

RANCANG BANGUN ALAT PENGUSIR HAMA MENGGUNAKAN GELOMBANG ULTRASONIK

Alfan Amar Mujab¹, Mia Rosmiati², Marlindia Ike Sari³

^{1,2,3}Program Studi D3 Teknologi Komputer, Fakultas Ilmu Terapan Universitas Telkom

¹alfanamarmujab@student.telkomuniversity.ac.id, ²mia@tass.telkomuniversity.ac.id,

³ike@tass.telkomuniversity.ac.id

Abstrak— Salah satu masalah dalam bidang pertanian adalah bagaimana cara mengusir atau membasmi hama tanpa merusak ekosistem pada area pesawahan. Pada beberapa kasus gagal panen, selain faktor cuaca, hama juga salah satu penyebab gagal panen. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dibuatlah alat untuk mengusir hama (kaper, wereng, tikus) dengan memanfaatkan gelombang ultrasonik dan energi matahari. Alat ini dibangun dengan IC555, Panel Surya dan Sensor LDR (Light Dependent Resistor). IC555 digunakan sebagai pewaktu dan multivibrator gelombang ultrasonik. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, alat ini dapat memancarkan gelombang ultrasonik hingga frekuensi 50KHZ. Saat alat memancarkan frekuensi, maka tikus tidak bisa beradaptasi dan pergi menghindari untrasonik tersebut.

Kata kunci— Gelombang Ultrasonik, Energi Matahari, Hama.

Abstract— *One of the problems in agriculture is how to expel or eradicate pests without damaging the ecosystem in the rice field area. In some cases of crop failure, in addition to weather factors, pests are also one of the causes of crop failure. Based on these problems, then made a tool to repel pests (kaper, planthopper, rat) by utilizing ultrasonic waves and solar energy. This tool is built with IC555, Solar Panel and LDR (Light Dependent Resistor) Sensor. IC555 is used as an ultrasonic wave timer and multivibrator. Based on testing that has been done, this tool can emit ultrasonic waves up to a frequency of 50KHZ. When the device emits frequencies, the mouse cannot adapt and go to avoid the ultrasonic.*

Keywords— *Ultrasonic Waves, Solar Energy, pests.*

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Teknologi diterapkan untuk mempermudah dan menyederhanakan setiap sarana yang diperlukan bagi kelangsungan hidup manusia. Secara tidak langsung teknologi telah mengurangi kebutuhan manusia dalam beberapa aktivitas rutin yang biasa dilakukan. Perkembangan teknologi yang semakin pesat dan penerapannya dalam semua bidang dapat menjadi solusi untuk menyelesaikan masalah yang dihadapi manusia, salah satunya pada hama sawah.

Indonesia merupakan negara agraris dengan mata pencaharian sebagian besar penduduknya adalah sebagai petani, Masalah terbesar pertanian di Indonesia salah satunya adalah hama tikus sawah, yang mempunyai sifat-sifat yang berbeda dibandingkan jenis hama lainnya seperti kaper dan wereng. Oleh karena itu dalam pengendalian hama diperlukan pendekatan yang berbeda dibandingkan dengan cara penanganan hama lainnya seperti ular, belalang dan keong mas.[1]

Karena selama ini masalah pengendalian hama dilakukan dengan bahan kimia yang tidak baik untuk ekosistem sawah, maka perlu dilakukan pencegahan dengan pengendalian hama yang lebih ramah lingkungan. Kami selaku peneliti tertarik mengangkat masalah hama sawah sebagai proyek akhir, dengan membuat alat pengusir hama. Alat ini menggunakan multivibrator astable IC 555 dimana dengan output yang dikeluarkan berupa gelombang ultrasonik dan menggunakan sumber energi dari matahari, maka alat ini lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan menggunakan bahan kimia.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun perumusan masalah dari latar belakang tersebut adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana merancang sebuah alat pengusir hama (tikus, wereng, kaper) yang dapat digunakan untuk membantu petani ?
2. Bagaimana mengusir hama dengan gelombang ultrasonik dan sinar lampu ?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dibuatnya alat ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang sebuah alat bantu petani yang berfungsi untuk mengusir hama (kaper, wereng dan tikus).
2. Memanfaatkan gelombang ultrasonik dan sinar lampu untuk mengusir hama (kaper, wereng dan tikus).

1.4 Batasan Masalah

Untuk membatasi meluasnya bahasan masalah yang akan diteliti, maka dibatasi masalah yang berkaitan dengan alat pengusir hama ini, yaitu sebagai berikut :

1. Alat akan bekerja efektif pada area terbuka atau diluar ruangan.
2. Alat pengusir hama berfungsi untuk *hama* : kaper, wereng dan tikus.
3. Jangkauan ultrasonik efektif pada jangkauan 10 meter persegi.
4. Alat tetap memerlukan perawatan dan pemeliharaan.
5. Ultrasonik dan light trap berfungsi pada malam hari.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Penelitian sebelumnya

Pada penelitian sebelumnya yang berjudul "Rancang Bangun Rangkaian Elektronik Penghasil Gelombang Ultrasound Untuk Mengendalikan Hama Tikus". Alat ini memiliki tujuan untuk mengusir hama tikus. Cara kerja alat ini yaitu dengan menyambungkan alat dengan aliran listrik dari PLN untuk mensuplai daya, IC 555 dan beberapa komponen lain langsung memancarkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40KHz. Kesimpulan dari sistem ini adalah dapat memancarkan gelombang frekuensi sebesar 40KHz tergantung nilai komponen yang digunakan dan dengan suplai daya dari Listrik PLN. Pada gambar 2.1 terdapat gambar blok diagram penelitian sebelumnya.[3]

2.2. IC 555



Gambar 2.1 IC 555

IC 555 merupakan IC atau sirkuit terpadu (chip) yang digunakan dalam berbagai aplikasi pewaktuan, sumber pulsa gelombang, serta aplikasi osilator. IC ini dapat

dimanfaatkan dalam rangkaian elektronika sebagai penunda waktu (Delay Timer), rangkaian flip-flop, dan osilator. Secara fisik IC 555 berbentuk DIP atau Dual inline Package dengan package 8 pin.[4]

Tabel 2. 1 Spesifikasi Pin IC 555

Pin	Nama	Deskripsi
1	GND	Ground
2	Trigger	Sebagai pemantik agar pewaktuan bekerja
3	Output	Akan dihubungkan ke beban
4	Reset	Berfungsi untuk menghentikan interval pewaktuan jika
5	Control	Sebagai pengakses pembagi tegangan sebesar 2/3 VCC
6	Threshold	Untuk menentukan berapa lamanya pewaktuan
7	Discharge	Biasanya dikonekkan dengan kapasitor elektrolit, dan pada waktu
8	VCC	Tegangan masukan

2.3. Panel Surya

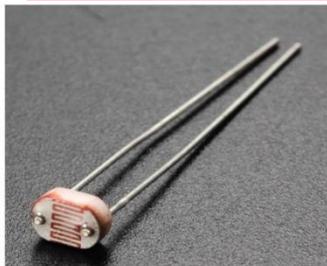
Panel surya adalah sebuah elemen semikonduktor yang dapat mengkonversi energy surya menjadi energi listrik dengan prinsip fotovoltaiik. Modul surya adalah kumpulan beberapa sel surya, dan panel surya adalah kumpulan beberapa modul surya. Tegangan dan arus listrik yang dihasilkan oleh sel surya dipengaruhi oleh dua variabel fisis, yaitu intensitas radiasi cahaya matahari dan suhu lingkungan. Intensitas radiasi cahaya matahari yang diterima sel surya sebanding dengan tegangan dan arus listrik yang dihasilkan oleh sel surya, sedangkan apabila suhu lingkungan semakin tinggi dengan intensitas radiasi cahaya matahari yang tetap, maka tegangan panel surya akan berkurang dan arus listrik yang dihasilkan akan bertambah.[5]



Gambar 2.2 Panel Surya

2.4. LDR (Light Dependent Resistance)

LDR (Light Dependent Resistance) merupakan salah satu contoh sensor cahaya yang terbuat dari bahan cadmium sulfoselenoid (CDS) yang sangat peka terhadap perubahan intensitas cahaya yang mengenai permukaannya.



Gambar 2.3 LDR (Light Dependent Resistance)

2.5. Speaker Tweeter

Speaker adalah komponen elektronika yang terdiri dari kumparan, membran dan magnet sebagai bagian yang saling terikat. Tanpa adanya membran, sebuah speaker tidak akan mengeluarkan suara, demikian sebaliknya. Bagian-bagian speaker tersebut saling terkait dan saling melengkapi. Tweeter speaker yang biasanya berukuran kecil 0,5 inci, paling besarpun berukuran 4 inci, fungsi tweeter adalah untuk mengeluarkan frekuensi tinggi yang cangkupannya pada rentang 3000 Hz hingga 50Khz.



Gambar 2.4 Speaker Tweeter

2.6. Baterai Aki

Baterai merupakan sebuah alat elektronik yang memiliki fungsi sebagai menyimpan energi listrik dengan tegangan arus DC. Selain itu baterai juga memiliki fungsi mengubah energi kimia menjadi sebuah aliran arus listrik. Kami memilih baterai aki karena selain bebas perawatan, baterai aki ini memiliki katup

pertukaran gas sehingga suhu dalam baterai tetap terjaga dan umur baterai akan maksimal



Gambar 2.5 Baterai Aki

2.7. Lampu LED (Light Emitting Diode)

Sama seperti lampu pada umumnya lampu LED adalah sumber cahaya buatan yang dihasilkan melalui penyaluran arus listrik melalui filamen yang kemudian memanas dan menghasilkan cahaya. Hanya saja perbedaannya terletak pada daya input menggunakan sumber DC dari aki / baterai.



Gambar 2.1 Lampu LED (Light Emitting Diode)

2.8. Eagle 7.6.0

Eagle (Easily Applicable Graphical Layout Editor) merupakan software yang digunakan untuk merancang board elektronika. Pada software ini, dapat melakukan edit rangkaian yang diinginkan, menambah komponen tertentu, mengatur peletakan komponen, dan menambah routing antar kompone agar saling terhubung. Tampilan utama Eagle terdapat pada Gambar 2.8.



Gambar 2. 8 Tampilan Utama Eagle

3. Analisis dan Perancangan

3.1 Analisis

3.1.1 Gambaran Sistem Saat ini

Saat ini alat yang digunakan bergantung pada listrik dari PLN dan IC 555, dilengkapi dengan speaker untuk memancarkan gelombang yang frekuensinya tergantung pada komponen resistor dan kapasitor yang digunakan. Pada gambar 3.1 merupakan gambar alat saat ini.

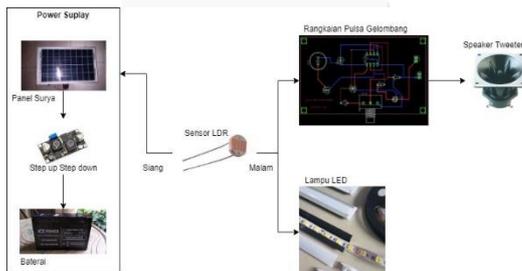


Gambar 3.1 Gambaran Alat Saat Ini

Pada alat saat ini hanya bisa digunakan di dalam ruangan karena sumber daya menggunakan listrik dari PLN. Dan frekuensi yang dikeluarkan bersifat tetap tidak bisa diubah sebab frekuensi tergantung nilai-nilai komponen yang digunakan oleh alat tersebut

3.1.2 Gambaran Sistem Usulan

Alat pengusir hama ini berfungsi untuk memancarkan gelombang ultrasonik. Fungsi dari gelombang ultrasonik sendiri adalah untuk membuat tikus terganggu dengan gelombang yang dipancarkan antara 30-50KHz. Suara ultrasonik sendiri dikeluarkan oleh speaker piezo tweeter dengan kemampuan maksimal dapat mengeluarkan gelombang ultrasonik setinggi 50KHz. Dan light trap yang berfungsi untuk memancing agar hama (kaper dan wereng) keluar dari sarangnya lalu terperangkap dengan bantuan air sabun. Pada gambar 3.2 dapat dilihat blok diagram sistem.



Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem

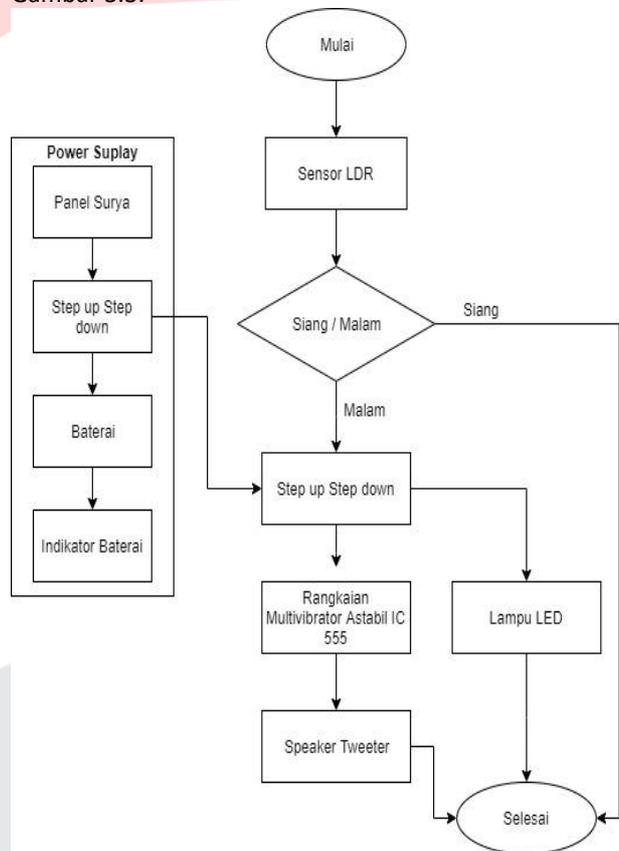
4. Pada saat rangkaian astable multivibrator mendapatkan daya maka akan menyalakan light trap dan speaker.

Cara kerja power supply sebagai berikut.

1. Jika panel surya mendapat panas matahari yang cukup maka panel surya akan menghasilkan daya untuk mengisi baterai, daya untuk baterai disalurkan melalui step up step down.
2. Step up step down mengubah output dari panel surya agar stabil dan pengisian baterai bisa maksimal.
3. Baterai menyimpan daya dari panel surya melalui step up step down untuk menghidupkan alat pada malam hari.

3.3.1 Flowchart Sistem

Flowchart alat pengusir hama terdapat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Flowchart Alat Pengusir Hama

3.2. Perancangan

3.2.1. Cara Kerja Sistem

Cara kerja alat pengusir hama terbagi menjadi dua bagian, yaitu cara kerja rangkaian astable multivibrator dan cara kerja power supply.

Cara kerja astable multivibrator yaitu sebagai berikut.

1. Sensor LDR mendeteksi intensitas cahaya.
2. Jika kondisi cahaya terang maka rangkaian sensor LDR memutus daya untuk astable multivibrator dan alat tidak beroperasi.
3. Jika kondisi cahaya gelap maka rangkaian sensor LDR memberi daya pada rangkaian astable multivibrator.

4. Implementasi dan Pengujian

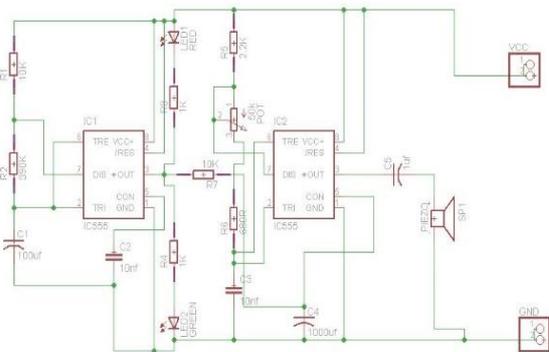
4.1 Implementasi

Implementasi Proyek ini memiliki dua poin penting, yaitu sebagai berikut :

1. Skematik Hardware.
2. Prototype Hardware.

4.1.1. Skematik Hardware

Skematik hardware dibuat menggunakan software Eagle 7.6.0 dengan memasukan komponen-komponen yang dibutuhkan kemudian menambah koneksi antar pin komponen sesuai dengan datasheet pada komponen-komponen tersebut. Skematik hardware yang digunakan yaitu menggunakan rangkaian astable multivibrator (Gambar 4.1) yang dihubungkan dengan komponen-komponen lain, kemudian rangkaian astable multivibrator sendiri akan dihubungkan ke rangkaian sensor LDR (Gambar 4.2) untuk mengatur alat hidup atau mati tergantung insentitas cahaya.



Gambar 4. 1 Skematik Astable Multivibrator

terdapat rumus perhitungan untuk nilai frekuensi output dari skematik astable multivibrator, dengan persamaan sebagai berikut :
$$Freq = \frac{1,44}{(R1+2 \cdot R2) \cdot C}$$

Untuk rangkaian alat pengusir hama R1 menggunakan potensiometer 50K Ohm, dengan nilai hambatan 4 Ohm - 52K Ohm, R2 adalah resistor dengan nilai 1k Ohm, C adalah kapasitor dengan nilai 10nF. Maka jika dihitung menggunakan rumus adalah sebagai berikut :

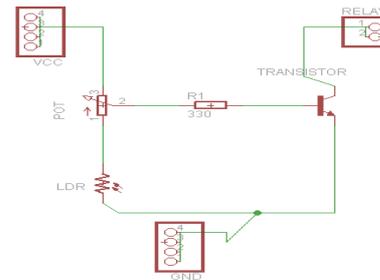
- Frekuensi output maksimal (nilai R1 = 4 Ohm)

$$Freq = \frac{1,44}{(2 \text{ Ohm} + 2 \cdot 2K \text{ Ohm}) \cdot 10nF} = 71,9 \text{ KHz}$$

- Frekuensi output minimal (nilai R1 = 52K Ohm)

$$Freq = \frac{1,44}{(52K \text{ Ohm} + 2 \cdot 2K \text{ Ohm}) \cdot 10nF} = 2,7 \text{ KHz}$$

Berdasarkan perhitungan dari rumus astable multivibrator frekuensi output yang dihasilkan oleh rangkaian adalah 2 KHz hingga 70 KHz. Tapi karena speaker yang digunakan maksimal frekuensi yang dapat dikeluarkan 50KHz, maka output yang dihasilkan oleh alat pengusir hama adalah 2 KHz hingga 50 KHz.



Gambar 4. 2 Skematik Sensor LDR

4.1.2. Prototipe Hardware

Prototype hardware merupakan hasil akhir cetak fisik dari pembuatan skematik. Hasil akhir tersebut berupa board PCB, board PCB dibuat menggunakan software eagle 7.6.0 dan dicetak pada tempat percetakan board PCB. Prototype astable multivibrator terdapat pada Gambar 4.3 dan prototype sensor LDR pada Gambar 4.4.



Gambar 4.3 Prototipe Astable Multivibrator



Gambar 4.4 Prototipe Sensor LDR

4.2 Pengujian

4.2.1 Pengujian Sensor LDR

Tujuan dilakukannya pengujian pada Sensor LDR adalah untuk mengetahui alat sudah bisa otomatis mengisi baterai dan menyalakan speaker dan light trap.



Gambar 4.5 Pengujian Sensor LDR Saat Mendeteksi Cahaya

Pada Gambar 4.5 dapat dilihat bahwa sensor mendeteksi cahaya dan mendapat hambatan sebesar 248 Ohm, maka alat dalam kondisi OFF kecuali pada indikator baterai.



Gambar 4.6 Pengujian sensor LDR Pada Malam Hari

Pada Gambar 4.6 dapat dilihat bahwa alat tidak mendeteksi cahaya dan mendapat hambatan sebesar 12,98 Kilo Ohm, maka dalam kondisi ON dan otomatis menyalakan speaker tweeter dan light trap.

Dari pengujian sensor LDR maka dapat disimpulkan bahwa alat akan beroperasi jika sensor LDR tidak mendapatkan cahaya sehingga menghasilkan hambatan sebesar 12,98 Kilo Ohm, lalu alat akan berhenti beroperasi jika sensor LDR mendapat cahaya dan hanya mendapat hambatan 248 Ohm.

4.2.2 Pengujian Light Trap

Tujuan dilakukannya pengujian pada Light Trap adalah untuk mengetahui apakah hama (kaper dan wereng) dapat terpancing untuk mendekat dan terperangkap dengan bantuan air sabun. Light trap dapat menyala dengan maksimal dengan input daya 12 – 9 volt, jika daya yang didapat kurang dari 9 volt maka light trap tidak dapat menyala dengan maksimal.

Pada gambar 4.7 terdapat pengujian Light Trap.



Gambar 4.7 Pengujian Light Trap

Dari pengujian light trap dapat disimpulkan bahwa semakin penuh daya baterai berpengaruh semakin terang cahaya yang dihasilkan, semakin efektif untuk memancing kaper dan wereng untuk berkumpul.

4.2.3 Pengujian Gelombang Ultrasonik Jarak Terdekat dan Terjauh

Jika sensor LDR dan Light Trap sudah berfungsi dengan baik, selanjutnya pengujian pada ultrasonik yang dapat mengeluarkan gelombang ultrasonik mulai dari frekuensi minimal 2KHz hingga maksimal 50KHz dan respon yang terjadi pada tikus, untuk memastikan Gelombang Ultrasonik dapat bekerja dengan baik untuk mengusir hama tikus, Serta jarak yang efektif untuk mengusir tikus.

Pada gambar 4.8 dapat dilihat frekuensi minimal yang dapat dihasilkan oleh alat pengusir hama, dan pada gambar 4.9 adalah frekuensi maksimal alat pengusir hama.



Gambar 4.8 Frekuensi Terendah

Dapat dilihat bahwa frekuensi terendah alat pengusir hama adalah 1.922 Hz.



Gambar 4.9 Frekuensi Maksimal

Dapat dilihat bahwa frekuensi maksimal yang dapat dihasilkan alat pengusir hama adalah 48,40KHz.

Kemudian akan dilakukan pengujian pada tikus dengan mengeluarkan gelombang ultrasonik pada frekuensi tertentu, pengujian akan dilakukan pada frekuensi 20KHz, 30KHz, 40KHz dan 50KHz.



Gambar 4.10 Pengujian Frekuensi 50KHz

Pada frekuensi 50KHz terlihat respon tikus bingung, memilih mencari jalan keluar dan meninggalkan makanan yang telah disediakan.



Gambar 4.11 Pengujian Frekuensi 40KHz



Gambar 4.12 Pengujian Frekuensi 30KHz

Pada frekuensi sekitar 30KHz tidak ada respon yang berlebih pada tikus, hanya sesekali bingung namun masih tetap makan makanan yang disediakan.



Gambar 4.13 Pengujian Frekuensi 20KHz

Pada frekuensi 20KHz tidak ada respon dari tikus. Pada gambar 4.14 pengujian Frekuensi dilakukan pada 2 jarak, yaitu 2 meter dan 6 meter.



Gambar 4.14 Pengujian Jarak

Pada jarak 2 meter dan 6 meter dengan frekuensi yang sama, tikus tetap merespon hanya saja pada jarak 6

meter waktu yang dibutuhkan untuk tikus dapat merespon memakan waktu lebih lama.

Pada tabel 4.1 terdapat hasil pengujian Frekuensi, jarak dan respon tikus.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Frekuensi

Frekuensi	Tikus 1		Tikus 2	
	2 meter	6 meter	2 meter	6 meter
20Khz	TT	TT	TT	TT
30Khz	T	TT	T	TT
40Khz	ST	ST	ST	ST
50Khz	ST	T	ST	ST

*TT = Tidak Terpengaruh, T = Terpengaruh, ST = Sangat Terpengaruh

Dari pengujian frekuensi dapat disimpulkan bahwa tikus akan terpengaruh pada frekuensi 40KHz hingga 50KHz, dan jarak sumber gelombang ultrasonik ke tikus berpengaruh terhadap durasi tikus dapat merespon gelombang ultrasonik tersebut.

4.2.4 Pengujian Panel Surya dan Power Supply

Pengujian panel surya dan power supply bertujuan untuk mengetahui berapa lama alat pengusir hama dapat beroperasi tanpa mengisi daya pada baterai dan berapa banyak daya yang dapat dihasilkan panel surya dalam 1 hari.



Gambar 4.15 Daya Pengujian Awal

Pada gambar 4.15 Pengujian dimulai dari daya baterai 12,4 Volt hingga daya minimal yang diperlukan alat untuk dapat tetap beroperasi, Pada gambar 4.12 terdapat daya minimal untuk alat dapat beroperasi.



Gambar 4.16 Daya Minimal Alat Dapat Beroperasi

Dari gambar 4.16 daya baterai 7,64 Volt tidak mampu untuk menghidupkan alat pengusir hama. Pengujian ini dilakukan selama 13 jam yaitu dimulai pada pukul 18:00 sampai pukul 07:00 dihari berikutnya, dapat dilihat dari lampu LED yang redup disebabkan oleh kekurangan daya baterai karena seharusnya daya yang diperlukan untuk menghidupkan alat pengusir hama adalah 8 Volt.

Dapat disimpulkan dari pengujian power supply bahwa alat dapat bekerja pada kapasitas maksimal baterai, karena daya berlebih dapat distabilkan oleh step down, namun daya minimal untuk alat dapat beroperasi adalah diatas 7,64 Volt.



Gambar 4.17 Pengujian Awal Panel Surya

Berikutnya akan dilakukan pengujian panel surya untuk mengetahui daya yang dapat dihasilkan dan disimpan ke baterai dalam satu hari. Panas matahari sangar berpengaruh terhadap pengisian baterai, semakin terik sinar matahari maka semakin cepat pengisian pada baterai, sebaliknya jika kondisi sedang mendung maka pengisian baterai akan lambat. Pada Gambar 4.13 dilakukan pengujian pengisian baterai dengan panel surya 10Wp ke baterai aki 12V 9AH dari daya awal baterai 7,5 Volt.



Gambar 4.18 Pengujian Panel Surya

Pada kondisi matahari normal panel surya dengan bantuan step up step down yang diatur pada output 13v dapat mengisi aki dari daya 7,5 Volt hingga 12,6 Volt memakan waktu mulai pukul 10:00 hingga pukul 15:00 (5 jam).

Dapat disimpulkan bahwa panel surya dapat mengisi baterai dari minimal daya untuk alat dapat beroperasi yaitu 7,5 volt hingga 12,6 Volt dalam waktu 5 jam, dalam cuaca cerah panel surya dapat mengisi dayai selama 8 jam dikarenakan cuaca hujan maka pengujian hanya dilakukan selama 5 jam. Artinya alat pengusir hama dapat beroperasi lebih dari 13 jam dan hanya memerlukan waktu 5 jam untuk mengisi daya.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan pengujian terhadap alat pengusir hama, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Alat ini dapat bekerja dan mengisi daya dengan otomatis dengan mendeteksi cahaya matahari.
2. Efektifitas kerja Light Trap tergantung pada cerah atau redupnya lampu.
3. Semakin sedikit daya pada baterai semakin redup Light Trap dan kurang efektif.
4. Ultrasonik dapat mengganggu tikus dengan frekuensi 40 KHz hingga 50 KHz.
5. Frekuensi 20KHz tidak berpengaruh pada tikus, Frekuensi 30KHz kurang efektif untuk mengganggu tikus.
6. Panel Surya akan bekerja maksimal jika matahari bersinar terik.
7. Pada pukul 10.00 – 14.00 Panel Surya dapat bekerja dengan maksimal

5.2 Saran

Alat pengusir hama dapat dikembangkan lebih lanjut. Disarankan untuk menggunakan kualitas speaker yang lebih bagus untuk dapat memancarkan frekuensi lebih maksimal, juga menambahkan komponen agar dapat terhubung langsung dengan listrik PLN dan bisa berfungsi maksimal di dalam ruangan. serta untuk kedepannya, Alat Pengusir Hama dapat mengusir hama lain seperti burung dengan bantuan sensor *pir* untuk

mendeteksi keberadaan burung dan *laser* untuk mengusir burung tersebut.

Daftar Pustaka

- [1] S. dan N. Herawati, “Mengenal Tikus Sawah,” no. 3419, 2011.
- [2] A. Sandi, “PENGARUH GELOMBANG ULTRASONIK TERHADAP PERILAKU MAKAN DAN TINGKAT AGRESI HAMA TIKUS,” 2002, pp. 16–35.
- [3] Frans Rizal Agustiyanto, “RANCANG BANGUN RANGKAIAN ELEKTRONIK PENGHASIL GELOMBANG ULTRASOUND UNTUK MENGENDALIKAN HAMA TIKUS,” 2014.
- [4] A. Bachri, “Simulasi Karakteristik Inverter IC 555,” *Simulasi Karakteristik Invert. IC 555*, vol. 5, no. 1, pp. 430–434, 2013.
- [5] D. Suryana and M. M. Ali, “Pengaruh Temperatur / Suhu Terhadap Tegangan Yang Dihasilkan Panel Surya Jenis Monokristalin,” vol. 2, no. 1, pp. 5–8, 2016.