

SISTEM SMART PLANT CARE BERBASIS IoT UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS TANAMAN PADI

^{1,3)}**Moh. Walid, ²⁾Adi Susanto, ³⁾Farihin Lazim**

^{1,3)}Prodi Ilmu Komputer, ²⁾Prodi Teknologi Informasi, Fakultas SAINTEK, Universitas Ibrahimy

¹⁾mohammadwalid182@gmail.com , ²⁾adisusanto@ibrahimy.com , ³⁾farihinlazim9@gmail.com

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel :

Diterima : 11 Juni 2025

Disetujui : 15 Juli 2025

Kata Kunci :

IoT (Internet Of Things),
Pertanian Cerdas,
Produktivitas Pertanian,
Pengendalian Hama.

ABSTRAK

Pertanian merupakan sektor terpenting dalam ketahanan gizi, khususnya di negara agraris seperti Indonesia. Namun, produktivitas panen padi menghadapi berbagai tantangan, antara lain perubahan iklim yang tidak dapat diprediksi, serangan hama, dan keterbatasan sumber daya. Petani sering kali merasa kesulitan memantau kondisi secara real time dan tidak efisien saat menggunakan pestisida dan perlindungan hama burung pipit. Penerapan teknologi IoT dalam sistem perawatan tanaman pintar memberikan solusi inovatif untuk meningkatkan efisiensi pertanian. Sistem ini menggunakan sensor untuk memantau kelembaban tanah, mengenali keberadaan kaki burung pipit, dan mengoptimalkan rencana pemupukan berdasarkan data yang dikumpulkan secara *real-time*. Selain itu, teknik ini dapat diintegrasikan ke dalam alat khas untuk hama burung otomatis, sehingga mengurangi risiko kerusakan pada tanaman padi. Penerapan sistem ini diharapkan dapat meningkatkan produktivitas tanaman secara signifikan. Sistem ini tidak hanya membantu petani padi mengelola lahan pertaniannya dengan lebih efektif, tetapi juga mendukung pertanian berkelanjutan dengan mengurangi penggunaan pestisida yang berlebihan. Selain itu, data analisis yang dihasilkan dapat digunakan untuk perencanaan jangka panjang dalam mengembangkan strategi pertanian yang lebih baik dan lebih maju. Langkah-langkah ini menjadikan penerapan IoT sebagai langkah paling strategis untuk meningkatkan ketahanan gizi dan meningkatkan hasil panen petani dengan hasil panen yang tinggi.

ARTICLE INFO

Article History :

Received : Jun 11, 2025

Accepted : Jul 15, 2025

Keywords:

IoT (Internet of Things),
Nutritional Security, Smart
Agriculture, Real-Time
Monitoring, Agricultural
Productivity, Pest Management.

ABSTRACT

Agriculture is the most important sector in nutritional security, especially in agricultural countries like Indonesia. However, the productivity of the journey harvest faces various challenges, including unpredictable climate change, pest attacks and limited resources. Farmers often find it difficult to monitor conditions in real time and inefficient when using pesticides and Sparrow pest protection. The application of IoT technology in smart crop care systems provides an innovative solution to improve agricultural efficiency. This system uses sensors to monitor soil moisture, recognize the presence of sparrow feet, and optimize fertilization plans based on data collected in real time. In addition, this technique can be integrated into typical tools for automatic bird pests, reducing the risk of damage to rice plants. The implementation of this system is expected to significantly increase crop productivity. This system not only helps rice farmers manage their farmland more effectively but also supports sustainable agriculture by reducing the use of excess pesticides.

In addition, the analytical data generated can be used for long-term planning in developing better and more advanced agricultural strategies. These steps make the implementation of IoT the most strategic step to improve nutritional security and increase wells in farmers with high yields.

1. PENDAHULUAN

Pertanian adalah sektor utama untuk mendukung keamanan gizi dan keamanan gizi, terutama di negara - negara pertanian seperti Indonesia. Produk utama, sistem padi memainkan peran strategis dalam memenuhi kebutuhan dasar masyarakat. Namun, produktivitas tanaman padi menghadapi berbagai tantangan, seperti ketidakpastian perubahan iklim, pengendalian hama, dan sumber daya manusia yang terbatas dan ketidakpastian teknologi (Slameto and Kiswanto 2018).

Petani padi sering mengalami kesulitan mendapatkan informasi aktual yang terkait dengan kondisi lahan seperti kelembaban tanah dan serangan hama potensial. Penyakit ini menyebabkan proses pembuahan yang tidak efisien, penggunaan pestisida yang berlebihan, serta metode pengendalian hama, seperti hama burung pipit, yang masih bersifat tradisional menyebabkan pengelolaan lahan menjadi kurang efektif. Hal ini tidak hanya menurunkan hasil produksi, tetapi juga meningkatkan biaya operasional dan mengurangi keuntungan yang diperoleh petani. Ada peluang besar untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas sektor pertanian bersama dengan pengembangan teknologi informasi, terutama *Internet of Things* (IoT) (Mau et al. 2023).

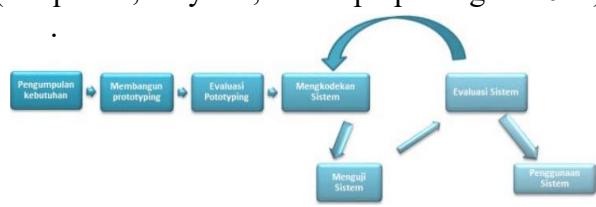
Penelitian oleh (Binayao and Mantua 2024) mengembangkan sistem irigasi pintar untuk pertanian padi menggunakan IoT dan mikrokontroler bertenaga surya. Sistem ini otomatis menyiram tanaman berdasarkan sensor suhu, kelembapan tanah, dan udara. Uji coba menunjukkan bahwa sistem ini efektif menghemat tenaga dan air. Peneliti juga merekomendasikan integrasi sistem pendukung keputusan untuk meningkatkan akurasi irigasi. Namun, sistem ini belum mendukung penyemprotan pestisida atau proteksi hama, dan lebih cocok untuk pertanian modern dengan infrastruktur memadai.

Studi oleh (Hernadi 2025) meninjau berbagai sistem pengusir burung otomatis di bidang pertanian yang berbasis IoT dan kecerdasan buatan (AI). Teknologi yang digunakan meliputi sensor dan algoritma seperti YOLO, DenseNet, dan Mask R-CNN untuk mendekripsi serta mengusir burung secara akurat—dengan akurasi deteksi DenseNet mencapai 99,65%. Studi ini juga menekankan perlunya riset lanjutan terkait penempatan sensor yang optimal dan dampak jangka panjang terhadap ekosistem. Sistem ini berpotensi dikombinasikan dengan irigasi dan penyemprotan pestisida otomatis untuk perlindungan tanaman yang lebih menyeluruh.

Berbeda dengan kedua studi tersebut, penelitian ini merancang sistem pertanian cerdas berbasis ESP32 yang tidak hanya memantau kelembapan tanah, namun juga melakukan irigasi otomatis melalui aktuator servo, menyemprotkan pestisida pada waktu tertentu menggunakan relay, serta mengusir hama seperti burung melalui kombinasi sensor gerak (PIR), buzzer, dan servo. Data status sistem ditampilkan secara real-time melalui platform Blynk, sehingga lebih praktis dan cocok digunakan oleh petani padi skala kecil di daerah pedesaan dengan keterbatasan akses infrastruktur teknologi.

2. METODE

Studi ini menggunakan metode prototipe. Ini adalah teknologi pengembangan sistem yang menggunakan *prototype* atau model awal sebagai referensi untuk pemahaman sistem dan integritas. *prototype* adalah salah satu metode pengembangan perangkat lunak dan perangkat keras yang bertujuan untuk membuat gambar pertama dari sistem yang dikembangkan (Istiqomah, Ariyanti, and Supraptiningsih 2022).



Gambar 1. 1 Ilustrasi Metode *Prototype*
(Sumber : www.researchgate.net)

Adapun tahapan – tahapan metode *prototype* yang di tunjukkan dalam ilustrasi di atas adalah sebagai berikut :

a. Pengumpulan kebutuhan

Untuk mengembangkan suatu sistem di perlukan penilaian kebutuhan awal dan analisis ide serta gagasan untuk membangun sistem. Hal ini Untuk menemukan komponen yang di perlukan untuk membuat sistem yang akan dibangun(Langen and Syverud 2021).

b. Membangun *prototype*

Dalam tahap ini, dilakukan perakitan seluruh komponen yang telah dipersiapkan sebelumnya, disertai dengan pembuatan replika lahan pertanian padi. Sensor-sensor kemudian diposisikan secara strategis pada titik-titik tertentu untuk mensimulasikan kondisi nyata di lapangan.

c. Evaluasi *Prototype*

Evaluasi awal ini berfokus pada area yang rentan terhadap serangan burung. Jika *prototype* yang dikembangkan memenuhi kriteria yang diharapkan, maka Anda dapat memulai tingkat pengkodean sistem. Namun, jika masih ada cacat, perbaikan akan dilakukan segera (Yolo 2024).

d. Mengkodekan Sistem

Pada tahap ini mikrokontroler ESP32 diprogram dengan *Arduino-Idea* versi 1.8.12. ESP32 bertindak sebagai pengontrol utama untuk semua komponen dalam sistem. Proses pemrograman dimulai dengan mengimpor pustaka (*Library*) seperti WiFi, ESP32, *Blynk*, dan membuat skrip yang memungkinkan koneksi ESP32 ke jaringan internet. Selanjutnya, integrasi sensor kelembaban tanah ESP32, sensor pir dan modul RTC .

e. Menguji Sistem

Setelah semua komponen telah dipasang dan dikompilasi, sistem diuji dalam skala

kecil untuk memeriksa sensitivitas sensor terhadap deteksi kelembaban dan gerak. Ketika sensor PIR mengenali gerakan, *buzzer* menjadi aktif sebagai penanda adanya hama dan akan diaktifkan juga servo untuk menggerakkan tali pengusir burung. Jika sensor tidak berfungsi optimal, maka sistem akan dievaluasi ulang untuk menemukan sumber permasalahannya(Hanif Yuhdi et al. 2023).

f. Evaluasi Sistem

Jika seluruh sistem berfungsi sesuai dengan harapan, tes akan diperluas pada area yang lebih luas. Namun, jika ada komponen atau koneksi yang tidak berjalan dengan benar, revisi akan dilakukan di bagian pemrograman dan sistem akan diuji lagi sampai semuanya baik -baik saja.

g. Implementasi Sistem

Setelah melalui enam tahapan sebelumnya, sistem yang dirancang dan diuji dinyatakan untuk digunakan dalam lingkungan nyata. Penggunaan sistem ini dimaksudkan untuk memastikan bahwa solusi teknologi yang dibangun dapat digunakan secara efektif di lapangan (Istiqomah, Ariyanti, and Supraptiningsih 2022).

2.1 Teknik Pengumpulan Data

Berikut adalah metode pengumpulan data untuk mendapatkan informasi dan data tentang penelitian ini:

a) Observasi (Pengamatan)

Menurut Mattehws dan ROS, observasi menjelaskan bahwa pengamatan adalah metode pengumpulan data menggunakan indera manusia. Berdasarkan pernyataan ini, indera manusia adalah alat untuk observasi. Penelitian diterapkan pada program yang melakukan pengamatan, catatan, bidikan, dan diterapkan sebagai sumber data dan dikembangkan (Hasanah 2017).

b) Studi Literatur

Pengumpulan data dilakukan sehubungan dengan pertanyaan dengan mencari dan mendapatkan informasi dari Internet dan buku sebagai sumber pengetahuan dan rujukan dari penelitian ini (Utami 2021).

c) Wawancara

Wawancara adalah komunikasi antara kedua belah pihak atau lebih yang bisa dilakukan dengan tatap muka di mana salah satu pihak berperan sebagai *interviewer* dan pihak lainnya sebagai *interviewee* dengan tujuan tertentu misalnya untuk mendapatkan informasi atau mengumpulkan data. Dalam hal ini peneliti mewawancarai pihak terkait ke para petani dan BPP Pademawu Pamekasan (Rachmawati 2007).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini adalah hasil perancangan sistem *Smart Plant Care* berbasis IoT pada tanaman padi yang dikembangkan berdasarkan tahapan-tahapan yang telah dijelaskan dalam metode penelitian.

3.1 Analisis Kebutuhan Hardware

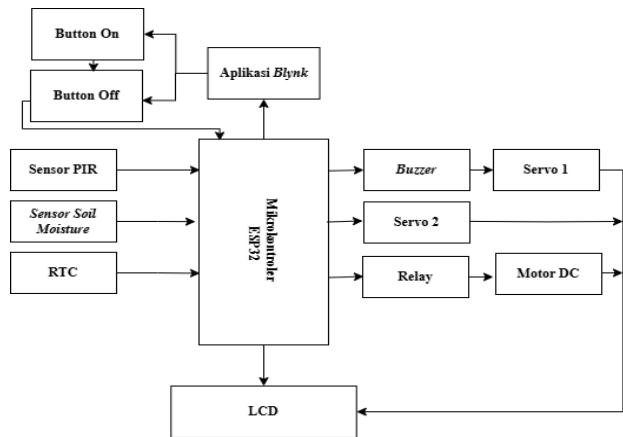
No	Gambar	Nama Perangkat	Keterangan
1		ESP 32	Pengendali dari keseluruhan komponen lain
2		Relay	Sebagai pemutus dan penyambung aliran listrik atau bisa disebut juga dengan saklar
3		Sensor Soil Moisture	Pendeteksi Kelembaban Tanah
4		Buzzer	Pengusir Hama burung
5		Sensor Pir	Pendeteksi pergerakan burung Pipit
6		Servo	Membuka gerbang dan menggerakkan tali pengusir hama
7		RTC	Mengatur Jadwal pemberian pestisida

Gambar 3. 2 Kebutuhan Hardware

Saat merancang sistem *smart plant care* berbasis IoT, beberapa kebutuhan untuk merancang perangkat keras antara lain sebagai berikut:

3.2 Diagram Blok Sistem

Diagram blok digunakan untuk menggambarkan alur kerja sistem dan untuk menampilkan hubungan antar komponen dengan cara yang sederhana. Diagram ini membantu untuk memahami prinsip-prinsip kerja sistem *smart plant care* berbasis IoT (Rachmawati 2007). Diagram blok ini menjelaskan alur kerja alat mulai dari masukan (*input*), pengolahan data, hingga keluaran (*output*).

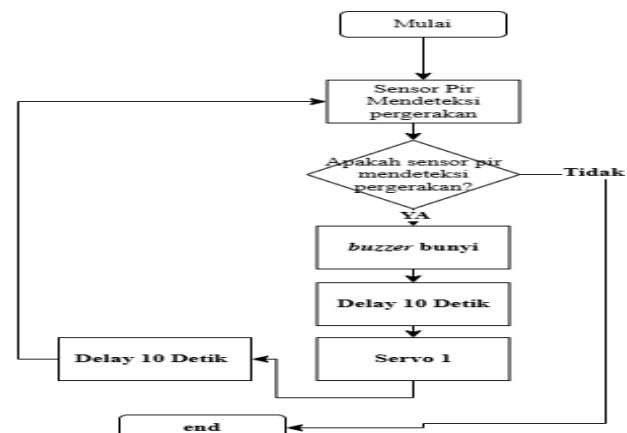


Gambar 3. 1 Blok Diagram

Dalam desain logika program akan menggambarkan bagian-bagian yang mempunyai arus yang menggambarkan langkah-langkah penyesuaian suatu masalah. Bagian ini identik dengan *flowchart* (Smetsers-Weeda and Smetsers 2017).

a. Flowchart Sensor Pir

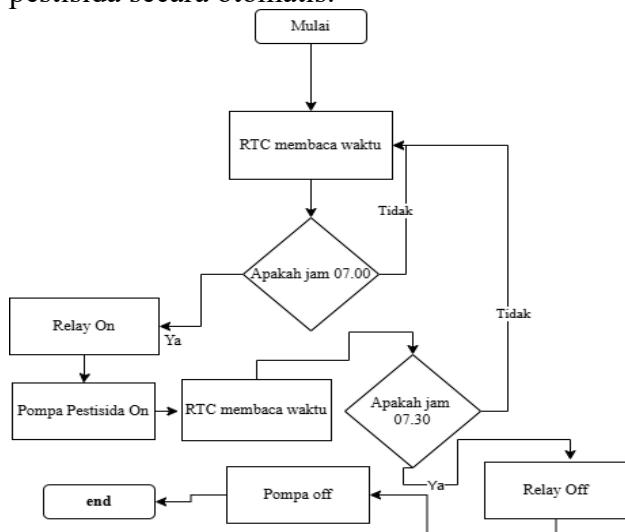
Sensor Pir digunakan untuk mendetksi pergerakan hama burung di area pertanian.



Gambar 3. 3 Flowchart Sensor Pir

b. Flowchart RTC

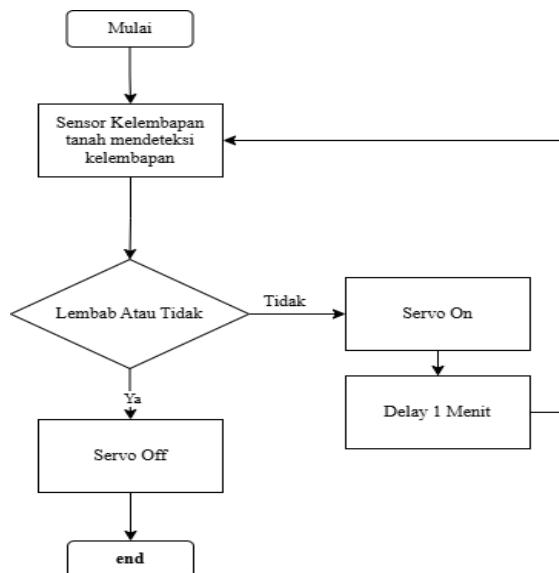
Dalam sistem *Smart Plant Care* berbasis IoT ini untuk meningkatkan produktivitas tanaman padi, RTC (*Real-Time Clock*) digunakan untuk mengatur jadwal pemberian pestisida secara otomatis.



Gambar 3. 4 Flowchart RTC Pestisida

c. Flowchart Soil Moisture

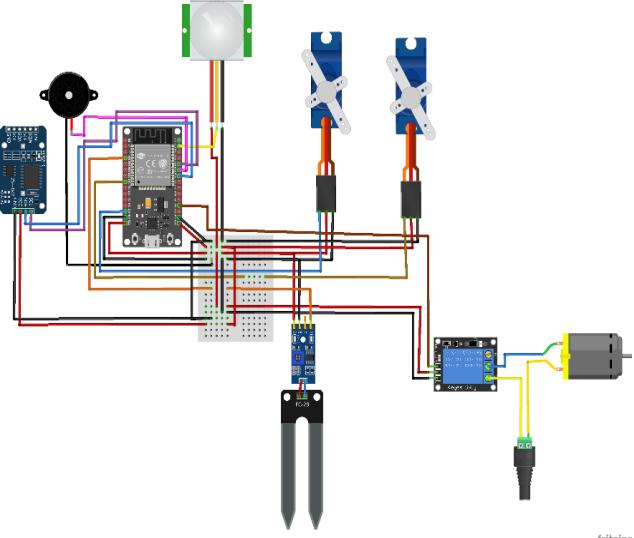
Sistem irigasi otomatis berbasis sensor kelembaban tanah berfungsi untuk melindungi dan mengatur tingkat kelembaban tanah secara efisien. Jika nilai kelembaban tanah terdeteksi di bawah ambang batas, sistem secara otomatis mengaktifkan mekanisme irigasi, seperti membuka katup atau menggerakkan servo, untuk mengalirkan air ke area tanaman.



Gambar 3. 5 Flowchart Irigasi

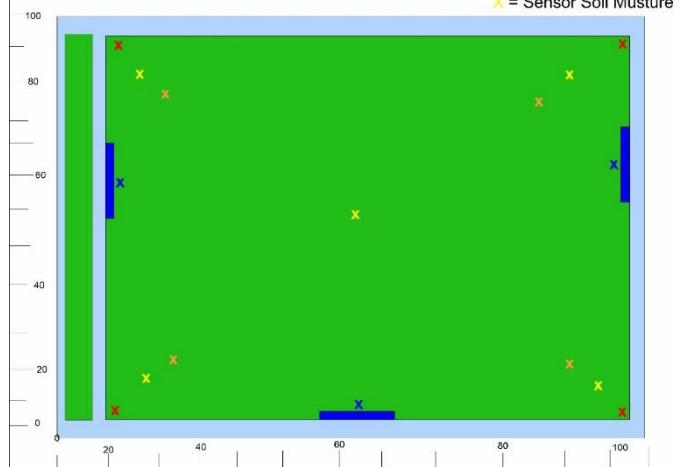
3.3 Perancangan Dan Rangkaian

Perancangan alat atau yang biasa disebut dengan perancangan perangkat keras adalah beberapa perancangan perangkat keras atau *hardware* yang terkait dengan sistem yang kena dibuat berikut skematik rangkaian *hardware* (Hidayat, Primantara, and Subandi 2022).



Gambar 3. 6 Skematic Rangkaian Hadware

X = Servo Irrigasi X = Sensor PIR
— = Gerbang Irrigasi X = Buzzer & Servo
X = Sensor Soil Musture



Gambar 3. 7 Skala Dan Denah

3.4 Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian, perangkat *Smart Plant Care* bekerja secara optimal sesuai dengan fungsi yang dirancang. Sensor kelembaban tanah mampu mendeteksi kadar air secara langsung dan akan mengaktifkan sistem penyiraman otomatis saat kondisi tanah terdeteksi kering. Di sisi lain, sensor PIR secara responsif mengenali pergerakan burung di sekitar lahan, lalu memicu *buzzer* dan pergerakan servo untuk menghalau hama secara

otomatis. Pompa penyemprot pestisida juga berhasil beroperasi sesuai jadwal yang telah ditentukan melalui perhitungan waktu *non-delay* menggunakan fungsi *millis()*. Seluruh aktivitas sistem dapat dipantau melalui tampilan LCD dan juga melalui aplikasi *Blynk* secara daring, sehingga petani dapat mengontrol kondisi lahan dari jarak jauh.

Dengan demikian, alat ini memberikan solusi yang efisien dan praktis dalam mendukung proses perawatan tanaman secara otomatis.

Tabel 3. 1 Akurasi Sistem

Komponen	Hasil Pengujian	Akurasi/Kebenaran hasil	Keterangan
Penyemprotan Pestisida	Sesuai jadwal dan durasi	100%	Berhasil berjalan otomatis
Irigasi Tanah	Meresp on saat tanah kering	100%	Tepat sesuai nilai amban g ADC
Pengusiran Burung	Deteksi + Respon aktif	90%	Kadang sensor butuh debounce
LCD & Blynk	Menampilkan status sesuai	100%	Sinkron dengan sistem utama

Dalam tabel ini disajikan rekapitulasi performa utama dari setiap komponen. Sistem penyemprotan, irigasi, dan tampilan status melalui LCD maupun *Blynk* berhasil beroperasi dengan tingkat keberhasilan penuh (100%). Pengusiran burung mencatat tingkat keberhasilan 90%, karena sensor PIR membutuhkan waktu untuk stabil dalam mengenali pergerakan. Secara umum, sistem telah menunjukkan fungsi otomatisasi yang baik, akurat, dan terintegrasi, menjadikannya layak

digunakan sebagai solusi pertanian berbasis teknologi Internet Of things (IoT).

Tabel 3. 2 Pengujian Keakuratan dan Ketepatan Respon Sistem Penyemprotan Pestisida

No	Parameter	Penyemprotan ke-1	Penyemprotan ke-2
1	Waktu Penyemprotan	08:00	08:02
2	Durasi Diharapkan	60 detik	60 detik
3	Durasi Realisasi	60 detik	59 detik
4	Status Pompa	ON → OFF	ON → OFF
5	Status di LCD	Sesuai	Sesuai
6	Status di Blynk (V0)	1 → 0	1 → 0
7	Keterangan	Berjalan dengan baik	Akurasi tinggi

Berdasarkan tabel pengujian, sistem mampu menjalankan penyemprotan pestisida secara otomatis sesuai dengan waktu dan durasi yang telah dijadwalkan. Pada dua skenario uji coba, penyemprotan berlangsung mendekati durasi yang diharapkan, yaitu 60 detik dan 59 detik. Pompa menyala dan mati secara otomatis sesuai perintah,



Gambar 3. 8 Pestisida Di semprotkan



Gambar 3. 9 Indikator Merah Tanda Penyemprotan Pestisida

Tabel 3. 4 Pengujian Keakuratan dan Ketepatan Respon Sistem Hama Burung

No	Parameter	Deteksi ke-1	Deteksi ke-2
1	Gerakan Terdeteksi	Ya	Tidak
2	Waktu Deteksi	08:05:32	08:06:00
3	Servo Aktif	Ya	Tidak
4	Buzzer Aktif	Ya	Tidak
5	Durasi Pengusiran	20 detik	0 detik
6	Status Blynk (V2)	1 → 0	0
7	Keterangan	Efektif mendeteksi gerakan	Tidak ada gerakan

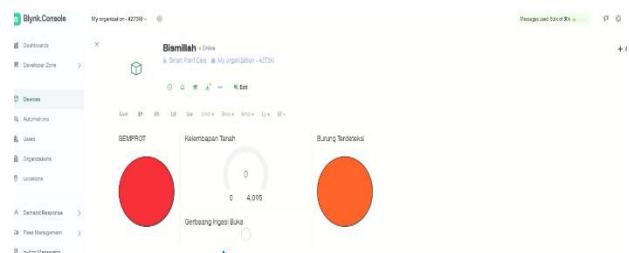
Tabel di atas ini merekam bagaimana sistem merespons keberadaan gerakan burung melalui sensor PIR. Ketika gerakan terdeteksi, sistem segera mengaktifkan servo dan *buzzer* selama 20 detik, serta memperlihatkan perubahan status di *Blynk* dari 1 ke 0. Jika tidak ada gerakan, sistem tidak melakukan tindakan apa pun. Respons ini menunjukkan bahwa sistem cukup andal dalam mendeteksi aktivitas burung dan memberikan reaksi pengusiran secara otomatis, meskipun sensor terkadang memerlukan waktu stabilisasi sebelum mendeteksi gerakan secara konsisten.



Gambar 3. 10 Tampilan LCD Hama Burung



Gambar 3. 12 Sevo dan Buzzer Mengusir Hama



Gambar 3. 11 Orange Led Hama Burung Terdeteksi

Pengujian di bawah ini menguji akurasi sensor kelembapan tanah dalam mengatur sistem irigasi. Saat nilai ADC lebih kecil dari batas ambang 1000, seperti dalam pengujian pertama, sistem secara otomatis membuka gerbang air selama 10 detik. Sebaliknya, saat tanah cukup lembap (nilai ADC lebih besar dari 1000), sistem tidak mengaktifkan irigasi. LCD dan tampilan di *Blynk* memperlihatkan status “Irigasi Aktif” atau “Irigasi Aman” secara sesuai. Ini menunjukkan bahwa sistem dapat dengan baik membedakan kondisi tanah dan menjalankan irigasi hanya ketika dibutuhkan, sehingga lebih hemat dan efisien.

Tabel 3. 3 Tabel Pengujian Irigasi Pengairan lahan

No	Parameter	Pembacaan ke-1	Pembacaan ke-2
1	Nilai ADC Sensor	945	1200
2	Batas Ambang	< 1000	< 1000
3	Servo Aktif	Ya	Tidak
4	Lama Buka Gerbang	10 detik	0 detik
5	Status LCD	Irigasi Aktif	Irigasi Aman
6	Status Blynk (V1)	1	0
7	Keterangan	Kelembapan rendah, sukses	Tanah lembab, tidak aktif



Gambar 3. 14 Tampilan Irigasi Pada LCD



Gambar 3. 13 Nilai Kelembapan Pada Blynk

Hasil dari pengujian secara keseluruhan menunjukkan bahwa sistem ini mampu bekerja secara otomatis dalam mengontrol kelembapan tanah, mengatur pemupukan, serta memberikan perlindungan terhadap serangan hama burung. Terlihat pada pengujian bahwa ketika kelembapan tanah turun di bawah batas optimal, sistem akan membuka irigasi secara otomatis hingga mencapai kelembapan yang sesuai. Selain itu, sensor PIR juga mampu mendeteksi kehadiran hama burung dan mengaktifkan buzzer sebagai respon untuk mengusirnya.

3.5 Maintenance

Sistem *Smart Plant Care* pada tanaman padi berbasis IoT ini membutuhkan perawatan dan pemeliharaan secara rutin oleh pengguna. Perawatan sistem bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh komponen bekerja secara optimal dan sistem tetap dapat menjalankan fungsinya dengan baik. Beberapa langkah perawatan yang perlu dilakukan meliputi pengecekan rutin terhadap sensor kelembapan tanah, sensor PIR, servo motor, dan modul ESP32 untuk memastikan bahwa tidak ada gangguan atau kerusakan yang dapat menghambat kinerja sistem. Selain itu, perlu dilakukan pembersihan pada sensor dari kotoran atau debu yang dapat mempengaruhi akurasi data. Pengujian sistem

secara berkala juga sangat penting untuk memastikan bahwa mekanisme otomatisasi, seperti penyiraman, pemupukan, dan sistem pengusir hama, berfungsi dengan baik sesuai dengan parameter yang telah ditentukan. Dengan melakukan perawatan yang tepat, diharapkan sistem dapat terus beroperasi secara optimal dalam membantu petani meningkatkan produktivitas tanaman padi serta efisiensi penggunaan sumber daya pertanian

3.6 Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya saya haturkan kepada Ayah dan Ibu tercinta atas doa, semangat, dan kasih sayang yang tiada henti. Dukungan moril maupun materil yang telah diberikan menjadi kekuatan utama dalam proses penyusunan karya ini. Saya juga menyampaikan rasa terima kasih yang tulus kepada berbagai pihak yang telah bekerja sama dan memberikan kontribusi selama proses penelitian dan penulisan ini, baik secara langsung maupun tidak langsung.

4. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa penerapan Sistem *Smart Plant Care* pada tanaman padi berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32 dapat meningkatkan produktivitas pertanian dengan mengoptimalkan pemupukan, pemantauan kondisi lingkungan, serta perlindungan terhadap hama burung pipit. Sistem ini memanfaatkan berbagai sensor, seperti sensor kelembapan tanah untuk mengontrol irigasi secara otomatis, sensor PIR untuk mendeteksi pergerakan hama, serta RTC untuk menjadwalkan pemupukan pestisida secara tepat waktu.

4.2. Saran

Beberapa saran yang perlu disampaikan peneliti dalam penelitian ini agar sistem bisa dikembangkan lebih baik lagi sebagai berikut:

- a. Sistem ini masih bergantung pada stabilitas internet.
- b. Agar lebih ramah lingkungan sistem ini disarankan menggunakan sumber listrik dari tenaga surya.
- c. Untuk lebih tepatnya pada tanda-tanda ada burung mendekati lahan pertanian perlu

ditambahkan kamera untuk memastikan apakah benar-benar burung atau bukan

5. DAFTAR PUSTAKA

- Binaya, Regie, and Paul Vincent Mantua. 2024. “Smart Water Irrigation for Rice Farming through the Internet of Things” 8:2550–63.
- Hanif Yuhdi, Mohammad, Anggi Indah Yuliana, Prodi Informatika, Universitas KH A Wahab Hasbullah, and Prodi Agroekoteknologi. 2023. “Rancang Bangun Alat Pengusir Hama Burung Pipit Pada Tanaman Padi Sawah Berbasis WeMos ESP8266.” *Exact Papers in Compilation* 5 (4): 40–61.
- Hasanah, Hasyim. 2017. “TEKNIK-TEKNIK OBSERVASI (Sebuah Alternatif Metode Pengumpulan Data Kualitatif Ilmu-Ilmu Sosial).” *At-Taqaddum* 8 (1): 21. <https://doi.org/10.21580/at.v8i1.1163>.
- Hernadi, Fauzan. 2025. “Automated Bird Deterrent System : A Review” 07 (1): 1–9.
- Hidayat, Muhammad, Ryan Primantara, and Subandi Subandi. 2022. “Perancangan Media Pembelajaran Perangkat Keras Komputer (Hardware) Berbasis Augmented Reality.” *Lentera: Jurnal Ilmiah Kependidikan* 1 (1): 16–27. <https://doi.org/10.33654/iseta.v1i0.1699>.
- Istiqlomah, Hikmatul, Dyah Ariyanti, and Linda Kurnia Supraptiningsih. 2022. “Prototipe Sistem Pengendali Penyiraman Air Dan Penyemprotan Pestisida Pada Tanaman Bawang Merah Berbasis Mikrokontroler.” *Energy - Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik* 12 (2): 38–48. <https://doi.org/10.51747/energy.v12i2.1185>.
- Langen, Tommy, and Elisabet Syverud. 2021. “Idea Development Method, Applying Systems Design Thinking in a Very Small Entity.” *INCOSE International Symposium* 31 (1): 1049–64. <https://doi.org/10.1002/j.2334-5837.2021.00886.x>.
- Mau, Maria Clara, Paulus Yanuariusazi,) Hendrikawae, Sekolah Tinggi, and Pertanian Flores Bajawa. 2023. “Identifikasi Gejala Serangan Dan Teknik Pengendalian Hama Pada Padi Inpari 30 Di Desa Pape Kecamatan Bajawa Kabupaten Ngada” 1:87–94.
- Rachmawati, Imami Nur. 2007. “Data Collection in Qualitative Research: Interviews.” *Indonesian Journal of Nursing* 11 (1): 35–40.
- Slameto, and Kiswanto. 2018. “Dukungan Inovasi Teknologi Pertanian Untuk Mendorong Produksi Padi Di Wilayah Kecamatan Pubian , Lampung Tengah Agricultural Technology Innovation Support To Encourage Rice Production In Pubian District , Lampung Tengah.” *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian*, 419–27.
- Smetsers-Weeda, Renske, and Sjaak Smetsers. 2017. “Problem Solving and Algorithmic Development with Flowcharts.” *ACM International Conference Proceeding Series*, 25–34. <https://doi.org/10.1145/3137065.3137080>.
- Utami, Fidya Ahdiati. 2021. “Pengaruh Penambahan Probiotik Kefir Air Terhadap Sifat Fisikokimia, Aktivitas Antioksidan Dan Mikrobiologi Pada Jus Buah Dan Sayur,” 23–28.
- Yolo, Esp-cam Algoritma. 2024. “Prototipe Sistem Deteksi Burung Menggunakan” 27 (November): 78–87.