

Prototipe Sistem Pendeteksi Burung Berbasis *Blynk IoT* Menggunakan Esp32 untuk Pemantauan *Real-Time Smartphone*

¹⁾Arum Ilmawati, ²⁾Anisa Syinta Bella, ³⁾Berlian Nanda Saputra, ⁴⁾Arini Rosa Sinensis, ⁵⁾Toha Firdaus

^{1,2,3,4,5)}Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Ilmu Pendidikan, Universitas Nurul Huda
E-mail: arumilmawati15@student.unuha.ac.id

INFORMASI ARTIKEL	ABSTRAK
Kata Kunci: ESP32 Internet of Things Pengusir Hama Burung Pertanian Cerdas Sensor Ultrasonik	Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan prototipe sistem pengusir hama burung berbasis <i>Internet of Things</i> (IoT) untuk budidaya padi guna meminimalkan kehilangan hasil panen akibat gangguan burung. Sistem yang dikembangkan menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pengontrol utama, sensor ultrasonik untuk mendeteksi keberadaan burung, dan motor servo yang dikombinasikan dengan laser sebagai aktuator pengusir. Penelitian ini menggunakan metode Penelitian dan Pengembangan (R&D), yang terdiri dari tahap perancangan sistem, implementasi, dan pengujian. Pengujian lapangan dilakukan langsung di lingkungan sawah menggunakan burung asli sebagai objek uji untuk mengevaluasi kinerja sistem dalam kondisi aktual. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor ultrasonik mampu mendeteksi objek secara efektif dalam jarak 10-40 cm, dengan waktu respons sekitar 2-3 detik. Ketika burung terdeteksi dalam jarak ini, sistem secara otomatis mengaktifkan motor servo dan laser untuk mengusir burung dari area yang dilindungi. Selain itu, sistem ini terintegrasi dengan aplikasi Blynk, memungkinkan pemantauan waktu nyata dan kendali jarak jauh melalui perangkat yang terhubung ke internet. Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang diusulkan beroperasi dengan andal dan efektif, serta memiliki potensi besar untuk diterapkan sebagai solusi pertanian cerdas untuk pengendalian hama burung pada budidaya padi.
Keywords: Bird Pest Repellent ESP32 Internet Of Things Smart Agriculture Ultrasonic Sensor	ABSTRACT <p>This research aims to design and implement a prototype of a bird pest repellent system based on the Internet of Things (IoT) for rice cultivation in order to minimize yield losses caused by bird disturbances. The developed system utilizes an ESP32 microcontroller as the main controller, an ultrasonic sensor to detect bird presence, and a servo motor combined with a laser as the repellent actuator. The research employed a Research and Development (R&D) method, which consisted of system design, implementation, and testing stages. Field testing was conducted directly in a rice field environment using real birds as test objects to evaluate system performance under actual conditions. The test results indicate that the ultrasonic sensor is able to detect objects effectively within a distance range of 10-40 cm, with a response time of approximately 2-3 seconds. When a bird is detected within this range, the system automatically activates the servo motor and laser to repel the bird from the protected area. In addition, the system is integrated with the Blynk application, enabling real-time monitoring and remote control via internet-connected devices. Overall, the results demonstrate that the proposed system operates reliably and effectively, and shows strong potential to be applied as a smart agricultural solution for bird pest control in rice farming.</p> <p>This is an open access article under the CC-BY-SA license.</p> 

I. PENDAHULUAN

Serangan burung pipit pada tanaman padi masih menjadi permasalahan serius yang dihadapi petani karena burung datang secara berkelompok dan menyerang pada fase pengisian bulir, sehingga menyebabkan penurunan hasil panen yang signifikan. Beberapa penelitian melaporkan bahwa lebih dari 30% hasil panen petani mengalami penurunan akibat serangan burung di berbagai wilayah Indonesia (Manurung dkk., 2022). Di lapangan, petani umumnya masih mengandalkan metode pengendalian tradisional seperti orang-

orangan sawah, kaleng berisik yang ditarik manual, atau berjaga langsung di pematang sawah. Namun, metode tersebut terbukti kurang efektif, menyita waktu, serta tidak mampu menghalau burung dalam jumlah besar yang menyerang secara acak dan berpindah-pindah.

Kondisi tersebut diperkuat oleh hasil wawancara dengan Bapak Imam Asropi, seorang petani di Desa Sribulan, yang menyatakan bahwa hama burung merupakan gangguan utama pada tanaman padi karena jumlahnya banyak dan memaksa petani untuk turun langsung ke sawah hampir setiap sore guna mengusir burung secara manual. Hal ini tentu mengurangi efisiensi kerja petani dan berdampak pada produktivitas pertanian. Oleh karena itu, diperlukan suatu solusi yang mampu bekerja secara otomatis, efektif, dan berkelanjutan tanpa bergantung pada kehadiran manusia secara terus-menerus.

Perkembangan teknologi pertanian, khususnya pada bidang Internet of Things (IoT), membuka peluang penerapan sistem pengendalian hama berbasis sensor dan aktuator yang dapat bekerja secara cerdas dan terintegrasi (Fadillah & Junianto, 2025). Sensor ultrasonik HC-SR04, misalnya, telah terbukti mampu mendeteksi objek hingga jarak 100 cm dan memberikan respons cepat ketika dipadukan dengan motor servo sebagai aktuator pengusir hama (Wiguna, 2020). Dengan integrasi mikrokontroler dan sistem IoT, alat pengusir burung tidak hanya dapat bekerja secara otomatis dalam mendeteksi dan mengusir burung, tetapi juga memungkinkan pemantauan kinerja alat secara real-time melalui aplikasi berbasis smartphone.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini difokuskan pada perancangan alat pengusir burung pada tanaman padi berbasis IoT yang mampu mendeteksi keberadaan burung secara otomatis melalui sensor, mengendalikan aktuator pengusir secara responsif, serta menyediakan sistem pemantauan jarak jauh yang mudah diakses oleh petani (Fawwaz dkk., 2024). Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengkaji efektivitas alat yang dikembangkan dalam mengurangi gangguan burung pada tanaman padi, ditinjau dari tingkat keberhasilan pengusiran, keandalan sistem, serta kemudahan pengendalian dan pemantauan, sehingga diharapkan dapat menjadi solusi teknologi tepat guna yang mendukung peningkatan efisiensi dan produktivitas pertanian padi.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian sistem pengusir dan monitoring ini menggunakan metode *Research and Development (R&D)* yang mencakup empat tahapan utama, yaitu analisis, perancangan, implementasi, dan evaluasi (Fadillah & Junianto, 2025).

1. Tahapan Analisis

Pada tahap ini, dilakukan identifikasi mendalam mengenai permasalahan hama burung yang merugikan petani serta kebutuhan sistem pemantauan yang praktis dan otomatis (Gafirin & Triyono, t.t.). Pengumpulan data dilakukan melalui studi literatur dan observasi lapangan untuk memahami karakteristik serangan hama dan keterbatasan metode pengusiran konvensional yang ada saat ini. Analisis ini menjadi dasar perancangan sistem berbasis IoT yang dapat dipantau secara real-time melalui smartphone untuk meningkatkan respons petani terhadap gangguan di sawah.

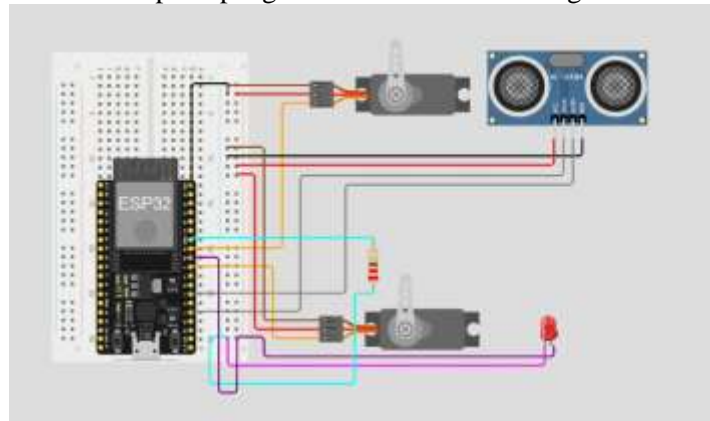
2. Perancangan

Berdasarkan hasil analisis, tahap perancangan difokuskan pada integrasi perangkat keras utama yaitu ESP32, sensor ultrasonik HC-SR04, servo SG90 untuk pergerakan, dan modul laser sebagai komponen pengusir aktif (Martikha dkk., 2024). Perancangan perangkat lunak melibatkan pembuatan antarmuka pada aplikasi Blynk agar data status keamanan sawah dan notifikasi dapat diakses pengguna kapan saja. Selain itu, diagram alir sistem disusun secara sistematis untuk memastikan logika deteksi jarak dan aktivasi laser berjalan sinkron dengan pergerakan servo.

a. Perakitan Alat

Pada tahap ini yaitu melakukan Implementasi alat dilakukan dengan merakit komponen elektronik pada breadboard di mana sensor ultrasonik ditempatkan di atas servo dan laser dihubungkan sebagai output ke ESP32 (Amin, t.t., 2025). Visualisasi rangkaian dan pengujian logika sistem dilakukan menggunakan platform simulasi Wokwi. Karena Wokwi tidak menyediakan komponen laser, maka fungsi laser divisualisasikan menggunakan LED yang dirangkai dengan resistor sebagai representasi output laser. Pemrograman mikrokontroler dilakukan menggunakan Arduino IDE untuk mengatur mekanisme pergerakan menyapu (*sweeping*) servo, pembacaan jarak oleh sensor ultrasonik, serta logika pemicuan LED sebagai representasi laser ketika objek terdeteksi

berada pada jarak tertentu. Selanjutnya, sistem dikoneksikan ke server *Blynk* melalui jaringan Wi-Fi untuk memverifikasi kemampuan pengiriman notifikasi dan fungsi kontrol manual melalui aplikasi.



Gambar 1. Rangkaian skema Perangkat keras

b. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak pada alat pengusir hama burung berbasis ESP32 dimulai dengan mengatur komunikasi antara ESP32 dan sensor ultrasonik untuk mendeteksi keberadaan objek di area sawah (Pratama & Laksmiati, 2025). Data jarak yang terbaca dari sensor diproses oleh ESP32 sebagai dasar pengambilan keputusan dalam menggerakkan motor servo sebagai alat pengusir burung. Logika program disusun agar sistem mampu bekerja otomatis dan responsif sesuai kondisi lapangan yang terdeteksi oleh sensor. Sistem kemudian dihubungkan dengan platform Blynk melalui jaringan Wi-Fi agar pengguna dapat memantau dan mengendalikan alat dari jarak jauh. Aplikasi Blynk digunakan untuk menampilkan informasi jarak objek, status sensor, dan kondisi sistem secara real-time melalui smartphone. Selain itu, aplikasi juga menyediakan tombol kontrol untuk memudahkan pengguna dalam menyalakan atau mematikan alat sesuai kebutuhan.

Tahap selanjutnya memastikan seluruh fungsi perangkat lunak berjalan baik melalui proses pengujian dan penyempurnaan program. Pengujian meliputi ketepatan pembacaan sensor ultrasonik, kecepatan respons motor servo, dan kestabilan komunikasi data antara ESP32 dan aplikasi Blynk. Hasil pengujian menjadi dasar untuk memperbaiki bagian program yang belum optimal sehingga alat dapat beroperasi dengan stabil, efisien, dan otomatis ketika digunakan di lingkungan sawah (Heru Sandi & Fatma, 2023). Dengan proses perancangan yang terstruktur, alat pengusir burung berbasis IoT ini diharapkan mampu membantu petani melindungi tanaman padi dari serangan burung secara efektif. Dibawah ini adalah gambar kode program:



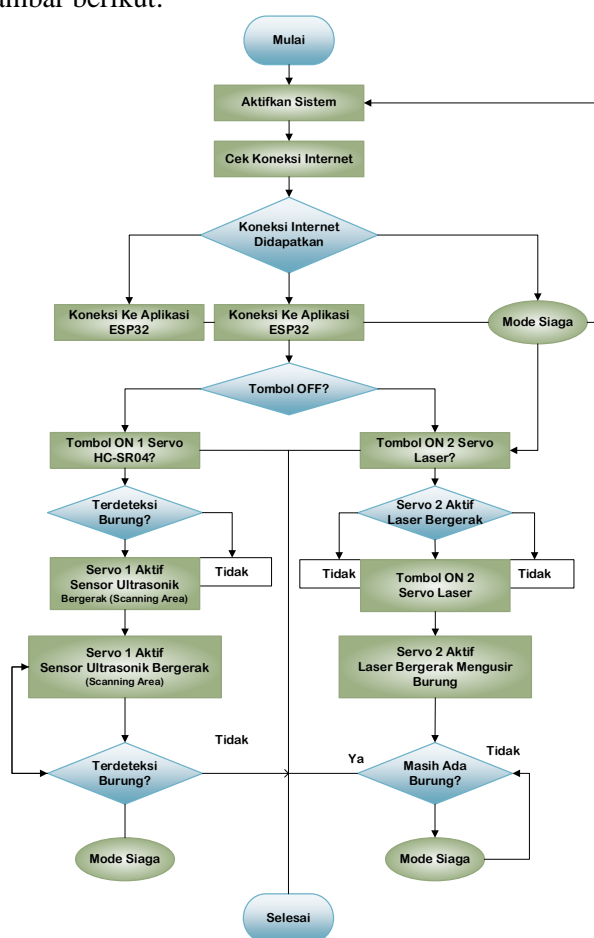
Gambar 2. Kode Program

3. Flowchart Sistem

Proses kerja pada Prototype Sistem Pendeteksi Burung Berbasis Blynk Iot Menggunakan Esp32 Untuk Pemantauan Real-Time Smartphone dimulai ketika alat dihubungkan ke sumber daya menggunakan kabel USB atau powerbank (Superlin & Tharam, 2025). ESP32 kemudian melakukan inisialisasi sistem dan mulai

mencari jaringan Wi-Fi yang telah dikonfigurasi sebelumnya melalui laptop menggunakan Arduino IDE. Setelah terhubung ke jaringan, ESP32 berkomunikasi dengan platform Blynk agar pengguna dapat memantau kondisi alat secara real-time melalui smartphone. Pada tahap ini, sensor ultrasonik mulai mendeteksi keberadaan burung pada area yang dipantau. Jika objek terdeteksi dalam jarak tertentu, ESP32 memproses data tersebut dan mengaktifkan motor servo untuk menggerakkan mekanisme pengusir burung seperti laser yang berputar secara horizontal mencari keberadaan burung. Notifikasi status sensor dan kondisi sistem akan tampil secara langsung pada dashboard aplikasi Blynk sehingga pengguna dapat dengan mudah memantau aktivitas alat dan kondisi lingkungan sawah.

Sistem juga memungkinkan pengguna mengendalikan alat secara manual melalui aplikasi Blynk, seperti menyalakan atau mematikan sistem kapan saja. Data yang diterima dan dikirim melalui sensor ultrasonik serta sensor laser diproses oleh ESP32 untuk menjaga akurasi pendeteksian. Semua rangkaian komponen seperti ESP32, sensor ultrasonik, sensor laser, motor servo, dan breadboard dirangkai menggunakan kabel jumper, cutter, dan lem tembak selama tahap perakitan. Kondisi ini menghasilkan sistem yang bekerja otomatis, responsif, dan mudah dipantau. Flowchart lengkap menggambarkan tahapan mulai dari inisialisasi Wi-Fi, koneksi ke Blynk, pembacaan sensor, aktivasi servo, hingga monitoring real-time melalui smartphone sebagaimana terlihat pada gambar berikut:



Gambar 3. Flowchart Sistem

Flowchart tersebut menjelaskan alur kerja sistem pengusir hama burung berbasis Internet of Things (IoT) yang dimulai dari proses aktivasi sistem dan pengecekan koneksi internet sebagai tahap awal pengoperasian (Hudi dkk., 2022). Ketika koneksi internet berhasil diperoleh, mikrokontroler ESP32 terhubung dengan aplikasi dan sistem masuk ke mode siaga. Pada kondisi ini, sistem menunggu perintah dari pengguna melalui tombol kontrol yang tersedia di aplikasi, sehingga pengguna memiliki peran langsung dalam menentukan aktivasi fitur pemantauan maupun pengusiran.

Alur selanjutnya menunjukkan bahwa sistem menyediakan dua jalur kerja utama, yaitu pengaktifan servo pertama yang membawa sensor ultrasonik HC-SR04 untuk melakukan pemindaian area secara horizontal, serta pengaktifan servo kedua yang menggerakkan laser sebagai mekanisme pengusiran burung. Ketika sensor mendeteksi keberadaan burung, servo pertama melakukan pemindaian lanjutan untuk memastikan posisi objek, kemudian servo kedua diaktifkan untuk mengarahkan laser guna mengganggu aktivitas burung. Proses ini berlangsung secara berulang selama burung masih terdeteksi, dan sistem akan kembali ke mode siaga ketika objek tidak lagi teridentifikasi. Alur kerja tersebut menunjukkan bahwa sistem dirancang adaptif dan responsif, namun efektivitasnya sangat dipengaruhi oleh kestabilan koneksi internet dan keterbatasan jangkauan sensor, yang menjadi aspek kritis untuk pengembangan lanjutan.

4. Instrumen Pengumpulan Data

Alat dan bahan yang digunakan untuk proses pembuatan prototype sistem otomatisasi pengusir hama burung berbasis IoT adalah sebagai berikut:

- a. Laptop
- b. Handphone
- c. Obeng
- d. Penggaris
- e. Pisau Cutter
- f. Lem bakar & Lem aibond
- g. ESP32
- h. Sensor ultrasonik HSCR-04
- i. Sensor laser
- j. Motor Servo
- k. Kabel microUSB
- l. Kabel Jumper
- m. Breadboard

Aplikasi pendukung yang dipergunakan dalam pengoperasian dan memprogram alat pengusir hama burung otomatis berbasis Internet of Things menggunakan ESP32 adalah Arduino IDE. Software ini digunakan untuk memasukan program pada ESP32 yang menggunakan bahasa pemrograman karena sesuai dengan standar Arduino.

5. Implementasi

Pada tahap implementasi atau pengujian alat, prototipe alat pengusir hama burung diterapkan dengan menggunakan sensor ultrasonik digerakkan oleh servo SG90 untuk mendeteksi keberadaan burung. Jika sensor mendeteksi gerakan hama, sistem akan mengirimkan notifikasi melalui aplikasi blynk dan sensor laser hidup untuk mengusir burung (Handayani dkk., 2023). Perangkat prototipe ini terhubung melalui rangkaian fisik dan terkoneksi dengan jaringan Wi-Fi. Pengguna dapat memantau keberadaan hama secara real-time melalui aplikasi Blynk IoT yang telah terhubung dengan alat, serta dapat mengontrol alat tersebut sesuai kebutuhan. Prototipe Sistem ini dirancang untuk memudahkan petani dalam memantau kondisi sawah dan mengelola pengusiran hama burung secara efisien.

6. Evaluasi

Setelah implementasi, sistem diuji apakah sudah sesuai dengan skema rangkaian yang sudah ditentukan atau tidak. Uji coba dilakukan untuk mengevaluasi keefektifan perangkat dalam mendeteksi dan mengusir burung hama, serta kehandalan sistem dalam mengirimkan notifikasi melalui Blynk IoT. Hasil pengujian dianalisis untuk memastikan bahwa sistem memenuhi tujuan penelitian. Jika diperlukan, dilakukan perbaikan berdasarkan umpan balik dari pengguna.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Produk

Berdasarkan hasil perakitan dan pengujian, prototipe sistem pendeteksi dan pengusir hama burung berbasis Internet of Things (IoT) berhasil direalisasikan sesuai dengan rancangan. Gambar di bawah menunjukkan bentuk fisik prototipe yang terdiri atas mikrokontroler ESP32, sensor ultrasonik HC-SR04, motor servo, serta laser sebagai komponen pengusir burung. Seluruh komponen dirangkai pada breadboard dan dihubungkan menggunakan kabel jumper sehingga membentuk satu sistem yang terintegrasi.

Sensor ultrasonik dipasang di atas motor servo sehingga dapat bergerak secara horizontal untuk melakukan pemindaian area di sekitarnya (Manurung dkk., 2022). Pergerakan servo memungkinkan sensor mendeteksi keberadaan objek dari berbagai arah. Ketika sensor mendeteksi objek pada jarak yang telah ditentukan, sistem memberikan respons dengan mengaktifkan motor servo kedua yang berfungsi mengarahkan laser ke posisi objek sebagai mekanisme pengusiran burung. Selain itu, prototipe telah berhasil terhubung dengan aplikasi Blynk IoT melalui jaringan Wi-Fi. Status sistem dan respons alat dapat dipantau secara real-time melalui smartphone. Hasil ini menunjukkan bahwa prototipe mampu bekerja sesuai fungsi yang dirancang, yaitu mendeteksi keberadaan objek dan memberikan respons pengusiran secara otomatis serta dapat dipantau dari jarak jauh.



Gambar 4. Hasil Produk

2. Hasil Uji Coba Prototipe Pengusir Hama Burung Tanaman Padi

Hasil pengujian prototipe sistem pengusir hama burung berbasis Internet of Things (IoT) menunjukkan bahwa seluruh komponen utama mampu bekerja secara fungsional dan terintegrasi. Sensor ultrasonik HC-SR04 yang dipasang pada microservo dapat mendeteksi keberadaan objek melalui mekanisme pemantauan horizontal secara kontinu (Adrianus Rajagukguk dkk., 2022). Pengujian menunjukkan bahwa sensor memberikan respons yang stabil pada jarak 5 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm, 25 cm, hingga 30 cm. Sebaliknya, pada jarak 40 cm dan 50 cm objek tidak terdeteksi, yang menandakan penurunan signifikan terhadap kemampuan pembacaan sensor. Temuan ini mengindikasikan bahwa jarak kerja efektif sensor ultrasonik pada prototipe berada pada rentang 5–30 cm, sehingga sistem lebih optimal digunakan untuk mendeteksi pergerakan burung pada jarak dekat sesuai dengan skala dan desain prototipe yang dikembangkan.

Deteksi objek oleh sensor ultrasonik memicu aktivasi servo kedua yang berfungsi mengarahkan laser sebagai mekanisme pengusiran burung (Pradipta dkk., t.t.). Laser diarahkan ke posisi objek selama beberapa detik sebagai bentuk respons sistem terhadap hasil deteksi, kemudian sistem kembali ke mode pemantauan awal. Pola kerja tersebut menunjukkan bahwa sistem mampu mengonversi data deteksi menjadi tindakan pengusiran secara otomatis dan berulang. Integrasi antara sensor ultrasonik, microservo pemantau, dan servo penggerak laser berlangsung secara sinkron dan responsif, sehingga mendukung efektivitas sistem dalam mengganggu aktivitas burung di area persawahan.

Pengujian sistem kendali dan monitoring melalui aplikasi Blynk IoT menunjukkan bahwa perintah pengoperasian yang dikirimkan dapat diterima oleh mikrokontroler ESP32 dengan waktu respons sekitar 1–3 detik, bergantung pada kualitas koneksi internet. Kemampuan ini memungkinkan pengguna melakukan pemantauan dan pengendalian sistem secara real-time dari jarak jauh. Keterbatasan masih ditemukan pada jangkauan deteksi sensor yang relatif sempit, yang tercermin dari ketidakmampuan sistem mendeteksi objek pada jarak 40 cm dan 50 cm. Kondisi tersebut menjadi catatan kritis untuk pengembangan lanjutan, khususnya pada optimalisasi posisi sensor, sudut pemindaian, atau penambahan sensor pendukung agar sistem dapat bekerja lebih adaptif pada kondisi lapangan. Hasil penelitian secara keseluruhan menunjukkan

bahwa prototipe alat ini berpotensi diterapkan sebagai solusi otomatis dan berkelanjutan dalam pengendalian hama burung pada tanaman padi.

Tabel 1. pengujian prototipe

No	Jarak Pengukuran (cm)	Kondisi Sensor Ultrasonik	Kondisi Motor Servo
1	10	Terdeteksi	Aktif
2	20	Terdeteksi	Aktif
3	30	Terdeteksi	Aktif
4	40	Tidak stabil	Tidak Aktif
5	50	Tidak stabil	Tidak aktif

3. Kontrol dan Monitoring Aplikasi Blynk IoT

Sistem ini dilengkapi dengan fitur kendali jarak jauh melalui aplikasi Blynk IoT, yang memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi perangkat serta mengaktifkan atau menonaktifkan sistem melalui perintah pada aplikasi Blynk IoT (Bude dkk., 2024). Hasil pengujian menunjukkan bahwa perintah yang dikirim melalui Blynk IoT diterima oleh ESP32 dengan waktu respons yang cepat, yaitu sekitar 1-3 detik, tergantung pada koneksi internet. Sistem dapat dihidupkan atau dimatikan menggunakan perintah on/off yang tersedia pada antarmuka aplikasi Blynk IoT. Berikut adalah gambar pada aplikasi Blynk IoT.



Gambar 5. Tampilan pada aplikasi Blynk IoT

IV. KESIMPULAN

Prototipe sistem pendeteksi dan pengusir hama burung berbasis Blynk IoT menggunakan ESP32 berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan baik. Sistem mampu mendeteksi keberadaan burung menggunakan sensor ultrasonik, menggerakkan motor servo, serta mengaktifkan laser secara otomatis sebagai mekanisme pengusiran. Hasil pengujian menunjukkan kinerja optimal pada jarak 5–30 cm, sementara pada jarak 40 cm dan 50 cm deteksi menjadi tidak stabil. Integrasi dengan aplikasi Blynk IoT memungkinkan pemantauan dan pengendalian alat secara real-time melalui smartphone dengan waktu respons 1–3 detik. Secara keseluruhan, prototipe ini berpotensi menjadi solusi pertanian cerdas yang efektif dan praktis dalam membantu petani mengendalikan hama burung pada tanaman padi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrianus Rajagukguk, M., Santoso, G., Hani, S., & Mubarak, I. (2022). RANCANG BANGUN PERANGKAP HAMA SERANGGA MENGGUNAKAN SENSOR PASSIVE INFRARED RECEIVER DAN SENSOR ULTRASONIK BERBASIS MIKROKONTROLER ESP32. *PROSIDING SNAST*, A26-34. <https://doi.org/10.34151/prosidingsnast.v8i1.4101>
- Amin, M. A. (t.t.). *PROTOTYPE ALAT PENGUSIR BURUNG MENGGUNAKAN ARDUINO UNO DI PERSAWAHAN BELIMBING RAYA MURUNG PUDAK*.
- Bude, K., Jago Tute, K., & Yoseph Bhae, B. (2024). Sistem Informasi Monitoring Hama (Burung Pipit) Pada Area Sawah Berbasis IoT (Internet Of Things) (Studi Kasus Desa Nangadhero). *Simkom*, 9(2), 114–123. <https://doi.org/10.51717/simkom.v9i2.277>
- Fadillah, F., & Junianto, E. (2025). *Rancang Bangun Prototype Pengusir Hama Burung Tanaman Padi Berbasis Iot*. 6(2).
- Fawwaz, F. M. R., Fadhlurrahman, R., Eka Putri, N., Akmalano, R., Alif Artanto, G., & Hidayat, R. (2024). Radar Wing Defender (RWD): Sistem untuk membantu para petani dalam mendeteksi dan pengusir hama burung. *Jurnal Komputer dan Elektro Sains*, 3(1), 16–22. <https://doi.org/10.58291/komets.v3i1.180>
- Gafirin, M. N., & Triyono, A. (t.t.). *RANCANG BANGUN ALAT PENGUSIR HAMA BURUNG DI SAWAH BERBASIS ESP32*.
- Handayani, R. D., Widiantoko, A., & Saputra, I. A. (2023). *Pemanfaatan Sensor Laser Untuk Mendeteksi Hama Burung Di Sawah Pada Tanaman Padi*.
- Heru Sandi, G., & Fatma, Y. (2023). PEMANFAATAN TEKNOLOGI INTERNET OF THINGS (IOT) PADA BIDANG PERTANIAN. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 7(1), 1–5. <https://doi.org/10.36040/jati.v7i1.5892>
- Hudi, S. A. R., Rizqullah, R., & Agustin, M. (2022). Rancang Bangun Prototipe Sistem Pendeteksi Pencurian Burung Berbasis IOT. *MULTINETICS*, 8(1), 69–76. <https://doi.org/10.32722/multinetics.v8i1.4114>
- Manurung, S. M., Wanto, A., & Gunawan, I. (2022). Rancang Bangun Alat Pengusir Hama Burung Berbasis Arduino Uno. *JITEKH*, 10(2), 84–90. <https://doi.org/10.35447/jitekh.v10i2.581>
- Martikha, K. G., Hermawan, A. C., Aribowo, W., & Rahmadian, R. (2024). Rancang Bangun Alat Pengusir Hama Tenaga Surya Menggunakan Sinar Ultraviolet dan Suara pada Pertanian Padi. *Jurnal Teknik Elektro*, 13.
- Pradipta, G. A., Liandana, M., Ayu, P. D. W., Made, I., Susila, D., Hostiadi, D. P., & Atmojo, Y. P. (t.t.). *Implementasi Alat Pengusir Burung Otomatis Berbasis Embedded System di Lahan Pertanian*.
- Pratama, M. R., & Laksmiati, D. (2025). Prototipe Sistem Deteksi Burung Menggunakan ESP32-Cam dan Algoritma YOLO. *Jurnal Ilmiah Giga*, 27(2), 78–87. <https://doi.org/10.47313/jig.v27i2.3826>
- Superlin, F., & Tharam, M. Y. (2025). *Rancang Bangun Alat Pengusir Hama Padi Burung Pipit Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Panel Surya*. 6(1).
- Wiguna, A. R. (2020). *Analisis Cara Kerja Sensor Ultrasonic Dan Motor Servo Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno Untuk Pengusir Hama Disawah*. Open Science Framework. <https://doi.org/10.31219/osf.io/tja9f>