

Sistem Kendali Otomatis pada Budidaya Ikan Guppy Berbasis IoT

Irmalia Suryani Faradisa¹⁾, Basuki Rachemat Wahyudi²⁾, M. Ibrahim Ashari³⁾

^{1),2),3)} Teknik Elektro, Institut Teknologi Nasional Malang
Jl. Raya Karanglo KM 2 Malang
Email : mesotrebillionrose@gmail.com

Abstrak. *Guppy (Poecilia reticulata)* merupakan salah satu spesies ikan yang memiliki fisik kecil dan warnanya yang cantik. Budidaya ikan guppy merupakan salah satu alternatif usaha dalam bidang perikanan terutama dalam sektor ikan hias. Meski ikan guppy mudah untuk dibudidayakan, terkadang kesibukan membuat lupa bahkan tidak sempat untuk memperhatikan pemeliharaannya, baik pemberian pakan maupun menjaga kualitas air. Dari permasalahan tersebut penulis merancang alat monitoring dan kendali kadar air berdasarkan parameter: suhu, pH, dan TDS (Total Dissolved Solid), serta kontrol pakan yang terjadwal pada budidaya ikan guppy dengan media akuarium. Untuk memberikan informasi terkait kondisi air sistem dapat ditampilkan pada lcd led SSD1306 serta dapat diakses dimana saja melalui jaringan internet menggunakan aplikasi Blynk. Sehingga dari penelitian tersebut didapatkan hasil pengujian nilai error sensor keseluruhan yang dibandingkan dengan alat ukur sebesar < 5%, mikrokontroler ESP32 dapat melakukan perintah pengaturan suhu air diantara 28 - 30 °C, mempertahankan nilai pH air < 7,5 dan TDS < 900ppm, serta pemberian pakan terjadwal sebanyak tiga kali sehari dan sistem yang kendalikan mikrokontroler ESP32 dapat terkoneksi pada satu proyek Blynk dengan kode token yang sama.

Katakunci: *Guppy, Akuarium, ESP32, Blynk.*

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Ikan guppy (*Poecilia reticulata*) merupakan salah satu spesies ikan hias air tawar paling populer di dunia, ikan ini memiliki fisik tubuh kecil dan warnanya yang cantik [1]. Budidaya ikan guppy merupakan salah satu alternatif usaha dalam bidang perikanan, terutama dalam sektor ikan hias. Meski ikan guppy mudah untuk dibudidayakan, terkadang kesibukan membuat lupa bahkan tidak sempat untuk memperhatikan pemeliharaannya, baik pemberian pakan maupun menjaga kualitas air. Perlakuan memberi pakan berpengaruh pada laju pertumbuhan ikan guppy [2]. Sedangkan menjaga kualitas air dengan baik akan menghasilkan ikan guppy dengan kualitas yang baik pula, juga tidak membahayakan kelangsungan hidup ikan [3]. Kondisi air yang digunakan untuk ikan guppy nantinya berdasarkan pada penelitian sebelumnya, sebagai berikut: Periyadi mengatakan nilai pH yang tidak berbahaya untuk ikan guppy pada rentang 6,5 – 7,5 [3], sedangkan Tarang Kumar Shah dalam penelitiannya suhu efektif untuk perkembangan ikan guppy antara 28-30°C [4] dan Krishnakumar mengatakan kadar kesadahan air yang menunjukkan pertumbuhan isometrik pada ikan guppy pada tingkat 540 dan 900 ppm [5]. Berdasarkan penelitian Periyadi dengan judul “IoT-based guppy fish farming monitoring and controlling system” membahas sistem monitor dan kontrol kadar air dari jauh dengan parameter yang diukur adalah tingkat keasaman air dan pH air, dimana komponen alat terdiri dari modul otomatis dan modul pemantau, modul otomatis menggunakan mikrokontroler Arduino sebagai pengolah data pembacaan sensor salinitas (tingkat keasaman air) dan sensor pH, juga mengendalikan motor servo sebagai aktuator pemberi cairan penurun/penaik pH serta buzzer sebagai indikator, sedangkan modul pemantau menggunakan Raspberry Pi yang berfungsi sebagai penerima data sensor dari Arduino dan meneruskan data tersebut ke *cloud storage* yang dapat diakses melalui website dengan jaringan internet [3]. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Bima Setya dengan judul “Monitoring Kualitas Air Akuarium Berbasis Internet Of Things” membahas monitor kondisi air dengan parameter: TDS (total zat padat yang terlarut dalam air) indikasi kekeruhan, pH, dan suhu air, komponen alat yang digunakan terdiri dari sensor suhu DS18B20, sensor kekeruhan air TDS, dan sensor pH 4502C, untuk mengolah semua sensor tersebut menggunakan mikrokontroler ESP8266 serta mengendalikan kipas dan heater untuk mengkondisikan suhu air, dan juga pompa air untuk melakukan penyaringan, ESP8266 juga meneruskan data pembacaan sensor ke website

thingspeak menggunakan jaringan internet [6]. Dikarenakan pada penelitian sebelumnya tidak ada sistem pemberi pakan ikan dan hanya memonitor satu tempat. Penulis berencana melakukan pengembangan dengan cara memadukan sistem pemberian pakan terjadwal, dan sistem pengkondisi suhu, pH, serta TDS air untuk ikan Guppy. Tempat yang dimonitor direncanakan ada tiga, setiap tempat terdapat sistem yang dikendalikan oleh mikrokontroller ESP32 yang support wifi, kemudian data pembacaan kondisi air ditampilkan pada aplikasi Blynk menggunakan jaringan internet.

1.2. Rumusan Masalah

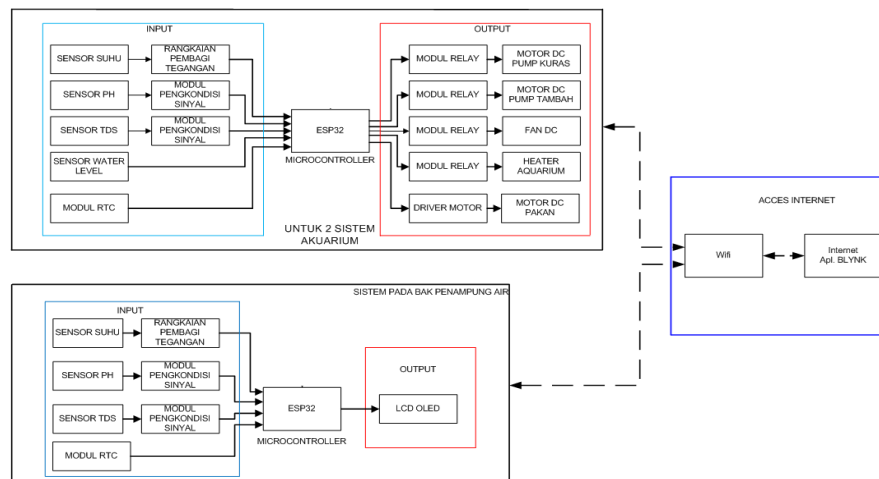
Berdasarkan paparan latar belakang, terdapat permasalahan yang akan dituangkan dalam penelitian ini. Yang meliputi bagaimana cara pendeteksian kadar pH, suhu, dan kekeruhan air. Serta bagaimana merancang alat pemberian pakan, pengontrol kadar air, yang terhubung dengan mikrokontroller ESP32 ke aplikasi Blynk.

1.3. Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini ialah merancang sistem monitoring pendeteksi suhu, kadar pH, dan tingkat kekeruhan air. Serta kontrol pemberian pakan dan kadar air menggunakan mikrokontroller ESP32 yang ditampilkan ke aplikasi Blynk. Setelah tujuan penelitian tercapai diharapkan memperoleh manfaat yang dapat memudahkan para pembudidaya ikan guppy dalam hal pemeliharaan, meliputi pengontrolan kadar air dan pemberian pakan. Sehingga mengurangi tingkat kematian pada ikan guppy yang dibudidayakan.

1.4. Metodologi Penelitian

1.4.1. Diagram Blok



Gambar 1. Diagram Blok Sistem Keseluruhan ^[1]

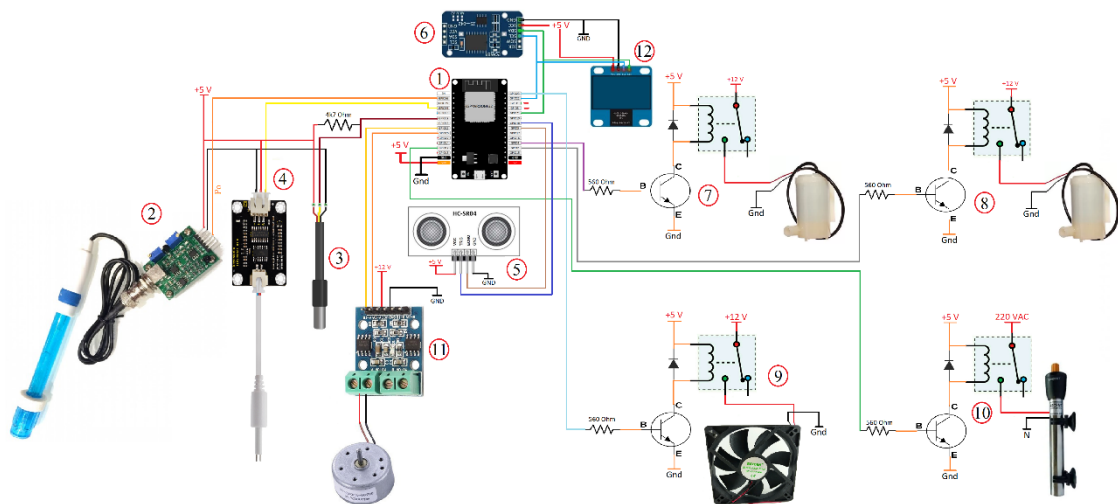
Menjabarkan dari gambar 1, dimana sistem dibagi dari tiga bagian yaitu sistem akurium untuk ikan guppy, sistem bak air dan akses internet.

Sistem akuarium terdiri dari komponen Input, Kendali, dan Output. Yang terdiri dari Sensor suhu DS18B20 berfungsi untuk mendeteksi suhu pada air akuarium, dimana pada penelitian Ummi Syafiqoh sensor ini digunakan untuk deteksi suhu air pada lahan pertanian [7]. Sensor pH4502C berfungsi untuk mendeteksi kadar basah air aquarium, Menggunakan sensor ini dikarenakan pada penelitian Ummi Syafiqoh menggunakan sensor pH Meter Analog Kit untuk deteksi kadar pH air pada lahan pertanian [7]. Sensor TDS berfungsi untuk mendeteksi jumlah zat padat yang terlarut pada air akuarium. Sensor HC-SR04 berfungsi untuk mendeteksi ketinggian air dengan akurasi pembacaan jarak 2cm – 400cm, pada penelitian sebelumnya sensor ini juga digunakan untuk mengukur ketinggian air pada sistem sirkulasi air [8] . Modul RTC DS1307 berfungsi sebagai acuan waktu nyata untuk pemberian pakan,

yang pada penelitian sebelumnya juga digunakan untuk pewaktu pada sistem pemberian pakan ikan [9]. ESP32 berfungsi sebagai kontroller yang mengolah inputan sensor, mengendalikan aktuator dan mengirimkan data ke aplikasi Blynk, yang mana pada penelitian sebelumnya ESP32 digunakan untuk *smart warning sysem* pada almari es [10]. Driver Relay berfungsi sebagai saklar motor pump, fan, dan *heater* akuarium, motor pump DC berfungsi sebagai pengisi dan penguras air aquarium, fan DC berfungsi untuk membuang suhu panas pada aquarium, *heater* Aquarium berfungsi untuk menaikkan suhu ketika suhu air di bawah nilai yang di set, Driver motor L9110S berfungsi sebagai driver pengendali motor DC, motor DC berfungsi sebagai aktuator pemberi pakan. Kemudian pada sistem bak air terdiri dari komponen Input, Kendali, dan Output. Yang terdiri dari Sensor suhu DS18B20 berfungsi untuk mendeteksi suhu pada air aquarium, Sensor pH berfungsi untuk mendeteksi kadar basah air aquarium, Sensor TDS berfungsi untuk mendeteksi jumlah zat padat yang terlarut pada air aquarium, ESP32 berfungsi sebagai kontroller yang mengolah inputan sensor dan mengirim pembacaan sensor ke aplikasi Blynk, LCD OLED SSD1306 berfungsi untuk menampilkan nilai pembacaan sensor sistem aquarium dan bak penampung air. Sedangkan pada akses internet terdiri dari Wifi atau akses poin untuk menghubungkan sistem ke jaringan internet dan aplikasi Blynk yang terinstall pada *smartphone* untuk memonitor dari jarak jauh.

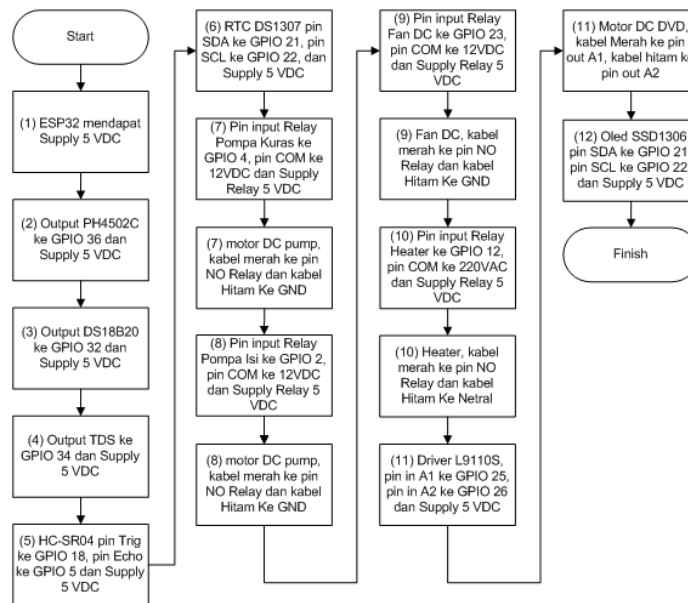
1.4.2. Perancangan Perangkat Keras

Berikut rangkaian wiring komponen elektrik pada sistem aquarium.



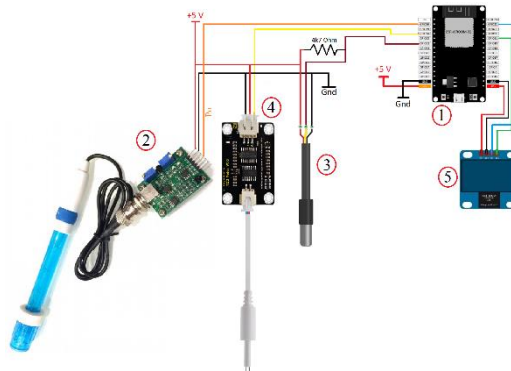
Gambar 2. Skematik Sistem Aquarium [2]

Perakitan skematik sistem aquarium pada gambar 2, dijelaskan urutan hubungan antar komponen pada flowchart gambar 3:



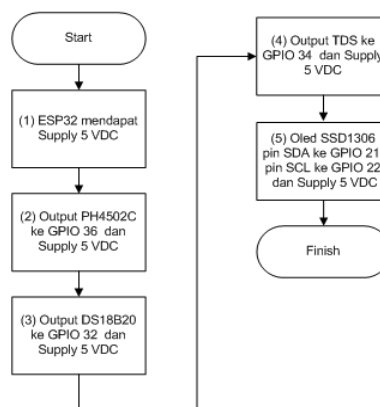
Gambar 3. Flowchart Perakitan Sistem Akuarium [3]

Berikut rangkaian wiring komponen elektrik pada sistem akuarium.



Gambar 4. Skematik Sistem Bak Air [4]

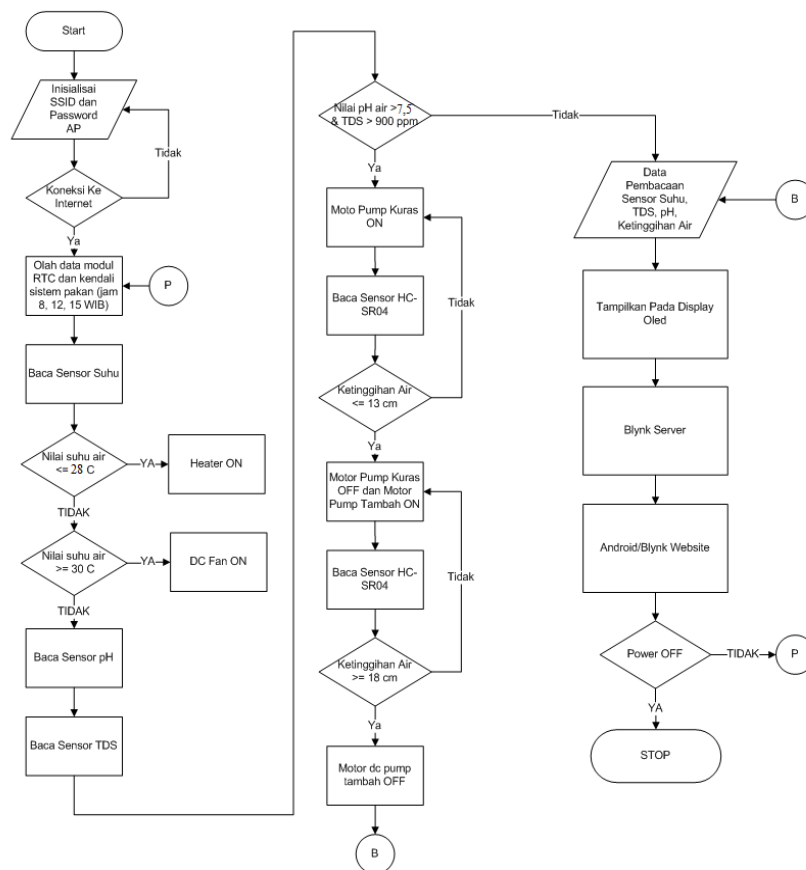
Perakitan skematik sistem bak air pada gambar 4, dijelaskan urutan hubungan antar komponen pada flowchart gambar 5:



Gambar 5. Flowchart Perakitan Sistem Bak Air [5]

1.4.3. Perancangan Perangkat Lunak

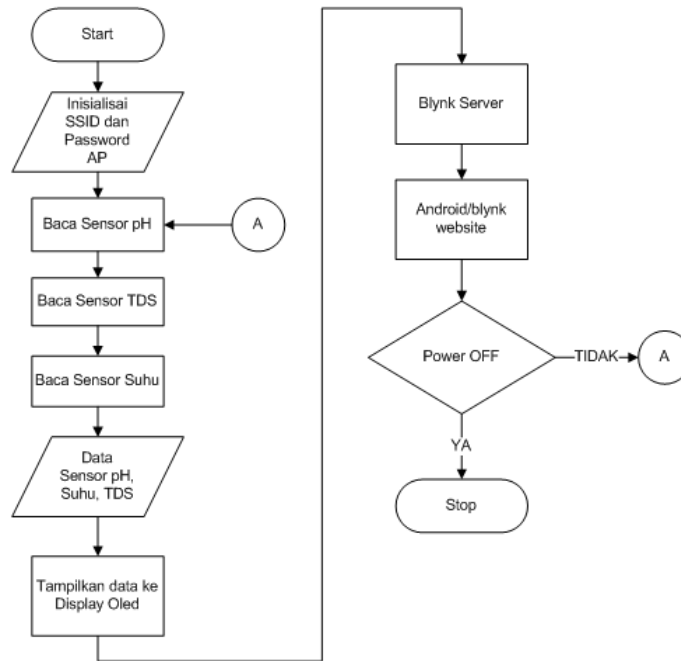
Pada perancangan perangkat lunak, dibuat program sebagai algoritma kerja tiga sistem (dua sistem akuarium dan sistem bak air). Apabila dijabarkan secara keseluruhan, sistem bermula dari start power supply di aktifkan, dan ketiga sistem menginisialisasi input/output serta koneksi internet, apabila sistem tersebut tidak terkoneksi dengan jaringan internet maka dilakukan *restart*, sistem akan mengulang dari inialisasi, dan apabila sistem terkoneksi dengan jaringan internet maka sistem aquarium dan bak air menjalankan tugasnya masing-masing, kemudian meneruskan hasil pembacaan sensor yang diakses melalui aplikasi Blynk pada smartphone, sistem akan terus melakukan perulangan selama power supply on. Berikut penjabaran flowchart kerja sistem akuarium.



Gambar 6. Flowhart Kerja Sistem Akuarium^[6]

Gambar 6 menunjukkan algoritma kerja dari dua sistem akuarium. Dimulai dari start yang berarti power on, kemudian inisialisasi SSID dan Pasword Acces Point, juga pin input/output pada mikrokontroller, dilanjut dengan pembacaan waktu modul RTC oleh Microcontroller serta penjadwalan pemberian pakan, berikutnya dilakukan pembacaan sensor suhu, Ketika suhu air dibawah 28 °C maka mikrokontroller diperintahkan untuk mengaktifkan Heater dan apabila suhu air diatas 30 °C maka mengaktifkan fan DC. Dilanjut pembacaan sensor pH dan sensor TDS, ketika nilai pH diatas 7,5 atau nilai TDS diatas 900 ppm maka mikrokontroller diperintahkan untuk menyalakan motor pump kuras, dan dailakukan pembacaan sensor HC-SR04 yang digunakan sebagai pembaca ketinggian air, ketika kedalaman air mencapai 13 cm maka mikrokontroller diperintahkan untuk menonaktifkan motor pump kuras dan menyalakan motor pum tambah air, apabila ketinggian mencapai 18 cm maka mikrokontroller diperintahkan untuk menonaktifkan motor DC pum tambah. Data pembacaan sensor

(Suhu, pH, TDS, dan Waterl Level) kemudian ditampilkan pada pada display Oled dan dikirimkan menggunakan jaringan Internet ke aplikasi *smartphone* Blynk. Sistem berhenti ketika supply dinonaktifkan. Berikut penjabaran flowchart kerja sistem bak air



Gambar 7. Flowchart Kerja Sistem Bak Air ^[7]

Gambar 7 menunjukkan algoritma kerja dari sistem monitoring bak penampun air. Dimulai dari start alat dihubungkan dengan power supply, kemudian inisialisasi SSID dan Pasword Acces Point pada mikrokontroller, kemudian dilakukan pembacaan sensor pH, pembacaan sensor TDS, dan pembacaan sensor Suhu, data sensor tersebut kemudian ditampilakn pada display Oled sebelum dikirim ke Blynk. Data pembacaan sensor dikirim oleh ESP32 ke blynk server dan diakses user melalui aplikasi blynk. Sistem akan berhenti apabila supply dinonaktifkan.

2. Pembahasan

2.1. Pengujian Sensor

Membahas pengujian sensor pH, sensor DS18B20, sensor TDS, dan sensor HC-SR04 dimana nilai dari sensor tesebut dibandingkan dengan nilai alat ukur, berikut disajikan dalam tabel:

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor

No	Data Pengujian pH Air			%Error rata-rata
	pH Meter (pH)	Sensor pH4502C (pH)	% Error Selisih	
1	6,9	6,86	0,579	0,865
2	6,9	6,93	0,434	
3	4,4	4,36	0,9	
4	9,5	9,43	1,684	
5	9,6	9,53	0,729	
No	Data Pengujian Suhu Air			%Error rata-rata
	Temperature Meter (°C)	Sensor DS18B20 (°C)	% Error Selisih	

1	28,4	28,25	0,528	1,518
2	28,1	28,50	1,423	
3	24,2	24,75	2,27	
4	22,4	22,94	2,41	
5	22,9	23,12	0,96	
No	Data Pengujian TDS Air			%Error rata-rata
	TDS Meter (ppm)	Sensor TDS (ppm)	% Error Selisih	
1	177	174	1,694	1,24
2	179	183	2,234	
3	234	234	0,854	
4	210	209	0,476	
5	212	214	0,943	
No	Pengujian Ketinggihan Air			%Error rata-rata
	Mistar (cm)	Sensor HC-SR04 (cm)	% Error Selisih	
1	0	0	0	1,248
2	11	10,87	1,18	
3	11	10,87	1,18	
4	17	16,66	2	
5	17	16,68	1,882	

Menjabarkan pengujian tabel 1, pada pengujian sensor, untuk mendapatkan nilai persen error selisih menggunakan rumus berikut:

$$\%Error = \frac{\text{pemb. alatukur} - \text{pemb. sensor}}{\text{pemb. alatukur}} \times 100\% \quad \%Error = \frac{\text{pemb. alatukur} - \text{pemb. sensor}}{\text{pemb. alatukur}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

Setelah didapatkan persen error selisih, kemudian mencari nilai persen error rata-rata yang dirumuskan sebagai berikut:

$$\%Error \text{ rata - rata} = \frac{\sum \%Error}{\sum \text{data nilai } \%error} \quad \%Error \text{ rata - rata} = \frac{\sum \%Error}{\sum \text{data nilai } \%error} \quad \dots\dots\dots (2)$$

Dari rumus tersebut diperoleh perbandingan antara hasil pembacaan pH meter dengan sensor pH4502C didapatkan nilai persen error rata-rata sebesar 0.865%, kemudian perbandingan antara hasil pembacaan temperature meter dengan sensor DS18B20 didapatkan nilai persen error rata-rata sebesar 1,518%, sedangkan perbandingan antara hasil pembacaan TDS meter dengan sensor TDS didapatkan nilai persen error rata-rata sebesar 1.24%, dan perbandingan antara hasil pembacaan mistar dengan sensor HC-SR04 didapatkan nilai persen error rata-rata sebesar 1.248%. Dari hasil rata-rata setiap nilai error sensor didapat kurang dari 5%. Sehingga disimpulkan bahwa semua sensor dalam keadaan baik.

2.2. Pengujian Sistem Kendali Kadar Air

1. Pergantian air ketika keruh

Tabel 2. Logika Pengujian Sistem Pergantian Air

No	Kondisi pH >= 7,5	Kondisi TDS >= 900 ppm	Sistem Pergantian Air
1	0	0	0
2	0	1	1
3	1	0	1
4	1	1	1

Membahas tabel 2, nilai 1 berarti kondisi logika terpenuhi dan menjalankan sistem ganti air. Sedangkan nilai 0 berarti kondisi logika tidak terpenuhi dan sistem ganti air tidak bekerja. Sistem kendali ganti air aktif apabila kondisi salah satunya terpenuhi $\text{pH} \geq 7,5$ dan $\text{TDS} \geq 900$ ppm.

Kemudian sistem membaca ketinggian air menggunakan sensor HC-SR04 sebagai parameter bekerjanya kendali motor pump DC. Ketika sistem melakukan pengurusan air akuarium, sensor HC-SR04 membaca apakah ketinggian air ≤ 13 cm, apabila benar maka motor pump kuras berhenti dan menyalakan motor pump isi sampai sensor HC-SR04 membaca ketinggian air ≥ 18 cm dan menghentikan motor pump isi.

Tabel 3. Logika Pengujian Kendali Pengisian Air Akuarium

No	Ketinggian air (cm)	Relay Motor Pump Isi
1	13	1
2	14	1
3	15	1
4	17	1
5	18	0

Tabel 3 menunjukkan kondisi 0 yang berarti motor pump DC untuk mengisi air tidak bekerja apabila ketinggian air terbaca 18cm. Sedangkan kondisi 1 yang berarti motor pump DC bekerja selama sensor HC-SR04 membaca dibawah nilai 18cm.

2. Pengkondisi suhu air

Tabel 4. Logika Pengujian Kendali Suhu Air

No	Sensor Suhu DS18B20 ($^{\circ}\text{C}$)	Relay Fan 12 DC	Relay Heater
1	23,12	0	1
2	24,75	0	1
3	28,5	0	0
4	32,5	1	0

Sistem dapat membaca kondisi suhu air dengan sensor DS18B20, apabila sensor membaca suhu air $\leq 28^{\circ}\text{C}$ maka mikrokontroller akan mengaktifkan relay heater aquarium. Dan apabila sensor membaca suhu $\geq 30^{\circ}\text{C}$ maka mikrokontroller akan mengaktifkan relay supply fan DC. Ketika sensor membaca suhu air diantara $28^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$, relay heater aquarium dan fan DC dalam kondisi OFF.

2.3. Pengujian Sistem Kendali Pemberi Pakan Otomatis

Tabel 5. Logika Pengujian Kendali Pemberian Pakan Ikan

No	Waktu Modul RTC (Real Time Clock)	Motor Pakan	
		Akuarium 1	Akuarium 2
1	08.00	1	1
2	08.01-11.59	0	0
3	12.00	1	1
4	12.01-14.59	0	0
5	15.00	1	1
6	15.01-07.59	0	0

Pada tabel 5, logika 1 berarti sistem bekerja untuk memberikan pakan, sedangkan logika 0 sistem tidak melakukan. Pemberian pakan ikan secara otomatis akan bekerja apabila waktu modul RTCDS1307 terbaca jam 8, 12, dan 15 oleh mikrokontroller. Apabila salah satu kondisi waktu terpenuhi maka mikrokontroller akan mengendalikan driver motor L9110 untuk mengerjakan motor DC berputar ke kiri selama 600 ms (menjatuhkan pakan dengan slider) dan motor DC berputar ke arah kanan selama 400 ms (kembali ke posisi semula pengisian pakan pada slider).

2.4. Pengujian Monitoring Blynk



Gambar 8. Tampilan Pengujian Aplikasi Blynk^[8]

Monitoring aplikasi Blynk menunjukkan tampilan seperti gambar 8, ketiga alat terkoneksi menjadi satu dengan menggunakan token Blynk yang sama. Dimana ditunjukkan parameter kadar pH air, TDS air, dan suhu air untuk sistem akuarium dan bak air. Sistem akan mengupdate nilai pembacaan sensor pH4502C, sensor TDS, dan sensor Suhu DS18B20 selama 1 detik sekali dikarenakan setting pada aplikasi Blynk. Terdapat fitur 2 tombol sistem pakan pada akuarium 1 dan 2, ketika tombol pakan ditekan, maka memberikan perintah kepada sistem akuarium.

3. Simpulan

Berdasarkan dari semua pengujian yang telah dilakukan. Terdapat beberapa hal yang dapat diambil atau disimpulkan dari merancang alat kendali otomatis budidaya ikan guppy berbasis IoT. Berikut merupakan hasil kesimpulan yang didapat dari setiap pengujian:

1. Pada pengujian pembacaan sensor pH4502C didapatkan rata-rata error sebesar 0,865%, kemudian untuk sensor DS18B20 didapatkan rata-rata error sebesar 1,563%, sedangkan untuk sensor TDS didapatkan rata-rata error sebesar 1,24%, dan sensor HC-SR04 didapatkan rata-rata error sebesar 1,248%. Dari hasil rata-rata setiap sensor dimana nilai error < 5%. Dapat diambil kesimpulan bahwa alat sudah bisa melakukan pendeteksian kadar pH, suhu, kekeruhan air, serta ketinggian air.
2. Pada pengujian pemberian pakan, pemberian pakan dilakukan pada jam 08.00, 12.00, dan 15.00 yang mengacu pada waktu modul RTC DS1307, yang berarti alat sudah bisa melakukan perintah pemberian pakan secara otomatis tiga kali sehari.
3. Pada pengujian kendali kadar air, mikrokontroller ESP32 mengendalikan motor DC pump untuk pergantian air akuarium, dilakukan ketika sensor pH4502C membaca nilai pH > 7.5 atau sensor TDS membaca nilai TDS > 900 ppm. Mikrokontroller ESP32 mengendalikan heater untuk menaikkan suhu air akuarium ketika sensor DS18B20 membaca suhu air < 28 °C, heater akan berhenti bekerja ketika sensor DS18B20 membaca suhu air > 28 °C, apabila sensor DS18B20 membaca suhu air > 30 °C, maka mikrokontroller ESP32 mengendalikan fan DC untuk membuang suhu panas air akuarium, fan DC akan berhenti bekerja ketika sensor DS18B20 membaca suhu air < 30 °C. Dari hasil tersebut alat sudah bisa melakukan pengontrol kadar air, sehingga

mempertahankan pada kondisi kadar pH < 7.5 atau TDS < 900 ppm, serta suhu air diantara 28 – 30 °C.

4. Pada pengujian monitoring Blynk, nilai pembacaan sensor dari sistem akuarium dan bak air ditampilkan pada satu layar monitor atau dapat dikatakan satu proyek Blynk. Dari hasil tersebut tiga mikrokontroller ESP32 sudah bisa dihubungkan pada satu proyek Blynk dengan cara memasukkan kode token Blynk yang sama pada program.

Ucapan Terima Kasih

Puji Syukur kepada Allah SWT yang telah memberi rahmat dan hidayah, terima kasih kepada orang yang telah membiayai proyek ini, dan dosen pembimbing yang mengarahkan dalam pengerjaan proyek, serta google yang menjadi tutor pendukung terciptanya proyek.

Daftar Pustaka

- [1] Y. K. Panjaitan, S. Sucahyo, and F. S. Rondonuwu, "Guppy fish (*Poecilia reticulata* Peters) population structure in Gajah Putih River, Surakarta, Central Java," *Bonorowo Wetlands*, vol. 6, no. 2, pp. 103–109, Dec. 2016, doi: 10.13057/bonorowo/w060204.
- [2] I. Z. Anka, J. S. Jothi, J. Sarker, A. Talukder, and M. S. Islam, "Growth performance and survival of guppy (*Poecilia reticulata*): different formulated diets effect," *Asian J. Med. Biol. Res.*, vol. 2, no. 3, pp. 451–457, Nov. 2016, doi: 10.3329/ajmbr.v2i3.30117.
- [3] P. Periyadi, G. I. Hapsari, Z. Wakid, and S. Mudopar, "IoT-based guppy fish farming monitoring and controlling system," *TELKOMNIKA*, vol. 18, no. 3, p. 1538, Jun. 2020, doi: 10.12928/telkomnika.v18i3.14850.
- [4] T. K. Shah, V. P. Saini, M. L. Ojha, and B. Raveender, "EFFECT OF TEMPERATURE ON GROWTH AND SURVIVAL OF GUPPY," p. 7.
- [5] A. Krishnakumar, E. S. Patrick Anton, and U. A. Jayawardena, "Water hardness influenced variations in reproductive potential of two freshwater fish species; *Poecilia reticulata* and *Betta splendens*," *BMC Res Notes*, vol. 13, no. 1, p. 542, Dec. 2020, doi: 10.1186/s13104-020-05382-x.
- [6] B. S. Kusumaraga and S. Syahririni, "Aquarium Water Quality Monitoring Based On Internet Of Things Monitoring Kualitas Air Aquarium Berbasis Internet Of Things," vol. 1, no. 2, p. 7, 2021.
- [7] U. Syafiqoh, S. Sunardi, and A. Yudhana, "Pengembangan Wireless Sensor Network Berbasis Internet of Things untuk Sistem Pemantauan Kualitas Air dan Tanah Pertanian," *jpit*, vol. 3, no. 2, pp. 285–289, May 2018, doi: 10.30591/jpit.v3i2.878.
- [8] R. A. Wadu, Y. S. B. Ada, and I. U. Panggalo, "Rancang Bangun Sistem Sirkulasi Air Pada Aquarium/Bak Ikan Air Tawar Berdasarkan Kekeruhan Air Secara Otomatis," p. 9.
- [9] F. Muliawati and O. Ruspiana, "RANCANG BANGUN PROTOTIPE SISTEM PEMBERIAN PAKAN IKAN BERBASIS RTC DS1307," vol. 4, no. 1, p. 9, 2017.
- [10] S. Budijono and Margareta, "Smart Warning System Using SIM800L and ESP32," *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, vol. 794, no. 1, p. 012132, Jul. 2021, doi: 10.1088/1755-1315/794/1/012132.