



Rekayasa Sistem Fotosintesis dan Ekosistem pada Media *Aquascape* Berbasis *Internet Of Things*

Ikhwan Ruslianto^{#1}, Uray Ristian^{#2}, Hirzen Hasfani^{#3}, Kartika Sari^{#4}

[#]Program Studi Rekayasa Sistem Komputer Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura
Jl. Prof. Dr.H.Hadari Nawawi, Pontianak, 78124

¹ikhwanruslianto@siskom.untan.ac.id

²eristian@siskom.untan.ac.id

³hirzen.hasfani@siskom.untan.ac.id

³kartika.sari@siskom.untan.ac.id

Abstrak— *Aquascape* adalah seni mengatur dan merancang taman air yang meniru lingkungan alami dalam sebuah akuarium atau kolam. Terdapat permasalahan pada *aquascape* yaitu tanaman pada *aquascape* memerlukan cahaya yang cukup untuk berfotosintesis. Kemudian air harus tetap jernih, bersih dan pH air tetap terjaga. Hal-hal tersebut berdampak pada pertumbuhan tanaman pada ekosistem *aquascape*. Pada penelitian ini dibuatlah rekayasa sistem fotosintesis, pengaturan suhu, penyaringan dan pergantian air pada *aquascape* berbasis *IoT*. Sistem ini dapat menyalakan lampu sesuai kebutuhan dari tanaman air. Kemudian dapat mengatur suhu air yang datanya didapat dari sensor suhu dan dapat melakukan penyaringan air apabila air sudah keruh pada batas tertentu, dan pergantian air apabila air mengalami kekeruhan diatas ambang dan pH air yang sudah tidak normal. Sistem pemantauan dibuat agar dapat diberi peringatan untuk diberikan perawatan sehingga tanaman air tetap tumbuh dan terawat serta kejernihan air tetap terjaga demi menjaga estetika pada *aquascape* tersebut.

Kata kunci— *Aquascape*, Fotosintesis, *Internet of Things*, Node Nirkabel.

I. PENDAHULUAN

Pada saat ini, *aquascape* banyak menarik peminat sehingga tren *aquascape* semakin meningkat setiap harinya. *Aquascape* juga memiliki peluang untuk menjadi salah satu sumber penghasilan. *Aquascape* merupakan salah satu seni budidaya tanaman air hias menggunakan media air sebagai media tanam di dalam akuarium. *Aquascape* juga menghadirkan sebuah ekosistem seperti ekosistem yang dibuat menyerupai ekosistem yang ada di alam seperti tanaman air, air, bebatuan, dan berbagai jenis kayu. Dengan estetika, konsep ekosistem yang ingin dihadirkan akan terlihat lebih jelas dan jernih.

Di dalam ekosistem *aquascape* tersebut tentu memerlukan tanaman air asli, bukan tanaman buatan. Untuk itu diperlukan sebuah pengetahuan tentang keadaan sebenarnya dalam kehidupan air dan semua faktor pendukung kehidupan biota laut di dalamnya. Faktor yang paling mempengaruhi pertumbuhan dari suatu tanaman air

adalah cahaya matahari. Tanaman air memerlukan cahaya matahari dalam proses fotosintesis sebagai sumber energi dari tanaman tersebut. Tanaman air hanya dapat menyerap cahaya matahari berupa *Photosynthetic Activity Radiation* atau yang biasa dikenal dengan [1],[2],[3].

Pada umumnya *aquascape* diletakkan ruangan tertutup tanpa pencahayaan matahari secara langsung. *Aquascape* umumnya tetap menggunakan cahaya buatan untuk menerangi ekosistem pada akuarium. Durasi pencahayaan pada *aquascape* disesuaikan dengan kebutuhan tanaman air dan besarnya kadar sinar. Akan tetapi penggunaan cahaya buatan pada *aquascape* tidaklah sama dengan penggunaan cahaya dari matahari sebenarnya. Kekurangan cahaya matahari dapat mengganggu proses fotosintesis pada tanaman air dengan pertumbuhan tanaman yang memanjang, kurus, dan pucat [4],[5].

Selain pencahayaan pada akuarium, *aquascape* juga memerlukan penyaringan dan pergantian air secara teratur agar air tersebut tetap jernih, bersih dan pH air tetap terjaga. Kejernihan air juga berpengaruh dalam proses pertumbuhan tanaman air di dalam akuarium. Dalam merawat *aquascape* biasanya terdapat beberapa permasalahan yang harus dihadapi seperti proses fotosintesis tidak bisa dilakukan karena *aquascape* terletak didalam ruangan. Kemudian pergantian air juga masih dilakukan secara manual. Cuaca juga dapat mempengaruhi suhu di dalam ruangan sehingga secara tidak langsung juga akan berpengaruh pada suhu di dalam air. Dengan cuaca yang tak menentu pada siang hari, suhu air dapat mencapai angka 30 °C. Seperti yang diketahui suhu air ideal yang diperlukan suatu *aquascape* berkisar pada rentang 22 °C sampai 25 °C [6].

Penelitian sebelumnya yang sudah dilakukan dengan judul “Sistem Kontrol Pencahayaan Matahari pada *Aquascape*” berisi tentang pembuatan sistem kendali cahaya matahari dalam menyinari *aquascape* [7]. Sistem ini menggunakan lensa Fresnel untuk mengumpulkan dan menyalurkan cahaya melauli serat optik. Penelitian ini menyajikan sistem yang dapat mengikuti arah cahaya

matahari dengan rerata error sudut sebesar 12 %. Pada penelitian ini tidak terdapat pengontrolan dalam penggantian air yang membuat air tetap bersih dan jernih.

Penelitian berikutnya juga sudah dilakukan dengan judul “Aquascape dengan Kontrol Fotosintesis Buatan pada Tanaman Air Menggunakan Metode Kendali Logika Fuzzy” berisi tentang pembuatan sistem untuk menstabilkan pencahayaan, suhu air, dan tingkat kejernihan air [8]. Penelitian ini menghasilkan tingkat keberhasilan sebesar 99,08 % dalam menjaga suhu air direntang 22-25 °C. Kemudian tingkat kekeruhan air pada rentang 5-25 NTU dengan keakuratan sebesar 96,66 %. Sistem ini tidak mengumpulkan data sehingga data yang sudah ada tidak dapat diolah kembali.

Penelitian lain yang sudah dilakukan berjudul “Sistem Kontrol Suhu dan Pakan Otomatis dalam Aquarium Menggunakan Nodemcu ESP8266” berisi tentang pembuatan sistem yang dapat mengontrol pakan ikan agar tidak berlebih dan suhu air dalam aquarium berbasis IoT [9]. Hasil pengujian menunjukkan kontrol suhu dapat mendinginkan suhu air sampai 2 °C dalam rentang waktu 20 menit. Kendali pemberian pakan ikan juga bekerja dengan baik tidak berlebih. Penelitian ini belum adanya kontrol untuk sistem pencahayaan, penggantian dan penyaringan air di dalam aquarium pada aquascape.

II. METODE PENELITIAN

A. Aquascape

Aquascape merupakan salah satu seni dalam mengatur tanaman air dan berbagai ekosistem air secara alami dan dijaga estetikanya agar dapat memberikah efek seperti berkebum dibawah air tetapi menggunakan media akuarium. Ekosistem air pada aquascape antara lain seperti ikan, kayu, batu dan mikroba kecil lainnya yang ditata dengan rapi. Aquascaping memiliki tujuan untuk menciptakan sebuah pemandangan air yang indah dan memperhatikan estetika dengan mempertimbangkan aspek pemeliharaan tanaman air dan berbagai ekosistem didalamnya. Dengan adanya aquascape, media akuarium ikan hias dapat didesain sesuai keinginan seperti pada habitat aslinya [6]. Penelitian ini difokuskan pada proses fotosintesis tanaman dan perawatan kondisi aquascape beserta fauna yang ada di dalamnya. Hal ini dilakukan agar ekosistem yang telah dibuat pada aquascape dapat terjaga dengan baik. Adapun bentuk aquascape ditunjukkan pada Gambar 1.



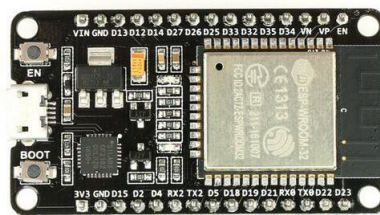
Gambar 1. *Aquascape* dan ekosistemnya

B. Internet Of Things (IoT)

Internet of Things yang biasanya disebut *IoT* merupakan teknologi yang digunakan untuk memperlebar manfaat dari jaringan internet yang terhubung kontinu dan telah berkembang pada era Revolusi Industri 4.0. Konsep *IoT* yaitu memanfaatkan berbagai perangkat-perangkat pengendali sistem komputer dengan berkomunikasi menggunakan teknologi internet [10]. *IoT* dapat menghubungkan berbagai mesin, perangkat keras lainnya untuk mendapatkan data dan manajemen kinerjanya sendiri. Cara kerja *IoT* bergantung pada 3 komponen utama IoT antara lain perangkat fisik (*things*), perangkat koneksi yang dapat menghubungkan ke jaringan internet, dan *cloud server* yang digunakan untuk menyimpan data yang diperoleh dari perangkat-perangkat tersebut melalui jaringan internet. Dengan berbagai elemen tersebut, IoT dapat menampilkan sederet informasi yang selanjutnya dapat digunakan untuk membuat suatu keputusan [11].

C. NodeMCU ESP32

NodeMCU ESP32 adalah sebuah mikrokontroler yang mempunyai berbagai fungsi yang cukup lengkap jika dibandingkan dengan Arduino dan NodeMCU ESP8266. ESP32 ini mempunyai lebih banyak pin dan port yang dapat digunakan lebih banyak perangkat dalam menciptakan sebuah sistem yang mengharuskan menggunakan banyak pin. ESP32 juga merupakan sistem berbiaya dan berdaya rendah dan dilengkapi fitur *Wifi* yang memiliki kecepatan lebih dan fitur *Bluetooth Low Energy* dengan dua mode. Dengan adanya fitur tersebut tidak perlu lagi perangkat tambahan untuk menghubungkan suatu perangkat dan akhirnya memungkinkan untuk menghemat biaya dan menghemat penggunaan ruang pada ESP32.[12]. Adapun bentuk dari NodeMCU ESP32 ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. NodeMCU ESP32

D. Google Firebase

Google Firebase merupakan penyedia layanan *cloud* pada sistem IoT. *Google Firebase* dapat menyinkronkan dan menyimpan aplikasi data yang dikembangkan oleh pengembang aplikasi API. *Google Firebase* ini juga memiliki library yang memungkinkan untuk mengintegrasikan berbagai *platform* seperti platform iOS, Android, JavaScript, Java, Objective-C, dan Node Js yang biasanya dapat disebut layanan berbasis database (*Database as a Service*) yang bekerja secara *realtime*. Banyak pengguna menggunakan *google firebase* sebagai tempat penyimpanan karena dalam *firebase*, developer dapat menambahkan berbagai fitur yang mendukung suatu

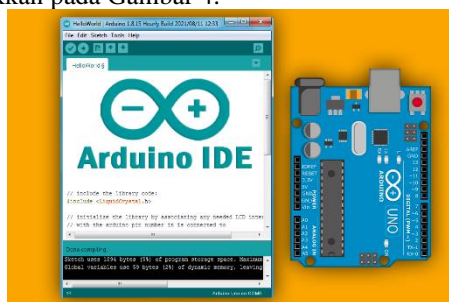
sistem [13],[14],[15]. Adapun logo Google Firebase ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Google firebase

E. Arduino IDE

Arduino IDE adalah sebuah perangkat lunak yang berperan sebagai Editor yang digunakan untuk menulis dan mengubah isi program dalam bahasa processing, Compiler yang digunakan untuk mengubah bahasa processing dan diterjemahkan ke dalam kode biner yang dapat dimengerti oleh mikrokontroler, dan Uploader yang digunakan untuk memasukkan kode biner tersebut kedalam memori mikrokontroler [16]. Arduino IDE yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Arduino IDE

F. Modul Relay

Relay merupakan suatu perangkat elektronik berupa saklar magnetik yang digerakkan oleh aliran listrik. Tugas utama relay adalah sebagai saklar pehubung dan pemutus dari arus listrik. Relay terbentuk dari tuas saklar yang dililit oleh kawat pada batang besi (solenoid) didekatnya. Relay bekerja ketika aliran listrik mengalir solenoid, sehingga tuas saklar akan tertarik. Modul relay terdapat kontak pont dan disusun menjadi 2 jenis yaitu *normally open (NO)* dan *normally close (NC)*. Pada *NO*, jika kode program yang diberikan nilai 1 (nilai tegangan 1 atau *HIGH*) pada relay maka relay akan dialiri oleh listrik, begitu juga sebaliknya. Jika kode program yang diberikan nilai 0 (nilai tegangan 0 atau *LOW*) pada relay maka relay akan memutus aliran listrik. Sebaliknya pada *NC*, jika kode program yang diberikan nilai 0 (nilai tegangan 0 atau *LOW*) pada relay maka relay akan dialiri oleh listrik, begitu juga sebaliknya. Jika kode program yang diberikan nilai 1 (nilai tegangan 1 atau *HIGH*) pada relay maka relay akan memutus aliran listrik [17],[18],[19]. Bentuk modul *relay* ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Modul Relay

G. Sensor DHT11

Sensor DHT11 merupakan suatu modul sensor yang peka terhadap lingkungan berupa suhu dan kelembaban udara. Keluaran dari sensor DHT11 berupa data digital sensor yang dapat ditampilkan pada perangkat tertentu. Modul sensor ini tergolong ke dalam elemen resistif yang dapat mengukur suhu pada lingkungan sekitar. Keunggulan dari sensor ini dibandingkan dengan modul sensor lain terletak pada kualitas pembacaan data yang lebih responsif dan kecepatan dalam membaca, mengukur, dan merasakan dari objek suhu dan kelembaban. Kemudian data yang sudah dibaca tidak mudah untuk di *interferensi* dengan kata lain terganggu oleh objek lain disekitar [20]. Bentuk dari sensor DHT11 ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Sensor DHT11

H. Sensor Suhu Air

Sensor suhu air DS18B20 merupakan sensor yang peka terhadap perubahan suhu lingkungan khususnya air kemudian sensor tersebut dapat mengkonversikan suhu tersebut menjadi sebuah tegangan listrik. Keluaran dari sensor ini adalah data digital. Keakuratan dari sensor ini juga cukup handal yaitu 0,5 yang mampu mengukur suhu rentang dari -55 °C sampai 125 °C. Pengguna dapat memantau perubahan suhu air dari waktu ke waktu sehingga dapat memberikan suatu keputusan yang tepat dalam pemberian nutrisi pada air. [21]. Adapun sensor suhu air ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Sensor suhu air DS18B20

I. Sensor pH Meter

Sebuah sensor pH Meter merupakan sebuah elektroda (probe pengukur) yang terhubung ke alat ukur dan akan menampilkan nilai dari pH tersebut. Prinsip kerja utama dari sensor pH meter terletak pada sensor probe yang berisi elektrode kaca dengan mengukur jumlah elektron pada larutan. Semakin banyak elektron pada suatu larutan, maka larutan itu bersifat asam. Begitu juga sebaliknya, semakin sedikit elektron pada suatu larutan, maka larutan itu bersifat basa. Tugas utama dari sensor pH Meter adalah untuk mengukur tingkat pH dari suatu lingkungan yang diujikan [22]. Bentuk sensor ini ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Sensor pH meter

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Rancang Bangun Sistem Ekosistem pada Aquascape

Pada penelitian ini, dirancang sebuah aquascape yang sesuai dengan kebutuhan sistem. Adapun aquascape yang dibuat berdimensi 90x60x40 cm beserta biota ekosistem air didalamnya, seperti tanaman, ikan, air, bebatuan, rumah bakteri dan hewan kecil lainnya. Bentuk ekosistem aquascape yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 9.

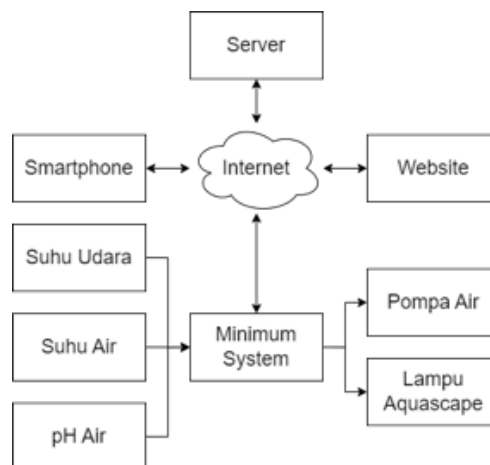


Gambar 9. Ekosistem aquascape

Sistem aquascape ini memiliki konsep simbiosis mutualisme dimana ikan memberi nutrisi pada tanaman dan begitu pula sebaliknya. Yang membedakan antara aquascape ini dengan aquascape konvensional terletak pada penyajian data dan pemanfaatan teknologi sehingga tanaman dan ikan dapat termonitoring kondisinya. Oleh karena itu, sistem ini bukannya merubah konsep dari aquascape konvensional, melainkan menambahkan sistem yang baru sehingga dapat bekerja sama dan menghasilkan tanaman maupun ikan yang mana sesuai dengan tujuan penelitian.

B. Rancang Bangun Sistem Pemantauan dan Kendali pada Aquascape

Rancang bangun sistem pemantauan dan kendali pada aquascape berbasis smartphone atau komputer. Data yang ditunjukkan antara lain suhu udara, suhu air, dan pH air. Sedangkan keluaran dari sistem aquascape adalah relay pompa air dan lampu aquascape untuk fotosintesis. Rancangan sistem aquascape dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Rancangan diagram I/O sistem aquascape berbasis IoT

Sistem ini juga dapat bekerja secara otomatis berdasarkan data sensor-sensor yang digunakan serta kecerdasan yang dibuat dalam pengambilan keputusan yang harus dilakukan alat aquascape. Saat suhu air di atas 30°C, maka sistem akan mengaktifkan relay pompa air canister akan mengganti air untuk didinginkan dan dialirkan Kembali ke aquascape. Selanjutnya, lampu aquascape akan dikendalikan berdasarkan sensor suhu udara. Sedangkan untuk pH air digunakan oleh pengguna sebagai acuan perawatan apa yang harus dilakukan oleh pengguna.

C. Implementasi Pembacaan Suhu Udara

Implementasi pada pembacaan suhu udara menggunakan sensor DHT11 yang terhubung ke ESP32. Sensor DHT11 mengirimkan data kondisi suhu udara aquascape ke ESP32 agar data sensor dapat dikirimkan dari ESP32 ke server menggunakan internet. Selanjutnya, nilai sensor suhu udara ini menjadi parameter untuk mengendalikan lampu aquascape. Jika suhu udara dibawah 32°C, maka semua lampu akan aktif dan memberikan fotosintesis ke tanaman aquascape. Adapun pembacaan sensor suhu udara yang terpasang ke sistem seperti pada Gambar 11.



Gambar 11. Sensor Suhu DHT11 ke DHT11

Selanjutnya, dilakukan pengujian pembacaan sensor suhu udara dan kendali lampu. Pada pengujian ini, pembacaan suhu udara menggunakan alat ukur konvensional dibandingkan dengan sensor untuk uji kelayakan dan mendapatkan nilai selisih (Error) dari pembacaan suhu. Makin tinggi nilai error, maka sensor tersebut tidak layak untuk digunakan. Adapun hasil pengukuran didapatkan rata-rata selisih pengukuran yaitu 0,24 atau persentase berdasarkan pembacaan alat ukur yaitu

0,24%. Hasil pengujian pembacaan sensor dapat dilihat pada Tabel 1.

TABEL I
PENGUJIAN PEMBACAAN SENSOR UDARA DHT11

Percobaan	Pembacaan Suhu Udara (°C)		Selisih (Error)
	Konvensional	Sensor	
1	32,5	33	0,5
2	33	33,3	0,3
3	32,5	32,3	0,2
4	33,5	33,2	0,3
5	33,4	33,1	0,3
6	32,9	33,1	0,2
7	33,1	33,3	0,2
8	32,8	32,9	0,1
9	34,3	34,2	0,1
10	33,1	33,3	0,2
Rata-Rata Selisih			0,24

D. Implementasi Pembacaan Suhu Air

Implementasi pada pembacaan suhu air menggunakan sensor DS18B20 yang terhubung ke ESP32. Sensor DS18B20 mengirimkan data kondisi suhu air aquascape ke ESP32 agar data sensor dapat dikirimkan dari ESP32 ke server menggunakan internet. Selanjutnya, nilai sensor suhu air ini menjadi parameter untuk mengendalikan pompa air canister untuk mendinginkan air. Jika suhu air diatas 30 °C, maka canister akan aktif dan menyedot air aquascape, mendinginkan air dan mengalirkan kembali ke aquascape. Adapun sensor suhu air yang terpasang ke sistem dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Implementasi sensor suhu air DS18B20 ke ESP32

Selanjutnya, dilakukan pengujian pembacaan sensor suhu air dan kendali canister. Pada pengujian ini, pembacaan suhu air menggunakan alat ukur konvensional dibandingkan dengan sensor untuk uji kelayakan dan mendapatkan nilai selisih (Error) dari pembacaan suhu. Makin tinggi nilai error, maka sensor tersebut tidak layak untuk digunakan. Adapun hasil pengukuran didapatkan rata-rata selisih pengukuran yaitu 0,2 atau persentase berdasarkan pembacaan alat ukur yaitu 0,2%. Hasil pengujian pembacaan sensor dapat dilihat pada Tabel 2.

TABEL II
PENGUJIAN PEMBACAAN SENSOR AIR DS18B20

Percobaan	Pembacaan Suhu Air (°C)		Selisih (Error)
	Konvensional	Sensor	
1	32,1	32,2	0,1
2	31,5	31,4	0,1
3	34	33,5	0,5
4	33,7	33,8	0,1
5	33,2	33,5	0,3

Percobaan	Pembacaan Suhu Air (°C)		Selisih (Error)
	Konvensional	Sensor	
6	31,8	32,1	0,3
7	33,1	33,3	0,2
8	32,4	32,6	0,2
9	32,8	32,9	0,1
10	34,3	34,2	0,1
Rata-Rata Selisih			0,2

E. Implementasi Pembacaan pH Air

Selanjutnya, dilakukan uji kelayakan sensor pH air yang dipasang di dalam sistem. Pada pembacaan sensor pH, terlebih dahulu sensor dinetralkan menggunakan air dengan pH mendekati 7 (pH normal). Setelah dinetralkan, baru sensor pH diletakkan di permukaan air untuk membaca tingkat pH air. Sensor ini tidak sepenuhnya dimasukkan kedalam air untuk menghindari terjadinya kerusakan pada sensor. Pada hasil pengujian, selisih pembacaan sensor pH dengan sensor pH digital sebesar 0,6 saja. Walaupun selisihnya tidak terlalu besar (sensor layak digunakan), tetapi nilai selisihnya masih bisa diminimalkan. Terjadinya selisih disebabkan karena saat proses penetralan sensor, tidak menggunakan air dengan pH yang pas bernilai 7. Oleh karena itu, makin baik proses penetralan sensor sebelum digunakan, maka semakin kecil pula selisih yang dihasilkan. Tabel 3 merupakan hasil perbandingan antara sensor pH Digital dengan Sensor.

TABEL III
PERBANDINGAN HASIL PENGUJIAN PEMBACAAN SENSOR pH AIR

Percobaan	Pembacaan pH Air (pH)		Selisih (Error)
	Digital	Sensor	
1	6,8	6,8	0
2	6,5	6,6	0,1
3	6	6	0
4	5,5	5,5	0
5	5,7	5,5	0,2
6	4	4	0
7	4,1	4	0,1
8	3,8	3,8	0
9	3,6	3,8	0,2
10	3,5	3,5	0
Rata-Rata Selisih			0,06

F. Pengujian Kendali Pompa Air Canister Aquascape

Berikutnya, pengujian kendali pompa air canister dimana saat suhu berada diatas 32 °C, maka sistem akan mengaktifkan canister untuk mendistribusikan air dingin dari canister agar suhu air menurun. Adapun pengujian dilakukan sebanyak 10 kali dengan kondisi suhu yang berbeda-beda. Berikut pompa air canister yang digunakan pada Gambar 13 dan hasil pengujian kendali pompa air canister seperti pada Tabel 4.



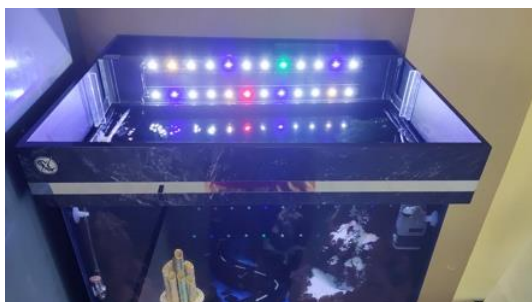
Gambar 13. Kendali canister aquascape

TABEL IV
HASIL PENGUJIAN KENDALI POMPA AIR CANISTER BERDASARKAN SUHU AIR

Percobaan	Sensor Suhu Air (°C)	Canister	Keterangan
1	32,2	Hidup	Berhasil
2	31,4	Mati	Berhasil
3	33,5	Hidup	Berhasil
4	33,8	Hidup	Berhasil
5	33,5	Hidup	Berhasil
6	32	Mati	Berhasil
7	33	Hidup	Berhasil
8	32,6	Hidup	Berhasil
9	32,9	Hidup	Berhasil
10	34,2	Hidup	Berhasil

G. Pengujian Kendali Lampu Aquascape

Selanjutnya dilakukan pengujian kendali lampu aquascape dimana lampu ini hanya aktif di jam tertentu, yaitu maksimal 8 jam sehari. Kendali lampu dilakukan dari jam 08.00-16.00 dimana, jika suhu dingin maka semua lampu akan hidup secara maksimal. Sedangkan jika suhu hangat atau panas diatas 32 °C, maka hanya beberapa lampu saja yang aktif. Adapun pengaplikasian lampu aquascape dapat dilihat pada Gambar 14 dan tabel pengujian penjadwalan lampu aquascape dapat dilihat pada Tabel 5.



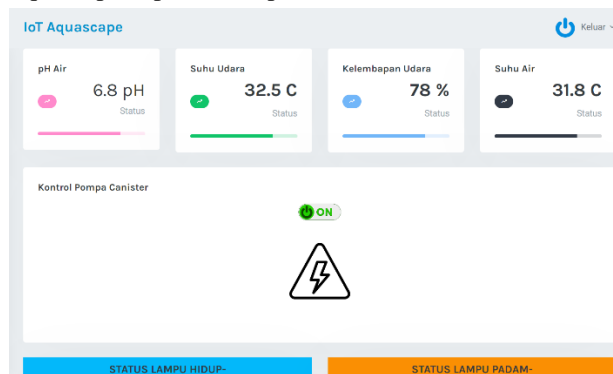
Gambar 14. Kendali lampu aquascape

TABEL V
HASIL PENGUJIAN KENDALI LAMPU BERDASARKAN SUHU UDARA

Percobaan	Jam	Sensor Suhu Udara (°C)	Lampu	Ket.
1	08.10	30,2	Hidup Semua	Berhasil
2	09.10	31,4	Hidup Semua	Berhasil
3	10.00	33,5	Hidup Sebagian	Berhasil
4	11.05	33,8	Hidup Sebagian	Berhasil
5	12.00	33,5	Hidup Sebagian	Berhasil
6	13.10	33,6	Hidup Sebagian	Berhasil
7	14.00	33	Hidup Sebagian	Berhasil
8	15.00	32,6	Hidup Sebagian	Berhasil
9	16.10	31,9	Padam	Berhasil
10	17.00	31,2	Padam	Berhasil

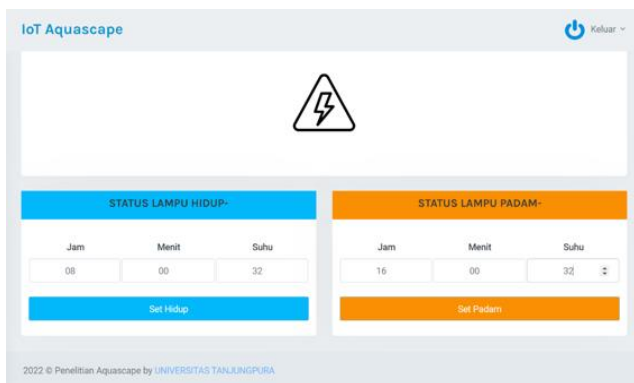
H. Implementasi Antarmuka Aplikasi Aquascape

Pada tampilan Smart Akuaponik menunjukkan pembacaan data sensor-sensor yang terpasang. Data sensor yang ditunjukkan meliputi pH Air, Suhu Udara, Kelembaban Udara dan Suhu Air. Sedangkan untuk kontrol pompa canister, bisa dikendalikan menggunakan tombol untuk menghidupkan atau mematikan pompa canister. Adapun tampilan pembacaan sensor aplikasi IoT Aquascape dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Halama beranda pembacaan sensor aquascape

Pada aplikasi juga dapat mengatur waktu penjadwalan lampu aquascape hidup atau padam. Karena lampu aquascape tidak boleh hidup terlalu lama, pada penelitian ini lampu di set untuk hidup dari jam 08.00-16.00 dengan batas suhu 32°C. Jika suhu dibawah 32°C, maka semua lampu akan menyala. Sedangkan jika suhu diatas 32°C, maka lampu akan menyala Sebagian. Jika diluar rentang waktu lampu hidup, maka lampu akan padam. Adapun tampilan aplikasi penjadwalan lampu aquascape dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Halaman beranda penjadwalan lampu *aquascape*

I. Pembahasan

Penelitian terkait IoT Aquascape merupakan pengembangan dari sistem aquascape yang konvensional. Sistem ini menggunakan beberapa sensor yaitu sensor pH air, suhu air, suhu udara dan kelembaban udara. Parameter yang digunakan hanya untuk mengukur kondisi ekosistem sekitar aquascape, dimana parameter ini diperlukan untuk fotosintesis tanaman aquascape dan kebutuhan nutrisi ikan. Pada penelitian ini, akses internet yang kurang stabil mengakibatkan keterlambatan dalam pengiriman data ke aplikasi. Namun, hal tersebut tidak terlalu berdampak signifikan kepada ekosistem aquascape dimana untuk *delay response time*-nya masih dibawah satu menit. Oleh karena itu, sistem IoT pada aquascape dapat diimplementasikan pada media aquascape yang lain.

IV. KESIMPULAN

Sistem yang dibangun dapat merekayasa beberapa parameter pengukuran, seperti sistem fotosintesis, pengaturan suhu, penyaringan dan pergantian air pada aquascape berbasis IoT. Sistem yang dibangun juga berhasil memantau dan mengontrol sistem fotosintesis, suhu, dan melakukan penyaringan dan pergantian air pada aquascape berbasis website.

REFERENSI

[1] Budi Utomo, Fotosintesis pada Tumbuhan, Karya Ilmiah, Fakultas Pertanian Universitas Sumatra Utara Medan, USU e-Repository, pp.1 - 19. 2007

[2] Malhi, Y., Doughty, C.E., Goldsmith, G.R., Metcalfe, D.B., Girardin, C.A.J., Marthews, T.R., Aguila-Pasquel, J., Aragão, L.E.O.C., Araujo-Murakami, A., Brando, P., Costa, A.C.L., Silva-Espejo, J.E., Farfán Amézquita, F., Galbraith, D.R., Quesada, C.A., Rocha, W., Salinas-Revilla, N., Silvério, D., Meir, P., Phillips, O.L., The linkages between photosynthesis, productivity, growth and biomass in lowland Amazonian forests. *Global Change Biology* 21, 2283–2295. 2015.

[3] Foyo-Moreno, I.; Alados, I.; Alados-Arboledas, L. A new conventional regression model to estimate hourly photosynthetic photon flux density under all sky conditions. *Int. J. Climatol.* 37, 1067–1075. 2017

[4] Erwin, J. and E. Gesick. Photosynthetic responses of swiss chard, kale, and spinach cultivars to irradiance and carbon dioxide concentration. *HortScience* 52:706–712,. 2017.

[5] Poorter, H., €U. Niinemets, N. Ntagkas, A. Siebenk€as, M. M€aenp€a€a, S. Matsubara, and T.L. Pons.. A meta-analysis of plant responses to light intensity for 70 traits ranging from molecules to whole plant performance. *New Phytol.* 223:1073–1105,. 2019

[6] Brahmantika, A., Ashari, M. I., &Sotyohadi. Sistem Otomatisasi Budidaya Tumbuhan Aquascape Berbasis Arduino UNO. *Semin. Has. Elektro S1 ITN Malang.* 2019.

[7] Pramadana, Muhammad Hasri, Muhammad Rivai, Harris Pirngadi. Sistem Kontrol Pencahayaan Matahari pada Aquascape. *Jurnal Teknik ITS Vol. 10, No. 1.* 2021

[8] Udin, M. Diya, Istiadi, Faqih Rofii. Aquascape dengan Kontrol Fotosintesis Buatan Pada Tanaman Air Menggunakan Metode Kendali Logika Fuzzy. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro,* 23 (3). 2021

[9] Rachman, Firman Pradana, Handri Santoso. Sistem Kontrol Suhu dan Pakan Otomatis Dalam Aquarium Aquascape Menggunakan Nodemcu ESP8266. *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi* Vol.9, No. 1. 2022

[10] Prihatmoko, D. (2016). Penerapan *Internet of Things (IoT)* dalam Pembelajaran di UNISU Jepara. *SIMETRIS,* 7(2), 567-574.

[11] Rometdo Muzawi, Wahyu Joni Kurniawan. Rancang Bangun Pengontrolan Lampu Berbasis *Internet of Things* Menggunakan Raspberry Pi. *Manajemen Informatika, STMIK Amik Riau.* 2018.

[12] Datasheet. ESP-32 WROM-32 Datasheet v2.9, *Ekspressif Systems.* 2019.

[13] G. R. Payara and R. Tanone, “Penerapan Firebase Realtime Database Pada Prototype Aplikasi Pemesanan Makanan Berbasis Android,” *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.,* vol. 4, no. 3, pp. 397–406, 2018,

[14] I. K. G. Sudiarta, I. N. E. Indrayana, and I. W. Suasnawa, “Membangun Struktur Realtime Database Firebase Untuk Aplikasi Monitoring Pergerakan Group Wisatawan,” *J. Ilmu Komput.,* vol. 11, no. 2, p. 96, 2018.

[15] E. A. W. Sanad, “Pemanfaatan Realtime Database di Platform Firebase Pada Aplikasi E-Tourism Kabupaten Nabire,” *J. Penelit. Enj.,* vol. 22, no. 1, pp. 20–26, 2019.

[16] Arduino. Arduino. Retrieved 4 28, 2020, from <https://www.arduino.cc/>. 2020

[17] Zakaria.. Prototype Sistem Monitoring Masa Sewa Kamar Kos berbasis Mikrokontroler . *Jurnal Coding Sistem Komputer Universitas Tanjungpura ,* 37. 2015.

[18] Wicaksono, MF.,Hidayat.. Mudah Belajar Mikrokontroler Arduino. Bandung : Informatika Bandung. 2017.

[19] Kumar, Manoj., Mahato, Sunita., Kumar, Ravi., Dev, Kapil. Home Automation Using Arduino Uno.). *International Journal of Application or Innovation Engineering & Management (IIAEM)* Vol.6 No.2. 2017.

[20] Datasheet. (2010). DTH11 Humidity 7 Temperature Sensor. UK: D-Robotics.

[21] Putra, Y. H., Triyanto, D., & Suhardi. Sistem Pemantauan dan Pengendalian Nutrisi, Suhu, dan Tinggi Air pada Pertanian Hidroponik. 2018.

[22] Achmadi. pH Meter. Retrieved Maret 21, 2021, from <https://www.pengelasan.net/ph-meter/>. 2021.