

SISTEM KENDALI SUHU, CAHAYA, DAN WAKTU PEMBERIAN PAKAN PADA AKUARIUM IKAN HIAS AIR TAWAR BERBASIS IoT

Dyah Nur'ainingsih, Widyastuti dan Kurnia Aditya Reynaldi
Universitas Gunadarma
Jl. Margonda Raya No. 100, Depok, Jawa Barat 16424
{dyahnur,widyast}@staff.gunadarma.ac.id, kurniaadityareynaldi@gmail.com

ABSTRAK

Internet Of Things (IoT) adalah sebuah sistem yang terdiri dari teknologi pemroses, jaringan internet, perangkat pintar. Perangkat berbasis IoT ini digunakan untuk mengirimkan data dengan bantuan internet, sehingga bisa digunakan untuk mengendalikan objek dari jarak jauh. Salah satu implementasi Teknologi IoT yaitu pada akuarium untuk pemeliharaan dan perawatan ikan hias yang bisa dilakukan dari jarak jauh. Penelitian ini dikhususkan untuk mengendalikan suhu air dalam akuarium, pencahayaan, dan pemberian pakan secara otomatis. Sistem ini menggunakan Aplikasi Blynk sebagai interface untuk mengatur dan memonitor suhu air, pencahayaan, dan waktu pemberian pakan. Pengontrol yang digunakan adalah Mikrokontroler NodeMCUESP8266. Tahapan proses dilakukan dengan menguji tiap bagian yang menjadi keluaran. Pengujian bagian sensor suhu DS18B20, diperoleh rata-rata selisih nilai suhu sebesar 0.37 °C. Dari pengujian relay dan heater terbukti bahwa relay mampu mengkondisikan heater bekerja secara otomatis. Pada pengujian LED WS2812B dapat mengeluarkan warna cahaya yang sesuai dengan nilai kecerahan warna pada aplikasi Blynk, dengan rata-rata delay saat kondisi otomatis lampu mati 1.61 detik dan lampu menyala 1.53 detik. Pada pengujian motor servo untuk pakan, rata-rata delay 1.56 detik secara otomatis.

Kata Kunci : *IoT, NodeMCU, Blynk, Sensor, Kendali*

PENDAHULUAN

IoT (*Internet of Things*) adalah gabungan sistem perangkat pintar, jaringan internet, dan teknologi pemrosesan. Perangkat pintar yang mempunyai kemampuan mentransfer data melalui jaringan internet. Manfaat perangkat berbasis IoT salah satunya adalah untuk meningkatkan efektivitas monitoring suatu kegiatan secara *real time* dari jarak jauh.

Salah satu penerapan sistem IoT ini adalah pemeliharaan ikan hias air tawar pada akuarium. Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pemeliharaan ikan hias ini, antara lain pemberian pakan, kondisi suhu air akuarium, dan pencahayaan dengan mengatur warna untuk mempercantik tampilan ikan dalam akuarium. Pada umumnya pemberian pakan ikan dilakukan dua kali sehari, sedangkan suhu air akuarium antara 20°C sampai 30°C [1].

Pemberian pakan dan kendali suhu diperlukan untuk kelangsungan hidup ikan hias yang dipelihara dan tidak bisa diabaikan. Ikan hias dewasa yang berumur lebih dari 2 bulan memerlukan pakan rata-

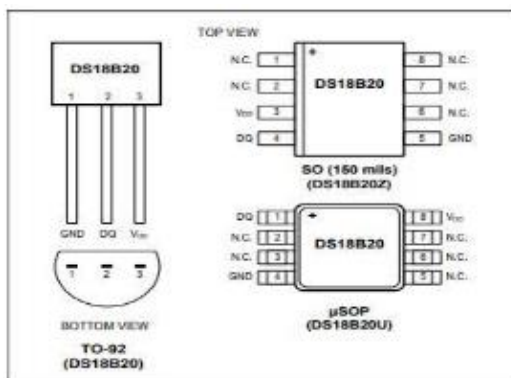
rata 2 kali sehari [2]. Hal ini bisa dilakukan secara otomatis dan terjadwal dengan memanfaatkan sistem IoT untuk dikendalikan dari jarak jauh. Pemberian pakan ikan dan pencahayaan akuarium bisa diatur dengan teknologi IoT, seperti yang dilakukan pada penelitian [3], namun pada penelitian tersebut belum dilakukan untuk pengaturan suhu pada akuarium. Pada penelitian ini diajukan sistem yang mampu memberikan pengaturan waktu pemberian pakan ikan, pencahayaan, dan pengaturan suhu akuarium secara otomatis dan manual dengan memanfaatkan teknologi IoT menggunakan aplikasi *Blynk*. Pencahayaan pada penelitian ini digunakan untuk mempercantik warna ikan di akuarium, dengan dipasang lampu LED warna warni.

Sistem kendali jarak jauh akuarium ikan hias air tawar ini terdiri dari blok sensor suhu sebagai input yang berfungsi untuk mengukur suhu air akuarium. Aplikasi *Blynk* digunakan untuk mengatur waktu pemberian pakan yang terjadwal dan pengaturan warna lampu akuarium. Aplikasi *Blynk* diinstal pada perangkat *smartphone*. Bagian

pemroses menggunakan NodeMCU yang mengendalikan output untuk mengaktifkan heater apabila suhu air di bawah 24°C , dan terhubung dengan motor servo untuk menggerakkan tempat pakan.

Perancangan sistem ini bertujuan memanfaatkan teknologi berbasis IoT dengan bantuan aplikasi *Blynk* untuk pemeliharaan ikan hias yang bisa dikendalikan dimana pun pemilik akuarium berada dengan menggunakan *smartphone*.

Sensor suhu yang digunakan adalah tipe DS18B20 merupakan thermometer digital yang menyediakan 9 sampai 12 bit pengukuran suhu dalam derajat celsius dan mempunyai fungsi alarm dengan titik pemicu atas dan bawah. Komunikasi sensor ini melalui bus *onewire* yang membutuhkan satu jalur data yang memiliki kode serial 64 bit yang berbeda dengan yang lainnya untuk berkomunikasi dengan mikroprosesor. Sensor ini beroperasi pada kisaran suhu -10° sampai $+85^{\circ}\text{C}$ untuk tingkat akurasi $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ [4]. Konfigurasi pin sensor suhu DS18B20 seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Konfigurasi Pin DS18B20 [4]

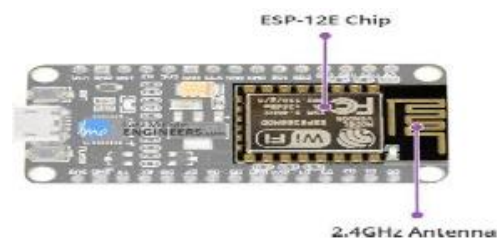
NodeMCU atau *Node Micro-Controller Unit* adalah sebuah platform *opensource* yang terdiri dari hardware SoC (*System-on-a-Chip*) ESP8266 yang diproduksi oleh *Espressif Systems*. ESP8266 adalah mikrokontroler berdaya rendah dan sangat terintegrasi, dirancang berisi elemen penting dari komputer yaitu CPU, RAM, jaringan (WiFi), sistem operasi modern, dan SDK. Hal tersebut menjadikan mikrokontroler ini sebagai pilihan yang sangat baik untuk semua jenis proyek IoT (*Internet of*

Things) [5]. Bentuk fisik dari NodeMCU ESP8266 dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. NodeMCU ESP8266 [5]

Pada board NodeMCU dilengkapi dengan modul ESP-12E berisi chip ESP8266 yang memiliki mikroprosesor Tensilica Xtensa 32 bit LX106 RISC beroperasi pada frekuensi *clock* yang dapat disesuaikan dari 80 hingga 160 MHz dan mendukung RTOS. Terdapat pula 128 KB RAM dan 4 MB memori *flash* untuk program dan penyimpanan data yang cukup untuk mengatasi *string* besar yang membentuk halaman web, data JSON atau XML, dan lainnya. ESP8266 terintegrasi dengan *transceiver* WiFi 802.11b/g/n HT40, sehingga tidak hanya dapat terhubung dengan jaringan WiFi dan berinteraksi dengan internet, tetapi juga dapat mengatur jaringannya sendiri, memungkinkan perangkat lain untuk terhubung langsung dengannya [6]. Bentuk fisik modul chip ESP-12E seperti pada gambar 3. Digital I/O (*input dan output*) yang digunakan mikrokontroler ini memiliki dua arah serta tiga kondisi.



Gambar 3. Modul Chip ESP-12E [6]

Blynk merupakan platform untuk aplikasi OS *mobile* (IOS dan Android) yang berfungsi untuk kendali modul Arduino, Raspberry, NodeMCU, ESP8266, dan model sejenisnya melalui internet. Aplikasi ini untuk membuat *interface* grafis pada proyek yang akan diimplementasikan dengan metode *drag and drop widget*.

Aplikasi ini dapat mengendalikan apapun dari jarak jauh serta melakukan fungsi monitoring, dimanapun penggunaanya berada dan kapanpun waktunya[7].

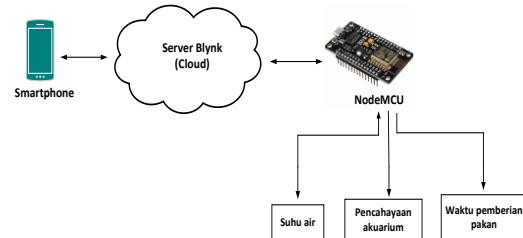
Motor servo adalah sebuah motor DC dengan sistem umpan balik tertutup di mana posisi *rotor* akan diinformasikan kembali ke rangkaian kendali yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian *gear*, potensiometer, dan rangkaian kendali. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor servo[8].

LED RGB merupakan sumber cahaya dengan model warna aditif di mana tiga warna primer RGB (merah, hijau, dan biru) digabungkan dalam berbagai intensitas untuk menghasilkan warna lainnya. Gambaran dari pencampuran warna dengan penambahan proyeksi dari cahaya warna primer menunjukkan warna sekunder saat dua warna bertumpuk. Perpaduan ketiga warna merah, hijau, dan biru dengan intensitas yang tepat akan membentuk warna putih. Untuk menentukan warna, dapat dilakukan dengan cara menggeser nilai RGB *decimal* dari 0 hingga 255. Nilai tersebut dapat dipresentasikan ke dalam nilai hexa decimal misalkan nilai 0 255 0 menjadi #00FF00. Kombinasi dari merah, hijau dan biru dengan nilai 0 hingga 255 dapat memberikan lebih dari 16 juta warna yang berbeda[9].

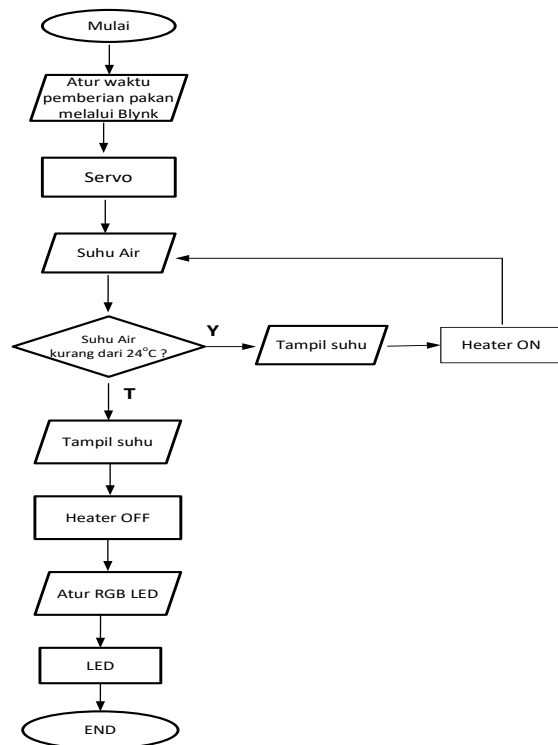
Relay adalah komponen elektronika yang berupa saklar atau *switch* elektrik yang dioperasikan menggunakan listrik. *Relay* juga biasa disebut sebagai komponen *electromechanical* atau elektromekanikal yang terdiri dari dua bagian utama yaitu *coil* atau elektromagnet dan kontak saklar atau mekanikal. Komponen *relay* menggunakan prinsip elektromagnetik sebagai penggerak kontak saklar, sehingga dengan menggunakan arus listrik yang kecil atau *low power*, dapat menghantarkan arus listrik yang memiliki tegangan lebih tinggi.[10]

METODE PENELITIAN

Perancangan sistem kendali akuarium ikan hias air tawar ditunjukkan dengan blok diagram seperti pada gambar 4. Sedangkan untuk flowchart secara keseluruhan diperlihatkan pada gambar 5



Gambar 4. Blok Diagram rancang bangun kendali Akuarium ikan hias air tawar berbasis IoT



Gambar 5. Flowchart sistem kendali akuarium

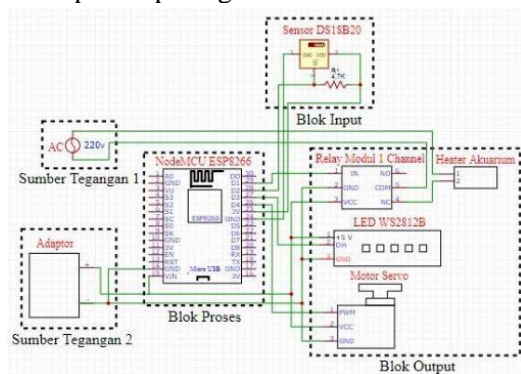
Pada gambar 4, Smartphone berfungsi sebagai input dan output. Fungsi sebagai input untuk mengendalikan warna lampu LED dengan menggeser nilai kecerahan warna dari jarak jauh. Pengaturan timer pada tampilan aplikasi *Blynk* untuk mengendalikan motor servo secara otomatis tutup wadah pakan. Fungsi sebagai output untuk menampilkan

nilai suhu air akuarium pada tampilan aplikasi *Blynk*.

Server *Blynk*(Cloud) digunakan untuk mengatur jalur transfer data NodeMCU dengan *smartphone*. NodeMCU dan *smartphone* dihubungkan oleh server *Blynk* melalui jaringan internet.

Mikrokontroler NodeMCU berfungsi sebagai pusat kendali sistem yang bekerja berdasarkan program yang dimasukkan. Pada bagian akhir terdiri dari *relay* yang terhubung dengan *heater* akuarium untuk mengendalikan suhu air. Lampu LED sebagai dekorasi mempercantik akuarium dengan cahaya yang berwarna. Kendali tutup wadah pakan digerakkan menggunakan motor servo, dan waktu pemberian pakan diatur dari aplikasi *Blynk*.

Skematik sistem kendali akuarium ikan hias air tawar secara keseluruhan ditampilkan pada gambar 6.



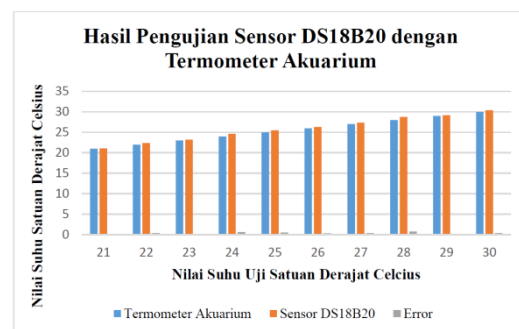
Gambar 6. Skematik sistem kendali akuarium

Prinsip kerja sistem kendali akuarium ikan hias air tawar berbasis IoT diuraikan berikut ini. Sensor suhu yang mendeteksi suhu air secara otomatis ditampilkan pada aplikasi *Blynksmartphone*. Apabila suhu air dalam akuarium kurang dari 24°C, maka *heater* menyala secara otomatis. Kemudian *heater* mati secara otomatis bila suhu air lebih dari 24°C. Lampu LED bekerja secara otomatis pada waktu yang telah ditentukan melalui aplikasi *Blynksmartphone*. Pada pukul 18.00 lampu LED menyala dan padam pada pukul 6.00. Kemudian, untuk merubah warna cahaya LED dilakukan secara manual dengan menggeser indikator warna melalui aplikasi *Blynksmartphone*. Motor servo akan bekerja secara otomatis pada waktu yang

telah ditentukan melalui aplikasi *Blynksmartphone*. Motor servo akan menggerakkan tutup pakan sejauh 60° selama 1 detik pada pukul 08.00 dan pukul 18.00.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian sensor suhu dibandingkan dengan hasil pengukuran thermometer akuarium diamati dengan kenaikan setiap 1°C pada range suhu 21°C sampai 30°C yang dapat dilihat pada gambar 7. Dari hasil pengujian membuktikan bahwa sensor suhu DS18B20 mempunyai perbedaan suhu rata-rata 0,37°C dan dapat disimpulkan bahwa sensor suhu berfungsi dengan baik.



Gambar 7. Hasil pengujian sensor suhu dan pengukuran thermometer akuarium

Pengujian mikrokontroler yang dilakukan dengan mengamati respon NodeMCU saat mengendalikan komponen-komponen yang digunakan. Hasil pengujian fungsi kerja respon NodeMCU dapat dilihat pada tabel 1.

Dari tabel 1 membuktikan bahwa mikrokontroler NodeMCU bekerja sesuai dengan fungsinya sebagai pengendali pada akuarium ikan hias air tawar ini.

Hasil pengujian fungsi kerja *relay* dan *heater* dapat dilihat pada tabel 2. Dari Tabel 2 dapat diketahui bahwa saat kondisi awal, suhu air lebih dari 24 °C, indikator LED pada modul *relay* akan menyala dan *heater* dalam kondisi mati. Kemudian, ketika suhu air kurang dari 24 °C, indikator LED pada modul *relay* akan mati dan *heater* akan menyala secara otomatis. Lalu, ketika suhu air tersebut telah mencapai lebih dari 24°C maka kondisi *relay* dan *heater* kembali pada kondisi awal secara otomatis. Dari pengujian tersebut membuktikan

bahwa *relay* dan *heater* bekerja sesuai dengan kondisi yang diinginkan.

Tabel 1. Hasil pengujian respon *NodeMCU*











Pengujian	Respon <i>NodeMCU</i>	Fungsi
Sensor suhu	Mampu menerima sinyal informasi dari sensor suhu DS18B20	Sesuai
Relai dan Heater	Mampu mengirim sinyal perintah relay dan heater bekerja secara otomatis	Sesuai
Lampu LED	Mampu mengirim sinyal perintah dan lampu LED menyala	Sesuai
Motor servo	Mampu mengirim sinyal perintah dan motor servo bekerja otomatis	Sesuai
Smart-phone	Dapat terhubung melalui jaringan internet smartphone bekerja sebagai input dan output	Sesuai

Tabel 2. Hasil pengujian *Relay* dan *Heater*

Kondisi suhu air	LED Indikator Modul Relay	Kondisi Heater	Fungsi
≥ 24 °C	Menyala	OFF	Sesuai
< 24 °C	Mati	ON	Sesuai
≥ 24 °C	Menyala	OFF	Sesuai

Pada warna cahaya lampu LED ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kesesuaian kerja lampu LED yang bekerja secara otomatis atau manual. Pengujian secara manual dengan menggunakan aplikasi *Blynk* melalui *smartphone* sebagai perangkat pengubah warna cahaya lampu LED. Pengujian ini dilakukan dengan menggeser tampilan warna zebra (*widget zeRGBa*) atau menggeser nilai kecerahan warna RGB (*Red, Green, Blue*). Sehingga dapat mengetahui warna cahaya LED sesuai atau tidak dengan aplikasi *Blynk*. Tabel 3 merupakan hasil data pengujian warna cahaya lampu LED.

Tabel 3. Hasil Pengujian Warna Cahaya LED Terhadap Aplikasi *Blynk*

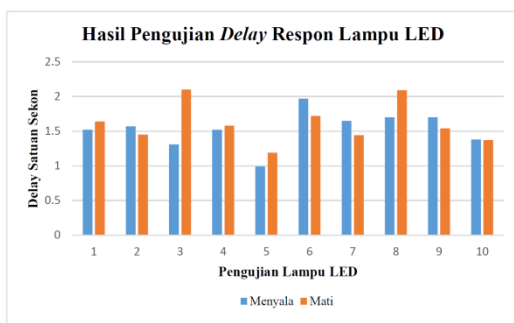
Warna pada Aplikasi <i>Blynk</i>	Warna cahaya LED	Fungsi
 RGB (255, 255, 255)		Sesuai
 RGB (128, 0, 0)		Sesuai
 RGB (0, 206, 209)		Sesuai
 RGB (148, 0, 211)		Sesuai
 RGB (0, 100, 0)		Sesuai

Dari pengujian tersebut dapat diketahui bahwa nilai kecerahan pada lampu LED dapat dikendalikan dengan baik menggunakan aplikasi *Blynk*. Pengujian dilakukan dengan mengambil 5 sampel warna pada Tabel 3. Pengujian pertama dilakukan mengubah nilai kecerahan warna RGB (255, 255, 255) sehingga lampu LED mengeluarkan cahaya berwarna putih. Kemudian, dilanjutkan dengan mengubah nilai kecerahan RGB (128, 0, 0) sehingga lampu LED mengeluarkan cahaya berwarna *maroon*. Lalu, mengubah nilai kecerahan RGB (0, 206, 209) sehingga lampu LED mengeluarkan cahaya berwarna *dark turquoise*. Lalu, mengubah nilai kecerahan RGB (148, 0, 211) sehingga lampu LED mengeluarkan cahaya berwarna *dark violet*. Selanjutnya, mengubah nilai kecerahan RGB (0, 100, 0) sehingga lampu LED mengeluarkan cahaya berwarna hijau tua. Dari Tabel 6 tersebut membuktikan bahwa lampu LED bekerja dengan baik mengeluarkan warna cahaya yang sesuai

dengan nilai kecerahan warna aplikasi *Blynk*.

Pengujian *delay* respon lampu LED dilakukan ketika menyala dan mati. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui *delay* yang terjadi ketika LED menyala dan mati secara otomatis. Pengujian dilakukan dengan cara mengatur lampu LED melalui widget timer aplikasi *Blynk*. Hasil pengujian bisa dilihat pada gambar 8.

Pengujian pergerakan motor servo dilakukan pada posisi 0° dan 60° yang digunakan pada tutup pakan ikan hias otomatis.



Gambar 8. Grafik hasil pengujian *delay* respon lampu LED

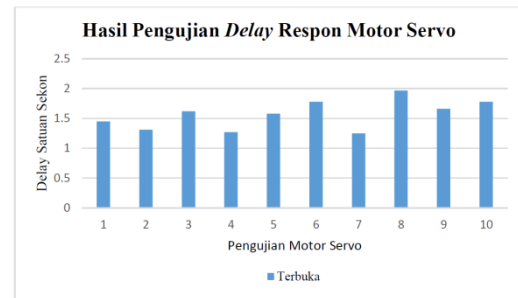
Hasil pengujian motor servo dapat dilihat pada tabel 4. Dari tabel 4, membuktikan bahwa pengujian pergerakan posisi motor servo sesuai dengan sudut yang terbaca pada busur derajat. Kondisi tutup pakan menutup pada saat motor servo berada di posisi 0° dan kondisi tutup pakan terbuka pada saat motor servo berada di posisi 60° . Dapat disimpulkan bahwa pergerakan motor servo bekerja dengan baik dan sesuai dengan sudut pergerakan serta kondisi yang diinginkan.

Tabel 4. Hasil pengujian pergerakan Motor Servo

Sudut input	Sudut Terbaca	Error	Kondisi	Fungsi
0°	0°	0	Buka	Sesuai
60°	60°	0	Tutup	Sesuai

Pada Pengujian aplikasi *Blynk* melalui *smartphone* sebagai pengatur waktu motor servo untuk bekerja secara otomatis. Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui *delay* yang terjadi ketika motor servo bekerja secara otomatis.

Pengujian dilakukan dengan mengatur waktu motor servo untuk bekerja secara otomatis melalui *widget timer* aplikasi *Blynk* pada *smartphone*. Dari hasil pengujian fungsi kerja motor servo otomatis yang telah dilakukan, maka diperoleh data yang dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar9. Hasil Pengujian *Delay Respon* Motor Servo Secara Otomatis

Dari data pada gambar 8 tersebut membuktikan bahwa aplikasi *Blynk* secara otomatis akan memberikan instruksi kepada motor servo dengan rata-rata *delay* yang terjadi selama 1,56 detik untuk membuka tutup pakan. Dari pengujian yang dilakukan pada motor servo tersebut, dapat diketahui bahwa rata-rata *delay* yang terjadi selama kurang dari 2 detik dan bekerja sesuai dengan kondisinya.

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kesesuaian fungsi kerja aplikasi *Blynk*. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan perangkat *smartphone* sebagai media aplikasi *Blynk*. Pengujian tersebut kemudian dilakukan dengan bantuan fasilitas yang disediakan pada aplikasi berupa *widget* yang terdiri dari empat buah *timer* dan sebuah *zeRGBa* sebagai *input* serta sebuah *value display* sebagai *output*. Dari hasil pengujian fungsi kerja aplikasi *Blynk* yang telah dilakukan, maka diperoleh data yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Dari data pada Tabel 5 tersebut membuktikan bahwa *widget* aplikasi bekerja sesuai dengan fungsinya tanpa adanya *error*. Sehingga dapat disimpulkan bahwa aplikasi tersebut dapat digunakan sebagai media IoT (*Internet of Things*) pada sistem kendali akuarium ikan hias air tawar.

Tabel 5. Hasil pengujian Aplikasi Blynk

Widget	Tampilan aplikasi	Keterangan	Fungsi
Timer 1	Lampu otomatis menyala	Mengatur LED otomatis menyala pukul 18.00	Sesuai
Timer 2	Lampu otomatis mati	Mengatur LED otomatis mati pukul 6.00	Sesuai
Timer 3	Pakan pagi	Mengatur motor servo otomatis menggerakkan tutup pakan pukul 8.00	Sesuai
Timer 4	Pakan sore	Mengatur motor servo otomatis menggerakkan tutup pakan pukul 18.00	Sesuai
zeRGBa	Lampu	Mengatur warna cahaya LED	Sesuai
Value Display	Celcius	Menampilkan nilai suhu air akuarium	Sesuai

PENUTUP

Alat ini dapat bekerja secara otomatis mengendalikan suhu air, pencahayaan, dan waktu pemberian pakan menggunakan *smartphone* melalui aplikasi *Blynk*. Suhu akuarium diatur pada suhu 24°C, *heater* akan aktif secara otomatis apabila suhu kurang dari 24°C dan mati saat mencapai suhu 24°C. Warna cahaya lampu dan waktu pemberian pakan bisa diatur dari aplikasi *Blynk* pada *smartphone* berbasis IoT. Pengaturan tersebut mengaktifkan sistem secara berulang otomatis selama tidak ada perubahan pengaturan dari aplikasi *Blynk*. Pada pengujian LED WS2812B dapat mengeluarkan warna cahaya yang sesuai dengan nilai kecerahan warna pada aplikasi *Blynk*, dengan rata-rata delay saat kondisi otomatis lampu mati 1.61 detik dan lampu menyala 1.53 detik. Pada pengujian motor servo untuk pakan, rata-rata delay 1.56 detik secara otomatis.

Sebagai saran pengembangan dapat ditambahkan sensor kejernihan air dan sistem pengaturan dari aplikasi *Blynk*

untuk mengatur ukuran pakan sesuai dengan jenis ikan hias yang dipelihara.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Eltra E. Barus dan dkk, "Otomatisasi Sistem Kontrol pH dan Informasi Suhu Pada Akuarium Menggunakan Arduino UNO dan Raspberry PI 3", *Jurnal Fisika Sains dan Aplikasinya* Vol. 3, No. 2 (117 – 125), Universitas Nusa Cendana, Kupang, 2018.
- [2] Tiara Rohma Dewi Fortuna dan dkk, "Perancangan Akuarium Pintar Untuk Pemeliharaan Ikan Air Tawar dengan Algoritma Context Aware Berbasis IoT", *e-Proceeding of Engineering* Vol. 6, No. 2 (2802 – 2809) Universitas Telkom, S1 Teknik Elektro, Bandung, 2019.
- [3] Dista Yoel Tadeus dan dkk, "Model Sistem Monitoring pH dan Kekeruhan pada Akuarium Air Tawar berbasis Internet of Things", *Media Komunikasi Rekayasa Proses dan Teknologi Tepat Guna* Vol. 15, No. 2 (pp. 49-56), Metana, Universitas Diponegoro, Semarang, 2019.
- [4] Anonim, "DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer", <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf>.
- [5] Anonim, "Insight Into ESP8266 NodeMCU Features & Using It With Arduino IDE", <https://lastminuteengineers.com/esp8266-nodemcu-arduinotutorial/>.
- [6] Anonim, "ESP8266", https://nurdspace.nl/ESP8266#Digital_IO_pins.
- [7] Fina Supegina dan Eka Jovi Setiawan, "Rancang Bangun IOT Temperature Controller Untuk Enclosure BTS Berbasis Microcontroller WEMOS dan Android", *Jurnal Teknologi Elektro*, No. 2, Vol. 8, 2017. pp. 145 – 150.
- [8] Ulinnuha Latifa dan Joko Slamet Saputro, "Perancangan Robot Arm Gripper Berbasis Arduino UNO Menggunakan Antarmuka Labview", *Barometer*, No. 2, Vol. 3, 2018. pp. 138 – 141.

- [9] Karel Yakob Kaary dan Slamet Winardi, “Lampu RGB Untuk Penerangan Ruangan Rumah Dengan Pengaturan Warna Lewat Remote Kontrol Berbasis Mikrokontroler ATMEGA8535”, *e-Jurnal NARODROID*, No. 1, Vol. 1, 2015.
- [10] Rizal, A., *Rancang Bangun Pemanfaatan Solar Cell pada Sistem Otomatisasi Lampu Penerangan Taman Berbasis Arduino Uno*, Laporan Akhir, Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang, 2017.