

# Penerapan Logika Fuzzy Dalam Sistem Kontrol Oksigen Terlarut Pada Budidaya Ikan Air Tawar

1<sup>st</sup> Patih Muhammad  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia

patihku@student.telkomuniversity.ac.id

2<sup>nd</sup> Achmad Rizal  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia

achmadrizal@telkomuniversity.ac.id

3<sup>rd</sup> Agung Surya Wibowo  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia

agungsw@telkomuniversity.ac.id

**Abstrak**— Di dalam dunia pembudidayaan ikan oksigen terlarut adalah salah satu hal yang penting dalam proses menentukan kualitas serta kuantitas pembenihan ikan. Oleh karena itu kadar oksigen terlarut akan sangat menentukan hasil dari pembudidayaan ikan tersebut. Maka dari itu untuk memudahkan pembudidayaan ikan dibentuklah sistem yang dapat mengontrol oksigen terlarut sehingga tidak adanya kematian ikan dalam proses pembudidayaan. Pada perancangan sistem ini akan menggunakan sensor SKU-SEN0237 sebagai pembacaan nilai oksigen terlarut dan presentase jumlah kadar oksigen akan dikontrol dengan menggunakan logika fuzzy yang penerapannya di dalam Arduino Uno. Apabila kadar oksigen terlarut berada di bawah nilai setting point yang ditentukan maka pompa udara akan dihidupkan untuk menghasilkan oksigen terlarut di kolam. Sistem memiliki keluaran berupa beroperasinya aktuator yang terpengaruh oleh masukan nilai kadar oksigen terlarut pada prototipe. Semakin rendah oksigen terlarut yang terbaca oleh sensor maka aktuator akan beroperasi dengan sangat cepat dan begitu juga sebaliknya. Sistem dapat mencapai set point dalam waktu kurang lebih 35 detik saat kadar oksigen terlarut tergolong rendah.

**Kata kunci**— Oksigen Terlarut, Pembudidayaan, Logika Fuzzy, Sistem, Aktuator.

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

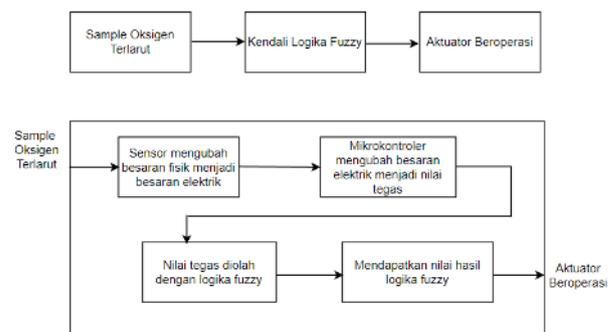
Di dalam dunia pembudidayaan ikan, oksigen terlarut adalah salah satu faktor yang menentukan kualitas dan kuantitas dalam budidaya ikan. Contoh masalah yang sering terjadi di dunia pembudidayaan ikan adalah kematian ikan di kolam yang disebabkan oleh kurangnya kadar oksigen. Pada tahun 2012 terdapat kasus kematian ikan pada budidaya ikan di Wukisari kecamatan Cangkringan, Sleman, Yogyakarta. Target pembenihan ikan lele sekitar 943.200 ekor dan hasil yang didapat hanya sekitar 419.200 ekor [1]. Dari masalah tersebut, bisa dikatakan bahwa pentingnya oksigen terlarut dan faktor lainnya seperti kepadatan ikan sangat berpengaruh dalam hasil budidaya ikan tersebut. Kualitas air memegang peranan penting dalam bidang perikanan terutama untuk kegiatan budidaya serta produktifitas hewan akuatik [2]. Salah satu faktor kualitas air yang menyebabkan tingginya

kematian ikan adalah kadar oksigen terlarut [3]. Oksigen terlarut yang tergolong rendah juga dapat menyebabkan berkembangnya bakteri di kolam. Oleh karena itu, diperlukannya sebuah sistem yang dapat mengontrol oksigen terlarut di dalam kolam. Sistem yang akan di rancang ini diharapkan dapat mengurangi jumlah kematian ikan yang disebabkan oleh kurangnya oksigen terlarut serta dapat meningkatkan kualitas pembenihan ikan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Desain Konsep Solusi

Pada penelitian ini akan dirancang sistem kontrol oksigen terlarut menggunakan sensor untuk menghitung jumlah kadar oksigen terlarut di dalam kolam maupun akuarium.



GAMBAR 2.1  
Desain Konsep Solusi

Pada gambar 2.1 dapat dijelaskan sebagai berikut : Sistem ini memiliki input berupa sample oksigen yang nanti akan dilakukan pembacaan oleh sensor. Hasil dari pembacaan sensor tersebut akan diteruskan menuju mikrokontroler dan dilakukan aturan logika fuzzy. Hasil dari logika fuzzy ini berupa PWM untuk beroperasinya aktuator pompa udara.

### B. Fuzzy Logic Control

Fuzzy Logic Control adalah sebuah sistem kontrol yang memanfaatkan logika fuzzy. Logika fuzzy sendiri merupakan sebuah teknik pemecahan masalah dengan cara mengambil

keputusan dari beberapa aturan yang sudah ditentukan. Logika fuzzy sendiri biasanya disebut logika samar dikarenakan logika fuzzy ini mendapatkan halhal yang nilainya tidak jelas untuk dijadikan sebagai acuan nilai-nilai logika fuzzy yang patut diperhitungkan. 1. Logika fuzzy pertama kali dikembangkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh, seorang peneliti dari Universitas California, pada tahun 1960-an Logika fuzzy dikembangkan dari teori himpunan fuzzy [4].

#### 1. Oksigen Terlarut

Konsentrasi oksigen terlarut (DO) menjadi parameter yang paling banyak mendapat perhatian karena mencerminkan kualitas air dan kesehatan suatu ekosistem perairan [5]. Semakin besar nilai suatu oksigen terlarut tersebut menunjukkan bahwa air tersebut memiliki kualitas air yang baik. Terdapat 2 metode untuk pengukuran oksigen terlarut ini yaitu metode titrasi dan metode elektrokimia. Metode titrasi yaitu dengan cara winkler sedangkan metode elektro kimia adalah cara langsung untuk menentukan oksigen terlarut dengan alat DO meter [6]

#### 2. Faktor Kualitas Air

##### a. Suhu Air

Suhu air ini mempengaruhi proses nafsu makan ikan. Pada saat suhu dibawah 16 derajat celsius menyebabkan menurunnya nafsu makan ikan, sementara untuk suhu yang berbahaya untuk ikan berkisar di antara 10 – 11 derajat celsius. Dengan suhu yang tepat dapat membuat ikan memiliki metabolisme yang optimal ini membuat ikan dapat tumbuh dengan baik dan pertambahan bobot pada ikan.

##### b. Kepadatan Ikan

Kepadatan ikan dalam suatu ekosistem juga dapat mempengaruhi kualitas air tersebut. Kepadatan yang tinggi akan mempengaruhi kualitas air yang disebabkan karena sering terjadi penumpukan bahan organik yang berasal dari buangan sisa metabolisme ikan dan sisa pakan yang tidak termakan [7].

##### c. Oksigen Terlarut

Oksigen merupakan hal yang penting bagi makhluk hidup. Tidak hanya manusia yang membutuhkan, begitu pula dengan ikan. Selain untuk bernafas ikan juga membutuhkan oksigen untuk berkembang sehingga dibutuhkan oksigen terlarut dalam air agar aktivitas ikan tidak terganggu.

##### d. Kandungan Amonia

Amonia merupakan hasil dari ekskresi dari suatu organisme. Amonia ini secara alami hadir di dalam suatu kolam. Amonia akan menjadi racun bagi ikan apabila dibiarkan menumpuk dalam jumlah yang tidak sedikit dalam suatu kolam.

##### e. ADC (Analog To Digital Converter)

Analog To Digital Converter (ADC) merubah nilai suatu masukan yang berupa arus, tegangan listrik atau sinyal analog lainnya menjadi sinyal digital [8]. Di dunia nyata sinyal analog ini berasal dari berbagai sumber yang nilainya kontinu, sementara rangkaian lain disisi lain bekerja dengan menggunakan sinyal biner.

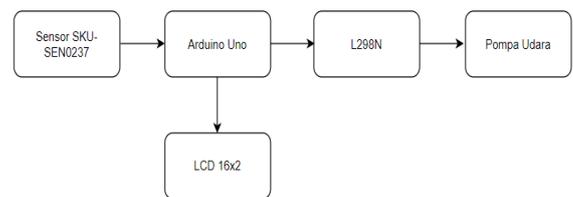
#### 3. PWM (Pulse Width Modulation)

PWM merupakan suatu proses perbandingan antara sinyal carrier dengan sinyal modulasi sehingga menghasilkan sinyal kotak dengan lebar pulsa yang berbeda [9]. Pada umumnya PWM ini digunakan sebagai sinyal kontrol maupun sinyal penggerak motor. PWM memiliki fungsi yang terbalik dengan ADC yaitu untuk menghasilkan sinyal analog dari perangkat digital.

### III. PERANCANGAN SISTEM

#### A. Desain Sistem

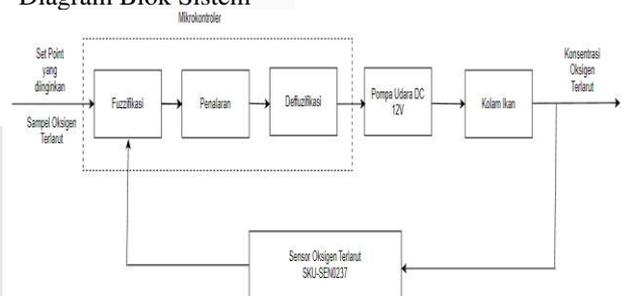
Sistem kontrol oksigen terlarut ini berfungsi untuk mengendalikan oksigen terlarut sesuai dengan set point yang ditentukan.



GAMBAR 3.1  
Desain sistem

Kontrol oksigen terlarut ini dilakukan dengan menggunakan Arduino uno sebagai mikrokontroler, yang dihubungkan dengan sensor DO sebagai alat untuk mengukur oksigen terlarut di dalam air. Mikrokontroler ini juga dihubungkan dengan LCD untuk menampilkan kadar oksigen terlarut di dalam air. L298N dihubungkan dengan Arduino uno untuk mengontrol pompa udara dan pompa udara untuk menghasilkan oksigen terlarut di dalam air.

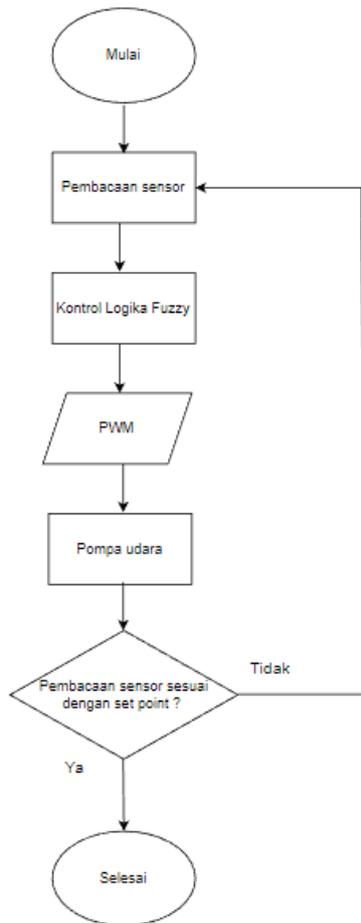
#### B. Diagram Blok Sistem



GAMBAR 3.2  
Diagram Blok Sistem

Pada gambar 3.2 merupakan diagram blok sistem dengan beberapa komponen diagram blok seperti, Input berupa set point nilai yang diinginkan oksigen terlarut, Mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino UNO berfungsi sebagai otak pemrosesan data dari sebuah sensor, Pompa udara digunakan untuk menghasilkan oksigen terlarut di dalam air, Sensor DO digunakan untuk mengukur oksigen terlarut di dalam air, Output berupa nilai dari kadar oksigen setelah pompa udara di hidupkan dan di tampilkan melalui LCD.

C. Diagram Alir



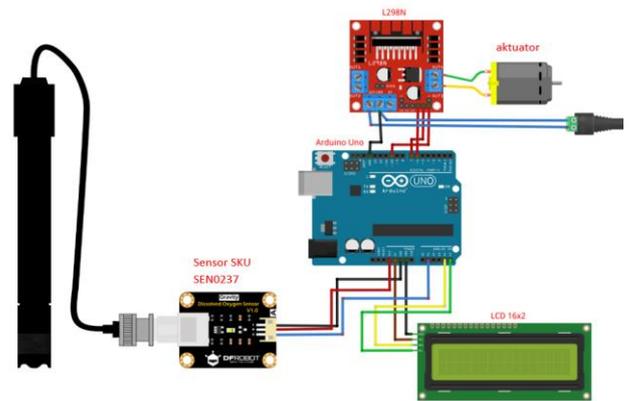
GAMBAR 3.3 Diagram alir

Berikut adalah alur sistem yang dibuat pertama dilakukan pembacaan sensor DO untuk mengukur kadar oksigen terlarut di dalam air. Hasil dari pembacaan sensor akan berupa sinyal analog yang akan diolah menjadi sinyal digital dengan ADC pada Arduino Uno. Sinyal digital akan masuk ke kontrol logika fuzzy dengan aturan – aturan yang sudah ditetapkan. Hasil logika fuzzy berupa PWM untuk pompa udara beroperasi. Apabila pembacaan sensor berada di bawah set point maka pompa udara akan beroperasi untuk meningkatkan oksigen terlarut dan apabila pembacaan sensor di atas set point maka pompa udara akan berhenti.

IV. HASIL DAN ANALISIS

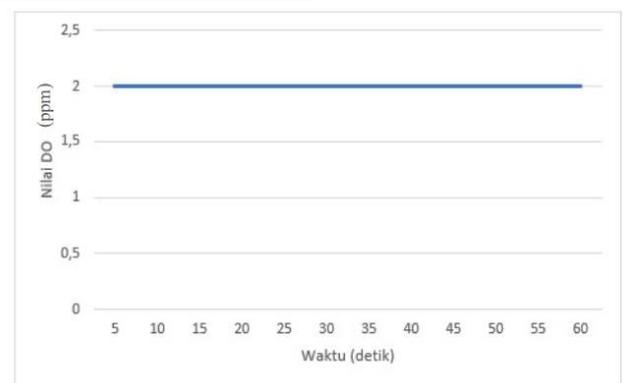
A. Realisasi Alat

Realisasi alat ini menggunakan mikrokontroler berupa Arduino Uno sebagai pengolah data dan kontrol aktuator. Alat ini dirancang menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dikarenakan memiliki jumlah pin yang mencukupi dan memiliki banyak library yang dapat digunakan. Mikrokontroler ini akan terhubung dengan sensor, motor driver dan LCD.

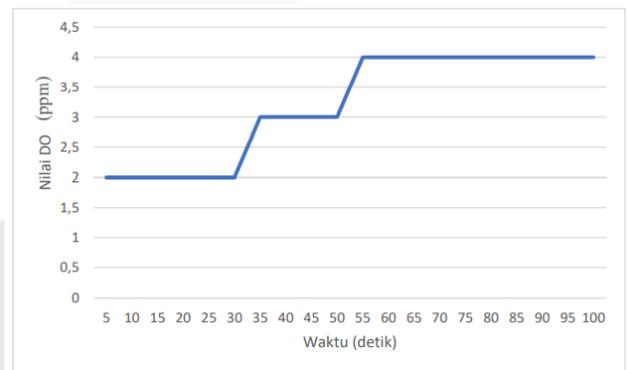


GAMBAR 4.1 Realisasi Arduino Uno

B. Pengujian Sensor SKU-SEN0237



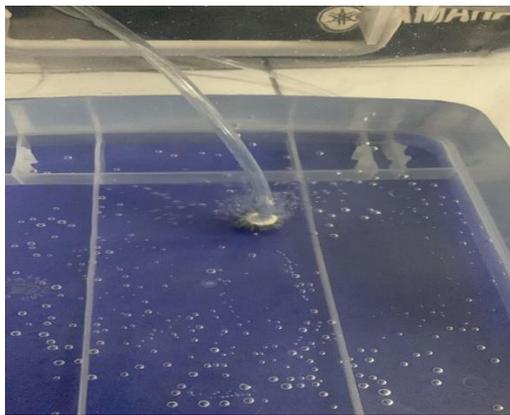
GAMBAR 4.2 Sebelum dicampurkan air bersih



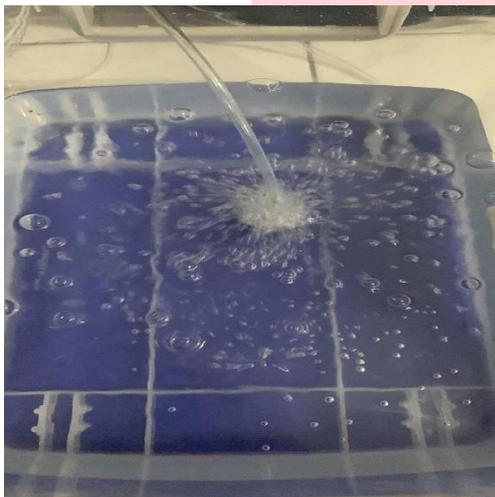
GAMBAR 4.3 sesudah dicampurkan air bersih

Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai DO pada air kolam terjadi kenaikan setelah dicampurkan dengan air yang bersih. Air bersih mengandung banyak oksigen terlarut sehingga apabila dicampurkan ke dalam air kolam akan menambahkan oksigen di dalamnya. Maka dari itu sensor SKU SEN-0237 ini dapat bekerja dengan baik.

C. Pengujian Aktuator Pompa Udara



GAMBAR 4.4  
Diberikan PWM sebesar 60



GAMBAR 4.5  
Diberikan PWM sebesar 255

Jika dilihat dari gambar diatas dapat dibandingkan bahwa aktuator dengan pwm 255 menghasilkan oksigen terlarut yang lebih banyak. Ini menunjukkan bahwa aktuator dapat di kontrol kecepatannya menggunakan motor driver L298N dan aktuator bekerja dengan baik.

D. Pengujian Rules

TABEL 4.1  
Hasil Pengujian Rules

Rules no.	Input Oksigen Terlarut (ppm)	Output aktuator (PWM)
1	1	255
2	2	220
3	4	180
4	5	120
5	6	0

Pada tabel diatas merupakan hasil pengujian fuzzy rules sesuai dengan yang dirancang, terdapat 5 fuzzy rules yang diuji dengan output berupa PWM pada aktuator. Seluruh

input maupun output sudah sesuai dengan fuzzy rules pada software acuan Matlab.

E. Pengujian Set Point



GAMBAR 4.6  
Hasil Pengujian Set Point

Berdasarkan hasil diatas bisa disimpulkan bahwa awal pembacaan sensor berada dibawah set point kemudian aktuator akan dihidupkan untuk menghasilkan oksigen terlarut sesuai dengan set point yang ditentukan. Sistem dapat mencapai set point dalam waktu kurang lebih 35 detik saat oksigen terlarut tergolong rendah.

F. Spesifikasi Alat

TABEL 4.2  
Spesifikasi Alat

Spesifikasi	
Jangkauan Deteksi	0~20 ppm
Kisaran Suhu	0~40 °C
Waktu Merespon	Respons penuh hingga 98%, dalam 90 detik (25 °C)
Kisaran Tekanan	0~50 PSI
Tegangan Input	3.2V – 40V.
Rentang volt	DC 3V – 12V
Motor Driver	Driver Motor L298N Dual H Bridge DC.
Nilai PWM	0~255
Mikrokontroler	Arduino Uno

G. Analisis Akhir

Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa perangkat maupun sistem yang sudah di uji coba dapat bekerja dengan baik dan sistem yang dirancang dapat bekerja sesuai dengan yang dirancang.

V. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis penelitian penulis dengan judul Penerapan Logika Fuzzy Dalam Sistem Kontrol Oksigen Terlarut Budidaya Ikan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Penelitian ini berhasil mengimplementasikan logika fuzzy untuk mengendalikan oksigen terlarut pada kolam maupun

akuarium. Aktuator pompa udara bekerja untuk menghasilkan oksigen terlarut sesuai dengan set point yang ditentukan. Saat sensor membaca oksigen terlarut dibawah set point maka aktuator akan dihidupkan sesuai dengan PWM yang diberikan dan sebaliknya apabila sensor membaca oksigen terlarut di atas set point maka aktuator akan mati.

2. Penelitian ini menggunakan logika fuzzy sugeno. Sistem ini dapat mencapai set point dalam waktu kurang lebih 35 detik saat kadar oksigen terlarut tergolong rendah dengan panjang tempat pengujian sebesar 36 cm lebar 27 cm dan kedalaman 12 cm.

3. Sistem memiliki umpan balik yang baik setelah diberikan gangguan berupa penambahan pompa udara untuk meningkatkan oksigen terlarut sampai di atas set point.

4. Nilai PWM yang diberikan pada aktuator menyesuaikan dengan tempat yang akan diuji coba dan jumlah volume air tersebut.

#### B. Saran

1. Prototipe dapat dikemas menjadi lebih baik sehingga membuat pengguna nyaman.

2. Sebaiknya pengujian dilakukan langsung di tempat budidaya ikan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Wibisono, "Studi Kelayakan Investasi Pembuatan Perikanan Pembibitan Ikan Lele Dalam Perspektif Supply Chain Management" Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, 2012.
- [2] R. Emilia, E. efendi, Suparmono, "Efektifitas sistem akuaponik dalam mereduksi konsentrasi ammonia pada sistem budidaya ikan" e jurnal r. vol III,2014.
- [3] L. Riadhi, M. Rivai, F. Budiman. "Pengaturan Oksigen Terlarut Menggunakan Metode Logika Fuzzy Berbasis Mikrokontroler Teensy Board" Institut Teknologi Sepuluh November,2017.
- [4] Tri Ramadhona, "Logika fuzzy" Academia Accelerating the world research, 2009.
- [5] S. Yayuk, P Lismining, "Respon Oksigen Terlarut Terhadap Pencemaran dan Pengaruhnya Terhadap Keberadaan Sumber Daya Ikan di Sungai Citarum" Balai Riset Pemulihan Sumber Daya Ikan,2018.
- [6] R. M. Inda, S, Arif, W. S. Sri, "Sistem Akuisisi Data Pengukuran Oksigen Terlarut Pada Tambak Udang Menggunakan Sensor Dissolved Oxygen" Universitas Lampung, 2017.
- [7] R. Arif Hakim, "Pengaruh Padat Tebar Terhadap Pertumbuhan Dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Nila" Universitas Sumatera Utara,2019.
- [8] SAR JANA, "MODUL CONVERTER (ADC dan DAC) DENGAN SEVEN SEGMENT DISPLAY" Politeknik Negeri Surabaya,2019.
- [9] A Danu, R Slamet, "Pengaturan Kecepatan Pada Motor Brushless DC (BLDC) menggunakan PWM (Pulse Width Modulation)" Universitas Katolik Soegijapranata,2018.
- [10] 'Pengertian Arduino Uno dan spesifikasinya'. <https://pintarelektro.com/pengertian-arduino-uno/> (accessed Jun. 8, 2022).
- [11] M Reza and Krismadinata, 'Kendali kecepatan motor DC Dengan Kontroller PID dan Antar Muka Visual Basic' (accessed Jun. 08, 2022).
- [12] 'SEN0237 Gravity Analog Dissolved Oxygen Sensor' [https://wiki.dfrobot.com/Gravity\\_\\_Analog\\_Dissolved\\_Oxygen\\_Sensor\\_SKU\\_SEN0237#target\\_0](https://wiki.dfrobot.com/Gravity__Analog_Dissolved_Oxygen_Sensor_SKU_SEN0237#target_0) (accessed Jun. 08, 2022)