

RANCANG BANGUN PERANGKAP HAMA SERANGGA MENGGUNAKAN SENSOR *PASSIVE INFRARED RECEIVER* DAN SENSOR ULTRASONIK BERBASIS MIKROKONTROLER ESP32

Martin Adrianus Rajagukguk¹, Gatot Santoso^{2*}, Slamet Hani³, Ihsan'aziz Mubarak⁴

^{1,2,3,4}Fakultas Teknologi Industri, Institusi Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

¹martinrajagukguk5@gmail.com, ²gatsan@akprind.ac.id, ³shan.akprind@gmail.com,

⁴Ihsanaziz231@gmail.com

ABSTRACT

Designing automatic midges for rice plants, in addition to trapping and repelling insect pests, can also kill pests that always interfere with the growth of rice plants automatically based on microcontrollers. In this design, PIR, ultrasonic sensors, and ESP32 are used as control systems. Ultrasonic sensors are used to emit ultrasonic waves as a pest disruptor that wants to get close to rice plants. The PIR sensor itself is set to detect pests approaching plants and then react to the ultrasonic sensor to emit waves to disturb pests that perch on rice plants. The PIR sensor will work by capturing the thermal energy possessed by insect pests in front of the sensor. This is where the Arduino plays a role as a controller, which will carry out the execution. The use of this electric racket module is to give a sting to pests if the pests caught directly perch on the wire surrounding the lamp, where the wire has been supplied with a high electrical voltage even with a small electrical voltage input. In addition, the use of the module here is useful for killing pests that perch on traps if pests are not disturbed by waves emitted by ultrasonic sensors. The test results show that the performance of the designed system can function properly. The designed system can detect objects in the form of insect pests and can accurately display data to the 16x2 LCD.

Keywords : ESP32, Hama, Sensor PIR, Sensor Ultrasonic

INTISARI

Perancangan alat pengusir hama otomatis untuk tanaman padi, selain memerangkap dan mengusir hama serangga juga dapat membunuh hama yang selalu mengganggu pertumbuhan tanaman padi secara otomatis berbasis mikrokontroler. Pada perancangan ini digunakan PIR, sensor ultrasonic, dan ESP32 sebagai kontrol sistemnya. Sensor ultrasonic digunakan untuk memancarkan gelombang ultrasonic sebagai pengganggu hama yang ingin medekat pada tanaman padi. Sensor PIR sendiri di-setting untuk mendeteksi hama yang mendekati tanaman dan kemudian memberikan reaksi pada sensor ultrasonic untuk memancarkan gelombangnya guna mengusik hama yang hinggap pada tanaman padi. Sensor PIR akan bekerja dengan cara menangkap thermal energy yang dimiliki oleh hama serangga yang ada pada hadapan sensor tersebut. Disinilah peran Arduino sebagai pengontrol, yang akan melakukan eksekusi. Penggunaan modul raket elektrik ini untuk memberi sengatan pada hama apabila hama yang tertangkap langsung hinggap pada kawat yang mengelilingi lampu, dimana kawat tersebut sudah dialiri dengan tegangan listrik yang tinggi walaupun dengan input tegangan listrik yang kecil. Selain itu, penggunaan modul disini berguna untuk membunuh hama yang hinggap pada perangkat jika hama tidak terganggu oleh gelombang yang di keluarkan sensor ultrasonic. Hasil pengujian menunjukkan bahwa unjuk kerja sistem yang dirancang dapat berfungsi dengan baik. Sistem yang dirancang dapat mendeteksi objek berupa hama serangga dan dapat menampilkan data ke LCD 16x2 dengan akurat.

Kata kunci : ESP32, Hama, Sensor PIR, Sensor Ultrasonic

1. PENDAHULUAN

Masalah yang sering dialami oleh para petani pada waktu menanam tanaman padi yaitu tidak berhasil dalam memanenya karena terserang hama serangga. Salah satunya adalah wereng dan serangga. Umumnya masyarakat dalam mengatasi serangan serangan hama masih menggunakan cara lama yaitu dengan cara menggunakan perangkat konvensional dan menyiram lahan pertanian menggunakan solar maupun pestisida

yang tentunya menimbulkan efek samping terhadap kerusakan lingkungan dan ekosistem sekitarnya (Dicky P; Dendy PN; Henri P 2017).

Sensor PIR yaitu sensor dipakai mendeteksi terdapatnya pancaran sinar dari infra merah. Sifat dari sensor PIR adalah pasif, dimana sensor ini tidak memancarkan suatu sinar infra merah tetapi menerima radiasi sinar infra merah yang berasal dari luar. Sensor PIR digunakan untuk mendeteksi pancaran dari infra merah yang memiliki panjang gelombang sebesar 8-14 mikrometer. Diluar dari panjang gelombang tersebut maka sensor tidak dapat mendeteksinya. Manusia sendiri memiliki suhu badan yang dapat menghasilkan pancaran infra merah dengan panjang gelombangnya antara 9-10 mikrometer (nilai standar sebesar 9,4 mikrometer). Panjang gelombang tersebut bisa terdeteksi oleh sensor PIR. Sensor PIR ini di dalamnya terdapat bagian-bagian yang memiliki perannya masing-masing, yaitu fresnel lens, pyroelectric sensor, IR filter, dan amplifier serta comparator (Susanto, Rifai, and Fanisa 2017). Resistor adalah suatu komponen elektronika yang memiliki sifat pasif yaitu komponen ini untuk bekerjanya tidak memerlukan arus listrika. Sifat dari resistor adalah menghambat arus listrik dan nilai besaran hambatannya adalah ohm (Ω) (Rachmad et al. 2014). Sensor *ultrasonic* merupakan sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (suara) menjadi besaran listrik maupun sebaliknya yang dikonversi menjadi jarak (Sarmidi and Sidik Ibnu Rahmat 2018). *Step down* LM2596 DC-DC merupakan konverter penurun tegangan yang mengkonversikan tegangan masukan DC menjadi tegangan DC (Hamdani, Puspita, and Wildan 2019).

LCD yaitu suatu display yang terbuat cairan kristal dimana untuk megoperasiannya memakai sistem matriks. Kebanyak LCD dipakai untuk display pada alat-alat elektronika, misalnya mainan anak yang digital. LCD bisa dihubungkan di mikrokontroler AVR ATmega168, dimana secara fisiknya adalah LCD LM162AFC. Dalam merancang interface LCD hanya memerlukan sedikit komponen pendukung. Menggunakan resistor dan variabel resistor sebagai pemberi tegangan kontras di matriks LCD (Tuluk, Buyung, and Soejono 2017).

Relay merupakan komponen elektronika berupa saklar atau *switch* elektrik yang dioperasikan secara listrik dan terdiri dari 2 bagian utama yaitu elektromagnet (*coil*) dan mekanikal (seperangkat kontak saklar/*switch*). *Relay* menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil dapat menghantarkan listrik bertegangan lebih tinggi (Romoadhon and Anamisa 2017).

LED merupakan keluarga dari dioda yang terbuat dari semikonduktor. Cara kerjanya hampir sama dengan dioda yang memiliki dua kutub yaitu kutub positif (P) dan kutub negatif (N). LED hanya akan memancarkan cahaya apabila dialiri tegangan maju (*bias forward*) dari anoda menuju ke katoda. LED terdiri dari sebuah *chip* semikonduktor yang didoping sehingga menciptakan *junction* P dan N. Yang dimaksud dengan proses doping dalam semikonduktor adalah proses untuk menambahkan ketidakmurnian (*impurity*) pada semikonduktor yang murni sehingga menghasilkan karakteristik kelistrikan yang diinginkan. Ketika LED dialiri tegangan maju atau *bias forward* yaitu dari *Anoda* (P) menuju ke *Katoda* (K), Kelebihan elektron pada *N-Type material* akan berpindah ke wilayah yang kelebihan *hole* (lubang) yaitu wilayah yang bermuatan positif (*P-Type material*). Saat elektron berjumpa dengan *hole* akan melepaskan *photon* dan memancarkan cahaya monokromatik (satu warna) (Syabibi and Subari 2016).

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Chotimah and Kartika 2019) membuat sistem penyiraman dan pengusir hama otomatis pada daun mint berbasis mikrokontroler arduino uno, Pembuatan alat ini berbasis

mikrokontroler arduino uno yang dikombinasikan dengan sensor RTC (*Real Time Clock*) dan sensor PIR (*Passive Infrared*). Disini arduino uno sebagai mikrokontroler utama, *relay* sebagai saklar pompa dan kipas, RTC sebagai pengatur jadwal penyiraman daun mint, dan sensor PIR untuk mendeteksi adanya gerakan hama / serangga yang mendekati daun mint. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, sistem penyiraman dan pengusir hama otomatis pada daun mint berbasis mikrokontroler arduino uno sudah berhasil. Semua program berjalan dengan baik sesuai dengan rencana sebelumnya.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Lestari, H., & Rahmawati 2020) melakukan inovasi teknologi berupa alat yang dapat membantu para petani dalam menjaga sawah dari serangan hama. Alat ini bekerja secara otomatis dengan menggunakan sebuah alat sensor gerak yang digabungkan dengan orang-orangan sawah yang nantinya akan menghasilkan *output* gerakan pada orang-orangan sawah, dengan harapan dapat menakut-nakuti hama terutama burung seperti halnya para petani yang menggunakan cara tradisional.

2. METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian yang digunakan pada perancangan alat ini adalah metode penelitian empiris eksperimental yaitu metode yang dilakukan dengan melakukan perancangan dan pengujian alat secara nyata, sehingga di dapatkan data secara langsung dari alat yang dirancang tersebut. Untuk mendapatkan data dengan tujuan dapat dideskripsikan, dibuktikan, dikembangkan dan ditemukan pengetahuan, teori, untuk memahami, memecahkan dan mengantisipasi masalah dalam kehidupan manusia.

Alat dan bahan yang digunakan merupakan bahan utama dalam pembuatan perancangan alat perangkat hama serangga menggunakan sensor yang meliputi bagian elektronis dan mekanik, berikut adalah daftar alat dan bahan yang digunakan.

Tabel 1. Daftar Alat Penelitian

No	Alat	Jumlah
1	Solder	1
2	Penyedot timah	1
3	Tang Kombinasi	1
4	Tang Potong	1
6	Multimeter	1

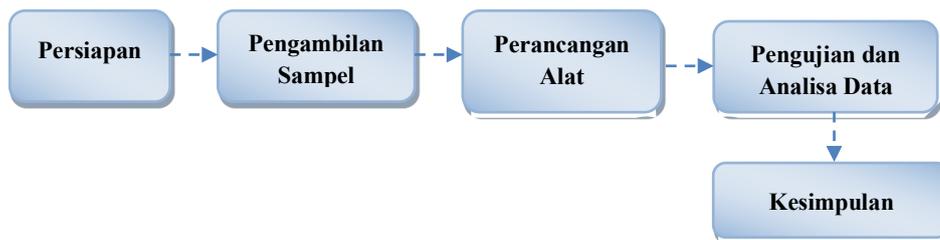
Tabel 2. Daftar Bahan Penelitian

No	Bahan	Kategori
1	ESP32 WROOM	Elektronis
3	Sensor ultrasonik HC-SR04	Elektronis
4	Sensor PIR	Elektronis
5	Lampu DC 12V-25W	Elektronis
6	Modul <i>relay 4 channel</i>	Elektronis
7	LED	Elektronis
9	<i>Power Supply 220V to 12V</i>	Elektronis

10	Power Supply 220V to 5V	Elektronis
11	LCD I2C 16x2	Elektronis
12	Step down LM-2596	Elektronis
15	Modul kit raket nyamuk	Elektronis

2.2 Tahapan Penelitian

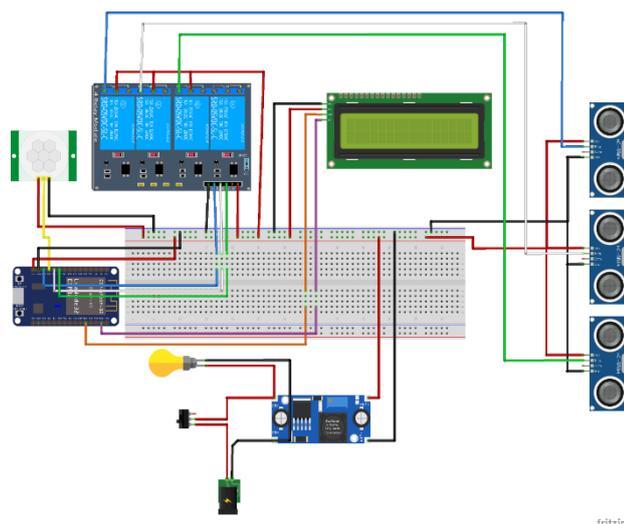
Secara garis besar tahapan penelitian terdiri dari persiapan, pengambilan sampel, perancangan alat, pengujian dan menganalisa data serta kesimpulan.



Gambar 1. Alur Tahapan Penelitian

2.3 Perancangan Alat

Pembuatan sistem ini yaitu melakukan perancangan terhadap komponen yang dibutuhkan. Komponen elektronik yang dibutuhkan antara lain Arduino ESP32-WROOM, Arduino ESP32-WROOM ini digunakan sebagai kotrol utama dari sistem perangkat hama. Sensor PIR digunakan sebagai pendeteksi pergerakan hama dan sebagai *input* untuk memberikan umpan kepada *relay* sebagai pengontrol *trigger* sensor ultrasonik, jadi fungsi sensor *ultrasonic* HC-SR04 disini yaitu sebagai *output* yang akan mengusir hama dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik. Sementara untuk penyengat hama terhubung langsung dengan sumber tegangan 5V.



Gambar 2. Skema Rangkaian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perancangan dilakukan uji coba untuk mengetahui kehandalan alat, apakah alat bekerja dengan baik atau tidak. Pengujian yang dilakukan yaitu meliputi pengamatan tegangan pada rangkaian alat dan

pengujian cara kerja alat. Serta melakukan pengujian terhadap kepekaan sensor PIR dalam mendeteksi hama, dan kepekaan sensor ultrasonik HC-SR04 dalam memancarkan gelombang ultrasoniknya terhadap pasif dan aktif hama.

3.1 Analisis kehandalan alat

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan apakah alat bekerja dengan baik mulai dari *input* sampai *output* sehingga meminimalisir terjadinya *error*. Pengujian ini dilakukan dengan pengamatan tegangan yang dibutuhkan setiap rangkaian elektronis yang digunakan serta melakukan pengujian terhadap fungsi *relay* dan penyengat hama.

Tabel 3. Pengamatan Tegangan Pada Rangkaian

No	Rangkaian	Nilai (VDC)
1.	Power Supply 5V	5,06
2.	Power Supply 12V	12,71
3.	Output LM2596	5,19
4.	Input Arduino ESP32-WROOM	5,18
5.	Input Relay	5,04
6.	Input Penyengat Hama	5,06
7.	Input lampu	12,44

Dapat dilihat pada Tabel 3 bahwa tegangan *input* dari *power supply* 12,71 V masuk lampu yang menghasilkan tegangan *input* 12,44 V dan masuk ke LM2596 yang kemudian diturunkan *output* tegangannya menjadi 5,19 V untuk masuk menghidupkan Arduino ESP32-WROOM sehingga arduino memiliki tegangan *input* 5,18 V. Selain itu, *Relay* memiliki tegangan *input* sebesar 5,04 V yang dihidupkan melalui catu daya keluaran dari LM2596. Terjadi penurunan tegangan yang masuk ke dalam *relay* dikarenakan sudah terbagi tegangannya untuk catu daya komponen lain yaitu sensor PIR, sensor ultrasonik, dan LCD. Lalu pada *power supply* 5,06 V terhubung sendiri untuk menhidupkan penyengat hama dengan *input* 5,06 V agar tidak mengganggu *input* tegangan komponen lain.

3.2 Analisis kepekaan sensor

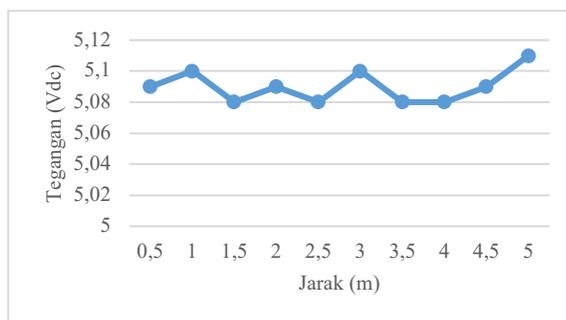
1. Sensor PIR

Pengujian ini dilakukan untuk mendeteksi pergerakan dari hama serangga sebagai objek menurut jangkauannya. Pengujian ini dilakukan beberapa kali untuk mengetahui apakah sensor mendeteksi tingkat radiasi *infrared* dari objek dengan baik atau tidak.

Tabel 4. Pengukuran Tegangan *Output* sensor PIR

No	Jarak (m)	Tegangan (Vdc)	Logika	Keterangan
1.	0,5	5,09	1	Terdeteksi Hama
2.	1	5,10	1	Terdeteksi Hama
3.	1,5	5,08	1	Terdeteksi Hama
4.	2	5,09	1	Terdeteksi Hama

5.	2,5	5,08	1	Terdeteksi Hama
6.	3	5,10	1	Terdeteksi Hama
7.	3,5	5,08	1	Terdeteksi Hama
8.	4	5,08	1	Terdeteksi Hama
9.	4,5	5,09	1	Terdeteksi Hama
10.	5	5,11	0	Tidak Ada Hama



Gambar 3. Grafik Pengujian Tegangan Output Sensor PIR

Dari pengujian yang telah dilakukan untuk mendeteksi pergerakan hama, maka diperoleh hasil tegangan *output* seperti yang ada pada Tabel 4. Pada percobaan ke-1 diperoleh tegangan sebesar 5,09 V dengan jarak 0,5 meter, dengan keterangan “hama terdeteksi” yang artinya sensor PIR bekerja dengan baik. Pada percobaan ke-2 diperoleh tegangan sebesar 5,1 V dengan jarak 1 meter, dengan keterangan “hama terdeteksi” yang artinya sensor PIR bekerja dengan baik. Pada percobaan ke-3 diperoleh tegangan sebesar 5,08 V dengan jarak 1,5 meter, dengan keterangan “hama terdeteksi” yang artinya sensor PIR bekerja dengan baik. Begitu pula dengan percobaan ke-4 sampai dengan ke-9 dengan diperoleh tegangan rata-ratanya yaitu 5,086 V dengan *variable* rentang jarak antara 2 sampai 4,5 meter, dengan keterangan sensor PIR masih bisa mendeteksi hama.

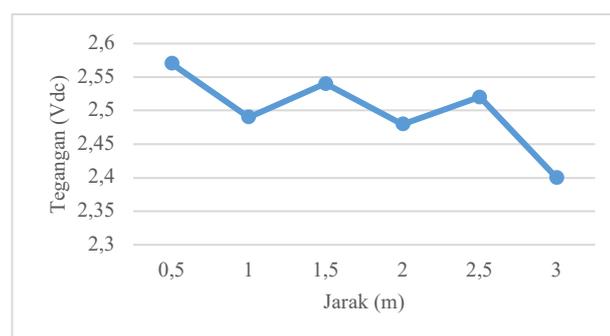
Sedangkan, pada percobaan ke-10 diperoleh tegangan sebesar 5,11 V dengan jarak 5 meter, dengan keterangan “tidak ada hama”. Kemudian, untuk rata-rata keseluruhan tegangan keluaran dari sensor PIR yaitu sebesar 5,09 V. Terdapat perbedaan dari antar percobaan yang telah dilakukan, hal tersebut dipengaruhi oleh terbaginya tegangan untuk mensuplai tegangan ke beberapa komponen seperti LCD dan sensor ultrasonik. Namun, walaupun tegangan yang dihasilkan berbeda sensor PIR ini berfungsi dengan sebagaimana mestinya dengan tegangan yang sangat stabil.

2. Sensor ultrasonik HC-SR04

Pengujian ini dilakukan untuk mengganggu, dan mengusir hama serangga. Pengujian ini dilakukan beberapa kali untuk mengetahui apakah sensor memancarkan gelombang ultrasonik dan mampu mengusir hama serangga dengan efektif atau tidak.

Tabel 5. Pengukuran Tegangan *Output* Sensor Ultrasonik 1

No	Jarak (m)	Tegangan (Vdc)	Keterangan Hama (Aktif/Pasif)
1.	0,5	2,57	Pasif
2.	1	2,49	Pasif
3.	1,5	2,54	Pasif
4.	2	2,48	Pasif
5.	2,5	2,52	Pasif
6.	3	2,40	Pasif

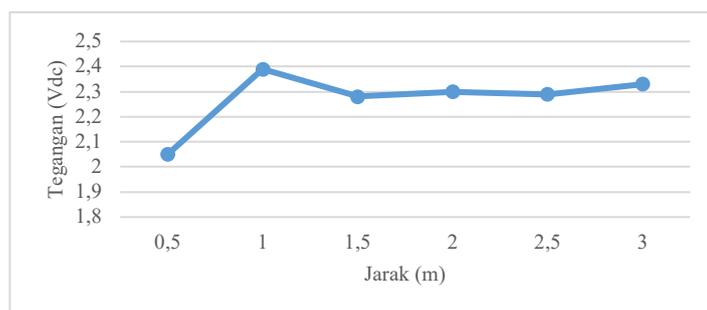


Gambar 4. Grafik Pengujian Tegangan *Output* Sensor Ultrasonik 1

Dari pengujian yang telah dilakukan untuk menguji karakteristik hama menggunakan sensor ultrasonik 1, diperoleh beberapa hasil. Pada percobaan ke-1 diperoleh tegangan keluaran 2,57 V dengan jarak 0,5 meter, dengan hama terpantau karakteristik pergerakannya “pasif” yang artinya terusik oleh pancaran gelombang ultrasonik. Pada percobaan ke-2 diperoleh tegangan keluaran 2,49 V dengan jarak 1 meter, dengan hama terpantau karakteristik pergerakannya “pasif”. Pada percobaan ke-3 diperoleh tegangan keluaran 2,54 dengan jarak 1,5 meter, dengan hama terpantau karakteristik pergerakannya “pasif”. Pada percobaan ke 4 sampai ke 6 diperoleh rata-rata tegangan keluaran 2,46 V dengan rentang jarak 2 sampai 3 meter, dengan hama terpantau karakteristik pergerakannya “pasif”. Yang artinya sensor sudah bekerja sesuai dengan program, sensor dapat bekerja dengan memancarkan gelombang ultrasonik untuk mengganggu hama sehingga hama merasa terusik.

Tabel 6. Pengukuran Tegangan *Output* Sensor Ultrasonik 2

No	Jarak (m)	Tegangan (Vdc)	Keterangan Hama (aktif/pasif)
1.	0,5	2,05	Pasif
2.	1	2,39	Pasif
3.	1,5	2,28	Pasif
4.	2	2,30	Pasif
5.	2,5	2,29	Pasif
6.	3	2,33	Pasif



Gambar 5. Grafik Pengujian Tegangan *Output* Sensor Ultrasonik 2

Dari pengujian yang telah dilakukan untuk menguji karakteristik hama menggunakan sensor ultrasonik 2, diperoleh beberapa hasil. Pada percobaan ke-1 diperoleh tegangan keluaran 2,05 V dengan jarak 0,5 meter, dengan hama terpantau karakteristik pergerakannya “pasif” yang artinya terusik oleh pancaran gelombang ultrasonik. Pada percobaan ke-2 diperoleh tegangan keluaran 2,39 V dengan jarak 1 meter, dengan hama terpantau karakteristik pergerakannya “pasif”. Pada percobaan ke-3 diperoleh tegangan keluaran 2,28 dengan jarak 1,5 meter, dengan hama terpantau karakteristik pergerakannya “pasif”. Pada percobaan ke 4 sampai ke 6 diperoleh rata-rata tegangan keluaran 2,30 V dengan rentang jarak 2 sampai 3 meter, dengan hama terpantau karakteristik pergerakannya “pasif”. Yang artinya sensor sudah bekerja sesuai dengan program, sensor dapat bekerja dengan memancarkan gelombang ultrasonik untuk mengganggu hama sehingga hama merasa terusik. Namun, terdapat perbedaan besar tegangan keluaran yang dihasilkan oleh sensor ultrasonik 1 dan 2 yaitu dikarenakan tegangan kerja dari sistem sudah terbagi untuk beberapa komponen.

4. KESIMPULAN

Serangga dapat dideteksi menggunakan sensor PIR. Sistem pendeteksian dilakukan dilakukan dengan cara diberi objek yaitu hama serangga dihadapan sensor PIR, kemudian sensor PIR dapat berfungsi dengan merespon *thermal energy* yang dimiliki oleh hama serangga yang ada pada hadapan sensor tersebut. Pengendali perangkat hama serangga dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32-WROOM, sensor PIR, sensor ultrasonik HC-SR04, LCD 16x2, dan modul raket elektrik. Modul ini berguna untuk memberi sengatan hama apabila hama yang terang langsung hinggap pada kawat yang mengelilingi lampu, dimana kawat tersebut sudah dialiri dengan tegangan listrik yang tinggi walaupun dengan input tegangan listrik yang kecil. Hasil pengujian menunjukkan bahwa unjuk kerja sistem yang dibuat dapat berfungsi baik. Sistem tersebut juga dapat untuk mendeteksi sebuah objek berupa hama serangga dan dapat menampilkan data ke LCD 16x2 dengan akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Chotimah, Chusnul, and Kurnia Paramita Kartika. 2019. “Sistem Penyiraman Dan Pengusir Hama Otomatis Pada Daun Mint Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno.” *Antivirus : Jurnal Ilmiah Teknik Informatika* 13(1):36–47. doi: 10.35457/antivirus.v13i1.811.
- Dicky P; Dendy PN; Henri P. 2017. “Altekno-Denhawer : Alat Teknologi Pendeteksi Dan.” *Jurnal Scientific*

Pinisi 3(2):93–97.

- Hamdani, Riyan, Ibu Heni Puspita, and Bapak Dedy R. Wildan Wildan. 2019. “Pembuatan Sistem Pengamanan Kendaraan Bermotor Berbasis Radio Frequency Identification (Rfid).” *Indept* 8(2):56–63.
- Lestari, H., & Rahmawati, I. 2020. “Implementasi Alat Pengusir Hama Sawah Dengan Cara Tradisional Dan Modern Bertenaga Surya Menggunakan Sensor PIR Berbasis Android.” *Indonesian Journal of Science Learning* 2(2):8–25.
- Rachmad, Nur, Akademi Teknik, Telekomunikasi Sandhy, and Putra Jakarta. 2014. “Rancang Bangun Alat Pendeteksi Arus Listrik Menggunakan IC CMOS CD4093.” *V*(9):1–7.
- Romoadhon, Ahmad Sahru, and Devie Rosa Anamisa. 2017. “Sistem Kontrol Peralatan Listrik Pada Smart Home Menggunakan Android.” *Jurnal Ilmiah Rekayasa* 10(2):116. doi: 10.21107/rekayasa.v10i2.3613.
- Sarmidi, and Sidik Ibnu Rahmat. 2018. “Sistem Peringatan Dini Banjir Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Uno.” *Jurnal Manajemen Dan Teknik Informatika* 02(01):181–90.
- Susanto, Fredy, Muhammad Nur Rifai, and Adlah Fanisa. 2017. “Internet of Things Pada Sistem Keamanan Ruangan, Studi Kasus Ruang Server Perguruan Tinggi Raharja.” *Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Multimedia 2017* 1–6.
- Syabibi, Muhammad Khoiru, and Arkhan Subari. 2016. “Rancang Bangun Sistem Monitoring Keamanan Rumah Berbasis Web Menggunakan Raspberry Pi B+ Sebagai Server Dan Media Kontrol.” *Gema Teknologi* 19(1):22. doi: 10.14710/gt.v19i1.21959.
- Tuluk, Eduardus, Irawadi Buyung, and Ajie Wibowo Soejono. 2017. “Implementasi Alat Pengusir Hama Burung Di Area Persawahan Dengan Menggunakan Gelombang Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler Atmega168.” *Respati* 7(21):121–34. doi: 10.35842/jtir.v7i21.46.