fuzzy pada objek nyata.
3. Hasil dari tugas akhir ini dapat digunakan untuk mengendalikan gerak robot dengan Fuzzy sehingga robot hexapod bergerak secara cerdas sesuai dengan algoritma Fuzzy.
4. Dapat mengimplentasikan algoritma Fuzzy untuk gerak robot Hexapod dalam pelacakan objek ke bocoran gas.

## **1.5. Batasan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, maka rumusan masalah dan batasan masalah yang ada pada tugas akhir ini adalah :

1. Metode yang digunakan adalah metode Fuzzy menggunakan algoritma Fuzzy sugeno.
2. Penelitian ini robot hanya mencari kebocoran gas berdasarkan sensor gas dan sensor jarak yang digunakan.

3. Menggunakan sensor ultrasonik dan sensor gas sebagai input.
4. Menggunakan arduino sebagai output.

### **1.6. Sistematika Penulisan**

Adapun sistematika penulisan dalam Proposal Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

#### **BAB I. PENDAHULUAN**

Pada bab I akan berisikan latar belakang masalah, tujuan dan manfaat serta metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

#### **BAB II. TINJAUAN PUSTAKA**

Pada Bab II akan berisi dasar teori tentang mobil robot bergerak otonom, logika fuzzy, dan desain kendali robot hexapod.

#### **BAB III. ANALISIS DAN PERANCANGAN**

Pada Bab III akan membahas analisis dan perancangan algoritma berdasarkan metode fuzzy sugeno pada perangkat lunak yang kemudian akan diujikan pada perangkat keras.

#### **BAB IV. HASIL DAN ANALISIS SEMENTARA**

Pada Bab IV membahas hasil analisis dari proses implementasi perangkat lunak dalam robot hexapod menggunakan metode fuzzy yang telah dirancang.

#### **BAB V. KESIMPULAN SEMENTARA DAN SARAN**

Pada bab V berisi kesimpulan sementara dari bab-bab yang sudah dicantumkan mengenai hasil dari penerapan perangkat lunak dalam robot hexapod menggunakan metode fuzzy yang telah dirancang. Pada bab ini juga akan berisi saran yang diharapkan dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. S. Murvay and I. Silea, "A survey on gas leak detection and localization techniques," *J. Loss Prev. Process Ind.*, vol. 25, no. 6, pp. 966–973, 2012.
- [2] G. Bonow and A. Kroll, "Gas leak localization in industrial environments using a TDLAS-based remote gas sensor and autonomous mobile robot with the Tri-Max method," *Proc. - IEEE Int. Conf. Robot. Autom.*, pp. 987–992, 2013.
- [3] H. Avrilyantama, M. Rivai, and D. Purwanto, "Pengembangan robot hexapod untuk melacak sumber gas," *J. Tek. ITS*, vol. 4, no. 1, pp. F12–F17, 2015.
- [4] M. S. Ardisasmita, "PENGEMBANGAN ROBOT MOBIL OTONOM MENGGUNAKAN SISTEM KENDALI FUZZY DAN JARINGAN SYARAF TIRUAN," *Risal. Lokakarya Komputasi dalam Sains dan Teknol. Nukl. XIV*, vol. 53, no. 9, pp. 157–170, 2003.
- [5] A. S. Taufik, "Sistem Navigasi Waypoint pada Autonomous Mobile Robot," *J. Mhs. TEUB*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2013.
- [6] F. Masykur, "IMPLEMENTASI SISTEM PAKAR DIAGNOSIS PENYAKIT DIABETES MELLITUS MENGGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC BERBASIS WEB," *Ris. Univ. Diponegoro.*, vol. 7, pp. 1–25, 2012.
- [7] H. ADZHAR, "Sistem Penyeteman Nada Dawai Gitar Otomatis Dengan Motor Servo Continuous Menggunakan Kontroler Pid Berbasis Arduino Mega 2560," 2015.
- [8] S. D. Karwur, H. S. Kolibu, and V. A. Suoth, "Object Detector Prototype Using Ultrasonic Sensor for Purwarupa Detektor Objek Menggunakan Sensor Ultrasonik," 2012.