

Sistem Kontrol Intensitas Cahaya Lampu Aquascape Menggunakan *Fuzzy Logic Controller* Berbasis Arduino

Angger Setyo Kusumo

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail : angger.18030@mhs.unesa.ac.id

Puput Wanarti Rusimamto, Bambang Suprianto, I Gusti Putu Asto Buditjahjanto

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail : puputwanarti@unesa.ac.id, bambangsuprianto@unesa.ac.id, asto@unesa.ac.id

Abstrak

Aquascape adalah seni menghias biota air tawar di dalam akuarium yang digabungkan dengan berbagai objek alam. *Aquascape* membutuhkan cahaya yang sesuai untuk kelangsungan hidup biota di dalamnya. Intensitas cahaya yang terlalu rendah akan menghambat proses fotosintesis pada tanaman, sedangkan intensitas yang terlalu tinggi seperti sinar matahari langsung akan mengganggu kehidupan biota akuarium. Oleh karena itu, dibuatlah alat untuk mengatur intensitas cahaya lampu secara otomatis berdasarkan kontribusi cahaya di sekitar *aquascape* sehingga kehidupan biota dan nilai estetika pada *aquascape* tetap terjaga. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil respon sistem alat pengendali intensitas cahaya lampu *aquascape* berbasis logika *fuzzy*. Berdasarkan hasil pengujian, perbandingan pembacaan sensor cahaya GY302 dengan lux meter digital diperoleh nilai rata-rata *error* sebesar 6,1%, sedangkan perbandingan pembacaan sensor cahaya TSL2561 dengan lux meter digital diperoleh nilai *error* rata-rata sebesar 5,25%. Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa alat sistem kontrol intensitas cahaya lampu *Aquascape* dengan logika *fuzzy* ini dapat bekerja dengan baik. Hal ini terlihat dari 4 buah lampu LED yang dapat mati maupun menyala sesuai dengan *setpoint* nilai intensitas cahaya di sekitar *aquascape* yang terbaca oleh sensor cahaya GY302 dan sensor cahaya TSL2561.

Kata Kunci : Arduino, *Aquascape*, Logika *Fuzzy*, Intensitas Cahaya, LED

Abstract

Aquascape is the art of decorating freshwater biota in an aquarium with various natural objects. *Aquascape* requires appropriate light for the survival of the biota in it. A light intensity that is too low will inhibit the photosynthesis process in plants, while an intensity that is too high, such as direct sunlight, will disrupt the life of aquarium biota. Therefore, a tool was made to automatically adjust the intensity of the light based on the contribution of light around the *aquascape* so that the life of the biota and the aesthetic value of the *aquascape* are maintained. This study aims to determine the results of the response system of the *aquascape* light intensity control system based on fuzzy logic. Based on the test results, the comparison of the GY302 light sensor readings with a digital lux meter obtained an average error value of 6,1%, while the comparison of the TSL2561 light sensor readings with a digital lux meter obtained an average error value of 5,25%. The test results also show that the *Aquascape* light intensity control system with fuzzy logic can work well. This can be seen from the 4 LED lights that can turn off or on according to the *setpoint* of the light intensity value around the *aquascape*, which is read by the GY302 light sensor and TSL2561 light sensor.

Keywords : Arduino, *Aquascape*, Fuzzy Logic, Light Intensity, LED

PENDAHULUAN

Setiap makhluk hidup tentu membutuhkan cahaya untuk keberlangsungan hidup tak terkecuali biota di dalam *Aquascape*. *Aquascape* merupakan seni menata tanaman air, kayu, bebatuan, pasir atau benda lainnya yang memiliki nilai estetika di dalam

akuarium. *Aquascape* bertujuan untuk membuat sebuah pemandangan indah di dalam akuarium. Oleh karena itu, akuarium akan terlihat lebih indah dan menarik (Hariyanto dkk, 2018).

Tanaman air serta ikan menjadikan *aquascape* sebagai tempat hidup dan berkembang. Hal tersebut

berbeda dengan akuarium pada umumnya (Raharjo dkk, 2018). Supaya kehidupan biota pada *aquascape* tetap terjaga, dibutuhkanlah sebuah sistem penerangan buatan dari lampu LED yang bisa mengatur intensitas cahayanya secara otomatis berdasarkan keadaan cahaya di sekitar *aquascape* menggunakan 2 sensor cahaya dan mikrokontroler Arduino dengan menggunakan metode *Fuzzy Sugeno*, karena jika *aquascape* kekurangan cahaya, akan mengganggu kesehatan pada fauna dan menghambat fotosintesis pada tanaman (Hutabarat dkk, 2022) sedangkan jika intensitas cahaya terlalu tinggi seperti cahaya matahari secara langsung atau lampu yang menyala secara kontinu akan mengakibatkan pertumbuhan alga yang berlebihan pada *aquascape* sehingga dapat merusak estetika *aquascape* (Suryadinatha dkk, 2022). Selain itu, lampu LED sangat cocok diimplementasikan pada *aquascape* karena sangat cocok untuk pertumbuhan tanaman dibandingkan lampu neon (Gupta dan Jatothu, 2013) serta memiliki tingkat efisiensi yang tinggi dibandingkan dengan jenis lampu lainnya (Kumari dan Kumar, 2021). Lampu LED juga dapat meningkatkan estetika pada *aquascape*.

Penggunaan metode logika *fuzzy* ini dipilih karena konsep logika *fuzzy* yang mudah dimengerti, fleksibel, serta dapat memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks (Indrastanti dkk, 2008). Heidar A. Malki, seorang asisten profesor di Houston University juga menyatakan bahwa Logika *fuzzy* digunakan untuk situasi di mana logika konvensional tidak efektif, seperti sistem yang tidak bisa dijelaskan secara tepat oleh model matematika, yang memiliki ketidakpastian signifikan atau kondisi kontradiktif, serta sistem yang dikendalikan secara linguistik.

Terdapat beberapa faktor yang memengaruhi estetika dan keberlangsungan hidup biota pada *aquascape*. Diantaranya adalah suhu, pH, komposisi biota *aquascape*, kadar O₂ maupun amonia, filter, pencahayaan, dan lainnya (Kumari dan Kumar, 2021). Faktor pencahayaan merupakan salah satu faktor yang harus diperhatikan karena kondisi cahaya di sekitar *aquascape* dapat berubah-ubah setiap saat. Untuk 1 liter *aquascape* dengan jenis tanaman yang bervariasi membutuhkan LED dengan intensitas 10-40 lumen perliter (Hutabarat dkk, 2022). Lumen merupakan satuan *fluks* cahaya yang dihasilkan oleh sumber cahaya (Veramika dkk, 2016). Penelitian ini menggunakan akuarium berkapasitas 54 liter. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan 4 buah LED dengan total daya

sebesar 17,11 Watt. Melihat permasalahan di atas, maka dibutuhkan sebuah alat untuk mengendalikan cahaya lampu secara otomatis berdasarkan intensitas cahaya di sekitar *aquascape* dengan logika *fuzzy sugeno* yang berbasis pada Arduino UNO. Sistem ini bekerja selama 24 Jam supaya kondisi *aquascape* tetap terjaga.

Sementara itu, beberapa penelitian juga telah dilakukan oleh peneliti lain. Diantaranya adalah penelitian yang berjudul “*Smart System for Maintaining Aquascape Environment using Internet of Things Based light and Temperature Controller*” (Hutabarat dkk, 2022). Pada penelitian tersebut, Intensitas cahaya lampu pada *aquascape* dikendalikan secara manual melalui ponsel pintar. Sedangkan pada penelitian ini, intensitas cahaya lampu terkendali secara otomatis berdasarkan kontribusi cahaya di sekitar *aquascape* dengan logika *fuzzy*.

Kedua, penelitian yang berjudul “*Rancang Bangun Sistem Kendali Keseimbangan Kebutuhan Tanaman Air dalam Aquascape*” (Nuryadi dkk, 2021). Pada penelitian tersebut intensitas cahaya pada LED tidak terkontrol dan menyala dengan durasi waktu yang lama (08:00 – 22:00). Sedangkan pada penelitian ini dilakukan pengendalian intensitas cahaya lampu pada *aquascape*.

Yang ketiga adalah penelitian yang berjudul “*Sistem Otomatisasi Perawatan Aquascape Berbasis IOT (Internet of Things)*” (Zain dkk, 2021). Penelitian tersebut tidak dilakukan pengendalian intensitas cahaya lampu secara otomatis, dimana pencahayaan merupakan aspek penting dalam *aquascape*. Oleh karena itu, pada penelitian ini melakukan kendali intensitas cahaya lampu pada *aquascape* secara otomatis dengan logika *fuzzy*.

TINJAUAN PUSTAKA

Aquascape

Aquascape merupakan seni menata kayu, tanaman air, bebatuan, pasir, atau benda lainnya di dalam akuarium (Hariyanto dkk, 2018).



Gambar 1. *Aquascape*

Gambar 1 adalah *aquascape* yang merupakan rumah bagi para biota air yang memiliki nilai estetika seperti ikan hias dan tanaman air.

Logika Fuzzy

Pada tahun 1965, Prof. Lotfi A. Zadeh memperkenalkan logika *fuzzy* untuk pertama kalinya melalui sebuah makalah yang berjudul “*fuzzy set*”. Logika *Fuzzy* merupakan sebuah metodologi sistem kendali pemecahan masalah yang cocok diaplikasikan pada sistem, mulai dari sistem yang kompleks hingga sistem yang sederhana. Logika *fuzzy* adalah peningkatan dari logika *boolean* yang mengenalkan konsep kebenaran sebagian.

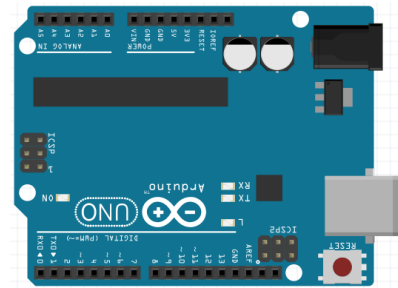
Metodologi ini bisa diaplikasikan pada perangkat lunak, perangkat keras, maupun campuran dari kedua perangkat tersebut. Pada logika *boolean* memiliki sifat biner, yang berarti hanya ada 2 kemungkinan seperti “benar atau salah”, “baik atau buruk”, “0 atau 1”, dan lain-lain. Maka dari itu, logika *fuzzy* memungkinkan nilai keanggotaan berada di antara 0 atau 1, yang artinya bisa saja suatu kondisi bernilai “*high* dan *low*”, “baik dan buruk”, “benar dan salah” secara bersamaan, namun nilainya tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya (Caraka dkk, 2015).

Logika *fuzzy* mempunyai beberapa metode yang bisa dipakai oleh pengguna, diantaranya adalah metode *fuzzy mamdani*, metode *fuzzy sugeno*, metode *fuzzy tahani*, dan metode *fuzzy tsukamoto*. Logika *fuzzy* mempunyai *membership function* atau fungsi keanggotaan yang merupakan kurva untuk memetakan *input* ke derajat keanggotaan yang memiliki nilai antara 0 dan 1 (Khairina, 2019). Khairina (2019) juga menjelaskan bahwa nilai keanggotaan pada logika *fuzzy* sangat memengaruhi kurva dan *membership function* yang dipakai serta logika *fuzzy* dapat mengetahui *membership function* secara rinci, sehingga logika ini sangat cocok dipakai untuk menyelesaikan problematika yang memerlukan hasil yang terukur.

Logika *fuzzy* merupakan sebuah cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang masukan (*input*) ke dalam ruang keluaran (*output*). Logika *fuzzy* juga bisa memecahkan sebuah permasalahan sistem yang rumit. Logika *fuzzy* sangat cocok digunakan untuk berbagai permasalahan yang ada di dunia nyata dimana sebagian besar permasalahan tersebut bukan bersifat *biner*, melainkan permasalahan yang kompleks dan logika ini bisa membuat keputusan yang lebih manusiawi dan adil. (Kurniawan dan Windiasani, 2017).

Arduino UNO

Arduino UNO merupakan papan mikrokontroler yang menggunakan basis Atmega328 yang memiliki frekuensi 16 MHz dengan *flash memory* sebesar 32 KB.

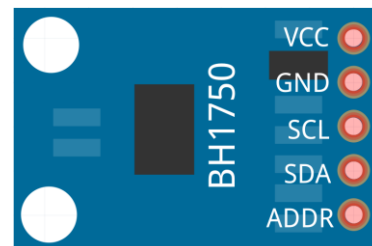


Gambar 2. Arduino UNO

Pada Gambar 2, Arduino UNO memiliki 14 pin masukan dan keluaran di mana 6 pin bisa dipakai sebagai pin PWM (*Pulse With Modulation*) sebagai *output*, 6 pin analog *input*, port female USB type B, DC jack power, kepala ICSP, serta dilengkapi dengan tombol reset. Untuk mengaktifkannya, Arduino UNO bisa dihubungkan dengan kabel USB 5V, adaptor AC ke DC, hingga baterai dengan tegangan rekomendasi 7-12 Volt DC (Leksono dkk, 2019).

Sensor Cahaya (GY302-BH1750)

Sensor cahaya GY302-BH1750 merupakan sebuah IC sensor yang berfungsi untuk mengukur intensitas cahaya dalam satuan lux (Suryana, 2021). Lux merupakan satuan intensitas cahaya dimana 1 Lux = 1 Lumen per meter persegi (Santoso dan Arfianto, 2014). Suryana (2021) juga menjelaskan bahwa sensor GY302-BH1750 menggunakan *interface* I2C untuk komunikasi dengan Arduino UNO, Arduino Nano, ESP32, atau mikrokontroler lainnya.



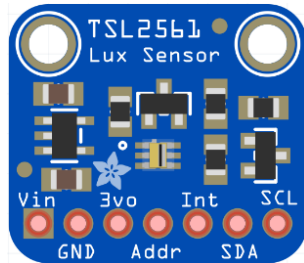
Gambar 3. Sensor GY302-BH1750

Pada Gambar 3 merupakan sensor GY302-BH1750 yang dapat membaca hingga 65535 lux. Sensor cahaya GY302 dapat bekerja pada tegangan 2,4 – 3,6v yang dibekali dengan ADC (*Analog to Digital Converter*) yang berfungsi untuk mengonversi

intensitas cahaya dengan sinyal analog menjadi nilai digital (Suryana, 2021)

Sensor Cahaya AMS TSL2561

AMS TSL2561 merupakan sensor intensitas cahaya yang canggih dengan sinyal digital. AMS TSL2561 bisa dipakai dalam berbagai kondisi cahaya.



Gambar 4. Sensor TSL2561

Gambar 4 merupakan sensor cahaya AMS TSL2561 yang dapat membaca intensitas cahaya hingga 40.000 lux. AMS TSL2561 bekerja pada tegangan 2,7v – 3,6v yang dibekali dengan dioda spektrum dan inframerah dan bisa mendeteksi respon mata manusia serta sudah dibekali dengan antarmuka I2C (Alfiani, 2018).

LED (Light Emiting Diode)

LED (*Light Emiting Diode*) adalah komponen elektronika yang dapat mengeluarkan cahaya. Cahaya tersebut berasal dari refleksi semikonduktor saat dialiri oleh arus listrik.



Gambar 5. LED

Gambar 5 adalah LED jenis SMD (*Surface Mount Device*). LED berasal dari keluarga dioda yang 2 sambungan semikonduktor diantaranya adalah positif (P) serta negatif (N). Lampu LED dapat menghasilkan cahaya yang paling terang dan mempunyai daya tahan serta usia pakai yang lama. (Isnaini dkk, 2020).

METODE

Pendekatan Penelitian

Prosedur tahapan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 6. Selanjutnya, pengumpulan

data sekunder yang diperoleh melalui studi literatur (jurnal, buku, *datasheet*, skripsi) dan informasi pendukung lain dari internet. Data ini akan menjadi acuan untuk mengisi nilai parameter dari setiap komponen yang dipakai.



Gambar 6. Diagram Tahapan Penelitian

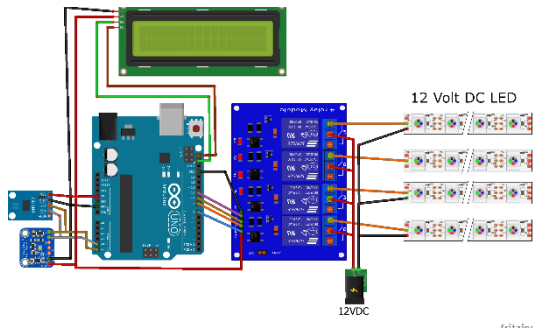
Studi Literatur

Sebelum melakukan penelitian ini, penulis mempelajari penelitian sebelumnya yang relevan dengan penelitian ini. Dari beberapa penelitian relevan sebelumnya ditemukanlah berbagai rumusan masalah. Sebagai bahan referensi, penulis mempelajari berbagai jurnal maupun buku manual tentang logika fuzzy, arduino, LED, dan sensor cahaya.

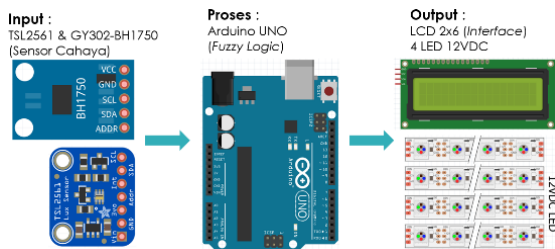
Perancangan Hardware

Penelitian ini menggunakan pengolah data berupa Arduino Uno yang menggunakan logika fuzzy sebagai sistem kontrol *input* data dari sensor cahaya GY302 dan TSL2561 yang berfungsi untuk membaca intensitas cahaya di luar *aquascape*. Ketika intensitas cahaya yang diatur pada *setpoint fuzzy* itu terpenuhi, Arduino akan merekam hasil pembacaan tersebut dan akan mengatur nyala dari 4 LED yang terpasang melalui relay. Hasil pengukuran pada kedua sensor cahaya tersebut akan ditampilkan melalui LCD 2x16. Untuk desain *wiring diagram hardware* ditunjukkan pada Gambar 7, sedangkan blok diagram *hardware*, blok diagram sistem kendali fuzzy, serta hasil akhir perancangan

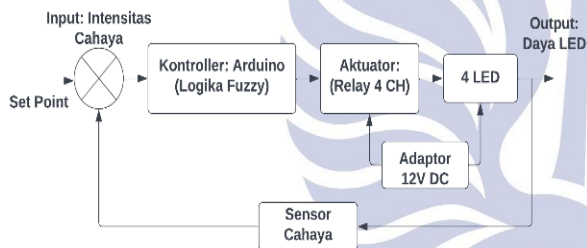
hardware ditunjukkan pada Gambar 8, 9, dan 10 secara berurutan.



Gambar 7. Rangkaian Hardware



Gambar 8. Blok Diagram Hardware



Gambar 9. Blok Diagram Kendali Fuzzy



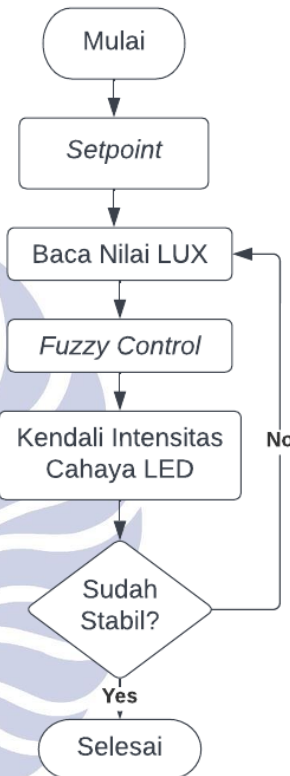
Gambar 10. Hasil akhir perancangan Hardware

Perancangan Software

Perancangan Software pada penelitian ini menggunakan sebuah program fuzzy *IF-THEN rules* (Conditional Statement) melalui aplikasi Arduino IDE. Program ini digunakan karena sangat cocok dengan penelitian ini yang menggunakan metode logika fuzzy sugeno.

Flowchart perancangan software ditunjukkan pada gambar 11, dimana software berjalan dengan

cara membaca nilai lux cahaya di sekitar aquascape sebagai input melalui sensor cahaya GY302 dan TSL2561. Selanjutnya, kendali fuzzy akan memproses data tersebut untuk mengatur nyala dari 4 LED yang terpasang melalui aktuator berupa relay. Nyala dari LED tergantung dengan pembacaan nilai dari kedua input yang berasal dari sensor cahaya GY302 dan sensor cahaya TSL2561 yang telah diatur dalam setpoint.



Gambar 11. Flowchart Software

Pemodelan Kendali Fuzzy

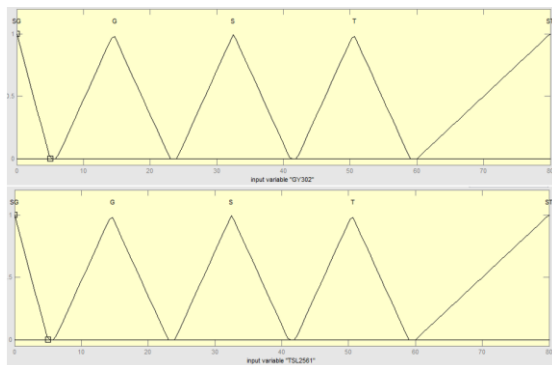
Penelitian ini menggunakan metode kendali fuzzy sugeno. Fuzzy sugeno adalah metode inferensi fuzzy untuk rule yang diwakili dalam bentuk *IF-THEN*, dimana keluaran sistem tidak berupa himpunan fuzzy, melainkan berupa persamaan linear dengan pendekatan orde-nol, dimana *IF A and B THEN C = K*. K adalah konstanta tegas. (Khairani, 2019). Penelitian ini menggunakan software Matlab 2009b sebagai simulasi pemodelan kendali logika fuzzy sugeno.

Fuzzifikasi

Penelitian ini dibuat menggunakan 2 input dan 1 output. Input yang pertama adalah hasil pembacaan sensor cahaya GY302 yang diletakkan di sisi kanan aquascape, dan input yang kedua adalah hasil pembacaan sensor cahaya TSL2561 yang diletakkan

di sisi kiri *aquascape*. Nilai lux dari kedua input tersebut akan dibaca oleh kedua sensor cahaya dan diproses menggunakan kendali *fuzzy* yang menghasilkan *output* berupa jumlah LED yang aktif.

Penelitian ini menggunakan *Membership function* dari metode *fuzzy* yang masing-masing memakai representasi kurva segitiga yang terbagi menjadi 5 himpunan *fuzzy*. Kedua input menggunakan variabel yang sama, di antaranya adalah sangat gelap (SG), gelap (G), sedang (S), terang (T), dan sangat terang (ST) yang tertera pada gambar 12 serta nilai linguistik input yang tertera pada Tabel 1.

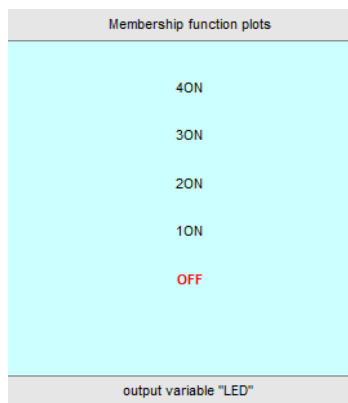


Gambar 12. Variable Fuzzy dari Kedua Input

Tabel 1. Nilai Linguistik dari kedua Input

Nilai Linguistik	Keterangan (Lux)
Sangat Gelap (SG)	0 – 5
Gelap (G)	6 – 23
Sedang (S)	24 – 41
Terang (T)	42 – 59
Sangat Terang (ST)	≥ 60

Sedangkan untuk output dari penelitian ini adalah jumlah dari LED yang menyala yang terdiri dari 4 ON, 3 ON, 2 ON, 1 ON, dan OFF. Untuk output yang berupa konstanta tertera pada Gambar 13 serta nilai linguistik output yang tertera pada Tabel 2.



Gambar 13. Anggota Output Fuzzy Sugeno

Tabel 2. Nilai Linguistik Output

Nilai Linguistik	Keterangan
4 ON	17,11 Watt
3 ON	13,45 Watt
2 ON	9,67 Watt
1 ON	5,19 Watt
OFF	0 Watt

Rule Base

Setelah membuat pemodelan *fuzzy*, selanjutnya adalah merancang *rule base* atau basis aturan. Untuk *rule base* tertera pada Tabel 3.

Tabel 3. Rule Base Fuzzy

GY302-BH1750					
	SG	G	S	T	ST
SG	4ON	4ON	3ON	2ON	2ON
G	4ON	3ON	3ON	2ON	1ON
S	3ON	3ON	2ON	2ON	1ON
T	2ON	2ON	2ON	1ON	OFF
ST	2ON	1ON	1ON	OFF	OFF

Defuzifikasi

Penelitian ini menggunakan metode kendali *fuzzy* sugeno, sehingga input dari proses defuzzifikasi merupakan himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari *rule base* yang telah dibuat, sedangkan output yang dihasilkan berupa konstanta.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Sensor Cahaya GY302 dan TSL2561

Pengujian sensor cahaya GY302 dan TSL2561 dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi dari kedua sensor tersebut, dimana hasil pembacaan sensor ditampilkan oleh LCD 2x16 yang ditunjukkan pada gambar 14.



Gambar 14. Hasil Pembacaan Sensor pada LCD

Untuk mengetahui tingkat akurasi dari sensor cahaya GY302 dan TSL2561, digunakan alat lux meter digital sebagai pembanding. Untuk hasil

pengujian sensor cahaya GY302 tertera pada Tabel 4, sedangkan hasil pengujian sensor cahaya TSL2561 tertera pada Tabel 5.

Tabel 4. Pengujian Sensor Cahaya GY302

No	Waktu	Nilai GY302 (Lux)	Nilai Lux Meter (Lux)	Error (%)
1.	14:40	17	19	10
2.	16:00	18	19	5
3.	21:00	1	1	0
4.	06:30	100	99	1
5.	09:30	63	72	12,5
6.	13:30	21	22	4,5
7.	16:30	5	7	20
8.	19:30	26	26	0
9.	07:00	486	483	6
10.	11:00	33	38	13,2
11.	16:15	38	38	0
12.	21:10	27	29	6,9

*Rata-rata error = 6,1%

Tabel 5. Pengujian Sensor Cahaya TSL2561

No	Waktu	Nilai TSL2561 (Lux)	Nilai Lux Meter (Lux)	Error (%)
1.	14:40	2	2	0
2.	16:00	3	3	0
3.	21:00	0	0	0
4.	06:30	9	9	0
5.	09:30	9	11	18,1
6.	13:30	6	7	14,2
7.	16:30	64	64	0
8.	19:30	73	77	5,2
9.	07:00	63	57	10
10.	11:00	5	5	0
11.	16:15	79	85	7
12.	21:10	75	82	8,5

*Rata-rata error = 5,25%

Tabel 4 dan Tabel 5 merupakan hasil pengujian sensor cahaya GY302 yang diletakkan di sisi kanan *aquascape* dan TSL2561 yang diletakkan di kiri *aquascape* dengan lux meter digital sebagai pembanding dan didapatkan nilai persentase *error* antara hasil pengukuran sensor cahaya GY302 dan TSL2561 dengan lux meter digital dengan menggunakan persamaan 1

$$E = \frac{(NLM - NS)}{NLM} \times 100 \quad (1)$$

Keterangan :

E = *Error*(%)

NLM = Nilai Lux Meter

NS = Nilai Sensor

Sedangkan untuk menghitung nilai rata-rata persentase *error* menggunakan persamaan 2.

$$\bar{x}E = \frac{\sum E}{\sum P} \times 100 \quad (2)$$

Keterangan :

$\bar{x}E$ = Rata – rata *error* (%)

$\sum E$ = Jumlah nilai *error*

$\sum P$ = Jumlah percobaan

Pengujian ini dilakukan di waktu yang berbeda - beda serta berbagai kondisi cuaca.

Pengukuran Daya LED 12VDC

Pengukuran dilakukan untuk mengetahui daya pada LED sehingga sesuai dengan yang dibutuhkan oleh *aquascape* berkapasitas 54 liter. Pengukuran ini dilakukan dengan menggunakan adaptor 12 V DC yang dapat membaca nilai arus pada beban. Untuk mengetahui nilai daya dilakukan dengan menggunakan persamaan 3:

$$P = V \times I \quad (3)$$

Keterangan :

P = Daya (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

Untuk hasil pengukuran daya LED tertera pada Tabel 6.

Tabel 6. Pengukuran Daya 4 LED 12VDC

No	Jumlah LED ON	Daya LED (Watt)	Lumen (Lm)
1.	0 (OFF)	0	0
2.	1 ON	5,19	467.1
3.	2 ON	9,67	870.3
4.	3 ON	13,45	1210
5.	4 ON	17,11	1540

Tabel 6 merupakan hasil pengukuran daya dari 4 LED warna putih yang dikonversi menjadi nilai lumen. Lampu LED memiliki nilai efikasi sebesar 90 lm/w (Gunawan, 2016). Sehingga, nilai lumen pada LED yang digunakan untuk penelitian diperoleh persamaan 4.

$$LM = P \times \eta \quad (4)$$

Keterangan :

Lm = Nilai Lumen

η = Luminous efficacy (Lm/W)

Hasil pengukuran daya maksimal dari LED tersebut mendekati sesuai dengan yang dibutuhkan oleh tanaman pada akuarium berkapasitas 54 liter yakni 10 - 40 Lm per liter atau sama dengan 600 - 2400 Lm.

Hasil Pengujian Keseluruhan

Alat sistem kontrol dan *aquascape* diletakkan di atas bufet dengan tinggi 160 cm di dalam ruangan tertutup dengan jarak 233 cm dari ventilasi cahaya yang menghadap ke arah timur. Pengujian alat dilakukan selama 3 hari dengan kondisi kaca ventilasi cahaya yang buram, dengan waktu, kondisi lampu ruangan, kondisi bayangan, dan kondisi cuaca yang berbeda - beda. Untuk peletakan alat pada akuarium tertera pada gambar 15, sedangkan peletakan akuarium tertera pada gambar 16.



Gambar 15. Peletakan Alat Pada Akuarium



Gambar 16. Peletakan Akuarium pada Ruangan

Sedangkan hasil pengujian secara keseluruhan tertera pada Tabel 7 yang merupakan Tabel hasil dari pengambilan data serta pengujian alat sistem

kontrol intensitas cahaya LED pada *aquascape* secara otomatis. Berdasarkan Tabel 7, alat sistem kontrol intensitas cahaya tersebut dapat bekerja dengan baik sesuai dengan keinginan peneliti. Hal tersebut dapat dilihat pada respon kerja alat sistem kontrol di mana jumlah LED yang aktif bergantung pada pembacaan nilai intensitas cahaya di sekitar *aquascape* yang terbaca oleh sensor cahaya GY302 dan TSL2561.

Tabel 7. Hasil Pengujian Keseluruhan

GY 302 (Lux)	TSL 2561 (Lux)	Lampu Dapur	Waktu dan Cuaca	LED ON
			14:40	
17	2	OFF	Cerah berawan	4
18	3	OFF	16:00 Cerah	4
1	0	OFF	21:00	4
100	9	OFF	06:30 Cerah	1
63	9	OFF	09:30 Cerah	1
21	6	OFF	03:30 Cerah	3
5	64	OFF	16:30 Cerah	2
26	73	ON	19:30	1
468	63	OFF	07:00 Cerah	0
33	5	OFF	11:00 Cerah	3
38	79	ON	16:15 Cerah	1
27	75	ON	21:10	1

Faktor cuaca, kondisi bayangan, serta kondisi lampu ruangan (dapur) pada media uji sangat memengaruhi hasil pembacaan sensor cahaya GY302 dan TSL2561 serta kondisi nyala lampu LED pada alat.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penulis berhasil merancang sebuah alat sistem kontrol intensitas cahaya LED dengan metode *fuzzy logic sugeno* yang berbasis Arduino pada sebuah *Aquascape* dengan hasil respon sistem yang menunjukkan bahwa alat bekerja dengan baik, di mana keluaran nyala LED dari alat berubah secara otomatis tergantung dari hasil

pembacaan nilai intensitas cahaya di sekitar *aquascape* pada sensor GY302 dan TSL2561. Hasil penelitian ini didapatkan rata rata *error* pada sensor cahaya GY302 sebesar 6,1%, sedangkan TSL2561 sebesar 5,2%. Kondisi cuaca, bayangan, pencahayaan ruangan, dan faktor cahaya lainnya sangat dapat memengaruhi respon dari alat.

Saran

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, terdapat beberapa aspek yang bisa dikembangkan agar memberikan hasil yang maksimal. Diantaranya adalah mengganti relay dengan *dimmer* sehingga keluaran intensitas cahaya pada LED menjadi nilai PWM yang lebih bervariasi serta mengganti Arduino UNO dengan Nodemcu ESP32 yang sudah terintegrasi dengan *wifi* sehingga pembacaan dan pengolahan data dari mikrokontroler dapat dipantau secara *Internet of Things*.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfiani. Dessy. 2018. *Aplikasi Fuzzy Logic Untuk Perancangan Alat Pengaturan Otomatis Intensitas Penerangan Ruangan Berbasis Mikrokontroler Atmega8535*. Tugas Akhir D3 Metrologi dan Instrumentasi. Universitas Sumatera Utara, 1-73.
- Caraka. Ariya. Akbar, Haryanto. Hanny, Kusumaningrum. Desi. Purwanti, dan Astuti. Setia. 2015. *Logika Fuzzy Menggunakan Metode Tsukamoto Untuk Prediksi Perilaku Konsumen di Toko Bangunan*. Techno.COM, Vol. 14. No. 4: 255-265.
- Gupta. S. Dutta, dan Jatothu. B. 2013. *Fundamentals and Applications of Light Emitting diodes (LEDs) in Vitro Plant Growth and Morphogenesis*. Plant Biotechnology Reports, Vol. 7. No. 3:211-220.
- Gunawan. Setia. 2016. *Studi Penggunaan Lampu LED untuk Efisiensi Pada Pencahayaan Jalan Layang Remartadina*. Jurnal Kajian Teknik Elektro, Vol 1. No. 2:143-147.
- Hariyatno, Isanawikrama, Wimpertiwi. Doty, dan Kurniawan. Yohanes. Jhony. 2018. *Membaca Peluang Merakit "Uang" dari Hobi Aquascape*. Jurnal Pengabdian dan Kewirausahaan, Vol. 2. No. 2:117-125.
- Hutabarat. Patricko. Daniel, Susanto. Rudy, Prasetya. Bryan, Linando. Barry, dan Arosha. Senanayake. Mudiyansele. Namal. 2022. *Smart System for Maintaining Aquascape Environment Using Internet of Things Based Light and Temperature Controller*. International Journal of Electrical and Computer Engineering, Vol. 12. No. 1: 896-902.
- Isnaini. Ahmad. Vandry, Wirman. Rahmi. Putri, dan Wardhana. Indrawata. 2020. *Karakteristik dan Efisiensi Lampu Light Emitting Diode (LED) sebagai Lampu Hemat Energi*. Pros. Semin. Nas. MIPA dan Pendidik. MIPA, 1, 135-142.
- Khairina, Nurul. 2019. *Logika Fuzzy*. Medan: Universitas Medan Area, 1-13.
- Kumari. Kammara. Meena, Kumar. Nangunuri. Varun, Thaneswari, dan Kumari. Chandresh. 2021. *Art and Science of Aquascaping*. Pharma Innov. J, Vol. 10. No. 6:240-245.
- Kurniawan. Yojek. Indra, dan Windiasani. Pungki. Arina. 2017. *Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Kelulusan Beasiswa Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Menggunakan Metode Fuzzy*. Jurnal Teknik Elektro, Vol. 9. No. 1:13-17.
- Leksono. Jati. Widyo, W. Humaidillah. K, Indahwati. Elly, Yanuansa. Nanndo, dan Ummah. Imamatul. 2019. *Modul Belajar Arduino Uno*. Universitas Hasyim Asy'ari, 1-53.
- Nuryadi, Naryati, dan Indrayani. Lilis. 2021. *Rancang Bangun Sistem Kendali Keseimbangan Kebutuhan Tanaman Air dalam Aquascape*. Proceeding KONIK (Konferensi Nasional Ilmu Komputer), Vol. 5:143-149.
- Yulianto. Sri. J.P, Indrastanti. R.W, dan Oktriani, Martha. 2008. *Aplikasi Pendukung Keputusan Dengan Menggunakan Logika Fuzzy (Studi Kasus: Penentuan Spesifikasi Komputer Untuk Suatu Paket Komputer Lengkap)*. Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi, Vol 4. No. 2:219325.
- Raharjo. Sinug, Kurniawan. Edy, dan Nurcahya. Eka. Dwi. 2018. *Sistem Otomatisasi Fotosintesis Buatan pada Aquascape Berbasis Arduino*. KOMPUKTEK, Vol. 2. No. 1:39-49.
- Santoso. Budi, dan Arfianto. Agung. Dwi. 2014. *Sistem Pengganti Air Berdasarkan Kekeruhan dan Pemberi Pakan Ikan pada Akuarium Air Tawar Secara Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega 16*. Jurnal

Ilmiah Teknologi dan Informasi ASIA,
Vol. 8. No. 2:33-48.

- Suryadinatha. I. Nyoman. Galih, D. Made, Satria. Jonatha, Anam. Khairul. Muhammad, Yasa. Amerta. Kadek, dan Purnama. Ida. Bagus. Irawan. 2022. *Desain Smart High Power Led (HPL) untuk Kontrol Pencahayaan Aquascape Berbasis Internet of Things*. RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer), Vol. 5. No. 1:73-80.
- Suryana. Taryana. 2021. *Measuring Light Intensity Using the BH1750 Sensor*. Teknik Informatika. Universitas Komputer Indonesia, 1-16.
- Veramika. Ni. Putu. Winiayu, Sutapa. I. Gusti. Ngurah, dan Ratini. Ni. Nyoman. 2016. *Penentuan Nilai Sun Protection Factor (Spf) Sinar Matahari dengan Menggunakan Kain Katun, Poliester dan Rayon di Pantai Kuta*. Buletin Fisika, Vol. 17. No. 1:14-21.
- Zain. Muhammad. Zainulloh, Misbah, dan Astutik. Rini. Puji. 2021. *Sistem Otomatisasi Perawatan Aquascape Berbasis IOT (Internet of Things)*. In Prosiding Seminar Nasional Forte7 (SinarFe7), Vol. 4. No. 1:50-57.

