

Sistem Kontrol Kualitas Air Pada Akuarium Ikan Hias Air Tawar dan Monitoring Via Telegram Berbasis IoT

Fajri Fachrezy Hamid, Harmadi*

Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi, Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas
Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163 Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 17 Maret 2023

Direvisi: 11 Mei 2023

Diterima: 12 Mei 2023

Kata kunci:

Akuarium
Kontrol
Kualitas Air
Mikrokontroler
Telegram

Keywords:

Aquarium
Control
Water Quality
Microcontroller
Telegram

Penulis Korespondensi:

Harmadi
harmadi@sci.unand.ac.id

ABSTRAK

Telah dilakukan perancangan sistem kontrol kualitas air pada akuarium ikan hias air tawar dan *monitoring via Telegram*. Parameter yang digunakan yaitu kekeruhan, suhu dan pH. Nilai ambang batas pada kualitas air yaitu kekeruhan 25 NTU, suhu 28°C dan pH air 6 hingga 8. Sensor yang digunakan pada pengujian ini yaitu sensor *turbidity* SEN0198, sensor suhu DS18B20 dan sensor pH-4502C. Alat pengontrol kualitas air akuarium berupa pompa filter, kipas DC dan pH *buffer*. Data kualitas air diproses oleh mikrokontroler Arduino Uno dengan menggunakan aplikasi arduino IDE. Tegangan yang didapatkan dari sensor diolah oleh mikrokontroler untuk dikirim melalui modul WIFI ESP8266 dan ditampilkan dalam notifikasi Telegram. Persentase kesalahan dari sensor *turbidity* SEN0189 sebesar 4,32%, sensor suhu DS18B20 sebesar 2,76% dan sensor pH sebesar 1,71%. Hasil ini mengindikasikan bahwa ketiga sensor dapat berfungsi dengan baik sebagai sistem kontrol dan monitoring kualitas air pada akuarium.

Design of a water quality control system for freshwater ornamental fish aquariums and monitoring via Telegram has been carried out. The parameters used were turbidity, temperature and pH. The threshold values for water quality are turbidity 25 NTU, temperature 28°C and water pH 6 to 8. The sensors used in this test are turbidity sensor SEN0198, temperature sensor DS18B20 and pH-4502C sensor. Aquarium water quality control devices in the form of filter pumps, DC fans and pH buffers. Water quality data is processed by the Arduino Uno microcontroller using the Arduino IDE application. The voltage obtained from the sensor is processed by the microcontroller to be sent via the ESP8266 WIFI module and displayed in a Telegram notification. The percentage of error from the SEN0189 turbidity sensor is 4.32%, the DS18B20 temperature sensor is 2.76% and the pH sensor is 1.71%. These results indicate that the three sensors can function properly as a control system and monitor water quality in the aquarium.

Copyright © 2023 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Ikan hias air tawar merupakan ikan hasil budidaya yang banyak diminati oleh masyarakat Indonesia maupun mancanegara. Ikan hias air tawar sendiri memiliki nilai keindahan bagi penggemarnya karena bentuknya yang indah dan tidak perlu mengeluarkan banyak biaya. Jenis ikan air tawar yang banyak digemari adalah ikan Cupang, ikan Mas Koki, ikan Koi dan masih banyak lagi (Kusrini, 2010). Permasalahan yang menyebabkan air pada akuarium menjadi kotor adalah akibat dari sisa makanan dan kotoran pada ikan yang larut dalam air sehingga kualitas air pada akuarium memburuk. Jamur merupakan salah satu penyebab utama dalam kematian ikan karena perubahan suhu maupun kadar pH (Lesmana, 2015).

Faktor yang perlu diperhatikan agar ikan hias air tawar dapat tumbuh dengan baik yaitu tingkat kekeruhan air, kadar pH, suhu dan sirkulasi air yang baik dalam akuarium. Air dengan nilai pH = 7 bersifat netral, air dengan nilai pH > 7 bersifat basa dan pH air < 7 bersifat asam. Air dengan pH bersifat asam dapat menjadi racun, sedangkan pH bersifat basa memiliki rasa pahit (Ngafifuddin, 2017). Air dengan tingkat kekeruhan yang tinggi menyebabkan cahaya sulit melewati air (Omar, 2009). Pengukuran kekeruhan air menunjukkan jumlah cahaya yang dihamburkan oleh partikel-partikel dalam air tersebut (Hahn, 2009).

Kadir (2019) telah merancang sistem pemantau kualitas air habitat ikan hias pada akuarium menggunakan mobile website berbasis *Internet of Things* (IoT). Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu logika *fuzzy* yang diterapkan dalam memfiltrasi air. Sensor yang dipakai untuk mengukur kualitas air di antaranya sensor DS18B20 untuk mengukur suhu pada akuarium, sensor pH-4502C untuk mengukur kadar pH dan sensor *turbidity* untuk mengukur tingkat kekeruhan air. Penelitian ini tidak mencantumkan satuan dari alat ukur sensor dan hanya memantau kualitas air pada akuarium tanpa ada tindakan.

Asmara (2020) telah merancang alat untuk memonitoring kualitas air pada akuarium ikan hias berbasis *Internet of Things* (IoT) yang menampilkan data secara real time terkoneksi dengan internet. Sensor yang digunakan yaitu sensor pH untuk mengukur kadar pH air, sensor DS18B20 mengukur suhu dan sensor TDS sebagai pembaca salinitas pada air. Mikrokontroler yang digunakan NodeMCU ESP8266 untuk mengirim tegangan berupa data ke internet. Penelitian ini memiliki batasan yaitu tidak menampilkan nilai persen *error* sehingga keakuratan sensor tersebut dipertanyakan. Alat tersebut belum memiliki sistem kontrol apabila kualitas air pada akuarium melebihi nilai standar yang telah ditentukan.

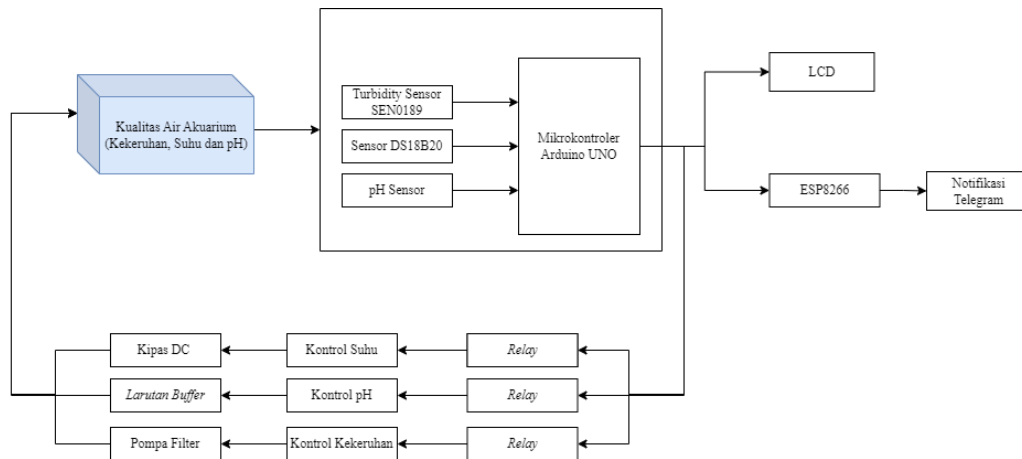
Zakaria (2020) telah merancang sistem monitoring kualitas air dan pakan ikan otomatis pada akuarium menggunakan *fuzzy logic* berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan *Thingspeak* sebagai media *monitoring*. Sistem ini telah mengatur kekeruhan dan pH dengan rentang nilai 0 hingga 20 NTU sebagai parameter nilai inputan keruh. Gerak motor servo untuk memberi pakan menggunakan metode *fuzzy*. Penelitian ini memiliki persen *error* terbesar 0,65 %. Penelitian ini memiliki keterbatasan dalam mengukur suhu dan alat yang dihasilkan tidak menggunakan mikrokontroler sebagai inputan sensor agar nilai yang dihasilkan menjadi maksimal.

Berdasarkan kondisi, permasalahan dan hasil yang telah dijabarkan maka dilakukan pengembangan sistem kontrol kualitas air pada ikan hias air tawar berbasis *Internet of things* (IoT) dan *monitoring* yang hasilnya dapat dilihat melalui LCD dan notifikasi Telegram. Sistem kontrol adalah sistem dimana masukan atau beberapa masukan tertentu digunakan untuk mengontrol keluarannya pada nilai tertentu disebut sebagai sistem pengukuran (Bolton, 2006). Parameter fisika yang digunakan untuk menentukan kualitas air pada penelitian ini meliputi kekeruhan air, suhu dan kadar pH. Nilai kekeruhan diatur sebesar 25 NTU, suhu pada rentang 20°C hingga 28°C dan kadar pH 6 hingga 8 (Bachtiar, 2004). Sensor yang digunakan yaitu *turbidity* sensor SEN0189 untuk mengukur tingkat kekeruhan air, sensor DS18B20 untuk mengukur suhu air dan pH sensor untuk mengukur kadar pH air. Pada penelitian ini sistem pengontrolan dilakukan jika nilai kualitas air melebihi standar yang telah ditentukan. Apabila nilai kekeruhan melebihi nilai 25 NTU maka pompa filter berfungsi menyaring kotoran pada air. Apabila kadar pH melewati standar yang telah ditentukan maka pompa air hidup secara otomatis mengalirkan larutan pH *buffer* agar pH air dalam akuarium menjadi stabil. Apabila suhu air melewati 28°C maka kipas DC berfungsi menurunkan suhu.

II. METODE

2.1 Perancangan Diagram Blok Sistem

Perancangan sistem bertujuan untuk mengetahui tingkat kekeruhan air, suhu dan kadar pH secara praktis. Perancangan sistem terdiri dari *input* dan *output*. *Input* berperan sebagai pengirim data yang diindra oleh sensor dan *output* berperan sebagai penerima data. *Input* terdiri dari sistem sensor dan mikrokontroler. *Output* terdiri LCD sebagai tampilan data dari sensor dan notifikasi Telegram yang terhubung dengan *Handphone*. Sensor yang digunakan untuk mengukur tingkat kekeruhan air adalah sensor *turbidity* SEN0189, sensor DS18B20 untuk mengukur suhu air dan sensor pH untuk mengukur kadar pH. Diagram blok sistem dapat dilihat pada Gambar 1.

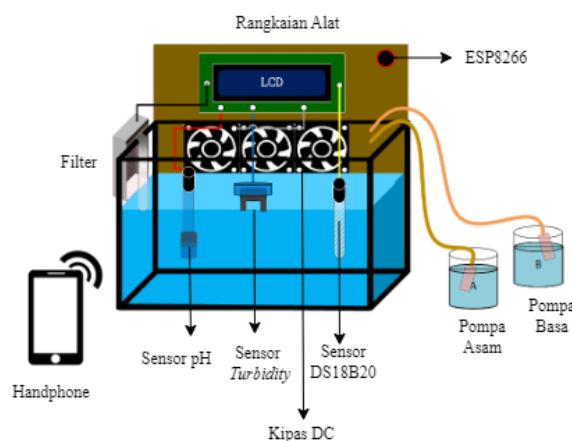


Gambar 1 Diagram blok sistem kontrol dan monitoring kualitas air pada akuarium

Sensor membaca tingkat kekeruhan, suhu dan kadar pH yang telah ditetapkan lalu mengirim nilai tegangan ke ESP8266 berupa data. ESP8266 mengolah data tersebut sehingga didapatkan nilai kekeruhan air, suhu dan kadar pH. Nilai tersebut dikirim melalui WIFI lalu ditampilkan pada *Handphone* berupa notifikasi Telegram dan tampilan pada layar LCD. Sistem dapat melakukan pengontrolan apabila kualitas air berada pada rentang yang tidak normal. Apabila kekeruhan melebihi nilai 25 NTU maka pompa filter menyala sampai kekeruhan pada air tersebut berkurang. Jika pH air berada diluar dari nilai 6 hingga 8 maka pompa menyala mengalirkan larutan *buffer* (pH up/pH down) untuk menstabilkan kadar pH air. Jika suhu air berada diluar dari 28°C maka kipas menyala sampai suhu pada akuarium tersebut menjadi normal di bawah 28°C.

2.2 Cara Kerja Alat Secara keseluruhan

Hasil akhir pengujian keseluruhan alat dapat dilihat pada LCD dan notifikasi Telegram di *Handphone*. Pengumpulan data dilakukan setelah pengujian alat berhasil dan dibandingkan dengan alat pembanding yaitu pH meter, termometer digital dan *turbidity* meter. Perancangan bentuk alat keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Bentuk fisik alat

2.3 Analisis Data

Analisis data merupakan proses untuk mengetahui tingkat ketepatan dan ketelitian dalam suatu pengukuran. Ketepatan merupakan tingkat kesesuaian atau dekatnya suatu hasil pengukuran terhadap nilai sebenarnya. Ketepatan dari sistem dapat ditentukan dari persentase kesalahan antara nilai sebenarnya pada alat pembanding dengan nilai yang terbaca pada alat ukur yang dirancang. Besar persentase kesalahan pada pengujian skala suatu alat ukur dapat ditentukan dengan Persamaan 1.

$$\%Error = \left| \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \right| \times 100\% \quad (1)$$

Pada persamaan 1 menunjukkan nilai persentase kesalahan, Y_n adalah nilai sebenarnya pada alat pembanding dan X_n adalah nilai yang terbaca pada alat keseluruhan.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Hasil Karakterisasi Sensor *Turbidity* SEN0189

Sensor *Turbidity* menggunakan konsep Hamburan *Rayleigh* untuk mengukur kekeruhan air dimana bahwa semakin pendek panjang gelombang yang mengenai suatu partikel maka semakin banyak cahaya yang dihamburkan. Pengujian *turbidity* sensor dilakukan untuk melihat keakuratan dari alat yang telah dirancang. Pengujian dilakukan dengan membandingkan keluaran dari sensor *turbidity* SEN0189 dengan alat pembanding TU-2016 menggunakan variasi nilai kekeruhan. Data pengujian perbandingan sensor dengan alat pembanding dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Data hasil pengujian sensor *turbidity* SEN0189 dengan alat pembanding TU-2016

No	NTU	NTU Sensor	Persentase Kesalahan (%)
1	0,47	0,55	17,00
2	6,09	6,24	2,46
3	20,54	20,78	1,16
4	35,09	37,23	0,40
5	47,82	49,08	0,54
Rata-rata			4,32

Persentase kesalahan rata-rata pada perbandingan sensor dengan alat pembanding sebesar 4,32%. Berdasarkan data yang diperoleh dan perhitungan persentase kesalahan artinya sensor *Turbidity* yang digunakan untuk mengukur kekeruhan air dapat bekerja dengan baik.

3.2 Hasil Karakterisasi Sensor DS18B20

Pengujian alat dilakukan untuk melihat keakuratan dari sensor DS18B20. Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan sensor DS18B20 dengan alat pembanding yaitu termometer air raksa dengan variasi nilai suhu. Data pengujian perbandingan sensor dengan alat pembanding dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil pengujian didapatkan persentase kesalahan rata-rata pada suhu naik 2,76%. Pengukuran ini telah sesuai dengan teori yang ada, dimana suhu berbanding lurus terhadap tegangan (Syahrul, 2012). Berdasarkan data dapat disimpulkan bahwa sensor DS18B20 dapat berfungsi dengan baik.

Tabel 2 Data hasil pengujian sensor suhu DS18B20 dengan alat pembanding termometer air raksa

No	Suhu (°C)	Suhu Sensor (°C)	Persentase Kesalahan (%)
1	10	9,56	4,40
2	15	14,62	2,53
3	20	19,52	2,40
4	24	23,48	2,16
5	28	27,35	2,31
Rata-rata			2,76

3.3 Hasil Karakterisasi Sensor pH

Sensor pH adalah sensor yang digunakan untuk mengukur derajat keasaman kemudian dikonversikan menjadi besaran listrik (Desmira, 2018). Pengujian sensor pH sebagai pendeteksi pH air dilakukan dengan membandingkan pH air yang terukur terhadap tegangan keluaran sensor yang dihasilkan. Pada sensor linier diambil dua titik persamaan untuk mengubah tegangannya diukur menjadi pH ataupun sebaliknya (Fraden, 2004). Sampel pengujian pH berupa pH *buffer* dengan variasi kadar pH yang berbeda. pH dijadikan sebagai *input* dan tegangan sebagai *output*.

Data pengujian perbandingan sensor dengan alat pembanding dapat dilihat pada Tabel 3. Hasil pengujian didapatkan persentase kesalahan rata-rata pada suhu naik 1,71%. Berdasarkan data dapat disimpulkan bahwa sensor pH yang digunakan untuk mengukur kadar pH air dapat berfungsi dengan baik.

Tabel 3 Data hasil pengujian sensor pH-4502C dengan alat pembanding pH meter

No	pH Buffer	pH Sensor	Persentase Kesalahan (%)
1	9,18	9,38	2,17
2	6,86	6,88	0,20
3	4,00	3,89	2,75
Rata-rata			1,71

3.4 Hasil Pengujian Alat Secara Keseluruhan

Hasil pengujian rancangan alat secara keseluruhan meliputi penggabungan perangkat keras dan perangkat lunak pada sistem kontrol dan monitoring kualitas air. Proses *monitoring* dilakukan selama satu minggu untuk mengamati perubahan kualitas air yang meliputi kekeruhan, suhu dan pH. Nilai ambang batas pada pengujian ini yaitu kekeruhan sebesar 25 NTU, suhu sebesar 28°C dan pH air 6 hingga 8. Apabila nilai ambang batas telah melewati standar yang telah ditentukan maka dilakukan proses pengontrolan untuk kekeruhan filter air hidup, untuk suhu kipas DC hidup dan untuk pH pompa air hidup. Data yang diterima oleh Arduino dikirim melalui ESP8266 sebagai modul WiFi dan diterima dalam tampilan Telegram.

3.5 Hasil Pengujian Sistem Kontrol dan *Monitoring Kekeruhan Air*

Pada proses monitoring kondisi akuarium pada hari pertama hingga hari ketiga perubahan kondisi air belum terlihat secara kasat mata, namun pada hari keempat hingga hari ketujuh air mulai melewati batas ambang yaitu lebih dari 25 NTU. Data hasil pengujian sistem kontrol dan *monitoring* kekeruhan air dapat dilihat pada Tabel 4. Berdasarkan data dapat disimpulkan bahwa sistem dapat menurunkan tingkat kekeruhan air pada akuarium yang diakibatkan karena adanya sisa-sisa makanan dan kotoran pada ikan.

Tabel 4 Data hasil pengujian sistem kontrol dan *monitoring* kekeruhan air

Hari ke-	Waktu	Kekeruhan (NTU)	Filter	Perubahan Kekeruhan (NTU)	Alat Pembanding (NTU)
1	06:00	2,25	OFF	2,25	2,12
	18:00	3,23	OFF	3,23	3,13
2	06:00	4,13	OFF	4,13	3,95
	18:00	4,57	OFF	4,57	4,39
3	06:00	4,92	OFF	4,92	4,79
	18:00	5,14	OFF	5,14	4,98
4	06:00	9,57	OFF	9,57	9,23
	18:00	12,30	OFF	12,30	12,15
5	06:00	17,25	OFF	17,25	17,10
	18:00	19,40	OFF	19,40	19,28
6	06:00	24,76	OFF	24,76	24,34
	18:00	27,16	ON	24,03	27,01
7	06:00	27,56	ON	24,12	27,32
	18:00	28,12	ON	24,23	27,82

3.6 Hasil Pengujian Sistem Kontrol dan *Monitoring* Suhu Air

Pada proses monitoring suhu setiap harinya air mengalami kenaikan suhu sehingga kipas hidup untuk melakukan penurunan suhu air. Pada hari keempat suhu pada akuarium meningkat melewati batas ambang yaitu 28°C. Waktu yang dibutuhkan untuk kipas menurunkan suhu pada akuarium adalah 60 menit. Data hasil pengujian sistem kontrol dan *monitoring* suhu air dapat dilihat pada Tabel 5. Berdasarkan data yang diperoleh dapat disimpulkan suhu air pada akuarium mengalami peningkatan dan sistem mampu menurunkan suhu air yang dipengaruhi oleh suhu ruang.

Tabel 5 Data hasil pengujian sistem kontrol dan *monitoring* suhu air

Hari ke-	Waktu	Suhu awal (°C)	Kipas DC	Perubahan Suhu (°C)	Alat Pemanding	Waktu
1	06:00	27.03	OFF	27.03	27	0
	18:00	27.13	OFF	27.13	27	0
2	06:00	27.08	OFF	27.08	27	0
	18:00	27.35	OFF	27.35	27	0
3	06:00	27.58	OFF	27.58	27	0
	18:00	27.79	OFF	27.79	27	0
4	06:00	28.14	ON	27.69	27	60 menit
	18:00	28.23	ON	27.77	27	60 menit
5	06:00	28.30	ON	27.82	27	60 menit
	18:00	29.19	ON	27.88	27	60 menit
6	06:00	29.23	ON	27.81	27	60 menit
	18:00	29.50	ON	27.72	27	60 menit
7	06:00	30.02	ON	27.85	27	60 menit
	18:00	31.20	ON	27.95	27	60 menit

3.7 Hasil Pengujian Sistem Kontrol dan *Monitoring* pH Air

Pada proses monitoring pH nilai pH mengalami penurunan setiap harinya sehingga pH air pada akuarium sudah termasuk pH asam. Penurunan pH yang telah melewati batas ambang terjadi pada hari ke 4. Pompa pH *buffer* hidup untuk menaikkan pH air pada akuarium. Hal ini terjadi akibat sisa makanan dan kotoran yang telah membuat pH air menurun. Larutan pH *buffer* yang dibutuhkan untuk menaikkan pH sebanyak 100 mL hingga pH berada pada ambang batas yaitu 6 hingga 8. Data hasil pengujian sistem kontrol dan *monitoring* pH air dapat dilihat pada Tabel 6. Berdasarkan data yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa sistem dapat mengontrol pH air yang mengalami penurunan. Sisa makanan dan kotoran yang mengendap merupakan faktor yang menyebabkan pH air menurun (Boyd, 2010).

Tabel 6 Data hasil pengujian sistem kontrol dan *monitoring* pH air

Hari ke-	Waktu	pH Awal	pH Asam	pH Basa	Perubahan pH	Alat Pemanding	Takaran
1	06:00	7.27	OFF	OFF	7.27	8.20	0
	18:00	7.14	OFF	OFF	7.14	7.07	0
2	06:00	7.10	OFF	OFF	7.10	7.03	0
	18:00	6.98	OFF	OFF	6.98	6.9	0
3	06:00	6.56	OFF	OFF	6.56	6.54	0
	18:00	6.23	OFF	OFF	6.23	6.19	0
4	06:00	6.04	OFF	OFF	6.04	6.01	0
	18:00	5.91	OFF	ON	6.97	5.85	100 ml
5	06:00	5.76	OFF	ON	6.82	5.70	100 ml
	18:00	5.42	OFF	ON	6.76	5.35	100 ml
6	06:00	5.29	OFF	ON	6.54	5.21	100 ml
	18:00	5.12	OFF	ON	6.40	5.10	100 ml
7	06:00	5.03	OFF	ON	6.32	4.95	100 ml
	18:00	4.98	OFF	ON	6.22	4.90	100 ml

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa sistem dapat mengontrol batas ambang kekeruhan sebesar 25 NTU, suhu air 28°C dan kadar pH air 6 hingga 8 serta memantau secara jarak jauh melalui Telegram. Sensor mampu mengukur tingkat kekeruhan air dengan persentase kesalahan sebesar 4,32%, suhu air sebesar 2,76% dan pH air sebesar 1,71%. Apabila nilai kualitas air pada akuarium melebihi batas ambang maka dilakukan proses pengontrolan yaitu untuk kekeruhan filter air hidup, untuk suhu kipas DC hidup dan untuk pH pompa air hidup.

DAFTAR PUSTAKA

- Asmara, R.K.P. (2020), "Rancang Bangun Alat Monitoring Dan Penanganan Kualitas Ait Pada Akuarium Ikan Hias Berbasis Internet Of Things (IOT)", *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer TRIAC*, Vol. 7 No. 2, pp. 69–74, doi: 10.21107/triac.v7i2.8148.
- Bachtiar, Y. (2004), *Budi Daya Ikan Hias Air Tawar Untuk Ekspor*, AgroMedia, Jakarta.
- Bolton, W. (2006), *Sistem Instrumentasi Dan Sistem Kontrol*. (Diterjemahkan Oleh: Astranto, S), Erlangga, Jakarta.
- Boyd, C.E., Ph, D. and Hanson, T. (2010), "production Concentrations In Pond Aquaculture", *Ratio*, Vol. 2 No. February, pp. 40–41.
- Desmira, Aribowo, D. and Pratama, R. (2018), "Penerapan Sensor pH Pada Area Elektrolizer Di PT Sulfindo Adiusaha", *Jurnal PROSISKO*, Vol. 5 No. 1, pp. 9–12.
- Fraden, J. (2004), *Handbook of Modern Sensors: Physics, Design, and Applications*, Springer-Verlag New York, Inc., New York.
- Hahn, D.W. (2009), *Light Scattering Theory*, University of Florida, Florida.
- Kadir, S.F. (2019), "Mobile Iot (Internet of Things) Untuk Pemantauan Kualitas Air Habitat Ikan Hias Pada Akuarium Menggunakan Metode Logika", *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, Vol. 3 No. 1, pp. 298–305.
- Kusrini, E. (2010), "Budidaya Ikan Hias Sebagai Pendukung Pembangunan Nasional Perikanan Di Indonesia", *Media Akuakultur*, Vol. 5 No. 2, p. 109, doi: 10.15578/ma.5.2.2010.109-114.
- Lesmana, D.S. (2015), *Ensiklopedia Ikan Hias Air Tawar*, Penebar Swadaya Grup, 2015.
- Ngafifuddin, M., Sunarno, S. and Susilo, S. (2017), "PENERAPAN RANCANG BANGUN pH METER BERBASIS ARDUINO PADA MESIN PENCUCI FILM RADIOGRAFI SINAR-X", *Jurnal Sains Dasar*, Vol. 6 No. 1, p. 66, doi: 10.21831/jsd.v6i1.14081.
- Omar, A.F dan Matjafri, M.. (2009), "Turbidimeter design and analysis: A review on optical fiber sensors for the measurement of water turbidity", *Sensors*, Vol. 9 No. 10, pp. 8311–8335, doi: 10.3390/s91008311.
- Syahrul, Nurhayati, S. and Juhri, M. (2012), "Desain dan implementasi sistem pemantau cuaca transmisi nirkabel", *Jurnal Sistem Komputer Unikom*, Vol. 1 No. 1, pp. 31–37.
- Zakaria, K.J.A., Rahmat, B., Purbasari, I.. (2020), "Monitoring Kualitas Air Dan Pakan Ikan Otomatis Pada Akuarium Menggunakan Logika Fuzzy Berbasis Iot", *Jurnal Informatika Dan Sistem Informasi (JIFoSI)*, Vol. 1 No. 3, pp. 1112–1121.