

## **PERANCANGAN SMART FARMER PADA TANAMAN PADI MENGGUNAKAN ESP8266 BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)**

Lalu Juniyardi<sup>1</sup>, Emi Suryadi<sup>2</sup>, Ardiyallah Akbar<sup>3</sup>, Lalu Delsi Samsumar<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Universitas Teknologi Mataram, Indonesia

<sup>1</sup>[pratamahadi1506@gmail.com](mailto:pratamahadi1506@gmail.com), <sup>2</sup>[samsumarld@utmmataram.ac.id](mailto:samsumarld@utmmataram.ac.id)

<sup>3</sup>[emisuryadi@gmail.com](mailto:emisuryadi@gmail.com), <sup>4</sup>[akbarbobond@gmail.com](mailto:akbarbobond@gmail.com)

Received: 27-09- 2024

Revised: 10-10-2024

Approved: 15-10-2024

### **ABSTRACT**

Masalah hama burung pada tanaman padi merupakan masalah serius bagi petani, karena dapat mengakibatkan penurunan hasil panen yang signifikan. Penelitian ini bertujuan untuk sistem pengusir hama burung berbasis Internet of Things (IoT) dalam judul Smart Farmer Pada Tanaman Padi Menggunakan ESP8266 Berbasis IoT yang efektif dan efisien untuk melindungi tanaman padi. Sistem ini dirancang untuk mendeteksi kehadiran burung secara real-time dan mengusirnya menggunakan kombinasi suara dan gerakan. Metodologi penelitian meliputi tahap perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, pengujian di lapangan, dan analisis data. Sistem ini menggunakan sensor PIR (Passive Infrared) untuk deteksi gerakan dari burung, NodeMCU ESP8266 sebagai pengendali utama, dan DFPlayer Mini yang terhubung dengan speaker untuk memutar suara pengusir burung. Sistem juga dilengkapi dengan dua motor servo yang menggerakkan objek yang menakuti burung. Semua komponen ini diintegrasikan melalui jaringan IoT untuk memungkinkan pemantauan dan pengendalian jarak jauh. Hasil dari penelitiannya menunjukkan bahwa sistem pengusir hama burung berbasis IoT ini mampu mendeteksi kehadiran burung dengan akurasi yang tinggi dan mengusirnya secara efektif. Penggunaan kombinasi suara dan gerakan terbukti lebih efektif dibandingkan dengan metode konvensional. Sistem ini juga dapat dipantau dan dikendalikan secara real-time melalui aplikasi telegram, memberikan kemudahan bagi petani dalam mengelola dan mengawasi perangkat pengusir hama dari jarak jauh.

**Kata kunci:** Smart Farmer, Internet of Things, NodeMCU ESP8266, motor servo.

### **PENDAHULUAN**

Lombok adalah salah satu daerah pertanian khususnya Lombok Utara yang bagian dari Provinsi Nusa Tenggara Barat, daerahnya terkenal dengan daerah pertanian di mana penduduknya pun juga mayoritas sebagai petani. Pertanian di Lombok Utara memiliki peran penting dalam menyediakan pasokan pangan bagi masyarakat dan kontribusi terhadap ekonomi regional. [1] Namun, para petani juga tidak puas akan hasil dari pertanian mereka karena banyaknya hama yang mengganggu pertanian, sehingga mengakibatkan produktivitas yang mereka hasilkan selalu menurun disebabkan karena banyaknya hama-hama burung yang merusak persawahan padi mereka.[2] Berdasarkan *problem* tersebut maka dibuatkan salah satu alat untuk mencegah banyaknya kerusakan pada pertanian padi yang melibatkan teknologi terkini yaitu Teknologi *Internet of Things* (IoT) yang dilengkapi dengan sensor-sensor untuk mendeteksi pergerakan dan mencegah hama untuk mendekati persawahan. [3]

Teknologi Internet of Things (IoT) merujuk pada jaringan perangkat fisik yang terhubung melalui internet, memungkinkan komunikasi dan pertukaran data antar perangkat tanpa memerlukan interaksi langsung antara manusia dengan perangkat atau antar manusia. Salah satu keunggulan utama *Internet of Things* (IoT) adalah kemampuannya untuk mengumpulkan data secara *real-time* dari berbagai sensor yang terpasang di lapangan.[4] Banyak sekali kegunaan dan manfaat dari Teknologi *Internet of Things* (IoT) ini, terutama juga di pekerjaan contohnya pertanian. Maka dari itu,

Teknologi *Internet of Things* (IoT) akan di sandingkan pada alat yang peneliti buat untuk meminimalisir kerusakan padi oleh hama-hama seperti burung dan hewan lainnya. Sehingga alat yang dihasilkan menjadi *smart farmer*. [5] *Smart farmer* itu sendiri dalam bahasa Indonesia bisa diartikan dengan “pertanian pintar” yaitu alat petani yang digunakan otomatis dalam pengelolaan pertanian dan memudahkan pekerjaan petani dalam pengelolaan pertanian, sedangkan *farmer* dalam bahasa Indonesia yaitu petani itu sendiri atau seseorang yang bergerak di bidang pertanian yang pekerjaannya mengelola, merawat dan menjaga pertanian mereka. [6] Namun, setiap pekerjaan pasti sering menghadapi berbagai rintangan dan tantangan yang signifikan seperti petani terutama dalam penanganan masalah hama. Serangan hama seperti tikus, burung dan juga belalang telah menjadi ancaman serius bagi produktivitas hasil pertanian dan kesejahteraan petani. [7] Selama bertahun-tahun peneliti hidup di pedesaan juga mengenali bagaimana para petani menangani masalah tersebut, petani telah bergantung pada metode lawas untuk pengusiran hama tersebut, contohnya adalah mengikat tali pada batang ranting di ujung sawah membentang di tengah-tengah tanaman, di bagian tengah tali diikat kaleng bekas yang di isi batu dan diujung tali di kaitkan pada batang pohon, ketika ada hama masuk contohnya hama burung maka tali yang terikat pada batang pohon atau tiang pondok tempat petani istirahat akan ditarik, tujuannya adalah untuk menakuti hama burung tersebut. Dengan perubahan iklim yang tidak terduga dan pola cuaca yang tidak stabil di wilayah ini, tantangan dalam menangani masalah hama ini semakin kompleks. [8]

Oleh karena itu, peneliti memiliki ide untuk mengembangkan solusi cerdas, efisien, dan berkelanjutan untuk mengatasi masalah hama dalam pertanian padi di Lombok Utara ini yaitu alat *Smart Farmer* yang menggunakan mikrokontroler berbasis *Internet of Things* (IoT) bertujuan untuk memudahkan petani dalam mengontrol adanya gangguan hama pada tanaman padi dari jarak jauh. [5] Dengan memanfaatkan sensor-sensor yang terhubung secara langsung ke jaringan internet, *smart farming* yang terhubung ke perangkat *mobile* memungkinkan pemantauan kondisi lingkungan dan tanaman padi secara *real-time*, sehingga memberikan informasi yang akurat dan tepat waktu kepada petani mengenai keberadaan dan pergerakan hama. [9] Perangkat *mobile* itu sendiri adalah perangkat elektronik yang dirancang untuk digunakan secara portabel dan memiliki kemampuan untuk melakukan berbagai fungsi, seperti komunikasi, browsing internet, dan menjalankan aplikasi, contohnya smartphone. [10] Dengan demikian, implementasi *smart farming* berbasis *Internet of Things* (IoT) dapat membawa perubahan yang signifikan dalam penanganan hama untuk keberlanjutan pertanian padi di Lombok Utara.

Dengan demikian, pengembangan dan implementasi *smart farming* berbasis *Internet of Things* (IoT) yang berhasil, diharapkan dapat memberikan pengaruh positif dalam pengelolaan padi di Lombok Utara. Petani akan memiliki akses lebih baik terhadap informasi untuk mengambil keputusan yang lebih baik dan cekatan dalam penanganan masalah hama. Oleh karena itu, dibuatlah penelitian Perancangan *Smart Farmer* Pada Tanaman Padi Menggunakan Mikrokontroler Berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk penanggulangan masalah hama, dimana metode yang digunakan adalah metode prototype, jenis penelitian yang digunakan adalah kualitatif.

Di bawah ini adalah enam topik penelitian sebelumnya yang berkaitan atau erat kaitannya dengan penelitian yang dilakukan:

Penelitian yang dilakukan oleh Ramdi Hamdani, Sufhi Ramadhan, dan Syufrijal

pada tahun 2020 berjudul "Prototipe Pengusir Hama Burung Berbasis Internet of Things". Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan prototipe sistem otomatis berbasis IoT untuk mengusir hama burung. Prototipe ini menggunakan ESP32 Devkit sebagai mikrokontroler, sensor PIR untuk mendeteksi burung di area persawahan, serta buzzer dan motor servo untuk menghalau hama. Sensor LDR (light dependent resistor) digunakan untuk menyalakan lampu saat malam hari, sementara sensor ultrasonik mendeteksi gerakan hama dan menghasilkan suara ultrasonik sekitar 20kHz untuk mengusir mereka. Notifikasi dikirim dari ESP32 Devkit ke aplikasi Blynk di smartphone. Penelitian ini menggunakan metode prototipe dengan pendekatan kualitatif. [11]

Penelitian yang dilakukan oleh Zulfikri, Ramayanty Bulan, dan Mustaqimah pada tahun 2022 dengan judul "Alat Pengusir Hama Burung Pipit Menggunakan Sensor Gerak Berbasis Arduino UNO" berfokus pada perancangan serta pengujian fungsionalitas alat pengusir hama burung pipit. Alat ini menggunakan sensor PIR yang dapat mendeteksi sinar inframerah dari burung pipit sebagai objek. Setelah objek terdeteksi, data dikirimkan ke Arduino UNO untuk menghasilkan suara elang melalui speaker sebagai output. Dari hasil penelitian, jangkauan sensor PIR terhadap burung pipit berada dalam rentang 50 cm hingga 150 cm. Saat burung pipit memasuki area deteksi, speaker akan mengeluarkan suara elang. Penelitian ini menggunakan metode perancangan alat dengan bantuan software Fritzing. [12]

Penelitian yang dilakukan oleh Yuhdi, Mohammad Hanif Yuliana, dan Anggi Indah pada tahun 2023 dengan judul "Rancang Bangun Alat Pengusir Hama Burung Pipit Pada Tanaman Padi Sawah Berbasis WeMos ESP8266" menunjukkan bahwa alat pengusir hama burung ini berhasil berfungsi sesuai dengan konsep awal. Menggunakan sensor PIR, servo, dan buzzer, alat ini dapat mengusir burung secara otomatis saat mendeteksi gerakan hama. Namun, berdasarkan hasil pengujian, ditemukan bahwa sensor PIR hanya dapat mendeteksi gerakan yang dilakukan oleh hama. Sensor ini hanya memberikan sinyal HIGH atau LOW saat ada pergerakan, dan jika tidak ada gerakan, sensor tidak akan mendeteksi apapun atau mengirimkan sinyal gangguan. Penelitian ini menggunakan metode Waterfall, yang terdiri dari tahap-tahap seperti Analisis Kebutuhan, Desain Sistem, Implementasi, Pembuatan Prototipe, Pengujian, dan Pemeliharaan. Model pengembangan Waterfall mengikuti alur yang berurutan, mirip dengan air terjun, di mana setiap tahap dilakukan secara sistematis dari awal hingga akhir. [13] [14]

Penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Hilmy Afif, Riki Sanjaya, Sopian Sauri, dan Sofyan Mufti Prasetyo pada tahun 2023 berjudul "Sistem Perangkat Pengusir Hama Burung Emprit atau Pipit Berbasis IoT". Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa frekuensi suara yang efektif untuk menghalau burung hama berada di kisaran 1 kHz hingga 2,5 kHz. Frekuensi ini masih aman bagi pendengaran manusia, yang umumnya dapat mendengar suara dalam rentang 20 Hz hingga 20.000 Hz. Alat pengusir hama ini menggunakan baterai yang didukung oleh panel surya dan aki sebagai sumber tenaganya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode akustik, di mana perangkat menghasilkan suara yang dapat mengganggu pendengaran burung sehingga membuatnya menjauh dari area sawah. Suara tersebut hanya dibunyikan dalam waktu singkat, tidak secara terus-menerus. [15]

Penelitian yang dilakukan oleh Derajat Hidayatullah, Sulistiyanto, dan Maman Pribadi pada tahun 2022 berjudul "Perancang Alat Pengusir Hama Burung Pipit Pada

Tanaman Padi Menggunakan Gelombang Kejut Otomatis Berbasis Internet of Things (IoT)" menggunakan mikrokontroler ESP8266 sebagai pengendali utama alat dan untuk memantau keberadaan hama. Sensor PIR digunakan untuk mendeteksi gerakan hama, sementara motor servo berfungsi sebagai penggerak kaleng untuk mengusir hama. Metode penelitian yang digunakan adalah metode pengembangan atau Research and Development (R&D), yang bertujuan untuk merancang alat tertentu dan melakukan percobaan guna menguji efektivitas alat tersebut. [16]

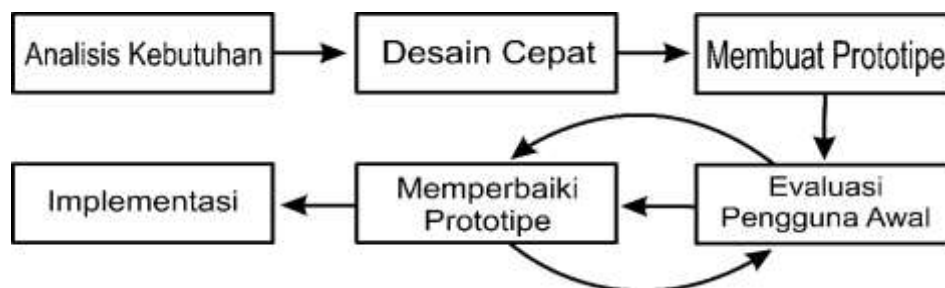
Penelitian yang dilakukan oleh Andi Taufiqurrahman Akbar, Abdul Latief Arda, dan Imran Taufiq pada tahun 2022 berjudul "Alat Pengusir Burung Pada Tanaman Padi Berbasis IoT" menghasilkan sistem yang memanfaatkan sensor ultrasonik untuk mendeteksi burung, diikuti oleh gerakan otomatis motor DC. Selain itu, sensor ultrasonik bekerja bersamaan dengan suara lonceng untuk menghalau burung hama. Alat ini ditenagai oleh sel surya dan aki, dengan tegangan aki mencapai 7 volt. Penelitian ini menggunakan metode Research & Development (R&D), yang dimulai dengan studi literatur, diikuti oleh perancangan sistem. Instrumen penelitian yang digunakan mencakup laptop serta perangkat lunak seperti Arduino IDE dan App Inventor. [17]

Penelitian ini menggunakan aplikasi *Telegram* pada android sebagai sistem monitoring dan pemantauan secara *real time*, apakah alat bergerak atau tidak pada saat ada gerakan dari hama. Dengan adanya *internet of things* petani tanaman padi lebih mudah untuk memantau, menjaga dan lebih leluasa mengerjakan kerjaan lain selain menjaga tanaman padi mereka dari hama.

## METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode prototipe. Metodologi prototyping merupakan metode perkembangan dari perangkat lunak yang menyerupai model fisik kerja sistem dan bermanfaat sebagai versi perawalan dari pembuatan suatu sistem. [18]

Berikut ini adalah alur dalam metode prototipe:



Gambar 1 Alur Penelitian Metode Prototype

### Analisis Kebutuhan

Tahapan awal dalam pembuatan model prototipe adalah melakukan analisis kebutuhan. Tahap awal ini banyak melibatkan pengumpulan data penting dari pengguna akhir, termasuk estimasi biaya dan manfaat yang diharapkan dari sistem yang akan dikembangkan. [19] Analisis kebutuhan sistem ini sangat krusial karena membantu mendefinisikan secara rinci apa yang diperlukan dari sistem tersebut, mulai dari input dan output hingga proses yang akan dijalankan di dalamnya. [20] Pada penelitian ini, kebutuhan sistem perangkat keras seperti sensor PIR, DFPlayer mini,

speaker, motor servo. Selain itu, diperlukan pula penggunaan perangkat lunak Telegram yang berfungsi sebagai alat penerima notifikasi dari alat. Dengan menetapkan kebutuhan sistem secara rinci, peneliti dapat memastikan bahwa semua elemen yang diperlukan untuk model prototipe telah dipertimbangkan dengan baik.

### **Desain Cepat**

Langkah kedua ini melibatkan membuat desain awal yang memberikan gambaran singkat tentang sistem yang akan dikembangkan. Desain tersebut dibuat setelah kebutuhan pengguna diketahui. Selanjutnya, perancangan dilakukan berdasarkan pengumpulan dan analisis data dari Tahap awal. [21]

Pada langkah kedua ini dibuat model sederhana yang memberikan gambaran umum tentang sistem. Ini mencakup perancangan sistem dan alat yang akan digunakan untuk menerapkan sistem *smart farmer* pada tanaman padi menggunakan esp8266 berbasis iot dalam pengusiran hama burung. Membuat Prototipe

Pada tahapan berikut ini, peneliti membuat prototipe fisik dengan mengintegrasikan sensor PIR, motor servo, DFPlayer Mini, speaker, dan *NodeMCU ESP32*. Kemudian, *system* dikonfigurasi agar dapat mengirim notifikasi ke aplikasi telegram. Prototipe ini bertujuan untuk memantau kondisi persawahan dan memantau apakah alat bekerja dengan baik.

### **Membuat Prototipe**

Pada tahap ini, setelah dilakukan perancangan pada tahap kedua, sensor PIR, motor servo, Dfplayer Mini, dan speaker dihubungkan ke NodeMCU ESP8266 untuk menyelesaikan perakitan yang terdiri dari aplikasi Telegram untuk sistem pemantauan alat. Ini akan menjadi prototipe yang telah selesai.

### **Evaluasi Pengguna Awal**

Prototype diuji di lingkungan nyata untuk memastikannya berfungsi dengan baik. Evaluasi dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat memantau area persawahan dan alat yang benar bekerja atau tidak saat ada hama burung mendekat. Pada tahap ini peneliti melakukan pengujian ke miniatur persawahan yang sudah dibuat.

### **Memperbaiki Prototipe**

Apabila pada prototype yang dibuat tidak terdapat kesalahan maka peneliti dapat melanjutkan ke langkah ke enam, namun jika terdapat kesalahan atau tidak ada kesalahan pada perangkat keras maka langkah 4-5 diulangi hingga prototipe berfungsi sesuai sistem yang dibuat.

### **Implementasi**

Pada tahap akhir, peneliti tidak menerapkan sistem pada objek sebenarnya, tetapi hanya di implementasikan pada objek miniatur yang telah di rancang menyerupai objek yang akan di pasang sistem smart farmer dalam menanggulangi masalah hama burung tersebut.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Analisis Kebutuhan**

Analisis kebutuhan ini menggambarkan kebutuhan sistem yang meliputi input, output, proses yang terjadi dalam sistem, serta database yang digunakan. Kebutuhan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

Tabel 1. Analisis Kebutuhan

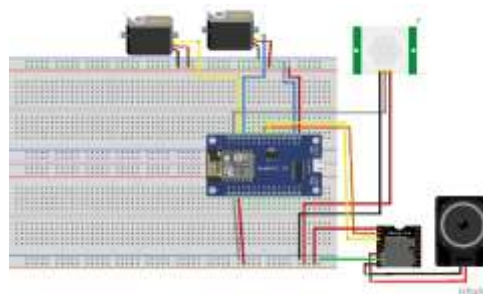
No.	Nama Alat	Jumlah
1.	NodeMCU ESP8266	1
2.	Motor Servo	2
3.	Sensor PIR	1
4.	DFPlayerMini	1
5.	Speaker	1
6.	Kabel Jumper	Secukupnya
7.	Breadboard	1
8.	Usb Mikro	1
9.	Kartu SD	1
10.	USB kabel	1
11.	Arduino IDE	1
12.	Aplikasi Telegram	1
13.	Fritzing (opsional)	1

### Desain Cepat

Pada bagian fase ini, peneliti membuat desain sederhana dimana dapat menguraikan sistem yang ingin peneliti buat. Setelah peneliti mengetahui kebutuhan pengguna, peneliti dapat membuat desain baru. Kemudian dapat membuat draf berdasarkan analisis kebutuhan Tahap 1. Pada langkah kedua, dibuatlah model sederhana yang memberikan gambaran umum tentang sistem. Perancangan sistem dan alat untuk mengimplementasikan sistem *smart farmer* pada tanaman padi menggunakan esp8266 berbasis IoT. Langkah ini juga mencakup perancangan bentuk fisik rangkaian elektronik menggunakan pemodelan dari aplikasi Fritzing.

#### ➤ Desain Hardware

Perancangan perangkat keras dilakukan untuk desain visual sebelum sistem dirancang dalam bentuk fisik agar pin alat yang digunakan lebih mudah dibaca. Di bawah ini desain perangkat keras:



#### ➤ Desain 3D miniatur

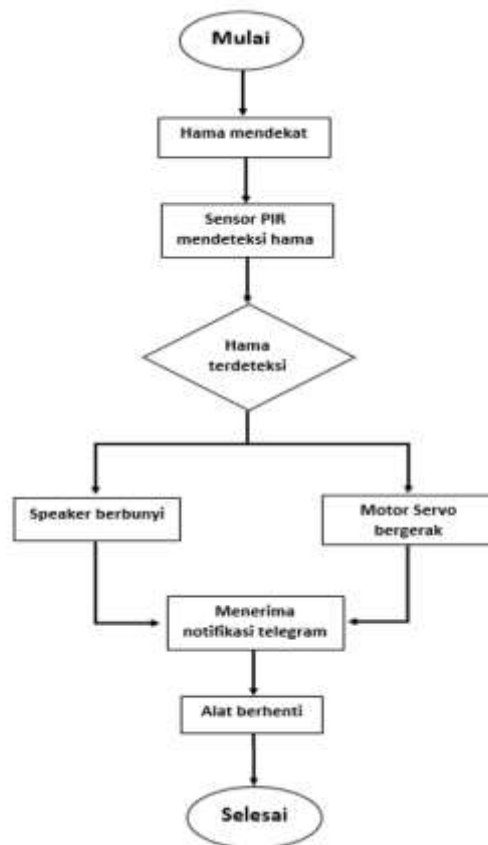
Desain miniatur 3D untuk membuat model visual miniatur persawahan yang akan digunakan untuk keperluan penelitian sebelum diproduksi dalam bentuk fisik. Di bawah ini desain 3D miniatur irigasi tetes:



➤ Flowchart sistem

Diagram alur sistem atau flowchart menggambarkan aliran suatu sistem dari awal hingga akhir, sehingga memudahkan untuk memahami aliran sistem yang dibangun.

Berikut diagram alur sistem *smart farmer* untuk tanaman padi dalam penanggulangan masalah hama:



### Membuat Prototype

Pada tahapan ini, setelah perancangan dilaksanakan pada tahap kedua, sensor PIR, motor servo, DFPlayer mini, dan speaker dihubungkan ke NodeMCU ESP8266 untuk menyelesaikan perakitan yang terdiri dari aplikasi telegram untuk sistem pemantauan apakah alat berjalan atau tidak. Ini akan menjadi prototipe yang telah selesai.

### Evaluasi Pengguna Awal

Prototipe diuji pada miniatur yang sudah dibuat sebelumnya untuk memastikan memenuhi persyaratan. Evaluasi dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat bekerja secara efektif dan real time ketika alat berjalan dan memberikan notifikasi ke handphone pengguna.

### Memperbaiki Prototipe

Jika prototipe yang dibuat bebas dari kesalahan, peneliti dapat melanjutkan ke langkah 6. Namun jika perangkat keras rusak atau tidak rusak, langkah 4-5 diulangi hingga prototipe bekerja sesuai dengan sistem yang dibangun.

### Implementasi

Pada tahap akhir ini, prototipe akan diuji dan dicoba dilapangan Pada objek miniatur yang telah di rancang menyerupai objek yang akan di pasang sistem smart farmer dalam menanggulangi masalah hama burung tersebut.

Hasil penelitian ini menguji sistem rangkaian alat. Sensor PIR yang berfungsi sebagai pendeteksi gerakan. NodeMCU menerima data dari sensor sebagai masukan, memproses data tersebut, dan mengeluarkannya.



### Pengujian Sistem

Sistem akan diuji untuk memastikannya berfungsi dengan baik. Tabel di bawah ini memaparkan hasil pengujian keseluruhan komponen:

Tabel 2. Hasil Pengujian Sistem Keseluruhan

No	Nama Perangkat	Fungsi	Hasil	Keterangan
1.	NodeMCU 8266	Sebagai komponen utama yaitu module mikrontroler untuk mengirim data ke aplikasi telegram	Mengirim data berupa notifikasi dari bacaan sensor PIR ke aplikasi Telegram	Berfungsi dengan baik
2.	Sensor PIR	Mendeteksi adanya gerakan dari hama khususnya burung yang mencoba dan hinggap di tanaman padi	Mampu membaca gerakan	Berfungsi dengan baik
3.	Motor Servo	Sebagai penggerak tali	Mampu bergerak	Berfungsi



## KESIMPULAN

Berdasarkan tujuan dan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa merancang alat *Smart Farmer* Berbasis *Internet of Things* dalam memperbaiki hasil pertanian padi akibat gangguan masalah hama dapat dilakukan dengan menggunakan NodeMCU ESP8266, Sensor PIR, dua motor servo, DFPlayer mini dan Speaker. Dengan memanfaatkan teknologi Internet Of Things (IoT) alat ini mampu terhubung pada aplikasi Telegram yang berguna sebagai media penerima pesan notifikasi. Kemudian alat lainnya seperti motor servo bergerak bersamaan dengan module dfplayer mini yang tersambung langsung dengan speaker untuk menakuti hama yang berusaha mendekati persawahan. Berdasarkan hasil pengujian sensor PIR, dfplayer mini dan motor servo yang aktif bersamaan saat hama mendekat dapat berjalan sesuai dengan perancangan sistem serta dapat memberikan pesan notifikasi secara *real time* dari pemantauan alat yang berada di persawahan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. A. I Gusti Lanang Parta Tanaya, Asri Hidayati, "ANALISIS PENGEMBANGAN KOMODITAS UNGGULAN PERTANIAN DI KABUPATEN LOMBOK UTARA," vol. 24, no. 3, pp. 766–773, 2023.
- [2] M. Y. Hardiansyah, "PENGUSIR HAMA BURUNG PEMAKAN PADI OTOMATIS DALAM MENUNJANG STABILITAS PANGAN NASIONAL," vol. 2, no. 1, 2020.
- [3] T. A. Andi Muh Akbar Saputra, Marlina, Mayasari, Nurul Hikmah, I Putu Agus Dharma Hita, Jepri Utomo, "PERAN INTERNET OF THINGS ( IOT ) DALAM," vol. 7, pp. 4963–4970, 2024.
- [4] R. G. Adib Zilham Fadillah, "Potensi iot dalam industri 4.0," pp. 1932–1940, 2024.
- [5] M. rizki Nailah Ramadhani Laboy, Putri Asyifah Vahlevi , Tata Sutabri, "ANALISIS PENERAPAN INTERNET OF THINGS ( IOT ) DALAM SMART," vol. 1, no. 2, pp. 283–285, 2024.
- [6] S. J. Rusli, "FARMING BERBASIS IOT DAN MANFAATNYA," vol. 5, no. 1, pp. 233–237, 2021.
- [7] A. F. W. Muhamad Maulana Syahaddan, "Sistem Pemantauan Sawah Mobile Berbasis Internet of Things," vol. 4, no. 3, pp. 1369–1380, 2023, doi: 10.30865/klik.v4i3.1355.
- [8] Saharudin, "Ritual Domestikasi Padi Lokal dalam Budaya Sasak-," vol. 07, no. 01, 2021.
- [9] J. P. Eka Winardi, Julius Sentosa Setiadji, "Implementasi Smart Farming 4 . 0 dengan PLTS Off Grid di Kebun Hidroponik Perpusda Jatim," vol. 1, no. September, pp. 1–7, 2023.
- [10] F. Pahlawan, A. Bhawiyuga, and R. A. Siregar, "Pengembangan Aplikasi Perangkat Mobile Sebagai Pengirim Data Dari Lapangan Menuju Pusat Data Menggunakan Algoritme Flooding," vol. 3, no. 7, pp. 6764–6772, 2019.
- [11] S. Ramdi hamdani, sufhi ramadhan, "PROTOTIPE PENGUSIR HAMA BURUNG BERBASIS INTERNET OF THINGS," pp. 80–86, 2020.
- [12] M. Zulfikri, Ramayanty Bulan, "Alat Pengusir Hama Burung Pipit Menggunakan Sensor Gerak Berbasis Arduino UNO," vol. 7, pp. 332–337, 2022.
- [13] S. Mohammad Hanif Yuhdi1, Anggi Indah Yuliana, "Rancang Bangun Alat Pengusir Hama Burung Pipit Pada Tanaman Padi Sawah Berbasis WeMos ESP8266," vol. 5,

- no. 4, 2023.
- [14] N. H. Maulida and U. P. Raya, "STUDI LITERATUR PENERAPAN METODE PROTOTYPE DAN WATERFALL," no. April, 2022.
  - [15] M. H. Afif, R. Sanjaya, S. Sauri, and S. M. Prasetyo, "Sistem Perangkat Pengusir Hama Burung Emprit Atau Pipit Berbasis Sensor PIR Dan IoT," vol. 1, no. 3, pp. 496–503, 2023.
  - [16] M. P. Derajat Hidayatullah, Sulistiyanto, "Perancang Alat Pengusir Hama Burung Pipit Pada Tanaman Padi Menggunakan Gelombang Kejut Otomatis Berbasis Internet of Things ( IoT )," vol. 4, no. 2, pp. 74–78, 2022.
  - [17] I. T. Andi Taufiqurrahman Akbar, Abdul Latief Arda, "ALAT PENGUSIR BURUNG PADA TANAMAN PADI BERBASIS IoT," vol. 8, no. 2, pp. 101–107, 2022.
  - [18] N. Renaningtias and D. Apriliani, "PENERAPAN METODE PROTOTYPE," vol. 9, no. 1, 2021.
  - [19] S. Novta Winkey Pradana, "ABIS: Accounting and Business Information Systems Journal Vol 11 No.3 (Agustus 2023)," vol. 11, no. 3, 2023.
  - [20] M. R. Muiz and W. Fitriani, "Urgensi Analisis Kebutuhan Dalam Pelayanan Bimbingan dan Konseling Di Sekolah," pp. 116–126, 2022.
  - [21] R. Taufiq *et al.*, "PENGUNAAN METODE PROTOTYPE PADA PENGEMBANGAN SISTEM," vol. 7, no. 4, pp. 431–439, 2023.