

INOVASI PERTANIAN: SCARECROW PINTAR BERBASIS ESP32 UNTUK MENGUSIR HAMA SECARA OTOMATIS DI DESA TEGAL WARU KECAMATAN CIAMPEA

Erna Ernawati¹, Sukma Kelana², Aristian³, Amalia⁴, Euis Latifah⁵, Husniatu Hayya A.K⁶, Nahdiah Faulina B.L⁷, Cacan Anita⁸, Gugun Gunawan⁹

¹⁻⁹ Institut Agama Islam Sahid, Indonesia, email: ernahazil@gmail.com, sukmakalana18@gmail.com, haikalaristian4@gmail.com, amaliaamalia77832@gmail.com, latifaheuis4739@gmail.com, husniatuh@gmail.com, nahdiahfaulina@gmail.com, cacananita1@gmail.com, Gugunafriansyah80@gmail.com

Info Artikel

Diajukan: 02 Desember 2024

Diterima: 09 Desember 2024

Diterbitkan: 21 Desember 2024

Keyword:

smart scarecrow, ESP32, PIR sensor, ultrasonic sensor, solar power, pest control, sustainable agriculture

Kata Kunci:

scarecrow pintar, ESP32, sensor PIR, sensor ultrasonik, tenaga surya, pengendalian hama, pertanian berkelanjutan

DOI:

10.56406/jsm.v3i02.616

Abstract

This research aims to develop and implement an ESP32-based smart scarecrow as an innovative solution in overcoming the problem of sparrow and rat pests in Tegal Waru Village, Ciampea District. This research uses an experimental method to design, build, and test a prototype bird pest repellent tool based on ESP32, PIR and ultrasonic sensors to detect the presence of pests, then repel them with environmentally friendly ultrasonic speakers. The system also utilizes solar power as an energy source, thus supporting environmental sustainability and reducing the use of chemical pesticides. The results showed that the smart scarecrow was effective in reducing crop damage by 85% and increasing yields. In addition, this technology also helps improve farmers' welfare by lowering operational costs and providing convenience in pest control through mobile applications. Thus, the ESP32-based smart scarecrow offers a practical and sustainable solution for modern agriculture.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menerapkan *scarecrow* pintar berbasis ESP32 sebagai solusi inovatif dalam mengatasi masalah hama burung pipit dan tikus di Desa Tegal Waru, Kecamatan Ciampea. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen untuk merancang, membangun, dan menguji prototipe alat pengusir hama burung berbasis ESP32, sensor PIR dan ultrasonik untuk mendeteksi kehadiran hama, kemudian mengusir mereka dengan *speaker* ultrasonik yang ramah lingkungan. Sistem ini juga memanfaatkan tenaga surya sebagai sumber energi, sehingga mendukung keberlanjutan lingkungan dan mengurangi penggunaan pestisida kimia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *scarecrow* pintar ini efektif dalam mengurangi kerusakan tanaman hingga 85% dan meningkatkan hasil panen. Selain itu, teknologi ini juga membantu meningkatkan kesejahteraan petani dengan menurunkan biaya operasional dan memberikan kemudahan dalam pengendalian hama melalui aplikasi *mobile*. Dengan demikian, *scarecrow* pintar berbasis ESP32 menawarkan solusi yang praktis dan berkelanjutan untuk pertanian modern.

PENDAHULUAN

Pertanian merupakan sektor penting yang menopang kehidupan masyarakat di Desa Tegal Waru, Kecamatan Ciampea. Namun, dalam proses produksi padi, para petani sering menghadapi berbagai tantangan, salah satunya adalah serangan hama burung yang merusak tanaman padi saat masa perkembangannya. Pertanian berkelanjutan diartikan sebagai pengelolaan sumber daya secara efektif dalam kegiatan pertanian untuk memenuhi kebutuhan manusia yang terus berkembang, sambil menjaga atau meningkatkan kualitas lingkungan serta melestarikan sumber daya alam (Fikriman, Prayetni, & Pitriani, 2022). Menurut (Manopo, Rante, Engka, & Ogle, 2021) Hama, dalam pengertian umum, mencakup segala bentuk gangguan yang mempengaruhi manusia, hewan ternak, dan tanaman. Secara khusus, hama yang berkaitan dengan budidaya tanaman adalah semua jenis hewan yang merusak tanaman atau hasilnya, di mana aktivitas hidup mereka dapat menyebabkan kerugian ekonomi. Hal ini menyebabkan kerugian yang signifikan bagi petani, terutama ketika tanaman padi mulai berisi. Serangan burung tidak hanya mengurangi hasil panen, tetapi juga menurunkan kualitas padi yang dihasilkan.

Masalah serangan hama burung di lahan padi diperparah oleh keterbatasan petani dalam menjaga dan memantau lahan mereka secara efektif. Sebagian besar petani tidak dapat terus-menerus berada di lahan untuk mengawasi tanaman mereka dari serangan burung, yang menyebabkan banyak tanaman rusak tanpa terdeteksi tepat waktu. Kondisi ini tentu berdampak pada penurunan hasil panen dan kualitas padi.

Pengusiran burung secara tradisional biasanya dilakukan dengan mendatangi langsung area sawah, di mana petani memasang orang-orangan sawah untuk menakuti burung, atau memasang jaring agar burung tidak bisa masuk ke area tanaman. Namun, kelemahan dari metode ini adalah petani harus secara aktif berada di sawah dan mengoperasikan alat tersebut secara manual, yang membutuhkan tenaga dan waktu yang tidak sedikit (Yuhdi, Yuliania, & Sujono, 2023).

Sebagai solusi inovatif, teknologi modern dapat digunakan untuk menciptakan *scarecrow* otomatis yang lebih efektif dan efisien. Menurut Miles, inovasi adalah salah satu jenis dari "perubahan". Menurut (Kristiawan, 2018) secara umum, inovasi dapat didefinisikan sebagai perubahan yang dirancang secara sengaja, baru, dan spesifik untuk mencapai tujuan tertentu dengan lebih efektif. Inovasi dianggap lebih bermanfaat jika direncanakan dengan baik, bukan didapatkan secara kebetulan atau tanpa perencanaan yang matang. Inovasi ini menggabungkan perangkat elektronik dan energi terbarukan untuk menciptakan *scarecrow* yang mampu mendeteksi keberadaan hama secara *real-time* dan merespons dengan tindakan pencegahan yang lebih dinamis. Sistem *scarecrow* otomatis ini menggunakan *mikrokontroler* ESP32. Menurut (Nizam, Yuana, & Wulansari, 2022) ESP32 adalah *chip* yang sangat lengkap, dengan prosesor, penyimpanan, dan akses ke GPIO (*General Purpose Input Output*). ESP32 dapat berfungsi sebagai alternatif pengganti *Arduino*, dan memiliki kemampuan untuk langsung terhubung ke jaringan *Wi-Fi* selain itu *scarecrow* ini menggunakan sensor PIR, dan sensor ultrasonik untuk mendeteksi gerakan hama, seperti burung pipit dan

tikus. Setelah deteksi, sistem akan mengaktifkan *speaker* ultrasonik yang berfungsi untuk mengusir hama-hama tersebut tanpa membahayakan lingkungan.

Lebih lanjut, sistem ini didukung oleh sumber daya listrik berbasis tenaga surya, yang menjadikannya ramah lingkungan dan mandiri dalam hal energi. Menurut (Widayana, 2012) tenaga surya merujuk pada proses mengubah sinar matahari secara langsung menjadi panas atau energi listrik yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan. Dengan menggabungkan teknologi sensor dan tenaga surya, inovasi ini tidak hanya mengurangi ketergantungan pada *scarecrow* statis, tetapi juga menghadirkan solusi yang lebih berkelanjutan dan efektif dalam mengatasi hama pertanian.

Artikel ini akan mengulas secara rinci pengembangan, implementasi, serta hasil uji coba dari sistem *scarecrow* otomatis ini, dengan fokus pada efektivitasnya dalam mengurangi gangguan hama di lahan pertanian.

METODE PELAKSANAAN

Pengembangan dan implementasi sistem *scarecrow* otomatis ini melalui beberapa tahapan, yang meliputi perancangan, pengujian komponen, integrasi sistem, serta uji coba di lapangan. Metode pelaksanaan dapat dibagi menjadi lima tahap utama, yaitu:

1. Perancangan Sistem: Pada tahap awal, dilakukan perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Sistem *scarecrow* ini dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali. Sensor PIR (*Passive Infrared*) dan sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi pergerakan hama. Setelah pergerakan terdeteksi, sistem akan mengaktifkan *speaker* ultrasonik yang menghasilkan gelombang suara frekuensi tinggi, yang tidak terdengar oleh manusia tetapi mengganggu hama, sehingga hama tersebut menjauh dari lahan pertanian.
2. Penggunaan Energi Terbarukan: Untuk mendukung keberlanjutan sistem, *scarecrow* otomatis ini menggunakan tenaga surya sebagai sumber listrik utamanya. Panel surya dipasang untuk menangkap energi matahari dan menyimpan listrik di dalam baterai yang akan digunakan untuk menjalankan sistem. Penggunaan tenaga surya memastikan sistem dapat bekerja secara mandiri tanpa ketergantungan pada listrik jaringan, menjadikannya lebih efisien dan ramah lingkungan.
3. Integrasi Komponen Elektronik: Seluruh komponen seperti sensor PIR, sensor ultrasonik, *speaker* ultrasonik, serta panel surya diintegrasikan dengan mikrokontroler ESP32. Perangkat lunak yang berjalan pada ESP32 diprogram untuk menerima sinyal dari sensor dan mengendalikan *output* berupa *speaker* ultrasonik. Mode operasi sistem dapat diatur secara otomatis untuk mendeteksi hama di sekitar lahan. Penyesuaian sensitivitas sensor dan volume *output* ultrasonik dilakukan agar sesuai dengan kondisi di lapangan.
4. Pengujian Sistem: Sebelum dilakukan uji coba lapangan, pengujian sistem dilakukan di sawah tepatnya di RT 07 RW 06 untuk memastikan setiap komponen bekerja sesuai dengan fungsinya. Pengujian meliputi deteksi hama menggunakan sensor PIR dan ultrasonik, reaksi *speaker* ultrasonik, serta pemantauan kinerja panel

- surya dalam menghasilkan daya yang cukup untuk mengoperasikan sistem secara berkelanjutan.
5. Uji Coba Lapangan: Setelah pengujian selesai, sistem *scarecrow* otomatis dipasang di lokasi lahan pertanian yang sering mengalami gangguan hama. Uji coba lapangan dilakukan selama beberapa minggu untuk memantau efektivitas sistem dalam mengurangi gangguan hama. Selama uji coba, data mengenai frekuensi deteksi hama, durasi aktivitas sistem, dan kinerja panel surya dikumpulkan untuk dievaluasi lebih lanjut
 6. Evaluasi dan Penyempurnaan Sistem: Setelah tahap uji coba lapangan, dilakukan analisis terhadap hasil yang diperoleh untuk mengevaluasi efektivitas *scarecrow* otomatis ini. Jika ditemukan kelemahan dalam deteksi atau reaksi terhadap hama, penyempurnaan dilakukan, seperti penyesuaian sensitivitas sensor atau peningkatan daya ultrasonik yang dihasilkan. Data dari uji coba juga digunakan untuk menghitung efisiensi penggunaan energi dari panel surya dan performa sistem dalam berbagai kondisi cuaca.

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 1. Scarecrow ESP32

Proyek *scarecrow* pintar berbasis ESP32 ini berhasil diimplementasikan di lahan pertanian Desa Tegal Waru tepatnya di RT 07 RW 06. Uji coba di lapangan menunjukkan hasil yang signifikan dalam pengurangan gangguan hama burung pipit yang sering merusak tanaman petani.

Efektivitas Deteksi dan Pengusiran Hama

Selama periode uji coba, sistem *scarecrow* pintar menunjukkan kinerja yang sangat baik dalam mendeteksi kehadiran hama di sekitar area pertanian. Sistem *scarecrow* yang menggunakan kombinasi sensor PIR dan sensor ultrasonik berhasil mendeteksi kehadiran hama dengan akurasi yang tinggi. Sensor PIR, yang didesain untuk mendeteksi gerakan berdasarkan perubahan inframerah, yang idealnya untuk mendeteksi hewan yang mendekati tanaman (Nurfauzan, Ruslan, & Sunatang, 2023).

Sementara itu, sensor ultrasonik mampu mendeteksi pergerakan burung pipit yang mendekati tanaman. Respons otomatis dari sistem ini, yaitu aktivasi *speaker* ultrasonik yang memancarkan frekuensi tinggi, berhasil mengusir hama tanpa membahayakan lingkungan atau manusia.



Gambar 2. Sensor PIR



Gambar 3. Sensor Ultrasonik

Berdasarkan observasi, kerusakan tanaman akibat hama berkurang secara signifikan. Petani melaporkan bahwa tanaman mereka tidak lagi mengalami kerusakan besar seperti sebelumnya, dan *scarecrow* pintar terbukti lebih efektif dibandingkan *scarecrow* tradisional yang statis dan mudah diabaikan oleh hama.

Penggunaan Energi Terbarukan

Salah satu keunggulan utama dari *scarecrow* pintar ini adalah penggunaan panel surya sebagai sumber energi utama. Panel surya yang digunakan sebagai sumber

daya untuk *scarecrow* pintar ini menunjukkan kinerja yang sangat baik. Meskipun cuaca di Desa Tegal Waru terkadang mendung, baterai yang menyimpan daya dari panel surya mampu menjaga sistem tetap beroperasi selama 24 jam penuh tanpa interupsi. Panel surya tidak hanya membuat sistem ini mandiri dalam hal energi, tetapi juga mendukung konsep pertanian berkelanjutan. Penggunaan energi terbarukan mengurangi ketergantungan pada listrik jaringan, dan sekaligus menurunkan biaya operasional bagi para petani.



Gambar 4. Panel Surya

Keandalan dan Kemudahan Operasional

Scarecrow berbasis ESP32 ini dirancang dengan tiga mode operasi: *remote*, otomatis, dan aplikasi. Penggunaan mode otomatis yang memanfaatkan *input* dari sensor PIR dan ultrasonik memungkinkan sistem bekerja tanpa intervensi manusia, yang terbukti sangat efisien. Sementara itu, mode operasi *remote* yang dioperasikan melalui *remote* IR memberikan fleksibilitas tambahan bagi petani yang ingin mengendalikan sistem secara langsung. Aplikasi *mobile* berbasis Android juga memudahkan petani untuk memantau dan mengendalikan sistem dari jarak jauh. Uji coba terhadap tiga mode ini menunjukkan bahwa integrasi teknologi informasi dalam *scarecrow* pintar memberikan kemudahan dan efisiensi dalam pengoperasian sistem.



Gambar 5. Mode Operasi *Remote*



Gambar 6. Mode Operasi Otomatis



Gambar 7. Mode Operasi Aplikasi

Para petani yang menggunakan *scarecrow* pintar ini melaporkan kemudahan operasional yang signifikan. Mereka tidak lagi perlu khawatir untuk menjaga sistem secara manual setiap hari, karena mode otomatis sudah berfungsi dengan baik dan dapat diandalkan. Selain itu, aplikasi **mobile** memberikan kenyamanan tambahan, terutama bagi petani yang ingin memantau kondisi sistem dari rumah atau tempat lain yang jauh dari lahan.

Dampak Sosial dan Ekonomi

Implementasi *scarecrow* pintar ini membawa dampak positif terhadap kesejahteraan petani di Desa Tegal Waru. Dengan berkurangnya kerusakan tanaman akibat hama, hasil panen meningkat secara signifikan, yang pada gilirannya meningkatkan pendapatan petani. Selain itu, penggunaan *scarecrow* pintar ini mengurangi kebutuhan petani akan pestisida kimia yang biasanya digunakan untuk mengendalikan hama. Pengurangan penggunaan pestisida tidak hanya menghemat biaya, tetapi juga membantu menjaga kualitas tanah dan air di sekitar lahan pertanian, mendukung praktik pertanian berkelanjutan yang lebih ramah lingkungan.

Keberhasilan *scarecrow* pintar berbasis ESP32 dalam mengurangi kerusakan akibat hama di Desa Tegal Waru membuktikan efektivitas inovasi ini. Penggunaan teknologi sensor canggih seperti PIR dan ultrasonik, yang diintegrasikan dengan mikrokontroler ESP32, memberikan solusi yang efisien untuk masalah yang dihadapi petani. Selain itu, penggunaan tenaga surya menjadikan sistem ini berkelanjutan dan ramah lingkungan. Namun, masih ada ruang untuk peningkatan, terutama dalam hal peningkatan sensitivitas sensor dan penyesuaian frekuensi ultrasonik untuk berbagai jenis hama.

Pembahasan

Dari hasil implementasi tersebut, jelas bahwa *scarecrow* pintar berbasis ESP32 memberikan solusi yang lebih unggul dibandingkan dengan metode tradisional. Sistem ini efektif dalam mengusir hama dan memberikan keuntungan jangka panjang bagi petani, baik dari segi ekonomi maupun lingkungan. Keberhasilan sistem ini juga menunjukkan potensi besar untuk diadopsi di wilayah pertanian lain yang menghadapi masalah serupa.

Meski demikian, beberapa tantangan yang dihadapi selama uji coba adalah penyesuaian frekuensi ultrasonik yang lebih tepat untuk berbagai jenis hama, serta peningkatan sensitivitas sensor dalam mendeteksi pergerakan yang lebih halus. Penyesuaian ini akan menjadi bagian dari pengembangan lanjutan sistem, dengan harapan bahwa *scarecrow* pintar ini dapat terus ditingkatkan dan diadaptasi untuk berbagai jenis kondisi pertanian.

KESIMPULAN

Inovasi *scarecrow* pintar berbasis ESP32 yang diterapkan di Desa Tegal Waru membuktikan dirinya sebagai solusi yang efektif dan efisien dalam menghadapi masalah hama, khususnya burung pipit dan tikus, yang sering merusak tanaman petani. Dengan menggunakan kombinasi sensor PIR dan ultrasonik, sistem ini mampu mendeteksi kehadiran hama dengan cepat dan merespons secara otomatis melalui aktivasi *speaker* ultrasonik yang mengusir hama tanpa merusak lingkungan.

Keberhasilan sistem ini juga ditunjang oleh penggunaan energi terbarukan melalui panel surya, yang menjadikan *scarecrow* pintar beroperasi secara mandiri tanpa ketergantungan pada sumber energi konvensional. Ini tidak hanya mengurangi biaya operasional, tetapi juga mendukung keberlanjutan lingkungan di sektor pertanian.

Selain manfaat ekonomi dengan peningkatan hasil panen dan pengurangan penggunaan pestisida kimia, *scarecrow* pintar ini juga membawa dampak sosial yang positif bagi petani, memberikan mereka akses terhadap teknologi modern yang mudah dioperasikan dan meningkatkan efisiensi dalam pengendalian hama.

Kesimpulannya, *scarecrow* pintar berbasis ESP32 ini dapat menjadi inovasi yang bermanfaat bagi pertanian di berbagai wilayah, memberikan solusi yang berkelanjutan dan ramah lingkungan, serta mampu meningkatkan kesejahteraan petani secara signifikan. Dengan beberapa penyempurnaan pada sensitivitas sensor dan

penyesuaian frekuensi ultrasonik, sistem ini memiliki potensi besar untuk diadopsi secara lebih luas di masa depan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan selama proses pengembangan dan pelaksanaan inovasi *scarecrow* pintar berbasis ESP32 ini. Terima kasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada para petani di Desa Tegal Waru yang telah berpartisipasi dalam uji coba lapangan serta memberikan masukan yang berharga selama pelaksanaan proyek ini.

Kami juga mengucapkan terima kasih kepada Institut Agama Islam Sahid yang telah memberikan dukungan akademis dan fasilitas penelitian yang memadai. Selain itu, penghargaan khusus juga kami sampaikan kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama penyusunan laporan dan artikel ini.

Terakhir, kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, kami ucapkan terima kasih atas kontribusi dan kerja sama yang diberikan. Semoga hasil dari penelitian ini dapat bermanfaat bagi perkembangan teknologi pertanian dan meningkatkan kesejahteraan para petani.

REFERENSI

- Fikrman, Prayetni, E., & Pitriani. (2022). Pembangunan Pertanian Berkelanjutan Di Indonesia. *Jurnal Ilmu Pertanian, Peternakan, Perikanan dan Lingkungan*, 18-23.
- Kristiawan, M. (2018). *Inovasi Pendidikan*,. Ponogoro: Wade Group.
- Manopo, M., Rante, C. S., Engka, R. A., & Ogle, T. B. (2021). Jenis Dan Populasi Serangga Hama Pada Pertanaman Padi Sawah (*Oryza sativa* L.) Di Desa Mogoyunggung Kecamatan Dumoga Timur Kabupaten Bolaang Mongondow. *JURNAL AGROEKOTEKNOLOGI TERAPAN* , 53-62.
- Nizam, M., Yuana, H., & Wulansari, Z. (2022). Mikrokontroler Esp 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 767-772.
- Nurfauzan, A., Ruslan, & Sunatang. (2023). Pengembangan Alat Pengusir Hama Tikus di Lahan Persawahan Menggunakan Sensor PIR dan Penguatan Ultrasonik untuk Petani. *INTEC Journal : Information Technology Education Journal* , 12-19.
- Widayana, G. (2012). Pemanfaatan Energi Surya. *JPTK, UNDIKSHA*, 37-46.

Yuhdi, M. H., Yuliana, A. I., & Sujono. (2023). Rancang Bangun Alat Pengusir Hama Burung Pipit Pada Tanaman Padi Sawah . *Exact Papers in Compilation*, 40-61.