

SMART AQUASCAPES DENGAN KONTROL SUHU, PENGATUR PH, DAN PAKAN OTOMATIS

Arya Prabudi Jaya Priana¹⁾, Bayu Widodo²⁾, Fikri Fadilah³⁾, Ihda Rahmadaniar⁴⁾, Irmansyah⁵⁾, Jimmy Mohamad Alpino⁶⁾, Marcella Corazon⁷⁾, Muhammad Fajarudin⁸⁾, Revanda Arifia⁹⁾, Vanya Amanda Lovely¹⁰⁾

^{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10)} Program Studi Teknologi Rekayasa Komputer, Sekolah Vokasi, Institut Pertanian Bogor

^{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10)} Jalan Kumbang No. 14, RT.02/RW.06, Babakan, Kecamatan Bogor Tengah, Kota Bogor, Jawa Barat 16128

e-mail: aryaprabudijaya@apps.ipb.ac.id¹⁾, bayuwi@apps.ipb.ac.id²⁾, fikrifadilah@apps.ipb.ac.id³⁾, ihdarahmadaniar@apps.ipb.ac.id⁴⁾, vokasiirmansyah@apps.ipb.ac.id⁵⁾, jimmalpino@apps.ipb.ac.id⁶⁾, marcellacorazon@apps.ipb.ac.id⁷⁾, f4j4rud1nfajarudin@apps.ipb.ac.id⁸⁾, arifiarevanda@apps.ipb.ac.id⁹⁾, amandavanya@apps.ipb.ac.id¹⁰⁾

ABSTRACT

Aquascape as the art of designing and organizing a miniature water garden inside an aquarium has become a desirable hobby for nature lovers and aquatic enthusiasts. Although it offers natural beauty, aquascape requires intensive attention and maintenance to maintain the balance of the aquarium environment. Therefore, the Smart Aquascape concept emerged as an innovative solution by utilizing the integration of the Internet of Things (IoT) to monitor and control the condition of the aquarium environment in real-time through a digital platform that can help facilitate maintenance for aquascape hobbyists and maintain the balance of the aquarium ecosystem. This research aims to design an IoT system to monitor and control water temperature, implement an automatic feeding mechanism, and design an accurate pH regulation system in an aquascape environment by integrating all these features into one connected control platform.

Keywords: aquarium, ecosystem, IoT, smart aquascape, water.

ABSTRAK

Aquascape sebagai seni merancang dan mengatur taman air miniatur di dalam sebuah akuarium telah menjadi hobi yang diminati oleh pecinta alam dan penggemar akuatik. Meskipun menawarkan keindahan alam, aquascape memerlukan perhatian dan pemeliharaan yang intensif untuk menjaga keseimbangan lingkungan akuarium. Oleh karena itu konsep Smart Aquascape muncul sebagai solusi inovatif dengan memanfaatkan integrasi Internet of Things (IoT) untuk memantau dan mengontrol kondisi lingkungan akuarium secara real-time melalui platform digital yang dapat membantu memudahkan perawatan bagi para penghobi aquascape dan menjaga keseimbangan ekosistem akuarium. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem IoT untuk memantau dan mengontrol suhu air, mengimplementasikan mekanisme pemberian pakan otomatis, dan merancang sistem pengaturan pH yang akurat dalam lingkungan aquascape dengan mengintegrasikan semua fitur tersebut ke dalam satu platform kontrol yang terhubung.

Kata Kunci: air, akuarium, ekosistem, IoT, smart aquascape.

I. PENDAHULUAN

AQUASCAPE, sebuah seni dalam merancang taman air miniatur, telah menjadi hobi yang semakin populer di kalangan pecinta alam dan penggemar akuatik [1]. Namun, kendati menawarkan relaksasi dan keindahan alam, aquascape juga membutuhkan perhatian dan pemeliharaan yang intensif. Tantangan utama yang dihadapi oleh para penggemar aquascape adalah memastikan kondisi air dan keseimbangan flora serta fauna di dalamnya.

Di tengah kemajuan teknologi digital, konsep Smart Aquascape muncul sebagai solusi inovatif untuk meningkatkan pengalaman dalam memelihara akuarium. Smart aquascape memanfaatkan integrasi *Internet of Things* (IoT) untuk menghubungkan berbagai perangkat dan sensor dalam akuarium ke platform digital [2]. Hal ini memungkinkan para hobiis aquascape untuk memantau dan mengontrol kondisi lingkungan akuarium secara *real-time* melalui aplikasi seluler atau *platform web*.

Karya ini bertujuan untuk mengembangkan konsep

Smart Aquascape yang lebih terintegrasi dan mudah digunakan, dengan fokus pada meningkatkan pengalaman pengguna dan kesejahteraan organisme dalam akuarium. Dengan mengintegrasikan sensor suhu dan pH pada air, serta memberikan fitur pemberian pakan otomatis, pengguna dapat secara akurat memantau kondisi air dan mendeteksi perubahan yang berdampak pada ekosistem akuarium.

Selain itu, platform digital yang terhubung ke IoT akan memberikan fitur-fitur tambahan, seperti pemantauan dan pengaturan tingkat suhu dan pH pada air, serta pemberian pakan otomatis pada ikan. Melalui integrasi teknologi ini, tidak hanya bertujuan untuk memudahkan perawatan bagi para penghobi aquascape, tetapi juga untuk menjaga keseimbangan ekosistem yang ada di dalam akuarium tersebut.

Melalui karya ini, penulis ingin menunjukkan bagaimana teknologi dapat menjadi alat yang efektif dalam mendukung hobi, sekaligus memperkuat kesadaran akan pentingnya menjaga ekosistem alam. Dengan adanya koneksi internet yang terintegrasi,

pengguna dapat memantau kondisi akuarium dan mengatur parameter-parameter lingkungan secara *real-time* melalui platform digital berupa bot pesan singkat Telegram.

Dengan demikian, karya ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif dalam mengembangkan hobi aquascape serta meningkatkan kesadaran akan pentingnya menjaga keseimbangan ekosistem di dalamnya. Dengan penekanan pada kenyamanan, keamanan, dan kesejahteraan organisme akuatik, Smart Aquascapes diharapkan dapat menjadi terobosan yang signifikan dalam industri akuatik hobi.

II. KAJIAN PUSTAKA

Pada penelitian sebelumnya yang dikemukakan oleh Dendy Ramdani dengan judul “Rancang Bangun Sistem Otomatisasi Suhu dan Monitoring pH Air Aquascape Berbasis IoT (*Internet of Thing*) Menggunakan Nodemcu Esp8266 Pada Aplikasi Telegram”, dalam menjaga kelangsungan hidup ekosistem aquascape khususnya tanaman air perlu memperhatikan kadar keasaman air dan suhu air [3].

Dalam pengujian tersebut, pada umumnya nilai ideal pH pada akuarium atau aquascape yaitu 6,0-8,0. Kemudian suhu merupakan salah satu bagian penting dalam kehidupan ekosistem aquascape. Suhu air aquascape yang ideal berada pada kisaran 25°C sampai dengan 28°C, yang dapat dibantu dengan pencahayaan maupun dengan cooling fan apabila suhu sudah terlalu panas [3].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Yesi Triawan dan Juli Sardi dari jurnal ilmiahnya yang berjudul “Perancangan Sistem Otomatisasi pada Aquascape Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano” mengungkapkan bahwa permasalahan yang sering di hadapi aquascaper adalah keterbatasan waktu untuk pemantauan secara terus menerus terhadap aquascape agar ekosistem di dalamnya tidak terganggu [4]. Sehingga penerapan sistem otomatis pada aquascape sangat diperlukan oleh aquascaper untuk memberikan kemudahan dan efisien waktu dalam hal perawatannya.

Pada penelitian sebelumnya yang dikemukakan oleh Akbar Riansyah dengan judul “Sistem Kontrol Suhu Dan Pakan Otomatis Dalam Aquarium Aquascape Menggunakan Nodemcu ESP8266” mengatakan bahwa pemberian pakan pada ikan juga merupakan hal yang penting. Pakan ikan yang berlebih akan menimbulkan amoniak (NH₃) yang tinggi. Kelebihan amoniak akan menyebabkan pembengkakan sel-sel insang dan hati pada ikan [5].

A. Arduino Mega 2560 dan ESP8266

Alat yang dihasilkan pada karya ini menggunakan penggabungan antara Arduino Mega 2560 dan ESP8266 sebagai solusi terhubung IoT yang memungkinkan kontrol dan monitoring secara nirkabel melalui jaringan

WiFi. Penggabungan antara Arduino Mega 2560 dan ESP8266 melibatkan penghubungan fisik antara keduanya melalui kabel jumper, di mana pin TX dan RX ESP8266 terhubung ke pin RX dan TX Arduino Mega, sementara pin GND juga harus terhubung [6]. Arduino Mega 2560 kemudian diprogram untuk berkomunikasi dengan ESP8266 melalui port serial yang telah ditentukan, dengan mengirimkan perintah AT untuk mengatur koneksi WiFi dan mengelola transfer data melalui jaringan WiFi [7].

B. Sensor Suhu

Sensor suhu DS18B20 merupakan suatu komponen elektronika yang dapat menangkap perubahan temperatur lingkungan lalu kemudian mengkonversinya menjadi besaran listrik [8]. Sensor ini merupakan sensor digital yang menggunakan 1 wire untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler. Sensor suhu pada alat Smart Aquascape digunakan untuk memantau suhu air dalam akuarium secara kontinu.

C. Peltier Cooling

Peltier Cooling merupakan sebuah teknologi yang dapat menyerap panas menjadi dingin dengan menggunakan efek peltier sebagai dasar dari prinsip kerjanya [9]. Teknologi ini berbasis pada efek peltier, yaitu perubahan suhu yang terjadi saat arus listrik mengalir melalui dua konduktor berbeda yang berdekatan [10]. Peltier cooling pada alat ini digunakan untuk mendinginkan air di dalam akuarium ketika suhu air sudah mencapai level yang tidak diinginkan atau terlalu tinggi.

D. Sensor pH

Sensor pH merupakan suatu sensor yang dapat melakukan pengukuran tingkat kadar keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh cairan/larutan. Cara bekerja dari sensor pH air yang utama berada di bagian sensor probe dengan material terbuat dari elektroda kaca, di mana pada elektroda kaca tersebut terdapat larutan HCL yang terdapat pada bagian ujung sensor probe, sensor probe tersebut akan mengukur besaran nilai ion H₃O⁺ pada suatu larutan sehingga dapat mengetahui kadar pH pada suatu larutan/cairan [11].

E. Load Cell

Load cell merupakan transduser elektronik yang dapat mengubah besaran fisik menjadi sinyal elektrik. Prinsip kerja singkat dari load cell adalah ketika terjadi stress atau shears yang diwujudkan dalam perubahan panjang (regangan) permukaan menjadi resistansi. Load cell akan mengubah output hasil pembacaan menjadi sinyal listrik agar mempermudah pengolahan data [12]. Load cell pada alat ini digunakan untuk mengukur berapa mililiter cairan penetral pH yang ditambahkan ke dalam air di akuarium.

F. Liquid Crystal Display (LCD)

LCD merupakan suatu jenis penampil (display) yang menggunakan liquid crystal sebagai media refleksinya [13]. LCD berfungsi untuk menampilkan suatu ukuran besaran atau angka, sehingga dapat dilihat dan ketahu melalui tampilan layar kristalnya [14]. LCD pada alat ini digunakan untuk menampilkan nilai pH air, suhu air, dan kontrol manual atau status otomatis pemberian pakan kepada ikan di dalam akuarium.

G. Power Supply

Power supply (catu daya) adalah suatu rangkaian elektronik yang mengubah arus listrik AC (bolak-balik) menjadi arus listrik DC (searah) [15]. Power supply merupakan sebuah peralatan yang berfungsi sebagai penyedia daya untuk peralatan lainnya. Power supply pada alat ini digunakan untuk menyediakan daya yang diperlukan untuk semua komponen elektronik di dalam sistem, seperti mikrokontroler, sensor, dan perangkat lainnya.

H. Motor Servo

Motor servo adalah alat atau penggerak putar (motor) yang dirancang dengan sistem kendali umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat diatur atau diatur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut poros keluaran motor [16]. Pada alat ini, servo 180 derajat digunakan untuk mengontrol mekanisme penyebaran pakan ke dalam akuarium. Ketika servo diaktifkan, ia akan memutar arm servo sebesar 180 derajat, yang kemudian digunakan untuk membuka dan menutup mekanisme dispenser pakan.

I. Telegram

Telegram merupakan layanan mengirim pesan yang *real-time* yang berjalan pada platform mobile, desktop dan web [17]. Telegram memiliki fitur Bot Telegram. Bot telegram adalah fitur telegram yang mempunyai fungsi khusus dan berjalan otomatis sesuai dengan perintah atau request user. Bot Telegram digunakan sebagai sistem IoT pada karya ini yang menyediakan berbagai fitur, seperti memberikan informasi *real-time* tentang suhu air, tingkat pH, dan pola pemberian pakan otomatis dalam akuarium kepada pengguna melalui pesan teks.

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama periode tiga bulan terhitung dari bulan Januari hingga Juni di Sekolah Vokasi IPB University, yang terletak di Kota Bogor, Jawa Barat. Penelitian ini melibatkan kerjasama dengan Aquadit Aquascape yang berlokasi di Jalan Bina Marga Depo Pemasaran Ikan Hias, Baranangsiang, Bogor Ti-

mur, Kota Bogor. Aquadit Aquascape merupakan sebuah perusahaan yang fokus pada desain dan perawatan akuarium serta ekosistem air. Melalui kemitraan ini, pengambilan data dilakukan di fasilitas mitra, di mana penulis dapat mengakses berbagai jenis akuarium dan lingkungan air yang mereka kelola.

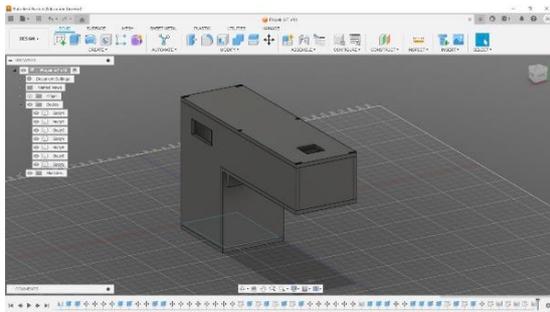
B. Alat dan Bahan

TABEL I
DAFTAR SOFTWARE YANG DIGUNAKAN

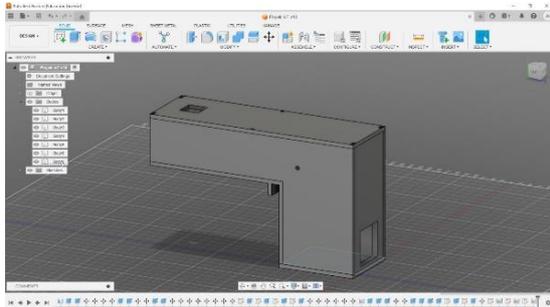
Nama Software	Digunakan untuk
Autodesk Fusion 360	Membuat <i>design</i> 3D casing
Arduino IDE	Membuat kodingan Arduino dan menguploadnya ke ESP32
Draw.io	Pembuatan flowchart
Figma	Pembuatan desain tampilan <i>website</i>
Visual Studio Code	Pembuatan codingan <i>website</i>
XAMPP	Mengakses dan memodifikasi <i>database</i> dan mengakses <i>website</i> tanpa internet
MySql	Software DBMS
PHP	Software GUI untuk manajemen MySql
GitHub	Platform web yang digunakan untuk mengelola perangkat lunak dan berbagi kode sumber
Telegram	Mengakses bot pesan singkat yang telah dibuat

TABEL II
DAFTAR HARDWARE YANG DIGUNAKAN

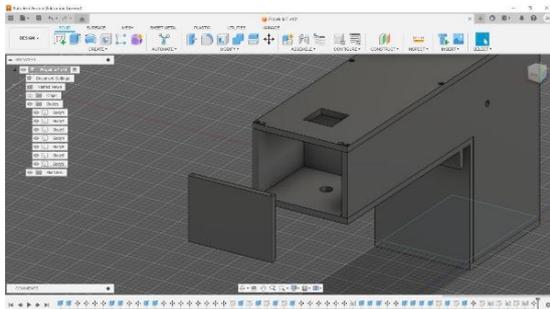
Nama Hardware	Spesifikasi
Arduino Mega 2560 + ESP8266	Arduino Mega 2560 R3 Rev3 Atmega2560 16U2 + ESP8266 V3 CH340 Lua modul WiFi
Peltier Cooling	Peltier Cooling System Kit Peltier Tec-12706 V2
Sensor Suhu	DS18B20 Waterproof Temperatur Probe
Sensor pH	Sensor Ph Meter With Probe Electrode For Arduino Tipe 405
Load Cells	Scale 5 kg STM32 YZ-13 Load Cell
LCD	LCD 2004a Blue Screen 20x4
Relay	Relay 5V 1 Channel Output
Power Supply	AC Input 110/220V, DC Output 12V 10A
Motor Servo	Tower Pro SG90 180 derajat
Trafo Step Down	LM2596, tegangan input tolerance 3.2~46v Output tolerance 1.2~3.5v
Pompa Air	5V dan 12V
Water Block	Water Cooling Block Box Heatsink Peltier
Kabel Jumper	Male to male, male to female, female to female



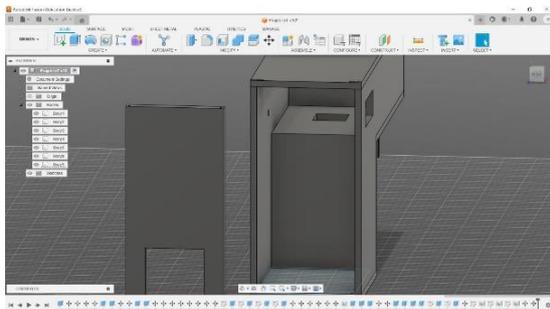
Gambar 6. Desain 3D Casing Bagian Kanan



Gambar 7. Desain 3D Casing Bagian Kiri

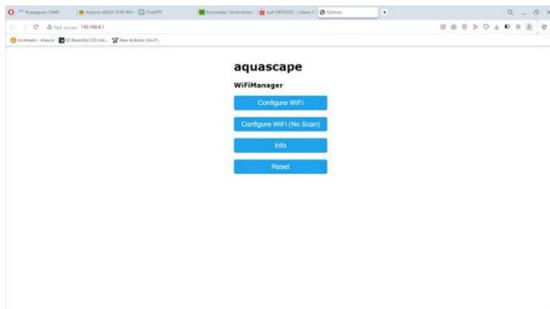


Gambar 8. Desain 3D Casing Bagian Depan

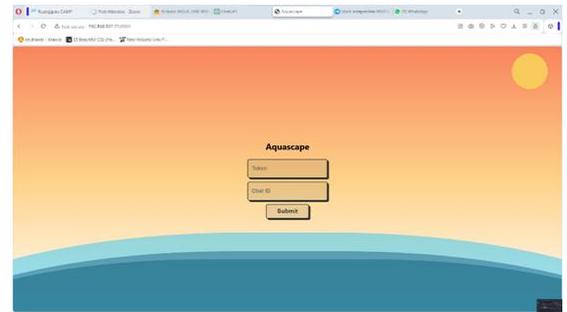


Gambar 9. Desain 3D Casing Bagian Belakang

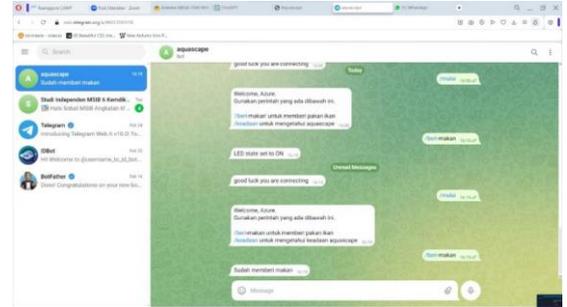
4) Sistem IoT



Gambar 10. Website yang Terhubung dengan ESP8266



Gambar 11. Website untuk Input Token dan Chat ID Bot



Gambar 12. Bot Telegram

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pemantauan dan Pengontrolan Suhu Air

Cara kerja pemantauan dan pengontrolan suhu air pada sistem Smart Aquascapes dimulai dengan sensor suhu yang terpasang di dalam akuarium. Sensor ini terus-menerus mengukur suhu air dan mengirimkan data tersebut ke mikrokontroler yang terhubung dengan platform IoT. Data suhu yang diterima oleh mikrokontroler kemudian dikirimkan secara *real-time* ke bot Telegram, yang berfungsi sebagai antarmuka pengguna. Melalui bot Telegram, pengguna dapat memantau suhu air akuarium kapan saja dan dari mana saja.

Selain itu, data suhu juga ditampilkan pada layar LCD yang terhubung pada alat, memungkinkan pengguna untuk melihat informasi suhu secara langsung di lokasi akuarium. Jika suhu air keluar dari rentang ideal yang telah ditentukan (25°C - 27°C), mikrokontroler secara otomatis mengirimkan perintah untuk mengaktifkan perangkat pengontrol suhu. Namun, pengontrolan suhu air pada alat ini hanya untuk mendinginkan saja. Sehingga, jika suhu air terlalu tinggi, sistem akan mengaktifkan *cooling fan* untuk menurunkan suhu air.

B. Pemantauan dan Pengontrolan pH Air

Cara kerja pemantauan dan pengontrolan pH air pada sistem Smart Aquascapes dimulai dengan sensor pH yang terpasang di dalam akuarium. Sensor ini mengukur kadar keasaman air secara terus-menerus dan mengirimkan data tersebut ke mikrokontroler, seperti NodeMCU ESP8266, yang terhubung dengan platform IoT. Data pH yang diterima oleh mikrokontroler kemudian dikirimkan secara *real-time* ke bot Telegram, yang berfungsi sebagai antarmuka pengguna. Melalui bot Telegram, pengguna dapat memantau kadar pH air akuarium kapan saja dan dari mana saja. Informasi mengenai kadar pH juga dapat dilihat secara langsung

melalui layar LCD yang terhubung pada alat, sehingga memberikan kemudahan bagi pengguna untuk melihat data di lokasi.

Jika kadar pH air keluar dari rentang ideal yang telah ditentukan (6,0-8,0), sistem otomatis akan mengaktifkan mekanisme penyesuaian pH. Untuk menjaga pH dalam kisaran optimal 6,8 hingga 7,3, sistem akan menimbang cairan kimia yang dibutuhkan. Jika pH air turun di bawah 6,8, atau naik di atas 7,3, alat ini akan secara otomatis menimbang 10 ml cairan kimia penyeimbang pH. Cairan kimia yang sudah ditimbang tersebut kemudian dimasukkan ke dalam akuarium menggunakan pompa. Pompa ini akan menyala dan menyalurkan cairan melalui selang ke dalam air akuarium.

C. Pemberian Pakan Otomatis

Cara kerja pemberian pakan otomatis pada sistem Smart Aquascapes dimulai dengan integrasi antara mikrokontroler dan bot Telegram sebagai antarmuka pengguna. Pengguna dapat mengirim perintah "Beri pakan" melalui bot Telegram, yang kemudian diterima oleh mikrokontroler yang terhubung dengan sistem IoT. Setelah perintah "beri-pakan" diterima, mikrokontroler akan mengaktifkan servo motor yang terpasang pada dispenser pakan ikan.

Servo motor berputar untuk membuka jalan keluarnya pakan. Mekanisme ini memungkinkan pakan ikan untuk keluar dari dispenser dan masuk ke dalam akuarium. Pakan akan dikeluarkan selama 2 detik, memastikan jumlah pakan yang diberikan cukup untuk kebutuhan ikan tanpa berlebihan. Setelah 2 detik, servo motor akan kembali ke posisi semula, menutup jalan keluarnya pakan dan menghentikan proses pemberian pakan.

D. Integrasi dengan Internet of Things

Integrasi sistem Smart Aquascapes dengan *Internet of Things* (IoT) memungkinkan pemantauan dan pengontrolan akuarium secara *real-time* dan jarak jauh melalui koneksi internet. Sistem ini menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560 dan NodeMCU ESP8266 yang dilengkapi dengan modul Wi-Fi untuk konektivitas internet. Mikrokontroler ini bertindak sebagai pusat pengendali yang mengumpulkan data dari sensor suhu dan pH yang terpasang di akuarium. Data dari sensor dikirim ke mikrokontroler dan kemudian diteruskan ke server IoT melalui koneksi Wi-Fi. Server IoT memproses data ini dan menyimpannya, serta mengatur komunikasi antara mikrokontroler dan bot Telegram yang berfungsi sebagai antarmuka pengguna.

Melalui bot Telegram, pengguna dapat memantau kondisi akuarium secara *real-time* dan mengirim perintah seperti di bawah ini:

TABEL III
PERINTAH DI BOT TELEGRAM

Perintah	Fungsi
/beri-pakan	Untuk memberi pakan otomatis
/status	Untuk mengecek status kondisi akuarium
/nyalakan-notifikasi	Untuk menyalakan notifikasi peringatan stok cairan kimia untuk pH
/matikan-notifikasi	Untuk mematikan notifikasi peringatan stok cairan kimia untuk pH

Data kondisi akuarium dikirim ke bot Telegram oleh server IoT, sehingga pengguna selalu mendapatkan informasi terkini. Ketika pengguna mengirim perintah melalui bot Telegram, perintah ini diteruskan dari server IoT ke mikrokontroler. Mikrokontroler kemudian mengaktifkan aktuator yang relevan, seperti servo motor untuk membuka dispenser pakan selama 2 detik, atau pompa untuk menambahkan cairan kimia guna menyesuaikan pH air.

Selain itu, jika suhu air keluar dari rentang ideal, mikrokontroler akan mengaktifkan cooling fan untuk menyesuaikan suhu air. Data suhu dan pH juga ditampilkan pada layar LCD yang terhubung ke mikrokontroler, memungkinkan pemantauan langsung di lokasi. Dengan integrasi ini, semua fitur dalam Smart Aquascapes dapat terhubung dan dikendalikan melalui internet dan bot Telegram, memberikan kemudahan dan efisiensi dalam pengelolaan akuarium.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Karya Smart Aquascapes yang mengintegrasikan teknologi *Internet of Things* (IoT) telah berhasil mengembangkan sebuah sistem otomatisasi yang efektif untuk mengontrol suhu air, pH air, dan pemberian pakan pada akuarium aquascape. Dengan menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560 dan NodeMCU ESP8266 yang terhubung ke internet, sistem ini memungkinkan pemantauan dan pengelolaan akuarium secara *real-time* melalui bot Telegram. Hal ini memberikan kemudahan bagi pengguna untuk memastikan kondisi optimal dalam akuarium tanpa perlu intervensi manual yang terus-menerus. Pengguna dapat dengan mudah memantau kondisi air dan mengirim perintah untuk mengatur suhu, pH, dan pakan ikan, yang semuanya dapat dilakukan dari jarak jauh.

Implementasi ini secara signifikan meningkatkan efisiensi dan kenyamanan dalam pemeliharaan akuarium, serta membantu menjaga kelangsungan hidup ekosistem di dalamnya. Namun, sistem ini masih memiliki beberapa kekurangan. Notifikasi stok pada bot Telegram saat ini hanya berfungsi untuk cairan penyeimbang pH dan belum mencakup stok pakan ikan. Selain itu, sistem pengontrolan suhu air hanya dapat menurunkan suhu dan belum dapat menaikkan suhu air

secara otomatis. Kekurangan-kekurangan ini menjadi tantangan yang perlu diatasi dalam pengembangan lebih lanjut.

B. Saran

Untuk meningkatkan akurasi dan keandalan sistem Smart Aquascapes, disarankan untuk menggunakan sensor dan aktuator yang lebih canggih serta menambahkan fitur-fitur tambahan seperti kontrol pencahayaan otomatis dan sistem filtrasi air yang terintegrasi. Pengembangan aplikasi khusus dengan antarmuka pengguna yang lebih intuitif dapat memberikan pengalaman yang lebih baik dibandingkan dengan bot Telegram saja. Lakukan uji coba jangka panjang untuk memastikan keandalan sistem dalam kondisi penggunaan yang sebenarnya dan sediakan panduan pengguna yang lengkap serta sesi pelatihan untuk memaksimalkan pemanfaatan teknologi ini.

Tambahkan fitur notifikasi stok pakan pada bot Telegram untuk memberikan informasi lengkap tentang kebutuhan perawatan akuarium, serta kemampuan sistem untuk menaikkan suhu air dengan menggunakan pemanas otomatis. Dengan mengikuti saran-saran ini, diharapkan sistem Smart Aquascapes dapat memberikan manfaat yang lebih besar dan mengatasi kekurangan yang ada, sehingga meningkatkan kinerja dan efektivitas alat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Ayumayasari Saraswati, L. Nauli Lumban Toruan, N. Rammang, dan B. Julio Ta Namas, "Pemanfaatan Limbah Bakau untuk Pembuatan Aquascape Sebagai Usaha Mikro di Desa Mata Air Pesisir Sulamanda," *Jurnal Pengabdian Perikanan Indonesia (JPPI)*, vol. 3, no. 1, hlm. 165–171, Feb. 2022.
- [2] K. Fadhli, W. Mahendri, M. T. Rahman, N. A. Widianto, M. A. Rozak, dan M. Chafizh Nahdliyyul, "Peningkatan Minat Wirausaha melalui Pelatihan Aquascape," *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, vol. 4, no. 1, hlm. 33–39, 2023.
- [3] D. Ramdani, F. Mukti Wibowo, dan Y. 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 Informatics, Information System, Software Engineering and Applications*, vol. 3, no. 1, hlm. 59–068, 2020, doi: 10.20895/INISTA.V2I2.
- [4] Y. Triawan dan J. Sardi, "Perancangan Sistem Otomatisasi pada Aquascape Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano," *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 1, no. 2, hlm. 76–83, 2020, doi: <https://doi.org/10.24036/jtein.v1i2.30>.
- [5] M. Fikri, A. Musthafa, dan F. Reza Pradhana, "Rancang Bangun Smart Aquascape Berdasarkan PH dan TDS Dengan Sistem IoT Menggunakan Logika Fuzzy," *Procedia of Engineering and Life Science*, vol. 2, no. 1, 2021.
- [6] A. Holovatyy, "Development of IoT Weather Monitoring System Based on Arduino and ESP8266 Wi-Fi Module," *IOP Conf Ser Mater Sci Eng*, hlm. 1–10, Jan. 2021, doi: 10.1088/1757-899x/1016/1/012014.
- [7] P. Rahardjo, "Sistem Penyiraman Otomatis Menggunakan RTC (Real Time Clock) Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega 2560 Pada Tanaman Mangga Harum Manis Buleleng Bali," *Jurnal SPEKTRUM*, vol. 8, no. 1, hlm. 143–147, 2021, [Online]. Available: www.labelektronika.com
- [8] Y. A. K. Utama, "Perbandingan Kualitas Antar Sensor Suhu dengan Menggunakan Arduino Pro Mini," *Jurnal NARODROID*, vol. 2, no. 2, hlm. 145–150, Jul. 2016.
- [9] H. Isyanto dan A. Nandiwardhana, "Perancangan DC Cooler Berbasis Internet of Things," *RESISTOR: Elektronik Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer*, vol. 2, no. 2, hlm. 95–104, 2019, doi: 10.24853/resistor.2.2.95-104.
- [10] G. J. Snyder, J. P. Fleurial, T. Caillat, R. Yang, dan G. Chen, "Supercooling of Peltier cooler using a current pulse," *J Appl Phys*, vol. 92, no. 3, hlm. 1564–1569, Aug. 2002, doi: 10.1063/1.1489713.
- [11] I. P. Y. P. Pratama, K. S. Wibawa, dan I. M. A. D. Suarjaya, "Perancangan PH Meter Dengan Sensor PH Air Berbasis Arduino," *JITTER: Jurnal Ilmiah Teknologi dan Komputer*, vol. 3, no. 2, 2022.
- [12] R. Kurnia, R. Firdaus, L. Lufti, dan M. H. Anshor, "Otomatisasi Sensor Load Cell Untuk Mengatasi Overload Kendaraan," *JURNAL NASIONAL TEKNIK ELEKTRO*, vol. 8, no. 2, hlm. 81–88, Aug. 2019, doi: 10.25077/jnte.v8n2.666.2019.
- [13] R. Krismas Sebayang, O. Zebua, dan N. Soedjarwanto, "Perancangan Sistem Pengaturan Suhu Kandang Ayam Berbasis Mikrokontroler," *Jurnal Informatika dan Teknologi Tearapan (JITET)*, vol. 4, no. 3, 2016, doi: <http://dx.doi.org/10.23960/jitet.v4i3.543>.
- [14] K. Pindrayana, R. Indra Borman, B. Prasetyo, and S. Samsugi, "Prototipe Pemandu Parkir Mobil Dengan Output Suara Manusia Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno," *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, vol. 2, no. 2, hlm. 71–82, 2018.
- [15] G. Subni, A. Putra, A. Nabila, dan A. B. Pulungan, "Power Supply Variabel Berbasis Arduino," *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 1, no. 2, 2020, doi: <https://doi.org/10.24036/jtein.v1i2.53>.
- [16] F. Kurniawan dan A. Surahman, "Sistem Keamanan Pada Perlintasan Kereta Api Menggunakan Sensor Infrared Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," *JTST*, vol. 02, no. 01, hlm. 7–12, 2021.
- [17] A. Z. Arfianto, "Penggunaan Bot Telegram Sebagai Announcement System pada Intansi Pendidikan," *Seminar MASTER 2017 PPNS*, vol. 1, no. 1, hlm. 45–48, Nov. 2017, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/321845746>