

Rancang Bangun Alat Pengusir Hama Tenaga Surya Menggunakan Sinar *Ultraviolet* dan Suara pada Pertanian Padi

Rancang Bangun Alat Pengusir Hama Tenaga Surya Menggunakan Sinar *Ultraviolet* dan Suara pada Pertanian Padi

Kevin Gilang Martikha

D4 Teknik Listrik, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya
kevin.19023@mhs.unesa.ac.id

Aditya Chandra Hermawan, Widi Aribowo, Reza Rahmadian

D4 Teknik Listrik, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya
adityahermawan@unesa.ac.id, widiaribowo@unesa.ac.id,
rezarahmadian@unesa.ac.id

Abstrak

Alat pengusir hama yang aman dan ramah lingkungan untuk mengatasi masalah hama pada pertanian padi agar dapat membantu para petani untuk mengurangi biaya produksi. Salah satu teknologi yang dapat digunakan adalah perangkap hama serangga menggunakan sinar ultra violet dan pengusir hama burung menggunakan suara yang terbukti efektif dalam mengusir serangga hama pada tanaman padi. Selain itu, penggunaan alat ini dapat membantu dalam pelestarian lingkungan karena tidak menggunakan pestisida kimia. Pembangkit listrik tenaga surya dipilih sebagai sumber energi karena ramah lingkungan dan dapat diandalkan di daerah terpencil yang sulit dijangkau oleh listrik dari jaringan PLN serta dapat menghemat jumlah pengeluaran yang dikeluarkan oleh para petani. Dan salah satu cara untuk mengurangi penggunaan energi listrik yang berasal dari energi tak terbarukan dengan memanfaatkan energi terbarukan yaitu PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya), yang memanfaatkan sinar matahari untuk menghasilkan listrik.

Kata Kunci: PLTS, pengusir hama, serangga, burung, pertanian.

Abstract

A safe and environmentally friendly pest repellent tool to overcome pest problems in rice farming to help farmers reduce production costs. One technology that can be used is insect pest traps using ultra violet light and bird pest repellents using sound which have been proven to be effective in repelling insect pests in rice plants. In addition, using this tool can help in preserving the environment because it does not use chemical pesticides. Solar power plants were chosen as an energy source because they are environmentally friendly and reliable in remote areas where electricity from the PLN network is difficult to reach and can save the amount of expenses incurred by farmers. And one way to reduce the use of electrical energy that comes from non-renewable energy is by using renewable energy, namely PLTS, which uses sunlight to produce electricity.

Keywords: PLTS, pest repellent, insects, birds, agriculture.

PENDAHULUAN

Pertanian sawah padi adalah sektor yang sangat penting dalam pembangunan pertanian di Indonesia sekaligus merupakan penyedia pangan khususnya bagi masyarakat Indonesia. Namun, keberhasilan produksi pertanian seringkali terganggu oleh serangan hama serangga dan burung yang merusak tanaman padi yang menyebabkan hasil panen menurun dan tidak berkualitas (Putri & Saputra, 2022).

Oleh karena itu, diperlukan alat pengusir hama yang aman dan ramah lingkungan untuk mengatasi masalah ini agar dapat membantu para petani untuk mengurangi biaya produksi. Salah satu teknologi yang dapat digunakan adalah perangkap hama serangga menggunakan sinar UV (*ultraviolet*) dan pengusir hama

burung menggunakan suara yang terbukti efektif dalam mengusir hama pada tanaman padi. Selain itu, penggunaan alat ini dapat membantu dalam pelestarian lingkungan karena tidak menggunakan pestisida kimia (Alamsyah & Nurhilal, 2017).

Pembangkit listrik tenaga surya dipilih sebagai sumber energi karena ramah lingkungan dan dapat diandalkan di daerah terpencil yang sulit dijangkau oleh listrik dari jaringan PLN serta dapat menghemat jumlah pengeluaran yang dikeluarkan oleh para petani. Dan salah satu cara untuk mengurangi penggunaan energi listrik yang berasal dari energi tak terbarukan dengan memanfaatkan energi terbarukan yaitu PLTS, yang memanfaatkan sinar matahari untuk menghasilkan listrik (Ramadhani, 2018).

METODE

Berikut adalah penjelasan alur penelitian dalam penyusunan Jurnal yang berjudul "Rancang Bangun Alat Pengusir Hama Tenaga Surya Menggunakan Sinar Ultraviolet dan Suara pada Pertanian Padi".

Langkah pertama mempelajari literatur terkait penelitian yang dikerjakan tentang alat pengusir hama bertenaga PLTS dan menghitung kebutuhan alat dan bahan serta daya dari PLTS. Selanjutnya merancang alat sesuai dengan perencanaan alat pengusir hama bertenaga surya, setelah alat sudah siap untuk diuji dan apabila alat tidak sesuai dengan perencanaan maka kembali ke tahap analisa kebutuhan dan perhitungan alat dan bahan. Kemudian pengambilan data dengan melakukan pengujian pada alat dan setelah itu menganalisis hasil dari percobaan yang telah dilakukan. Yang terakhir menarik kesimpulan dan evaluasi dari hasil data untuk mendapatkan saran dan masukan untuk peneliti selanjutnya. Berikut adalah gambar diagram alur penelitian.

Perhitungan Teoritis

Perhitungan teoritis yang dibutuhkan untuk penyusunan penelitian ini dalam menentukan kebutuhan dan kapasitas komponen yang dibutuhkan dalam perancangan alat pengusir hama bertenaga surya, berikut merupakan cara menentukan kebutuhan dan kapasitas komponen dari PLTS.



Gambar 1 Diagram Alur Penelitian

Kebutuhan Daya

Dalam perhitungan menentukan watt daya yang

digunakan alat pengusir hama yang bersumber dari panel surya dalam pemakaian 1 hari, hasil perhitungan ini adalah satuan watt jam per hari (Hasan, 2012). Daya pemakaian sebagai berikut :

$$Wh = P \times h \tag{1}$$

Keterangan :

Wh = Daya pemakaian

P = Daya beban yang di pakai

h = Lama pemakaian

Beban daya yang di pakai Lampu UV yang digunakan sebagai perangkat hama serangga memiliki daya 5 Watt untuk pemakaian selama 12 jam sehingga memiliki total beban yaitu 60 Wh. Buzzer yang digunakan untuk pengusir hama burung memiliki daya 1 Watt untuk diasumsikan pemakaian selama 12 jam sehingga memiliki total beban yaitu 12 Wh. 12 Wh dikali 2 sebanyak jumlah buzzer yang digunakan dalam alat pengusir hama yaitu 24 Wh. Jumlah total daya yang di gunakan dalam 1 hari adalah 84 Wh. PIR (*Passive Infra Red*) yang digunakan untuk mendeteksi hama burung memiliki daya 1 Watt untuk diasumsikan pemakaian selama 12 jam sehingga memiliki total beban yaitu 12 Wh. 12 Wh dikali dengan jumlah PIR yaitu 4 adalah 48 Wh. Jumlah total daya yang di gunakan dalam 1 hari adalah 132 Wh.

Kapasitas Baterai

Pada saat penggunaan Baterai pada PLTS perlu memperhatikan dari segi kapasitas dan efisiensi baterai tersebut agar memperoleh hasil yang maksimal dan kondisi baterai tetap terjaga (Naim, 2020). Kapasitas baterai dapat dihitung sebagai berikut :

$$Ah = Wh/V \tag{2}$$

$$Cb = \frac{Ah \times \text{hari Otonomi}}{DOD} \tag{3}$$

Keterangan :

Ah = Kapasitas baterai

Wh = Daya pemakaian

V = Tegangan pada baterai

Cb = Capacity Batterai

DOD = Depth of Discharge

Hari Otonomi = Hari tanpa matahari

Pada perhitungan mencari kapasitas baterai dengan mencari besar Ah yaitu 132 Wh dibagi dengan 12V dan dikali dengan 2 sebagai hari otonomi dan dibagi dengan DOD yang telah ditentukan dan mendapatkan hasil 36,7 Ah. Sehingga baterai yang digunakan berkapasitas 42 Ah.

Rancang Bangun Alat Pengusir Hama Tenaga Surya Menggunakan Sinar *Ultraviolet* dan Suara pada Pertanian Padi

Kapasitas Panel Surya

Negara Indonesia memiliki rata-rata penyerapan matahari menjadi energi listrik adalah selama 5 jam, dengan mengetahui data *Peak Sun Hour* yang membutuhkan parameter *Global Horizontal Irradiation*, dimana $PSH = GHI / 365$ hari, yang dimana menjadi $PSH = 19052,9 / 365 = 5,2$ Jam (Widyartono, 2021). sehingga dapat diketahui, Kapasitas panel surya dapat dihitung dengan W_p (*Watt Peak*) = Wh (*Watt Hour*) dibagi dengan 5 jam sebagai intensitas cahaya matahari dalam penyerapan satu hari. Kapasitas panel surya = $132 Wh / 5 = 26,4 W_p$. Pada penelitian ini menggunakan panel surya dengan besar 50 Wp. $50 W_p \times 5 = 250 Wh$ sesuai pada perhitungan alat yang di butuhkan, panel surya dapat bekerja secara maksimal.

Kapasitas Solar Charge Controller (SCC)

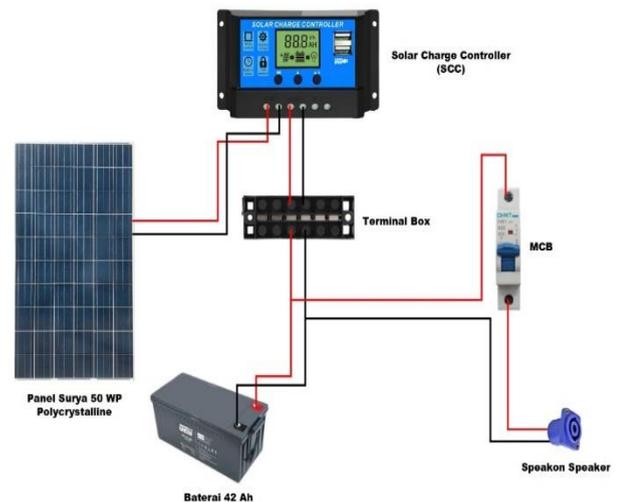
Memahami karakteristik *Solar Charge Controller* diperlukan untuk menentukan kapasitasnya. Memahami spesifikasi panel surya mungkin dapat membantu menentukan kebutuhan akan pengontrol muatan surya. kapasitas SCC diketahui dengan melihat dari I_{sc} pada datasheet panel surya dan tidak boleh kapasitas SCC leboh di bawah arus dari panel surya. Arus pada $SCC = 2,94 A$. Sehingga SCC yang digunakan pada penelitian ini adalah minimal sebesar 2,94 A dan Penelitian ini akan menggunakan SCC sebesar 10 A (Fitri & Andansaria, 2022).

Perancangan Rangkaian PLTS

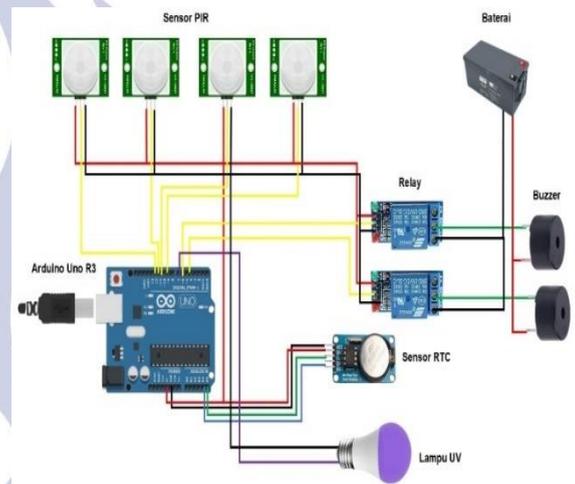
Pada gambar 2 menjelaskan tentang perancangan yang terdiri dari panel surya 50 Wp sebagai input cahaya, yang kemudian SCC sebagai pengontrol arus listrik yang akan masuk kedalam baterai. Dan terdapat *Miniature Circuit Breaker* (MCB) sebagai proteksi yang akan memutuskan arus apabila memiliki tegangan berlebih.

Perancangan Rangkaian Mikrokontroler

Pada gambar 3 menjelaskan tentang Perancangan mikrokontroler yang akan digunakan sebagai sistem yang mengontrol kerja dari alat pengusir hama bertenaga PLTS terdiri dari Arduino Uno R3 sebagai mikrokontrolernya, sensor PIR untuk mendeteksi dari pergerakan burung yang akan direspon dengan *output* Buzzer (Hadi & Muhaimin, 2017), kemudian sensor RTC (*Real Time Clock*) sebagai pengatur waktu antara sensor PIR dengan lampu UV yang dimana jam 05.00 - 17.00 WIB adalah waktu aktif sensor PIR dan 17.00 - 05.00 WIB adalah waktu aktif dari lampu UV yang akan otomatis aktif pada jam yang telah di tentukan sesuai dengan perencanaan.



Gambar 2 Wiring Rangkaian PLTS

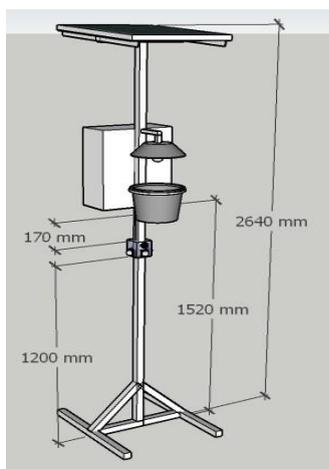


Gambar 3 Wiring Rangkaian Mikrokontroler

Desain Perancangan

Pada gambar 4 terdapat desain dari alat pengusir hama bertenaga surya dengan detail ukurannya. Yang dimana tinggi total dari alat yaitu 2640 Cm karena melihat kondisi alat yang akan diletakan di area sawah. Tinggi dari sensor PIR sesuai dengan tinggi padi yang sudah siap panen untuk mengusir hama burung yang akan memakan bulir padi.

Pada gambar 5 menjelaskan tentang desain dari isi box panel yang dimana didalamnya terdapat baterai PLTS yang berfungsi menyimpan daya dan menjalankan alat ketika malam hari. Dan terdapat mikrokontroler yang akan menjalankan sistem kerja dari alat pengusir hama otomatis ini.



Gambar 4 Desain Perancangan Alat



Gambar 5 Desain Box Panel

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini memanfaatkan energi terbarukan yaitu PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) yang akan menyuplai daya kepada alat pengusir hama yang akan bekerja mengusir hama pada pertanian sawah padi seperti burung pada siang hari menggunakan sensor PIR (*Passive Infra Red*) sebagai pendeteksi adanya burung yang hinggap pada bulir padi yang siap untuk di panen, dan buzzer mengeluarkan bunyi sebagai pengusir burung yang telah terdeteksi dan serangga pada malam hari menggunakan lampu UV sebagai penariknya.

Pengujian Alat

Pengujian Panel Surya

Panel surya yang digunakan pada alat ini adalah sebesar 50 Wp. Alat ukur yang digunakan pada pengujian dan pengukuran adalah multimeter digital.

Dari hasil pengujian dan pengukuran data tegangan pada panel surya mendapatkan rata rata sebesar 13,19 V dengan kondisi cuaca cerah. Tegangan mengalami peningkatan dimulai pukul 08.00 – 13.00 WIB kemudian mengalami penurunan mulai pukul 13.00 WIB.

Tabel 1 Pengukuran Tegangan Panel Surya

Hari/Tanggal	Waktu (WIB)	Tegangan (Volt)	Keadaan (Cuaca)	Suhu (Celcius)
Senin 30/10/2023	08.00	12,17 V	Cerah	32°C
	09.00	12,19 V	Cerah	36°C
	10.00	12,70 V	Cerah	38°C
	11.00	13,21 V	Cerah	40°C
	12.00	13,25 V	Cerah	42°C
	13.00	14,29 V	Cerah	44°C
	14.00	13,84 V	Cerah	41°C
15.00	12,88 V	Cerah	39°C	

Tabel 2 Pengukuran Arus Panel Surya

Hari/Tanggal	Waktu (WIB)	Arus (Ampere)	Keadaan (Cuaca)	Suhu (Celcius)
30/10/2023	08.00	0,25 A	Cerah	32°C
	09.00	0,30 A	Cerah	36°C
	10.00	0,27 A	Cerah	38°C
	11.00	0,32 A	Cerah	40°C
	12.00	0,31 A	Cerah	42°C
	13.00	0,29 A	Cerah	44°C
	14.00	0,27 A	Cerah	41°C
15.00	0,28 A	Cerah	39°C	

Dari hasil pengujian dan pengukuran data arus pada panel surya mendapatkan rata rata sebesar 0,28 A dengan arus tertinggi pada pukul 11.00 WIB sebesar 0,32 A.

Pengujian Baterai

Baterai yang digunakan pada alat ini berjenis VRLA, dengan kapasitas sebesar 42 Ah. Alat ukur yang digunakan pada pengujian dan pengukuran adalah multimeter digital.

Tabel 3 Pengukuran Pengisian Baterai

Pengujian Pengisian Baterai (29/11/2023)

Waktu (WIB)	Tegangan PV	Arus PV	Tegangan Baterai	Arus Baterai
08.00	12,89 V	0,24 A	12,67 V	0,25 A
09.00	12,91 V	0,26 A	12,77 V	0,24 A
10.00	12,97 V	0,32 A	12,85 V	0,29 A
11.00	13,16 V	0,33 A	12,98 V	0,36 A
12.00	13,25 V	0,28 A	13,10 V	0,32 A
13.00	13,29 V	0,27 A	13,15 V	0,35 A
14.00	12,86 V	0,27 A	12,80 V	0,28 A
15.00	12,75 V	0,24 A	12,66 V	0,26 A
Rata-rata	13,01 V	0,27 A	12,87 V	0,29 A

Rancang Bangun Alat Pengusir Hama Tenaga Surya Menggunakan Sinar *Ultraviolet* dan Suara pada Pertanian Padi

Dari hasil pengujian diatas yang telah dilakukan di area lingkungan Vokasi Unesa Ketintang pada tanggal 29 November 2023 yang dimulai pukul 08.00 – 15.00 WIB telah diperoleh data dengan tegangan panel surya tertinggi pada jam 13.00 WIB sebesar 13,29 V dan 0,33 A pada jam 11.00 WIB.

Pengujian Sensor PIR

Sensor PIR (*Passive Infra Red*) yang digunakan bertipe HCSR501 dengan pengukuran jarak sensor mampu mendeteksi pergerakan burungan dengan keluaran buzzer berbunyi sebagai indikator terdeteksinya. Pengujian dan pengukuran sensor PIR dilakukan secara bergantian dengan mengaktifkan secara bergantian. Dan untuk mengetahui kinerja dari sensor PIR peneliti menggunakan cara manual dengan memindah sesuai jarak dalam tabel menggunakan meteran 5M. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada tabel sebagai berikut (Fitriyah & Maulana, 2019).

Tabel 4 Pengujian Jarak Sensor Terhadap Burung

Posisi Sensor	Jarak Burung	Kondisi Sensor
Sensor 1 (Depan)	50 cm	Terdeteksi
	100 cm	Terdeteksi
	150 cm	Terdeteksi
	200 cm	Terdeteksi
	250 cm	Tidak Terdeteksi
Sensor 2 (Belakang)	50 cm	Terdeteksi
	100 cm	Terdeteksi
	150 cm	Terdeteksi
	200 cm	Terdeteksi
	250 cm	Tidak Terdeteksi
Sensor 3 (Kanan)	50 cm	Terdeteksi
	100 cm	Terdeteksi
	150 cm	Terdeteksi
	200 cm	Terdeteksi
	250 cm	Tidak Terdeteksi
Sensor 4 (Kiri)		Terdeteksi
	100 cm	Terdeteksi
	150 cm	Terdeteksi
	200 cm	Terdeteksi
	250 cm	Tidak Terdeteksi

Dari hasil pengujian data pada tabel diatas telah diperoleh data kinerja dari sensor PIR dalam mendeteksi burung yaitu sensor dapat mendeteksi hanya sejauh 2 meter dengan indikator buzzer berbunyi. Sensor PIR memiliki jangkauan jarak yang lebih jauh dalam mendeteksi manusia. Peneliti melakukan pengujian dengan menaruh sangkar burung diatas kursi dengan jarak yang telah di tentukan. Sensor PIR hanya akan

mendeteksi apabila burung tersebut bergerak dan jika diam tidak terdeteksi.

Pengujian Lampu UV

Lampu UV (*Ultraviolet*) yang digunakan sebesar 5V berjenis LED *stripe* UV yang akan diuji kinerja dari lampu tersebut selama 12 jam dimulai pukul 17.00 – 05.00 WIB dalam merangkap hama serangga.

Tabel 5 Pengujian Lampu UV

Lampu	Waktu (WIB)	Jumlah Serangga
UV LED <i>Stripe</i> 5V	17.00 WIB	0 ekor
	19.00 WIB	0 ekor
	21.00 WIB	7 ekor
	23.00 WIB	16 ekor
	01.00 WIB	27 ekor
	03.00 WIB	31 ekor
	05.00 WIB	31 ekor

Dari hasil pengujian data pada tabel 5 yang telah dilakukan pengujian selama 12 jam. Lampu UV LED *stripe* 5V dalam menarik serangga sebanyak 31 ekor dan peneliti melakukan dengan cara mengisi bak air yang dicampur dengan lumut dan buah busuk sebagai pemikat serangga agar hinggap di air.

Pengujian Mikrokontroler

Mikrokontroler berperan sebagai pengontrol sistem yang telah dirancang untuk pengusir hama burung dan merangkap hama serangga berbasis otomatis. Adapun beberapa komponen yang akan di uji kinerja dari alat tersebut sebagai berikut.

Tabel 6 Pengujian Mikrokontroler

Alat	Fungsi	Kinerja
Arduino Uno R3	Sebagai pengatur mikrokontroler yang bekerja untuk menjalankan komponen output	Berfungsi
RTC (<i>Real Time Clock</i>)	Pengatur waktu On/Off untuk sensor PIR beserta Buzzer dan lampu UV	Berfungsi
Relay	Kontrol On/Off Buzzer yang terhubung sesuai dengan respon sensor PIR	Berfungsi
Buzzer	Sebagai indikator dalam proses pendeteksian sensor PIR dalam mengusir burung	Berfungsi

Arduino Uno R3 telah berfungsi dengan baik sehingga dapat mengatur dan memberi perintah kepada RTC, Relay, Buzzer, dan sensor PIR dalam pengusiran hama. RTC (*Real Time Clock*) telah berfungsi sesuai

dengan perencanaan penelitian yaitu sebagai pengatur waktu dengan membagi jam kerja antara komponen satu dengan komponen yang lain. Relay dapat berfungsi sesuai dengan perencanaan penelitian sebagai pengontrol buzzer dengan kontak NO (*Normally Open*) sebagai saklar aliran listrik dari sumber yang akan mengaktifkan buzzer sesuai dengan perintah Arduino. Buzzer telah berfungsi dengan sesuai perencanaan sebagai indikator bunyi apabila sensor PIR mendeteksi objek yang telah diujikan.

Pembahasan

Berdasarkan dari pengujian PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) sebagai sumber yang akan menggerakkan alat pengusir hama yang dirancang untuk mengusir hama burung dan merangkap hama serangga berbasis otomatis, dengan mikrokontroler yang dirancang dan Arduino Uno R3 sebagai pengontrol komponen output seperti PIR sebagai pendeteksi burung dan buzzer sebagai indikator terdeteksinya burung. Dan lampu UV sebagai penarik hama serangga yang akan terjebak dalam bak air dan tenggelam.

Dari hasil pengujian, PLTS telah berfungsi sesuai dengan perencanaan dan sesuai dengan kapasitas yang dibutuhkan dalam menjalankan alat pengusir hama burung dan perangkap hama serangga pada pertanian padi. Mikrokontroler dapat berjalan dalam mengontrol sensor PIR dan keluaran berupa buzzer dan lampu UV sesuai dengan perencanaan.

PENUTUP

Simpulan

Kinerja dari pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) mendapatkan data tegangan dengan rata-rata 13,37 V dan arus 0,28 A serta 3,80 Watt rata-rata dayanya yang dilakukan selama 5 hari.

Kinerja dari sensor PIR dalam mendeteksi memiliki jarak yang lebih pendek dalam mendeteksi burung dibanding dengan manusia yang memiliki radius lebih jauh dalam pendeteksinya. Maksimal dalam mendeteksi burung sejauh 2 meter sedangkan manusia lebih dari itu.

Kinerja dari mikrokontroler sebagai pengatur sistem yaitu Arduino Uno R3, dan pengatur waktu RTC, Relay sebagai kontak NO (*Normally Open*) dalam menhidupkan buzzer dengan perintah Arduino, dan PIR sebagai sensor pendeteksi burung.

Kinerja dari lampu UV 5V dalam merangkap hama serangga pada malam hari sangat lemah dikarenakan memiliki cahaya yang kurang terang.

Saran

Diharapkan peneliti selanjutnya untuk menambahkan sensor gerak cahaya matahari pada panel surya agar dapat mengontrol panel dalam mengikuti arah gerak sesuai dengan pergerakan matahari.

Diharapkan peneliti selanjutnya untuk mengembangkan jangkauan sensor PIR (*Passive Infra Red*) dalam mendeteksi pergerakan burung.

Diharapkan peneliti selanjutnya untuk melakukan pengujian alat pada area sasaran yaitu sawah agar dapat mengetahui dengan jelas hasil dari kinerja alat tersebut.

Diharapkan peneliti selanjutnya memilih buzzer yang dapat mengganggu pendengaran burung sehingga burung kabur setelah mendengar suara tersebut dan lampu UV yang lebih terang sehingga dapat memaksimalkan kinerja dalam memikat serangga pada malam hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, W., & Nurhilal, O. 2017. Alat Perangkap Hama Dengan Metode Cahaya Uv Dan Sumber Listrik Panel Surya. *Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika*, 37 - 44.
- Fitriyah, H., & Maulana, R. 2019. Sistem Pengusir Hama Burung pada Sawah dengan Menggunakan Sensor PIR dan Metode Naive Bayes. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 9328 - 9333.
- Fitri, T., & Andansaria. 2022. Instalasi Plts Hybrid Untuk Akuaponik Sengkaling. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 25 - 37.
- Hadi, F., & Muhaimin. 2017. Rancang Bangun Alat Pengusir Burung Pemakan Bulir Padi Menggunakan Panel Surya Sebagai Catu Daya. *Jurnal Tektro*, 1, 36-41.
- Hasan, Hasnawiya. 2012. Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Pulau Saugi. *Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan JRTK*, 10, 169-180.
- Naim, Muhammad. 2020. Rancangan Sistem Kelistrikan PLTS Off Grid 1000 Watt di Desa Loeha Kecamatan Towuti. *Vertex Elektro*, 12, 17-25.
- Putri, N. U., & Saputra, I. A. 2022. Rancang Bangun Perangkap Hama Serangga Pada Padi dengan Sumber Sel Surya. *Electrician*, 16, 124-128.
- Ramadhani, B. 2018. Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dos & Dons. Jakarta: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GIZ GmbH Energising Development EnDev Indonesia.
- Widiartono, M. 2021. Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 80 Wp Untuk Alat Penetas Telur Berbasis Internet Of Things. *Jurnal Teknik Elektro*, 587-596.