

Rancang Bangun Sistem Pemantauan Suhu Air dan Autofeeder pada *Smart aquarium* Berbasis IoT

Refantio Ardiatama^{1*}, Febrian Hadiatna¹

¹Institut Teknologi Nasional Bandung

Email: refantio10178@gmail.com

Received 2023-08-21 | Revised 2023-08-28 | Accepted 2023-08-28

ABSTRAK

Pada penelitian ini dilakukan perancangan serta realisasi sistem pemantauan suhu air serta pemberian pakan otomatis berbasis IoT menggunakan aplikasi Blynk dengan kebutuhan pada ikan berjenis *Poecilia reticulata* sebagai referensi. Dalam proses realisasi sistem untuk memantau suhu serta pemberian pakan otomatis berbasis IoT terlebih dahulu dilakukan pengumpulan data untuk keperluan kalibrasi dari sensor suhu DS18B20 submersible yang digunakan dengan rentang suhu 17°C hingga 28°C dengan resolusi 0,5°C, selanjutnya dilakukan perancangan dari sistem pemberi pakan otomatis dengan servo 360° sebagai actuator menggunakan metoda pemberian pakan ad satiation. Berdasarkan hasil pengujian dengan menggunakan sensor suhu DS18B20 didapatkan rata-rata presisi pengukuran 1°C dan rata-rata akurasi pengukuran 1°C. Sedangkan pada pengujian sistem pemberi pakan otomatis yang dirancang menunjukkan kapasitas maksimal penyimpanan pakan sebesar 336 ml menggunakan pellet ikan serta mampu melakukan 162 kali pemberian pakan saat kondisi terisi penuh dengan rata-rata pellet yang keluar dalam satu kali pemberian pakan sebanyak 2,1 ml.

Kata kunci: *pemberi pakan otomatis, sensor suhu, IoT, DS18B20, pemeliharaan ikan*

ABSTRACT

In this study a design and realization of a water temperature monitoring system and IoT-based automatic feeding using Blynk application was carried out with the need for *poecilia reticulata* fish as reference. In the process of realizing a system for temperature monitoring, and automatic feeding based on IoT, first data is collected for calibration purposes from the submersible DS18B20 temperature sensor used with range of 17°C to 28°C with resolution of 0,5° then the design of automatic feeding system with 360° servo as actuator using the ad satiation feeding method. Based on the results of testing using the DS18B20 temperature sensor, an average measurement of 1°C was obtained, and an average measurement accuracy of 1°C. Whereas in testing the automatic feeding system designed to show a maximum capacity of 336 ml of feed storage using fish pellets and being able to do 162 times of feeding when conditions are fully loaded with an average pellets that comes out in one feeding is 2.1 ml.

Keywords: *automatic feeder, temperature sensor, IoT, DS18B20, fish keeping*

1. PENDAHULUAN

Ikan hias adalah jenis ikan baik yang berhabitat di air tawar ataupun air laut yang dimaksudkan untuk dipelihara pada suatu media seperti aquarium dengan tujuan untuk keindahan. Kegiatan pemeliharaan ikan hias dapat membantu mengurangi rasa jenuh dan stress seperti yang dituliskan pada sebuah jurnal yang diterbitkan tahun 2016 dengan judul "*Marine Biota and Psychological Well-Being: A Preliminary Examination of Dose-Response Effects in an Aquarium Setting*" terdapat observasi terhadap sekelompok pengunjung yang dihadapkan dengan kehidupan biota laut dalam pertunjukkan aquarium, rata-rata menunjukkan perilaku berdiam lebih lama di depan aquarium tersebut, dan dalam perspektif psikologi terlihat adanya pemulihan psikologis pada sekelompok pengunjung tersebut (**Cracknell, 2016**). Pemeliharaan ikan hias dalam aquarium di rumah tergolong cukup mudah, namun tetap ada kendala yang diantaranya adalah pemberian pakan untuk ikan, dan juga suhu pada aquarium.

Permasalahan pada pemberian pakan yang kerap ditemui seperti volume pemberian pakan dalam sehari yang terlalu sering dapat membuat air dalam aquarium cepat keruh, dan pemilik aquarium lupa memberikan pakan sehingga dapat mengakibatkan ikan mengalami kelaparan dan mudah terpapar penyakit. Terdapat beberapa metoda pemberian pakan yang umum dilakukan, yakni metoda *ad libitum* di mana pakan selalu tersedia pada media pemeliharaan ikan, metoda *ad satiation* pakan diberikan secara bertahap hingga ikan kehilangan nafsu makan, dan metoda *restricted feed* di mana pakan disesuaikan dengan jumlah biomasanya (**Kristomy, 2020**). Sebuah jurnal dengan judul "*Laboratory Methods in Fish Feeding and Nutritional Studies*" yang ditulis oleh *Clive Talbot* menyebutkan bahwa nafsu makan pada ikan umumnya dapat dipelajari dengan mengukur konsumsi makanan yang diberikan dengan waktu kelaparan yang bervariasi, metoda pemberian pakan yang digunakan berupa ikan diberikan pakan sedikit demi sedikit hingga nafsu makannya hilang. Hal ini dilakukan untuk menyesuaikan dengan kebutuhan makanan ikan dalam aquarium yang umumnya bervariasi dan juga mengantisipasi agar kondisi air tetap terjaga (**Talbot, 1985**).

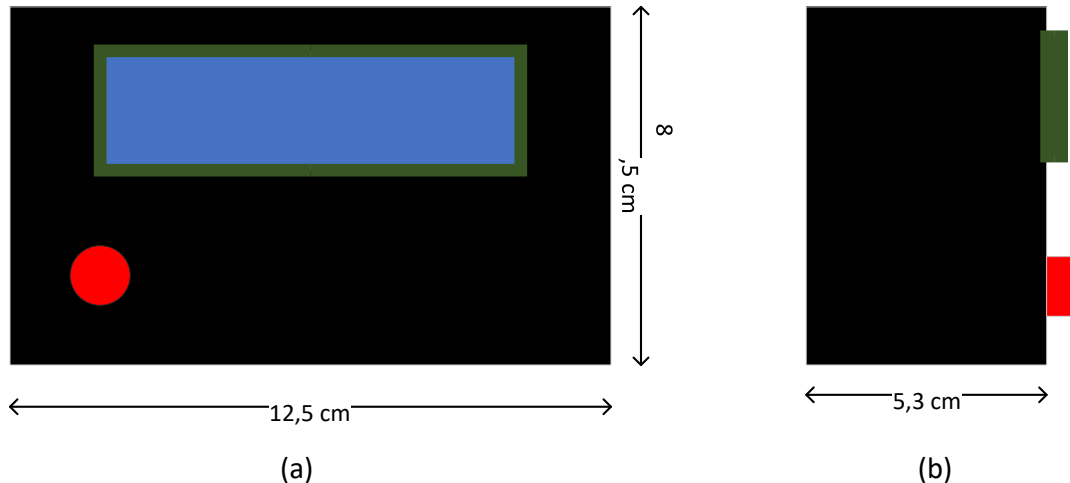
Masalah lainnya yang biasa terjadi pada pemeliharaan ikan hias yaitu suhu. Menurut sebuah jurnal dengan judul "*The Ornamental Fish Trade: An Introduction with Perspective for Responsible Aquarium Ownership*" yang ditulis oleh *E. J. Livengood* dan *F. A. Chapman* menyebutkan bahwa ikan merupakan hewan yang tidak dapat meregulasi suhu tubuhnya sendiri, sehingga kondisi air pada aquarium harus disesuaikan dengan kondisi optimal untuk hewan tersebut (**Livengood, 2007**). Pada jurnal dengan judul "*Pengaruh Suhu Terhadap Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Larva Ikan Mas (Cyprinus carpio)*" yang ditulis oleh *Domingga M Kelabora* menyebutkan bahwa suhu dapat mempengaruhi aktivitas penting ikan seperti nafsu makan, pernapasan, pertumbuhan dan juga reproduksi. Meskipun ikan dapat beraklimasi pada suhu yang relative tinggi, tetapi pada suhu tertentu dapat mengakibatkan ikan stress dan mati. Tidak stabilnya suhu dapat mengganggu proses metabolisme yang mengakibatkan pertumbuhan lambat pada larva ikan (**Kelabora, 2010**).

Pada penelitian ini penulis menggunakan ikan berjenis *Poecilia reticulata* atau biasa disebut dengan ikan guppy sebagai referensi. Menurut sebuah jurnal dengan judul "*Effect of Temperature and Dietary L-carnitine Supplementation on Reproductive Performance of Female Guppy (Poecilia reticulata)*" yang ditulis oleh *Ron Dzikowski*, *Gideon Hulata*, *Ilan Karplus*, dan *Sheenan Harpaz* dengan pengujian pada suhu 20 - 30°C, produksi benih terbaik dicapai pada suhu 25 - 27°C sedangkan pada suhu 32°C menyebabkan peningkatan kematian betina dan benih, degenerasi ovarium dan berkurangnya ukuran induk (**Dzikowski, 2001**). Oleh karena dua permasalahan tersebut maka dilakukan perancangan serta realisasi sebuah sistem pemantauan suhu serta pemberian pakan otomatis berbasis IoT yang diintegrasikan dengan aplikasi Blynk.

2. METODOLOGI

2.1. Deskripsi Sistem

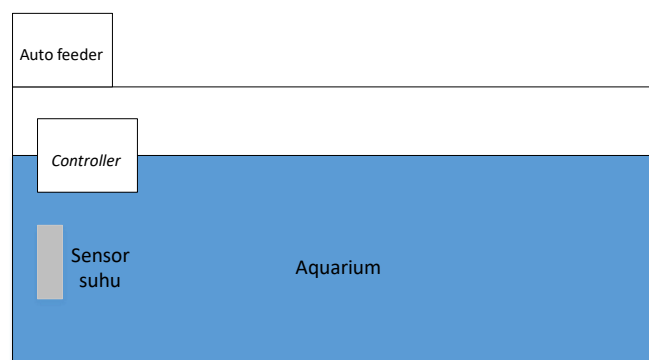
Sistem *smart aquarium* yang dibuat merupakan sebuah alat yang dirancang untuk mengatur pemberian pakan serta suhu pada aquarium yang diintegrasikan dengan teknologi *Internet of Things* menggunakan *microcontroller* berbasis ESP-32 yang dihubungkan dengan aplikasi Blynk. *Controller* sistem ini dikemas dalam sebuah box plastik hitam.



Gambar 1. Ilustrasi Kemasan Sistem. (a) Tampak Depan (b) Tampak Samping

Gambar 1(a) menunjukkan tampak depan dari kemasan sistem yang memiliki dimensi panjang 12,5 cm, tinggi 8,5 cm, dan lebar seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 1(b) sebesar 5,3 cm. Sistem dilengkapi dengan LCD display yang berfungsi untuk menampilkan hasil pengukuran suhu dan sebuah *push button* yang berguna untuk melakukan *reboot* pada sistem. Sistem ini di-*supply* dengan tegangan jala-jala 220V.

Sistem *smart aquarium* ini disertai dengan sebuah pemberi pakan otomatis yang dikendalikan secara langsung oleh *controller* dengan menyesuaikan waktu pemberian pakan serta volume pemberian pakan melalui aplikasi Blynk. Selain pengendalian terhadap pemberian pakan, aplikasi Blynk juga digunakan untuk menampilkan suhu yang terbaca oleh sistem dan status ketersediaan pellet pada pemberi pakan otomatis atau *autofeeder*. Ilustrasi pemasangan sistem pada aquarium dapat dilihat pada Gambar 2.



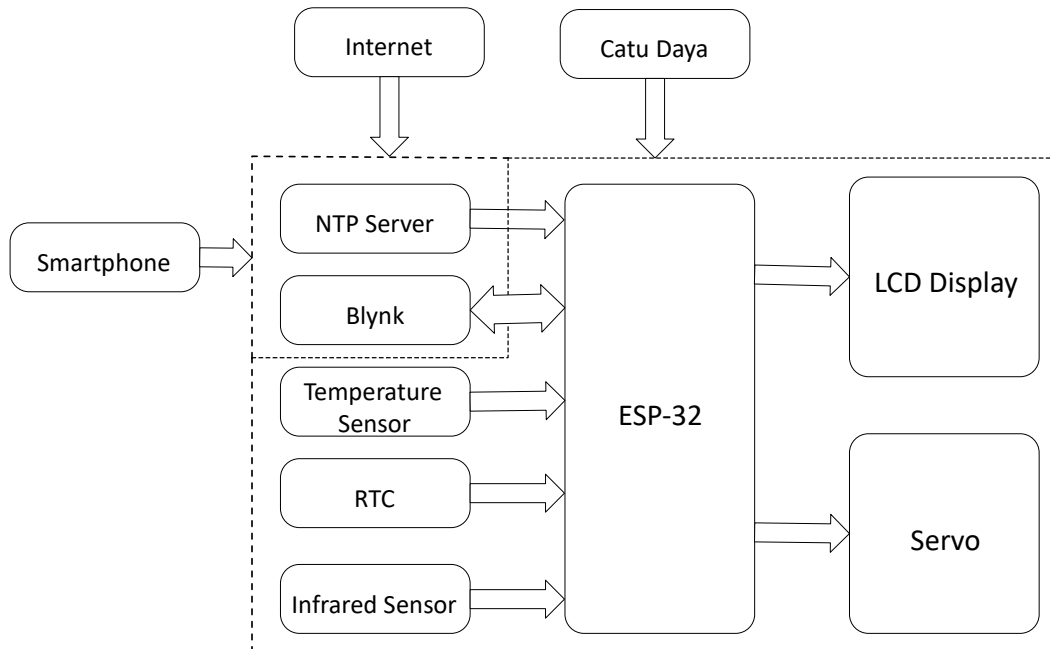
Gambar 2. Pemasangan Sistem pada Aquarium

Controller diletakkan di permukaan aquarium menghadap pengguna agar LCD display terlihat langsung serta menyediakan kemudahan akses pengguna ke *push button*. *Autofeeder* diletakkan di pojok atas aquarium sedangkan sensor suhu dicelupkan ke dalam aquarium.

Posisi keseluruhan sistem diletakkan berdekatan bertujuan untuk meminimalisir jumlah kabel penghubung yang digunakan.

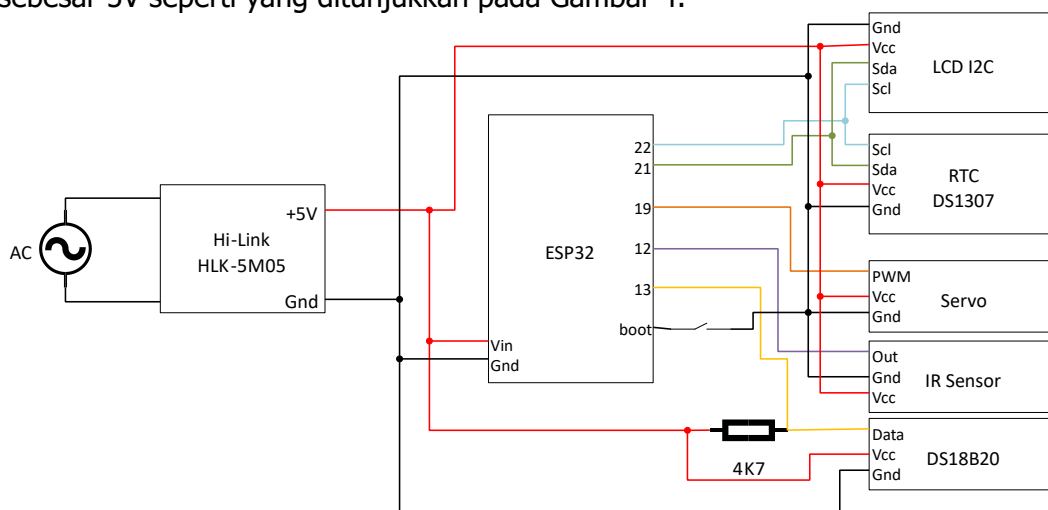
2.2. Perancangan dan Realisasi Perangkat Keras

Sistem ini terdiri atas sensor suhu, RTC, LCD display, sensor infrared, dan servo yang dikendalikan oleh *microcontroller* berbasis ESP-32 dimana komponen-komponen tersebut saling terintegrasi seperti ditunjukkan oleh blok diagram Gambar 3.



Gambar 3. Blok Diagram Sistem

Seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3 ESP-32 menerima input berupa suhu dari sensor suhu, perhitungan waktu dari RTC, serta informasi ketersediaan pakan dari sensor infrared. Untuk keperluan control, sistem dihubungkan dengan internet guna mendapatkan informasi waktu dari NTP server untuk mengkalibrasi waktu dari RTC, dan pengaturan pemberian pakan berupa waktu serta kuantitas yang diberikan melalui *smartphone* dengan menggunakan aplikasi Blynk. Setiap komponen yang diperlihatkan pada Gambar 3 dihubungkan dengan masing-masing pin yang telah ditetapkan pada *microcontroller* dan di-supply dengan catu daya sebesar 5V seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.



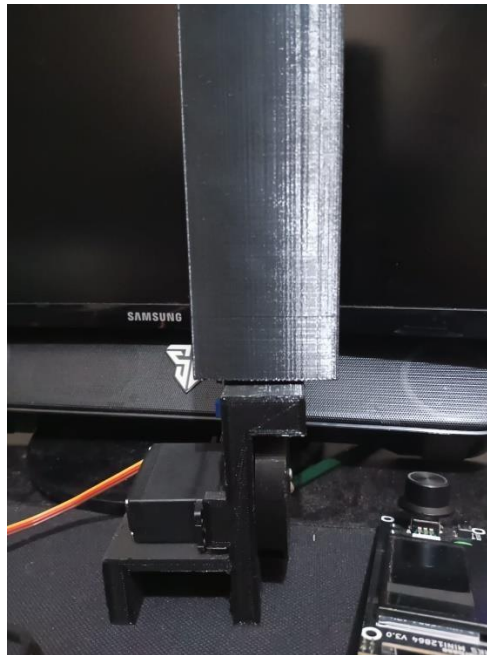
Gambar 4. Rancangan Skematik Sistem

Sensor suhu yang digunakan adalah sensor suhu DS18B20 submersible sehingga dapat kontak langsung dengan air. Pin data dari sensor DS18B20 dihubungkan dengan pin 13 dan *pullup* resistor sebesar 4,7K Ω . LCD display dan modul RTC dihubungkan dengan pin 21, dan 22 sebagai pin komunikasi I2C. Jenis modul *Real Time Clock* (RTC) yang digunakan bertipe DS1307 yang dikalibrasi dengan menggunakan *Network Time Protocol* (NTP). Selama sistem dapat terhubung dengan internet maka cukup reboot sistem dengan menekan *push button* yang terhubung pada pin *boot*, maka sistem akan melakukan *restart* dan RTC akan secara otomatis terkalibrasi. Perhitungan waktu oleh RTC akan digunakan untuk kontrol dari *autofeeder* disesuaikan dengan jadwal yang ditentukan oleh pengguna. Bentuk fisik dari sistem setelah direalisasikan, dan dikemas dalam sebuah *box* berukuran 12,5 x 8,5 x 5,3 cm diperlihatkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Realisasi Sistem

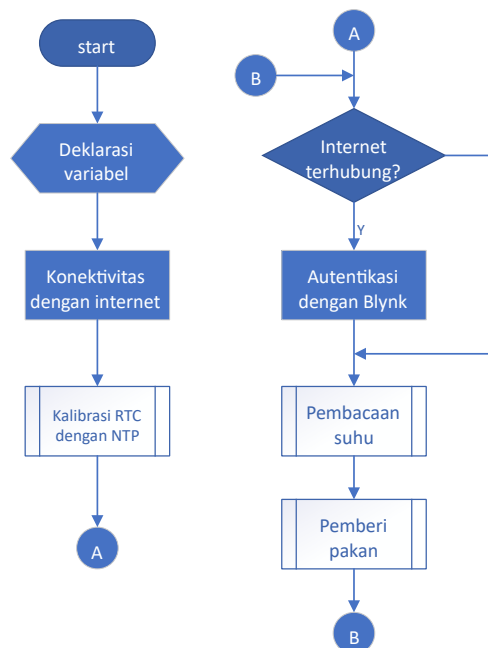
Sistem *autofeeder* yang dibuat menggunakan sebuah motor servo 360° sebagai actuator yang mengendalikan keluarnya makanan, serta mengatur kuantitas pemberian pakannya, dan juga sebuah sensor *infrared* yang dipasangkan pada bagian *body autofeeder* untuk memantau ketersediaan pakan pada sistem. Bentuk fisik dari sistem *autofeeder* yang dibuat diperlihatkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Realisasi *Autofeeder*

2.3. Perancangan dan Realisasi Perangkat Lunak

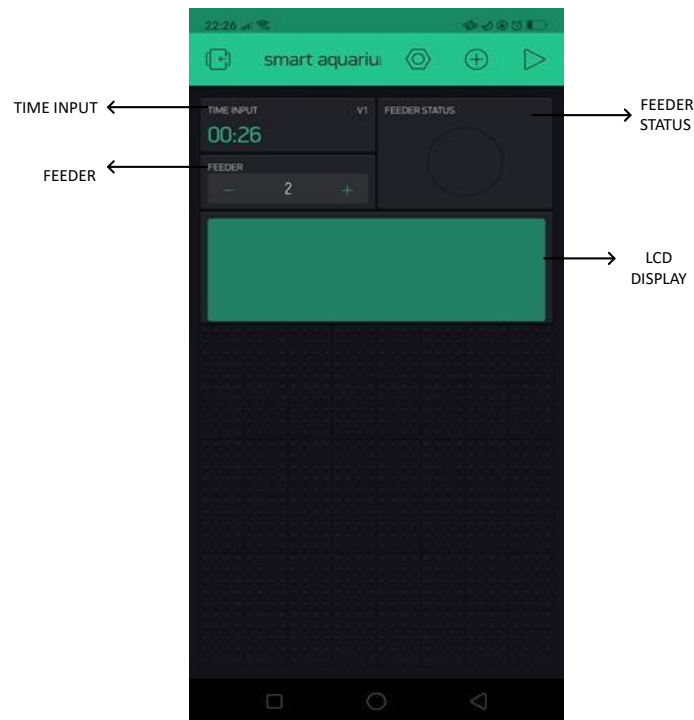
Perancangan perangkat lunak sistem dimulai dengan pembuatan *flowchart* untuk mengatur alur kerja dari sistem *smart aquarium* yang dibuat seperti ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Flowchart Sistem

Sistem dimulai dengan deklarasi variable yang dilanjutkan dengan inisiasi komunikasi I2C untuk LCD display, dan modul RTS DS1307. Konektivitas internet dilakukan untuk melakukan kalibrasi RTC dengan NTP. Proses dilanjutkan dengan pengecekan status konektivitas antara sistem dengan jaringan internet. Apabila sistem dalam keadaan terhubung maka sistem akan melakukan autentikasi token yang dimiliki oleh pengguna dengan aplikasi pada Blynk yang sudah dibuat. Bila token sesuai aplikasi Blynk dapat bekerja. Pembacaan suhu dilakukan dengan *request* data suhu dari sensor DS18B20 menggunakan komunikasi 1-wire yang akan menghasilkan suhu hasil pengukuran dalam satuan °C. Pembacaan suhu memiliki dua buah kondisi yakni *online* dan *offline*. Ketika kondisi *online* hasil pengukuran suhu akan ditampilkan

pada aplikasi Blynk dan LCD display. Sedangkan ketika kondisi *offline* hasil pengukuran hanya akan tampil pada LCD display. Proses pemberian pakan dimulai dengan input waktu beserta kuantitas pemberian pakan dari Blynk. Sebelum pemberi pakan berjalan, sistem akan melakukan pengecekan terlebih dahulu terhadap ketersediaan pakan dengan sensor infrared. Status ketersediaan pakan ditunjukkan oleh virtual LED pada aplikasi Blynk dimana virtual LED akan aktif ketika pakan tidak tersedia, dan mati jika pakan tersedia. Bila pakan tidak tersedia maka sistem *autofeeder* tidak akan berjalan, namun bila pakan tersedia maka sistem akan melakukan pengecekan waktu yang ditentukan pengguna dengan waktu yang terbaca oleh RTC dalam sistem. Bila kedua kondisi waktu tersebut sama, maka sistem akan mengaktifkan servo untuk berputar mengeluarkan pakan dari penampung ke aquarium dengan jumlah rotasi servo yang disesuaikan dengan kuantitas pemberian pakan yang ditentukan pengguna pada aplikasi Blynk. Gambar 8 menunjukkan tampilan dari aplikasi Blynk yang digunakan untuk mengontrol sistem *smart aquarium*.

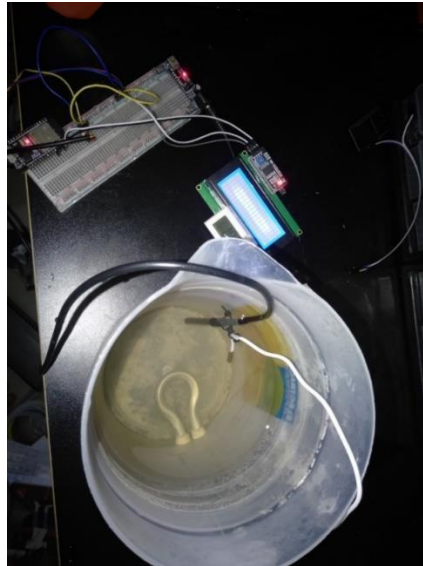


Gambar 8. Realisasi Aplikasi Blynk

Pada Gambar 8 terdapat empat buah widget yang digunakan untuk memantau dan mengendalikan sistem *smart aquarium*. Widget "TIME INPUT" berfungsi untuk memberika waktu pemberian pakan, widget "FEEDER" berfungsi untuk menentukan kuantitas pemberian pakan, widget "FEEDER STATUS" berfungsi sebagai indikator ketersediaan pakan, dan "LCD DISPLAY" berfungsi untuk menampilkan suhu yang terbaca oleh sistem.

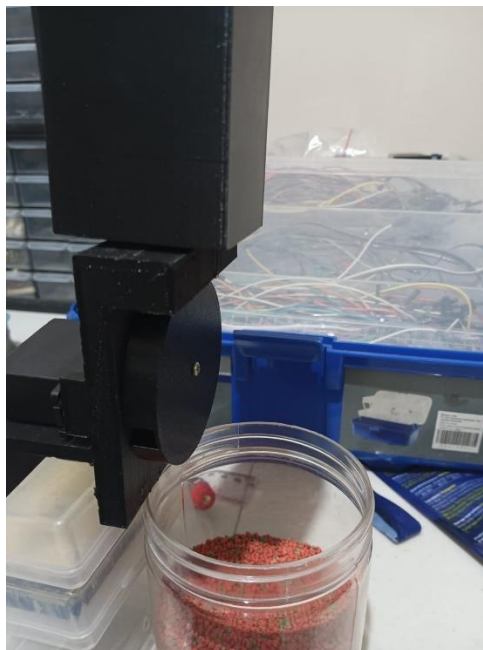
2.4. Pengujian Sistem

Dalam pengujian sistem dilakukan dua buah proses pengujian yakni pengujian terhadap sensor suhu DS18B20 dan kemampuan pemberian pakan dari *autofeeder*. Dalam pengujian terhadap pembacaan suhu dilakukan dengan mencelupkan sensor DS18B20 dengan thermometer digital berjenis TPM-10 sebagai referensinya pada media pemanas air. Pengujian dilakukan dengan menaik turunkan suhu air dengan rentang suhu mulai dari 17°C hingga 28°C dengan kenaikan 0,5°C. Proses pengujian suhu dilakukan sebanyak dua kali sebelum sensor dikalibrasi dan tiga kali setelah sensor dikalibrasi. Proses pengujian pembacaan suhu ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Pengujian Pembacaan Suhu

Setelah pengujian terhadap pembacaan suhu selesai, proses dilanjutkan dengan pengujian terhadap sistem *autofeeder* yang dibuat dengan mengisi penuh penampung pakan dengan pellet ikan hingga penuh, dan kemudian menghitung jumlah rotasi yang dilakukan oleh servo hingga kondisi ketersediaan pakan pada penampung pakan yang terbaca oleh sensor infrared kosong. Gambar 10 menunjukkan proses dari pengujian *autofeeder*.

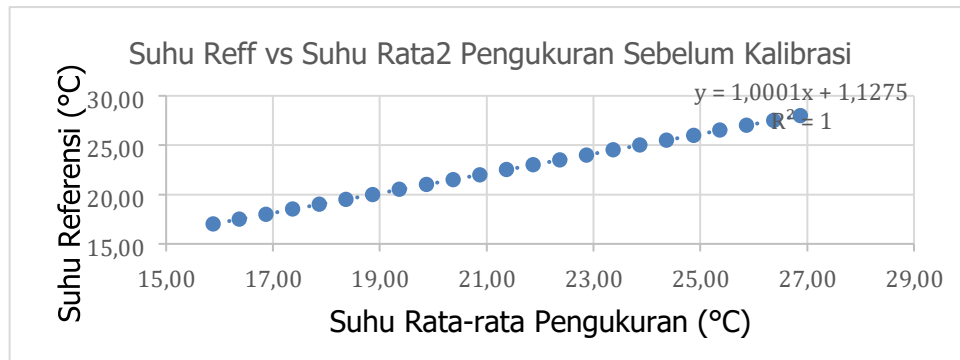


Gambar 10. Pengujian *Autofeeder*

3. HASIL DAN ANALISIS

3.1. Data Pengukuran Suhu

Dilakukan dua kali proses pengambilan data untuk pengukuran suhu dimana proses pengukuran pertama dilakukan sebelum sensor suhu DS18B20 dikalibrasi. Data hasil pengukuran sebelum sensor dikalibrasi disajikan dalam bentuk grafik yang diperlihatkan oleh Gambar 11.



Gambar 11. Grafik Pengukuran Suhu Rata-rata Sebelum Kalibrasi

Setelah persamaan matematis didapatkan maka dilakukan pengukuran kembali dengan sensor yang sudah dikalibrasi. Hasil pengukuran suhu dengan sensor setelah dikalibrasi ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Pengukuran Suhu Rata-rata Setelah Kalibrasi

Suhu Reff (°C)	Pengukuran 1 (°C)	Pengukuran 2 (°C)	Pengukuran 3 (°C)	Rata-rata (°C)
17,0	17,0	16,9	17,0	17,0
17,5	17,5	17,5	17,5	17,5
18,0	17,9	18,0	17,9	18,0
18,5	18,5	18,4	18,4	18,5
19,0	19,0	19,0	19,0	19,0
19,5	19,5	19,5	19,5	19,5
20,0	20,0	20,1	20,0	20,0
20,5	20,5	20,5	20,5	20,5
21,0	21,0	21,0	20,9	21,0
21,5	21,5	21,4	21,4	21,5
22,0	22,0	21,9	22,0	22,0
22,5	22,5	22,5	22,5	22,5
23,0	23,0	23,0	23,0	23,0
23,5	23,5	23,5	23,5	23,5
24,0	24,0	24,0	24,0	24,0
24,5	24,5	24,4	24,5	24,5
25,0	25,0	24,9	25,0	25,0
25,5	25,5	25,5	25,5	25,5
26,0	26,0	26,0	26,0	26,0
26,5	26,5	26,4	26,5	26,5
27,0	27,0	27,0	27,0	27,0
27,5	27,5	27,5	27,5	27,5
28,0	28,0	28,0	28,0	28,0

Dengan menggunakan data pengukuran setelah kalibrasi yang ditunjukkan pada Tabel 1 selanjutnya dilakukan proses perhitungan standar deviasi dengan menggunakan persamaan (1).

$$S = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}} \quad (1)$$

Setelah nilai standar deviasi didapatkan dilanjutkan dengan mencari ketidakpastian dari percobaan dengan menggunakan persamaan (2).

$$\Delta x = t_{n-1} \times s \quad (2)$$

Dengan *confidence level* = 95% dan derajat kebebasan = 2 didapatkan faktor pengali = 4,271 berdasarkan Tabel 2 yang menunjukkan tabel *confidence level*.

Tabel 2. Tabel Confidence Level

	Confidence Level					
	90%	95%	98%	99%	99.8%	99.9%
	Level of Significance					
2 Tailed	0.10	0.05	0.02	0.01	0.002	0.001
1 Tailed	0.05	0.025	0.01	0.005	0.001	0.0005
df						
1	6.320	12.69	31.81	63.67	—	—
2	2.912	4.271	6.816	9.520	19.65	26.30
3	2.352	3.179	4.525	5.797	9.937	12.39
4	2.132	2.776	3.744	4.596	7.115	8.499
5	2.015	2.570	3.365	4.030	5.876	6.835
6	1.943	2.447	3.143	3.707	5.201	5.946
7	1.895	2.365	2.999	3.500	4.783	5.403
8	1.860	2.306	2.897	3.356	4.500	5.039
9	1.833	2.262	2.822	3.250	4.297	4.780
10	1.813	2.228	2.764	3.170	4.144	4.586
11	1.796	2.201	2.719	3.106	4.025	4.437

(Sumber: Anwari, 2020)

Setelah mendapatkan nilai ketidakpastian dilanjutkan dengan mencari nilai presisi dan akurasi dari alat yang telah dikalibrasi. Nilai presisi dari alat yang telah dikalibrasi dapat dicari dengan menggunakan persamaan (3).

$$\Delta_{\text{presisi alat}} = \sqrt{\Delta x_2 + \Delta x_{\text{reff}}^2} \quad (3)$$

Sedangkan untuk mendapatkan nilai akurasi alat dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (4).

$$\Delta_{\text{akurasi alat}} = \Delta_{\text{presisi alat}} + |x_{\text{reff}} - \bar{x}| \quad (4)$$

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan nilai rata-rata akurasi sebesar $\pm 1,001741^\circ\text{C}$, dan presisi sebesar $\pm 1,014350^\circ\text{C}$. Dikarenakan skala terkecil yang digunakan saat pengukuran memiliki satu angka di belakang koma, maka nilai rata-rata yang didapatkan dibulatkan, sehingga nilai rata-rata akurasi sebesar $\pm 1^\circ\text{C}$, dan presisi sebesar $\pm 1^\circ\text{C}$.

3.2. Data Pengujian *Autofeeder*

Dalam pengujian untuk mengetahui kemampuan dari sistem *autofeeder* dilakukan dengan pengeluaran pakan secara terus menerus hingga sensor infrared tidak mendeteksi adanya

pakan yang tersedia pada penampung pakan. Data hasil pengujian sistem *autofeeder* diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Pemberian Pakan

No.	Rotasi	Kuantitas Pakan Keluar Per Rotasi (ml)
1	157	2,1
2	166	2,0
3	164	2,0
4	158	2,1
5	160	2,1
6	159	2,1
7	164	2,0
8	164	2,0
9	167	2,0
10	163	2,1
Rata-rata	162	2,1

Berdasarkan data yang didapat dari sepuluh kali pengujian, sistem *autofeeder* rata-rata mampu melakukan pengeluaran pakan dengan melakukan rotasi sebanyak ± 162 kali hingga pakan tidak tersedia. Kuantitas pakan yang keluar persatu kali rotasi dihitung dengan membagi kapasitas maksimum penampung pakan sebesar ± 336 ml dengan jumlah rotasi yang dihasilkan dari pengujian sehingga didapatkan rata-rata pakan yang keluar dalam satu kali rotasi adalah sekitar $\pm 2,1$ ml. Bila diasumsikan dalam satu hari dilakukan pemberian pakan sebanyak satu kali dengan jumlah rotasi sebanyak satu kali maka dapat disimpulkan *autofeeder* mampu memberikan pakan selama 162 hari dengan kondisi penampung pakan terisi penuh.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian yang dilakukan terhadap sistem *smart aquarium* yang dirancang oleh penulis dapat disimpulkan bahwa sistem pembaca suhu yang dibuat dengan sensor DS18B20 pada sistem *smart aquarium* memiliki rata-rata akurasi sebesar $\pm 1^\circ\text{C}$, dan rata-rata presisi sebesar $\pm 1^\circ\text{C}$. Pada pengujian kemampuan dari *autofeeder* dengan kapasitas maksimum ± 336 ml dapat disimpulkan bahwa sistem mampu melakukan ± 162 kali rotasi pemberian pakan dengan rata-rata pakan yang keluar per satu kali rotasi sebanyak $\pm 2,1$ ml selama 162 hari dengan asumsi pemberian pakan satu kali sehari dengan satu kali rotasi per pemberian pakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwari, S. (2020). Contoh Perhitungan Akurasi dan Presisi. (L. L. Khary, Pewawancara).
- Cracknell, D., White, M. P., Pahl, S., Nichols, W. J., & Depledge, M. H. (2016). Marine biota and psychological well-being: a preliminary examination of dose–response effects in an aquarium setting. *Environment and behavior*, 48(10), 1242-1269.
- Dzikowski, R., Hulata, G., Karplus, I., dan Harpaz, S. (2001). Effect of Temperature and Dietary L-carnitine Supplementation on Reproductive Performance of Female Guppy (*Poecilia reticulata*). *Aquaculture*. Volume 199, Issues 3-4, 323-332.

- Kelabora, D. M. (2010). Pengaruh suhu terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan larva ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Berkala Perikanan Terubuk*, 38(1).
- Kristomy. (2020). 3 Metode Pemberian Pakan Ikan yang Dikenal dalam Budidaya Perikanan. Dipetik pada tanggal 15 Maret 2021 jam 13:00 dari <https://belajarmembudidayakan.blogspot.com/2020/10/3-metodepemberianpakan-ikan.html>
- Livengood, E. J., & Chapman, F. A. (2007). The Ornamental Fish Trade: An Introduction with Perspectives for Responsible Aquarium Fish Ownership: FA124/FA124, 5/2007. *Edis*, 2007(16).
- Talbot, C. (1985). Laboratory Methods in Fish Feeding and Nutritional Studies. *Fish Energetics*, 125-154.