

PENERAPAN SENSOR ELEKTRONIKA DENGAN INTEGRASI IOT UNTUK PENGENDALIAN PEMELIHARAAN PADA EKOSISTEM AIR AQUARIUM HIAS (*AQUASCAPE*)

Setya Ardhi¹

¹Program Studi Teknik Elektro – Institut Sains dan Teknologi Terpadu Surabaya
Email: setyaardhi@stts.edu

ABSTRAK

Aquascape merupakan seni dekorasi akuarium yang menggabungkan tanaman dan benda-benda alam seperti batu dan pohon. Pemeliharaan aquascape memerlukan perhatian khusus pada faktor-faktor seperti pH, suhu, kekeruhan air, pencahayaan, dan pemberian pakan. Namun, kesibukan sehari-hari seringkali membuat aquascape tidak termonitor dengan baik, sehingga mengganggu pertumbuhan ekosistem air.

Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan sistem pengendalian pemeliharaan aquascape. Sistem ini menggunakan sensor-sensor seperti suhu, turbidity, pH, LDR, dan ultrasonic untuk mengukur kondisi aquascape. Data dari sensor-sensor ini dikirim ke Blynk server dan dapat dimonitor melalui aplikasi Blynk. Sistem ini juga dapat melakukan otomatisasi pemberian pakan, penyalaan filter, pompa, dan pencahayaan, dan semua bisa dimonitoring dan dikendalikan melalui internet.

Hasil uji coba menunjukkan bahwa sistem pengendalian pemeliharaan aquascape ini efektif dalam memantau dan mengontrol kondisi aquascape, sehingga pertumbuhan tanaman dan ikan dapat optimal. Dimana hasil pengujian semua sensor diperoleh beberapa hasil seperti perbandingan sensor suhu dengan thermometer menghasilkan selisih error 0.79°C, perbandingan sensor pH dengan pH meter menghasilkan selisih error 0.7, dan perbandingan sensor ultrasonik dengan penggaris menghasilkan selisih error 0.05 Cm.

Kata Kunci : *Aplikasi Blynk , Aquascape, Ekosistem Air, Otomatisasi*

PENDAHULUAN

Aquascape adalah seni menghias akuarium dengan tanaman air, batu, dan pohon, serta menciptakan ekosistem air tawar [1][2] yang mirip dengan habitat alami dimana akuarium juga untuk fungsi penelitian dalam meneliti binatang dan tumbuhan didalamnya [3]. *Aquascape* dapat melibatkan hewan peliharaan seperti ikan kecil, tetapi tidak selalu demikian. Tujuan utama *aquascape* adalah menciptakan ekosistem air tawar yang seimbang dan indah [4][5]. Dalam memelihara *aquascape*, beberapa faktor penting harus diperhatikan, seperti pencahayaan [6][7], kekeruhan air, pH, dan suhu air [8]. *Aquascape* merupakan salah satu jenis hobi memelihara ekosistem air tawar di akuarium, berbeda dengan *oceanirum* yang merupakan ekosistem air laut.

Air merupakan komponen utama dalam pemeliharaan *aquascape*. Kualitas air yang baik sangat penting bagi kelangsungan hidup ikan dan tanaman air di dalamnya. Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas air adalah tingkat keasaman (pH), suhu, dan kejernihan air. pH air berkisar antara 1-14, dengan pH 7 [9] sebagai kondisi netral. Untuk *aquascape*, pH ideal adalah 6,8-7,2. Selain itu, kejernihan air juga harus diperhatikan, dengan standar kekeruhan air 5-25 NTU. Pengukuran pH dan kejernihan air secara rutin dan berkala merupakan tantangan bagi *aquascaper*. Oleh karena itu, penghobi *aquascape* harus memantau kualitas air secara berkala untuk

menjaga kelangsungan hidup ekosistem. Namun, keterbatasan waktu untuk melakukan pengecekan pH secara berkala menjadi tantangan bagi penghobi yang memiliki kesibukan.

Pemeliharaan ekosistem akuarium dapat menjadi tantangan bagi para penghobi. Pertumbuhan tanaman yang buruk dan pertumbuhan alga yang masif merupakan beberapa masalah yang umum terjadi. Untuk memastikan pertumbuhan tanaman yang sehat, beberapa elemen seperti parameter air, nutrisi, CO₂, dan cahaya harus terpenuhi [10]. Selain itu, suhu air juga merupakan faktor penting yang harus diperhatikan. Suhu ideal untuk aquascape adalah antara 25°C hingga 28°C, yang dapat dicapai dengan pencahayaan yang tepat atau menggunakan cooling fan. Pencahayaan yang optimal untuk aquascape adalah 7-8 jam per hari [11].

Selain pH, suhu air, dan cahaya, juga tidak kalah pentingnya adalah memantau kekeruhan air pada aquascape dapat menyebabkan stres pada ikan [12] dan mengganggu proses fotosintesis tumbuhan. Kekeruhan air juga dapat menghalangi pencahayaan yang diperlukan oleh tumbuhan, sehingga mempengaruhi kesehatan dan pertumbuhan mereka. Oleh karena itu, penting untuk mengatur tingkat kekeruhan air dalam aquascape. Untuk memantau kekeruhan air, dapat digunakan sensor turbidity yang dapat mendeteksi tingkat kekeruhan air [13]. Jika air terlalu keruh, sebaiknya segera diganti. Penggantian air secara rutin dan berkala sangat penting untuk menjaga kesehatan dan keseimbangan ekosistem aquascape. Dapat disimpulkan bahwa, jika airnya di rawat dan diberi makan secara teratur, ikan pasti akan sehat dan bebas dari penyakit [14].

Berdasarkan latar belakang tersebut penelitian terinspirasi untuk membuat alat yang dapat memantau kadar pH, tingkat kejernihan dan suhu air dalam aquascape serta pemberian pakan pada ikan secara rutin dan berkala serta secara otomatis. Maka pada penelitian ini memilih judul “ Penerapan Sensor Elektronika Dengan Integrasi IoT Untuk Pengendalian Pemeliharaan Pada Ekosistem Air Aquarium Hias (Aquascape)”.

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian tentang sistem otomatisasi untuk mengontrol suhu air dan kekeruhan air pada aquascape telah dilakukan sebelumnya oleh Raharjo dkk [11] dan Dendy [2]. Sistem pada penelitian Sinung tersebut menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno yang terhubung dengan sensor suhu, sensor kekeruhan air, dan modul Real Time Clock (RTC) sedangkan penelitian Dendy memakai NodeMCU yang terhubung dengan sensor suhu, dan sensor pH. Sistem ini dapat mengontrol suhu air pada suhu ideal <28°C dan kekeruhan air <25 NTU. Jika suhu atau kekeruhan air melebihi batasan, sistem akan mengaktifkan cooling fan atau eksternal filter. Selain itu, sistem juga mengontrol pencahayaan menggunakan lampu LED yang diatur oleh RTC selama 8 jam per hari [11].

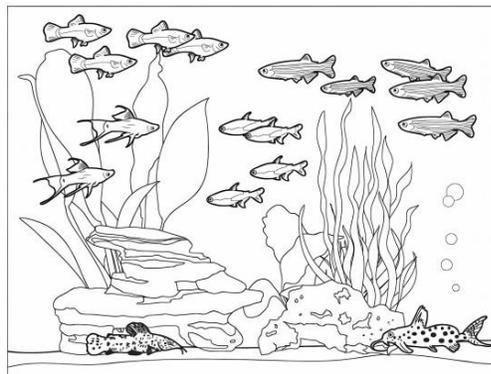
Penelitian yang dilakukan oleh Brahmantika membahas tentang pengembangan sistem otomatisasi untuk budidaya tumbuhan aquascape menggunakan Arduino UNO [13]. Sistem ini dapat mengontrol suhu, kekeruhan air, dan pencahayaan secara otomatis. Tujuan sistem ini adalah untuk membantu para penghobi aquascape dalam berbudidaya tumbuhan dan meningkatkan produktivitasnya. Sistem ini menggunakan

sensor suhu, RTC untuk penjadwalan, pencahayaan, dan kekeruhan air menggunakan sensor *turbidity*. Data suhu dan kekeruhan air ditampilkan pada LCD 16x2. Sistem ini juga dapat mengaktifkan *peltier*, pompa air, dan *heater* untuk mengontrol suhu air dan filter untuk mengontrol kekeruhan air. Selain itu, sistem ini juga dapat mengatur durasi pencahayaan agar tumbuhan aquascape mendapatkan cahaya maksimum 12 jam per hari. Sedangkan pada penelitian Dendy [2] menggunakan sensor suhu, NTP *Client Server*, dan sensor pH untuk memonitoring kualitas air. Data monitoring sensor tersebut ditampilkan pada aplikasi Telegram, dimana cahaya yang dilakukan Dandy selama 8 jam, cooling fan akan aktif apabila suhu > 28 derajat Celcius.

Berdasarkan latar belakang penelitian tersebut dan spesifikasi yang diperhatikan dalam aquascape, maka penelitian ini menyajikan rancangan pengendalian dan pemeliharaan ekosistem air secara otomatis dengan beberapa perangkat elektronika yaitu penyedia daya dari adaptor DC 6V, DSB18B20 sebagai sensor suhu, sensor pH dengan Sensor pH Meter Module pH-4502c, sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi ketinggian air pada akuarium, sensor turbidity dengan modul ADS 1115 untuk mengukur kekeruhan air, LDR sensor untuk melihat kondisi terang/gelap ruangan, relay 5V untuk mengendalikan kinerja pompa mini 5V untuk menguras dan mengisi air, dan ESP8266 sebagai kontrol sensor dan kendali. Rancangan dari pembuatan pengendalian pemeliharaan aquascape integrasi dengan Internet of Things yang diaplikasikan dengan Aplikasi Blynk serta database pendukungnya. Adapun ikan yang dipakai dalam penelitian ini memanfaatkan ikan *Guppy* dan *Cardinal Tetra* dan tanaman Jawa Moss yang ditempatkan dalam aquarium.

Aquascape dan Pemeliharaannya

Aquascape adalah sebuah seni dekorasi yang menggabungkan tanaman air dengan elemen-elemen alam seperti batu dan kayu dalam sebuah wadah akuarium atau akrilik yang bisa terlihat pada gambar 1. Tujuan dari aquascape adalah untuk menciptakan ekosistem air tawar yang mirip dengan habitat aslinya [15]. Tanaman aquascape memerlukan perawatan rutin untuk dapat bertahan lama dan tidak cepat layu. Oleh karena itu, pengecekan berkala sangat penting untuk menjaga kesehatan dan keindahan tanaman aquascape.

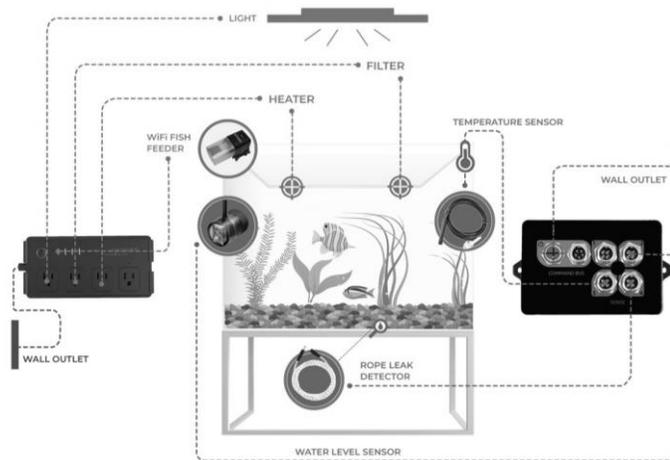


Gambar 1. Desain Aquascape Ikan dan Tanaman

Dan dalam pemeliharannya berikut ini adalah aspek yang diperhatikan :

- Mengatur tingkat keasaman air.
- Menjaga tingkat konsentrasi mineral dalam air.
- Pemberian nutrisi yang cukup pada tanaman dan ikan.
- Memberikan cahaya yang cukup.
- Mengatur suhu yang baik pada air.
- Menjaga kebersihan air khususnya kekeruhan air.

Desain aquascape dan pengendaliannya secara otomatis berbasis elektronika yang bisa digambarkan pada gambar 2 dimana pengendalian cahaya, suhu, pakan ikan, pengendali panas dan monitoring ketinggian air pada akuarium.



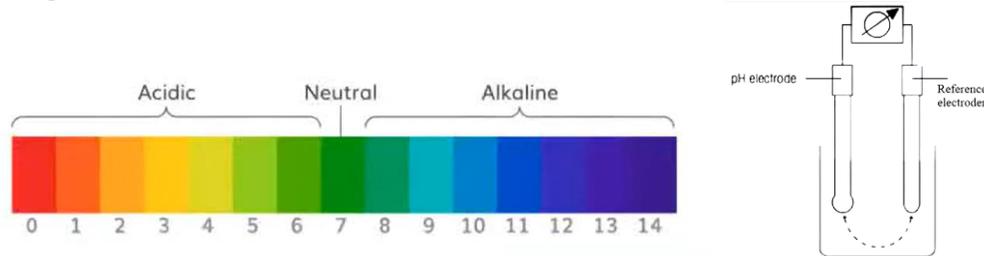
Gambar 2. Desain Aquascape Secara Otomatis

Sensor pH dan Sensor Turbidity

Sensor pH adalah perangkat yang terdiri dari elektroda pengukuran yang terhubung ke perangkat elektronik untuk mengukur dan menampilkan nilai pH. Prinsip kerja sensor pH adalah mengukur jumlah ion H_3O^+ dalam suatu larutan menggunakan elektroda gelas. Elektroda ini memiliki lapisan kaca tipis yang dapat bertukar kation (H^+) dengan larutan yang diukur, sehingga memungkinkan pengukuran nilai pH yang akurat. Derajat keasaman atau pH adalah ukuran yang digunakan untuk menentukan tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan. Keasaman ini ditentukan oleh konsentrasi ion hidrogen (H^+) dalam air. Nilai pH berkisar dari 0 hingga 14, dengan nilai 6,0-8,0 menunjukkan kondisi netral. Nilai pH di atas 8,0 menunjukkan sifat basa, sedangkan nilai pH di bawah 6,0 menunjukkan keasaman [16].

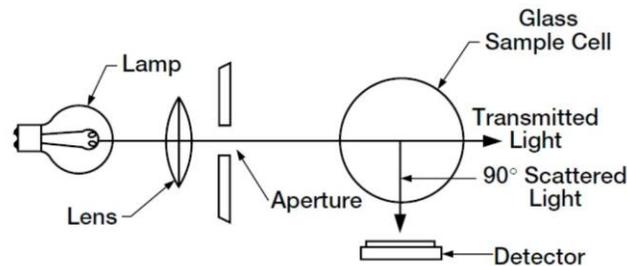
Sensor pH adalah alat yang digunakan untuk mengukur nilai pH, yang terdiri dari elektroda gelas yang sensitif terhadap perubahan pH dan larutan klorida dengan pH yang diketahui. Sensor pH (power of hydrogen) adalah derajat keasaman untuk menyatakan tingkat keasaman yang dimiliki suatu larutan ($pH = -\log[H^+]$) yang bisa dilihat pada gambar 3. Sensor pH air bekerja dengan memasukkan elektroda pH ke dalam larutan yang ingin diukur. Elektroda pH kemudian mendeteksi kondisi larutan dan menghasilkan sinyal yang kemudian dikonversi oleh Arduino menjadi data

digital yang dapat dibaca dan diproses. Sensor pH meter membaca nilai pH dengan mengukur tegangan (voltage) yang terjadi pada membran kaca pada sensor pH seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Derajat Keasaman pada pH meter dan pengukuran

Kekeruhan (turbidity) air didefinisikan sebagai penurunan transparansi air yang disebabkan oleh adanya partikel-partikel yang tidak larut dalam air. Partikel-partikel ini dapat berasal dari mineral seperti tanah liat atau lanau, atau dari sumber organik seperti bahan organik atau plankton [17]. Namun, kekeruhan tidak secara langsung mengukur jumlah partikel dalam air, melainkan mengukur efek hamburan cahaya yang disebabkan oleh partikel-partikel tersebut.



Gambar 4. Pengukuran Nephelometers dan Sensor Optik

Dalam metode pengukuran nephelometric pada gambar 4, turbidity diukur berdasarkan cahaya yang tersebar pada sudut 90° dari arah sinar datang. Instrumen ini menggunakan sudut deteksi 90° karena dianggap paling efektif dalam mengukur kekeruhan tanpa dipengaruhi oleh variasi ukuran partikel.

Perbedaan utama antara standar ISO/EN dan EPA terletak pada sumber cahaya yang digunakan. Standar ISO/EN menggunakan dioda pemancar inframerah 860nm, sedangkan EPA menggunakan lampu filamen tungsten dengan suhu warna tertentu. Selain itu, detektor sebaran maju juga digunakan untuk mengukur cahaya yang tersebar pada sudut 30 derajat dari arah transmisi.

Detektor yang dipasang pada sudut 90 derajat mengukur cahaya yang tersebar dari sampel ke arah depan. Detektor ini dirancang untuk mengumpulkan cahaya yang tersebar dari berkas cahaya tanpa terganggu oleh detektor lainnya. Sinyal yang diterima dari detektor ini kemudian diolah secara matematis untuk menghitung tingkat kekeruhan sampel. Dengan demikian, dapat diperoleh hasil pengukuran yang akurat dan reliable. Kekeruhan air menjadi salah satu kendala yang terjadi pada pemeliharaan ikan di akuarium [18].

METODE PENELITIAN

Dalam membuat alat otomatisasi suhu dan monitoring pH air pada Aquascape, penelitian ini dimulai dengan perancangan yang berdasarkan pada latar belakang dan tujuan pembuatan alat. Setelah itu, dilakukan pemilihan alat dan bahan yang diperlukan untuk membuat alat yang dapat bekerja secara otomatis dan terkoneksi dengan Blynk untuk mengirimkan data informasi.

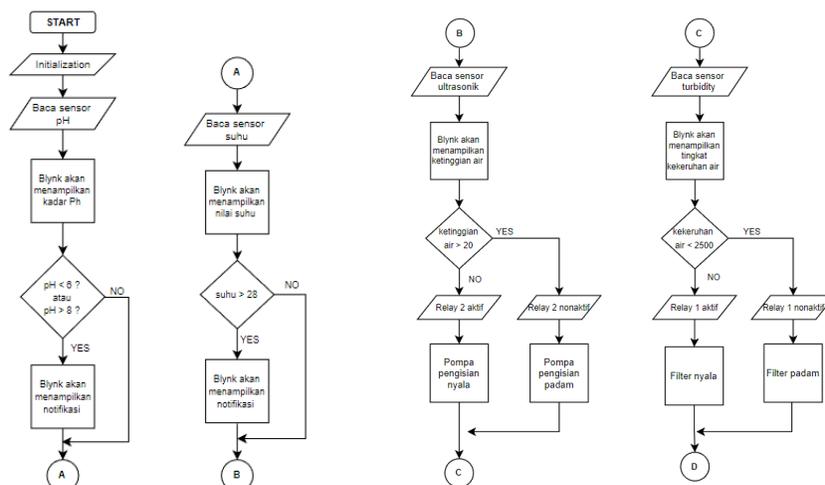


Gambar 5. Diagram Alur Penelitian

Proses penelitian ini meliputi beberapa tahap, yaitu identifikasi permasalahan, studi literatur, perancangan alat dan software, pengumpulan data, analisis dan pengujian, dan kesimpulan. Diagram alur penelitian ini dapat dilihat pada gambar 5. Setiap tahap memiliki tujuan yang spesifik, mulai dari mencari permasalahan hingga mencapai kesimpulan yang merupakan hasil akhir dari penelitian ini.

Perancangan Perangkat Lunak

Pada bagian ini dijelaskan mengenai pembuatan perangkat lunak (software) yang dibuat menggunakan implementasi software arduino dan perangkat lunak pembuatan aplikasi Android. Sebelum membuat program untuk NodeMCU, terlebih dahulu dibuatlah susunan flowchart sederhana untuk memudahkan.



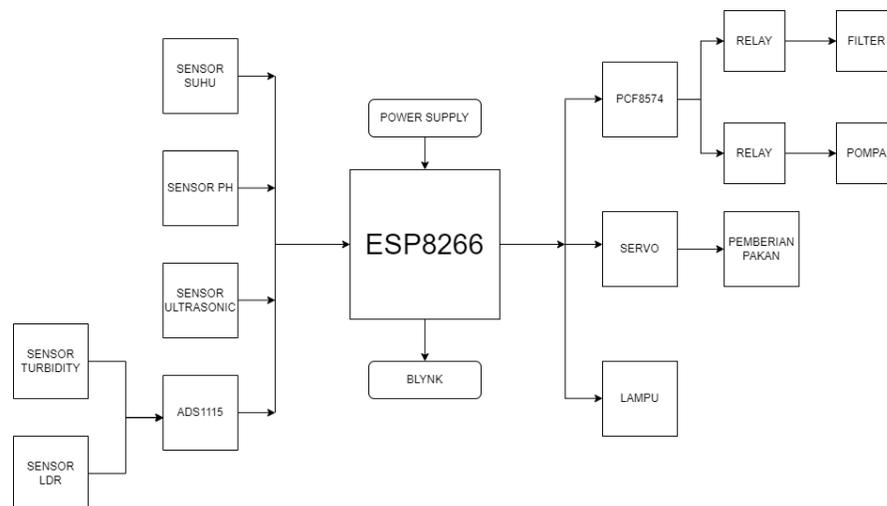
Gambar 6. Flowchart Sistem Monitoring dan Kendali

Gambar 6 menampilkan flowchart program sistem monitoring aquascape. Berikut adalah penjelasan langkah-langkahnya dimana saat alat dihidupkan, sistem melakukan inialisasi dan membaca sensor pH untuk memantau kadar pH air, yang kemudian ditampilkan di aplikasi Blynk. Jika kadar pH air tidak berada dalam rentang 6-8, sistem akan mengirimkan notifikasi melalui aplikasi. Selanjutnya, sistem membaca sensor suhu untuk memantau suhu air di aquascape dan menampilkan hasilnya di aplikasi Blynk. Jika suhu air melebihi 28°C, sistem akan mengirimkan notifikasi kepada pengguna.

Kemudian pada gambar 6 terlihat bagian B dan C untuk proses pengendalian dimana sensor ultrasonik membaca ketinggian air dan menampilkan hasilnya di aplikasi Blynk. Kemudian jika ketinggian air kurang dari 20 cm, relay diaktifkan untuk menyalakan pompa pengisian air. Jika ketinggian air mencapai atau melebihi 20 cm, relay dimatikan untuk mematikan pompa. Sensor turbidity kemudian membaca kekeruhan air dan menampilkan hasilnya di aplikasi Blynk. Jika kekeruhan air melebihi 2500 NTU, relay diaktifkan untuk menyalakan filter. Jika kekeruhan air kurang dari 2500 NTU, relay dimatikan untuk mematikan filter.

Perancangan Perangkat Keras

Pada bagian ini dijelaskan mengenai sistem pengendalian pemeliharaan aquascape ini terdiri dari beberapa perangkat elektronika yaitu adaptor DC 6V, DSB18B20 , sensor pH , sensor ultrasonic, sensor turbidity, LDR sensor, relay 5V, pompa mini 5V, ADS1115, PCF8574 , dan ESP8266. Rancangan dari pembuatan pengendalian pemeliharaan aquascape berbasis Internet of Things ini dapat digambarkan seperti pada gambar 7 dan diagram blok sebagai berikut



Gambar 7. Blok Diagram Perancangan Perangkat Keras

ADS1115 berfungsi untuk menambah analog pin yang digunakan untuk menghubungkan sensor turbidity dan sensor LDR. PCF8574 berfungsi untuk

menambah digital pin yang digunakan untuk menghubungkan relay sebagai pengendali pompa dan filter. Sensor pH berfungsi untuk mengukur kadar pH air di dalam aquascape. Sensor Turbidity berfungsi untuk mengukur tingkat kekeruhan air dalam aquascape. Sensor Ultrasonic berfungsi untuk mengukur tingkat ketinggian air. Sensor LDR berfungsi untuk mengukur tingkat kecerahan dalam ruangan. Sensor Suhu berfungsi untuk mengukur suhu air dalam aquascape. NodeMcu ESP8266 sebagai internet interface. Relay 5V berfungsi sebagai penghubung untuk lampu sebagai penerangan, pompa sebagai pengisian air dan filter sebagai pengurasan air. Data sensor akan dikirim oleh NodeMcu ESP8266 ke database Blynk. Data monitoring akan ditampilkan melalui Blynk.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan dari pengendalian pemeliharaan aquascape bisa dilihat pada gambar 8, dimana Di bagian aquarium terdapat beberapa sensor antara lain : sensor suhu, sensor pH, sensor turbidity, dan sensor ultrasonic. Untuk sensor suhu digunakan sebagai pengukur suhu dalam air. Untuk sensor pH berfungsi untuk mengecek kadar ph di dalam air. Sensor tubidity digunakana untuk mengecek kekeruhan air di dalam aquarium.



Gambar 8. Penampakan keseluruhan Aquarium Aquascape dan Kendali lewat Blynk

Untuk sensor ultrasonic berguna untuk memantau ketinggian air di dalam aquarium. Terdapat juga mekanik untuk pemberian pakan, pompa untuk pengurasan serta lampu untuk pencahayaan di dalam aquarium. Bagian kotak perangkat elektronika diletakkan terpisah di samping aquarium dengan desain box plastik yang

didalamnya terdapat kontroler utama berupa ESP8266 dan juga komponen-komponen pendukung lainnya.

Uji Coba Sensor Suhu, Sensor pH

Pengujian sensor suhu DS18B20 dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran menggunakan thermogun ruangan. Hasil pengujian ditampilkan pada tabel yang menunjukkan bahwa sensor suhu DS18B20 memiliki selisih error sebesar 0,79°C dibandingkan dengan thermogun, berdasarkan 15 kali pengujian. Ini menunjukkan bahwa sensor suhu DS18B20 memiliki tingkat akurasi yang cukup tinggi.

Tabel 1. Hasil Perbandingan Sensor Suhu dengan Thermogun

Nomor Pengujian	DS18B20 (°C)	Thermogun (°C)	Selisih Error
1	20,6	20,4	0,2
2	23	23	0
3	25,3	25,5	0,2
....
13	43,6	42	1,6
14	48	45,2	2,8
15	51	48,3	2,7
Rata – rata error =			0,79

Pengujian sensor pH dilakukan dengan mengukur tingkat keasaman dan kebasaan air menggunakan sensor analog. Hasil pengukuran ini kemudian dibandingkan dengan hasil pengukuran menggunakan pH meter tipe pH-02. Pengujian ini menggunakan air yang sudah memiliki kadar asam dan basa, sehingga memudahkan evaluasi kinerja sensor. Hasil pengujian tingkat keasaman dan kebasaan air dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor di Air Suling

Menit	Air Suling			Error
	V	pH Sensor	pH meter pH-02	
5	0.721	7.53	7.20	0.33
10	0.725	7.51	7.22	0.29
15	0.729	7.41	7.30	0.11
20	0.729	7.49	7.25	0.24
25	0.728	7.49	7.21	0.28
30	0.728	7.50	7.20	0.30
35	0.728	7.49	7.15	0.34

Pada pengujian tabel 2 pengujian sensor pada air suling didapatkan hasil yang keluaran yang berbeda-beda dari 5 menit awal sampai 15 menit namun output keluran sensor dimenit 20 sampai dimenit 35 didapatkan tegangan yang sama dan output

keluaran yang sama yang menandakan data sudah menghampiri nilai keluaran yang stabil.

Uji Coba Sensor Kekeruhan Air dan Sensor Ultrasonik

Pengujian sensor turbidity dilakukan untuk mengevaluasi akurasi pembacaan kekeruhan air. Pengujian ini menggunakan beberapa sampel larutan dengan tingkat kekeruhan yang berbeda-beda. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai NTU (Nephelometric Turbidity Unit) berbanding terbalik dengan kondisi air. Artinya, semakin kecil nilai NTU, air semakin jernih, dan semakin besar nilai NTU, air semakin keruh. Hasil pengujian ini dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor Turbidity

Jenis Air	Kekeruhan Air	Keterangan
Air mineral	20	Air jernih
Air kran	98	Air jernih
Air aquarium	182	Air jernih
Air kolam	493	Air jernih
Air teh	649	Air sedikit keruh
Air susu	881	Air sedikit keruh
Air cucian	1243	Air sedikit keruh
Air selokan	2250	Air keruh
Air kopi susu	2970	Air keruh
Air kopi	3000	Air keruh

Berdasarkan Tabel 4 dapat disimpulkan bahwa error dari sensor Ultrasonic tipe HC-SR04 dengan jangka sorong digital memiliki selisih error sebesar $\pm 0,43$ Cm pada 10 kali percobaan dengan ketinggian yang berbeda-beda.

Tabel 4. Hasil Pengujian Perbandingan Sensor Ultrasonic dengan Jangka Sorong Digital

Percobaan	Alat Pengukur		Selisih Error
	HC-SR04	Jangka sorong digital	
1	24,0	24,28	0,28
2	22,5	22,31	0,19
3	20,7	19,02	1,68
.....
8	10,0	10,12	0,12
9	7,0	6,88	0,12
10	5,0	4,96	0,04
	Rata-rata Error		0,43

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai pengukuran sensor ultrasonic HC-SR04 sangat mendekati nilai pengukuran menggunakan penggaris, dengan perbedaan yang

sangat kecil. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa sensor ultrasonic HC-SR04 memiliki tingkat akurasi yang tinggi.

KESIMPULAN DAN SARAN

• Kesimpulan

Kesimpulan dalam Pembuatan alat pengendalian pemeliharaan aquascape telah diuji selama satu bulan dan menunjukkan hasil yang baik, seperti pertumbuhan tanaman yang subur dan perkembangbiakan ikan yang sehat. Hasil pengujian sensor menunjukkan bahwa sensor suhu memiliki selisih error 0,79°C, sensor pH memiliki selisih error 0,7, dan sensor ultrasonik memiliki selisih error 0,05 Cm. Pengujian sensor suhu DS18B20 menunjukkan bahwa sensor ini lebih akurat jika digunakan di bawah suhu 40 derajat.

Pengujian juga menunjukkan bahwa lampu akan menyala jika nilai sensor LDR kurang dari 300, pompa pengisian akan aktif jika ketinggian air kurang dari 20 Cm, dan filter akan menyala jika tingkat kekeruhan air melebihi 2500 NTU. Aplikasi juga akan menampilkan notifikasi jika suhu air melebihi 28°C atau kadar pH air kurang dari 5 atau lebih dari 9.

• Saran

Saran untuk perkembangan penelitian berikutnya dengan mengintegrasikan sistem dengan website sebagai antarmuka untuk memudahkan operasional. Menambahkan sensor tambahan, seperti sensor oksigen dan kelembaban, untuk meningkatkan fungsionalitas sistem. Menggunakan Raspberry Pi untuk menjalankan beberapa fungsi sekaligus, termasuk menggantikan peran laptop/PC sebagai Localhost.

Menambahkan fitur pemberian pupuk otomatis untuk tanaman di dalam aquascape. Menggunakan filter bawah aquarium untuk hasil yang lebih baik dan mempertimbangkan penempatan filter yang optimal. Menggunakan multiplexer sebagai pengganti modul ADC karena tidak memerlukan ketelitian yang tinggi

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Muhammad Zainulloh Zain, Misbah, and Rini Puji Astutik, “Sistem Otomatisasi Perawatan Aquascape Berbasis IOT (Internet Of Things),” *SinarFe7*, vol. 4, no. 4, pp.50–57, Desember. 2021.
- [2]. Dendy Ramdani, Fahrudin Mukti Wibowo, Yoso Adi Setyoko, “Rancang Bangun Sistem Otomatisasi Suhu Dan Monitoring pH Air Aquascape Berbasis IoT (Internet Of Thing) Menggunakan Nodemcu Esp8266 Pada Aplikasi Telegram,” *Journal Of INISTA*, vol. 3, no. 1, pp.50–68, November.2020.
- [3]. Galih Bagaskara, Zairin Zain, Emilya Kalsum, “Aquarium Park Kalimantan Barat,” *JMARS: Jurnal Mosaik Arsitektur*, vol. 12, no. 2, pp.269–282, Agustus. 2024.

- [4]. A Faroby Falatehan, Yusman Syaukat, Sriwulan Ferindian Falatehan, Rizal Bahtiar, “Pelatihan Aquascape: Pemeliharaan Dan Perawatan Aquascape Untuk Penguatan Usaha Perajin Aquascape,” *Jurnal Abdimas*, vol. 6, no. 1, pp. 76–86, Agustus. 2024.
- [5]. Falatehan AF, Yusman, Bahtiar R, “Persepsi Alumni terhadap Pelatihan Kewirausahaan Aquascape di Cirebon,” *JRB (Jurnal Riset Bisnis)*, vol 6, no.2, pp 25-30, April 2023.
- [6]. Udin, M. Diya, Istiadi dan Rofii, Faqih, “Aquascape dengan Kontrol Fotosintesis Buatan pada Tanaman Air Menggunakan Metode Kendali Logika Fuzzy,” *Transmisi: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 23, no.3, pp 30-35. Juli 2021.
- [7]. Firmani, U, Azizi, ZU dan Luthfiah, S, “Aquascape Menenangkan Pikiran dan Melatih Kreativitas Siswa Sma, Kecamatan Wiyung Kota Surabaya,” *Jurnal Perikanan Pantura (JPP)*, vol. 3, no.2, September 2020.
- [8]. Yusuf Alfi Nurwachid, “Prototype Sistem Pemantauan Kualitas Air Pada Aquascape Menggunakan Nodemcu Esp8266 Berbasis Internet Of Things (IoT)”. Skripsi, Universitas Lampung Bandar Lampung, 2023
- [9]. E. B. Kuncoro, *Aquascape : pesona taman akuarium air tawar*. 2008, KANISIUS, Jakarta.
- [10]. Fikri Muhammad, “Menguak Rintangan Terbesar Bisnis Aquascape: Masalah Teknis,” sumber :CNBC Indonesia, Jakarta, 24 Februari 2019.
- [11]. S. Raharjo, E. Kurniawan, and E. D. Nurcahya, “Sistem Otomatisasi Fotosintesis Buatan Pada Aquascape Berbasis Arduino,” *Komputek*, vol. 2, no. 1, pp. 39-45, September 2018.
- [12]. K. Robertson, M.J., Scruton, D.A., Gregory, R.S., Clarke, “Effect of Suspended Sediment on Freshwater Fish and Fish Habitat,” *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci*, p. 37, 2006.
- [13]. Brahmantika, Agung, “Sistem Otomatisasi Budi Daya Tumbuhan Aquascape Berbasis Arduino UNO”, *Seminar Hasil Elektro SI ITN*: Malang, 2019
- [14]. Yohanes Karmani, Yohanes Suban Belutowe, dan Erna Rosani Nubatonis, “Sistem Monitoring Tingkat Kekeuhan Air dan Pemberian Pakan Ikan Pada Aquarium Berbasis IoT,” *Jurnal Teknologi Informasi*, vol.6, no.1, pp. 77-83, Juni 2022.
- [15]. Taufik Widjaja, *Aquascape Pesona Tanaman dalam Aquarium*, 2013, AgroMedia Pustaka , Jakarta Selatan.
- [16]. I. Kustanti, A. H. Stroberi, and J. I. Kustanti, “Pengendalian Kadar Keasaman (pH) Pada Sistem Hidroponik Stroberi Menggunakan Kontroler PID Berbasis Arduino Uno,” pp. 1–6, 2014.
- [17]. H. Effendi, *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*, 2003, KANISIUS, Yogyakarta
- [18]. R N Hidayat dan Supatman, “Perancangan Sistem Deteksi Kekeuhan Air Pada Aquarium Ikan Arwana Berbasis IoT,” *KONSTELASI: Konvergensi Teknologi dan Sistem Informasi Jurnal*, vol. 1, no. 2, Desember 2021.