

***LIFTING CONTROL SYSTEM PADA AUTONOMOUS  
UNDERWATER VEHICLES MENGGUNAKAN  
METODE FUZZY***

**TUGAS AKHIR**



**OLEH :**

**MUHAMMAD MAULANA  
09121001033**

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2018**

***LIFTING CONTROL SYSTEM PADA AUTONOMOUS  
UNDERWATER VEHICLES MENGGUNAKAN  
METODE FUZZY***

**TUGAS AKHIR**

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



**OLEH :**

**MUHAMMAD MAULANA  
09121001033**

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2018**

**LEMBAR PENGESAHAN**

***LIFTING CONTROL SYSTEM PADA AUTONOMOUS  
UNDERWATER VEHICLES MENGGUNAKAN  
METODE FUZZY***

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

Oleh :

**MUHAMMAD MAULANA  
09121001033**

Inderalaya, Juli 2018

**Pembimbing I**



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

**Pembimbing II**



**Ahmad Zarkasi, M.T.  
NIP. 197908252013071201**

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Sistem Komputer**



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

## HALAMAN PERSETUJUAN

Telah diuji dan lulus pada :

Hari : Rabu  
Tanggal : 25 Juli 2018

Tim Penguji :

1. Ketua : Rossi Passarella, M.Eng.
2. Sekretaris : Ahmad Zarkasi, M.T.
3. Anggota I : Huda Ubaya, M.T.
4. Anggota II : Muhammad Ali Buchori, M.T.



Mengetahui,  
Ketua Jurusan Sistem Komputer



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

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Maulana  
NIM : 09121001033  
Program Studi : Sistem Komputer  
Judul : *Lifting Control System pada Autonomous Underwater Vehicles Menggunakan Metode Fuzzy*

Hasil Pengecekan *Software iThenticate / Turnitin* : 19 %

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

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



Indralaya, 25 Agustus 2018



**Muhammad Maulana**

**Nim 09121001033**

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*“Hai orang-orang beriman apabila kamu dikatakan kepadamu: "Berlapang-lapanglah dalam majlis", maka lapangkanlah niscaya Allah akan memberi kelapangan untukmu. Dan apabila dikatakan: "Berdirilah kamu", maka berdirilah, niscaya Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat. Dan Allah Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan.”*  
(QS. Al-Mujaadilah [58] : ayat 11)

*Tugas Akhir ini kupersembahkan untuk :*

- *Allah SWT yang selalu memberikan rahmat dan karunianya.*
- *Terima Kasih Mama dan papa yang telah menyayangi dan merawat diriku dari lahir hingga akhir hayat mereka.*
- *Keluarga yang selalu mendoakan diriku.*
- *Teman – teman yang selalu mensupport diriku.*
- *Serta almamater ku Universitas Sriwijaya.*

## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmanirrahim,*

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan kehadirat ALLAH SWT atas rahmat dan karunia NYA yang telah memberikan kesehatan dan kelancaran dalam menyelesaikan penulisan tugas akhir ini yang berjudul “*Lifting Control System Pada Autonomous Underwater Vehicles*”.

Penulis berharap dari penulisan laporan tugas akhir ini dapat memberikan referensi bagi para pembaca dan memberikan pengetahuan yang berguna pada bidang yang akan dikerjakan.

Dalam penyusunan laporan ini, penulis tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang membantu berupa bimbingan, saran, dukungan dan doa dari awal dan akhir pembuatan tugas akhir. Karena itu penulis banyak mengucapkan terima kasih kepada :

1. ALLAH SWT yang selalu memberikan rahmat dan karunianya.
2. Mama dan Papa yang selalu mendoakan dan menyayangi diriku.
3. Bapak Jaidan Jauhari, M.T. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer.
4. Bapak Rossi Pasarella, M.Eng. selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer dan selaku Pembimbing I.
5. Bapak Ahmad Zarkasi, M.T. selaku Pembimbing II.
6. Bapak Erwin, M.Si. Selaku Pembimbing Akademik.
7. Terima kasih kepada Pak Rossi dan Pak Zarkasi yang telah memberikan izin untuk menggunakan laboratorium
8. Kak Junkani, S.Kom, kak Hendra, S.Kom, kak Gopad, S.Kom, kak Asa, S.Kom, dan kakak tingkat lainnya yang telah membimbing dan mengajari selama ini di Bocid.
9. Terima kasih kepada maman, cora, hanub, jaar, ojan, agus, imam, mamat, abda, edoy, sukron, tahta, bram, deni nginap, deni telok, nando, dwiky, ekik, siu, faris plankton, toci, yogi ubur, kak ayeb, kak uti, kak hen, kak jun, kak gopad, kak rendi, kak adit, kak fadli yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

10. Terima kasih kepada keluarga angkatan SK12 yang terbaik seindonesia.
11. Terima kasih kepada keluarga GGS yang telah menemani dan melengkapi hari hari selama di universitas sriwijaya.
12. Terima kasih kepada kak angga, dan kak wili yang telah memberikan izin nginap di lab.
13. Terima kasih kepada Sriwijaya Sport Center (SSC) dan Lumban Tirta yang telah memberikan izin menggunakan kolam renang sebagai tempat untuk menguji kapal.

Palembang, 25 Agustus 2018

Penulis



# ***Lifting Control System in Autonomous Underwater Vehicles Using the Fuzzy Method***

Muhammad Maulana

## ***Abstract***

*Based on the control system underwater vehicles are divided into two types, namely Autonomous Underwater Vehicles (AUV) and Remoted Operated Vehicles (ROV). AUV is an autonomous underwater vehicle, while the ROV is an underwater vehicle driven by a remote control from above the water surface. This study will apply the lifting control system to the AUV in knowing objects under the AUV and maintaining the stability of the AUV when carrying out underwater lifting. When the AUV lifting process uses fuzzy methods for rule-based decision making aimed at solving problems. In this study a program simulation for AUV was made. There are 2 sonar sensors, 1 located on the front and 1 located on the rear of the AUV to determine the obstacles under the AUV. Furthermore, the input will be processed to the microcontroller using the fuzzy method and the output of the microcontroller will produce a PWM value that will regulate the speed on the motor. The program for the simulation used is Microsoft Visual Studio 2010 to display the simulation results that have been programmed on Arduino.*

***Keywords*** : *Trimaran Boat Robot, Navigation, Sugeno Fuzzy, Fuzzy Decision Index, Obstacle.*

# ***Lifting Control System Pada Autonomous Underwater Vehicles Menggunakan Metode Fuzzy***

Muhammad Maulana

## **Abstrak**

Berdasarkan sistem pengendaliannya kendaraan bawah air terbagi dua jenis yaitu Autonomous Underwater Vehicles (AUV) dan Remoted Operated Vehicles (ROV). AUV adalah kendaraan bawah air yang bergerak secara otonom, sedangkan ROV adalah kendaraan bawah air yang digerakkan oleh remote control dari atas permukaan air. Penelitian ini akan menerapkan lifting control system pada AUV dalam mengetahui objek di bawah AUV dan menjaga kestabilan AUV saat melakukan lifting di bawah air. Saat proses lifting AUV menggunakan metode fuzzy untuk pengambilan keputusan berbasis aturan yang bertujuan memecahkan masalah. Pada penelitian ini dibuat simulasi program untuk AUV. Terdapat 2 Sensor sonar, 1 terletak di bagian depan dan 1 terletak di bagian belakang AUV untuk mengetahui halangan di bawah AUV. Selanjutnya input tersebut akan diproses ke mikrokontroler dengan menggunakan metode fuzzy dan output mikrokontroler akan menghasilkan nilai PWM yang akan mengatur kecepatan pada motor. Program untuk simulasi yang digunakan adalah microsoft visual studio 2010 untuk menampilkan hasil simulasi yang telah di program pada Arduino.

**Kata Kunci** : Trimaran Boat Robot, Navigation, Sugeno Fuzzy, Fuzzy Decision Index, Obstacle.

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
ABSTRAK .....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv

### BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan .....	2
1.3. Manfaat .....	2
1.4. Rumusan Masalah .....	3
1.5. Batasan Masalah .....	3
1.6. Metodologi Penelitian .....	3
1.7. Sistematika Penulisan .....	4

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pendahuluan.....	6
2.2. Komponen AUV .....	6
2.2.1. Mikrokontroler <i>ATmega 85356</i> .....	6
2.2.2. Motor DC .....	8
2.2.3. Driver Motor L298N .....	9
2.2.4. Sensor Sonar.....	12
2.2.5. Tangki ballast .....	15
2.3. Metode <i>fuzzy</i> .....	16

2.3.1. Fungsi Keanggotaan .....	18
2.3.2. Fuzzifikasi .....	20
2.3.3. Basis Aturan ( <i>Rule Base</i> ) .....	20
2.3.4. Evaluasi Aturan ( <i>Inference</i> ) .....	21
2.3.5. Defuzzifikasi .....	21
2.3.6. Metode Takagi - Sugeno .....	22
2.3.7. Fuzzy Decision Index .....	23

### BAB III METODOLOGI

3.1. Pendahuluan .....	24
3.2. Kerangka Kerja .....	24
3.3. Konsep Perancangan .....	25
3.4. Perancangan <i>Hardware</i> .....	26
3.4.1. Perancangan Sistem Tangki <i>Ballast</i> .....	27
3.4.2. Perancangan Sensor Sonar .....	29
3.4.3. Perancangan Sistem Minimum .....	30
3.4.4. Perancangan Motor DC .....	31
3.5. Perancangan <i>Software</i> .....	33
3.5.1. Fuzzifikasi .....	33
3.5.2. <i>Rule Base</i> .....	36
3.5.3. <i>Inference</i> .....	39
3.5.4. Defuzzifikasi .....	41

### BAB IV HASIL DAN ANALISA

4.1. Pendahuluan .....	42
4.2. Pengujian <i>Hardware</i> .....	42
4.2.1. Pengujian Sistem Minimum .....	42
4.2.2. Pengujian Sensor Sonar .....	45
4.2.3. Pengujian Motor DC .....	48
4.3. Pengujian Simulasi <i>Software</i> .....	51
4.4. Hasil dari Program .....	59
4.4.1. Hasil dari Simulasi <i>Fuzzy</i> pada Arduino menggunakan C# .....	59
4.4.2. Validasi Data .....	61

BAB V KESIMPULAN SEMENTARA

5.3. Kesimpulan .....69

DAFTAR PUSTAKA .....70

## DAFTAR GAMBAR

Halaman

<b>Gambar 2.1.</b>	Pin – pin pada <i>ATmega</i> 8535 .....	7
<b>Gambar 2.2.</b>	Motor DC.....	8
<b>Gambar 2.3.</b>	Pin – pin IC L298N.....	10
<b>Gambar 2.4.</b>	Cara Kerja <i>Duty Cycle</i> .....	11
<b>Gambar 2.5.</b>	Grafik <i>Duty Cycle</i> .....	12
<b>Gambar 2.6.</b>	(a) Bentuk Fisik Sensor Sonar MB7060 (b) Bentuk Jangkauan Sensor Sonar MB7060.....	15
<b>Gambar 2.7.</b>	Menyelam dan Mengapung Sistem Tangki <i>Ballast</i> .....	16
<b>Gambar 2.8.</b>	Blok Diagram Logika <i>Fuzzy</i> .....	17
<b>Gambar 2.9.</b>	(a) Tipe Representasi Kurva <i>Linear</i> Naik (b) Tipe Representasi Kurva <i>Linear</i> Turun.....	18
<b>Gambar 2.10.</b>	Representasi Kurva Segitiga.....	19
<b>Gambar 2.11.</b>	Representasi Kurva Trapesium.....	20
<b>Gambar 2.12.</b>	Contoh Fungsi Keanggotaan <i>Singleton</i> .....	22
<b>Gambar 3.1.</b>	Kerangka Kerja Penelitian.....	25
<b>Gambar 3.2.</b>	Blok Diagram dari <i>Lifting Control Sytem</i> .....	26
<b>Gambar 3.3.</b>	Desain AUV.....	27
<b>Gambar 3.4.</b>	Sistem Tangki <i>Ballast</i> .....	28
<b>Gambar 3.5.</b>	Letak Sensor Sonar .....	30
<b>Gambar 3.6.</b>	<i>Flow chart</i> sistem sonar.....	31
<b>Gambar 3.7.</b>	Mikrokontroler <i>ATmega</i> 8535 .....	32
<b>Gambar 3.8.</b>	Rangkaian Motor DC.....	33
<b>Gambar 3.9.</b>	Fungsi Keanggotaan Fuzzifikasi .....	34
<b>Gambar 3.10.</b>	<i>Pseudo Code</i> Fuzzifikasi .....	36
<b>Gambar 3.11.</b>	<i>Pseudo Code Rule Base</i> .....	38
<b>Gambar 3.12.</b>	Fungsi Keanggotaan <i>Singleton</i> .....	39
<b>Gambar 3.13.</b>	<i>Pseudo Code Inference Max – Min</i> .....	40
<b>Gambar 4.1.</b>	Port yang Diuji pada <i>ATmega</i> 8535.....	43
<b>Gambar 4.2.</b>	Pengujian Multimeter pada <i>ATmega</i> 8535 .....	44

<b>Gambar 4.3.</b>	Pengujian Led pada <i>ATmega 8535</i> .....	44
<b>Gambar 4.4.</b>	Rangkaian Sensor Sonar .....	45
<b>Gambar 4.5.</b>	Pengujian Jarak di Darat .....	47
<b>Gambar 4.6.</b>	Rancangan Motor DC .....	49
<b>Gambar 4.7.</b>	Hasil program yang di tampilkan menggunakan C# .....	60
<b>Gambar 4.8.</b>	<i>Fuzzy Inference System Editor (FIS Editor)</i> .....	61
<b>Gambar 4.9.</b>	Fungsi keanggotaan sonar 1 .....	62
<b>Gambar 4.10.</b>	Fungsi keanggotaan sonar 2 .....	63
<b>Gambar 4.11.</b>	Fungsi keanggotaan motor.....	63
<b>Gambar 4.12.</b>	Menentukan <i>Rule base</i> .....	64
<b>Gambar 4.13.</b>	Hasil validasi <i>fuzzy</i> menggunakan MATLAB .....	65
<b>Gambar 4.14.</b>	Hasil validasi <i>fuzzy</i> menggunakan MATLAB .....	65
<b>Gambar 4.15.</b>	Hasil validasi <i>fuzzy</i> menggunakan MATLAB .....	65
<b>Gambar 4.16.</b>	Diagram Perbandingan Hasil.....	67

## DAFTAR TABEL

Halaman

<b>Tabel 1.</b> Penjelasan Pin – pin IC L298N .....	10
<b>Tabel 2.</b> Pin yang digunakan pada IC L298N .....	29
<b>Tabel 3.</b> <i>Rule Base Fuzzy</i> .....	37
<b>Tabel 4.</b> Variabel Linguistik <i>output</i> motor DC .....	39
<b>Tabel 5.</b> Port yang diuji pada <i>ATmega 8535</i> .....	43
<b>Tabel 6.</b> Tabel hasil pengujian sensor sonar 1 dan 2 di darat .....	47
<b>Tabel 7.</b> Tabel Pengujian Sensor Sonar 1 dan 2 di air.....	48
<b>Tabel 8.</b> Hasil Pengujian Motor DC .....	50
<b>Tabel 9.</b> Kecepatan Motor Saat Didalam Air .....	51
<b>Tabel 10.</b> <i>Rule base</i> .....	53
<b>Tabel 11.</b> <i>Rule base</i> .....	55
<b>Tabel 12.</b> <i>Rule base</i> .....	57
<b>Tabel 13.</b> Perhitungan Manual .....	59
<b>Tabel 14.</b> Hasil Pengujian C#.....	60
<b>Tabel 15.</b> Perbandingan Hasil Program, Manual dan Matlab .....	66



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pada zaman ini kendaraan bawah air terus dikembangkan terlepas dari banyaknya fungsi yang bisa dilakukan oleh kendaraan bawah air tersebut yakni sebagai pemantau wilayah perairan suatu negara, pencarian benda dibawah laut, mengawasi flora dan fauna bawah laut dan lain-lain. Berdasarkan sistem pengendaliannya kendaraan bawah air terbagi dua jenis yaitu *Autonomous Underwater Vehicles* (AUV) dan *Remoted Operated Vehicles* (ROV). AUV adalah kendaraan bawah air yang bergerak secara otonom, sedangkan ROV adalah kendaraan bawah air yang digerakkan oleh *remote control* dari atas permukaan air [1]

Dengan adanya kendaraan bawah air yang bisa menyelam kita bisa melakukan pengamatan bawah air yang memiliki beberapa resiko yaitu adanya area-area yang sulit dijangkau manusia, perairan yang terkena limbah beracun, terbatasnya oksigen, terjadinya tekanan hidrostatis pada tubuh penyelam, serta resiko tinggi akibat adanya serangan hewan buas [2]. Untuk proses menyelam dan mengapung sangat diperlukan untuk kendaraan bawah air terutama untuk kendaraan otonom seperti AUV yang memerlukan sistem yang bisa mengetahui halangan saat akan menyelam dan mengapung.

Di dunia nyata kendaraan bawah laut saat beroperasi pasti menghadapi gelombang air laut sehingga ketika berjalan kendaraan bawah air pasti bergoncang. Karena itu sebuah kendaraan bawah laut harus bisa stabil atau mempertahankan posisinya saat beroperasi dibawah laut agar tidak terjadi kecelakaan [3][4]

Tidak hanya menjaga kestabilan tapi mengetahui posisi dan lingkungan merupakan prasyarat dari AUV. Kesalahan lokalisasi dapat menyebabkan kegagalan misi, kerusakan atau bahkan kehilangan AUV. Dengan menggunakan sensor sonar kita bisa mengetahui apa yang ada di bawah air. Adapun aspek utama dalam mengawasi lingkungan laut adalah mendeteksi dan mengukur. Dengan

adanya sensor dapat mendeteksi *object* dari segala arah, sinyal akustik menembus lebih baik daripada gelombang cahaya dan radio atau jenis lain di bawah air. Sensor sonar menggunakan sinyal akustik karena itu untuk kendaraan bawah laut sensor yang digunakan adalah sensor sonar [5][6]

Pada tugas akhir ini *lifting control system* menggunakan sensor sonar untuk mengetahui jarak di bawah AUV dan *lifting* saat berada didalam air.

Penerapan *lifting control system* pada AUV dalam mengetahui objek di bawah AUV dan menjaga kestabilan AUV saat menghindari halangan, dibutuhkan metode pada *lifting control system* tersebut. Dikarenakan permukaan air laut, danau, atau sungai tidak rata karena geografisnya terutama daerah yang dangkal, begitupun dengan arus yang berada di bawah air akan memberikan *input* yang tidak selalu pasti pada sensor sonar, karena itu pada tugas akhir ini penulis memilih menggunakan metode *fuzzy*. Metode *fuzzy* merupakan suatu proses pengambilan keputusan berbasis aturan yang bertujuan memecahkan masalah, dimana sistem tersebut sulit untuk dimodelkan atau terdapat ambiguitas dan ketidakjelasan yang berlimpah [3]

Pada tugas akhir ini akan digunakan metode *fuzzy* sugeno pada AUV untuk *lifting control system* dengan menggunakan sensor sonar untuk menghindari halangan dengan cara *lifting*.

## 1.2. Tujuan dan Manfaat

Tujuan yang dapat dicapai dari tugas akhir ini adalah :

1. Mengimplementasikan *lifting control system* pada AUV.
2. Mengimplementasikan metode *fuzzy* sugeno pada AUV.

Manfaat yang didapat dari tugas akhir ini adalah :

1. Penerapan sensor sonar pada AUV agar dapat mengetahui posisi dan mendeteksi halangan saat di dalam air.
2. Menerapkan metode *fuzzy* sugeno pada AUV agar dapat bergerak *lifting* secara otonom di dalam air.

### 1.3. Rumusan dan Batasan Masalah

Rumusan masalah yang dibahas pada tugas akhir ini yaitu bagaimana membuat sebuah *lifting control system* yang dapat stabil saat menghindari halangan dengan menggunakan metode *fuzzy* Sugeno dimana *underwater vehicles* tersebut dapat bergerak secara *autonomous*.

Berikut ini adalah batasan - batasan masalah pada tugas akhir, yakni sebagai berikut :

1. Perancangan pemrosesan *hardware* menggunakan mikrokontroller, kontrol motor menggunakan *driver* motor dan menggunakan motor dc untuk mendorong dan mengisi tanki *ballast* pada AUV.
2. Memiliki dua sensor sonar untuk mendeteksi halangan di depan AUV.
3. Proses menyelam menggunakan air yang dimasukkan pada tangki *ballast* dan menggunakan motor DC sebagai pendorong untuk *lifting* di dalam air.

### 1.4. Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan memiliki beberapa tahapan yaitu :

1. Tahap Pertama (Studi Pustaka / Literatur)  
Tahap ini dilakukan dengan cara mencari informasi ke perpustakaan, membaca *literature*, referensi jurnal tentang sensor sonar dan metode *fuzzy* Sugeno maupun pada sistem lainnya sehingga dapat menunjang penulisan laporan tugas akhir.
2. Tahap Kedua (Inisialisasi Perancangan)  
Tahap kedua ini merupakan inisialisasi perancangan, dimana mempersiapkan hal-hal apa saja yang dibutuhkan agar terbentuknya *lifting control system* pada AUV.
3. Tahap Ketiga (Perancangan Sistem)  
Tahap ini akan dilakukan perancangan sistem pada AUV dengan membuat rancangan pada hardware maupun software.

4. Tahap Keempat (Pengujian dan Validasi Sistem Navigasi Robot)  
Tahap ini akan melakukan pengujian dan validasi data dari *lifting control system* yang telah dirancang dengan menggunakan beberapa parameter pengujian sehingga diperoleh data hasil pengujian untuk mendapatkan fungsi optimal dari sistem yang telah dibuat.
5. Tahap Kelima (Analisis dan kesimpulan Sistem)  
Tahap ini akan dilakukan analisis dan kesimpulan dari hasil pengujian yang telah dilakukan sebelumnya. Dari pengujian tersebut dapat diketahui kekurangan dari sistem yang dibuat sehingga dapat dikembangkan untuk penelitian selanjutnya.

### 1.5. Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan dalam menyusun tugas akhir ini dan memperjelas isi dari setiap bab pada laporan, sistematika penulisannya adalah sebagai berikut :

- **BAB I. Pendahuluan**

Bab ini akan menjelaskan tentang latar belakang masalah, tujuan dan manfaat, perumusan masalah, batasan masalah, metodologi penelitian, serta sistematika penulisan.

- **BAB II. Tinjauan Pustaka**

Bab ini akan menjelaskan tentang kerangka teori yang dibutuhkan pada *lifting control system* pada AUV menggunakan metode *fuzzy*.

- **BAB III. Metodologi**

Bab ini akan menjelaskan tentang langkah-langkah (metodologi) perancangan hardware dan software pada tugas akhir ini.

- **BAB IV. Hasil dan Analisa**

Bab ini akan menjelaskan tentang hasil dari pengujian yang telah dilakukan, dari hasil tersebut akan dilakukan analisa agar mendapatkan data yang akurat.

- **BAB V. Kesimpulan dan Saran**

Bab ini akan menjelaskan tentang kesimpulan yang didapat dari data penelitian yang telah dilakukan. Dan saran yang diharapkan dapat membuat penelitian ini dikembangkan lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. E. P. Subekti, A. Rusdinar, and P. D. Wibawa, *Desain Sistem Pengendali Pintu Air Otomatis Menggunakan Logika Fuzzy Berbasis Ketinggian Permukaan Sungai dan Komunikasi Frekuensi Radio*. Universitas Telkom, 2015.
- [2] Baharuddin, R. S.Sadjad, and M. Tola, *Sistem Kendali Kecepatan Motor DC Berbasis PWM (Pulse Width Modulation)*. Universitas Hasanuddin, 2014.
- [3] M. I. Nugroho, Sumardi, and T. Andromeda, *Aplikasi Mikrokontroler Atmel ATmega8515 Sebagai Pembangkit dan Penghitung Frekuensi*. Universitas Diponegoro, 2011.
- [4] Suyanto, *Soft Computing*. Bandung: Informatika, 2008.
- [5] Suyanto, *Artificial Intelligence*. Bandung: Informatika, 2011.
- [6] K. Siantidis, “Side Scan Sonar Based Onboard SLAM System for Autonomous Underwater Vehicles,” *IEEE J. Ocean. Eng.*, pp. 195–200, 2016.
- [7] M. Inc, “XL - MaxSonar ® - WR/WRC ™ Series,” *MaxBotix Incorporated*, pp. 1–20, 2015.
- [8] A. Mubarok, Wahyudi, and I. Setiawan, *Pendeteksi Rotasi Menggunakan Gyroscope Berbasis Mikrokontroler ATmega8535*. Universitas Diponegoro, 2011.
- [9] D. P. Sinaga, E. Susanto, and R. Nugraha, *Rancang Bangun Kestabilan Posisi Sistem Kendali Manual Robot Kapal Selam Menggunakan Metode Fuzzy Logic*. Universitas Telkom, 2016.
- [10] S. Abdullah, E. Susanto, and R. Nugraha, *Rancang Bangun Kestabilan Laju Robot Kapal Selam Berbasis Mikrokontroler*. Universitas Telkom, 2016.
- [11] Y. Chandra, D. S. Purnomo, and E. Suryawati, *Rancang Bangun Sistem Ballast pada ROV (Remotely Underwater Vehicle)*. Institut Teknologi Sepuluh November, 2011.

- [12] M. A. H. Koli, E. D. Marindani, and A. Hartoyo, *Rancang Bangun Robot Bawah Air Mini ROV ( Remotely Operated Vehicles ) Berbasis Mikrokontroler ATmega16*. Universitas Tanjungpura, 2015.
- [13] M. N. Fauzi, *Sistem Navigasi pada Wahana Bawah Air Tanpa Awak*. Institut Teknologi Sepuluh November, 2009.