

**SKIRPSI**  
**PERANCANGAN KONTROL POSISI *AUTONOMOUS***  
***BUOY* PADA SISTEM KERAMBA JARING APUNG**  
**MENGGUNAKAN PENGENDALI PID**



**Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada**  
**Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik**  
**Universitas Sriwijaya**

**Oleh :**

**MUHAMMAD TERANGGONO RACHMATULLAH**  
**03041381924098**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2023**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**PERANCANGAN KONTROL POSISI *AUTONOMOUS BUOY* PADA**  
**SISTEM KERAMBA JARING APUNG MENGGUNAKAN**  
**PENGENDALI PID**



**Disusun Untuk Memenuhi Syarat mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada**  
**Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik**  
**Univeristas Sriwijaya**

**Oleh:**

**MUHAMMAD TERANGGONO RACHMATULLAH**

**03041381924098**

**Mengetahui,**

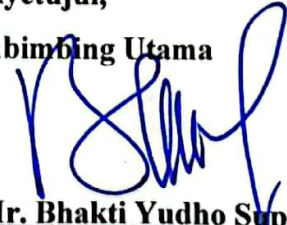
**Ketua Jurusan Teknik Elektro**

  
**Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D**  
**NIP. 197108141999031005**

**Palembang, 26 Juli 2023**

**Menyetujui,**

**Pembimbing Utama**

  
**Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T., IPM**  
**NIP. 197502112003121002**

## HALAMAN PERNYATAAN DOSEN

Saya sebagai pembimbing dengan ini menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya ruang lingkup dan kualitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (S1).

Tanda Tangan

:



Pembimbing Utama : Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T., IPM

Tanggal

: 26 Juli 2023

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Teranggono Rachmatullah  
NIM : 03041381924098  
Fakultas : Teknik  
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro  
Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil Pengecekan Software *iThenticate/Turnitin*: 2%

Menyatakan bahwa laporan hasil penelitian saya yang berjudul **“Perancangan Kontrol Posisi *Autonomous Buoy* pada Sistem Keramba Jaring Apung Menggunakan Pengendali PID”** merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan.

Palembang, 26 Juli 2023



M Teranggono R

NIM.03041381924098

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK  
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M Teranggono R  
NIM : 03041381924098  
Jurusan : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**PERANCANGAN KONTROL POSISI *AUTONOMOUS BUOY* PADA  
SISTEM KERAMBA JARING APUNG MENGGUNAKAN PENGENDALI  
PID**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Palembang

Pada tanggal: 26 Juli 2023

  
M Teranggono R

NIM.03041381924098

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT. serta shalawat dan salam penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat. Atas Berkat dan Rahmat-Nya serta dukungan keluarga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perancangan Kontrol Posisi *Autonomous Buoy* pada Sistem Keramba Jaring Apung Menggunakan Pengendali PID”.

Pembuatan skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua dan keluarga saya yang sudah memberikan dukungan fisik /materil dan mental sehingga saya bisa berjuang menyelesaikan skripsi dan tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T., IPM selaku pembimbing utama tugas akhir ini yang telah memberikan bimbingan dan memberikan ilmu selama proses penulisan skripsi serta memberikan arahan kepada penulis selama masa perkuliahan.
3. Ibu Dr. Ir. Eng. Suci Dwijayanti S.T., Ibu Hera Hikmarika, S.T., M.Eng., Bapak Ir. Zaenal Husin, M.Sc., Bapak Irmawan, S.Si., IPM., Bapak Baginda Oloan Siregar, S.T., M.T., dan Bapak Rendyansyah, S.Kom., M.T. sebagai dosen Teknik Kendali dan Robotika yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan serta selaku pencetus, pengembang ide, dan memberikan arahan pada tugas akhir ini.
4. Dosen pembimbing akademik, Bapak Dr. Ir. H. Syamsuri Zaini, M.M., yang telah memberikan arahan serta bimbingan kepada saya sejak mahasiswa baru, memberikan saran, masukan, dan bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung selama saya berkuliah di Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
6. Teman satu tim Sistem Keramba Jaring Apung Otomatis, Khoirul Amaly, Ishran Aprizal, Finandra Nusantara, dan M. Deka Ruliansyah.

7. Teman Teknik Kendali dan Robotik Angkatan 2019, Rosidi, Javen Jonathan, Farhan Abie Ardandy, Dimsyiar Al-Hafiz, Regita Fortuna Sinulingga, M. Rizky, dan Darryl Prasanna yang telah berjuang bersama, memberikan dukungan dan membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Adik tingkat konsentrasi Teknik Kendali dan Robotika yang telah membantu penulis dalam menyusun tugas akhir ini.
9. Teman-teman klub Robotika Unsri yang selalu membantu juga menyemangati selama proses penulisan skripsi ini.
10. Dan pihak-pihak yang sangat membantu dalam penyusunan skripsi ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Di dalam penyusunan skripsi ini, masih terdapat kekurangan karena keterbatasan penulis, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar dapat menjadi evaluasi untuk penelitian yang lebih baik bagi penulis di masa yang akan datang.

Palembang, 20 Juli 2023

M Teranggono R  
NIM. 03041381924098

**ABSTRAK**  
**PERANCANGAN KONTROL POSISI AUTONOMOUS BUOY PADA**  
**SISTEM KERAMBA JARING APUNG MENGGUNAKAN PENGENDALI**  
**PID**

(M Teranggono R, 03041381924098, 2023, 81 halaman)

---

Keramba jaring apung(KJA) merupakan salah satu pemanfaatan potensi perairan Indonesia. KJA memiliki banyak kelebihan, akan tetapi memiliki juga beberapa permasalahan. Permasalahan yang ditemui pada pembudiyaaann ikan menggunakan KJA biasanya di selesaikan dengan pemindahan posisi keramba. Namun pemindahan tersebut juga menimbulkan permasalahan baru, yaitu kematian ikan yang lebih banyak serta biaya yang besar pada proses. Untuk menyelesaikan masalah tersebut dirancang sebuah sistem yang dinamakan sistem keramba jaring apung otomatis. Dimana KJA tersebut memanfaatkan sensor yang diletakan pada *autonomous buoy*. Namun *autonomous buoy* tersebut memiliki masalah terhadap pergerakannya, khususnya masalah terhadap mempertahankan posisi pada tempat yang diinginkan. Penelitian ini dilakukan untuk menyelsaikan masalah tersebut dengan merancang *autonomous buoy* berbasis PID. Pengujian sistem secara langsung dimulai dengan PID *Controler* menggunakan *trial and error tuning* dan *ziegler-nichols tuning*. Penelitian ini menunjukkan bahwa hasil terbaik yaitu menggunakan metode PID *Controler* dengan *ziegler-nichols tuning* dengan nilai kp sebesar 3.162, ki sebesar 3.162, dan kd sebesar 0.79 dengan rata-rata *error* jarak 0,78m untuk buoy1, 0,85m untuk buoy2, 0,88m untuk buoy3 dan 0,81m untuk buoy4, hal ini juga dibuktikan dengan hasil visualisasi rute dan *error heading* yang diperoleh.

Kata kunci: *autonomous buoy*, PID *Controler*, keramba jaring apung, *ziegler-nichols*, *trial and error*, kontrol posisi.



## ABSTRACT

### ***DESIGN OF POSITIONING CONTROL OF AUTONOMOUS BUOY IN FLOATING NET CAGE SYSTEM USING PID CONTROLLER***

(M Teranggono R, 03041381924098, 2023, 81 pages)

---

*Floating net cage(KJA) is one of the ways to utilize Indonesia's aquatic potential. KJA has numerous advantages however, it also comes with some issues. The problems encountered in fish farming using KJA are often resolved by relocating the fish cages. Nevertheless, this relocation gives rise to new challenges, such as increased fish mortality and higher costs during the process. To address these issues, a system called the Autonomous Buoy-based Floating Net Cage System is designed. This Autonomous Buoy incorporates sensors to help maintain its position effectively. However, it encounters challenges with its movements, particularly in maintaining its desired position. This research aims to solve this problem by designing an Autonomous Buoy based on the Proportional-Integral-Derivative (PID) control system. The direct system testing begins with the PID Controller, using trial and error tuning and Ziegler-Nichols tuning. The study shows that the best results are achieved using the PID Controller with Ziegler-Nichols tuning with  $k_p$  is 3.162,  $k_i$  is 3.162, and  $k_d$  is 0.79 with generate in average distance error of 0.78m for buoy1, 0.85m for buoy2, 0.88m for buoy3, and 0.81m for buoy4, which is further supported by the visualization of the route and the obtained error heading.*

*Keywords: autonomous buoy, PID Controler, floating net cage, ziegler-nichols, trial and error, positioning control.*

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN DOSEN.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xv</b>
<b>PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Keaslian Penelitian.....	3
<b>TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 <i>State of the Art</i> .....	5
2.2 <i>Autonomous Buoy</i> .....	10
2.3 <i>Haversine Formula</i> .....	10
2.4 <i>Bearing</i> .....	11
2.5 Sistem Kontrol PID .....	11
<b>METODE PENELITIAN .....</b>	<b>15</b>
3.1 Studi Literatur .....	15
3.2 Perancangan Sistem .....	15
3.2.1 Perancangan <i>Autonomous Buoy</i> .....	17
3.2.2 Perancangan <i>Software</i> .....	18
3.2.3 Perancangan <i>Hardware</i> .....	18
3.2.3.1 Desain <i>autonomous buoy</i> .....	18
3.2.3.2 Arduino Mega 2560.....	19
3.2.3.3 Sensor .....	19
3.2.3.4 Modul HMC5883l .....	20
3.2.3.5 Ublox Neo-M8n .....	20
3.2.3.6 Motor Driver.....	21
3.2.3.7 Bilge Pump .....	21
3.3 Pengambilan Data .....	21

3.4	Pengujian Sistem.....	22
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>24</b>
4.1.	Perancangan alat.....	24
4.2.	Pengujian Pencarian Konstanta PID Ziegler-Nichols Secara <i>Real Time</i> 25	
4.3.	Pengujian Pencarian Konstanta PID <i>Trial and Error</i> Secara <i>Real Time</i> 25	
4.4.	Pengujian Alat.....	27
4.3.1.	Pengujian Menggunakan <i>Wireless Controller</i> .....	27
4.3.2.	Pengujian <i>Batch</i> .....	27
4.3.3.	Pengujian <i>Autonomous Buoy</i> Menggunakan <i>PID Controller</i> .....	32
4.3.1.	Pengujian <i>Autonomous Buoy</i> dengan PID dengan <i>trial and error tuning</i> .....	34
4.3.2.	Pengujian <i>Autonomous Buoy</i> dengan PID menggunakan <i>ziegler-nichols tuning</i> .....	46
4.3.4.	Pengujian <i>Autonomous Buoy</i> Menggunakan <i>PID Controller</i> dengan <i>Decision Making</i> .....	59
<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>64</b>
5.1.	Kesimpulan .....	64
5.2.	Saran.....	64
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>65</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kurva respon sistem [14]. .....	6
Gambar 2. 2 Respon arah buoy saat berbelok [13]. (a) Respon sistem saat berbelok 90° ke kanan. (b) Respon sistem saat berbelok 90° ke kiri.....	7
Gambar 2. 3 Posisi buoy menggunakan GNSS [13]......	7
Gambar 2. 4 Jarak menuju target [13]......	8
Gambar 2. 5 Respon <i>heading</i> [12]. .....	8
Gambar 2. 6 Eksperimen <i>dynamic positioning</i> selama uji coba di laut lepas. (a) Posisi titik dan (b) respon dari buoy saat melakukan DP di sekitar 4 titik [12]......	9
Gambar 2. 7 Respon eror pada <i>drifting buoy</i> . (a) Respon eror delta-X. (b) Respon eror delta-Y [15]......	10
Gambar 2. 8 Diagram Blok PID.....	12
Gambar 2. 9 Grafik respon keluaran <i>gain proporsional</i> . .....	13
Gambar 2. 10 Grafik respon <i>gain integral dan derivative</i> . (a) Grafik respon keluaran <i>gain integral</i> . (b) Grafik respon keluaran <i>gain derivative</i> .....	13
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Penelitian .....	15
Gambar 3. 2 <i>Flowchart</i> Sistem .....	16
Gambar 3. 3 Sistem Keramba Jaring Apung.....	17
Gambar 3. 4 <i>Flowchart</i> pada <i>autonomous buoy</i> . (a) <i>Flowchart</i> kontrol posisi. ...	18
Gambar 3. 5 Desain <i>autonomous buoy</i> .....	19
Gambar 3. 6 Modul HMC5883L.....	20
Gambar 3. 7 Modul GPS Ublox Neo-M8N .....	20
Gambar 3. 8 Motor <i>Driver</i> BTS7960.....	21
Gambar 4. 1 Hasil perancangan <i>autonomous buoy</i> .....	24
Gambar 4. 2 Grafik pengujian <i>tunning</i> Ziegler-Nichols .....	25
Gambar 4. 3 Pegujian <i>autonomous buoy</i> dengan <i>wireless controller</i> . (a) Berlokasi Kambang Iwak kecil. (b) Berlokasi sungai Kramasan.....	27
Gambar 4. 4 Rute Pengujian Batch.....	28
Gambar 4. 5 Grafik pergerakan <i>autonomous buoy</i> . (a) <i>buoy1</i> . (b) <i>bouy2</i> . (c) <i>buoy3</i> . (d) <i>buoy4</i> .....	29
Gambar 4. 6 Contoh perhitungan kalkulasi <i>online</i> .....	32
Gambar 4. 7 <i>Heading autonomous buoy</i> .....	33

Gambar 4. 8 Rute dan formasi <i>autonomous buoy</i> . (a) Rute perjalanan <i>autonomous buoy</i> . (b) Formasi <i>autonomous buoy</i> .....	34
Gambar 4. 9 Bentuk formasi <i>autonomous buoy</i> . (a) Rute 1. (b) Rute 2. (c) Rute 3. (d) Rute 4 .....	35
Gambar 4. 10 Grafik pergerakan <i>buoy1</i> .....	36
Gambar 4. 11 <i>Error heading buoy 1</i> . (a) Titik 1 menuju 2. (b) Titik 2 menuju 3. (c) Titik 3 menuju 4. (d) Titik 4 menuju titik 5.....	36
Gambar 4. 12 Grafik rute pergerakan <i>buoy 2</i> .....	38
Gambar 4. 13 <i>Error heading buoy 2</i> . (a) Titik 1 menuju 2. (b) Titik 2 menuju 3. (c) Titik 3 menuju 4. (d) Titik 4 menuju titik 5.....	39
Gambar 4. 14 Grafik rute perjalanan <i>buoy 3</i> .....	41
Gambar 4. 15 Grafik <i>error heading buoy 3</i> . (a) Titik 1 menuju 2. (b) Titik 2 menuju 3. (c) Titik 3 menuju 4. (d) Titik 4 menuju titik 5.....	41
Gambar 4. 16 Grafik Rute pergerakan <i>buoy 4</i> .....	43
Gambar 4. 17 Grafik <i>error heading buoy 4</i> . (a) Titik 1 menuju 2. (b) Titik 2 menuju 3. (c) Titik 3 menuju 4. (d) Titik 4 menuju titik 5.....	44
Gambar 4. 18. Rute pergerakan seluruh <i>buoy</i> .....	47
Gambar 4. 19 Formasi pergerakan seluruh <i>buoy</i> .....	48
Gambar 4. 20 Grafik rute perjalanan <i>buoy 1</i> .....	48
Gambar 4. 21. Grafik <i>error heading buoy 1</i> (a) Titik 1 menuju 2. (b) Titik 2 menuju 3. (c) Titik 3 menuju 4. (d) Titik 4 menuju titik 5.....	49
Gambar 4. 22 Grafik rute perjalanan <i>buoy2</i> .....	51
Gambar 4. 23 Grafik <i>error heading</i> . (a) Titik 1 menuju 2. (b) Titik 2 menuju 3. (c) Titik 3 menuju 4. (d) Titik 4 menuju titik 5. ....	51
Gambar 4. 24. Grafik rute perjalanan <i>buoy 3</i> .....	54
Gambar 4. 25. Grafik <i>errorheading buoy3</i> . (a) Titik 1 menuju 2. (b) Titik 2 menuju 3. (c) Titik 3 menuju 4. (d) Titik 4 menuju titik 5.....	54
Gambar 4. 26 Grafik rute perjalanan <i>buoy4</i> .....	57
Gambar 4. 27. Grafik <i>error heading buoy4</i> . (a) Titik 1 menuju 2. (b) Titik 2 menuju 3. (c) Titik 3 menuju 4. (d) Titik 4 menuju titik 5.....	57
Gambar 4. 28 Pengujian sistem KJA titik awal (a), titik 1 (b), titik 2 (c), titik 3 (d) .....	60

Gambar 4. 29 Grafik rute perjalanan seluruh buoy. (a) buoy1. (b) buoy2. (c) buoy3. (d) buoy4 .....	61
Gambar 4. 30. Grafik <i>error heading</i> keseluruhan buoy. (a) buoy1. (b) buoy2. (c) buoy3. (d) buoy4 .....	62

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Parameter dari kontroler PID .....	5
Tabel 2. 2 Parameter Pada PID Kontroler.....	6
Tabel 2. 3 Hasil respon saat berbelok 90° .....	6
Tabel 2. 4. Metode <i>Ziegler–Nichols</i> .....	14
Tabel 4. 1 Parameter PID metode <i>tunning</i> Ziegle-Nichols .....	25
Tabel 4. 2 Koordinat <i>target</i> dan jarak <i>target</i> tes <i>batch</i> .....	29
Tabel 4. 3 Jarak tujuan pada arduino .....	30
Tabel 4. 4 Jarak tujuan pada kalkulasi <i>online</i> .....	31
Tabel 4. 5 Arah <i>heading autonomous buoy</i> .....	33
Tabel 4. 6 Parameter PID metode <i>trial and error</i> .....	34
Tabel 4. 7 Titik koordinat tujuan dan jarak pada buoy 1 .....	37
Tabel 4. 8 Perbandingan antara jarak yang terbaca dengan jarak sesungguhnya .	38
Tabel 4. 9 Titik koordinat tujuan dan jarak pada buoy 2 .....	40
Tabel 4. 10 Perbandingan antara jarak yang terbaca dengan jarak sesungguhnya	40
Tabel 4. 11. Titik koordinat tujuan dan jarak pada buoy 3 .....	42
Tabel 4. 12. Perbandingan antara jarak yang terbaca dengan jarak sesungguhnya .....	42
Tabel 4. 13. Titik koordinat tujuan dan jarak pada buoy 4 .....	45
Tabel 4. 14. Perbandingan antara jarak yang terbaca dengan jarak sesungguhnya .....	45
Tabel 4. 15. Titik koordinat tujuan dan jarak pada buoy 1 .....	50
Tabel 4. 16. Perbandingan antara jarak yang terbaca dengan jarak sesungguhnya .....	50
Tabel 4. 17 Titik koordinat tujuan dan jarak pada buoy 2 .....	52
Tabel 4. 18. Perbandingan antara jarak yang terbaca dengan jarak sesungguhnya .....	53
Tabel 4. 19. Titik koordinat tujuan dan jarak pada buoy 3 .....	54
Tabel 4. 20. Perbandingan antara jarak yang terbaca dengan jarak sesungguhnya .....	56
Tabel 4. 21. Titik koordinat tujuan dan jarak pada buoy 4 .....	58

Tabel 4. 22. Perbandingan antara jarak yang terbaca dengan jarak sesungguhnya .....	58
Tabel 4. 23 Titik koordinat tujuan dan jarak keseluruhan buoy .....	62
Tabel 4. 24 Perbandingan antara jarak yang terbaca dengan jarak sesungguhnya	63



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki 17.508 pulau, dengan batas laut mencapai 3.257.357 km<sup>2</sup>, sedangkan luas daratannya mencapai 1.919.443 km<sup>2</sup>. Secara total luas lautan dan daratan mencapai 5.176.800 km<sup>2</sup> [1]. Dengan luas lautan tersebut Indonesia memiliki potensi perikanan kurang lebih hingga 6,4 juta ton pertahun, terdiri dari : pelagis besar, pelagis kecil, demersal, udang penaeid, lobster, cumi-cumi, dan ikan konsumsi karang [2]. Keramba Jaring Apung (KJA) merupakan salah satu pemanfaatan potensi perairan Indonesia [3]. Keramba jaring apung memiliki banyak kelebihan, akan tetapi memiliki juga kekurangan. Salah satunya adalah untuk menjaga dan menyesuaikan kualitas air sebagai media tempat pemeliharaan ikan. Kualitas air yang buruk pada keramba jaring apung menyebabkan kematian massal pada ikan [4].

Untuk mengatasi masalah ini, dibutuhkan suatu sistem keramba jaring apung yang dapat bergerak menyesuaikan kualitas air. Sistem ini juga dilengkapi dengan pelampung (*buoy*) *autonomous* yang memiliki aktuator dan sensor sehingga dapat bergerak dan memonitoring kualitas air yang cocok bagi ikan dengan cara membandingkan nilai antar pelampung lain. Bagian terpenting dalam *buoy* ini adalah sistem kedali untuk mengontrol posisi pelampung agar dapat mencapai *Dynamic Position* (DP). Sistem kontrol DP mempertahankan struktur benda terapung dalam posisi tetap atau jalur yang telah di tentukan sebelumnya untuk operasi kelautan secara eksklusif menggunakan pendorong aktif [5].

Beberapa penelitian yang telah dilakukan mengenai pelampung *autonomous*, seperti penelitian yang dilakukan oleh Dangquan Zhang, Muhammad Aqeel Ashraf, *et al.* [6], mengenai *dynamic modeling* dan kontrol adaptif menggunakan penggabungan antara *neural networks* dan kontroler *fuzzy*. Prototipe *mini-bouy* menggunakan kontroler PID diteliti oleh John F. Vesecky, Kenneth Laws, *et al.* [7]. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Alexander T. Demetillo, Michelle V. Japitana, *et al.*, mengenai sistem pemantauan kualitas air menggunakan pelampung [8]. Pada penelitian ini menggunakan sensor pendukung

seperti, suhu, *dissolved oxygen* (DO), dan PH. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Juan D. Medina, Alejandro Arias, *et al.* [9] , mengenai pemantauan kualitas air jarak jauh dalam budidaya ikan menggunakan sensor suhu, pH, dan oksigen terlarut, mentransmisikan informasi secara lokal melalui *wide-area network protocol* ke *gateway* yang terhubung ke layanan cloud untuk penyimpanan dan visualisasi data. Penelitian yang dilakukan oleh Mohd Akmal Helmi, Muhammad Hafiz M, *et al.*, mengenai pemantauan kualitas danau menggunakan pelampung mobile yang dikendalikan dari jarak jauh [10]. Pada penelitian tersebut, pengguna memasukkan koordinat yang diinginkan ke *Graphical User Interface* (GUI) dari komputer jarak jauh kemudian pelampung akan bergerak ke koordinat yang diinginkan yang bergantung pada pembacaan arus Global Positioning System (GPS).

Penelitian-penelitian diatas hanya membahas mengenai *dynamic position* yang diimplementasikan pada pelampung [6] [7] [10], dimana pelampung tersebut memiliki fungsi yang sangat terbatas dibandingkan dengan keramba jaring apung. Sehingga *dynamic position* harus diterapkan pada keramba jaring apung dengan menggunakan beberapa *buoy* untuk mempermudah proses menyesuaikan kualitas air secara otomatis. Selain itu, penelitian-penelitian sebelumnya hanya terbatas pada monitoring kualitas air menggunakan pelampung [8] [9] [10], tanpa memperhatikan posisi yang paling dari kualitas air yang baik. Sehingga, pada penelitian ini akan dikembangkan suatu keramba jaring apung otomatis yang dapat bergerak menyesuaikan posisi untuk mendapatkan kualitas air yang baik ikan.

Pada penelitian ini, sistem kendali posisi yang digunakan berbasis PID kontroler. Kontroler PID adalah suatu sistem yang memiliki struktur yang sederhana dan mudah untuk implementasiannya dalam berbagai sistem [11], termasuk pada keramba jaring apung

## **1.2. Perumusan Masalah**

Permasalahan utama pada keramba jaring apung autonomus adalah kemampuan untuk berpindah ketempat yang memiliki kualitas air yang baik. Permasalahan tersebut dapat diatasi menggunakan suatu pelampung yang memiliki aktuator dan sensor-sensor pendukung. Pelampung ini akan bergerak mencari

tempat yang memiliki kualitas air yang baik dan mengirimkan arah titik tersebut kepada keramba jaring apung. Pelampung tersebut harus memiliki suatu sistem kontrol agar mampu berkerja dengan maksimal. Salah satu kemampuan tersebut adalah mempertahankan posisi pada suatu koordinat yang telah ditentukan akibat perubahan arah angin dan ombak. Oleh sebab itu, kontrol posisi pelampung harus diperhatikan. Dengan kontrol posisi yang baik, pelampung dapat memonitoring kualitas air dengan baik pula. Sehingga kematian pada ikan di keramba jaring apung dapat diminimalisir.

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk merancang suatu sistem kendali posisi pada pelampung yang dapat mengirimkan arah titik koordinat kualitas air terbaik kepada keramba jaring apung. Sistem kendali tersebut akan diimplementasikan menggunakan PID kontroler. Penelitian ini juga akan menguji performansi dari PID kontroler dalam sistem kendali posisi pada pelampung.

### **1.4. Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Menggunakan kontroler PID untuk mempertahankan posisi
2. Metode yang digunakan untuk menentukan parameter PID adalah *Ziegler–Nichols* dan *trial and error*.
3. Penelitian dilakukan pada perairan darat

### **1.5. Keaslian Penelitian**

Dalam kurun waktu beberapa tahun terakhir terdapat penelitian yang membahas mengenai sistem kontrol posisi pelampung *autonomous* seperti penelitian yang dilakukan oleh Đula Nađ, Nikola Miškovi ´c, *et al.*, mengenai *unmanned surface vessel* (USV) menggunakan kontroler PI dan *navigation* filter (perluasan dari kalman filter) sebagai input [12]. Mereka menyimpulkan, model matematika yang dibuat dapat mengontrol *heading* dan DP bahkan ketika derajat kebebasan (yaw, surge, dan sway) digerakan bersamaan. Pada penelitian ini juga menjelaskan USV dapat mengikuti garis lurus dengan baik.

Pada penelitian yang dilakukan Erik Anderberg dan Martin Olanders menjelaskan bahwa pelampung tidak memiliki *error* yang statis atau masalah dengan ketidakstabilan saat menyesuaikan arahnya. *Overshoot* dan *rise time* terlihat sedikit perbedaan saat belok kanan dan kiri, terjadi diakibatkan beberapa pengukuran [13]. Terjadi sedikit fluktuasi antara titik yang diinginkan dan titik diam.

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Qishun Song, Xiaoping Yu, *et al.*, membandingkan konvensional PID dengan *fuzzy-PID* menggunakan MATLAB [14]. Hasil penelitian menunjukan bahwa kontroler *fuzzy-PID* memiliki karakteristik yang dinamis dan kecepatan respons yang lebih baik, sehingga meningkatkan kemampuan adaptasi dari sistem kontrol pelampung dan meningkatkan akurasi posisi pelampung.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Saksono, “EKONOMI BIRU: SOLUSI PEMBANGUNAN DAERAH BERCIRI KEPULAUAN STUDI KASUS KABUPATEN KEPULAUAN ANAMBAS,” vol. 5, no. 1, pp. 1–12, 2013.
- [2] M. F. Arianto, “Potensi Wilayah Pesisir di Negara Indonesia,” vol. 10, no. 10, pp. 1–7, 2020.
- [3] S. Sukari Agustina, J. Hutabarat, and dan Agung Sudaryono, “Strategi Pengembangan Budidaya Ikan Kerapu dalam Karamba Jaring Apung di Kabupaten Situbondo,” vol. 11, no. 1, pp. 77–87, 2010.
- [4] P. D. Prinajati, “KUALITAS AIR WADUK JATILUHUR DI PURWAKARTA TERHADAP PENGARUH KERAMBA JARING APUNG,” *J. Community Based Environ. Eng. Manag.*, vol. 3, no. 2, pp. 79–86, 2019.
- [5] A. J. Sørensen, “A survey of dynamic positioning control systems,” *Annu. Rev. Control*, vol. 35, no. 1, pp. 123–136, 2011, doi: 10.1016/j.arcontrol.2011.03.008.
- [6] D. Zhang, M. A. Ashraf, Z. Liu, W. X. Peng, M. J. Golkar, and A. Mosavi, “Dynamic modeling and adaptive controlling in GPS-intelligent buoy (GIB) systems based on neural-fuzzy networks,” *Ad Hoc Networks*, vol. 103, pp. 1–11, 2020, doi: 10.1016/j.adhoc.2020.102149.
- [7] J. F. Vesecky, K. Laws, S. I. Petersen, C. Bazeghi, and D. Wiberg, “Prototype autonomous mini-buoy for use in a wireless networked, ocean surface sensor array,” *Int. Geosci. Remote Sens. Symp.*, pp. 4987–4990, 2007, doi: 10.1109/IGARSS.2007.4423981.
- [8] A. T. Demetillo, M. V. Japitana, and E. B. Taboada, “A system for monitoring water quality in a large aquatic area using wireless sensor network technology,” *Sustain. Environ. Res.*, vol. 1, no. 1, pp. 10–12, 2019, doi: 10.1186/s42834-019-0009-4.
- [9] J. D. Medina *et al.*, “Open-source low-cost design of a buoy for remote water

- quality monitoring in fish farming,” *PLoS One*, vol. 17, no. 6 June, pp. 1–14, 2022, doi: 10.1371/journal.pone.0270202.
- [10] A. H. M. A. Helmi, M. M. Hafiz, and M. S. B. S. Rizam, “Mobile buoy for real time monitoring and assessment of water quality,” *Proc. - 2014 IEEE Conf. Syst. Process Control. ICSPC 2014*, no. December, pp. 19–23, 2014, doi: 10.1109/SPC.2014.7086223.
- [11] R. P. Borase, D. K. Maghade, S. Y. Sondkar, and S. N. Pawar, “A review of PID control, tuning methods and applications,” *Int. J. Dyn. Control*, vol. 9, no. 2, pp. 818–827, 2021, doi: 10.1007/s40435-020-00665-4.
- [12] D. D. Nad, N. Mišković, and F. Mandić, “Navigation, guidance and control of an overactuated marine surface vehicle,” *Annu. Rev. Control*, vol. 40, pp. 172–181, 2015, doi: 10.1016/j.arcontrol.2015.08.005.
- [13] E. Anderberg and M. Olanders, “RoBuoy,” Royal Institute of Technology, 2021.
- [14] Q. Song, X. Yu, L. Jiang, and T. Li, “Design of omnidirectional positioning buoy based on Fuzzy PID algorithm,” *Proc. - 2020 Int. Conf. Intell. Comput. Autom. Syst. ICICAS 2020*, pp. 354–358, 2020, doi: 10.1109/ICICAS51530.2020.00080.
- [15] A. Husein, A. S. Wibowo, F. T. Elektro, and U. Telkom, “Kontrol Posisi Pada Drifting Buoy Di Sungai Menggunakan Metode Fuzzy Logic Position Control of Drifting Buoy in River Using Fuzzy,” vol. 6, no. 3, pp. 10076–10090, 2019.
- [16] P. Dauni, M. D. Firdaus, R. Asfariani, M. I. N. Saputra, A. A. Hidayat, and W. B. Zulfikar, “Implementation of Haversine formula for school location tracking,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1402, no. 7, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1402/7/077028.
- [17] C. Veness, “Movable Type.” <https://www.movable-type.co.uk/scripts/latlong.html> (di akses 5. Febuari , 2023)