

MODIFIKASI ALAT PERANGKAP HAMA PADA TANAMAN BAWANG
MERAH DENGAN PENGATUR WAKTU DAN POMPA AERATOR



LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
pendidikan diploma tiga (D-3) program studi Teknik Konversi Energi
Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Ujung Pandang

SYAHNAS FADHILA
MUHAMMAD TAUFIQ ENRI RAHMAN

342 20 051
342 20 058

PROGRAM STUDI D-3 TEKNIK KONVERSI ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR
2023

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir dengan judul “Modifikasi Alat Perangkap Hama pada Tanaman Bawang Merah dengan Pengatur Waktu dan Pompa Aerator” oleh Syahnas Fadhila NIM 34220051 dan Muhammad Taufiq Enri Rahman NIM 34220058 dinyatakan telah diterima dan diserahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi Teknik Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung.

Makassar, Agustus 2023

Pembimbing I



Sukma Abadi, S.T., M.T
NIP. 19751024 200312 1 001

Pembimbing II



Nur Rahmah H. Anwar., S.T., MT
NIP. 19911220 2019032026

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr.-Ir. Syaharuddin Rasyid, M.T
NIP. 19680105 199403 1 001

HALAMAN PENERIMAAN

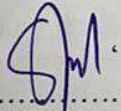
Pada hari ini, Selasa tanggal 22 Agustus 2023 , tim penguji ujian disang laporan tugas akhir telah menerima hasil ujian sidang laporan tugas akhir oleh mahasiswa (Syahnas Fadhila) NIM 342 20 051 dan (Muhammad Taufiq Enri Rahman) NIM 342 20 058, dengan judul “Modifikasi Alat Perangkap Hama pada Tanaman Bawang Merah dengan Pengatur Waktu dan Pompa Aerator”

Makassar, 22 Agustus 2023

Tim Penguji Sidang Laporan Tugas Akhir:

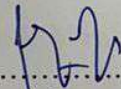
1. Sri Suwasti, S.ST, M.T.

Ketua

()

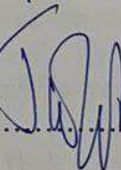
2. Apollo, S.T., M.Eng.

Sekretaris

()

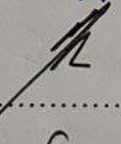
3. Ir. Remigius. T, MEngSc.

Anggota I

()

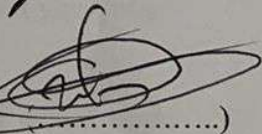
4. Musrady Mulyadi, S.ST., M.T.

Anggota II

()

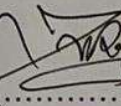
5. Sukma Abadi, S.T., M.T.

Pembimbing I

()

6. Nur Rahmah H. Anwar, ST.,M.T.

Pembimbing II

()

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nyalah sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini yang berjudul “Modifikasi Alat Perangkap Hama pada Tanaman Bawang Merah dengan Pengatur Waktu dan Pompa Aerator” tepat pada waktunya, meski jauh dari kata sempurna.

Dalam penulisan laporan tugas akhir ini tidak sedikit hambatan yang penulis alami. Sehubungan dengan itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak atas dukungan, bimbingan, perhatian dan motivasi yang telah di berikan kepada penulis, antara lain:

1. Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kesehatan, kekuatan serta inspirasi kepada kami untuk menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua tercinta, juga kepada saudara-saudara kami yang telah memberikan banyak bantuan berupa dorongan moral, bantuan materi, serta tak henti-hentinya memberikan doa yang tulus kepada kami dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
3. Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang Ir. Ilyas Mansur, M.T.
4. Bapak Dr. Ir. Syaharuddin Rasyid, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
5. Ibu Sri Suwasti, S.ST., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang.
6. Bapak Sukma Abadi, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I yang telah banyak membantu dan membimbing dalam mengerjakan tugas akhir ini.
7. Ibu Nur Rahmah H. Anwar, S.T., M.T selaku dosen pembimbing II yang telah banyak membantu dan membimbing dalam mengerjakan tugas akhir ini.
8. Teman-teman yang telah berkenan membantu hingga laporan tugas akhir ini dapat selesai.
9. Semua pihak yang terlibat, tidak dapat kami sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, kami menyadari bahwa dalam tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh sebab itu kami mohon maaf dan sangat mengharapkan kritik serta masukan yang bersifat membangun bagi penulis.

Akhir kata semoga dapat bermanfaat bagi kami penulis, institusi Pendidikan dan masyarakat luas.

Makassar, Agustus 2023

Penulis,

DAFTAR ISI

	hlm.
HALAMAN SAMBUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PENERIMAAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR SIMBOL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
SURAT PERNYATAAN.....	xiii
RINGKASAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Ruang Kegiatan.....	4
1.4 Tujuan dan Manfaat Kegiatan.....	4
1.4.1 Tujuan Kegiatan.....	4
1.4.2 Manfaat kegiatan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Panel Surya.....	5
2.1.1 Jenis – jenis sel Surya.....	8
2.2 Solar <i>Charger Controller</i>	10
2.3 Aki (<i>Batterai</i>).....	11
2.4 Kapasitas Baterai.....	13
2.5 Perpindahan Panas.....	14
2.5.1 Konduksi.....	14
2.5.2 Konveksi.....	14
2.5.3 Radiasi.....	15
2.6 Sistem Kontrol.....	15

2.6.1 Mikrokontroler Arduino.....	15
2.6.2 Sensor Tegangan.....	17
2.6.3 Sensor Arus ACS712	18
2.6.4 Modul RTC 3231	18
2.6.5 Relay	19
2.6.6 LCD I2C.....	20
2.6.7 Data Logger.....	22
2.7 Pompa Aerator.....	24
2.8 Hama.....	24
2.8.1 Kupu-kupu.....	24
2.8.2 Ulat Grayak	25
2.8.3 Lalat Penggerok Daun.....	26
2.9 Lampu UV.....	28
2.10 Detergen.....	29
BAB III METODE KEGIATAN.....	31
3.1 Lokasi dan Waktu Kegiatan.....	31
3.2 Alat dan Bahan	31
3.2.1 Alat.....	31
3.2.2 Bahan	32
3.3 Prosedur Kegiatan	33
3.3.1 Studi Literatur.....	33
3.3.2 Studi Lapangan.....	33
3.3.3 Tahap Perancangan.....	34
3.3.4 Pembuatan dan Perakitan	38
3.4 Teknik Pengumpulan Data.....	39
3.5 Teknik Analisis Data	40
3.6 Diagram Alir	41
BAB IV HASIL DAN DESKRIPSI KEGIATAN	43
4.1 Hasil.....	43
4.1.1 Pembuatan Alat	43
4.1.2 Pengujian Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).....	44
4.1.3 Pengujian Beban PLTS	50

4.2 Deskripsi	56
4.2.1 Perhitungan Efisiensi Panel Surya.....	56
4.2.2 Pengisian baterai (aki).....	69
4.2.3 Pemakaian baterai (aki).....	70
4.2.3.1 Beban 1 buah lampu UV dan 1 unit pompa aerator	70
4.2.3.2 Beban 5 buah lampu UV dan 1 unit pompa aerator	71
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	72
5.1 Kesimpulan	72
5.2 Saran	72
DAFTAR PUSTAKA.....	73



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Panel Surya.....	36
Tabel 4.1 Data pengujian PLTS hari pertama (22 Juni 2023).....	44
Tabel 4.2 Data pengujian PLTS hari ke-2 (23 Juni 2023).....	45
Tabel 4.3 Data pengujian PLTS hari ke-3 (24 Juni 2023).....	46
Tabel 4.4 Data pengujian PLTS hari ke-4 (25 Juni 2023).....	47
Tabel 4.5 Data pengujian PLTS hari ke-5 (26 Juni 2023).....	48
Tabel 4.6 Data pengujian PLTS hari ke-6 (27 Juni 2023).....	49
Tabel 4.7 Data pengujian beban PLTS menggunakan 1 lampu (22 Juni 2023)...	51
Tabel 4.8 Data pengujian beban PLTS menggunakan 1 lampu (23 Juni 2023)...	52
Tabel 4.9 Data pengujian beban PLTS menggunakan 1 lampu (24 Juni 2023)...	53
Tabel 4.10 Data pengujian Beban PLTS menggunakan 5 lampu (26 Juni 2023)	54
Tabel 4.11 Data pengujian Beban PLTS menggunakan 5 lampu (25 Juni 2023)	55
Tabel 4.12 Data pengujian Beban PLTS menggunakan 5 lampu (27 Juni 2023)	55
Tabel 4.13 Efisiensi panel surya pada pengujian alat hari pertama	57
Tabel 4.14 Efisiensi panel surya pada pengujian alat hari ke-2.....	58
Tabel 4.15 Efisiensi panel surya pada pengujian alat hari ke-3.....	59
Tabel 4.16 Efisiensi panel surya pada pengujian alat hari ke-4.....	60
Tabel 4.17 Efisiensi panel surya pada pengujian alat hari ke-5.....	61
Tabel 4.18 Efisiensi panel surya pada pengujian alat hari ke-6.....	62
Tabel 4.19 Data pengisian aki dari panel surya.....	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi perkebunan bawang merah	2
Gambar 2.1 Panel surya	5
Gambar 2.2 Panel surya <i>monocrystalline</i>	8
Gambar 2.3 Panel surya <i>Polycrystalline</i>	9
Gambar 2.4 Panel surya <i>Thin Flim</i>	10
Gambar 2.5 Solar <i>Charger Controller</i>	10
Gambar 2.6 Aki (<i>Batterai</i>)	12
Gambar 2.7 Indikator Kapasitas Baterai	13
Gambar 2.8 Proses perpindahan panas secara konveksi	15
Gambar 2.9 Arduino Uno.....	16
Gambar 2.10 Modul Sensor Tegangan	17
Gambar 2.11 Sensor Arus ACS712	18
Gambar 2.12 Modul RTC DS3231	19
Gambar 2.13 Relay Dual Channel	20
Gambar 2.14 LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>).....	21
Gambar 2.15 Modul I2C LCD	21
Gambar 2.16 Pemasangan Lcd dengan I2C	21
Gambar 2.17 Modul Micro SD Card Adapter.....	23
Gambar 2.18 SD Card.....	23
Gambar 2.19 Pompa Aerator	24
Gambar 2.120 Telur, Larva, Kupu-kupu dewasa	25
Gambar 2.21 Larva <i>S. litura</i>	26
Gambar 2.22 Lalat Penggorok Daun	27
Gambar 2.23 Lampu UV	28
Gambar 2.24 Spektrum warna	29
Gambar 2.25 Detergen	30
Gambar 3.1 Lokasi perkebunan.....	32
Gambar 3.2 Desain gambar	33
Gambar 3.3 Panel surya jenis <i>polycrystalline</i>	34
Gambar 3.4 Skematik Rangkaian	36

Gambar 3.5 Diagram Alir Prosedur Kerja.....	41
Gambar 4.1 Alat perangkap hama pada tanaman bawang merah.....	42
Gambar 4.2 Pengujian lampu dan pompa aerator pada malam hari	49
Gambar 4.3 Foto hama yang terperangkap	49
Gambar 4.4 Grafik hubungan antara efisiensi terhadap waktu pada hari pertama.....	62
Gambar 4.5 Grafik hubungan antara efisiensi terhadap waktu pada hari ke-2.....	62
Gambar 4.6 Grafik hubungan antara efisiensi terhadap waktu pada hari ke-3.....	63
Gambar 4.7 Grafik hubungan antara efisiensi terhadap waktu pada hari ke-4.....	63
Gambar 4.8 Grafik hubungan antara efisiensi terhadap waktu pada hari ke-5.....	64
Gambar 4.9 Grafik hubungan antara efisiensi terhadap waktu pada hari ke-6.....	64
Gambar 4.10 Grafik hubungan tegangan terhadap nilai intensitas Cahaya matahari pada pengujian alat hari pertama.....	65
Gambar 4.11 Grafik hubungan tegangan terhadap nilai intensitas cahaya matahari pada pengujian alat hari ke-2	65
Gambar 4.12 Grafik hubungan tegangan terhadap nilai intensitas cahaya matahari pada pengujian alat hari ke-3	66
Gambar 4.13 Grafik hubungan tegangan terhadap nilai intensitas cahaya matahari pada pengujian alat hari ke-4	66
Gambar 4.14 Grafik hubungan tegangan terhadap nilai intensitas cahaya matahari pada pengujian alat hari ke-5	67
Gambar 4.15 Grafik hubungan tegangan terhadap nilai intensitas cahaya matahari pada pengujian alat hari ke-6	67

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Satuan	Keterangan
I_r	(Watt/m ²)	Intensitas matahari
A	m ²	Luasan panel surya
P_{in}	Watt	Daya <i>input</i>
P_{out}	Watt	Daya <i>output</i>
P_{max}	Watt	Daya <i>maximum</i>
V	Volt	Tegangan
I	Ampere	Kuat Arus
η	%	Efisiensi
T_{rendah}	°C	Temperatur rendah
T_{Tinggi}	°C	Temperatur tinggi
ΔT	°C	Perbedaan Temperatur

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A PENYIMPANAN DATA LOGGER	77
LAMPIRAN B PROGRAM SISTEM KONTROL.....	84
LAMPIRAN C DESAIN ALAT	93
LAMPIRAN D DOKUMENTASI	97



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Syahnas Fadhila

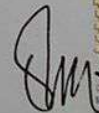
Nim : 342 20 051

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul “Modifikasi Alat Perangkap Hama pada Tanaman Bawang Merah dengan Pengatur Waktu dan Pompa Aerator” merupakan gagasan, hasil karya saya sendiri dengan arahan pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka laporan tugas akhir ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung risiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, Agustus 2023



Syahnas Fadhila
NIM. 342 20 051

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Taufiq Enri Rahman

Nim : 342 20 058

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul “Modifikasi Alat Perangkap Hama pada Tanaman Bawang Merah dengan Pengatur Waktu dan Pompa Aerator” merupakan gagasan, hasil karya saya sendiri dengan arahan pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka laporan tugas akhir ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung risiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, Agustus 2023



Muh. Taufiq Enri Rahman
NIM. 342 20 058

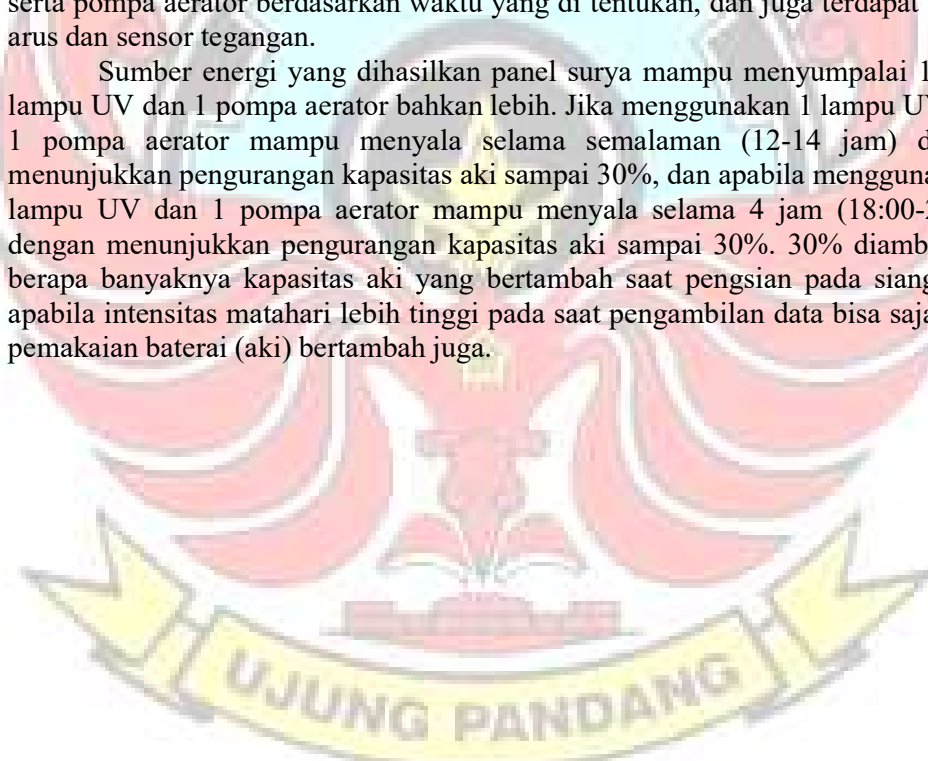
RINGKASAN

Syahnas Fadhila Dan Muhammad Taufiq Enri Rahman.

2023. Modifikasi Alat Perangkat Hama pada Tanaman Bawang Merah dengan Pengatur Waktu dan Pompa Aerator. Di bimbing oleh Bapak Sukma Abadi, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I dan Ibu Nur Rahmah H. Anwar, S.T., M.T selaku dosen pembimbing II.

Serangan hama pada tanaman bawang merah merupakan salah satu penyebab fluktuatifnya produksi bawang merah. Diantara hama bawang merah adalah ulat bawang, hama kupu – kupu dan lalat penggorok daun. Untuk menanggulangi serangan hama dan penyakit pada bawang merah sangat lazim digunakan pestisida. Untuk merancang dan membuat alat pembasmi pada tanaman bawang merah dengan pengatur waktu dan pompa aerator yang dapat digunakan untuk membantu petani dalam membasmi hama. Terdapat sumber yaitu panel surya sebagai sumber energi listrik, SCC akan mengontrol pengisian pada aki kemudian dari SCC akan mengaktifkan Arduino Uno, RTC sebagai *input*. Setelah itu diproses Arduino Uno dan *ouputnya* berupa Relay yang nantinya akan mengaktifkan lampu serta pompa aerator berdasarkan waktu yang di tentukan, dan juga terdapat sensor arus dan sensor tegangan.

Sumber energi yang dihasilkan panel surya mampu menyumpalai 1 buah lampu UV dan 1 pompa aerator bahkan lebih. Jika menggunakan 1 lampu UV dan 1 pompa aerator mampu menyala selama semalaman (12-14 jam) dengan menunjukkan pengurangan kapasitas aki sampai 30%, dan apabila menggunakan 5 lampu UV dan 1 pompa aerator mampu menyala selama 4 jam (18:00-22:00) dengan menunjukkan pengurangan kapasitas aki sampai 30%. 30% diambil dari berapa banyaknya kapasitas aki yang bertambah saat pengisian pada siang hari. apabila intensitas matahari lebih tinggi pada saat pengambilan data bisa saja lama pemakaian baterai (aki) bertambah juga.



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Wilayah Kabupaten Enrekang merupakan sebuah daerah di Sulawesi Selatan yang berada antara 3°14'36" sampai 3° 50' 00" Lintang Selatan dan 119° 40' 53" sampai 120° 06'33" Bujur Timur (Pemprov.Sulsel, 2022). Tanaman yang menjadi produk unggulan di wilayah ini adalah budidaya tanaman bawang merah, Kondisi Pertanian Kabupaten Enrekang, Asril Bagenda mengatakan bahwa rata-rata luas pertanaman bawang merah dalam setahun mencapai 8.500 hektar (Kementerian Pertanian RI, 2017).

Salah Satu keluhan dari petani bawang merah di Kabupaten Enrekang adalah adanya serangan dari hama serangga atau wereng. Serangan hama itu menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman, sehingga mengurangi hasil produksi (panen). Hal ini menyebabkan kerugian bagi petani bawang merah.

Untuk menjaga produksi tanaman bawang merah dari serangan hama, petani biasanya menggunakan pestisida. Akan tetapi, Penggunaan pestisida dalam jangka waktu yang panjang dan terus-menerus dapat berakibat pada kerusakan lingkungan, yaitu menurunnya produktivitas tanah karena menghilangkan unsur hara pada tanah, menyebabkan pencemaran air dan membahayakan kesehatan (Hasrul, 2018).

Demi menghindari akibat negatif dari penggunaan pestisida, sebagian petani bawang merah di Kabupaten Enrekang menggunakan metode lain. Para

petani menggunakan metode pembasmi hama dengan menggunakan perangkat berupa lampu yang dinyalakan pada malam hari. Hama yang mendekati ke arah lampu dan hinggap di lampu biasanya akan jatuh karena tidak tahan panasnya lampu.

Suplai listrik yang digunakan oleh para petani untuk menyalakan lampu pembasmi hama masih berasal dari jaringan PLN. Sebagian lokasi dari perkebunan bawang merah cukup jauh dari jaringan PLN, sehingga harus menarik kabel yang sangat panjang. Petani yang lokasi kebunnya tidak jauh dari jaringan PLN juga mengeluhkan biaya pengeluaran listrik yang cukup mahal. Oleh karena itu, suplai listrik dari energi surya diharapkan menjadi salah satu solusinya.



Gambar 1.1 Lokasi perkebunan bawang merah

Pemanfaatan Panel surya dapat dijadikan sebagai alternatif suplai listrik pada lampu pembasmi hama selain suplai dari PLN. Penggunaan panel surya

dapat menghemat biaya pengguna listrik PLN. Listrik dari panel surya juga dapat digunakan bila suplai listrik PLN belum terjangkau.

Penelitian tentang pemanfaatan panel surya untuk lampu pembasmi hama tanaman bawang merah di lingkup Politeknik Negeri Ujung Pandang sudah dibahas oleh Jeni dan Fajri pada tahun 2021, dengan judul “Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid Panel Surya dan Termoelektrik Generator pada Perkebunan Bawang Merah”. Jeni dan Fajri membahas penggunaan PLTS sebagai sumber energi untuk menyalakan lampu perangkat hama. Lampu dinyalakan dan dipadamkan secara manual. Jeni dan Fajri juga hanya menggunakan sebuah lampu. Oleh karena itu, penulis bermaksud untuk memodifikasi alat pembasmi hama dengan menggunakan pengatur waktu (*timer*). Bentuk modifikasi alat lainnya adalah penggunaan detergen dengan bantuan pompa aerator untuk menghasilkan busa.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana melengkapi alat perangkat hama tanaman bawang merah dengan menggunakan pengatur waktu (*timer*)?
2. Bagaimana cara mengaplikasikan pompa aerator sebagai penghasil busa untuk membasmi hama pada tanaman bawang merah?
3. Dapatkah energi listrik yang diperoleh dari panel surya menyuplai pompa aerator dengan lebih dari 1 buah lampu perangkat hama?

1.3 Ruang Kegiatan

Untuk memperjelas masalah yang dibahas dan agar tidak terjadi pembahasan yang meluas, maka dibuat ruang lingkup kegiatan yang dibahas dalam laporan tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Kebun bawang merah yang dijadikan objek pengujian adalah kebun bawang merah di dusun Dante Marari, Desa Tangru, Kecamatan Malua, Kabupaten Enrekang ($119^{\circ} 54' 21,7\text{BT}$ dan $3^{\circ} 28' 02,4 \text{LS}$).
2. Pengujian lampu perangkat hama tanaman hanya dengan 2 variasi, yaitu 1 lampu UV dan 5 lampu UV.

1.4 Tujuan dan Manfaat Kegiatan

1.4.1 Tujuan Kegiatan

1. Untuk menerapkan penggunaan pengaturan waktu (*timer*) pada lampu perangkat hama tanaman bawang merah.
2. Untuk mengaplikasikan aerator sebagai penghasil busa untuk membasmi hama pada tanaman bawang merah.
3. Untuk mengetahui energi listrik yang diperoleh dari panel surya menyuplai pompa aerator dengan lebih dari 1 buah lampu perangkat hama.

1.4.2 Manfaat Kegiatan

1. Alat yang dibuat dapat digunakan untuk menghasilkan listrik yang digunakan untuk menyuplai lampu pembasmi hama.
2. Dapat digunakan referensi bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan optimasi pemanfaatan energi matahari sebagai sumber energi listrik.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Panel Surya



Gambar 2.1 Panel Surya

Sumber : sedayu.com

Panel Surya adalah suatu perangkat yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip *Photovoltaic*. *Photovoltaic* adalah teknologi yang berfungsi untuk mengubah atau mengkonversi radiasi matahari menjadi energi listrik secara langsung. *Photovolteic* biasanya dikemas dalam sebuah unit yang disebut modul. Dalam sebuah modul surya terdiri dari banyak sel surya yang bisa disusun secara seri maupun paralel. Sistem *photovoltaic* menghasilkan daya keluarannya pada saat modul *photovoltaic* di sinari matahari, oleh karena itu sistem *photovoltaic* menggunakan mekanisme penyimpanan energi agar energi listrik selalu tersedia pada waktu matahari sudah tidak menyinari(malam hari). *Photovoltaic cell* dibuat dari material semikonduktor terutama silikon yang dilapisi oleh bahan tambahan khusus. Jika cahaya matahari mencapai cell maka elektron

akan terlepas dari atom silikon dan mengalir membentuk sirkuit listrik sehingga energi listrik dapat dibangkitkan. Sel surya selalu didesain untuk mengubah cahaya menjadi energi listrik sebanyak-banyaknya dan dapat digabung secara seri atau paralel untuk menghasilkan tegangan dan arus yang diinginkan.

Pada dasarnya sel surya *photovoltaic* merupakan suatu dioda semikonduktor yang berkerja dalam proses tak seimbang dan berdasarkan efek *photovoltaic*. Dalam proses itu sel surya menghasilkan tegangan 0,5-1 volt tergantung intensitas cahaya dan jenis zat semikonduktor yang dipakai. Sementara itu intensitas energi yang terkandung dalam matahari yang sampai ke permukaan bumi besarnya sekitar 1000 Watt. Tapi karena daya guna konversi energi radiasi menjadi energi listrik berdasarkan efek *photovoltaic* baru mencapai 25% maka produksi listrik maksimal yang dihasilkan sel surya baru mencapai 250 Watt/m² (Fadli, 2022).

Apabila sel surya memiliki efisiensi yang baik, maka daya yang dihasilkan akan maksimal dan rugi-rugi akan semakin kecil. Sel surya dengan efisiensi yang tinggi dan rugi-rugi yang kecil inilah yang bisa dikatakan sel surya yang baik. Efisiensi pada sel surya dipengaruhi oleh beberapa hal, antara lain intensitas cahaya matahari (I), Luas kolektor sel surya (A) dan daya kolektor yang dimiliki sel surya. Dalam hal ini akan dihitung efisiensi dari sistem, pertama-tama dihitung daya input berdasarkan persamaan (2-1), kemudian dihitung daya output berdasarkan persamaan (2-2), dan terakhir efisiensi berdasarkan persamaan (2-3).

a. Daya input :

$$P_{in} = I_r \times A \dots\dots\dots(2-1)$$

Keterangan :

P_{in} = Daya input (Watt)

I_r = Intensitas matahari (Watt/m²)

A = Luas panel surya (m²)

b. Daya output :

$$P_{out} = V \times I \dots\dots\dots(2-2)$$

Keterangan :

P_{out} = Daya keluaran (Watt)

V = Tegangan (volt)

I = Arus (Ampere)

c. Efisiensi :

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \dots\dots\dots(2-3)$$

Keterangan :

η = Efisiensi sistem (%)

P_{out} = Daya keluaran (Watt)

P_{in} = Daya masukan (Watt)

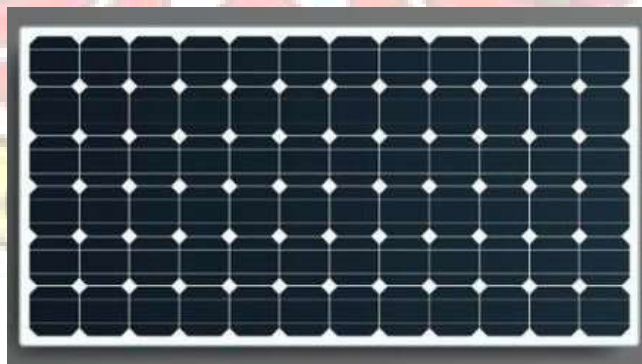
Nilai efisiensi sebuah modul surya sangat tergantung pada nilai *Peak Sun Hour* (PHS). PHS sangat subjektif tergantung pada karakteristik lingkungan termasuk lamanya penyinaran matahari dan indeks kecerahan di suatu tempat (Jeni dan Fajri, 2021).

2.1.1 Jenis- jenis sel surya

Perkembangan sel surya semakin banyak menggunakan bahan semikonduktor yang bervariasi. Adapun jenis-jenis sel surya diantaranya:

1) *Monocrystalline*

Sel surya jenis *monocrystalline* ini dibuat dari silikon kristal tunggal yang didapat dari peleburan silikon dalam bentukan bujur. Material silikon ini diiris tipis menggunakan teknologi khusus. Dengan digunakannya teknologi inilah, kepingan sel surya yang dihasilkan akan identik satu sama lainnya dan memiliki kinerja tinggi. Sel surya jenis ini dapat dibuat setebal 200 mikron, dengan nilai efisiensi sekitar 24%. Namun kekurangan dari jenis ini adalah akan bekerja maksimal saat cahaya matahari sedang dalam intensitas yang tinggi. Namun setelah itu, apabila intensitas cahaya berkurang maka kinerjanya akan menurun secara drastis. Biaya sel surya ini juga lebih mahal dibandingkan dengan jenis sel surya yang lain (Jeni dan Fajri, 2021).

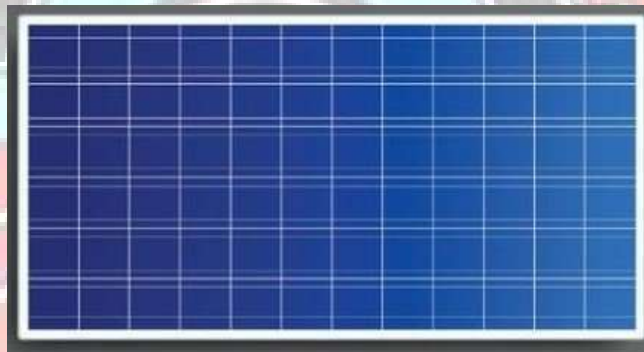


Gambar 2.2 Panel surya *monocrystalline*

Sumber : <https://asset.kompas.com>

2) *Polycrystalline*

Sel surya jenis ini dibuat dari beberapa batang kristal silikon yang dicairkan, setelah itu dituang dalam cetakan yang berbentuk persegi kemudian dilakukan pendinginan perlahan untuk mendapatkan bahan campuran silikon yang akan timbul diatas lapisan silikon. Sel surya ini memiliki efisiensi 18%. Pada aplikasinya, sel surya ini akan tetap bekerja saat intensitas matahari menurun atau dalam keadaan mendung. Jadi energi yang di hasilkan akan lebih kontinyu walaupun intensitas sinar matahari tidak konstan (Jeni dan Fajri, 2021).



Gambar 2.3 Panel surya *Polycrystalline*

Sumber : <https://asset.kompas.com>

3) *Thin Flim Solar Cell (TFSC)*

Jenis sel surya ini dibuat dengan cara menambahkan sel surya tipis kedalam sebuah lapisan dasar. Karena bentuknya tipis, jadi panel surya ini sangat ringan dan *fleksibel*. Ketebalan lapisannya bisa diukur mulai dari *manometer* hingga *mikrometer*. Ada 3 jenis sel surya, tipe ini dibedakan berdasarkan materialnya yaitu, *Amorphous Silicon* (a-Si) panel surya yang terbuat dari *Amorphous Silicon*, *Cadmium Telluride* (CdTe) panel surya yang terbuat dari bahan *Cadmium Telluride*, dan *Copper Indium Gallium*

Selenide (CIGS) panel surya yang terbuat dari bahan *Copper Indium Gallium Selenide* merupakan yang paling efisien dibanding dua lainnya dan juga tidak mengandung bahan yang berbahaya yaitu *Cadmium* seperti yang terdapat pada sel surya CdTe (Jeni dan Fajri, 2021).



Gambar 2.4 Panel surya *Thin Flim*
Sumber : <https://asset.kompas.com>

2.2 Solar Charger Controller

Charge controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. Solar *charge controller* mengatur *overcharging* (kelebihan pengisian karena baterai sudah penuh) dan kelebihan voltase dari panel surya atau panel surya yang dapat mengurangi umur baterai (Idris, 2020).



Gambar 2.5 Solar Charger Controller
Sumber : sandiinverter.com

Dimana solar *charge controller* berfungsi untuk

- a. *Charging mode* : mengisi baterai (kapan baterai diisi, menjaga pengisian jika baterai penuh).
- b. *Operation mode* : penggunaan baterai ke beban (pelayanan baterai ke beban diputus jika baterai sudah mulai kosong) (Pea, M. G, 2015).

Charge controller berfungsi untuk mengatur pengisian arus searah (DC) dari panel surya ke baterai yang disebut dengan proses *charge*, dan pengaturan penyaluran arus listrik dari baterai menuju beban listrik disebut dengan proses *discharge*. Fungsi utama *charge controller* adalah untuk menjaga atau mempertahankan baterai dari kemungkinan tertinggi *state of charge*, melindungi baterai saat menerima pengisian berlebihan (*over charge*) dengan cara membatasi pengisian energi saat baterai dalam keadaan penuh, dan melindungi baterai dari pengosongan berlebih (*overdischarge*) yang dikarenakan beban yang dipikul, dengan cara memutuskan hubungan baterai dengan beban saat baterai menjangkau keadaan *low state of charge* (Dunlop dkk, 1997).

2.3 Aki (*Batterai*)

Aki (*batterai*) adalah alat penyimpan energi yang di isi aliran DC dari panel surya, di samping menyimpan tegangan DC, aki juga berfungsi mengubah energi kimia menjadi energi listrik, pada dasarnya orang hanya mengetahui dua jenis aki yaitu aki primer dan aki sekunder. Umumnya baterai di gunakan pada peralatan elektronik seperti jam dinding yaitu menggunakan yang primer. Sedangkan sekunder digunakan untuk PLTS, hanya aki

sekunder yang diminati. Suplai aliran listrik sumber surya ke alat-alat pemakai listrik akan berhenti. Ketika malam hari, supaya bisa tahan lama dari pengisian dan pengeluaran arus yang tak terputus, umumnya aki *deep-cycle* yang dipakai pada sistem surya. Aki biasa yang terpasang pada mobil tidak cocok di pasang untuk menyimpan aliran listrik pada panel surya.

Baterai adalah suatu alat penyimpan energi listrik yang dapat diisi (*charge*) setelah energi yang digunakan. Kapasitas atau kemampuan menyimpan energi ditentukan oleh semua komponen didalam baterai seperti jenis material yang digunakan dan jenis elektrolitnya sehingga dikenal baterai asam dan baterai alkali. Alat untuk mengisi energi listrik kedalam baterai dinamakan *rectifier (charging)* yang berfungsi mengubah arus bolak-balik menjadi searah dan tegangan keluarannya sesuai dengan tegangan baterai. Kapasitas *rectifier* ini ditentukan oleh kapasitas baterai, sehingga besarnya arus dan tegangan pengisian serta waktu sangat menentukan kondisi baterai. Jika tegangan baik dan sesuai (lebih tinggi dari pada tegangan baterai) sehingga arus pengisian dapat mengalir mengisi baterai tersebut yang sesuai (Fadli, 2022).



Gambar 2.6 Aki (Batarei)
Sumber : Jeny dan Fajri, (2021)

2.4 Kapasitas Baterai

Indikator kapasitas baterai adalah komponen atau fitur yang memberikan informasi kepada pengguna tentang tingkat daya atau muatan yang tersisa dalam baterai suatu perangkat elektronik. Tujuan utama dari indikator kapasitas baterai adalah memberikan gambaran sejauh mana baterai dapat digunakan sebelum perlu diisi ulang atau dicas kembali. Ini adalah informasi yang penting dalam mengelola daya perangkat Anda.

Indikator kapasitas baterai sangat penting dalam mengelola daya perangkat elektronik sehari-hari seperti ponsel, laptop, tablet, dan lainnya. Dengan informasi ini, pengguna dapat merencanakan penggunaan perangkat mereka dan mengisi ulang baterai sesuai kebutuhan. Jika baterai mendekati tingkat rendah, pengguna biasanya akan tahu bahwa saatnya untuk mengisi ulang atau mencari sumber daya listrik. (Noer, Z., & Dayana, I, 2021).



Gambar 2.7 Indikator Kapasitas Baterai

2.5 Perpindahan Panas

Perpindahan panas (*heat transfer*) merupakan ilmu yang mempelajari bagaimana panas dapat berpindah dari suatu benda ke benda lainnyamelalui berbagai macam medium perambatan. Panas dapat berpindah dari suatu tempat ke tempat lain akibat adanya perbedaan suhu. Dalam ilmu perpindahan panas, dikenal 3 (tiga) proses perpindahan panas dilihat dari medium perambatannya, yaitu konduksi, konveksi dan radiasi.

2.5.1 Konduksi

Konduksi adalah transfer energi dari partikel yang memiliki energi lebih dari suatu zat ke partikel yang kurang energi yang berdekatan dari intraksi antar parti kel.

2.5.2 Konveksi

Konveksi adalah peristiwa perpindahan panas melalui molekul-molekul yang bergerak. Panas yang dipindahkan pada persitiwa konveksi dapat berupa panas laten dan panas sensible. Panas laten adalah panas yang menyertai proses perubahan fasa, sedangkan panas sensible adalah panas yang berkaitan dengan kenaikan atau penurunan tenperatur tanpa perubahan fasa (Andrey dkk, 2008).

Persamaan dasar konveksi :

$$q = h A (T_w - T_\infty) \dots\dots\dots(2-4)$$

Keterangan :

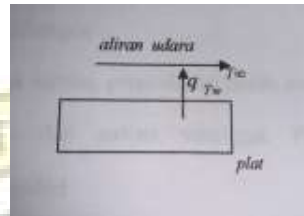
q = laju perpindahan panas (W)

h = koefisien perpindahan panas konveksi $W/(m^2K)$

A = luas permukaan (cm^2)

T_w = Temperatur dinding ($^{\circ}\text{C}$)

T_{∞} = temperatur sekeliling ($^{\circ}\text{C}$)



Gambar 2.8 proses perpindahan panas secara konveksi

Sumber : Andrey dkk, 2008

2.5.3 Radiasi

Perpindahan panas secara radiasi merupakan proses perpindahan panas dari suatu benda ke benda lain tanpa melalui medium. Dalam teori radiasi dijelaskan bahwa panas yang berpindah dari suatu benda ke benda lain dipancarkan melalui gelombang elektromagnetik sehingga dalam proses perpindahannya tidak memerlukan medium sama sekali. Bahkan jika kedua benda tersebut dipisahkan oleh ruang hampa, panas akan tetap berpindah melalui pancaran gelombang elektromagnetik. Panas matahari yang sampai ke bumi merupakan salah satu contoh nyata bentuk perpindahan panas secara radiasi. Meskipun jarak antara matahari dan bumi sangat jauh serta dipisahkan oleh ruang hampa, panas matahari tetap dapat sampai ke bumi melalui pancaran (Triwijaya dkk, 2019).

2.6 Sistem Kontrol

2.6.1 Mikrokontroler Arduino

Arduino adalah pengontrol mikro *single board* yang bersifat *open source*, diturunkan dari *Wiring platform* dan dirancang untuk memudahkan

penggunaan elektronik di berbagai bidang. *Hardware* Arduino memiliki prosesor Atmel AVR dan *software* nya memiliki bahasa pemrograman sendiri. Maksud dari mikrokontroler *single board* adalah Arduino merupakan perangkat khusus berupa modul elektronik yang bentuk dan komponennya sudah jadi dan siap pakai. Jadi kita tidak perlu menyolder dan tidak perlu memikirkan rangkaian elektroniknya. Kita bisa langsung fokus bagaimana menghubungkan Arduino ke komputer dan memprogramnya. *Open source* artinya bebas dikembangkan oleh siapa saja dan dibuat oleh siapa saja. Namun, tetap ada standar dari pembuatnya. Sedangkan *Wiring platform* adalah platform elektronik *open source* yang terdiri dari tiga komponen, yaitu bahasa pemrograman, perangkat lunak IDE (*integrated development environment*), dan perangkat mikrokontroler (lap.Mikrokontroler).

Berbagai jenis Arduino adalah Arduino uno, Arduino Diecimilia, Arduino Duemimalove, Arduino Leonardo, Arduino Mega, dan Arduino Nano. Walaupun ada berbagai jenis kartu Arduino, secara prinsip pemrograman yang di perlukan hampir sama. Hal yang membedakan adalah kelengkapan fasilitas dan pin-pin yang perlu digunakan (Jeni dan Fajri, 2021).



Gambar 2.9 Arduino Uno
Sumber : Wahyuni S, 2015

2.6.2 Sensor Tegangan

Prinsip kerja dari suatu modul sensor tegangan yaitu didasarkan pada prinsip penekanan resistensi, yang dapat membuat tegangan input berkurang hingga 5 kali dari tegangan asli. Bentuk modul sensor tegangan dapat dilihat pada gambar 2.3 berikut.



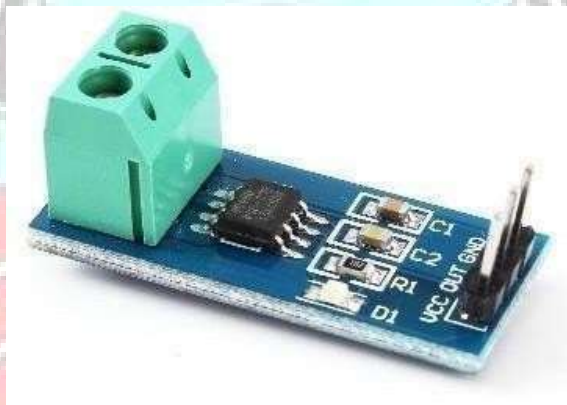
Gambar 2.10 Modul Sensor Tegangan
Sumber : Jeni dan Fajri, 2021

Adapun fitur-fitur dan kelebihan sensor tegangan yaitu :

1. Variasi tegangan masukan : DC 0-25 volt.
2. Deteksi tegangan dengan jangkauan : DC 0.02445 volt sampai 25 volt.
3. Tegangan resolusi analog : DC 0,00489 volt.
4. Tegangan DC masukan antara muka : terminal positif dengan VCC, negatif dengan GND.
5. Output interface : “+” koneksi 5/3,3 V, terhubung GND, “s” terhubung Arduino pin 0A.
6. DC antar muka masukan : red terminal positif dengan VCC, negative dengan GND.

2.6.3 Sensor Arus ACS712

ACS712 merupakan suatu IC terpaket yang mana berguna sebagai sensor arus menggantikan transformator arus yang relative besar dalam hal ukuran. Pada prinsipnya ACS712 sama dengan sensor efek *hall* lainnya yaitu dengan memanfaatkan medan magnetik disekitar arus kemudian dikonversi menjadi tegangan yang linear dengan perubahan arus. Nilai variabel dari sensor ini merupakan *input* untuk *microcontroller* yang kemudian diolah (Fitriandi dkk, 2016).



Gambar 2.11 Sensor Arus ACS712
Sumber : Budiman dkk, 2019

2.6.4 Modul RTC 3231

Modul RTC 3231 berfungsi sebagai RTC (Real Time Clock) atau pewaktuan digital serta penambahan fitur pengukur suhu yang dikemas kedalam 1 modul. Selain itu pada modul terdapat IC EEPROM tipe AT24C32 yang dapat dimanfaatkan juga. Antarmuka untuk mengakses modul ini yaitu menggunakan I2C atau *two wire* (SDA dan SCL). Sehingga apabila diakses menggunakan mikrontroler misal Arduino Uno pin yang dibutuhkan 2 pin saja

dan 2 pin power. Modul DS3231 RTC ini pada umumnya sudah tersedia dengan baterai CR2032 3V yang berfungsi sebagai cadangan daya RTC apabila catu daya utama mati. (Ladiku, 2022).



Gambar 2.12 Modul RTC DS3231
Sumber : Ladiku, 2022

2.6.5 Relay

Relay adalah komponen elektronik berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Secara prinsip, relay merupakan tuas saklar dengan lilitan kawat pada batang besi (solenoid) di dekatnya, ketika solenoid dialiri arus listrik, tuas akan tertarik karena adanya gaya magnet yang terjadi pada solenoid sehingga kontak saklar akan menutup. Pada saat arus dihentikan, gaya magnet akan hilang, tuas akan kembali keposisi semula dan kontak saklar kembali terbuka. Relay biasanya digunakan untuk menggerakkan arus/tegangan yang besar (misalnya peralatan listrik 4 A/AC 220V) dengan memakai arus/tegangan yang kecil (misalnya 0.1 A/12 volt DC).

Relay adalah komponen listrik yang bekerja berdasarkan prinsip induksi medan elektromagnetis. Jika sebuah penghantar dialiri oleh arus

listrik, maka disekitar penghantar tersebut timbul medan magnet. Medan magnet yang dihasilkan oleh arus listrik tersebut selanjutnya diinduksikan ke logam ferromagnetis. Penemu relay pertama kali adalah Joseph Henry pada tahun 1835.



Gambar 2.13 Relay Dual Channel
Sumber : components101.com

Prinsip kerja sama dengan kontraktor magnet yaitu sama-sama berdasarkan kemagnetaan yang dihasilkan oleh kumparan *coil*, jika kumparan *coil* tersebut diberi sumber listrik. Berdasarkan sumber listrik yang masuk maka relay dibagi menjadi 2 macam yaitu relay DC dan relay AC, besar tegangan DC yang masuk pada *coil relay* bervariasi sesuai dengan ukuran yang tertera pada *body* relay tersebut diantaranya relay dengan tegangan 6 Volt, 12 Volt, 24 Volt, 48 Volt, sedangkan untuk tegangan AC sebesar 220 Volt (Aji,F. 2022).

2.6.6 LCD I2C

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah salah satu jenis *display* elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS *logic* yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang adadi sekelilingnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dari *back-lit*. LCD berfungsi

sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik.



Gambar 2.14 Lcd 16x2
Sumber : Wahyuni S, 2015

I2C/TWI LCD, merupakan modul yang dipakai untuk mengurangi penggunaan kaki di LCD. Modul ini memiliki 4 pin yang akan dihubungkan ke Arduino. Arduino uno sudah mendukung komunikasi I2C dengan modul I2C LCD, maka dapat mengontrol LCD karakter 16x2 dan 20x4 hanya menggunakan 2 pin, yaitu *analog input pin 4* (SDA) dan *analog input pin 5* (SCL) (Natsir dkk, 2019).



Gambar 2.15 Modul I2C LCD
Sumber : khoiruliman.wordpress.com



Gambar 2.16 Pemasangan Lcd dengan I2C
Sumber : www.tokopedia.com

2.6.7 Data Logger

Logging data adalah proses otomatis pengumpulan dan perekaman data dari sensor untuk tujuan pengarsipan atau tujuan analisis. Data logger (perekam data) adalah sebuah alat elektronik yang mencatat data dari waktu ke waktu baik yang terintegrasi dengan sensor dan instrumen didalamnya maupun eksternal sensor dan instrumen. Biasanya ukuran fisiknya kecil, bertenaga baterai, portabel, dan dilengkapi dengan mikroprosesor, memori internal (*SD Card*) untuk menyimpan data dan sensor. Beberapa data logger diantarmukakan dengan komputer dan menggunakan *software* untuk mengaktifkan datalogger serta melihat dan menganalisa data yang terkumpul, sementara yang lain memiliki peralatan antarmuka sendiri (keypad dan LCD) dan dapat digunakan sebagai perangkat yang berdiri sendiri (stand-alone device). Salah satu keuntungan menggunakan data logger adalah kemampuannya secara otomatis mengumpulkan data setiap 24 jam. Setelah diaktifkan, data logger digunakan dan ditinggalkan untuk mengukur dan merekam informasi selama periode pemantauan.

Untuk membaca data dapat menggunakan MicroSD Card Adapter Module. Modul SD adalah sebuah modul yang berfungsi untuk membaca dan menulis data dari SD Card. Modul ini memiliki interfacing menggunakan komunikasi SPI (Serial Paralel Interface). Tegangan kerja modul ini dapat menggunakan level tegangan 3.3 V DC atau 5 V DC, yang dapat digunakan salah satunya. Fitur Micro SD Card.

Adapter Module adalah sebagai berikut:

1. Mendukung Micro SD Card dan Micro SDHC (High Capacity) Card
2. Tegangan operasional pada tegangan 5 V atau 3.3 V
3. Arus operasional yang digunakan yaitu 80 Ma
4. Menggunakan antarmuka SPI (Serial Paralel Interface).



Gambar 2.17 Modul Micro SD Card Adapter
Sumber : www.amazon.de

Pada modul ini menggunakan SD Card untuk menyimpan data. SD Card adalah kartu memori non-volatile yang dikembangkan oleh SD Card Association yang digunakan dalam perangkat portable. SD Adapter memungkinkan konversi fisik kartu SD yang lebih kecil untuk bekerja di slot fisik yang lebih besar dan pada dasarnya ini adalah alat pasif yang menghubungkan pin dari SD Card yang kecil ke pin adaptor SD Card yang lebih besar (Pratama, 2021).



Gambar 2.18 SD Card
Sumber : id.aliexpress.com

2.7 Pompa Aerator

Aerator adalah sebuah alat penghasil gelembung udara yang fungsi utamanya adalah menghasilkan tambahan oksigen pada akuarium. Oksigen tersebut sangat dibutuhkan khususnya pada ikan hias air tawar supaya bisa hidup dalam akuarium. Aerator dapat meningkatkan kadar oksigen bagi air sehingga sirkulasi pernafasan ikan hias dalam akuarium tercukupi. Semakin kecil gelembung oksigen yang dihasilkan, akan semakin cepat diserap oleh air. Aerator juga menghasilkan arus yang disukai oleh ikan hias. Selain itu, berfungsi mendorong kotoran dalam akuarium masuk ke filter. (Fadli, 2022).



Gambar 2.19 Pompa Aerator

Sumber : Fadli, 2022

2.8 Hama

2.8.1 Kupu-kupu

Kupu-kupu merupakan ngengat dengan sayap berwarna kelabu gelap dan sayap belakang berwarna agak putih. Imago betina meletakkan telur secara berkelompok pada ujung daun. Satu kelompok biasanya berjumlah 50-150 butir telur. Seekor betina mampu menghasilkan telur rata-rata 1.000 butir.

Telur berwarna putih, berbentuk bulat atau bulat telur (lonjong) dengan ukuran sekitar 0,5 mm. telur menetas dalam waktu 3 hari. Larva *S. exigua* berukuran panjang 2,5 cm dengan warna bervariasi. Ketika masih muda, larva berwarna hijau muda dan jika sudah tua berwarna hijau kecoklatan gelap dengan garis kekuning-kuningan (Surya dkk, 2019).



Gambar 2.20 Telur, Larva, Kupu-kupu dewasa

Sumber : Surya dkk, 2019

Lama hidup larva 10 hari. Pupa dibentuk pada permukaan tanah, berwarna coklat terang dengan ukuran 15-20 mm. lama hidup pupa berkisar antara 6-7 hari. Siklus hidup dari telur sampai imago adalah 3-4 minggu. Larva *S. exigua* mempunyai sifat polifag (pemakan segala). Gejala serangan yang ditimbulkan oleh ulat bawang ditandai oleh adanya lubang-ubang pada daun dari tepi daun permukaan atas atau bawah (Surya dkk, 2019).

2.8.2 Ulat Grayak

Ngengat berwarna agak gelap dengan garis putih pada sayap depannya, sedangkan sayap belakang berwarna putih dengan bercak hitam. Seekor ngengat betina mampu menghasilkan telur 2.000 – 3.000 butir. Telur

berwarna putih diletakan berkelompok dan berbulu halus seperti diselimuti kain lekan. Dalam satu kelompok telur biasanya terdapat sekitar 350 butir telur. Larva mempunyai warna yang bervariasi, Tetapi mempunyai kalung hitam pada segmen abdomen yang keempat dan kesepuluh. Pada sisi lateral dan dorsal terdapat garis kuning pupa berwarna coklat gelap terbentuk dari tanah. (Fadli, 2022)



Gambar 2.21 Larva *S. litura*
Sumber : Surya dkk, 2019

2.8.3 Lalat Penggerok Daun

Liriomyza sp. menyerang tanaman bawang merah dari umur 15 hari setelah tanam sampai menjelang panen. Kehilangan hasil akibat hama tersebut dapat mencapai 30 – 100%. Hasil pantauan yang dilakukan di lapangan ternyata kerusakan yang diakibatkan oleh hama tersebut sangat berat dengan kerugian ekonomi yang tinggi. Di daerah pantauan tersebut, tanaman bawang merah yang terserang hama ini daunnya mengering akibat korokan larva. Para petani terpaksa memanen tanamannya lebih awal, sehingga umbi bawang yang dihasilkan berukuran sangat kecil. Pada keadaan serangan

berat, hampir seluruh helaian daun penuh dengan korokan, sehingga menjadi kering dan berwarna coklat seperti terbakar. Larva pengorok daun bawang merah ini dapat masuk sampai ke umbi bawang, dan hal ini yang membedakan dengan jenis pengorok daun yang lain.

L. chinensis berukuran panjang 1,7 – 2,3 mm. Seluruh bagian punggungnya berwarna hitam, telur berwarna putih, bening, berukuran 0,28 mm x 0,15 mm. Larva berwarna putih susu atau kekuningan, dan yang sudah berusia lanjut berukuran 3,5 mm.



Gambar 2.22 Lalat Penggorok Daun

Sumber : Surya dkk, 2019

Seekor betina mampu menghasilkan telur sebanyak 50 – 300 butir. Siklus hidup pada tanaman bawang merah sekitar 3 minggu). Tanaman inang *L. chinensis* hanya bawang merah, sedangkan pada tanaman lainnya belum diketahui. Gejala daun bawang merah yang terserang, berupa bintik-bintik putih akibat tusukan ovipositor, dan berupa liang korokan larva yang berkelok-kelok. Pada keadaan serangan berat, hampir seluruh helaian daun penuh dengan korokan, sehingga menjadi kering dan berwarna coklat seperti terbakar (Fadli, 2022).

2.9 Lampu UV

Lampu UV atau yang juga disebut ultraviolet adalah lampu yang menghasilkan sinar ultraviolet. Istilah ultraviolet berarti "melebihi ungu" (dari bahasa Latin *ultra*, "melebihi"), sedangkan kata ungu merupakan warna panjang gelombang paling pendek dari cahaya dari sinar tampak. Beberapa hewan, termasuk burung, reptil, dan serangga seperti lebah dapat melihat hingga mencapai "hampir UV". Banyak buah-buahan, bunga dan benih terlihat lebih jelas di latar belakang dalam panjang gelombang UV dibandingkan dengan penglihatan warna manusia.



Gambar 2.23 Lampu UV
Sumber : Tri Prasetyo Utomo dkk, 2019

Sinar Ultraviolet atau Sinar Ultra Ungu adalah radiasi elektromagnetis terhadap panjang gelombang yang lebih pendek dari daerah dengan sinar tampak, tetapi lebih panjang dari sinar-X yang kecil. (Tri Prasetyo Utomo dkk, 2019).

Terang dan gelap merupakan pengaruh lingkungan utama dalam kehidupan banyak hewan termasuk invertebrata. Arthropoda seperti serangga dan krustasea memiliki mata majemuk yang sensitif terhadap berbagai cahaya.

Tanggapan serangga terhadap cahaya secara substansial dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk intensitas cahaya dan panjang gelombang serta kombinasi 12 dari panjang gelombang, waktu paparan, arah sumber cahaya dan kontras intensitas sumber cahaya (Faruq, 2018).



Warna	Panjang Gelombang	Frekuensi	Energi Foton
Ungu	380-450 nm	668-789 Thz	2.75-3.26 eV
Biru	450-495 nm	606-668 Thz	2.50-2.75 eV
Hijau	495-570 nm	526-606 Thz	2.17-2.50 eV
Kuning	570-590 nm	508-526 Thz	2.10-2.17 eV
Jingga	590-620 nm	484-508 Thz	2.00-2.10 eV
Merah	620-750 nm	400-484 Thz	1.62-2.00 eV

Gambar 2.24 Spektrum warna
Sumber : Fadli, 2022

2.10 Detergen

Deterjen adalah bahan pembersih yang mengandung bahan petrokimia atau surfaktan sintetik lainnya. Surfaktan merupakan bahan pembersih utama yang terdapat dalam deterjen. Penggunaan deterjen terus berkembang selama 20 tahun terakhir karena efisiensinya serta pembersih yang baik terutama di air sadah atau air yang mengandung ion-ion mineral. Salah satu jenis deterjen yang paling umum digunakan yaitu deterjen bubuk, mudah disimpan dan dikemas, gampang diukur, serta punya konsentrasi paling tinggi diantara jenis deterjen lainnya. Ada yang berongga sehingga tampak lebih banyak, padat memperlihatkan volume deterjen sedikit, busa yang dihasilkan lebih banyak dari deterjen cair. Komposisi Deterjen bubuk yaitu surfaktan anionik, surfaktan anionik ini biasanya untuk untuk tujuan

domestic karena lebih murah, lebih stabil dalam air, memiliki daya bersih yang baik serta memiliki busa yang banyak. (Juliantara dkk, 2018).



Gambar 2.25 Detergen
Sumber : Juliantara dkk, 2018

Dengan menggunakan detergen, hama akan mudah terperangkap di busa. Semakin banyak busanya, hama yang berterbangan disekitar lampu akan cepat terperangkap dan turun ke permukaan air. Hama yang terperangkap dibusa akan cepat mati karena tidak tahan dengan zat kimia yang terkandung pada detergen. Jika menggunakan air biasa, hama yang berterbangan tidak langsung terperangkap di baskom, hama akan jatuh jika tidak tahan dengan panasnya lampu UV.

BAB III METODE KEGIATAN

3.1 Lokasi dan Waktu Kegiatan

Proses pengerjaan alat dilaksanakan di Bengkel Listrik dan pemipaan Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang. Alat yang sudah selesai dibuat selanjutnya diuji di halaman Bengkel Listrik dan Pemipaan. Pengujian selanjutnya dilaksanakan di perkebunan bawang merah Dusun Dante Mararih, Desa Tangru, Kecamatan Malua, Kabupaten Enrekang.

Proses pengerjaan tugas akhir ini berlangsung sejak bulan Februari sampai dengan bulan Juli 2023. Pembuatan alat ini dilakukan hingga bulan Mei 2023, sedangkan proses pengujian dilaksanakan pada bulan Juni 2023.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Adapun peralatan yang digunakan dalam pembuatan tugas akhir ini adalah :

- a. Tang potong
- b. Tang jepit
- c. Tang kombinasi
- d. Obeng + -
- e. Kunci ring pas
- f. Spidol
- g. Mistar baja
- h. Kacamata pelindung
- i. Sarung tangan

- j. Solder
- k. Mesin gurinda
- l. Alat Las
- m. Mesin bor
- n. Solar power meter TM-206

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan untuk pembuatan tugas akhir ini adalah :

- a. Satu set modul panel surya polycrystalline 100WP
- b. Arduino Uno
- c. Kabel
- d. Sensor tegangan
- e. Sensor arus ACS712
- f. Modul RTC DS3231
- g. Modul Micro SD Card Adapter
- h. LCD 20 x 4
- i. Indikator Kapasitas Baterai
- j. I2C Interface Display
- k. Lampu DC Ultraviolet
- l. Kap lampu gantungan
- m. Baut/mur
- n. Panel box
- o. Wadah/baskom
- p. Deterjen

- q. Relay 2 chanel
- r. Aki (baterai)
- s. Pompa aerator DC

3.3 Prosedur Kegiatan

3.3.1 Studi Literatur

Pada tahap studi literatur ini, kami mengumpulkan informasi yang berhubungan dengan judul yang diangkat agar memudahkan pengerjaan pada tahap selanjutnya yaitu tahap pengembangan.

3.3.2 Studi Lapangan

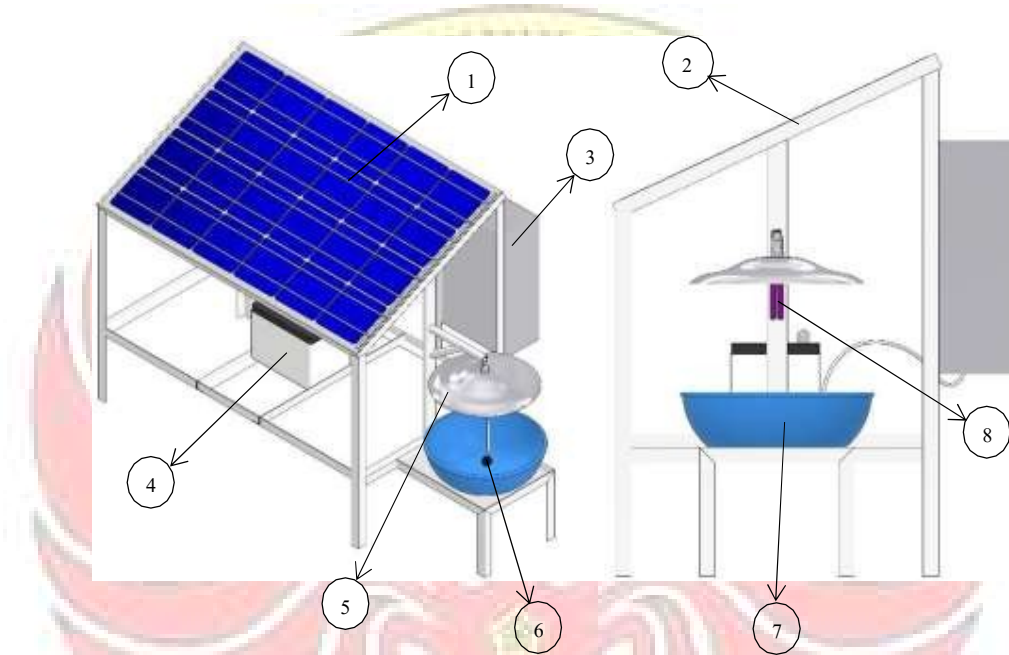
Pada studi lapangan ini, kami menyempatkan waktu untuk pengecekan lokasi sebelum melakukan perancangan alat, yang bertepatan di kebun bawang merah dusun Dante Marari, Desa Tangru, Kecamatan Malua, Kabupaten Enrekang.



Gambar 3.1 Lokasi perkebunan

3.3.3 Tahap Perancangan

Setelah dilakukan studi literatur, maka dilakukan perancangan. Tahap perancangan adalah proses mendesain alat atau membuat pola rancangan alat sebelum digunakan sebagai alat perangkap hama pada tanaman bawang.



Gambar 3.2 Desain gambar

Keterangan :

1. Panel Surya
2. Rangka
3. Panel Box
4. Aki (*Batterai*)
5. Kap Lampu gantungan
6. Pompa Aerator
7. Wadah/Baskom
8. Lampu Ultraviolet

Gambar 3.2 Merupakan model alat perangkap hama. Alat tersebut memiliki tinggi 100 cm dan lebar 62 cm. Rangka dari alat tersebut dibuat dari besi siku lubang dengan ukuran 4 cm x 4 cm, tebal 2 mm. Pada alat tersebut terdapat panel box 25 cm x 35 cm x 12 cm yang digunakan untuk penyimpanan komponen sistem kontrol, *solar charger controller*, dan komponen lainnya.

Jenis panel surya yang digunakan adalah *polycrystalline*. Seperti yang terlihat pada Gambar 3.3



Gamabr 3.3 Panel surya jenis *polycrystalline*

Sumber : <https://ciptakaryaenergi.co.id>

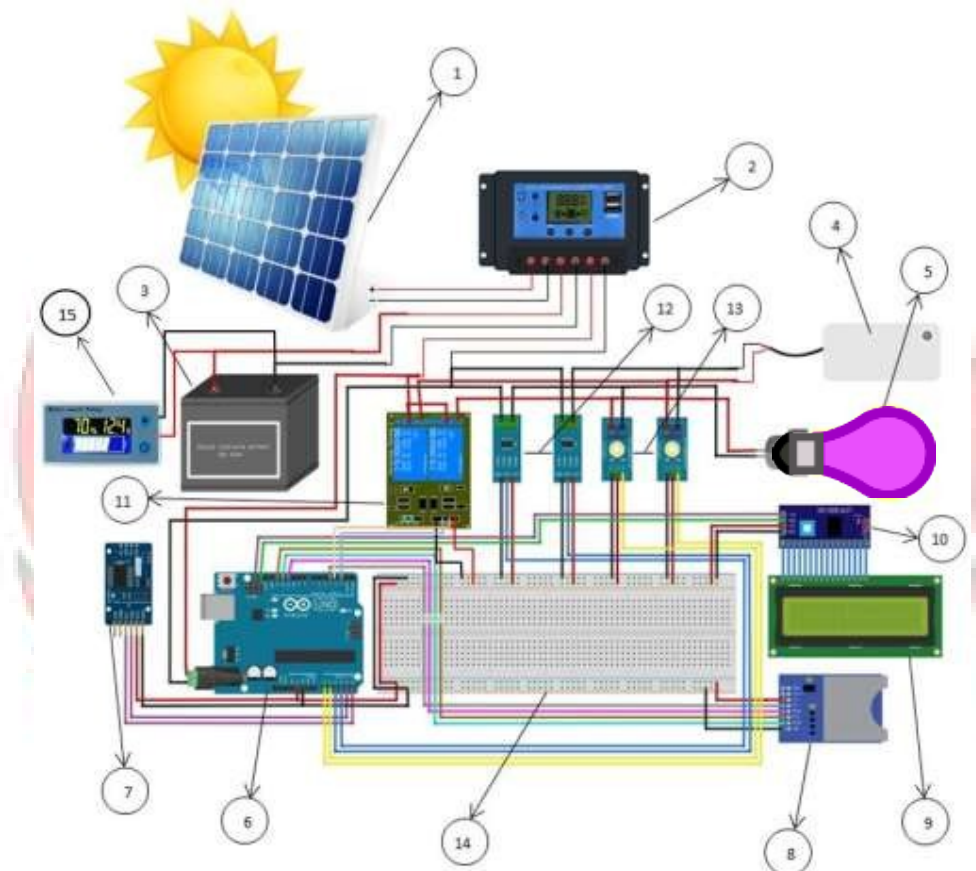
Adapun spesifikasi panel antara lain:

Table 3.1 Spesifikasi Panel Surya dapat dilihat pada Tabel 3.1

Modul type	TN-100P
Peak Power (Pmax)	100W
Cell Efficiency	$\geq 17.26\%$
Max. Power Volt.(Vmp)	18,4V
Max. Power Current (Imp)	5.68A
Open Circuit volt (Voc)	22.0V
Short Circuit Current (Isc)	6.33AA
Power Tolerance	$\pm 3\%$
Max. System Voltage	1000V
Max. fuse rating	I6A
Operating Temperatur	-40 °C to +85°C
Maximum System Voltage	1000V DC
Weight	8.3 Kg
Dimension	$\pm 1005 \times 670 \times 35 \text{ mm}$

Sumber : <https://ciptakaryaenergi.co.id>

Dalam Perancangan ini, dibuat rangkaian untuk menyalakan lampu ultraviolet dan pompa aerator gelombang air yang di kendalikan oleh Arduino Uno.



Gambar 3.4 Skematik Rangkaian

Keterangan :

1. Panel Surya
2. *Solar Charger Controller*
3. Baterai/Aki
4. Pompa aerator
5. Lampu hama

6. Arduino Uno
7. RTC (*Real Time Clock*)
8. Modul Micro SD
9. LCD
10. I2C
11. Relay Dual Channel
12. Sensor Arus ACS712
13. Sensor Tegangan
14. Breadboard
15. Indikator Kapasitas Baterai

Pada gambar 3.4 terdapat sumber yaitu panel surya sebagai sumber energi listrik, SCC akan mengontrol pengecasan pada aki kemudian dari SCC akan mengaktifkan Arduino Uno, RTC sebagai *input*. Setelah itu diproses Arduino Uno dan *ouputnya* berupa Relay yang nantinya akan mengaktifkan lampu serta pompa aerator berdasarkan waktu yang di tentukan, dan juga terdapat sensor arus dan sensor tegangan.

3.3.4 Pembuatan dan Perakitan

Setelah proses perancangan selesai, maka dilanjutkan dengan proses pembuatan masing-masing komponen alat khususnya untuk perangkat keras, Langkah-langkah yang dikerjakan adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan semua alat dan bahan yang akan di gunakan
2. Memasang panel sel surya pada rangka.

3. Memasang Lampu hama dan Pompa aerator.
4. Perancangan sistem kontrol.
5. Pembuatan program pada Arduino.
6. Penggabungan sistem kontrol dengan sistem mekanik.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Pengujian dilakukan dengan 3 tahap :

1. Tahap pertama berupa pengujian awal untuk menguji-coba kinerja panel surya, SCC, aki, pompa aerator, data logger, dan pengatur waktu berupa RTC.
2. Tahap kedua berupa pengambilan data sistem PLTS (di kebun bawang merah) untuk mengisi aki yang akan dimanfaatkan pada malam hari.
3. Tahap ketiga berupa pengambilan data kinerja beban PLTS, yaitu lampu ultraviolet dan pompa aerator untuk pembasmi hama tanaman bawang merah.

Berikut Langkah-langkah dalam melakukan pengujian :

1. Mengarahkan panel surya pada matahari.
2. Menyalakan sistem kontrol untuk mengatur daya keluaran pada alat.
3. Mengatur pemrograman yang akan dilakukan.
4. Mengukur insensitas matahari menggunakan *solar power meter* TM-206 per 30 menit.
5. Melakukan pengukuran intensitas cahaya matahari, tegangan, dan arus.

6. Melakukan pengujian kinerja PLTS selama 8 jam mulai pukul 08:00 sampai 16:00 WITA.
7. Melakukan pengujian kinerja beban PLTS dengan variasi 1 buah lampu dan 5 buah lampu sejak pukul 18:00 WITA secara otomatis.

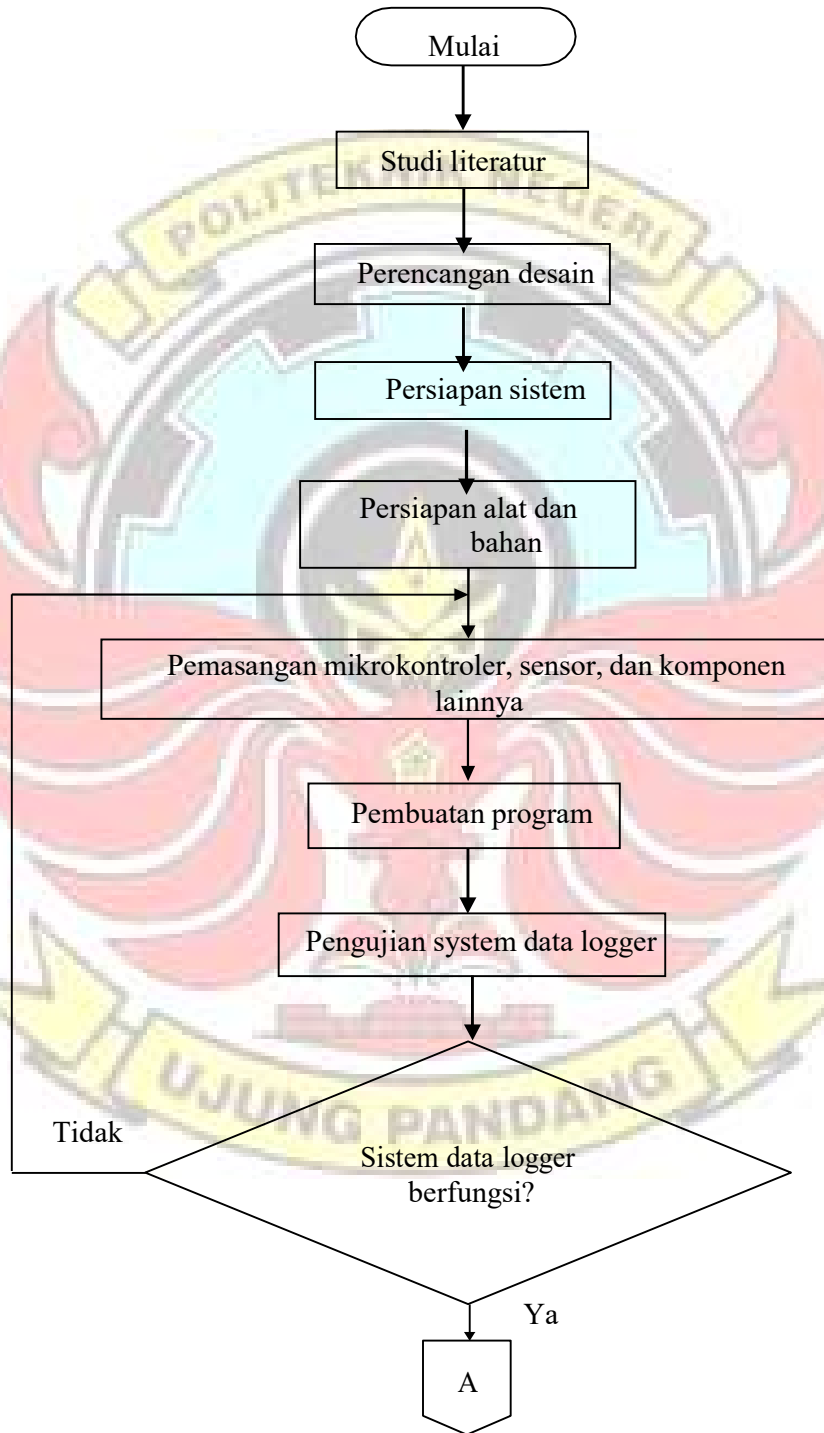
3.5 Teknik Analisis Data

Analisis/deskripsi data meliputi 3 aspek pokok, yaitu kinerja PLTS, kinerja perangkat hama, serta kemampuan aki menyuplai beban. Kinerja PLTS dideskripsikan dengan efisiensi panel surya. Dalam hal ini akan dihitung efisiensi dari panel surya. Pertama menghitung daya input berdasarkan persamaan (2-1), kemudian menghitung daya output berdasarkan persamaan (2-2), dan selanjutnya menghitung efisiensi berdasarkan persamaan (2-3).

Kinerja perangkat hama dideskripsikan dengan berfungsinya lampu ultraviolet dan pompa aerator. Keberhasilan perangkat hama juga diperlihatkan dalam bentuk gambar hama yang terperangkap dalam wadah yang disiapkan.

Pada bagian deskripsi selanjutnya, disajikan hasil pengolahan data kapasitas aki yang terpakai dengan menggunakan 1 lampu dan 5 lampu perangkat hama. Pada bagian tersebut juga akan diperlihatkan lamanya lampu dan pompa aerator dapat dioperasikan berdasarkan energi listrik yang diperoleh dari panel surya.

3.6 Diagram Alir





Lanjutan Gambar 3.5 Diagram Alir

BAB IV HASIL DAN DESKRIPSI KEGIATAN

4.1 Hasil

4.1.1 Pembuatan Alat

Alat perangkap hama tanaman bawang merah yang dibuat terdiri dari rangka panel surya beserta dudukan baskom, panel surya 100 Wp, baterai/aki, lampu UV, pompa aerator, dan panel box.

Alat pembangkit listrik tenaga surya dapat dilihat pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Alat perangkap hama pada tanaman bawang merah

4.1.2 Pengujian Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Setelah mengamati kinerja alat Modifikasi alat Perangkap Hama pada Tanaman Bawang Merah dengan Lampu dan Pompa Aerator pada pengujian awal, selanjutnya pengujian dilakukan di perkebunan bawang merah Dusun Dante Marari, Desa Tangru, Kecamatan Malua, Kabupaten Enrekang. Berikut data hasil pengujian lanjutan:

Tabel 4.1 Data pengujian PLTS hari pertama (22 Juni 2023)

Jam	Intensitas	Tegangan (V)	Arus (A)	Kapasitas Aki	Ket
08:00	756,7	13,3	4,3	57% 12,0 V	Cerah
08:30	785,3	13,36	4,6	60% 12,1 V	Cerah
09:00	824,6	13,4	4,63	64% 12,2 V	Cerah
09:30	946,4	13,41	4,8	68% 12,3 V	Cerah
10:00	996,4	13,60	5,31	72% 12,4 V	Cerah
10:30	1054	13,69	5,60	73% 12,4 V	Cerah
11:00	1010	13,66	5,39	75% 12,5 V	Cerah
11:30	990,6	13,48	5,00	77% 12,6 V	Cerah
12:00	969,0	13,44	5,92	80% 12,6 V	Cerah
12:30	783,0	13,35	4,56	81% 12,7 V	Cerah
13:00	743,8	13,29	4,26	82% 12,7 V	Cerah
13:30	628,9	13,22	3,21	83% 12,7 V	Cerah
14:00	569,3	13,16	2,85	84% 12,7 V	Cerah
14:30	453,9	13,09	2,64	85% 12,8 V	Cerah
15:00	397,4	13,04	2,32	86% 12,8 V	Cerah
15:30	308,7	13,02	1,65	87% 12,8 V	Berawan
16:00	139,2	13,01	0,70	89% 12,9 V	Mendung

Tabel 4.2 Data pengujian PLTS hari ke-2 (23 Juni 2023)

Jam	Intensitas	Tegangan (V)	Arus (A)	Kapasitas Aki	Ket
08:00	170,66	13,04	0,94	62% 12,2 V	Mendung
08:30	188,5	13,26	0,99	63% 12,2 V	Mendung
09:00	216,8	13,35	1,18	64% 12,2 V	Mendung
09:30	143,1	12,72	0,70	66% 12,3 V	Mendung
10:00	212,1	13,29	1,17	68% 12,3 V	Mendung
10:30	317,6	13,54	1,77	70% 12,4 V	Berawan
11:00	679,7	13,91	3,80	72% 12,4 V	Cerah
11:30	821,2	15,55	4,53	74% 12,5 V	Cerah
12:00	1033	15,73	4,60	76% 12,5 V	Cerah
12:30	237,9	13,48	1,25	78% 12,6 V	Berawan
13:00	430,0	13,85	2,44	80% 12,6 V	Cerah
13:30	175,5	13,15	0,97	81% 12,6 V	Berawan
14:00	747,5	14,64	3,81	82% 12,7 V	Cerah
14:30	340,6	13,64	1,96	83% 12,7 V	Berawan
15:00	369,7	13,71	2,32	84% 12,7 V	Berawan
15:30	162,0	12,79	0,73	85% 12,8 V	Mendung
16:00	169,2	12,91	0,92	85% 12,8 V	Mendung

Tabel 4.3 Data pengujian PLTS hari ke-3 (24 Juni 2023)

Jam	Intensitas	Tegangan (V)	Arus (A)	Kapasitas Aki	Ket
08:00	137,0	12,47	0,82	61% 12,1 V	Mendung
08:30	177,8	13,32	0,97	62% 12,2 V	Mendung
09:00	374,2	14,41	2,04	64% 12,2 V	Berawan
09:30	376,3	15,8	3,03	66% 12,3 V	Berawan
10:00	273,7	13,58	1,41	67% 12,3 V	Berawan
10:30	253,0	13,55	1,10	68% 12,3 V	Berawan
11:00	289,4	13,81	1,57	70% 12,4 V	Berawan
11:30	536,1	15,09	2,75	72% 12,4 V	Cerah
12:00	475,4	14,61	2,36	74% 12,5 V	Berawan
12:30	224,4	13,66	1,57	76% 12,5 V	Berawan
13:00	287,8	13,66	1,57	77% 12,5 V	Berawan
13:30	169,0	13,27	0,94	78% 12,6 V	Berawan
14:00	163,2	13,22	0,92	80% 12,6 V	Berawan
14:30	303,4	13,85	1,57	81% 12,6 V	Mendung
15:00	199,3	13,49	1,06	82% 12,7 V	Mendung
15:30	178,5	13,44	0,98	83% 12,7 V	Berawan
16:00	151,1	12,97	0,90	83% 12,7 V	Berawan

Tabel 4.4 Data pengujian PLTS hari ke-4 (25 Juni 2023)

Jam	Intensitas	Tegangan (V)	Arus (A)	Kapasitas Aki	Ket
08:00	768,7	13,26	4,5	58% 12,0 V	Cerah
08:30	774,6	13,27	4,62	61% 12,1 V	Cerah
09:00	880,1	13,36	4,66	65% 12,2 V	Cerah
09:30	1021	13,61	5,25	68% 12,3 V	Cerah
10:00	1014	13,56	5,21	72% 12,4 V	Cerah
10:30	1022	13,65	5,41	74% 12,4 V	Cerah
11:00	1005	13,48	5,11	75% 12,5 V	Cerah
11:30	981,2	13,45	4,96	77% 12,6 V	Cerah
12:00	904,7	13,42	4,3	80% 12,6 V	Cerah
12:30	622,6	13,2	3,4	81% 12,7 V	Cerah
13:00	746,7	13,24	4,27	82% 12,7 V	Cerah
13:30	729,1	13,22	4,14	83% 12,7 V	Cerah
14:00	610,3	13,17	2,75	85% 12,8 V	Cerah
14:30	402,9	13,06	2,56	87% 12,8 V	Cerah
15:00	382,4	13,06	2,21	88% 12,8 V	Cerah
15:30	332,7	13,04	1,71	89% 12,9 V	Cerah
16:00	209,4	13,02	1,24	90% 12,9 V	Mendung

Tabel 4.5 Data pengujian PLTS hari ke-5 (26 Juni 2023)

Jam	Intensitas	Tegangan (V)	Arus (A)	Kapasitas Aki	Ket
08:00	801,7	13,36	4,64	60% 12,1 V	Cerah
08:30	794,6	13,26	4,21	62% 12,1 V	Cerah
09:00	879,2	13,40	4,82	65% 12,2 V	Cerah
09:30	1031	13,51	5,21	67% 12,3 V	Cerah
10:00	1026	13,47	5,1	69% 12,3 V	Cerah
10:30	1009	13,41	4,89	72% 12,4 V	Cerah
11:00	1014	13,43	4,96	75% 12,4 V	Cerah
11:30	1023	13,45	5,01	77% 12,5 V	Cerah
12:00	982,3	13,4	4,84	79% 12,6 V	Cerah
12:30	747,9	13,25	3,03	82% 12,7 V	Cerah
13:00	821,2	13,39	4,74	84% 12,7 V	Cerah
13:30	734,3	13,24	4,01	87% 12,8 V	Cerah
14:00	724,1	13,19	3,64	90% 12,9 V	Cerah
14:30	607,8	13,14	2,39	93% 13,0 V	Cerah
15:00	434,7	13,04	2,26	96% 13,0 V	Cerah
15:30	390,9	12,97	1,64	97% 13,1 V	Cerah
16:00	212,4	12,91	1,14	98% 13,1 V	Berawan

Tabel 4.6 Data pengujian PLTS hari ke-6 (27 Juni 2023)

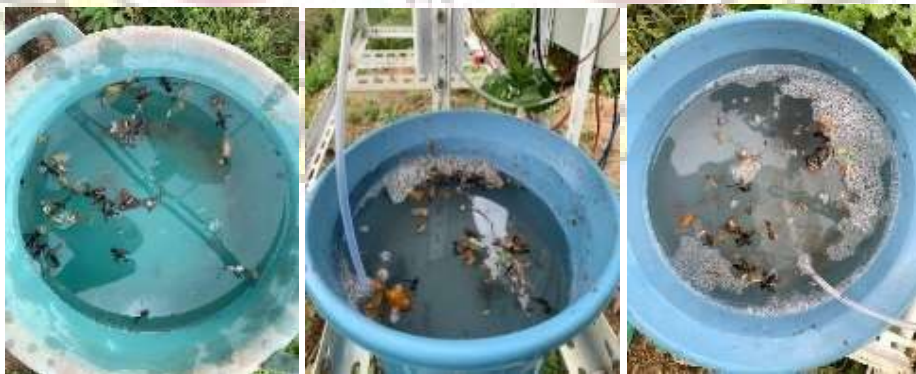
Jam	Intensitas	Tegangan (V)	Arus (A)	Kapasitas Aki	Ket
08:00	752,3	13,26	4,01	9% 11,3 V	Cerah
08:30	768,9	13,26	4,07	10% 11,3 V	Cerah
09:00	862,4	13,73	4,27	11% 11,4 V	Cerah
09:30	694,7	13,21	3,56	14% 11,4 V	Cerah
10:00	847,3	13,42	4,21	17% 11,4 V	Cerah
10:30	973,4	13,56	4,44	20% 11,5 V	Cerah
11:00	1013	13,76	5,19	22% 11,5 V	Cerah
11:30	1004	13,82	4,55	25% 11,6 V	Cerah
12:00	934,7	13,46	4,28	28% 11,6 V	Cerah
12:30	822,9	13,32	4,14	30% 11,6 V	Cerah
13:00	790,7	13,3	4,11	33% 11,7 V	Cerah
13:30	747,6	13,24	3,98	35% 11,7 V	Cerah
14:00	736,8	13,24	3,68	37% 11,7 V	Cerah
14:30	621,1	13,17	3,21	39% 11,8 V	Cerah
15:00	432,3	13,12	2,77	41% 11,8 V	Cerah
15:30	322,4	13,11	1,32	42% 11,8 V	Cerah
16:00	122,5	12,9	1,19	43% 11,9 V	Mendung

4.1.3 Pengujian Beban PLTS

Beban PLTS berupa lampu UV dan pompa aerator. Energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya disimpan di baterai. Energi Listrik yang tersimpan di baterai tersebut digunakan untuk menyalakan lampu UV dan pompa aerator. Nyala lampu UV dan pompa aerator tersebut diharapkan dapat menarik perhatian serangga yang bersifat sebagai hama bagi tanaman bawang merah. Serangga yang mendekati lampu UV dan terperangkap pada busa detergen akan mati. Hasil pengujian lampu UV diperlihatkan dalam Gambar 4.3



Gambar 4.2 Pengujian lampu dan pompa aerator pada malam hari



Gambar 4.3 Foto hama yang terperangkap

Pengujian beban PLTS dilakukan dalam 2 skema. Pada skema pertama, lampu UV dan pompa aerator diaktifkan selama 12 jam mulai dari jam 18:00 hingga pukul 06:00 dengan menggunakan kontrol waktu otomatis. Pada bagian ini akan diamati berapa persen pemakaian aki dengan 1 lampu UV dan 5 lampu UV. Data dengan skema pertama ini dapat dilihat pada Tabel 4.7 sampai dengan Tabel 4.10

Tabel 4.7 Data pengujian beban PLTS menggunakan 1 lampu (22 Juni 2023)

Time	Lampu		Pompa		Kapasitas Aki
	I _l	V _l	I _p	V _p	
18:00	1,02	12,75	0,34	12,74	88% 12,8 V
18:30	1,02	12,71	0,34	12,7	86% 12,8 V
19:00	1,02	12,69	0,34	12,68	85% 12,8 V
19:30	1,02	12,67	0,33	12,66	84% 12,7 V
20:00	1,02	12,65	0,33	12,64	83% 12,7 V
20:30	1,02	12,63	0,33	12,62	82% 12,7 V
21:00	1,02	12,59	0,33	12,58	81% 12,6 V
21:30	1,02	12,57	0,33	12,56	80% 12,6 V
22:00	1,02	12,54	0,33	12,53	79% 12,6 V
22:30	1,02	12,5	0,33	12,49	78% 12,6 V
23:00	1,02	12,48	0,33	12,47	77% 12,5 V
23:30	1,02	12,44	0,33	12,43	76% 12,5 V
00:00	1,02	12,42	0,33	12,41	75% 12,5 V
00:30	1,02	12,4	0,33	12,39	74% 12,5 V
01:00	1,01	12,38	0,33	12,37	73% 12,4 V
01:30	1,02	12,35	0,33	12,34	72% 12,4 V
02:00	1,01	12,33	0,33	12,32	71% 12,4 V
02:30	1,02	12,3	0,33	12,29	70% 12, 4 V
03:00	1,01	12,28	0,33	12,27	69% 12,3 V
03:30	1,01	12,26	0,33	12,25	68% 12,3 V
04:00	1,02	12,23	0,33	12,22	67% 12,3 V
04:30	1,01	12,2	0,33	12,19	66% 12,2 V
05:00	1,01	12,17	0,33	12,16	65% 12,2 V
05:30	1,01	12,15	0,33	12,14	64% 12,2 V
06:00	1,01	12,13	0,33	12,12	63% 12,2 V

Tabel 4.8 Data pengujian beban PLTS menggunakan 1 lampu (23 Juni 2023)

Time	Lampu		Pompa		Kapasitas Aki
	I _l	V _l	I _p	V _p	
18:00	1,02	12,7	0,33	12,69	85% 12,8 V
18:30	1,02	12,68	0,33	12,67	84% 12,7 V
19:00	1,02	12,66	0,33	12,65	83% 12,7 V
19:30	1,02	12,63	0,33	12,62	82% 12,7 V
20:00	1,02	12,6	0,33	12,59	81% 12,6 V
20:30	1,02	12,57	0,33	12,56	80% 12,6 V
21:00	1,02	12,55	0,33	12,54	79% 12,6 V
21:30	1,02	12,51	0,33	12,5	78% 12,6 V
22:00	1,02	12,48	0,33	12,47	77% 12,5 V
22:30	1,01	12,46	0,33	12,44	76% 12,5 V
23:00	1,01	12,43	0,33	12,42	75% 12,5 V
23:30	1,01	12,41	0,33	12,4	74% 12,5 V
00:00	1,02	12,38	0,33	12,37	73% 12,4 V
00:30	1,01	12,37	0,33	12,35	72% 12,4 V
01:00	1,01	12,34	0,33	12,33	71% 12,4 V
01:30	1,02	12,31	0,33	12,29	70% 12,4 V
02:00	1,02	12,28	0,33	12,27	69% 12,3 V
02:30	1,01	12,26	0,33	12,25	68% 12,3 V
03:00	1,01	12,23	0,33	12,22	67% 12,3 V
03:30	1,01	12,2	0,33	12,2	66% 12,2 V
04:00	1,02	12,17	0,33	12,16	65% 12,2 V
04:30	1,01	12,15	0,33	12,14	64% 12,2 V
05:00	1,01	12,13	0,33	12,12	63% 12,1 V
05:30	1,01	12,1	0,33	12,09	62% 12,1 V
06:00	1,01	12,08	0,33	12,07	61% 12,1 V

Tabel 4.9 Data pengujian Beban PLTS menggunakan 1 lampu (24 Juni 2023)

Time	Lampu		Pompa		Kapasitas Aki
	I _l	V _l	I _p	V _p	
18:00	1,02	12,66	0,33	12,65	83% 12,7 V
18:30	1,02	12,63	0,33	12,62	82% 12,7 V
19:00	1,02	12,57	0,33	12,56	80% 12,6 V
19:30	1,02	12,55	0,33	12,54	79% 12,6 V
20:00	1,02	12,51	0,33	12,5	78% 12,6 V
20:30	1,02	12,48	0,33	12,47	77% 12,5 V
21:00	1,02	12,46	0,33	12,44	76% 12,5 V
21:30	1,02	12,43	0,33	12,42	75% 12,5 V
22:00	1,02	12,41	0,33	12,4	74% 12,5 V
22:30	1,02	12,38	0,33	12,37	73% 12,4 V
23:00	1,01	12,36	0,33	12,35	72% 12,4 V
23:30	1,01	12,34	0,33	12,33	71% 12,4 V
00:00	1,02	12,31	0,33	12,3	70% 12,4 V
00:30	1,01	12,28	0,33	12,27	69% 12,3 V
01:00	1,01	12,26	0,33	12,25	68% 12,3 V
01:30	1,01	12,23	0,33	12,22	67% 12,3 V
02:00	1,01	12,2	0,33	12,19	66% 12,3 V
02:30	1,01	12,17	0,33	12,16	65% 12,2 V
03:00	1,01	12,15	0,33	12,14	64% 12,2 V
03:30	1,01	12,13	0,33	12,12	63% 12,2 V
04:00	1,01	12,1	0,33	12,09	62% 12,2 V
04:30	1,01	12,08	0,33	12,07	61% 12,1 V
05:00	1,02	12,06	0,33	12,05	60% 12,1V
05:30	1,02	12,03	0,33	12,03	59% 12,1 V
06:00	1,02	12,01	0,33	12,0	58% 12,1 V

Tabel 4.10 Data pengujian Beban PLTS menggunakan 5 lampu (26 Juni 2023)

Time	Lampu		Pompa		Kapasitas Aki
	I _t	V _l	I _p	V _p	
18:00	4,7	12,91	0,33	12,92	98% 13,1 V
18:30	4,7	12,84	0,33	12,85	94% 13,0 V
19:00	4,7	12,78	0,33	12,79	90% 12,9 V
19:30	4,7	12,71	0,33	12,72	87% 12,8 V
20:00	4,7	12,64	0,33	12,65	83% 12,7 V
20:30	4,7	12,54	0,33	12,55	79% 12,6 V
21:00	4,7	12,42	0,33	12,43	75% 12,5 V
21:30	4,7	12,33	0,33	12,34	71% 12,4 V
22:00	4,7	12,22	0,33	12,23	66% 12,3 V
22:30	4,7	12,15	0,33	12,16	63% 12,2 V
23:00	4,7	12,05	0,33	12,06	60% 12,1 V
23:30	4,7	11,97	0,33	11,98	57% 12,0 V
00:00	4,7	11,9	0,33	11,91	53% 12,0 V
00:30	4,6	11,82	0,33	11,83	49% 11,9 V
01:00	4,6	11,76	0,33	11,77	45% 11,9 V
01:30	4,6	11,69	0,33	11,7	42% 11,8 V
02:00	4,6	11,63	0,33	11,64	38% 11,8 V
02:30	4,6	11,56	0,33	11,57	34% 11,7 V
03:00	4,6	11,5	0,33	11,51	31% 11,7 V
03:30	4,6	11,44	0,33	11,45	29% 11,6 V
04:00	4,6	11,39	0,33	11,4	25% 11,6 V
04:30	4,6	11,34	0,33	11,35	21% 11,5 V
05:00	4,6	11,28	0,33	11,29	17% 11,4V
05:30	4,6	11,22	0,33	11,23	12% 11,4 V
06:00	4,6	11,16	0,33	11,17	9% 11,3 V

Skema kedua dari pengujian beban PLTS (lampu UV dan pompa aerator) adalah pengujian dengan 5 lampu UV sampai kapasitas aki berkurang sebesar 30% angka 30% diambil dari nilai kapasitas rata-rata aki terisi oleh panel surya sesuai dengan data pada Tabel 4.11 dan Tabel 4.12.

Tabel 4.11 Data pengujian Beban PLTS menggunakan 5 lampu (25 Juni 2023)

Time	Lampu		Pompa		Kapasitas Aki
	I _t	V _l	I _p	V _p	
18:00	4,7	12,78	0,33	12,79	90% 12,9 V
18:30	4,7	12,71	0,33	12,72	87% 12,8 V
19:00	4,7	12,64	0,33	12,65	83% 12,7 V
19:30	4,7	12,54	0,33	12,55	79% 12,6 V
20:00	4,6	12,42	0,33	12,43	73% 12,5 V
20:30	4,7	12,33	0,33	12,34	71% 12,4 V
21:00	4,7	12,22	0,33	12,23	67% 12,3 V
21:30	4,6	12,14	0,33	12,15	64% 12,2 V
22:00	4,7	12,05	0,33	12,06	60% 12,1 V

Tabel 4.12 Data pengujian Beban PLTS menggunakan 5 lampu (27 Juni 2023)

Time	Lampu		Pompa		Kapasitas Aki
	I _t	V _l	I _p	V _p	
18:00	4,7	11,74	0,33	11,75	43% 11,8 V
18:30	4,7	11,68	0,33	11,69	39% 11,8 V
19:00	4,7	11,61	0,33	11,62	36% 11,7 V
19:30	4,7	11,54	0,33	11,55	32% 11,7 V
20:00	4,7	11,48	0,33	11,49	28% 11,6 V
20:30	4,7	11,42	0,33	11,43	25% 11,6 V
21:00	4,7	11,37	0,33	11,38	22% 11,5 V
21:30	4,7	11,31	0,33	11,32	19% 11,5 V
22:00	4,7	11,27	0,33	11,28	16% 11,4 V
22:30	4,7	11,22	0,33	11,23	13% 11,4 V

4.2 Deskripsi

4.2.1 Perhitungan Efisiensi Panel Surya

Contoh Perhitungan data ke-6 dari Tabel 4.1 Pengujian panel surya

1) Daya Input (P_{in})

$$\begin{aligned} P_{in} &= I_r \times A \\ &= 1045 \text{ Watt/m}^2 \times 0,76075 \text{ m}^2 \\ &= 794,98 \text{ Watt} \end{aligned}$$

2) Daya Output (P_{out})

$$\begin{aligned} P_{out} &= V \times I \\ &= 13,69 \text{ V} \times 5,6 \text{ A} \\ &= 76,66 \text{ Watt} \end{aligned}$$

3) Efisiensi Panel Surya (η_p)

$$\begin{aligned} \eta_p &= \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \\ &= \frac{76,66}{794,98} \times 100\% \\ &= 9,64\% \end{aligned}$$

Hasil selengkapnya dari perhitungan efisiensi panel surya dapat dilihat pada Tabel 4.13 sampai Tabel 4.18.

Tabel 4.13 Efisiensi panel surya pada pengujian alat hari pertama

NO	Jam (WITA)	Intensitas Matahari (Watt/m ²)	Daya Input Panel(Watt)	Daya Output Panel(Watt)	Efisiensi %
1	08:00	756,7	575,66	57,19	9,93
2	08:30	785,3	597,47	61,46	10,29
3	09:00	824,6	627,31	62,04	9,89
4	09:30	946,4	719,97	64,36	8,94
5	10:00	996,4	758,01	72,22	9,53
6	10:30	1054	794,98	76,66	9,64
7	11:00	1010	768,35	73,63	9,58
8	11:30	990,6	753,59	67,4	8,94
9	12:00	969,0	737,16	66,12	8,97
10	12:30	783,0	595,66	60,88	10,22
11	13:00	743,8	565,84	55,82	9,86
12	13:30	628,9	478,43	42,44	8,87
13	14:00	569,3	433,09	37,51	8,66
14	14:30	453,9	345,3	34,55	10,1
15	15:00	397,4	302,32	30,25	10,01
16	15:30	308,7	234,84	21,48	9,15
17	16:00	139,2	105,9	9,11	8,6

Tabel 4.14 Efisiensi panel surya pada pengujian alat hari ke-2

NO	Jam (WITA)	Intensitas Matahari (Watt/m ²)	DayaInput Panel(Watt)	Daya Output Panel(Watt)	Efisiensi %
1	08:00	170,66	129,83	12,26	9,44
2	08:30	188,5	143,4	13,13	9,15
3	09:00	216,8	164,93	15,75	9,55
4	09:30	143,1	108,86	8,9	8,18
5	10:00	212,1	161,35	15,55	9,64
6	10:30	317,6	241,61	23,97	9,92
7	11:00	679,7	517,08	52,86	10,22
8	11:30	821,2	624,72	70,44	11,28
9	12:00	1033	785,85	76,96	9,79
10	12:30	237,9	180,98	16,85	9,31
11	13:00	430,0	327,12	33,79	10,33
12	13:30	175,5	133,51	12,76	9,55
13	14:00	747,5	568,66	55,78	9,81
14	14:30	340,6	259,11	26,73	10,33
15	15:00	369,7	281,24	31,81	11,32
16	15:30	162,0	123,24	9,34	7,58
17	16:00	169,2	128,72	11,88	9,23

Tabel 4.15 Efisiensi panel surya pada pengujian alat hari ke-3

NO	Jam (WITA)	Intensitas Matahari (Watt/m ²)	DayaInput Panel(Watt)	Daya Output Panel(Watt)	Efisiensi %
1	08:00	137,0	104,22	10,45	10,02
2	08:30	177,8	135,26	12,92	9,55
3	09:00	374,2	284,67	29,4	10,33
4	09:30	376,3	438,42	47,87	10,92
5	10:00	273,7	208,21	19,15	9,2
6	10:30	253,0	192,47	14,91	7,74
7	11:00	289,4	220,16	21,68	9,85
8	11:30	536,1	407,83	41,5	10,17
9	12:00	475,4	361,66	34,48	9,53
10	12:30	224,4	208,75	21,45	10,27
11	13:00	287,8	218,94	21,56	9,85
12	13:30	169,0	128,57	12,47	9,7
13	14:00	163,2	124,15	12,16	9,8
14	14:30	303,4	230,81	21,74	9,42
15	15:00	199,3	151,61	14,3	9,43
16	15:30	178,5	135,79	13,17	9,7
17	16:00	151,1	114,95	11,67	10,15

Tabel 4.16 Efisiensi panel surya pada pengujian alat hari ke-4

NO	Jam (WITA)	Intensitas Matahari (Watt/m ²)	Daya Input Panel(Watt)	Daya Output Panel(Watt)	Efisiensi %
1	08:00	768,7	584,79	59,67	10,2
2	08:30	774,6	589,27	61,31	10,4
3	09:00	880,1	646,27	62,26	9,63
4	09:30	1021	776,72	70,91	9,13
5	10:00	1014	771,4	70,65	9,16
6	10:30	1022	777,48	73,85	9,5
7	11:00	1005	764,55	68,88	9,01
8	11:30	981,2	746,44	66,71	8,94
9	12:00	904,7	688,25	63,48	9,22
10	12:30	622,6	473,64	44,88	9,48
11	13:00	746,7	568,05	56,53	9,95
12	13:30	729,1	554,66	54,73	9,87
13	14:00	610,3	464,29	36,22	7,8
14	14:30	402,9	306,51	33,43	10,91
15	15:00	382,4	290,91	28,86	9,92
16	15:30	332,7	253,1	22,3	8,81
17	16:00	209,4	159,3	16,14	10,13

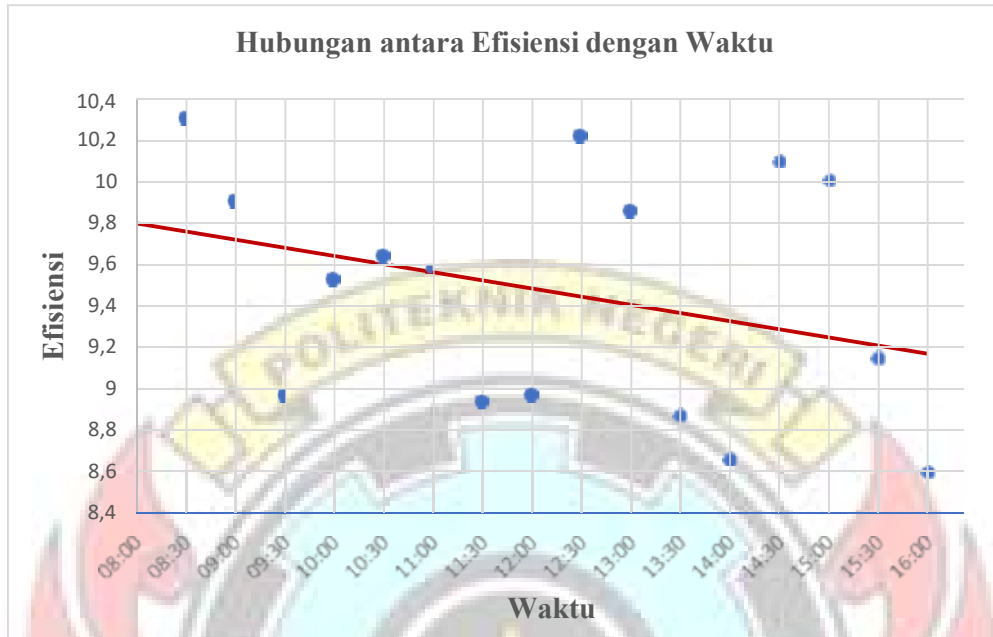
Tabel 4.17 Efisiensi panel surya pada pengujian alat hari ke-5

NO	Jam (WITA)	Intensitas Matahari (Watt/m ²)	Daya Input Panel(Watt)	Daya Output Panel(Watt)	Efisiensi %
1	08:00	801,7	609,89	61,99	10,16
2	08:30	794,6	570,28	55,82	9,79
3	09:00	879,2	668,51	64,59	9,66
4	09:30	1031	784,33	70,39	8,97
5	10:00	1026	780,53	68,7	8,8
6	10:30	1009	767,59	65,57	8,54
7	11:00	1014	771,4	66,61	8,64
8	11:30	1023	778,24	67,38	8,66
9	12:00	982,3	747,28	64,86	8,68
10	12:30	747,9	568,95	40,15	7,06
11	13:00	821,2	624,72	63,47	10,16
12	13:30	734,3	558,61	53,09	9,5
13	14:00	724,1	550,86	48,01	8,72
14	14:30	607,8	462,38	31,4	6,79
15	15:00	434,7	330,7	29,47	8,91
16	15:30	390,9	287,38	21,27	7,15
17	16:00	212,4	161,58	161,58	9,11

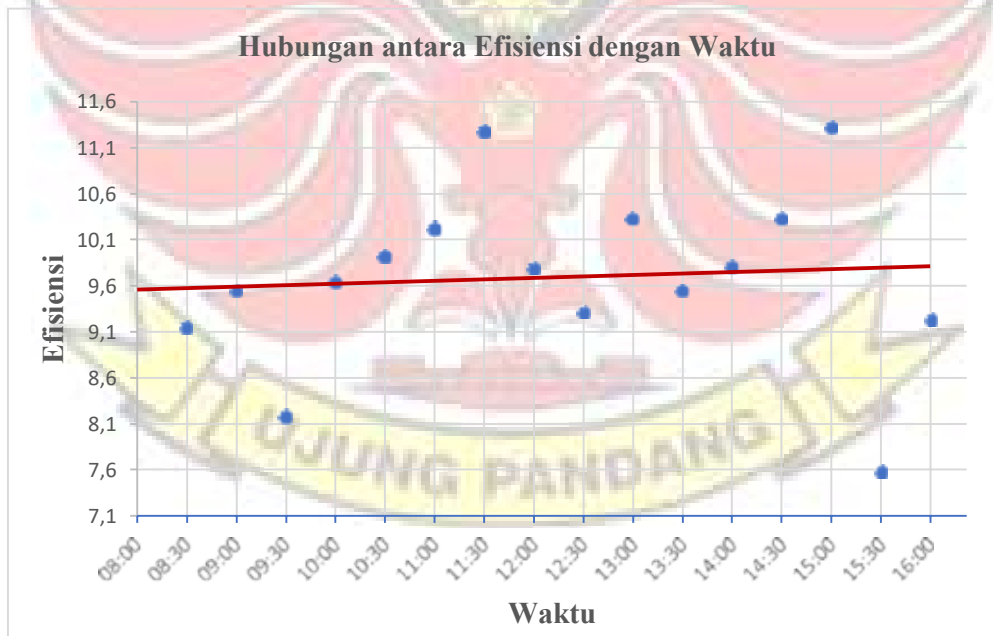
Tabel 4.18 Efisiensi panel surya pada pengujian alat hari ke-6

NO	Jam (WITA)	Intensitas Matahari (Watt/m ²)	Daya Input Panel(Watt)	Daya Output Panel(Watt)	Efisiensi %
1	08:00	752,3	572,31	53,17	9,29
2	08:30	768,9	584,94	53,97	9,23
3	09:00	862,4	656,07	57,52	8,77
4	09:30	694,7	528,49	47,03	8,9
5	10:00	847,3	644,58	56,5	8,77
6	10:30	973,4	740,51	60,21	8,13
7	11:00	1013	770,64	71,73	9,31
8	11:30	1004	763,79	62,61	8,2
9	12:00	934,7	711,07	57,61	8,1
10	12:30	822,9	626,02	55,14	8,81
11	13:00	790,7	601,52	54,66	9,09
12	13:30	747,6	568,73	52,7	9,27
13	14:00	736,8	560,52	48,72	8,69
14	14:30	621,1	472,5	42,28	8,95
15	15:00	432,3	328,87	36,34	11,05
16	15:30	322,4	245,27	17,31	7,06
17	16:00	122,5	93,19	15,35	16,47

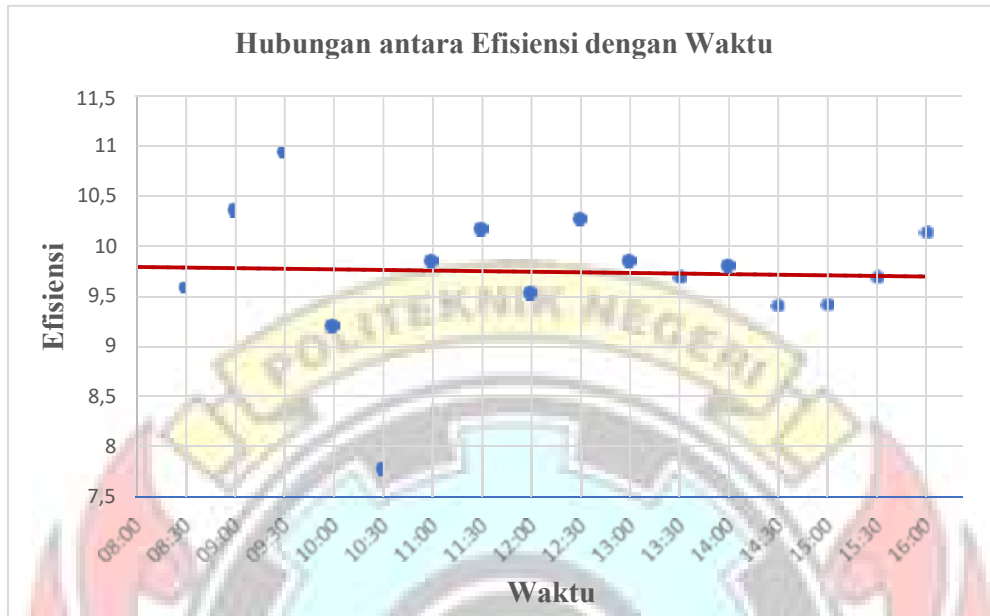
Rata-rata efisiensi panel surya pada pengujian hari pertama yaitu 9,48%, rata-rata efisiensi panel surya pada pengujian hari ke-2 adalah 9,63%, rata-rata efisiensi panel surya pada pengujian hari ke-3 adalah 9,74%, rata-rata efisiensi panel surya pada pengujian hari ke-4 adalah 9,53%, rata-rata efisiensi panel surya pada pengujian hari ke-5 adalah 8,78%, rata-rata efisiensi panel surya pada pengujian hari ke-6 adalah 9,29%,



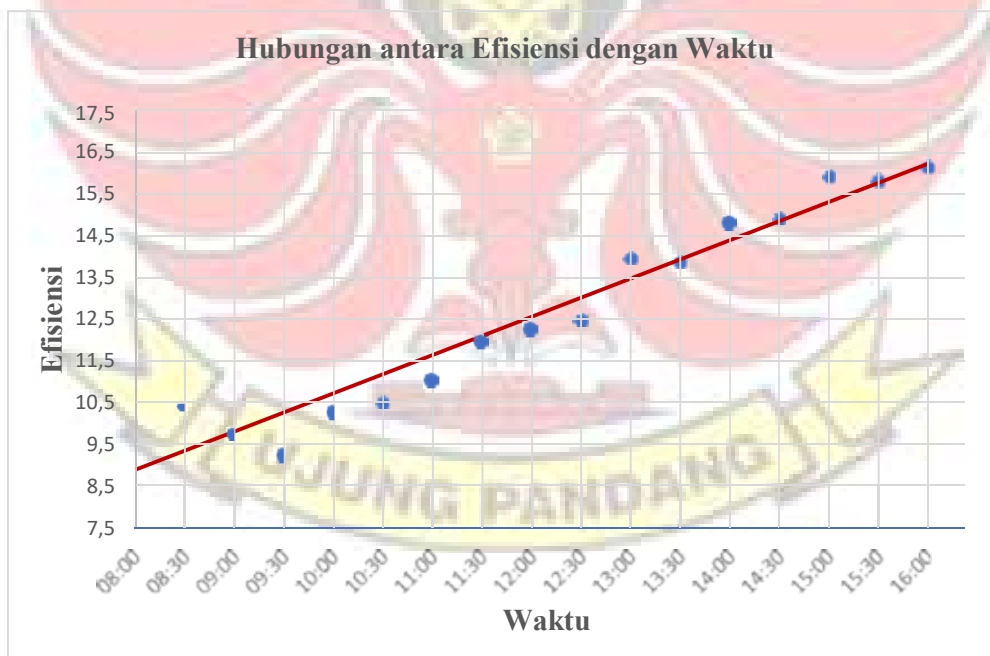
Gambar 4.4 Grafik hubungan antara efisiensi terhadap waktu pada hari pertama



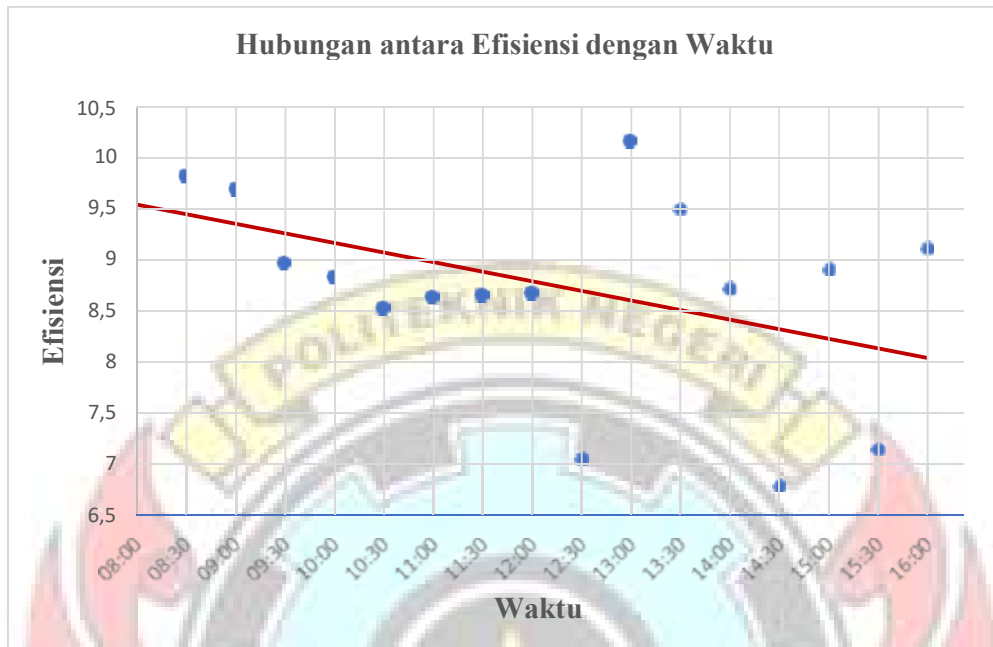
Gambar 4.5 Grafik hubungan antara efisiensi terhadap waktu pada hari ke-2



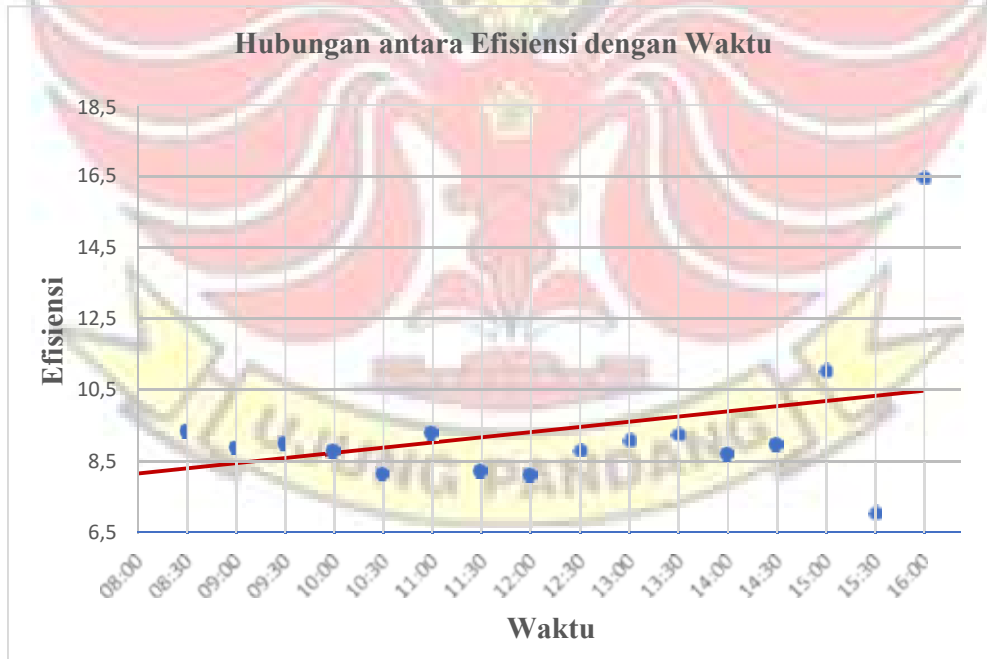
Gambar 4.6 Grafik hubungan antara efisiensi terhadap waktu pada hari ke-3



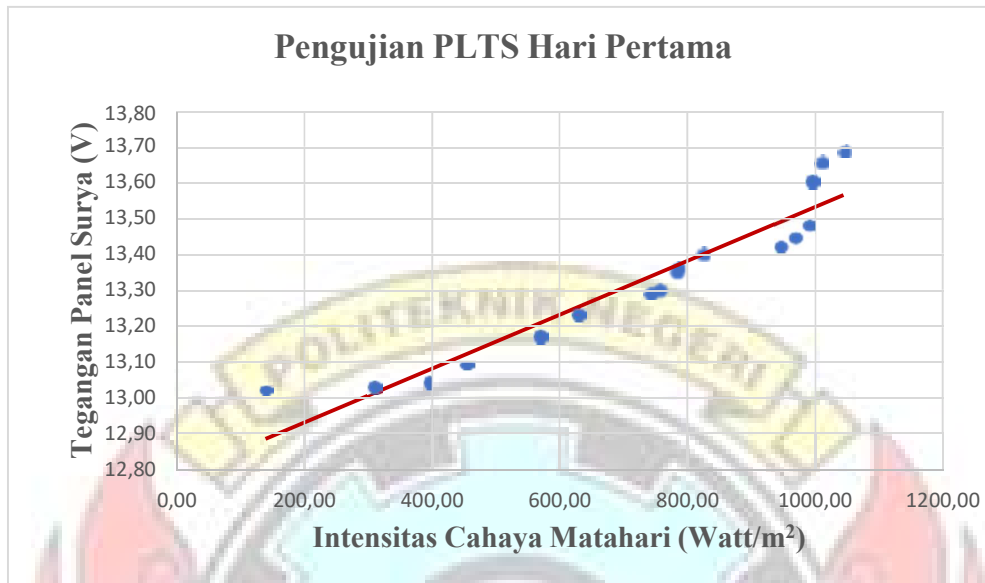
Gambar 4.7 Grafik hubungan antara efisiensi terhadap waktu pada hari ke-4



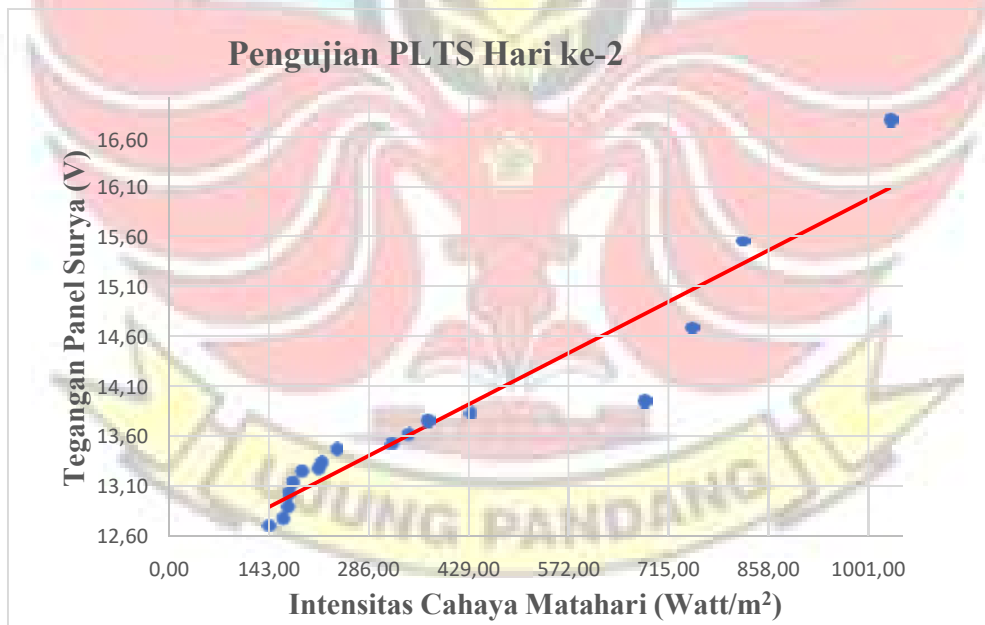
Gambar 4.8 Grafik hubungan antara efisiensi terhadap waktu pada hari ke-5



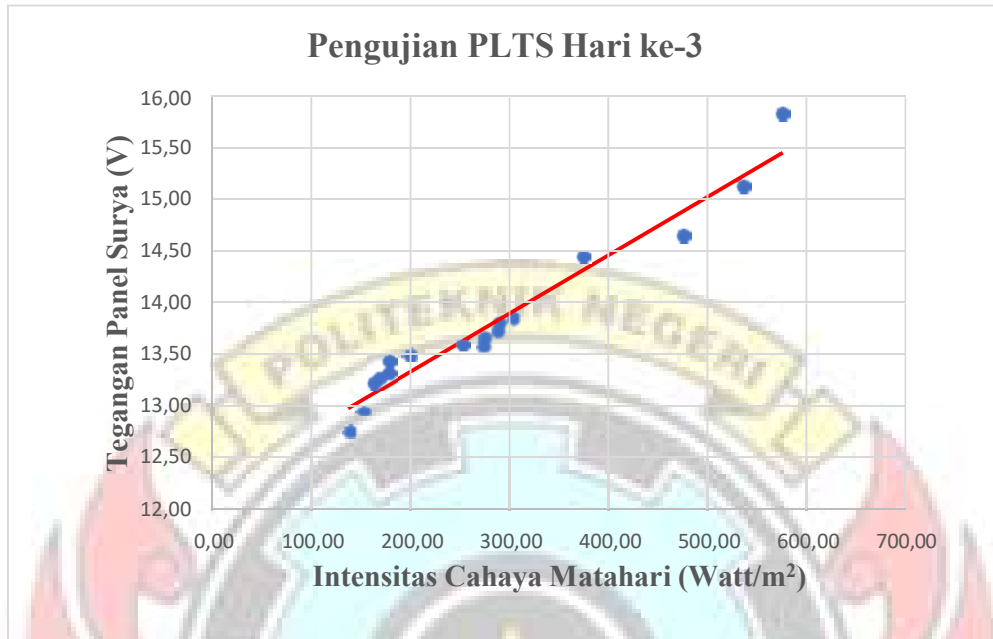
Gambar 4.9 Grafik hubungan antara efisiensi terhadap waktu pada hari ke-6



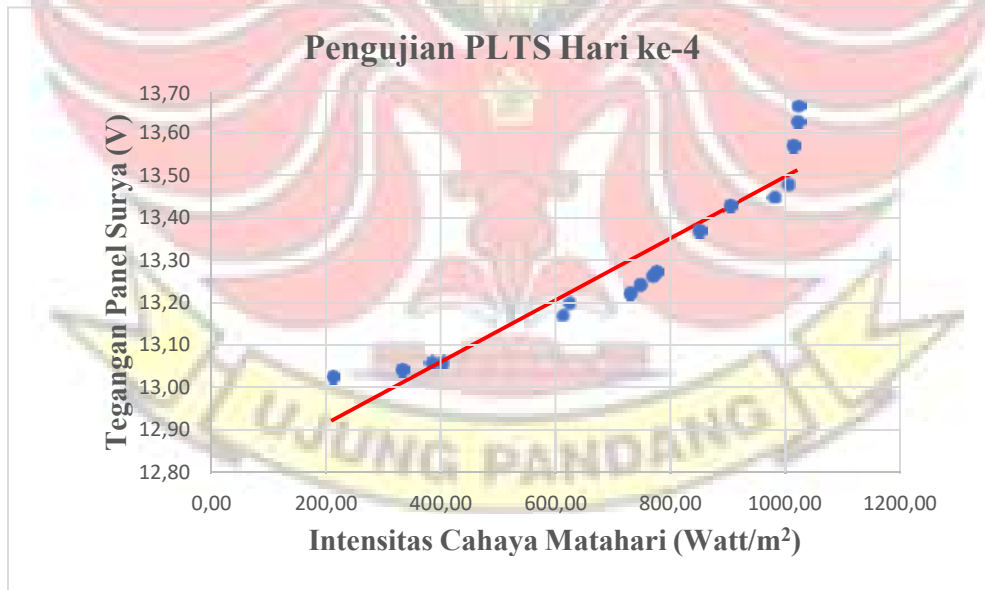
Gambar 4.10 Grafik hubungan tegangan terhadap nilai intensitas cahaya matahari pada pengujian alat hari pertama



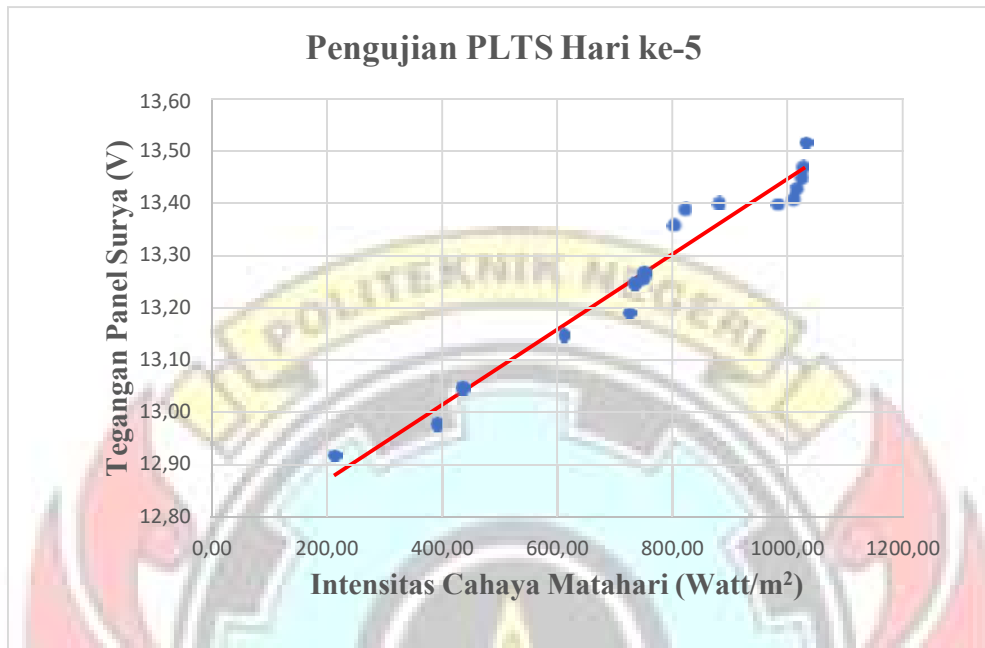
Gambar 4.11 Grafik hubungan tegangan terhadap nilai intensitas cahaya matahari pada pengujian alat hari ke-2



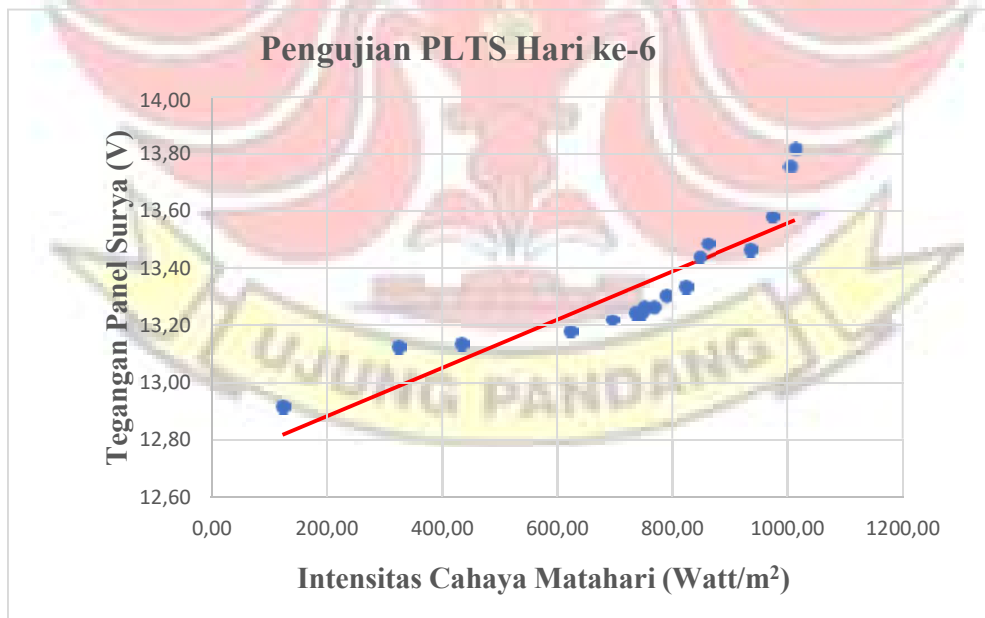
Gambar 4.12 Grafik hubungan tegangan terhadap nilai intensitas cahaya matahari pada pengujian alat hari ke-3



Gambar 4.13 Grafik hubungan tegangan terhadap nilai intensitas cahaya matahari pada pengujian alat hari ke-4



Gambar 4.14 Grafik hubungan tegangan terhadap nilai intensitas cahaya matahari pada pengujian alat hari ke-5



Gambar 4.15 Grafik hubungan tegangan terhadap nilai intensitas cahaya matahari pada pengujian alat hari ke-6

Pada Gambar 4.10 sampai 4.15 memperlihatkan hubungan antara tegangan terhadap intensitas cahaya matahari, dimana tegangan yang dihasilkan oleh panel surya berbanding lurus dengan nilai intensitas cahaya matahari yang diterima oleh panel. Semakin besar intensitas cahaya matahari maka semakin besar pula tegangan yang dihasilkan oleh panel surya, begitupun sebaliknya semakin kecil intensitas cahaya matahari yang diterima oleh panel maka tegangan yang dihasilkan semakin kecil. Intensitas cahaya matahari terendah terjadi pada pengujian lanjutan hari ke-6 yaitu 122,5 Watt/m² dengan tegangan 12,9 V, Sedangkan intensitas cahaya matahari tertinggi terjadi pada pengujian awal hari pertama yaitu 1045 Watt/m² dengan tegangan 13,13,69 V.

4.2.2 Pengisian baterai (aki)

Tabel 4.19 Data pengisian aki dari panel surya

Hari ke-	Tegangan awal (Volt)	Tegangan akhir(Volt)	Kapasitas awal(%)	Kapasitas akhir (%)	Penambahan kapasitas (%)
1	12,0	12,0	57	89	32
2	12,2	12,8	62	85	23
3	12,1	12,7	61	83	22
4	12,0	12,9	58	90	32
5	12,1	13,1	60	98	38
6	11,3	11,9	9	43	34
Rata - rata =					30,2

4.2.3 Pemakaian baterai (aki)

Pada subbab ini akan dihitung lamanya/durasi alat perangkat hama dapat dioperasikan pada malam hari berdasarkan hasil pengisian aki oleh PLTS pada pagi hingga sore harinya. Pembahasan dibagi menjadi dua variasi beban, yaitu:

- 1 buah lampu UV dan 1 unit pompa aerator
- 5 buah lampu UV dan 1 unit pompa aerator

4.2.3.1 Beban 1 buah lampu UV dan 1 unit pompa aerator

Berdasarkan data pada Tabel 4.7, 4.8, dan 4.9 dapat dilihat bahwa hasil pengukuran kuat arus listrik pada 1 lampu UV dan 1 pompa aerator adalah sebagai berikut:

$$I_{\text{lampu}} = 1,02 \text{ A}$$

$$I_{\text{pompa}} = 0,33 \text{ A}$$

$$I_{\text{total}} = 1,02 \text{ A} + 0,33 \text{ A} = 1,35 \text{ A}$$

$$t = \frac{Q \times 30,2\%}{I_{\text{total}}}$$

$$t = \frac{65 \times 30,2\% \text{ Ah}}{(1,02+0,33)} = 14,54 \text{ h}$$

Berdasarkan perhitungan diatas dapat dilihat bahwa lama pemakaian baterai (aki) secara keseluruhan dengan kapasitas 30% dari kapasitas total (65 A.h) dengan arus beban lampu dan pompa aerator sebesar 1,35 A didapatkan pemakaian baterai selama 14,54 jam.

Tabel 4.7, 4.8, dan 4.9 menunjukkan bahwa pengurangan kapasitas aki belum sampai 30% hingga pukul 06.00 Wita (12 jam), sehingga

durasinya lebih dari 12 jam. Hal ini sesuai dengan hasil perhitungan di atas (14,54 jam).

4.2.3.2 Beban 5 buah lampu UV dan 1 unit pompa aerator

Berdasarkan data pada Tabel 4.11 dan 4.12 dapat dilihat bahwa hasil pengukuran kuat arus listrik pada 5 lampu UV dan 1 pompa aerator adalah sebagai berikut:

$$I_{\text{lampu}} = 4,7 \text{ A}$$

$$I_{\text{pompa}} = 0,33 \text{ A}$$

$$I_{\text{total}} = 4,7 + 0,33 = 5,03 \text{ A}$$

$$t = \frac{Q \times 30,2\%}{It}$$

$$t = \frac{65 \times 30,2\% \text{ Ah}}{(4,7+0,33)} = 3,9 \text{ h}$$

Berdasarkan perhitungan di atas dapat dilihat bahwa lama pemakaian baterai (aki) secara keseluruhan dengan kapasitas 30% dari kapasitas total (65 A.h) dengan arus beban lampu dan pompa aerator sebesar 5,03 A didapatkan pemakaian baterai selama 3,9 jam.

Tabel 4.11 dan 4.12 menunjukkan bahwa pengurangan kapasitas aki sampai 30% hingga pukul 22:00 Wita (4 jam), sehingga durasinya kurang lebih dari 4 jam. Hal ini sesuai dengan hasil perhitungan di atas (3,9 jam).

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Sumber energi yang dihasilkan panel surya mampu menyuplai 1 buah lampu UV dan 1 pompa aerator bahkan lebih. Jika menggunakan 1 lampu UV dan 1 pompa aerator mampu menyala selama semalaman (12-14 jam) dengan menunjukkan pengurangan kapasitas aki sampai 30%, dan apabila menggunakan 5 lampu UV dan 1 pompa aerator mampu menyala selama 4 jam (18:00-22:00) dengan menunjukkan pengurangan kapasitas aki sampai 30%. 30% diambil dari berapa banyaknya kapasitas aki yang bertambah saat pengisian pada siang hari. apabila intensitas matahari lebih tinggi pada saat pengambilan data bisa saja kapasitas Aki (*batterai*) bertambah juga.
2. Pompa aerator dimanfaatkan untuk menghasilkan busa pada baskom, Hama yang berterbangan di sekitar lampu akan terperangkap di busa dan turun ke permukaan air.
3. Penggunaan pengaturan waktu (*timer*) pada lampu perangkat hama tanaman bawang merah sangat bermanfaat bagi petani, karena petani sudah tidak lagi ke kebun untuk meng-*on-off* kan perangkat hamanya. Apabila petani ingin meng-*on* kan selama 12 jam bisa di atur atau berapa jam yang mereka butuhkan.

5.2 Saran

1. Jika ingin menggunakan lebih banyak lampu UV dan pompa aerator bisa dihibritkan agar pengisian baterai lebih besar lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- AJI, F. (2022). *SISTEM KONTROL PINTU BERBASIS IOT MENGGUNAKAN TELEGRAM* (Doctoral dissertation, Universitas Teknologi Digital Indonesia).
- Andrey, dkk. (2008). *Redesain Oven Surya Type Box*. Dari Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Budiman, F. J., Doringin, M. J., & Walukow, S. (2019). SIMULASI SISTEM KONTROL OTOMATIS BEBAN TIDAK SEIMBANG. *Jurnal Integrasi*, 11(1), 42-48.
- Dunlop, E., Mertens, M., Friesen, G. E., Zaaïman, W., & HA, O. (1997). „Investigation of solar cell capacitance and its dependence on temperature using the photocurrent-response method “. 14 th Europ. In *Phot. Spec. Conf* (Vol. 2385).
- Fadli. (2022). *Pengembangan Alat Pembasi Hama pada Tanaman Bawang Merah dengan Busa Air Berbasis Solar Cell*. Dari Politeknik ATI Makassar.
- Faruq, M. Umar. (2018). *Efektivitas penggunaan lampu perangkat LED sebagai pengendali hama pada lahan budidaya bawang merah*. Diss. Universitas Brawijaya.
- Fitriandi, A., Komalasari, E., & Gusmedi, H. (2016). Rancang bangun alat monitoring arus dan tegangan berbasis mikrokontroler dengan SMS gateway. *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, 10(2), 87-98.
- Hasrul, H. (2018). *Pengaruh Kegiatan Pertanian Berbasis Agribisnis terhadap Pengembangan Wilayah di Kecamatan Alla Kabupaten Enrekang* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar).
- Idris, M. (2020). Rancang panel surya untuk instalasi penerangan rumah sederhana daya 900 watt. *Jurnal Elektronika Listrik Dan Teknologi Informasi Terapan*, 1(1), 17-22.

Jeni & fajri. (2021). *Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Hybrit Panel Surya dan Termoelektrik Generator pada Perkebunan Bawang Merah*. Dari Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Juliantara, I. K. P., Sutrisna, I. G. P. A. F., & Damara, A. S. R. S. (2018). Toksisitas Detergen Terhadap Lintah (*Hirudo medicinalis*). *Jurnal Media Sains*, 2(2).

Kementrian Pertanian Republik Indonesia. (2017). Enrekang Akan Suplai Bawang. Hingga ke Pulau Jawa (Online).
(<https://www.pertanian.go.id/home/?show=news&act=view&id=1930>) diakses, 14 Desember 2022.

Ladiku, A. (2022). *Perancangan Dan Implementasi Sistem Kontrol Dan Monitoring Kolam Ikan Bioflok* (Doctoral dissertation, Univeristas Komputer Indonesia).

Natsir, M., Rendra, D. B., & Anggara, A. D. Y. (2019). Implementasi IOT Untuk Sistem Kendali AC Otomatis Pada Ruang Kelas di Universitas Serang Raya. *PROSISKO: Jurnal Pengembangan Riset dan Observasi Sistem Komputer*, 6(1).

Noer, Z., & Dayana, I. (2021). *Dasar-Dasar Baterai*. Guepedia.

Pae, M. G. (2015). Pemanfaatan Energi Matahari Menggunakan Teknologi Solar Cell Untuk Charger Di Lingkungan Kampus Ist Akprind Yogyakarta. *Jurnal Elektrikal*, 2(1), 75-94.

PNUP. (2022). *Jobsheet Mikrokontroler*. Makassar.

Pratama, V. A. (2021). *LKP: Rancang Bangun Data Logger Berbasis SD Card Pengukur Suhu Ruangan Laboratorium di Balai Riset dan Standardisasi Industri Surabaya* (Doctoral dissertation, Universitas Dinamika).

Provinsi Sulawesi Selatan (online). (https://sulselprov.go.id/pages/info_lain/5).
Diakses 14 Desember 2022.

Surya, E., Armi, A., & Ridhwan, M. (2019). *Kerusakan tanaman bawang merah (Allium ascalonicum L.) akibat serangan hama ulat tanah (Agrotis ipsilon) di lahan bawang merah gampong lam rukam kecamatan peukan bada Kabupaten Aceh Besar*. Bionatural: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi, 6(1).

Triwijaya, Moh. Andar & Fina Pratiwi Agus. (2019). *Rancang bangun Pembangkit Listrik Hybrid Solar Energy*. Laporan Tugas Akhir. Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Tri Prasetyo Utomo & Eko Sri Haryanto. (2019). *Tri Prasetyo Utomo Desain Aromatherapy Decorative Light Dengan Lampu Ultraviolet Dan Minyak Atsiri*. Prosiding: Seni, Teknologi, Dan Masyarakat 2.

Wahyuni, S. (2015). *Rancang Bangun Perangkat Lunak Pada Semi Otomatis Alat Tenun Selendang Songket Palembang Berbasis Mikrokontroler Atmega 128* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya).





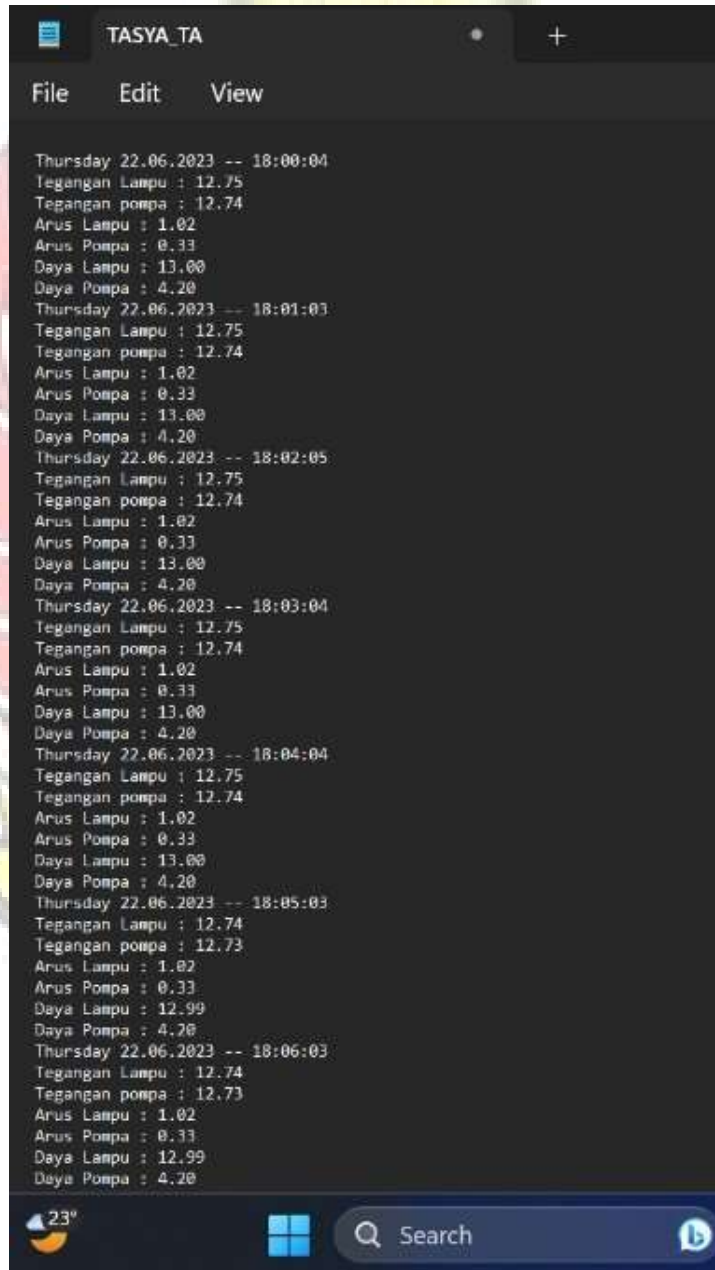
LAMPIRAN A
(PENYIMPANAN DATA LOGGER)

Lampiran A1

Hari/Tanggal : Kamsi, 22 Juni 2023

Lokasi Pengamatan : Dante Marari, Desa Tangru, Kec. Malua, Kab. Enrekang

Tabel A1 hasil penyimpanan data logger

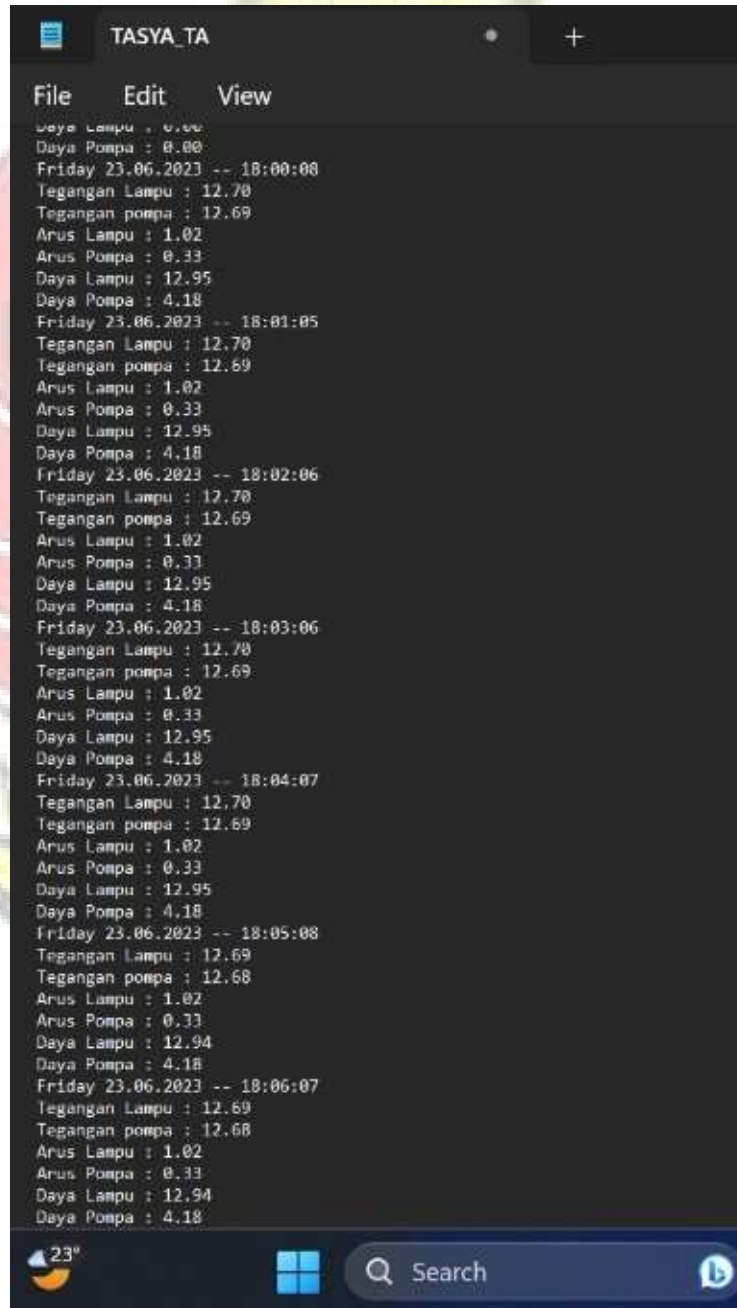


Lampiran A2

Hari/Tanggal : Jumat, 23 Juni 2023

Lokasi Pengamatan : Dante Marari, Desa Tangru, Kec. Malua, Kab. Enrekang

Tabel A2 hasil penyimpanan data logger



Lampiran A3

Hari/Tanggal : Sabtu, 24 Juni 2023

Lokasi Pengamatan : Dante Marari, Desa Tangru, Kec. Malua, Kab. Enrekang

Tabel A3 hasil penyimpanan data logger

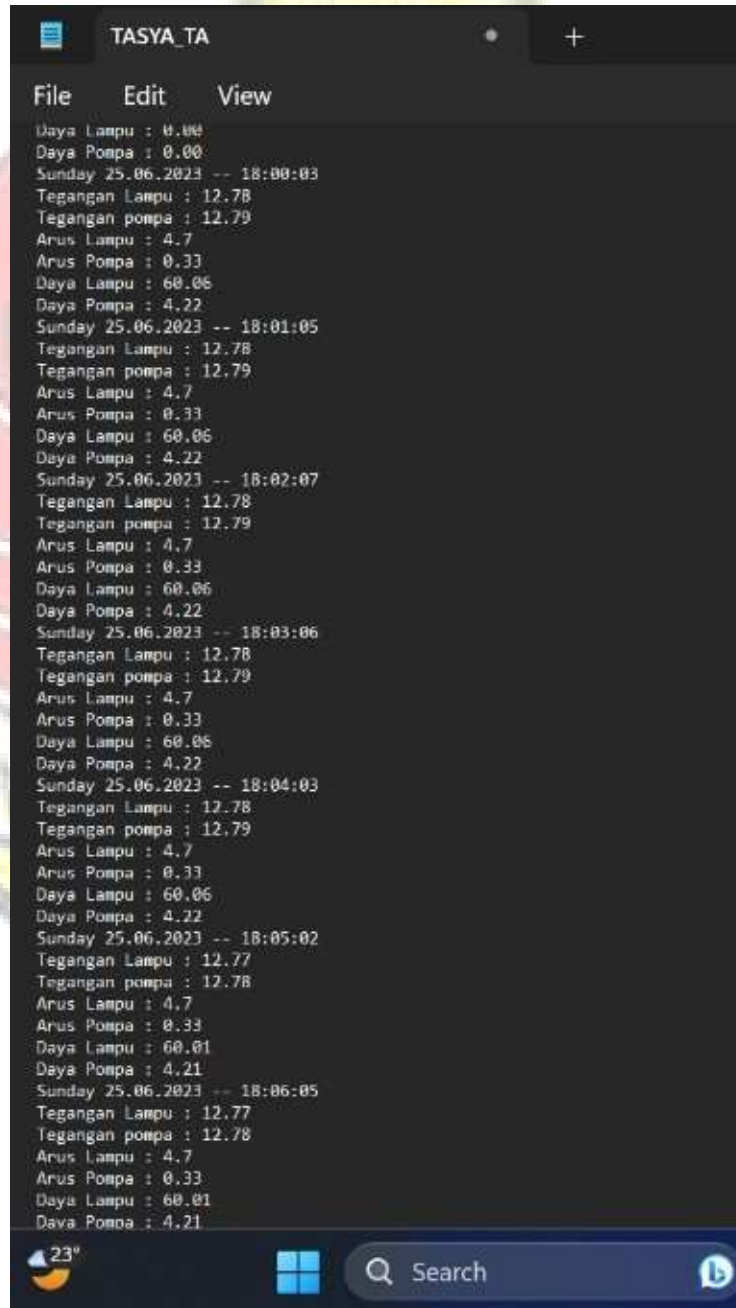
```
TASYA_TA
File Edit View
Daya Lampu : 0.00
Daya Pompa : 0.33
Saturday 24.06.2023 -- 18:00:03
Tegangan Lampu : 12.66
Tegangan pompa : 12.65
Arus Lampu : 1.02
Arus Pompa : 0.33
Daya Lampu : 12.91
Daya Pompa : 4.17
Saturday 24.06.2023 -- 18:01:03
Tegangan Lampu : 12.66
Tegangan pompa : 12.65
Arus Lampu : 1.02
Arus Pompa : 0.33
Daya Lampu : 12.91
Daya Pompa : 4.17
Saturday 24.06.2023 -- 18:02:02
Tegangan Lampu : 12.66
Tegangan pompa : 12.65
Arus Lampu : 1.02
Arus Pompa : 0.33
Daya Lampu : 12.91
Daya Pompa : 4.17
Saturday 24.06.2023 -- 18:03:04
Tegangan Lampu : 12.66
Tegangan pompa : 12.65
Arus Lampu : 1.02
Arus Pompa : 0.33
Daya Lampu : 12.91
Daya Pompa : 4.17
Saturday 24.06.2023 -- 18:04:03
Tegangan Lampu : 12.66
Tegangan pompa : 12.65
Arus Lampu : 1.02
Arus Pompa : 0.33
Daya Lampu : 12.91
Daya Pompa : 4.17
Saturday 24.06.2023 -- 18:05:06
Tegangan Lampu : 12.65
Tegangan pompa : 12.64
Arus Lampu : 1.02
Arus Pompa : 0.33
Daya Lampu : 12.90
Daya Pompa : 4.17
Saturday 24.06.2023 -- 18:06:07
Tegangan Lampu : 12.65
Tegangan pompa : 12.64
Arus Lampu : 1.02
Arus Pompa : 0.33
Daya Lampu : 12.90
Daya Pompa : 4.17
```

Lampiran A4

Hari/Tanggal : Minggu, 25 Juni 2023

Lokasi Pengamatan : Dante Marari, Desa Tangru, Kec. Malua, Kab. Enrekang

Tabel A4 hasil penyimpanan data logger



Lampiran A5

Hari/Tanggal : Senin, 26 Juni 2023

Lokasi Pengamatan : Dante Marari, Desa Tangru, Kec. Malua, Kab. Enrekang

Tabel A5 hasil penyimpanan data logger

```
TASYA_TA
File Edit View
-----
Daya Pompa : 0.00
Monday 26.06.2023 -- 18:00:07
Tegangan Lampu : 12.91
Tegangan pompa : 12.92
Arus Lampu : 4.7
Arus Pompa : 0.33
Daya Lampu : 60.67
Daya Pompa : 4.26
Monday 26.06.2023 -- 18:01:05
Tegangan Lampu : 12.91
Tegangan pompa : 12.92
Arus Lampu : 4.7
Arus Pompa : 0.33
Daya Lampu : 60.67
Daya Pompa : 4.26
Monday 26.06.2023 -- 18:02:08
Tegangan Lampu : 12.91
Tegangan pompa : 12.92
Arus Lampu : 4.7
Arus Pompa : 0.33
Daya Lampu : 60.67
Daya Pompa : 4.26
Monday 26.06.2023 -- 18:03:04
Tegangan Lampu : 12.91
Tegangan pompa : 12.92
Arus Lampu : 4.7
Arus Pompa : 0.33
Daya Lampu : 60.67
Daya Pompa : 4.26
Monday 26.06.2023 -- 18:04:06
Tegangan Lampu : 12.90
Tegangan pompa : 12.91
Arus Lampu : 4.7
Arus Pompa : 0.33
Daya Lampu : 60.63
Daya Pompa : 4.26
Monday 26.06.2023 -- 18:05:06
Tegangan Lampu : 12.90
Tegangan pompa : 12.91
Arus Lampu : 4.7
Arus Pompa : 0.33
Daya Lampu : 60.63
Daya Pompa : 4.26
Monday 26.06.2023 -- 18:06:07
Tegangan Lampu : 12.98
Tegangan pompa : 12.91
Arus Lampu : 4.7
Arus Pompa : 0.33
Daya Lampu : 60.63
Daya Pompa : 4.26
```

Lampiran A6

Hari/Tanggal : Selasa, 27 Juni 2023

Lokasi Pengamatan : Dante Marari, Desa Tangru, Kec. Malua, Kab. Enrekang

Tabel A6 hasil penyimpanan data logger

Time	Tegangan Lampu	Tegangan pompa	Arus Lampu	Arus Pompa	Daya Lampu	Daya Pompa
Tuesday 27.06.2023 -- 18:00:06	11.74	11.75	4.7	0.33	55.17	3.87
Tuesday 27.06.2023 -- 18:01:05	11.74	11.75	4.7	0.33	55.17	3.87
Tuesday 27.06.2023 -- 18:02:05	11.74	11.75	4.7	0.33	55.17	3.87
Tuesday 27.06.2023 -- 18:03:06	11.73	11.74	4.7	0.33	55.13	3.87
Tuesday 27.06.2023 -- 18:04:08	11.73	11.74	4.7	0.33	55.13	3.87
Tuesday 27.06.2023 -- 18:05:07	11.73	11.74	4.7	0.33	55.13	3.87
Tuesday 27.06.2023 -- 18:06:06	11.73	11.74	4.7	0.33	55.13	3.87
Tuesday 27.06.2023 -- 18:07:06	11.73	11.74	4.7	0.33	55.13	3.87



LAMPIRAN B
(PROGRAM SISTEM KONTROL)

```
#include <DS3231.h>
#include <SPI.h>
#include <SD.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
```

```
const int voltage_sensor1 = A0;
const int voltage_sensor2 = A1;
const int adc1 = A2;
const int adc2 = A3;
const int relay_1 = 2;
const int relay_2 = 3;
const int button1 = 4;
const int CS = 4;
```

```
float voltage_sensor_raw1;
float v_beban1;
float voltage_sensor_raw2;
float v_beban2;
File dataku;
```

```
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,20,4);
DS3231 rtc(SDA, SCL); // inisialisasi penggunaan i2c
Time waktu;
Time t;
```

```
#define buz 11
int Hor;
int Min;
int Sec;
```

```

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  Serial.begin(9600);
  rtc.begin();
  pinMode (voltage_sensor1, INPUT);
  pinMode (voltage_sensor2, INPUT);
  pinMode(relay_1, OUTPUT);
  pinMode(relay_2, OUTPUT);
  digitalWrite(relay_1, HIGH);
  digitalWrite(relay_2, HIGH);
  pinMode (button1, INPUT);

  //setting pertama download program
  //rtc.setDate(05, 06, 2023); //mensetting tanggal 07 april 2018
  //rtc.setTime(17, 07, 00); //menset jam 22:00:00
  //rtc.setDOW(7); //menset hari "Sabtu"
  lcd.init();
  lcd.backlight();
}

void loop() {
  t = rtc.getTime();
  Hor = t.hour;
  Min = t.min;
  Sec = t.sec;
  Serial.print(rtc.getDOWStr()); //prosedur pembacaan hari
  Serial.print(" ");
  Serial.print(rtc.getDateStr()); //prosedur pembacaan tanggal
  Serial.print(" -- ");
  Serial.println(rtc.getTimeStr()); //prosedur pembacaan waktu
}

```

```
t = rtc.getTime();

if((t.hour==18)&&(t.min>=00)&&(t.hour== 06)&&(t.min<=00))
{
digitalWrite(relay_1,LOW);
Serial.println("ON");
lcd.setCursor(6,0);
lcd.print("ON");

digitalWrite(relay_2,LOW);
Serial.println("ON");
lcd.setCursor(16,0);
lcd.print("ON");
}
else
{
digitalWrite(relay_1,HIGH);
Serial.println("OFF");
lcd.setCursor(6,0);
lcd.print("OFF");

digitalWrite(relay_2,HIGH);
Serial.println("OFF");
lcd.setCursor(16,0);
lcd.print("OFF");
}
{
voltage_sensor_raw1 = analogRead(voltage_sensor1);
v_beban1 = map(voltage_sensor_raw1,0,1023,0,2500);
```

```
v_beban1 = v_beban1/102;  
Serial.print("Tegangan 1 :");  
Serial.println (v_beban1);
```

```
    voltage_sensor_raw2 = analogRead(voltage_sensor2);  
    v_beban2 = map(voltage_sensor_raw2,0,1023,0,2500);  
    v_beban2 = v_beban2/100;  
Serial.print("Tegangan 2 :");  
Serial.println (v_beban2);
```

```
int adc1 = analogRead(A2);  
float voltage1 = adc1 * 5 / 1023.0;  
float current1 = (voltage1 - 2.5) / 0.066;  
if (current1 < 0.00) {  
    current1 = 0;  
}  
Serial.print("Arus 1 : ");  
Serial.println(current1);
```

```
int adc2 = analogRead(A3);  
float voltage2 = adc2 * 5 / 1023.0;  
float current2 = (voltage2 - 2.5) / 0.066;  
if (current2 < 0.00) {  
    current2 = 0;  
}  
Serial.print("Arus 2 : ");  
Serial.println(current2);  
delay(500);
```

```
// if (digitalRead (button1) == LOW) {
```

```
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Lampu");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("V=");
lcd.setCursor(0,2);
lcd.print("I=");
lcd.setCursor(0,3);
lcd.print("P=");

lcd.setCursor(10,0);
lcd.print("Pompa");
lcd.setCursor(10,1);
lcd.print("V=");
lcd.setCursor(10,2);
lcd.print("I=");
lcd.setCursor(10,3);
lcd.print("P=");

lcd.setCursor(2,1);
lcd.print(v_beban1);
lcd.print("V");
lcd.setCursor(2,2);
lcd.print(current1);
lcd.print("A");
lcd.setCursor(2,3);
lcd.print(v_beban1*current1);
lcd.print("W");
lcd.setCursor(12,1);
lcd.print(v_beban2);
```




```

lcd.print("V");
lcd.setCursor(12,2);
lcd.print(current2);
lcd.print(" A");
lcd.setCursor(12,3);
lcd.print(v_beban2*current2);
lcd.print(" W");
lcd.setCursor(6,0);
lcd.print(relay_1);
}

if(digitalRead (button1) == HIGH) {
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(1,1);
  lcd.print(rtc.getDOWStr());
  lcd.print(" ");
  lcd.print(rtc.getDateStr());

  lcd.setCursor(3,2);
  lcd.print("Jam: ");

  lcd.setCursor(8,2);
  lcd.print(rtc.getTimeStr());
  delay (200);
}

```

```

dataku = SD.open("sensor.txt", FILE_WRITE);
if (dataku)
{
  dataku.print(rtc.getDOWStr()); //prosedur pembacaan hari
}

```

```

dataku.print(" ");
dataku.print(rtc.getDateStr()); //prosedur pembacaan tanggal
dataku.print(" -- ");
dataku.println(rtc.getTimeStr()); //prosedur pembacaan waktu
dataku.print("Tegangan Lampu :");
dataku.println (v_beban1);
dataku.print("Tegangan pompa :");
dataku.println (v_beban2);

int adc1 = analogRead(A2);
float voltage1 = adc1 * 5 / 1023.0;
float current1 = (voltage1 - 2.5) / 0.066;
if (current1 < 0.00) {
    current1 = 0;
}
dataku.print("Arus Lampu : ");
dataku.println(current1);

int adc2 = analogRead(A3);
float voltage2 = adc2 * 5 / 1023.0;
float current2 = (voltage2 - 2.5) / 0.066;
if (current2 < 0.00) {
    current2 = 0;
}
dataku.print("Arus Pompa : ");
dataku.println(current2);
dataku.print("Daya Lampu : ");
dataku.println(v_beban1*current1);
dataku.print("Daya Pompa : ");
dataku.println(v_beban2*current2);

```

```
dataku.close();
```

```
    Serial.println(" | Data Tersimpan");
```

```
  }
```

```
else
```

```
{
```

```
    Serial.println(" | Gagal Tersimpan!");
```

```
}
```

```
delay(100000);
```

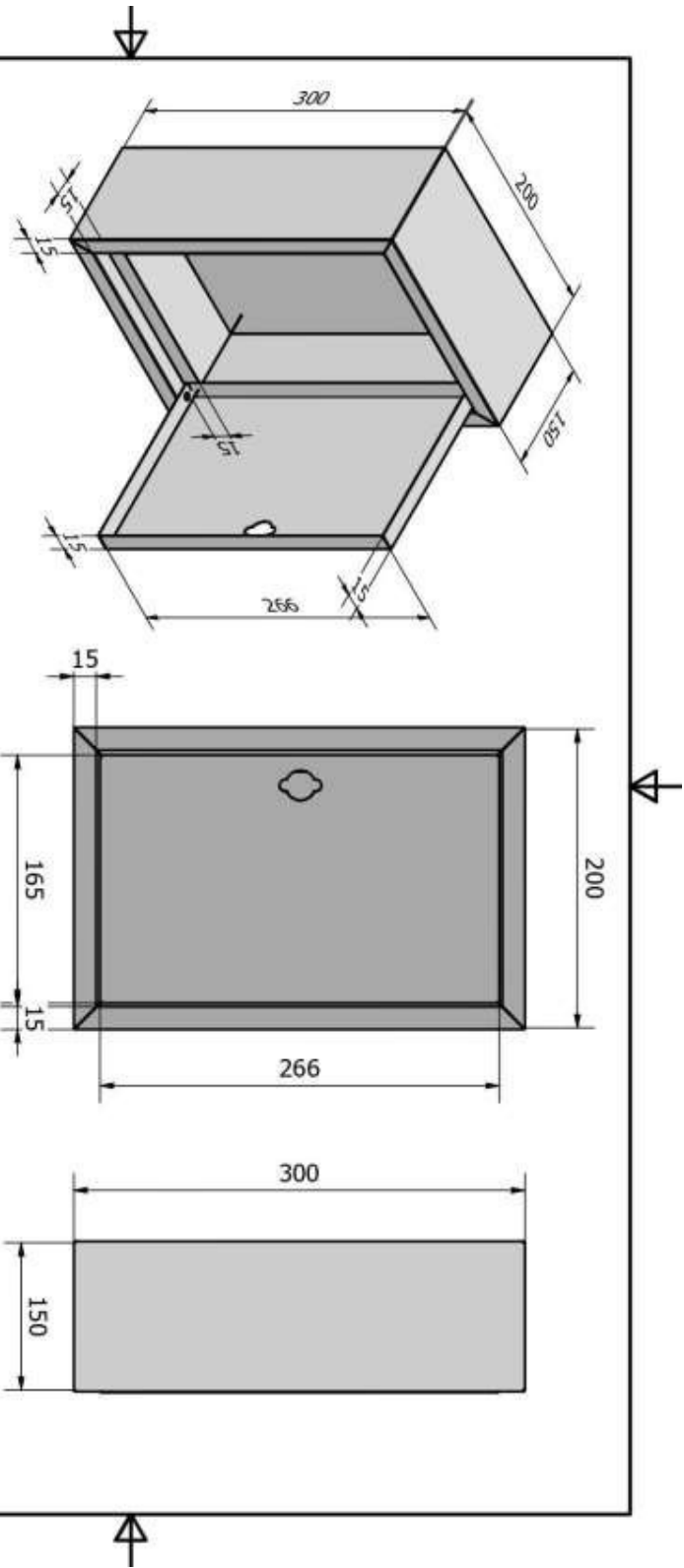
```
}
```





LAMPIRAN C

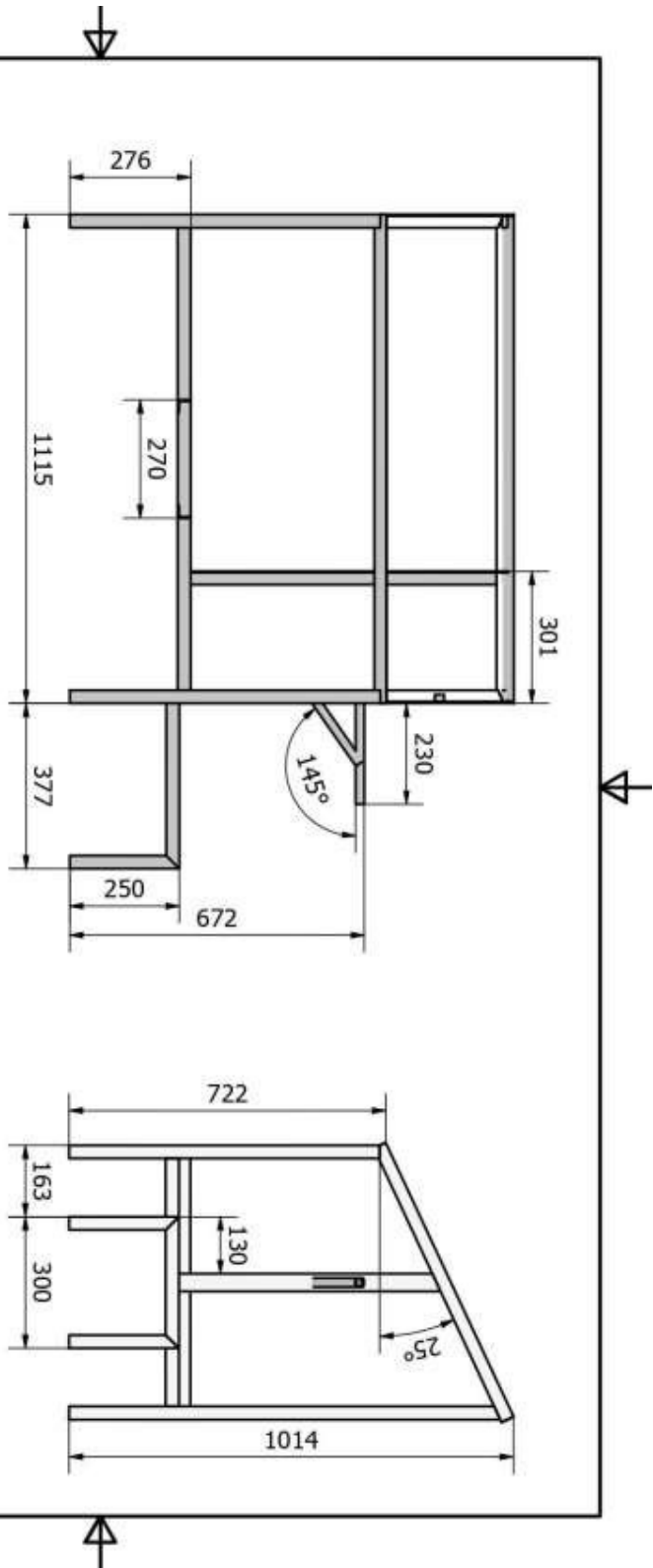
(DESAIN ALAT)



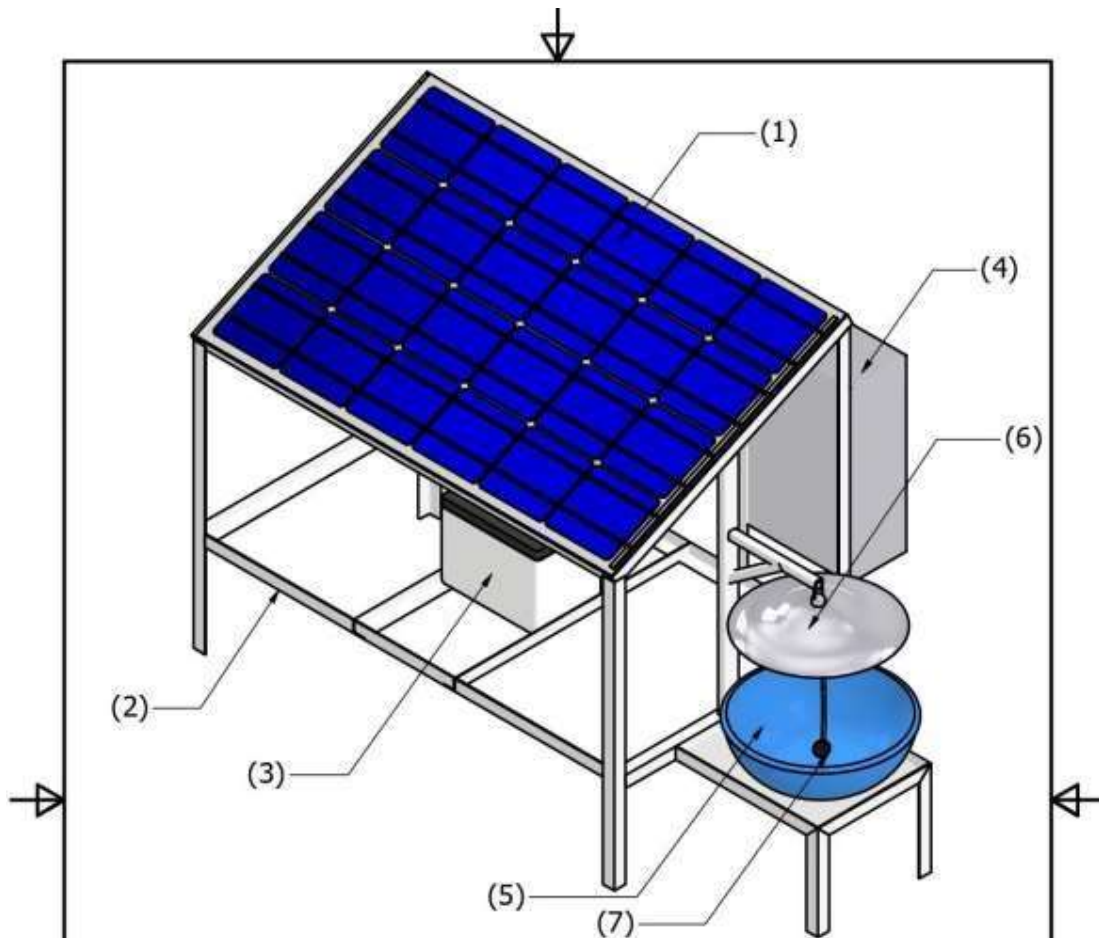
Jumlah	Nama bagian	No. Bag.	Bahan	Ukuran	Keterangan	
	Perubahan :			Penganti dari:		
	PANEL BOX			Diganti dengan:		
				Digambar	14-08-23	TASYA
				Diperiksa		
				Dilihat		
				Diseetujui		

POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

TKE - TA / 4



	6	Besi Siku	1	Steel	30 x 30	
Jumlah		Nama bagian	No. Bag.	Bahan	Ukuran	Keterangan
Perubahan :						
RANGKA ALAT PERANGKAP HAMA						
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG						
TKE - TA / 2						
Skala: 1:12						
Digambar 14-08-23 TASYA						
Diperiksa						
Dilihat						
Disetujui						



	1	Pompa Aerator	7			
	1	Kap Lampu	6			
	1	Wadah	5			
	1	Panel Box	4			
	1	Baterai	3			
	1	Rangka Alata Perangkap Hama	2			
	1	Panel Surya	1			
Jumlah		Nama bagian	No.Bag.	Bahan	Ukuran	Keterangan
		Perubahan :			Pengganti dari:	
					Diganti dengan:	
		ALAT PERANGKAP PADA TANAMAN BAWANG MERAH HAMA DENGAN PENGATUR WAKTU DAN POMPA AERATOR		Skala: 1:10	Digambar	14-08-23 TASYA
					Diperiksa	
					Dilihat	
					Disetujui	
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG				TKE - TA		



LAMPIRAN D

(DOKUMENTASI)

Lampiran D1 Proses pembuatan alat



Lampiran D2 Proses pengambilan data



Lampiran D3 Hasil tangkapan hama

