

Rancang Bangun Alat Monitoring Dan Kontrol Pencahayaannya Pada Akuarium Ikan Hias Berbasis Internet Of Things (Iot) Dengan Metode Fuzzy Logic

1st Haikal Anas Ferdianto

Telkom University

SI Teknik Elektro

Bandung, Indonesia

haikalanasferdyanto@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Porman Pangaribuan

Telkom University

SI Teknik Elektro

Bandung, Indonesia

porman@telkomuniversity.ac.id

3rd Khilda Afifah

Telkom University

SI Teknik Elektro

Bandung, Indonesia

khildaafifah@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Pencahayaannya merupakan salah satu faktor krusial dalam ekosistem akuarium ikan hias yang memengaruhi kesehatan biota air dan keindahan visual. Namun, pencahayaannya statis yang menyala terus-menerus sering kali memicu pertumbuhan alga (lumut) yang berlebihan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil respon sistem alat monitoring dan kontrol otomatis pencahayaannya akuarium ikan hias berbasis *Internet of Things (IoT)* metode *Fuzzy Logic* yang mampu menyesuaikan intensitas dan perubahan warna cahaya secara otomatis berdasarkan waktu putih pada pagi hari, merah *soft* pada siang menjelang sore hari, dan biru *soft* pada malam hari. Pemantauan dan pengendalian sistem dapat dilakukan jarak jauh melalui aplikasi *Blynk*. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penulis berhasil merancang sebuah sistem alat monitoring dan kontrol otomatis pencahayaannya akuarium ikan hias berbasis *Internet of Things (IoT)* metode *Fuzzy Logic* tipe Mamdani metode *Defuzzifikasi Centeroid* dengan hasil respon sistem yang menunjukkan bahwa alat bekerja dengan baik, di mana keluaran nyala *LED* kiri dan *LED* kanan dari alat berubah secara otomatis tergantung dari hasil pembacaan fungsi keanggotaan *input fuzzy* nilai intensitas cahaya di ruangan akuarium pada sensor cahaya kiri *BH1750* dan sensor kanan *BH1750*. Hasil penelitian ini didapatkan rata-rata error pada sensor cahaya kiri *BH1750* sebesar 4,2%, sedangkan sensor cahaya kanan *BH1750* sebesar 3,06% dan modul *RTC DS3231* rata-rata error 2 detik, serta hasil pengujian perubahan warna cahaya juga bekerja dengan baik. Kondisi cuaca, bayangan, pencahayaannya ruangan, dan faktor cahaya lainnya sangat memengaruhi respon dari alat. Sistem yang dikembangkan mampu melakukan pemantauan secara *real-time* serta dapat di kontrol dari jarak jauh menggunakan *Blynk*.

Kata Kunci: *Akuarium Ikan Hias, Fuzzy Logic, Internet of Things, Light Sensor BH1750, Modul RTC DS3231, Monitoring dan Kontrol Pencahayaannya*

I. PENDAHULUAN

Setiap makhluk hidup tentu membutuhkan cahaya untuk keberlangsungan hidup, tak terkecuali biota di dalam akuarium. Akuarium merupakan salah satu media pemeliharaan ikan yang relatif lebih mudah dalam

perawatannya[1]. Pemeliharaan ikan hias dalam akuarium memerlukan perhatian dan perawatan khusus secara intensif. Permasalahan tersebut sering menjadi persoalan bagi mereka yang tidak memiliki pengalaman atau waktu yang cukup untuk memelihara ikan hias di akuarium[2]

Terdapat banyak aspek yang harus diperhatikan pada akuarium, yaitu pemberian pakan, sirkulasi udara, sistem pencahayaannya, dan kualitas air. Salah satu faktor utama, yaitu kondisi pencahayaannya. pencahayaannya yang dinyalakan terus-menerus dapat menimbulkan efek lumut pada akuarium[3]. Penyalaan lampu akuarium yang ideal dilakukan selama 8–10 jam per hari, sehingga mikroorganisme air atau tumbuhan alga, seperti lumut akuarium, tidak cepat menyebar atau berkembang biak [4].

Menurut penelitian sebelumnya, dijelaskan bahwa lampu akuarium terdiri dari beberapa jenis, seperti lampu LED dan lampu neon. Lampu LED memiliki banyak kelebihan dibandingkan lampu neon, di antaranya sangat cocok untuk perkembangan ikan dalam akuarium, memiliki tingkat radiasi yang lebih rendah dibandingkan lampu neon, tingkat efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan jenis lampu lain, serta mampu meningkatkan nilai estetika pada akuarium[5].

Pada penelitian lainnya yang dilakukan oleh Salisis Alis, Nanda Raihan, dan Kedswin Gerson (2019) dalam penelitian berjudul “Desain Lampu *High Powered Light Emitting Diode (HPL)* untuk Pencahayaannya Karang dan Ikan pada Akuarium Display” dijelaskan bahwa penggunaan lampu LED untuk akuarium ikan air laut memerlukan jumlah watt dan nilai lumens yang ideal. Nilai watt yang ideal adalah 2–4 watt per galon air (1 galon = 3,78 liter), sedangkan nilai lumens yang ideal adalah 10–40 lumens per liter air (54 liter)[6].

Seiring dengan perkembangan teknologi, permasalahan tersebut dapat diatasi dengan mudah menggunakan teknologi sensor, metode *fuzzy logic*, dan *Internet of Things (IoT)*. *Fuzzy logic* digunakan untuk menentukan intensitas pencahayaannya akuarium yang sesuai dengan menentukan dari kondisi lingkungan akuarium. Pada penelitian ini, akan dirancang sebuah alat untuk pencahayaannya akuarium.

Berdasarkan desain sistem ini, tujuan utama yang ingin dicapai adalah terciptanya sebuah perangkat untuk memantau dan mengendalikan pencahayaannya secara otomatis yang dapat

beroperasi dengan akurasi tinggi menggunakan pendekatan *Fuzzy Logic* untuk menyesuaikan tingkat cahaya sesuai dengan kebutuhan. Selain itu, penerapan teknologi *Internet of Things (IoT)* untuk mengawasi keadaan akuarium secara langsung dan dari jauh.

II. KAJIAN TEORI

Kajian teori bertujuan untuk memberikan dasar teoritis terhadap variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian. Teori-teori yang disajikan merupakan acuan ilmiah dalam merancang sistem monitoring dan kontrol pencahayaan akuarium berbasis *Internet of Things (IoT)* dengan metode *Fuzzy Logic*. Berikut ini adalah beberapa konsep dan teknologi yang relevan:

A. *Internet Of Things (IoT)*

Internet of Things merupakan konsep pengembangan teknologi di mana perangkat fisik dapat saling terhubung dan berkomunikasi melalui jaringan internet. Dalam konteks ini, IoT memungkinkan sistem *monitoring* dan kontrol pencahayaan akuarium dapat diakses dan dikendalikan secara jarak jauh menggunakan perangkat seperti *smartphone*.

B. Mikrokontroler ESP32

ESP32 merupakan mikrokontroler yang dilengkapi dengan konektivitas WiFi dan Bluetooth. Mikrokontroler ini digunakan sebagai otak dari sistem, mengolah data dari sensor serta mengontrol perangkat aktuator.



GAMBAR 1
NODEMCU ESP32

C. Sensor Cahaya BH1750

Sensor cahaya digunakan untuk mengukur intensitas cahaya (lux) pada lingkungan akuarium. Nilai lux menjadi salah satu parameter penting dalam menjaga pencahayaan akuarium. Sensor cahaya bekerja dengan mendeteksi intensitas cahaya (foton) dan mengubahnya menjadi sinyal listrik digital.



GAMBAR 2
BH1750 Light Sensor

D. Modul RTC DS3231

Modul *RTC* digunakan mengukur waktu *real-time* untuk merubah warna lampu akuarium. Sensor ini menghasilkan sinyal digital *via protocol I2C* untuk menentukan waktu *real-*

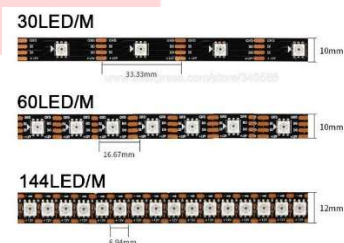
time. Perubahan warna menjadi indikator penting untuk memberikan siklus alami pada ikan dalam akuarium.



GAMBAR 3
Modul RTC DS3231

E. LED WS2812B

Led WS2812B digunakan lampu penyinaran akuarium dan mengubah warna lampu. Dalam sistem ini digunakan untuk penyinaran pada akuarium sesuai perintah dari mikrokontroler.



GAMBAR 4
LED WS2812B

F. Aplikasi Blynk

Blynk adalah platform *IoT* berbasis *cloud* yang memungkinkan pengguna memonitor dan mengendalikan sistem dari aplikasi seluler. Dalam penelitian ini *Blynk* digunakan untuk menampilkan tombol system, status perangkat, jam, mode perangkat, nilai *lux* kedua sensor, jumlah baris led, button led, keterangan warna menyala, indikator *LED* secara *real-time*.



GAMBAR 5
Logo Aplikasi Blynk

G. Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* merupakan metode kecerdasan buatan yang digunakan untuk menangani ketidakpastian dan ambiguitas. Dalam penelitian ini, logika *fuzzy* digunakan untuk menentukan tindakan otomatis berdasarkan nilai *lux* yang didapat oleh sensor dari 5 kondisi ruangan yang ditentukan, seperti mengatur banyak baris led yang menyala.

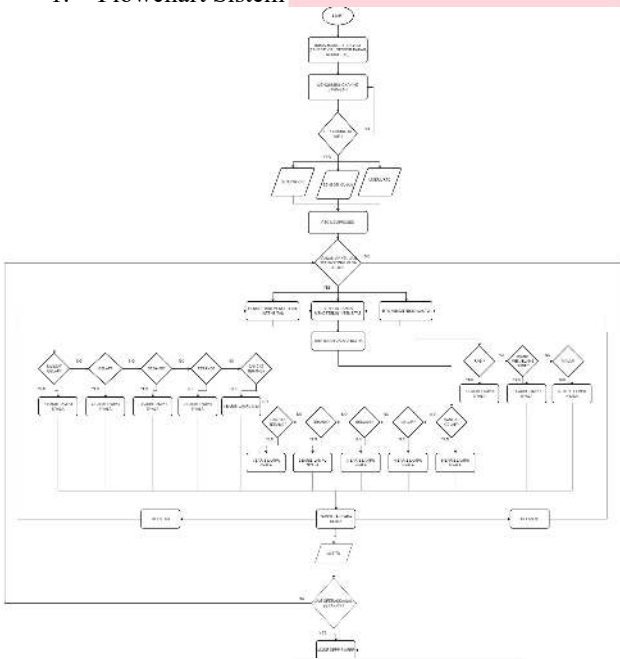
III.METODE

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat monitoring dan control pencahayaan pada akuarium ikan hias berbasis IoT menggunakan ESP32, 2 sensor cahaya (BH1750), Modul Rtc, Led WS2812B, serta logika fuzzy untuk pengambilan keputusan otomatis. Dalam bab ini akan dijelaskan alur kerja sistem melalui *flowchart*, arsitektur sistem melalui block diagram, serta desain perangkat keras (*hardware*) yang digunakan.

A. Flowchart

Flowchart menggambarkan alur logika dari sistem yang berjalan mulai dari pembacaan sensor, proses fuzzifikasi, kontrol baris led menyala, hingga pengiriman data ke platform *Blynk*.

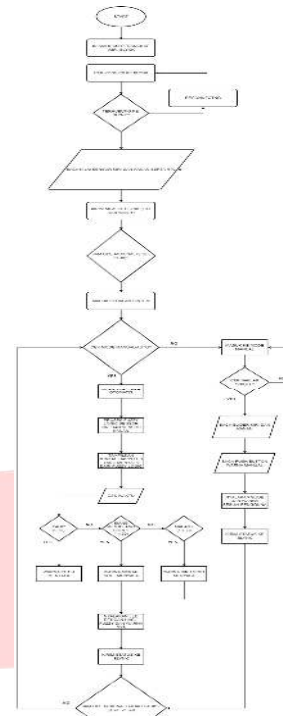
1. Flowchart Sistem



GAMBAR 6
Flowchart Sistem

Berdasarkan flowchart yang dirancang, sistem monitoring dan control pencahayaan akuarium bekerja secara otomatis dan *real-time*. Proses diawali dengan inisialisasi perangkat dan pembentukan koneksi ke jaringan Wi-Fi serta platform *Blynk*. Setelah koneksi stabil, sistem memverifikasi waktu operasional melalui modul RTC (*Real Time Clock*). Jika berada dalam rentang waktu operasional, sistem melakukan akuisisi data dari sensor cahaya sisi kiri dan kanan untuk mengontrol aktuator LED secara independen. Algoritma kontrol mengatur intensitas cahaya dalam 6 tingkatan: kondisi 'sangat gelap' mengaktifkan 5 baris LED, menurun secara bertahap hingga kondisi 'sangat terang' yang hanya mengaktifkan 1 baris LED atau mematikan sistem jika intensitas berlebih. Selain intensitas, RTC mengatur perubahan temperatur warna secara terjadwal (09.30 Putih, 14.30 Merah *Soft*, 18.30 Biru *Soft*) dengan transisi halus (*smooth transition*). Seluruh data parameter dikirim ke *Blynk* untuk pemantauan jarak jauh, dan sistem akan otomatis memasuki mode *sleep* saat waktu operasional berakhir.

2. Flowchart Blynk



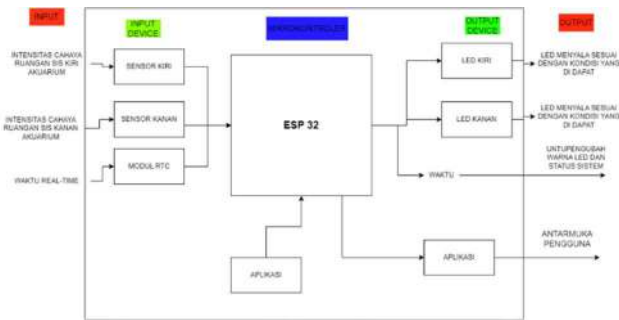
GAMBAR 7
Flowchart Blynk Sistem

Alur kerja antarmuka pada platform *Blynk* dimulai dengan inisialisasi perangkat keras dan konektivitas jaringan. Sistem dilengkapi mekanisme koneksi ulang (*reconnect*) otomatis untuk memastikan stabilitas transmisi data. Setelah terhubung, sistem memvalidasi jam operasional; jika berada di luar waktu yang ditentukan, sistem memasuki mode *sleep*. Operasional sistem terbagi menjadi dua mode utama: Mode Otomatis dan Mode Manual. Pada Mode Otomatis, parameter keluaran seperti intensitas cahaya, jumlah baris LED aktif, dan warna pencahayaan dikendalikan sepenuhnya oleh algoritma logika fuzzy, dengan status ditampilkan secara *real-time* pada aplikasi. Sebaliknya, pada Mode Manual, pengguna memegang kendali penuh melalui widget antarmuka yang meliputi tombol On/Off, slider pengaturan baris LED, dan sakelar (*switch*) pemilihan warna. Sistem juga menerapkan mekanisme prioritas mode, di mana intervensi tombol fisik atau widget hanya akan direspon jika pengguna telah mengaktifkan mode yang sesuai, mencegah perubahan parameter yang tidak disengaja.

B. Blok Diagram

Block diagram menunjukkan hubungan antar komponen perangkat keras yang digunakan dalam sistem ini, termasuk

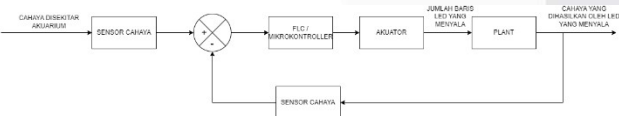
sensor *input*, aktuator *output*, dan konektivitas ke platform IoT.



GAMBAR 8
Diagram Blok Sistem

Diagram blok sistem dirancang dengan arsitektur terintegrasi yang terdiri dari tiga subsistem utama: blok masukan (*input*), unit pemrosesan pusat, dan blok keluaran (*output*). Pada blok masukan, sistem mengimplementasikan dua unit sensor cahaya yang ditempatkan secara terpisah pada sisi kiri dan kanan akuarium untuk mengakuisisi data intensitas cahaya lingkungan secara spesifik, serta modul RTC (*Real Time Clock*) untuk menyediakan referensi waktu *real-time* yang presisi. Seluruh data masukan tersebut ditransmisikan ke mikrokontroler ESP32 yang berfungsi sebagai unit kendali utama. Berdasarkan algoritma yang ditanamkan, ESP32 memproses data masukan untuk mengendalikan blok keluaran yang terdiri dari aktuator LED pada sisi kiri dan kanan, memungkinkan pengaturan iluminasi yang adaptif sesuai dengan kondisi intensitas cahaya yang terdeteksi di masing-masing sisi. Selain itu, variabel waktu digunakan untuk mengatur perubahan warna pencahayaan dan manajemen status operasional sistem. Sistem ini juga didukung oleh antarmuka aplikasi berbasis *Internet of Things* (IoT) yang terhubung secara dua arah (*bidirectional*), memfasilitasi pengguna untuk melakukan pemantauan (*monitoring*) kondisi akuarium dan pengendalian sistem secara jarak jauh.

C. Diagram Blok Kontrol



GAMBAR 9
Diagram Blok Control

Gambar diatas menunjukkan diagram blok sistem kendali otomatis pencahayaan pada akuarium berbasis logika *fuzzy*. Sistem ini bekerja dengan prinsip umpan balik tertutup (*close-loop control*).

1. Sensor Cahaya

Sensor digunakan untuk menilai keadaan pencahayaan yang sedang berlangsung pada ruangan akuarium. Dalam sistem ini, terdapat dua jenis sensor cahaya, yaitu sensor kiri (*BH1750*) dan sensor kanan (*BH1750*), yang berfungsi untuk mengukur tingkat pencahayaan di lingkungan sekitar akuarium. Data yang diperoleh dari sensor akan dikirimkan ke pengendali *fuzzy* sebagai *input* untuk sistem.

2. Kontroller

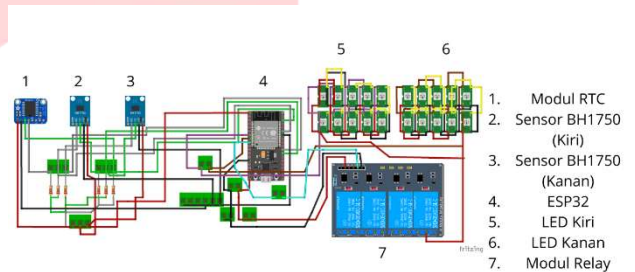
Kontroller menggunakan metode logika *fuzzy* untuk mengolah nilai *error* dan menghasilkan sinyal kendali yang sesuai. Proses dalam kontroller meliputi *fuzzifikasi*, *inferensi* (*rule base*), dan *defuzzifikasi* untuk menentukan seberapa kondisi yang harus diberikan pada aktuator.

3. Aktuator

Aktuator berfungsi melaksanakan perintah dari kontroler. Pada sistem ini, aktuator berupa *LED strip WS2812B*, yang dikendalikan dengan menyalakan jumlah baris *LED* sesuai dengan keluaran *fuzzy* juga ditampilkan secara *real-time* pada aplikasi Blynk, sehingga pengguna dapat memantau kondisi akuarium dari jarak jauh.

D. Desain Perangkat Keras

Dalam penelitian ini, dilakukan proses perancangan prototype sistem monitoring dan pengendalian kualitas air akuarium otomatis berbasis IoT. Rangkaian sistem ini dibangun menggunakan mikrokontroler ESP32 yang dihubungkan dengan beberapa komponen utama seperti sensor, modul rtc, led WS2812B.



GAMBAR 10
Desain Perangkat Keras

Pengujian sistem perubahan warna pada lampu LED bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana sistem ini sesuai dengan waktu operasional dan pengaturan warna yang telah dibuat. Perancangan perangkat keras sistem ini mencakup sensor BH-1750 sisi kiri dan sensor BH-1750 sisi kanan, modul rtc, led ws2812b sisi kiri dan led ws2812b sisi kanan yang dirancang untuk mengendalikan pencahayaan akuarium. Sensor BH-1750 berfungsi untuk mengukur intensitas cahaya ruangan secara *real-time*, modul rtc berfungsi sebagai penentu waktu *real* dengan sistem, yang dimana dari waktu tersebut untuk mengubah warna pencahayaan dan status sistem sesuai yang ditetapkan.

Semua data dari sensor dikirim ke *ESP32* sebagai unit pemrosesan utama. *ESP32* bertugas mengolah data dan mengintegrasikan semua komponen. Selain itu, *ESP32* memanfaatkan konektivitas *Wi-Fi* bawaan untuk mengirimkan data secara nirkabel ke aplikasi berbasis smartphone atau tablet. Aplikasi ini dirancang sebagai antarmuka utama yang memungkinkan pengguna memantau intensitas cahaya dan waktu *real-time*.

E. Perancangan Sistem Kendali Fuzzy

Sistem kendali pencahayaan dirancang menggunakan metode *Fuzzy Logic Mamdani* untuk mengatur jumlah baris LED yang aktif berdasarkan intensitas cahaya lingkungan.

Perancangan ini menerapkan fungsi keanggotaan dan aturan logika yang identik untuk sisi kiri dan kanan akuarium, namun setiap sisi diproses secara individual melalui sensor BH1750 masing-masing. Variabel input intensitas cahaya dimodelkan ke dalam lima himpunan fuzzy, yaitu Sangat Gelap (0–25 lx), Gelap (10–60 lx), Sedang (40–120 lx), Terang (100–160 lx), dan Sangat Terang (150–180 lx), dengan menggunakan kombinasi kurva keanggotaan segitiga dan trapesium.

Proses inferensi dilakukan secara mandiri untuk setiap kanal masukan, di mana pembacaan sensor kiri akan menentukan output baris LED kiri, dan sensor kanan menentukan output baris LED kanan secara terpisah. Variabel output didefinisikan secara diskrit menjadi lima kondisi, yaitu aktivasi 1 hingga 5 baris LED WS2812B. Tahap defuzzifikasi menggunakan metode *centroid* guna menghasilkan nilai kendali *crisp* bagi masing-masing aktuator. Pendekatan individual dengan logika yang seragam ini memastikan ESP32 dapat memberikan kompensasi cahaya yang presisi dan seimbang pada seluruh area akuarium, meskipun terdapat perbedaan distribusi cahaya eksternal di sisi yang berbeda.

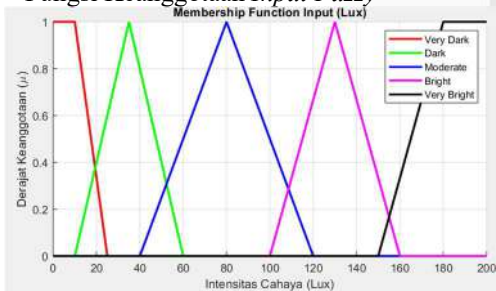
TABLE 1
Himpunan Keanggotaan Fuzzy

STATUS RUANGAN	BARIS LAMPU MENYALA
SANGAT TERANG (150-180lx)	1 BARIS
TERANG (100-160lx)	2 BARIS
SEDANG (40-120lx)	3 BARIS
GELAP (10-60lx)	4 BARIS
SANGAT GELAP (0-25lx)	5 BARIS

Ket:

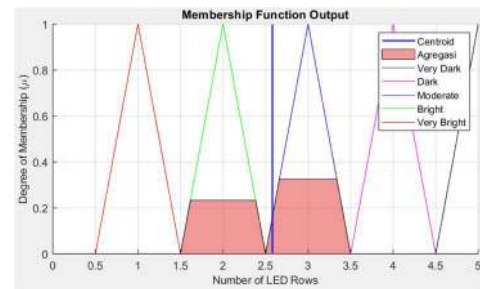
- Sangat Gelap (SG)
- Gelap (G)
- Sedang (S)
- Terang (T)
- Sangat Terang (ST)

1. Fungsi Keanggotaan Input Fuzzy



GAMBAR 11
Fungsi Keanggotaan Input Fuzzy

2. Output Fuzzy



GAMBAR 12
Output Fuzzy

F. Sistem Perubah Warna Lampu

Sistem pencahayaan ini dirancang bukan hanya untuk mengatur intensitas pencahayaan. Namun, sistem ini dapat merubah pewarnaan lampu dengan menggunakan waktu yang berfungsi memberikan siklus alami pada ikan. Sistem ini tidak menggunakan keanggotaan fuzzy logic. Namun, hanya menggunakan waktu untuk mengganti warnanya. Sistem pewarnaan lampu dibagi menjadi 3 kondisi waktu utama:

TABLE 2
Tabel Sistem Perubah Warna

WAKTU	WARNA	DESKRIPSI
PUKUL 09.30 PAGI – 14.30 SIANG	PUTIH	SIMULASI CAHAYA PAGI DARI MATAHARI
PUKUL 14.30 SIANG – 18.30 SORE MENJELANG MALAM	MERAH SOFT	SIMULASI CAHAYA SIANG MENJELANG SORE DARI MATAHARI
PUKUL 18.30 SORE – 21.30 MALAM	BIRU SOFT	SIMULASI CAHAYA MENJELANG MALAM DARI MATAHARI
PUKUL 21.30 MALAM – PUKUL 09.30 MALAM	-	SISTEM DINONAKTIFKAN DAN AKTIF PADA PUKUL 09.30

Sistem pewarnaan lampu ini berdasarkan dari waktu real-time, yang dimana sistem sudah di input dalam code dan bisa menggunakan mode manual untuk mengganti warna.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Sistem

Implementasi sistem dilakukan dengan merangkai seluruh komponen ke dalam satu kesatuan yang utuh dan fungsional. Mikrokontroler ESP32 bertindak sebagai pusat kendali, mengatur pembacaan sensor dan pengaktifan led. Sistem ini diprogram menggunakan bahasa C dan diunggah melalui Arduino IDE. Tampilan *monitoring* dan *kontrol* dilakukan melalui aplikasi *Blynk* yang terhubung dengan jaringan WiFi.

B. Pengujian Modul RTC

Untuk memastikan keakuratan waktu, dilakukan proses kalibrasi RTC dengan cara menyinkronkannya ke Network Time Protocol (NTP), menggunakan server NTP Indonesia (zona waktu WIB). NTP merupakan protokol standar yang digunakan untuk menyinkronkan waktu antar perangkat elektronik melalui jaringan internet.

TABLE 3
Penguujian Modul RTC

NO	WAKTU		PERBEDAAN WAKTU
	Server Online	Real-Time Clock	
1	20.00.00	20.00.02	00.00.02
2	20.09.00	20.09.02	00.00.02
3	20.17.00	20.17.02	00.00.02
4	20.29.00	20.29.02	00.00.02

Dari Tabel diatas penguujian *Real Time Clock (RTC)* tersebut, terlihat bahwa modul *RTC* menunjukkan kinerja akurasi yang sangat baik dan konsisten. Rata-rata perbedaan waktu secara keseluruhan hanya tercatat sekitar 2 detik (00:00:02). Hal ini mengidentifikasi bahwa modul *RTC* sangat dapat diandalkan untuk menyediakan data waktu yang presisi bagi sistem *IoT*, terutama untuk fungsi fungsi yang memerlukan penjadwalan waktu yang akurat.

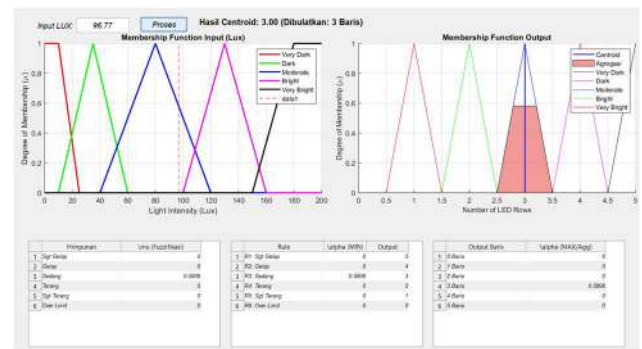
C. Penguujian Sisi Kiri Akuarium (Sensor Kiri)

Sensor kanan pada sisi kanan akuarium diuji menggunakan 4 kondisi Cahaya ruangan (lampu nyala semua, lampu kiri mati dan lampu kanan nyala, lampu kiri nyala dan lampu kanan mati, lampu mati semua) untuk menentukan range 5 himpunan *input* dan *output* fuzzy). Sensor menunjukkan kemampuan membedakan antara kondisi intensitas ruangan sesuai himpunan input dan output *fuzzy* yang digunakan.

TABLE 4
Tabel Penguujian Sisi Kiri Akuarium

JAM	KONDIS I RUANGAN	LUX SENSOR	LUX METE R	PERSENT ASE ERROR(%)	K ET	BARIS LAMP U
21.30	Lampu mati semua	0	0	0,00%	SG	5
11.30	lampu mati semua	43,29	37,3	16,06%	G	4
09.30	lampu kiri menyala dan lampu kanan mati	96,77	99,2	2,45%	S	3
11.30	lampu menyala semua	114,94	116,2	1,08%	T	2
RATA-RATA ERROR (%)				4,2 %		

Pada table penguujian diatas, didapatkan nilai rata-rata error (%) penguujian sebesar 4,2&%.



GAMBAR 13
Grafik Penguujian Lux 96,77

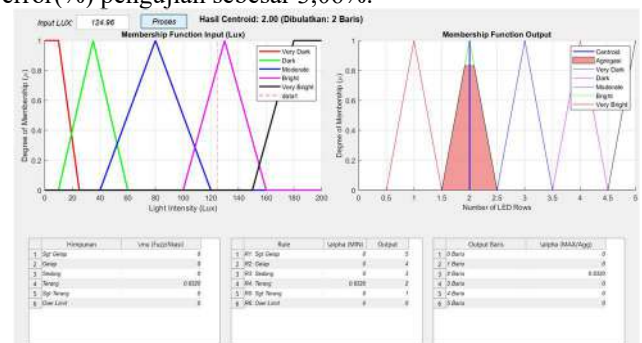
D. Penguujian Sisi Kanan Akuarium (Sensor Kanan)

Sensor kanan pada sisi kanan akuarium diuji menggunakan 4 kondisi Cahaya ruangan (lampu nyala semua, lampu kiri mati dan lampu kanan nyala, lampu kiri nyala dan lampu kanan mati, lampu mati semua) untuk menentukan range 5 himpunan input dan output fuzzy). Sensor menunjukkan kemampuan membedakan antara kondisi intensitas ruangan sesuai himpunan input dan output *fuzzy* yang digunakan.

TABLE 5
Tabel Penguujian Sisi Kanan Akuarium

JAM	KONDIS I RUANGAN	LUX SEN SOR	LUX METE R	PERSEN TASE ERROR(%)	KET	BAR IS LA MPU
13.30	lampu kiri mati dan lampu kanan menyala	5,86	8,7	32,64%	SG	5
09.30	lampu mati semua	21,95	23,3	5,79%	G	4
15.30	lampu kiri menyala dan lampu kanan mati	85,26	88,1	3,22%	S	3
11.30	lampu menyala semua	124,96	127,6	2,07%	T	2
RATA-RATA ERROR(%)				3,06%		

Pada table penguujian diatas, didapatkan nilai rata-rata error(%) penguujian sebesar 3,06%.



GAMBAR 14
Grafik Penguujian Lux 124,96

E. Pengujian Perubahan Warna Lampu

Pengujian sistem perubahan warna pada lampu LED bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana sistem ini sesuai dengan waktu operasional dan pengaturan warna yang telah dibuat. Sistem ini mengontrol dua strip LED, yaitu LED di sisi kiri dan LED di sisi kanan, yang dirancang untuk beroperasi secara bersamaan

TABLE 6
Tabel Pengujian Perubahan Warna

JAM	WARNA LAMPU
09.33	Putih
14.45	Merah Soft
19.00	Biru Soft

Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem pengaturan perubahan warna lampu LED berfungsi sesuai harapan. Sistem ini mampu mengatur kondisi mati, menyala, dan perubahan warna lampu secara otomatis mengikuti waktu yang telah ditentukan, serta menjaga konsistensi antara LED kiri dan kanan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa sistem ini bekerja dengan baik dan mencapai tujuan perancangannya.

F. Pengujian Aplikasi Blynk

Pengujian dilakukan untuk memastikan dalam mode otomatis sistem dapat berjalan sesuai yang ditentukan, bahwa tombol sistem, status perangkat, jam, mode perangkat, nilai lux sensor, jumlah baris led menyala, button led, dan indikator led dapat dikirim dan ditampilkan di aplikasi *Blynk* secara *real-time*.



GAMBAR 15
Interface Blynk

G. Pengujian Aplikasi Blynk Mode Manual

Pada sistem mode manual blynk, Mode manual yang digunakan pada sistem ini terdapat 5 bagian, yaitu pada bagian tombol sistem, slider lampu kiri, dan slider lampu

kanan, button led putih, button led merah, dan button led biru. Mode manual aktif, apabila user menggunakan mode perangkat manual. Setelah mode manual aktif, maka user bebas menggunakannya sesuai dengan keinginan user, seperti user ingin mematikan lampu, maka harus menekan tombol sistem untuk mematikan lampu. Apabila user ingin menambah jumlah baris lampu, maka user menekan tombol + pada slider baris lampu. Apabila user ingin mengubah warna lampu, maka user harus menekan button led sesuai warna yang mau dinyalakan user.



GAMBAR 16
Interface Blynk Mode Manual

V. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penulis berhasil merancang sebuah sistem alat monitoring dan kontrol otomatis pencahayaan akuarium ikan hias berbasis *Internet of Things (IoT)* metode *Fuzzy Logic* tipe *Mamdani* metode *Defuzzifikasi Centeroid* dengan hasil respon sistem yang menunjukkan bahwa alat bekerja dengan baik, di mana keluaran nyala LED kiri dan LED kanan dari alat berubah secara otomatis tergantung dari hasil pembacaan fungsi keanggotaan *input fuzzy* nilai intensitas cahaya di ruangan akuarium pada sensor cahaya kiri *BH1750* dan sensor kanan *BH1750*. Hasil penelitian ini didapatkan rata rata *error* pada sensor cahaya kiri *BH1750* sebesar 4,2%, sedangkan sensor cahaya kanan *BH1750* sebesar 3,06% dan modul *RTC DS3231* rata-rata *error* 2 detik, serta hasil pengujian perubahan warna cahaya juga bekerja dengan baik. Kondisi cuaca, bayangan, pencahayaan ruangan, dan faktor cahaya lainnya sangat memengaruhi

respon dari alat. Sistem yang dikembangkan mampu melakukan pemantauan secara *real-time* serta dapat di kontrol dari jarak jauh menggunakan *Blynk*.

REFERENSI

- [1] M. P. Sari, H. Helmizuryani, S. Hustati, D. Andriani, and P. S. Nugraha, "Pelatihan Pembuatan Akuarium Mini Dan Teknik Pemeliharaan Ikan Hias Di Kecamatan Alang-Alang Lebar," *Suluh Abdi*, vol. 1, no. 2, pp. 94–97, 2019, doi: 10.32502/sa.v1i2.2298.
- [2] J. Elektronik and I. Komputer Udayana, "Sistem Monitoring dan Pengendalian Akuarium Berbasis Internet of Things".
- [3] D. Hidayat, "Sistem Kontrol Air dan Pencahayaan pada Akuarium Berbasis Internet of Things (IoT)," vol. 6, no. 2, pp. 1130–1141, 2024, doi: 10.47065/bits.v6i2.5775.
- [4] I. N. G. Suryadinatha, M. S. J. Dwipayana, M. K. Anam, K. A. Yasa, and I. B. I. Purnama, "Desain Smart High Power Led (HPL) untuk Kontrol Pencahayaan Aquascape Berbasis Internet Of Things," *RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer)*, vol. 5, no. 1, p. 73, 2022, doi: 10.24853/resistor.5.1.73-80.
- [5] Angger Setyo Kusumo, "Sistem Kontrol Intensitas Cahaya Lampu Aquascape Menggunakan Fuzzy Logic Controller Berbasis Arduino," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 11, no. 2, pp. 322–331, 2022.
- [6] S. W. Widyanto, N. R. Prasetiawan, and K. G. Hehanussa, "Desain Lampu High Powered Light Emmiting Diode (Hpl) Untuk Pencahayaan Karang Dan Ikan Pada Akuarium Display," *Pattimura Proceeding: Conference of Science and Technology*, pp. 126–136, 2023, doi: 10.30598/pattimurasci.2020.snpk19.126-136.