

IMPLEMENTASI SISTEM PENGUSIR HAMA OTOMATIS MENGGUNAKAN SOLAR CELL DAN OUTPUT AUDIO PADA AREA TAMBAK UDANG

Ridho Kasdanov Arga*), Yohannes C.H.Y, Agus Riyanto,

Program Studi Teknologi Rekayasa Sistem Elektronika, Politeknik Negeri Pontianak,
Pontianak, Indonesia

E-mail: ridhokasdanov11@gmail.com

Abstrak

Hama merupakan salah satu faktor utama yang menurunkan produktivitas pertanian. Metode pengusiran hama secara manual memiliki keterbatasan dari segi efektivitas dan kebutuhan tenaga manusia. Penelitian ini bertujuan merancang sistem pengusir hama otomatis berbasis energi surya dengan keluaran audio sebagai media pengusiran. Sistem memanfaatkan panel surya sebagai sumber energi yang disimpan pada baterai 12 V melalui solar charge controller. Pengendalian sistem menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dengan dukungan sensor Light Dependent Resistor (LDR) dan Passive Infrared (PIR). Sensor LDR digunakan untuk membedakan kondisi siang dan malam sehingga sistem aktif saat cahaya rendah, sedangkan sensor PIR mendeteksi pergerakan hama. Ketika pergerakan terdeteksi, mikrokontroler mengaktifkan DF Player Mini untuk memutar file audio melalui speaker. Sistem dipasang pada rangka besi setinggi 1,8 meter untuk mendukung penempatan panel surya dan modul elektronik. Hasil pengujian menunjukkan pengisian baterai berjalan baik, sensor bekerja konsisten, dan audio dapat diputar stabil. Sistem ini mampu beroperasi mandiri, efisien, serta berpotensi menjadi solusi.

Kata kunci : Pengusir hama otomatis, panel surya, Arduino Uno, sensor PIR, sensor LDR, DF Player Mini

Abstract

Pests are one of the main factors that reduce agricultural productivity. Manual pest control methods still have limitations in terms of effectiveness and the need for human labor. Therefore, this study aims to design an automatic pest repellent system powered by solar energy with audio output as the repellent medium. The system utilizes a solar panel as the main energy source, which is stored in a 12 V battery through a solar charge controller. System control is carried out using an Arduino Uno microcontroller supported by a Light Dependent Resistor (LDR) sensor and a Passive Infrared (PIR) sensor. The LDR sensor is used to distinguish between day and night conditions so that the system only activates in low-light conditions, while the PIR sensor detects pest movement in the monitored area. When movement is detected, the microcontroller activates the DF Player Mini module to play an audio file through a speaker. The system is mounted on an iron frame with a height of 1.8 meters to support the installation of the solar panel and electronic modules. Testing results show that the battery charging process works properly, the sensors operate consistently, and the audio playback remains stable. Overall, the system can operate independently, efficiently, and has the potential to be applied as an alternative solution for pest control in agricultural environments.

Keywords :, automatic pest repellent, solar energy, Arduino Uno, PIR sensor, LDR sensor, DF Player Mini.

1. Pendahuluan

Daerah Kalimantan Barat merupakan salah satu daerah perairan dan lahan yang cukup luas untuk budidaya tambak udang. Sektor budidaya udang memberikan kontribusi signifikan terhadap perekonomian nasional, baik dari segi produksi maupun ekspor. Namun, keberhasilan budidaya udang di tambak sering kali menghadapi berbagai masalah, salah satunya adalah serangan hama yang dapat menyebabkan kerugian ekonomi yang cukup besar bagi para petambak. (Minapoli, 2025).

Hama-hama seperti burung dan berang-berang maupun predator daratan lainnya merupakan ancaman serius bagi kelangsungan hidup udang di tambak. Serangan hama ini tidak hanya mengurangi populasi udang secara langsung, tetapi juga dapat menyebabkan stres pada udang yang berdampak pada pertumbuhan dan kualitas udang yang dihasilkan. (Minapoli, 2025).

Metode konvensional yang selama ini digunakan untuk mengusir hama umumnya masih mengandalkan tenaga manusia, seperti penjagaan manual, penggunaan jaring, atau pemasangan alat pengusir sederhana. Namun, metode-metode tersebut memiliki keterbatasan, antara lain memerlukan biaya operasional yang tinggi untuk tenaga kerja, efektivitas yang terbatas karena tidak dapat beroperasi 24 jam secara konsisten, dan ketergantungan pada ketersediaan listrik dari PLN yang tidak selalu stabil di daerah pedesaan tempat tambak udang umumnya berada.

Beberapa penelitian tentang solusi dari permasalahan ini adalah dengan cara membuat alat pengusir burung berbasis panel. Panel surya merupakan suatu alat yang dapat mengkonversi sinar matahari menjadi energi listrik (Asfani et al., 2022). Selain panel surya, pengendalian hama juga dapat dilakukan dengan metode pengasapan modern (Sulistyorini et al., 2020), metode pembasmi otomatis berbasis solar cell (Asfani et al., 2022), menggunakan metode sensor PIR berbasis android (Lintar Balle et al., 2021), berbasis Arduino (Adhitya, 2018), gelombang ultrasonik (Iqbal & Rahayu, 2022) dan berbasis internet of things (Satria et al., 2021).

1.1. Arduino Uno

Arduino Uno adalah salah satu papan mikrokontroler yang paling populer digunakan untuk membuat berbagai proyek elektronik dan otomatisasi. Simulasi Cara Kerja Arduino Uno pada Sistem Pengusir Hama Otomatis

1. Sensor PIR (*Passive Infrared*) Mendeteksi Gerakan
 - a) Sensor PIR mendeteksi pergerakan hama (misalnya burung).
 - b) Jika gerakan terdeteksi, sensor akan mengirim sinyal digital (HIGH) ke pin input Arduino Uno.
2. Arduino Menerima Sinyal dari PIR
 - a) Arduino membaca sinyal tersebut dan memprosesnya sesuai program yang sudah diunggah.
 - b) Jika input HIGH dari PIR diterima, Arduino akan memicu dua aksi:
 - c) Mengaktifkan DFPlayer Mini untuk memutar suara (suara keras atau suara pemangsa, tergantung isi file audio).
 - d) Mengaktifkan modul relay untuk menyalakan speaker aktif agar audio bisa terdengar keras.
3. DFPlayer Mini dan Speaker Aktif Menghasilkan Suara
 - a) DFPlayer Mini memutar file audio dari microSD card.
 - b) Modul relay menghubungkan arus ke speaker aktif 12V agar suara bisa diputar dengan keras dan mengusir hama.
4. Sumber Daya dari Solar Cell dan Baterai
 - a) Solar cell mengisi baterai 12V melalui solar charge controller.
 - b) Baterai ini menyuplai daya ke semua komponen: Arduino, sensor, relay, dan speaker.



Gambar 1. Mikrokontroler Arduino Uno

1.2. Sensor PIR

Sensor PIR bekerja dengan mendeteksi perubahan radiasi inframerah yang dipancarkan oleh objek. Sensor ini terutama digunakan untuk mendeteksi gerakan, karena tubuh manusia atau hewan memancarkan radiasi inframerah pada suhu tubuh.

Fungsi dan Cara Kerja Sensor PIR sebagai berikut :

1. Sensor PIR mendeteksi pergerakan objek (biasanya hewan seperti burung atau binatang liar) berdasarkan perubahan panas inframerah yang dipancarkan oleh tubuh mereka.
2. Ketika sensor PIR mendeteksi gerakan, maka sensor akan mengirimkan sinyal ke mikrokontroler Arduino Uno.



Gambar 2. Sensor PIR

1.3. Solar Charge Controller

Solar *charge controller* adalah perangkat elektronik yang mengatur aliran listrik dari panel surya ke baterai dan dari baterai ke beban. Perangkat ini berfungsi sebagai jembatan pengatur yang penting dalam sistem tenaga surya.

Fungsi Utama Solar *Charge Controller*

1. Mengatur Pengisian Baterai: Controller mencegah baterai dari pengisian berlebih (*overcharging*) dengan memutus aliran listrik ke baterai saat sudah penuh.
2. Mencegah Pengosongan Baterai: Melindungi baterai dari pengosongan berlebih (*over-discharging*) dengan memutus aliran listrik dari baterai ke beban saat tegangan baterai terlalu rendah.
3. Mencegah Arus Balik: Mencegah listrik dari baterai mengalir kembali ke panel surya pada malam hari.
4. Menyesuaikan Tegangan: Menstabilkan tegangan dari panel surya agar sesuai dengan tegangan baterai.
5. Monitoring Sistem: Beberapa controller modern dilengkapi dengan tampilan untuk memonitor status pengisian, konsumsi energi, dan kondisi baterai.



Gambar 3. Solar Charge Controller PWM Panel Tenaga Surya
60A/12V- 24V

1.4. Solar Cell

Solar cell atau sel surya adalah perangkat yang mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik melalui proses yang disebut efek fotovoltaiik. Berikut penjelasan cara kerja solar cell:

1. Bahan Penyusun

Solar cell biasanya terbuat dari bahan semikonduktor, seperti silikon (Si). Di dalam sel surya terdapat dua lapisan semikonduktor:

a. Lapisan tipe-N (mengandung kelebihan elektron)

Lapisan tipe-P (mengandung kekurangan elektron)

Di antara keduanya terbentuk junction P-N, yaitu area tempat bertemunya kedua tipe tersebut.

Penyerapan Cahaya

Saat cahaya matahari (yang terdiri dari partikel cahaya bernama foton) mengenai permukaan solar cell, energi dari foton diserap oleh semikonduktor.

Pemisahan Muatan

Energi dari foton akan "menendang" elektron dari tempatnya di atom, sehingga elektron bebas dan bergerak. Lubang (tempat kosong akibat elektron yang berpindah) juga terbentuk. Karena adanya medan listrik di junction P-N, elektron terdorong ke lapisan tipe-N dan lubang ke lapisan tipe-P, menciptakan aliran muatan.

Pembentukan Arus Listrik

Ketika lapisan-lapisan ini dihubungkan dengan rangkaian eksternal, elektron mengalir melalui rangkaian dari lapisan N ke P, inilah arus listrik yang bisa digunakan untuk menyalakan alat elektronik.



Gambar 4. Solar Cell

1.5. DF Player Mini

DFPlayer Mini adalah modul pemutar audio MP3 kecil yang sering digunakan dalam proyek mikrokontroler (seperti Arduino, ESP32, dsb). Modul ini untuk memutar file audio (MP3/WAV) dari microSD card secara mandiri tanpa perlu perangkat tambahan.

Cara Kerja DFPlayer Mini sebagai berikut:

1. Persiapan File Audio

- a. File audio (format MP3 atau WAV) disimpan di dalam microSD card.
- b. File diberi nama sesuai aturan tertentu atau dimasukkan ke folder agar bisa dipanggil langsung.
- c. File suara audio nya di peroleh dari download mp3.

2. Koneksi ke Mikrokontroler

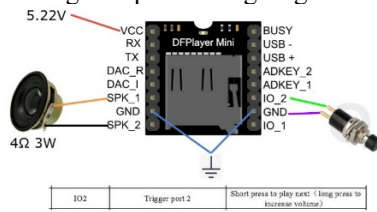
- a. DFPlayer Mini terhubung ke mikrokontroler melalui pin RX dan TX (serial communication/UART).
- b. Mikrokontroler mengirim perintah serial untuk mengendalikan pemutaran audio, seperti play track nomor 1, set volume 20, pause, dll.

3. Pemrosesan Perintah dan Pemutaran

- a. DFPlayer Mini menerima perintah serial dari mikrokontroler.
- b. Modul membaca file audio dari microSD card sesuai perintah.
- c. Audio didekode (decode) di dalam modul dan keluar ke speaker melalui amplifier internal.

4. Output Suara

- a. Suara yang sudah didekode akan keluar ke pin speaker
- b. Bisa hubungkan speaker langsung ke DFPlayer Mini.



Gambar 5. DF Player Mini

1.6. Speaker

Speaker adalah perangkat audio yang mengubah sinyal listrik menjadi gelombang suara. Speaker ini biasanya digunakan dalam sistem audio mobil, speaker aktif, atau perangkat elektronik portabel. Cara Kerja Speaker sebagai berikut: Sinyal listrik yang berasal dari amplifier atau sumber audio dialirkan menuju kumparan suara yang terletak dalam medan magnet dari magnet permanen. Ketika arus listrik melewati kumparan, terbentuk gaya elektromagnetik yang membuat kumparan beserta diafragma bergerak maju dan mundur. Gerakan ini kemudian mendorong udara di sekitarnya sehingga tercipta gelombang suara yang dapat didengar. Besar kecilnya tegangan serta arus listrik pada sinyal audio akan menentukan frekuensi dan amplitudo suara, yang selanjutnya memengaruhi volume bunyi yang dihasilkan.



Gambar 6. Speaker

2. Metode

2.1. Diagram Alir Penelitian

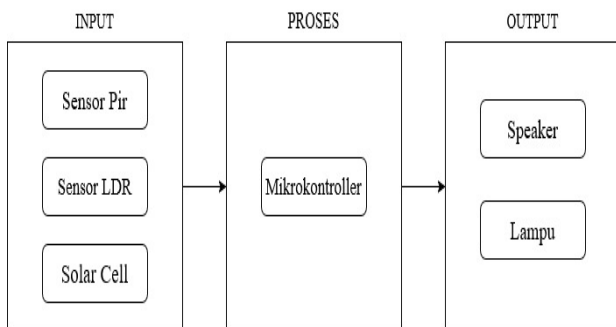


Gambar 6. Diagram Alir Penelitian

Penelitian tugas akhir ini dilakukan melalui beberapa tahapan yang dirancang secara sistematis agar proses penelitian berjalan lebih terstruktur, terarah, dan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Alur tahapan penelitian ini dapat dilihat secara visual pada Gambar 6.

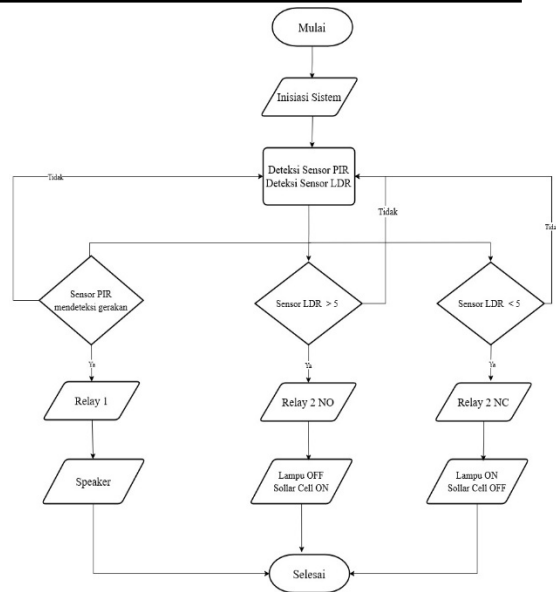
2.2. Diagram Blok Sistem

Blok diagram sistem pada penelitian ini disusun untuk menggambarkan hubungan antar komponen utama secara terstruktur dalam prototipe monitoring dan pendinginan



Gambar 7. Diagram Blok Sistem

2.3. Diagram Alir Sistem

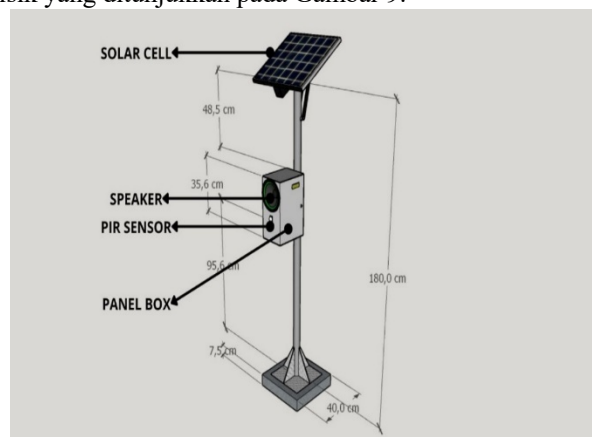


Gambar 8. Diagram Alir Sistem

Diagram alir sistem pada penelitian ini disusun untuk menggambarkan alur proses kerja secara sistematis dan terstruktur dari sistem yang dikembangkan. Diagram ini menjelaskan tahapan-tahapan utama mulai dari input yang diterima oleh sistem, proses pengolahan data, hingga keluaran yang dihasilkan. Setiap komponen dan relasi antar proses digambarkan pada Gambar 8. visual untuk memudahkan pemahaman terhadap logika kerja sistem.

2.4. Perancangan Prototipe

Desain prototipe digunakan software sketchup, mencakup desain rangka, kotak kendali, sistem dirancang sesuai kebutuhan sistem. Proses perancangan mencakup penempatan komponen, dimensi, serta perakitan prototipe fisik yang ditunjukkan pada Gambar 9.



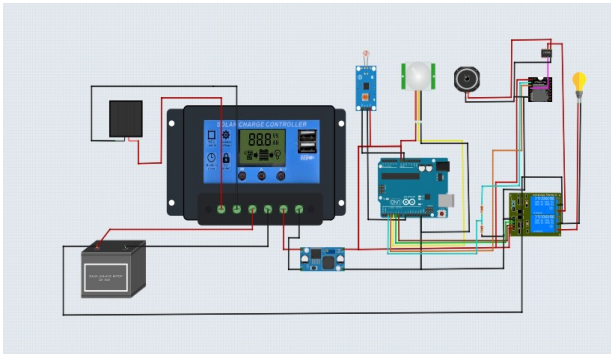
Gambar 9. Desain Rancangan Prototipe

2.5 Wiring

Bagian rancangan pada gambar 10 adalah instalasi antar komponen antara lain :

Solar cell, baterai 12v, solar charge controller, arduino uno, sensor PIR, DF Player mini, relay, speaker dan step down

converter.



Gambar 10. Wiring

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengujian Charge Controller

Pengujian *solar charge controller* (SCC) dilakukan untuk mengetahui kemampuan SCC dalam mengelola energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya, khususnya dalam proses pengisian baterai, menjaga kestabilan dan keamanan tegangan baterai, serta menyuplai daya secara kontinu ke sistem pengusir hama otomatis. Pengujian dilakukan pada kondisi cuaca cerah dengan rentang waktu pagi hingga sore hari. Parameter yang diamati meliputi tegangan panel surya, arus pengisian, tegangan baterai, serta status kerja SCC. Pengukuran dilakukan menggunakan multimeter digital yang dihubungkan pada terminal panel, baterai, dan output beban SCC.

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Solar Charge Controller (SSC)

Waktu	Tegangan Panel (V)	Arus (A)	Tegangan Baterai (V)	Status SCC
09.00	17,8	1,25	12,3	Charging
10.00	18,4	1,60	12,6	Charging
11.00	19,1	1,85	12,9	Charging
12.00	19,4	2,10	13,2	Charging

Waktu	Tegangan Panel (V)	Arus (A)	Tegangan Baterai (V)	Status SCC
13.00	19,2	1,90	13,5	Charging
14.00	18,6	1,40	13,8	Full
15.00	17,9	0,80	13,8	Full
16.00	17,1	0,30	13,7	Load ON

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 1, solar charge controller mampu mengatur proses pengisian baterai 12 V dengan baik pada berbagai kondisi cuaca. Pada pukul 13.00 cuaca cerah berawan sehingga tegangan panel sebesar 18,4 V dengan arus pengisian 1,55 A. Saat kondisi mendung pada pukul 14.00, tegangan panel turun menjadi 15,2 V dan arus pengisian menurun menjadi 0,70 A akibat berkurangnya intensitas cahaya matahari. Pada pukul 15.00 cuaca kembali cerah sehingga tegangan dan arus meningkat. Sedangkan pada pukul 16.00 intensitas cahaya matahari mulai menurun sehingga arus pengisian ikut berkurang.

Tabel 2. Hasil Pengujian Solar Charge Controller (SSC) Hari Kedua

Waktu	Tegangan Panel (V)	Arus (A)	Tegangan Baterai (V)	Status SCC
09.00	16,8	1,23	12,3	Charging
10.00	18,4	1,60	12,6	Charging
11.00	19,8	1,8	12,8	Charging
12.00	19,4	2,13	13,7	Charging
13.00 (Berawan)	18,6	1,44	13	Charging
14.00 (Mendung)	15,2	0,78	12,2	Charging
15.00	17,1	0,77	12,4	Charging
16.00	16,4	0,30	13,2	Load On

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 2 dapat diketahui bahwa solar charge controller mampu mengatur proses pengisian baterai 12 V dengan baik pada berbagai kondisi cuaca dan intensitas cahaya matahari. Pada pagi hari pukul 09.00–12.00, tegangan panel surya meningkat dari 16,8 V menjadi 19,4 V seiring meningkatnya intensitas cahaya matahari. Arus pengisian juga mengalami peningkatan hingga mencapai nilai maksimum sebesar 2,10 A pada pukul 12.00, sehingga tegangan baterai naik dari 12,3 V menjadi 13,2 V.

Pada pukul 13.00 kondisi cuaca berawan menyebabkan arus pengisian menurun menjadi 1,44 A meskipun tegangan panel masih berada pada 18,6 V. Selanjutnya pada pukul 14.00 saat cuaca mendung, tegangan panel turun menjadi 15,2 V dan arus pengisian menurun cukup signifikan menjadi 0,78 A akibat berkurangnya intensitas cahaya matahari. Pada sore hari pukul 15.00–16.00, tegangan dan arus kembali menurun karena intensitas cahaya matahari semakin rendah. Pada pukul 16.00, status SCC berubah menjadi Load On dengan arus pengisian sebesar 0,30 A dan tegangan baterai berada pada 13,2 V. Hal ini menunjukkan bahwa sistem masih dapat bekerja dengan baik meskipun kondisi cuaca berubah-ubah.

3.2. Pengujian Sensor PIR

Pengujian sensor Passive Infrared (PIR) dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor dalam mendeteksi adanya pergerakan objek di area pengawasan. Sensor PIR pada sistem ini berfungsi sebagai pemicu utama keluaran audio pada sistem pengusir hama otomatis ketika terdeteksi adanya gerakan.

Pengujian dilakukan dengan menggerakkan objek di depan sensor PIR pada beberapa variasi jarak. Output sensor PIR diamati melalui pembacaan sinyal digital HIGH atau LOW pada pin input mikrokontroler. Status keluaran sistem diamati berdasarkan aktif atau tidaknya modul audio sebagai respon terhadap sinyal dari sensor PIR. Pengujian dilakukan pada kondisi lingkungan gelap agar sesuai dengan kondisi kerja sistem.

Tabel 2.1 Pengujian Sensor PIR

Jarak Objek (m)	Kondisi Objek	Output PIR	Kondisi Audio
0,5	Ada Gerakan	HIGH	Hidup
1,0	Ada Gerakan	HIGH	Hidup
2,0	Ada Gerakan	HIGH	Hidup
3,0	Ada Gerakan	HIGH	Hidup
4,0	Ada Gerakan	LOW	Mati
2,0	Tidak Ada Gerakan	LOW	Mati

3.3. Pengujian DF Player Mini

Pengujian dilakukan dengan mengaktifkan sensor PIR sehingga mikrokontroler memberikan perintah pemutaran audio kepada DF Player Mini. Modul DF Player Mini disuplai dengan tegangan 5 V dari rangkaian step-down converter yang bersumber dari baterai 12 V. File audio yang digunakan hanya satu file, yaitu **0001.mp3**, dan level volume diset tetap pada nilai **30** sesuai dengan program yang digunakan. Durasi pemutaran audio diatur selama **20 detik**, setelah itu audio akan berhenti secara otomatis.

Tabel 2. Pengujian DF Player Mini

Percobaan	File Audio	Tegangan Kerja (V)	Level Volume	Durasi Putar (detik)	Status Audio
1	0001.mp3	5,01	30	20	Berhasil
2	0001.mp3	5,00	30	20	Berhasil
3	0001.mp3	4,99	30	20	Berhasil

3.4. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian dilakukan dengan mengoperasikan sistem pada kondisi lingkungan nyata dengan variasi siang dan malam. Sistem diuji pada beberapa skenario, yaitu siang tanpa gerakan, malam tanpa gerakan, dan malam dengan gerakan. Parameter yang diamati meliputi status sistem berdasarkan sensor LDR, respon sensor PIR terhadap gerakan, keluaran audio dari DF Player Mini, serta kestabilan suplai daya dari panel surya dan baterai selama pengujian.

Tabel 3. Hasil Pengujian Sistem

Kondisi Pengujian	Output LDR	Output PIR	Kondisi Audio	Status Sistem
Siang, tanpa gerakan	HIGH	LOW	Mati	Tidak Aktif
Siang, ada gerakan	HIGH	HIGH	Mati	Tidak Aktif
Malam, tanpa gerakan	LOW	LOW	Mati	Aktif
Malam, ada gerakan	LOW	HIGH	Hidup	Aktif
Malam, gerakan berulang	LOW	HIGH	Hidup	Aktif

sistem. Sensor LDR juga bekerja dengan baik dalam membedakan kondisi siang dan malam, dimana sistem hanya aktif pada kondisi cahaya rendah. Sensor PIR mampu mendeteksi pergerakan objek pada jarak tertentu dan memberikan sinyal ke mikrokontroler untuk mengaktifkan modul DF Player Mini sehingga audio pengusir hama dapat diputar melalui speaker. Pada pengujian keseluruhan sistem, ketika kondisi malam hari dan terdeteksi adanya gerakan, sistem dapat merespon dengan memutar audio secara otomatis, sedangkan pada kondisi siang hari sistem tetap tidak aktif. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh komponen pada sistem dapat bekerja secara terintegrasi dan mendukung kinerja sistem secara optimal.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, realisasi, pengujian, dan yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem pengusir hama otomatis berhasil direalisasikan dan dapat beroperasi secara mandiri dengan memanfaatkan energi surya sebagai sumber daya utama. Panel surya, *solar charge controller*, dan baterai 12 V mampu menyediakan suplai daya yang stabil bagi seluruh rangkaian sistem.
2. *Solar charge controller* mampu mengelola proses pengisian baterai dengan baik, ditunjukkan oleh tegangan pengisian baterai yang berada pada kisaran aman sesuai spesifikasi baterai 12 V, serta mampu menjaga kestabilan suplai daya ke sistem pada berbagai kondisi intensitas cahaya matahari.
3. Sensor LDR digital mampu mendeteksi kondisi cahaya lingkungan secara akurat dan konsisten, sehingga sistem hanya aktif pada kondisi cahaya rendah atau malam hari sesuai dengan perancangan.
4. Sensor PIR mampu mendeteksi pergerakan objek dengan baik pada jarak efektif hingga 3 meter. Sensor ini berfungsi optimal sebagai pemicu utama keluaran audio ketika terdeteksi adanya pergerakan di area pengawasan.
5. Modul DF Player Mini berhasil memutar file audio dengan volume maksimum secara stabil sebagai media pengusir hama. Pemutaran audio berjalan sesuai dengan durasi yang telah ditentukan dalam program tanpa mengalami kegagalan atau keterlambatan respon.

4.1 Analisa

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, sistem pengusir hama otomatis berbasis energi surya dapat bekerja sesuai dengan perancangan. Solar charge controller mampu mengelola proses pengisian baterai dari panel surya dengan baik sehingga tegangan baterai tetap berada pada rentang aman untuk menyuplai kebutuhan

Referensi

- [1]. [1] Adhitya, N. I. (2018). Prototipe alat pengusir hama burung pemakan padi di sawah berbasis Arduino Uno. *Jurnal Elektronika Pendidikan Teknik Elektronika*, 7(3), 67–78.
- [2] Ahmad Nurfauzan, Ruslan, dan Sanatang. (2023). “Pengembangan Alat Pengusir Hama Tikus Di Lahan Persawahan Menggunakan Sensor Pir Dan Penguatan Ultrasonik Untuk Petani.” *Information Technology Education Journal* 2(3):12–19. doi: 10.59562/intec.v2i3.476.
- [3] Agustin, N. S., Joni, K., Rahmawati, D., & Saputro, A. K. (2021). Rancang bangun alat pengusir hama burung pada tanaman padi berbasis mikrokontroler. *Procedia of Engineering and Life Science*, 1(1), 1–8.
- [4] Alfriadi, Andri, Agus Ganda Permana, dan Dadan Nur Ramadan. (2018). “Perancangan Dan Implementasi Orang-Orangan Sawah Pengusir Hama Menggunakan Pir Dan Mikrokontroler.” *eProceedings of Applied Science* 4(3):1–7.
- [5] Asfani, Dimas Anton, I. Gusti Ngurah Satriyadi Hernanda, dan I. Made Yulistya Negara. (2022). “Alat Pembasmi Hama Otomatis Berbasis Solar Cell di Desa Pranggang, Kabupaten Kediri.” *Sewagati* 6(3):1–8. doi: 10.12962/j26139960.v6i3.138.
- [6] Asfani, D. A., Hernanda, I. G. N. S., & Widodo, A. (2022). Rancang bangun alat pembasmi hama otomatis berbasis solar cell. *Sewagati: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 6(2), 154–160.
- [7] Prayitno, Rudi. (2025). “Implementasi Alat Pengusir Burung Menggunakan Metode Suara Otomatis dan Solar Cell (Studi Kasus: Persawahan Darurruhama Kota Palembang).” 18(I). doi: 10.5281/zenodo.15052381.
- [8] Titi Andriani, Syamsul Bahri, Arjuna Satriawansyah (2023). Alat Pengusir Hama Burung pada Tanaman Padi Menggunakan Proteksi Ganda dengan Memanfaatkan Sinar Matahari Sebagai Sumber Energi Listrik. *Dielektrika-Department of Electrical Engineering University of Mataram* Vol. 10, No

