
RANCANG BANGUN ALAT PAKAN IKAN OTOMATIS BERBASIS CATUAN PANEL SURYA

Deasy Kartikasari¹⁾, Ria Gazali²⁾, Irawati³⁾, Muhamad Surya Fatah⁴⁾

^{1,2}Prodi Teknik Elektronika, Fakultas Teknologi, ITB Swadharma

^{3,4}Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang

Correspondence author: D.Kartikasari, makdeasyku@gmail.com, Jakarta, Indonesia

Abstract

The design of automatic fish feed equipment today is very much needed to make it easier for breeders in the operational process of aquaculture. In this study the design of automatic fish feed was carried out on the basis of a solar panel power supply as a power source for charging the battery so that the device does not require a power source from the National Electric Company. In addition to using an automatic method for feeding, a control method is also used semi-automatically through an Android phone that utilizes a Bluetooth signal as a communication method, there is also an alarm on the system to find out that the feed condition in the container is running out. The result of designing this fish feeder is that the maximum distance that can be controlled via an Android phone is 60 meters without obstructions and 30 meters with obstacles. the battery gradually rises to 10 Volts then the load can be re-activated. A 2.5 WP solar panel was used in this study with a battery capacity of 3000 mAh each.

Keywords: arduino, solar charge controller, automatic fish feed

Abstrak

Rancang bangun alat pakan ikan otomatis dewasa ini sangat diperlukan untuk mempermudah para peternak dalam proses operasional budi daya perikanan. Pada penelitian ini rancang bangun pakan ikan otomatis dilakukan dengan basis catu daya panel surya sebagai sumber daya untuk pengisian ke baterai sehingga perangkat tersebut tidak memerlukan sumber daya dari PLN. Selain menggunakan metode otomatis untuk pemberian pakannya, digunakan metode kontrol juga secara semi-otomatis melalui ponsel Android yang memanfaatkan sinyal Bluetooth sebagai metode komunikasinya, terdapat juga suatu alarm pada sistem untuk mengetahui bahwa kondisi pakan dalam wadah sudah hampir habis. Hasil dari perancangan alat pakan ikan ini yaitu bahwa jarak maksimal yang dapat dikendalikan melalui ponsel Android yaitu 60 meter tanpa penghalang dan 30 meter dengan penghalang, pada saat kondisi baterai 8 Volt sistem SCC secara otomatis memutus aliran ke beban agar terhindar dari kosongnya baterai dan ketika kondisi baterai berangsur naik hingga 10 Volt maka beban dapat kembali diaktifkan. Panel surya 2.5 WP digunakan pada penelitian ini dengan kapasitas masing-masing baterai sebesar 3000 mAh.

Kata Kunci: pakan ikan otomatis, panel surya, arduino

A. PENDAHULUAN

Aktifitas memberi makan ikan peliharaan maupun ikan budidaya pada umumnya dilakukan secara manual yaitu dengan menebarkannya secara langsung pakan ikan dengan tangan ataupun bisa juga dengan wadah. Memberi pakan ikan terutama pada akuarium maupun pada kolam ikan di luar rumah merupakan hal yang lumrah dilakukan untuk kelangsungan hidup ikan itu sendiri karena tidak ada lagi makanan yang dapat dikonsumsi oleh ikan tersebut karena ia tidak hidup di alam bebas. Karena hidupnya yang berada di dalam ruang lingkup manusia maka manusialah yang bertanggung jawab dalam mengendalikan pola dan waktu makan ikan yang dipeliharanya. Dalam memelihara maupun budidaya ikan perlu adanya manajemen waktu yang teratur dalam hal pemberian pakan agar kelangsungan hidup ikan dapat terjaga. Namun, ada kalanya manusia tidak sempat dalam melakukan aktifitas memberi pakan ikan sesuai waktunya karena ada kesibukan aktifitas lain seperti kesibukan di luar rumah.

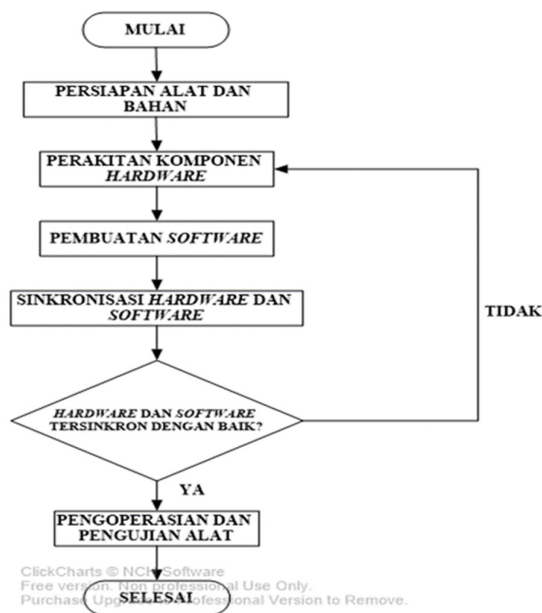
Pada penelitian sebelumnya telah dirancang alat (Permana & Doni, 2020; Saputra et al., 2020; Weku et al., 2015) mengembangkan alat pemberi pakan ikan otomatis berbasis mikrokontroler yang menggunakan motor servo untuk membuka dan menutup katub pada lubang wadah pakan ikan. Lamanya motor servo membuka katub menentukan jumlah takaran pakan ikan yang keluar dari wadah. Sedangkan pada penelitian (Putra & Pulungan, 2020) juga menggunakan motor servo ditambah dengan penggunaan load cell untuk menimbang pakan ikan sebelum dijatuhkan ke kolam sehingga berat pakan ikan yang jatuh ke kolam sesuai dengan yang diinginkan. Dan untuk mengatur jadwal pemberian pakan ikan digunakan RTC. Selain penggunaan motor servo, penelitian (Wei et al., 2017) menggunakan motor DC untuk memutar katub dengan kecepatan tertentu sehingga pakan ikan dapat jatuh ke kolam dengan takaran tertentu. Penelitian (Osueke et al.,

2018) menggunakan motor DC dan spiral untuk menjatuhkan pakan ikan ke kolam. Kecepatan motor dan durasi motor menentukan jumlah takaran pakan ikan yang keluar. Selanjutnya penelitian (Hayatunnufus & D., 2020; Permana & Doni, 2020; Syah & Sofi, 2015) juga mengembangkan alat pemberi pakan ikan yang menggunakan motor servo dan ada diantaranya yang menambahkan sensor ultrasonik untuk mendeteksi level ketinggian pakan ikan di dalam wadah sehingga jika pakan ikan hampir habis maka buzzer akan berbunyi. Dari beberapa penelitian sebelumnya yang terkait dengan penelitian ini, memang belum ada penelitian yang mengintegrasikan sistem pakan ikan dengan panel surya sebagai sumber tenaga. Juga dalam hal metode pemberian pakan, ada yang masih menggunakan SMS sebagai komunikasi antara pengguna dengan kontroler, atau hanya mengandalkan metode otomatis saja menggunakan RTC tanpa metode kontroler tambahan lainnya seperti aplikasi android. Pada penelitian ini penulis ingin memodifikasi sekaligus menambah fitur dari alat pakan ikan ini. Pertama, panel surya digunakan karena alat ini memang digunakan untuk penggunaan kolam ikan di luar rumah (*outdoor*) sehingga penggunaan panel surya optimal. Lalu, selain menggunakan metode otomatis dengan jadwal pemberi pakan, penulis juga menambahkan metode semi-otomatis yaitu pemberian pakan dapat dikontrol secara langsung menggunakan aplikasi android melalui komunikasi *Bluetooth*.

B. METODE PENELITIAN

Berdasarkan diagram penelitian pada gambar 1 dapat diuraikan bahwa langkah pertama yang dilakukan adalah persiapan alat dan bahan yang digunakan dalam rancang bangun alat pakan ikan otomatis berbasis Arduino, lalu mengintegrasikan beberapa komponen seperti Servo Motor, Modul RTC DS3231, OLED 128x64, Sensor Ultrasonik, Buzzer dan Panel Surya agar menjadi suatu

sistem pada alat yang akan dirancang, kemudian dilakukan perakitan pada bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan alat pakan ikan otomatis yang dibentuk sedemikian rupa agar menjadi alat dengan tampilan yang diinginkan. Setelah perakitan hardware selesai maka dilakukan pengolahan data berupa input bahasa program ke dalam sistem pada software yang sudah terpasang pada komputer yakni IDE Arduino, lalu dilakukan tahap sinkronisasi terhadap hardware dan software apakah alat dapat bekerja dengan baik sesuai fungsinya, apabila berhasil maka proses integrasi komponen-komponen dan pengolahan program pada software berhasil, apabila pada alat yang dirancang terdapat kesalahan maka dilakukan pemeriksaan dari tahap perakitan komponen hardware. Hardware dan software tersinkron dengan baik maka alat pun berhasil, dan proses selanjutnya adalah melakukan pengujian terhadap alat. Apabila semua proses berhasil dan didapatkan data yang dibutuhkan dalam penelitian maka penelitian dianggap selesai.



Gambar 1. Diagram Alir Prosedur Penelitian

Instrumen pada penelitian ini terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini. Peralatan dan bahan penelitian yang digunakan dapat dilihat pada tabel 1 berikut

Tabel 1. Alat dan Bahan Penelitian

Peralatan			
No.	Bahan	Jumlah	Keterangan
1.	Bor Listrik	1 buah	Untuk membuat lubang sekrup
2.	Penggaris atau meteran	1 buah	Untuk mengukur dimensi
3.	Obeng	1 buah	Untuk keperluan instalasi sekrup
4.	AVO meter digital	1 unit	Untuk mengukur arus, tegangan, dan daya sebagai analisa data
5.	Solder Listrik	1 buah	Untuk menempelkan timah pada modul yang diperlukan
Bahan			
No.	Nama Bahan	Jumlah	Keterangan
1.	Papan Akrilik	Seperlunya	Sebagai sasis komponen
2.	Pipa ½ inch, T pipa, L pipa, & Dop pipa	Seperlunya	Sebagai penyangga sasis alat

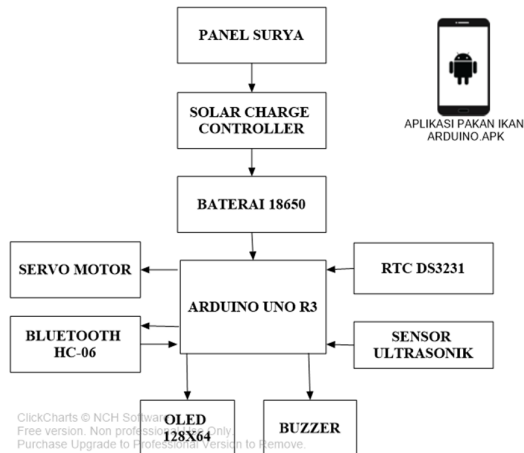
Penelitian ini merupakan, jenis penelitian kuantitatif dan kualitatif dengan metode eksperimental. Dipilihnya jenis penelitian ini karena penulis menganggap jenis ini cocok dengan penelitian yang diambil karena melakukan pengembangan sebuah alat dan melakukan penelitian berupa eksperimen terhadap objek yang akan diteliti

Sumber data pada penelitian ini adalah menggunakan *Library Research* yang merupakan cara pengumpulan data dari beberapa buku, e-book, jurnal ilmiah, tugas akhir, skripsi, maupun literatur lainnya yang terkait dengan penelitian ini.

Perancangan Perangkat Keras

Pada bagian ini akan dijelaskan bagaimana langkah-langkah untuk rancang bangun alat pemberi pakan ikan otomatis dengan menerapkan *fotovoltaic* sebagai

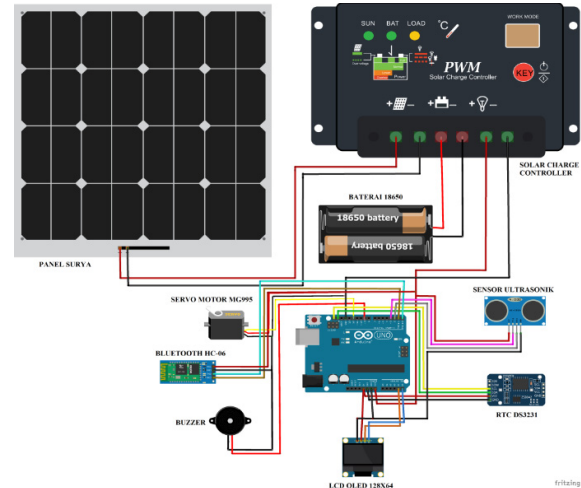
sumber utama. Sebagai tahapan awal sebelum melakukan pemasangan komponen-komponen yaitu membuat terlebih dahulu diagram blok rangkaian dan skema rangkaian (single line). Adapun perancangan perangkat keras sebagai sistem dari alat pemberi pakan ikan ditunjukkan dengan diagram blok berikut ini :



Gambar 2. Diagram Blok Sistem

Berdasarkan gambar 2, dapat disimpulkan bahwa sistem alat ini menggunakan panel surya sebagai sumber daya utama ke baterai yang selanjutnya ditransmisikan ke mikrokontroler Arduino lalu ke bagian perangkat lainnya seperti motor servo, modul RTC, sensor ultrasonik, OLED, hingga buzzer. Perangkat keras yang terpisah dari sistem laptop/PC yang merupakan media untuk memasukkan bahasa program ke mikrokontroler melalui kabel USB.

Pada gambar 3 dibawah ini merupakan gabungan dari tiap-tiap komponen yang sudah dijelaskan sebelumnya yang terdiri dari Arduino Uno, motor servo, sensor ultrasonik, RTC DS3231, LCD OLED 128X64, buzzer, Solar Charge Controller, dan panel surya yang dirangkai menjadi satu kesatuan untuk rancang bangun alat pemberi pakan ikan otomatis.



Gambar 3. Skema Rangkaian Alat Secara Keseluruhan.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan dilakukan tahapan pengujian perangkat lunak baik pada program coding IDE Arduino maupun pada aplikasi rancangan berbasis Android, pengujian tegangan pada masing-masing perangkat modul, pengujian jangkauan jaral sinyal Bluetooth antara alat pakan dengan ponsel Android sebagai pengendali pakan, pengujian respon sensor ultrasonik terhadap ketersediaan pakan, pengujian perbandingan selisih waktu pada modul RTC dengan waktu sebenarnya, pengujian pemberi pakan sesuai jadwal yang telah diatur berdasarkan pembacaan waktu oleh modul RTC DS3231, dan pengujian nilai tegangan masukan dan keluaran pada Solar Charge Controller terhadap kondisi cuaca.

Hasil Pengujian Perangkat Lunak

Pengujian perangkat lunak terbagi menjadi dua yaitu pengujian pada program yang sudah dibuat pada IDE Arduino maupun pengujian pada aplikasi kendali pakan ikan yang telah dirancang melalui MIT App Inventor. Tujuan tahapan ini adalah untuk mengetahui apakah masing-masing program yang telah dibuat berhasil.

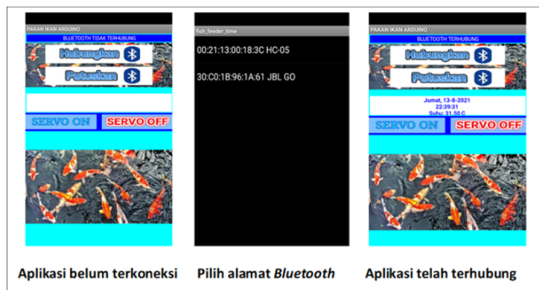
Pengujian program atau coding bertujuan untuk mengetahui berhasil atau tidaknya

program yang telah dibuat melalui perangkat lunak IDE Arduino



Gambar 4. Proses Verifikasi Program

Pengujian Aplikasi Kendali Pakan bertujuan untuk mengetahui apakah aplikasi yang dirancang dapat melakukan fungsinya dengan baik sesuai dengan perintah yang dieksekusi



Gambar 5. Proses Aplikasi Yang Terhubung Dengan Bluetooth

Pada gambar 5 di atas menunjukkan langkah-langkah proses menghubungkan aplikasi kendali pakan ikan dengan Bluetooth. Indikasi pada aplikasi juga terlihat berbeda setelah terhubung dengan perangkat alat pakan, terdapat tulisan “BLUETOOTH TERHUBUNG” dan terdapat tampilan waktu RTC dan suhu alat pakan pada aplikasi. Langkah selanjutnya yaitu mengeksekusi tombol perintah pada aplikasi, terdapat 2 tombol perintah yaitu ;

1. Tombol “SERVO ON” berfungsi untuk mengaktifkan motor servo sehingga memutar mekanik pakan yang membuat pakan keluar dari wadah.
2. Tombol “SERVO OFF” berfungsi untuk menonaktifkan motor servo ketika berputar sehingga menghentikan putaran

mekanik pada pakan yang membuat pakan tidak keluar dari wadah

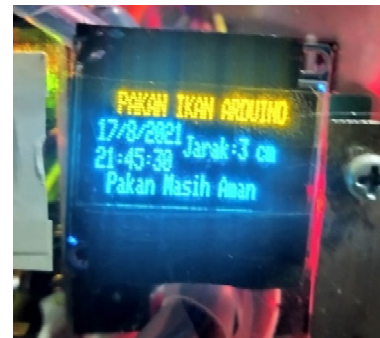
Tabel 2. Hasil Pengujian Aplikasi Kendali Pakan Ikan Otomatis

Tombol Kendali	Hasil Pengujian	Keterangan
SERVO ON	✓	Motor Berotasi
SERVO OFF	✓	Motor Berhenti Berotasi

Tabel 3. Hasil Pengujian Perbandingan Jangkauan Jarak Bluetooth

Jangkauan (Meter)	Status Bluetooth tanpa penghalang	Status Bluetooth dengan penghalang
20	Terhubung	Terhubung
30	Terhubung	Terhubung
35	Terhubung	Tidak Terhubung
40	Terhubung	Tidak Terhubung
50	Terhubung	Tidak Terhubung
>60	Tidak Terhubung	Tidak Terhubung

Berdasarkan tabel di atas dapat disimpulkan bahwa jangkauan maksimal antara aplikasi dengan perangkat yang dikendalikan yaitu 60 meter tanpa penghalang, dan 30 meter dengan penghalang berupa tembok.



Gambar 6. Tampilan OLED Saat Kondisi Pakan Aman

Pada gambar 6 di atas merupakan tampilan OLED ketika ketersediaan pakan masih cukup di dalam wadah. Jarak antara sensor ultrasonik dengan dasar wadah pakan adalah 6 cm, jika diisi dengan pakan berupa pelet ikan maka jarak yang dibaca semakin dekat. Jadi, logikanya adalah semakin besar

jarak yang dibaca maka kondisi ketersediaan pakan hampir habis dan perlu diisi ulang. Ketika kondisi pakan masih penuh atau masih tersedia cukup banyak dan jarak kurang dari 6 cm maka layar OLED menampilkan karakter “Pakan Masih Aman”, jika ketersediaan pakan hampir habis dengan pembacaan jarak 6 cm atau lebih maka OLED menampilkan karakter “Pakan Hampir Habis!!” seperti pada Gambar 7 di bawah ini



Gambar 7 Tampilan OLED Saat Kondisi Pakan Hampir Habis

Tabel 4. Hasil Pengujian OLED 128x64 Data RTC (Real Time Clock)

Tanggal	Bulan	Tahun	Jam	Menit	Detik
✓	✓	✓	✓	✓	✓
Data Sensor Ultrasonik					
Jarak (cm)	Karakter Saat	Karakter Saat			
	Jarak ≥ 6 cm	Jarak ≤ 6 cm			
✓	“Pakan Hampir Habis!!”	“Pakan Masih Aman”			

Keterangan ✓ = Berhasil menampilkan data

Berdasarkan tabel 4 hasil pengujian OLED di atas dapat disimpulkan bahwa modul RTC tidak mengalami sedikitpun kendala dalam menjalankan fungsinya. Selama penelitian ini berlangsung permasalahan OLED hanya pada sistem pengkabelannya (*wiring*) saja yang longgar sehingga menyebabkan layar OLED seringkali mati dan itu sudah dapat teratasi.

Tabel 5. Hubungan Pin Sensor Ultrasonik dengan Arduino Uno

Sensor Ultrasonik	Arduino Uno
Vcc	Pin 5V
GND	Pin GND
Trigger	Pin Digital 6
Echo	Pin Digital 7

Tabel 6. Perbandingan Pengukuran Jarak Antara Sensor Ultrasonik dengan Alat Ukur Penggaris

Uji Ke-	Sensor Ultrasonik (cm)	Penggaris (cm)	Selisih Pengukuran (cm)	Presentasi Akurasi (%)
1	10	10.3	0.3	97.09
2	9	9.1	0.1	98.90
3	8	8.2	0.2	97.56
4	7	7.1	0.1	98.59
5	6	6	0	100
6	5	5	0	100
7	4	4	0	100
8	3	3	0	100
9	2	2	0	100
10	4	1	3	25
Rata-rata =			0.37	91.71

Berdasarkan tabel 6 pengujian di atas didapatkan hasil rata-rata selisih pengukuran yaitu 0.37 cm, rata-rata persen akurasi yaitu 91.71 % dengan 10 kali percobaan mulai dari 10 cm hingga 1 cm. Nilai selisih didapatkan dari jumlah selisih antara hasil pengukuran sensor Ultrasonik dengan hasil pengukuran manual. Hasil selisih diperoleh dari rumus berikut :

Hasil rata-rata selisih pengukuran diperoleh dari rumus berikut :

$$\bar{x} \text{ selisih} = (\Sigma \text{ Selisih})/10$$

Keterangan :

x selisih = rata-rata nilai selisih (cm)

Σ selisih = Total nilai selisih (cm)

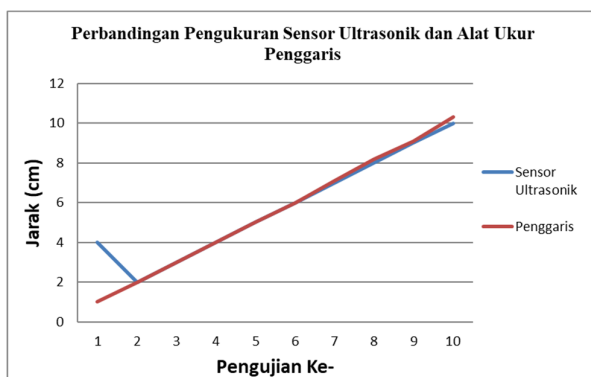
10 = 10 kali percobaan

Nilai presentasi akurasi diperoleh dari rumus sebagai berikut :

$$\text{Persen Akurasi} = \frac{y}{x} \times 100\%$$

dimana : x = Hasil pengukuran penggaris
 y= Hasil Pengukuran Ultrasonik

Hasil rata-rata *error* didapatkan dari rumus yang sama dengan pengukuran rata-rata selisih pengukuran.



Gambar 8. Diagram Garis Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik

Berdasarkan pengujian jarak yang dilakukan melalui metode perbandingan pengukuran didapatkan hasil yang berbeda pada setiap metode pengukuran baik dengan sensor Ultrasonik maupun alat ukur penggaris. Hasil pengukuran menghasilkan nilai selisih 0.3 hingga 3 cm dengan nilai akurasi yang cukup baik hingga 91.71%. Dari pengukuran penggaris pada jarak 1 cm, sensor Ultrasonik membaca jarak tersebut yaitu 4 cm, itu dikarenakan bahwa sensor Ultrasonik hanya mampu membaca data jarak minimum 2 cm.

Pada alat yang dirancang ini, beban yang dimaksud adalah rangkaian Arduino beserta beberapa modul yang terintegrasi dengannya seperti motor servo, RTC, OLED, dan modul Bluetooth HC-06. Berikut merupakan tabel

pengujian panel surya sebagai perangkat yang mengisi daya pada baterai :

Tabel 7. Pengujian Photovoltaic Terhadap Kondisi Baterai

Waktu	Pukul	Tegangan Display SCC (Volt)	Kondisi Cuaca (Objektif Pengamat)	Kondisi Beban	Bar Baterai SCC	Keterangan Bar Baterai
Senin, 6 September 2021	15:00	9.4	Cerah Berawan	OFF	0	Kosong
	15:11	9.8	Cerah Berawan	OFF	0	Kosong
	15.32	8.8	Mendung	OFF	0	Kosong
Selasa, 7 September 2021	11:00	9.8	Terik	OFF	0	Kosong
	11:47	9.1	Cerah Berawan	OFF	1	Terisi
	8:01	9.3	Cerah Berawan	OFF	0	Kosong
Rabu, 8 September 2021	10:11	9.6	Terik	OFF	2	Terisi
	11:22	8.6	Cerah Berawan	OFF	0	Kosong
	11:44	9	Cerah Berawan	OFF	0	Kosong
	15:09	9.8	Cerah Berawan	OFF	2	Terisi
	8:00	8	Terik	OFF	3	Terisi
Kamis, 9 September 2021	9:28	10.7	Terik	ON	4	Terisi
	10:47	11	Terik	ON	4	Terisi
	11:21	11.6	Terik	ON	4	Terisi
	12:02	11.3	Teduh	ON	4	Terisi
	14:10	11.7	Terik	ON	4	Terisi
Jumat, 10 September 2021	10:30	12.2	Terik	ON	5	Penuh
	11:15	12	Cerah Berawan	ON	5	Penuh
	13:07	12.3	Terik	ON	5	Penuh

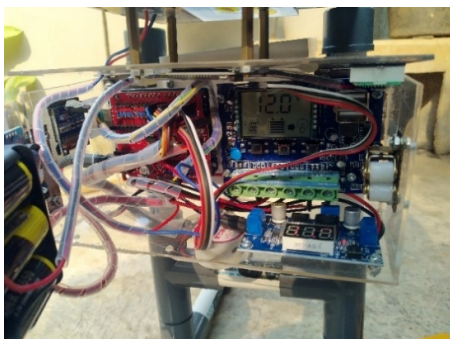
Berdasarkan tabel di atas, penelitian kinerja *Photovoltaic* dilakukan selama 5 hari dihitung dari hari senin hingga jumat. Penelitian pada tahap ini dilakukan secara parsial yang artinya hanya melakukan pemantauan langsung secara berkala terhadap aktifitas alat, namun apabila pada waktu penelitian kondisi cuaca sedang mendung bahkan hujan maka penelitian dilanjutkan pada hari esoknya hingga kondisi cuaca kondusif mendukung diadakan penelitian karena segi mekanik alat yang dirancang belum mampu untuk tahan terhadap cuaca hujan

Hasil Perancangan Perangkat Mekanik

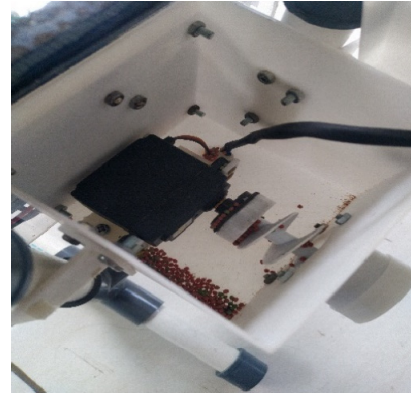
Perangkat mekanik merupakan hal yang sama pentingnya dengan perancangan sistem alat pakan ikan otomatis ini, adanya perangkat mekanik yang dirakit berguna untuk penataan posisi perangkat kontroler yang terintegrasi satu sama lain, selain berguna untuk aktifitas mekanik juga menambah kesan artistik karena dirancang sedemikian rupa agar tidak dinilai asal dalam pembuatan alat pakan ikan otomatis ini. Bahan yang digunakan dalam perakitan ini adalah akrilik yang dibentuk sedemikian rupa sehingga dapat memuat beberapa komponen penting di dalamnya, juga bahan kotak bahan plastik yang dicetak menggunakan 3D printer sebagai wadah pakan ikan, dan pipa ½ inci sebagai tiang penyangga alat. Berikut merupakan beberapa foto alat pakan ikan otomatis dari berbagai sisi :



Gambar 9. Alat Pakan Ikan Otomatis Keseluruhan



Gambar 10. Bagian Komponen Alat



Gambar 11. Bagian Mekanik Servo

D. PENUTUP

Telah dirancang suatu alat pakan ikan otomatis dengan pemanfaatan energi matahari melalui panel surya.

Program yang telah dibuat pada IDE Arduino berhasil sehingga fitur otomatis pemberian pakan 4 kali dalam satu hari dapat dilakukan yaitu pada pukul 08:00, 12:00, 15:00, dan pukul 18:00.

Pada metode pengontrolan menggunakan aplikasi Android melalui komunikasi Bluetooth didapatkan hasil jarak maksimal yang dapat dikontrol yaitu 60 meter tanpa penghalang dan 30 meter dengan penghalang.

Pembacaan sensor Ultrasonik pada jarak ≥ 6 cm memicu Buzzer untuk berbunyi yang mengindikasikan bahwa pakan hampir habis, sedangkan apabila pembacaan sensor ≤ 6 cm maka Buzzer diam yang mengindikasikan pakan masih tersedia.

Pengaturan fitur Discharge Stop dan Discharge Reconnect pada SCC berhasil sehingga ketika tegangan pada kondisi 8V maka secara otomatis SCC memutus aliran ke beban agar terhindar dari kosongnya baterai dan durasi waktu hingga beban terputus yaitu 7 jam, ketika tegangan sudah mencapai 10V hasil pengisian dari panel surya maka beban dapat kembali aktif, durasi waktu dari kondisi 8V hingga beban dapat aktif (10V) yaitu 1 jam 30 menit.

E. DAFTAR PUSTAKA

- Hayatunnufus, H., & D., A. (2020). Sistem Cerdas Pemberi Pakan Ikan Secara Otomatis. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, 1(1), 11–16. <https://doi.org/https://doi.org/10.33365/jts.t.v1i1.799>
- Osueke, O. C., Olayanju, T. M. A., Onokwai, A. O., & Uzendu, P. (2018). Design and construction of an automatic fish feeder machine. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*, 9(10), 1631–1645.
- Permana, D., & Doni, S. (2020). Alat Pakan Ikan Aquarium Otomatis Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kendali Dan Listrik*, 2(2), 2723–598.
- Putra, A. M., & Pulungan, A. B. (2020). Alat Pemberian Pakan Ikan Otomatis. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional)*, 6(2), 113. <https://doi.org/10.24036/jtev.v6i2.108580>
- Saputra, D. A., Amarudin, & Rubiyah. (2020). Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan Ikan Otomatis Menggunakan Mikrokontroler. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kendali Dan Listrik*, 1(1), 7–13. <https://doi.org/https://doi.org/10.33365/jimel.v1i1.231>
- Syah, B., & Sofi, I. (2015). Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan Ikan Otomatis Menggunakan Pewaktu Design of The Automatic Fish Feed Using Timer. *TekTan Jurnal Ilmiah Teknik Pertanian*, 7(April), 65–76.
- Wei, H. C., Salleh, S. M., Mohd Ezree, A., Zaman, I., Hatta, M. H., Md Zain, B. A., Mahzan, S., Rahman, M. N. A., & Mahmud, W. A. W. (2017). Improvement of automatic fish feeder machine design. *Journal of Physics: Conference Series*, 914(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/914/1/012041>
- Weku, H. S., Poekoel, V. C., & Robot, R. F. (2015). Rancang Bangun Alat Pemberi

Pakan Ikan Otomatis Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, 4(7), 54–64.