

## PROTOTIPE SISTEM MONITORING DAN CONTROLLING SUHU, KETINGGIAN DAN KUALITAS AIR MENGGUNAKAN ESP32 BERBASIS WEB

Reza Syahrial<sup>1\*</sup>, Subandi<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Fakultas Teknologi Informasi, Teknik Informatika, Universitas Budiluhur, Jakarta, Indonesia

Email: <sup>1</sup>\*1711501260@student.budiluhur.ac.id, <sup>2</sup>subandi@budiluhur.ac.id

(\* : corresponding author)

**Abstrak-** Telah diketahui secara umum banyak sekali aquascaper yang mengalami kendala dan kesulitan dalam membuat dan menjaga ikan dan tanaman agar bisa berkembang dengan baik, banyak aquascaper mengalami kesulitan merawat aquascape karena aquascape membutuhkan pencahayaan yang cukup, teratur dan suhu yang baik di kisaran 25°C-28°C, serta kualitas dan volume air juga perlu diperhatikan. Dalam penelitian ini dirancang sebuah Prototipe sistem monitoring dan kontrol suhu, ketinggian air serta kualitas air berbasis web untuk mengatasi kendala dan masalah tersebut. Sistem ini menggunakan sensor suhu air untuk membaca nilai suhu air, saat nilai suhu mencapai yang telah ditentukan kondisi ini akan mengaktifkan kipas, sensor ultrasonik akan mendeteksi ketinggian air, jika nilai ketinggian air lebih rendah dari nilai yang telah ditentukan maka kondisi ini akan mengaktifkan pompa untuk mengisi air, sensor TDS yang akan mengirim notifikasi ketika nilai TDS air terlalu tinggi dan modul RTC sebagai pewaktu digital untuk menyalakan lampu secara otomatis. Metode Research and Development (R&D) adalah metode yang digunakan pada pembuatan prototipe ini. Hasil pengujian alat prototipe ini sudah dapat berjalan dengan baik, lampu akan menyala sesuai yang terjadwal, pompa menyala untuk mengisi air saat ketinggian air yang ditentukan, kipas menyala saat suhu melebihi nilai yang ditentukan dan sistem akan mengirim notifikasi email jika nilai TDS melebihi nilai yang ditentukan. Sistem akan mengirim hasil output nilai seluruh sensor ke LCD dan Website untuk memudahkan user memantau sistem.

**Kata Kunci:** *aquascape*, ESP32, TDS, DS18B20, HC-SR04

### **PROTOTYPE OF TEMPERATURE, HEIGHT, AND WATER QUALITY MONITORING AND CONTROLLING SYSTEM USING WEB-BASED ESP32**

**Abstract-** It is generally known that many aquascapers have problems and difficulties in making and keeping fish and plants developing properly, many aquascapers have difficulty caring for aquascapes because aquascapes require adequate, regular lighting and good temperatures in the 25°C-28°C range, as well as the quality and volume of water also need to be considered. In this study, a prototype of a monitoring and control system for temperature, water level, and web-based water quality was designed to overcome these obstacles and problems. This system uses a water temperature sensor to read the water temperature value, when the temperature value reaches a predetermined condition this will activate the fan, and the ultrasonic sensor will detect the water level, if the water level value is lower than the predetermined value then this condition will activate the pump to filling water, a TDS sensor that will send a notification when the water TDS value is too high and the RTC module as a digital timer to turn on the lights automatically. The Research and Development (R&D) method is the method used in making this prototype. The test results of this prototype tool have been able to run well, the lights will turn on as scheduled, the pump turns on to fill water when the water level is set, the fan turns on when the temperature exceeds the specified value and the system will send an email notification if the TDS value exceeds the specified value. The system will send the output values of all sensors to the LCD and the website to make it easier for users to monitor the system.

**Keywords:** *aquascape*, TDS, DS18B20, HC-SR04

## 1. PENDAHULUAN

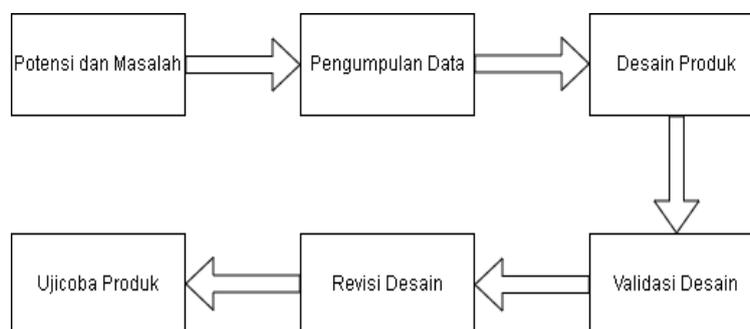
Di zaman sekarang banyak hobi atau kegiatan yang diminati masyarakat luas untuk memanjakan diri, mengisi waktu kosong, maupun untuk mencari penghasilan. Salah satunya adalah seni menghias aquarium atau aquascape. Aquascape merupakan seni dalam menata tanaman air, pasir, karang, kayu dan batu dalam aquarium. Tujuan utama dari aquascape yaitu menciptakan pemandangan di bawah permukaan air di dalam aquarium, sehingga terlihat lebih cantik dan lebih menarik untuk dilihat guna memperindah estetika suatu ruangan dengan mempertimbangkan aspek pemeliharaan tanaman air [1]. Pada aquascape, biota yang hidup dalamnya lebih banyak jika dibandingkan dengan biota pada aquarium biasa, sehingga pemantauan suhu air didalamnya harus lebih diperhatikan karena perubahan suhu air yang terjadi secara tiba-tiba pada aquascape dapat menimbulkan resiko bagi ikan-ikan didalamnya [2]. Aquascape banyak diminati oleh masyarakat khususnya para pecinta ikan hias.

Dalam perawatan aquascape faktor penting untuk dipertimbangkan adalah suhu, pencahayaan, kesadahan, dan kualitas air. Cuaca extreme belakangan ini tidak dapat diprediksi dan seringkali berubah sangat cepat. Suhu udara yang panas mengakibatkan suhu air di dalam tank (akuarium) pada siang hari dapat mencapai angka 33°C, dimana suhu ideal air tersebut 25°C sampai dengan 28°C, yang dapat dibantu dengan lampu LED sebagai pencahayaan maupun dengan kipas DC apabila suhu sudah terlalu panas.. Pencahayaan untuk proses aquascape idealnya 7 sampai dengan 8 jam per-hari, dalam pelaksanaannya pemanfaatan Lighting sebagai pengganti sinar matahari untuk sistem fotosintesis sering kurang teratur [3]. Untuk mengatur penjadwalan pencahayaan dibutuhkan modul *Real Time Clock* (RTC), pada penelitian sebelumnya telah dilakukan penelitian tentang menyalakan dan mematikan lampu otomatis dengan judul "RANCANG BANGUN LAMPU PORTABLE OTOMATIS MENGGUNAKAN RTC BERBASIS ARDUINO", adalah alat berupa pengendalian lampu secara otomatis [4] Dibutuhkan pendingin suhu untuk menjaga kualitas air dan proses fotosintesis agar dapat berjalan baik. Untuk mengukur suhu air digunakan sensor DS18B20 yang bertipe waterproof, pemilihan sensor dengan tipe waterproof disebabkan suhu yang diukur adalah air dimana sensor dengan tipe waterproof memiliki kelebihan yaitu bisa bekerja di tempat kering, lembab ataupun basah. Sedangkan untuk menjaga suhu air digunakan fan dengan tegangan kerja 12v [5]. Permasalahan yang sering dihadapi aquascaper adalah keterbatasan waktu untuk pemantauan secara terus menerus terhadap aquascape agar ekosistem didalamnya tidak terganggu. Sehingga penerapan sistem otomatis pada aquascape sangat diperlukan oleh aquascaper untuk memberikan kemudahan dan efisien waktu dalam hal perawatannya [6]. Beberapa aspek lain yang perlu diperhatikan dalam pemeliharaan *aquascape* adalah menjaga kualitas air. Asam (pH) dan Zat Padat Terlarut atau *Total Dissolve Solid* (TDS) merupakan dua dari berbagai faktor yang harus dijaga dalam menjaga kualitas air pada *aquascape*. Untuk mengetahui kualitas air dilakukan pengecekan pH dan TDS secara manual untuk dapat mengetahui parameter kualitas air pada aquascape, dan melakukan perawatan sesuai dengan keadaan yang ada pada *aquascape*. Cara yang paling banyak dilakukan untuk menjaga kualitas air adalah dengan melakukan pengurusan dan penambahan air. Melakukan penggantian air secara berkala tentu akan menyita waktu, tenaga dan juga biaya. Karenanya banyak pemilik aquascape dengan kesibukan aktifitas lainnya tidak memiliki waktu untuk mengawasi dan mengontrol kualitas airnya. Dengan menurunnya kualitas air maka tumbuhan dan ikan hias di dalamnya tidak mampu bertahan hidup lebih lama, yang akan menyebabkan kerugian bagi pemiliknya [7]. Kemudian penguapan air juga perlu diperhatikan karena menyebabkan air didalam akuarium berkurang dan dapat mengakibatkan unsur-unsur seperti kalsium, garam, dan polutan dari hasil metabolisme ikan menumpuk dan dapat mengganggu ekosistem *aquascape*, sehingga *aquascape* membutuhkan pompa untuk mengisi air yang menguap untuk menjaga volume air.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Metode *Research and Development*

Metode *Research and Development* (R&D) adalah metode yang digunakan, metode *Research and Development* adalah bertujuan untuk mengembangkan suatu produk yang sudah ada namun dapat diujikelayakan serta keefektivannya [4]. Ada 10 langkah dalam proses akan tetapi pada penelitian ini hanya digunakan 6 tahapan, karena penelitian ini masih berbentuk prototipe, keterbatasannya waktu dan hanya ditujukan untuk studi sarjana, jadi hasil penelitian hanya dilakukan untuk uji coba pemakaian tidak diproduksi massal.



Gambar 1. 6 Langkah metode R&D

#### 2.2.1 Potensi dan Masalah

Sistem monitoring dan kontrol aquascape bertujuan mempermudah aquascaper dalam merawat aquascape yang dapat memantau dan kontrol suhu air, volume air dan kualitas air langsung melalui layar lcd maupun website. Masalah yang ada adalah banyak aquascaper mengalami kesulitan bahkan gagal merawat aquascape karna beberapa faktor, seperti suhu yang terlalu panas dan tidak stabil, kualitas air yang kurang baik, kurangnya waktu

luang karena berbagai kegiatan, bekerja dan sebagainya sehingga kesulitan melakukan pemantauan dan perawatan. Potensi yang diperoleh dari penelitian ini adalah produk berupa alat pemantauan dan kontrol aquascape otomatis yang bila diterapkan dapat memecahkan masalah yang muncul.

### 2.2.2 Pengumpulan Data

Sebelum melakukan penelitian, biasanya ada dugaan berdasarkan teori yang di gunakan, dugaan tersebut disebut dengan hipotesis. Dalam hal ini akan dilakukan:

#### a. Observasi

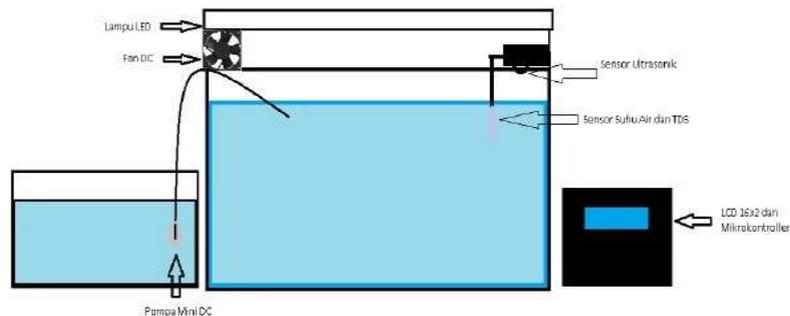
Pada penelitian ini, kegiatan observasi di fokuskan pada kondisi rumah khususnya ruangan tempat aquascape berada, lokasi dan jangkauan wifi dan komponen elektronika berupa esp32, Sensor Real Time Clock, Sensor ultrasonik, sensor TDS, relay, dan skema rangkaian yang akan digunakan. Observasi ini dilakukan untuk mengetahui kondisi lapangan yang sebenarnya. Observasi dilakukan untuk mengetahui tata letak dan struktur penempatan alat ketika nanti diimplementasikan.

#### b. Studi literature

Pada penelitian ini, dilakukan studi literatur dengan membaca dan memahami isi dari buku dan jurnal ilmiah

### 2.2.3 Desain Produk

Berikut adalah bentuk desain akhir yang telah diperbaiki, pada desain ini sensor-sensor diletakkan pada bagian kanan atas akurarium(sensor suhu air ds18b20, sensor ultrasonic, dan sensor TDS) yang terhubung langsung ke mikrokontroler pada bagian sisi akuarium(kotak hitam) kemudian hasil pembacaan sensor akan ditampilkan pada layar LCD pada permukaan kotak hitam. Pompa dan air berada pada sisi lain akuarium dan kipas berada pada sisi belakang akuarium, dapat dilihat gambardesain akhir dibawah ini untuk lebih jelas.



Gambar 2. Desain Produk

## 2.2 Lingkungan Percobaan Sistem

Dalam pembuatan Prototipe sistem monitoring dan controlling ini diperlukan perangkat keras dan perangkat lunak agar implementasi sistem bisa berjalan dengan baik. Berikut spesifikasi *hardware* dan *software* yang digunakan.

### 2.2.1 Spesifikasi Perangkat Keras (*Hardware*):

Berikut adalah spesifikasi perangkat keras yang digunakan:

- Asus X550Z, AMD A10-7400P APU, RAM 12GB, HDD 1TB
- Esp32
- Sensor Suhu Air DS18B20
- Sensor Ultrasonik HC-SR04
- Sensor *Total Dissolve Solid* (TDS)
- RTC (*Real Time Clock*)
- Relay*
- Kipas Dc
- Lampu LED
- Pompa mini DC
- LCD I2C 16x2
- Adaptor 5v 2A

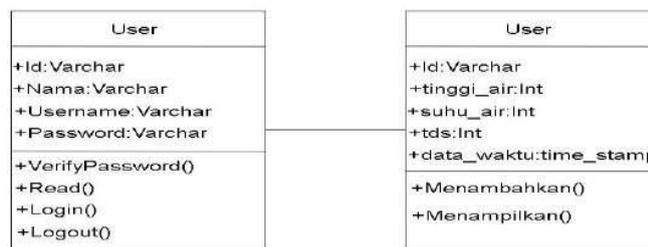
### 2.2.2 Spesifikasi Perangkat Lunak (*Software*) :

Berikut adalah spesifikasi perangkat lunak yang digunakan:

- Sistem operasi Windows 10
- Arduino IDE
- XAMPP Control Panel
- Notepad++
- Google Chrome
- MySQL Front
- Microsoft Office 2016

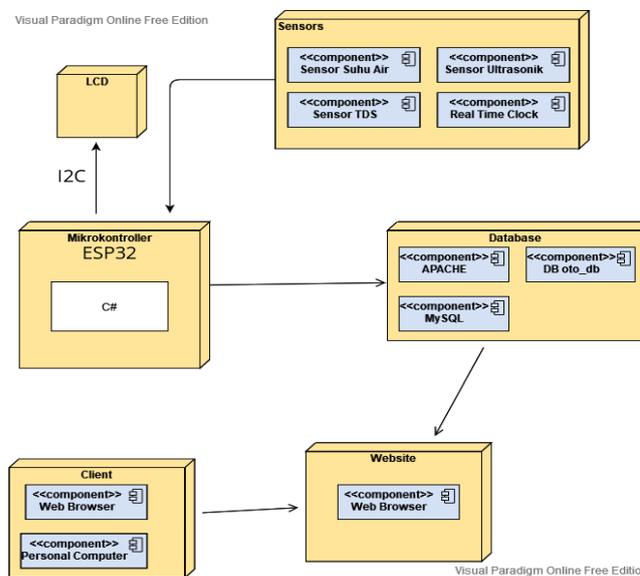
### 2.3 Perancangan Basis Data

Pada pembuatan sistem prototipe ini membutuhkan rancangan basis data untuk menyimpan data dari alat ke basis data yang kemudian ditampilkan ke website. Basis data dalam bentuk *class diagram* seperti gambar berikut.



Gambar 3. *Class Diagram*

### 2.4 Deployment Diagram

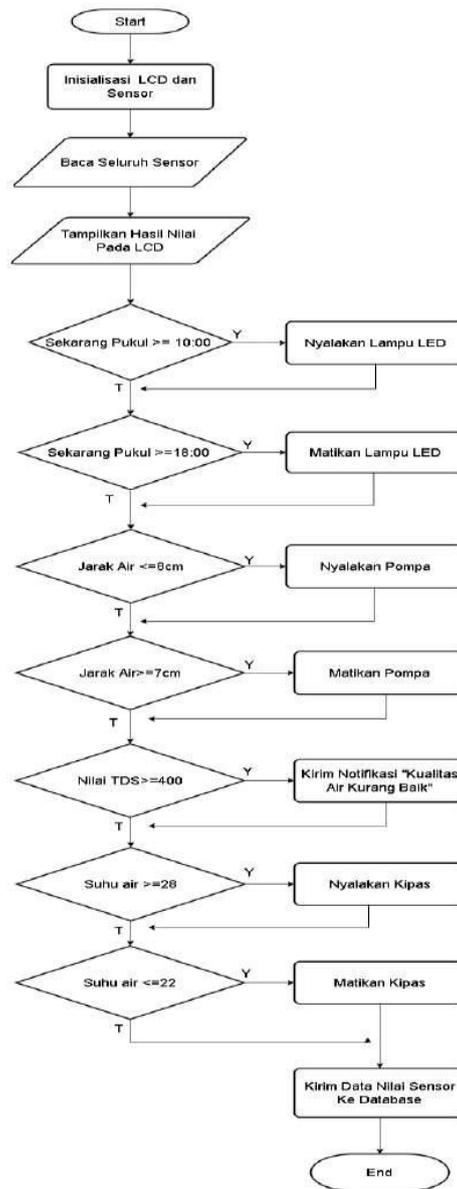


Gambar 4. *Deployment Diagram*

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Flowchart

Pada *Flowchart* dibawah akan dibabarkan proses pengolahan data pada mikrokontroler, inialisasi perangkat atau komponen-komponen , dan pengiriman nilai sensor ke database.

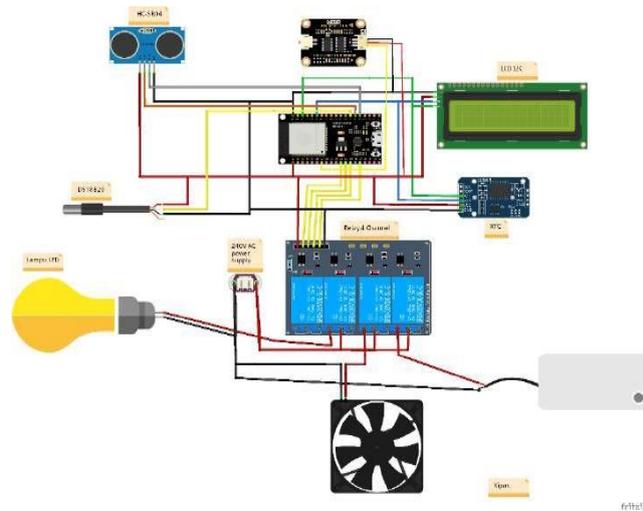


Gambar 5. Flowchart Keseluruhan Alat

### 3.2 Tampilan Alat

a. Hasil rancangan alat

Rancangan alat pada Gambar 5 dibawah adalah rancangan dibuat dari beberapa alat, modul maupun sensor seperti ESP32, sensor DS18B20, sensor ultrasonic HCSR04, sensor TDS, RTC, LCD, relay, kipas DC, pompa DC, dan lampu LED .



**Gambar 6.** Rancangan Alat

b. Bentuk Prototipe Hasil Perancangan Alat

Gambar 6 dibawah ini merupakan hasil rancangan alat berbentuk prototipe serta terdapat komponen – komponen alat yang sudah dirancang.



**Gambar 7.** Rancangan Alat dalam Bentuk Prototipe

### 3.3 Tampilan Layar

#### 3.3.1 Tampilan menu utama

Tampilan menu utama adalah tampilan website setelah pengguna sukses masuk ke website. Pada tampilan halaman ini terdapat tabel yang menampilkan data dari sensor yang digunakan, tampilan data yang disajikan merupakan hasil yang terbaru..

Beranda | Data Laporan | Jurnal | Login

Selasa, 30 Agustus 2022

Nilai Sensor Hasil Monitoring dan Controlling Suhu, Ketinggian Air, dan TDS

Suhu Air	Status	Waktu Update
28	Kipas ON	2022-07-04 03:59:06

Jarak Air	Status	Waktu Update
157 cm	Pompa ON	2022-07-04 03:59:06

TDS	Status	Waktu Update
313 ppm	Emdian Air Baik	2022-07-04 03:59:06

**Gambar 8.** Tampilan Menu Utama

### 3.4 Hasil Pengujian

#### 3.4.1 Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04

Pengujian sensor HC-SR04(*ultrasonic*) dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran sensor dengan penggaris.

**Tabel 1.** Pengujian sensor ultrasonik HC-SR04

No	Penggaris (cm)	Sensor ultrasonik (cm)	Pompa	Selisih (cm)	%Error
1	19	19,17	ON	0,17	0,89%
2	18	18,23	ON	0,23	1,27%
3	13	13,46	ON	0,46	3,53%
4	8	8,51	ON	0,51	6,73%
5	6,5	6,74	OFF	0,24	3,69%
6	6	6,07	OFF	0,07	1,16%
7	5	5,12	OFF	0,12	2,40%
8	9	9,67	ON	0,67	7,44%
9	8,5	9,11	ON	0,61	7,17%
10	4	4,15	OFF	0,15	3,75%

Pengujian antara sensor ultrasonik dan penggaris mendapatkan hasil yaitu sensor ultrasonik dengan nilai pengukuran penggaris nilainya tidak sama persis setelah dilakukan beberapa percobaan, kemudian sistem dapat menjalankan fungsinya dengan baik dengan menyalakan pompa saat nilai sensor ultrasonik melebihi nilai yang ditentukan.

#### 3.4.2 Pengujian Sensor TDS

Pengujian TDS ini dilakukan dengan melakukan perbandingan dengan sensor TDS meter digital.

**Tabel 2.** Hasil Pengujian sensor TDS

No	TDS Meter (ppm)	Sensor TDS (ppm)	Selisih (ppm)	%Error
1	78	118	40	51,28%
2	74	114	40	54%
3	47	88	41	87%
4	700	879	179	25%
5	36	79	43	119%
6	24	44	40	83.33%
7	52	97	45	86.53%
8	112	152	40	35.71%
9	257	323	66	25.68%
10	700	884	184	26.28%

Setelah dilakukan pengujian maka didapat bahwa sensor tds dengan tds meter perbandingannya cukup jauh, hal ini dikarenakan faktor suhu ruangan yang sangat mempengaruhi kinerja sensor TDS, berdasarkan spesifikasi sensor dan klaim pabrikan sensor dapat berjalan baik di suhu 25°C sehingga saat digunakan pada suhu ruangan yang berada sekitar 29-30°C keakuratan sensor sangat berkurang. Sistem dapat bekerja dengan cukup baik saat nilai TDS melebihi 400ppm sistem akan mengirim notifikasi email ke pengguna.

#### 3.4.3 Pengujian Sensor Suhu DS18B20

Pengujian sensor suhu DS18B20 dengan membandingkan hasil dengan thermometer digital. Berikut adalah tabel hasil pengukuran.

**Tabel 3.** Hasil Pengujian Sensor Suhu

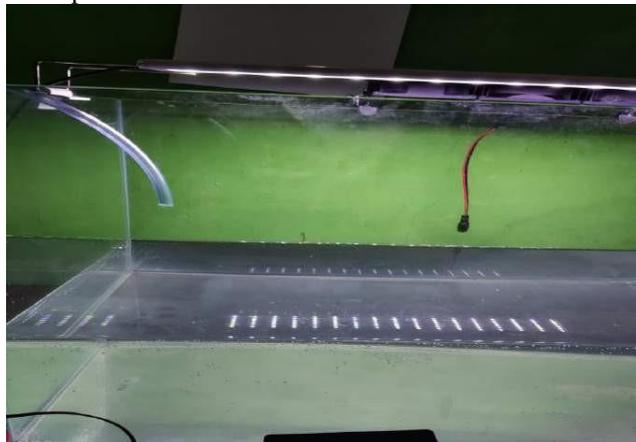
No	Thermometer Digital	Sensor DS18B20	Kipas	Selisih	%Error
1	31,6 °C	31°C	ON	0,6°C	1,89%
2	10,38°C	9,9 °C	OFF	0,48°C	4,84%
3	10,69 °C	10,3 °C	ON	0,39°C	3,78%
4	30,5 °C	29,69 °C	ON	0,81°C	2,65%
5	45 °C	43,44 °C	ON	1,5 °C	3,46%
6	44,5 °C	42,81°C	ON	1,68°C	3.79%
7	42,56 °C	42°C	ON	0,56°C	1.33%
8	38,1 °C	37,5°C	ON	0,60°C	1.57%
9	24,62 °C	24,20°C	ON	0,42°C	1.70%
10	21°C	20,81°C	ON	0,19°C	0.90%

Pengujian pada sensor DS18B20 dan kipas, memperoleh hasil perbandingan antara sensor DS18B20 dengan thermometer digital memiliki hasil sedikit berbeda setelah dilakukan beberapa percobaan menggunakan air dengan suhu yang berbeda-beda seperti air hangat, dingin, dan air normal. Kipas dapat bekerja dengan baik, saat nilai suhu lebih tinggi dari 28 derajat maka kipas akan menyala.

### 3.4.4 Pengujian Alat

#### a. Pengujian RTC dan Lampu

Pengujian lampu dilakukan dengan melihat apakah lampu dapat menyala tepat waktusaat RTC membaca data waktu dan pada saat waktu menunjukkan pukul 10:00 sesuai dengan rancangan sistem maka lampu akan menyala hingga pukul 18:00 lampu akan kembali mati.



**Gambar 9.** Lampu menyala

#### b. Pengujian Sensor Suhu dan Kipas

Pengujian kipas dilakukan dengan melihat apakah kipas dapat menyala dengan semestinya saat nilai suhu sesuai dengan yang ditentukan, berikut pengujiannya pada saat suhu 29°C kipas menyala.



**Gambar 10.** Kipas menyala

c. Pengujian Sensor Ultrasonik dan Pompa

Pengujian pompa dilakukan dengan melihat apakah pompa dapat menyala sesuai dengan sistem yang dibuat, saat nilai sensor ultrasonik sesuai dengan yang ditentukan maka pompa akan menyala. Pengujian dengan nilai sensor lebih dari 7cm.



**Gambar 11.** Pompa menyala



**Gambar 12.** Tampilan Website Saat Lampu Menyala

#### 4. KESIMPULAN

Dari analisis pembahasan yang telah dilakukan pada prototipe sistem monitoring dan kontrolling suhu air, ketinggian air dan kualitas air berbasis web didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

Dengan dibuatnya alat prototipe ini diharapkan dapat memudahkan pengguna untuk memonitoring kondisi suhu, volume atau ketinggian air, dan kualitas air pada *aquascape*. Sistem otomatisasi suhu pada *aquascape* dapat bekerja dengan baik untuk menurunkan suhu pada *aquascape* menggunakan kipas dc. Sensor ultrasonik berfungsi mendeteksi ketinggian air yang bertujuan untuk membuat keputusan agar pompa dapat bekerja untuk mengisi akuarium dengan air agar volume air tetap terjaga. Sistem pencahayaan *aquascape* diatur dengan penjadwalan dari modul rtc ds3231 sebagai penyimpan data waktu untuk melakukan proses pencahayaan berjalan dengan baik. Dengan pengembangan alat prototipe ini diharapkan bisa berjalan dengan baik. Diharapkan pada penelitian berikutnya dapat dibuat dengan versi android agar memudahkan pengguna, dapat ditambahkan sistem yang dapat memantau dan mengendalikan tumbuh kembang jamur

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Hariyatno, I. Isanawikrama, D. Wimpertiwi, and Y. J. Kurniawan, "Membaca Peluang Merakit 'Uang' Dari Hobi Aquascape," *J. Pengabd. dan Kewirausahaan*, vol. 2, no. 2, 2018, doi: 10.30813/jpk.v2i2.1364.
- [2] S. Indriyanto, P. Yuliantoro, and D. Kusumawati, "Sistem Monitoring Suhu Air Pada Aquascape Berbasis Internet of Things (IoT)," *J. Telecommun. Electron. Control Eng.*, vol. 4, no. 1, pp. 56–65, Jun. 2022, doi: 10.20895/jtece.v4i1.608.
- [3] S. Raharjo, E. Kurniawan, and E. D. Nurcahya, "Sistem Otomatisasi Fotosintesis Buatan Pada Aquascape Berbasis Arduino," *KOMPUTEK*, vol. 2, no. 1, 2018, doi: 10.24269/jkt.v2i1.66.
- [4] M. Y. Iqbar, K. Paranita, and K. Riyanti, "Rancang bangun lampu portable otomatis menggunakan RTC berbasis arduino," *Ilm. Tek. Inform.*, vol. 14, no. 1, 2020.
- [5] M. S. Asih, A. Z. Hasibuan, and N. I. Syahputri, "Pendingin Otomatis Akuarium Menggunakan Mikrokontroler," *J. Teknol. dan Ilmu Komput. Prima*, vol. 1, no. 1, 2018, doi: 10.34012/jutikomp.v1i1.327.
- [6] A. Brahmantika, "Sistem Otomatisasi Budidaya Tumbuhan Aquascape Berbasis Arduino UNO," *Semin. Has. Elektro SI ITN Malang*, 2019.
- [7] M. Fikri, A. Musthafa, and F. R. Pradhana, "Design and Build Smart Aquascape Based on PH and TDS With IoT System Using Fuzzy Logic," *Procedia Eng. Life Sci.*, vol. 2, 2021, doi: 10.21070/pels.v2i0.1166.
- [8] D. Ramdani, F. M. Wibowo, and Y. A. Setyoko, "Rancang Bangun Sistem Otomatisasi Suhu Dan Monitoring pH Air Aquascape Berbasis IoT (Internet Of Thing) Menggunakan Nodemcu Esp8266 Pada Aplikasi Telegram," *J. Informatics, Inf. Syst. Softw. Eng. Appl.*, vol. 3, no. 1, 2020.
- [9] E. E. Barus, R. K. Pingak, and A. C. Louk, "Otomatisasi Sistem Kontrol Ph dan Informasi Suhu Pada Akuarium Menggunakan Arduino Uno Dan Raspberry PI 3," *J. Fis. Fis. Sains dan Apl.*, vol. 3, no. 2, 2018, doi: 10.35508/fisa.v3i2.612.
- [10] M. D. Udin, I. Istiadi, and F. Rofii, "Aquascape Dengan Kontrol Fotosintesis Buatan Pada Tanaman Air Menggunakan Metode Kendali Logika Fuzzy," *Transmisi*, vol. 23, no. 3, pp. 103–111, Jul. 2021, doi: 10.14710/transmisi.23.3.103-111.
- [11] R. Kurniawan, F. T. Syifa, and M. L. Leksono, "Analisis dan Perancangan Aquascape menggunakan Protokol MQTT untuk Media Pengiriman Data Suhu dan pH," *J. Telecommun. Electron. Control Eng.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–14, Jun. 2022, doi: 10.20895/jtece.v4i1.344.
- [12] M. Syukur, A. G. Putrada, and N. A. Suwastika, "Implementasi dan Analisis Pengurusan Otomatis Aquascape Berdasarkan Kualitas Air Menggunakan Fuzzy Logic," *e-Proceeding Eng.*, vol. 6, no. 1, 2019.