



## SISTEM KENDALI PH DAN KEKERUHAN AIR AQUASCAPE MENGGUNAKAN WEMOS D1 MINI ESP8266 BERBASIS IOT

Abdul Rahman<sup>1</sup>, Axel Natanael Salim<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Informatika, Universitas Multi Data Palembang  
Palembang, Sumatera Selatan, 30113, Indonesia  
arahman@mdp.ac.id, axelsanti610@mhs.mdp.ac.id

### Abstract

*Aquascape is the craft of arranging aquatic plants, rocks, caves, or driftwood aesthetically in an aquarium that essentially creates an underwater garden. For the living things in the aquascape to maintain their health and the water conditions to remain transparent, it is necessary to have continuous treatment to keep the water. For this reason, this study designed a device that can automatically control pH and water turbidity levels and can be monitored and controlled remotely. In the system developed in this study, sensors were used to monitor water conditions: temperature sensor, water pH sensor, HC-SR04 proximity sensor, and turbidity sensor. In contrast, the control system used Wemos D1 Mini ESP8266. In this system, the results of reading water temperature conditions, water saturation levels, and aquascape water levels will be processed by the controller for automatic control so that the requirements of the aquascape remain good. These data will also be sent to MQTT Explore for real-time monitoring through web browsing or smartphone. The results of testing the control system using the Wemos D1 Mini ESP8266 show that the aquascape water temperature can be maintained at a temperature of 220 – 250C, the pH of the water is in the range of 6.9-8, and the turbidity level of the water is at a value of 10-25 NTU.*

**Keywords:** Aquascape, Temperature, Turbidity, Water, Wemos D1 Mini ESP8266

### Abstrak

*Aquascape merupakan kerajinan mengatur tanaman air, bebatuan, gua, atau kayu apung dengan cara yang estetik dalam akuarium yang pada dasarnya membuat kebun di bawah air. Agar makhluk hidup yang ada pada aquascape tetap terjaga kesehatannya dan kondisi air yang tetap jernih, maka diperlukan suatu perawatan secara berkelanjutan untuk menjaga kondisi air tetap terjaga dengan baik. Untuk itu pada penelitian ini dirancang suatu alat yang dapat mengendalikan pH dan tingkat kekeruhan air secara otomatis serta dapat di pantau dan dikendalikan dari jarak jauh. Pada sistem yang dirancang pada penelitian ini digunakan sensor-sensor untuk memantau kondisi air yang terdiri dari: sensor suhu, sensor pH air, sensor jarak HC-SR04, dan sensor turbidity, sedangkan sistem kendali menggunakan Wemos D1 Mini ESP8266. Pada sistem ini, hasil pembacaan kondisi suhu air, tingkat keketuhan air, dan tinggi permukaan air aquascape akan diproses oleh controller untuk dilakukan pengendalian secara otomatis agar kondisi aquascape tetap baik, dan data-data ini juga akan dikirim ke MQTT Explore untuk pemantauan secara real-time melalui web browsing dan smartphone. Hasil pengujian sistem kendali menggunakan Wemos D1 Mini ESP8266 menunjukkan suhu air aquascape dapat dipertahankan pada suhu 22<sup>0</sup> – 25<sup>0</sup>C, pH air berada di kisaran 6,9-8, dan tingkat kekeruhan air pada nilai 10-25 NTU.*

**Kata kunci:** Air, Aquascape, Suhu, Turbidity, Wemos D1 Mini ESP8266

### 1. PENDAHULUAN

Pada saat ini para pencinta ikan hias tidak hanya terfokus pada keindahan dari ikan hias yang dipelihara tetapi juga mempunyai minat dalam menghias akuarium agar nampak lebih indah dengan adanya tanaman air, batu-batuan, dan pasir yang lebih populer dengan istilah *aquascae* [1]. *Aquascape* adalah seni menciptakan taman alami di akuarium dan berfokus pada tanaman dan bukan pada ikan [2][3]. Kreasi dalam membuat *aquascape* dapat dibuat

dengan gaya yang berbeda-beda. Keberadaan kayu apung, batu apung, kerikil, dan batu yang tata letaknya dapat disesuaikan, ada banyak gaya komposisi: yang bisa dilakukan seperti berbentuk cekung (tinggi di kedua sisi atau rendah di tengah), berbentuk cembung (rendah di kedua sisi atau tinggi di tengah), segitiga (tinggi di satu sisi, menurun di sisi lain), dan persegi panjang [4]. *Aquascape* biasanya terdiri dari ikan dan tanaman air, tetapi dapat dimungkinkan sebuah *aquascape* hanya terdiri dari tanaman

air saja, atau dapat juga hanya terdiri dari bebatuan atau *hardscape* lainnya. Desain *aquascape* tersedia dalam berbagai gaya yang berbeda, termasuk tanaman bergaya Belanda dan gaya alam yang terinspirasi Jepang. Biasanya, sebuah *aquascape* berisi ikan dan tanaman, tetapi dimungkinkan untuk membuat *aquascape* seluruhnya dari tanaman, atau seluruhnya dari bebatuan atau *hardscape* lain seperti kayu [5].

Perawatan *aquascape* merupakan sebuah pekerjaan yang tidaklah mudah untuk dilakukan. Pemeliharaan *aquascape* bergantung pada bagaimana faktor-faktor penting seperti suhu, pencahayaan, dan kekeruhan air dapat dipantau dengan baik. Jika faktor-faktor ini terabaikan dan terlambat dalam penanganannya, maka akan menyebabkan kerusakan pada *aquascape* [6]. Untuk itu perlu dilakukan pemantauan secara berkelanjutan terhadap kondisi air yang ada pada *aquascape*, dan ini merupakan pekerjaan yang perlu perhatian khusus dan membosankan, sehingga membuat kita tidak konsisten dalam melakukan pemantauan. Oleh karena itu perlu dilakukan pengendalian secara otomatis untuk menjaga kondisi air di *aquascape*. Teknologi *IoT* (*Internet of Things*) dapat digunakan untuk sistem pemantauan dan kendali secara *real-time*.

Sistem pemantauan dan kendali otomatis berbasis *IoT* telah banyak diterapkan di berbagai bidang. Untuk di bidang perikanan dan pertanian juga telah banyak diterapkan, seperti: sistem pemantau dan kendali untuk hidroponik dan aquaponik berbasis *IoT* [7][8][9]. Pada akuarium sendiri telah banyak penelitian-penelitian mengembangkan akuarium pintar berbasis *IoT* dan mikrokontroler [10][11][12][13].

Pada penelitian-penelitian sebelumnya yang telah dilakukan, meliputi: Perancangan sistem kendali *aquascape* hanya untuk menjaga suhu air *aquascape* [14][15]. Penerapan *IoT* untuk pemantau dan kendali otomatis *aquascape* meliputi suhu, lampu, dan filter air melalui *web* secara daring [16]. Pengendalian pH dan zat padat terlarut (*TDS*) pada air *aquascape* dikendalikan secara otomatis menggunakan metode *fuzzy* [17]. *IoT* di implementasikan untuk kendali pH dan suhu air *aquascape* melalui aplikasi *telegram* [18].

Oleh sebab itu pada penelitian ini dibuat sebuah sistem kendali pada *aquascape* yang dapat melakukan pemantauan dan pengendalian secara otomatis kondisi air *aquascape* tidak hanya suhu air *aquascape* tetapi juga pH, dan kekeruhan air yang dipantau secara *real-time* dan terus menerus. Pada penelitian ini pemantauan kondisi *aquascape* dapat dilakukan jarak jauh melalui *internet*, baik lewat *web browsing* maupun aplikasi di *smartphone*. Pada penelitian ini juga dilakukan sistem kendali otomatis untuk menjaga suhu, pH, dan kekeruhan air berada pada ambang batas yang dianjurkan agar kondisi *aquascape* dapat terjaga dengan baik. Mikrokontroler yang digunakan untuk pemantauan dan sistem kendali *aquascape* menggunakan Wemos D1

mini ESP8266 yang mempunyai kelebihan dapat digunakan untuk membangun sistem berbasis *IoT*.

Pada penelitian ini, mikrokontroler yang digunakan sebagai sistem pemantauan dan kendali *aquascape* menggunakan Wemos D1 mini ESP8266. Mikrokontroler ini dipilih karena bentuknya yang kecil dan kemampuannya dalam menerima data dari sensor dan mampu memberikan perintah pada aktuator serta dilengkapi dengan perangkat komunikasi *wireless*. Wemos D1 mini ESP8266 telah banyak digunakan untuk sistem kendali dan sistem monitor berbasis *IoT*. Sistem *IoT* untuk pemantauan materi partikulat berupa debu secara *real-time* menggunakan mikrokontroler Wemos D1 mini ESP8266 dan sensor PMS5003 untuk mengukur nilai partikel yang tersuspensi di udara [19]. Wemos D1 mini ESP8266 digunakan sebagai sistem pemantauan energi berbasis *IoT* berbiaya rendah yang dapat digunakan di banyak aplikasi, seperti sistem penagihan listrik, manajemen energi di jaringan pintar, dan otomatisasi rumah dengan menggunakan sensor CT non-invasif, chip pengukuran energi listrik SD3004 [20]. Sistem pintar pemantauan dan pengumpulan sampah berbasis *IoT* menggunakan WeMos mini D1 ESP8266 dan sensor Ultrasonic [21].

Pada sistem yang dibangun pada penelitian ini, selain menggunakan mikrokontroler Wemos D1 Mini ESP8266 sebagai sistem pemantau dan kendali *aquascape*, sistem ini juga menggunakan sensor, yaitu sensor DS18B20 sebagai sensor yang mengukur suhu air *aquascape* dan sensor HC-SR04 sebagai sensor untuk mengukur tinggi permukaan air pada *aquascape*, kemudian sensor pH untuk mengukur tingkat keasaman air *aquascape* dan sensor *turbidity* untuk mengukur tingkat kekeruhan air *aquascape*. Sistem ini juga dilengkapi dengan *relay* untuk mengaktifkan kipas pendingin air *aquascape* dan pompa air untuk menguras dan mengisi air *aquascape*.

### 1.1 Kontroler Wemos D1 Mini ESP8266

Perangkat ini dilengkapi dengan *chip* Wi-Fi ESP8266 dengan antena yang terintegrasi, mempunyai penguat daya, penguat penerima yang *low noise*, dan modul manajemen daya. Wemos D1 Mini ESP8266 mendukung protokol 802.11 b/g/n, Wi-Fi 2,4 GHz, mendukung WPA/WPA2, memiliki *MCU* 32-bit daya rendah yang terintegrasi, *ADC* 10-bit terintegrasi, memiliki konsumsi daya siaga kurang dari 1,0 mW dan dapat beroperasi pada kisaran suhu 40<sup>0</sup>~125<sup>0</sup>C [19].

WEMOS D1 Mini ESP8266 yang mempunyai 11 pin masukan dan 1(satu) keluaran digital, 1(satu) masukan analog, dan antarmuka *micro USB* untuk pengembangan dan catu daya. WEMOS D1 Mini ESP8266 ini sepenuhnya didukung oleh platform Arduino IDE, memiliki kecepatan CPU 80/160 MHZ, *Flash* memori sebesar 4 MB, tegangan operasi 3,3 V, dengan dimensi yang kecil 34,2 mm × 25,6 mm, dan berat 10 g [19]. Mikrokontroler Wemos D1 Mini ESP8266 dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Mikrokontroler Wemos D1 Mini ESP8266[22]

### 1.2 Sensor DS18B20

Pada penelitian ini sensor suhu yang digunakan adalah DS18B20, sensor ini mempunyai keluaran sinyal analog dan mempunyai 12-bit ADC secara internal dengan tingkat presisi yang tinggi. Sensor ini mempunyai kemampuan untuk membaca suhu dengan tingkat ketelitian 9 hingga 12-bit, dengan kemampuan membaca suhu dari -55°C sampai dengan 125°C dengan tingkat ketelitian (+/-0.5°C). Pada masing-masing chip di sensor ini disematkan 64-bit kode unik yang memungkinkan penggunaan sensor untuk dapat bekerja menggunakan protokol komunikasi 1-wire (*onewire*) [14]. Bentuk dan pin sensor suhu DS18B20 ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Sensor Suhu DS18B20 [23]

### 1.3 Sensor HC-SR04

Untuk sensor jarak yang digunakan untuk mengukur tinggi permukaan air digunakan sensor HC-SR04. Sensor ini merupakan sensor ultrasonic yang mempunyai kemampuan untuk mengukur jarak dari 2 cm hingga 4 m, dengan tingkat akurasi pengukuran mencapai 3 mm. Sensor HC-SR04 dilengkapi dengan ultrasonik transmitter, receiver, dan control circuit. Sensor HC-SR04 menggunakan IO trigger untuk sinyal high sedikitnya 10 us, secara otomatis modul sensor ini akan mengirimkan 8 kali 40 KHz dan akan dideteksi ada tidaknya sinyal balik, jika terdapat sinyal balik, maka lamanya waktu dari output high merupakan waktu dari pengiriman sinyal dan penerimaan kembali sinyal ultrasonik [24]. Gambar 3 merupakan bentuk sensor jarak ultrasonik HC-SR04 .



Gambar 3. Sensor HC-SR04[25]

### 1.4 Sensor pH Air

Untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasahan air *aquascape* digunakan sensor pH meter air. Secara eksperimental koefisien aktivitas *ion hidrogen* tidak dapat diukur, sehingga perlu dilakukan perhitungan secara teoritis untuk mendapatkan nilainya. Skala pH mempunyai skala yang tidak absolut dengan rentang skala pH antara 0 hingga 14. Sifat asam mempunyai nilai pH antara 0 hingga 7 dan sifat basa mempunyai nilai pH 7 hingga 14 [26]. Gambar 4 merupakan bentuk sensor pH air.



Gambar 4. Sensor pH Air [26]

### 1.5 Sensor Turbidity

Untuk mengukur kualitas air *aquascape* digunakan sensor turbidity. Kekeruhan air dideteksi oleh sensor turbidity ini dengan cara mendeteksi partikel yang tertahan di dalam air dengan melakukan transmisi cahaya dan tingkat penghamburan cahaya yang berubah sesuai dengan jumlah TSS (*Total Suspended Solids*). Tingkat kekeruhan cairan akan dilihat dari meningkatnya nilai TSS [27]. Sensor turbidity banyak di implementasi untuk mengukur kualitas air air limbah, instrumentasi dan sistem kendali pada kolam yang pengukurannya dilakukan di laboratorium, serta paling banyak digunakan untuk mengukur kualitas air sungai, Gambar 5 menunjukkan bentuk sensor turbidity.



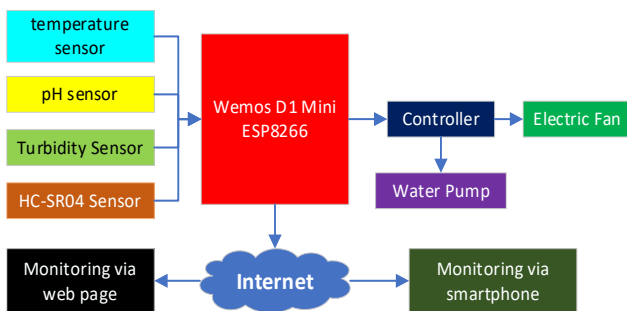
Gambar 5. Sensor Turbidity

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini dibagi pada dua tahapan, yaitu: perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak.

2.1 Perancangan Perangkat Keras

Penelitian ini dirancang menggunakan mikrokontroler Wemos D1 Mini ESP8266, sensor suhu DS18B20, sensor turbidity, sensor pH, sensor HC-SR04, heater, kipas, water pump, modul L298N dan relay 4 channel. Mikrokontroler Wemos D1 Mini ESP8266 ini dilengkapi dengan modul PCF8754 I/O Expander yang digunakan untuk menambahkan pin I/O pada mikrokontroler dan modul ADS1115 merupakan modul yang difungsikan untuk pembacaan Analog Digital Converter (ADC) dengan komunikasi I2C yang beresolusi hingga 16-bit serta terdapat 4 channel. Diagram blok perancangan perangkat keras pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram Blok Sistem Kendali dan Pemantauan Aquascape

Pada gambar 6, mikrokontroler Wemos D1 Mini ESP8266 terkoneksi ke jaringan internet melalui perangkat wireless. Hasil pembacaan sensor-sensor: suhu, pH air, kekeruhan air, dan tinggi permukaan air aquascape akan diterima oleh Wemos D1 Mini ESP8266, selanjutnya data-data ini selain digunakan untuk data kendali air aquascape, data ini juga akan dikirimkan melalui internet dan ditampilkan di web page yang telah dibuat, serta dapat juga diakses melalui smartphone. Pin-pin I/O pada Wemos D1 Mini ESP8266 yang digunakan pada sistem kendali ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Fungsi PIN pada Wemos D1 Mini ESP8266

PIN	Fungsi
G	Menyalurkan arus negatif
5V	Menyalurkan arus positif sebesar 5V
D6	PIN yang digunakan sebagai pengirim data dari nilai sensor DS18B20.
D3	PIN Trigger yang berfungsi untuk membangkitkan sinyal ultrasonik.
D7	PIN Echo yang berfungsi untuk mendeteksi sinyal pantulan ultrasonik.
D8	PIN ke IN1 dari driver L298N yang berfungsi untuk mengatur kecepatan putaran motor DC.
D1	Pin SCL berfungsi sebagai jalur clock sinkronisasi.
D2	Pin SDA berfungsi sebagai data serial pada protokol komunikasi serial sinkron.

Untuk menambahkan pin I/O karena keterbatasan pin I/O pada Wemos D1 ini ESP8266, maka ditambahkan modul PCF8754 I/O Expander untuk mengaktifkan relay1, relay2, dan relay3 sebagai aktuator serta menggunakan modul ADS1115 sebagai modul analog untuk sensor kekeruhan air dan sensor pH air. Fungsi masing-masing pin pada modul PCF8754 I/O Expander dan modul ADS1115 ditunjukkan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Fungsi PIN pada modul PCF8754 I/O Expander

PIN	Fungsi
P0	PIN ke IN1 yang berfungsi untuk mengirim perintah ON/OFF pada relay 1.
P1	PIN ke IN2 yang berfungsi untuk mengirim perintah ON/OFF pada relay 2.
P1	PIN ke IN3 yang berfungsi untuk mengirim perintah ON/OFF pada relay 3.

Tabel 3. Fungsi PIN pada Modul ADS1115

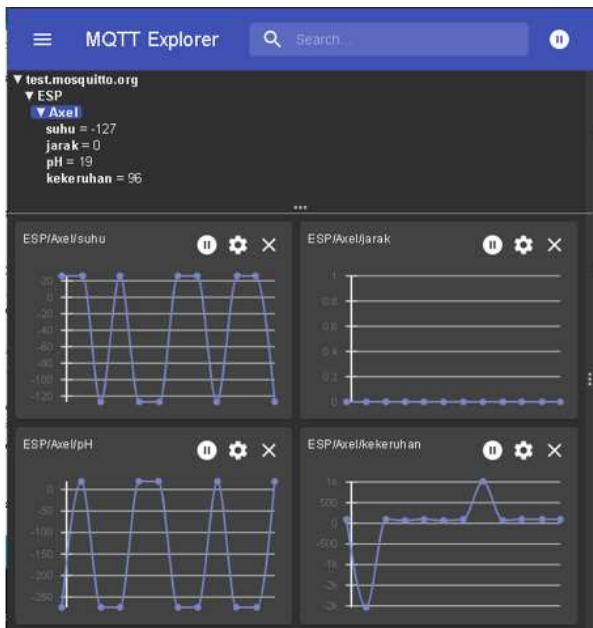
PIN	Fungsi
A2	PIN analog yang berfungsi untuk komunikasi antara sensor turbidity dan mikrokontroler
A3	PIN analog yang berfungsi untuk komunikasi antara sensor pH dan mikrokontroler

2.2. Perancangan Perangkat Lunak

Program atau perangkat lunak yang digunakan menggunakan pada perancangan sistem kendali ini menggunakan Arduino IDE sebagai aplikasi pemrograman mikrokontroler, MQTT Explorer sebagai aplikasi komunikasi publish atau subscribe antara publisher dan broker, Node-Red sebagai tool browser yang digunakan untuk pemantauan nilai sensor secara real-time dengan tampilan yang menarik, dan MQTT Dash sebagai aplikasi android yang berfungsi untuk pemantauan secara real-time di smartphone.

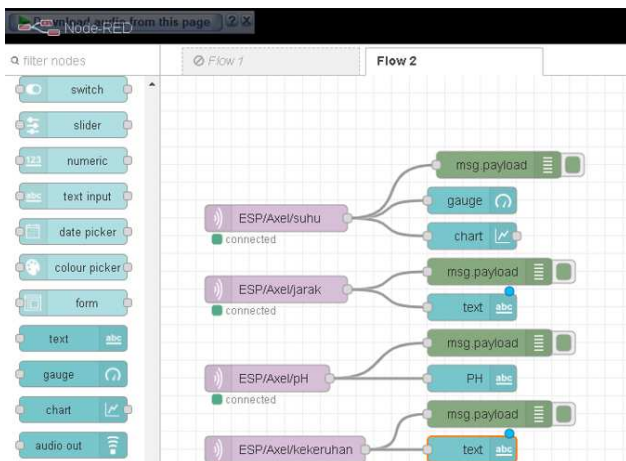


Pada aplikasi *MQTT Explorer*, dilakukan penambahan *topic* yang akan mem-*publish* data yang sudah dikirim dari mikrokontroler Wemos D1 Mini ESP8266, dan akan terhubung ke `mqt://test.moqsuito.org:1883/`. Pada gambar 7. merupakan tampilan data yang telah dikirim oleh mikrokontroler, data tersebut juga yang akan diterbitkan.



Gambar 7. Tampilan dari *MQTT Explorer*

Perangkat lunak *Node-Red* merupakan *tool browser* yang digunakan untuk melakukan pemantauan data dengan cara men-*subscribe* suatu *topic* tertentu. Pada Gambar 8 merupakan *Node-Red dashboard* yang merupakan tampilan UI dari data yang sudah di-*subscribe*.



Gambar 8. Tampilan *Dashboard Node-Red*

Perangkat lunak *MQTT Dash* merupakan aplikasi *MQTT client* berbasis android yang dapat men-*subscribe* suatu *topic* yang telah di-*publish* oleh *MQTT Broker*. *MQTT Dash* digunakan untuk memantau nilai-nilai sensor suhu, pH, kekeruhan air, dan permukaan air *aquascape* di smartphone. Gambar 9 merupakan tampilan *dashboard* dari *MQTT Dash*.

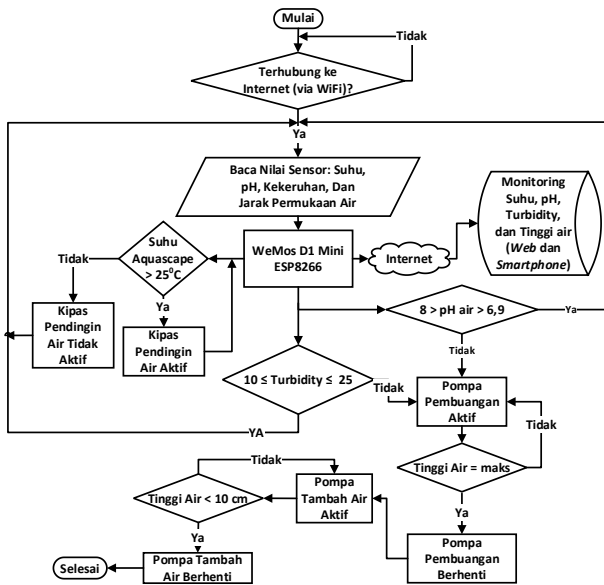


Gambar 9. Tampilan *Dashboard MQTT Dash*.

### 2.3 Diagram Alir Sistem

Pada Gambar 10 merupakan diagram alir dari sistem kendali yang dirancang untuk mengendalikan dan memantau kondisi air di *aquascape*. Sistem dimulai dengan mengecek apakah mikrokontroler Wemos D1 Mini ESP8266 sudah terhubung ke internet, jika sudah terhubung ke internet, maka mikrokontroler akan membaca data sensor dan akan melakukan dua aksi. Pertama, mikrokontroler akan mengirim data dari sensor-sensor tersebut dan akan mengirimkannya melalui *MQTT* ke *MQTT Broker*, yang selanjutnya akan ditampilkan ke *web page* dan juga di *smartphone* melalui *MQTT dash*. Kedua, mikrokontroler akan mengendalikan kondisi air *aquascape* dari data sensor yang telah diterima. Pada Wemos D1 Mini ESP8266, dibuat beberapa aturan sesuai dengan data sensor yang dibaca dan nilai referensi kondisi air yang ideal untuk *aquascape*. Aturan yang dibuat, terdiri dari:

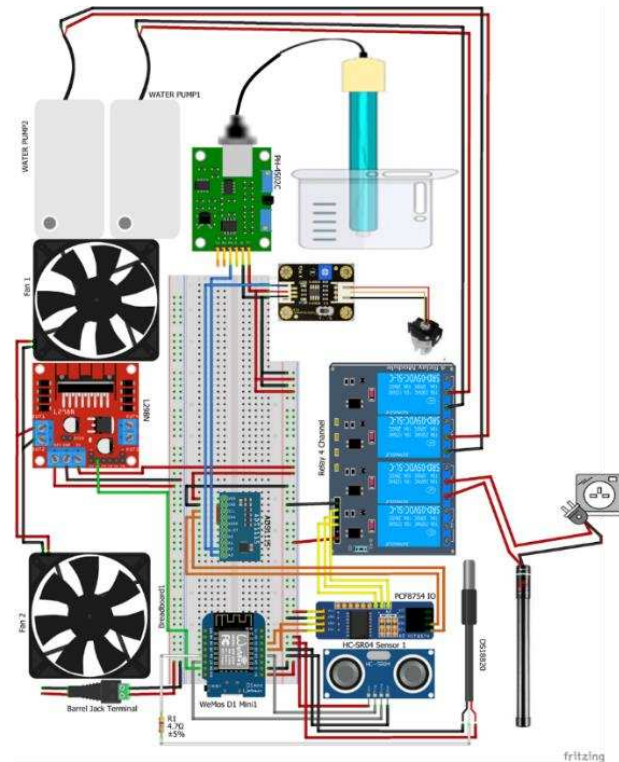
- Jika Suhu air diatas  $25^{\circ}\text{C}$ , maka mikrokontroler akan mengaktifkan kipas pendingin *aquascape* sampai dengan nilai suhu air kurang dari atau sama dengan  $25^{\circ}\text{C}$ .
- Jika pH air kurang dari 6,9 atau lebih dari 8, maka mikrokontroler akan mengaktifkan pompa pembuangan air *aquascape* sampai dengan tinggi permukaan air maksimal (jarak antara dasar *aquascape* dan sensor HC-SRF04). Setelah air di *aquascape* dikosongkan, selanjutnya diaktifkan pompa untuk mengisi kembali air di *aquascape* dengan air yang baru sampai tinggi permukaan air dengan sensor HC-SRF04 berada di 10 cm.
- Jika tingkat kekeruhan air berada di nilai kurang dari 10 NTU dan diatas 25 NTU, maka mikrokontroler akan mengaktifkan pompa pembuangan air *aquascape* sampai dengan tinggi permukaan air maksimal. Setelah air di *aquascape* dikosongkan, selanjutnya diaktifkan pompa untuk mengisi kembali air di *aquascape* sampai tinggi permukaan air dengan sensor HC-SRF04 berada di 10 cm.



Gambar 10. Diagram Alir Sistem

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengujian dan analisis kerja dari sistem kendali yang dirancang perlu dilakukan untuk mengetahui sistem kendali otomatis yang telah dirancang dapat berfungsi dengan baik. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian masing-masing sensor, yaitu sensor suhu (DS18B20), sensor pH air, sensor kekeruhan air (*turbidity*), sensor jarak (HC-SRF04), kemudian dilanjutkan pengujian untuk aktuator yang terdiri dari: kipas pendingin air, pompa pembuangan air, dan pompa pengisian air *aquascape*. Rancangan perangkat keras untuk pengujian sistem kendali otomatis *aquascape* ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Rangkaian Perangkat Keras Sistem

Untuk pengujian perangkat keras, dilakukan pembacaan nilai-nilai dari sensor dan dibandingkan dengan alat ukur yang telah di kalibrasi. Untuk menentukan ralat dari hasil pengamatan dan pengukuran, digunakan persamaan ralat sistematis seperti pada persamaan 1 dan 2 [14].

$$Error = [X - Xi] \tag{1}$$

$$\% Error = \left| \frac{X - Xi}{X} \right| \times 100\% \tag{2}$$

Keterangan:

X = Nilai Sebenarnya

Xi = Nilai Hasil Pengukuran

% Error = Ralat Sistematis

#### 3.1 Pengujian Sensor Suhu

Untuk pengujian sensor suhu DS18B20 dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran suhu air menggunakan alat ukur suhu air digital TPM-10. Proses pengukuran dengan menambahkan air es dan air panas ke dalam *aquascape* untuk mendapatkan variasi suhu air di *aquascape*. Data yang terbaca pada alat ukur suhu air TPM-10 sebagai nilai suhu air yang sebenarnya, dan data yang terbaca pada kontroller Wemos D1 Mini sebagai nilai hasil pengukuran. Hasil pengujian sensor suhu air DS18B20 dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Sensor Suhu DS18B20

Pengujian ke-	TPM-10	Sensor DS18B20	Error (%)
1	36,2	35,86	2,21
2	32,6	31,9	2,15
3	30,8	30,3	1,62
4	28,4	28,1	1,06
5	24,7	24,2	2,03
Rata-rata Error			1,8

#### 3.2 Pengujian Sensor Jarak

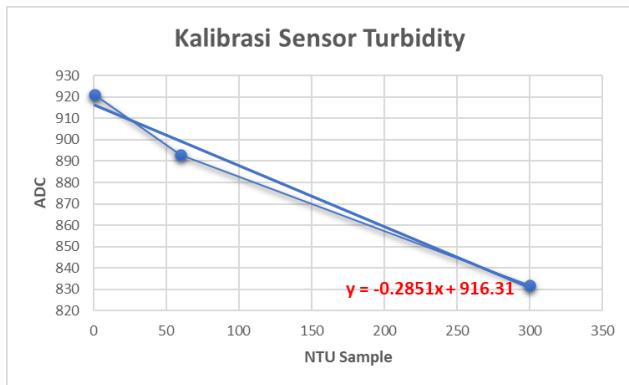
Pengujian sensor jarak HC-SRF04 dilakukan dengan cara membandingkan hasil pembacaan sensor jarak HC-SRF04 yang dibaca oleh kontroler Wemos D1 Mini dengan hasil pembacaan jarak menggunakan penggaris. Hasil pengukuran sensor jarak ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian Sensor Jarak HC-SRF04

Pengujian ke-	Penggaris (cm)	Sensor Jarak	Error (%)
1	10	10,85	8,5
2	20	21,31	6,55
3	30	31,67	5,57
4	40	39,41	1,48
5	50	48,73	2,54
Rata-rata Error			4,92

### 3.3 Pengujian Sensor Kekeruhan Air

Sensor *turbidity* yang digunakan pada penelitian mempunyai keluaran nilai berupa sinyal *analog*(ADC). Untuk melakukan kalibrasi sensor *turbidity* ini, dilakukan dengan melakukan pengukuran pada 3 sampel air yang telah diketahui nilai NTU nya, yaitu: 1 NTU, 60 NTU, dan 300 NTU. Untuk masing-masing hasil nilai ADC yang dibaca oleh sensor *turbidity* pada sampel air yang digunakan diperoleh grafik yang ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik Kalibrasi Sensor *Turbidity*

Berdasarkan grafik yang didapatkan, maka dapat diperoleh persamaan garis dari grafik tersebut seperti ditunjukkan pada persamaan 3. Persamaan ini, dimasukkan ke mikrokontroler Wemos D1 Mini yang akan mengkonversikan nilai ADC menjadi nilai NTU. Hasil pengujian sensor *turbidity* yang telah dikalibrasi dapat dilihat pada Tabel 6.

$$y = -0.2851x + 916.31 \quad (3)$$

dimana y adalah nilai ADC dan x merupakan nilai NTU sampel, sehingga diperoleh persamaan 4 untuk mendapatkan nilai kekeruhan air dari nilai ADC yang dibaca oleh mikrokontroler.

$$NTU = \frac{916,31-ADC}{0,2851} \quad (4)$$

Tabel 6. Hasil Pengujian Sensor *Turbidity*

NTU Sample (NTU)	Sensor <i>Turbidity</i>	Error (%)
1	1,055	5,5
60	60,25	0,75
300	300,75	0,25
<b>Rata-rata Error</b>		<b>2,17</b>

### 3.4 Pengujian Sensor pH

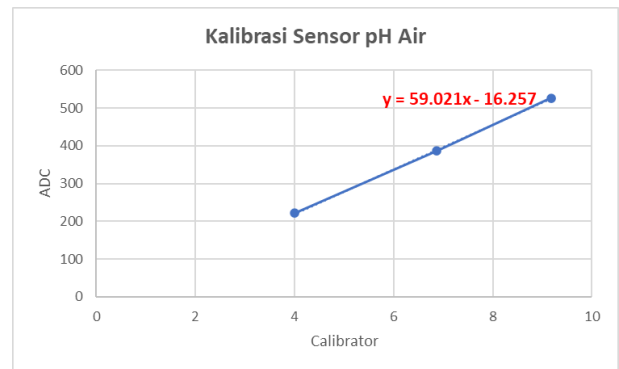
Pengujian sensor pH dilakukan dengan menggunakan 3 buah *calibrator* pH, yaitu: pH=4, pH=6,86, dan pH=9. Untuk kalibrasi sensor pH dilakukan sama seperti kalibrasi sensor *turbidity*, yaitu dengan mencari persamaan regresi linear pembacaan nilai ADC dari 3 buah *calibrator* pH yang digunakan. Gambar 13 adalah grafik hasil pembacaan nilai

ADC dari *calibrator* pH yang digunakan, sehingga dari gambar grafik ini didapatkan persamaan 5 sebagai persamaan regresi linear untuk kalibrasi nilai ADC ke nilai pH.

$$y = 59.021x - 16.257 \quad (5)$$

dimana y adalah nilai ADC yang dibaca oleh mikrokontroler dari pembacaan *calibrator* pH (x), sehingga persamaan untuk mengukur pH air di mikrokontroler Wemos D1 Mini menggunakan persamaan (6). Hasil pengujian sensor pH yang telah dikalibrasi dapat dilihat pada Tabel 7.

$$pH = \frac{ADC+16,257}{59,021} \quad (6)$$



Gambar 13. Grafik Kalibrasi Sensor pH Air

Tabel 7. Hasil Pengujian Sensor pH air

Calibrator	Sensor pH	Error (%)
4	3,63	4,25
6,89	6,17	5,68
9,18	8,76	5,01
<b>Rata-rata Error</b>		<b>4,98</b>

Tabel 8. Hasil Pengujian Sistem Kendali Keseluruhan

Sensor	Nilai Sensor	Aktuator	Keluaran	Keterangan
Suhu	32,27 °C	Kipas	Aktif	Suhu air <i>aquascape</i> terlalu panas
	30,67 °C	Kipas	Aktif	
	28,07 °C	Kipas	Aktif	
	24,87 °C	Kipas	Tidak Aktif	Suhu air <i>aquascape</i> Normal
	23,73 °C	Kipas	Tidak Aktif	
pH	7,23	Pompa Kuras air	Tidak Aktif	pH <i>aquascape</i> Normal
		Pompa isi air	Tidak Aktif	
	5,68	Pompa kuras air	Aktif (sampai tinggi air 10 cm)	Kondisi air <i>aquascape</i> terlalu Asam
		Pompa isi air	Aktif (setelah pompa kuras berhenti)	

Sensor	Nilai Sensor	Aktuator	Keluaran	Keterangan
	8,39	Pompa kuras air	Aktif (sampai tinggi air 10 cm)	Kondisi air <i>aquascape</i> terlalu Basa
		Pompa isi air	Aktif (setelah pompa kuras berhenti)	
	20,4 NTU	Pompa Kuras air	Tidak Aktif	Kondisi air <i>aquascape</i> Normal
		Pompa isi air	Tidak Aktif	
Turbidity	30,7 NTU	Pompa kuras air	Aktif (sampai tinggi air 10 cm)	Kondisi air <i>aquascape</i> Keruh
		Pompa isi air	Aktif (setelah pompa kuras berhenti)	
Jarak	27,4 cm	Pompa isi air	Aktif (sampai jarak permukaan air ke sensor <= 10 cm)	Tinggi permukaan Air <i>aquascape</i> dibawah normal
			Tidak Aktif	Tinggi permukaan air <i>aquascape</i> normal

### 3.5 Pengujian Perangkat Keseluruhan

Untuk mengetahui keseluruhan sistem kendali air *aquascape* bekerja dengan baik dan dapat menjaga kondisi air di *aquascape* pada kondisi yang baik, sehingga makhluk hidup yang ada pada *aquascape* dapat tumbuh dengan baik, maka dilakukan pengujian secara keseluruhan dari sistem kendali *aquascape* ini. Skenario pengujian dilakukan dengan berbagai kemungkinan yang terjadi pada *aquascape*. Skenario pertama, kondisi normal *aquascape* sesuai dengan standar *aquascape*, yaitu: suhu 23,73 °C, tingkat kekeruhan air 20,4 NTU, pH air sebesar 7,23, dan jarak tinggi permukaan air ke sensor jarak 9,86 cm. Hasilnya pada skenario pertama ini, fungsi keluaran seperti kipas pendingin air, pompa kuras air, dan pompa isi air tidak aktif, ini menunjukkan kondisi air *aquascape* masih dalam keadaan normal. Skenario kedua, kondisi air *aquascape* dibuat dengan kondisi, yaitu: suhu diatas 28 °C, tingkat kekeruhan air 30 NTU, pH air dibuat kurang dari 7 dan diatas 8, dan jarak tinggi permukaan air ke sensor jarak lebih dari 10 cm. Pada skenario kedua ini, kipas pendingin air aktif sampai suhu normal *aquascape* tercapai, air *aquascape* akan dikuras sampai tinggi air dari dasar *aquascape* 10 cm, dan setelah proses pengurusan selesai maka *aquascape* akan diisi dengan air baru yang lebih baik sampai pada tinggi permukaan air 10 cm dari sensor jarak. Hasil lengkap pengujian sistem kendali secara keseluruhan tersajikan pada Tabel 8.

## 4. KESIMPULAN

Hasil perancangan sistem pemantauan dan sistem kendali *aquascape* dengan menggunakan mikrokontroler Wemos D1 Mini ESP8266 ini telah berfungsi dengan baik dan sesuai dengan hasil yang diharapkan. Hal ini dapat dilihat dari hasil pengujian keseluruhan alat, dimana sensor-sensor dan aktuator berfungsi dengan baik. Kondisi suhu air di *aquascape* dapat dipertahankan pada rentang nilai 22<sup>0</sup> sampai dengan 25<sup>0</sup>C dengan pH air berada pada kisaran normal, yaitu 6,9 sampai dengan 8, sedangkan kekeruhan air dapat di pertahankan pada rentang nilai 10 sampai dengan 25 NTU. Pada sistem ini juga, hasil pembacaan nilai-nilai sensor yang ada pada *aquascape* dapat di pantau secara *real-time* melalui *web page* dan *smartphone*. Untuk penelitian selanjutnya, penambahan lampu *ultra violet* dan pengendalian sinar *ultra violet* pada *aquascape* sehingga dapat membunuh bakteri atau jamur yang ada di *aquascape*.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Hariyatno, I. Isanawikrama, D. Wimpertiwi, dan Y. J. Kurniawan, "Membaca Peluang Merakit 'Uang' Dari Hobi Aquascape," *J. Pengabd. dan Kewirausahaan*, vol. 2, no. 2, hal. 117–125, 2018, doi: 10.30813/jpk.v2i2.1364.
- [2] R. Duffy, "The age of aquaria: the aquarium pursuit and personal fishkeeping: Master Thesis," University of Delaware, United States, 2018.
- [3] D. P. Hutabarat, S. Dewanto, dan B. Prasetya, "Controllable LED by Using Smartphone Android for Aquascape Environmental Treatment," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 794, no. 1, hal. 12133, 2021, doi: 10.1088/1755-1315/794/1/012133.
- [4] K. M. Kumari dan N. V. Kumar, "Art and science of aquascaping," *Pharma Innov. J.*, vol. 10(6), no. January, hal. 240–245, 2021.
- [5] A. goleman, daniel; boyatzis, Richard; Mckee, A. J. Nathan, dan A. Scobell, "Training Manual on Freshwater Ornamental Fish Breeding and Aquascaping Techniques," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, hal. 1689–1699, 2019.
- [6] T. Sutabri, Y. B. Widodo, S. Sibuea, I. Rajiani, dan Y. Hasan, "Tankmate Design for Settings Filter, Temperature, and Light on Aquascape," *J. Southwest Jiaotong Univ.*, vol. 54, no. 5, 2019, doi: 10.35741/issn.0258-2724.54.5.45.
- [7] C. A. Jamhari, W. K. Wibowo, A. R. Annisa, dan T. M. Roffi, "Design and Implementation of IoT System for Aeroponic Chamber Temperature Monitoring," in *2020 Third International Conference on Vocational Education and Electrical Engineering (ICVEE)*, 2020, hal. 1–4, doi: 10.1109/ICVEE50212.2020.9243213.
- [8] F. Francis, P. L. Vishnu, M. Jha, dan B. Rajaram, "IOT-Based Automated Aeroponics System BT -



- Intelligent Embedded Systems,” 2018, hal. 337–345.
- [9] M. Marisa, C. Carudin, dan R. Ramdani, “Otomatisasi Sistem Pengendalian dan Pemantauan Kadar Nutrisi Air menggunakan Teknologi NodeMCU ESP8266 pada Tanaman Hidroponik,” *J. Teknol. Terpadu*, vol. 7, no. 2, hal. 127–134, 2021, doi: 10.54914/jtt.v7i2.430.
- [10] B. P. Sembodo dan N. G. Pratama, “Smart Aquarium Based Microcontroller,” *J. Appl. Electr. Sci. Technol.*, vol. 3, no. 2, hal. 12–19, 2021, doi: 10.36456/best.vol3.no2.4265.
- [11] R. H. Hardyanto, P. W. Ciptadi, dan A. Asmara, “Smart Aquarium Based On Internet of Things,” *J. Bus. Inf. Syst.*, vol. 1, no. 1, hal. 48–53, 2018, [Daring]. Tersedia pada: <https://thejbis.org/index.php/jbis/article/view/12>.
- [12] Khairunisa, Mardeni, dan Y. Irawan, “Smart aquarium design using raspberry Pi and android based,” *J. Robot. Control*, vol. 2, no. 5, hal. 368–372, 2021, doi: 10.18196/jrc.25109.
- [13] Y.-H. Cheng, W.-Q. Chen, K.-H. Lin, dan Z.-Y. Zhou, “Smart Cloud IoT Aquarium,” *13th Int. Conf. Adv. Inf. Technol. (AIT 2019)*, no. Ait, hal. 274–278, 2019.
- [14] Y. Triawan dan J. Sardi, “Perancangan Sistem Otomatisasi Pada Aquascape Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano,” *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 1, no. 2, hal. 76–83, 2020, doi: 10.24036/jtein.v1i2.30.
- [15] S. Indriyanto, P. Yuliantoro, dan D. Kusumawati, “Sistem Monitoring Suhu Air Pada Aquascape Berbasis Internet of Things (IoT),” *JTECE*, vol. 4, no. 1, hal. 56–65, 2022, doi: <https://doi.org/10.20895/jtece.v4i1.608>.
- [16] T. Sutabri, Y. B. Widodo, S. Sibuea, I. Rajiani, dan Y. Hasan, “Tankmate Design For Settings Filter, Temperature, and Light On Aquascape,” *J. Southwest Jiaotong Univ.*, vol. 54, no. 5, 2019.
- [17] M. Fikri, A. Musthafa, dan 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, no. 1, hal. 5–7, 2021, doi: 10.21070/pels.v2i0.1166.
- [18] D. Ramdani, F. M. Wibowo, dan 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, hal. 59–68, 2020, doi: 10.20895/INISTA.V2I2.
- [19] G. Marques, C. Roque Ferreira, dan R. Pitarma, “A System Based on the Internet of Things for Real-Time Particle Monitoring in Buildings,” *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 15, no. 4, 2018, doi: 10.3390/ijerph15040821.
- [20] K. Chooruang dan K. Meekul, “Design of an IoT Energy Monitoring System,” in *2018 16th International Conference on ICT and Knowledge Engineering (ICT&KE)*, 2018, hal. 1–4, doi: 10.1109/ICTKE.2018.8612412.
- [21] S. K. Memon, F. Karim Shaikh, N. A. Mahoto, dan A. Aziz Memon, “IoT based smart garbage monitoring & collection system using WeMos & Ultrasonic sensors,” in *2019 2nd International Conference on Computing, Mathematics and Engineering Technologies (iCoMET)*, Jan 2019, hal. 1–6, doi: 10.1109/ICOMET.2019.8673526.
- [22] nyebarilmu.com, “Pengenalan tentang Modul wifi WEMOS D1 MINI ESP8266,” *nyebarilmu.com*, 2018. <https://www.nyebarilmu.com/pengenalan-tentang-modul-wifi-wemos-d1-mini-esp8266/> (diakses Apr 25, 2022).
- [23] Arduino, “Arduino Sensor Suhu DS18B20,” *Ardutech*, 2019. <https://www.ardutech.com/arduino-sensor-suhu-ds18b20/> (diakses Apr 25, 2022).
- [24] M. Watty, “Pengendali Ketinggian Air Menggunakan Sensor Ultrasonic Dengan Metode Fuzzy Logic,” *J. Sist. Cerdas dan Rekayasa*, vol. 1, no. 1, hal. 76–86, 2019, [Daring]. Tersedia pada: <https://ojs.widyakartika.ac.id/index.php/jscr/article/view/3>.
- [25] Nn-digital.com, “How the HC-SR04 Sensor Works and Example Programs with Arduino,” *nn-digital.com*, 2019. <https://www.nn-digital.com/en/blog/2019/08/07/how-the-hc-sr04-sensor-works-and-example-programs-with-arduino/> (diakses Apr 25, 2022).
- [26] J. Karangan, B. Sugeng, dan S. Sulardi, “Uji Keasaman Air dengan Alat Sensor pH di STT MIGAS Balikpapan,” *J. Kacapuri J. Keilmuan Tek. Sipil*, vol. 2, no. 1, hal. 65, 2019, doi: 10.31602/jk.v2i1.2065.
- [27] InnovatorsGuru, “TS-300B | High Quality Arduino Turbidity Sensor,” *innovatorsguru.com*, 2020. <https://innovatorsguru.com/ts-300b-arduino-turbidity-sensor/> (diakses Apr 25, 2022).