

Prototipe Alat Monitoring Ikan *Carassius Auratus* Mati pada Akuarium menggunakan *Esp32 Cam* Berbasis *Internet of Things* (IoT)

Muhammad Amirul Hakim^{1*}, Sofia Ariyani¹, Aji Brahma Nugroho¹, Dudi Irawan¹

¹Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Jalan Karimata No.49 Jember

E-mail: amirulkim11@gmail.com

Naskah Masuk: 04 Agustus 2024; Diterima: 09 Agustus 2024; Terbit: 31 Agustus 2024

ABSTRAK

Abstrak – Ikan komet dengan nama latin *Carassius Auratus* merupakan salah satu ikan hias yang banyak diminati karena memiliki warna yang cerah dan harganya yang murah. Ikan ini rentan untuk mati yang dapat disebabkan oleh inang, patogen, dan kondisi lingkungannya. Dalam memelihara ikan komet di akuarium, ketika terdapat ikan yang mati maka ikan tersebut harus segera dipisahkan dari ikan yang masih hidup. Hal ini perlu dilakukan untuk mencegah penyebaran penyakit dan pencemaran air yang dapat mengakibatkan ikan yang sehat menjadi sakit bahkan mati. Dalam sistem akuarium konvensional, monitoring ikan mati mengandalkan pengawasan manual yang memerlukan waktu dan tenaga. Namun, hal ini tidak bisa dilakukan ketika pemelihara ikan berada jauh dari lokasi akuarium sehingga diperlukan alat yang dapat memonitor dan memisahkan ikan mati secara otomatis. Alat ini menggunakan ESP32 CAM untuk pemantauan visual, serta Arduino Uno yang terhubung dengan ESP8266 NodeMCU melalui teknologi *Internet of Things* (IoT). Tampilan visual dari ESP32 CAM dapat diakses melalui web browser, sedangkan kontrol alat pada Arduino Uno dilakukan melalui aplikasi Blynk, dengan ESP8266 sebagai modul *Wifi*. Hasil pengujian keseluruhan alat menunjukkan bahwa alat dapat berfungsi dengan baik dengan tingkat keberhasilan 100%.

Kata Kunci: *Carassius Auratus*, *Esp32 Cam*, *Arduino Uno*, *Esp8266 NodeMCU*, *Internet of Things*

ABSTRACT

Abstract - Comet fish with the Latin name *Carassius Auratus* is one of the ornamental fish that is in great demand because it has bright colors and is cheap. This fish is susceptible to death which can be caused by the host, pathogens, and environmental conditions. In keeping comet fish in an aquarium, when there is a dead fish, the fish must be immediately separated from the living fish. This needs to be done to prevent the spread of disease and water pollution which can cause healthy fish to become sick or even die. In conventional aquarium systems, monitoring dead fish relies on manual supervision which requires time and effort. However, this cannot be done when the fish keeper is far from the aquarium location so a tool is needed that can monitor and separate dead fish automatically. This tool uses ESP32 CAM for visual monitoring, as well as Arduino Uno which is connected to ESP8266 NodeMCU via *Internet of Things* (IoT) technology. The visual display of the ESP32 CAM can be accessed via a web browser, while the tool control on the Arduino Uno is done via the Blynk application, with ESP8266 as a *Wifi* module. The overall test results of the tool show that the tool can function well with a 100% success rate.

Keywords: *Carassius Auratus*, *Esp32 Cam*, *Arduino Uno*, *Esp8266 NodeMCU*, *Internet of Things*

Copyright © 2024 Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi (ELKOM)

1. PENDAHULUAN

Ikan *Carassius Auratus* atau komet cukup rentan mati yang disebabkan oleh inang, patogen, dan lingkungannya [1]. Berdasarkan studi pendahuluan yang dilakukan oleh peneliti pada salah satu toko ikan, diketahui bahwa pemilik toko kesulitan dalam memindahkan ikan yang sudah mati pada saat pemilik sedang berada di luar kota. Akibatnya, salah satu ikan yang mati dapat menyebabkan ikan lain ikut mati karena tersebabnya parasit. Selain itu, sisik ikan yang sudah mati akan mudah terlepas dan mengotori air di akuarium. Sekitar 3 dari 28 ikan yang berada di akuarium mati setiap harinya. Oleh karena itu perlu solusi yang dapat membantu pemilik ikan komet untuk dapat memantau kondisi yang ada pada akuarium secara *realtime*. Salah satu solusi yang efektif adalah dengan menggunakan kamera yang dapat terhubung secara *Internet of Things*. Modul *esp32 cam* merupakan mikrokontroler yang sudah dilengkapi dengan fitur kamera dan modul *wifi* dengan harga yang murah, sehingga dapat menjadi pilihan yang tepat untuk memonitoring kondisi akuarium secara *Internet of Things* dan *realtime*. Namun *esp32 cam* hanya bisa

diakses secara *local*, untuk menggunakan *esp32 cam* agar dapat diakses dengan jaringan ponsel diperlukan aplikasi *tunneling* untuk menghubungkan *esp32 cam* dengan ponsel yaitu layanan aplikasi ngrok.

Selain memonitoring ikan *Carassius Auratus* pada akuarium, pemilik juga perlu melakukan antisipasi apabila ada ikan *Carassius Auratus* yang mati pada akuarium. Tindakan antisipasi tersebut yaitu mengambil dan membuang ikan mati agar mengurangi dampak negatif yang disebabkan ikan mati pada akuarium. Maka diperlukan juga alat pemisah ikan yang mati di akuarium yang dapat bekerja secara otomatis. Alat tersebut berbasis *Internet of Things* yang dilengkapi dengan modul *Arduino uno*, *nodemcu esp8266 nodemcu*, dan aplikasi *Blynk*. Aplikasi *blynk* pada alat ini dapat difungsikan sebagai kendali alat.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka peneliti melakukan rancang bangun yang dapat memonitoring secara *realtime* dimanapun dan kapanpun kondisi ikan *Carassius Auratus* di akuarium, sehingga pemilik dapat mengetahui ikan *Carassius Auratus* yang hidup dan mati, serta dapat memberikan perintah kepada alat yang dibuat untuk memisahkan ikan *carassius auratu* yang mati keluar dari akuarium.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1. Ikan Komet

Ikan komet (*Carassius Auratus*) adalah salah satu jenis ikan hias air tawar yang sangat populer, terutama di kalangan pencinta ikan hias. Ikan ini memiliki beberapa keunggulan, seperti warna yang indah dan eksotis, bentuk serta gerakan yang menarik, serta sifatnya yang jinak dan mudah beradaptasi dengan ikan lain dan lingkungan barunya. Keistimewaan utamanya adalah variasi warna yang beragam, seperti putih, kuning, atau kombinasi dari warna-warna tersebut [2]. Tingginya permintaan pasar terhadap ikan hias ini sering kali tidak terpenuhi karena jumlah ikan yang dihasilkan belum mencukupi, sehingga diperlukan usaha budidaya yang terkontrol untuk memenuhi kebutuhan tersebut.

2.2. Akuarium

Akuarium adalah media untuk memelihara aneka hewan air tawar atau laut dan serangga atau hewan lainnya, seperti ikan, kura-kura, katak, laba-laba, ular dan sebagainya. Akuarium dapat dibuat dari bahan transparan atau tembus pandang seperti kaca, atau akrilik, agar mudah dilihat kondisi di dalam akuarium [3].

2.3. Arduino Uno

Arduino Uno dapat diartikan sebagai papan mikrokontroler yang berbasis datasheet ATmega328. Arduino memiliki bagian input dan *output* dimana 6 pin input tersebut biasanya digunakan sebagai keluaran PMW, dan 6 input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, *jack power*, *ICSP header* serta tombol *reset*. Untuk menggunakan arduino uno sangat mudah. Cukup menghubungkannya dengan komputer melalui kabel USB atau melalui adaptor AC-DC sebagai sumber tegangannya [4] [5].



Gambar 1. Arduino uno [5]

2.4. ESP32 CAM

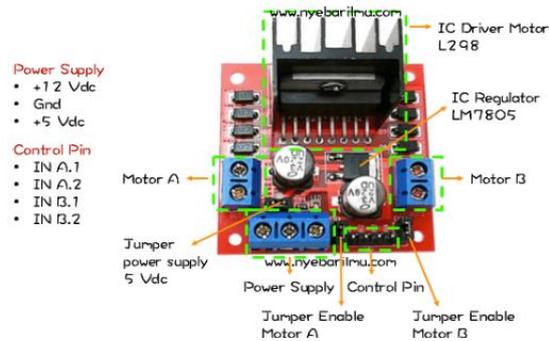
ESP32 cam adalah mikrokontroler yang dapat beroperasi sendiri untuk melakukan pengambilan gambar atau merekam gambar secara langsung menggunakan koneksi *wifi* atau *bluetooth* serta dapat dikontrol secara IoT [6].



Gambar 2. ESP32 cam [6]

2.5. Driver Motor L298N

Driver motor l298n merupakan mikrokontroler yang dapat mengontrol dua buah motor dc serta dapat mengatur arah putaran sesuai dengan *output*nya. Driver ini terdiri dari dua pin *enable* A dan B untuk mengendalikan motor dc. *Enable* A dan B masing-masing memiliki dua *output* untuk mengendalikan arah putaran motor dc yaitu in1 dan in2 pada *enable* A, in3 dan in4 pada *enable* B. Pada *output* pin in ini motor dc dapat dikendalikan maju atau mundur [7].



Gambar 3. Driver motor L298N

2.6. Esp8266 NodeMCU

Esp8266 nodemcu merupakan mikrokontroler yang dilengkapi *wifi* dan *firmware opensource*. Sehingga mikrokontroler esp8266 dapat dimasukkan program menggunakan aplikasi arduinoIDE untuk keperluan IoT dan kontrol. Modul esp8266 mengintegrasikan GPIO, PWM (*Pulse Width Modulation*), IIC, 1-Wire dan ADC (*Analog to Digital Converter*) yang terdapat pada *board* mikrokontroler ini [7].



Gambar 4. Esp8266 nodemcu

2.7. Sensor Infrared

Sensor IR atau inframerah merupakan komponen elektronika yang dapat mendeteksi gerakan melalui sinar atau radiasi yang terpancar dengan rentang panjang gelombang 780nm - 50 μm . Sensor ini biasanya digunakan untuk mendeteksi orang, barang atau sebagai pendeteksi gerakan untuk menyalakan lampu, membuka pintu atau yang lainnya [8].



Gambar 5. Sensor infrared [8]

2.8. Aplikasi Blynk

Blynk merupakan aplikasi yang dapat diakses secara gratis tersedia di *appstore ios* dan *playstore android*. Aplikasi ini biasa digunakan untuk mengontrol berbagai mikrokontroler secara IoT seperti arduino uno, esp8266, dan esp32 cam. Serta dapat mengakses atau menampilkan data dari sensor yang terhubung dengan mikrokontroler [6][9]. IoT atau *Internet of Things* adalah sistem yang dapat melakukan interaksi antara manusia dengan perangkat yang akan dikendalikan secara *realtime* dari jarak jauh menggunakan koneksi *internet*. Blynk dirancang untuk *Internet of Things* yang dapat mengontrol perangkat keras dari jarak jauh, dapat menampilkan data sensor, dapat menyimpan data,

memvisualisasikannya dan melakukan banyak hal keren lainnya. Terdapat 3 komponen Blynk diantaranya aplikasi blynk, *server* blynk dan perpustakaan blynk.



Gambar 6. Aplikasi Blynk [6]

2.9. Ngrok

Ngrok merupakan penyedia layanan penerusan alamat URL yang dapat mengubah URL lokal milik pengguna sehingga diubah oleh penyedia layanan ngrok dengan URL baru. URL baru tersebut yang dapat diakses oleh pengguna dari mana saja dengan alamat IP yang berbeda untuk mengakses URL lokal yang sudah dihubungkan dengan ngrok [10].

```
ngrok by @inconsreveable (Ctrl+C to quit)
Session Status      online
Account             Muhammad amirul hakim (Plan: Free)
Update              update available (version 2.3.41, Ctrl-U to update)
Version             2.3.35
Region              United States (us)
Web Interface       http://127.0.0.1:4040
Forwarding           http://cc66-103-165-40-244.ngrok-free.app -> http://192.168.137.137:80
Forwarding          https://cc66-103-165-40-244.ngrok-free.app -> http://192.168.137.137:80

Connections
  ttl  opn  rt1  rt5  p50  p90
   2    2   0.01 0.00 27.17 49.01

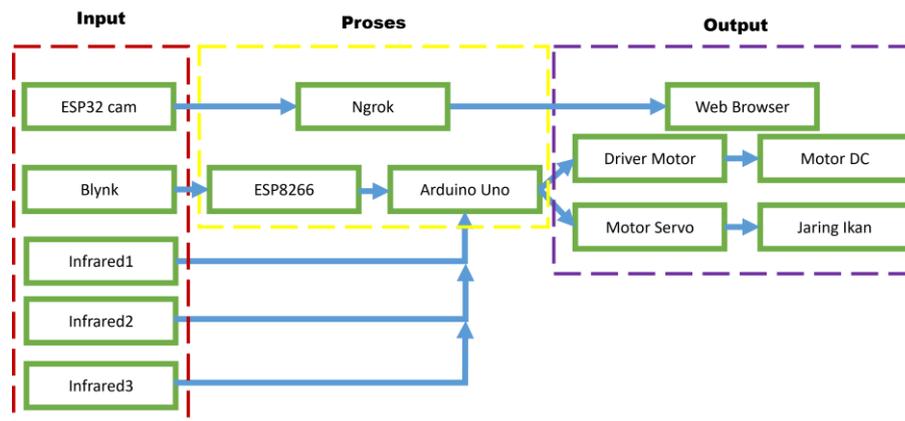
HTTP Requests
-----
GET /njpeg/1      200 OK
GET /njpeg/1      200 OK
GET /njpeg/1      200 OK
GET /              200 OK
```

Gambar 7. Aplikasi Ngrok

3. METODE PENELITIAN

3.1 Blog Diagram Sistem

Blog diagram sistem bagan dasar rangkaian keseluruhan sistem yang akan dibuat dapat dilihat pada Gambar 8 berikut:

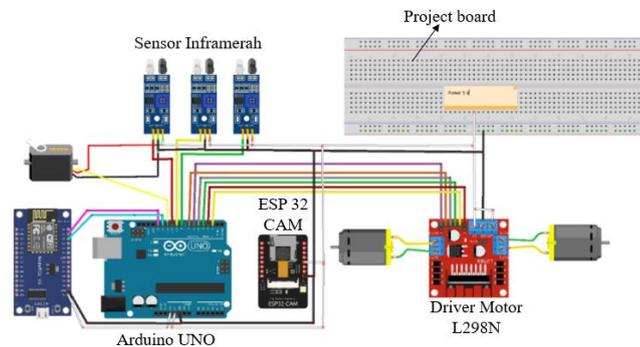


Gambar 8. Blok Diagram Alat

Bagian input ESP32 cam akan memonitoring akuarium secara realtime, *infrared1*, *infrared2*, dan *infrared3* akan membaca alat yang bergerak di atas akuarium. Bagian proses ngrok akan mengubah URL esp32 cam dengan URL yang disediakan untuk diakses pada *web browser* dari mana saja, esp8266 akan memproses sinyal perintah dari blynk untuk menjalankan program arduino, dan arduino akan memproses perintah input lalu menjalankan program untuk megerakkan *output*. Bagian *output* web browser dapat melihat hasil yang ditangkap oleh esp32 cam dan *driver* motor akan menjalankan atau menghentikan motor sesuai program arduino dan motor servo akan menggerakkan jaring sesuai posisi sudut yang diprogram pada arduino.

3.2 Perancangan dan Pembuatan Perangkat Keras

Desain perangkat keras dari alat yang dihasilkan pada penelitian adalah sebagai berikut:



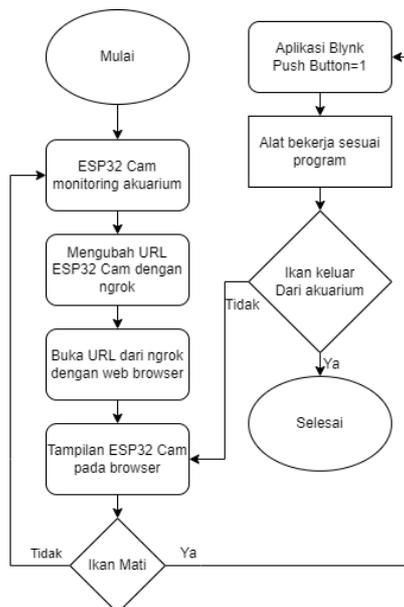
Gambar 9. Desain sistem

3.3 Pemrograman Perangkat Lunak

Pemrograman perangkat lunak dibutuhkan untuk memasukkan program yang telah dibuat kedalam esp32 cam, esp8266, dan arduino uno R3, program yang digunakan untuk melakukan pemrograman pada arduino tersebut memerlukan *software* arduino. *Software* tersebut berguna sebagai tempat membuat program dan mengedit program yang akan dimasukkan pada arduino uno R3.

3.4 Flowchart

Flowchart atau bagan alur merupakan diagram yang memetakan suatu langkah-langkah dan proses pengambilan keputusan untuk melakukan perintah dari suatu program yang telah dibuat. Pada setiap bagian diagram terdapat penjelasan atau sebuah perintah, agar sistem kerja alat lebih mudah dipahami setiap prosesnya dari awal hingga akhir. Berikut flowchart sistem alat yang akan dibuat:



Gambar 10. Flowchart kerja sistem

Penjelasan *flowchart* diatas yaitu mulai dari persiapan alat dengan menghubungkan semua komponen yang sudah diprogram untuk dinyalakan. ESP32 Cam yang terhubung dengan ngrok akan memonitoring akurarium secara *realtime* untuk mengetahui ikan yang masih hidup atau ada ikan yang sudah mati melalui web browser. Jika terlihat ada ikan yang mati maka tekan tombol push button pada aplikasi Blynk untuk menjalankan alat yang ada pada akuarium. Alat akan menjalankan motor maju. Ketika motor sampai pada *infrared* 2 atau tengah akan menyala, maka motor akan berhenti. Dilanjutkan dengan motor servo yang bergerak keatas sebesar 160° menggerakkan jaring ikan. Setelah ikan terangkat, maka motor akan bergerak maju sampai pada *infrared* 3 menyala. Motor akan kembali berhenti untuk melakukan proses pembuangan yaitu motor servo akan bergerak turun 40° dan setelah beberapa detik sesuai waktu jeda

deprogram, motor servo akan bergerak naik 160°. Kemudian motor akan bergerak mundur, sampai *infrared* 1 menyala untuk menghentikan motor dan servo turun 40° kembali ke posisi awal.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Power Supply

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tegangan dan arus yang dihasilkan dari komponen rangkaian. Sehingga tegangan dan arus kerja sistem dapat dianalisa. Pengujian ini menggunakan adaptor 12V. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Hasil pengujian *power supply*

Modul	Tanpa Beban		Dengan Beban		ΔUkur		Keterangan
	V	I	V	I	ΔV	ΔI	
Arduino	5,02	0	4,86	0,12	0,16	0,12	Berhasil
Esp8266	3,37	0	3,02	0,12	0,35	0,12	Berhasil

Berdasarkan Tabel 1 dapat disimpulkan bahwa pengujian tegangan dan arus pada kedua komponen mikrokontroler dikatakan berhasil. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan hasil uji nilai tegangan tanpa beban sesuai dengan tegangan kerja. Pengujian dengan menggunakan beban juga menghasilkan Δukur yang cukup kecil sehingga alat masih dapat berfungsi dengan baik.

4.2 Sensor Infrared

Pengujian dan *running* sensor *infrared* ini dilakukan untuk mengetahui jarak jangkauan dari sensor, sehingga dapat diketahui rentang jarak yang dapat dideteksi oleh sensor *infrared*. Berikut hasil dari pengujian sensor *infrared*:

Tabel 2. Hasil pengujian sensor *infrared*

No	Jarak Acuan (cm)			Jarak Sensor (cm)			Δ Ukur (cm)			Error (%)
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	5	5	5	5,2	5,3	5,1	0,2	0,3	0,1	4
2	10	10	10	10,2	10,3	10,2	0,2	0,3	0,2	2
3	15	15	15	15,3	15,1	15,1	0,3	0,1	0,1	2
4	20	20	20	20,2	20,4	20,1	0,2	0,4	0,1	1
5	25	25	25	25,2	25,1	25,2	0,2	0,1	0,2	0,8
Rata-Rata Error										1,96 %

Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian sensor *infrared* dengan membandingkan jarak acuan dan jarak yang terukur oleh sensor. Pengujian dilakukan pada lima jarak acuan yang berbeda, yaitu 5 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm, dan 25 cm. Pada setiap jarak, sensor melakukan tiga kali pengukuran. Hasil pengukuran menunjukkan adanya selisih antara jarak acuan dan jarak sensor, dengan nilai selisih terbesar sebesar 0,4 cm pada jarak acuan 20 cm, sementara nilai selisih terkecil adalah 0,1 cm pada beberapa pengujian lainnya. *Error* yang dihasilkan berkisar antara 0,8% hingga 4%, dengan rata-rata *error* sebesar 1,96%. *Error* ini menunjukkan tingkat akurasi sensor *infrared* dalam mendeteksi jarak pada berbagai kondisi pengujian.

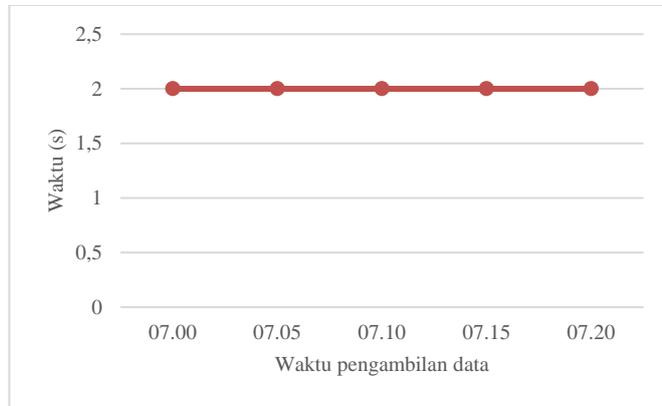
4.3 Internet Of Things

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui delay konektivitas sistem IOT pada alat yang digunakan, sehingga dapat diketahui waktu yang diperlukan ketika menekan tombol *on* dan *off* pada blynk ke alat yang ada pada arduino. Selisih delay dari *on* ke *off* merupakan lama waktu alat bekerja mulai dari alat bergerak hingga berhenti. Berikut tabel hasil pengujian IoT dengan beberapa kali percobaan:

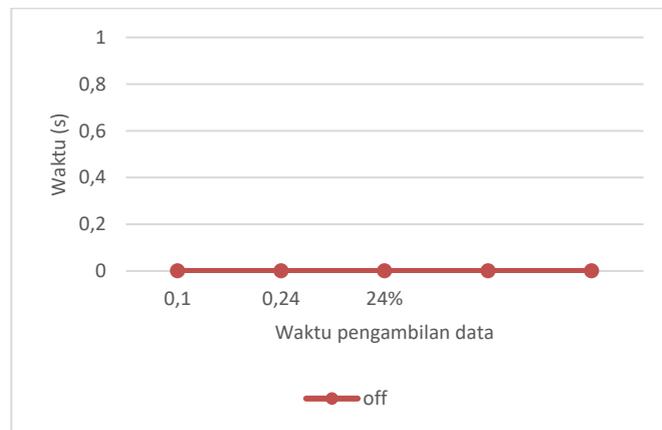
Tabel 3. Pengujian Konektivitas IoT

Parameter	Input	Konektivitas t		Δt Konektivitas t (sekon)		Keterangan
		Blynk	Arduino	On	Off	
Arduino	On	07.00.00	07.00.02	2	-	Berhasil
	On	07.05.00	07.05.02	2	-	Berhasil
	On	07.10.00	07.10.02	2	-	Berhasil
	On	07.15.00	07.15.02	2	-	Berhasil
	On	07.20.00	07.20.02	2	-	Berhasil
	Off	07.25.00	07.20.30	-	30	Berhasil
	Off	07.30.00	07.30.31	-	31	Berhasil
	Off	07.35.00	07.35.31	-	31	Berhasil
	Off	07.40.00	07.40.30	-	30	Berhasil
	Off	07.45.00	07.45.31	-	31	Berhasil

Rata-rata	2	30,6	
% Keberhasilan sistem = $\frac{\sum \text{berhasil}}{\text{banyak percobaan (n)}} \times 100\%$			100%



Gambar 11. Grafik delay on



Gambar 12. Grafik delay off

Dari tabel dan grafik dapat disimpulkan bahwa lama delay setiap menghidupkan alat pada arduino secara IoT memerlukan waktu kurang lebih 2 detik dan lama waktu mematikan alat kurang lebih 28,6 detik sesuai dengan rata-rata yang ada pada pengujian diatas. Delay konektivitas menghidupkan ini dapat dipengaruhi dari koneksi *internet* dari pengguna dan koneksi *internet* yang terhubung dengan ESP266 sebagai modul wifinya. Sedangkan delay konektivitas mematikan alat ini dipengaruhi dari *coding* yang dipakai karena alat Ketika dihidupkan lalu langsung dimatikan oleh pengguna, alat akan tetap bekerja sampai selesai sehingga delay mematikan alat bergantung pada waktu alat selesai bekerja.

4.4 Keseluruhan Sistem

Pada pengujian ini dilakukan pengujian secara menyeluruh dari sistem yang dibuat, mulai dari mikrokontroler, semua sensor, dan IOT sistem. Tujuan dari pengujian keseluruhan sistem ialah untuk melihat *output* pin arduino, waktu konektivitas alat bekerja dan lama waktu alat menyelesaikan algoritma coding yang dibuat. Hasil pengujian pada Tabel 4 menunjukkan bahwa seluruh sistem dapat bekerja dengan baik dengan tingkat keberhasilan 100%.

Tabel 4. Pengujian keseluruhan sistem

IoT		Input Coding					IoT		Output pin Arduino						Δt (sekon)	Keterangan	
On	Off	Driver Motor	Sensor Infrared			Servo	On	Off	Driver Motor	Sensor Infrared			Servo				
		ena	enb	1	2	3	io			3	6	8	9	10	11		
07.00.00		1	1	1	1	1	1	07.00.02	-	1	1	1	1	1	1	2	Berhasil
07.05.00		1	1	1	1	1	1	07.05.02	-	1	1	1	1	1	1	2	Berhasil
07.10.00		1	1	1	1	1	1	07.10.02	-	1	1	1	1	1	1	2	Berhasil
07.15.00		1	1	1	1	1	1	07.15.02	-	1	1	1	1	1	1	2	Berhasil
07.20.00		1	1	1	1	1	1	07.20.02	-	1	1	1	1	1	1	2	Berhasil
	07.25.00	0	0	0	0	0	0	-	07.20.30	0	0	0	0	0	0	30	Berhasil
	07.30.00	0	0	0	0	0	0	-	07.30.31	0	0	0	0	0	0	31	Berhasil

07.35.00	0	0	0	0	0	0	-	07.35.31	0	0	0	0	0	0	31	Berhasil
07.40.00	0	0	0	0	0	0	-	07.40.30	0	0	0	0	0	0	31	Berhasil
07.45.00	0	0	0	0	0	0	-	07.45.31	0	0	0	0	0	0	30	Berhasil

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, pengujian tegangan dan arus pada kedua komponen mikrokontroler berhasil sesuai dengan tegangan kerja yang diharapkan, baik dalam kondisi tanpa beban maupun dengan beban, yang menghasilkan selisih pengukuran yang kecil. Pengujian sensor infrared juga menunjukkan tingkat akurasi yang baik, dengan rata-rata *error* sebesar 1,96%, menunjukkan bahwa sensor mampu mendeteksi jarak dengan tingkat kesalahan minimal. Selain itu, pengujian konektivitas IoT menunjukkan adanya delay sekitar 2 detik untuk menghidupkan alat dan 28,6 detik untuk mematikannya, yang dipengaruhi oleh kualitas koneksi *internet* serta algoritma coding yang digunakan. Secara keseluruhan, seluruh sistem mikrokontroler, sensor, dan sistem IoT berfungsi dengan baik, dengan tingkat keberhasilan 100% dalam setiap pengujian yang dilakukan. Untuk inovasi kedepannya, penelitian berikutnya dapat melakukan pengembangan alat dengan menggunakan kamera cctv sebagai ganti dari esp32 cam dan untuk alat pembuang ikan dapat menggunakan model rel pada lintasannya atau menggunakan vanbelt sebagai penggerak alat pengambil ikan yang mati.

REFERENSI

- [1] A. Putriningtias, Y. A. Siregar, and S. Komariyah, "Pengaruh Pemberian Perasan Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia*) Untuk Pengendalian *Argulus* sp. Pada Media Hidup Ikan Komet (*Carassius auratus*)," *Saintek Perikan. Indones. J. Fish. Sci. Technol.*, vol. 18, no. 1, pp. 7–12, 2022.
- [2] A. Mu'minin, H. Hasan, and F. Farida, "Pengaruh Suhu Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Komet (*Carassius Auratus*)," *J. Borneo Akuatika*, vol. 4, no. 1, pp. 45–53, 2022.
- [3] R. Oktaprianna, "Rancang Bangun Smart Aquarium Menggunakan Arduino Atmega 2560 Berbasis *Internet Of Things*," *J. Online Mhs. Bid. Tek. Elektro*, vol. 1, no. 1, pp. 1–9, 2019.
- [4] A. Adriansyah and O. Hidyatama, "Rancang Bangun Prototipe Elevator Menggunakan Microcontroller Arduino Atmega 328P," *J. Teknol. Elektro*, vol. 4, no. 3, pp. 100–112, 2013.
- [5] M. B. Fatkhul Yaqin, B. S. Rintyarna, and H. Setyawan, "Rancang Bangun Prototipe Smart Greenhouse Berbasis IoT Untuk Mengontrol Pertumbuhan Tanaman Bawang Merah (*Allium Ascalonicum* L)," *J. Tek. Elektro dan Komputasi*, vol. 6, no. 1, pp. 112–124, 2024.
- [6] A. Ipanhar, T. K. Wijaya, and P. Gunoto, "Perancangan Sistem Monitoring Pintu Otomatis Berbasis Iot Menggunakan Esp32-Cam," *Sigma Tek.*, vol. 5, no. 2, pp. 333–350, 2022.
- [7] N. Soedjarwanto, "Prototipe Smart Dor Lock Menggunakan Motor Stepper Berbasis Iot (*Internet Of Things*)," *Electrician*, vol. 15, no. 2, pp. 73–82, 2021.
- [8] L. Pitriyanti, Y. Saragih, and U. Latifa, "Implementasi Modul Infrared Pada Rancang Bangun Smart Detection for Queue Otomatic Berbasis Iot," *Power Elektron. J. Orang Elektro*, vol. 11, no. 2, p. 188, 2022.
- [9] R. W. Laksana, B. S. Rintyarna, and A. B. Nugroho, "Pemanfaatan Teknologi IoT pada Smart Farming Microgreen dan Akuisisi Data," *J. Tek. Elektro dan Komputasi*, vol. 5, no. 2, pp. 302–316, 2023..
- [10] A. Widyanto, Y. Aprizal, A. Wardani, and A. Kegiatan, "Prosiding Seminar Nasional CORISINDO 2021 Pengabdian Kepada Masyarakat Pengenalan dan Pengaplikasian Tunelling (ngrok.com) Bagi Siswa SMA Guna Mengakses Aplikasi Berbasis Web," in *Seminar Nasional CORISINDO 2021*, 2021, pp. 240–245.