

# Pemantauan dan Pengendalian Kandang Bebek Pintar Berbasis Internet of Things (IoT)

Wirya Syahputra<sup>1</sup>, Dedi Setiawan<sup>2</sup>, Rina Mahyuni<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Sistem Komputer, STMIK Triguna Dharma

Email: <sup>1</sup>wiryasyahputra2003@gmail.com, <sup>2</sup>setiawandedi07@gmail.com, <sup>3</sup>rinamahyuni14@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: wiryasyahputra2003@gmail.com

## Abstrak

Penelitian ini membahas permasalahan terkait pemantauan dan pengendalian lingkungan kandang bebek yang masih dilakukan secara manual dan kurang efisien. Faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban, dan ketersediaan pakan yang tidak terpantau dengan baik dapat memengaruhi kesehatan serta produktivitas bebek peliharaan. Sebagai solusi, dikembangkan sistem kandang bebek pintar berbasis *Internet of Things* (IoT). Sistem ini memanfaatkan mikrokontroler NodeMCU ESP32 sebagai pusat kendali, dilengkapi dengan sensor DHT11 untuk memantau suhu dan kelembaban, sensor ultrasonik untuk mendeteksi pakan, serta modul RTC untuk menjadwalkan pemberian pakan secara otomatis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini mampu memantau dan mengendalikan kondisi lingkungan kandang bebek secara real-time dan akurat. Implementasi sistem ini membantu meningkatkan efisiensi operasional, produktivitas ternak, serta meringankan beban kerja peternak. Teknologi ini dinilai efektif dan dapat diterapkan sebagai solusi berkelanjutan dalam pengelolaan peternakan bebek modern.

**Kata Kunci:** Kandang Bebek Pintar, *Internet of Things*, DHT11, NodeMCU ESP32, RTC

## Abstract

*This research addresses the problem of monitoring and controlling the duck pen environment, which is still done manually and inefficiently. Environmental factors such as temperature, humidity, and feed availability that are not properly monitored can affect the health and productivity of farmed ducks. As a solution, a smart duck pen system based on the Internet of Things (IoT) was developed. This system utilizes a NodeMCU ESP32 microcontroller as a control center, equipped with a DHT11 sensor to monitor temperature and humidity, an ultrasonic sensor to detect feed, and an RTC module to schedule automatic feeding. The results show that this system is capable of monitoring and controlling the duck pen environmental conditions in real time and accurately. The implementation of this system helps improve operational efficiency, livestock productivity, and lighten the workload of farmers. This technology is considered effective and can be implemented as a sustainable solution in modern duck farming management.*

**Keywords:** Smart Duck Cage, *Internet of Things*, DHT11, NodeMCU ESP32, RTC

## 1. PENDAHULUAN

Berbagai aspek kehidupan, termasuk industri peternakan, telah sangat dipengaruhi oleh kemajuan teknologi informasi dan komunikasi. *Internet of Things* (IoT) adalah salah satu inovasi yang berkembang pesat yang memungkinkan pengumpulan dan pertukaran data secara *real-time* antara perangkat fisik dan internet. Berternak bebek merupakan salah satu kegiatan yang masih banyak dilakukan oleh masyarakat desa ataupun masyarakat umum yang ingin berbisnis di bidang peternakan bebek, khususnya di Indonesia karena rata-rata manusia mengkonsumsi daging bebek hampir setiap hari, sehingga bisnis ini sangat menguntungkan bagi peternaknya. Meskipun kegiatan berternak ini cukup sederhana, banyak orang yang mempermasalahakan tentang bagaimana merawat bebek ternak yang berumur kurang dari dua minggu atau baru menetas dari telurnya, karena suhu tubuhnya belum bisa diatur sendiri [1].

Peternakan bebek berperan penting dalam memenuhi kebutuhan protein hewani masyarakat. Namun, peternak sering menghadapi tantangan dalam menjaga kondisi kandang seperti suhu, kelembaban, kualitas udara, dan ketersediaan pakan, yang sangat mempengaruhi kesehatan serta produktivitas bebek. Pengelolaan secara manual kerap kali tidak efisien dan rawan kesalahan, termasuk dalam pemberian pakan yang sering tidak tepat waktu atau tidak sesuai kebutuhan. Oleh karena itu, dibutuhkan solusi otomatis berbasis teknologi yang mampu memantau dan mengatur lingkungan kandang secara *real-time*, sekaligus menyediakan sistem pemberian pakan otomatis yang terjadwal dan terukur, sehingga efisiensi dan kesejahteraan ternak dapat ditingkatkan.

*Internet of Things* (IoT) terus berkembang pesat, menghadirkan inovasi terbaru dan menjadi sangat populer di dunia teknologi informasi. Dalam beberapa dekade terakhir, IoT telah menarik perhatian banyak pengguna dengan menghadirkan infrastruktur global yang memungkinkan objek fisik terhubung kapan saja, di mana saja, dan oleh siapa saja. IoT juga dikenal sebagai jaringan global yang memungkinkan komunikasi antara manusia dengan manusia, manusia dengan benda, dan benda dengan benda, dengan memberikan informasi unik dari setiap objek tersebut [2].

Mengembangkan sistem yang menggunakan *Internet of Things* untuk melacak dan mengontrol suhu kandang bebek skala kecil. Sistem ini menggunakan mikrokontroler Wemos D1 mini, sensor suhu MF52A, kipas, *blower*, dan lampu pijar yang dikendalikan oleh *relay*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini berhasil mengaktifkan kipas, *blower*, atau lampu jika suhu kandang melebihi 33 °C dan jika suhu di bawah 31 °C [3].

Pemanfaatan *Internet of Things* (IoT) dalam peternakan membuka peluang besar untuk mengembangkan kandang bebek pintar, khususnya dalam perawatan anak bebek yang memerlukan pengelolaan intensif. Anak bebek sangat sensitif terhadap perubahan suhu, kelembaban, dan jadwal pemberian pakan, sehingga diperlukan sistem otomatis yang dapat memantau dan mengatur kondisi tersebut secara *real-time*. Dengan kandang pintar ini, peternak dapat memastikan lingkungan kandang selalu optimal, mengurangi risiko stres, serta mendukung pertumbuhan dan kesehatan anak bebek secara maksimal.

Melalui integrasi berbagai sensor pada mikrokontroler NodeMCU ESP32 dengan dukungan konektivitas IoT, sistem ini mampu memberikan pemantauan kondisi lingkungan kandang secara *real-time* dan melakukan pengendalian otomatis terhadap pengelolaan pakan. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat dan menerapkan sistem kandang bebek pintar yang berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk menawarkan solusi untuk memantau dan mengontrol lingkungan kandang bebek dengan cepat dan efisien.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian atau kerangka kerja adalah susunan langkah-langkah yang dirancang secara sistematis sebagai panduan untuk memastikan penelitian berjalan dengan terarah dan lancar. Adapun gambaran mengenai tahapan penelitian atau kerangka kerja yang diperlukan dalam penyusunan penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Kerangka Kerja

Berdasarkan tahapan penelitian atau kerangka kerja yang telah di gambar di atas, maka dapat diuraikan pembahasan masing-masing tahapan kerja yaitu sebagai berikut:

1. **Mengidentifikasi Masalah**  
Dalam penelitian ini, permasalahan yang diidentifikasi berkaitan dengan adanya kendala dalam proses pemantauan dan pengendalian kondisi lingkungan pada kandang bebek pintar yang menggunakan sejumlah sensor.
2. **Menganalisa Masalah**  
Untuk menganalisa suatu masalah, kita perlu mencari kelemahan dalam sistem yang telah dirancang. Untuk mengatasi masalah dalam perancangan sistem, penting untuk menganalisa masalah yang ada dan memperbaiki sistem yang akan dirancang dengan meninjau masalah yang telah terjadi sebelumnya.
3. **Menentukan Tujuan**  
Dalam sebuah penelitian tentu diperlukan tujuan yang jelas, sebagaimana telah dijelaskan pada bagian pendahuluan. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam proses pemantauan serta pengendalian kandang bebek dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Things* (IoT) melalui penerapan sistem kandang bebek pintar.
4. **Mempelajari Literatur**  
Mempelajari literatur-literatur yang sesuai dengan apa yang akan digunakan sebagai bahan referensi penelitian ini. Adapun literatur yang dipakai adalah jurnal- jurnal, buku tentang teknologi terkait dan artikel yang berkaitan dengan penelitian ini.
5. **Menganalisis Data**  
Menganalisa dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka guna mencapai tujuan penelitian dan sebagai riset penelitian.
6. **Mendesain Sistem**  
Desain sistem yang dimaksud adalah perencanaan dan perancangan prototype rancang bangun kandang bebek pintar berbasis IoT. Penentuan komponen yang akan digunakan untuk pengendalian dan juga pemanfaatan aplikasi *Blynk* untuk memantau lingkungan bebek peliharaan.

#### 7. Pengujian Sistem

Setelah sistem dibuat, perlu dilakukan pengujian untuk memastikan dan mengetahui seberapa efektif sistem yang dirancang dan sejauh mana sistem tersebut memenuhi tujuan yang ingin dicapai.

#### 8. Analisa Hasil

Hasil yang didapat dari pengujian sistem kemudian dianalisa kembali guna hasil yang ingin dicapai lebih akurat dan memuaskan sesuai hasil yang diinginkan.

#### 9. Pengambilan Keputusan

Setelah semua hasil pengujian dan analisa yang dilakukan selesai, tahap selanjutnya adalah pengambilan keputusan akan kelayakan sistem yang dirancang dan *prototype* yang dibangun sehingga bisa diimplementasikan di kehidupan nyata.

### 2.3 Metode Perancangan Sistem

Metode perancangan sistem merupakan aspek penting dalam pelaksanaan penelitian, terutama dalam pengembangan teknologi atau sistem otomatis. Metode ini berfungsi sebagai panduan yang menjelaskan secara rinci tahapan mulai dari perencanaan, pemilihan komponen, perancangan perangkat keras dan lunak, hingga integrasi sistem. Tujuannya adalah memastikan sistem berjalan optimal dan sesuai dengan hasil yang diharapkan, sekaligus membantu mengidentifikasi serta mengatasi potensi masalah sejak awal. Berikut adalah langkah-langkah umum dalam merancang sistem tersebut:

#### 1. Perencanaan

Tahap ini berfokus pada perancangan dengan mempersiapkan seluruh kebutuhan, baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunak. Selain itu, ditentukan pula tujuan dari *input* dan *output* yang diharapkan, serta dilakukan evaluasi untuk memastikan bahwa permasalahan yang telah diidentifikasi dapat diselesaikan melalui penelitian ini.

#### 2. Analisis

Melakukan Analisa terhadap sistem yang berhubungan dengan penelitian terhadap pemantauan dan pengendalian kandang bebek pintar berbasis IoT yang perlu dipersiapkan untuk penelitian ini, serta mengumpulkan sumber daya yang dapat mendukung pelaksanaan penelitian ini.

#### 3. Desain

Tahap ini dimulai dengan merancang bentuk 3D yang sesuai dengan desain sistem yang direncanakan, serta menyusun rangkaian elektronik berdasarkan fungsi dan cara kerja yang dibutuhkan.

#### 4. Implementasi

Penerapan penggunaan perangkat lunak seperti *Arduino IDE* untuk media pemrograman sistem dan memanfaatkan beberapa sensor untuk melakukan pengendalian serta menggunakan aplikasi *Blynk* untuk melakukan tugas dan juga memantau sistem yang dibuat.

#### 5. Pengujian

Pengujian sistem dilakukan berdasarkan data yang telah dikumpulkan sebelumnya. Proses ini bertujuan untuk mengevaluasi desain sistem yang telah dirancang, guna melihat sejauh mana kesesuaiannya dengan konsep dan harapan awal dari sistem yang direncanakan.

#### 6. Pemeliharaan

Agar sistem yang telah dirancang tetap berjalan dengan baik, diperlukan pengecekan rutin. Karena setiap sistem memiliki batas usia pakai, pemeriksaan berkala penting untuk mendeteksi dan memperbaiki kendala yang mungkin terjadi.

#### 7. Pemilihan Sensor

Pilih sensor-sensor yang sesuai dengan kebutuhan yang telah diidentifikasi. Seperti, sensor ultrasonik HC-SR04 dan sensor DHT11.

#### 8. Pemilihan Perangkat IoT

Pilih perangkat IoT yang akan digunakan, seperti mikrokontroler atau komputer mini yang mendukung konektivitas WiFi atau *Bluetooth*. Perangkat yang populer digunakan adalah NodeMCU ESP32.

#### 9. Pemilihan Aplikasi Pemantauan

Gunakan aplikasi atau antarmuka *web* untuk memantau data yang dikumpulkan oleh sensor-sensor secara *real-time*. Dalam hal ini digunakan aplikasi *blynk*. Anda bisa menampilkan informasi seperti suhu dan ketersediaan pakan.

#### 10. Pengaturan Koneksi Internet

Pastikan perangkat IoT terhubung ke internet, entah melalui jaringan WiFi rumah atau melalui koneksi seluler.

### 2.4 Algoritma Sistem

Algoritma sistem adalah penerapan metode atau langkah-langkah yang digunakan dalam studi kasus yang sedang diteliti. Peran algoritma sangat krusial dalam membangun sistem yang akan dikembangkan dalam suatu penelitian. Secara umum, algoritma sistem menggambarkan alur kerja dari sistem yang dibuat, mulai dari input, proses, hingga menghasilkan *output*. Algoritma ini berfungsi untuk menjelaskan tahapan-tahapan yang harus dilakukan sejak awal hingga akhir demi mencapai hasil yang diharapkan. Tahapan-tahapan algoritma sistem dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2. Algoritma Sistem

## 1. Inisialisasi Sistem

Langkah pertama dalam penerapan sistem adalah menghubungkannya dengan sumber daya yang sudah disiapkan, agar sistem dapat menyala dan berjalan dengan baik. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh komponen saling terintegrasi, sehingga sistem dapat beroperasi secara optimal sejak kondisi awal.

## 2. Identifikasi Inputan Sensor Ultrasonik, DHT11 dan RTC

Pada tahapan ini sensor akan diidentifikasi untuk dapat aktif. Proses dimana kedua sensor ini akan bekerja sebagaimana tugas dan fungsinya masing-masing. Sensor ultrasonik akan mendeteksi ketersediaan pakan di dalam kandang bebek pintar. Sensor DHT11 berfungsi untuk mendeteksi suhu lingkungan dalam kandang bebek pintar. RTC berfungsi untuk mengatur jadwal pemberian pakan di dalam kandang bebek pintar.

## 3. Proses Pengolahan Data Sensor DHT11 dan HC-SR04

Sistem yang dirancang berfungsi untuk mengolah data yang diterima dari sensor. Secara keseluruhan, konfigurasi dilakukan setelah sistem mulai beroperasi, di mana data dari sensor atau masukan secara otomatis dikirim ke sistem kontrol untuk diproses sesuai dengan peran dan tujuan sistem tersebut. Berikut adalah tabel perhitungan sensor DHT11 dan HC-SR04:

Tabel 1. Perhitungan Data Sensor DHT11

| No | Suhu (°C) | Kondisi     |
|----|-----------|-------------|
| 1  | < 31      | Lampu hidup |
| 2  | >= 31     | Lampu mati  |

Tabel 2. Perhitungan Data Sensor HC-SR04

| No | Jarak (cm) | Kondisi                                                        |
|----|------------|----------------------------------------------------------------|
| 1  | < 6        | Tidak ada notifikasi                                           |
| 2  | >= 6       | Menampilkan notifikasi di Blynk bahwa pakan bebek hampir habis |

## 4. Output Lampu Pijar dan Motor Servo

Pada output lampu Pijar digunakan sebagai pengendalian suhu lingkungan di dalam kandang bebek pintar jika sensor DHT11 mendeteksi suhu yang telah ditetapkan. Motor Servo digunakan sebagai pengendalian pakan bebek yang disediakan di dalam kandang bebek pintar dengan kontrol Blynk melalui IoT.

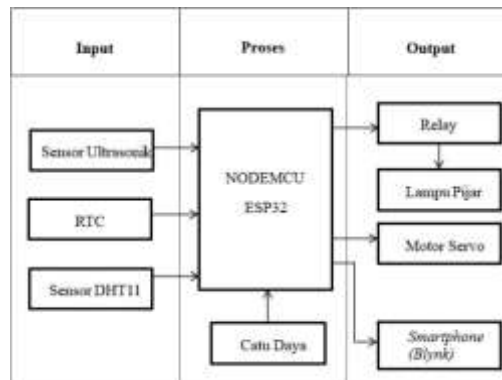
## 5. Proses Tampilan Data dengan aplikasi Blynk

Tahap akhir dari sistem yang berjalan merupakan proses keluaran, di mana sistem akan memberikan informasi mengenai suhu lingkungan di dalam kandang bebek pintar, menampilkan status ketersediaan pakan, serta memberikan peringatan jika pakan hampir habis. Selain itu, tampilan juga memungkinkan pengguna untuk mengontrol pemberian pakan secara langsung. Seluruh informasi tersebut berasal dari data input yang diproses oleh sistem dan ditampilkan melalui aplikasi Blynk menggunakan teknologi IoT yang telah terhubung dengan sistem yang telah dibuat.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Blok Diagram

Sebelum tahap perancangan sistem, blok diagram dibuat untuk menggambarkan alur *input*, proses dan *output* pada sistem.



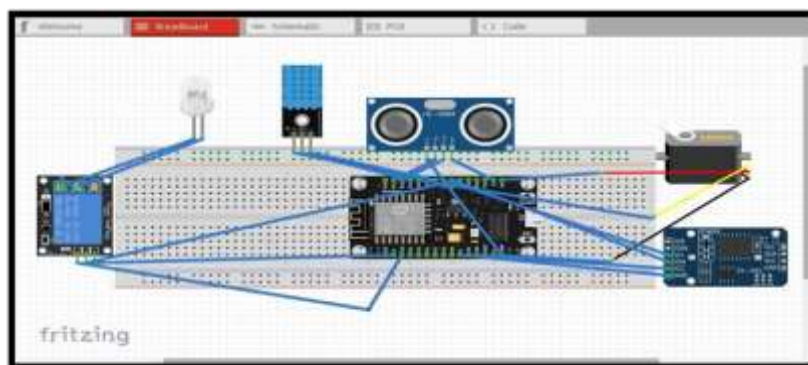
Gambar 3. Blok Diagram

Berikut ini adalah penjelasan dari bagian-bagian blok diagram:

1. Sensor Ultrasonik  
Sensor ultrasonik berfungsi untuk mendeteksi jarak pakan yang terisi di tempat penyimpanan [4].
2. RTC  
RTC berfungsi untuk menampilkan waktu secara *real-time* dan menentukan penjadwalan pakan [5].
3. Sensor DHT11  
Sensor DHT11 berfungsi untuk mendeteksi suhu yang ada di dalam kandang bebek [6].
4. NodeMCU ESP8266  
NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler IoT digunakan untuk memproses data dari sensor serta sinyal *input* lainnya dan menghasilkan *output* pada sistem. NodeMCU ESP8266 juga digunakan untuk mengontrol berbagai perangkat *input* dan *output* pada sistem [7].
5. Relay  
Relay berfungsi sebagai penghubung atau saklar otomatis yang mengontrol aliran listrik ke lampu pijar [8].
6. Lampu Pijar  
Lampu pijar berfungsi untuk memberikan cahaya dan menghangatkan di dalam kandang bebek [9].
7. Motor Servo  
Motor servo berfungsi untuk membuka atau menutup tempat pakan pada penyimpanan [10].
8. Blynk  
Aplikasi Blynk berfungsi untuk memantau dan memberikan notifikasi dari jarak jauh melalui *smartphone* [11].
9. Catu Daya  
Catu daya menggunakan steker pada *stop* kontak dengan tegangan 220 VAC berfungsi sebagai sumber daya eksternal untuk menghidupkan lampu pijar dan adaptor 5V untuk menghidupkan semua komponen termasuk *input*, mikrokontroler dan *output* [12].

### 3.2 Rangkaian Keseluruhan Sistem

Berikut ini merupakan rangkaian keseluruhan dari pemantauan dan pengendalian kandang bebek pintar menggunakan aplikasi *fritzing*:



Gambar 4. Rangkaian Keseluruhan Sistem

### 3.3 Rancangan Keseluruhan Sistem

Berikut ini merupakan rancangan keseluruhan sistem yang dirakit berupa *prototype* sistem:



Gambar 5. Rancangan Keseluruhan Sistem

### 3.4 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui fungsi dan kinerja dari keseluruhan sistem. Adapun pengujian sistem dari pemantauan dan pengendalian kandang bebek pintar adalah sebagai berikut:

#### 3.4.1 Pengujian Sensor DHT11

Pengujian DHT11 dilakukan untuk mendeteksi suhu kandang bebek. Jika suhu dibawah 31 °C maka lampu menyala. Selain itu jika suhu diatas 31 °C maka lampu mati.



Gambar 6. Pengujian Sensor DHT11



Gambar 7. Pengujian Sensor DHT11 di Blynk

#### 3.4.2 Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian ini dilakukan untuk mendeteksi kapasitas makanan bebek. Jika jarak kapasitas makanan diatas 7 cm atau hampir habis maka akan menampilkan notifikasi “Makanan Habis!” di aplikasi blynk setiap 1 menit sekali. Selain itu jika jarak kapasitas makanan dibawah 7 cm atau penuh maka tidak akan menampilkan notifikasi di Blynk.



Gambar 8. Pengujian Sensor Ultrasonik



Gambar 9. Pengujian Sensor Ultrasonik di *Blynk*

### 3.4.3 Pengujian RTC

Pengujian ini dilakukan untuk melihat waktu penjadwalan di jam 10.00 / 15.00 / 20.00. Jika pada waktu jam yang sudah dijadwalkan tiba maka servo akan terbuka selama 3 detik kemudian menutup kembali untuk mengeluarkan pakan bebek. Selain itu jika jadwal nya belum tiba maka servo akan tertutup.



Gambar 10. Pengujian Motor Servo



Gambar 11. Pengujian RTC di *Blynk*

#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini berdasarkan implementasi dan pengujian yang telah dilakukan, hasilnya sistem ini mampu melakukan pemantauan dan pengendalian suhu serta kelembaban kandang secara *real-time*, yang ditampilkan melalui aplikasi *Blynk*, sehingga dapat menjaga lingkungan kandang tetap dalam kondisi optimal untuk pertumbuhan dan kesehatan bebek. Fitur pemberian pakan otomatis bekerja secara terjadwal menggunakan RTC, memungkinkan efisiensi dalam manajemen pakan tanpa keterlibatan manual dari peternak. Notifikasi otomatis melalui *Blynk* juga berhasil diimplementasikan, memberikan peringatan ketika pakan hampir habis, sehingga memudahkan pemantauan jarak jauh bagi peternak.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Dedi Setiawan, S.Kom., M.Kom dan Ibu Rina Mahyuni, S.Pd., M.S atas bimbingannya sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik serta pihak-pihak yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] O. Gusti, Z. Alfatih, M. F. Amrulloh, and G. Z. Alfatih, "Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kontrol Suhu Otomatis Untuk Kandang Bebek Skala Kecil Menggunakan Internet of Things (IoT). Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kontrol Suhu Otomatis untuk Kandang Bebek Skala Kecil Menggunakan Internet of Things (IoT)," *J. Komput. dan Inform.*, vol. 5, no. 2, pp. 205–213, 2023.
- [2] R. Nofrialdi, E. Bimas Saputra, F. Saputra, and Y. Rinanda, "Pengaruh Internet of Things: Analisis Efektivitas Kerja, Perilaku Individu dan Supply Chain," *J. Manaj. dan Pemasar. Digit.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–13, 2023, doi: 10.38035/jmpd.v1i1.17.
- [3] R. Lukman, Y. Fernando, and A. Jayadi, "Perancangan Alat Pakan Bebek Otomatis Terjadwal Berbasis Arduino Uno Dengan Penjadwalan Android," *J. Inform. dan Rekayasa Perangkat Lunak*, vol. 4, no. 1, pp. 10–21, 2023, doi: 10.33365/jatika.v4i1.2454.
- [4] N. Azizah, N. Sujana, and K. Ajibroto, "Implementasi Sensor Ultrasonik Untuk Menghitung Rakaat Shalat Berbasis Arduino Uno," *Formosa J. Multidiscip. Res.*, vol. 1, no. 2, pp. 187–196, 2022, doi: 10.55927/fjmr.v1i2.520.
- [5] W. Oktodinata and Y. Purnomo, "Perangkat Jam Portabel dengan Fungsi Pembaca Suhu dan Pelacakan Suara Melalui Buzzer Menggunakan Modul Nrf Berbasis Arduino," *J. Tek. Indones.*, vol. 3, no. 7, pp. 115–128, 2024, doi: 10.58860/jti.v3i7.446.
- [6] Rodhotul Muttaqin, Wasi Sakti Wiwit Prayitno, Natalia Erna Setyaningsih, and Upik Nurbaiti, "Rancang Bangun Sistem Pemantauan Kualitas Udara Berbasis Iot (Internet Of Things) dengan Sensor DHT11 dan Sensor MQ135," *J. Pengelolaan Lab. Pendidik.*, vol. 6, no. 2, pp. 2654–251, 2024.
- [7] B. Satria, "IoT Monitoring Suhu dan Kelembaban Udara dengan Node MCU ESP8266," *sudo J. Tek. Inform.*, vol. 1, no. 3, pp. 136–144, 2022, doi: 10.56211/sudo.v1i3.95.
- [8] M. A. Darmawan, "Rancang Bangun MPPT Charger Controller Untuk Implementasi Solar Cell Berbasis Arduino," *Semin. Has. Elektro S-1 ITN Malang*, 2022.
- [9] Jhulinda Nizar Wati, Meta Yantidewi, and Utama Alan Deta, "Pengaruh Jumlah Lampu Pijar terhadap Suhu Mesin Penetas Telur Berbasis Raspberry Pi," *J. Kolaboratif Sains*, vol. 6, no. 7, pp. 575–585, 2023, doi: 10.56338/jks.v6i7.3784.
- [10] A. A. Yufriada, L. P. Rahayu, and D. F. Syahbana, "Implementasi Kontrol Torsi Motor Servo Menggunakan Metode PI Pada Sistem Automatic Pallet Dispenser," *J. Tek. ITS*, vol. 10, no. 2, pp. 244–250, 2021.
- [11] I. Gunawan, T. Akbar, and M. G. Ilham, "Prototipe Penerapan Internet Of Things (Iot) Pada Monitoring Level Air Tandon," *J. Inform. dan Teknol.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–7, 2020.
- [12] Muhammad Irsyad Baihaqi Janwar, Sarwo Pranoto, and Hamdani, "Prototipe Monitoring Sistem Catu Daya 48 Volt DC pada Gardu Induk dengan Pemodelan HMI," *Prosiding Seminar Nas. Tek. Elektro dan Inform. 2022 –Teknik List.*, vol. 8, no. 1, pp. 351–354, 2022, [Online]. Available: <http://jurnal.poliupg.ac.id/index.php/sntei/article/view/3542>