

Rancang Bangun Prototipe Monitoring Kekeruhan Dan Penggantian Air Akuarium Otomatis Berbasis IoT

Siswaya¹, Bastian Wicaksono Aji²

¹ Informatika, STMIK El Rahma Yogyakarta

² Informatika, STMIK El Rahma Yogyakarta

e-mail: ¹siswaya.stmik@gmail.com, ²bastianwck@gmail.com

Abstrak

Internet of things di era modern saat ini merupakan hal yang mulai banyak dimanfaatkan dalam berbagai bidang, membuat hampir semua perangkat elektronik tersambung dan dapat berkomunikasi melalui internet. Seiring dengan perkembangan tersebut, pemanfaatan IoT dalam bidang pemeliharaan ikanpun dikembangkan. Penggantian air akuarium merupakan kegiatan yang sering dilakukan oleh pemilik ikan khususnya ikan hias. Sampai saat ini penggantian air akuarium sering kali tidak diperhatikan, kesibukan pemilik ikan hias dalam kehidupannya sehari-hari sering kali membuatnya lupa akan kondisi air pada akuariumnya. Sedangkan penggantian air akuarium adalah kegiatan yang perlu diperhatikan, karena ikan memerlukan lingkungan yang bersih dengan air yang mencukupi untuk memenuhi kehidupannya. Untuk mengatasi hal tersebut pada penelitian ini, dirancang sebuah sistem penggantian air akuarium otomatis yang terhubung dengan internet dengan monitoring alat dapat dipantau melalui Blynk, sehingga pengguna dapat memonitoring tingkat kekeruhan air pada akuarium dimana saja dan kapan saja. Sistem ini dirancang menggunakan NodeMCU sebagai pusat kendali sistem, sensor ultrasonik, LDR, mini submersible water pump, relay. Sensor ultrasonik digunakan sebagai pengukur ketinggian air dalam akuarium, sedangkan sensor LDR untuk mengukur kekeruhan air berdasarkan intensitas cahaya yang masuk ke sensor. Pada kondisi air akuarium keruh pompa pengganti air akan menyala dan saat kondisi air jernih pompa tidak menyala, Hasilnya adalah sistem ini dapat membantu pemilik ikan hias memonitoring kekeruhan air pada akuarium dan membantu penggantian air, dapat diatur jadwal pergantiannya, serta dapat dipantau melalui Blynk dimana saja dan kapan saja.

Kata kunci — Arduino, ESP8266, Blynk, IOT, Mikrokontroler, Akuarium.

Abstrack

The internet of things in today's modern era is starting to be widely used in various fields, making almost all electronic devices connected and able to communicate via the internet. Along with these developments, the use of IoT in the field of fish farming has also been developed. Replacing aquarium water is an activity that is often carried out by fish owners, especially ornamental fish. Until now, the replacement of aquarium water is often not noticed, the busyness of ornamental fish owners in their daily lives often makes them forget about the condition of the water in their aquarium. Meanwhile, replacing aquarium water is an activity that needs attention, because fish need a clean environment with sufficient water to fulfill their lives. To overcome this in this study, an automatic aquarium water replacement system was designed that is connected to the internet with monitoring tools that can be monitored via Blynk, so that users can monitor the turbidity level of water in aquariums anywhere and anytime. This system is designed using NodeMCU as the system control center, ultrasonic sensors, LDR, mini submersible water pump, relay. The ultrasonic sensor is used to measure the water level in the aquarium, while the LDR sensor measures the turbidity of the water based on the intensity of light entering the sensor. In cloudy aquarium water conditions the water replacement pump will turn on and when clear water conditions the pump does not turn on. The result is that this system can help ornamental fish owners monitor the turbidity of the water in the aquarium and help replace water, schedule changes can be arranged, and can be monitored via Blynk anywhere and anytime.

Keywords — Arduino, ESP8266, Blynk, IOT, Microcontroller, Aquarium.

1. PENDAHULUAN

Manusia merupakan individu yang menyukai dan mengoleksi beberapa hal yang unik. Salah satunya, gemar memelihara ikan hias. Ikan hias adalah salah satu favorit masyarakat

Indonesia untuk dipelihara karena keindahan bentuknya yang beraneka ragam serta sebagai hiasan dirumah. Merawat dan memelihara ikan hias dapat membantu mengatasi stress dan hobi untuk mengusir kebosanan karena tingkah, keunikan serta karakteristik dari masing-masing jenisnya [1]. Ikan hias pada umumnya dipelihara dalam akuarium ataupun kolam, jenis kolam yang biasa digunakan adalah kolam dengan dinding tembok / kaca. Agar ikan hias tumbuh dengan baik dan sehat, maka yang harus diperhatikan adalah menjaga kualitas air pada akuarium ataupun kolam. Salah satu faktor yang menyebabkan air cepat berubah menjadi kotor adalah akibat sisa dari makanan yang larut dalam air dan membuat kondisi air itu berubah [2].

Penggantian air akuarium merupakan kegiatan yang sering dilakukan oleh pemilik ikan khususnya ikan hias. Sampai saat ini penggantian air akuarium sering kali tidak diperhatikan, kesibukan pemilik ikan hias dalam kehidupannya sehari-hari sering kali membuatnya lupa akan kondisi air pada akuariumnya. Sedangkan penggantian air akuarium adalah kegiatan yang perlu diperhatikan, karena ikan memerlukan lingkungan yang bersih dengan air yang mencukupi untuk memenuhi kehidupannya. Dengan kemajuan teknologi saat ini muncul istilah Internet of Things (IoT). Internet of Things (IoT) merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus yang memungkinkan kita untuk menghubungkan mesin, peralatan, dan benda fisik lainnya dengan sensor jaringan dan aktuator untuk memperoleh data dan mengelola kinerjanya sendiri. Internet of Things merupakan sebuah gagasan dimana semua benda di dunia nyata dapat berkomunikasi satu dengan yang lain sebagai bagian dari satu kesatuan sistem terpadu menggunakan jaringan internet sebagai penghubung, hal ini memungkinkan untuk memantau dan mengendalikan alat dari jarak jauh.

Melihat permasalahan yang dialami pemilik ikan hias diatas, dengan membuat alat monitoring dan penggantian air akuarium berbasis IoT, pemilik ikan hias dapat mengetahui waktunya penggantian air akuarium dan melakukan penggantian air kapan saja dan dimana saja, sehingga kondisi air dapat dijaga untuk menciptakan lingkungan yang baik untuk makhluk hidup didalamnya.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian berisi langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian ini agar terstruktur dengan baik. Dengan sistematika ini proses penelitian ini dapat mudah dipahami. Metode yang dilakukan untuk penelitian ini sebagai berikut yaitu.

a. Langkah Penelitian

a) Identifikasi Masalah

Metode penelitian ini adalah dengan merumuskan masalah yang akan jadi objek penelitian. Perumusan ini dilakukan dengan mengetahui kondisi tempat.

b) Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan pengamatan dan studi literatur guna mendapatkan informasi yang digunakan sebagai data awal untuk dasar penentuan kebutuhan perancangan sistem dan desain untuk penelitian.

c) Perancangan Sistem

Setelah pengumpulan data dilakukan, selanjutnya dilakukan perancangan sistem. Pada tahap ini akan memiliki dua tahapan yaitu perancangan perangkat lunak dan perancangan modul perangkat keras.

d) Pembuatan Sistem

Setelah melakukan pengumpulan data dan perancangan sistem maka tahapan selanjutnya adalah pembuatan sistem. Sistem dibuat berdasarkan modul perangkat keras dan perangkat lunak yang telah tersedia.

e) Pengujian Sistem

Pada tahapan ini dilakukan penyatuan unit-unit perangkat keras dan perangkat lunak kemudian diuji secara keseluruhan. Setelah itu, sistem dievaluasi baik diberikan

penambahan pada beberapa fungsi maupun merubah beberapa fungsi agar sesuai dengan kebutuhan.

f) Pembuatan Laporan

Setelah tahapan pengujian prototipe sistem monitoring kekeruhan dan penggantian air otomatis dilakukan, selanjutnya adalah tahapan terakhir yakni pembuatan laporan mengenai sistem tersebut.

b. Alat dan Bahan

Adapun kebutuhan alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yang terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak yang dapat dilihat pada tabel 1.1 dan 1.2.

Tabel 1.1 Spesifikasi Laptop

Processor	AMD A8-7410
Memory	4 GB
VGA	AMD Radeon R5 Graphics
Monitor	Generic PnP Monitor
Hard Disk	500 GB

Tabel 1.2 Perangkat Keras Pendukung

<i>Microcontroller</i>	NodeMCU ESP8266 V3 Lua
Sensor	<i>Sensor LDR, Ultrasonic</i>
Pompa	<i>Mini submersible pump 5V</i>
Power Supply	Adaptor DC 12V, Step Down DC 5V
Perangkat keras lainnya	Relay, Kabel jumper, <i>Breadboard</i>

Adapun perangkat lunak pendukung penelitian ini terdapat pada Tabel 1.3.

Tabel 1.3 Perangkat Lunak Pendukung

Sistem Operasi	Windows 10 Pro 64-bit
Browser	Google Chrome
Perangkat lunak lainnya	Arduino <i>Software (IDE)</i> dan WhatsApp

c. Pengacuan Pustaka

(Wahyudi et al., 2022), berisi tentang masalah dalam usaha ikan hias yakni ikan guppy, pembudidaya ikan guppy sering lupa dan sibuk sehingga tidak sempat memperhatikan ikan budidayanya. Dalam penelitian ini membahas tentang sistem kendali otomatis pada budi daya ikan guppy menggunakan ESP32, sensor, dan LCD. Hasilnya alat dapat melihat tingkat kekeruhan air, mengatur suhu, dan melakukan pemberian pakan yang dapat dimonitoring melalui aplikasi Blynk [3].

(Prasetyo et al., 2021), berisi tentang perlunya perhatian khusus dalam perawatan dan pemeliharaan ikan hias. Dalam penelitian ini membahas tentang merancang sebuah sistem kontrol dan monitoring kualitas air pada akuarium berbasis Arduino yang dapat mempermudah pecinta ikan dalam memonitoring dan penggantian air pada akuarium. Sistem dibuat menggunakan arduino uno, sensor turbidity ultrasonic, LCD, serta buzzer. Hasilnya alat dapat mengganti air berdasarkan tingkat kekeruhan yang sudah ditetapkan [4].

(Awalia, 2021), berisi tentang budidaya ikan hias yang terhambat akibat adanya gas amonia pada air. Dalam penelitian ini membahas tentang sistem penggantian dan pengisian air berdasarkan kadar amonia yang dibaca melalui sensor MQ-137, sistem dibuat menggunakan mikrokontroler, sensor ultrasonic dan sensor MQ-137. Hasilnya alat dapat

menguras air dan mengisinya kembali berdasarkan tingkat amonia dalam air dan ketinggian air [5].

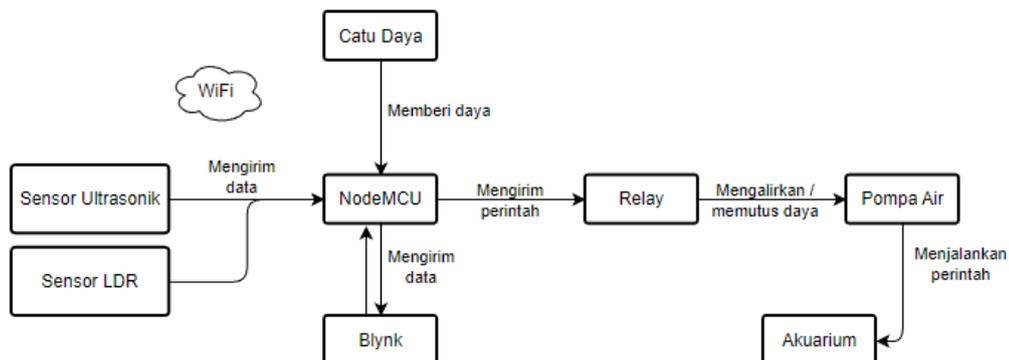
(Ginancar et al., 2021), berisi tentang masalah dalam budidaya ikan koi yang masih berukuran benih dan dipelihara dalam akuarium yang perlu diperhatikan kondisi suhu dan pakannya. Penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem smart fish farm berupa pemberian pakan dan monitoring suhu air berbasis internet of things yang dapat dikontrol melalui smartphone pada aplikasi Blynk sebagai sistem otomasi yang dapat meningkatkan efisiensi dalam budidaya ikan koi. Sistem ini dibuat menggunakan mikrokontroler Atmega 2560 dan sensor RTC DS3231 dan DS18B20 serta modul Load Cell HX711 Hasil dari penelitian ini adalah dapat memonitoring proses pemberian pakan dan suhu air akuarium pada budidaya ikan koi secara otomatis [6].

(Hibatullah, 2019), berisi tentang dampak negatif kekeruhan air bagi ikan dan tanaman akuarium. Dalam penelitian ini membahas tentang sistem monitoring dan peringatan menggunakan thingspeak. Sistem dibuat menggunakan ESP32 dan sensor turbidity. Hasilnya alat dapat digunakan untuk monitoring kekeruhan air [7].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Desain Sistem

Perancangan dan pembuatan alat penelitian merupakan dua proses yang berkelanjutan yaitu perancangan alat dan pembuatan alat, dalam proses ini adalah pembuatan diagram blok sistem. Berikut ini adalah desain diagram blok Prototipe sistem monitoring kekeruhan dan penggantian air akuarium otomatis berbasis *Internet of Things*. Desain sistem dapat dilihat pada gambar 1.1.



Gambar 1.1 Diagram Blok Sistem

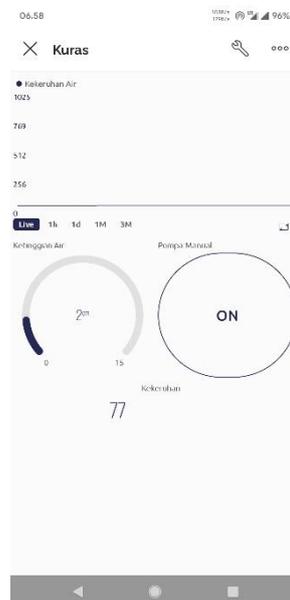
Penjelasan alur kerja diagram blok pada gambar 1.1.

1. Sensor LDR membaca tingkat kekeruhan air dan sensor ultrasonik membaca ketinggian air lalu mengirimkannya ke NodeMCU untuk diproses.
2. NodeMCU memproses data yang diterima dari sensor LDR dan ultrasonik, NodeMCU sebagai pusat kendali yang diprogram sesuai kebutuhan yang nantinya akan mengatur relay. NodeMCU dapat dikendalikan dengan Blynk melalui jaringan internet.
3. Blynk sebagai media monitoring dan pengontrolan alat, NodeMCU akan mengirimkan nilai pembacaan sensor berisi data kekeruhan dan ketinggian air, NodeMCU juga akan memproses perintah yang diberikan melalui Blynk.

4. Catu daya sebagai sumber daya pada setiap komponen.
5. Relay menerima perintah dari NodeMCU, relay merupakan saklar untuk menyambungkan atau memutus arus pada pompa air.
6. Pompa air menerima perintah dari relay, apabila relay on maka pompa akan menguras maupun mengisi akuarium sesuai dengan perintah yang diberikan NodeMCU.

b. Desain Interface

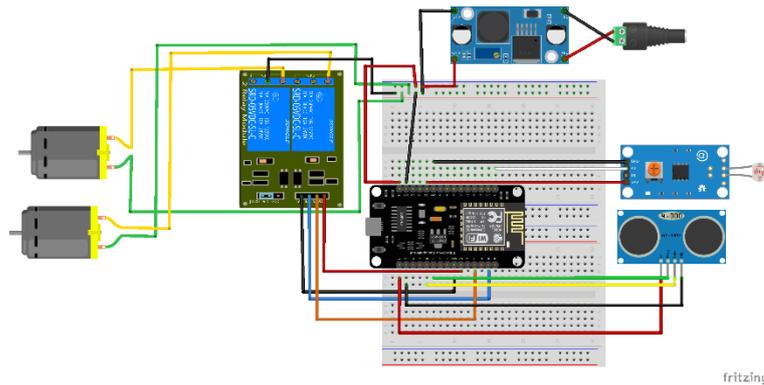
Desain *Interface* merupakan desain antarmuka yang digunakan dalam 5omputer, perangkat lunak, website dan mobile yang berfokus pada penampilan program. Tujuannya adalah membuat interaksi antara pengguna dan perangkat agar lebih mudah digunakan dan seefisien mungkin. Pada bagian ini akan dipaparkan pembuatan aplikasi pengontrol alat menggunakan *Blynk*. Pada halaman ini terdapat *widget superchart* untuk monitoring kekeruhan yang dapat dilihat grafiknya selama beberapa waktu, *widget gauge* untuk ketinggian air dan *button* untuk pompa manual. Desain interface dapat dilihat pada gambar 1.2.



Gambar 1.2 Desain Interface

c. Skema Perancangan Alat

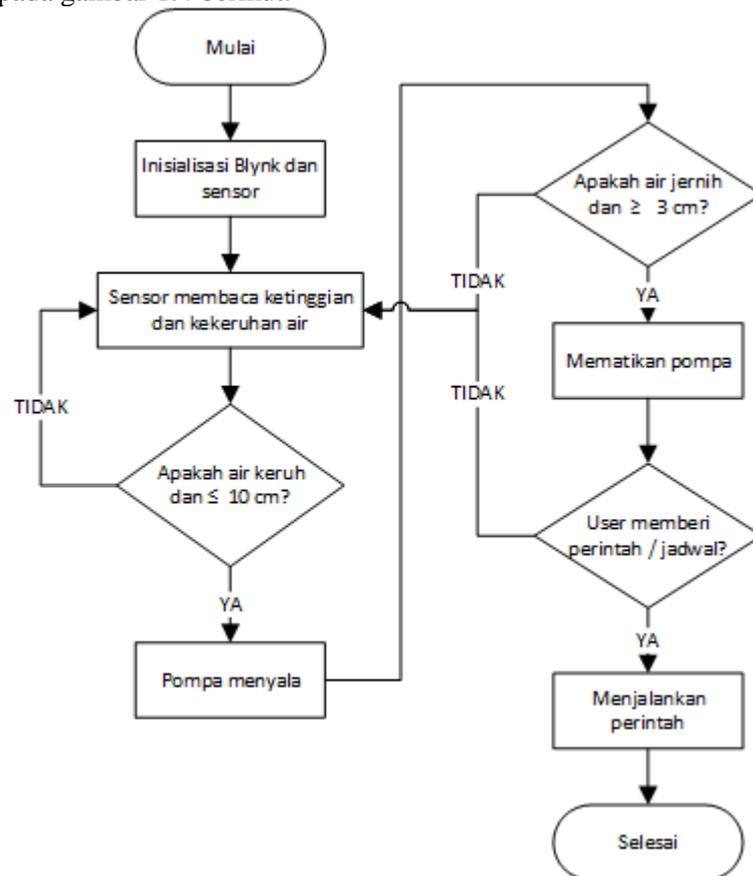
Skema perancangan merupakan gambar yang akan memudahkan dalam memahami alur kerja alat. Pada skema perancangan alat disajikan gambar seluruh komponen yang sudah dihubungkan dan siap untuk diuji. Skema perancangan alat dapat dilihat pada gambar 1.3.



Gambar 1.3 Skema Perancangan Alat

d. Flowchart Sistem Kerja Alat

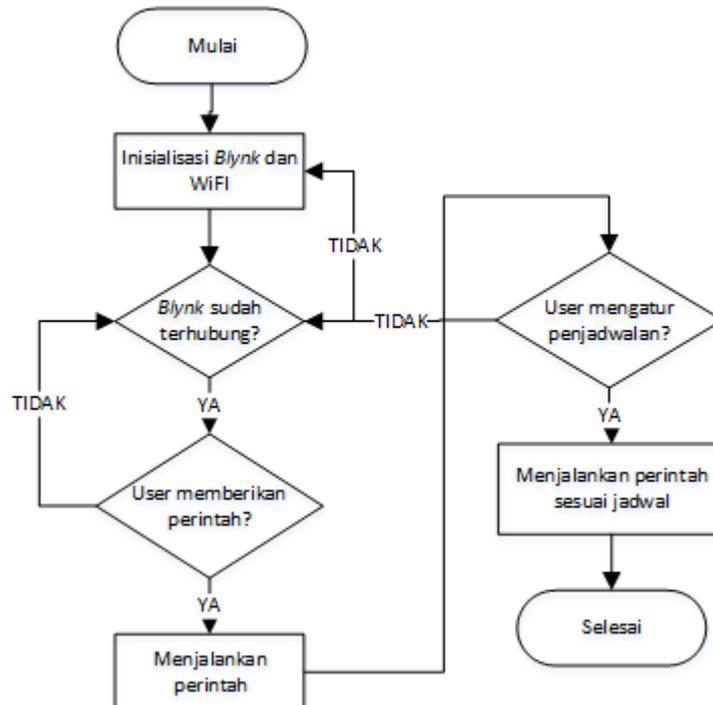
Flowchart sistem kerja alat, pada bagian ini akan memaparkan alur kerja dari prototipe sistem monitoring kekeruhan dan penggantian air akuarium otomatis berbasis *Internet of Things*. Alur kerja sistem dimulai dari sensor LDR yang akan membaca tingkat kekeruhan air dan sensor ultrasonik yang membaca ketinggian air, data pembacaan dikirimkan ke NodeMCU untuk diproses, relay yang mengatur pompa akan menyala / mati sesuai dengan perintah dari NodeMCU. Pompa yang digunakan sebanyak dua buah yakni untuk mengurus air dalam akuarium dan pompa lainnya untuk mengisi akuarium. *Blynk* digunakan untuk *platform* monitoring dan pengontrolan alat.. Flowchart sistem kerja alat dapat dilihat pada gambar 1.4 berikut.



Gambar 1.4 Flowchat Sistem Kerja Alat

e. Flowchart Penggunaan Alat

Flowchart penggunaan alat, pada bagian ini akan memaparkan alur kerja dari prototipe sistem monitoring kekeruhan dan penggantian air akuarium otomatis berbasis *Internet of Things*. Dimulai dari inialisasi yaitu mencari alamat *Blynk server* yang akan dipakai dari alat ini, kemudian dicek apakah *Blynk* sudah terhubung dengan status alat menjadi online dalam aplikasi *Blynk*. Jika kedua langkah tersebut sudah dipenuhi maka user dapat memberikan perintah dan akan menerima *feedback* yang sesuai dari perintah yang diberikan termasuk mengatur penjadwalan alat menyala. Flowchart penggunaan dapat dilihat pada gambar 1.5 berikut



Gambar 1.5 Flowchart Penggunaan Alat

f. Pemrograman

Bahasa pemrograman, atau sering diistilahkan juga dengan bahasa komputer atau bahasa pemrograman komputer, adalah instruksi standar untuk memerintah komputer. Bahasa pemrograman ini merupakan suatu himpunan dari aturan sintaks dan semantik yang dipakai untuk mendefinisikan program komputer. Kode di bawah ini merupakan kode untuk ESP8266 WiFi Standalone yang telah custom dan ditambahi kode untuk pendeteksian tingkat kekeruhan air menggunakan sensor LDR dan ketinggian air menggunakan sensor ultrasonik. Pada kode program ini digunakan *Blynk* sebagai libray untuk berkomunikasi yang nantinya akan mengatur jalannya alat. Pemrograman dapat dilihat pada gambar 1.6 berikut.

```
Akuarium

#define BLYNK_PRINT Serial

/* Fill in information from Blynk Device Info here */
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "-"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "-"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "-"

#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>

#define ldr A0
#define relay1 D7
#define relay2 D8
#define trigg D4
#define echo D3

// Your WiFi credentials.
// Set password to "" for open networks.
char ssid[] = "SNSV";
char pass[] = "hotspot12345";

int nilai, PompaOn;
long durasi, jarak;

void setup()
{
  // Debug console
  Serial.begin(9600);

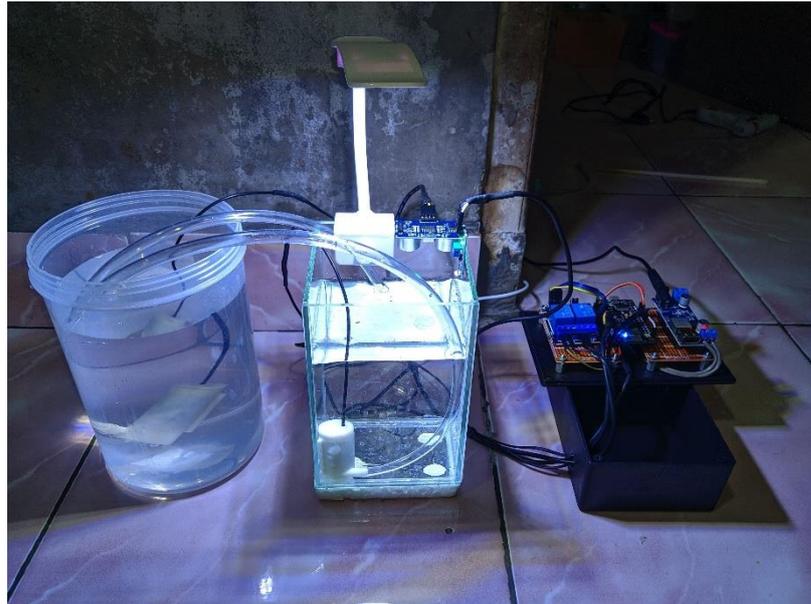
  Blynk.begin(BLYNK_AUTH_TOKEN, ssid, pass);

  pinMode(relay1, OUTPUT);
  pinMode(relay2, OUTPUT);
  pinMode(trigg, OUTPUT);
  pinMode(echo, INPUT);
  digitalWrite(relay1, HIGH);
}
```

Gambar 1.6 Pemrograman

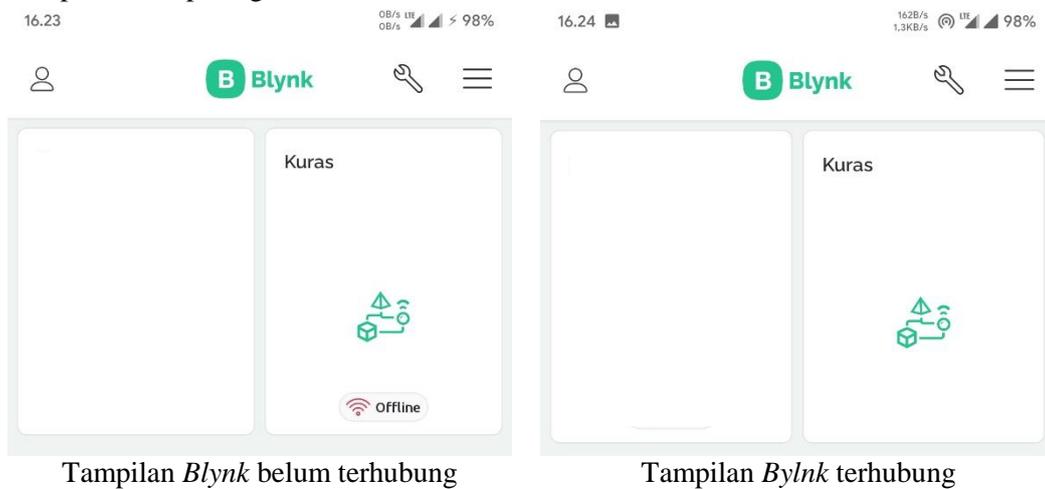
g. Pengujian Alat

Dalam pengujian alat kita pastikan semua komponen sudah terpasang semua dengan benar, dan pastikan NodeMCU ESP8266 sudah kita terhubung dengan wifi, jaringan wifi dan password harus sesuai dengan program yang diupload sebelumnya. Berikut adalah gambar pengujian alat. Hasilnya dapat dilihat pada gambar 1.7.



Gambar 1.7 Pengujian Alat dengan Media Air

Setelah alat terhubung dengan catu daya dan *wifi* maka *Blynk* akan menampilkan status dari *offline* menjadi *online*. Hal ini menunjukkan bahwa alat sudah dapat menerima dan menampilkan hasil pembacaan sensor maupun mengatur kerja dari pompa. Hasilnya dapat dilihat pada gambar 1.8.



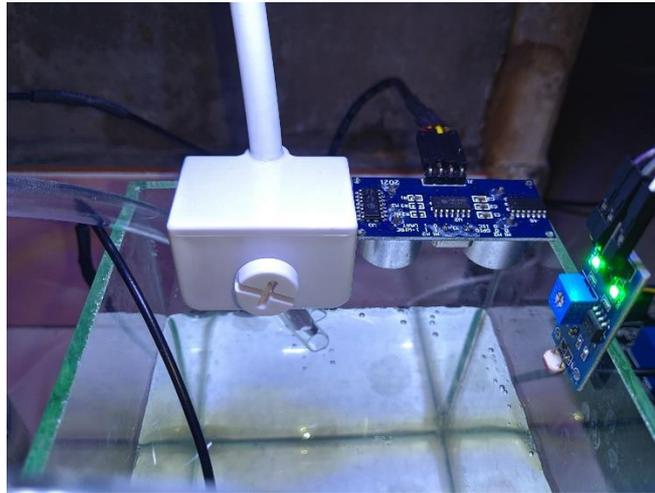
Tampilan *Blynk* belum terhubung

Tampilan *Bylnk* terhubung

Gambar 1.8 *Blynk* Terhubung

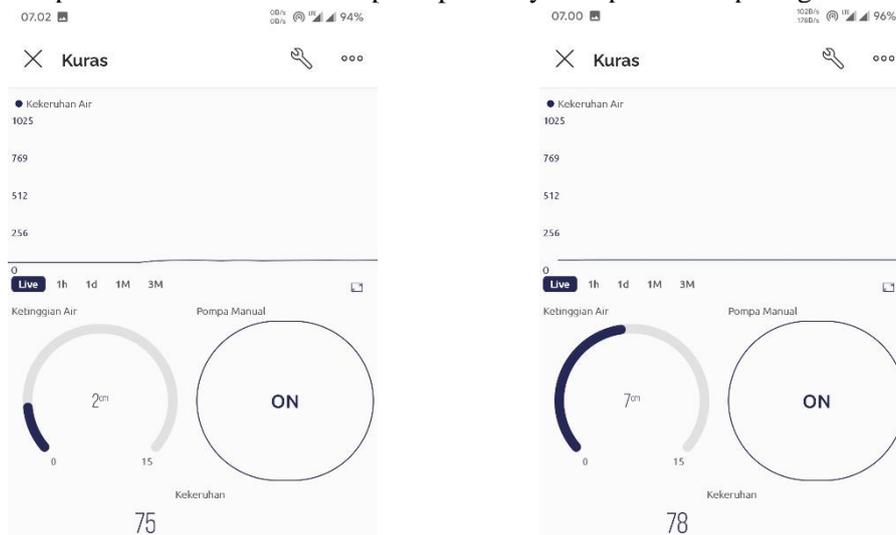
Pengujian selanjutnya adalah sensor ultrasonik, sensor berfungsi sebagai pengatur batas penggantian dan pengisian air. Sensor ultrasonik ditempatkan diatas akuarium sehingga dapat mendeteksi ketinggian air. Hasil pengukuran nantinya akan ditampilkan pada layar menu *Blynk* sehingga jika terjadi perubahan, maka pengguna dapat mengetahuinya secara real-time. Sensor dan NodeMCU akan bekerjasama

menentukan apakah air perlu ditambah atau tidak. Hasilnya dapat dilihat pada gambar 1.9.



Gambar 1.9 Sensor Ultrasonik yang Terhubung dengan Blynk

Hasil pembacaan sensor dan tampilan pada Blynk dapat dilihat pada gambar 1.10.

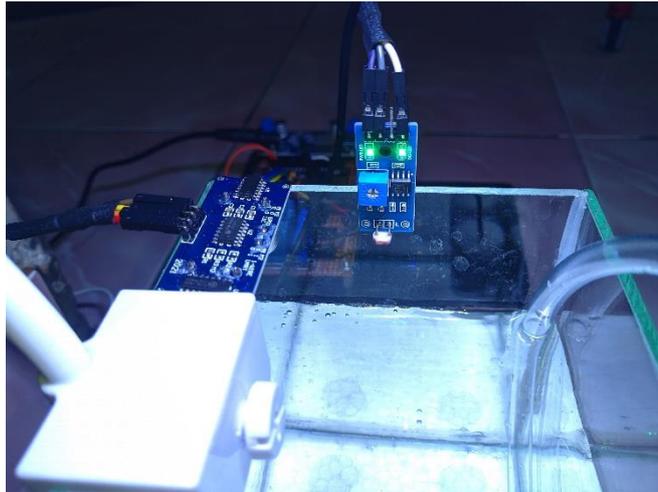


Sensor membaca ketinggian air

Sensor mendeteksi adanya perubahan

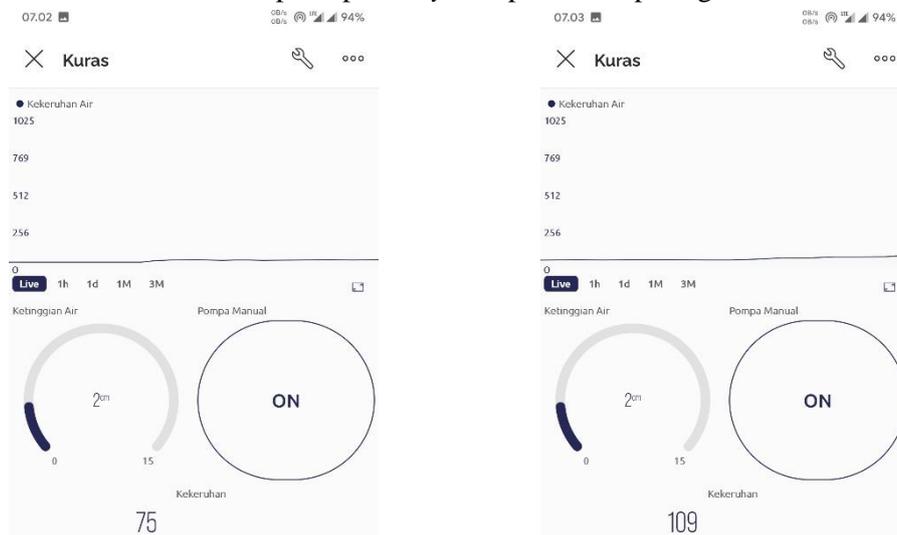
Gambar 1.10 Hasil Pembacaan Sensor Ultrasonik

Pengujian selanjutnya adalah sensor LDR, sensor LDR akan membaca tingkat cahaya yang masuk melewati air yang dibaca sebagai tingkat kekeruhan air. Sensor dan NodeMCU akan bekerjasama menentukan apakah air perlu diganti atau tidak. Hasil pembacaan akan ditampilkan pada menu Blynk sehingga dapat dipantau secara real-time. Hasilnya dapat dilihat pada gambar 1.11.



Gambar 1.11 Sensor LDR Terhubung Dengan Blynk

Hasil pembacaan sensor dan tampilan pada *Blynk* dapat dilihat pada gambar 1.12.

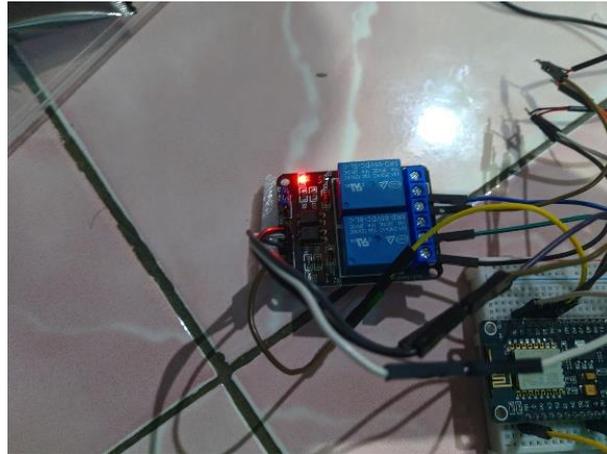


Sensor membaca kekeruhan air

Sensor mendeteksi adanya perubahan

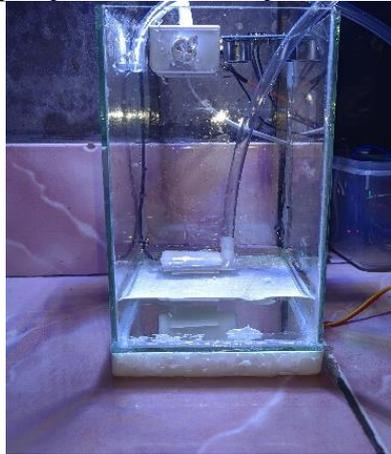
Gambar 1.12 Hasil Pembacaan Sensor LDR

Pengujian terakhir adalah relay yang akan mengatur pompa untuk melakukan penggantian ataupun pengisian air. Relay diuji menggunakan NodeMCU yang sudah diprogram sehingga dapat melakukan logika *true* dan *false*, jika NodeMCU memberikan logika *true* maka akan meneruskan aliran daya ke pompa sehingga akan menyala sedangkan jika NodeMCU memberikan logika *false* maka relay tidak meneruskan aliran daya ke pompa sehingga pompa tidak menyala. Kondisi relay menerima perintah dapat dilihat pada gambar 1.13.



Gambar 1.3 Relay Menerima Perintah

Kondisi pompa saat menerima perintah dari relay dapat dilihat pada gambar 1.14.



Relay 1 menerima logika *true* dan menyalakan pompa penggantian



Relay 2 menerima logika *true* dan menyalakan pompa pengisian

Gambar 1.14 Pompa Menerima Perintah dari Relay

4 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

- Dengan menggunakan alat ini, tingkat kekeruhan air akuarium dapat diketahui dan ditampilkan dalam aplikasi Blynk melalui jaringan internet.
- Penggantian air akuarium dapat dilakukan secara otomatis berdasarkan nilai yang terbaca dari sensor LDR atau melalui widget button Blynk.
- Pengguna dapat memonitoring tingkat kekeruhan dan melakukan penggantian air dari jarak jauh dan bisa mengatur jadwal kapan air perlu diganti.

5 SARAN (OPTIONAL)

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, terdapat saran yang dapat digunakan untuk penelitian lanjutan yaitu, sensor LDR pada sistem dapat diganti dengan sensor turbidity untuk mendukung pembacaan tingkat kekeruhan yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Musfita. (2022). Rancang Bangun Sistem Informasi Monitoring Dan Kontroling Kualitas Air Pada Akuarium Ikan Hias Air Tawar Menggunakan Internet of Things.
- [2] Putra Asmara, R. K. (2020). Rancang Bangun Alat Monitoring Dan Penanganan Kualitas Ait Pada Akuarium Ikan Hias Berbasis Internet Of Things (IOT). *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer TRIAC*, 7(2), 69–74. <https://doi.org/10.21107/triac.v7i2.8148>
- [3] Wahyudi, B. R., Faradisa, I. S., & Ashari, M. I. (2022). Sistem Kendali Otomatis pada Budidaya Ikan Guppy Berbasis IoT. *Prosiding SENIATI*, 6(1), 146–155. <https://doi.org/10.36040/seniati.v6i1.4890>
- [4] Prasetyo, I. B., Riadi, A. A., & Chamid, A. A. (2021). Perancangan Smart Aquarium Menggunakan Sensor Turbidity Dan Sensor Ultrasonik Pada Akuarium Ikan Air Tawar Berbasis Arduino Uno. 13(2), 193–200
- [5] Awalia, A. A. (2021). RANCANG BANGUN SISTEM PENGURAS DAN PENGISIAN AIR PADA BUDIDAYA IKAN NILA BERBASIS ANDROID. *Politeknik Negeri Jakarta*. <https://repository.pnj.ac.id/id/eprint/1496>
- [6] Ginanjar, P., Opipah, S., Rusmana, D., Muhlas, Effendi, M. R., & Hamidi, E. A. Z. (2021). Prototype Smart Fish Farm in Koi Fish Farming. *Proceeding of 2021 7th International Conference on Wireless and Telematics, ICWT 2021*, 0–5. <https://doi.org/10.1109/ICWT52862.2021.9678208>
- [7] Hibatullah, A. (2019). Smart Aquarium Berbasis IoT. Universitas Muhammadiyah Surakarta, 12. http://eprints.ums.ac.id/76447/1/Amanditya_Hibatullah_L200150012amansudu.pdf