

SISTEM FILTRASI DAN PAKAN IKAN OTOMATIS BERBASIS IOT DI KOLAM MASJID HJ. SUDALMIYAH RAIS UMS DENGAN SUMBER ENERGI TERBARUKAN

Muhammad Taqiyuddin Abdurrahman; Mohammad Nasrul Mubin
Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Abstrak

Pembuatan tugas akhir berupa alat sistem filtrasi dan pemberian pakan ikan otomatis dengan menggunakan sumber energi terbarukan bertujuan untuk membuat sebuah sistem pemeliharaan ikan yang berlokasi di Masjid Hj Sudalmiyah Rais UMS. Alat ini juga merupakan salah satu bentuk kepedulian terhadap masalah yang terjadi di Masjid Hj Sudalmiyah Rais UMS khususnya masalah kualitas air yang tidak terkontrol dan pemberian pakan yang tidak teratur. Diperlukan tindakan kongkrit dalam mengatasi masalah dengan solusi inovatif dan efektif. Penggunaan sensor turbidity untuk membaca nilai kekeruhan dan pemberian pakan pada ikan dengan menentukan waktu pakan menggunakan sensor RTC (real time clock) dan servo MG90 sebagai pembuka wadah pakan dirasa menjadi solusi dari permasalahan tersebut. Penggunaan energi matahari sebagai sumber energi dan sistem IoT juga menjadi solusi yang tepat. Dalam penggunaan sensor turbidity ditetapkan tingkat air yang keruh 10-50 NTU dan akan mengaktifkan filter air. Dalam pengujian sensor turbidity telah dilakukan pada beberapa sampel diantaranya pada pengujian air kolam dengan hasil pembacaan 5 NTU dimana air tersebut jernih dan pada kondisi pengujian air larutan tanah menunjukkan hasil 58 NTU dimana air tersebut sangat keruh. Sistem filter yang digunakan untuk mendapatkan hasil yang maksimal yaitu filter mekanis, kimia, dan biologi. Pada sistem pemberi pakan otomatis menunjukkan rata-rata pakan yang keluar setiap waktunya sebesar 225,5 gram dimana pada wadah pakan juga digunakan sensor ultrasonik untuk mendeteksi tingkat pakan yang akan menampilkan perintah isi ulang pakan dan menyalakan LED pada blynk ketika kondisi dibawah 30%. Sistem ini dirancang menggunakan ESP32 sebagai pusat kontroler yang diintegrasikan dengan aplikasi blynk sebagai dapat melakukan controlling dan monitoring secara realtime. Alat ini menggunakan sumber energi terbarukan berupa panel surya dengan hasil rata-rata tegangan, arus, dan daya sebesar 16,11V, 1,24A dan 20,37W. Dalam jangka waktu satu hari energi yang dihasilkan oleh panel surya memiliki rata-rata yaitu 142,62W dengan kapasitas penyimpanan 12V dan 12AH. Pada pengujian beban, didapat bahwa beban paling besar terdapat pada pompa air dengan 19,56W. Penggunaan energi terbarukan juga bertujuan untuk mengurangi penggunaan kabel yang dapat mengganggu jama'ah yang lalu-lalang di sekitar masjid. Dengan demikian alat ini sudah mampu untuk melakukan pemberian pakan secara otomatis sesuai penjadwalan yang dilakukan pada blynk dan melakukan filter air ketika air terindikasi keruh. Semua kondisi juga dapat dipantau melalui aplikasi blynk secara realtime. Penggunaan panel surya juga sangat efektif dan bisa mensuplai beban sesuai kebutuhan.

Kata Kunci: filter air, Internet Of Things (IoT), Masjid Hj. Sudalmiyah Rais UMS, pakan ikan otomatis, panel surya, sensor turbidity,

Abstract

His final project develops an automatic fish feeding and filtration system using renewable energy sources, specifically designed for the Hj. Sudalmiyah Rais UMS Mosque. This system aims to address the issues of uncontrolled water quality and irregular feeding in the mosque's fish pond. By employing innovative and effective solutions, this project seeks to provide a concrete solution to these problems. The system utilizes a turbidity sensor to measure water turbidity, an RTC (real-time clock) sensor to schedule feeding times, and an MG90 servo to control the fish food dispenser. Solar energy is used as the primary power source, and the system is integrated with the IoT platform Blynk for real-time monitoring and control. The turbidity level is set between 10-50 NTU, and when exceeded, the water filter will be activated. Testing on various water samples has shown that the sensor accurately detects turbidity levels. The filtration system employs a combination of mechanical, chemical, and biological filters for optimal performance. The automatic feeder dispenses an average of 225.5 grams of food per feeding, and an ultrasonic sensor is used to monitor the food level. When the food level falls below 30%, a notification is sent to the Blynk app, and an LED is activated. The system is controlled by an ESP32 microcontroller and integrated with the Blynk app for real-time monitoring and control. The solar panel provides an average voltage, current, and power of 16.11V, 1.24A, and 20.37W, respectively. Daily energy generation averages 142.62W, with a storage capacity of 12V and 12AH. The highest power consumption is from the water pump at 19.56W. The use of renewable energy also reduces the need for cables, improving the aesthetics of the mosque. This system successfully automates fish feeding based on a predetermined schedule and activates the water filter when turbidity levels are high. All system conditions can be monitored in real-time through the Blynk app. The use of solar panels is highly effective and meets the system's power requirements.

Keywords: water filtration, Internet of Things (IoT), Hj. Sudalmiyah Rais UMS Mosque, automatic fish feeder, solar panel, turbidity sensor

1. PENDAHULUAN

Masjid Hj. Sudalmiyah Rais terletak di Kampus 2 Universitas Muhammadiyah Surakarta, disediakan oleh kampus sebagai sarana ibadah dan berbagai kegiatan lainnya. Masjid ini diresmikan pada tanggal 3 Desember 2017 oleh Bapak Yunahar Ilyas selaku Pimpinan Pusat Muhammadiyah (Yustiningsih 2017). Selain untuk beribadah, Masjid ini juga menjadi tempat istirahat bagi mahasiswa sambil menunggu waktu kuliah dimulai. Dengan suasana yang nyaman dan letaknya yang strategis di tengah kampus, Masjid ini mudah diakses oleh mahasiswa untuk berbagai keperluan. Selain bangunannya yang indah, Masjid ini memiliki kolam ikan di tiga sisi yang menambah keindahan Masjid. Namun, terdapat beberapa permasalahan pada kolam tersebut, seperti kurangnya perhatian khusus pada ikan nila yang menyebabkan ikan tidak mendapatkan pakan yang cukup dan kondisi air yang keruh.

Untuk mengatasi masalah ini, telah dilakukan proyek pembuatan sistem filtrasi air dan pemberi pakan ikan otomatis dengan menggunakan sumber energi terbarukan yang kini telah berhasil diimplementasikan di Masjid Hj. Sudalmiyah Rais. Alat ini menggunakan sensor kekeruhan untuk mengukur kejernihan air dan sensor RTC (*real time clock*) bersama dengan servo MG90 untuk mengatur waktu pemberian pakan dan memastikan pemberian pakan yang konsisten. Mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan aplikasi *blynk* berfungsi sebagai pengendali utama untuk memantau dan mengelola kondisi kolam. Penggunaan teknologi *Internet of Things* (IoT) pada sistem ini memungkinkan pemantauan jarak jauh selama terhubung dengan jaringan internet. Sistem filtrasi yang digunakan meliputi filter mekanis, kimia, dan biologi untuk mencapai hasil optimal (Ade Lenty Hoya Dkk. 2023). Alat ini menggunakan panel surya 60WP dengan tipe pemasangan secara *off grid*, sehingga dapat beroperasi secara mandiri tanpa bergantung pada listrik PLN dan mengurangi penggunaan kabel yang dapat mengganggu jamaah di sekitar Masjid.

Pemberian pakan pada ikan merupakan aspek penting dalam pemeliharaan ikan, sebab pakan merupakan sumber energi untuk menunjang pertumbuhan ikan (Rajagukguk, Mulyadi, dan MT 2018). Agar ikan nila tumbuh dengan baik, pemberian pakan harus disesuaikan dengan kebutuhan nutrisi spesifiknya. Protein, karbohidrat, dan lemak adalah nutrisi utama yang diperlukan ikan untuk pertumbuhan dan pemeliharaan tubuh. Selain itu, vitamin, mineral, dan asam amino juga berperan penting dalam menjaga kesehatan ikan (Hastuti 2010). Pada kolam ikan nila di Masjid Hj. Sudalmiyah Rais, belum ada sistem pemberian pakan yang teratur, sehingga ikan mengalami pertumbuhan yang lambat. Populasinya yang tidak terkontrol menyebabkan jumlah ikan terlalu banyak dan pertumbuhan yang tidak merata.

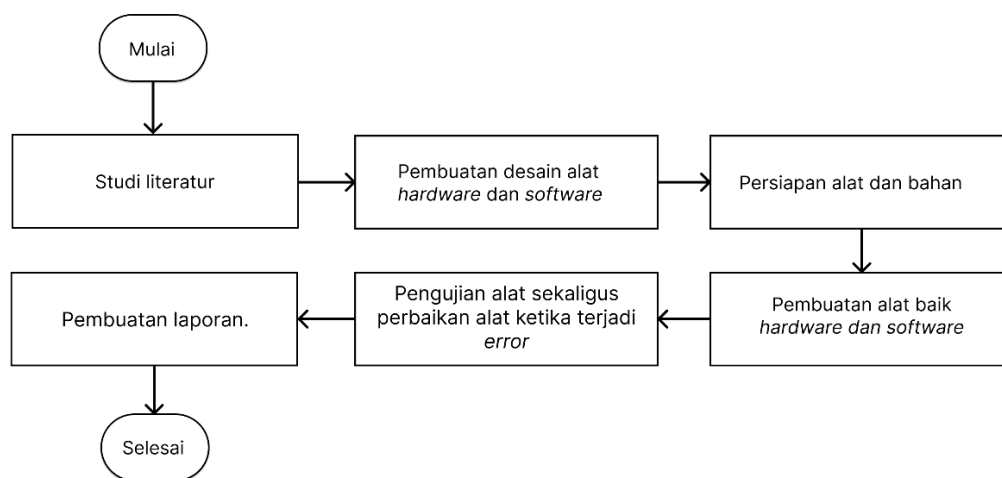
Manajemen kualitas air adalah cara untuk menjaga kualitas air tetap optimal untuk pertumbuhan ikan. Pertumbuhan ikan selain dipengaruhi oleh pakan juga dipengaruhi oleh kualitas air kolam. Kualitas air yang buruk dapat menyebabkan ikan kurang nafsu makan, sakit, pertumbuhan terganggu, hingga kegagalan produksi (Dissa 2023). Pemeliharaan kualitas air di kolam Masjid Hj. Sudalmiyah Rais masih menggunakan sistem pengurasan manual, sehingga waktu pengurasan tidak terjadwal dengan jelas, yang mengakibatkan kondisi air kurang terkontrol dan menyebabkan ikan mengalami keterlambatan pertumbuhan, sehingga dibuatnya alat ini dapat membantu untuk meminimalisir seringnya terjadi pengurasan karena air sudah dilakukan filtrasi. Tingkat kekeruhan pada ikan nila pada kolam tersebut memiliki batas maksimum kekeruhan yaitu 50 NTU (Pulungan Dkk. 2020)

Teknologi energi surya fotovoltaik merupakan salah satu teknologi penghasil energi surya yang memiliki potensi besar menjadi sumber energi alternatif (Lubna, Sudarti, dan Yushardi 2021). Penggunaan energi hijau juga menjadi topik yang sering digaungkan selama beberapa tahun terakhir. Untuk mendukung peningkatan penggunaan energi hijau, alat yang telah dibuat dalam tugas akhir ini

menggunakan sumber energi terbarukan. Penggunaan energi terbarukan juga menjaga estetika Masjid karena mengurangi penggunaan kabel yang dapat mengganggu jamaah yang berlalu-lalang. Oleh karena itu, penggunaan energi hijau dirasa penting pada pengaplikasian alat ini.

2. METODE

Dalam pembuatan alat sistem filtrasi dan pakan ikan otomatis berbasis IoT dengan energi terbarukan, terdapat beberapa tahap yang dikerjakan. Tahapan metode dijelaskan agar mudah untuk dipahami. Proses ini meliputi studi literatur, pembuatan desain, persiapan alat dan bahan, hingga tahap pengujian dan pembuatan laporan. Setiap tahap dijelaskan secara rinci untuk memastikan bahwa proses pembuatan alat berjalan dengan sistematis dan terstruktur seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. *Flowchart* metode pembuatan alat

a. Studi literatur

Pada tahapan ini, studi literatur mencakup pencarian sumber dari makalah atau jurnal yang sesuai dengan tema yang diambil. Kemudian dilakukan pengkajian sehingga menjadi rujukan untuk penelitian ini agar hasil sesuai dengan yang diharapkan dan dapat dikembangkan. Studi literatur juga membantu dalam memahami perkembangan terbaru dalam bidang yang berkaitan dengan penelitian ini. Selain itu, tahapan ini memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi kesenjangan pengetahuan yang dapat diisi oleh penelitian yang akan dilakukan.

b. Pembuatan desain alat baik *hardware* dan *software*

Pada tahapan ini, alat dan bahan yang sudah direncanakan dituangkan menjadi sebuah desain yang praktis dan sesuai dengan kondisi lingkungan agar alat dapat bekerja secara maksimal. Tujuan lain dari tahapan ini adalah untuk mempermudah pembuatan alat karena desain yang telah dibuat menjadi acuan dalam pengerjaan alat.

c. Persiapan alat dan bahan

Pada tahapan ini, alat dan bahan yang sudah direncanakan dituangkan menjadi sebuah

desain yang praktis dan sesuai dengan kondisi lingkungan agar alat dapat bekerja secara maksimal. Tujuan lain dari tahapan ini adalah untuk mempermudah pembuatan alat karena desain yang telah dibuat menjadi acuan dalam pengerjaan alat. Desain yang baik juga memastikan bahwa semua komponen dapat diintegrasikan dengan mudah dan bekerja secara harmonis. Selain itu, desain ini membantu mengidentifikasi dan memitigasi potensi masalah yang mungkin muncul selama proses pembuatan dan pengoperasian alat.

d. Pembuatan alat baik *hardware* dan *software*

Pada tahapan ini, terdapat beberapa proses untuk membuat alat yang siap digunakan. Pertama, membuat program menggunakan software Arduino IDE sesuai dengan kinerja yang diinginkan. Kemudian melakukan pengujian program dengan menghubungkannya ke komponen, dan jika terjadi kesalahan pada program, maka dilakukan perbaikan. Selanjutnya, membuat PCB untuk peletakan komponen sekaligus pembuatan hardware dari alat sesuai dengan desain yang telah dibuat. Kemudian dilakukan penghubungan antara alat dengan *smartphone* untuk mengecek output yang dihasilkan dari alat.

e. Pengujian alat sekaligus perbaikan ketika terjadi *error*

Pada tahapan ini, alat yang telah selesai dibuat dilakukan pengujian secara keseluruhan baik dari kinerja alat maupun koneksi ke *smartphone*. Tahapan pengujian ini juga diperlukan untuk memastikan hasil output dari alat sudah sesuai dengan keadaan realtime. Jika belum sesuai, maka dilakukan kalibrasi pada komponen atau program. Pengujian menyeluruh membantu mengidentifikasi kelemahan atau kesalahan yang mungkin terjadi pada tahap awal. Selain itu, perbaikan yang dilakukan selama tahap ini memastikan bahwa alat berfungsi secara optimal dan sesuai dengan tujuan yang telah direncanakan.

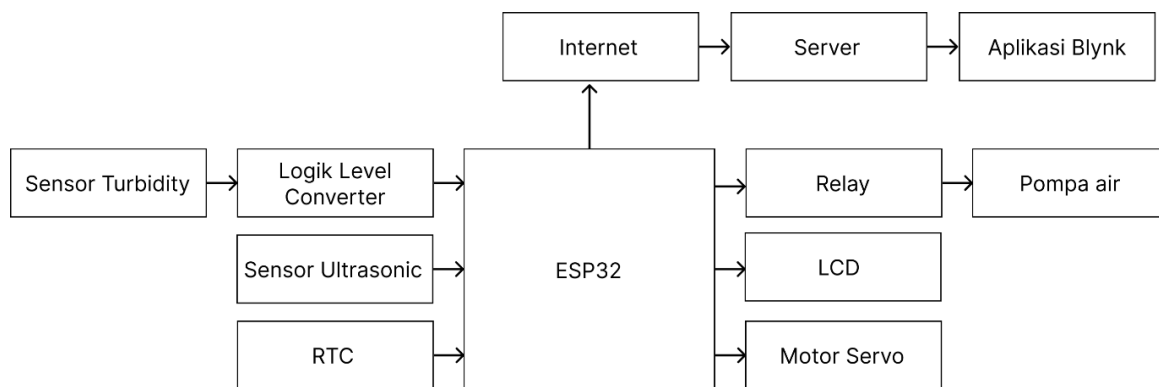
f. Pembuatan laporan

Tahapan pembuatan laporan dilaksanakan setelah semua hasil pengujian dan data terkumpul. Dalam laporan tersebut juga terdapat penjelasan mengenai alur dan cara kerja dari alat. Pembuatan laporan ini penting untuk mendokumentasikan setiap langkah yang telah dilakukan selama proses penelitian dan pembuatan alat. Selain itu, laporan ini juga berfungsi sebagai referensi bagi penelitian selanjutnya dan sebagai bukti ilmiah dari hasil yang telah dicapai.

2.1. Perancangan dan Pembuatan

Tahap ini meliputi pemrograman pada ESP32, dengan menghubungkan beberapa sensor dan aktuator, setelah itu lanjut dengan melakukan perancangan elektrik untuk menghubungkan semua komponen seperti sensor, mikroprosesor, dan aktuator. ESP32 digunakan sebagai pusat kendali setiap komponen yang digunakan, input terdiri dari sensor RTC (*real-time clock*), turbidity, dan ultrasonik. Output pada

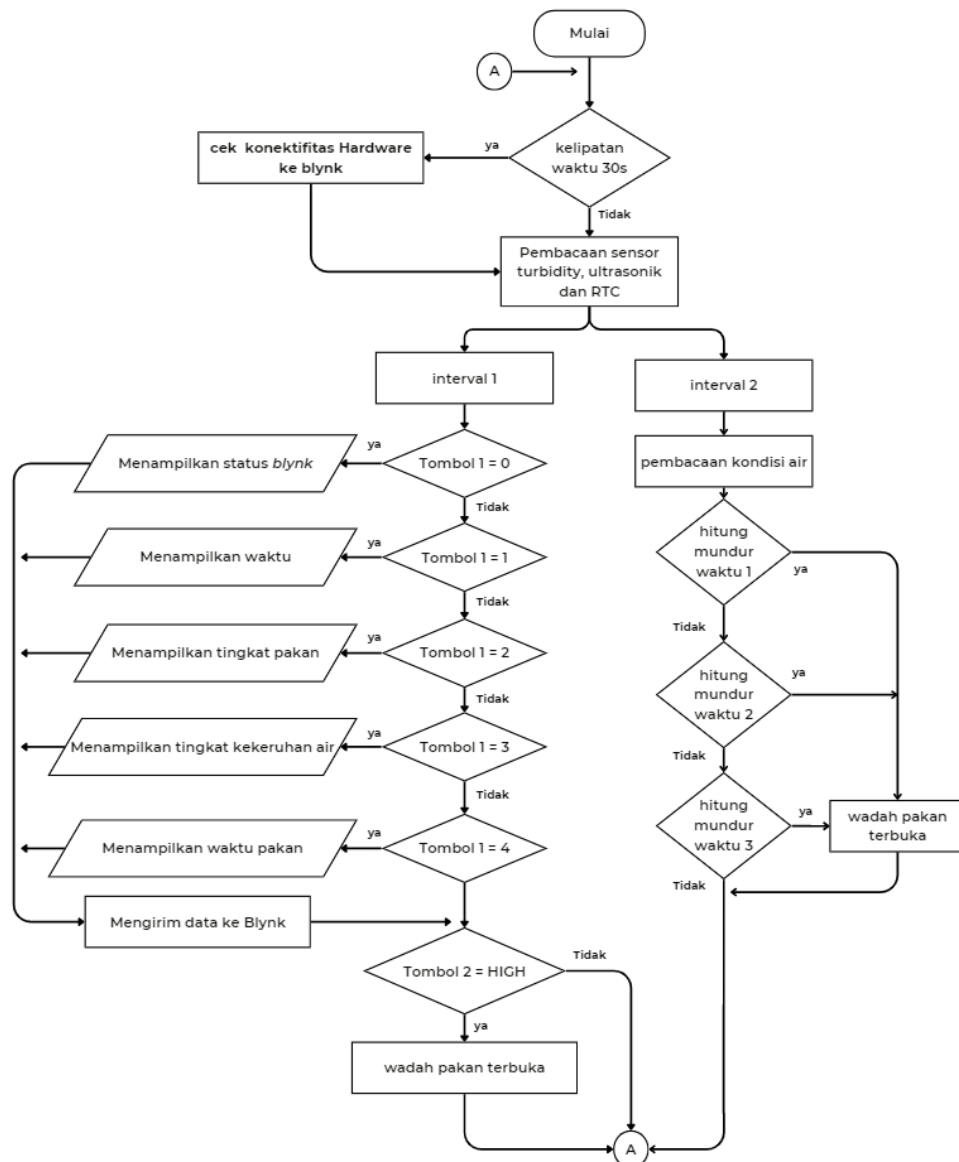
alat ini menggunakan motor servo yang bekerja ketika waktu pemberian pakan tercapai, pompa air digunakan sebagai filter air yang akan aktif ketika sensor turbidity membaca nilai kekeruhan air, dan LCD akan menampilkan kondisi dari alat dengan keinginan yang akan dibuat, tahap ini difungsikan untuk memperkecil kesalahan dalam pembuatan alat dan ketika alat tidak berjalan dengan semestinya. Perancangan alat ini digunakan sebagai patokan dalam proses pembuatan alat, pembuatan sistem *monitoring* dan *controlling* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Blok diagram sistem

Gambar 3 menggambarkan alur kerja sebuah sistem otomatis yang dirancang untuk mengelola kualitas air dan pemberian pakan pada kolam ikan. Sistem ini dimulai dengan menghubungkan komponen yang digunakan. Kemudian sistem akan berlanjut ketika tombol *power* diaktifkan menuju proses menghubungkan *hardware* ke aplikasi *blynk*. Kemudian dilakukan pembacaan sensor RTC, turbidity dan ultrasonik secara bersamaan. Sistem akan melakukan dua tindakan sekaligus dimana pada interval 1 sistem akan menampilkan kondisi dengan tombol sebagai pemicu tampilan pada LCD. Terdapat tombol kedua yang bekerja untuk memberikan pakan ketika ditekan. Pada interval 2, dilakukan pembacaan kondisi air, Jika tingkat kekeruhan melebihi batas yang telah ditentukan yaitu 10, maka pompa air akan diaktifkan dimana untuk nilai NTU mencapai 50 NTU sebagai batas kekeruhan pada kolam ikan (Pulungan et al. 2020). Selain itu, sistem juga akan mengatur jadwal pemberian pakan secara otomatis berdasarkan waktu yang kita atur pada *blynk*.

Setelah waktu pemberian pakan tiba, sistem akan membuka wadah pakan. Sistem juga dilengkapi dengan sensor ultrasonik untuk memantau jumlah pakan yang tersisa dalam wadah. Jika jumlah pakan kurang dari 30%, sistem akan memberikan peringatan untuk mengisi ulang pakan. Setelah semua proses selesai, sistem akan kembali ke awal dan mengulang siklusnya.



Gambar 3 Flowchart sistem

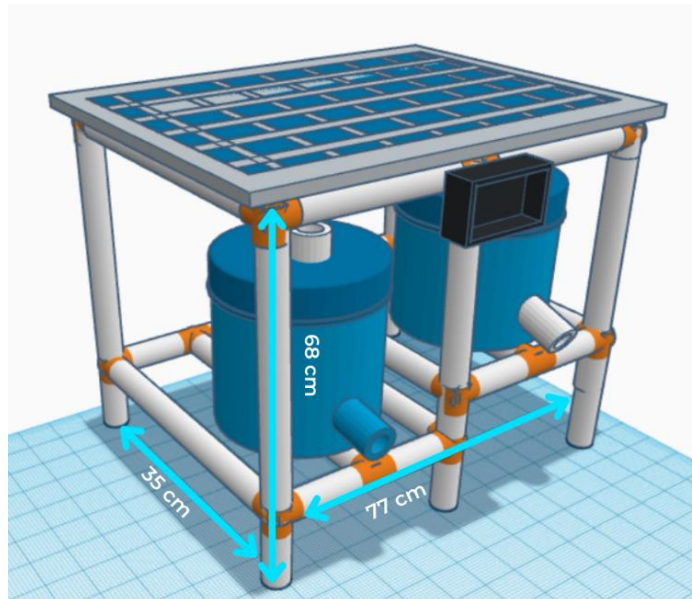
• Perancangan Elektrikal

Tahap ini difungsikan untuk merancang sistem instalasi setiap komponen yang akan digunakan dalam pembuatan alat, pada perancangan elektrik terdiri dari beberapa komponen seperti sensor, mikroprosesor dan aktuator. EPS32 digunakan sebagai pusat kendali setiap komponen elektronika, dimana input berasal dari sensor ultrasonic sebagai deteksi kondisi pakan pada wadah pakan, selanjutnya sensor RTC (*Real Time Clock*) difungsikan untuk penentu waktu makan dan display jam, dan sensor trubidity sebagai deteksi kekeruhan air. Output relay digunakan untuk mengaktifkan pompa air ketika sensor turbidity membaca nilai kekeruhan air berada di atas 10 NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*) dan untuk LCD digunakan untuk menampilkan kondisi status *blynk* yang terhubung atau tidak, menampilkan jam sekaligus tanggal, kondisi tingkat pakan, kondisi kekeruhan kolam,

Gambar 4 merupakan *wiring* komponen yang digunakan dalam pembuatan alat ini. Pada gambar tersebut menunjukkan alur sistem dimana sumber energi menggunakan panel surya dengan kapasitas 60 WP, kemudian akan terhubung dengan wattmeter 100A yang dapat mendeteksi tegangan dan arus yang mengalir dari panel surya. Tergapat SCC (*solar charger controler*) yang terhubung dengan Batrey 12V 12AH, kemudian terhungung dengan ESP32 pada pin Vin dan GND yang telah disesuaikan tegangan nya dari 12V menjadi 5V dengan menggunakan LM2596 sebagai *stepdown*. Selain itu output dari SCC (*solar charger controler*) terhubung dengan pompa air yang akan menyala ketika relay aktif. ESP32 akan menerima beberapa input nilai dari sensor, yaitu sensor ultrasonic, RTC dan sensor turbidity. Hasil pembacaan dari sensor akan tertampil pada LCD dan juga pada tampilan aplikasi *blynk*. Penggunaan tombol pada alat ini berfungsi sebagai pengganti tampilan pada LCD dan tombol lain berfungsi untuk membuka katup pakan yang digerakkan oleh servo MG90.

Pada tahapan perancangan *hardware* ini dilakukan untuk mempermudah ketika melakukan penyusunan. Bahan yang digunakan dalam perancangan yaitu pipa berukuran $\frac{3}{4}$ dengan menggunakan sambungn pipa untuk membentuk kerangka alat. Kemudian drum dirancang untuk sistem filter air dan sistem pakan ikan otomatis. Panel surya diletakan pada bagian atas dengan tujuan menjadi pelindung bagian bawah sekaligus memaksimalkan panel surya terkena sinar matahari.

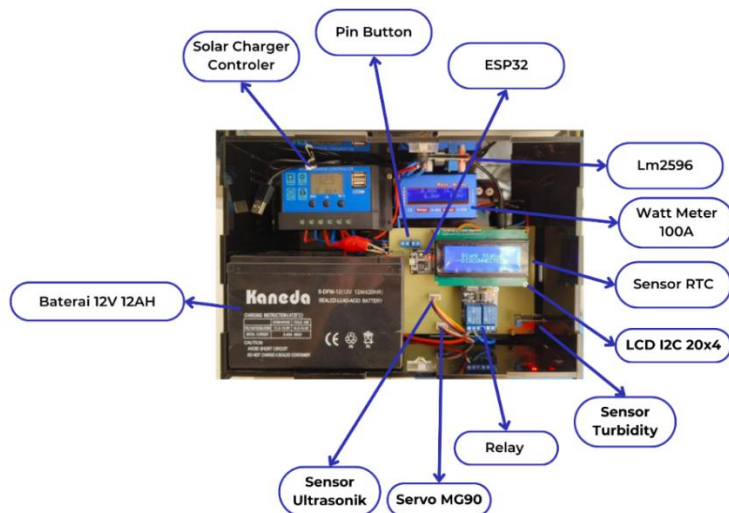
Gambar 5 merupakan racangan dalam bentuk desain 3D sistem filter air dan pakan ikan otomatis dengan menggunakan energi terbarukan yaitu panel surya 60 WP. Tinggi alat yaitu 68 cm dengan panjang 77 cm dan lebar 35 cm. Desain tersebut dibuat pada platform *thinkercad* dengan menggunakan bagian-bagian yang disediakan sehingga membentuk seperti alat yang kita inginkan. Pada rangka alat tersebut menggunakan pipa dengan alasan mudah untuk dirangkai dan murah dari segi harga. Kemudian bahan akrilik digunakan pada boks pelindung komponen elektronika dan digunakan pada sistem buka tutup wadah pakan dengan alasan mudah dalam mendesain dan biaya lebih terjangkau.



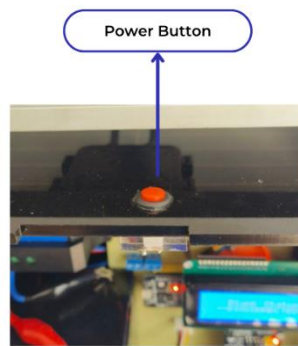
Gambar 5. Desain 3D alat

- **Pembuatan Rangkaian Elektrikal**

Dalam tahapan pembuatan rangkaian elektrikal, terdapat beberapa tahapan yaitu menyiapkan komponen yang telah ditentukan ketika perancangan, kemudian desain dari PCB yang sudah jadi, kemudian dicetak pada media PCB plat dan dilarutkan dengan menggunakan cairan *fericlorit*, kemudian dilakukan pelubangan pada bagian-bagian yang akan ditempatkan komponen. Setelah selesai proses pelubangan, dilakukan proses penyolderan. Penggunaan *socket* pada bagian yang telah dilubangan dilakukan untuk menghubungkan komponen dengan plat PCB. Setelah pembuatan PCB selesai maka, dilakukan pengecekan jalur dan pengujian apakah rangkaian dan komponen berjalan sesuai dengan semestinya. Setelah selesai pengujian PCB, dilakukan penyambungan dengan komponen lain yaitu SCC (*solar charger controler*) sesuai Gambar 6 dan Gambar 7



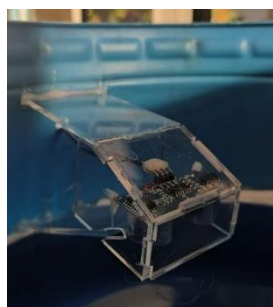
Gambar 6. Penempatan komponen



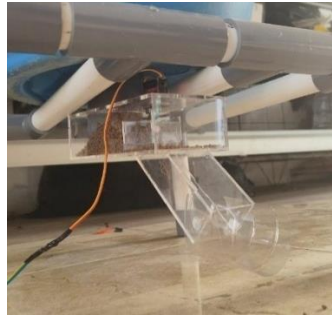
Gambar 7. Penempatan tombol power

● Pembuatan Mekanik Alat

Pembuatan mekanik dari alat ini dilakukan dengan menggunakan dua buah drum yang berfungsi untuk menampung pakan ikan dan drum lain berfungsi untuk melakukan filter air. Drum yang berfungsi untuk menampung pakan ikan dilakukan beberapa modifikasi dengan menambahkan tempat untuk meletakkan sensor ultrasonik dan tempat untuk melakukan buka tutup keluarnya pakan ikan dengan menggunakan servo MG90. Bahan yang digunakan untuk membuat tempat untuk meletakkan sensor ultrasonik dan tempat keluarnya pakan berupa akrilik dengan ketebalan 2 mm seperti pada Gambar 8 dan Gambar 9.



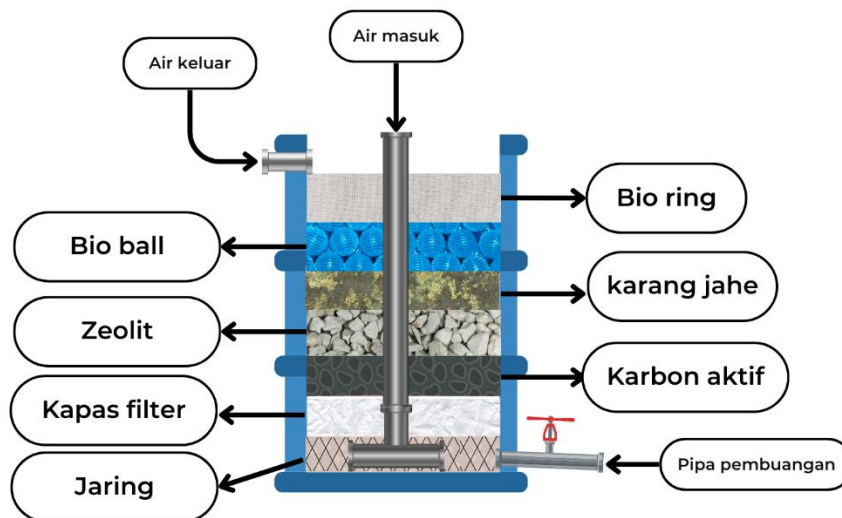
Gambar 8. Tempat peletakan sensor ultrasonik



Gambar 9. Tempat keluarnya pakan

Pada drum filter air menggunakan beberapa tingkatan yang terdiri dari filter mekanis, kimia dan biologis. Pada bagian filter mekanis yang digunakan berupa jaring nelayan dan kapas filter, fungsi dari filter mekanis yaitu untuk menyaring kotoran, sisa pakan, debu, dan koloid dalam air (Priono and Satyani 2012). Kemudian terdapat filter kimia yang berfungsi untuk memisahkan atau menyaring zat-zat kimia dari suatu larutan atau campuran berdasarkan sifat-sifat kimia mereka (Ade Lenty Hoya Dkk. 2023). Penyusun dari filter kimia yang digunakan berupa karang jahe, batu zeolit dan karbon aktif. Penyusun terakhir yang digunakan yaitu untuk menyaring kotoran, sisa pakan, debu, dan koloid dalam air (Priono and Satyani 2012). Filter biologi digunakan untuk mendegradasi polutan melalui reaksi metabolisme mikroorganisme dalam lapisan biofilm (Said dan Hartaja 2018). Penyusun yang digunakan untuk filter biologi yaitu *bioring* dan *bioball* dan untuk ilustrasi dapat dilihat pada gambar 10.

Dengan adanya dua drum tersebut maka diperlukan sebuah kerangka yang dapat menyatukan keduanya. Kerangka yang digunakan berbahan PVC dengan lebar $\frac{3}{4}$ dan menggunakan sambungan untuk merangkainya menjadi satu kesatuan. Pemilihan bahan dasar PVC untuk dijadikan kerangka karena ringan, tahan cuaca, dan mudah dibersihkan. Kerangka PVC yang digunakan sangatlah fleksibel, memungkinkan untuk disesuaikan dengan ukuran dan bentuk drum yang berbeda-beda. Hal ini membuat desain ini sangat praktis dan dapat digunakan untuk berbagai keperluan. Selain menyatukan kedua drum, kerangka PVC ini juga berfungsi sebagai penopang tambahan, sehingga beban drum terdistribusi secara merata dan mengurangi risiko kerusakan pada drum. Desain kerangka yang sederhana namun kokoh ini membuat perakitan dan pembongkaran menjadi sangat mudah. Hal ini sangat berguna jika perlu memindahkan atau menyimpan kerangka tersebut seperti ditunjukkan pada Gambar 11.



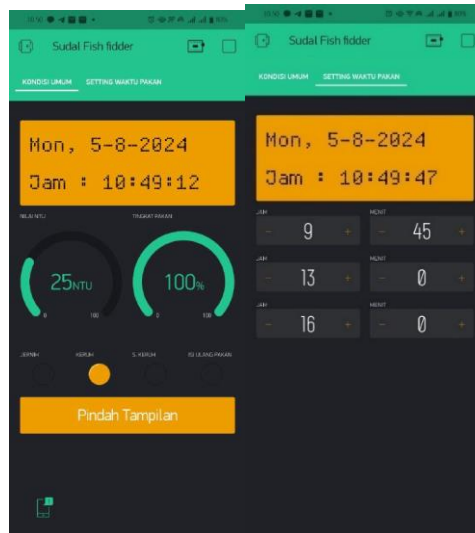
Gambar 10. Drum filter air



Gambar 11. kerangka alat menggunakan PVC

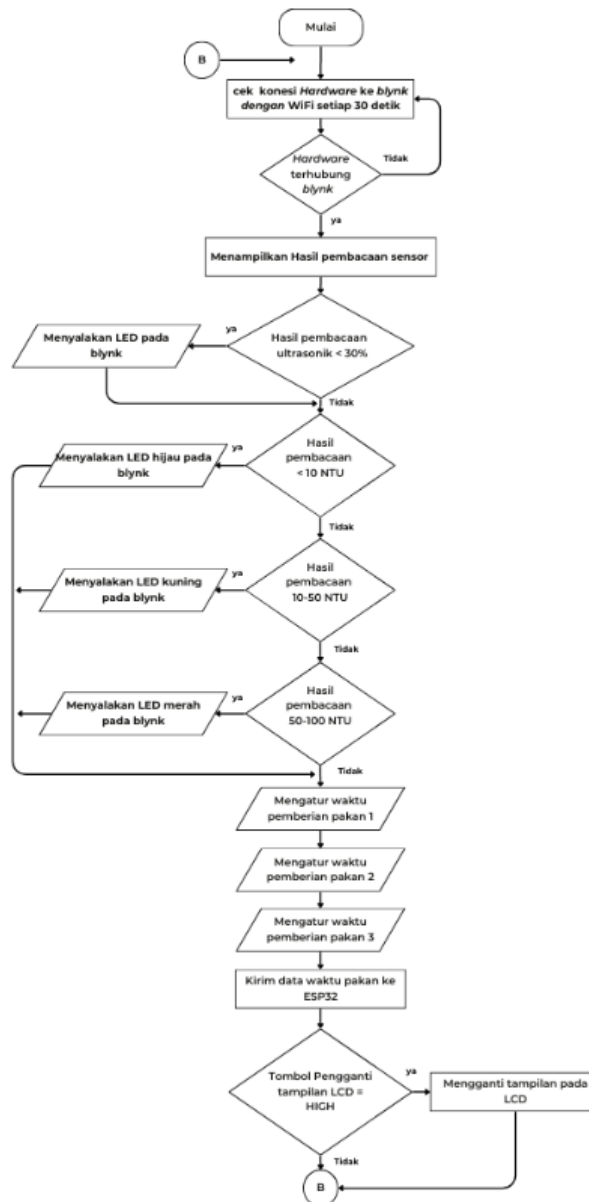
- **Pembuatan Tampilan Blynk**

Pada tahapan pembuatan tampilan aplikasi blynk ini bertujuan untuk mengintegrasikan antara aplikasi *blynk* dengan *hardware* sehingga alat dapat berjalan terkoneksi pada *smartphone*. Dengan menghubungkan antara virtual pin yang dideklarasikan pada program ESP32 dan dihubungkan pada aplikasi *blynk*. Pada *blynk* perlu ditentukan untuk penggunaan tampilan yang akan dipakai, untuk tampilan jam dan tanggal menggunakan *LCD display*, kemudian untuk menampilkan hasil pembacaan sensor menggunakan *gauge* dan untuk mengontrol pergantian *display* pada *LCD hardware* dengan menggunakan *styled button*. Pada tampilan selanjutnya menunjukkan kondisi jadwal pakan yang dapat diseting sesuai kebutuhan dengan menggunakan pilihan *numerik input* seperti yang ditampilkan pada Gambar 12.



Gambar 12. Tampilan aplikasi *blynk*

Gambar 2.14 menunjukkan proses pada aplikasi *blynk*, mulai dengan menyalakan tombol power yang kemudian mengkoneksikan antara *hardware* dengan *blynk* melalui jaringan wifi, kemudian dilakukan pembacaan pada sensor yang digunakan pada *hardware*. Pada pembacaan pertama, sensor ultrasonik yang terhubung dengan pin virtual pada *blynk*. Virtual Pin pada *blynk* merupakan semacam alamat digital yang digunakan untuk mengirim dan menerima data antara perangkat ESP32 dengan aplikasi *blynk*. Melalui virtual pin lah digunakan untuk mengirim dan menerima data dari sensor ultrasonik. Virtual pin digunakan untuk mengirim dan menerima data sensor turbidity dimana, ketika nilai pembacaan kurang dari 10 maka akan menyalakan LED hijau pada *blynk*, kemudian pada pembacaan 10-50 maka akan menyalakan LED kuning dan terakhir ketika pembacaan 50-100 maka akan menyalakan LED merah. Pada virtual pin digunakan untuk pembacaan dan mengirim data waktu yang kemudian ditampilkan pada *widgetLCD* pada *blynk*. Pengaturan waktu pakan dibuat menggunakan *numerik input teks* pada *blynk* yang kemudian dikirim ke ESP32. Kemudian pada program juga dimasukan proses pembacaan kembali koneksi *blynk* ke ESP32 sehingga ketika koneksi terputus, maka kembali terkoneksi dengan sendirinya.



Gambar 13. Flowchart sistem pada blynk

2.2. Pengujian Alat dan Perbaikan

Pengujian alat dan perbaikan ini merupakan salah satu tahapan yang berfungsi untuk memeriksa kinerja alat yang telah dibuat apakah sesuai dengan hasil yang dibutuhkan. Pengujian alat dilakukan pada kolam ikan Masjid Hj sudalmiyah Rais. Pada tahap ini dilakukan juga perhitungan terkait penggunaan energi terbarukan mulai dari panel surya yang digunakan sampai dengan beban yang terpasang. Pengujian yang dilakukan secara berkala untuk memastikan bahwa sistem filter air dan pakan ikan otomatis berfungsi optimal dan berkelanjutan. Selain itu, data yang diperoleh dari pengujian dapat digunakan untuk meningkatkan pemahaman tentang penggunaan energi terbarukan. Hasil pengujian juga akan menjadi dasar untuk melakukan perbaikan atau penyesuaian pada sistem untuk kedepannya.

2.3. Analisa Data

Tahap analisis data dilakukan dengan tujuan untuk mengolah dan menginterpretasi hasil pengujian yang telah dilakukan. Data yang diperoleh akan dianalisis secara mendalam dengan membandingkannya dengan data referensi dan melakukan perhitungan *error*. Hasil analisis akan disajikan dalam bentuk tabel atau grafik untuk mempermudah pemahaman. Melalui analisis ini, diharapkan dapat diketahui tingkat efisiensi panel surya, kecukupan kapasitas panel surya untuk memenuhi beban, serta identifikasi potensi permasalahan pada sistem. Informasi ini sangat berguna untuk evaluasi kinerja sistem dan perencanaan pengembangan sistem di masa mendatang.

a. Nilai *Error* dan Persentase *Error*

Nilai *error* merupakan selisih antara nilai yang diperoleh dari hasil pengukuran dengan nilai sebenarnya atau nilai acuan yang telah ditetapkan. Dengan kata lain, *error* mencerminkan tingkat ketidakakuratan suatu pengukuran. Semakin besar nilai *error*, semakin jauh hasil pengukuran dari nilai sebenarnya. Nilai *error* yang tinggi dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti ketidakkalibrasian alat ukur, kesalahan dalam prosedur pengukuran, atau gangguan lingkungan. Adanya *error* dalam pengukuran dapat memberikan dampak yang signifikan terhadap hasil analisis data dan kesimpulan yang diambil. Nilai *error* dapat dinyatakan dengan :

$$Error = |Y_n - X_n| \quad (2.1)$$

Dimana:

- *Error* = Error Absolute
- Y_n = Nilai Sebenarnya
- X_n = Nilai Pengukuran

Persentase *error* adalah besaran yang menunjukkan proporsi kesalahan relatif terhadap nilai sebenarnya (Nazaroh 2018). Persentase *error* dihitung dengan membagi nilai *error* dengan nilai sebenarnya, kemudian dikalikan 100%. Persentase *error* memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai tingkat akurasi suatu pengukuran dibandingkan dengan nilai *error* absolut. Semakin kecil nilai persentase *error*, semakin akurat hasil pengukuran tersebut. Jika ingin menyatakan *Error* dalam persen dapat dilihat pada persamaan

$$Persen\ Error\ (\%) = \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \times 100\% \quad (2.2)$$

2.4. Pembuatan Laporan

Tahap pembuatan laporan merupakan tahap akhir dalam siklus penelitian dan pengembangan alat. Proses ini melibatkan pengumpulan, analisis, dan penyusunan data yang diperoleh dari seluruh tahapan sebelumnya, mulai dari perancangan konsep awal, pembuatan alat, hingga pelaksanaan pengujian. Terakhir, kesimpulan menyimpulkan temuan-temuan penting dari penelitian, sedangkan saran

memberikan rekomendasi untuk penelitian selanjutnya. Dengan demikian, laporan ini dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem filtrasi dan pakan ikan otomatis berbasis IoT dengan menggunakan energi terbarukan yang dapat memantau kondisi kolam dan memastikan pemberian pakan secara otomatis pada ikan di kolam ikan Masjid Hj Sudalmiyah Rais UMS. Pembahasan mencakup pengujian setiap sensor yang digunakan, sistem otomatis, sistem IoT dan sistem penggunaan energi terbarukan pada alat ini, sehingga didapatkan kesimpulan terkait efektivitas alat dalam penggunaan di kolam ikan Masjid Hj Sudalmiyah Rais UMS.

3.1 Pengujian Panel Surya

Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan alat ukur dengan cara pengamatan hasil output tegangan, arus, daya, dan energi yang dibaca oleh wattmeter dan alat ukur digital multimeter sebagai pembanding. Pembacaan dilakukan pada arus, tegangan dan daya yang mengalir dari panel surya menuju ke baterai selama satu hari dengan tujuan untuk mengetahui apakah panel surya sudah bekerja dengan baik dan mendapatkan tegangan, arus dan daya yang dibutuhkan untuk mensuplai beban sistem filtrasi dan pakan otomatis. Panel surya yang digunakan yaitu bertipe monokristalin 1 unit yang memiliki kapasitas 60 Wp. Pengujian ini dilakukan selama 1 hari yang berlokasi pada kolam ikan di Masjid Hj Sudalmiyah Rais UMS dari pukul 08.00-15.00 WIB. Hasil dari pengujian ini ditampilkan pada Tabel 1 Hasil Pengukuran output panel surya.

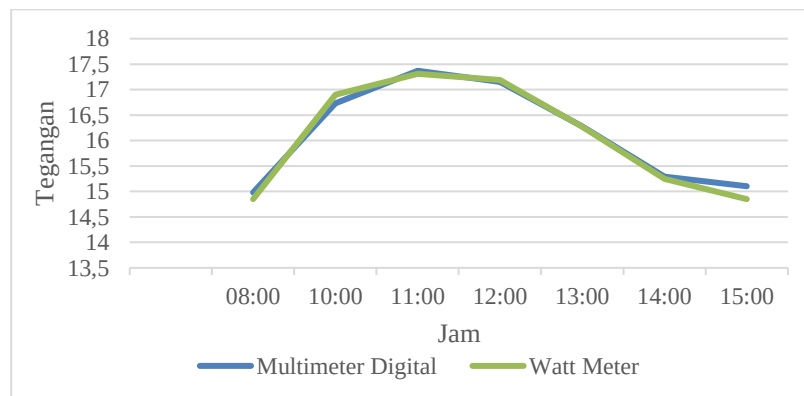
Tabel 1 Hasil pengukuran output panel surya

Jam	Intensitas cahaya (Lux)	Multimeter Digital			Watt Meter			error (%)
		Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Tegangan(V)	Arus (A)	Daya (W)	
08.00	9167	14,98	0,74	11,09	14,85	0,69	10,25	0,84
10.00	11290	16,73	1,28	21,41	16,9	1,22	20,62	0,80
11.00	11350	17,37	1,81	31,44	17,31	1,79	30,98	0,45
12.00	11182	17,15	1,73	29,67	17,19	1,75	30,08	0,41
13.00	10413	16,28	1,42	23,12	16,27	1,38	22,45	0,67
14.00	9375	15,29	0,89	13,61	15,25	0,83	12,66	0,95
15.00	9249	15,1	0,95	14,35	14,85	0,91	13,51	0,83
Rata-rata	10289,43	16,13	1,26	20,67	16,09	1,22	20,08	0,71

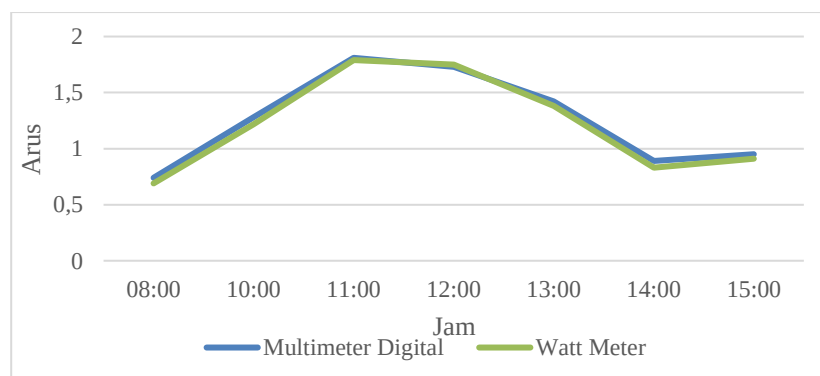
Berdasar hasil pengujian selama satu hari dapat diamati bahwa rata-rata tegangan dan arus output dari panel surya berkisar diantara 16,11V dan 1,24A dan tidak memiliki perbedaan yang terlalu signifikan antara antara hasil pengukuran menggunakan multimeter digital dengan wattmeter dimana nilai *error* rata-rata yaitu 0,71% untuk nilai daya. Selain itu dapat diamati untuk nilai energi tertinggi terjadi pada jam 11.00 WIB yaitu sebesar 31,44W pada pengukuran multimeter dan 30,98W pada pengamatan

wattmeter. Hasil daya keluaran yang dihasilkan setiap pengujian memiliki nilai yang berbeda, hal ini dipengaruhi oleh kondisi cuaca yang mengganggu intensitas cahaya matahari yang mengenai panel surya dalam pengujian tersebut (Usman 2020).

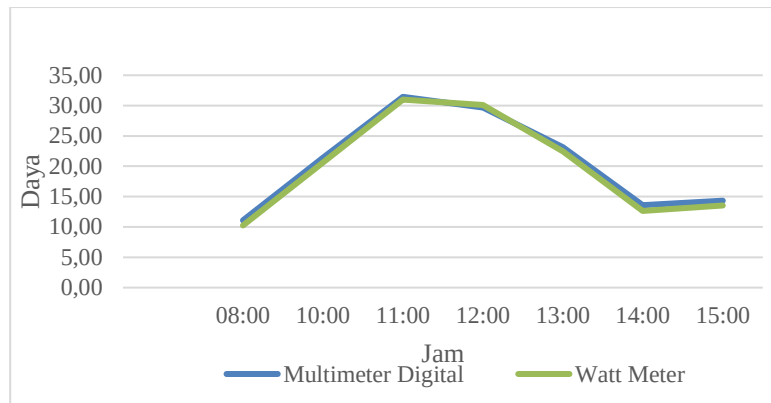
Dari Gambar 14, Gambar 15, dan Gambar 16 merupakan grafik perbandingan antara nilai hasil pengukuran antara multimeter digital dengan pembacaan wattmeter pada nilai tegangan, arus dan daya, grafik tersebut menunjukan perbedaan yang tidak signifikan antara pembacaan dari multimeter digital dengan wattmeter yang menjadi acuan. Grafik berwarna biru menunjukkan hasil pembacaan dari multimeter digital dan grafik berwarna hijau merupakan hasil pembacaan wattmeter. Perbedaan pada nilai arus dan daya menunjukkan adanya perubahan pada beban yang terhubung pada rangkaian. Perbedaan kecil pada hasil pengukuran dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti toleransi alat ukur, fluktuasi tegangan sumber, atau kondisi lingkungan



Gambar 14. Grafik perbandingan tegangan



Gambar 15. Grafik perbandingan arus



Gambar 16. Grafik perbandingan daya.

3.2 Pengujian Beban

Pengujian beban ini dilakukan untuk mengetahui nilai tegangan, arus, dan daya sesungguhnya yang digunakan oleh beban untuk melakukan proses sistem filter air otomatis dan pakan ikan otomatis, sehingga dapat diketahui efektivitas penggunaan panel surya yang digunakan untuk menghidupkan beban. Pengujian ini dilakukan menggunakan sumber listrik dari panel surya yang disimpan pada baterai dan di ukur menggunakan multimeter digital. Spesifikasi beban tertera pada Tabel 2.

Berdasarkan pengujian menggunakan sumber listrik dari panel surya yang disimpan pada baterai dapat diamati pada Tabel 3 Pengamatan dan Pengujian beban. Komponen pompa memiliki konsumsi daya listrik tertinggi dan Komponen sensor RTC memiliki konsumsi daya listrik terendah. Sehingga dapat disimpulkan bahwa daya sesungguhnya yang digunakan oleh beban tidak sama besar dengan yang tertera pada spesifikasi alat karena memiliki nilai keamanan atau faktor koreksi sehingga nilai daya yang tertulis pada spesifikasi bisa jadi lebih besar.

Gambar 17 menunjukkan adanya perbedaan antara daya yang tercantum di datasheet dengan daya yang terukur saat pengujian untuk sebagian besar komponen. Beberapa komponen pada grafik menunjukkan bahwa pompa dan servo MG90 mengkonsumsi daya lebih tinggi dari yang tertera di datasheet saat pengujian. Perbedaan tersebut dapat terjadi akibat beberapa faktor seperti beroperasi pada beban yang lebih berat, Suhu, kelembaban, atau faktor lingkungan lainnya dapat mempengaruhi konsumsi daya (Lubis, Lubis, and Husnah 2020).

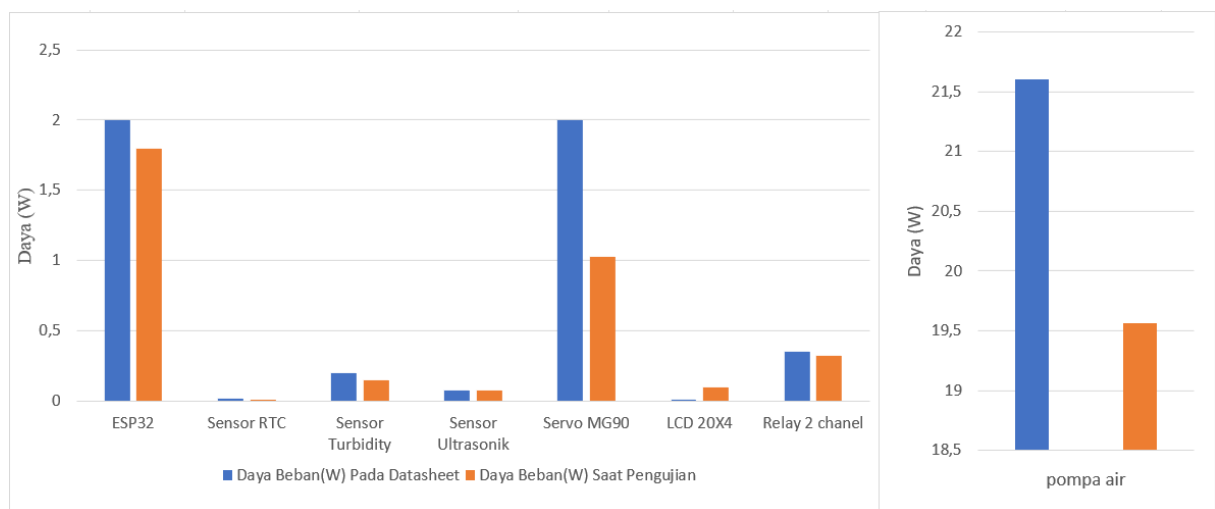
Tabel 2. Spesifikasi beban

Beban	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
ESP32	5	0,4	2
Sensor RTC	5,5	0,0003	0,00165
Sensor Turbidity	5	0,04	0,2
Sensor Ultrasonik	5	0,015	0,075
Servo MG90	5	0,4	2

Pompa	12	1,8	21,6
LCD 20X4	5	0,0025	0,0125
Relay 2 chanel	5	0,07	0,35

Tabel 3. Pengamatan dan pengujian beban

Beban	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
ESP32	5	0,36	1,3
Sensor RTC	4,9	0,0001	0,00049
Sensor Turbidity	5	0,03	0,15
Sensor Ultrasonik	5	0,015	0,075
Servo MG90	4,9	0,21	1,02
Pompa	12	1,63	19,56
LCD 20X4	4,9	0,02	0,588
Relay 2 chanel	5	0,065	0,325



Gambar 17. Perbandingan daya pada datasheet dan pengukuran.

3.3 Pengujian Sensor Ultrasonik dan LCD

Pengujian ini dilakukan dengan menentukan jarak menggunakan alat ukur penggaris yang diletakan dari tempat peletakan sensor ultrasonik dan menggunakan kardus sebagai pembatas untuk melakukan deteksi pada sensor ultrasonik. Hasil deteksi dari pembacaan sensor ultrasonik akan memberikan perintah pada tampilan “isi ulang pakan” pada LCD ketika sensor ultrasonik membaca tingkat ketinggian kurang dari 30% yang merepresentasikan pakan hampir habis dan perlu untuk diisi ulang.

Tabel 4. Pengujian sensor ultrasonik, tampilan pada LCD 20x4 dan *blynk*

Jarak (cm)	Hasil Ultrasonik (cm)	Persentase pakan (%)	Tampilan isi ulang pakan pada LCD	Tampilan LED pada <i>Blynk</i>
15	15	0	Tampil	Nyala
13	13	15	Tampil	Nyala
11	11	30	Tampil	Nyala
10	10	38	Tidak Tampil	Mati
9	9	46	Tidak Tampil	Mati
7	7	61	Tidak Tampil	Mati
5	5	76	Tidak Tampil	Mati
3	3	92	Tidak Tampil	Mati
2	2	100	Tidak Tampil	Mati

Berdasar Tabel 4 dapat dilihat bahwa pengujian sensor ultrasonik dapat membaca nilai jarak dengan baik. Pada pembacaan jarak 15 cm, sensor ultrasonik juga membaca jarak dengan nilai yang sama yaitu 15 cm dengan nilai persentase 0% dan menampilkan indikator isi ulang pakan pada LCD dan menyalakan LED pada *blynk*. Pada kondisi pembacaan jarak 2 cm, sensor ultrasonik membaca jarak 2 cm dan nilai persentase yang ditampilkan bernilai 100%, hal tersebut menunjukkan kondisi wadah pakan penuh dan hal tersebut sudah diatur pada bagian program dimana ketika nilai jarak terbaca 2 cm maka nilai persentase yang tertampil adalah 100% dimana pada wadah pakan ini dapat menampung pakan sebanyak 8,1 kg.

3.4 Pengujian Sensor Turbidity dan Pompa Air

Pada pengujian terhadap sensor turbidity, dilakukan dengan menggunakan beberapa sampel cairan untuk mengetahui nilai pembacaan dari sensor turbidity dan juga dilakukan pengukuran menggunakan NTU meter untuk mengetahui seberapa besar nilai *error* dari pembacaan sensor turbidity. Ketika sensor turbidity membaca nilai NTU 50-100 maka akan menampilkan kondisi pada LCD bahwa kolam sangat keruh dan akan mengaktifkan pompa air, kemudian ketika turbidity membaca nilai NTU dari 10-50, maka akan menampilkan kondisi keruh pada LCD dan akan mengaktifkan filter air. Ketika kondisi NTU dibawah 10, maka akan menampilkan kondisi jernih dan filter air tidak akan menyala (Habib Risky Kurniawan dkk. 2023).

Tabel 5. Pengujian sensor turbidity dan pompa air filter

Jenis air	Hasil (NTU) sensor	Indikator pada LCD	Kondisi pompa air
Air sumur	1	JERNIH	TIDAK AKTIF
Air kolam	5	JERNIH	TIDAK AKTIF

Air kolam dengan sedikit pasir	9	JERNIH	TIDAK AKTIF
Air kolam berlumut	11	KERUH	AKTIF
Air dengan kondisi pakan berlebihan	34	KERUH	AKTIF
Air dengan kondisi bepasir	49	KERUH	AKTIF
Air dengan kondisi berpasir dan sedikit lumut	51	SANGAT KERUH	AKTIF
Air larutan tanah	58	SANGAT KERUH	AKTIF

Berdasarkan Tabel 5, pengujian sensor turbidity menunjukkan hasil yang cukup baik dalam mendeteksi tingkat kekeruhan pada berbagai jenis sampel air. Sensor mampu membedakan antara air sumur yang jernih dengan nilai pembacaan 1 NTU dan air dengan larutan tanah dengan hasil pembacaan 58 NTU. Hasil pembacaan sensor turbidity dengan satuan NTU (Nephelometric Turbidity Unit) secara umum sebanding dengan kondisi visual air, yaitu semakin tinggi nilai NTU, semakin keruh air. Pada kondisi air dengan pakan berlebih dan berpasir dapat diamati bahwa pompa untuk mengaktifkan filter menyala dan sudah sesuai dengan yang di harapkan.

3.5 Pengujian Pemberian Pakan

Tabel 6. Pengujian pemberian pakan

Waktu pemberian pakan				
Hari	waktu alat	waktu sesungguhnya	Selisih (s)	Berat pakan (gram)
Hari 1	08.00.00	08.00.03	3	231
	12.00.00	12.00.02	2	227
	16.00.00	16.00.02	2	229
Hari 2	08.00.00	08.00.01	1	230
	12.00.00	12.00.01	1	225
	16.00.00	16.00.01	1	223
Hari 3	08.00.00	08.00.01	1	226
	12.00.00	12.00.01	1	224
	16.00.00	16.00.01	1	221
Hari 4	08.00.00	08.00.01	1	227
	12.00.00	12.00.01	1	223
	16.00.00	16.00.01	1	220
Rata-rata				225,5

Pengujian ini dilakukan dengan melakukan pengaturan waktu pakan pada aplikasi *blynk* dan dilakukan pengamatan pada jam ketika katup pakan terbuka serta jumlah pakan yang keluar. Penentuan pemberian pakan dilakukan sebanyak 3 waktu dalam satu hari dimana jumlah pakan yang dinerikan sebesar 3% dari bobot rata-rata ikan (Hendriana et al. 2023)

Berdasarkan Tabel 6, dapat dilihat bahwa pengujian waktu pemberian pakan terdapat selisih paling besar yaitu 3 detik antara waktu alat dengan waktu sesungguhnya dan waktu selisih paling sedikit yaitu 1 detik. Waktu pada alat diatur menggunakan sensor RTC sedangkan waktu sebenarnya menggunakan jam pada *smartphone*. Selisih waktu yang teramati menunjukkan tingkat akurasi sensor RTC yang cukup baik. Berat pakan yang dikeluarkan setiap waktunya dihasilkan dari dosis pemberian pakan 3% dalam satu harinya dari bobot rata-rata jumlah ikan, dimana untuk pemberian pakan terbanyak terjadi pada hari pertama dengan 231 gram dan terendah itu terjadi pada hari ke empat dengan 220 gram. Meskipun terdapat sedikit variasi dalam berat pakan yang diberikan, secara keseluruhan data menunjukkan bahwa dosis pemberian pakan 3% telah berhasil diterapkan dengan cukup konsisten dan dengan perkiraan ikan yang terdapat pada kolam tersebut berjumlah 100 ekor dengan rata-rata bobot sebesar 200 gram, pemberian pakan didapatkan 600 gram setiap hari. Dengan demikian menunjukkan kebutuhan pakan untuk setiap harinya terpenuhi.

3.6 Pengujian Tampilan *Blynk*

Tabel 7. Pengujian tampilan *blynk*

Waktu pada LCD	Waktu Blynk	Tampilan sensor turbidity pada LCD (NTU)	Tampilan sensor turbidity pada <i>blynk</i> (NTU)	Tampilan tingkat pakan pada LCD (%)	Tampilan tingkat pakan pada <i>blynk</i> (%)
08.00.00	08.00.00	5	5	0	0
09.00.00	09.00.00	4	4	7	7
10.00.00	10.00.00	5	5	7	7
11.00.00	11.00.00	5	5	7	7
12.00.00	12.00.00	4	4	7	7

Berdasarkan Tabel 7 menunjukkan data pembacaan sensor turbidity dan pembacaan tingkat pakan pada suatu waktu tertentu dan membandingkannya dengan data yang ditampilkan pada aplikasi *blynk*. Waktu yang ditampilkan pada LCD dan Blynk adalah sama, menunjukkan sinkronisasi waktu yang baik antara perangkat *hardware* dan aplikasi *blynk*. Nilai kekeruhan air yang ditampilkan pada LCD dan *blynk* sama, menunjukkan bahwa data yang dikirim ke *blynk* sesuai. Kemudian pada pembacaan tingkat pakan yang ditampilkan pada LCD dengan yang ditampilkan pada *blynk* juga sesuai. Sehingga untuk pengiriman data dari *hardware* ke aplikasi *blynk* tidak mengalami masalah.

4. PENUTUP

Dari hasil pengujian sistem filtrasi dan pakan ikan otomatis dengan IoT menggunakan energi terbarukan berupa panel surya ini terbagi menjadi 4 bagian yaitu pengujian dari sistem filter air otomatis, sistem pemberian pakan ikan otomatis, penggunaan IoT dan sistem penggunaan energi terbarukan. Pada sistem filter air otomatis menunjukkan hasil bahwa, pembacaan antara sensor turbidity

menunjukkan hasil yang sesuai dengan visual air, kemudian pompa akan aktif ketika pembacaan dari sensor turbidity antara 10 sampai 50 NTU maka akan menampilkan kondisi keruh pada LCD dan mengaktifkan filter air. Kemudian kondisi 50 sampai 100 NTU akan menampilkan kondisi sangat keruh dan mengaktifkan filter air. Kemudian pada pengujian pakan ikan otomatis yang menggunakan sensor RTC (*real time clock*) untuk mengatur waktu pemberian pakan dengan selisih waktu 3 detik paling lama dan 1 detik paling sedikit antara sensor RTC dengan waktu sesungguhnya. Pakan ikan yang keluar untuk setiap waktunya memiliki rata-rata 225,5 gram dimana pakan paling banyak 231 gram dan paling sedikit 220 gram dengan rata-rata total pakan yang keluar untuk satu harinya yaitu 676,5 gram yang menunjukkan terpenuhinya kebutuhan pakan ikan 3% untuk satu hari. Kemudian untuk hasil dari sistem IoT yang digunakan sudah menampilkan kondisi yang sesuai, hasil pembacaan dari sensor turbidity dan juga sensor ultrasonik sudah tertampil secara *real time*, kemudian untuk pengaturan waktu pakan pada *blynk* sudah bekerja dengan baik dimana data waktu pakan yang dikirim ke perangkat *hardware* sudah sesuai. Pada pengujian sistem energi terbarukan yang menggunakan tipe *off grid* menunjukkan bahwa nilai rata-rata tegangan yang dihasilkan yaitu 16,11V, rata-rata arus yang dihasilkan yaitu 1,24A dan rata-rata daya yang dihasilkan 20,37W. pada pengujian beban, pompa air menjadi beban paling besar dalam sistem ini dimana energi yang digunakan yaitu 19,56W. Kesimpulan akhir menunjukkan bahwa untuk sistem filtrasi dan pakan ikan otomatis berbasis IoT dengan menggunakan energi terbarukan sudah dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan.

Berdasarkan penelitian yang saya lakukan ada beberapa saran pengembangan pada sistem *monitoring* dan *controlling* agar menjadi lebih baik yaitu alat yang dibuat menggunakan akrilik yang memiliki dimensi yang besar dan dirasa terlalu besar dan kurang efisien. Diharapkan pengembang selanjutnya bisa mengatur peletakan komponen serta PCB yang lebih ringkas sehingga alat akan terlihat kecil dan lebih efisien. Antarmuka IoT yang digunakan sudah menggunakan *blynk* tetapi pada aplikasi yang telah dibuat masing memiliki bug. Penambahan sensor PH air sehingga parameter yang digunakan lebih banyak dan sistem filter air menjadi lebih efisien. Pengaturan *wifi* yang harus diubah secara manual ke dalam program sehingga menyulitkan ketika alat diproduksi secara massal, untuk itu disarankan mencari metode untuk *setting wifi* tanpa harus memprogram.

PERSANTUNAN

Terimakasih penulis ucapkan kepada pihak yang telah terlibat dalam penelitian tugas akhir yaitu Masjid Hj. Sudalmiyah Rais terletak di Kampus 2 Universitas Muhammadiyah Surakarta sebagai tempat untuk pengujian coba alat dalam tugas akhir yang telah saya buat. Penulis juga berterimakasih atas kerjasama serta dukungan dari beberapa pihak secara moral maupun material. Untuk itu, kata

terimakasih serta rasa balas budi penulis diberikan kepada pihak pihak atas segala bantuan dan dukungan dalam menyelesaikan tugas akhir dan laporan tugas akhir ini, terutama pada Orang Tua dan keluarga yang selalu mendoakan kesehatan serta kelancaran kepada saya selama proses tugas akhir. Bapak Mohammad Nasrul Mubin, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingan. Bapak dan Ibu dosen Teknik Elektro UMS yang telah memberikan ilmunya yang sangat bermanfaat. Saya juga mengucapkan terima kasih kepada teman-teman asisten teknik elektro periode 2023/2024 dan Pejuang Masjid UMS yang selalu memberikan semangat dan dukungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ade Lentu Hoya, Rani Yosilia, Ade Damaria Mukti, Iip Sugiharta, and Rosa Farantika Ratih. 2023. "Pengembangan Alat Filter Air Menggunakan Kandungan Karbon Aktif Yang Berbeda Sebagai Media Pembelajaran." *Jurnal Basicedu* 7(5):3272–81. doi: 10.31004/basicedu.v7i5.6308.
- Dissa, Mega. 2023. "Manajemen Kualitas Air Selama Cuaca Panas." *DKP.KULONPROGO* 1. Retrieved (<https://dkp.kulonprogokab.go.id/detil/579/manajemen-kualitas-air-selama-cuaca-panas>).
- Hastuti, Subandiyono dan S. 2010. *Nutrisi Ikan*. 1st ed. Semarang: Universitas Diponegoro Semarang.
- Hendriana, Andri, Andri Iskandar, Dian Eka Ramadhani, Wiyoto Wiyoto, Nabila Putri Endarto, Rachella Angel Hitron, Yahya Ian Keyvin Sitio, and Rega Virgiawan Anwar. 2023. *KINERJA PERTUMBUHAN IKAN NILA Oreochromis Niloticus DENGAN TINGKAT PEMBERIAN PAKAN YANG BERBEDA*. Vol. 13. IPBBogor. doi: 10.29244/jstsv.13.1.60-66.
- Lubis, Ridwan Yusuf, Lailatul Husna Lubis, and Miftahul Husnah. 2020. *Pengaruh Variasi Suhu Terhadap Nilai Hambatan PADA RANGKAIAN LISTRIK*. Vol. 4. Fakultas sains dan teknologi UIN Sumatra Utara.
- Lubna, Lubna, Sudarti Sudarti, and Yushardi Yushardi. 2021. *Potensi Energi Surya Fotovoltaik Sebagai Sumber Energi Alternatif*. jember. doi: 10.33592/pelita.v21i1.1269.
- Nazaroh, Nazaroh. 2018. "Penggunaan Analisa Statistik Sebagai Kontrol Mutu Hasil Pengukuran." *Jurnal Standardisasi* 7(1):30. doi: 10.31153/js.v7i1.640.
- Priono, Bambang, and Darti Satyani. 2012. "Penggunaan Berbagai Jenis Filter Untuk Pemeliharaan Ikan Hias Air Tawar Di Akuarium." *Media Akuakultur* 7(2):76. doi: 10.15578/ma.7.2.2012.76-83.
- Pulungan, Ali Basrah, Aditya Manggala Putra, Hamdani Hamdani, and Hastuti Hastuti. 2020. "SISTEM KENDALI KEKERUHAN DAN PH AIR KOLAM BUDIDAYA IKAN NILA." *Elkha* 12(2):99. doi: 10.26418/elkha.v12i2.40688.
- Rajagukguk, Elisabet, Mulyadi, and Usman MT. 2018. "Pengaruh Waktu Pemberian Pakan Terhadap Pertumbuhan Dan Kelulushidupan Ikan Nila Merah Oreochromis Niloticus Dengan Sistem Resikulasi." [Skripsi] 53(9):1689–99.
- Said, Nusa Idaman, and Dinda Rita Krishumartani Hartaja. 2018. "Pengolahan Air Lindi Dengan Proses Biofilter Anaerob-Aerob Dan Denitrifikasi." *Jurnal Air Indonesia* 8(1). doi: 10.29122/jai.v8i1.2380.
- Usman, Mukhamad. 2020. "Analisis Intensitas Cahaya Terhadap Energi Listrik Yang Dihasilkan Panel Surya." *Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro* 9(2):52–57. doi: 10.30591/polektro.v9i2.2047.
- Yustiningsih, Rini. 2017. "Keindahan Masjid Hj Sudalmiyah Rais UMS Pabelan." *SOLOPOSNEWS*. Retrieved (<https://news.solopos.com/keindahan-masjid-hj-sudalmiyah-rais-ums-pabelan-12-sinar-bertuliskan-lafaz-allah-873813>).