

## Perancangan dan Implementasi Sistem Otomatis Perangkat Penunjang Akuarium dan Sistem Monitoring pada Akuarium Ikan Mas Koki

Josiah Jehoshua Constana<sup>1</sup>, Hadian Satria Utama<sup>2</sup>, Suraidi<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Elektro, Universitas Tarumanagara

Email : [josiah.525190007@stu.untar.ac.id](mailto:josiah.525190007@stu.untar.ac.id)<sup>1</sup>, [hadianu@ft.untar.ac.id](mailto:hadianu@ft.untar.ac.id)<sup>2</sup>, [suraidi@ft.untar.ac.id](mailto:suraidi@ft.untar.ac.id)<sup>3</sup>

### Abstrak

Akuarium merupakan suatu sistem yang tidak hanya terdiri dari wadah yang terbuat dari kaca saja, namun sebuah akuarium juga harus didukung oleh sistem yang baik untuk dapat menjadi tempat hidup yang ideal untuk ikan yang dipelihara. Beberapa alat penunjang sistem pada akuarium, seperti lampu untuk pencahayaan, pompa filter untuk memfiltrasi air yang ada di dalam akuarium, pemanas air untuk menstabilkan suhu air tempat ikan hidup, dan pemberi pakan ikan untuk memenuhi kebutuhan pakan ikan menjadi solusi untuk mendapatkan sistem akuarium yang ideal. Namun alat penunjang akuarium yang beredar dipasaran masihlah bekerja secara manual atau harus diatur secara manual saat dibutuhkan. Berangkat dari masalah ini, memanfaatkan modul pemroses akan dibuat suatu sistem otomatisasi alat penunjang akuarium yang ada. Alat penunjang akuarium ini terdiri dari lampu akuarium, mesin pemberi makan otomatis dan pemanas air. Tidak hanya sistem otomatisasi komponen penunjang akuarium saja, namun juga akan ada sistem monitoring visual untuk melihat kondisi akuarium dari jarak jauh menggunakan ponsel pintar memanfaatkan internet. Hasil yang didapatkan adalah sistem otomatisasi alat penunjang akuarium dapat berjalan dengan baik dan sesuai yang sudah ditentukan, serta sistem monitoring visual juga dapat berjalan dengan baik. Dalam penelitian ini, jenis ikan yang menjadi penentu indikator kebutuhan akuarium seperti suhu, waktu pemberian pakan dan lainnya adalah jenis Ikan Mas Koki.

**Kata Kunci:** *Akuarium, Lampu, Pemberi Makan Otomatis, Pemanas Air, Modul Pemroses, Monitoring*

### Abstract

Aquarium is a system that does not only consist of a container made of glass, but an aquarium must also be supported by a proper system so that it can become an ideal living environment for the fish that are kept in it. Several system support tools in the aquarium such as aquarium lights for lighting, filter pumps to filter the water in the aquarium, water heaters to stabilize the water temperature where fish live, and last but not least fish feeders to feed the fish. These are some of the tools that can make an ideal aquarium system for fish to live. However, those aquarium support tools on the market nowadays, still work manually or must be adjusted manually when needed. Using the processing module, it can create an automation system for the existing aquarium support tools. These support tools such as aquarium lamps, automatic feeders and water heaters. Not only the aquarium component automation system, but there will also be a visual monitoring system to see the condition of the aquarium remotely using a smartphone using the internet. The results are that the automation system for supporting the aquarium can work well and according to what has been determined. The visual monitoring system also works well. In this study, the type of fish that determines the indicator of aquarium needs, such as temperature, feeding time and others is goldfish.

**Keywords:** *Aquarium, Lamp, Automatic Feeder, Water Heater, Processing Module, Monitoring*

## PENDAHULUAN

Hobi ikan hias sedang merebak beberapa tahun belakangan, terutama pada saat Pandemi Covid-19 melanda. Masyarakat luas yang tadinya harus pergi bekerja dan berkegiatan di luar rumah, terpaksa memindahkan seluruh aktivitasnya ke dalam rumah. Hal ini menjadikan kegiatan yang dikerjakan di rumah sangatlah membosankan. Hal ini yang melatarbelakangi Hobi ikan sangatlah diminati beberapa waktu belakangan. Berdasarkan banyak penelitian, hobi ikan hias ini dapat meredakan stress dan dengan melihat akuarium berisi ikan hias, dapat membuat pikiran manusia menjadi tenang. Melihat perkembangan ini, industri ikan hias di Indonesia sangat merosot tajam 2 tahun belakangan. Namun ada masalah baru yang timbul dan menjadi masalah yang sering dirasakan oleh para penghobi ikan hias. Beberapa jenis ikan hias, memiliki tubuh yang rentan dan sensitif terhadap kondisi lingkungannya. Seperti ikan mas koki, memiliki sensitivitas terhadap suhu, dan kondisi sekitar tempat ikan mas koki hidup. Namun seiring berjalannya waktu, banyak peralatan yang dapat menunjang kestabilan kondisi air tempat ikan hias ini hidup. Seperti sensor suhu akuarium, pemanas air untuk akuarium dan masih banyak yang lainnya.

Selain dari masalah yang sudah ada solusinya ini, dimasa new normal ini ada masalah baru yang dirasakan oleh para penghobi. Masalah tersebut adalah kondisi dimana para penghobi ini harus kembali ke kehidupan normalnya, yaitu bekerja dan berkegiatan di luar rumah. Hal ini menjadi masalah, dikarenakan segala peralatan penunjang akuarium yang ada di pasaran, haruslah diatur secara manual untuk menyalakan, mematikan dan mengaturnya. Hal ini menyebabkan banyak penghobi harus beradaptasi lagi dengan kebiasaan baru ini.

Dari pembahasan di atas, yang akan dirancang adalah sebuah sistem dimana segala keperluan pengaturan komponen penunjang akuarium seperti pompa, mesin makan otomatis, lampu dan pemanas air dapat bekerja sesuai dengan kondisi yang sudah diatur dengan jadwal yang ditentukan. Selain otomatisasi sistem peralatan akuarium yang ada, dengan memanfaatkan kamera, juga dapat melihat kondisi akuarium dan ikan dari jauh. Hal ini memudahkan penghobi untuk tetap dapat melihat dan mengawasi kondisi akuarium untuk tetap pada kondisi yang seharusnya. Alat yang dirancang ini memanfaatkan mikrokontroler berbasis wifi sebagai penghubung antar perangkat penunjang akuarium dengan perangkat yang digunakan penghobi untuk mengatur perangkat penunjang akuarium dari jarak jauh. Sehingga alat ini dapat memenuhi tujuan dari perancangan alat ini yaitu untuk menjaga kestabilan kondisi akuarium, sehingga ikan mas koki dapat hidup dengan kondisi sebagaimana mestinya.

Survei dilakukan untuk mendapatkan bahan perbandingan antara alat yang akan dirancang dengan alat yang sudah ada. Survei dilakukan secara studi pustaka. Survei pertama dilakukan publikasi pustaka pada jurnal yaitu "*SMART AKUARIUM BERBASIS IoT MENGGUNAKAN RASPBERRY PI 3*". Pada hasil survei ini, penulis membuat sebuah pemberi pakan otomatis untuk ikan berbasis IoT. Sistem yang dibuat menggunakan modul pemroses berupa Raspberry Pi. Modul pemroses mengontrol sebuah motor *servo* yang dipakai untuk menggerakkan aktuatur pemberi makan ikan dan *live video stream*. Modul pemroses terhubung melalui WiFi sehingga memungkinkan pengguna untuk mengontrol pemberian pakan ikan dan menonton video siaran langsung dari akuarium.

**Tabel 1. Perbandingan Antara Hasil Survei dengan Alat yang Akan Dirancang**

No.	Keterangan	Hasil Survei			Alat yang akan dirancang
		Survei Pertama	Survei Kedua	Survei Ketiga	
1.	Sensor	Tidak Ada	Suhu	Suhu, Ultrasonic	Suhu
2.	Modul Pemroses	Raspberry Pi 2	Arduino Mega	Arduino Uno	Aplikasi Android
3.	Perangkat Penunjang	Web cam, Pompa	Heater, Pompa	Pompa	Heater, Kamera, Pompa
4.	Modul Kamera	Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Ada
5.	Modul Penampil Informasi	Tidak	Tidak	Iya	Tidak
6.	Pemberi Pakan Otomatis	Ada	Ada	Tidak Ada	Ada
7.	Media Komunikasi	WiFi	WiFi	GSM	WiFi

### Alat yang dirancang

Alat yang dirancang adalah sebuah sistem kontrol, pemantauan, serta otomatisasi komponen penunjang akuarium. Otomatisasi komponen penunjang akuarium yang dirancang adalah pompa, mesin makan otomatis, lampu dan pemanas air yang dapat bekerja sesuai dengan kondisi yang sudah diatur dan jadwal yang ditentukan ataupun dikontrol jarak jauh melalui jaringan internet. Dengan memanfaatkan kamera, sistem juga dapat melihat dan mengawasi kondisi akuarium dan ikan dari jauh. Hal ini memudahkan penghobi untuk tetap dapat melihat dan mengawasi kondisi akuarium untuk tetap pada kondisi yang seharusnya. Alat yang dirancang ini memanfaatkan mikrokontroler berbasis wifi sebagai penghubung antar perangkat penunjang akuarium dengan perangkat yang digunakan

### METODE

#### Deskripsi konsep

Ikan mas koki yang dipelihara di dalam akuarium perlu diperhatikan faktor yang mempengaruhi kesehatan serta perkembangan ikan, diantaranya yaitu jadwal pemberian pakan, suhu air pada akuarium, serta sirkulasi udara yang baik pada air akuarium. Perubahan kualitas air pada akuarium disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya disebabkan oleh zat padat yang terlarut, baik yang bersifat anorganik maupun yang bersifat organik. Zat anorganik biasanya berasal dari logam dan pelapukan batu variasi yang terdapat pada akuarium, sedangkan yang organik berasal dari sisa makanan ikan. Beberapa jenis ikan hias, memiliki tubuh yang rentan dan sensitif terhadap kondisi lingkungannya. Seperti ikan mas koki, memiliki sensitivitas terhadap suhu, dan kondisi sekitar tempat ikan mas koki hidup. Banyaknya penghobi dari ikan mas koki yang mulai disibukkan dengan kegiatan lain seperti pekerjaan kantor, atau harus pergi jauh dari rumah untuk waktu yang lama. Ketika kondisi yang tidak memungkinkan adanya perhatian khusus pada ikan, pemberian pakan

ikan dan pengontrolan suhu serta sirkulasi udara pada aquarium tidak dapat diatur sesuai kebutuhan ikan hias di aquarium.

Dari pembahasan di atas, akan dirancang adalah sebuah sistem dimana segala keperluan pengaturan komponen penunjang aquarium seperti pompa, mesin makan otomatis, lampu dan pemanas air dapat bekerja sesuai dengan kondisi yang sudah diatur dengan jadwal yang ditentukan. Selain itu, pada saat pengaturan manual diperlukan, seluruh perangkat penunjang aquarium tersebut juga dapat diatur dan dikontrol dari jarak jauh. Dengan memanfaatkan kamera, juga dapat melihat dan mengawasi kondisi aquarium dan ikan dari jauh. Hal ini memudahkan penghobi untuk tetap dapat melihat dan mengawasi kondisi aquarium untuk tetap pada kondisi yang seharusnya. Agar pemantauan kondisi menjadi lebih mudah dan efisien maka data akan ditampilkan secara real time yang terkoneksi dengan internet secara langsung. Hal ini merupakan suatu konsep ketika sebuah sistem memiliki kemampuan untuk mengirim data lewat jaringan tanpa memerlukan adanya interaksi dan manusia ke manusia ataupun dari manusia ke perangkat komputer. Dengan sistem ini, pengguna dapat mengakses data, mengontrol dan memonitoring kondisi air dimanapun pengguna berada. Alat yang dirancang memanfaatkan mikrokontroler berbasis wifi sebagai penghubung antar perangkat penunjang aquarium dengan perangkat yang digunakan penghobi untuk mengatur perangkat penunjang aquarium dari jarak jauh. Sehingga alat ini dapat memenuhi tujuan dari perancangan alat ini yaitu untuk menjaga kestabilan kondisi aquarium, sehingga ikan mas koki dapat hidup dengan kondisi sebagaimana mestinya.

#### **Realisasi Rancangan**

Realisasi rancangan pada perancangan ini berisikan diagram blok, pemilihan tipe komponen serta pengujian dari setiap subsistem yang akan dibuat dan diterapkan. Realisasi rancangan subsistem meliputi realisasi subsistem sensor suhu, realisasi subsistem modul kamera, realisasi subsistem pemberi makan, realisasi subsistem modul pemanas, realisasi subsistem modul lampu. Perancangan ini menggunakan komponen-komponen sebagai berikut :

##### **1. ESP-32 Cam**

ESP 32 adalah mikrokontroler berbasis wifi yang merupakan penerus dari ESP8266. ESP 32 tipe ini memiliki kamera tipe OV2640 dengan resolusi sebesar 2 megapiksel. ESP 32 Cam memiliki konektivitas WiFi dan Bluetooth, 16 pin GPIO, dan memerlukan tegangan masuk sebesar 5 VDC. ESP 32 Cam tidak memiliki antarmuka serial, sehingga memerlukan perangkat FTDI untuk memprogramnya. Seperti modul ESP pada umumnya, ESP 32 Cam dapat diprogram agar memiliki web servernya sendiri, sehingga antarmuka dapat diakses melalui jaringan internet lokal. Untuk penampakannya dapat dilihat pada Gambar.1



**Gambar 1. ESP 32 Cam**

##### **2. 3950 NTC Thermistor**

Thermistor tipe ini merupakan thermistor type NTC atau Negative Temperature Coefficient. Thermistor adalah resistor yang nilai resistansinya dapat berubah berdasarkan suhu disekitarnya.

Thermistor ini memiliki rentang baca suhu dari -20 hingga 105 derajat celcius dengan hambatan tetap sebesar 10 ribu ohm. Thermistor 3950 digunakan karena memiliki material pembungkus berbahan dasar stainless steel yang tahan air, sehingga dapat diletakkan dibawah permukaan air aquarium agar pembacaan suhu dapat maksimal. Output dari thermistor NTC 3950 dapat dibaca melalui GPIO analog to digital pada mikrokontroler. Modul thermistor NTC 9350 dapat dilihat pada Gambar.2



**Gambar 2. 3950 NTC Thermistor**

### 3. Pemanas Air Recent 75 W

Modul pemanas Recent 75 W digunakan karena memiliki bahan dasar stainless steel yang tahan karat dan dapat dicelupkan sepenuhnya kedalam air. Modul pemanas ini memiliki daya 75 Watt dengan tegangan masukan sebesar 220 VAC. Suhu yang dihasilkan dapat disesuaikan melalui potentiometer yang berada pada badan pemanas. Penampakan dari modul pemanas ini dapat dilihat pada Gambar.3



**Gambar 3. Pemanas Air Recent 75W**

### 4. Modul Pompa Hikari Hk P 103

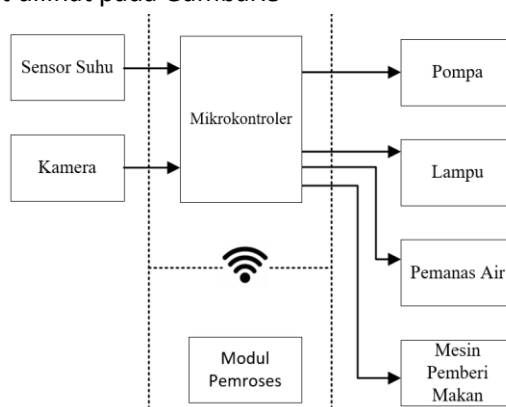
Modul pompa pada perancangan ini berfungsi untuk mengalirkan air pada aquarium agar ikan dapat memperoleh oksigen secara teratur. Modul pompa bekerja pada tegangan 220 VAC. Modul ini menggunakan motor yang menggerakkan turbin, lalu turbin yang digerakan akan mendorong air. Air yang didorong oleh turbin akan bercampur dengan udara, sehingga air yang keluar dari pompa memiliki kandungan oksigen. Modul pompa yang dipakai adalah modul pompa tipe Hikari HK P103. Pompa ini memiliki daya 12 W.



**Gambar 4. Pompa Hikari Hk P 103**

## 5. Modul Keseluruhan

Keseluruhan rancangan yang terdiri dari setiap modul yang sudah dijelaskan sebelumnya dapat diperjelas dengan sebuah diagram blok yang akan menampilkan secara menyeluruh sistem yang dibuat. Diagram blok dari perancangan sistem otomatis perangkat penunjang akuarium dan sistem monitoring akuarium ikan mas koki dapat dilihat pada Gambar.5



**Gambar 5. Diagram Blok Rancangan**

Cara Kerja keseluruhan sistem otomatis ini adalah pada saat keseluruhan modul diberi daya atau dinyalakan, maka akan ada beberapa hal yang terjadi. Mesin pemberi makan akan otomatis memberi makan dengan jeda 12 jam demi memenuhi kebutuhan pakannya yaitu 2 kali sehari. Modul lampu akan menyala dengan lama waktu 12 jam dan 12 jam setelahnya lampu akan berada pada posisi mati. Hal ini untuk memenuhi sisi estetika akuarium supaya terlihat jelas. Modul pemanas air akan menyala otomatis pada saat air menyentuh 26 derajat celcius atau dibawah 27 derajat celcius yang merupakan batas bawah suhu ideal dari ikan mas koki tersebut.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengujian dan Analisis Modul Kamera

Pengujian modul sensor kamera dilakukan dengan cara mengarahkan modul kamera pada objek tertentu dan mengambil gambar melalui bot Telegram. Rencana pengujian modul sensor kamera dilakukan untuk memastikan modul kamera berfungsi dengan baik. Ada kendala yang dialami dalam pengujian modul kamera ini. Awalnya modul kamera diharapkan dapat menampilkan gambar dari akuarium secara *real time*. Namun pada saat pengujian ternyata ada beberapa kendala yang terjadi sehingga hal tersebut tidak dapat direalisasikan. Pertama, bot Telegram yang belum kompatibel untuk menampilkan video secara *real time*.

Kendala kedua adalah modul kamera yang saat dipaksakan mengambil video bersuhu sangat tinggi, sehingga disimpulkan bahwa modul kamera ini belum dapat merealisasikan fitur video *live stream*. Namun kendati demikian, untuk dapat tetap memonitor visual dari akuarium, modul kamera masih dapat mengirimkan gambar foto *real time* akuarium kapanpun diminta oleh pengguna.

**Tabel 2. Hasil Pengujian Modul Kamera**

Percobaan	Input	Output
1	High	Kamera Aktif
2	Low	Kamera Tidak Aktif

#### Pengujian dan Analisis Modul Pemberi Makan Otomatis

Pengujian modul pemberi makan bertujuan untuk mengetahui jumlah makanan ikan yang diberikan pada setiap pemberian makan. Rencana pengujian dilakukan dengan memberikan jeda durasi selama 12 menit setiap waktu pemberian makan. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali.

**Tabel 3. Hasil Pengujian Modul Pemberi Makan Otomatis**

Variabel Uji Coba	Percobaan				
	1	2	3	4	5
Waktu	Menit ke-12	Menit ke-24	Menit ke-36	Menit ke-48	Menit ke-60
Respon Modul	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif

#### Pengujian dan Analisis Modul Sensor Suhu

Pengujian sensor suhu dilakukan dengan cara membandingkan suhu air yang telah diuji menggunakan termometer. Rencana pengujian modul sensor suhu dilakukan agar akurasi modul sensor suhu dapat diketahui.

**Tabel 4. Hasil Pengujian Modul Sensor Suhu**

Percobaan	Suhu Pada Thermometer	Sensor Suhu
1	28,5	28
2	28,7	28
3	29,0	29
4	27,3	27
5	26,4	26

#### Pengujian dan Analisis Modul Pemanas Air

Pengujian modul pemanas air bertujuan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan oleh pemanas air untuk memanaskan air dari suhu tertentu menjadi suhu yang ditentukan. Pengujian dilakukan dengan

memasukan sensor suhu kedalam air dengan suhu yang berbeda dan melihat respon modul pemanas. Percobaan dilakukan sebanyak 8 kali.

**Tabel 5. Hasil Pengujian Modul Pemanas Air**

Percobaan	Hasil Pengujian	
	Suhu	Respon Modul Pemanas
1	22	Aktif
2	23	Aktif
3	24	Aktif
4	25	Aktif
5	26	Aktif
6	27	Tidak Aktif
7	28	Tidak Aktif
8	29	Tidak Aktif

#### **Pengujian dan Analisis Modul Pemroses**

Pengujian modul pemroses bertujuan untuk memastikan modul pemroses dapat bekerja dengan baik. Rencana pengujian modul pemroses dilakukan dengan cara menghubungkan sebuah lampu LED sebagai output dan smartphone sebagai input. Modul pemroses akan diprogram untuk menyalakan lampu LED ketika mendapat perintah dari bot Telegram. Jika lampu menyala sesuai dengan program yang dijalankan, maka modul pemroses dapat bekerja dengan baik.

**Tabel 6. Hasil Pengujian Modul Pemroses**

<i>Input</i>	<i>Output</i>
<i>On</i>	LED Menyala
<i>Off</i>	LED Mati

#### **Pengujian dan Analisis Modul Lampu**

Pengujian modul lampu bertujuan untuk memastikan bahwa modul lampu dapat bekerja saat diperintahkan. Pengujian modul lampu dilakukan dengan mengatur mati dan nyala lampu melalui bot Telegram. Pengujian dilakukan sebanyak 6 kali.

**Tabel 7. Hasil Pengujian Modul Kamera**

Percobaan	<i>Input</i>	Kondisi Lampu
-----------	--------------	---------------



1	<i>on</i>	Lampu Hidup
2	<i>off</i>	Lampu Mati

### Pengujian dan Analisis Seluruh Sistem

Realisasi keseluruhan sistem dilakukan dengan menghubungkan seluruh modul agar setiap modul dapat berfungsi satu sama lain. Modul yang dihubungkan adalah modul kamera, sensor suhu, modul pemroses, modul lampu, modul pompa, modul pemanas, dan modul pemberi makan. Sistem akan mulai bekerja ketika catu daya dihubungkan dengan modul pemroses. Modul pemroses akan mendeteksi suhu dan menyalakan pompa. Ketika suhu berada dibawah suhu yang ditentukan yaitu 27 derajat celcius, maka modul pemanas akan bekerja hingga suhu air berada pada nilai yang ditentukan yaitu antara 27 -32 derajat celcius. Modul kamera akan mengambil gambar dan mengirimkannya ke ponsel pengguna ketika diperintahkan oleh ponsel melalui bot Telegram. Modul pemberi makan akan bekerja sesuai jadwal yang sudah ditentukan yaitu 2 kali sehari, berjarak 12 jam antar waktu pemberian pakan. Rencana pengujian keseluruhan sistem bertujuan untuk mengetahui bahwa seluruh modul yang ada dapat bekerja. Hasil dari pengujian keseluruhan sistem menunjukan bahwa seluruh sistem yang dibuat sudah berjalan sesuai dengan ideal dan semestinya.

**Tabel 8. Hasil Pengujian Keseluruhan Modul**

Percobaan	Modul Kamera	Modul Pemanas	Pemberi Makan	Kamera	Lampu
1	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
2	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
3	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
4	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
5	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil

### SIMPULAN

Perancangan dan implementasi sistem otomatis perangkat penunjang akuarium dapat efektif bekerja dan menjaga kondisi akuarium sebagaimana mestinya dengan indikator ideal dari ikan mas koki. Sistem monitoring yang direncanakan di awal menghasilkan solusi lain dengan keterbatasan komponen yang ada yaitu dengan mengambil gambar secara langsung pada saat diminta dari perangkat pengguna sistem ini Hal ini menindaklanjuti kendala yang terjadi pada saat pengujian modul kamera. Komponen penunjang lain seperti lampu dan pemberi makan otomatis dapat bekerja dengan baik sebagaimana seharusnya.

### DAFTAR PUSTAKA

- B. C Setya, "Serunya Pelihara Ikan Hias Saat Pandemi", <https://www.republika.id/posts/12606/serunya-pelihara-ikan-hias-saat-pandemi>
- J. Antonius, "Hobi Memelihara Ikan Hias Bisa Mengurangi Stres", <https://kate.id/2020/08/03/hobi-memelihara-ikan-hias-bisa-mengurangi-stres/>
- H. E. Putra, "SMART AKUARIUM BERBASIS IoT MENGGUNAKAN RASPBERRY PI 3", JIKO, 2016.
- Hartono, I. Pradipta, "Pengaruh Penambahan Daun Bandotan (*Ageratum conyzoides*) Dengan Dosis Yang Berbeda Dalam Meningkatkan Performa Sintasan Dan Kualitas Air Benih Ikan Mas Koki (*Carassius Auratus*) Pada Sistem Transportasi Tertutup"
- M. Faisal, Harmadi, Puryanti, "Perancangan Sistem Monitoring Tingkat Pengaruh Persentase Kekeruhan Air Secara Realtime Menggunakan Sensor TSD-10", Jurnal Ilmu Fisika (JIF), 2016.
- B. Santoso, A. Arfianto., "Sistem Pengganti Air Berdasarkan Kekeruhan Dan Pemberi Pakan Ikan Pada

Akuarium Air Tawar Secara Otomatis Berbasis Mikrokontroler”, Jurnal Ilmiah Teknologi dan Informasi ASIA, Vol. 8, No. 2 Agustus 2015.

M. Raharja, “Pengaruh Persentase Pergantian Air Yang Berbeda Terhadap Kelangsungan Hidup Dan Pertumbuhan Benih Ikan Baung (*Hemibagrus Nemurus*)”, Jurnal Ruaya, 2015.