

Rancangan Purwarupa Sistem Automatisasi Pakan Ikan Berbasis *Microcontroller*

Raka Putra Pratama¹⁾, Yafiet Mulyawan²⁾, Eva Rahmawati^{3*)}

¹⁾²⁾³⁾ Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Nusa Mandiri

^{*)}Correspondence Author: eva.ehw@nusamandiri.ac.id, Jakarta, Indonesia

DOI: <https://doi.org/10.37012/jtik.v9i2.1803>

Abstrak

Dengan peminatan masyarakat pada ikan air tawar yang cukup tinggi menjadikan bisnis budidaya ikan air tawar saat ini semakin massif dan bahkan bersifat lebih fleksibel hingga budidaya ikan air tawar dapat dilakukan di bagian area yang tersisa di rumah. Pengusaha ikan air tawar kerap kali kesulitan ketika berhadapan dalam pencarian sumber daya manusia tambahan untuk mendukung kegiatan operasional bisnis harian mereka. Menyematkan sebuah perangkat pintar terprogram berbasis *microcontroller*, dapat membantu pengelolaan bisnis secara mandiri dan meminimalkan bantuan tenaga manusia. Penulis dan tim membuat sebuah perangkat dan sistem kendali juga informasi berbasis Web yang dapat melakukan pekerjaan pemberian pakan pada area tambak dengan hanya menekan tombol yang tersaji pada sebuah laman antarmuka. Keseluruhan aktifitas yang dijalankan oleh sistem tersebut terekam pada sebuah basis data. Sistem ini dapat membantu untuk memudahkan pemberian pakan juga pengurasan dan pengisian air kolam ikan. Dengan melakukan pengontrolan melalui aplikasi berbasis Web, kegiatan dapat dioperasikan cukup oleh satu orang. Dalam hal pelaporan, pengguna dimudahkan karena terdapat fitur pencetak laporan, dimana laporan tersebut sudah berisi informasi mengenai *person in charge* dan data *stock* pakan. Diharapkan dengan dilakukannya riset dan pembuatan purwarupa sistem ini dapat memberikan inspirasi bagi para pemilik bisnis budidaya ikan air tawar agar dapat mengenal sebuah sistem pintar berbasis *microcontroller* yang dapat membantu kegiatan operasional bisnis mereka.

Kata Kunci: *Microcontroller*, Budidaya Ikan Air Tawar, Aplikasi, Website

Abstract

With the public's high interest in freshwater fish, the freshwater fish cultivation business is now increasingly massive and even more flexible so that freshwater fish cultivation can be carried out in the remaining areas at home. Freshwater fish entrepreneurs often find it difficult to find additional human resources to support their daily business operations. Embedding a programmable smart device based on a microcontroller can help manage business independently and minimize human assistance. The author and team created a device and control system as well as Web-based information that can carry out feeding work in the pond area by simply pressing a button presented on an interface page. All activities carried out by the system are recorded in a database. This system can help to facilitate feeding as well as draining and filling fish pond water. By controlling via a Web-based application, activities can be operated by just one person. In terms of reporting, it is easier for users because there is a report printing feature, where the report already contains information regarding the person in charge and feed stock data. It is hoped that by carrying out research and making a prototype of this system, it can provide inspiration for freshwater fish cultivation business owners to become familiar with a microcontroller-based smart system that can help their business operations.

Keywords: *Microcontroller*, Freshwater Fish Cultivation, Application, Website

PENDAHULUAN

Masyarakat Indonesia sudah sangat terbiasa mengonsumsi ikan air tawar sebagai lauk untuk memenuhi kebutuhan gizi harian, tidak jarang beberapa ikan air tawar dijadikan sebagai sebuah menu rujukan bagi penyandang penyakit tertentu. Dengan peminatan masyarakat pada ikan air tawar yang cukup tinggi menjadikan bisnis budidaya ikan air tawar saat ini semakin massif dan bahkan bersifat lebih fleksibel hingga budidaya ikan air tawar dapat dilakukan di bagian area yang tersisa di rumah-rumah. Pengembangan budidaya Nila skala rumah tangga adalah alternatif usaha yang dapat dilakukan di perkotaan dengan melibatkan seluruh anggota keluarga (Winarsih, 2010). Dengan membudidayakan ikan Nila di kolam sekitar rumah dapat menambah stock pangan dari ikan dan jika dikembangkan dapat menjadi ladang usaha yang menjanjikan.

Budidaya ikan dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai wadah baik berbentuk akuarium, kolam tanah, bak semen, kolam terpal/plastik ataupun bak fiber glass dengan berbagai macam ukuran. Untuk menjaga kualitas dari ikan yang dibudidayakan, selain dari pakan yang nutrisinya cukup, perlu dilakukan pengontrolan dalam jumlah dan jadwal pemberian pakan. Karena pakan merupakan salah satu faktor terpenting dalam pembesaran dan pemeliharaan ikan (Sembiring, Setiawan, Wicaksono, & Rahman, 2022).

Usaha budidaya ikan tidak membutuhkan biaya besar. Pemeliharaannya pun tergolong mudah dan waktunya singkat, sehingga hasil cepat diperoleh oleh pembudidaya. *E-fishery urban fish farming* adalah teknologi yang akan diadopsi untuk mempermudah proses budidaya ikan didaerah urban. Teknologi IoT (*Internet of Things*) dibutuhkan untuk melakukan kegiatan monitoring kualitas air pada kolam. Untuk melakukan logging data dilakukan menggunakan website (Hariyanto, Adiputra, & Rasmana, 2021).

Tambak Bapak Makmur melakukan budidaya ikan nila skala rumahan. Kegiatan budidaya ini dilakukan oleh anggota keluarganya sendiri. Selain budidaya ikan nila, Pak Makmur beserta keluarga juga sibuk dalam kesehariannya dengan kegiatannya yang lain sehingga kadang kesulitan dalam mengelola tambak ikannya karena pengerjaannya masih dilakukan secara manual. Pemanfaatan teknologi IoT (*Internet Of things*) dapat membantu kegiatan pemberian pakan dan pelaporannya menjadi otomatis. Tentunya hal ini akan sangat bermanfaat dalam kegiatan pengelolaan tambak karena dapat membantu meningkatkan kualitas serta efisiensi.

Pada penelitian ini yang juga mengacu pada penelitian yang sudah pernah ada, penulis mencoba membuat alat yang dapat membantu meningkatkan kualitas serta efisiensi dalam hal pemberian pakan. Alat ini bekerja dengan cara mengatur jumlah pakan yang dikeluarkan sesuai dengan jadwal pemberian pakan. Alat ini juga dilengkapi dengan fitur penguras dan pengisi air tambak otomatis. Penulis menggunakan sistem Arduino sebagai hardware dan software, serta program berbasis web untuk mengotrol sistem tersebut. Arduino merupakan salah satu sistem mikrokontroller yang berbasis open source. Dengan sistem open source baik pada hardware maupun software-nya dapat memberikan inspirasi yang cukup banyak pada perancangan sistem elektronika (Arisandi, 2014).

METODE

Metodologi penelitian adalah cara ilmiah yang digunakan dalam upaya untuk menemukan atau mendapatkan data demi tujuan atau kegunaan tertentu. Metode yang digunakan adalah Metode Eksperimental. Metode eksperimental adalah metode penelitian yang berasal dari suatu eksperimen. Biasanya metode ini digunakan untuk mencari sebab akibat dari suatu perilaku dari suatu data yang telah diobservasi. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah Studi Pustaka dan Observasi.

1. Studi Pustaka

Pustaka yang penulis gunakan diambil dari publikasi jurnal yang terkait dengan pemberian pakan ikan secara otomatis dan pengelolaan tambak.

2. Observasi

Observasi artinya pengamatan dan pencatatan secara sistematis mengenai gejala yang tampak pada objek penelitian.

Observasi dilakukan dengan cara mengunjungi Tambak Bapak Makmur guna berdiskusi tentang pemanfaatan teknologi IOT (*Internet of Things*) dalam hal pemberian pakan ikan ke dalam tambak untuk mempermudah proses budidaya ikan. Lalu peneliti bersama dengan pemilik tambak melakukan uji coba alat pemberian pakan. Untuk pengujian kebermanfaatan alat pemberian pakan, peneliti membuat tabel UAT (*User Acceptance Test*). Pengujian dilakukan oleh pemilik tambak dan hasil pengujian diserahkan kepada peneliti sebagai bentuk *feedback* atas penelitian yang dilakukan.

Pada penelitian ini, komponen yang digunakan dalam pembuatan alat pakan ikan otomatis dan aplikasi websitenya adalah sebagai berikut:

1. Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah papan mikrokontroler berbasis ATmega2560. Perangkat modul ini dapat beroperasi dengan tegangan relatif kecil yakni sebesar 12 Volt dan memiliki jack DC standard 3.5 mm sehingga akan memudahkan pengguna dalam hal pensuplaian listrik. Arduino Mega 2560 dibekali dengan chip ATmega 2560 dan memiliki kapasitas EEPROM sebesar 4kb (4096 bytes) dimana kapasitas ini sudah sangat besar untuk melakukan pemrograman pada perangkat modul tersebut dan juga Arduino Mega memiliki 54 pin digital dan 16 pin analog. Jumlah yang sangat banyak ini memungkinkan untuk pengembangan berbagai *sensor* atau *actuator* pada perangkat apabila diperlukan di kemudian hari.

2. Arduino Ethernet Shield 2

Arduino Ethernet Shield 2 adalah modul yang sudah dilengkapi dengan port RJ45 dan beroperasi dengan tegangan yang cukup rendah yakni 5 Volt dan memiliki kecepatan penghantaran data pada rentang 10/100Mb dan sudah terstandarisasi IEEE802.3af. Modul ini pun bersifat *stackable* dengan Arduino Mega dimana pengguna hanya perlu menumpuk modul Arduino Ethernet Shield 2 ini diatas Arduino Mega.

3. DC Motor Servo

DC Motor Servo sebagai *actuator* dalam proyek purwarupa ini berfungsi sebagai perangkat penggerak yang akan menumpahkan pakan ikan, ketika instruksi dilakukan baik secara otomatis maupun *manual override*.

4. Framework Laravel

Framework ini digunakan untuk membuat tampilan *dashboard*, *controller-controller* PHP, migrasi database, dan pemakaian *library* pendukung untuk pembuatan laporan.

5. Web UI (*User Interface*)

WEB UI yang dibuat menggunakan HTML+CSS, PHP sebagai *User Interface* yang berfungsi untuk melihat nilai dari rangkaian elektronika, kendali manual dan *reporting*.

6. XAMPP

XAMPP untuk kreasi *database* dan peluncuran *Web Server*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil akhir yang didapatkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Aplikasi berbasis Website untuk kendali mesin pakan.
2. Aplikasi berbasis Website Dashboard berisi informasi seluruh kegiatan operasional.
3. Purwarupa Mesin Pemberian Pakan dan penguras serta pengisi air tambak otomatis



Gambar 1. Tampilan Alat Pakan ikan Otomatis

Pada praktiknya, Purwarupa alat pemberi pakan ikan ini merupakan satu kesatuan dengan aplikasi berbasis website yang dibuat sehingga membentuk suatu sistem. Sistem ini dapat memberi kemudahan bagi pengguna dalam pemberian pakan ikan ke dalam tambak ikan yang dimiliki. Proses ini tadinya manual menjadi otomatis, bahkan bisa digunakan untuk lebih dari satu tambak. Kegiatan yang dilakukan akan terekam ke dalam database. Pengguna juga bisa mendapatkan laporan secara tercetak karena adanya fitur pencetak laporan. Sistem ini sangat bermanfaat dalam budidaya ikan skala rumahan yang biasanya memiliki tenaga kerja terbatas apalagi ditambah dengan adanya fitur penguras kolam, karena cukup hanya dengan satu orang saja sudah bisa mengoperasikan sistem ini. Fitur penguras dapat disematkan dengan cara membuat mesin pompa air (fungsi penguras) yang dimiliki penambak dapat dikendalikan oleh Arduino Mega 2560 dengan menggunakan bantuan standar *relay* dan pada fungsi pengisian air tambak agar dapat bekerja secara otomatis disematkan pelampung yang terhubung pada soket listrik dimana mesin pompa air (fitur pengisian) akan aktif pada batas ketinggian minimal air tambak yang telah ditentukan, pada

prinsipnya cara kerja sistem ini mirip seperti mesin pengisian pompa air otomatis pada toren rumah tangga.

Berikut penjelasan mengenai penggunaan dari sistem ini:

1. Antarmuka panel control mesin pemberian pakan.

SELAMAT DATANG DI SISTEM AUTOMATISASI - TAMBAK IKAN PAK MAKMUR

PEMBERIAN PAKAN - STATUS OFF

ON

PENGURASAN - STATUS OFF

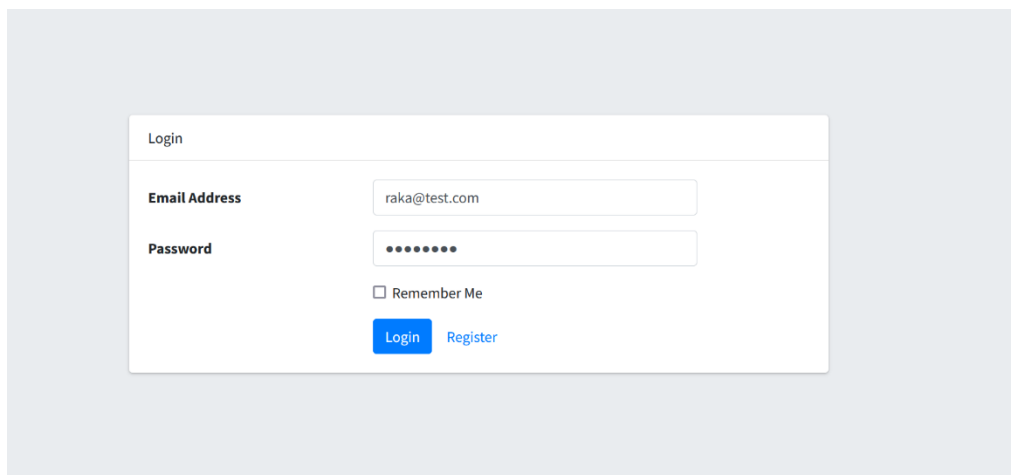
ON

Gambar 2. Tampilan Panel Kendali Mesin Pemberian Pakan dan Penguras Air Kolam

Gambar diatas merupakan tampilan dari sebuah antarmuka yang disematkan pada Arduino Mega. Detail mengenai ini adalah sebagai berikut:

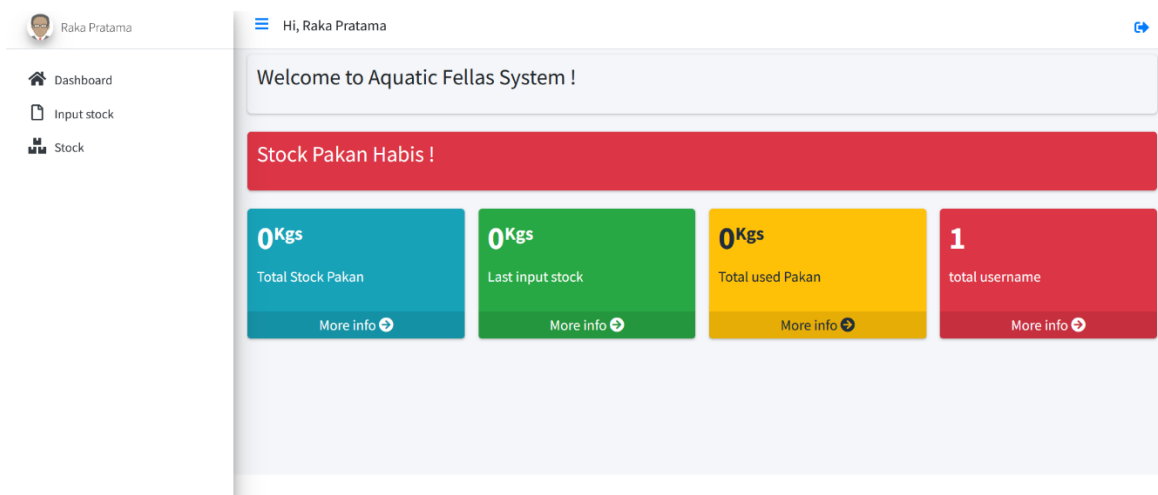
1. Button dengan label “Pemberian Pakan” dan memiliki keterangan status terkini yakni “STATUS OFF” yang menandakan bahwa saat terkini ketika perangkat awal dijalankan mesin pemberi pakan tidak menggerakkan motor servo yang akan mengeluarkan pakan. Apabila tombol hijau tersebut ditekan mesin pemberi pakan akan menggerakkan *motor servo* selama 2 detik dan akan mengeluarkan pakan sebanyak 22 gram pakan, yang kemudian data akan direkam oleh MySQL yang nantinya akan dapat disaksikan pada tampilan antarmuka aplikasi websitenya. Sebagai catatan jumlah pakan yang keluar tersebut sudah ditetapkan sedari awal (*Fixed Value*).
2. Button berlabel “Kuras” dimana aksi yang akan dilakukan ketika tombol tersebut di klik adalah menghidupkan mesin penguras air yang sebelumnya dikendalikan oleh perangkat berupa relay. Dan mesin akan aktif selama 10 menit dan akan merekam nilai data pada MySQL berupa kapan waktu terjadinya mesin diaktifkan. Sebagai bentuk safety, untuk menjalankan fungsi pengurasan air kolam, pada kolam dilakukan pemasangan pelampung agar ketika air telah terkuras pada level minimum yang ditentukan maka mesin pompa untuk pengisian air akan hidup otomatis. Cara kerja pengisian sama persis dengan pengisian air toren di rumah tangga.

Sebelum pengguna dapat melanjutkan akses ke tampilan *dashboard*, pengguna harus terlebih dahulu membuat akun pada website yang telah dibuat dengan mengklik pilihan “Register”. Setelahnya barulah pengguna dapat menginput *credential* yang sebelumnya sudah didaftarkan ke panel login seperti gambar 3 dibawah.



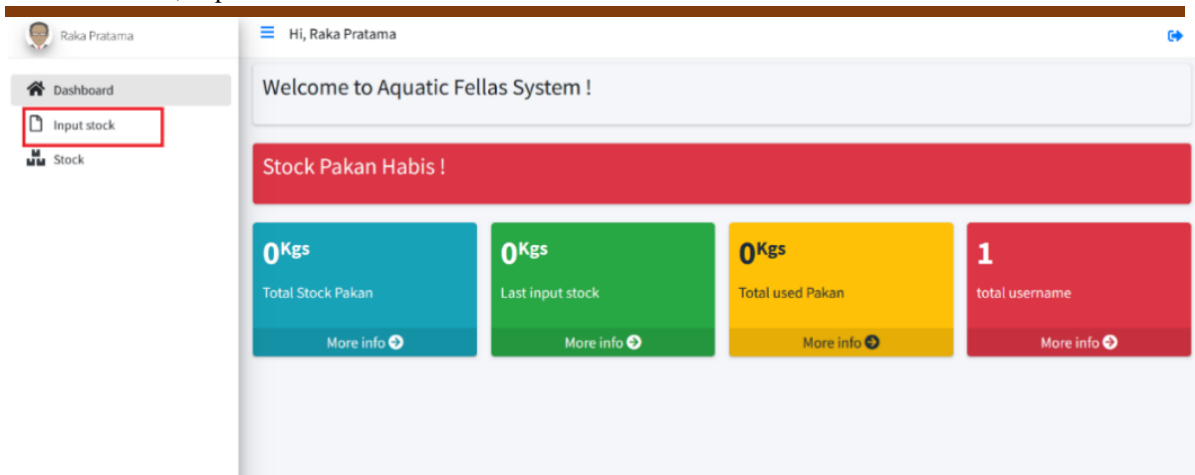
Gambar 3. Gambar Panel Login

Pada tampilan *dashboard* pengguna dapat mengetahui keadaan persediaan pakan yang saat ini berada pada wadah dan apabila persediaan pakan habis maka akan muncul blade berwarna merah yang menginformasikan bahwa persediaan pakan sudah habis.

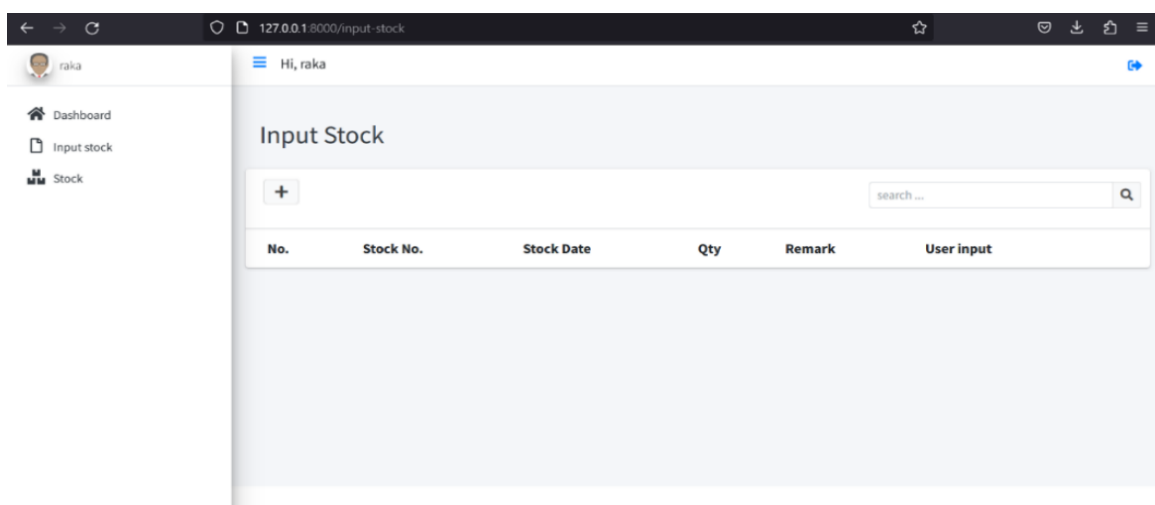


Gambar 4. Tampilan antar muka Website Dashboard

Apabila persediaan pakan sudah habis di wadah maka pengguna perlu untuk melakukan “*top-up*” sebelumnya, melalui fitur yang terdapat pada bagian sebelah kiri berlabel input persediaan.

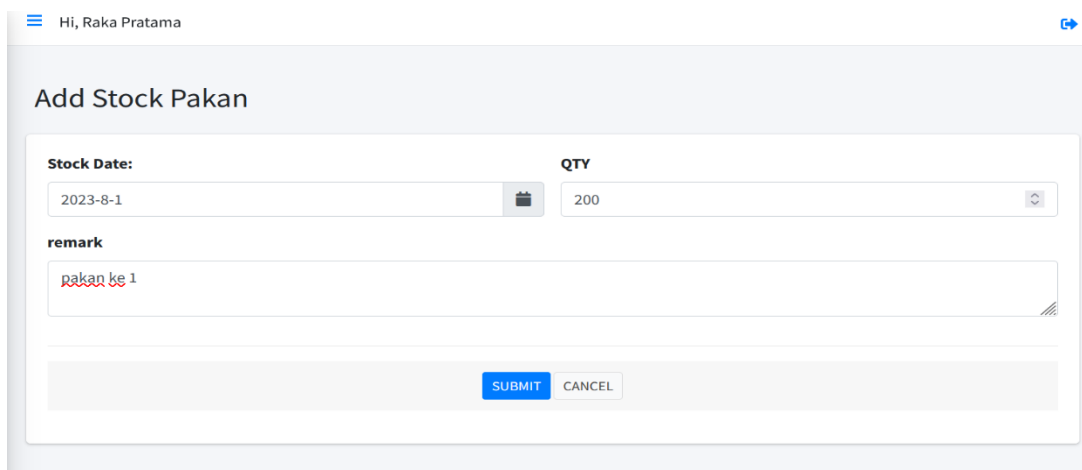


Gambar 5. Gambar Penunjuk Menu Input Persediaan



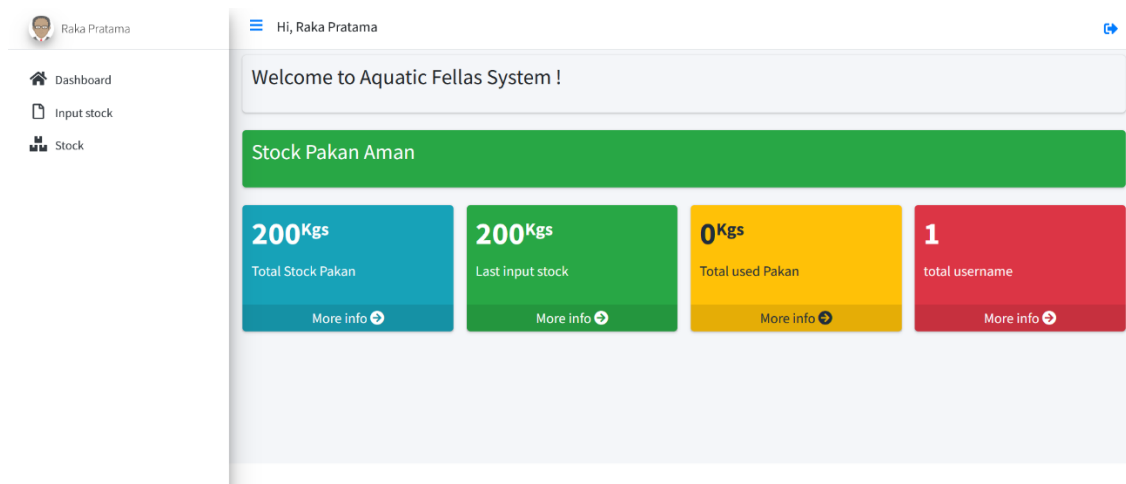
Gambar 6. Gambar Tampilan Input Persediaan

Pada bagian ini pengguna diharuskan melakukan kegiatan inputasi dengan cara mengklik tombol dengan symbol (+)



Gambar 7. Contoh Pengisian Persediaan Pakan

Kemudian dengan mengklik tombol *submit* maka data persediaan pakan akan terekam pada MySQL dan selanjutnya akan terefleksikan pada panel *dashboard*.



Gambar 8. Status Pakan Terupdate Menjadi 200 Pada Dashboard

Dalam kegiatan operasinya setiap kali pakan ditambahkan dan juga tombol mesin pemberian pakan diklik, akan mengakibatkan jumlah saldo mengalami perubahan baik penambahan saldo pakan maupun pengeluarannya, maka dari itu setiap transaksi tersebut akan tercatat pada Web UI juga terekam pada database MySQL.

The screenshot shows a table with transaction records. The table has columns for No., Trans No., Trans Date, IN, OUT, TOTAL, User ID, and REMARK. Below the table, there is a summary row for 'TOTAL' and an 'Inventory' row. A 'CANCEL' button is visible at the bottom.

No.	Trans No.	Trans Date	IN	OUT	TOTAL	User ID	REMARK
1	20230801-01	2023-08-01	200	0	200	Raka Pratama	pakan ke 1
2	202308-1	2023-08-02	0	30	170	Raka Pratama	Auto issue (Status Kuras?:0.00)
3	202308-2	2023-08-02	0	30	140		Auto issue (Status Kuras?:0.00)
4	202308-3	2023-08-02	0	30	110		Auto issue (Status Kuras?:0.00)
TOTAL			200	90			
Inventory:					110		

Gambar 9. Catatan Transaksi Pengeluaran

Tidak hanya transaksi pengeluaran saja, begitupun dengan transaksi yang bersifat variable, seperti misalnya operasi pengurangan untuk aksi pembetulan ketika user ada kesalahan dalam menginput saldo pakan seperti dibawah.

The screenshot shows a web application interface for 'Raka Pratama'. On the left is a sidebar with 'Dashboard', 'Input stock', and 'Stock' options. The main area displays a table of transactions with the following data:

No.	Trans No.	Trans Date	IN	OUT	TOTAL	User ID	REMARK
1	20230801-01	2023-08-01	200	0	200	Raka Pratama	pakan ke 1
2	20230802-01	2023-08-02	200	0	400	Raka Pratama	pakan ke 2
3	202308-1	2023-08-02	0	30	370	Raka Pratama	Auto issue (Status Kurus?:0.00)
4	202308-2	2023-08-02	0	30	340		Auto issue (Status Kurus?:0.00)
5	202308-3	2023-08-02	0	30	310		Auto issue (Status Kurus?:0.00)
6	20230802-02	2023-08-03	-100	0	210	Raka Pratama	pakan ke 2 salah input, harusnya 100 dari sebelumnya 200, maka dikurangi 100

Gambar 10. Operasi Pembedulan

The screenshot shows the same web application interface, but with a summary table at the bottom of the transaction list. The summary table is as follows:

TOTAL			300	90			
Inventory:					210		

Below the summary table is a red 'CANCEL' button.

Gambar 11. Total Operasi Setelah Pembedulan

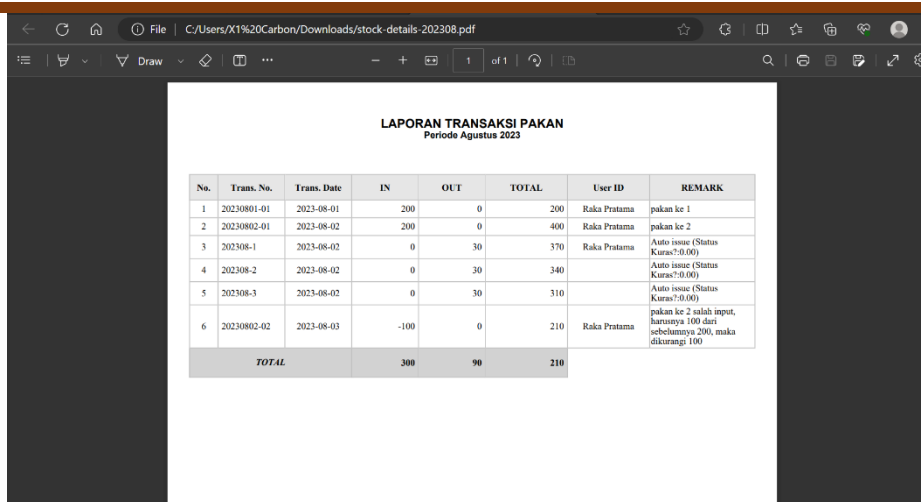
Seluruh kegiatan transaksi pada WEB UI laporannya dapat didownload oleh pengguna melalui fitur download dengan cara mengklik tombol “Print PDF”

The screenshot shows the 'Stock List' page. It features a table with the following data:

Period	IN	OUT	
August 2023	300	90	

Below the table are two buttons: a blue 'view details' button and a green 'print PDF' button.

Gambar 12. Fitur Download Print Pdf



No.	Trans. No.	Trans. Date	IN	OUT	TOTAL	User ID	REMARK
1	20230801-01	2023-08-01	200	0	200	Raka Pratama	pakan ke 1
2	20230802-01	2023-08-02	200	0	400	Raka Pratama	pakan ke 2
3	202308-1	2023-08-02	0	30	370	Raka Pratama	Auto issue (Status Kurang:0.00)
4	202308-2	2023-08-02	0	30	340		Auto issue (Status Kurang:0.00)
5	202308-3	2023-08-02	0	30	310		Auto issue (Status Kurang:0.00)
6	20230802-02	2023-08-03	-100	0	210	Raka Pratama	pakan ke 2 salah input, harusnya 100 dari sebelumnya 200, maka dikurangi 100
TOTAL			300	90	210		

Gambar 13. Laporan Berformat Pdf

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Berdasarkan hasil dari penelitian, pembuatan dan pengujian sistem purwarupa alat pemberi pakan ikan yang dilengkapi dengan penguras dan pengisi air otomatis pada tambak milik Bapak Makmur, dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem ini dapat membantu untuk memudahkan pemberian pakan juga pengurasan dan pengisian air kolam ikan. Dengan melakukan pengontrolan melalui aplikasi berbasis Web, kegiatan dapat dioperasikan cukup oleh satu orang.
2. Dalam hal pelaporan, pengguna dimudahkan karena terdapat fitur pencetak laporan, dimana laporan tersebut sudah berisi informasi mengenai *person in charge* dan data *stock* pakan (input dan output).
3. Penelitian ini memberikan informasi dan wawasan tentang bagaimana cara pembuatan sistem mengenai alat pakan ikan dan penguras serta pengisi air tambak otomatis.

Dari hasil penelitian, rekomendasi yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Sistem yang dibuat oleh penulis, dibuat berdasarkan kebutuhan pengguna pada saat penelitian dilakukan. Untuk kegiatan yang lebih kompleks, sistem ini dapat dikembangkan dengan menambahkan sensor-sensor lain sesuai *budget* dan kebutuhan.
2. Sistem ini dijalankan dengan cara semi otomatis sesuai permintaan pengguna dengan tujuan untuk mengontrol *system error*. Sistem dapat dijalankan secara full otomatis dengan menambahkan fitur *otomatic over drive* jika sewaktu-waktu diperlukan.

3. Alih-alih menggunakan metode statistik mean pada perangkat pemberian pakan ikan bisa disematkan sensor misal berupa timbangan yang akan mengkalkulasi bobot persis pakan yang keluar dari wadah.
4. Untuk pemutakhiran, perangkat dapat difabrikasi dengan membuat *3D printed casing* yang sesuai sehingga perangkat dapat terjaga dari debu dan juga air yang mungkin mengenai perangkat.

REFERENSI

- Affrida, E. N., Yuli, E., Rosavina, F., Martha, D., Amelia, P., Farhandi, . . . Patricia, M. (2023). Automatic Fish Feeder Terjadwal Berbasis Internet of Things di Kolam Bundar Desa Semampir Kec. Sedati Kab. Sidoarjo. *Kanigara*, 3(1).
- Alkadri, S. I., & Chandra, Y. (2019). Sistem Otomatisasi Sirkulasi dan Penggantian Air Kolam Menggunakan Arduino Uno untuk Peternakan Ikan di Sukabangun Kabupaten Ketapang. *Energi dan Kelistrikan*, 11(2), 171-179.
- Andriyanto, R. M., Rosadi, A., & Novianti, T. (2020). Pemberi Pakan Ikan Otomatis dan Pemantau Kondisi Air Kolam Budidaya Ikan Koi Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Ilmiah Computing Insight*, 2(2), 1-8.
- Ardiwijoyo, A, Jamaluddin, J, & Mappalotteng (2018). Rancang bangun alat pemberi pakan ikan dengan sistem otomatisasi berbasis Arduino Uno R3 dengan sistem kendali SMS. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, eprints.unm.ac.id, <http://eprints.unm.ac.id/13423/>
- Arisandi, E. D. (2014). Kemudahan Pemrograman Mikrokontroler Arduino pada Aplikasi Wahana Terbang. *Setrum*, 3(1).
- Arsad, S., Lusiana, E. D., Musa, M., Afandi, A., Mahmudi, M., & Buwono, N. R. (2019). Pemberdayaan Pembudidaya Kerapu Melalui Aplikasi Automatic Fish Feeder untuk Efisiensi Pakan di Tambak Budidaya Semi Intensif. *Jurnal Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 7(1).
- Azhra, F. H., & Anam, C. (2020). IoT-Based Automatic Fish Pond Control System. *Iptek Journal of Proceedings Series*, (pp. 394-398).

- Hariyanto, M. D., Adiputra, D., & Rasmana, S. T. (2021). Desain dan Analisa E-Fishery Urban Fish Farming untuk Mengendalikan Kualitas Air Kolam Menggunakan Algoritma Fuzzy. *Journal of Computer Electronic and Telecommunication*, 2(2).
- Hidayatullah Himawan, M. Y. (2018). Pengembangan Alat Pemberi Makan Ikan Otomatis Menggunakan Arduino Terintegrasi Berbasis IoT. *Telematika*, 15(2), 87-98.
- Kurniawan, C. M., Sahertian, J., & Sanjaya, A. (2020). Sistem Monitoring dan Pemberian Pakan Otomatis pada Budidaya Ikan Lele Berbasis Internet of Things. *Seminar Nasional Inovasi Teknologi*, 4(1), 224-228.
- Maier, A, Sharp, A, & Vagapov, Y (2017). Comparative analysis and practical implementation of the ESP32 microcontroller module for the internet of things. 2017 Internet Technologies and ..., ieeexplore.ieee.org, <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8101926/>
- Sembiring, K., Setiawan, A., Wicaksono, M. A., & Rahman, A. (2022). Perancangan Automatic Fish Feeder Skala Aquarium Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Modul Esp8266. *E-Joint*, 3(2).
- Sihombing, P, Karina, NA, Tarigan, JT, & ... (2018). Automated hydroponics nutrition plants systems using arduino uno *microcontroller* based on android. *Journal of Physics ...*, [iopscience.iop.org](https://doi.org/10.1088/1742-6596/978/1/012014), <https://doi.org/10.1088/1742-6596/978/1/012014>
- Wahyuni, S., Mudarris, Askar, A., Ayusnin, S. R., & Zain, S. G. (2018). Papakinoto (Penebar Pakan Ikan Otomatis) Upaya Peningkatan Produksi dan Efisiensi Waktu Budidaya Tambak Ikan Tawar Masyarakat Belawa Kabupaten Soppeng. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 4, 42-49.
- Winarsih, W. H. (2010). Pengembangan Budidaya Nila Skala Rumah Tangga untuk Ketahanan Pangan. *Cakrawala*, 4(2), 164-174.