

## IMPLEMENTASI METODE FUZZY PADA SISTEM PEMANTAUAN DAN PENGENDALIAN PINTAR AKUAPONIK BERBASIS INTERNET OF THINGS

### IMPLEMENTATION OF FUZZY METHOD ON MONITORING SMART AQUAPONIC SYSTEM BASED ON INTERNET OF THINGS

Afif Mufty Syakura Situmorang<sup>1</sup>, Ahmad Tri Hanuranto<sup>2</sup>, Iman Hedi Santoso<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup> Universitas Telkom, Bandung  
afifmufty@student.telkomuniversity.ac.id<sup>1</sup>, athanuranto@telkomuniversity.ac.id<sup>2</sup>,  
imanhedis@telkomuniversity.ac.id<sup>3</sup>

#### Abstrak

Kepadatan penduduk yang semakin berkembang pesat membuat penggunaan lahan dan air untuk budidaya ikan dan tanaman akan semakin terbatas. Maka dari itu dibutuhkan jenis sistem pembudidayaan yang dapat diaplikasikan pada lahan dan air yang terbatas. Dalam sistem akuaponik terdapat faktor penting yang harus diperhatikan yaitu Zat Padat Terlarut (TDS), Suhu, pH, dan Kekeruhan oleh karena itu diperlukan perhatian khusus terhadap faktor faktor tersebut.

Pada penelitian ini penulis merancang alat pemantauan kualitas air yang mampu memberikan data-data kualitas air pada kolam dengan parameter yang telah ditentukan lalu data ini dapat diproses menggunakan algoritma fuzzy untuk menentukan air tersebut kualitasnya termasuk unggul, baik, kurang baik atau buruk, selain itu penulis juga membuat sistem kontrolling pH dan sistem pakan secara terjadwal. Pada sistem ini penulis menggunakan arduino mega yang terhubung oleh modul *WIFI* dan beberapa sensor. Arduino mega bertugas untuk melakukan pengiriman data ke *Application Programming Interface* (API) untuk diteruskan kedalam database. Selain itu pengujian *Quality Of Service* juga dilakukan, pada pengiriman data dari alat ke API didapatkan rata rata delay sebesar 102,0881 ms

**Kata kunci :** Akuaponik, *Internet of Things* (IoT), Kualitas Air, Arduino Mega

#### Abstract

The rapidly growing population density makes the use of land and water for fish and plant cultivation increasingly limited. Therefore we need a type of cultivation system that can be applied to limited land and water. In an aquaponic system there are important factors that must be considered, namely Dissolved Solids (TDS), Temperature, pH, and Turbidity, therefore special attention is needed on these factors.

In this study, the authors design a water quality monitoring tool that is able to provide water quality data in ponds with predetermined parameters, then this data can be processed using a fuzzy algorithm to determine the quality of the water, including superior, good, poor or bad, in addition the authors also make a pH control system and a scheduled feed system. In this system the author uses an arduino mega which is connected by a *WIFI* module and several sensors. Arduino Mega is in charge of sending data to the *Application Programming Interface* (API) to be forwarded to the database. In addition, *Quality of Service* testing is also carried out, on sending data from the tool to the API, the average delay is 102,0881 ms

**Keywords : Aquaponics, Internet of Things (IoT), Water Quality, Arduino Mega**

## **1. Pendahuluan**

### **1.1 Latar Belakang**

Kepadatan penduduk yang meningkat pesat semakin membatasi penggunaan lahan dan air untuk budidaya ikan dan tanaman. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem pertanian yang dapat diterapkan pada lahan dan air yang terbatas. Akuaponik merupakan perpaduan antara akuakultur (budidaya ikan) dan hidroponik (budidaya tanaman/sayuran menggunakan media air). Sistem ini mengadopsi sistem ekologi pada lingkungan alamiah, dimana terdapat hubungan mutualisme antara ikan dan tanaman [1]. Dalam sistem akuaponik, tanaman memperoleh nutrisi dari pakan ikan yang terlarut dalam air dan hasil ekskresi ikan, sehingga keduanya dapat hidup berdampingan.

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi semakin cepat salah satu contohnya *Internet of Things* (IoT). IoT sendiri merupakan suatu infrastruktur global untuk informasi masyarakat yang memungkinkan kesinambungan layanan dengan adanya interkoneksi oleh suatu sensor berbasis pada perkembangan teknologi informasi dan komunikasi yang saling terkait [2].

Pada proposal ini akan merancang dan membangun sebuah sistem untuk memenuhi kebutuhan nutrisi pada air. Sistem dirancang menggunakan sensor TDS, sensor kekeruhan, sensor DS18B20, sensor pH, sensor ultrasonic, water pump, RTC, motor servo dan Arduino Mega 2560 sebagai pusat kontrol, dimana sistem tersebut menggunakan fuzzy logic untuk pengambilan keputusan dan alat ini tersambung dengan konektivitas *WiFi* agar bisa dipantau dari jarak jauh dan juga akan disajikan dalam aplikasi android

## **2. Dasar Teori**

### **2.1 Akuaponik**

Akuaponik merupakan teknologi yang menggabungkan antara kegiatan akuakultur berprinsip resirkulasi dengan kegiatan produksi tanaman secara hidroponik[3]. Teknologi akuaponik dirancang untuk memanfaatkan air dari kegiatan budidaya ikan yang mengandung sisa pakan dan kotoran ikan sebagai sumber nutrisi tanaman. Akuaponik merupakan gabungan antara teknologi akuakultur dengan teknologi hidroponik yang memanfaatkan sisa pakan dan kotoran hasil metabolisme ikan sebagai pupuk tanaman air secara resirkulasi untuk mencegah penurunan kualitas air. Penggunaan sistem akuaponik juga dapat membantu mengurangi penggunaan jumlah air untuk kegiatan budidaya ikan karena akuaponik memanfaatkan air secara terus menerus dengan bantuan sistem resirkulasi [4]

### **2.2 Kualitas Air**

Kualitas air adalah sifat air dan kandungan makhluk hidup, zat, energi, atau komponen lain di dalam air. Kualitas air dinyatakan dengan beberapa parameter yaitu parameter fisika (suhu, kekeruhan, padatan terlarut, dan sebagainya), parameter kimia (pH, oksigen terlarut, Biological Oxygen Demand (BOD), kadar logam, dan sebagainya), dan parameter biologi (keberadaan plankton, bakteri dan sebagainya) [5]. Kualitas air juga menunjukkan ukuran kondisi air relatif terhadap kebutuhan biota air dan manusia. Kualitas air seringkali menjadi ukuran standar terhadap kondisi kesehatan ekosistem air disumber air salah satunya kolam ikan.

Batas parameter penelitian kualitas air ini dilihat dari Standar Nasional Indonesia Nomor 6484 Tahun 2014 Bagian 3 Tentang Produksi Induk Ikan Lele Dumbo [6]. Untuk pembagian kualitas air akan dikategorikan dengan melihat batas parameter kualitas air dari Peraturan

pemerintah nomor 82 Tahun 2001[7] juga dilihat untuk pembagian kategori dan fungsinya dilihat pada penelitian ini nantinya kualitas air akan dibagi menjadi 4 yaitu :

1. Kualitas Unggul: dikategorikan sebagai air yang kualitasnya unggul. Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, membersihkan diri, sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, dan mengairi pertanaman.
2. Kualitas Baik: dikategorikan sebagai air yang kualitasnya baik. Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, dan mengairi pertanaman.
3. Kualitas Kurang Baik: dikategorikan sebagai air yang kualitasnya kurang baik. Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, mengairi pertanaman.
4. Kualitas Buruk: dikategorikan sebagai air yang kualitasnya buruk, Air yang peruntukannya hanya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman.

### 2.3 Internet of Things

ITU (SG-13) merumuskan definisi *Internet of Things* (IoT) adalah suatu infrastruktur global untuk informasi masyarakat yang memungkinkan kesinambungan layanan dengan adanya interkoneksi (baik secara fisik maupun virtual) oleh suatu sensor berbasis pada perkembangan teknologi informasi dan komunikasi yang saling terkait[8].

### 2.4 Algoritma Fuzzy

Logika fuzzy pertama kali diperkenalkan oleh Lotfi A. Zadeh. Logika tersebut memiliki derajat keanggotaan dalam rentang 0 (nol) hingga 1 (satu), berbeda dengan logika digital yang hanya memiliki dua nilai yaitu 0 (nol) atau 1 (satu). Logika fuzzy digunakan untuk menerjemahkan suatu besaran yang diekspresikan menggunakan bahasa (linguistic), misalkan besaran laju kendaraan yang diekspresikan dengan pelan, agak cepat, cepat, dan sangat cepat. Secara umum dalam sistem logika fuzzy terdapat empat buah elemen dasar, yaitu:

- a. Basis kaidah (rule base) yang berisi aturan aturan secara linguistik yang bersumber dari pakar.
- b. Suatu mekanisme pengambilan keputusan (inference engine), yang mempe- ragakan bagaimana para pakar mengambil suatu kesimpulan dengan mene- rapkan pengetahuan.
- c. Proses fuzzifikasi (fuzzyfication) yang mengubah besaran tegas (crisp) ke besaran fuzzy.
- d. Proses defuzzifikasi (defuzzification) yang mengubah besaran fuzzy hasil dari inference engine menjadi besaran tegas (crisp)[9].

### 2.5 Quality of Service

*Quality of Service* (QoS) merupakan metode pengukuran untuk menentukan kualitas jaringan dalam pemenuhan kebutuhan suatu layanan. Standar nilai QoS sudah diatur berdasarkan TIPHON (*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks*)[10].

#### 2.5.1 Delay

*Delay* adalah lama waktu yang dibutuhkan data terkirim sampai ke tujuan. *Delay* dapat di cari dengan membagi antara panjang paket ( $L$ , *packet length* (bit/s)) di bagi dengan *link*

*bandwidth* ( $R$ , *link bandwidth* (bit/s)) [10]. Berikut adalah rumus dan kategori *delay* berdasarkan TIPHON

Tabel 2. 1 Kategori Delay

Kategori	Nilai Delay (ms)
Sangat Bagus	< 150 ms
Bagus	150 ms s/d 300 ms
Sedang	300 ms s/d 450 ms
Buruk	> 450 ms

### 3. Model Sistem dan Perancangan

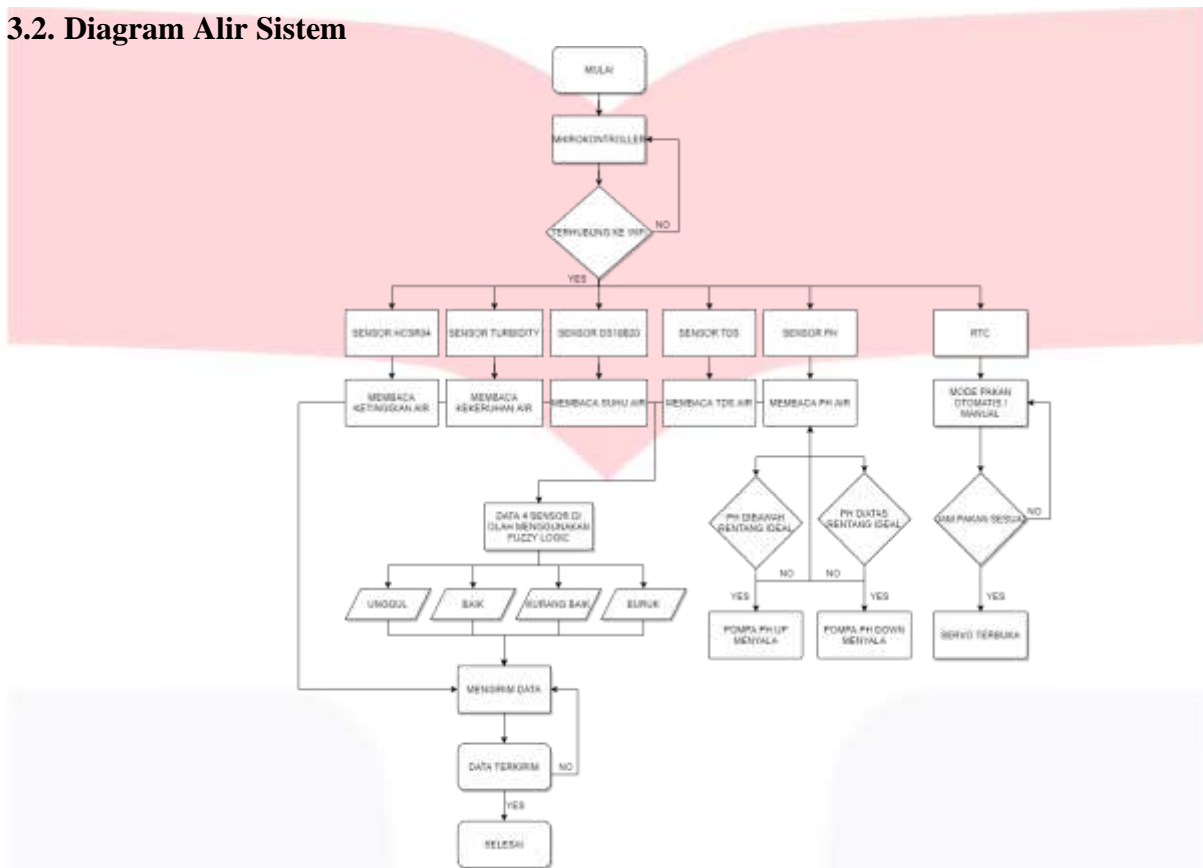
#### 3.1. Desain Sistem



Gambar 3. 1 Model sistem

Pada Gambar 3.1 menunjukkan desain sistem dari alat pemantauan dan pengendalian akuaponik berbasis IoT. Perancangan sistem ini dilakukan untuk membangun sistem yang mampu mengamati dan mengendalikan kondisi di kolam ikan. Sistem ini dirancang dengan menggunakan beberapa sensor yang terhubung dengan mikrokontroler yang sudah terkoneksi dengan jaringan internet, sehingga sistem dapat mengirim kondisi di dalam kolam. Selanjutnya, data dari beberapa sensor tersebut akan dikirim ke API sehingga dapat disimpan di *database* dan ditampilkan melalui *website* atau *android*. Sistem ini juga mampu menjalankan perintah yang dilakukan oleh *android* melalui pembacaan terlebih dahulu di API, selain itu sistem ini juga dilengkapi dengan pemberian pakan secara otomatis.

### 3.2. Diagram Alir Sistem



Gambar 3. 2 Diagram Alir Sistem

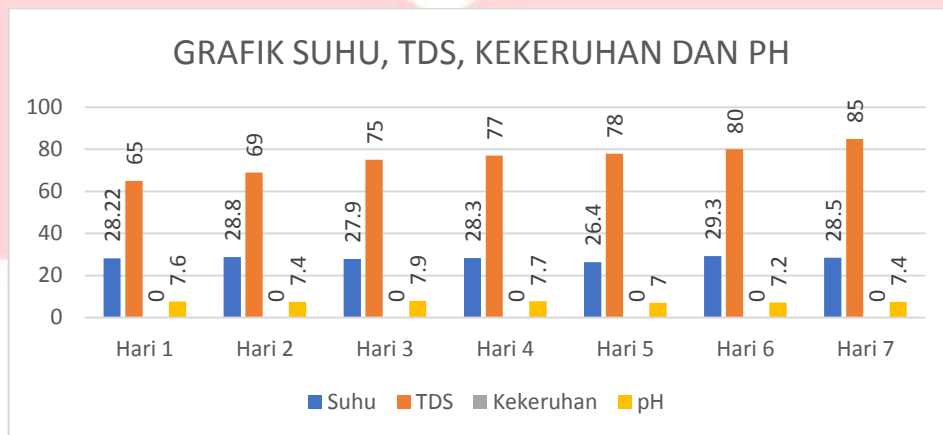
Diagram alir sistem diatas menjelaskan tentang cara kerja dari sistem pemantauan dan pengendalian kolam ikan lele. Berikut proses cara kerja sistem tersebut :

1. Mikrokontroler terkoneksi dengan jaringan internet.
2. Mikrokontroler akan menerima data melalui pembacaan kondisi yang dilakukan oleh sensor-sensor.
3. Mikrokontroler akan mengirim data tersebut ke API
4. Sensor HCSR04 akan membaca ketinggian air dan mengirim data ke mikrokontroler.
5. Sensor TDS akan membaca zat padat terlarut pada air dan mengirim data ke mikrokontroler.
6. Sensor DS18B20 akan membaca suhu air dan mengirim data ke mikrokontroler.
7. Sensor turbidity akan membaca kekeruhan air dan mengirim data ke mikrokontroler.
8. Sensor pH akan membaca pH air didalam kolam, relay akan bekerja apabila pH air berada diatas atau dibawah rentang yang ideal yang sudah disesuaikan berdasarkan kebutuhan pH ideal.
9. RTC akan mengirim nilai jam secara *realtime*, apabila jam sudah sesuai dengan waktu yang sudah di set untuk member pakan maka motor servo akan membuka wadah pakan dan menajtuhkan pakan yang berada didalamnya.

#### 4. Hasil Pengujian dan Analisis

##### 4.2 Pengujian Hasil Monitoring

Berikut merupakan hasil pengujian monitoring yang telah dilakukan.

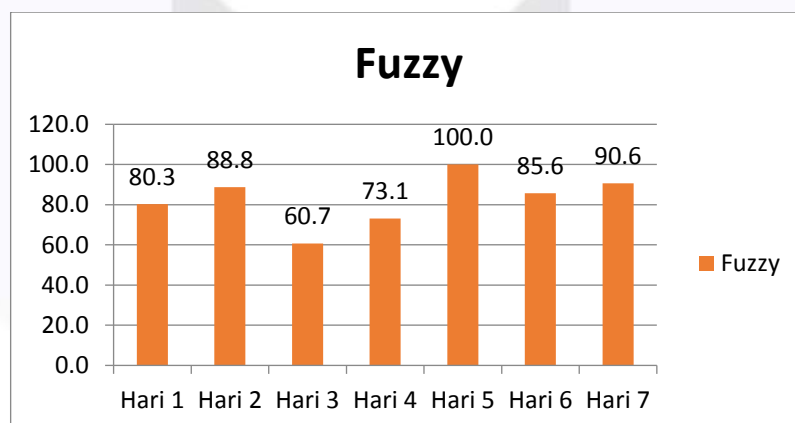


Gambar 4. 1 Grafik suhu, TDS, kekeruhan dan pH

Berdasarkan grafik diatas, didapatkan nilai berubahubah setiap harinya, hal tersebut dikarenakan faktor cuaca yang tidak menentu dan kondisi lingkungan disekitar kolam. Namun setelah dilakukan pengamatan secara langsung di kolam saat kondisi tidak berada dalam rentang ideal, ternyata ikan berperilaku seperti biasa dikarenakan sistem yang telah dibuat untuk pengendalian kondisi dikolam bekerja dengan baik seperti pompa buffer pH bekerja saat pH berada dibawah rentang ideal dan diatas rentang ideal. Selain itu, monitoring juga dilakukan pada pH dan suhu di kolam, pada hari 1 kadar pH bernilai 7,6 dikarenakan air yang digunakan menggunakan air sumur. Setelah itu hingga hari ke 5 pH menurun drastis hingga bernilai 7, Hal ini bisa terjadi karena pengaruh air hujan yang turun pada hari ke 5 yang mengakibatkan penurunan drastis pada suhu air kolam juga.

##### 4.3 Pengujian Fuzzy Logic

Pengujian ini dilakukan selama 7 hari dengan mengambil sampel air kolam, hasil kualitas didapatkan nilai rata-rata fuzzynya 82,72. Nilai 82,72 ini termasuk dalam variabel keputusan "Unggul", Jadi dapat disimpulkan air kolam termasuk kedalam kategori "Unggul" yang dimana kategori Unggul menurut Peraturan pemerintah nomor 82 Tahun 2001[7] dapat digunakan untuk budidaya ikan air tawar dan mengairi tanaman. Hasil fuzzy ini ditampilkan dalam grafik seperti dibawah ini:



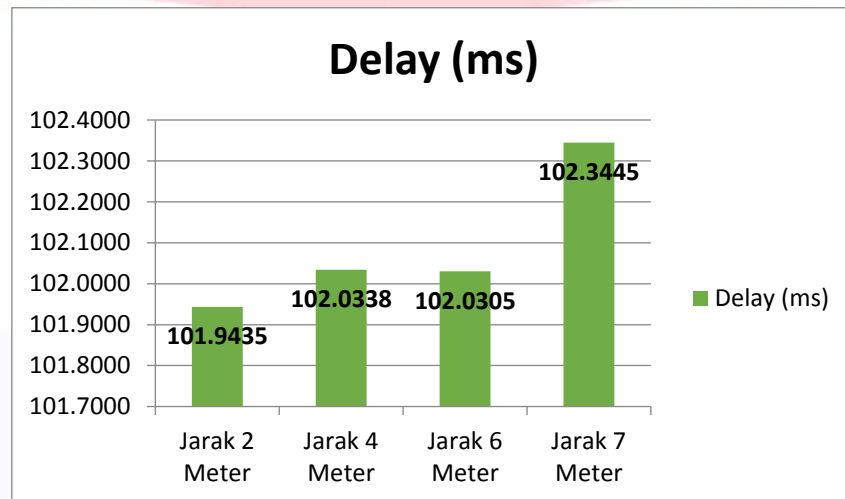
Gambar 4. 2 Nilai Fuzzy

## 4.2 Pengujian Quality of Service

Pengujian *Quality of Service* dilakukan untuk mengetahui kualitas jaringan sistem yang telah dibuat. Pengujian ini mengambil parameter delay pada saat proses pengiriman yang dilakukan oleh alat.

### 4.2.2 Pengujian Delay

Pengujian *delay* dilakukan dengan cara mengukur lama waktu tempuh yang dibutuhkan saat pengiriman data dari alat ke API. Pengukuran *delay* dilakukan sebanyak 4 kali percobaan dengan setiap percobaan berbeda jarak, Berikut merupakan grafik hasil pengukuran *delay* yang telah dilakukan:



Gambar 4. 3 Rata-rata *delay* alat

Gambar 4.3 merupakan hasil pengujian *delay* alat yang telah dilakukan, dari hasil pengujian tersebut didapatkan rata-rata *delay* sebesar 102,0881 ms dan berada dalam kategori “Sangat Bagus” berdasarkan standar TIPHON, untuk *delay* terkecil terdapat pada jarak 2 meter sebesar 101,9435 ms sedangkan *delay* terbesar terdapat pada jarak 7 meter sebesar 102,3445 ms.

## 5. Penutup

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan sistem, pengujian dan analisis yang telah dilakukan maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem monitoring dan controlling pada kolam berjalan dengan baik, pengiriman data yang dilakukan oleh mikrokontroler dapat disimpan didalam database.
2. Pada pengujian hasil *monitoring*, didapati suhu, pH, TDS dan kekeruhan dikolam dipengaruhi oleh keadaan cuaca yang tidak menentu, namun hal ini tidak berpengaruh pada ikan dan tanaman karena sistem yang dibuat berhasil bekerja dengan baik.
3. Pada pengujian hasil *monitoring* pH, nilai pH dari hari 1 hingga hari 7 masih dalam rentang yang aman untuk ikan dan tanaman.

4. Pada pengujian QoS untuk pengiriman data alat ke API, rata rata *delay* yang didapat sebesar 102,0881 ms
5. Setelah melakukan pengujian dapat ditarik kesimpulan bahwa algoritma fuzzy dapat berjalan dengan baik untuk penentuan kualitas air kolam dengan kategori "Unggul", "Baik", "Kurang Baik" dan "Buruk". Alat ini dapat menjalankan proses algoritma fuzzy dan berhasil mengirimkan ke database.

## 5.2. Saran

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, didapatkan saran agar penelitian ini dapat lebih berkembang lagi. Berikut merupakan beberapa saran yaitu :

1. Pengkalibrasian sensor yang akan digunakan harus berhati hati agar sensor dapat bekerja secara akurat dan tepat.
2. Menambahkan sistem kontrolling untuk mengatur nutrisi (TDS) yang sesuai dengan kebutuhan ikan dan tanaman.
3. Menambahkan sistem kontroling untuk mengatur suhu pada air kolam.
4. Menambah kamera pengawas agar akuaponik dapat dipantau sepanjang hari sehingga jika terjadi hal yang tidak diinginkan pelaku akuaponik bisa langsung melakukan pencegahan.
5. Untuk mendapatkan respon sistem yang maksimal dan lebih baik algi sebaiknya menggunakan sensor pH yang lebih akurat dan stabil karena sangat berpengaruh terhadap pembacaan nilai pH pada air.

## Referensi

- [1] Y. Sastro, *Teknologi Akuaponik Mendukung Pengembangan Urban Farming*. 2016.
- [2] P. Guillemin *et al.*, "Internet of Things Standardisation—Status, Requirements, Initiatives and Organisations," *RIVER Publ. Ser. Commun.*, p. 259, 2013.
- [3] S. Goddek, A. Joyce, B. Kotzen, and G. M. Burnell, *Aquaponics Food Production Systems: Combined Aquaculture and Hydroponic Production Technologies for the Future*. Springer Nature, 2019.
- [4] S. Pond, *Aquaponics Systems for the Freshwater Tropical Fish Keeper*. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2013.
- [5] H. Effendi, *Telaah kualitas air, bagi pengelolaan sumber daya dan lingkungan perairan*. Kanisius, 2003.
- [6] B. S. Nasional, "Ikan lele dumbo (*Clarias sp.*) Bagian 3: Produksi benih," *SNI*, vol. 6484, p. 2014, 2014.
- [7] Peraturan Pemerintah, "Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001," *Peratur. Pemerintah Republik Indones.*, pp. 1–22, 2001.
- [8] O. Vermesan and P. Friess, *Internet of things: converging technologies for smart environments and integrated ecosystems*. River publishers, 2013.
- [9] Y. A. Tarigan, U. Sunarya, A. Novianti, F. I. Terapan, U. Telkom, and K. Ukur, "Rancang Bangun Kapal Ukur Kualitas Air Menggunakan Metode Modified Fuzzy



Ship Design To Measure Water Quality Using Modified Fuzzy.”

- [10] S. Suroso, C. Ciksadan, and S. Sholihatun, “ANALISIS QUALITY OF SERVICE VIDEO STREAMING YOUTUBE DAN RMA WLAN DI POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA,” *TESLA J. Tek. Elektro*, vol. 22, no. 2, pp. 93–104, 2020.