

SISTEM MONITORING BUDIDAYA PERIKANAN BERBASIS IOT FISH FEEDER SEBAGAI IMPLEMENTASI SMART FARMING

Heri Sudibyo¹⁾, Fauzi Tri Yuniko²⁾, Ahmad Fadel³⁾, Lido Sabda Lesmana⁴⁾, Raimon Efendi⁵⁾

^{1,2,3,4}Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Dharmas Indonesia, Sumatera Barat

⁵Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Dharmas Indonesia, Sumatera Barat

email: herisudibyo@undhari.ac.id, fauziptiplex@gmail.com, lidosabdalesmana11603@gmail.com,
1902011022@undhari.ac.id, raimon.efendi@gmail.com

Abstract

Aquaculture faces various challenges, including uncertainty in timely and appropriate feeding, which can affect fish health and productivity. This research aims to design and implement an Internet of Things (IoT)-based aquaculture monitoring system equipped with an automatic fish feeder. The research method used in this research is the prototype method. The automatic fish feeder prototype is developed and integrated with sensors and IoT devices. Data was collected through system testing at a real aquaculture site, by monitoring water quality parameters and feeding schedules using a web-based application. The results showed that the IoT-based monitoring system was able to provide real-time information on feeding status and pond conditions. The automatic fish feeder successfully delivers feed according to fish needs, reduces feed wastage, and improves pond environmental quality.

Keywords: Smart Farming, Internet of Things (IoT), Aquaculture; Fish Feeder

Abstrak

Budidaya perikanan menghadapi berbagai tantangan, termasuk ketidakpastian dalam pemberian pakan yang tepat waktu dan jumlah yang sesuai, yang dapat memengaruhi kesehatan ikan dan produktivitas. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring budidaya perikanan berbasis Internet of Things (IoT) yang dilengkapi dengan fish feeder otomatis. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode prototipe. Prototipe fish feeder otomatis dikembangkan dan terintegrasi dengan sensor serta perangkat IoT. Data dikumpulkan melalui pengujian sistem di lokasi budidaya nyata, dengan pemantauan parameter kualitas air dan jadwal pemberian pakan menggunakan aplikasi berbasis web. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem monitoring berbasis IoT mampu memberikan informasi real-time mengenai status pemberian pakan dan kondisi kolam. Fish feeder otomatis berhasil memberikan pakan sesuai dengan kebutuhan ikan, mengurangi pemborosan pakan, dan meningkatkan kualitas lingkungan kolam.

Kata Kunci: Smart Farming, Internet of Things (IoT), Budaya Perikanan ; Fish Feeder

1. PENDAHULUAN

Smart farming merupakan evolusi dalam praktik pertanian dan perikanan yang memanfaatkan teknologi canggih untuk meningkatkan kuantitas dan kualitas produksi sambil mengoptimalkan sumber daya yang digunakan. Dalam konteks budidaya perikanan, penerapan teknologi ini dapat diwujudkan melalui sistem IoT Fish Feeder, yaitu sistem pemberian pakan otomatis yang dioperasikan berbasis Internet of Things (IoT). Sistem ini memungkinkan pemberian pakan yang tepat waktu dan sesuai kebutuhan ikan, yang dapat secara signifikan meningkatkan efisiensi penggunaan pakan dan menurunkan biaya operasional (Navarro 2020; Yadav 2022). Meskipun teknologi IoT dalam smart farming telah terbukti efektif dalam meningkatkan produktivitas, penggunaannya dalam budidaya perikanan skala kecil dan menengah masih sangat terbatas. Kebanyakan teknologi yang ada saat ini lebih terfokus pada operasional skala besar, yang sering kali tidak ekonomis atau praktis untuk aplikasi yang lebih kecil (Codeluppi 2020; Islam 2020). Oleh karena itu, pengembangan sistem IoT Fish

Feeder yang dapat disesuaikan dan diterapkan dalam skala yang lebih luas menjadi sangat penting untuk mendukung pertumbuhan sektor perikanan yang inklusif dan berkelanjutan.

Kebutuhan akan teknologi yang dapat mendukung keberlanjutan dan efisiensi dalam budidaya perikanan menjadi semakin mendesak di tengah tantangan perubahan iklim dan peningkatan populasi global. Penerapan IoT dalam sistem pemberian pakan ikan menawarkan solusi yang berpotensi mengurangi penggunaan sumber daya secara berlebihan dan mengoptimalkan fase pertumbuhan ikan. Penelitian ini penting untuk mengembangkan solusi yang tidak hanya teknologi maju tetapi juga mudah diakses oleh petani ikan skala kecil dan menengah (Bao et al. 2018; Fathallah 2020) (Fathallah et al., 2020; Zhang et al., 2020). Selain itu, urgensi penelitian ini juga diperkuat oleh kebutuhan untuk data yang akurat dan real-time dalam pengelolaan budidaya perikanan. Dengan sistem IoT, data tentang konsumsi pakan, perilaku ikan, dan kondisi lingkungan dapat terus dipantau dan dianalisis untuk meningkatkan keputusan operasional (Chen 2021; Terence 2020). Hal ini akan membantu dalam mengurangi limbah, meningkatkan kesehatan ikan, dan akhirnya, memastikan keberlanjutan produksi perikanan.

Penelitian terdahulu telah menunjukkan bahwa implementasi IoT dalam pertanian dan perikanan dapat meningkatkan produktivitas dan efisiensi. Namun, masih ada kekurangan dalam literatur mengenai aplikasi praktis IoT Fish Feeders dalam operasi perikanan skala kecil hingga menengah, yang sering kali memiliki batasan sumber daya dan akses teknologi (Elbeheiry 2023; Zerssa 2021). Dalam kehidupan sehari-hari di pedesaan, banyak individu dan kelompok yang memelihara ikan di pekarangan rumah mereka (Mukai 2021) (Mukai et al., 2021). Budidaya ikan telah menjadi pekerjaan sampingan yang diminati oleh sebagian besar masyarakat, terutama karena perawatannya yang relatif mudah (Efendi et al. 2023; Raju 2022). Namun, tantangan muncul ketika pemilik ikan tidak dapat memberikan pakan secara teratur, terutama saat mereka tidak berada di rumah, yang dapat mengganggu kebutuhan pakan ikan (Tedeschi 2021). Porsi pakan yang berlebihan dapat menurunkan kualitas air tambak akibat akumulasi gas amonia, sehingga penting untuk memberikan pakan dalam jumlah yang sesuai, yaitu sekitar 3-4% dari total berat ikan di kolam. Ikan lele dikenal agresif dalam mencari makan, dan perilaku ini dapat mempengaruhi kualitas air jika tidak dikelola dengan baik (Navarro et al., 2020). Oleh karena itu, penerapan teknologi seperti sistem pemberian pakan otomatis berbasis IoT dapat menjadi solusi untuk mengatasi masalah ketidakpastian dalam pemberian pakan, sehingga mendukung keberlanjutan dan efisiensi dalam budidaya perikanan (Oruganti 2020).

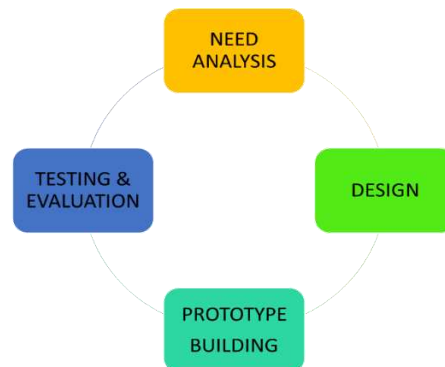
Dalam konteks Smart Farming, penerapan sistem monitoring budidaya perikanan berbasis Internet of Things (IoT) merupakan langkah strategis yang menggabungkan teknologi canggih dengan kebutuhan praktis dalam sektor perikanan. Sistem ini, yang melibatkan penggunaan IoT Fish Feeder, adalah contoh nyata dari bagaimana teknologi dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan dalam budidaya perikanan (Haque 2021; Majid 2022). Smart Farming melalui IoT memungkinkan pengumpulan data secara real-time yang sangat penting untuk monitoring kondisi lingkungan dan kesehatan ikan. Dengan sistem ini, parameter seperti suhu air, pH, kadar oksigen, dan lainnya dapat terus dipantau. Data yang dikumpulkan ini tidak hanya penting untuk memastikan kondisi optimal bagi pertumbuhan ikan tetapi juga untuk mengoptimalkan penggunaan pakan melalui IoT Fish Feeder. Sistem pemberian pakan otomatis ini dapat disesuaikan untuk memberikan jumlah pakan yang tepat pada waktu yang tepat, berdasarkan data yang diperoleh dari monitoring (Pohan, Chandra, and Doris 2021; Yépez-Ponce 2023), sehingga meminimalisir pemborosan dan meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya.

Sistem monitoring berbasis IoT ini juga mendukung kebutuhan akan data yang akurat dan real-time yang sangat diperlukan dalam pengelolaan budidaya perikanan. Informasi yang akurat dan tepat waktu memungkinkan petani ikan untuk membuat keputusan yang lebih baik, mengadaptasi praktik mereka sesuai dengan kondisi aktual, dan secara proaktif mengelola potensi masalah sebelum berkembang menjadi serius (Colombo-Mendoza 2022; Farooq 2020). Dengan demikian, implementasi sistem monitoring budidaya perikanan berbasis IoT dalam konteks Smart Farming tidak hanya merupakan langkah maju dalam teknologi tetapi juga pendekatan yang mendukung keberlanjutan, efisiensi, dan produktivitas dalam sektor perikanan (Mahfuz 2022; Rani 2022). Ini menunjukkan bagaimana integrasi antara teknologi canggih dan kebutuhan sektor perikanan dapat

menciptakan solusi yang inovatif dan efektif, membawa manfaat ekonomi, ekologis, dan sosial yang signifikan

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah metode prototype. Prototype adalah model atau simulasi dari semua aspek produk yang akan dikembangkan, yang mana model tersebut harus mewakili produk akhir (Purnomo 2017). Pendekatan ini sangat sesuai untuk pengembangan sistem IoT Fish Feeder karena memungkinkan tim peneliti dan pengembang untuk iteratif menguji dan menyempurnakan sistem berdasarkan umpan balik langsung dari pengguna akhir.



Gambar 1. Metode Prototype

Tahapan pengembangan perangkat IoT Fish Feeder merupakan proses yang sistematis dan terstruktur, dimulai dari pengumpulan kebutuhan hingga evaluasi dan perbaikan. Berdasarkan gambar 1, maka dijabarkan tahapan pengembangan perangkat sebagai berikut :

Pengumpulan Kebutuhan: Tahap ini melibatkan interaksi langsung antara pengembang dan pengguna sistem. Melalui wawancara, survei, dan sesi diskusi, tim peneliti mengumpulkan informasi tentang kebutuhan spesifik, tujuan operasional, dan ekspektasi pengguna terhadap sistem IoT Fish Feeder. Informasi ini menjadi dasar untuk mengembangkan desain awal sistem yang sesuai dengan kebutuhan pengguna.

Proses Desain : Berdasarkan kebutuhan yang telah dikumpulkan, tim peneliti bersama dengan desainer sistem mulai merancang arsitektur dan antarmuka dari IoT Fish Feeder. Pada tahap ini, aspek teknis seperti pilihan sensor, modul komunikasi IoT, dan platform pengembangan software ditentukan. Desain ini ditujukan untuk memastikan bahwa sistem mudah digunakan oleh petani ikan dan dapat diintegrasikan dengan infrastruktur yang ada.

Membangun Prototype : Setelah desain awal disetujui, langkah selanjutnya adalah pembuatan prototype fisik. Ini melibatkan pembuatan hardware yang sesuai dengan desain dan pengintegrasian software yang telah dikembangkan. Prototype ini tidak harus sempurna, tetapi harus cukup baik untuk dapat diuji dalam lingkungan nyata, sehingga memberikan gambaran tentang bagaimana sistem akan beroperasi dan berinteraksi dengan pengguna.

Evaluasi dan Perbaikan : Prototype yang telah dibuat kemudian diuji oleh pengguna dalam skenario nyata. Evaluasi ini melibatkan pengujian fungsionalitas, keandalan, dan keefektifan sistem dalam memberikan pakan ikan secara otomatis. Berdasarkan hasil evaluasi, tim peneliti mengidentifikasi kekurangan dan area yang memerlukan peningkatan. Umpan balik dari pengguna sangat krusial pada tahap ini untuk melakukan perbaikan dan pengembangan lebih lanjut pada sistem.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Kebutuhan Sistem

Pada tahap pengumpulan kebutuhan, interaksi yang intensif antara pengembang dan pengguna sistem menjadi kunci utama. Proses ini dimulai dengan serangkaian wawancara mendalam dengan para petani ikan yang potensial sebagai pengguna sistem IoT Fish Feeder. Wawancara ini bertujuan

untuk memahami secara detail tentang operasional harian mereka, tantangan yang dihadapi dalam pemberian pakan ikan, dan ekspektasi mereka terhadap sistem otomatisasi yang akan dikembangkan.

Tabel 1 Manajemen pemberian pakan

Umur Ikan (Hari)	Berat (Gr)	Pakan/Hari	Pakan/Minggu	Jenis Pakan
1-10	1.01	0.303 Kg	2.121 Kg	Pakan781-1
11-20	2.77	0.831 Kg	5.817 Kg	Pakan781-1
21-30	10.3	3.09 Kg	21.63 Kg	Pakan781-1
31-40	13.33	4.00 Kg	28.00 Kg	Pakan781-2
41-50	21.25	6.375 Kg	44.625 Kg	Pakan781-2
51-60	37.03	11.11 Kg	77.77 Kg	Pakan781-2
61-70	45.14	13.54 Kg	94.78 Kg	Pakan781-3
71-80	56.25	16.875 Kg	118.125 Kg	Pakan781-3
81-90	73.92	22.175 Kg	155.225 Kg	Pakan781-3
Total	189.0	78.295 Kg	547.565 Kg	

Tabel 1 Manajemen Pemberian Pakan yang disajikan menawarkan gambaran rinci tentang regimen pemberian pakan yang disarankan untuk 1.000 ekor ikan selama periode 90 hari. Strategi pemberian pakan yang ditetapkan dalam tabel ini mencerminkan pemahaman mendalam tentang kebutuhan nutrisi ikan pada setiap fase pertumbuhan, yang sangat penting untuk memastikan kesehatan dan pertumbuhan optimal ikan. Pengaturan ini tidak hanya memastikan efisiensi dalam pemberian pakan tetapi juga membantu dalam mengurangi pemborosan pakan, sebuah aspek penting dalam mengelola biaya operasional budidaya ikan.

Dalam mencapai tujuan pembuatan sistem IoT Fish Feeder, tahap awal yang dilakukan adalah pengumpulan data yang intensif. Data ini meliputi informasi dari jurnal-jurnal ilmiah dan literatur terkait yang membahas tentang teknologi pemberian pakan otomatis dan penggunaan IoT dalam budidaya perikanan. Untuk membangun prototype IoT Fish Feeder, diperlukan beberapa komponen elektronik dan perangkat lunak sebagai berikut:

Tabel 2 Daftar Perangkat Lunak

No	Perangkat	Keterangan
1.	Sistem operasi	Windows 10 (64 bit)
2.	Telegram	Pengontrol/Remot
3.	Arduino IDE 1.8.9	IDE (Integrated Development Environment)
4.	Microsoft Office Visio 2007	Untuk membuat flowchart
5.	Fritzing	Untuk desain perangkat keras elektronik

Tabel 3 Daftar Perangkat Keras

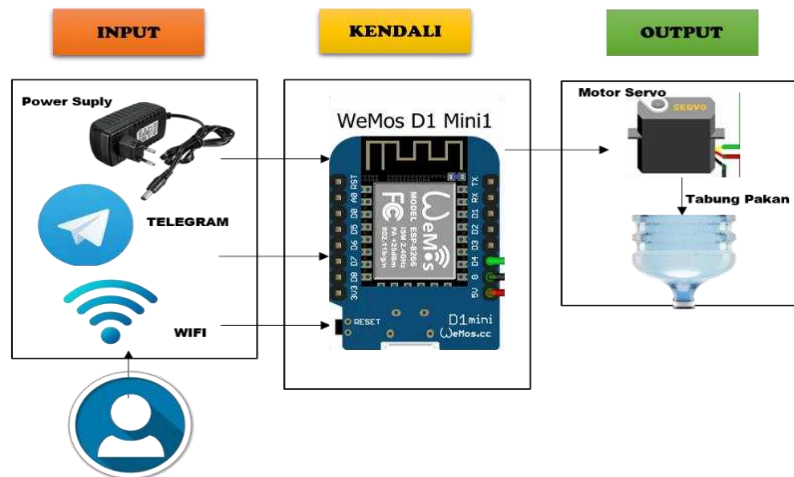
No	Perangkat	Deskripsi
1.	Wemos D1 Mini	Perangkat mikrokontroler seperti Arduino yang terhubung wifi
2.	Kabel jumper	Digunakan untuk menghubungkan dua komponen elektronik
3.	Servo	Perangkat yang digunakan untuk membuka dan menutup tabung pakan
4.	Power supply	Power Adaptor 5 volt dc
5.	Laptop	Lenovo Ideapad 330
6.	Smartphone	Redmi Note 9 Pro
7.	Solder listrik	Untuk menyambungkan dua komponen elektronik

Seluruh perangkat lunak tersebut akan digunakan untuk mengembangkan dan menguji sistem. Sistem operasi Windows 10 akan menjadi platform utama untuk pengembangan, sementara Telegram akan diintegrasikan sebagai interface remote control yang memungkinkan pengguna mengontrol sistem dari jarak jauh. Pada tahap selanjutnya, pembangunan sistem melibatkan coding melalui Arduino IDE untuk menyusun program yang akan diunggah ke Wemos D1 Mini. Program ini akan mengatur kerja servo berdasarkan perintah yang diberikan melalui Telegram, memastikan pemberian

pakan dapat dilakukan secara otomatis sesuai jadwal yang telah ditetapkan atau permintaan dari pengguna.

3.2 Desain Prototype

Perancangan alat IoT Fish Feeder di Rangkaian Farm merupakan langkah krusial dalam memastikan efektivitas dan efisiensi dalam pemberian pakan ikan. Proses perancangan ini melibatkan penggunaan mikrokontroler Wemos D1 Mini, yang berfungsi sebagai pusat pengolahan data dari input yang diterima melalui Bot Telegram. Mini USB berperan sebagai penghubung antara mikrokontroler dan sumber daya listrik, memastikan aliran energi yang stabil untuk operasi yang berkelanjutan. Motor servo SG90 digunakan sebagai output mekanis yang mengontrol mekanisme pemberian pakan, berdasarkan perintah yang diproses oleh mikrokontroler.



Gambar 2. Skema Blok Fish Feeder

Berdasarkan gambar 2 inti dari sistem ini, Wemos D1 Mini, menggunakan chip ESP8266 yang terkenal dengan kemampuannya dalam aplikasi IoT. Keunggulan utama dari mikrokontroler ini adalah kemampuannya untuk terhubung dengan WiFi, yang memungkinkan integrasi dengan sistem kontrol jarak jauh melalui aplikasi seperti Telegram. Modul USB-to-Serial CH340G pada Wemos D1 Mini memfasilitasi komunikasi antara mikrokontroler dan komputer, yang esensial untuk pemrograman dan debugging.

Fungsi utama dari Mini USB adalah menyediakan koneksi daya yang stabil serta memungkinkan transfer data antara mikrokontroler dan perangkat eksternal. Stabilitas koneksi ini penting untuk memastikan bahwa sistem dapat beroperasi tanpa gangguan, terutama dalam lingkungan farm yang mungkin mengalami fluktuasi daya. Motor Servo SG90 dipilih karena ukurannya yang kompak dan kemampuan untuk melakukan gerakan presisi yang diperlukan untuk mekanisme pemberian pakan. Servo SG90 cukup kuat untuk mengendalikan flap pakan, memastikan bahwa jumlah pakan yang diberikan dapat diatur dengan akurat sesuai dengan kebutuhan program pemberian pakan.

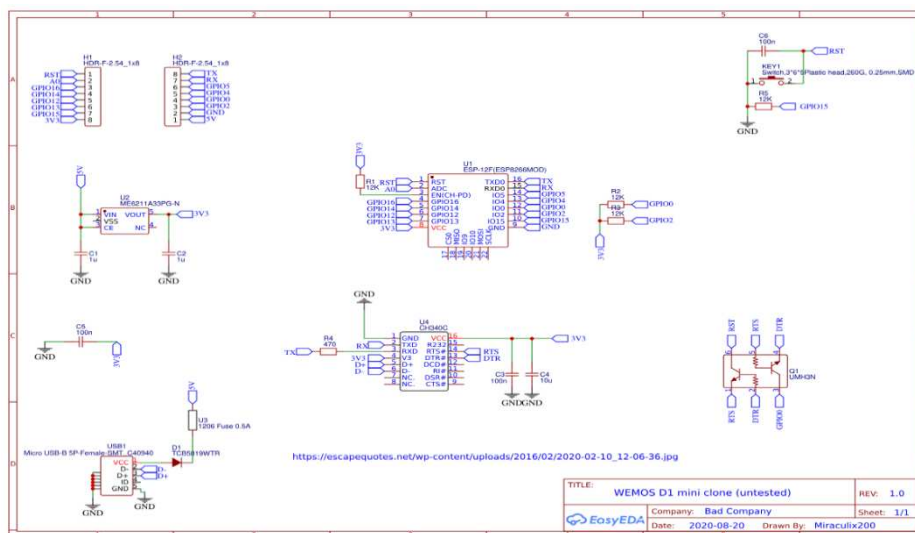
Desain Mikrokontroler

Wemos D1 Mini, yang diintegrasikan dalam sistem IoT Fish Feeder di Rangkaian Farm, berfungsi sebagai pusat komando dan kontrol yang mengelola semua operasi penting. Berbasis pada mikrokontroler ESP8266, Wemos D1 Mini adalah pilihan yang luar biasa untuk proyek berbasis IoT karena kemampuannya mengakses internet melalui WiFi, yang sangat penting untuk memungkinkan fitur kontrol jarak jauh. Dengan adanya modul USB-to-Serial CH340G, Wemos D1 Mini memfasilitasi pemrograman yang mudah dan debugging sistem melalui koneksi USB, yang sangat membantu selama fase pengembangan dan pemeliharaan sistem.

Seperti terlihat pada gambar 3, mikrokontroler ini dilengkapi dengan header pin yang memungkinkan koneksi eksternal ke berbagai jenis pin, termasuk pin digital, analog, dan pin daya, sehingga memberikan fleksibilitas yang besar dalam mengintegrasikan berbagai sensor dan aktuator ke dalam sistem. Komponen pendukung seperti resistor dan kapasitor yang terintegrasi dalam papan

menjaga stabilitas dan efisiensi sistem, menjamin operasi yang lancar tanpa risiko gangguan atau kegagalan. LED indikator yang tersedia pada Wemos D1 Mini memberikan informasi visual tentang status operasi, yang sangat berguna untuk pemantauan cepat dan identifikasi masalah.

Dalam konteks praktis aplikasinya pada IoT Fish Feeder, Wemos D1 Mini menangani input dari Bot Telegram yang memungkinkan pengguna untuk mengirim perintah pemberian pakan secara langsung. Mikrokontroler ini kemudian memproses data masukan ini dan mengaktifkan motor servo SG90 untuk mengeluarkan pakan sesuai dengan jadwal atau permintaan yang ditentukan. Integrasi antara Telegram dan Wemos D1 Mini tidak hanya meningkatkan efisiensi dalam pemberian pakan tetapi juga memaksimalkan kemudahan pengguna dalam mengelola operasi farm ikan. Dengan kapabilitas dan fleksibilitasnya, Wemos D1 Mini menetapkan dirinya sebagai platform yang ideal untuk pengembangan sistem IoT yang robust dan efisien, menjadikannya pilihan yang sangat cocok untuk aplikasi modern dalam aquaculture.



Gambar 3. Datasheet Wemos D1 Mini.

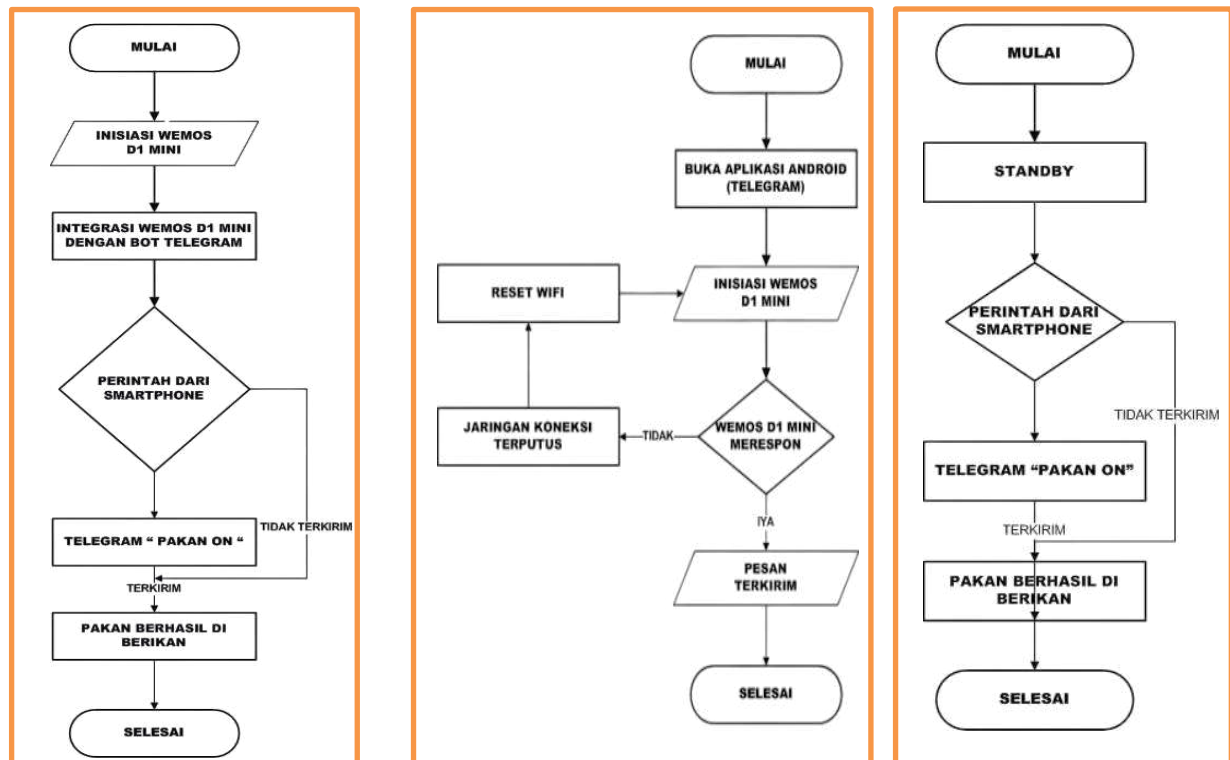
Skema elektronik dari sistem ini menggambarkan cara penghubungan antara Wemos D1 Mini dan komponen lain seperti servo SG90, yang digunakan untuk mekanisme pemberian pakan. Dalam skema ini, sumber daya eksternal 5V DC digunakan untuk menjamin pasokan listrik yang stabil dan cukup, terutama untuk servo yang mungkin membutuhkan arus lebih tinggi ketika beroperasi. Servo SG90 dihubungkan secara langsung ke sumber daya ini untuk memastikan bahwa ia beroperasi dengan kapasitas penuh tanpa membebani sumber daya dari Wemos D1 Mini.

3.3 Prototype Building

Proses perakitan dimulai dengan inisiasi Wemos D1 Mini, seperti alur pada gambar 4 (a), sebuah mikrokontroler yang berperan sebagai otak dari sistem ini. Setelah diaktifkan, langkah selanjutnya adalah mengintegrasikan Wemos D1 Mini dengan bot Telegram. Integrasi ini memungkinkan Wemos D1 Mini untuk menerima perintah dari pengguna melalui aplikasi Telegram, yang berfungsi sebagai antarmuka pengguna.

Setelah sistem terhubung dengan bot Telegram, ia menunggu perintah dari smartphone pengguna. Perintah ini dikirim melalui bot dengan menggunakan perintah khusus, dalam hal ini adalah "Pakan On". Jika perintah ini berhasil terkirim dan diterima oleh sistem, maka Wemos D1 Mini akan mengaktifkan servo motor yang terhubung dengannya untuk mengeluarkan pakan ikan. Proses ini menunjukkan bagaimana perintah yang diberikan melalui aplikasi dapat mengontrol aktivitas fisik dalam sistem otomatisasi. Namun, jika perintah "Pakan On" tidak berhasil terkirim, sistem tidak akan melakukan apa-apa dan tetap dalam keadaan menunggu perintah selanjutnya. Ini menunjukkan pentingnya koneksi yang stabil dan responsif antara bot Telegram dan Wemos D1 Mini untuk efektivitas sistem pemberian pakan.

Setelah pakan berhasil diberikan, proses dianggap selesai, dan sistem kembali ke keadaan awal menunggu perintah berikutnya. Analisis ini menunjukkan bahwa sistem yang dirancang memiliki kemampuan untuk melakukan automasi pemberian pakan ikan dengan efisien, mengurangi kebutuhan intervensi manusia secara langsung dalam proses pemberian pakan harian, dan menawarkan kemudahan pengoperasian melalui aplikasi smartphome.



Gambar 4. Flowchart Fish Feeder (a) Alur Wemos D1 Mini (b) Alur Servo (c)

Proses komunikasi dan kontrol dalam sistem pada Gambar 4 (b) dan gambar 4 (c) merupakan diagram alir yang menggambarkan monitoring budidaya perikanan berbasis Internet of Things (IoT), khususnya menggunakan aplikasi Android (Telegram) dan perangkat WeMos D1 Mini. Diagram ini menunjukkan langkah-langkah yang diambil dari mulai membuka aplikasi hingga pesan terkirim dan proses selesai.

1. **Mulai:** Proses dimulai dengan pengguna yang membuka aplikasi Telegram pada perangkat Android. Ini menunjukkan integrasi sistem dengan platform yang mudah diakses dan umum digunakan, memudahkan pengguna dalam mengontrol dan memonitor sistem dari jarak jauh.
2. **Inisiasi WeMos D1 Mini:** WeMos D1 Mini, sebuah papan mikrokontroler yang berbasis WiFi, diinisiasi untuk terhubung dengan jaringan dan siap menerima perintah. Ini adalah bagian penting dari sistem IoT yang memungkinkan kontrol perangkat secara otomatis dan real-time.
3. **Reset WiFi atau Menunggu Respon:** Jika terjadi masalah dengan koneksi jaringan, WiFi akan di-reset. Jika tidak, sistem akan menunggu respon dari WeMos D1 Mini. Ini menunjukkan adanya mekanisme pemulihan otomatis untuk memastikan sistem tetap online dan berfungsi.
4. **Pesan Terkirim:** Setelah WeMos D1 Mini merespon, pesan dari aplikasi Telegram berhasil dikirim ke perangkat. Ini bisa berupa perintah untuk memberi makan ikan atau perintah lain yang terkait dengan pengelolaan budidaya perikanan.
5. **Selesai:** Proses berakhir setelah pesan terkirim, menandakan bahwa perintah yang diberikan telah berhasil dieksekusi.

Implementasi seperti ini sangat penting dalam konteks Smart Farming karena memungkinkan pengelolaan budidaya perikanan yang lebih efisien dan otomatis. Penggunaan IoT dalam budidaya perikanan, seperti yang dijelaskan dalam sumber dan, membantu dalam pemberian pakan yang

konsisten dan pengelolaan sumber daya, yang pada akhirnya dapat meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan operasi budidaya.

3.4 Testing dan Evaluasi

1. Pengujian Rangkaian Wemos D1 Mini

Dalam rangka memastikan fungsionalitas dan interaksi komponen dalam prototipe yang melibatkan Wemos D1 Mini, dilakukan serangkaian pengujian yang mendalam. Pengujian ini bertujuan untuk memverifikasi kestabilan koneksi dan efektivitas komunikasi antara Wemos D1 Mini dan aplikasi Telegram, serta memastikan bahwa integrasi dengan servo SG90 berjalan dengan lancar. Melalui proses ini, kami berupaya memastikan bahwa setiap aspek dari sistem beroperasi sesuai dengan spesifikasi teknis yang telah ditetapkan, mendukung pengembangan solusi IoT yang andal dan efisien.

```
#include "CTBot.h"
#include <Servo.h>

Servo myservo;
int pos = 0;
CTBot myBot;
String ssid = "Dellcell"; // Pastikan untuk mengganti dengan SSID jaringan Anda
String pass = "Dellcell"; // Pastikan untuk mengganti dengan password jaringan Anda
String token = "7351686712:AAFwEC2FQaFE2s6eVE3GJLUymFxxH0IJdwU"; // Token Bot Telegram Anda
uint8_t led = LED_BUILTIN;
const int id = 7422426902; // ID Telegram Anda

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Memulai telegram bot. Koneksi ke Wifi");
  myservo.attach(2); // Menempelkan servo ke pin D2
  myBot.wifiConnect(ssid, pass); // Menghubungkan ke WiFi
  myBot.setTelegramToken(token); // Mengatur token untuk bot

  if (myBot.testConnection())
    Serial.println("Koneksi Berhasil");
  else
    Serial.println("Koneksi Gagal");

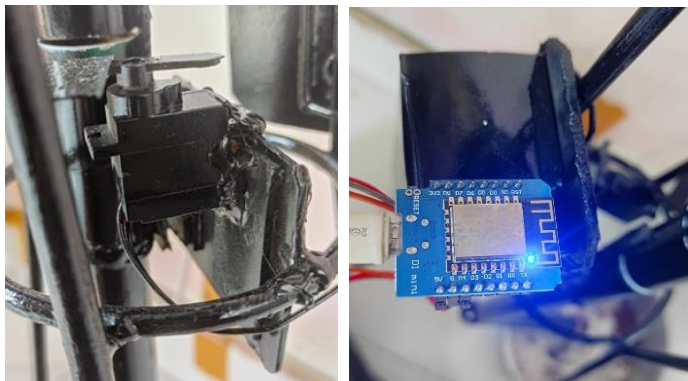
  pinMode(led, OUTPUT);
  digitalWrite(led, HIGH); // Menyalakan LED untuk menunjukkan status aktif
}

void loop() {
  TBMessage msg;
  if (myBot.getNewMessage(msg)) {
    switch (msg.messageType) {
      case CTBotMessageText:
        if (msg.text.equalsIgnoreCase("ON")) {
          Serial.println("Perintah ON diterima");
          digitalWrite(led, HIGH); // Menyalakan LED
          myservo.write(180); // Menggerakkan servo ke posisi 180 derajat
        } else if (msg.text.equalsIgnoreCase("OFF")) {
          Serial.println("Perintah OFF diterima");
          digitalWrite(led, LOW); // Mematikan LED
          myservo.write(0); // Mengembalikan servo ke posisi 0 derajat
        }
        break;
    }
  }
}
```

Skrip yang disajikan merupakan sebuah program yang dirancang untuk mengintegrasikan Wemos D1 Mini dengan aplikasi Telegram melalui penggunaan library CTBot dan Servo. Program ini dimulai dengan mengimpor library yang diperlukan dan mendeklarasikan beberapa variabel penting seperti objek servo, informasi jaringan WiFi, dan token untuk bot Telegram. Tujuan utama dari skrip ini adalah untuk memungkinkan pengguna mengontrol servo motor melalui pesan yang dikirim dari aplikasi Telegram, yang menunjukkan aplikasi praktis dari IoT dalam kontrol jarak jauh.

2. Pengujian Servo

Pengujian servo SG90 merupakan langkah penting dalam memastikan bahwa mekanisme pemberian pakan dalam sistem otomatisasi berfungsi dengan efektivitas dan akurasi yang tinggi. Servo SG90, yang merupakan aktuator elektromekanis dengan kemampuan untuk mengontrol posisi dengan presisi, digunakan dalam aplikasi ini untuk menggerakkan mekanisme yang memberikan pakan kepada ikan. Skrip yang diberikan di atas adalah bagian dari sistem kontrol yang menggunakan Telegram untuk menerima perintah dan mengaktifkan servo sesuai dengan instruksi yang diterima.



Gambar 5. Tampilan Wemos D1 Mini (a) dan Servo sg 90 (b)

Dalam rangkaian pengujian yang dilakukan pada motor servo SG90 seperti terlihat pada gambar 5, Tim Peneliti telah melakukan tujuh kali uji coba untuk memverifikasi keakuratan dan keandalan motor dalam menjalankan perintah pemberian makan. Berikut adalah tabel yang merangkum hasil pengujian tersebut:

Tabel 4 Pengujian Motor Servo

Pengujian	Servo Motor Angle	Kondisi	Delay (s)
Uji-1	90° - 0°	Berhasil	3
Uji-2	90° - 0°	Berhasil	6
Uji-3	90° - 0°	Berhasil	5
Uji-4	90° - 0°	Berhasil	2
Uji-5	90° - 0°	Berhasil	3
Uji-6	90° - 0°	Berhasil	4
Uji-7	90° - 0°	Berhasil	3

Dari tabel 4, kita dapat melihat bahwa motor servo berhasil menyelesaikan semua tugas dengan hasil yang konsisten dan memuaskan. Setiap tes melibatkan gerakan servo dari sudut 90° kembali ke 0° dengan variasi waktu delay antara 2 hingga 6 detik, tergantung pada tes yang dilakukan. Keberhasilan motor servo dalam menjalankan perintah dengan presisi tinggi dalam pengujian ini menegaskan keandalan dan efektivitasnya dalam aplikasi praktis.



Gambar 6. Proses Pengujian Fish Feeder

Hasil pengujian yang dilakukan seperti terlihat pada gambar 6 menunjukkan bahwa motor servo mampu menangani tugas-tugas dengan kecepatan dan akurasi yang diperlukan, memastikan bahwa pemberian pakan dapat dilakukan dengan cara yang terkontrol dan konsisten. Keberhasilan ini menandai pentingnya pemilihan komponen yang tepat dan pengaturan yang akurat dalam sistem otomatis, yang dalam hal ini, adalah sistem pemberian pakan otomatis yang dioperasikan melalui motor servo. Ini juga menunjukkan potensi besar motor servo dalam aplikasi serupa yang memerlukan kontrol presisi tinggi.

Penggunaan Telegram dalam sistem fish feeder otomatis memberikan kemudahan dan fleksibilitas dalam pengontrolan mekanisme pemberian pakan. Dengan memanfaatkan platform komunikasi yang umum digunakan ini, pengguna dapat mengirim perintah secara real-time kepada perangkat dari mana saja, asalkan terhubung dengan internet.

Sistem ini dirancang untuk menerima pesan dari pengguna, yang dapat berupa instruksi untuk memulai atau menghentikan pemberian pakan, atau bahkan mengatur waktu pemberian pakan sesuai kebutuhan. Misalnya, pengguna dapat mengirimkan perintah sederhana seperti "Feed now" atau "Stop feeding" melalui aplikasi Telegram mereka. Integrasi Telegram dalam sistem fish feeder otomatis tidak hanya meningkatkan kemudahan penggunaan, tetapi juga memberikan tingkat kontrol dan transparansi yang lebih tinggi bagi pengguna, menjadikan proses pemberian pakan lebih efisien dan efektif. Penggunaan teknologi komunikasi modern ini menciptakan potensi untuk pengembangan sistem otomatisasi yang lebih canggih di masa depan.

Analisis dan Pembahasan

Dari hasil pengembangan prototipe alat pemberi pakan ikan otomatis, terdapat beberapa aspek penting yang menunjukkan efektivitas sistem ini dalam konteks budidaya perikanan. Pertama, pengaturan gerbang servo yang dapat beroperasi dengan sudut enam puluh derajat dan kembali ke posisi nol derajat dengan interval waktu yang teratur menunjukkan kemampuan sistem untuk memberikan pakan secara presisi dan konsisten. Hal ini sangat penting untuk memastikan bahwa ikan mendapatkan jumlah pakan yang tepat, yang tidak hanya mendukung pertumbuhan sehat tetapi juga mengurangi pemborosan pakan (Jadhav 2020) Jadhav et al. Kedua, pengaturan daya dan waktu on atau off pada motor DC yang dapat beroperasi dengan baik menggunakan adaptor 12V menunjukkan bahwa sistem ini memiliki keandalan tinggi dan dapat beroperasi dengan efisiensi energi yang baik (Navarro 2020; Yadav 2022). Penggunaan teknologi delay dalam pengaturan waktu ini memungkinkan penggunaan kode yang lebih efisien, yang mengurangi beban pada mikrokontroler dan memperpanjang umur perangkat.

Pentingnya memastikan bahwa semua kabel terpasang dengan baik dan rancangan casing yang memadai tidak hanya mempengaruhi keandalan fisik dari prototipe, tetapi juga efektivitasnya dalam pengoperasian di lapangan. Casing yang dirancang dengan baik melindungi komponen elektronik dari elemen luar dan memastikan bahwa unit dapat bekerja dalam berbagai kondisi lingkungan yang mungkin dihadapi dalam budidaya perikanan (Rianto et al. 2024; Tjhin 2021). Kesimpulan dari analisis ini adalah bahwa dengan dukungan teknologi yang ramah lingkungan, kondisi lingkungan perikanan dapat ditingkatkan secara signifikan. Prototipe alat pemberi pakan ikan pintar ini menawarkan langkah awal yang menjanjikan untuk menciptakan perikanan modern yang memanfaatkan kemajuan teknologi (Cahyadi 2021). Dengan kemampuan untuk mengontrol pengeluaran pakan secara tepat, sistem ini tidak hanya meningkatkan efisiensi pemberian pakan tetapi juga mendukung praktik budidaya perikanan yang lebih berkelanjutan dan efisien.

Dalam konteks yang lebih luas, penerapan teknologi IoT dalam sistem pemberian pakan ikan otomatis ini sejalan dengan tren global menuju pertanian yang lebih cerdas dan efisien. Dengan memanfaatkan teknologi terkini, seperti sensor dan pengendalian jarak jauh, sistem ini dapat memberikan solusi yang lebih baik bagi para pembudidaya ikan, terutama dalam hal pengelolaan sumber daya dan pengurangan biaya operasional (Mukai 2021). Selain itu, sistem ini juga dapat diintegrasikan dengan teknologi lain, seperti analisis data besar, untuk lebih meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam budidaya perikanan.

4 SIMPULAN

Sistem pemberi pakan ikan otomatis berbasis IoT ini memiliki potensi besar untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan dalam budidaya perikanan. Dengan kemampuan untuk memberikan pakan secara presisi dan konsisten, sistem ini tidak hanya mendukung pertumbuhan ikan yang sehat tetapi juga mengurangi pemborosan pakan, yang merupakan isu penting dalam industri perikanan saat ini. Selain itu, penggunaan teknologi yang ramah lingkungan dalam sistem ini berkontribusi pada peningkatan kondisi lingkungan perikanan secara keseluruhan.

Implikasi dari penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi IoT dalam budidaya perikanan dapat memberikan manfaat ekonomi yang signifikan bagi petani ikan, terutama dalam hal pengurangan biaya operasional dan peningkatan produktivitas. Namun, untuk mencapai potensi penuh dari teknologi ini, penting untuk mengatasi tantangan yang ada, seperti keterbatasan akses teknologi di kalangan petani kecil dan menengah, serta kebutuhan untuk data yang akurat dan real-time dalam pengelolaan budidaya perikanan.

Saran yang dapat diberikan berdasarkan temuan ini adalah perlunya pengembangan lebih lanjut dari sistem IoT Fish Feeder yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan lokal dan kondisi spesifik di lapangan. Selain itu, kolaborasi antara peneliti, pengembang teknologi, dan petani sangat penting untuk memastikan bahwa solusi yang dikembangkan dapat diimplementasikan secara efektif dan memberikan manfaat yang maksimal. Penelitian lebih lanjut juga diperlukan untuk mengeksplorasi integrasi teknologi lain, seperti analisis data besar dan kecerdasan buatan, untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam pengelolaan budidaya perikanan.

5 UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih Tim Peneliti sampaikan kepada Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Kepada Masyarakat (DRTPM), Kementerian Pendidikan Riset dan Kebudayaan. Yang telah memberikan Hibah Program BOPTN Penelitian Tahun Anggaran 2024.

6 DAFTAR PUSTAKA

- Bao, Weijun, Songming Zhu, Guang Jin, and Zhangying Ye. 2018. "Generation, Characterization, Perniciousness, Removal and Reutilization of Solids in Aquaculture Water: A Review From the Whole Process Perspective." *Reviews in Aquaculture*. doi: 10.1111/raq.12296.
- Cahyadi, A. 2021. "Study on Feeding Cast Distance of Automatic Hanging Fish Feeder at Different Feeding Time and Height." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 860(1). doi: 10.1088/1755-1315/860/1/012026.
- Chen, W. 2021. "Deep Reinforcement Learning for Internet of Things: A Comprehensive Survey." *IEEE Communications Surveys and Tutorials* 23(3):1659–92. doi: 10.1109/COMST.2021.3073036.
- Codeluppi, G. 2020. "LoraFarM: A LoRaWAN-Based Smart Farming Modular IoT Architecture." *Sensors (Switzerland)* 20(7). doi: 10.3390/s20072028.
- Colombo-Mendoza, L. O. 2022. "Internet of Things-Driven Data Mining for Smart Crop Production Prediction in the Peasant Farming Domain." *Applied Sciences (Switzerland)* 12(4). doi: 10.3390/app12041940.
- Efendi, Raimon, Eliza Eliza, Fauzi Tri Yuniko, and Ratih Agustin Wulandari. 2023. "Pendampingan Inovasi Pengolahan Dan Pemasaran Hasil Budi Daya Ikan Lele Sebagai Usaha Peningkatan Nilai Ekonomi Hasil Perikanan Pokdakan Rangkang Farm ." *Journal Of Human And Education (JAHE)* 3(2 SE-Articles):463–69.
- Elbeheiry, N. 2023. "Technologies Driving the Shift to Smart Farming: A Review." *IEEE Sensors Journal* 23(3):1752–69. doi: 10.1109/JSEN.2022.3225183.
- Farooq, H. 2020. "A Review on Smart Iot Based Farming." *Annals of Emerging Technologies in Computing* 4(3):17–28. doi: 10.33166/AETiC.2020.03.003.
- Fathallah, K. 2020. "Enhancing Energy Saving in Smart Farming through Aggregation and Partition Aware IOT Routing Protocol." *Sensors (Switzerland)* 20(10). doi: 10.3390/s20102760.
- Haque, A. 2021. "Smart Farming through Responsible Leadership in Bangladesh: Possibilities, Opportunities, and Beyond." *Sustainability (Switzerland)* 13(8). doi: 10.3390/su13084511.
- Islam, N. 2020. "IoT Based Smart Farming: Are the LPWAN Technologies Suitable for Remote Communication?" *Proceedings - 2020 IEEE International Conference on Smart Internet of Things, SmartIoT 2020* 270–76. doi: 10.1109/SmartIoT49966.2020.00048.
- Jadhav, K. 2020. "IOT Based Automated Fish Feeder." *2020 International Conference on Industry 4.0 Technology, I4Tech 2020* 90–93. doi: 10.1109/I4Tech48345.2020.9102682.

- Mahfuz, S. 2022. "Applications of Smart Technology as a Sustainable Strategy in Modern Swine Farming." *Sustainability (Switzerland)* 14(5). doi: 10.3390/su14052607.
- Majid, M. 2022. "Applications of Wireless Sensor Networks and Internet of Things Frameworks in the Industry Revolution 4.0: A Systematic Literature Review." *Sensors* 22(6). doi: 10.3390/s22062087.
- Mukai, Y. 2021. "High Growth Rates of Asian Seabass (*Lates Calcarifer* Bloch, 1790) Fry Reared Using a Demand Feeder with an Image Processing System for Detecting Fish Behaviour." *Aquaculture Research* 52(10):5093–98. doi: 10.1111/are.15380.
- Navarro, E. 2020. "A Systematic Review of Iot Solutions for Smart Farming." *Sensors (Switzerland)* 20(15):1–29. doi: 10.3390/s20154231.
- Oruganti, S. K. 2020. "Wireless Power-Data Transmission for Industrial Internet of Things: Simulations and Experiments." *IEEE Access* 8:187965–74. doi: 10.1109/ACCESS.2020.3030658.
- Pohan, N., S. K. Chandra, and F. Doris. 2021. "Sistem Informasi Budidaya Ikan Lele Di Balai Benih Ikan (Bbi) Bungus." *Jurnal RESTIKOM: Riset*
- Purnomo, Dwi. 2017. "Model Prototyping." *JIMP-Jurnal Informatika Merdeka Pasuruan* 2(2):54–61.
- Raju, S. V. S. Ramakrishnam. 2022. "Design and Implementation of Smart Hydroponics Farming Using IoT-Based AI Controller with Mobile Application System." *Journal of Nanomaterials* 2022. doi: 10.1155/2022/4435591.
- Rani, S. V. J. 2022. "Automated Weed Detection System in Smart Farming for Developing Sustainable Agriculture." *International Journal of Environmental Science and Technology* 19(9):9083–94. doi: 10.1007/s13762-021-03606-6.
- Rianto, R., A. Aradea, H. Mubarak, and ... 2024. "Peningkatan Tatakelola Budidaya Ikan Dengan Penerapan Sistem Smart Fishery." *Jurnal Pengabdian*
- Tedeschi, L. O. 2021. "Advancements in Sensor Technology and Decision Support Intelligent Tools to Assist Smart Livestock Farming." *Journal of Animal Science* 99(2). doi: 10.1093/jas/skab038.
- Terence, S. 2020. "Systematic Review of Internet of Things in Smart Farming." *Transactions on Emerging Telecommunications Technologies* 31(6). doi: 10.1002/ett.3958.
- Tjhin, V. U. 2021. "Intelligent Feeder Development Plan as Fish Feed Technology for Sustainable Integration and Delivery." *3rd International Conference on Cybernetics and Intelligent Systems, ICORIS 2021*. doi: 10.1109/ICORIS52787.2021.9649602.
- Yadav, S. 2022. "Disruptive Technologies in Smart Farming: An Expanded View with Sentiment Analysis." *AgriEngineering* 4(2):424–60. doi: 10.3390/agriengineering4020029.
- Yépez-Ponce, D. F. 2023. "Mobile Robotics in Smart Farming: Current Trends and Applications." *Frontiers in Artificial Intelligence* 6. doi: 10.3389/frai.2023.1213330.
- Zerssa, G. 2021. "Challenges of Smallholder Farming in Ethiopia and Opportunities by Adopting Climate-Smart Agriculture." *Agriculture (Switzerland)* 11(3):1–26. doi: 10.3390/agriculture11030192.