

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING KUALITAS AIR KOLAM
PEMBESARAN IKAN NILA BERBASIS IOT MENGGUNAKAN METODE
FUZZY LOGIC (MAMDANI FUZZY INFERENCE METHOD)**

Abdul Rahman Jainun¹, Indra Yustiana², Hermanto³

Teknik Informatika Universitas Nusa Putra

¹abdul.rahman_ti22@nusaputra.ac.id, ² indra.yustiana@nusaputra.ac.id,

³hermanto@nusaputra.ac.id

ABSTRACT

Water quality is a factor that affects the survival of tilapia in grow-out ponds. Monitoring water quality manually can cause changes in water conditions to be detected late, which can potentially reduce aquaculture productivity. This study aims to design and build an Internet of Things (IoT)-based water quality monitoring system combined with the Mamdani Fuzzy Logic method as the basis for automatic decision-making. Here, I use an ESP32 microcontroller system connected to a DS18B20 temperature sensor, pH sensor, float switch, and a two-channel relay to control the drainage pump and water filling pump. Temperature and pH data are processed through fuzzification, inference, and defuzzification stages to classify water quality into good, moderate, and poor categories. Measurement information is sent to the Blynk application so that users can monitor pond conditions in real-time. The implementation results show that the system can continuously monitor water quality and automatically carry out water changes when the water quality is poor. This way, the developed system can help farmers maintain water quality more effectively, efficiently, and sustainably.

Keywords: *Internet of Things, Water Quality Monitoring, Tilapia Fish, ESP32, Mamdani Fuzzy Logic*

ABSTRAK

Kualitas air merupakan faktor yang berpengaruh terhadap kelangsungan hidup ikan nila pada kolam pembesaran. Pemantauan kualitas air yang masih dilakukan secara manual maka akan menyebabkan perubahan kondisi air sering terlambat diketahui

sehingga berpotensi menurunkan produktivitas budidaya. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem monitoring kualitas air berbasis Internet of Things (IoT) yang dipadukan dengan metode Fuzzy Logic Mamdani sebagai dasar pengambilan keputusan secara otomatis. Disini saya menggunakan sistem mikrokontroler ESP32 yang terhubung dengan sensor suhu DS18B20, sensor pH, float switch, serta relay dua channel untuk mengendalikan pompa pembuangan dan pompa pengisian air. Data suhu dan pH diproses melalui tahapan fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi untuk mengelompokkan kualitas air ke dalam kategori baik, sedang, dan buruk. Informasi hasil pengukuran dikirimkan ke aplikasi Blynk sehingga pengguna dapat memantau kondisi kolam secara real-time. Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem dapat melakukan pemantauan kualitas air secara berkelanjutan serta menjalankan proses pergantian air secara otomatis ketika kualitas air berada pada kondisi buruk. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan dapat membantu pembudidaya menjaga kualitas air secara lebih efektif, efisien, dan berkelanjutan.

Kata Kunci: Internet of Things, Monitoring Kualitas Air, Ikan Nila, ESP32, Fuzzy Mamdani

A. Pendahuluan

Budidaya ikan nila salah satu sektor perikanan air tawar yang memiliki prospek ekonomi yang baik karena permintaan pasar yang terus meningkat. Keberhasilan budidaya tidak hanya ditentukan oleh kualitas benih dan pakan, tetapi juga sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan kolam, terutama kualitas air. Parameter kualitas air seperti suhu dan derajat keasaman (pH) menjadi faktor penting yang berpengaruh terhadap pertumbuhan, kesehatan,

serta tingkat kelangsungan hidup ikan nila. Kondisi suhu yang berada pada kisaran 26–32°C dan nilai pH antara 6,5–8 merupakan kondisi yang mendukung pertumbuhan ikan secara optimal. Apabila kedua parameter tersebut berada di luar kisaran yang direkomendasikan, ikan dapat mengalami stres, penurunan nafsu makan, gangguan pertumbuhan, bahkan meningkatkan risiko kematian.

Pada praktik budidaya, pemantauan kualitas air umumnya masih dilakukan secara manual dengan mengamati kondisi kolam

atau melakukan pengukuran pada waktu tertentu. Cara tersebut memiliki keterbatasan karena perubahan kualitas air dapat terjadi sewaktu-waktu sehingga tidak selalu dapat diketahui dengan cepat. Akibatnya, tindakan penanganan sering terlambat dilakukan dan kondisi tersebut dapat menurunkan produktivitas budidaya. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang mampu melakukan pemantauan kualitas air secara berkelanjutan sehingga perubahan kondisi kolam dapat diketahui lebih cepat dan akurat.

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) memberikan peluang untuk membangun sistem monitoring yang mampu menghubungkan sensor dengan jaringan internet sehingga data hasil pengukuran dapat dikirim dan dipantau secara real-time. Dengan memanfaatkan

mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan sensor suhu dan sensor pH, informasi mengenai kondisi kualitas air dapat diakses melalui aplikasi Blynk tanpa harus melakukan pengukuran secara langsung di lokasi kolam. Selain meningkatkan kemudahan pemantauan, teknologi IoT juga

memungkinkan sistem bekerja secara berkelanjutan sehingga perubahan kondisi air dapat diketahui dengan lebih cepat.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem monitoring kualitas air menggunakan teknologi IoT maupun metode Fuzzy Logic Mamdani. Penelitian oleh Fakhurroja dkk. mengintegrasikan IoT dan logika fuzzy untuk menentukan kualitas air berdasarkan parameter suhu, pH, dan dissolved oxygen (DO). Penelitian lain oleh Kaho dkk. menerapkan sistem monitoring kualitas air berbasis IoT dengan kemampuan pemantauan secara real-time, sedangkan Hapsari dkk. memanfaatkan metode Fuzzy Mamdani untuk mengklasifikasikan kualitas air pada kolam ikan koi.

Meskipun penelitian-penelitian tersebut telah menunjukkan hasil yang baik dalam proses monitoring maupun klasifikasi kualitas air, sebagian besar masih berfokus pada pemantauan kondisi air atau pengambilan keputusan, sehingga mekanisme pengendalian kualitas air secara otomatis belum diintegrasikan secara menyeluruh dalam satu sistem.

Berdasarkan hasil analisis penelitian terdahulu, penelitian ini

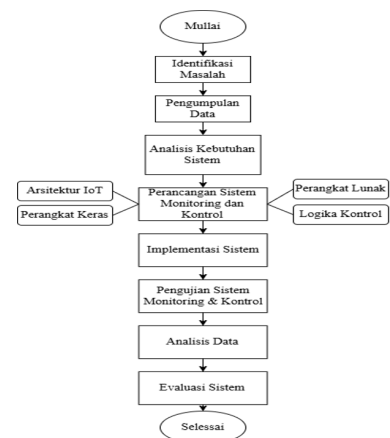
mengembangkan sistem yang mengintegrasikan teknologi IoT dengan metode Fuzzy Logic Mamdani untuk menentukan kondisi kualitas air berdasarkan parameter suhu dan pH. Berbeda dengan penelitian sebelumnya, sistem yang dirancang tidak hanya menampilkan informasi kualitas air secara real-time, tetapi juga mengendalikan proses pembuangan dan pengisian air secara otomatis menggunakan relay dua kanal, pompa air, dan sensor level air. Dengan integrasi tersebut, sistem mampu melakukan proses monitoring, pengambilan keputusan, serta tindakan pengendalian dalam satu rangkaian kerja sehingga diharapkan dapat membantu menjaga kualitas air kolam pembesaran ikan nila secara lebih efektif dan efisien.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem monitoring kualitas air kolam pembesaran ikan nila berbasis Internet of Things menggunakan metode Fuzzy Logic Mamdani. Sistem yang dikembangkan diharapkan mampu memberikan informasi kondisi kualitas air secara real-time sekaligus melakukan pengendalian otomatis ketika kualitas air berada pada kondisi yang tidak

sesuai, sehingga dapat mendukung pengelolaan budidaya ikan nila secara lebih optimal.

B. Metode Penelitian

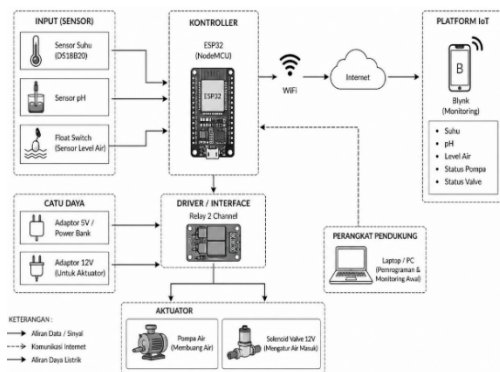
Pada penelitian ini, tahapan metodologi disusun secara sistematis untuk memastikan proses perancangan hingga evaluasi sistem dapat berjalan dengan terarah dan terstruktur. Metodologi penelitian ini mencakup beberapa tahapan utama, mulai dari identifikasi masalah hingga evaluasi sistem yang telah dikembangkan. Setiap tahapan dirancang untuk mendukung pembangunan sistem monitoring dan kontrol kualitas air kolam ikan nila berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan metode Fuzzy Logic Mamdani. Adapun alur tahapan penelitian dapat dilihat pada diagram berikut.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian diawali dengan identifikasi masalah yang dilakukan melalui observasi terhadap proses pemantauan kualitas air pada kolam budidaya ikan nila. Selanjutnya dilakukan analisis kebutuhan sistem yang mencakup kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak. Tahap berikutnya adalah perancangan sistem yang meliputi perancangan arsitektur IoT, diagram blok sistem, flowchart, serta perancangan metode Fuzzy Mamdani. Setelah proses perancangan selesai, dilakukan implementasi perangkat keras dan perangkat lunak yang kemudian dilanjutkan dengan pengujian sensor, pengujian sistem IoT, dan evaluasi hasil penelitian.

1. Desain arsitektur IoT

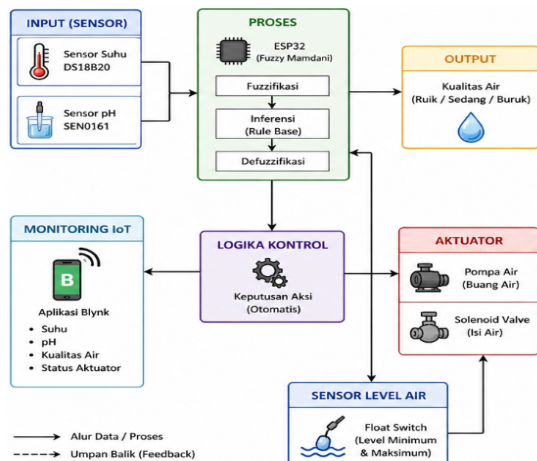


Gambar 2. Desain Arsitektur IOT pada penelitian ini menggambarkan keterkaitan antar komponen yang meliputi sensor, mikrokontroler, aktuator, serta

platform monitoring. Sensor suhu DS18B20, sensor pH, dan float switch digunakan sebagai perangkat input untuk memperoleh data kondisi air secara real-time.

Data yang diperoleh dari sensor kemudian dikirimkan ke mikrokontroler ESP32 untuk diproses lebih lanjut. ESP32 berfungsi sebagai pusat pengolahan data sekaligus pengendali sistem yang juga mengirimkan informasi melalui jaringan WiFi ke aplikasi Blynk sebagai media monitoring. Selain itu, ESP32 juga mengontrol aktuator melalui modul relay 2 channel yang terhubung dengan pompa air dan solenoid valve. Pompa air digunakan untuk proses pembuangan air, sedangkan solenoid valve berfungsi untuk mengatur aliran air masuk. Sistem ini didukung oleh sumber daya berupa adaptor 5V untuk mikrokontroler dan adaptor 12V untuk aktuator agar seluruh komponen dapat beroperasi dengan baik.

2. Diagram blok system



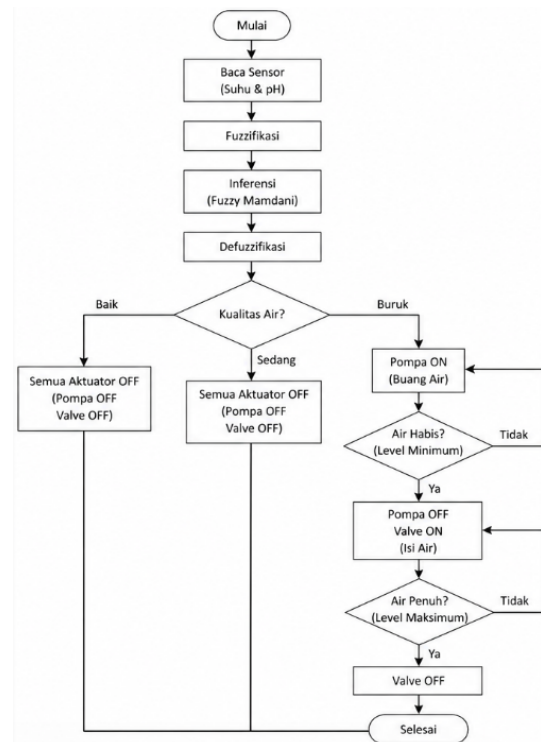
Gambar 3. Diagram Blok System

Gambar di atas menggambarkan aliran proses dari input hingga output dalam sistem yang dirancang. Sensor suhu dan pH berperan sebagai input utama yang mengirimkan data ke ESP32 untuk diproses menggunakan metode Fuzzy Mamdani. Hasil pengolahan berupa kategori kualitas air, yaitu baik, sedang, dan buruk, digunakan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan pada bagian logika kontrol. Logika kontrol ini menentukan kondisi aktuator dengan mengaktifkan atau menonaktifkan pompa air dan solenoid valve melalui modul relay. Selain itu, data hasil pemrosesan juga dikirimkan ke aplikasi Blynk untuk ditampilkan secara real-time sebagai media monitoring. Sensor level air (float switch) berfungsi sebagai umpan balik

(feedback) yang digunakan untuk memastikan proses pengurasan dan pengisian air berjalan sesuai kondisi yang diharapkan.

3. Flowchart sistem

Flowchart digunakan untuk menggambarkan langkah-langkah proses kerja sistem secara sistematis dari awal hingga menghasilkan output.



Gambar 4. Flowchart System

Flowchart sistem menunjukkan urutan langkah kerja sistem secara sistematis. Proses dimulai dari pembacaan data oleh sensor suhu dan pH, kemudian dilanjutkan dengan tahap fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi menggunakan metode Fuzzy Mamdani. Hasil dari proses

tersebut berupa klasifikasi kualitas air ke dalam kategori baik, sedang, atau buruk. Apabila kualitas air berada pada kondisi baik atau sedang, maka sistem tidak melakukan tindakan dan seluruh aktuator berada dalam kondisi tidak aktif. Sebaliknya, jika kualitas air berada pada kondisi buruk, sistem akan mengaktifkan pompa air untuk membuang air. Proses ini berlangsung hingga sensor level air mendeteksi bahwa air telah mencapai batas minimum, kemudian pompa akan dimatikan. Selanjutnya, solenoid valve diaktifkan untuk mengisi air baru hingga mencapai batas maksimum, setelah itu valve akan dimatikan kembali.

Seluruh proses tersebut berjalan secara otomatis tanpa campur tangan pengguna, dan hasilnya dapat dipantau melalui aplikasi Blynk secara real-time.

4. Metode Fuzzy Mamdani

Fuzzy Mamdani digunakan sebagai inti pengambilan keputusan dalam menentukan kualitas air kolam. Variabel input yang digunakan terdiri atas suhu dan pH, sedangkan variabel output berupa kualitas air. Variabel suhu dibagi menjadi tiga himpunan fuzzy yaitu rendah, normal, dan tinggi.

Variabel pH terdiri atas asam, netral, dan basa. Sementara itu, output kualitas air diklasifikasikan menjadi tiga kategori yaitu buruk, sedang, dan baik.

Tabel 1. Variabel Fuzzy

Variabel	Himpunan Fuzzy
Suhu Air	Rendah, Normal, Tinggi
pH Air	Asam, Netral, Basa
Kualitas Air	Buruk, Sedang, Baik

Fungsi keanggotaan suhu ditentukan berdasarkan rentang kondisi yang sesuai untuk budidaya ikan nila. Suhu kurang dari 26°C dikategorikan rendah, suhu antara 26°C hingga 32°C dikategorikan normal, dan suhu di atas 32°C dikategorikan tinggi. Sementara itu, nilai pH kurang dari atau sama dengan 6,5 dikategorikan asam, nilai pH antara 6,5 hingga 8 dikategorikan netral, dan nilai pH di atas 8 dikategorikan basa.

Tabel 2. Fungsi Keanggotaan Suhu

Himpunan Fuzzy	Rentang Nilai
Rendah	< 26°C

Normal	26°C – 32°C
Tinggi	> 32°C

Tabel 3. Fungsi Keanggotaan pH

Himpunan Fuzzy	Rentang Nilai
Asam	≤ 6,5
Netral	6,5 – 8
Basa	≥ 8

Aturan fuzzy disusun dalam bentuk IF–THEN berdasarkan kombinasi nilai suhu dan pH. Karena masing-masing variabel input memiliki tiga himpunan fuzzy, maka terbentuk sembilan aturan yang digunakan sebagai dasar proses inferensi.

Tabel 4 Rule Base Fuzzy Mamdani

No	Suhu	pH	Kualitas Air
1	Rendah	Asam	Buruk
2	Rendah	Netral	Sedang
3	Rendah	Basa	Buruk
4	Normal	Asam	Sedang
5	Normal	Netral	Baik
6	Normal	Basa	Sedang
7	Tinggi	Asam	Buruk
8	Tinggi	Netral	Sedang

No	Suhu	pH	Kualitas Air
9	Tinggi	Basa	Buruk

Proses Fuzzy Mamdani terdiri atas tiga tahapan utama, yaitu fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi. Fuzzifikasi digunakan untuk mengubah data numerik hasil pembacaan sensor menjadi nilai linguistik dalam bentuk derajat keanggotaan. Selanjutnya, proses inferensi dilakukan dengan menerapkan aturan fuzzy menggunakan operator AND (minimum) untuk menentukan keluaran fuzzy. Tahap terakhir adalah defuzzifikasi menggunakan metode centroid untuk mengubah hasil keluaran fuzzy menjadi nilai tegas (crisp) yang digunakan sebagai dasar dalam menentukan kategori kualitas air.

C.Hasil Penelitian dan Pembahasan

Penelitian ini berhasil menghasilkan sistem monitoring kualitas air kolam ikan nila berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan metode Fuzzy Mamdani. Sistem dirancang untuk memantau kondisi air berdasarkan parameter suhu dan pH menggunakan sensor DS18B20 dan

sensor pH yang terhubung dengan mikrokontroler ESP32.

Data hasil pembacaan sensor diproses menggunakan metode Fuzzy Mamdani untuk menentukan kategori kualitas air, yaitu Baik, Sedang, dan Buruk. Hasil monitoring ditampilkan pada LCD serta dikirim secara real-time ke aplikasi Blynk melalui jaringan internet. Selain melakukan monitoring, sistem juga dilengkapi fitur kontrol otomatis. Ketika kualitas air terdeteksi dalam kategori buruk, sistem akan mengaktifkan pompa pembuangan air dan pompa pengisian air secara otomatis hingga sensor level air mendeteksi kondisi penuh.

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian yang telah dilakukan, sistem mampu melakukan monitoring, pengambilan Keputusan menggunakan metode Fuzzy Mamdani, serta kontrol otomatis sesuai dengan rancangan yang telah dibuat untuk membantu menjaga kualitas air pada budidaya ikan nila.

1. Implementasi Rangkaian Sistem

Tabel 5 Rangkaian Sistem

N o	Kompon en	Pin Kompon en	Terhubu ng Ke
--------	--------------	---------------------	------------------

1	Sensor pH	VCC	3.3V
			ESP32
		GND	GND ESP32
2	Sensor Suhu DS18B2 0	AO	GPIO34 ESP32
		VCC	3.3V
			ESP32
3	Sensor Level Air	GND	GND ESP32
		VCC	3.3V
			ESP32
4	Relay 2 Channel	OUT	GPIO14 ESP32
		VCC	5V
			ESP32
		GND	GND ESP32
		IN1	GPIO26 ESP32

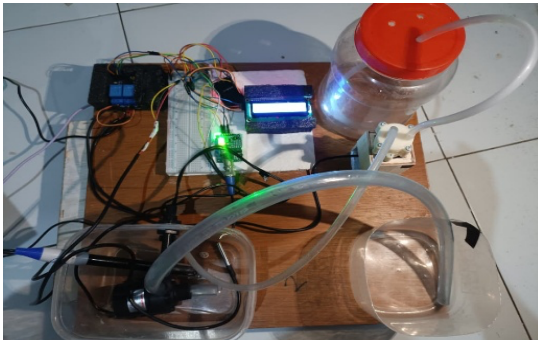
		IN2	GPIO27 ESP32
5	LCD I2C	VCC	5V ESP32
		GND	GND ESP32
		SDA	GPIO21 ESP32
		SCL	GPIO22 ESP32
6	Pompa Buang	Positif Pompa	NO Relay Channel 1
		Negatif Pompa	GND Power Supply
7	Pompa Isi	Positif Pompa	NO Relay Channel 2
		Negatif Pompa	GND Power Supply

Berdasarkan Tabel di atas sensor pH dihubungkan ke pin GPIO34 ESP32 sebagai masukan analog untuk membaca nilai pH air kolam.

Sensor suhu DS18B20 dihubungkan ke GPIO4 menggunakan komunikasi One Wire untuk memperoleh data suhu air secara real-time. Sensor level air dihubungkan ke GPIO14 sebagai masukan digital yang berfungsi mendeteksi kondisi air penuh saat proses pengisian berlangsung. Modul relay 2 channel dihubungkan ke GPIO26 dan GPIO27 yang digunakan untuk mengendalikan pompa pembuangan dan pompa pengisian air. Ketika sistem mendeteksi kualitas air berada pada kategori buruk berdasarkan hasil metode Fuzzy Mamdani, relay akan mengaktifkan pompa pembuangan untuk menguras sebagian air kolam dan selanjutnya mengaktifkan pompa pengisian untuk menambahkan air baru hingga mencapai batas level yang telah ditentukan.

LCD I2C dihubungkan ke pin GPIO21 dan GPIO22 menggunakan komunikasi I2C. LCD berfungsi menampilkan informasi suhu air, nilai pH, hasil perhitungan fuzzy, serta kategori kualitas air secara langsung sehingga pengguna dapat memantau kondisi kolam tanpa harus membuka aplikasi Blynk. Pada sensor DS18B20 digunakan resistor pull-up sebesar 4,7 k Ω yang dipasang antara pin DATA

dan VCC untuk menjaga kestabilan komunikasi data antara sensor dan ESP32. Seluruh komponen memperoleh sumber daya dari catu daya yang digunakan pada sistem sehingga proses monitoring dan kontrol dapat berjalan secara kontinu.



Gambar 5 Implementasi Sistem
Monitoring Kualitas Air

2. Implementasi Perangkat Lunak (Software)

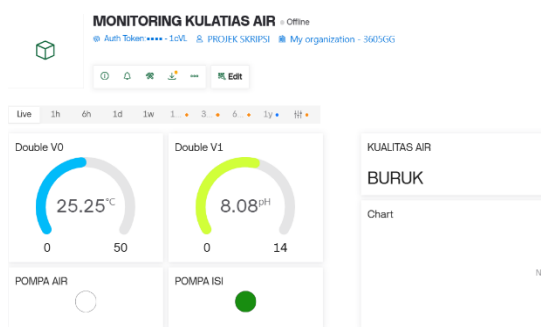
Perangkat lunak yang digunakan pada penelitian ini berfungsi untuk mengembangkan program sistem monitoring dan kontrol kualitas air kolam ikan nila berbasis Internet of Things (IoT). Perangkat lunak tersebut digunakan untuk proses pemrograman, komunikasi data, serta monitoring kondisi kolam secara real-time.

Tabel 5 Implementasi perangkat lunak

Software	Fungsi
Arduino IDE	Pembuatan dan pengunggahan program ke ESP32
Blynk IoT	Monitoring data sensor dan status sistem secara real-time
Library ESP32	Mendukung komunikasi dan pemrograman ESP32
Library DallasTemperature	Membaca data suhu dari sensor DS18B20
Library OneWire	Komunikasi antara ESP32 dan sensor DS18B20
Library LiquidCrystal I2C	Menampilkan informasi pada LCD I2C

- Status pompa pembuangan air
- Status pompa pengisian air

Selain menampilkan data numerik, dashboard juga menyediakan grafik perubahan data sensor secara real-time sehingga pengguna dapat memantau kondisi kualitas air dari waktu ke waktu.



Gambar 7 Dashboard Monitoring

5. Hasil Pengujian Sensor Suhu DS18B20

Pengujian sensor suhu DS18B20 dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor dalam membaca perubahan suhu air pada berbagai kondisi pengujian. Data suhu yang diperoleh digunakan sebagai salah satu parameter masukan dalam proses Fuzzy Mamdani untuk menentukan kualitas air kolam ikan nila.

Tabel 6 Pengujian Sensor Suhu

N o	Media Uji	Nilai Termomete r (°C)	Nilai Senso r Siste m (°C)
1	Air Dingin	9,4	9,7
2	Air Hanga t	49,6	49,8
3	Air Panas	79,3	79,5

Sensor suhu DS18B20 dikalibrasi dengan membandingkan hasil pembacaan sensor terhadap termometer digital pada empat kondisi pengujian, yaitu air normal, air dingin, air hangat, dan air panas. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor mampu mengukur suhu dengan baik pada seluruh rentang pengujian. Galat terbesar diperoleh pada pengujian air dingin sebesar 3,19%, sedangkan galat terkecil diperoleh pada pengujian air panas sebesar 0,25%. Berdasarkan hasil perhitungan, rata-rata galat sensor suhu sebesar 1,50%. Nilai tersebut

menunjukkan bahwa sensor DS18B20 memiliki tingkat akurasi yang baik dan layak digunakan dalam sistem monitoring kualitas air ikan nila berbasis Internet of Things (IoT) dan metode Fuzzy Mamdani.

6. Pengujian Sensor Ph

Pengujian sensor pH dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor dalam membaca tingkat keasaman dan kebasaan air pada berbagai kondisi pengujian. Nilai pH yang diperoleh digunakan sebagai parameter kedua dalam sistem Fuzzy Mamdani.

Tabel 7 Hasil Pengujian Sensor pH

No	Larutan Buffer pH	Nilai Larutan Buffer	Nilai Sensor Sistem
1	Buffer Asam	4,01	4,05
2	Buffer Netral	7,00	6,95
3	Buffer Basa	10,01	10,44

Sensor pH dikalibrasi menggunakan tiga larutan buffer standar yaitu pH 4,01, pH 7,00, dan

pH 10,01. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor mampu membaca nilai pH dengan tingkat akurasi yang cukup baik. Pada larutan buffer pH 4,01 diperoleh hasil pembacaan sebesar 4,05 dengan galat sebesar 0,99%. Pada larutan buffer pH 7,00 diperoleh hasil pembacaan sebesar 6,95 dengan galat sebesar 0,71%. Sedangkan pada larutan buffer pH 10,01 diperoleh hasil pembacaan sebesar 10,44 dengan galat sebesar 4,30%. Berdasarkan hasil tersebut, rata-rata galat pengukuran sensor pH sebesar 2,00%. Nilai galat tersebut menunjukkan bahwa sensor pH yang digunakan telah bekerja dengan baik dan layak digunakan dalam sistem monitoring kualitas air ikan nila berbasis Internet of Things (IoT) dan metode Fuzzy Mamdani.

7. Pengujian Sistem IoT Blynk

Pengujian sistem IoT dilakukan untuk mengetahui kemampuan ESP32 dalam mengirimkan data sensor ke aplikasi Blynk melalui jaringan internet.

Tabel 8 Pengujian Sistem IoT Blynk

No	Pengujian	Hasil
1	Koneksi ESP32 ke jaringan WiFi	Berhasil
2	Pengiriman data suhu ke Blynk	Berhasil
3	Pengiriman data pH ke Blynk	Berhasil
4	Pengiriman nilai fuzzy ke Blynk	Berhasil
5	Tampilan kualitas air pada dashboard	Berhasil
6	Monitoring pompa status secara realtime	Berhasil

Hasil pengujian menunjukkan bahwa ESP32 berhasil terhubung dengan platform Blynk dan mampu mengirimkan seluruh data monitoring secara real-time. Informasi suhu, pH, kualitas air, nilai fuzzy, serta status pompa dapat ditampilkan pada dashboard Blynk tanpa mengalami kendala berarti selama proses pengujian.

8. Pengujian metode Fuzzy Mamdani

Pegujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam mengklasifikasikan kualitas air berdasarkan kombinasi nilai suhu dan pH yang terbaca oleh sensor.

Tabel 9 Hasil Pengujian Metode Fuzzy Mamdani

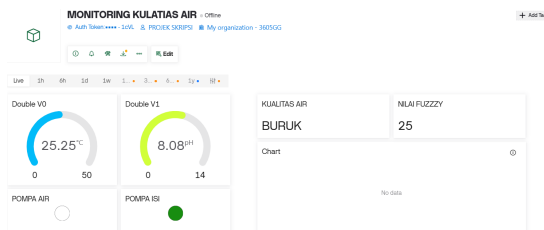
N o	Kond isi Suhu	Kond isi pH	Su hu (°C	pH	Has il
1	Rend ah	Asam	6,6 9	2,4 9	Bur uk
2	Rend ah	Asam	7,5 6	2,1 3	Bur uk
3	Rend ah	Asam	6,4 4	2,5 6	Bur uk
4	Rend ah	Netra l	7.8 1	7.2 3	Sed ang
5	Rend ah	Netra l	4.3 1	7.3 9	Sed ang
6	Rend ah	Netra l	5.8 1	7.3 1	Sed ang

7	Rend	Basa	8.0	9.8	Bur
	ah		6	8	uk
8	Rend	Basa	5.9	9.8	Bur
	ah		4	6	uk
9	Rend	Basa	4.6	9.8	Bur
	ah		9	7	uk
10	Norm	Asam	27.75	2.2	Sed
	al			2	ang
11	Norm	Asam	27.44	2.6	Sed
	al			1	ang
12	Norm	Asam	27.69	2.5	Sed
	al			5	ang
13	Norm	Netra	27.81	6.6	Baik
	al	I		8	
14	Norm	Netra	27.88	6.7	Baik
	al	I		7	
15	Norm	Netra	28.12	6.8	Baik
	al	I		8	
16	Norm	Basa	27.44	9.8	Sed
	al			1	ang
17	Norm	Basa	29.25	9.8	Sed
	al			5	ang
18	Norm	Basa	28.88	9.8	Sed
	al			3	ang
19	Tingg	Asam	80.94	2.4	Bur
	i			4	uk
20	Tingg	Asam	79.44	2.4	Bur
	i			2	uk
21	Tingg	Asam	77.88	2.3	Bur
	i			6	uk
22	Tingg	Netra	86.19	7.0	Sed
	i	I		6	ang
23	Tingg	Netra	86	7.0	Sed
	i	I		8	ang
24	Tingg	Netra	83.38	7.0	Sed
	i	I		4	ang
25	Tingg	Basa	84.69	9.4	Bur
	i			3	uk
26	Tingg	Basa	80.19	9.7	Bur
	i			7	uk
27	Tingg	Basa	79.12	9.8	Bur
	i			2	uk

Berdasarkan hasil pengujian yang ditunjukkan pada tabel tersebut, sistem fuzzy Mamdani yang digunakan dalam monitoring kualitas air ikan nila mampu melakukan klasifikasi kondisi air berdasarkan kombinasi nilai suhu dan pH. Data

pengujian memperlihatkan variasi kondisi suhu yang terdiri dari rendah, normal, dan tinggi, serta kondisi pH yang meliputi asam, netral, dan basa, yang kemudian menghasilkan keluaran berupa kategori kualitas air yaitu buruk, sedang, dan baik.

Monitoring Data Menggunakan Aplikasi Blynk Aplikasi Blynk digunakan sebagai media monitoring berbasis Internet of Things yang memungkinkan pengguna memantau kondisi kolam secara real-time. Data yang ditampilkan meliputi nilai suhu, nilai pH, dan status kualitas air hasil pengolahan metode fuzzy.



Gambar 8 Tampilan Monitoring pada Aplikasi Blynk

Hasil pengujian menunjukkan bahwa data sensor dapat dikirim dan ditampilkan pada aplikasi Blynk secara real-time melalui jaringan internet. Dengan demikian, pengguna dapat memantau kondisi kualitas air kapan saja dan dari lokasi mana saja

selama perangkat terhubung dengan internet.

Pengujian sistem kontrol otomatis dilakukan untuk mengetahui respon sistem ketika kualitas air berada pada kategori buruk. Pengujian dilakukan dengan mengamati aktivitas relay, pompa pembuangan, pompa pengisian, dan sensor level air.

Tabel 10 Pengujian Sistem Kontrol Otomatis

No	Kondisi Sistem	Respon Sistem
1	Kualitas air Buruk terdeteksi	Pompa buang aktif
2	Proses pengurasan selesai	Pompa buang mati
3	Proses pengisian air dimulai	Pompa isi aktif
4	Sensor level air mendeteksi air penuh	Pompa isi mati
5	Proses pergantian air selesai	Monitoring kembali berjalan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem kontrol otomatis bekerja sesuai dengan logika yang telah dirancang. Ketika kualitas air berada pada kategori buruk, sistem secara otomatis melakukan proses pengurusan air dan pengisian air baru hingga sensor level air mendeteksi kondisi penuh. Setelah proses selesai, sistem kembali melakukan monitoring kualitas air secara berkelanjutan.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, pengujian, dan analisis yang telah dilakukan pada sistem monitoring kualitas air kolam ikan nila berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan metode Fuzzy Mamdani, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem monitoring kualitas air kolam ikan nila berbasis IoT berhasil dirancang dan diimplementasikan menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor pH, sensor suhu DS18B20, sensor level air, relay, pompa air, LCD I2C, dan aplikasi Blynk sebagai media monitoring secara real-time.
2. Metode Fuzzy Mamdani berhasil diterapkan untuk menentukan kondisi kualitas air berdasarkan parameter suhu dan pH. Sistem mampu

mengolah data masukan melalui proses fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi sehingga menghasilkan keluaran berupa kategori kualitas air Baik, Sedang, dan Buruk sesuai dengan rule base yang telah dirancang.

3. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan sebanyak enam kali, sistem mampu mengklasifikasikan kondisi kualitas air sesuai dengan parameter yang terbaca oleh sensor. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kombinasi nilai suhu dan pH yang mendekati kondisi ideal ikan nila menghasilkan kategori kualitas air baik, sedangkan kondisi yang berada di luar rentang ideal menghasilkan kategori sedang atau buruk.

4. Sistem monitoring berbasis IoT mampu mengirimkan data suhu, pH, nilai fuzzy, kategori kualitas air, serta status pompa ke aplikasi Blynk secara real-time sehingga pengguna dapat memantau kondisi kolam dari jarak jauh melalui perangkat yang terhubung ke internet.

5. Sistem kontrol otomatis yang dirancang berhasil bekerja sesuai dengan logika yang telah ditentukan. Ketika kualitas air berada pada kategori buruk, sistem secara otomatis mengaktifkan pompa

pembuangan air dan pompa pengisian air hingga sensor level air mendeteksi kondisi penuh.

6. Secara keseluruhan, system yang dikembangkan dapat mampu mengintegrasikan teknologi IoT, metode Fuzzy Mamdani, dan kontrol otomatis untuk membantu proses monitoring serta pengelolaan kualitas air pada budidaya ikan nila secara lebih efektif dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriansyah, Agil Yafi, and Novita Kurnia Ningrum. "IoT-Based Water Quality Monitoring and Control System for Koi Fish Ponds" 10, no. 1 (2026).
- Anggagana, Dwi Gita, Charis Fathul Hadi, and Ratna Mustika Yasi. "Sistem Monitoring Kualitas Air Kolam Ikan Koi Dan Kontrol Berbasis IOT." *Journal Zetroem* 7, no. 1 (2025): 32–38. <https://doi.org/10.36526/ztr.v7i1.5003>.
- Choiri, Achmad Firman. "IoT-Based Water Quality Monitoring System for Fish Ponds Using Fuzzy Inference Method." *Jurnal Teknologi Informasi Dan Terapan* (J-TIT 11, no. 2 (2024): 2580–2291. <https://doi.org/10.25047/jtit.v11i2.5794>.
- CUMINGS, J. N. *Biochemical Aspects. Proceedings of the Royal Society of Medicine*. Vol. 55, 1962. https://doi.org/10.5005/jp/books/1431_8.
- Elriyan, Chaidir Rizal Ali, and Anam Khairul. "2648-Article Text-1848-1-10-20250204." *Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Elektro* 19 (2025).
- Kiper, Pawel, Daniele Rimini, Deborah Falla, Alfonc Baba, Sebastian Rutkowski, Lorenza Maistrello, and Andrea Turolla. "Does the Score on the Mrc Strength Scale Reflect Instrumented Measures of Maximal Torque and Muscle Activity in Post-stroke Survivors?" *Sensors* 21, no. 24 (2021). <https://doi.org/10.3390/s21248175>.
- Kristiyanto, Arip, Asep Suryadi, Andi Romansyah, Natasya Insanu Madani, and Raihan Azzahra Supiah. "Memonitor Kualitas Air Kolam Ikan Nila Berbasis Internet

Of Things Di Desa Bugel,
Padarincang, Serang, Banten.”
*Mitra Akademia: Jurnal
Pengabdian Masyarakat* 7, no. 2
(2024): 53–58.
<https://doi.org/10.32722/mapnj.v7i2.6603>.

Mahasiswa Untuk Tugas Akhir”
15, no. 1 (2015).

Mohamed, Ayman, Mahmoud
Hassan, Rachid M’saoubi, and
Helmi Attia. “Tool Condition
Monitoring for High-Performance
Machining Systems—A Review.”
Sensors 22, no. 6 (2022).
<https://doi.org/10.3390/s22062206>.

Pendahuluan, I. “Aplikasi Fuzzy
Inference System Dengan
Metode Mamdani Untuk
Menentukan” 01, no. 01 (2019):
1–6.

Science, Marine, and Universitas
Brawijaya. “The Performance of
Water Quality in Tilapia Pond
Using Dutch Bucket and Deep
Flow Technique Aulia Rahmawati
1* , Muhammad Dailami 1 and
Febriyani Eka Supriatin 1 1.” 25,
no. 1 (2021): 885–97.

Yulmaini. “Penggunaan Metode Fuzzy
Inference System (Fis) Mamdani
Dalam Pemilihan Peminatan