

Pengontrolan pH dan Suhu Air Akuarium untuk Budidaya Ikan Discus Berbasis Mikrokontroler ATmega328 dengan Sistem *Internet of Things* (IoT)

Masthura, Abdul Halim Daulay, Dickiy Akbar *)

Program Studi Fisika, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan, Indonesia

*Email korespondensi: dickyakbar002@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.20527/flux.v20i3.14338>

Submitted: 07 September 2022; Accepted: 08 Oktober 2023

ABSTRAK–Penelitian yang bertujuan menghasilkan dan mengetahui performansi pengontrolan pH dan suhu air akuarium untuk budidaya ikan discus berbasis Mikrokontroler ATmega328 dengan sistem *Internet of Things* (IoT) telah dilakukan. Sistem ini hanya akan mengontrol suhu dan pH air tawar di dalam akuarium. Jenis ikan yang digunakan pada penelitian ini adalah ikan Discus dengan suhu hidup normal 28–30 °C dan pH 5,5–7. Sensor DS18B20 digunakan sebagai sensor suhu dan Sensor 4502C digunakan sebagai sensor pH air. Pada saat alat seluruh komponen dijalankan sistem mampu memberikan respon yang sangat baik terhadap adanya perubahan suhu dan pH air pada akuarium yang keluar dari rentang yang diharapkan. Hal ini ditunjukkan bila kadar pH air akuarium berada di luar rentang maka sistem akan menghidupkan pompa satu dan dua yang kemudian dimatikan kembali oleh sistem jika kadar pH berada di dalam rentang dan kemudian jika suhu air berada di luar rentang maka sistem akan menghidupkan *Heater* yang kemudian dimatikan kembali oleh sistem jika suhu air berada di dalam rentang. Hal ini dibuktikan ketika dilakukan uji coba sensor suhu DS18B20 mampu membaca keadaan temperatur suhu dan pH air 4502C mampu membaca kadar asam dan basah pada air akuarium dan kemudian mengirimkan hasil pembacaan datanya ke aplikasi Blynk berbasis internet yang mampu memberikan respon yang sangat baik.

KATA KUNCI: ikan discus, mikrokontroler, sensor pH 4502c, sensor suhu DS18B20.

ABSTRACT–Research that aims to produce and determine the performance of controlling the pH and temperature of aquarium water for discus fish cultivation based on the ATmega328 Microcontroller with the Internet of Things (IoT) system has been carried out. This system will only control the temperature and pH of the fresh water in the aquarium. The type of fish used in this study was Discus fish, with a standard living temperature of 28–30 °C and a pH of 5.5–7. The DS18B20 sensor was used as a temperature sensor, and the 4502C sensor was used as a water pH sensor. When the tool runs all components, the system can provide an excellent response to changes in temperature and pH of the water in the aquarium that are out of the expected range. This condition is indicated when the pH level of the aquarium water is out of range. Then, the system will turn on pumps one and two, which are turned off again if the pH level is within the range. If the water temperature is out of range, then the system will turn on the heater, which is then turned off and returned by the system if the water temperature is within the range. This condition is evidenced when testing the temperature sensor; the DS18B20 can read the temperature and pH conditions of 4502C water, can read acid and base levels in aquarium water, and then sends the results of the data reading to the internet-based Blynk application, which can provide an excellent response.

KEYWORDS : discus fish, microcontroller, pH sensor 4502c, temperature sensor DS18B20.

PENDAHULUAN

Kualitas air aquarium selama pemeliharaan harus dijaga dengan baik dan tidak ada cara yang praktis selain

menggantikan sebagian air secara rutin persembinggu sekali atau 3 sampai 4 kali dalam sebulan karena air yang digunakan adalah air sumu atau air PAM yang telah di endapkan

semalaman. Maksud dari penggantian air tersebut dengan tujuan untuk ikan tidak stres atau terkejut terhadap perubahan air yang diberikan. (Susanto, 2003)

Beberapa jenis ikan hias yang sudah bisa dibudidayakan jumlahnya cukup banyak. Meskipun demikian, jenis yang sulit dibudidayakan, terutama dalam hal perkembangan-biakannya, jumlahnya pun tidak sedikit, karena ikan hias air tawar memiliki keanekaragaman atau variasi jenis yang lebih banyak (Yusuf, 2004).

Jenis ikan yang tidak agresif dalam pemeliharaannya yang dapat disatukan dengan ikan lainnya dalam 1 aquarium adalah ikan discus. Dalam memelihara ikan discus didalam aquarium berukuran 100 x 50 cm dan tinggi 50 cm di air yang tidak harus dalam kondisi tenang.

Ikan discus merupakan jenis ikan hias yang memiliki sifat yang tidak agresif, pemeliharaannya juga dapat dilakukan bersamaan dengan ikan jenis lainnya dalam satu aquarium ukuran besar (Sugiarto, 2008).

Kadar kualitas pH dan suhu air aquarium untuk ikan hias air tawar dapat mempengaruhi warna pada ikan yang merupakan faktor utama yang harus selalu diperhatikan. Dan selanjutnya, untuk rajin melakukan pergantian air dengan membuangnya dan menambahkannya lagi sebanyak sebelumnya. Adapun pergantian ini dilakukan sesuai kebutuhan dan kondisi air kolam (Papilon & Efendi, 2017)

pH meter ada yang berbentuk digital dan analog yang banyak dipergunakan sebagai analisis pada suatu cairan kimia kuantitatif. pH meter atau disebut juga probe pH merupakan alat yang dapat terhubung langsung dengan pengukur pembacaan yang dapat memperlihatkan kadar pH pada suatu larutan pada saat proses pengukuran. Karena pH meter memiliki elektrolit lempah pada batangnya, maka pH meter memiliki prinsip kerja jika pada suatu larutan terdapat elektron yang banyak maka akan bernilai asam dan begitu juga sebaliknya (Suhartono, Chamidy, & Prayoga, 2021).

Untuk menjelaskan kadar konsentrasi ion

H⁺ pada suatu larutan untuk tingkat asam dan basa dan untuk mengetahui kualitas air yang baik dalam hal banyaknya oksigen terlarut pada air dapat diukur menggunakan parameter kimia disebut derajat keasaman (pH). pH disebut juga logaritma negatif pada ion H⁺. Pada air memiliki kadar pH 7 pada konsentrasi H⁺ nya adalah 7 sampai 10 (Sundari, 2020).

Untuk mengetahui performansi alat pengukuran pH dan suhu air aquarium untuk budidaya ikan discus dengan menggunakan ATmega328, dibutuhkan perangkat elektronika yang mendukung hasil kerja sistem. Berikut adalah komponen yang digunakan pada penelitian ini.

Pertama, Arduino merupakan suatu perangkat yang disebut sebagai *Open-Source Platform* elektronik berbasis yang mudah untuk digunakan atau *Easy to us* dalam bentuk *Software* dan *Hardware*. Dengan kata lain, Arduino adalah perangkat *Software* atau *Hardware* yang merupakan bentuk awal dari suatu sistem yang mendasar.

Arduino terbagi dalam 3 jenis tipe yaitu Uno, Nano, dan Pro Mini. Ketiga jenis ini sama-sama menggunakan sistem Mikrokontroler AVR yaitu ATmega328. Perbedaannya terletak pada rangkaian penyearahnya dan chip CH-340 untuk pengubah dari *serial* ke USB (Ahyadi, 2018).

Kedua, Sensor pH adalah kombinasi dari probe pH dan modul. Koneksi sensor pH dengan Arduino dan probe pH yang terhubung ke modul. Modul pH juga terdiri dari suplai 9 V DC dan pin output dihubungkan ke pin Arduino. Satu pin output diberikan koneksi ke pin analog Arduino yaitu A0 dan lainnya ke pin gnd Arduino. Spesifikasi : Tegangan suplai 9v (DC) dan temperatur kerja berkisar antara 10 sampai 50 °C. Mengubah konsentrasi H⁺/OH⁻ antara dua larutan menjadi sinyal listrik dan sinyal ini diubah menjadi nilai pH oleh modul (Satapathy, Raju, K. Shyamala, Krishna, & Favorskaya, 2020).

Kinerja analitis nanoelektroda pH lebih baik dibandingkan dengan elektroda pH kaca komersial bila diterapkan untuk pengukuran

pH cairan tubuh (serum, urin) dan sampel air berkekuatan ion rendah (air hujan, air ledeng, dan air deionisasi (Alegret & Merkoci, 2007).

pH adalah pengukuran seberapa asam suatu larutan ini adalah ukuran logaritmik konsentrasi ion hidrogen (H^+) per liter larutan dan dapat memiliki nilai antara 0 dan 14 (sesuai dengan konsentrasi ion hidrogen dari 1 hingga 10^{-14} [mol/dm³]), larutan asam yang memiliki pH dibawah nilai 7 (konsentrasi H^+ lebih rendah dari 10^{-7} [mol/dm³]), dan larutan basa memiliki nilai pH di atas 7. Jika nilai pH yang diukur adalah 7, maka larutan tersebut dikatakan netral. Sebuah sensor pH bekerja dengan probe pH, yang memiliki elektroda pengukur, elektroda referensi dan sensor suhu, dan sirkuit pengkondisian.

Rangkaian akan membandingkan potensial elektroda pengukur (yang memiliki hubungan langsung dengan konsentrasi H^+) dengan potensial elektroda referensi. Seperti yang dijelaskan sebelumnya, sensor ini bekerja sebagai baterai elektrokimia dan ion H^+ dihabiskan untuk proses pengukuran Elektroda referensi, bahkan ketika sensor pH terendam, tidak pernah bersentuhan langsung dengan larutan yang akan diukur : selubung kacanya menampung larutan penyangga (biasanya kalium klorida) dan dengan cara ini, sensor hampir tidak mengalami dekalibrasi. Elektroda lainnya, di sisi lain, bersentuhan dengan larutan buffer dan larutan yang akan diukur: kontak terakhir ini dipertahankan tidak secara langsung melainkan melalui kaca permeabel H^+ didoping dengan Li^+ (Ponnusamy, Zaman, Low, & Amin, 2016).

Ketiga, Struktur bus tunggal adalah fitur utama DS18B20. Akibatnya perangkat memiliki karakteristik koneksi sirkuit perangkat keras yang sederhana, kemampuan anti-jamming yang kuat dari sinyal data digital dan rentang pengukuran suhu yang luas dari -55 – $+125^\circ C$ dan seterusnya. Presisi pengukuran, hingga $0,0625^\circ C$. dapat diubah oleh perangkat lunak untuk menangani keadaan aktual yang berbeda karena sensor *each* menempati, beberapa sensor.

Ada dua jenis catu daya untuk sensor: satu dari catu daya eksternal, yang lain catu

daya *in parasitic* melalui kabel bus tunggal yang mampu menghemat kabel penghubung serta memperluas rentang tegangan operasi hingga 3V atau 55V. Waktu mengeksekusi satu konversi *signal* suhu 12 bit sangat pendek, hanya 750ms. Sensor memiliki sifat tegangan negatif, yaitu untuk polaritas tegangan terbalik sensor tidak akan hancur karena panas tinggi, tetapi tidak berfungsi seperti biasa (Wang, Wang, & Zhong, 2012).

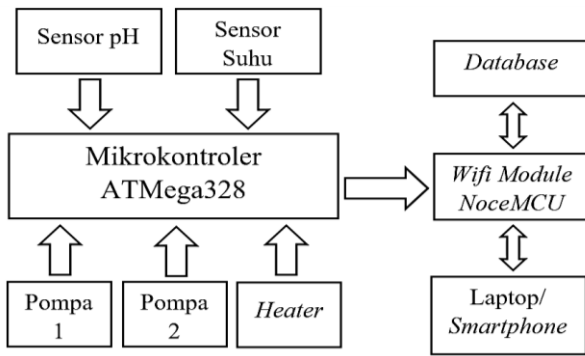
Keempat, *Internet of Things* (IoT) merupakan sebuah perangkat elektronik yang mampu mengakses media informasi melalui media internet. Dalam pemantauan data sering diperlukan pada beberapa kebutuhan dalam hal menganalisa dan pemantauan sistem. Sistem IoT saat ini sudah berbasis Arduino, dimana semua data informasi yang diterima oleh sistem IoT yang terhubung kesemua sensor berbasis arduino dalam diperoleh dan diolah melalui jaringan internet disebut *Webserver*. Data sensor tersebut akan dibaca pin arduino yang kemudian mengirimkan data informasinya melalui *web* untuk disimpan (Wasista, Setiawardhana, Saraswati, & Susanto, 2019)

Kelima, *software* Arduino adalah sebuah program komputer khusus dalam untuk pembuatan sebuah rancangan berbentuk sketsa program pada papan arduino. Jenis *Software* yang digunakan adalah *driver* dan IDE (*Integrated Development Environment*) yang merupakan *Software* yang sangat canggih ditulis dalam bentuk *Java* (Hartisa, Sunardi, & Arifianto, 2021).

METODE PENELITIAN

Tahap Persiapan

Dalam tahapan persiapan ini peneliti melakukan *studi literature* atau mempelajari semua komponen yang akan digunakan. Setelah itu peneliti melakukan tahap perancangan alat sesuai dengan yang diharapkan. Selanjutnya peneliti melakukan pengkalibrasian terhadap alat yang dirancang dengan alat pabrik. Apabila tidak efisien maka peneliti akan melakukan perancangan ulang hingga datanya sesuai dengan data pengkalibrasian alat pabrik. Diagram blok penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram blok penelitian

Tahap pengambilan data

Data yang diambil merupakan data hasil dari budidaya ikan discus yang dicocokkan dengan data hasil pengukuran dan kalibrasi data yang merupakan data hasil ukur kalibrasi sensor pH.

Tahap analisa data

Pembuatan alat *prototype* yang telah digunakan dengan merangkai atau merakit komponen-komponen dan mengumpulkan modul-modul yang dibutuhkan untuk diperiksa apakah dapat bekerja sesuai dengan target dan selanjutnya perlu melakukan pemeriksaan terhadap program sehingga jika terjadi *error* atau kesalahan dapat segera ditinjau kembali. Hal-hal yang perlu untuk dianalisa pada kinerja sistem adalah *delay* (waktu tunda) dan *literature* pH dan suhu air yang sudah ditentukan atau sesuai.

HASIL DAN PEMBAHASAN

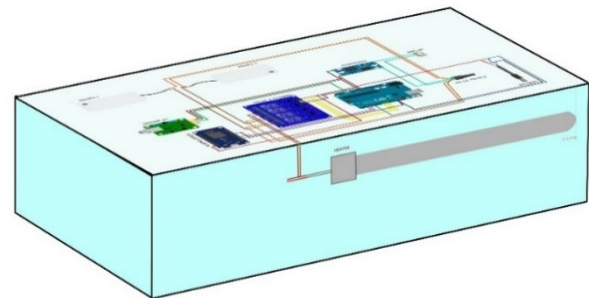
Pengujian catu daya

Rangkaian keseluruhan alat ditunjukkan pada Gambar 2. Hasil pengujian catu daya menggunakan *multimeter* sebanyak 3 kali pada masing-masing komponen, memiliki *error* yang dapat dilihat pada Tabel 1 Arus tegangan yang dihasilkan oleh *power* adalah 12 V sedangkan seluruh komponen arduino dan

Tabel 1. Hasil Pengujian Catu Daya

Catu daya	Pengujian ke-	V- Out (Volt)	V- Out terbaca (Volt)	Selisih tegangan (Volt)	Error (%)
Power Supply 12V/ 2A	1	12	12,5	0,5	4
	2	12	12,5	0,5	4
	3	12	12,5	0,5	4
Stepdown 5V/ 2A	1	5	4,9	0,1	2
	2	5	4,9	0,1	2
	3	5	4,9	0,1	2

sensor akan berfungsi dengan baik jika tegangan maksimal yang terima sebesar 5V. Jika tegangan yang diterima melebihi 5V maka seluruh komponen akan mengalami kerusakan dan *Error*. Oleh karena itu, tegangan yang dihasilkan *Power Supply* harus diturunkan menggunakan *stepdown* sebesar 5V agar lebih maksimal tegangan masukannya. Kelebihan *stepdown* adalah memutuskan tegangan secara otomatis jika ada arus berlebih, maka tegangan akan diputus otomatis oleh *stepdown* dengan arus maksimal arusnya 3A.



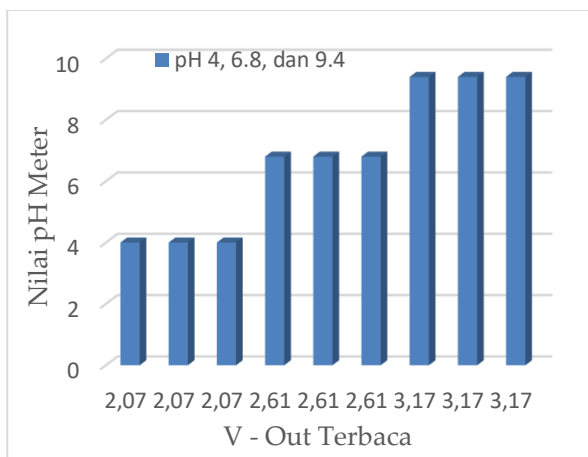
Gambar 2. Rangkaian keseluruhan alat

Pengujian sensor pH 4502C

Hasil pengujian kalibrasi sensor pH 4502C dengan pH meter yang dilakukan pada tegangan sensor dapat dilihat pada Tabel 2 Pada hasil pengujian sensor terjadi penurunan jika nilai pH nya naik, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2. Tegangan keluaran yang didapat memiliki rentang nilai 3,17–2,07 pada rentang pH 4–9,4. Hasil pengujian nilai tegangan keluaran yang dihasilkan pada sensor menunjukkan bahwa tegangan pada kadar pH asam lebih tinggi dibandingkan dengan tegangan pada kadar pH basa. Hubungan tegangan dan konsentrasi pH dari hasil pengukuran dapat dilihat pada grafik Gambar 3

Tabel 2. Hasil pengujian sensor pH 4502C

No	Nilai pH meter	V – out terbaca
1	4	3,17
2	4	3,17
3	4	3,17
4	6,8	2,61
5	6,8	2,61
6	6,8	2,61
7	9,4	2,07
8	9,4	2,07

**Gambar 3. Grafik perbandingan nilai tegangan dan nilai sensor pH 4502C**

Nilai kalibrasi pH dan tegangan sensor pH 4502C yang sudah ditentukan adalah 22,34 – 0,45. Hasil pengujian sensor pH 4502C dengan pH meter setelah dilakukan kalibrasi dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3. Hasil pengujian sensor pH 4502C dan pH Meter

No	Sensor pH 4502C	pH meter	Error (%)
1	3,98	4,0	0,5
2	3,78	4,0	5,5
3	3,76	4,0	6
4	6,88	6,8	1,17
5	6,87	6,8	1,02
6	6,81	6,8	0,14
7	9,38	9,4	0,21
8	9,41	9,4	0,1
9	9,44	9,4	0,42
Nilai rata-rata			1,67

Pengujian sensor suhu DS18B20

Hasil Pengujian kalibrasi sensor Suhu DS18B20 dengan *Thermometer* yang dilakukan

pada tegangan sensor dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengujian sensor suhu DS18B20 dan *thermometer*

No	Sensor Suhu DS18B20 (°C)	<i>Thermometer</i> (°C)	Error (%)
1	27,5	29	5,17
2	28,12	30	6,26
3	29,25	31	5,64
4	30,12	32	5,87
5	31,31	33	5,12
6	32,69	34	3,85
Nilai Rata-rata			5,31

Pengujian *relay* dan pompa air DC

Hasil pengujian unjuk kerja *Relay* dan Pompa air yang ditunjukkan pada Tabel 5 bahwa *Relay* akan hidup yang juga dapat menghidupkan salah satu dari kedua pompa air jika Sensor pH membaca keadaan kadar pH air akuarium yang berubah atau tidak sesuai dengan literatur yang telah ditetapkan pada program.

Tabel 5. Hasil pengujian *relay* dan pompa air DC

Pompa Air	Sinyal <i>Input</i>	Kondisi <i>Relay</i>	Kondisi Pompa Air
Satu	<i>High</i>	ON	Aktif
	<i>Low</i>	OFF	Tidak Aktif
Dua	<i>High</i>	ON	Aktif
	<i>Low</i>	OFF	Tidak Aktif

Pengujian *relay* dan *heater*

Hasil pengujian unjuk kerja *relay* dan *heater* yang ditunjukkan pada Tabel 6 bahwa *relay* akan hidup yang juga dapat menghidupkan *heater* jika Sensor suhu membaca keadaan Temperatur air aquarium yang berubah atau tidak sesuai dengan literatur yang telah ditetapkan pada program.

Tabel 6. Hasil pengujian *relay* dan *heater*

No	Sinyal <i>Input</i>	Kondisi <i>Relay</i>	Kondisi <i>Heater</i>
1	<i>High</i>	ON	Aktif
2	<i>Low</i>	OFF	Tidak Aktif

Pengujian unjuk kerja kedua pompa terhadap sensor pH 4502C

Hasil pengujian unjuk kerja kedua Pompa yang ditunjukkan pada Tabel 7 bahwa pompa air satu akan hidup jika kadar pH air aquarium dalam keadaan asam atau berada di bawah pH 5,5 dan pompa air dua akan hidup jika kadar pH air aquarium dalam keadaan basa atau berada di atas pH 7. Selanjutnya Pompa air satu dan Pompa air dua akan mati jika kadar pH air aquarium telah sesuai dengan literatur

Tabel 7. Hasil Pengujian Unjuk Kerja Kedua Pompa

Percobaan	Pompa	Percobaan	Keadaan Pompa	Nilai pH
Sensor pH Air	Satu	1	ON	5,4
		2	OFF	5,5-7
		3	ON	5,3
	Dua	1	ON	7,1
		2	OFF	5,5-7
		3	ON	7,2

Tabel 8. Hasil Pengujian Unjuk Kerja Heater

Percobaan	Percobaan	Keadaan Heater	Nilai Suhu (°C)
Sensor Suhu	1	ON	31
	2	OFF	28-30
	3	ON	27

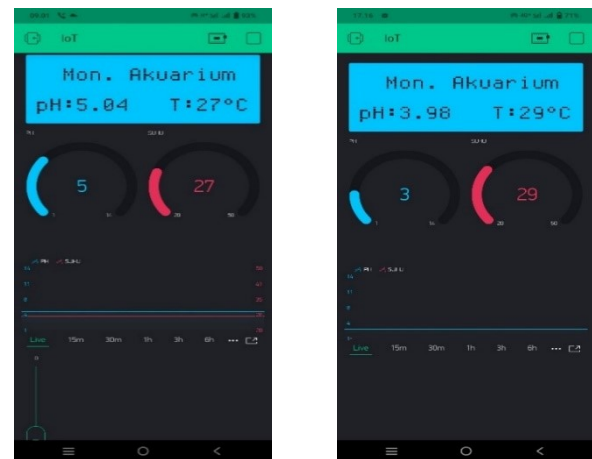
Pengujian Monitoring Melalui IoT

Hasil pengujian pada sistem pengiriman dan penerimaan data dapat dimonitoring melalui *smartphone* dalam aplikasi *Blynk* yang sudah dilengkapi dengan perangkat IoT berbasis internet. Pengiriman dan penerimaan data melalui IoT yang dilakukan untuk menguji keberhasilan sistem program dalam mengirim dan menerima data semua sensor dari Arduino ke NodeMCU yang diharapkan berkomunikasi dengan baik. Dalam proses pengujian program berlangsung, sistem harus terhubung dengan *hotspot* pada perangkat *smartphone* berbasis internet yang sudah terhubung kedalam program yang sebelumnya sudah tercantum kode aplikasi *Blynk*, *user id* dan *password hotspot smartphone* yang terhubung pada program NodeMCU.

yang telah ditetapkan pada program yaitu pH 5,5-7.

Pengujian Unjuk Kerja Heater Terhadap Sensor Suhu DS18B20

Hasil pengujian unjuk kerja *Heater* yang ditunjukkan pada Tabel 8 bahwa *Heater* akan hidup pada suhu air akuarium diatas 30°C dan dibawah 28°C. Selanjutnya *Heater* akan mati jika suhu air aquarium telah sesuai dengan literatur yang telah ditetapkan pada program yaitu 28-30°C.



Gambar 4. Tampilan Nilai pH dan Suhu air pada Aplikasi Blynk berbasis Internet



Gambar 5. Tampilan keseluruhan rangkaian pada Aquarium

KESIMPULAN

Pengontrolan pH dan suhu air akuarium untuk budidaya ikan discus berbasis Mikrokontroler ATmega328 dengan sistem *Internet of Things* (IoT) berhasil dibuat, hal ini dibuktikan ketika dilakukan uji coba sensor suhu DS18B20 mampu membaca keadaan temperatur suhu dan pH air 4502C mampu membaca kadar asam dan basa pada air akuarium dan kemudian mengirimkan hasil pembacaan datanya ke aplikasi Blynk berbasis internet yang mampu memberikan respon yang sangat baik.

Pada saat alat seluruh komponen dijalankan sistem mampu memberikan respon yang sangat baik terhadap adanya perubahan suhu dan pH air pada akuarium yang keluar dari rentang yang diharapkan. Hal ini ditunjukkan bila kadar pH air akuarium berada di luar rentang maka sistem akan menghidupkan pompa satu dan dua yang kemudian dimatikan kembali oleh sistem jika kadar pH berada di dalam rentang dan kemudian jika suhu air berada di luar rentang maka sistem akan menghidupkan *heater* yang kemudian dimatikan kembali oleh sistem jika suhu air berada di dalam rentang.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahyadi, Z. (2018). *Belajar Antarmuka Arduino Secara Cepat Dari Contoh*. Banjarmasin Utara: Poliban Press.
- Alegret, S., & Merkoci, A. (2007). *Electrochemical Sensor Analysis*. Netherlands: Elsevier B.V.
- Hartisa, A. L., Sunardi, & Arifianto, T. (2021). *Sistem Telemetri Peringatan Potensi Longsor dan Deteksi Pergeseran Tanah Pada Lintas Perkeretaapian Berbasis Mikrokontroler*. Klaten: Lakeisha.
- Papillon, U. M., & Efendi, M. (2017). *Ikan Koi*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Ponnusamy, V., Zaman, N., Low, T. J., & Amin, A. H. (2016). *Biologically-Inspired Energy Harvesting Through Wireless Sensor Technologies*. USA: IGI Global.
- Satapathy, S. C., Raju, K., K. Shyamala, Krishna, D., & Favorskaya, M. N. (2020). *Advances in Decision Sciences, Image Processing, Security and Computer Vision*. Switzerland AG: Springer Nature.
- Sugiarto, A. (2008). *Buku Pintar Ikan Hias Populer*. Jakarta: AgroMedia Pustaka.
- Suhartono, Chamidy, T., & Prayoga, E. (2021). *Desain Prototipe Reaktor Plasma*. Malang: Academia Publication.
- Sundari, N. (2020). *Buku Teks Agribisnis Tanaman Hortikultura*. Semarang: Qahar Publisher.
- Susanto, H. (2003). *Arwana*. Jakarta: Niaga Swadaya.
- Wang, X., Wang, F., & Zhong, S. (2012). *Electrical, Information Engineering and Mechatronics 2011*. London: Springer.
- Wasista, S., Setiawardhana, Saraswati, D. A., & Susanto, E. (2019). *Aplikasi Internet of Things (IoT) dengan Arduino dan Android*. Yogyakarta: DEEPUBLISH.
- Yusuf, B. (2004). *Budi Daya Ikan Hias Air Tawar Untuk Ekspor*. Tangerang: PT AgroMedia Pustaka.