

SKRIPSI

**SISTEM *MONITORING* KUALITAS AIR PADA *AUTONOMOUS*
UNDERWATER VEHICLE DENGAN METODE *FUZZY* BERBASIS
INTERNET OF THINGS (IOT)**



Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik

Universitas Sriwijaya

Oleh :

NYIAYU AISYATUL ADAWIYYAH

03041181722080

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2021

LEMBAR PENGESAHAN
SISTEM *MONITORING* KUALITAS AIR PADA *AUTONOMOUS*
***UNDERWATER VEHICLE* DENGAN METODE *FUZZY* BERBASIS**
INTERNET OF THINGS (IOT)



SKRIPSI

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

Oleh :

NYIAYU AISYATUL ADAWIYYAH

03041181722080

Mengetahui,
Kepa. Jurusan Teknik Elektro




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

Palembang, 27 Juli 2021
Menyetujui,
Pembimbing Utama

Dr. Bhakti Yudho Suprpto. S.T., M.T
NIP : 197502112003121002

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. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T.

Tanggal : 27 / Juli / 2021

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

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

Nama : Nyiayu Aisyatul Adawiyah

NIM : 03041181722080

Jurusan/Prodi : 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:

**SISTEM MONITORING KUALITAS AIR PADA AUTONOMOUS
UNDERWATER VEHICLE DENGAN METODE FUZZY BERBASIS
INTERNET OF THINGS (IOT)**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media /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 : 27 Juli 2021

Yang menyatakan,



Nyiayu Aisyatul Adawiyah
NIM. 03041181722080

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Nyiayu Aisyatul Adawiyyah

NIM : 03041181722080

Fakultas : Teknik

Jurusan/Prodi : Teknik Elektro

Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil Pengecekan *Software iThenticate/Turnitin* : 16 %

Menyatakan bahwa tugas akhir saya yang berjudul ”Sistem *Monitoring* Kualitas Air pada *Autonomous Underwater Vehicle* dengan Metode *Fuzzy* Berbasis *Internet of Things (IoT)*”. 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, 27 Juli 2021



Nyiayu Aisyatul Adawiyyah

NIM. 03041181722080

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT . serta shalawat dan salam penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat. Berkat rahmat dan ridho Allah SWT. penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul ”Sistem *Monitoring* Kualitas Air pada *Autonomous Underwater Vehicle* dengan Metode *Fuzzy* Berbasis *Internet of Things* (IoT) ”.

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. Papa dan Mama yang selalu memberikan doa, dukungan, semangat, kasih sayang dan segalanya kepada penulis.
2. Adik-adik penulis Kgs. Ahmad Miftah Fikri dan Nyayu Najwa Afiqoh terimakasih untuk semua dukungan dan semangat yang telah diberikan kepada penulis.
3. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya dan Ibu Dr. Eng. Suci Dwijayanti S.T., M.S. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T. selaku pembimbing utama tugas akhir ini yang telah memberikan bimbingan dan memberikan ilmu selama proses penulisan skripsi.
5. Ibu Dr. Eng. Suci Dwijayanti, S.T., M.S., Ibu Hera Hikmarika, S.T., M.Eng., dan Bapak Ir. Zaenal Husin, M.Sc. sebagai dosen Teknik Kendali dan Komputer yang selalu mengajar dan mendukung selama perkuliahan serta memberikan bimbingan pada penulis dalam menyusun tugas akhir ini.
6. Dosen pembimbing akademik, Ibu Ir. Hj. Sri Agustina, M.T. yang telah memberikan arahan serta bimbingan kepada penulis selama masa perkuliahan.
7. Segenap Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan.

8. M. Reza Febri Putra, terimakasih sudah senantiasa memberikan dukungan, semangat, dan motivasi kepada penulis.
9. Albert Mario Alfarino selaku rekan kerja yang selalu bersemangat dan membantu penulis dalam pembuatan tugas akhir ini.
10. Teruntuk teman-teman satu angkatan serta kakak tingkat Teknik Kendali dan Komputer ridho, irvine, yusup, markus, kak evan, kak teddy dan kak alfi, terimakasih sudah banyak membantu penulis khususnya dalam menyelesaikan skripsi ini.
11. Teruntuk sahabat penulis semasa kuliah, Sahirah Inas Taqiyyah, Jihan Salsabila, dan Fadhilah Nila Rochmah terimakasih telah senantiasa memberikan *support*, motivasi kepada penulis dan terimakasih untuk 4 tahunnya.
12. Dan pihak-pihak yang sangat membantu didalam penyusunan skripsi ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Didalam penyusunan skripsi ini, masih terdapat kekurangan karena keterbatasan penulis, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar dapat menjadi evaluasi dan berguna untuk penulis dimasa yang akan datang.

Palembang, 27 Juli 2021



Nyiayu Aisyatul Adawiyah

NIM. 03041181722080

ABSTRAK
SISTEM MONITORING KUALITAS AIR PADA AUTONOMOUS
UNDERWATER VEHICLE DENGAN METODE FUZZY BERBASIS
INTERNET OF THINGS (IOT)

(Nyiyayu Aisyatul Adawiyah, 03041181722080, 2021, 61 halaman)

Air merupakan sumber daya yang dibutuhkan oleh umat manusia dalam berbagai hal. Kualitas air sebanding dengan manfaat air tersebut sehingga jika kualitas air menurun maka akan berpengaruh pada yang akan memanfaatkannya. Maka dari itu diperlukan peralatan yang dapat melakukan *monitoring* kualitas air secara proporsional untuk melihat kualitas air tidak hanya dari permukaan tetapi juga dari kondisi kedalaman tertentu. Untuk tujuan tersebut, *monitoring* ini menggunakan *Autonomous Underwater Vehicle* (AUV) yang dapat bergerak secara otomatis. AUV dilengkapi dengan sensor seperti sensor pH, sensor *total dissolved solids*, sensor *dissolved oxygen* dan sensor suhu sebagai parameter penentu kualitas air. Data yang diterima oleh mikrokontroler dikirim ke alamat *website* yang dibangun sebagai perantara media *monitoring*. Pada penelitian ini, hasil dari pemantauan kualitas air ditentukan dengan menggunakan metode *fuzzy*. Kualitas air yang didapatkan pada bagian permukaan Danau OPI Jakabaring di kedalaman 9.45 cm berada pada kondisi *fuzzy medium* dimana untuk nilai sensornya yaitu: pH = 6,23; suhu = 33.45 °C; DO = 2,97 mg/L; TDS = 40.64 ppm dan di bagian kedalaman 110.73 cm berada pada kondisi *excellent* dimana untuk nilai sensornya yaitu: pH = 7.65; suhu = 29.92 °C; DO = 5.14 mg/L; TDS = 29.33 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa sistem *fuzzy* bekerja dengan baik, kemudian dilakukan pengiriman data berbasis IoT dengan menggunakan modul ESP8266 sebagai alat untuk mengirimkan data ke *website*. Berdasarkan hasil pengujian, data yang diterima oleh sensor cukup akurat dengan nilai rata-rata kesalahan sensornya adalah 0.28% dan 0.62%. Selanjutnya *website* yang dibuat dapat menampilkan kondisi air yang di *monitoring* sesuai dengan parameter dan masing-masing sensor.

Kata kunci : Monitoring, pH, Total Dissolved Solids, Dissolved Oxygen, Suhu, Fuzzy, Internet of Things.

ABSTRACT
**WATER QUALITY MONITORING SYSTEM IN AUTONOMOUS
UNDERWATER VEHICLE WITH FUZZY METHOD BASED ON
INTERNET OF THINGS (IOT)**

(Nyiyayu Aisyatul Adawiyyah, 03041181722080, 2021, 61 pages)

Water is a resource that is needed by the human in every aspect. The quality of water must be comparable to the benefits of it. Thus, if the quality of water is decrease, it would affect to its user. Thats why there is a need of a tool that could monitorize the qulity of water proprtionally to see the quality of it. Not only in the surface but also in a certain depth condition. For this purpose, this monitoring will use the Autonomous Underwater Vehicle (AUV) that can move automatically. AUV is completed with sensors like PH sensor, total dissolved solids sensor, dissolved oxygen sensor and temperature sensor as the water parameter determinant. The data which is collected by the microcontroller was sent to the website adress that is built as the monitoring intermediary media. In this research, the water quality result was decided by using fuzzy method. The water quality of OPI Jakabaring lake in the depth of 9.45 cm stand on the medium fuzzy condition where the sensor rate was pH = 6,23; temperature = 33.45 °C; DO = 2,97 mg/L; TDS = 40.64 ppm and in the depth of 110.73 stand on excellent condition where the sensor rate was pH = 7,65; temperature = 29.92 °C; DO = 5,14 mg/L; TDS = 29.33 ppm. This showed that the fuzzy system worked very well. Then, the transfer data based on internet was sent by using the modul ESP8266 as the tool to transfer the data to the website. Based on the result of this reserach, the data that was collected by the sensor is accurate enough with the average value of its error was 0,28% and 0.62%. Next, the website could load the water condition which is monitorized based on the parameter of each sensor.

Key Words : Monitoring, pH, Total Dissolved Solids, Dissolved Oxygen, Temperature, Fuzzy, Internet of Things.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK	iv
ABSTRAK.....	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR RUMUS.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	16
1.1. Latar Belakang	16
1.2. Perumusan Masalah	18
1.3. Tujuan Penelitian	19
1.4. Pembatasan Masalah	19
1.5. Keaslian Penelitian	20
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. State of The Art	7
2.2. Kualitas Air	12
2.2.1. Parameter Kualitas Air	13
2.3. Autonomous Underwater Vehicle (AUV)	17
2.4. Internet of Things (IoT)	17
2.5. Algoritma Logika Fuzzy	18
2.6. Perangkat Keras (Hardware)	20
2.6.1. Mikrokontroler	20
2.6.2. Sensor	20
2.6.3. Module Wifi (ESP8266)	24
BAB III METODE PENELITIAN	25
3.1. Studi Literatur	25
3.2. Perancangan Sistem	26
3.3. Perancangan Hardware Alat Monitoring Kualitas Air	28
3.4. Perancangan Web Monitoring Kualitas Air	28

3.5.	Pengambilan Data dan Pengujian.....	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		32
4.1.	<i>Autonomous Underwater Vehicle (AUV)</i>	32
4.2.	Pengujian Sensor pada AUV	33
4.2.1.	Pengujian Sensor pH	33
4.2.2.	Pengujian Sensor Suhu.....	34
4.2.3.	Pengujian Sensor DO.....	34
4.2.4.	Pengujian Sensor TDS.....	35
4.2.5.	Perfomansi Sensor Pada Penelitian.....	36
4.3.	Penerapan Sistem <i>Fuzzy Water Quality Index (WQI)</i>	37
4.3.1.	Keanggotaan Sistem <i>Fuzzy (Fuzzy Membership)</i>	37
4.3.2.	<i>Fuzzy Rules</i>	44
4.3.3.	Defuzzifikasi	48
4.4.	Pengujian Sistem <i>Internet of Things (IoT)</i>	52
4.4.1.	<i>Sending Wifi Connected</i>	52
4.4.2.	Pengujian API menggunakan <i>postman ke database</i>	53
4.4.3.	Tampilan Data pada <i>Website</i>	54
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		58
5.1.	Kesimpulan	58
5.2.	Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA		59

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 Persamaan Aturan Fuzzy	20
Rumus 4.1 Persamaan Persentase Error	36
Rumus 4.2 Persamaan MAPE.....	36
Rumus 4.3 Persamaan Metode COA Diskrit.....	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hasil Uji Pemantauan Kualitas Air.....	7
Gambar 2.2 Hasil Pengujian yang telah ada pada <i>Database</i> MariaDB.....	8
Gambar 2.3 Data Sensor secara langsung yang ditampilkan di <i>Web UI</i>	9
Gambar 2.4 Tampilan Data Uji yang ditampilkan pada <i>Platform</i> Ubidots.....	10
Gambar 2.5 Data Parameter Air pada Musim Panas.....	11
Gambar 2.6 Data Parameter Air pada Musim Hujan.....	11
Gambar 2.7 Data Parameter Air pada Musim Dingin.....	11
Gambar 2.8 Skala pH Zat Sehari-Hari.....	15
Gambar 2.9 Autonomous Underwater Vehicle (AUV).....	17
Gambar 2.10 Diagram Konsep <i>Internet of Things</i>	18
Gambar 2.11 pH <i>Meter</i>	21
Gambar 2.12 Sensor Suhu DS18B20.....	22
Gambar 2.13 Sensor <i>Dissolved Oxygen</i>	23
Gambar 2.14 Sensor TDS/Kadar Garam.....	24
Gambar 2.15 Module Wifi ESP8266.....	24
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Langkah Penelitian.....	25
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Sistem <i>Monitoring</i> Kualitas Air.....	27
Gambar 3.3 Arsitektur IoT.....	29
Gambar 3.4 Permodelan Logika <i>Fuzzy</i>	31
Gambar 4.1 Bentuk AUV dan Peletakan Sensor.....	32
Gambar 4.2 Pengujian Sensor TDS.....	36
Gambar 4.3 Kurva Bahu untuk Variabel Kadar pH.....	38
Gambar 4.4 Kurva Bahu untuk Variabel DO.....	40

Gambar 4.5 Kurva Bahu untuk Variabel TDS.....	41
Gambar 4.6 Kurva Bahu untuk Variabel Suhu	43
Gambar 4.7 Kurva Bahu untuk Variabel Kadar pH.....	44
Gambar 4.8 <i>Output</i> Fuzzy Rules pada Matlab.....	46
Gambar 4.9 Kurva Bahu Keluaran Variabel WQI.....	47
Gambar 4.10 Pemrograman ESP8266 pada Arduino	51
Gambar 4.11 <i>Wifi</i> Terhubung	51
Gambar 4.12 Uji Coba API Melalui Aplikasi <i>Postman</i>	52
Gambar 4.13 Hasil database yang dikirimkan dari pengujian API	52
Gambar 4.14 Tampilan Visualisasi Monitoring AUV Pada PC.....	53
Gambar 4.15 Tampilan Visualisasi Data dalam Grafik Pada PC.....	53
Gambar 4.16 Tampilan Visualisasi Data dalam Grafik Pada PC.....	54
Gambar 4.17 Tampilan Visualisasi Data dalam Grafik Pada PC.....	54
Gambar 4.18 Tampilan Visualisasi Data dalam Grafik Pada PC.....	54
Gambar 4.19 Tampilan Visualisasi Data dalam Grafik Pada PC.....	55
Gambar 4.20 Tampilan Visualisasi Monitoring AUV Pada Handphone	55

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hasil Pengujian Data menggunakan Sensor	9
Tabel 2.2 Hasil Uji Data Pemantauan Air dengan Menggunakan Sensor pH dan Sensor Turbiditas.....	12
Tabel 2.3 Kriteria Penilaian TDS (<i>Total Dissolved Solids</i>).....	16
Tabel 3.1 Standar Parameter Kualitas Air pada pH, DO dan TDS.....	30
Tabel 3.2 Standar Parameter Kualitas Air pada Suhu	30
Tabel 4.1 Pengujian Sensor pH	33
Tabel 4.2 Pengujian Sensor Suhu	34
Tabel 4.3 Pengujian Sensor DO.....	35
Tabel 4.4 Perhitungan Persentase Nilai Error Sensor pH dan Sensor Suhu	37
Tabel 4.5 Aturan-Aturan pada Fuzzy	45
Tabel 4.6 <i>Output</i> WQI pada Air Danau OPI Jakabaring Palembang	49
Tabel 4.7 <i>Output</i> dari Kualitas Air Sabun	50

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan banyak wilayah perairan dan laut. Agar wilayah laut tersebut dapat dimanfaatkan secara maksimal diperlukan pengembangan teknologi yang dapat mengobservasi dan menjelajahi lautan Indonesia [1]. Salah satunya adalah dengan menggunakan robot bawah air atau biasa disebut dengan *Remote Operated Underwater Vehicle* (ROV). Namun, ROV dalam menjalankan misinya memiliki keterbatasan dalam melakukan *manuver* dikarenakan ROV dikontrol melalui kabel oleh operator yang berada di atas kapal. Untuk mengatasi kelemahan tersebut, teknologi *Autonomous Underwater Vehicle* (AUV) dikembangkan dengan kemampuan *manuver* yang lebih fleksibel. AUV dapat bergerak secara otomatis untuk menjangkau area yang jauh dari ROV tanpa dikendalikan oleh operator. Selain dapat menjangkau daerah yang lebih jauh, AUV juga mengurangi kemungkinan kesalahan *manuver* yang diakibatkan oleh kelalaian operator dan menghemat biaya operasional karena tidak memerlukan operator dan kapal untuk mengendalikannya. Kelebihan-kelebihan tersebut menjadikan AUV menjadi pilihan yang efektif, efisien, dan ekonomis untuk melakukan misi dengan jangkauan wilayah yang lebih jauh. Maka dari itu *Autonomous Underwater Vehicle* (AUV) menjadi solusi yang diinginkan dan dapat diandalkan [1].

Salah satu misi yang memerlukan jangkauan penjelajahan yang jauh adalah pemantauan kualitas air. AUV mampu menjalankan tugas *monitoring* kualitas air dengan efektif dan efisien. *Monitoring* kualitas air diperlukan karena peran air begitu penting bagi biota laut. Biota laut membutuhkan lingkungan yang sesuai agar bisa bertahan hidup [2]. Jika kualitas air tercemar, biota laut akan sulit untuk bertahan hidup, sehingga mengakibatkan penurunan jumlah biota laut. Oleh karenanya diperlukan upaya untuk menjaga kualitas air, salah satunya melalui pengendalian kualitas air. Sebelumnya, pemantauan kualitas air dilakukan dengan

cara mengumpulkan data secara manual atau disebut juga dengan data rutin, yang bergantung pada kemampuan manusia dalam mengumpulkan data sampel air, kemudian dianalisis di laboratorium. Kualitas air yang akan diukur memiliki beberapa parameter yang pada penelitian ini diambil dengan menggunakan sensor. Parameter kualitas air ditentukan dengan menggunakan keluaran dari beberapa sensor. Sebelum hasil dari *output* ditampilkan pada *platform website* melalui IoT maka diperlukan pengambilan keputusan air. Menurut Pedoman Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 tentang Penetapan Status Kualitas Air, penetapan status air dapat menggunakan metode Indeks Pencemaran (IP) dan STORET [3]. Metode STORET adalah metode untuk menilai keadaan umum kualitas air. Dengan menggunakan metode STORET, parameter yang memenuhi atau melebihi baku mutu air dapat ditentukan. Cara ini masih menggunakan perhitungan manual sehingga dianggap tidak efisien. Pemecahan masalah ini dapat dilakukan dengan menggunakan metode logika *fuzzy*, yang dapat membantu menentukan proses klasifikasi untuk menentukan kualitas air. Logika *fuzzy* dipilih karena fleksibilitas yang tinggi, yang artinya dapat merepresentasikan ketidakpastian yang menyertai masalah seperti airnya “sedikit” keruh.

Hal ini membutuhkan tenaga serta waktu yang banyak, sehingga tidak akan efektif jika terus menerus dilakukan. Sebagai solusi untuk mengatasi kelemahan tersebut, perlu digunakan teknologi berbasis *Internet of Things* (IoT), yang tidak mengharuskan data sampel air dibawa ke laboratorium untuk dianalisis. Internet telah menggerakkan banyak teknologi dan aplikasi yang memungkinkan pada masa kini. IoT merupakan integrasi dari banyaknya teknologi digital atau informasi yang baru dikembangkan [4] dan dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan di atas. Berbagai teknologi terbaru sekarang menggunakan IoT sebagai *platform* dalam pemantauan dan penilaian kualitas air [5]. IoT dalam hal pemantauan kualitas air cukup relevan untuk tujuan pembangunan berkelanjutan. Akan sulit untuk menilai air dan sumber yang cukup bersih untuk dikonsumsi tanpa adanya pemantauan kualitas air. Selain itu, IoT cukup penting manfaatnya karena setiap potensi pencemaran air yang timbul dari sumber titik maupun non-titik dengan cepat dapat diidentifikasi dan ditimigasi. Dalam hal ini, data yang ditangkap di

lokasi pengawasan dapat langsung di transfer ke area lain tanpa menghabiskan banyak waktu dengan menggunakan IoT. Tenaga yang dibutuhkan untuk pengambilan sampel secara konvensional kini dapat diganti dengan peralatan yang dapat dikendalikan.

Beberapa peneliti telah melakukan penelitian mengenai pemantauan kualitas air dengan berbasis IoT, diantaranya yaitu penelitian milik Mike Eichorn, Christoph Ament, *et al.*, yang meneliti mengenai sistem pemantauan kualitas air pada peternakan ikan dengan menggunakan AUV dan media komunikasi *Zigbee* [6]. Selanjutnya penelitian milik Budiarti, Tjahjono dan Hariadi membahas mengenai pengembangan IoT untuk sistem *monitoring* kualitas air dengan menggunakan beberapa sensor yang mendukung pengukuran kualitas air [7]. Kemudian penelitian tentang pemantauan kualitas air untuk didistribusikan secara cerdas berbasis IoT juga telah dilakukan oleh Joy Shah dengan menggunakan *Raspberry Pi* sebagai pengontrolnya [8]. Penelitian yang dilakukan oleh Geetha dan Gouthami, melakukan penelitian tentang kualitas air dengan menggunakan *multi sensor* untuk mengukur pH, kekeruhan dan konduktivitas [9]. Pemantauan perubahan kualitas air berbasis *Internet of Things* juga dilakukan oleh Pujar, Kenchannavar, Kulkarni, *et al.*, dengan menggunakan modul Wifi berupa ESP 8266 [10].

Penelitian-penelitian yang telah dilakukan tersebut hanya berfokus pada perubahan kualitas air dalam jangkauan yang terbatas dan juga media komunikasi yang masih memiliki keterbatasan pada jarak antara pengirim dan penerima [6]. Sehingga pada penelitian ini, peneliti akan membahas mengenai *monitoring* kualitas air dengan menggunakan metode logika *fuzzy* dan berbasis teknologi IoT yang diterapkan pada *Autonomous Underwater Vehicle* (AUV).

1.2. Perumusan Masalah

Bersumber pada latar belakang diatas, penelitian yang sebelumnya telah dilakukan menggunakan objek yang tidak fleksibel sehingga pemantauan kualitas air menjadi terbatas wilayahnya. Selain itu, komunikasi yang digunakan

menggunakan *Zigbee* yang menghubungkan dua perangkat memiliki keterbatasan pada jarak antara perangkat pengirim dan penerima. Keterbatasan jangkauan tersebut mendorong peneliti untuk memantau kualitas air dengan jangkauan yang lebih luas menggunakan *Autonomous Underwater Vehicle* yang dilengkapi dengan teknologi IoT sehingga dapat bermanuver dengan lebih fleksibel. Jangkauan yang lebih luas meliputi permukaan dan kedalaman pada perairan sehingga pengukuran dapat dilakukan dengan lebih teliti. Alat tersebut akan dilengkapi dengan beberapa sensor yaitu sensor pH, sensor suhu, sensor *Dissolved Oxygen* (DO) yang mengukur oksigen terlarut, dan sensor *Total Dissolved Solids* (TDS) yang mana *output* atau keluaran dari sensor tersebut akan digunakan sebagai parameter untuk menetapkan kondisi baik atau buruknya kualitas air yang diuji. Selain memperbaiki jangkauan pemantauan kualitas air tersebut peneliti juga meningkatkan informasi yang diberikan oleh AUV dengan menambahkan sistem klasifikasi kualitas air menggunakan *fuzzy classifier* sehingga informasi kadar kualitas air yang diterima lebih informatif.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ialah :

1. Memantau kualitas air menggunakan parameter kadar pH, suhu, oksigen terlarut serta TDS yang diukur menggunakan sensor dan melakukan *monitoring* kualitas air pada permukaan serta kedalaman perairan dengan menggunakan AUV.
2. Menerapkan sistem transmisi data berbasis *Internet of Things* (IoT).
3. Menerapkan metode logika *fuzzy* untuk sistem pemantauan kualitas air berdasarkan informasi kondisi air yang berasal dari sensor pH, suhu, DO dan TDS.

1.4. Pembatasan Masalah

Untuk mendapatkan arahan atas permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini, perlu diberikan beberapa batasan yaitu :

1. Kualitas air yang dimonitor ialah air tawar.
2. Sensor yang dipakai sebagai tolak ukur kualitas dari air diantaranya ialah sensor pH, suhu, DO dan konduktivitas (TDS).
3. Mikrokontroler yang digunakan yaitu Arduino Mega 2560.
4. Pengiriman informasi data berbasis IoT menggunakan modul ESP8266.

1.5. Keaslian Penelitian

Terdapat beberapa penelitian yang dilakukan membahas tentang pemantauan kualitas air berbasis IoT. Penelitian yang dilakukan oleh Mike Eichorn, Christoph Ament, *et al.*, yang dimana dalam penelitiannya, Mike meneliti mengenai sistem pemantauan kualitas air peternakan ikan dengan menggunakan alat AUV dan dengan menggunakan *ZigBee* sebagai media komunikasi dan *Lab View* menampilkan visualisasi persentasi dari data real-time *water quality monitoring system* [6].

Penelitian yang dilakukan oleh Budiarti, Tjahjono dan Haryadi membahas tentang pengembangan IoT sebagai sistem pemantauan kualitas air dengan menggunakan *Raspberry Pi 3* model *type B*, YSI 600R Sensor, modem wifi 4G dan memakai data dari beberapa sensor yaitu sensor suhu, konduktivitas, TDS, salinitas, DO, dan juga pH [7].

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Joy Shah yang mana pada penelitiannya, peneliti mengukur kualitas air dan juga mengendalikan distribusi air menggunakan *Raspberry Pi* sebagai pengontrol dan sensor yang berbeda yang dapat mengunggah data ke *Cloud*, beberapa sensor yang peneliti gunakan juga dapat dikontrol melalui *Cloud* melalui *web interface*[8].

Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Geetha dan Gouthami juga melakukan sistem *monitoring* kualitas air dengan cara *real-time* berbasis IoT memakai TI CC3200 yang mana pengontrol modul WiFi bawaan dan Arm MCU yang memiliki tujuan khusus untuk komunikasi nirkabel agar dapat memantau parameter seperti pH, kekeruhan, dan konduktivitas [9].

Selanjutnya, penelitian dengan mengumpulkan data pada beberapa sample tempat dan kemudian di analisis menggunakan ANOVA untuk melihat variable yang paling mempengaruhi terhadap perubahan kualitas air dilakukan oleh Pujar, Kenchannavar, Kulkarni, *et al.* Pada penelitian ini digunakan modul Wi-Fi berupa ESP 8266 sebagai komunikasi dari mikrokontroller kepada serta menggunakan sensor antara lain pH, suhu, DO, BOD, dan konduktivitas sebagai parameter pemantauan kualitas air [10].

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Li, Y. Shi, and W. Yan, "Receding horizon formation control of nonholonomic autonomous underwater vehicles," 2016, doi: 10.1109/ChiCC.2016.7554308.
- [2] F. Tatangindatu, O. Kalesaran, and R. Rompas, "Studi parameter fisika kimia air pada areal budidaya ikan di Danau Tondano, Desa Paleloan, Kabupaten Minahasa," *E-Journal Budid. Perair.*, vol. 1, no. 2, 2013.
- [3] K. N. L. Hidup, "Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 Tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air Dengan Metode Indeks Pencemaran." Deputi MENLH. Jakarta, 2003.
- [4] X. Su, G. Shao, J. Vause, and L. Tang, "An integrated system for urban environmental monitoring and management based on the Environmental Internet of Things," *Int. J. Sustain. Dev. World Ecol.*, 2013, doi: 10.1080/13504509.2013.782580.
- [5] M. Farooq, M. Waseem, M. U. Farooq, S. Mazhar, K. Anjum, and T. Kamal, "A Review on Internet of Things (IoT) Spectrum Sensing in Cognitive Radio View project A Review on Internet of Things (IoT)," *Artic. Int. J. Comput. Appl.*, 2015.
- [6] M. Eichhorn *et al.*, "Modular AUV system with integrated real-time water quality analysis," *Sensors (Switzerland)*, vol. 18, no. 6, pp. 1–17, 2018, doi: 10.3390/s18061837.
- [7] R. P. N. Budiarti, A. Tjahjono, M. Hariadi, and M. H. Purnomo, "Development of IoT for Automated Water Quality Monitoring System," *Proc. - 2019 Int. Conf. Comput. Sci. Inf. Technol. Electr. Eng. ICOMITEE 2019*, vol. 1, pp. 211–216, 2019, doi: 10.1109/ICOMITEE.2019.8920900.
- [8] J. Shah and P. G. Student, "An Internet of Things Based Model for Smart Water Distribution with Quality Monitoring," *Int. J. Innov. Res. Sci.*, vol. 6,

- no. 3, pp. 3446–3451, 2017, doi: 10.15680/IJIRSET.2017.0603074.
- [9] S. Geetha and S. Gouthami, “Internet of things enabled real time water quality monitoring system,” *Smart Water*, vol. 2, no. 1, pp. 1–19, 2016, doi: 10.1186/s40713-017-0005-y.
- [10] P. M. Pujar, H. H. Kenchannavar, R. M. Kulkarni, and U. P. Kulkarni, “Real-time water quality monitoring through Internet of Things and ANOVA-based analysis: a case study on river Krishna,” *Appl. Water Sci.*, vol. 10, no. 1, pp. 1–16, 2020, doi: 10.1007/s13201-019-1111-9.
- [11] F. Al Rahmat, U. Sunarya, and R. Tulloh, “Prototipe Robot Kapal Pengukur Tingkat PH dan Turbiditas Air Berbasis Metode Modified Fuzzy,” *J. Rekayasa Elektr.*, vol. 14, no. 1, pp. 43–50, 2018, doi: 10.17529/jre.v14i1.9771.
- [12] M. G. H. Kordi and A. B. Tancung, “Pengelolaan kualitas air dalam budidaya perairan,” *Rineka Cipta. Jakarta*, vol. 208, 2007.
- [13] Salmin, “Oksigen Terlarut (DO) Dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator Untuk Menentukan Kualitas Perairan,” *Oseana*, 2005.
- [14] B. Widigdo, “Manajemen Sumberdaya Perairan,” *Bahan Kuliah. FPIK IPB. Bogor*, 2001.
- [15] A. Nurrohim, T. B. Sanjoto, and W. Setyaningsih, “Kajian Intrusi Air Laut Di Kawasan Pesisir Kecamatan Rembang Kabupaten Rembang,” *Geo-Image*, vol. 1, no. 1, 2012.
- [16] R. Afrianita, T. Edwin, and A. Alawiyah, “Analisis Intrusi Air Laut dengan Pengukuran Total Dissolved Solids (TDS) Air Sumur Gali di Kecamatan Padang Utara,” *J. Dampak*, 2017, doi: 10.25077/dampak.14.1.62-72.2017.
- [17] S. Wasista, D. A. S. Setiawardhana, and E. Susanto, “Aplikasi Internet Of Things (Iot) dengan Arduino dan Android,” *Penerbit Deep. Diakses*

Tanggal, vol. 12, 2019.

- [18] N. Sitorus, “Pendeteksian pH Air Menggunakan Sensor pH Meter V1. 1 Berbasis Arduino Nano,” 2017.
- [19] I. A. Rozaq and N. Y. DS, “Uji karakterisasi sensor suhu DS18b20 waterproof berbasis arduino uno sebagai salah satu parameter kualitas air,” *Pros. SNATIF*, pp. 303–309, 2017.
- [20] B. Ngom, M. R. Seye, M. Diallo, B. Gueye, and M. S. Drame, “A Hybrid Measurement Kit for Real-time Air Quality Monitoring Across Senegal Cities,” in *2018 1st International Conference on Smart Cities and Communities (SCCIC)*, 2018, pp. 1–6.
- [21] E. Ramsden, *Hall-Effect Sensors*. 2006.
- [22] PP RI, “Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air,” *Peratur. Pemerintah Republik Indones.*, pp. 1–41, 2001.
- [23] DFROBOT, “Dissolved Oxygen.” https://wiki.dfrobot.com/Gravity__Analog_Dissolved_Oxygen_Sensor_SK_U_SEN0237#target_0 (accessed Feb. 23, 2021).
- [24] PT. Sumber Aneka Karya Abadi, “pH Kolam Air Budidaya Ikan,” 28 *Januari*, 2020. <http://www.saka.co.id/news-detail/ph-kolam-air-budidaya-ikan>.