

LAPORAN TUGAS AKHIR
ALAT PENGUSIR HAMA TIKUS SAWAH DENGAN TENAGA
SURYA DI DESA KANDANGAN KEC. PURWODADI KAB.
GROBOGAN



Penyusun :

Bara Kristanto (30602100018)

Dwi Prasetyo (30602100019)

Azka Adzkiya (30602100056)

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG

2025

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dwi Prasetyo
NIM : 30602100019
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Fakultas Teknologi Industri

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir yang diajukan dengan judul
“ALAT PENGUSIR HAMA TIKUS SAWAH DENGAN TENAGA SURYA
DI DESA KANDANGAN KEC. PURWODADI KAB. GROBOGAN” adalah
hasil karya sendiri, tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di
Perguruan Tinggi lain maupun ditulis dan diterbitkan orang lain, kecuali secara
tertulis diacu dalam daftar pustaka. Tugas Akhir ini adalah milik saya segala bentuk
kesalahan dan kekeliruan dalam Tugas Akhir ini adalah tanggung jawab saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab.

Semarang, Agustus 2025

Yang Menyatakan


METERAI
TEMPEL
C5689ANX030890503

Dwi Prasetyo

LEMBAR PENGESAHAN

ALAT PENGUSIR HAMA TIKUS SAWAH DENGAN TENAGA
SURYA DI DESA KANDANGAN KEC. PURWODADI KAB.

GROBOGAN

Penyusun:

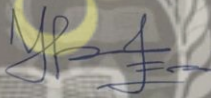
Bara Kristanto (30602100018)

Dwi Prasetyo (30602100019)

Azka Adzkiya (30602100056)

Semarang, 13 Agustus 2025

Dosen Pembimbing



Ir. Ida Widiastuti, MT

NIDN. 0005036501

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Jenny Putri Hapsari, ST., MT.

NIDN. 210 615 047

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul “ALAT PENGUSIR HAMA TIKUS SAWAH DENGAN TENAGA SURYA DI DESA KANDANGAN KEC. PURWODADI KAB. GROBOGAN” ini telah dipertahankan di depan Penguji sidang Tugas Akhir pada:

Hari : Rabu
Tanggal : 13 Agustus 2025

Tim Penguji

Tanda Tangan

Agus Suprajitno, S.T., M.T.
NIDN : 0602047301
Ketua dan Penguji I

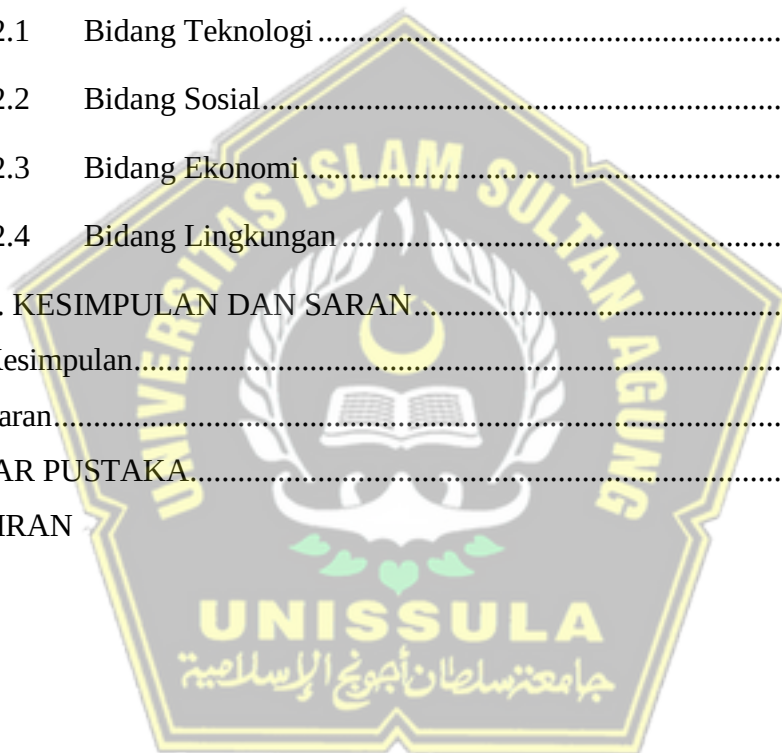
Dedi Nugroho, S.T., M.T.
NIDN : 0617126602
Penguji II

Ir. Ida Widiastuti M.T.
NIDN : 0005036501
Penguji III

DAFTAR ISI

LAPORAN TUGAS AKHIR	i
SURAT PERNYATAAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
RINGKASAN	x
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang dan Identifikasi Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Batasan Realistis Aspek Keteknikan.....	4
BAB 2. IDENTIFIKASI KEBUTUHAN SISTEM.....	5
2.1 Studi Literatur dan Observasi	5
2.2 Dasar Teori	14
2.3 Analisis Stakeholder.....	23
2.4 Analisis Aspek yang Mempengaruhi Sistem	24
2.5 Spesifikasi Sistem	25
BAB 3. USULAN SOLUSI	26
3.1 Usulan Solusi 1	26
3.3 Analisa dan Penentuan Usulan/Desain Terbaik	35
3.4 Gantt Chart	36
3.5 Realisasi Pelaksanaan Tugas Akhir.....	37
BAB 4. HASIL RANCANGAN DAN METODE PENGUKURAN.....	39
4.1 Hasil Rancangan Sistem.....	39

4.2 Metode Pengukuran Kinerja Hasil Perancangan	42
BAB 5. HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS	44
5.1 Analisis Hasil	44
5.1.1 Hasil dan Analisis Pengujian Indikator	44
5.1.2 Pemenuhan Spesifikasi Sistem	52
5.1.3 Pengalaman Pengguna	52
5.1.4 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya	54
5.2 Dampak Implementasi Sistem	56
5.2.1 Bidang Teknologi	56
5.2.2 Bidang Sosial	57
5.2.3 Bidang Ekonomi	57
5.2.4 Bidang Lingkungan	57
BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN	58
6.1 Kesimpulan	58
6.2 Saran	58
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN	

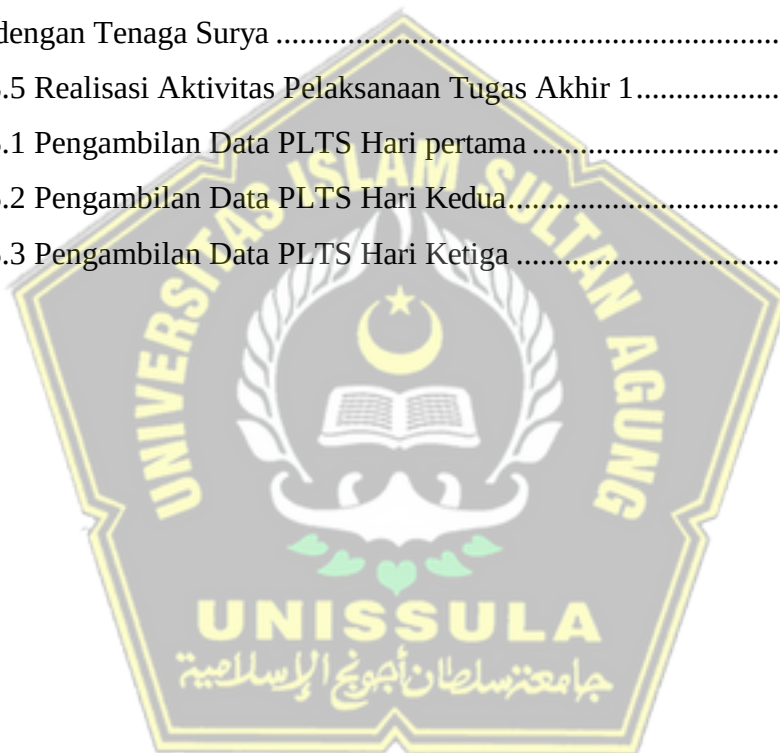


DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Panel Surya terdapat 28 hingga 36 sel.....	15
Gambar 2.2 Struktur dari sel surya dengan material silikon sebagai semikonduktor	15
Gambar 2.3 Junction antara semikonduktor tipe-P dan tipe-N	17
Gambar 2.4 Proses Kerja Panel Surya dengan Prinsip P-N Junction.....	18
Gambar 2.5 SCC 10 A.....	20
Gambar 2.6 Baterai 12V 12Ah.....	21
Gambar 2.7 Rangkaian dasar multivibrator astabil	22
Gambar 2.8 Speaker Tweeter Walet Arrow PCT-4000.....	23
Gambar 3.1 Blok Diagram Desain 1	26
Gambar 3.2 Rangkaian Elektronik Desain 1.....	27
Gambar 3.3 Kerangka Desain 1	27
Gambar 3.4 Blok Diagram Desain 2	32
Gambar 3.5 Rangkaian Elektronik Desain 2.....	32
Gambar 3.6 Kerangka Desain 2	32
Gambar 4.1 Hasil Rangkaian Elektronik Alat Pengusir Hama Tikus Sawah dengan Tenaga Surya.....	39
Gambar 4.2 Rangkaian Penghasil Suara <i>Ultrasonic</i>	39
Gambar 4.3 Tampilan Alat.....	39
Gambar 5.1 Grafik PLTS Percobaan 1.....	46
Gambar 5.2 Grafik PLTS Percobaan 2.....	47
Gambar 5.3 Grafik PLTS Percobaan 3.....	47
Gambar 5.4 Ilustrasi Penempatan Alat.....	51

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Hasil survei antara pengembang dan pengguna	2
Tabel 2.1 Hasil Studi Literatur Solusi Sejenis	5
Tabel 3.1 Kebutuhan Desain 1	28
Tabel 3.2 Rencana Usulan Anggaran Biaya Desain 1.....	28
Tabel 3.3 Rencana Usulan Anggaran Biaya Desain 2.....	33
Tabel 3.4 Gantt Chart Pelaksanaan Capstone Project Alat Pengusir Hama Tikus sawah dengan Tenaga Surya	36
Tabel 3.5 Realisasi Aktivitas Pelaksanaan Tugas Akhir 1.....	37
Tabel 5.1 Pengambilan Data PLTS Hari pertama	44
Tabel 5.2 Pengambilan Data PLTS Hari Kedua.....	45
Tabel 5.3 Pengambilan Data PLTS Hari Ketiga	46



RINGKASAN

Hama pada tanaman padi sawah di Indonesia menjadi masalah utama yang dihadapi petani, hal ini akan mengakibatkan penurunan hasil panen dan kerugian ekonomi. Beberapa hama utama yang sering menyerang antara lain tikus, wereng (batang coklat, hijau, dan punggung putih), keong mas, walang sangit, dan burung. Hama tikus yang menyebabkan kegagalan panen padi bagi petani, Upaya Petani untuk mengurangi hama tikus dengan memasang perangkap menggunakan racun dan perangkap yang dialiri listrik, akan tetapi upaya tersebut belum memberikan dampak yang signifikan dan tidak aman. Tujuan dari pembuatan alat ini agar dapat membantu para petani agar sawah bebas dari hama tikus, maka dibuatkan alat pengusir hama tikus yang dengan sumber energi didapatkan dari sinar matahari. Sistem kerja alat ini memancarkan gelombang ultrasonik yang bertujuan mengusir tikus dari area persawahan dengan sumber energi tenaga surya yang mampu beroperasi selama 12 jam. Hasil Pengujian yang dilakukan pada alat ini pada dengan diberikan frekuensi ultrasonic secara bertahap mulai dari 10 kHz s/d 40 kHz enam ekor tikus berhasil terganggu akibat alat ini. Dan alat ini mampu menghasilkan frekuensi ultrasonik yaitu di atas 20 kHz, dengan adanya frekuensi tersebut tikus mulai terusir dari sawah. Dengan pemanfaatan alat ini, harapan petani memiliki solusi dalam meningkatkan resiko penurunan hasil panen yang lebih aman dan ramah lingkungan dalam menghadapi serangan hama tikus, tanpa risiko tersengat listrik atau kerusakan lahan akibat racun.

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Identifikasi Masalah

1.1.1 Latar Belakang

Pertanian memainkan peran penting dalam penyediaan pangan nasional, terutama di negara-negara seperti Indonesia yang bergantung pada pertanian. Beras adalah salah satu produk utama yang menjadi sumber makanan utama masyarakat. Untuk mencapai produksi beras yang optimal, banyak faktor berpengaruh, seperti teknik bercocok tanam, kondisi cuaca, kualitas tanah, dan kebutuhan untuk menjaga tanaman dari hama. Tikus sawah (*Rattus argentiventer*) adalah salah satu hama terbesar yang mengganggu tanaman padi, dan dapat menyebabkan kerusakan yang signifikan hingga gagal panen [1].

Dari masa tanam hingga panen, serangan hama tikus dapat terjadi di hampir semua tahap pertumbuhan tanaman. Tikus dapat merusak benih, memakan batang muda, dan merobohkan tanaman yang sudah mengandung bulir. Tikus memiliki tingkat reproduksi yang tinggi dan kecepatan bergerak yang tinggi, yang membuat populasi hama ini sangat sulit untuk dikendalikan. Data dari berbagai daerah pertanian menunjukkan bahwa pengendalian hama tikus dapat menyebabkan kerugian antara sepuluh hingga lima puluh persen dari hasil panen [2].

Petani sudah mencoba berbagai cara untuk memerangi hama tikus, termasuk berburu tikus dengan tangan, menggunakan racun kimia dan jebakan, dan menggunakan predator alami seperti burung hantu. Namun, setiap metode memiliki batasan. Misalnya, penggunaan racun dapat mencemari lingkungan dan membahayakan manusia dan hewan lain. Metode manual, disisi lain, sangat bergantung pada jumlah tenaga kerja dan tidak efektif di wilayah yang lebih luas. Alat pengusir hama tikus yang menggunakan gelombang ultrasonik adalah salah satu inovasi menggunakan sistem elektronik yang muncul sebagai hasil dari kemajuan teknologi. Tikus menjauh dari tempat yang aman karena gelombang ultrasonik dengan frekuensi tertentu dapat mengganggu pendengaran mereka. Karena tidak menggunakan bahan kimia berbahaya dan dapat berfungsi secara otomatis dalam jangka waktu yang lama, alat ini ramah lingkungan [3].

Namun, sebagian besar alat elektronik ini masih bergantung pada listrik dari PLN atau baterai yang perlu diganti secara teratur. Hal ini menjadi masalah di area pertanian yang terpencil atau dengan sarana infrastruktur yang terbatas. Sebagai solusinya, penerapan sistem energi terbarukan, seperti tenaga surya, menjadi sangat relevan. Panel surya dapat menyerap energi dari sinar matahari dan mengubahnya menjadi listrik yang memadai untuk menjalankan sistem ultrasonik secara mandiri tanpa bergantung pada listrik tradisional.

Penggunaan tenaga surya dalam sistem pengusir hama tikus mendukung operasional yang berkelanjutan dan efisien, juga sejalan dengan prinsip energi yang ramah lingkungan dan pembangunan berkelanjutan. Dengan bantuan panel surya, listrik dapat disimpan dalam baterai lewat solar charge controller dan digunakan sesuai kebutuhan, termasuk saat malam ketika aktivitas tikus biasanya meningkat.

Oleh karena itu, menciptakan alat pengusir hama tikus dengan gelombang ultrasonik yang ditenagai oleh energi surya adalah solusi inovatif untuk menghadapi tantangan di lapangan. Sistem ini diharapkan dapat membantu petani dalam mempertahankan produktivitas tanaman padi tanpa merusak lingkungan dan mengurangi ketergantungan pada metode lama yang memiliki banyak kekurangan. Penelitian dan pengembangan alat ini sangat penting untuk menghasilkan perangkat yang efektif, efisien, dan dapat digunakan secara luas di sektor pertanian Indonesia terutama pada pertanian di Desa Kandangan Kec. Purwodadi Kab. Grobogan.

Berdasarkan masalah yang ada, kemudian dikembangkan untuk dilakukan survei terhadap petani yang ditunjukkan pada Tabel 1.1 sebagai berikut.

Tabel 1.1 Hasil survei wawancara

Pertanyaan	Jawaban
Berapa lahan yang dimiliki dan komoditas apa saja yang ditanam pada lahan tersebut?	Lahan yang dimiliki sebagai lahan kepemilikan perseorangan sebesar 1012 m ² dan di tanami padi dan jagung
Apakah pernah mengalami masalah gagal panen?	Pernah, terutama menjelang musim kemarau

Pertanyaan	Jawaban
Faktor apa saja yang dapat menjadi penyebab panen berhasil atau gagal	Pengaruh cuaca yang tidak menentu, serangan hama tikus dan wereng, dan ketersediaan air yang minim
Bagaimana cara mengatasi hama tikus yang sering merugikan para petani dan apakah cara tersebut berhasil?	Salah satu yang dilakukan adalah dengan memberi obat tikus di tiap sudut sawah namun cara tersebut kurang efektif dan tidak mengurangi hama tikus tersebut
Jika suatu teknologi akan diterapkan dalam pertanian anda, teknologi seperti apa yang paling membantu petani untuk mengurangi penyebab adanya gagal panen?	Teknologi yang kami harapkan adalah teknologi yang tidak membahayakan lingkungan sekitar, dengan biaya yang terjangkau dan mudah dioperasikan

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana mengimplementasikan teknologi mengusir hama yang efektif, hemat biaya serta ramah lingkungan, dan mudah dioperasikan oleh petani?
2. Bagaimana hasil kinerja alat pengusir tikus yang menggunakan tenaga surya tersebut?

1.3 Tujuan

1. Untuk menciptakan metode yang efektif dan ramah lingkungan untuk mengusir tikus tanpa menggunakan racun dan perangkap.
2. Untuk meminimalisir serangan hama tikus terhadap tanaman padi.
3. Untuk meningkatkan hasil sektor pertanian terutama padi.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam pengerjaan *Capstone Design* adalah sebagai berikut :

1. Sumber energi listrik utama menggunakan tenaga surya, yang disimpan pada baterai untuk penggunaan malam hari.

2. Cuaca yang berubah – ubah dapat menyebabkan PLTS tidak dapat mengisi baterai dengan maksimal.
3. Alat dirancang bekerja secara otomatis berdasarkan pencahayaan sinar matahari
4. Pengujian alat dilakukan menggunakan tikus putih.

1.5 Batasan Realistis Aspek Keteknikan

Adapun batasan realistis aspek keteknikan pada pengerjaan *Capstone Design* sebagai berikut :

1. Sumber energi listrik bukan berasal dari PLN
Penggunaan alat berada di sawah sehingga diperlukan sumber listrik tenaga lain.
2. Mudah dipasang dan digunakan
Karena mayoritas petani adalah orang yang awam teknologi, maka alat harus mudah digunakan oleh semua kalangan.
3. Tidak mengganggu petani
Pemasangan alat harus berada di tempat yang tidak mengganggu petani saat bekerja.
4. Harga alat yang murah
Alat dapat digunakan petani karena modal pembuatannya yang murah, sehingga terjangkau bagi petani.

BAB 2. IDENTIFIKASI KEBUTUHAN SISTEM

2.1 Studi Literatur dan Observasi

Berikut ini merupakan kumpulan beberapa literatur yang dapat dijadikan sebagai solusi alternatif pada penelitian ini, yang ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Studi Literatur

Judul	Usulan Solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
Alat Pengusir Hama Tikus Sawah Berbasis Arduino Uno dan Gelombang Ultrasonik [4].	Solusi yang ditawarkan oleh peneliti adalah pembuatan alat otomatis yang membantu petani dalam melindungi tanaman padi dari serangan hewan pengerat. Cara membuat sistem keamanan ini cukup mudah, yaitu dengan menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontroller dan perangkat sensor ultrasonik	Pada frekuensi yang paling sensitif terhadap gangguan pendengaran tikus, yakni frekuensi 50 kHz.
Pengembangan Alat Pengusir Hama Tikus Di Lahan Persawahan Menggunakan Sensor PIR dan Penguatan	Solusi yang disediakan oleh peneliti adalah perangkat untuk menyingkirkan hama tikus dengan	Berdasarkan hasil uji coba yang dilaksanakan, pada frekuensi 22,2 kHz, tikus yang terlihat pada kamera infra red menunjukkan

Judul	Usulan Solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
Ultrasonik Untuk Petani [5].	memanfaatkan sensor PIR dan teknologi penguatan ultrasonik serta sumber energi tenaga surya.	tanda – tanda kebingungan dan tidak bergerak tanpa mengambil atau merusak tanaman padi. Sementara itu, pada frekuensi 30,0 kHz dan 35,5 kHz, keberadaan tikus tidak terlihat oleh kamera infra red.
Rancang Bangun Alat Pengusir Hama Menggunakan Gelombang Ultrasonik [6].	Solusi yang ditawarkan peneliti berupa alat pengusir hama yang dibuat dengan IC555, Panel Surya dan Sensor LDR. IC555 sebagai timer dan multivibrator gelombang ultrasonik.	Alat dapat menghasilkan gelombang ultrasonik sampai dengan frekuensi 50 kHz. Saat alat memancarkan frekuensi, maka tikus tidak bisa beradaptasi dan pergi menghindari ultrasonik tersebut.
Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Sumber Energi Listrik Pada Alat <i>Ultrasonic</i> [7].	Solusi yang diajukan oleh peneliti adalah perangkat yang digunakan untuk menyuplai alat ultrasonic yang digunakan untuk mengisir tikus dengan menggunakan PLTS 100 Wp dan aki 40 A.	Hasil : Hasil observasi dan evaluasi terhadap alat prototipe pengusir hama tikus berbasis ultrasonik yang telah direkayasa menunjukkan bahwa perangkat ini berfungsi dengan baik dan mampu mengusir hama pertanian berupa tikus, tergantung

Judul	Usulan Solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
		pada jarak serta frekuensi suara yang dihasilkan oleh alat tersebut. Kelebihan : Berdasarkan hasil uji coba prototipe yang dilakukan terhadap hama tikus, keadaan sebelum alat diaktifkan terlihat normal, namun setelah alat dihidupkan, kondisi hama tikus menjadi gelisah dan berusaha mencari jalan keluar dari kandang. Prototipe pengusir hama tikus ini terbukti sangat efisien dalam menyingkirkan tikus, di mana jarak pengusiran tikus bergantung pada frekuensi suara yang dihasilkan. Kekurangan : Pada pengujian prototipe alat yang digunakan tidak terdapat pengukuran terhadap frekuensi.

Judul	Usulan Solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
Rancang Bangun Alat Pengusir Tikus dan Burung Sawah Berbasis Tenaga Surya [8].	Solusi yang diusulkan oleh peneliti berupa perangkat yang dapat mengusir tikus dan burung dengan memanfaatkan gelombang ultrasonik sebagai pengusir tikus serta gerakan orang – orangan sawah untuk mengusir burung.	Kelebihan : Pergerakan tikus terpengaruh pada kisaran frekuensi 5 – 6 kHz. Kekurangan : pada beberapa percobaan, tikus tidak sepenuhnya mengalami gangguan dan beberapa tikus masih melanjutkan makan. Karena tikus yang digunakan adalah tikus peliharaan yang memiliki karakter berbeda.
Rancang Bangun Panel Surya <i>Off-Grid</i> untuk Catu Daya Alat Pengusir Hama Tikus [9].	Solusi berupa sistem PLTS <i>off – grid</i> sebagai penyuplai energi listrik pada alat pengusir tikus.	pengisian baterai memerlukan waktu sekitar 5 jam. Uji coba dilakukan dengan dua jenis beban: alat pengusir hama 7 Watt AC dan lampu LED 7 Watt DC. Load AC dapat digunakan selama ± 13 jam, dengan tegangan awal baterai 13,23 V hingga batas 10,8 V. Sementara itu, load DC dapat bertahan selama 24 jam, dari tegangan penuh 13,34 V hingga 12,39 V, dan masih

Judul	Usulan Solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
		dapat digunakan beberapa jam lagi. Batas tegangan minimum 10,8 V diatur pada SCC untuk melindungi baterai.
Pengendali Hama Tikus dan Belalang Menggunakan Gelombang Ultrasonik Bertenaga Surya Berbasis IoT [10].	Pengendali hama tikus dan belalang berbasis gelombang ultrasonik yang menggunakan tenaga surya dan dilengkapi dengan kemampuan Internet of Things (IoT) yang terdapat perangkat VR3.	Hasil : Panel surya berkapasitas 30 Wp mampu menghasilkan energi rata-rata 92,07 Wh per hari, sedangkan konsumsi perangkat 87,5 Wh per hari, sehingga terdapat surplus energi sebesar 4,57 Wh per hari. Kekurangan : pengisian baterai kurang maksimal, sehingga membutuhkan <i>solar tracker</i> untuk mendapatkan sinar matahari yang maksimal dalam pengisian baterai, perangkat yang dibuat tidak tahan terhadap perubahan cuaca hujan, sehingga membutuhkan <i>weatherproof casing</i> agar tetap aman untuk dibiarkan

Judul	Usulan Solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
		pada udara terbuka dengan perawatan minimum.
Gelombang Ultrasonik Sebagai Alat Pengusir Tikus Menggunakan Mikrokontroler Atmega 8 [11].	Solusi yang ditawarkan oleh peneliti berupa prototipe yang digunakan dalam pengujian gelombang ultrasonik terhadap tikus, dengan mikrokontroler ATmega8 sebagai unit pengendali.	Kelebihan : Perancangan alat pengusir tikus ini menggunakan mikrokontroler ATmega8, dengan frekuensi 50 kHz yang dipilih karena merupakan frekuensi yang paling efektif untuk mengganggu pendengaran tikus. Kekurangan : -
Sistem Pengusir Hama Burung dan Hama Tikus Sawah Berbasis Raspberry pi [12].	Pengusir hama yang dilengkapi dengan kamera sebagai pengintai burung dan sensor PIR untuk mendeteksi gerakan tikus. Ketika salah satu hama terdeteksi, sistem akan secara otomatis mengaktifkan gelombang ultrasonik dengan rentang frekuensi 1 kHz hingga 72 kHz, sehingga suara yang dihasilkan tersebar	Hasil : hasil maksimal diperoleh pada jarak 45 cm dengan keberhasilan 100 % dan delay 1 detik. Kelebihan : Sistem pengusir hama padi menggunakan Raspberry Pi 3 terhubung dengan sensor PIR, kamera USB, dan internet untuk mengirim data ke Firebase. Saat hama terdeteksi, notifikasi dikirim ke aplikasi Android secara real-time. Pengujian menunjukkan tikus

Judul	Usulan Solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
	ke segala arah dan mengganggu pendengaran hama. Sistem ini menggunakan Raspberry Pi 3 sebagai pengendali utama, serta terintegrasi dengan aplikasi Android yang memberikan notifikasi secara real-time ketika hama terdeteksi.	menjauh pada frekuensi 35 – 45 kHz, sedangkan burung menjauh pada frekuensi 60 kHz dengan jarak 50 cm dan durasi 20 – 30 menit. Kekurangan : delay semakin lama jika terdapat banyak objek dan akurasi menurun jika objek menjauh dari kamera pengintai,
Rancang Bangun Sistem Alat Pembantu Pertanian Pengusir Tikus Dan Burung Pipit Dengan Audio [13].	Solusi yang ditawarkan peneliti berupa alat bantu pertanian untuk mengusir tikus dan burung pipit dengan audio	Hasil : Bahwa tikus terganggu dengan audio yang berfrekuensi antara 23 kHz sampai 50 kHz. Oleh karena dasar tersebut maka peneliti melakukan pengujian audio ultrasonic dengan frekuensi 18 kHz sampai dengan 25 kHz menggunakan percobaan tikus putih didalam wadah. Respon tikus berbeda-beda setiap diputarkan audio dengan frekuensi yang berbeda, sebagai contoh ketika diputarkan audio

Judul	Usulan Solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
		berfrekuensi 18 kHz tikus tidak merespon sama sekali, berbeda ketika diputarkan audio berfrekuensi 25 kHz, tikus langsung merespon dengan bergerak cepat seperti gelisah Kelebihan : Sensor LDR bekerja dengan baik untuk menangkap nilai lux siang dan malam untuk selanjutnya 14 diproses oleh Arduino dan diperintahkan relay bekerja sesuai pengaturan. Saat pagi atau sore hari panel surya hanya mengeluarkan tegangan yang kecil , oleh karena itu modul step down bekerja tetapi belum memenuhi tegangan untuk melakukan pengisian terhadap modul powerbank. Kekurangan : Saklar indikator baterai harus terlebih dahulu di hidupkan untuk mengecek kapasitas

Judul	Usulan Solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
		baterai sebelum mengaktifkan saklar panel surya guna pengisian daya baterai 18650, Panel surya menggunakan yang lebih besar supaya arus dan tegangan yang dihasilkan lebih tinggi untuk proses pengisian daya.
Sistem Pengusiran Hama Tikus Sawah Menggunakan Sensor Gerak [14].	Peneliti menawarkan solusi berupa sistem pengusir hama tikus sawah yang memanfaatkan sensor gerak sebagai pendeteksi keberadaan tikus.	Hasil : Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja sensor HC-SR04 dan buzzer untuk mendeteksi serta mengusir tikus. Sensor HC-SR04 mampu mendeteksi objek pada jarak kurang dari 4 meter, namun pada jarak ≥ 5 meter deteksi tidak berfungsi. Hal ini terjadi karena jarak yang terlalu jauh menyebabkan alat tidak merespons. Pada jarak yang cukup jauh, buzzer hanya berbunyi putus-putus, sedangkan pada jarak yang sangat jauh

Judul	Usulan Solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
		buzzer tidak berbunyi sama sekali.
Pengendalian Hama Tikus Dengan Pengasapan Modern Diterapkan Di Dusun Sidomulyo [15].	Metode fumigasi menggunakan alat fogging tikus yang dilengkapi motor listrik untuk menggerakkan blower di dalam perangkat.	Alat fogging untuk pengendalian hama tikus di Dusun Sidomulyo terbukti efektif dan efisien. Selain mudah digunakan oleh petani, teknologi tepat guna ini aman bagi ekosistem dan masyarakat sekitar. Bahan pendukung yang diperlukan mudah diperoleh dengan harga terjangkau, sehingga dapat menekan biaya produksi petani. Tetapi membutuhkan waktu yang lama dalam mencari lubang tikus yang aktif.

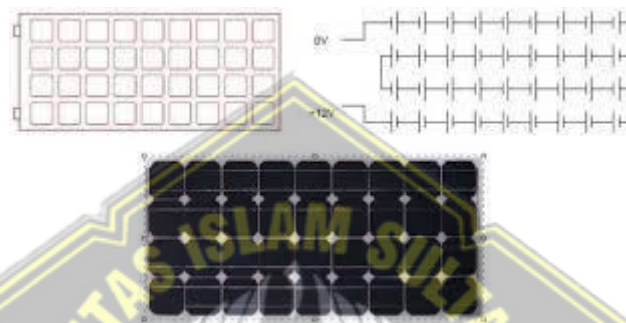
2.2 Dasar Teori

2.2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

A. Panel Surya

Sel surya, yang sering dikenal sebagai fotovoltaiik, adalah perangkat yang dapat mengubah cahaya matahari secara langsung menjadi energi listrik. Sel surya berfungsi menjadi komponen utama dalam memanfaatkan energi radiasi cahaya matahari yang mencapai permukaan bumi. Meskipun sel surya digunakan dalam memproduksi energi listrik, energi matahari dapat juga dimanfaatkan untuk menghasilkan energi panas melalui proses solar thermal [16].

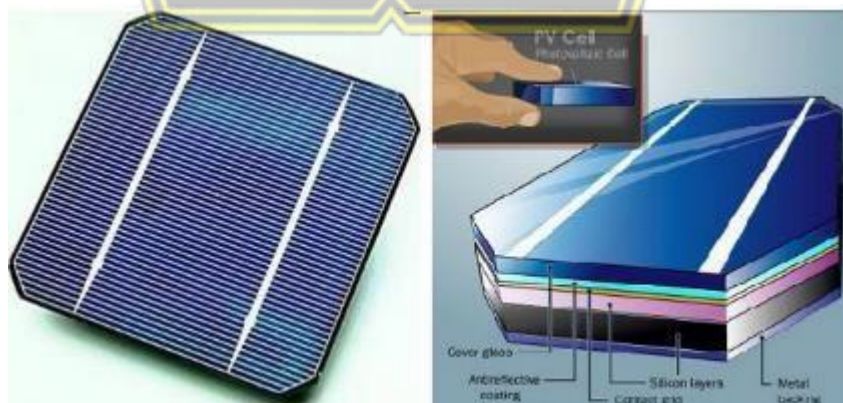
Sel surya diibaratkan seperti perangkat yang memiliki dua konektor / terminal, yang pada keadaan gelap atau kurang pencahayaan berfungsi serupa dengan dioda, sedangkan saat terkena pancaran sinar matahari dapat menghasilkan tegangan dan arus. Dalam satu modul surya umumnya terdapat 28 hingga 36 sel surya, dan secara keseluruhan dapat menghasilkan tegangan sebesar 12 V. Pada Gambar 2.1 menunjukkan susunan sel dari panel surya.



Gambar 2.1 Panel Surya terdapat 28 hingga 36 sel

B. Struktur Pembentuk Sel Surya

Kemajuan dalam ilmu pengetahuan dan teknologi telah menyebabkan munculnya berbagai inovasi dalam teknologi sel surya. Pada sel surya dibagi menjadi empat generasi, masing – masing generasi memiliki struktur yang berbeda serta komponen susunan sel yang unik. Sel surya yang sering ditemui dipasaran saat ini yaitu sel surya terbuat dari bahan silikon, seperti ilustrasi pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Struktur dari sel surya dengan material silikon sebagai semikonduktor

Gambar di atas menunjukkan gambaran dari sel surya serta bagian – bagiannya yaitu sebagai berikut :

1. Substrat / *Metal backing*

Substrat adalah material yang menopang semua komponen pada sel surya. Bahan substrat harus mempunyai konduktifitas listrik yang baik dan ideal, karena berfungsi juga sebagai konektor terminal positif sel surya, sehingga umumnya digunakan bahan metal atau logam seperti aluminium atau molybdenum. Untuk sel surya dye-sensitized (DSSC) dan sel surya organik, substrat juga berfungsi sebagai tempat masuknya cahaya sehingga bahan yang digunakan yaitu bahan yang bersifat konduktif tapi juga transparan seperti indium tin oxide (ITO) dan flourine doped tin oxide (FTO).

2. Bahan semikonduktor

Bahan semikonduktor menjadi bagian utama dari sel surya yang umumnya mempunyai tebal hingga ratusan mikrometer untuk sel surya generasi pertama yang berbahan dasar silikon, sedangkan 1 – 3 mikrometer untuk sel surya yang memiliki lapisan tipis. Bahan semikonduktor inilah yang berfungsi menyerap radiasi cahaya dari sinar matahari. Bahan semikonduktor yang digunakan adalah bahan silikon, yang sering ditemui dan diaplikasikan dalam sektor industri elektronik.

Bagian semikonduktor tersebut terdiri dari junction atau gabungan dari dua material semikonduktor yaitu semikonduktor tipe-p (material-material yang disebutkan diatas) dan tipe-n (silikon tipe-n, CdS,dll) yang membentuk p-n junction. P-N junction ini menjadi kunci dari prinsip kerja sel surya.

3. Kontak metal

Selain substrat yang berfungsi sebagai konektor positif, di atas sebagian bahan semikonduktor umumnya diterapkan bahan logam atau bahan konduktif yang memiliki karakter transparan sebagai konektor negatif.

4. Lapisan anti-reflektif

Refleksi sinar matahari perlu dikurangi untuk mengoptimalkan penyerapan radiasi sinar matahari oleh semikonduktor. Maka dari itu, sel surya umumnya dilapisi dengan lapisan anti-refleksi. Bahan anti-refleksi ini berupa lapisan tipis

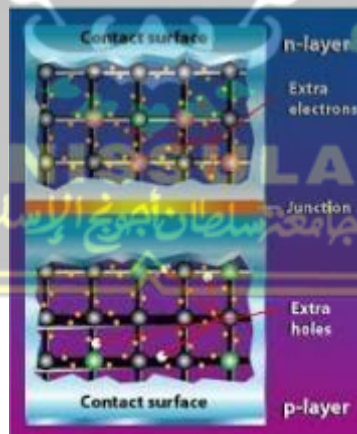
dengan nilai refraksi optik yang berada di antara semikonduktor dan udara, yang akan bekerja dengan membelokkan cahaya menuju semikonduktor untuk meminimalisir adanya pantulan cahaya kembali.

5. Enkapsulasi

Pada bagian ini berperan sebagai pelindung panel surya dari air hujan maupun kotoran.

C. Cara Kerja Sel Surya

Sel Surya beroperasi berdasarkan prinsip kerja P – N junction, yaitu sambungan antara bahan semikonduktor tipe-P dan bahan semi konduktor tipe-N. Bahan semikonduktor tersebut terbentuk dari ikatan atom di mana terdapat elektron sebagai komponen dasar. Semikonduktor tipe-n memiliki kelebihan elektron (muatan negatif), sedangkan semikonduktor tipe-p memiliki kelebihan hole (muatan positif) yang terdapat pada susunan atomnya, seperti yang ditunjukkan pada ilustrasi Gambar 2.3 yang memperlihatkan sambungan semikonduktor tipe-P dan semikonduktor tipe-N.



Gambar 2.3 Junction antara semikonduktor tipe-P dan tipe-N

Peranan dari sambungan P-N ini adalah untuk menciptakan medan listrik yang memungkinkan elektron (muatan negatif) dan hole (muatan positif) untuk diekstraksi oleh bahan kontak guna memperoleh energi listrik. Ketika semikonduktor tipe-P dan semikonduktor tipe-N terhubung secara langsung, maka

kelebihan elektron akan berpindah dari semikonduktor tipe-N menuju semikonduktor tipe-P sehingga menciptakan kutub positif pada semikonduktor tipe-N, sedangkan kutub negatif terbentuk pada semikonduktor tipe-P. Pergerakan dari muatan elektron dan muatan hole ini menyebabkan terbentuknya medan listrik pada saat sinar matahari mengenai susunan sambungan P-N ini, yang kemudian mendorong elektron untuk bergerak dari semikonduktor ke kontak negatif, dan energi tersebut dapat dimanfaatkan sebagai energi listrik, sementara itu hole bergerak ke arah kontak positif menunggu kedatangan elektron, seperti yang digambarkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Proses Kerja Panel Surya dengan Prinsip P-N Junction

D. Faktor Pengoperasian Sel Surya

Pelaksanaan optimal sel surya sangat bergantung pada dua elemen, yaitu suhu udara sekitar dan radiasi sinar matahari. Berikut adalah penjelasan mengenai kedua faktor yang mempengaruhi operasi sel surya:

1. Suhu udara ambien sel surya dapat berfungsi maksimal apabila suhu sel berada pada tingkat yang normal (yakni 25°C), sedangkan kenaikan suhu lebih tinggi dari suhu normal pada panel surya akan mengurangi tegangan sirkuit terbuka (V_{oc}). Kenaikan suhu pada sel surya sebesar 1°C (dari 25°C) akan berkurang sekitar 0,5 % pada jumlah keseluruhan tenaga yang dihasilkan atau akan mengurangi dua kali lipat pada saat kenaikan suhu sel per 1°C .
2. Iklim yang memengaruhi temperatur sekitar. Berdasarkan informasi dari BMKG, saat cuaca baik di siang hari antara pukul 10.00 WIB hingga 14.00, suhu lingkungan berada dalam rentang 30°C - 34°C . Sedangkan cuaca pada saat mendung di siang hari pukul 10.00 WIB – 14.00 WIB suhu lingkungan

yaitu sekitar antara 28°C – 30°C. Dan pada saat cuaca buruk maupun hujan suhu lingkungan relatif lebih rendah sekitar antara 26°C – 29°C pada pukul 10.00 WIB – 14.00 WIB.

3. Radiasi sinar matahari yang mencapai permukaan bumi (*insolation*) menunjukkan variasi di berbagai tempat dan sangat bergantung pada kondisi spektrum solar yang sampai ke bumi. Insolasi panas matahari akan mempengaruhi secara signifikan terhadap arus (I) dan mempunyai sedikit dampak pada tegangan (V).

E. Solar Charger Controller (SCC)

Solar charge controller (SCC) merupakan perangkat yang sangat berperan penting dalam sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Fungsi utamanya meliputi pengaturan arus pengisian menuju baterai, pencegahan terjadinya *overcharging* dan *overvoltage*, pengendalian arus keluaran agar baterai tidak mengalami *full discharge* maupun *overloading*, serta pemantauan suhu baterai. Fungsi-fungsi ini memastikan seluruh komponen dalam sistem tetap terlindungi dari potensi kerusakan akibat fluktuasi tegangan.

Solar charge controller (SCC) pada umumnya terdiri dari sepasang pasang terminal input yang terkoneksi ke output panel surya (*solar cell*), sepasang terminal output yang terkoneksi ke baterai, dan sepasang terminal output lain yang terhubung ke beban. Untuk mencegah aliran arus balik dari baterai ke panel surya, maka digunakan mekanisme *diode protection* yang hanya memungkinkan arus mengalir dari panel surya ke baterai, tidak sebaliknya. Pada Gambar 2.5 menunjukkan bentuk dari *Solar Charge Controller* (SCC).



Gambar 2.5 SCC 10 A

F. Baterai 12V 12Ah

Baterai merupakan perangkat penyimpanan energi yang dapat menyimpan energi listrik dalam bentuk energi kimia, sehingga dapat digunakan pada waktu atau lokasi yang berbeda. Baterai digolongkan sebagai sel sekunder karena tidak hanya mampu menyediakan arus listrik, tetapi dapat juga mengisi ulang. Hal ini dimungkinkan karena reaksi elektrokimia di dalam sel bersifat reversibel: saat pengisian, energi listrik dikonversi menjadi energi kimia, sedangkan saat pengosongan (*discharge*), energi kimia yang tersimpan kemudian kembali diubah menjadi energi listrik.

Setiap sel pada baterai mengandung elektrolit H_2SO_4 . Berdasarkan standar internasional, dalam satu buah sel baterai mempunyai tegangan nominal kurang lebih 2 V. Oleh karena itu, baterai 12 V terdiri dari enam sel yang dihubungkan secara seri. Baterai yang digunakan pada penelitian ini mempunyai spesifikasi 12 V 12 Ah, yang menunjukkan bahwa baterai ini memiliki tegangan nominal 12 volt dan kapasitas 12 ampere-jam, sehingga mampu menyuplai arus sebesar 12 ampere selama satu jam. Gambar 2.6 menunjukkan bentuk fisik baterai 12V 12Ah.



Gambar 2.6 Baterai 12V 12Ah

2.2.2 Alat Penghasil Suara *Ultrasonic*

A. Rangkaian Penghasil Suara *Ultrasonic*

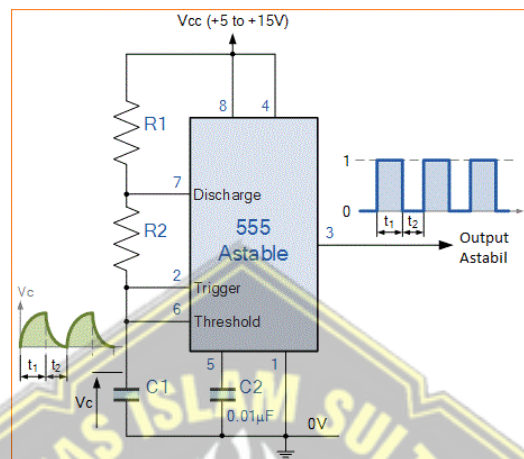
Gelombang ultrasonik adalah gelombang suara dengan frekuensi yang melebihi batas pendengaran pada manusia, yaitu umumnya di atas 20 kHz. Frekuensi ini tidak dapat didengar oleh manusia, tetapi dimanfaatkan oleh beberapa hewan untuk tujuan tertentu, misalnya seperti pada makhluk mamalia laut, yaitu lumba – lumba menggunakan gelombang ultrasonik untuk komunikasi, sedangkan pada kelelawar dimanfaatkan untuk ekolokasi dan petunjuk arah.

Gelombang ultrasonik mampu merambat melalui media padat, cair, maupun gas. Rambatan yang dimiliki gelombang ultrasonik pada permukaan cairan hampir setara dengan permukaan padat. Namun, ketika mengenai material seperti tekstil atau busa, gelombang ini sebagian besar akan diserap. Dalam aplikasi elektronik, frekuensi ultrasonik umumnya dihasilkan melalui getaran elastis kristal kuarsa yang diinduksikan ke dalam kondisi resonansi oleh medan listrik bolak – balik melalui efek piezoelektrik.

Ketika gelombang ultrasonik kehilangan sifat periodiknya, maka fenomena ini disebut derau (*noise*), yang secara matematis dapat digambarkan sebagai superposisi dari banyak gelombang periodik, dengan jumlah komponen yang sangat besar. Keunggulan utama gelombang ultrasonik antara lain tidak terdengar oleh telinga manusia, memiliki sifat terarah yang kuat, serta mudah difokuskan.

Pada penelitian ini menggunakan IC NE555 sebagai komponen utama pembangkit gelombang ultrasonik. IC NE555 merupakan IC timer yang dapat

bekerja sebagai multivibrator astabil, yang dimana pada konfigurasi IC ini terdapat pin threshold dan trigger yang terkoneksi secara langsung. Pada gambar 2.7 ini memperlihatkan rangkaian dasar dari multivibrator astabil.



Gambar 2.7 Rangkaian dasar multivibrator astabil

B. Speaker Tweeter Walet Arrow PTC 4000

Speaker Tweeter Walet Arrow PTC 4000 merupakan jenis tweeter piezoelektrik yang banyak digunakan pada sistem audio rumah walet. Tweeter ini dirancang untuk menghasilkan suara frekuensi tinggi (*treble*) yang efektif menyebar ke seluruh ruangan, sehingga sering dimanfaatkan untuk menarik burung walet atau bahkan digunakan dalam alat pengusir hama berbasis gelombang ultrasonik. Secara umum, tweeter ini bekerja dengan prinsip efek piezoelektrik, dimana getaran elastis kristal kuarsa menghasilkan gelombang suara berfrekuensi tinggi ketika diberi tegangan bolak-balik (AC). *Tweeter* adalah bagian dari *speaker* yang umumnya berukuran kecil, mulai dari 0,5 inci hingga 4 inci. Fungsinya untuk mengeluarkan frekuensi tinggi pada 3 kHz hingga 50 kHz [17]. Pada Gambar 2.7 merupakan bentuk dari Speaker Tweeter Walet Arrow PCT-4000.



Gambar 2.8 Speaker Tweeter Walet Arrow PCT-4000

2.3 Analisis Stakeholder

Melihat permasalahan hama tikus yang sangat meresahkan bagi para petani, adanya penelitian ini bertujuan untuk bisa membantu mengusir hama tikus sawah tanpa risiko merusak dan mencemari lingkungan, salah satunya dengan membuat suatu alat untuk mengusir tikus di sawah memanfaatkan energi dari radiasi matahari.

Adapun penjelasan mengenai cara kerja dari alat pengusir tikus sawah yang memanfaatkan energi dari sinar matahari. Komponen pertama yang diterapkan dalam pembuatan alat pengusir hama tikus adalah gelombang ultrasonik, dengan menggunakan sistem panel surya berkapasitas 50 WP untuk memperoleh energi listrik. Energi listrik ini selanjutnya diteruskan ke SCC yang berfungsi untuk menampilkan tegangan yang dihasilkan dari panel, dan selanjutnya disimpan dalam baterai. Dari energi yang telah dihasilkan dan diproses dalam rangkaian pembangkit gelombang ultrasonik, memiliki rentang gelombang antara 20 kHz hingga 40 kHz, yang akan memproduksi suara ultrasonik melalui pengeras suara yang dirancang untuk mengganggu keberadaan tikus sawah. Alat ini berfungsi untuk mengusir hama tikus hanya pada malam hari.

2.4 Analisis Aspek yang Mempengaruhi Sistem

Adapun aspek yang mempengaruhi sistem alat pengusir hama tikus di sawah dengan tenaga surya sebagai berikut :

1. Aspek Ekonomi

a. Biaya Produksi dan Perawatan

Pengembangan alat ini perlu mempertimbangkan biaya produksi yang efisien, agar mudah dijangkau oleh petani, terutama yang memiliki lahan kecil. Serta menggunakan komponen yang tahan lama dan mudah dirawat dengan tujuan mengurangi biaya operasional jangka panjang.

b. Sumber Daya Energi yang Murah

Penggunaan tenaga surya membantu mengurangi ketergantungan pada listrik PLN atau genset, yang secara ekonomi menguntungkan petani yang jauh dari akses listrik.

2. Aspek Teknis

a. Efektivitas Ultrasonik Terhadap Hama Tikus

Gelombang ultrasonik yang dihasilkan harus efektif mengusir tikus tanpa memengaruhi lingkungan yang ada di sekitar lahan.

b. Ketahanan Terhadap Cuaca

Alat ini harus dirancang supaya tahan terhadap perubahan cuaca, seperti hujan, panas matahari langsung, atau kelembaban tinggi. Perlindungan terhadap air dan debu sangat penting agar alat dapat beroperasi dengan baik di lingkungan terbuka.

c. Sumber Daya Berkelanjutan

Tenaga surya yang digunakan harus optimal untuk menyuplai alat ultrasonik, sehingga alat dapat beroperasi dengan stabil walaupun di cuaca yang mendung atau dengan pencahayaan yang terbatas.

3. Aspek Lingkungan

a. Dampak Terhadap Ekosistem

Suara ultrasonik hanya menargetkan tikus dan tidak berdampak pada lingkungan di sekitar lahan, seperti halnya tidak mengganggu aktivitas petani.

Teknologi yang ramah lingkungan penting untuk mengurangi dampak negatif pada keanekaragaman hayati.

b. Mengurangi penggunaan jebakan tikus

Alat ini diharapkan dapat menjadi alternatif pengganti jebakan tikus dengan kawat beraliran listrik, karena hal tersebut dapat menimbulkan risiko bagi petani.

2.5 Spesifikasi Sistem

Berdasarkan study literatur, teori dasar serta data yang diperoleh, maka kriteria dan spesifikasi alat yang akan dirancang yaitu :

- Alat dibangun sebagai pengusir hama tikus sawah dengan panel surya untuk lahan seluas 1012 m²
- Alat yang dibangun tahan terhadap cuaca panas dan hujan aman disegala kondisi
- Panel surya dilengkapi dengan baterai, inverter, dan SCC (*Solar Charger Contoller*) sebagai sumber tenaga rangkaian suara *ultrasonic*.



BAB 3. USULAN SOLUSI

3.1 Usulan Solusi 1

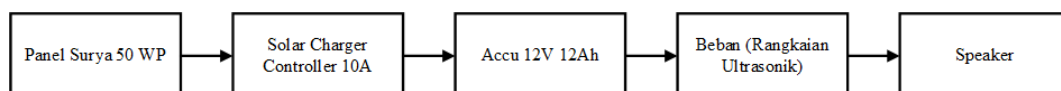
Pada usulan solusi 1 alat pengusir hama tikus sawah dengan tenaga surya yaitu alat pengusir hama tikus yang memanfaatkan PLTS sebagai sumber utama pada rangkaian penghasil suara *ultrasonic*. Suara *ultrasonic* yang digunakan sebagai pengusir hama tikus, yang dimana pada rangkaian ini dapat bekerja menghasilkan suara dengan frekuensi yang tinggi. Karena tikus ketika mendengar suara dengan frekuensi tinggi akan merasa tidak nyaman.

Untuk tenaga surya yang digunakan dilengkapi dengan *photovoltaic*, SCC, dan baterai menggunakan baterai. Namun pada usulan solusi 1 ini, pada tenaga surya tidak terdapat *solar tracker*. Sehingga tidak ada rangkaian yang dapat mengatur posisi *photovoltaic* agar selalu menghadap sinar matahari secara langsung untuk mendapatkan energi yang maksimal.

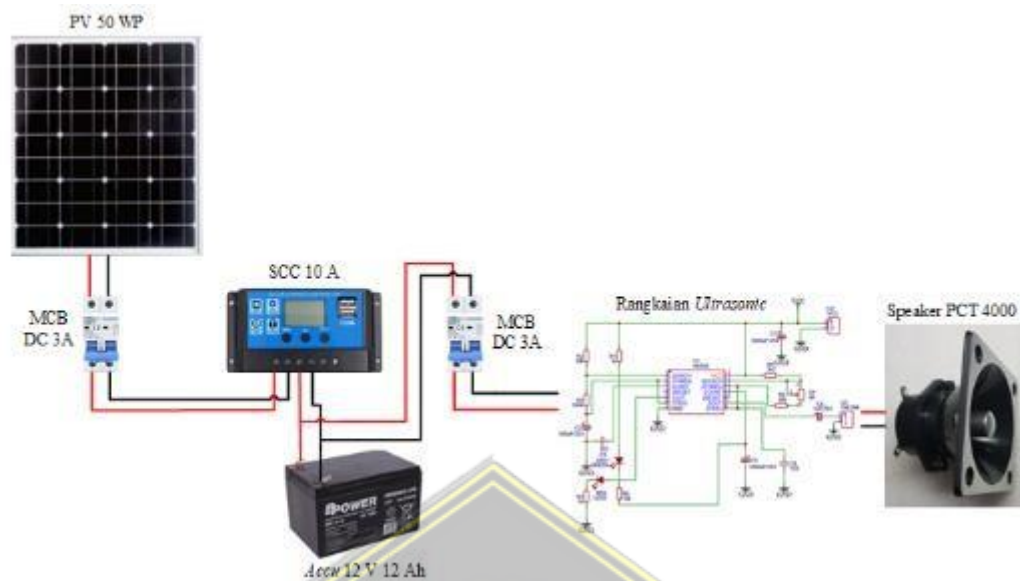
3.1.1 Desain Sistem 1

Dengan mengedepankan alat pengusir hama tikus di sawah dengan panel surya tentu saja dengan harga yang terjangkau, alat ini dirancang agar dapat membantu petani dalam mengatasi salah satu penyebab gagal panen yaitu hama tikus yang sering kali merusak dan memakan tanaman padi milik petani padi. Pada Gambar 3.1 ini adalah blok diagram alat yang dirancang untuk mengatasi hama tikus dan pada Gambar 3.2 adalah desain 3D dari kerangka alat. Dengan luas lahan 1012 m^2 , satu perangkat alat ini dapat dipasang untuk mengatasi hama tikus.

Secara umum cara kerja sistem adalah pada saat siang hari, panel surya dihidupkan untuk mengisi baterai yang digunakan sebagai sumber utama rangkaian *ultrasonic*. Dan ketika pada malam hari panel surya dimatikan, serta pada rangkaian *ultrasonic* dinyalakan untuk keperluan mengusir hama tikus pada lahan tersebut.



Gambar 3.1 Blok Diagram Desain 1



Gambar 3.2 Rangkaian Elektronik Desain 1



Gambar 3.3 Kerangka Desain 1

Untuk dapat memenuhi usulan sistem tersebut, maka diperlukan data kebutuhan perangkat keras yang mendukung sistem. Pada Tabel 3.1 memperlihatkan kebutuhan sistem usulan dan spesifikasi yang diperlukan.

Tabel 3.1 Kebutuhan Desain 1

No	Nama Alat	Keterangan
1	Pembangkit listrik tenaga surya	Digunakan sebagai sumber utama rangkaian penghasil suara <i>ultrasonic</i> . PLTS ini dilengkapi dengan <i>photovoltaic</i> 50 WP, SCC 10 A, dan baterai baterai 12V 12Ah.
2	Penghasil suara <i>ultrasonic</i>	Digunakan sebagai sumber suara <i>ultrasonic</i> . Penghasil suara <i>ultrasonic</i> ini dibuat dengan komponen IC NE556 dan potensiometer digunakan untuk mengatur frekuensi keluaran yang diinginkan, serta penguat suara berupa <i>speaker tweeter</i> PCT 4000.

3.1.2 Rencana Anggaran Desain Sistem 1

Adapun rencana anggaran biaya desain 1 seperti pada Tabel 3.2 sebagai berikut :

Tabel 3.2 Rencana Usulan Anggaran Biaya Desain 1

No	Item/Pengeluaran	Satuan	Harga Satuan	Jumlah	Harga Total
1	Sewa lahan untuk kebutuhan proyek	bulan	Rp100.000	2	Rp200.000
2	Photovoltaic 50 WP	pcs	Rp350.000	1	Rp350.000
3	Kabel PV	meter	Rp17.000	2	Rp34.000
4	Konektor MC4	pcs	Rp12.000	2	Rp24.000
5	SCC 10 A	pcs	Rp50.000	1	Rp50.000
6	MCB DC 3 A	pcs	Rp60.000	2	Rp120.000
7	Baterai 12 V 12 Ah	pcs	Rp285.000	1	Rp285.000
8	Komponen Rangkaian Ultrasonic	pcs	Rp30.000	3	Rp90.000

No	Item/Pengeluaran	Satuan	Harga Satuan	Jumlah	Harga Total
9	Speaker Tweeter PCT 4000	pcs	Rp18.000	3	Rp54.000
10	Kabel NYAF 1× 2,5 mm	meter	Rp10.000	2	Rp20.000
11	Kabel Jumper Baterai	pcs	Rp30.000	1	Rp30.000
12	Box Panel	pcs	Rp200.000	1	Rp200.000
13	Besi Hollow 4×4 1,2 mm	meter	Rp140.000	4	Rp560.000
14	Besi Siku 4×4 1,5 mm	meter	Rp20.000	3	Rp60.000
15	Pylox Hitam 150 cc	pcs	Rp20.000	4	Rp80.000
16	Jasa pengelasan	paket	Rp50.000	1	Rp50.000
Total Belanja					Rp2.207.000

3.1.3 Analisa Risiko Desain 1

Adapun analisa risiko pada desain 1 yaitu sebagai berikut :

1. Aspek Ekonomi

Pada desain 1 ini mungkin memerlukan modal awal yang besar untuk pembelian perangkat, terutama bagi petani kecil atau yang memiliki keterbatasan finansial. Walaupun biaya operasionalnya rendah karena menggunakan tenaga surya, biaya awal dapat menjadi penghalang untuk pembuatan alat ini.

2. Aspek Sosial

Meski *ultrasonic* tidak terdengar oleh manusia, beberapa alat yang kurang optimal dapat menghasilkan bunyi yang mengganggu masyarakat sekitar.

3. Aspek Waktu

Karena alat ini menggunakan tenaga surya, kinerjanya sangat tergantung pada kondisi cuaca. Di musim penghujan atau daerah dengan intensitas sinar matahari rendah, alat ini memungkinkan tidak dapat berfungsi dengan optimal atau membutuhkan baterai cadangan.

4. Aspek Keteknikan

a. Efektivitas *Ultrasonic* Terhadap Tikus

Tidak semua tikus mungkin terpengaruh oleh suara *ultrasonic*, alat ini tidak menjamin pengusiran tikus sepenuhnya jika terdapat gangguan lain, seperti adanya gangguan yang menghalangi gelombang suara.

b. Ketahanan Terhadap Lingkungan

Alat ini rentan terhadap kerusakan akibat perubahan cuaca seperti hujan deras, panas yang sangat terik, atau kelembaban tinggi, yang dapat memengaruhi komponen elektronik dan panel surya.

c. Keterbatasan Jangkauan

Ultrasonic memiliki jangkauan yang terbatas, biasanya hanya beberapa meter, sehingga area yang lebih luas membutuhkan lebih banyak alat untuk perlindungan penuh. Ini bisa menjadi kendala teknis jika lahan petani sangat besar.

d. Pemeliharaan dan Perbaikan

Pemeliharaan rutin seperti pembersihan panel surya dan pengecekan komponen elektronik secara berkala dilakukan untuk mengantisipasi adanya kerusakan yang berat.

3.1.4 Pengukuran Performa

Adapun pengukuran performa pada desain 1 terdapat pada parameter tegangan dan arus yang dihasilkan dari panel surya, serta frekuensi dihasilkan dari rangkaian *ultrasonic*.

Untuk mengukur parameter yang dibutuhkan, dapat menggunakan alat ukur multimeter / AVO meter. Karena *photovoltaic* menghasilkan arus DC, maka pada pengukuran tegangan dan arus tersebut dapat menggunakan multimeter pada selektor VDC dan ADC yang artinya Volt DC dan Ampere DC. Sedangkan pada rangkaian *ultrasonic* parameter yang diukur adalah frekuensi outputnya. Pengukuran frekuensi dapat dilakukan dengan menggunakan multimeter dengan selektor pada posisi Hz, yang artinya selektor tersebut dapat mengukur frekuensi.

3.2. Usulan Solusi 2

Pada usulan solusi 2 adalah alat pengusir hama tikus sawah dengan tenaga surya, solusi 2 ini merupakan alat pengusir hama tikus yang memanfaatkan tenaga surya sebagai sumber utama pada rangkaian penghasil suara *ultrasonic*. Suara *ultrasonic* yang digunakan sebagai pengusir hama tikus, yang dimana pada rangkaian ini dapat bekerja menghasilkan suara dengan frekuensi yang tinggi. Karena tikus ketika mendengar suara dengan frekuensi tinggi akan merasa tidak nyaman.

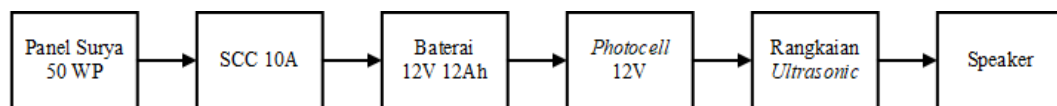
Pada usulan solusi 2 ini terdapat saklar otomatis berupa *photo sell* DC 12V, komponen utama pada *photo sell* ini adalah berupa komponen LDR (*Light Dependent Resistor*) dan Relay DC 12 V, prinsip kerja *photo sell* ini akan bekerja bergantung dengan adanya cahaya. Cahaya yang diterima komponen LDR akan dikonversikan menjadi hambatan yang akan mengendalikan relay, sehingga *photo sell* akan dapat mengaktifkan rangkaian *ultrasonic* ketika malam hari dan akan mematikan komponen rangkaian *ultrasonic* ketika siang hari secara otomatis.

3.2.1 Desain Sistem 2

Dengan mengedepankan alat pengusir hama tikus sawah serta pengendalian suara *ultrasonic* secara otomatis. Alat ini dirancang agar dapat membantu petani dalam mengatasi salah satu penyebab gagal panen yaitu hama tikus yang sering kali merusak dan memakan tanaman padi milik petani padi. Pada Gambar 3.3 ini adalah blok diagram alat yang dirancang untuk mengatasi hama tikus dan Gambar 3.4 adalah kerangka desain 2. Dengan luas lahan 1012 m², satu perangkat alat ini dapat dipasang untuk mengatasi hama tikus.

Secara umum cara kerja sistem adalah pada saat siang hari panel surya dihidupkan untuk mengisi baterai yang digunakan sebagai sumber utama *photocell* dan rangkaian *ultrasonic*. Dan ketika pada malam hari panel surya dimatikan, serta pada rangkaian *ultrasonic* dinyalakan untuk keperluan mengusir hama tikus pada lahan tersebut. Sedangkan pada *photosell* yang dilengkapi komponen LDR, yang dimana komponen tersebut akan bekerja apabila mendapatkan sinar cahaya dari matahari. Ketika komponen LDR tersebut mendapatkan pengaruh sinar matahari,

maka relay yang ada di dalam *photocell* akan bekerja secara otomatis akan mengaktifkan rangkaian *ultrasonic* pada malam hari dan mematikan rangkaian *ultrasonic* pada siang hari.



Gambar 3.4 Blok Diagram Desain 2



Gambar 3.5 Rangkaian Elektronik Desain 2



Gambar 3.6 Kerangka Desain 2

3.2.2 Rencana Anggaran Desain 2

Adapun rancangan anggaran pada desain 2 yaitu seperti pada Tabel 3.3 berikut.

Tabel 3.3 Rencana Usulan Anggaran Biaya Desain 2

No	Item/Pengeluaran	Satuan	Harga Satuan	Jumlah	Harga Total
1	Sewa lahan untuk kebutuhan proyek	bulan	Rp100.000	2	Rp200.000
2	Photovoltaic 50 WP	pcs	Rp350.000	1	Rp350.000
3	Kabel PV	meter	Rp17.000	2	Rp34.000
4	Konektor MC4	pcs	Rp12.000	2	Rp24.000
5	SCC 10 A	pcs	Rp50.000	1	Rp50.000
6	MCB DC 3 A	pcs	Rp60.000	1	Rp60.000
7	Baterai 12 V 12 Ah	pcs	Rp285.000	1	Rp285.000
8	Komponen Rangkaian Ultrasonic	pcs	Rp30.000	3	Rp90.000
9	Speaker Tweeter PCT 4000	pcs	Rp18.000	3	Rp54.000
10	Kabel NYAF 1×2,5 mm	meter	Rp10.000	2	Rp20.000
11	Kabel Jumper Baterai	pcs	Rp30.000	1	Rp30.000
12	Box Panel	pcs	Rp200.000	1	Rp200.000
16	Photosell DC 12 V	pcs	Rp20.000	1	Rp20.000
17	Pembuatan stand	paket	Rp400.000	1	Rp400.000
Total Belanja					Rp1.847.000

3.2.3 Analisis Risiko Desain 2

Adapun analisa risiko pada desain 2 yaitu sebagai berikut :

1. Aspek Ekonomi

Pada desain 2 ini mungkin memerlukan modal awal yang besar untuk pembelian perangkat, terutama bagi petani kecil atau yang memiliki keterbatasan finansial. Walaupun biaya operasionalnya rendah karena menggunakan tenaga surya, biaya awal dapat menjadi penghalang untuk pembuatan alat ini.

2. Aspek Sosial

Meski *ultrasonic* tidak terdengar oleh manusia, beberapa alat yang kurang optimal dapat menghasilkan bunyi yang mengganggu masyarakat sekitar atau pekerja di lahan sawah.

3. Aspek Waktu

Karena alat ini menggunakan tenaga surya, kinerjanya sangat tergantung pada kondisi cuaca. Di musim penghujan atau daerah dengan intensitas sinar matahari rendah, alat ini memungkinkan tidak dapat berfungsi dengan optimal atau membutuhkan baterai cadangan.

4. Aspek Keteknikan

a. Efektivitas *Ultrasonic* Terhadap Tikus

Tidak semua tikus mungkin terpengaruh oleh suara *ultrasonic*, alat ini tidak menjamin pengusiran tikus sepenuhnya jika terdapat gangguan lain, seperti adanya gangguan yang menghalangi gelombang suara.

b. Ketahanan Terhadap Lingkungan

Alat ini rentan terhadap kerusakan akibat perubahan cuaca seperti hujan deras, panas yang sangat terik, atau kelembaban tinggi, yang dapat memengaruhi komponen elektronik dan panel surya.

c. Keterbatasan Jangkauan

Ultrasonic memiliki jangkauan yang terbatas, biasanya hanya beberapa meter, sehingga area yang lebih luas membutuhkan lebih banyak alat untuk perlindungan penuh. Ini bisa menjadi kendala teknis jika lahan petani sangat besar.

d. Pemeliharaan dan Perbaikan

Pemeliharaan rutin seperti pembersihan panel surya dan pengecekan komponen elektronik secara berkala dilakukan untuk mengantisipasi adanya kerusakan yang berat.

3.2.4 Pengukuran Performa

Adapun pengukuran performa pada desain 2 terdapat pada parameter tegangan dan arus yang dihasilkan dari panel surya, serta frekuensi yang dihasilkan dari rangkaian *ultrasonic*.

Untuk mengukur parameter yang dibutuhkan, dapat menggunakan alat ukur multimeter / AVO meter. Karena *photovoltaic* menghasilkan arus DC, maka pada pengukuran tegangan dan arus tersebut dapat menggunakan multimeter pada selektor VDC dan ADC yang artinya Volt DC dan Ampere DC. Sedangkan pada rangkaian *ultrasonic* parameter yang diukur adalah frekuensi outputnya. Pengukuran frekuensi dapat dilakukan dengan menggunakan multimeter dengan selektor pada posisi Hz, yang artinya selektor tersebut dapat mengukur frekuensi.

3.3 Analisa dan Penentuan Usulan/Desain Terbaik

Dalam penentuan desain atau usulan terbaik dengan mempertimbangkan beberapa hal diantaranya yaitu :

1. Modal utama yang terjangkau

Modal pembuatan desain yang terjangkau dapat dijangkau oleh kalangan petani, sehingga tidak memberatkan para petani apabila ingin merealisasikan desain ini.

2. Keandalan tenaga surya

Kemampuan pembangkit listrik tenaga surya mampu menyimpan energi pada baterai agar tetap berfungsi ketika cuaca mendung ataupun malam hari.

3. Efektifitas pengusir hama

Alat mampu bekerja secara terus-menerus, terutama pada saat tikus aktif di malam hari.

4. Otomatisasi Sistem Rangkaian *Ultrasonic*

Rangkaian *ultrasonic* dapat bekerja secara otomatis dengan adanya *photosell* yang akan mengaktifkan ketika malam hari dan mematikan rangkaian pada siang hari.

Berdasarkan beberapa pertimbangan hal di atas, maka desain 2 dipilih untuk dapat direalisasikan sebagai proyek *Capstone Project*.

3.4 Gantt Chart

Untuk memastikan kelancaran pengembangan sistem, diperlukan perencanaan dan manajemen yang tepat agar pembagian tugas dan pencapaian target dapat dilaksanakan sesuai rencana. Perencanaan ini mencakup tiga tahap utama dalam proses perancangan sistem keteknikan dan dijadwalkan berlangsung selama dua semester (TA1 dan TA2). Maka jadwal kegiatan tersebut divisualisasikan dalam bentuk Gantt chart seperti yang ditampilkan pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Gantt Chart Pelaksanaan Capstone Project Alat Pengusir Hama Tikus sawah dengan Tenaga Surya

No	Kegiatan	Bulan ke-								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Survey dan identifikasi permasalahan	D								
2	Mengumpulkan referensi dan data untuk menentukan spesifikasi sistem.	B, A	D							
3	Mengumpulkan ide-ide solusi serta memfinalisasi rancangan sistem disertai strategi manajemen dan rencana belanja		B, D	A	A					

No	Kegiatan	Bulan ke-								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
4	Pengumpulan proposal Tugas Akhir 1 / <i>Capstone Project</i> dan seminar				B, A, D					
5	Pembelian kebutuhan sistem					B, A, D	A			
6	Perancangan sistem sesuai proposal					B, A, D	B, A, D			
7	Testing dan validasi						B, A, D	B, A, D	B, A, D	
8	Ekspo dan pengumpulan laporan tugas akhir									B, A, D

Ket. : A = Azka, B = Bara, D = Dwi

3.5 Realisasi Pelaksanaan Tugas Akhir

Adapun realisasi aktivitas pelaksanaan tugas akhir seperti pada Tabel 3.4 sebagai berikut.

Tabel 3.5 Realisasi Pelaksanaan Tugas Akhir

No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
1	Kamis, 03 Oktober 2024, 7 hari	<i>Literatur review</i> terkait judul <i>capstone design</i> yang telah disepakati	Bara, Azka, Dwi
2	Minggu, 06 Oktober 2024, 1 hari	Survey ke mitra	Dwi

No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
3	Sabtu, 05 Oktober 2024, 3 hari	Penyusunan bab 1	Bara, Azka, Dwi
4	Jum'at, 25 Oktober 2024, 7 hari	Penyusunan bab 2	Bara, Azka, Dwi
5	Senin, 09 Desember 2024, 7 hari	Penyusunan bab 3 dan bab 4	Azka
6	Rabu, 05 Februari 2025, 1 hari	Pelaksanaan Seminar Proposal	Azka, Bara, Dwi
7	Senin, 03 Maret 2025, 7 hari	Revisi setelah Seminar Proposal	Azka, Bara, Dwi
8	Senin, 14 April 2025, 7 hari	Belanja komponen	Azka
9	Senin, 21 April 2025, 7 hari	Pembuatan alat	Azka
10	Senin, 28 April 2025, 2 hari	Pembuatan stand alat	Azka
11	Jum'at, 20 Juni 2025, 3 hari	Uji coba alat, pengumpulan data, dan pembuatan video demo	Azka, Bara, Dwi
12	Senin, 24 Juni 2025, 7 hari	Penyusunan bab 5, bab 6, dan artikel	Azka, Bara, Dwi
13	Kamis, 17 Juli 2025, 1 hari	Sosialisasi di aula kelurahan	Azka, Bara, Dwi
14	Jum'at, 18 Juli 2025, 2 hari	Revisi artikel	Dwi

Pada hasil rancangan sistem terdapat beberapa komponen pendukung utama dari alat pengusir hama tikus di sawah dengan tenaga surya, diantaranya sebagai berikut.

1. Photovoltaic (PV) 50 Watt Peak (WP)

Photovoltaic (PV) 50 Watt Peak (WP) adalah panel surya yang memiliki daya puncak sebesar 50 Watt, daya maksimal tersebut dapat dihasilkan oleh panel apabila dalam kondisi optimal, yaitu pada saat panel surya menerima banyak sinar matahari. Pada rangkaian sistem ini PV 50 WP digunakan sebagai sumber utama pengisian baterai 12V 12 Ah.

2. MCB DC 3 A

MCB (*Miniature Circuit Breaker*) adalah perangkat yang berfungsi untuk mengamankan rangkaian elektronik dari arus lebih dan ketika terjadi hubung singkat. MCB DC 3A adalah jenis MCB yang dirancang khusus untuk aplikasi arus searah (DC) dengan kapasitas arus maksimal 3 A.

3. Solar Charge Controller (SCC) 10 A

Solar Charge Controller (SCC) adalah perangkat yang terdapat dalam sistem tenaga surya (PLTS) sebagai pengatur proses pengisian baterai dari panel surya. Kemudian SCC akan menerima arus listrik yang diperoleh dari panel surya dan mengontrol tegangan serta arus yang menuju ke baterai. Ketika baterai telah terisi penuh, SCC akan mengurangi atau menghentikan pengisian untuk mencegah terjadinya *overcharging*. Selain itu, SCC juga memantau tegangan baterai selama penggunaan. Jika tegangan baterai turun di bawah batas tertentu, SCC akan memutus aliran listrik untuk mencegah *over-discharging*.

4. Baterai 12 V 12 Ah

Baterai 12 V 12 Ah berfungsi untuk menyimpan energi listrik yang diperoleh dari panel surya. Sistem baterai yang dipakai adalah sistem 12 V dan kapasitas dari 12 Ah berarti baterai dapat menyediakan arus sebesar 12 Ampere dalam satu jam, sehingga kapasitas total dari baterai ini sebesar 144 Watt.

5. Rangkaian Penghasil Suara Ultrasonic

Pada dasarnya rangkaian penghasil suara *ultrasonic* ini diciptakan oleh komponen IC NE555 yang merupakan IC *timer*. Selain itu, untuk membangkitkan

pulsa *clock* diperlukan komponen pendukung, seperti kombinasi komponen resistor dan kapasitor. Pada rangkaian ini, NE555 berperan sebagai multivibrator astabil, yang ditandai dengan pin TRIG dan THRES yang terhubung untuk mengaktifkan osilasi.

6. Speaker Tweeter Arrow PCT 4000

Speaker atau pengeras suara adalah perangkat yang mengubah sinyal listrik menjadi suara. Pengeras suara pada sistem ini digunakan sebagai pengeras suara yang dihasilkan oleh rangkaian *ultrasonic*.

Panel Surya 50 WP akan menangkap sinar matahari yang diasumsikan penyinaran matahari 5 jam dalam sehari, kemudian mengubah energi radiasi matahari menjadi energi listrik DC melalui proses fotovoltaiik, arus keluaran DC (*Direct Current*) akan melewati MCB DC 3 A. MCB DC 3A bekerja secara otomatis untuk melindungi arus berlebih dalam peralatan atau perlengkapan listrik yang menggunakan arus searah (DC). Kemudian arus DC (*Direct Current*) mengalir ke SCC (*Solar Charge Controller*) 10 A, SCC bekerja dengan cara mengatur arus listrik yang diperoleh dari panel surya agar tidak berlebih dan merusak baterai, mengontrol pengisian baterai hingga penuh dan mengatur arus baterai agar tidak *full discharge* atau *overloading*. Kemudian SCC tersebut mengatur pengisian baterai secara penuh dengan kapasitas dari baterai 12V 12Ah berarti baterai dapat menyediakan arus sebesar 12 Ampere selama satu jam, sehingga kapasitas total dari baterai ini sebesar 144 Watt. Kemudian baterai tersebut dapat menyuplai komponen rangkaian penghasil suara *ultrasonic* dengan komponen utama IC NE555 untuk menghasilkan frekuensi keluaran yang diinginkan. Sebelum itu sudah dilengkapi juga dengan MCB DC 3A untuk keamanan. Penghasil suara *ultrasonic* dibuat dengan komponen IC NE555 dan potensiometer digunakan untuk mengatur frekuensi keluaran yang diinginkan, serta pengeras suara berupa *speaker tweeter* PCT 4000.

Berdasarkan hasil rancangan alat pengusir hama tikus sawah dengan tenaga surya, PLTS yang digunakan mengisi baterai pada siang hari dengan asumsi penyinaran matahari selama 6 jam dalam sehari yaitu pada pukul 09.00 WIB hingga

pukul 15.00 WIB. Dan alat penghasil suara *ultrasonic* akan bekerja pada malam hari dengan estimasi aktif selama 12 jam, mulai pukul 18.00 WIB (petang) sampai pukul 06.00 WIB (pagi).

Mekanisme penggunaan alat ini yaitu ketika siang hari PLTS akan bekerja dan rangkaian penghasil suara *ultrasonic* dalam keadaan *off*, sedangkan ketika malam hari panel surya dalam keadaan *on* tetapi tidak ada penyinaran matahari dan rangkaian penghasil suara *ultrasonic* dalam keadaan *on* pada pukul 18.00 WIB (petang) sampai pukul 06.00 WIB (pagi). Untuk menghidupkan / mematikan rangkaian *ultrasonic* tersebut dengan menggunakan *photo sell* DC 12V yang terdapat pada alat tersebut.

4.2 Metode Pengukuran Kinerja Hasil Perancangan

Adapun pengukuran kinerja hasil dari rancangan alat pengusir tikus sawah dengan tenaga surya terdapat beberapa parameter yang akan diukur sebagai berikut.

1. Parameter Tegangan yang diperoleh dari panel surya
2. Parameter Arus yang diperoleh dari panel surya
3. Parameter Frekuensi yang diperoleh dari rangkaian penghasil suara *ultrasonic*

Dari ketiga parameter di atas, metode pengukuran dilakukan menggunakan alat ukur AVO meter dan tang ampere.

- Pengukuran tegangan pada PV dapat dilakukan dengan cara mengatur selektor pada AVO meter pada posisi VDC, karena tegangan *output* dari PV merupakan tegangan DC. Posisi *probe* AVO meter atau multimeter pada saat pengukuran tegangan yaitu terhubung secara paralel, *probe* merah pada *output* positif PV sedangkan *probe* hitam pada *output* negatif PV.
- Pengukuran arus pada PV dapat dilakukan dengan cara mengatur selektor pada tang ampere pada posisi ADC, karena arus *output* dari PV merupakan arus DC.
- Pengukuran frekuensi pada rangkaian penghasil suara *ultrasonic* dapat dilakukan dengan cara mengatur selektor pada AVO meter pada posisi Hz, yang artinya satuan dari frekuensi yaitu Hertz (Hz). Posisi *probe* AVO meter atau multimeter pada saat pengukuran frekuensi yaitu terhubung secara paralel,

probe merah pada *output* positif rangkaian penghasil suara *ultrasonic* sedangkan *probe* hitam pada *output* negatif rangkaian penghasil suara *ultrasonic*.



BAB 5. HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS

5.1 Analisis Hasil

Analisis hasil pengukuran pada alat pengusir hama tikus sawah dengan tenaga surya akan menjelaskan hasil dari penerapan solusi desain yang telah ditetapkan. Hal ini mencakup evaluasi kinerja alat, pengalaman pengguna yang telah diperoleh dari survei, serta analisis dampak dari implementasi alat terhadap berbagai aspek.

5.1.1 Hasil dan Analisis Pengujian Indikator

Hasil serta analisis dari pengujian indikator berdasarkan pada desain yang telah ditentukan oleh penulis pada Bab 4. Proses pengujian ini dibagi menjadi 3 kategori utama, yaitu pengujian parameter, pengujian konsumsi daya, dan pengujian suara ultrasonik ke tikus. Berikut ini adalah penjelasan mengenai hasil dan analisis yang diperoleh dari pengujian indikator yang telah dilakukan oleh penulis.

5.1.1.1 Uji Parameter

A. Parameter PLTS

Pengujian parameter dilakukan untuk mengevaluasi kinerja alat pengusir hama tikus sawah dengan tenaga surya. Terdapat tiga parameter utama yang diukur, yaitu Arus, Tegangan, Daya. Pengukuran dilakukan sebanyak 13 kali dalam sehari selama 3 hari berturut – turut, yaitu sejak pukul 9.00 WIB sampai pukul 15.00 WIB. Hasil pengujian dari alat pengusir hama tikus pada padi dengan tenaga surya disajikan dalam Tabel 5.1, Tabel 5.2, dan Tabel 5.3 berikut ini.

Tabel 5.1 Pengambilan Data PLTS Hari pertama

PENGAMBILAN DATA PLTS HARI 1				
No	PUKUL	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
1	09.00	17,09	0,54	9,23
2	09.30	13,51	0,55	7,43
3	10.00	18,05	1,01	18,23
4	10.30	14,84	1,30	19,29

PENGAMBILAN DATA PLTS HARI 1				
No	PUKUL	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
5	11.00	13,20	0,80	10,56
6	11.30	13,30	0,71	9,44
7	12.00	13,83	1,09	15,07
8	12.30	13,30	0,66	8,78
9	13.00	13,45	0,72	9,68
10	13.30	13,45	0,71	9,55
11	14.00	13,25	0,44	5,83
12	14.30	13,00	0,25	3,25
13	15.00	13,02	0,25	3,26

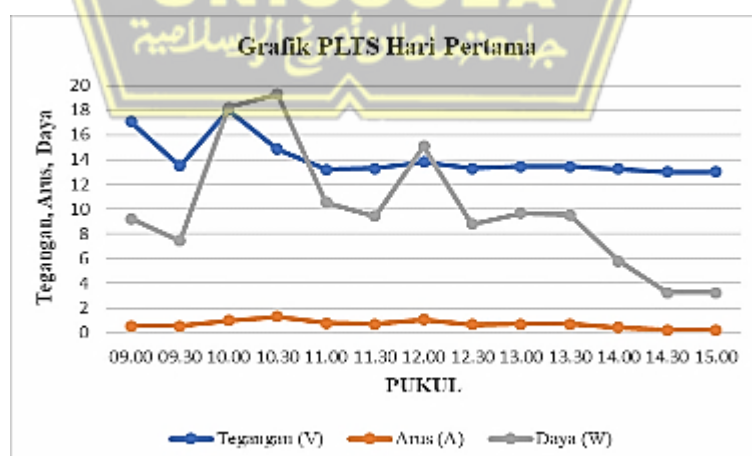
Tabel 5.2 Pengambilan Data PLTS Hari Kedua

PENGAMBILAN DATA PLTS HARI 2				
No	PUKUL	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
1	09.00	15,41	0,17	2,62
2	09.30	16,10	1,09	17,55
3	10.00	16,86	0,93	15,68
4	10.30	17,53	0,75	13,15
5	11.00	17,75	0,69	12,25
6	11.30	17,84	0,60	10,70
7	12.00	17,78	0,64	11,38
8	12.30	18,11	0,57	10,32
9	13.00	18,27	0,55	10,05
10	13.30	13,87	0,47	6,52
11	14.00	17,82	0,43	7,66
12	14.30	15,20	0,21	3,19
13	15.00	14,75	0,78	11,51

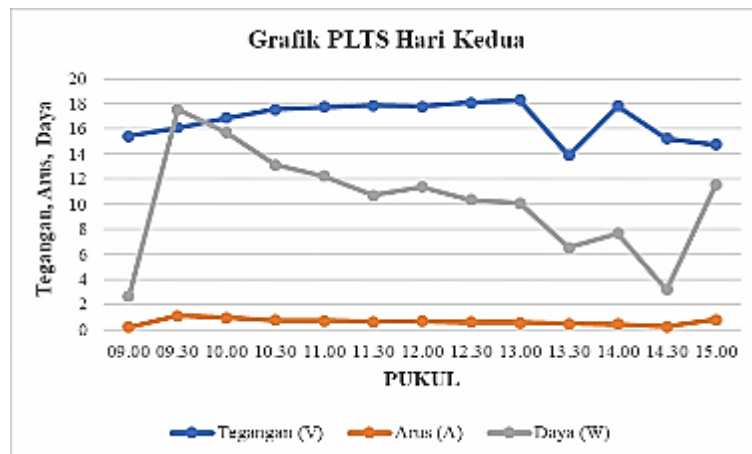
Tabel 5.3 Pengambilan Data PLTS Hari Ketiga

PENGAMBILAN DATA PLTS HARI 3				
No	PUKUL	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
1	09.00	15,81	0,16	2,53
2	09.30	18,98	0,17	3,23
3	10.00	14,13	0,28	3,96
4	10.30	15,85	0,31	4,91
5	11.00	14,36	0,76	10,91
6	11.30	13,64	0,82	11,18
7	12.00	16,71	0,22	3,68
8	12.30	15,87	0,66	10,47
9	13.00	18,88	0,93	17,56
10	13.30	18,67	0,22	4,11
11	14.00	15,4	0,08	1,23
12	14.30	14,20	0,25	3,55
13	15.00	14,04	0,20	2,81

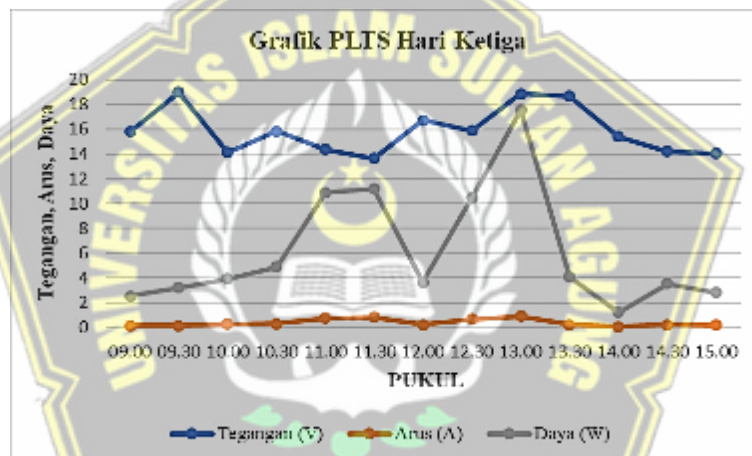
Di bawah ini adalah grafik dari ketiga parameter yang diukur pada PLTS seperti pada Gambar 5.1, Gambar 5.2, dan Gambar 5.3.



Gambar 5.1 Grafik PLTS Percobaan 1



Gambar 5.2 Grafik PLTS Percobaan 2



Gambar 5.3 Grafik PLTS Percobaan 3

Grafik hasil pengujian menunjukkan pola dari tiga parameter utama, yaitu Arus, Tegangan, dan Daya. Untuk parameter Arus pada hari pertama mendapatkan hasil 9,03 A dan rata-rata 0,69 A dan arus tertinggi pada pukul 10.30 WIB yaitu mendapatkan nilai 1,3 A. Untuk parameter Arus pada hari kedua mendapatkan hasil 7,88 A dan rata-rata 0,61 A dan arus tertinggi pada pukul 09.30 WIB yaitu mendapatkan nilai 1,09 A. Untuk parameter Arus pada hari ketiga mendapatkan hasil 5,06 A dan rata-rata 0,39 A dan arus tertinggi pada pukul 13.00 WIB yaitu mendapatkan nilai 0,93 A.

Sementara untuk parameter Tegangan pada hari pertama mendapatkan hasil 183,29 V dan rata-rata 14,10 V dan Tegangan tertinggi pada pukul 10.30 WIB yaitu mendapatkan nilai 18,05 V. Untuk parameter Tegangan pada hari kedua mendapatkan hasil 217,29 V dan rata-rata 16,71 V dan Tegangan tertinggi pada pukul 09.30 WIB yaitu mendapatkan nilai 17,55 V. untuk parameter Tegangan pada hari ketiga mendapatkan hasil 206,54 V dan rata-rata 15,89 V dan Tegangan tertinggi pada pukul 09.30 WIB yaitu mendapatkan nilai 18,98 V.

Sedangkan untuk parameter Daya pada hari pertama mendapatkan hasil 129,61 W dan rata-rata 9,97 W dan Daya tertinggi pada pukul 10.30 WIB yaitu mendapatkan nilai 19,29 W. Untuk parameter Daya pada hari kedua mendapatkan hasil 132,58 W dan rata-rata 10,20 W dan Daya tertinggi pada pukul 09.30 WIB yaitu mendapatkan nilai 17,55 W. Untuk parameter Daya pada hari ketiga mendapatkan hasil 80,13 W dan rata-rata 6,16 W dan Daya tertinggi pada pukul 13.00 WIB yaitu mendapatkan nilai 17,56 W.

Ketidakstabilan pengukuran ini membuktikan bahwa ketiga parameter Arus, Tegangan, dan Daya yang dihasilkan PLTS itu tergantung adanya radiasi dari sinar matahari, jika mendung maka mendapatkan parameter pengukuran yang rendah dan jika terdapat radiasi sinar matahari saat cuaca cerah maka mendapatkan nilai parameter pengukuran yang tinggi.

B. Uji Tahan Baterai

Baterai adalah komponen penting dalam sistem alat pengusir hama tikus sawah dengan tenaga surya. Baterai ini digunakan sebagai sumber daya listrik untuk menyuplai rangkaian *ultrasonic*.

a. Konsumsi Daya Rata-rata

Konsumsi daya dari alat dihitung berdasarkan komponen utama yang digunakan. Berikut adalah tabel rincian komponen beserta daya yang dikonsumsi dapat dilihat pada Tabel 5.4

Tabel 5.4 Konsumsi Daya Beban

No	Komponen	Konsumsi Daya
1	Photocell	3,12 W
2	Ultrasonik	2,04 W
Total konsumsi Daya		5,16 W

b. Perhitungan ketahanan Baterai

Untuk menghitung ketahanan baterai pada sistem, digunakan langkah-langkah berikut ini :

1. Durasi penggunaan harian dan konsumsi Energi harian

Alat diasumsikan digunakan selama 12 jam perhari tiap malamnya. Konsumsi energi harian dihitung dengan mengalikan total daya alat dengan durasi penggunaan perhari :

$$\text{Konsumsi per hari} = 5,16 \text{ W} \times 12 \text{ jam} = 61,92 \text{ Wh}$$

2. Estimasi Ketahanan Baterai

Baterai yang digunakan memiliki kapasitas 144 W, karena baterai yang digunakan tipe baterai gel. Maka penggunaan baterai yang disarankan hanya digunakan 50% dari kapasitas baterai. Yaitu sekitar 72 W, karena demi memperpanjang usia baterai. Sehingga ketahanan baterai dapat dihitung dengan rumus berikut.

$$\text{Durasi Baterai} = \frac{\text{Kapasitas Baterai}}{\text{Konsumsi Harian}} = \frac{72}{61,92} = 1,16 \text{ hari} \sim 1 \text{ hari}$$

Jika mencari beban yang akan digunakan, maka dapat dihitung melalui rumus kapasitas baterai dibagi dengan durasi untuk memperoleh beban yang akan dipakai.

$$\frac{\text{Kapasitas Baterai}}{\text{Durasi}} = \frac{72 \text{ Watt}}{12 \text{ jam}} = 6 \text{ Watt}$$

Sehingga baterai yang dipakai masih menyisakan energi atau dapat dikatakan surplus, karena beban yang dipakai hanya 5,16 W per jam. Dan masih terdapat sisa yaitu sebesar $6 \text{ Watt} - 5,16 \text{ Watt} = 0,84 \text{ Watt}$.

Jika dikalikan selama 12 jam, maka diperoleh :

$$0,84 \text{ Watt} \times 12 \text{ jam} = 10,08 \text{ Watt}$$

Jadi surplus energi yang diperoleh sebesar 10,08 Watt dalam 12 jam.

Berdasarkan perhitungan di atas, baterai 12 V 12 Ah mampu mendukung operasional alat pengusir hama tikus sawah dengan tenaga surya selama 1 hari jika digunakan selama 12 jam per harinya.

C. Pengaruh Perubahan Frekuensi Terhadap Perilaku Tikus

Berdasarkan uji coba pemasangan alat pengusir tikus yang penulis lakukan dengan frekuensi berbeda tiap uji cobanya, diperoleh hasil bahwa keberadaan tikus di sekitar alat tersebut mengalami gangguan pendengaran, merasa tidak nyaman, dan merasa kaku. Berikut rincian perilaku tikus terhadap gelombang *ultrasonic* dapat dilihat pada Tabel 5.5 di bawah ini.

Tabel 5.5 Perilaku Tikus Terhadap Frekuensi

No	Frekuensi (kHz)	Perilaku Tikus
1	10	5 Tikus Ketakutan, 1 Gerak bebas
2	20	5 Tikus Ketakutan, 1 Gerak bebas
3	25	5 Tikus Ketakutan, 1 Gerak bebas
4	30	6 Tikus ketakutan
5	35	6 Tikus ketakutan
6	40	6 Tikus ketakutan

D. Cakupan Area Sistem

Pengujian alat yang telah dilakukan pada ruangan dengan ukuran 6 m × 14 m, dan jarak antara obyek dengan alat yaitu 3 meter, sedangkan alat dapat menjangkau sampai sebesar 14 m. Maka dari itu, jumlah alat yang akan dipasang pada lahan seluas 36,14 m × 28 m dapat ditentukan sebagai berikut.

Parameter yang diketahui :

$$\text{Panjang} = 42,17 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 24 \text{ m}$$

$$\text{Radius Alat} = 16 \text{ m}$$

Maka radius jangkauan alat dapat ditulis sebagai berikut ini,

$$\text{Luas} = \pi \times r^2$$

$$\text{Luas} = 3,14 \times 16^2$$

$$\text{Luas} = 3,14 \times 256$$

$$\text{Luas} = 803,84 \text{ m}^2$$

Estimasi jumlah alat yang dibutuhkan untuk mecakup lahan seluas $36,14 \text{ m} \times 28 \text{ m}$ dapat ditentukan dengan rumus di bawah ini.

$$\text{Jumlah Alat} = \frac{\text{Luas Lahan}}{\text{Luas Cakupan Alat}}$$

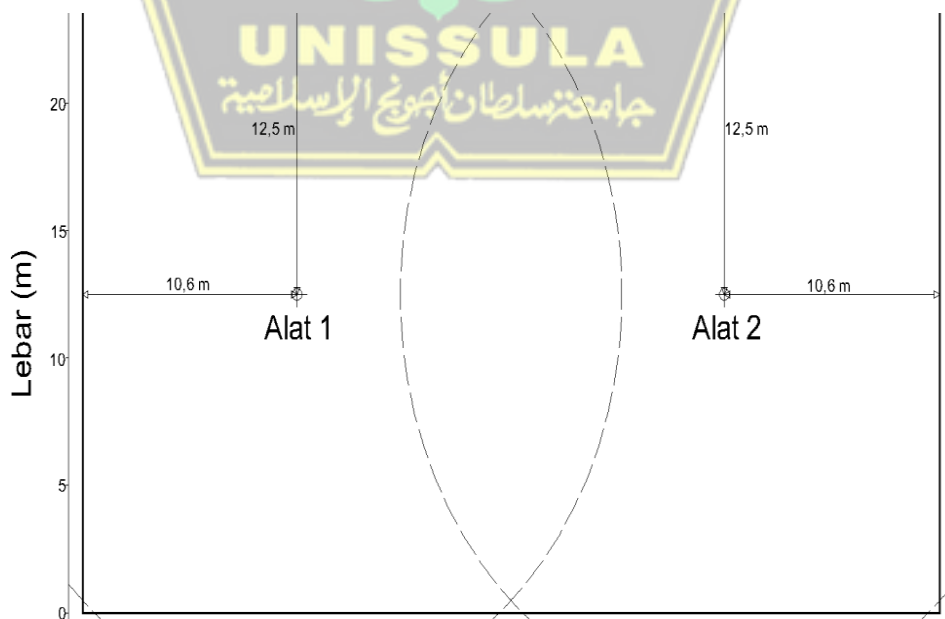
$$\text{Jumlah Alat} = \frac{1012 \text{ m}^2}{803,84 \text{ m}^2}$$

$$\text{Jumlah Alat} = 1,26 \text{ unit} \approx 2 \text{ unit}$$

Sehingga alat yang dibutuhkan untuk memenuhi atau mencakup seluruh area lahan seluas 1012 m^2 adalah sebanyak 2 unit. Untuk tata letak alat terdapat pada koordinat berikut.

1. Alat 1 terletak pada $0 \text{ m} - 10,6 \text{ m}$ dan $0 - 12,5 \text{ m}$
2. Alat 2 terletak pada $0 \text{ m} - 31,57 \text{ m}$ dan $0 - 12,5 \text{ m}$

ilustrasi penempatan alat dapat dilihat pada gambar 5. Sebagai berikut.



Gambar 5.4 Ilustrasi Penempatan Alat

5.1.2 Pemenuhan Spesifikasi Sistem

Spesifikasi sistem alat pengusir hama tikus sawah dengan tenaga surya menunjukkan terdapat variasi dalam pemilihan komponen, dimensi, berat, serta kualitas hasil akhir. Hal ini disebabkan oleh proses penyesuaian selama perancangan alat guna mengoptimalkan fungsi dan performa sistem sesuai kebutuhan. Perbandingan antara spesifikasi awal dan hasil realisasi dari alat ini seperti pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Spesifikasi dan Hasil Realisasi

No	Spesifikasi	Usulan	Realisasi
1	Dimensi	80 cm × 80 cm × 170 cm	80 cm × 80 cm × 150 cm
2	Berat Alat	10 kg	10 kg
3	Sumber Tegangan	PLTS 50 WP	PLTS 50 WP
4	Sensor	Photocell	Photocell
5	Material casing	Plastik dan Besi	Plastik dan Besi

5.1.3 Pengalaman Pengguna

Alat pengusir hama tikus sawah menggunakan tenaga surya telah menunjukkan performa yang baik berdasarkan pengujian lapangan. Dengan desain yang sederhana, alat ini sangat memudahkan para petani untuk pengusiran hama tikus di sawah, karena pengoperasiannya sangat mudah yang dilengkapi sensor cahaya yaitu *Photocell* untuk menyalakan secara otomatis, jadi petani tidak perlu bolak balik ke sawah untuk menyalakannya.

Alat pengusir tikus ini menggunakan sumber listrik dari PLTS, sehingga alat ini memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber untuk pengisian baterai, baterai tersebut untuk menyalakan alat *ultrasonic*, *ultrasonic* bekerja dengan mengeluarkan gelombang suara frekuensi, semakin tinggi frekuensinya semakin tidak dapat didengar oleh manusia, tetapi dapat mengganggu pendengaran

tikus. Pengalaman pengguna bervariasi, dengan beberapa melaporkan keberhasilan dalam mengusir tikus dalam frekuensi 30 kHz sampai 40 kHz, sementara yang lain tidak melihat perbedaan yang signifikan. Beberapa faktor yang mempengaruhi efektivitas termasuk ukuran tikus karena terkadang tikus yang ukurannya besar tidak merasa terganggu, luas sawah juga mempengaruhi kinerja alat. Di bawah ini merupakan faktor yang mempengaruhi efektivitas kinerja alat seperti pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7 Faktor yang Mempengaruhi Efektivitas Kinerja Alat

No	Fitur	Capaian	Aksi/Perbaikan
1	Fungsi	Alat berhasil menyalakan suara ultrasonik sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan	Dipertahankan
2	Kemudahan	Alat mudah digunakan dengan baik	Dipertahankan
3	Keamanan	Desain alat yang tertutup melindungi komponen dari air hujan dan kuat terhadap angin di sawah	Dipertahankan
4	Kendala	Cuaca yang seringkali berubah-ubah yang dapat mempengaruhi kinerja fotosel maupun solar panel.	Diperbaiki

Secara keseluruhan, alat ini telah memenuhi kebutuhan pengguna dalam hal fungsi utama, kemudahan, dan keamanan. Pengguna memberikan apresiasi terhadap kegunaan alat dalam pengusiran hama tikus, yang membantu petani untuk menjaga tanaman padi dari kegagalan panen tanpa perlu pengawasan manual dan penggunaan alat listrik penjemur tikus, racun tikus yang sangat membahayakan petani.

5.1.4 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya

Selama proses pelaksanaan, terdapat perbedaan antara waktu yang direncanakan dengan pelaksanaan yang sebenarnya, serta kegiatan yang dilakukan oleh penulis sepanjang TA 2. Selain itu, terdapat selisih yang spesifik antara anggaran yang diajukan dan yang terwujud, yang disebabkan oleh adanya perubahan setelah pelaksanaan. Perbedaan tersebut seperti pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Perbedaan Setelah Pelaksanaan

No	Kegiatan	Usulan Waktu	Realisasi Pelaksanaan
1	Pembelian kebutuhan sistem	Maret	April
2	Perancangan sistem sesuai proposal	April	Mei
3	Pembuatan Alat	April	Mei
4	Testing alat dan validasi data	Juni	Juni
5	Ekspo / pengumpulan laporan tugas akhir		

Kesesuaian rencana anggaran biaya dan realisasinya terdapat perbedaan yang signifikan, maka dari itu dibuatlah perbandingan dari keduanya terdapat pada Tabel 5.9. Dan pelaksanaan realisasi Capstone Design terdapat pada Tabel 5.10 sebagai berikut.

Tabel 5.9 Kesesuaian Rencana Anggaran Biaya dan Realisasinya

No	Jenis Pengeluaran	Usulan Biaya		Realisasi Biaya	
		Kuantitas	Total Harga	Kuantitas	Total Harga
1	Box Panel	1 pcs	Rp200.000	1 pcs	Rp200.000
2	Kabel PV	2 Meter	Rp34.000	2 meter	Rp34.000

No	Jenis Pengeluaran	Usulan Biaya		Realisasi Biaya	
		Kuantitas	Total Harga	Kuantitas	Total Harga
3	Sewa lahan untuk kebutuhan proyek	2 Bulan	Rp200.000	2 Bulan	Rp200.000
4	Photovoltaic 50WP	1 Pcs	Rp350.000	1 Pcs	Rp350.000
5	SCC 10 A	1 Pcs	Rp50.000	1 Pcs	Rp50.000
6	MCB DC 3A	1 Pcs	Rp60.000	1 Pcs	Rp60.000
7	Accu 12 V 12 Ah	1 Pcs	Rp285.000	1 Pcs	Rp285.000
8	Komponen Rangkaian <i>Ultrasonic</i>	3 Pcs	Rp90.000	3 Pcs	Rp90.000
9	Speaker Tweeter PCT 4000	3 Pcs	Rp54.000	3 Pcs	Rp54.000
10	Kabel NYAF 1 x 2,5	2 Meter	Rp20.000	2 Meter	Rp20.000
11	Kabel Jumper Accu	1 Pcs	Rp30.000	1 Pcs	Rp30.000
12	Besi Hollow 4 x 4 1,2 mm	4 Meter	Rp560.000	4 Meter	Rp560.000
13	Besi siku 4 x 1,5mm	3 Meter	Rp60.000	3 Meter	Rp60.000
14	Pylox Hitam 150cc	4 Pcs	Rp80.000	4 Pcs	Rp80.000
15	Jasa pengelasan	1 Paket	Rp50.000	1 Paket	Rp50.000
16	Photosell DC 12 V	1 Pcs	Rp20.000	1 Pcs	Rp20.000

Tabel 5.10 Realisasi Dan Pelaksanaan Capstone Design

No	Hari, Tanggal	Aktivitas	Pelaksana
1	Selasa, 15 April 2025	Bimbingan setelah seminar proposal (revisi laporan)	Semua anggota
2	Sabtu, 17 Mei 2025	Pembuatan Alat	Azka Adzkiya
3	Jum'at, 20 Juni 2025	Pengumpulan data 1	Semua anggota
4	Sabtu, 21 Juni 2025	Pengumpulan data 2	Semua anggota
5	Minggu, 22 Juni 2025	Pengumpulan data 3	Semua anggota
6	Senin, 23 Juni 2025	Penyusunan BAB 5 dan BAB 6	Semua anggota
7	Selasa, 25 Juni 2025	Pembuatan makalah dan pembuatan video demo	Dwi Prasetyo

5.2 Dampak Implementasi Sistem

Setelah alat pengusir hama tikus sawah dengan tenaga surya berhasil diimplementasikan, terdapat berbagai dampak positif yang cukup signifikan di berbagai bidang. Alat ini memberikan solusi praktis bagi para petani terutama di Desa Kandangan Kec. Purwodadi Kab. Grobogan Jawa Tengah, untuk mengusir hama tikus sesuai dengan kebutuhan, maka para petani mampu meminimalisir gangguan tikus dengan aman dan tidak lagi mengusir hama tikus memakai alat listrik dan racun tikus yang dapat membahayakan untuk petani sendiri. Berikut adalah dampak implementasi sistem dalam beberapa aspek utama.

5.2.1 Bidang Teknologi

Implementasi alat pengusir hama tikus sawah dengan tenaga surya dalam bidang teknologi memiliki dampak positif pada sektor pertanian dan lingkungan. Secara teknologi, alat ini memanfaatkan energi terbarukan, mengurangi ketergantungan pada pestisida kimia, serta ramah lingkungan. PLTS

sebagai sumber energi listrik membuat alat ini hemat biaya operasional dan ramah lingkungan karena memanfaatkan energi terbarukan. Implementasi alat ini dapat menjadi wadah edukasi bagi masyarakat tentang teknologi ramah lingkungan dan bagaimana cara menggunakannya. Hal ini dapat mendorong pemberdayaan masyarakat dalam bidang teknologi.

5.2.2 Bidang Sosial

Implementasi alat pengusir hama tikus bertenaga surya memiliki dampak positif di bidang sosial, terutama bagi petani. Alat ini dapat mengurangi kerugian akibat hama tikus, meningkatkan hasil panen, mengurangi ketergantungan pada pestisida kimia, serta meningkatkan kesejahteraan petani secara keseluruhan.

5.2.3 Bidang Ekonomi

Implementasi alat pengusir hama tikus bertenaga surya memiliki dampak positif pada sektor ekonomi, terutama bagi petani. Dampak ini meliputi peningkatan hasil panen, penurunan biaya produksi, dan potensi peningkatan pendapatan petani. Dengan berkurangnya hama tikus, hasil panen petani dapat meningkat secara signifikan. Penggunaan alat pengusir hama bertenaga surya dapat mengurangi ketergantungan pada pestisida kimia, sehingga mengurangi biaya pembelian pestisida. Alat ini juga dapat mengurangi kebutuhan tenaga kerja untuk menyemprot pestisida, sehingga menghemat biaya tenaga kerja.

5.2.4 Bidang Lingkungan

Implementasi alat pengusir hama tikus bertenaga surya memiliki dampak positif terhadap lingkungan, terutama dalam mengurangi penggunaan pestisida kimia yang berbahaya bagi ekosistem dan penggunaan perangkat tikus dengan alat listrik. Penggunaan energi surya juga ramah lingkungan karena merupakan sumber energi terbarukan. Dengan mengurangi penggunaan pestisida, ekosistem alami seperti tanah, air, dan udara menjadi lebih bersih dan sehat. Ini mendukung keberlangsungan kehidupan berbagai organisme yang bergantung pada lingkungan yang sehat.

BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan laporan tugas akhir yang telah dibuat, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Perancangan dan pembangunan alat memiliki komponen utama yaitu sensor cahaya (fotosel), pembangkit gelombang ultrasonik, pengeras suara (speaker), dan catu daya (baterai atau panel surya).
2. Perancangan alat ini dapat membantu petani agar lebih efektif, tetapi gelombang ultrasonic dapat menurun jika tikus sudah terbiasa mendengarkan gelombang ultrasonic atau gelombang tidak dapat menjangkau semua area.
3. Alat ini dapat dipasang di berbagai tempat/lokasi tanpa memerlukan perawatan yang rumit dan dapat dibongkar pasang agar mudah untuk dipindahkan atau diganti pada saat perawatan.
4. Nilai frekuensi 30 – 40 kHz menggunakan waktu bunyi speaker selama 20 detik dengan jarak 1 – 3 meter dapat mengusir hama tikus dengan baik.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil perancangan dan percobaan yang telah dilakukan, maka terdapat saran dalam perancangan alat pengusir hama tikus sawah dengan tenaga surya agar lebih baik :

1. Menggunakan baterai yang lebih besar kapasitasnya agar dapat menampung daya yang lebih banyak untuk cadangan ketika musim penghujan atau ketika radiasi sinar matahari kurang.
2. Perancangan ini memiliki kelemahan pada sektor keamanan yang kurang begitu kuat, sehingga bisa hilang kalau tidak dijaga, Dengan demikian bisa ditambahkan kaman atau memperkuat sistem kaman pada alat tersebut.
3. Dalam satu lahan sawah dapat dipasang lebih dari satu unit alat untuk jangkauan yang lebih maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Farid. Baskoro, Septia Wahyuni Surya Ningsih, Mur. Kholis, & Arif. Widodo. (2021). STUDI LITERATUR: PEMANFAATAN GELOMBANG ULTRASONIK SEBAGAI PERANGKAT PENGUSIR TIKUS Farid Baskoro [2] , Nur Kholis [3] , Arif Widodo [4]. 325–331.
- [2] Istiaji, B., Priyambodo, S., Sanmas, A. A., & Rosidah, A. (2020). Effectiveness of rice-field rat (*Rattus argentiventer*) activities in Bener Village, Klaten Regency. *Community Innovation Center Journal*, 2(2), 163–168.
- [3] Surya, P., Gelombang, M., Oleh, U., & Andi, A. (2022). RANCANG BANGUN ALAT PENGUSIR TIKUS PADA TANAMAN PAD BERBASIS PANEL SURYA MENGGUNAKAN GELOMBANG ULTRASONIK Ahmad Andi Muyassar 1 , Jainal Arifin, ST 2 ., MT, Mujiburrahman, ST., MT 3. 3–4.
- [4] Iqbal, M., & Rahayu, A. U. (2022). Alat Pengusir Hama Tikus Sawah Berbasis Arduino Uno Dan Gelombang Ultrasonik. *Journal of Energy and Electrical Engineering (Jeee)*, 1(1), 2022.
- [5] Ahmad Nurfauzan, Ruslan, & 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. <https://doi.org/10.59562/intec.v2i3.476>
- [6] Mujab, A. A., Rosmiati, M., & Sari, M. I. (2020). Rancang Bangun Alat Pengusir Hama Menggunakan Gelombang Ultrasonik. *EProceedings of Applied Science*, 6(1), 340–348. <https://librarye proceeding.telkomuniversity.ac.id/index.php/appliedscience/article/view/11739/11604>
- [7] Lolok, A., & Patanduk, M. L. (2023). Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Sumber Energi Listrik Pada Alat Ultrasonic. 73–76.
- [8] Muhammad Sulton Bana, Diana Rahmawati, Koko Joni, & Miftachul Ulum. (2021). Rancang Bangun Alat Pengusir Tikus dan Burung pada Tanaman
- [9] Ariprihata, A., Erfandy, E., Susilo, S. W., & Sujito, S. (2023). Rancang Bangun Panel Surya Off-Grid Untuk Catu Daya Alat Pengusir Hama Tikus. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 4(3), 224–245. <https://doi.org/10.14710/jebt.2023.19665>
- [10] Maya, S. A. D. (2021). *Pengendali Hama Tikus Belalang Menggunakan Gelombang Ultrasonik Bertenaga Surya Berbasis IoT*. 10.
- [11] Wijanarko, D., Widiastuti, I., & Widya, A. (2019). Gelombang Ultrasonik Sebagai Alat Pengusir Tikus Menggunakan Mikrokontroler Atmega 8. *Jurnal*

Teknologi Informasi Dan Terapan, 4(1), 65–70.
<https://doi.org/10.25047/jtit.v5i1.79>

- [12] Arifandi, R. J., Junus, M., & Kusumawardani, M. (2021). Sistem Pengusir Hama Burung dan Hama Tikus Sawah Berbasis Raspberry pi. *Jurnal Jartel: Jurnal Jaringan Telekomunikasi*, 11(2), 92–95.
<https://doi.org/10.33795/jartel.v11i2.61>
- [13] Asiva Noor Rachmayani. (2015). RANCANG BANGUN SISTEM ALAT PEMBANTU PERTANIAN PENGUSIR TIKUS DAN BURUNG PIPIT DENGAN AUDIO. 6.
- [14] Rika Widianita, D. (2023). SISTEM PENGUSIRAN HAMA TIKUS SAWAH MENGGUNAKAN SENSOR GERAK. *AT-TAWASSUTH: Jurnal Ekonomi Islam*, VIII(I), 1–19.
- [15] Sulistyorini, E., Sampurna, E. R., Basri, H., & Yulianto, M. F. (2020). Pengendalian Hama Tikus Dengan Pengasapan Modern Diterapkan Di Dusun Sidomulyo. *SHARE “SHaring - Action - REflection,”* 6(1), 18–22.
<https://doi.org/10.9744/share.6.1.18-22>
- [16] Putra, T. A., Kurniawan, E., T, K. B. A. S., Elektro, F. T., Telkom, U., Elektro, F. T., Telkom, U., Elektro, F. T., & Telkom, U. (2016). *Rancang Bangun Konverter Photovoltaic Dan Pentaksiran Daya Photovoltaic Untuk Dc Power House Design and Implementation Photovoltaic Converter and Photovoltaic Power Estimate for Dc Power House*. 3(3), 4245–4252.
- [17] Menurut Anggraeni dan Irviani (2017, 13). (2019). Bab Ii Landasan Teori. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
<http://kbbi.web.id/preferensi.html>Diakses