

Rancang Bangun Sistem Penyiraman Sprinkler Menggunakan Sumber  
Listrik PLTS



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

Geby Anggiani	34220001
Muhammad Alifansyah Syawal	34220018

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


## HALAMAN PENGESAHAN

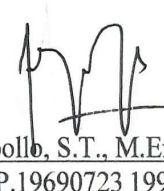
Laporan tugas akhir dengan judul “Rancang Bangun Sistem Penyiraman Sprinkler Menggunakan Sumber Listrik PLTS” oleh (Geby Anggiani NIM 342 20 001 dan Muhammad Alifansyah Syawal NIM 342 20 018) dinyatakan telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi Teknik Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 23 Agustus 2023


Pembimbing I

Pembimbing II

  
Musrady Mulyadi, S.ST.,M.T.  
NIP.19720201 200112 1 002

  
Apollo, S.T., M.Eng  
NIP.19690723 199303 1 002

Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknik Mesin,

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



## HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, Rabu tanggal 23 Agustus 2023 tim penguji ujian sidang laporan tugas akhir telah menerima hasil ujian sidang laporan tugas akhir oleh mahasiswa (Gebby Anggiani) NIM 342 20 001 dan (Muhammad Alifansya Syawal) NIM 342 20 018, dengan judul “Rancang Bangun Sistikm Penyiraman Sprinkler Menggunakan Sumber Listrik PLTS”

Makassar, 23 Agustus 2023

Tim Penguji Sidang Laporan Tugas Akhir:

1. Abdul Rahman, S.T.,M.T.	Ketua	(.....)
2. Muh. Yusuf Yunus, S.ST.,M.T.	Sekretaris	(.....)
3. Sonong, S.T.,M.T.	Anggota I	(.....)
4. Nur Rahmah H. Anwar, S.T.,M.T.	Anggota II	(.....)
5. Musrady Mulyadi, S.ST.,M.T.	Pembimbing I	(.....)
6. Apollo, S.T.,M.Eng.	Pembimbing II	(.....)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat Rahmat dan Karunia-Nyalah semata sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir penulis yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Penyiraman Sprinkler Menggunakan Sumber Listrik PLTS “. Tugas akhir ini disusun sebagai persyaratan kelulusan pada Program Studi Teknik Konversi Energi Diploma-3 Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis banyak mendapat saran, dorongan, dukungan serta keterangan-keterangan dari berbagai pihak yang merupakan pengalaman yang tidak dapat diukur secara materi. Oleh karena itu, dengan segala hormat dan kerendahan hati perkenankanlah penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta dan seluruh keluarga yang telah memberikan bantuan baik material maupun moral sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. Ilyas Mansur, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
3. Bapak Dr. Ir. Syaharuddin Rasyid, M.T. selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Ibu Sri Suwasti, S.ST.,M.T. selaku Ketua Program Studi D-3 Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang.
5. Bapak Musrady Mulyadi, S.ST., M.T selaku wali kelas.

6. Bapak Musrady Mulyadi, S.ST.,M.T sebagai pembimbing I.
7. Bapak Apollo, S.T.,M.Eng. sebagai pembimbing II yang telah banyak membantu dan membimbing dalam mengerjakan tugas akhir ini.
8. Teman-teman Teknik Mesin angkatan 2020 khususnya kelas 3A Teknik Konversi Energi atas kebersamaan dan kerjasama selama ini.
9. Seluruh teman-teman dan sahabat yang telah memberikan motivasi.
10. Semua pihak yang terlibat, tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.

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

Akhir kata semoga dapat bermanfaat bagi penulis, institusi pendidikan dan masyarakat luas. Aamiin.

Makassar, 23 Agustus 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PENERIMAAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR SIMBOL, SATUAN, DAN SINGKATAN.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
SURAT PERNYATAAN .....	xiii
SURAT PERNYATAAN .....	xiv
RINGKASAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Ruang Lingkup Kegiatan.....	3
1.4 Tujuan kegiatan .....	3
1.5 Manfaat Kegiatan .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1 Energi.....	4

2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) .....	5
2.2.1 Sel Surya.....	5
2.2.2 Panel Surya .....	6
2.2.3 Prinsip Kerja PLTS .....	7
2.2.4 Komponen PLTS.....	10
2.3 POMPA.....	14
2.4 SPRINKLER.....	16
<b>BAB III METODE KEGIATAN .....</b>	<b>19</b>
3.1 Tempat dan Waktu Kegiatan .....	19
3.2 Alat dan Bahan .....	19
3.2.1 Alat.....	19
3.2.2 Bahan.....	20
3.3 Prosedur Kegiatan/Langkah kerja .....	21
3.3.1 Studi Literatur .....	23
3.3.2 Perancangan.....	23
3.3.3 Perakitan dan Pembuatan .....	23
3.3.4 Tahap Perakitan Rangka Panel Surya.....	23
<b>BAB IV HASIL DAN DESKRIPSI .....</b>	<b>28</b>
4.1 Deskripsi Lahan Tanaman Bawang Merah .....	28
4.2 Hasil rancang bangun PLTS.....	28

4.2.1 Penentuan Jumlah Panel Surya.....	28
4.2.2 Analisis Pemakaian Beban .....	30
4.2.3 Penentuan daya yang dibangkitkan.....	30
4.2.4 Pemasangan panel surya.....	31
4.2.5 Menentukan Kapasitas baterai.....	31
4.2.6 Penentuan Solar Charge Controller Penentuan Solar Charge Controller berdasarkan spesifikasi panel surya sebagai berikut .....	32
4.2.7 Konstruksi Panel surya.....	33
4.3 Tabel Data Pengujian.....	34
4.3.1 Perhitungan Efisiensi Panel Surya.....	40
4.3.2 Pengujian beban PLTS (Pompa DC).....	46
4.4 Konfigurasi Pipa.....	48
4.5 Grafik dan Pembahasan .....	50
4.5.1 Panel Surya .....	50
4.5.2 Pompa.....	53
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	56
5.1 KESIMPULAN .....	56
DAFTAR PUSTAKA.....	57



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Panel Surya.....	7
Gambar 2. 2 Solarcell .....	8
Gambar 2. 3 Baterai <i>VRLA SMT Power</i> .....	10
Gambar 2. 4 Solar Charge Controller .....	12
Gambar 2. 5 Pyranometer .....	14
Gambar 2. 6 Pompa <i>dc</i> .....	15
Gambar 2. 7 Sprinkler.....	17
Gambar 3. 1 Skema Sistem Panel Surya.....	24
Gambar 3. 2 Lay Out area penyiraman bawang merah .....	27
Gambar 4. 1 Gambar konfigurasi pipa menggunakan sprinkler .....	48
Gambar 4. 2 Dokumentasi di lokasi pengujian alat.....	49
Gambar 4. 3 Grafik hubungan intensitas Cahaya matahari terhadap waktu ....	50
Gambar 4. 4 Grafik hubungan rata-rata Intensitas Cahaya matahari, tegangan panel, dan arus panel terhadap waktu .....	51
Gambar 4. 5 Grafik hubungan antara rata-rata daya input panel, daya output panel, dan efisiensi terhadap waktu .....	52
Gambar 4. 6 Grafik Hubungan Tegangan, arus dan daya pompa terhadap waktu	53
Gambar 4. 7 Grafik Hubungan Tegangan, arus dan daya pompa terhadap waktu	53
Gambar 4. 8 Grafik Hubungan Tegangan, arus dan daya pompa terhadap waktu	54
Gambar 4. 9 Grafik Hubungan daya pompa, tegangan dan arus terhadap putaran	55

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data pengujian hari pertama (21 Juni 2023).....	34
Tabel 4.2 Data pengujian hari kedua (22 Juni 2023).....	35
Tabel 4.3 Data pengujian hari ketiga (23 Juni 2023).....	36
Tabel 4.4 Data pengujian hari keempat (24 Juni 2023).....	37
Tabel 4.5 Data pengujian hari kelima (25 Juni 2023).....	38
Tabel 4.6 Data pengujian hari keenam (26 Juni 2023).....	39
Tabel 4.7 Efisiensi panel surya pada pengujian alat hari pertama.....	40
Tabel 4.8 Efisiensi panel surya pada pengujian alat hari kedua.....	41
Tabel 4.9 Efisiensi panel surya pada pengujian alat hari ketiga.....	42
Tabel 4.10 Efisiensi panel surya pada pengujian alat hari keempat.....	43
Tabel 4.11 Efisiensi panel surya pada pengujian alat hari kelima.....	44
Tabel 4.12 Efisiensi panel surya pada pengujian alat hari keenam.....	45
Tabel 4.13 Data pengujian pompa pada putaran 50% hari pertama.....	46
Tabel 4.14 Data pengujian pompa pada putaran 80% hari kedua.....	47
Tabel 4.15 Data pengujian pompa pada putaran 100% hari ketiga.....	47
Tabel 4.16 Data pengujian pompa pada putaran 80% hari keempat.....	47
Tabel 4.17 Data pengujian pompa pada putaran 100% hari kelima.....	48

## DAFTAR SIMBOL, SATUAN, DAN SINGKATAN

Simbol	Satuan	Keterangan
Pin	Watt	Daya Input
G	Watt/m <sup>2</sup>	Intensitas radiasi matahari
A	m <sup>2</sup>	Luasan sel fotovoltaik
V	Volt	Tegangan
I	Ampere	Arus
Pout	Watt	Daya output
Ah	Ampere-hour	Arus aki
Wh	Watt-hour	Daya aki
$\eta$	%	Efisiensi



**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 .....60



## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Geby Anggiani

Nim : 342 20 001

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul “Rancang Bangun Sistim Penyiraman Sprinkler Menggunakan Sumber Listrik PLTS” 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



Geby Anggiani  
NIM. 342 20 001

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Alifansyah Syawal

Nim : 342 20 018

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul “Rancang Bangun Sistim Penyiraman Sprinkler Menggunakan Sumber Listrik PLTS” 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



Muhammad Alifansyah Syawal  
NIM. 342 20 018

## RANCANG BANGUN SISTIM PENYIRAMAN SPRINKLER MENGUNAKAN SUMBER LISTRIK PLTS

### RINGKASAN

Sistem Sprinkler adalah suatu cara pemberian air untuk lahan pertanian dengan menirukan hujan, dengan menyemprotkan air memakai Sprinkler dengan bantuan pompa. Pompa adalah mesin atau peralatan mekanis yang digunakan untuk menaikkan cairan dari dataran rendah ke dataran tinggi atau untuk menaikkan tekanan cairan dari cairan bertekanan rendah ke cairan yang bertekanan tinggi atau untuk memindahkan sebuah cairan dari satu tempat ke tempat lainnya. Perpindahan Pada umumnya pompa digerakkan oleh motor, mesin atau sejenisnya.

Tujuan dari kegiatan ini adalah menghasilkan sistim penyiraman sprinkler menggunakan sumber listrik PLTS. Selain itu, kinerja dari alat ini memanfaatkan energi alternatif yaitu Cahaya matahari sebagai sumber listrik untuk menghemat biaya. Metode kegiatan ini dimulai dari tahap perancangan, pembuatan dan perakitan, kemudian dilakukan pengujian alat dan pengambilan data.

Berdasarkan dari hasil kegiatan diperoleh hasil alat berupa sistim penyiraman sprinkler menggunakan sumber listrik PLTS. Selain itu, diperoleh hasil mengenai kinerja dan penggunaan dari energi pompa, dan terbukti bahwa penyiraman dapat dilakukan dengan memanfaatkan sumber listrik PLTS untuk menghemat pengeluaran biaya bahan bakar.

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Seiring semakin terbatasnya deposit BBM atau bahan bakar dari fosil, maka pada satu dekade terakhir pertumbuhan teknologi yang memanfaatkan sumber-sumber energy yang dapat diperbaharui semakin berkembang dengan pesat. Energi terbarukan bukanlah suatu alternatif tetapi telah menjadi kebutuhan.

Pertumbuhan dan produksi tanaman ditentukan oleh interaksi antara potensi genetik dan lingkungan. Faktor lingkungan yang besar peranannya adalah air disamping faktor lain seperti kesuburan tanah dan iklim. Penting mengetahui pengaruh faktor lingkungan terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman secara terintegrasi agar dapat menentukan cara untuk mengoptimumkan produksi walaupun pada kondisi lingkungan yang sub-optimum (Nuril Hidayati, 2000).

Permasalahan air bagi pertanian terutama di lahan kering adalah persoalan ketidaksesuaian distribusi air antara kebutuhan dan pasokan menurut waktu dan tempat. Pengelolaan air berperan sangat penting dan merupakan salah satu kunci keberhasilan peningkatan produksi hasil tanaman pertanian. Pertumbuhan dan perkembangan tanaman dapat terhambat atau terganggu karena kebutuhan air yang tidak tercukupi. (Sudirman Sirait,dkk. 2020).

Energi surya merupakan energi yang potensial dikembangkan di Indonesia, mengingat Indonesia merupakan Negara yang terletak di daerah



khatulistiwa. Energi surya dapat dibangkit untuk seluruh daratan Indonesia mempunyai luas  $\pm 2$  juta  $\text{Km}^2$  adalah sebesar 5,10 mW atau 4,8kWh/ $\text{m}^2$  atau setara dengan 112.000 gWp yang didistribusikan. Adapun keunggulan-keunggulan energi surya dibanding dengan energi fosil menurut Wahyudi and Irsyad, (2018) yaitu :

1. Sumber energi yang mudah didapatkan
2. Ramah lingkungan
3. Sesuai untuk berbagai macam kondisi geografis
4. Instalasi, peograsian dan perawatan mudah
5. Listrik dari energi surya dapat disimpan dalam baterai

Jumlah air siraman yang tepat memang tidak mudah karena kebutuhan air bagi setiap tanaman sangat bervariasi. Kebutuhan air bagi setiap tanaman dipengaruhi oleh faktor lingkungan, umur tanaman, besar kecilnya ukuran tanaman, jenis media tanam, jenis tanamn itu sendiri, besar kecilnya pot, dan musim. Tanaman yang tidak pernah mendapatkan guyuran air hujan karena selalu berada dibawah atap membutuhkan air cukup banyak, terutama pada musim kemarau yang panas. Pada musim kemarau tanaman harus disiram dua kali sehari. Pemberian air siraman harus sampai batas kapasitas lapang. (Syahri Muharom,dkk. 2019).

Oleh karena itu rancang bangun pompa dc yang menggunakan sprinkler dapat memudahkan petani dalam Teknik penyiraman yang tadinya manual menjadi otomatis dan penggunaan plts yang relative murah sehingga kami

membuat suatu rancangan dengan judul **“Rancang Bangun Sistem Penyiraman Sprinkler Menggunakan Sumber Listrik PLTS”**.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dari penjelasan di atas dapat dirumuskan suatu permasalahan yang harus diselesaikan, yaitu :

1. Bagaimana membuat konfigurasi instalasi pipa untuk penyiraman menggunakan sprinkler dan pompa DC sistem PLTS.
2. Bagaimana cara menghitung efisiensi PLTS terhadap beban pompa air DC.

## **1.3 Ruang Lingkup Kegiatan**

1. *Supply* tegangan energi listrik dihasilkan dari sistem PLTS.
2. Objek penelitian alat adalah penyiraman bawang merah.

## **1.4 Tujuan kegiatan**

Adapun tujuan yang akan dicapai berdasarkan rumusan masalah adalah sebagai berikut :

1. Membuat konfigurasi instalasi pipa menggunakan sprinkler dan pompa DC sistem PLTS.
2. Menghitung efisiensi PLTS terhadap beban pompa air DC.

## **1.5 Manfaat Kegiatan**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Pemanfaatan PLTS sebagai *supply* tegangan pada pompa air untuk penyiraman tanaman.
2. Pemanfaatan sprinkler menggunakan pompa DC

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Energi**

Energi pada saat ini mempunyai peranan yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Energi merupakan pendukung bagi kegiatan ekonomi nasional dan dipakai sebagai alat untuk mencapai tujuan sosial, ekonomi, dan lingkungan . Selama ini penyangga utama kebutuhan energi. masih mengandalkan minyak bumi .Sementara itu tidak dapat dihindarkan bahwa minyak bumi semakin langka dan mahal harganya. Cadangan sumber energi fosil di seluruh dunia terhitung sejak 2002 yaitu 40 tahun untuk minyak, 60 tahun untuk gas alam, dan 200 tahun untuk batu bara.

Dengan keadaan semakin menipisnya sumber energi fosil tersebut, di dunia sekarang ini terjadi pergeseran dari penggunaan sumber energi tak terbarukan menuju sumber energi terbarukan. Potensi energi terbarukan, seperti: biomassa, panas bumi, energi surya, energi air, energi angin ,energi samudera,hydro power sampai saat ini belum banyak dimanfaatkan, padahal potensi energi terbarukan ini sangatlah besar khususnya di Indonesia.Dari sekian banyak sumber energi terbarukan seperti diatas penggunaan energi melalui solar cell / sel surya merupakan alternatif yang paling potensial untuk diterapkan di wilayah Indonesia.

Manfaat energi terbarukan yaitu :

- Dapat mengurangi pencemaran udara dan kerusakan lingkungan akibat eksplorasi.

- Biaya yang dikeluarkan untuk menghasilkan energi cenderung lebih murah karena sumber energinya tersedia secara gratis.

Energi surya merupakan salah satu energi yang sedang giat dikembangkan saat ini oleh pemerintah Indonesia karena sebagai negara tropis, Indonesia mempunyai potensi energi surya yang cukup besar (Saipul Manan,2011).

## **2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)**

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) adalah pembangkit listrik yang mengubah energi surya/energi matahari menjadi energi listrik. Cahaya matahari merupakan salah satu bentuk energi dari sumber daya alam. Sumber daya alam matahari ini sudah banyak digunakan untuk memasok daya listrik di satelit komunikasi melalui sel surya. Sel surya ini dapat menghasilkan energi listrik dalam jumlah yang tidak terbatas langsung diambil dari matahari. tanpa ada bagian yang berputar dan tidak memerlukan bahan bakar. Sehingga sistem sel surya sering dikatakan bersih dan ramah lingkungan (Sukri Hutasuhut, 2021).

### **2.2.1 Sel Surya**

Sel Surya atau Solar Cell adalah suatu perangkat atau komponen yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek Photovoltaic. Efek Photovoltaic adalah suatu fenomena dimana munculnya tegangan listrik karena adanya hubungan atau kontak dua elektroda yang Karena itulah sel surya (PV) sering disebut sel surya atau solar cell. Fenomena fotovoltaiik ditemukan oleh Henri Becquerel pada tahun 1839.

Arus listrik terjadi karena energi foton sinar matahari yang diterimanya dapat melepaskan elektron pada sambungan semikonduktor tipe-N dan tipe-P untuk mengalir. Sama seperti fotodiode (Photodiode), sel surya atau solar cell juga memiliki kontak positif dan negatif yang dihubungkan dengan suatu rangkaian atau perangkat yang membutuhkan sumber listrik. (Hayani, Stefanie, and Bangsa 2021).

### 2.2.2 Panel Surya

Panel surya adalah alat yang di gunakan untuk merubah energi matahari menjadi energi listrik. Panel surya dibuat dari material semikonduktor terutama silikon yang dilapisi oleh bahan tambahan khusus. Jika cahaya matahari mencapai cell maka electron akan terlepas dari atom silikon dan mengalir membentuk sirkuit listrik sehingga energi listrik dapat dibangkitkan. Cara kerja dari photovoltaic cell sangat tergantung kepada sinar matahari yang diterimanya. Panel sel surya menghasilkan arus yang digunakan untuk mengisi batere. Panel surya terdiri dari photovoltaic, yang menghasilkan listrik dari intensitas cahaya, saat intensitas cahaya berkurang (berawan, mendung, hujan) arus listrik yang dihasilkan juga berkurang (Mukhamad Khumaidi Usman, 2020).



Gambar 2. 1 Panel Surya

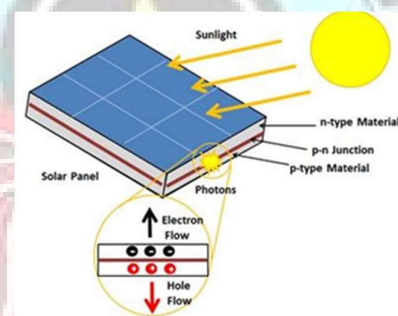
(sumber : Nusantara News . 2017)

### 2.2.3 Prinsip Kerja PLTS

Jika cahaya matahari mengenai panel surya, maka elektron-elektron yang ada pada sel surya akan bergerak dari N ke P, sehingga pada terminal keluaran dari panel surya akan menghasilkan energi listrik. Besarnya energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya berbeda-beda tergantung dari jumlah sel surya yang dikombinasikan didalam panel surya tersebut. Keluaran dari panel surya ini adalah berupa listrik arus searah (DC) yang besar tegangan keluarannya tergantung dengan jumlah sel surya yang dipasang didalam panel surya dan banyaknya sinar matahari yang menyinari panel surya tersebut (Elvy Sahnur Nasution,dkk.2022).

Keluaran dari panel surya ini sudah dapat digunakan langsung ke beban yang memerlukan sumber tegangan DC dengan konsumsi arus yang kecil. Agar energi listrik yang dihasilkan juga dapat digunakan pada kondisi – kondisi seperti pada malam hari (kondisi saat panel surya tidak disinari cahaya matahari), maka keluaran dari panel surya ini harus di hubungkan ke sebuah media penyimpanan (storage). Dalam hal ini adalah baterai. Tetapi ini tidak

langsung dihubungkan begitu saja dari panel surya ke baterai, tetapi harus dihubungkan ke rangkaian solar charger controller, dimana didalam rangkaian tersebut terdapat rangkaian pengisi Baterai otomatis (Automatic charger). Fungsi dari solar charger controller ini adalah untuk meregulasi tegangan keluaran dari panel surya dan mengatur arus yang masuk ke baterai secara otomatis. Selain itu solar charger controller berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan arus dari panel surya ke baterai secara otomatis dan juga berfungsi untuk memutuskan aliran arus dari baterai ke beban bila terjadi hubung singkat ataupun beban yang berlebihan.



Gambar 2. 2 Solarcell

(sumber: [www.wv99.xyz/ProductDetail.aspx](http://www.wv99.xyz/ProductDetail.aspx))

Panel Surya sebenarnya dapat langsung digunakan tanpa diberi rangkaian solar charger controller ataupun baterai, tetapi ini tidak dilakukan karena dapat membebani kinerja dari panel (akibat adanya beban yang berlebihan) sehingga akan terjadi kerusakan yang fatal pada panel surya tersebut. Selain itu solar charger controller ini juga berfungsi untuk mengamankan dari terjadinya kelebihan beban dari panel surya sehingga panel surya tidak cepat rusak (Teten Haryanto, dkk. 2021).

Hubungan batere dengan beban adalah dihubungkan paralel langsung ke beban. Jika batere tersebut telah terisi dengan penuh. Untuk melindungi batere akibat adanya beban yang berlebihan (over load) ataupun hubungsingkat pada beban, maka sebelum batere dihubungkan langsung harus melewati rangkaian proteksi. Dimana fungsinya sudah cukup jelas, yaitu untuk memproteksi ataupun melindungi batere akibat adanya beban yang berlebihan (over load) ataupun hubung singkat pada beban (Anwar Ilmar Ramadhan,dkk.2016).

Berikut ini adalah persamaan rumus yang digunakan pada panel surya (Julisman,dkk. 2017):

1) Daya Input

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

Dimana :

$P_{in}$  = Daya input sel fotovoltaik (watt)

$G$  = Intensitas radiasi matahari (watt/m<sup>2</sup>)

$A$  = Luasan sel fotovoltaik (m<sup>2</sup>)

2) Daya Output

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

Dimana

$P_{out}$  = Daya output sel fotovoltaik (watt)

$V$  = Tegangan (Volt)

$I$  = Arus (Ampere)



### 3) Efisiensi

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

## 2.2.4 Komponen PLTS

### 2.2.4.1 Baterai

Baterai sebagai sumber arus listrik searah (DC) dapat dikelompokkan menjadi dua macam, yaitu baterai elemen kering dan elemen basah. Baterai dapat disebut juga dengan istilah *accu* atau *accumulator* yang berarti menghimpun. Baterai adalah suatu peralatan yang dapat menghasilkan energi listrik dengan melalui proses kimia. Baterai mempunyai 2 elektroda yaitu elektroda positif dan elektroda negatif. Suatu beban apabila terhubung dengan elektroda-elektroda baterai, maka akan timbul reaksi elektro kimia dan terjadilah aliran arus listrik dari kutub positif menuju negatif (Triana, 2016).



Gambar 2. 3 Baterai VRLA SMT Power

(Sumber: Triana, 2016)

Jenis-jenis baterai sebagai berikut :

#### a. Baterai Asam

Baterai asam yang bahan elektrolitnya adalah larutan asam belerang (sulfuric acid = H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Didalam baterai asam, elektroda-

elektrodanya terdiri dari plat-plat timah peroksida  $PbO_2$  sebagai anoda (kutub positif) dan timah murni  $Pb$  sebagai katoda (kutub negatif) (Hamid et al. 2016).

b. Baterai Alkali

Baterai alkali bahan elektrolitnya adalah larutan alkali yang terdiri dari :

1. Nickel iron alkaline battery Ni-Fe Battery.
2. Nickel cadmium alkaline battery Ni Cd.

Battery Pada umumnya yang paling banyak digunakan adalah baterai alkali admium (NiCd).

Kapasitas baterai yaitu kemampuan baterai menyimpan daya listrik atau besarnya energi yang dapat disimpan dan dikeluarkan oleh baterai. Besarnya kapasitas, tergantung dari banyaknya bahan aktif pada plat positif maupun plat negatif yang bereaksi, dipengaruhi oleh jumlah plat tiap-tiap sel, ukuran, dan tebal plat, kualitas elektrolit serta umur baterai. Kapasitas energi suatu baterai dinyatakan dalam ampere jam (Ah), misalkan kapasitas baterai 100 Ah 12 volt artinya secara ideal arus yang dapat dikeluarkan sebesar 5 ampere selama 20 jam pemakaian.

Besar kecilnya tegangan baterai ditentukan oleh banyak sedikitnya sel baterai yang ada di dalamnya. Sekalipun demikian, arus hanya akan mengalir bila ada konduktor dan beban yang dihubungkan ke baterai. Kapasitas baterai menunjukkan kemampuan baterai untuk mengeluarkan arus (discharging) selama waktu tertentu. Pada saat baterai diisi (charging), terjadilah penimbunan

muatan listrik. Jumlah maksimum muatan listrik yang dapat ditampung oleh baterai disebut kapasitas baterai dan dinyatakan dalam ampere jam (Ampere hour) (Hamid,dkk. 2016).

#### 2.2.4.2 *Solar Charger Controller* (SCC)

*Solar 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 batere sudah 'penuh') dan kelebihan *voltage* dari panel surya akan mengurangi umur baterai (Andi Julisman,dkk. 2017).



Gambar 2. 4 Solar Charge Controller

(Sumber: [www.ubuy.co.id/en/product/1H0BQ2HPI-eeekit-30a-solar-charger](http://www.ubuy.co.id/en/product/1H0BQ2HPI-eeekit-30a-solar-charger))

Beberapa fungsi dari *solar charge controller* adalah sebagai berikut :

- Mengatur arus pengisian ke *battery*, menghindari *overcharging*.
- Mengatur arus yang dibebaskan/diambil dari *battery* tidak *full discharging* dan *overloading*.
- Monitoring temperatur *battery*.

Seperti yang telah disebutkan di atas *solar charge controller* yang baik biasanya mempunyai kemampuan mendeteksi kapasitas baterai. Bila battery sudah penuh terisi maka secara otomatis pengisian arus dari panel surya / solar cell berhenti. Cara deteksi adalah melalui monitor level tegangan batere. Solar charge controller akan mengisi battery sampai level tegangan tertentu, kemudian apabila level tegangan drop, maka baterai akan diisi kembali.

*Solar Charge Controller* biasanya terdiri dari : 1 input (2 terminal) yang terhubung dengan output panel surya/solar cell, 1 output (2 terminal) yang terhubung dengan baterai/aki dan 1 output (2 terminal) yang terhubung dengan beban (load). Arus listrik DC yang berasal dari battery tidak mungkin masuk ke panel sel surya karena biasanya ada diode protection yang hanya melewatkan arus listrik DC dari panel surya/solar cell ke baterai, bukan sebaliknya. Charge Controller bahkan ada yang mempunyai lebih dari 1 sumber daya, yaitu bukan hanya berasal dari matahari, tapi juga bisa berasal dari tenaga angin ataupun mikro hidro (Rusman, 2017).

#### 2.2.4.3 Instrumen Pengukuran

##### 2.2.4.3.1 Wattmeter

Watt Meter digital atau disebut juga elektronik secara umum dapat menghasilkan sampel arus dan tegangan beberapa ribu kali hanya dalam satu detik. Nilai rata-rata dari tegangan ini jika dikalikan dengan arus yang mengalir melalui perangkat maka hasilnya adalah “daya murni (True Power)”. Jika daya murni ini dibagi oleh VA (volt-ampere) yang nyata, maka hasilnya adalah “Power Factor”. Agar dapat menghitung arus dan tegangan RMS, power (watt), kilowatt-hours

(kwh), dan juga power factor, rangkaian dari perangkat ini perlu menggunakan nilai sampel. Model perangkat ini dalam kelas sederhana akan memberikan / menampilkan informasi pada layar display LCD. (<https://stellamariscollege.org/wattmeter/>)

#### 2.2.4.3.2 Pyranometer

Pyranometer adalah instrumen ilmiah yang digunakan untuk mengukur jumlah total radiasi matahari, baik langsung maupun menyebar, yang diterima oleh suatu permukaan . Instrumen ini dirancang untuk menangkap seluruh spektrum matahari dan memberikan pembacaan jumlah total energi matahari yang mencapai permukaan. Pyranometers digunakan untuk mengukur radiasi matahari untuk berbagai aplikasi, termasuk prakiraan cuaca, pengelolaan tanaman, dan yang paling umum, untuk merancang dan mengoperasikan sistem energi surya.



Gambar 2. 5 Pyranometer  
(Sumber : patagoniatools.com.air)

### 2.3 POMPA

Pompa adalah mesin atau peralatan mekanis yang digunakan untuk menaikkan cairan dari dataran rendah ke dataran tinggi atau untuk menaikkan tekanan cairan dari cairan bertekanan rendah ke cairan yang bertekanan tinggi atau untuk

memindahkan sebuah cairan dari satu tempat ke tempat lainya. Perpindahan Pada umumnya pompa digerakkan oleh motor, mesin atau sejenisnya. Banyak faktor yang menyebabkan jenis dan ukuran pompa serta bahan pembuatnya berbeda. antara lain jenis dan jumlah bahan cairan tinggi dan jarak pengangkutan serta tekanan yang diperlukan dan sebagainya.

Pompa air saat ini memiliki 2 tipe suplai daya. Yang pertama suplai daya arus bolak-balik. dan yang ke dua adalah suplai daya arus searah ataupun lebih dikenal DC. Kedua pompa air ini memiliki keunggulan masing-masing yang mana pada pompa AC memiliki keunggulan salah satunya sangat mudah di jumpai dipasaran dan menggunakannya sudah sangat mudah karena hanya di hubungkan pada daya yang bersumber pada PLN maka pompa sudah bisa dipergunakan. sedangkan pada pompa DC ia memiliki keunggulan di bidang harga yang terjangkau dan pompa ini hanya memerlukan sebuah baterai/aki kendaraan sepeda motor atau aki mobil maka pompa ini bisa langsung digunakan (Sukri Hutasuhut,2021).



Gambar 2. 6 Pompa *dc*  
(Sumber : <https://s3.bukalapak.com>)

## 2.4 SPRINKLER

Yang dimaksudkan dengan Sistem Sprinkler adalah suatu cara pemberian air untuk lahan pertanian dengan menirukan hujan, dengan menyemprotkan air memakai Sprinkler. Sistem Sprinkler dibagi dalam dua jenis utama yang didasarkan pada pengaturan semburan airnya, ialah:

1. Sistem ujung berputar

Ujung dari sprinkler dengan lubang kecil ditempatkan pada pipa tegak yang diletakkan dengan jarak tetap sepanjang pipa penyalur yang letaknya tegak lurus pada pipa sub utama. Pipa diletakkan pada permukaan tanah, kemungkinan pipa tegak letaknya lebih tinggi dari tanaman dan dapat diputar sampai 80. dilakukan dengan alat pemutar biasa atau Perputaran menggunakan sudu yang berputar karena adanya aliran air. Sistem ini digunakan untuk daerah dengan topografi yang tidak teratur.

2. Sistem pipa berlubang

Sistem ini terdiri dari lubang yang dibuat pada pipa mendatar yang direncanakan untuk membuat semburan air Sistem ini direncanakan untuk pengoperasian dengan tekanan rendah antara 0,50 - 2,50 kg/sm<sup>2</sup>. Tekanan ini demikian rendah sehingga dapat dihubungkan dengan tangki air. Semburan air yang dihasilkan dapat mencapai jarak antara 6 - 15 m'. Sistem ini dapat digunakan untuk tempat yang relatif tinggi dan cocok untuk tanah dengan infiltrasi sedang. Sistem ini cocok untuk memberikan air pada taman, tanaman dengan lahan yang sempit,

lapangan dan tumbuh tumbuhan dengan tinggi antara 40 - 60 cm. Air yang digunakan harus bersih untuk menghindarkan ke mungkinan tersumbatnya lubang penyembur.



Gambar 2. 7 Sprinkler

(Sumber: <https://ecs7.tokopedia.net>)

Pemberian air dengan sistem Sprinkler dapat dipakai pada kondisi sebagai berikut:

- tanah dangkal
  - lereng terjal dengan topografi tidak beraturan
  - tidak memerlukan pengukuran ketinggian lahan
  - tekanan air yang diperlukan antara 0,50 - 10 kg/cm<sup>2</sup>
  - tidak cocok untuk tanah dengan tekstur halus dan infiltrasi lambat
- daerah dengan angin panas tidak dapat diberi air dengan efisien.



- biaya perlengkapan tinggi tetapi biaya pekerja berkurang.

Jenis-jenis tanaman yang diberi air dengan Sistem Sprinkler antara lain: tomat, jengkol, terong, jagung, jeruk, kentang, cabai dan sebagainya. Pemilihan tipe sprinkler didasarkan pada informasi dari desain yang dilakukan oleh pabrik yang membuat perlengkapan sprinkler. mulai dari garis tengah ujung yang diinginkan, debit dan tekanan aliran air. Kombinasi antara jarak sistem sprinkler dengan gerakan dalam arah lateral cocok apabila diterapkan pada keadaan tanah dan angin yang bertiup di daerah yang direncanakan dipasang sistem sprinkler. Pemilihan dimaksudkan pula untuk menentukan klasifikasi sprinkler mana yang akan dipakai, hal ini berkaitan dengan investasi awal yang dimiliki atau disediakan (Soedarwoto Hadhiswoyo,1990).



## **BAB III METODE KEGIATAN**

### **3.1 Tempat dan Waktu Kegiatan**

Lokasi pembuatan alat Rancang Bangun Penyiraman Sprinkler Menggunakan Pompa DC Sumber Listrik PLTS dilaksanakan di Laboratorium Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang dan pengujian dilaksanakan di Dusun Dante Mararih, Desa Tangru, Kecamatan Malua, Kabupaten Enrekang (<https://maps.app.goo.gl/erN2myC7RyucjOs86>).

Waktu pembuatan pengerjaan rancang bangun ini dilakukan selama 6 bulan mulai dari bulan Maret 2023 sampai dengan Agustus 2023.

### **3.2 Alat dan Bahan**

Dalam pembuatan rancang bangun ini akan digunakan berbagai alat dan bahan. Adapun alat dan bahan yang digunakan adalah sebagai berikut :

#### **3.2.1 Alat**

- 1) Tang potong
- 2) Tang kombinasi
- 3) Gerinda
- 4) Pemotong besi
- 5) Obeng
- 6) Gergaji pipa
- 7) Laptop
- 8) Meteran

9) Pyranometer

10) Bor tangan

### 3.2.2 Bahan

1) Panel surya

2) Panel box

3) Pompa DC

4) Pipa

5) Baterai

6) Kabel

7) *SCC (Solar charge controller)*

8) Besi siku

9) MCB DC

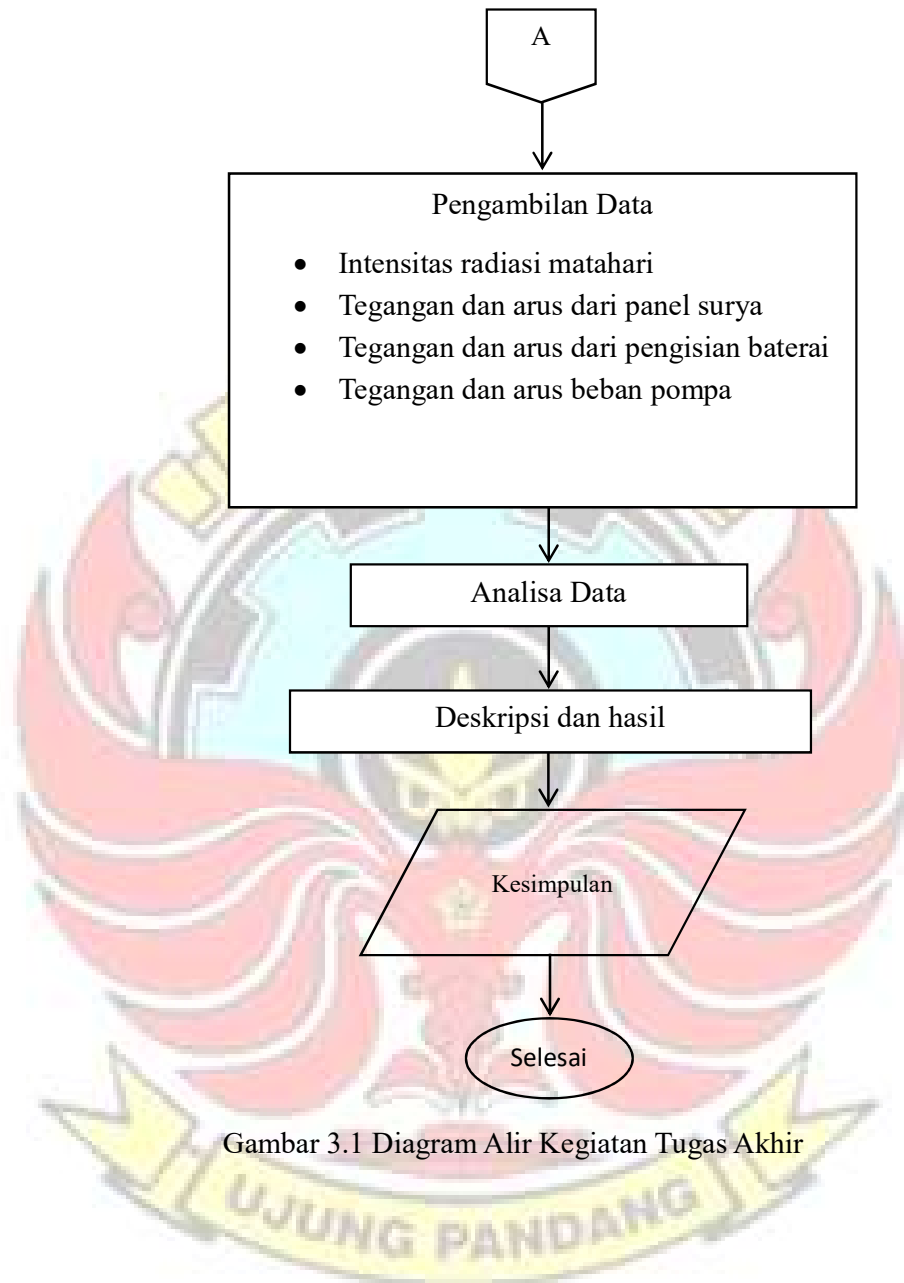
10) Wattmeter DC

11) Baut dan mur



### 3.3 Prosedur Kegiatan/Langkah kerja





Gambar 3.1 Diagram Alir Kegiatan Tugas Akhir

### 3.3.1 Studi Literatur

Tahap perencanaan dilakukan studi literatur mengenai sistem yang dibuat dengan tujuan mengumpulkan informasi agar memudahkan dalam pengerjaan rancang bangun dan kegiatan pengujian.

### 3.3.2 Perancangan

Tahap perancangan merupakan proses mendesain alat dengan kata lain membuat pola rancangan alat yang merupakan langkah awal. Tahap ini bertujuan untuk memberikan gambaran umum dari sistem yang akan berjalan dan mempertimbangkan beberapa rancangan agar Penyiraman Sprinkler Menggunakan Pompa DC Sumber PLTS ini berfungsi secara optimal.

### 3.3.3 Perakitan dan Pembuatan

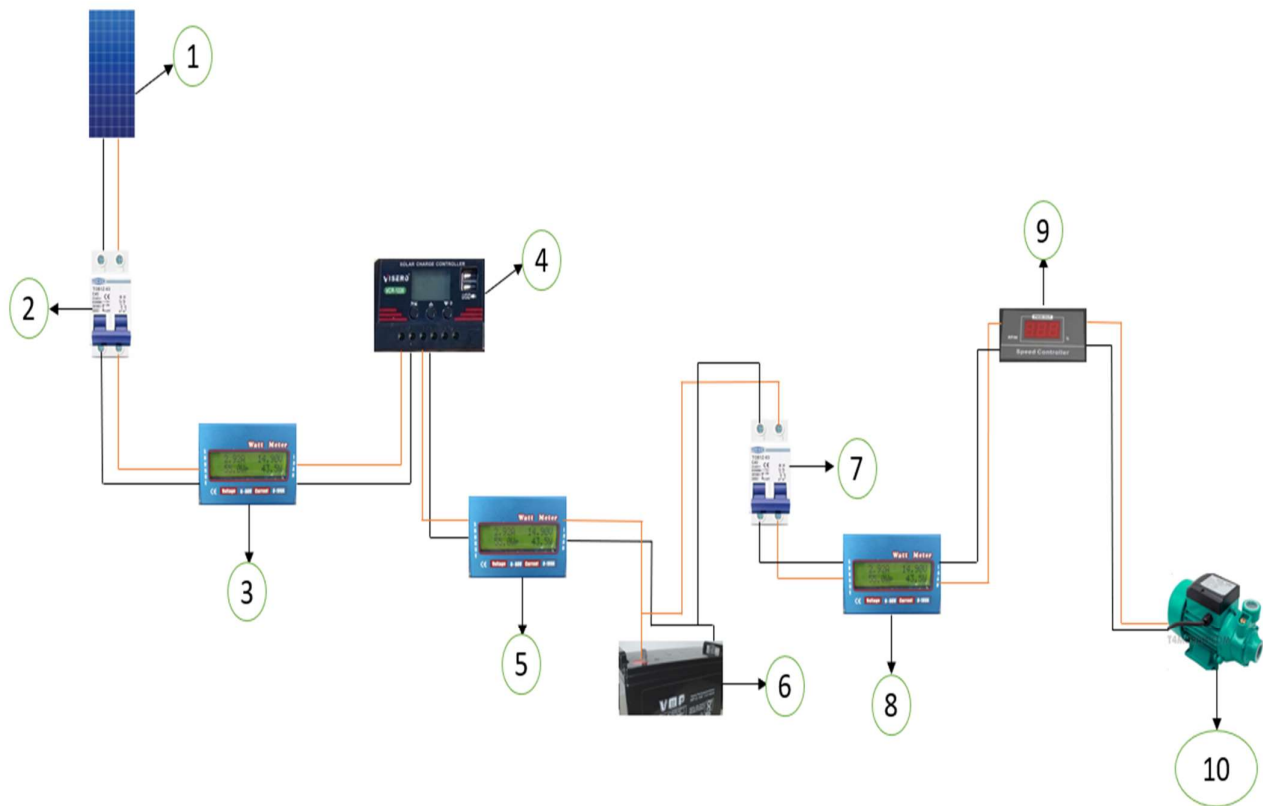
- 1) Menyiapkan semua alat dan bahan.
- 2) Membuat rangka yang akan berfungsi sebagai penyangga panel surya.
- 3) Memasang *solar charge controller*, baterai, dan saklar.
- 4) Memasang pompa DC.
- 5) Merangkai sambungan panel surya sebagai sumber pompa DC.
- 6) Membuat instalasi pipa.
- 7) Pemasangan sprinkler

### 3.3.4 Tahap Perakitan Rangka Panel Surya

Prosedur pembuatan dan perakitan rangka panel surya yaitu sebagai berikut

- 1) Menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan

- 2) Memotong besi siku sesuai dengan ukuran dimensi panel surya yang akan digunakan
- 3) Menyusun potongan besi siku secara memanjang sebagai penopang panel surya.
- 4) Setelah menentukan sudut kemiringan rangka panel surya, selanjutnya mengukur dan memotong besi siku yang akan dijadikan sebagai rangka dudukan panel surya.
- 5) Melakukan pengeboran terhadap kaki rangka dengan rangka panel.



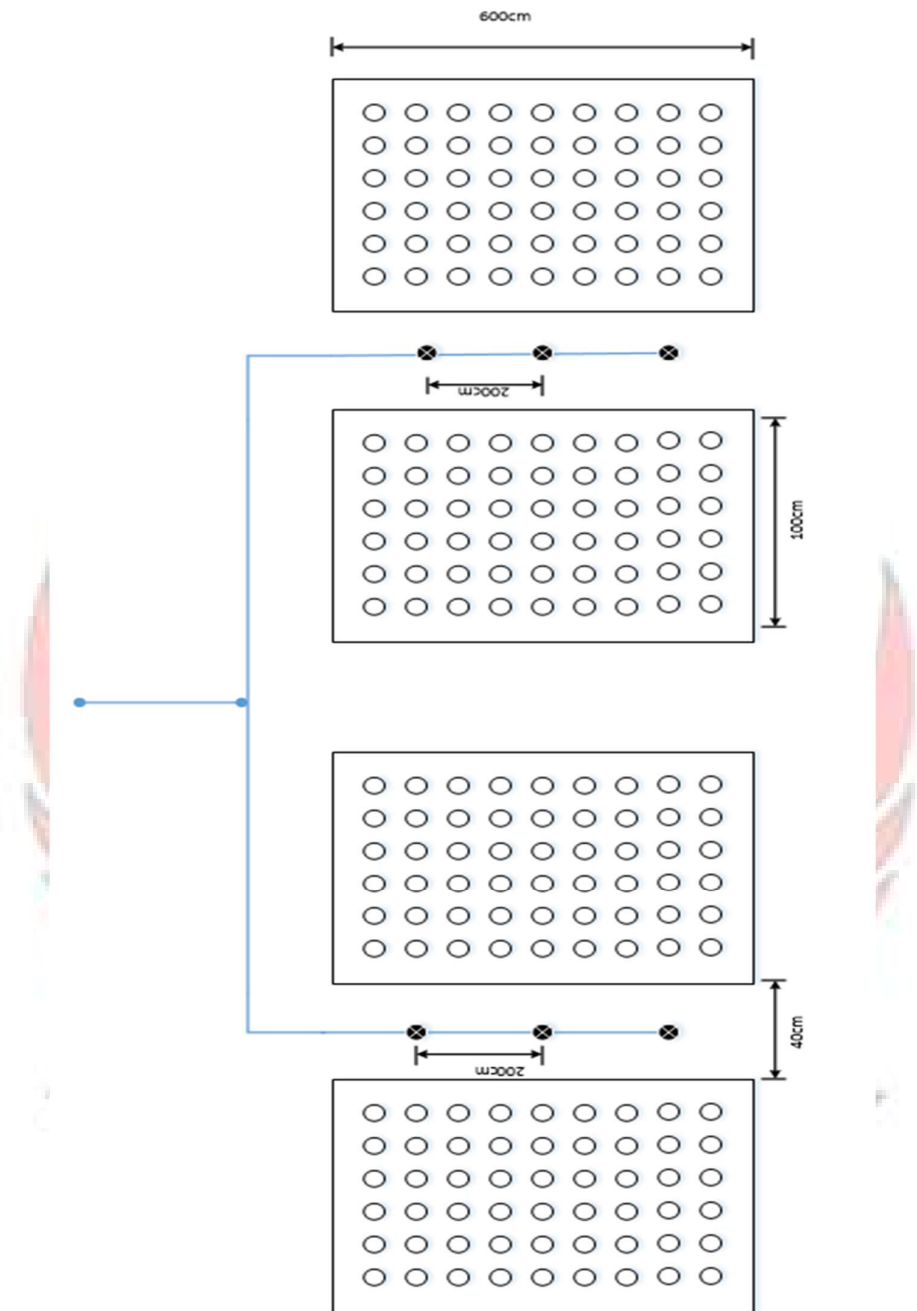
Gambar 3. 1 Skema Sistem Panel Surya

Keterangan Gambar 3.1 :

1. Panel Surya
2. MCB DC
3. Wattmeter DC
4. *Solar Charge Controller (SCC)*
5. Wattmeter DC
6. Aki/Baterai
7. MCB DC
8. Wattmeter DC
9. Speed Control
10. Pompa DC



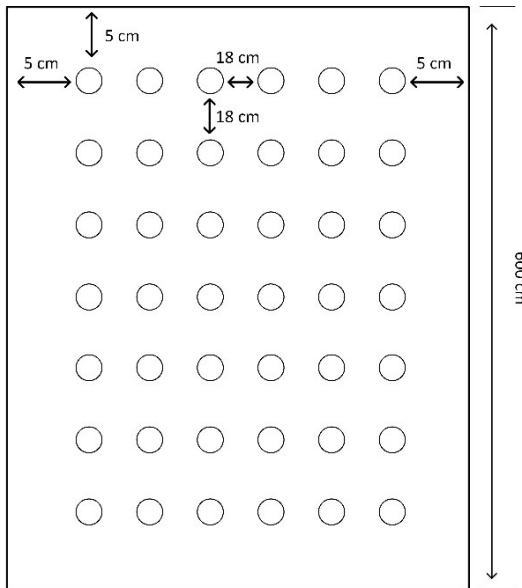




Luas bedeng = 100 cm x 600 cm

Jarak antar bedeng = 40 cm

Jarak antar sprinkler = 200 cm



Keterangan :

○ = Tanaman bawang merah

Gambar 3. 2 Lay Out area penyiraman bawang merah

Tabel 3.1 Spesifikasi intalasi pipa yang digunakan :

Pipa	Merek	Rucika
	Diameter	½ in dan 1 in
	Panjang	4 meter
Sambungan Tee stuck (T)	Merek	Rucika
	Diameter	½ in
Sambungan EL BOW	Merek	Rucika
	Diameter	½ in dan 1 in
Reducer	Merek	Rucika
	Diameter	1 in ke ½ in
Foot valve (Tusen klep)	Merek	Rucika
	Diameter	1 in

## **BAB IV HASIL DAN DESKRIPSI**

### **4.1 Deskripsi Lahan Tanaman Bawang Merah**

Dusun Dante Mararih, Kabupaten Enrekang memiliki Sumber Daya Alam yang baik karena struktur tanah yang ada disana membuat segala jenis sayuran, pohon, ataupun tanaman lainnya dapat tumbuh dengan baik dan subur disana. Salah satu sayuran yang potensial di daerah tersebut adalah bawang merah. Bawang merah tergolong tanaman sayuran yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan sudah sangat populer dikalangan masyarakat. Bawang merah sering digunakan masyarakat sebagai bahan olahan dalam berbagai jenis masakan. Pada umumnya tanaman bawang merah ditanam didaerah tinggi dan dipanen pada umur 40 hari setelah tanam. Luas lahan penyiraman sprinkler yang menggunakan sumber listrik PLTS sebesar 6 x 4 m dengan kapasitas produksi 21 ikat persatu kali panen dalam setahun 2 kali panen.

### **4.2 Hasil rancang bangun PLTS**

Sistem PLTS untuk mensuplai pompa DC 12V/180W menggunakan sistem off grid dengan back up baterai. Terdiri dari panel surya, *solar charge controller*, baterai dan beban pompa 12v dc/180W.

#### **4.2.1 Penentuan Jumlah Panel Surya**

Berdasarkan waktu ideal penyinaran radiasi matahari, proses *photovoltaic* optimalnya berlangsung 5 jam dalam sehari, sehingga untuk menghitung banyaknya panel surya yang digunakan adalah :

Panel surya = total daya : waktu optimal

$$= 180 \text{ Wh} : 5 \text{ h}$$

$$= 36 \text{ Wp}$$

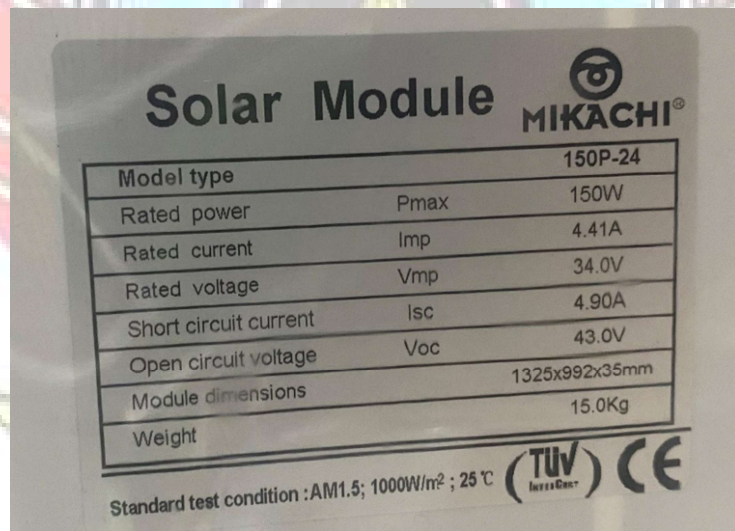
Karena panel surya yang rencana akan digunakan yaitu 150Wp, maka :

Jumlah panel surya = Total watt : PV Wp yang akan digunakan

$$= 36 \text{ Wp} : 150$$

$$= 0,24 = 1$$

Maka jumlah panel yang akan digunakan yaitu 1pcs.



Solar Module		MIKACHI®
Model type		150P-24
Rated power	Pmax	150W
Rated current	Imp	4.41A
Rated voltage	Vmp	34.0V
Short circuit current	Isc	4.90A
Open circuit voltage	Voc	43.0V
Module dimensions		1325x992x35mm
Weight		15.0Kg

Standard test condition : AM1.5; 1000W/m<sup>2</sup> ; 25 °C

(TUV) CE

Gambar 4.1 Spesifikasi panel surya

#### 4.2.2 Analisis Pemakaian Beban

Setelah memperoleh data spesifikasi alat dan data penggunaan beban maka dapat dihitung kebutuhan beban per hari seperti berikut:

Diketahui : Beban = pompa DC 12 V/180 W

Lama pemakaian = 1 h

Maka konsumsi energi beban yaitu:

$$W_{\text{Beban}} = P_{\text{Beban}} \times \text{Lama pemakaian}$$

$$W_{\text{Beban}} = 180 \text{ W} \times 1 \text{ h}$$

$$W_{\text{Beban}} = 180 \text{ Wh} = 0,18 \text{ kWh}$$

#### 4.2.3 Penentuan daya yang dibangkitkan

Besar daya yang dibangkitkan PLTS (Wattpack) sebagai berikut ;

Diketahui :  $G = 900,1 \text{ W/m}^2$

$$A = 1,3 \text{ m}^2$$

$$V = 16,8 \text{ V}$$

$$I = 4,35 \text{ A}$$

Untuk menghitung Fill factor sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{FF} &= \frac{V_{\text{mp}} \cdot I_{\text{mp}}}{V_{\text{oc}} \cdot I_{\text{sc}}} \\ &= \frac{34 \text{ Vdc} \times 4,41 \text{ Amp}}{43 \text{ V} \times 4,9 \text{ Amp}} \\ &= \frac{149,94}{210,7} \\ &= 0,71 \end{aligned}$$

#### Daya Input Panel Surya (Pin)

$$P_{in} (\text{panel}) = G \times A \times FF$$

$$P_{in} (\text{panel}) = 900,1 \text{ W/m}^2 \times 1,3 \text{ m}^2 \times 0,71$$

$$P_{in} (\text{panel}) = 830,79 \text{ Watt}$$

#### 4.2.4 Pemasangan panel surya

Untuk mendapatkan energi yang maksimum maka orientasi pemasangan rangkaian panel surya kearah matahari adalah hal yang penting untuk diperhatikan. Letak geografis wilayah Kabupaten Enrekang, Sulawesi Selatan berada pada koordinat antara 3° 14' 36" sampai 3° 50' 00" Lintang Selatan dan 119° 40' 53" sampai 120° 06' 33" Bujur Timur. Pemasangan panel surya untuk PLTS di area penanaman bawang merah di atur dengan sudut kemiringan 5°.

#### 4.2.5 Menentukan Kapasitas baterai

Dalam pemilihan baterai harus memperhitungkan keadaan-keadaan darurat (emergency) seperti pada suatu keadaan tertentu terjadi hujan ataupun langit berawan selama 3 hari berturut-turut, maka kapasitas baterai haruslah tiga kali lipat dari kapasitas yang diperlukan.

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Total Wh}}{(\text{Fk} \times \text{DOD (Depth of discharge)} \times \text{Nominal baterai Voltage}) \times \text{Days of autonomy}} \\ &= \frac{180 \text{ Wh}}{(0,85 \times 0,6 \times 12 \text{ V}) \times 3} \\ &= \frac{180 \text{ Wh}}{18,36} \\ &= 88,24 \text{ Ah} \end{aligned}$$

Maka dipilih spesifikasi baterai 12V/100Ah sesuai yang ada dipasaran.

Jumlah penyimpanan energi yang dibutuhkan sebagai berikut:

Diketahui:  $V = 12 \text{ V}$

$Ah = 100 \text{ Ampere-hour}$

Maka kapasitas Baterai yang dibutuhkan untuk beban pompa 12V dc sebesar 180

Wh/hari yaitu:

$$Wh = Ah \times V$$

$$Wh = 100 \text{ Ah} \times 12 \text{ V}$$

$$Wh = 1.200 \text{ Watt-hour}$$

Karena kapasitas aki yang akan digunakan hanya sebesar 80% dari kapasitas seluruhnya, maka:

$$Wh = 1.200 \text{ Watt-hour} \times 80\%$$

$$Wh = 960 \text{ Watt-hour}$$

Setelah dipilih 100 Ah maka dihitung lama pemakaian baterai sebagai berikut selama :

$$t = \frac{Wh}{P}$$

$$t = \frac{960 \text{ Watt-hour}}{180 \text{ W}}$$

$$t = 5,3 \text{ h}$$

#### 4.2.6 Penentuan Solar Charge Controller

Penentuan Solar Charge Controller berdasarkan spesifikasi panel surya sebagai berikut

- Wattpack Panel surya : 150 Wp
- $V_m$  : 34 Vdc
- $I_m$  : 4,41 Amp

- Voc : 43 V
- Isc : 4,9 Amp

Maka solar charge controller (SCC) dapat dihitung sebagai berikut

$$= (\text{Isc} \times \text{Jumlah panel surya}) \times \text{Faktor koreksi}$$

$$= (4,9 \text{ Amp} \times 1) \times 1,3$$

$$= 6,37 \text{ Amp}$$

Sehingga Solar Charge Controller yang digunakan sesuai spesifikasi yang dipasarkan yaitu :

Sistem Pv (12 dan 24 ) Volt

Tipe PMW

Arus maksimum 20 Amp

#### 4.2.7 Konstruksi Panel surya

Panel surya digunakan untuk menkonversi energi matahari menjadi energi listrik. Jenis panel surya yang digunakan yaitu Polycrystalline Silikon 150 Wp dengan luas 130cm x 100cm. Dudukan panel surya terbuat dari besi siku serbaguna dengan metode pemasangan bongkar pasang. Lokasi pemasangan panel surya berada di wilayah Kabupaten Enrekang, Sulawesi Selatan yang letak geografisnya berada pada koordinat antara 3° 14' 36" sampai 3° 50' 00" Lintang Selatan dan 119° 40' 53" sampai 120° 06' 33" Bujur Timur sehingga pemilihan sudut kemiringan panel surya yaitu 5°.



### 4.3 Tabel Data Pengujian

Tabel 4.3.1 Data pengujian hari pertama (21 Juni 2023)

Waktu (WITA)	Daya Input (Panel)				Daya Baterai			Kondisi Cuaca	SCC (V)
	Intensitas (Watt/m <sup>2</sup> )	V (V)	I (A)	P (W)	V (V)	I (A)	P (W)		
09:00	900,1	16,8	4,35	73,08	14,56	3,6	52,42	Cerah	12,5
09:15	902,7	17,52	4,98	87,25	14,50	3,69	53,51	Cerah	13,9
09:30	660,9	18,45	4,12	76,01	14,35	3,66	52,52	Cerah	13,9
09:45	780,2	18,63	4,50	83,84	15,92	5,32	84,69	Cerah	13,9
10:00	496,2	18,83	4,56	85,86	14,64	4,24	62,07	Cerah	15,1
10:15	980,0	20,03	7,33	146,82	17,32	8,29	143,58	Cerah	18,0
10:30	515,0	17,99	4,29	77,18	15,96	2,42	38,62	Cerah	16,3
10:45	1221	20,12	7,07	142,25	16,97	5,94	100,80	Cerah	17,7
11:00	854,4	18,67	3,50	65,35	16,12	3,01	48,52	Cerah	16,7
11:15	604,6	17,64	7,45	131,42	16,98	1,81	30,73	Cerah	16,3
11:30	806,5	19,03	2,93	55,76	15,97	2,52	40,24	Cerah	16,5
11:45	894,1	19,18	4,67	89,57	16,51	4,18	69,01	Cerah	16,9
12:00	1067	19,87	5,91	117,43	16,49	4,69	77,34	Cerah	16,9
12:15	1092	19,35	5,32	102,94	16,49	4,77	78,66	Cerah	17,0
12:30	731,3	18,47	2,97	54,86	16,24	3,26	52,94	Cerah	17,3
12:45	807,3	18,84	4,06	76,49	16,30	3,60	58,68	Cerah	16,9
13:00	560,9	18,37	2,61	47,95	16,07	2,05	32,94	Cerah	16,5
13:15	526,6	18,67	2,97	55,45	15,87	2,75	43,64	Cerah	16,4
13:30	724,2	18,35	3,22	59,09	16,09	2,41	38,78	Cerah	16,4
13:45	406,4	17,46	2,04	35,62	15,74	1,75	27,55	Mendung	16,2
14:00	379,5	18,05	1,96	35,38	15,92	1,83	29,13	Mendung	16,5
14:15	332,5	18,06	1,75	31,61	15,94	1,29	20,56	Mendung	16,5
14:30	287,4	17,72	1,52	26,93	15,83	1,24	19,63	Mendung	16,5
14:45	270,7	17,66	1,34	23,66	15,81	1,24	19,60	Mendung	16,3
15:00	266,7	17,75	1,33	23,61	15,90	1,23	19,56	Mendung	16,2
15:15	250,1	17,73	1,19	21,10	15,92	1,13	17,99	Mendung	16,3
15:30	178,5	16,13	1,07	17,26	14,61	0,66	9,64	Mendung	16,3
15:45	201,3	16,76	1,12	18,77	15,43	0,66	10,18	Mendung	16,3
16:00	176,6	16,95	0,87	14,75	15,24	0,66	10,06	Mendung	15,5

Tabel 4.3.2 Data pengujian hari kedua (22 Juni 2023)

Waktu (WITA)	Daya Input (Panel)				Daya Baterai			Kondisi Cuaca	SCC (V)
	Intensitas (Watt/m <sup>2</sup> )	Vin (V)	Iin (A)	Pin (W)	V (V)	I (A)	P (W)		
09:00	864,9	19,97	3,50	69,90	17,25	3,09	53,30	Cerah	17,5
09:15	939,6	19,64	3,72	73,06	16,80	3,59	60,31	Cerah	17,4
09:30	946,4	19,87	4,01	79,68	17,04	3,60	61,34	Cerah	17,9
09:45	981,6	19,92	4,20	83,66	16,94	4,15	70,30	Cerah	17,1
10:00	996,9	19,89	4,52	89,90	16,95	4,18	70,85	Cerah	17,6
10:15	1015	19,84	4,68	92,85	16,83	4,26	71,70	Cerah	17,6
10:30	1045	19,83	4,81	95,38	16,81	4,79	80,52	Cerah	17,6
10:45	1051	20,07	5,01	100,55	16,97	4,77	80,95	Cerah	17,6
11:00	1010	19,91	5,23	104,13	16,84	4,77	80,33	Cerah	17,6
11:15	1001	19,96	5,26	104,99	16,87	4,80	80,98	Cerah	17,6
11:30	990,6	19,94	5,27	105,08	16,87	4,81	81,14	Cerah	17,6
11:45	976,2	20,39	5,51	112,35	17,04	5,35	91,16	Cerah	17,8
12:00	969,0	19,82	4,40	87,21	15,91	2,41	38,34	Cerah	16,1
12:15	867,7	20,06	4,41	88,46	15,91	2,40	38,18	Cerah	16,4
12:30	783,0	20,56	5,73	117,81	20,35	5,36	109,08	Cerah	17,6
12:45	794,8	20,46	5,68	116,21	16,88	5,36	90,48	Cerah	17,6
13:00	743,8	20,98	5,86	122,94	17,10	4,18	71,48	Cerah	17,6
13:15	626,7	19,48	4,58	89,22	16,41	4,20	68,92	Cerah	17,0
13:30	628,9	19,74	5,26	103,83	16,50	4,91	81,02	Cerah	17,3
13:45	690,6	19,84	6,20	123,01	16,60	4,91	81,51	Cerah	17,3
14:00	604,6	17,64	4,67	82,38	16,70	4,80	80,16	Cerah	17,2
14:15	515,0	17,45	4,92	85,85	16,70	4,56	76,15	Cerah	17,2
14:30	496,2	16,83	4,56	76,74	16,66	3,73	62,14	Cerah	17,2
14:45	406,4	16,46	4,04	66,50	16,36	3,25	53,17	Cerah	17,2
15:00	270,7	16,60	1,35	22,41	14,70	0,66	9,70	Cerah	15,3
15:15	200,5	16,70	0,74	12,36	14,95	0,66	9,87	Mendung	15,3
15:30	195,8	16,70	0,75	12,53	14,75	0,35	5,16	Mendung	15,3
15:45	163,4	16,36	0,59	9,65	15,60	0,21	3,28	Mendung	15,3
16:00	159,9	16,83	0,57	9,59	15,33	0,14	2,15	Mendung	15,3

Tabel 4.3.3 Data pengujian hari ketiga (23 Juni 2023)

Waktu (WITA)	Daya Input (Panel)				Daya Baterai			Kondisi Cuaca	SCC (V)
	Intensitas (Watt/m <sup>2</sup> )	Vin (V)	Iin (A)	Pin (W)	V (V)	I (A)	P (W)		
09:00	217,7	15,84	1,02	16,16	14	0,66	9,24	Berawan	14,6
09:15	205,3	15,94	0,83	13,23	14,1	0,66	9,31	Berawan	14,7
09:30	144,5	15,47	0,58	8,97	14,16	0,34	4,81	Berawan	14,5
09:45	201,8	15,92	0,72	11,46	14,14	0,65	9,19	Berawan	14,7
10:00	212,1	15,92	0,71	11,30	14,31	0,66	9,44	Berawan	15
10:15	268	16,24	1,14	18,51	14,16	0,66	9,35	Berawan	14,4
10:30	317,1	16,68	1,24	20,68	14,51	1,21	17,56	Berawan	14,9
10:45	392,8	17,49	2,35	41,10	14,31	2,26	32,34	Berawan	14,8
11:00	679,7	17,56	3,5	61,46	14,64	3,02	44,21	Cerah	15,2
11:15	646,9	17,28	3,13	54,09	14,52	2,73	39,64	Cerah	15
11:30	821,2	17,79	4,06	72,23	15,01	3,61	54,19	Cerah	15,7
11:45	907	18,64	5,01	93,39	15,39	4,6	70,79	Cerah	15,9
12:00	1033	19,83	6,07	120,37	16,62	5,33	88,58	Cerah	16,2
12:15	370,3	17,61	1,75	30,82	15,42	1,34	20,66	Mendung	15,9
12:30	237,9	17,09	1,05	17,94	15,49	0,66	10,22	Mendung	16
12:45	260,3	16,93	1,15	19,47	15	0,67	10,05	Mendung	15,5
13:00	430	18,02	2,2	39,64	16,37	1,84	30,12	Mendung	17
13:15	292,5	17,6	1,43	25,17	15,81	1,24	19,60	Mendung	16,9
13:30	202,4	17,74	0,67	11,89	16,15	0,64	10,34	Berawan	16,5
13:45	342,8	17,48	2,75	48,07	15,69	2,49	39,07	Mendung	15,19
14:00	452,8	19,85	3,48	69,08	16,86	3,59	60,53	Mendung	17,5
14:15	764	18,92	2,39	45,22	16,44	1,84	30,25	Terik	17,3
14:30	1029	19,33	2,95	57,02	16,86	2,96	49,91	Terik	17,5
14:45	215,6	17,31	1,16	20,08	15,8	0,67	10,59	Mendung	16,3
15:00	369,7	18,49	1,66	30,69	16,18	1,25	20,23	Mendung	16,9
15:15	220,8	17,45	1,14	19,89	15,8	0,66	10,43	Mendung	16,2
15:30	162	18,24	0,87	15,87	16,12	0,66	10,64	Mendung	16,4
15:45	167,5	18,06	0,59	10,66	16,08	0,41	6,59	Mendung	16,7
16:00	169,2	17,5	0,55	9,63	16,13	0	0,00	Mendung	16,4

Tabel 4.3.4 Data pengujian hari keempat (24 Juni 2023)

Waktu (WITA)	Daya Input (Panel)				Daya Baterai			Kondisi Cuaca	SCC (V)
	Intensitas (Watt/m <sup>2</sup> )	Vin (V)	Iin (A)	Pin (W)	V (V)	I (A)	P (W)		
09:00	374,2	15,92	2,72	43,30	14,02	1,25	17,53	Cerah	14,4
09:15	275,4	16,11	2,17	34,96	14,4	1,27	18,29	Berawan	14,5
09:30	560,8	17,42	2,76	48,08	14,9	2,42	36,06	Cerah	15,6
09:45	712,1	18,37	3,03	55,66	15,74	2,42	38,09	Cerah	16,2
10:00	268,2	16,82	1,46	24,56	14,86	1,25	18,58	Mendung	15,2
10:15	223,9	17,33	1,17	20,28	15,52	0,79	12,26	Mendung	15,9
10:30	197,5	17,5	1,15	20,13	10,74	0,66	7,09	Mendung	16,1
10:45	250,4	16,24	1,16	18,84	14,42	0,71	10,24	Mendung	14,8
11:00	291,2	16,51	1,17	19,32	14,53	0,85	12,35	Mendung	14,9
11:15	469	18,51	2,92	54,05	15,65	2,45	38,34	Cerah	16,2
11:30	536,1	18,44	2,78	51,26	15,94	2,42	38,57	Cerah	16,7
11:45	687,3	19,73	3,09	60,97	17,01	2,99	50,86	Cerah	17,6
12:00	475,4	20,05	2,98	59,75	17,38	2,43	42,23	Mendung	17,8
12:15	435,2	17,96	1,75	31,43	15,82	1,25	19,78	Mendung	16,3
12:30	274,4	17,12	1,17	20,03	15,23	0,7	10,66	Mendung	15,6
12:45	284,6	17,53	1,17	20,51	15,47	0,97	15,01	Mendung	15,8
13:00	263,2	16,48	0,62	10,22	14,9	0,62	9,24	Mendung	15,2
13:15	271,3	16,55	0,65	10,76	15,1	0,62	9,36	Mendung	15,4
13:30	164,9	16,86	0,63	10,62	15,25	0,62	9,46	Mendung	15,6
13:45	169,2	14,81	0,72	10,66	14,83	0,66	9,79	Mendung	15,2
14:00	156,1	16,28	0,63	10,26	14,62	0,63	9,21	Mendung	15
14:15	759,9	19,04	2,81	53,50	17,33	2,42	41,94	Cerah	17,9
14:30	300,3	18,06	1,65	29,80	16	1,25	20,00	Mendung	16,4
14:45	293,6	17,52	1,18	20,67	15,54	0,92	14,30	Mendung	15,9
15:00	199,3	17,17	1,12	19,23	15,27	0,66	10,08	Mendung	15,6
15:15	189	16,1	0,92	14,81	14,81	0,66	9,77	Mendung	15,6
15:30	150,5	16,58	0,63	10,45	15,01	0,62	9,31	Mendung	15,3
15:45	131,1	16,3	0,58	9,45	15,24	0,14	2,13	Mendung	16
16:00	151,1	16,91	0,63	10,65	15,6	0,62	9,67	Mendung	15,8

Tabel 4.3.5 Data pengujian hari kelima (25 Juni 2023)

Waktu (WITA)	Daya Input (Panel)				Daya Baterai			Kondisi Cuaca	SCC (V)
	Intensitas (Watt/m <sup>2</sup> )	Vin (V)	Iin (A)	Pin (W)	V (V)	I (A)	P (W)		
09:00	879,2	17,62	4,82	84,93	13,70	4,62	63,29	Cerah	16,4
09:15	967,3	18,21	4,72	85,95	14,50	4,57	66,27	Cerah	17,1
09:30	967,3	17,75	4,67	82,89	15,63	4,36	68,15	Cerah	17,3
09:45	989,4	17,84	4,73	84,38	16,31	4,57	74,54	Cerah	17,2
10:00	1016	17,98	4,8	86,30	16,49	4,76	78,49	Cerah	17,4
10:15	1036	18,05	4,97	89,71	16,42	4,77	78,32	Cerah	17,4
10:30	1057	18,16	5,14	93,34	16,59	4,79	79,47	Cerah	16,3
10:45	1085	18,38	5,2	95,58	16,62	4,89	81,27	Cerah	17,7
11:00	1074	18,24	5,26	95,94	16,32	4,93	80,46	Cerah	16,7
11:15	975,6	18,41	5,25	96,65	15,17	4,82	73,12	Cerah	16,3
11:30	1014	18,42	5,26	96,89	15,21	4,92	74,83	Cerah	16,5
11:45	987,6	17,8	5,35	95,23	14,2	5,28	74,98	Cerah	16,9
12:00	1011	18,41	5,36	98,68	14,24	5,29	75,33	Cerah	16,9
12:15	1021	18,52	5,32	98,53	15,16	5,23	79,29	Cerah	17,0
12:30	1008	18,47	4,83	89,21	15,24	4,72	71,93	Cerah	17,3
12:45	1009	18,84	4,89	92,13	15,55	4,76	74,02	Cerah	17,2
13:00	903,6	18,24	4,63	84,45	15,51	4,19	64,99	Cerah	16,5
13:15	872,3	17,97	4,45	79,97	15,39	4,18	64,33	Cerah	16,4
13:30	821,2	17,82	4,12	73,42	15,3	3,77	57,68	Cerah	16,4
13:45	750,7	17,66	4,1	72,41	15,26	3,54	54,02	Cerah	16,2
14:00	734,3	17,45	3,94	68,75	15,2	3,61	54,87	Cerah	16,2
14:15	720,1	17,41	3,68	64,07	15,11	3,56	53,79	Cerah	16,3
14:30	684,7	17,28	3,5	60,48	15,08	3,02	45,54	Cerah	16,5
14:45	607,8	17,19	3,42	58,79	15,04	3	45,12	Mendung	16,3
15:00	596	17,1	3,27	55,92	14,84	3	44,52	Mendung	16,2
15:15	462,1	16,85	2,89	48,70	14,76	2,43	35,87	Mendung	16,3
15:30	434,7	16,75	2,64	44,22	14,57	2,38	34,68	Mendung	16,3
15:45	424,1	16,63	1,86	30,93	14,43	1,64	23,67	Mendung	16,3
16:00	390,9	16,6	1,24	20,58	14,24	0,66	9,40	Mendung	16,4

Tabel 4.3.6 Data pengujian hari keenam (26 Juni 2023)

Waktu (WITA)	Daya Input (Panel)				Daya Baterai			Kondisi Cuaca	SCC (V)
	Intensitas (Watt/m <sup>2</sup> )	Vin (V)	Iin (A)	Pin (W)	V (V)	I (A)	P (W)		
09:00	1115	16,11	0,72	11,60	14,9	0,72	10,73	Mendung	15,5
09:15	902,7	17,49	2,35	41,10	14,31	2,26	32,34	Mendung	15,9
09:30	660,9	18,21	4,09	74,48	15,63	3,65	57,05	Cerah	16,4
09:45	780,2	19,37	4,2	81,35	16,31	4,16	67,85	Cerah	17,1
10:00	496,2	19,66	4,61	90,63	16,49	4,18	68,93	Cerah	17,3
10:15	980,0	19,56	4,7	91,93	16,42	4,42	72,58	Cerah	17,2
10:30	515,0	19,69	5,02	98,84	16,59	4,76	78,97	Cerah	17,4
10:45	1221	19,71	5,3	104,46	16,62	4,98	82,77	Cerah	17,4
11:00	854,4	19,87	5,81	115,44	16,32	5,34	87,15	Cerah	15,8
11:15	604,6	18,33	2,88	52,79	15,17	2,41	36,56	Mendung	15,8
11:30	806,5	17,62	2,31	40,70	15,21	1,84	27,99	Mendung	14,7
11:45	894,1	16,15	1,24	20,03	14,2	0,88	12,50	Mendung	14,1
12:00	1067	15,37	0,59	9,07	13,4	0,32	4,29	Mendung	14,1
12:15	1092	15,29	0,57	8,72	13,88	0,24	3,33	Mendung	14,4
12:30	731,3	15,76	0,81	12,77	14,03	0,66	9,26	Mendung	15,1
12:45	807,3	15,66	1,03	16,13	14,51	0,74	10,74	Mendung	15,3
13:00	560,9	15,82	1,54	24,36	14,79	0,96	14,20	Cerah	15,3
13:15	526,6	15,98	2,05	32,76	15,09	1,18	17,81	Cerah	15,7
13:30	724,2	16,27	2,46	40,02	15,27	1,26	19,24	Cerah	15,9
13:45	406,4	16,37	2,55	41,74	15,97	1,5	23,96	Cerah	15,2
14:00	379,5	13,61	2,53	34,43	19,26	1,09	20,99	Mendung	14,9
14:15	332,5	12,63	1,57	19,83	11,93	0,82	9,78	Mendung	14,4
14:30	287,4	12,06	1,11	13,39	11,97	0,78	9,34	Mendung	17,9
14:45	270,7	19,04	2,81	53,50	17,32	2,42	41,91	Cerah	15,9
15:00	266,7	18,86	2,75	51,87	17,06	2,16	36,85	Mendung	15,9
15:15	250,1	17,79	2,64	46,97	16,6	1,9	31,54	Mendung	15,6
15:30	178,5	17,31	2,35	40,68	16,4	1,5	24,60	Mendung	15,6
15:45	201,3	17,03	2,3	39,17	16,17	1,02	16,49	Mendung	15,5
16:00	176,6	16,43	1,76	28,92	15,81	1,73	27,35	Mendung	15,5

#### 4.3.1 Perhitungan Efisiensi Panel Surya

Contoh perhitungan data pertama pada tabel 4.3.1

Diketahui :  $G = 900,1 \text{ W/m}^2$        $V = 16,8 \text{ V}$

$A = 1,3 \text{ m}^2$                        $I = 4,35 \text{ A}$

a) Daya Input Panel Surya ( $P_{in}$ )

$$P_{in} (\text{panel}) = G \times A \times \text{fill faktor}$$

$$P_{in} (\text{panel}) = 900,1 \text{ W/m}^2 \times 1,3 \text{ m}^2 \times 0,71$$

$$P_{in} (\text{panel}) = 830,79 \text{ Watt}$$

b) Daya Output Panel Surya ( $P_{out}$ )

$$P_{out} (\text{panel}) = V (\text{panel}) \times I (\text{panel})$$

$$P_{out} (\text{panel}) = 16,8 \text{ V} \times 4,35 \text{ A}$$

$$P_{out} (\text{panel}) = 73,08 \text{ Watt}$$

c) Efisiensi Panel

$$\eta_{\text{panel}} = \frac{P_{out} \text{ Panel}}{P_{in} \text{ Panel}} \times 100 \%$$

$$\eta_{\text{panel}} = \frac{73,08 \text{ Watt}}{830,79 \text{ Watt}} \times 100 \%$$

$$\eta_{\text{panel}} = 8,79 \%$$

Maka tabel Efisiensi Panel surya sebagai berikut :

Tabel 4.3.7 Efisiensi panel surya pada pengujian alat hari pertama (21 Juni 2023)

No	Jam (WITA)	Intensitas Matahari (Watt/m <sup>2</sup> )	Daya Input Panel (Watt)	Daya Output Panel (Watt)	Efisiensi (%)
1	09:00	900,1	830,79	73,08	8,79
2	09:15	902,7	833,19	87,24	10,47
3	09:30	660,9	610,01	76,01	12,46



4	09:45	780,2	720,12	83,83	11,64
5	10:00	496,2	457,99	85,86	18,74
6	10:15	980	904,54	146,81	16,23
7	10:30	515	475,34	77,17	16,23
8	10:45	1221	1126,98	142,24	12,62
9	11:00	854,4	788,61	65,34	8,28
10	11:15	604,6	558,04	131,41	23,54
11	11:30	806,5	744,39	55,75	7,49
12	11:45	894,1	825,25	89,57	10,85
13	12:00	1067	984,84	117,43	11,92
14	12:15	1092	1007,91	102,94	10,21
15	12:30	731,3	674,98	54,85	8,12
16	12:45	807,3	745,13	76,49	10,26
17	13:00	560,9	517,71	47,94	9,26
18	13:15	526,6	486,05	55,44	11,4
19	13:30	724,2	668,43	59,08	8,83
20	13:45	406,4	375,10	35,61	9,49
21	14:00	379,5	350,27	35,37	10,09
22	14:15	332,5	306,89	31,60	10,29
23	14:30	287,4	265,27	26,93	10,15
24	14:45	270,7	249,85	23,66	9,47
25	15:00	266,7	246,16	23,6	9,59
26	15:15	250,1	230,84	21,09	9,13
27	15:30	178,5	164,75	17,25	10,47
28	15:45	201,3	185,79	18,77	10,1
29	16:00	176,6	163,001	14,74	9,04

Tabel 4.3.8 Efisiensi panel surya pada pengujian alat hari kedua (22 Juni 2023)

No	Jam (WITA)	Intensitas Matahari (Watt/m <sup>2</sup> )	Daya Input Panel (Watt)	Daya Output Panel (Watt)	Efisiensi (%)
1	09:00	864,9	798,302	69,89	8,75
2	09:15	939,6	867,25	73,06	8,42
3	09:30	946,4	873,52	79,67	9,12
4	09:45	981,6	906,01	83,66	9,23
5	10:00	996,9	920,13	89,9	9,77
6	10:15	1015	936,84	92,85	9,91
7	10:30	1045	964,53	95,38	9,88



8	10:45	1051	970,07	100,55	10,36
9	11:00	1010	932,23	104,12	11,16
10	11:15	1001	923,92	104,98	11,36
11	11:30	990,6	914,32	105,08	11,49
12	11:45	976,2	901,03	112,34	12,46
13	12:00	969,0	894,38	87,208	9,75
14	12:15	867,7	800,88	88,46	11,04
15	12:30	783,0	722,709	117,808	16,301
16	12:45	794,8	733,6	116,21	15,84
17	13:00	743,8	686,52	122,94	17,907
18	13:15	626,7	578,44	89,21	15,42
19	13:30	628,9	580,47	103,83	17,88
20	13:45	690,6	637,42	123,008	19,29
21	14:00	604,6	558,04	82,37	14,76
22	14:15	515,0	475,34	85,85	18,06
23	14:30	496,2	457,99	76,74	16,75
24	14:45	406,4	375,107	66,49	17,72
25	15:00	270,7	249,85	22,41	8,96
26	15:15	200,5	185,06	12,35	6,67
27	15:30	195,8	180,72	12,52	6,93
28	15:45	163,4	150,81	9,65	6,4
29	16:00	159,9	147,58	9,59	6,49

Tabel 4.3.9 Efisiensi panel surya pada pengujian alat hari ketiga (23 Juni 2023)

No	Jam (WITA)	Intensitas Matahari (Watt/m <sup>2</sup> )	Daya Input Panel (Watt)	Daya Output Panel (Watt)	Efisiensi (%)
1	09:00	217,7	200,93	16,15	8,04
2	09:15	205,3	189,49	13,23	6,98
3	09:30	144,5	133,37	8,97	6,72
4	09:45	201,8	186,26	11,46	6,15
5	10:00	212,1	195,76	11,303	5,77
6	10:15	268	247,36	18,51	7,48
7	10:30	317,1	292,68	20,68	7,06
8	10:45	392,8	362,55	41,101	11,33
9	11:00	679,7	627,36	61,46	9,79
10	11:15	646,9	597,08	54,08	9,05
11	11:30	821,2	757,96	72,22	9,52

12	11:45	907	837,16	93,38	11,15
13	12:00	1033	953,45	120,36	12,62
14	12:15	370,3	341,78	30,81	9,01
15	12:30	237,9	219,58	17,94	8,17
16	12:45	260,3	240,25	19,46	8,103
17	13:00	430	396,89	39,64	9,98
18	13:15	292,5	269,97	25,16	9,32
19	13:30	202,4	186,81	11,88	6,36
20	13:45	342,8	316,404	48,07	15,19
21	14:00	452,8	417,93	69,07	16,52
22	14:15	764	705,17	45,21	6,41
23	14:30	1029	949,76	57,02	6,003
24	14:45	215,6	198,99	20,07	10,09
25	15:00	369,7	341,23	30,69	8,99
26	15:15	220,8	203,79	19,89	9,76
27	15:30	162	149,52	15,86	10,61
28	15:45	167,5	154,602	10,65	6,89
29	16:00	169,2	156,17	9,62	6,16

Tabel 4.3.10 Efisiensi panel surya pada pengujian alat hari keempat (24 Juni 2023)

No	Jam (WITA)	Intensitas Matahari (Watt/m <sup>2</sup> )	Daya Input Panel (Watt)	Daya Output Panel (Watt)	Efisiensi (%)
1	09:00	374,2	345,38	43,302	12,53
2	09:15	275,4	254,19	34,95	13,75
3	09:30	560,8	517,61	48,07	9,28
4	09:45	712,1	657,26	55,66	8,46
5	10:00	268,2	247,54	24,55	9,92
6	10:15	223,9	206,65	20,27	9,81
7	10:30	197,5	182,29	20,12	11,03
8	10:45	250,4	231,11	18,83	8,15
9	11:00	291,2	268,77	19,31	7,18
10	11:15	469	432,88	54,04	12,48
11	11:30	536,1	494,82	51,26	10,36
12	11:45	687,3	634,37	60,96	9,61
13	12:00	475,4	438,79	59,74	13,61

14	12:15	435,2	401,68	31,43	7,82
15	12:30	274,4	253,27	20,03	7,908
16	12:45	284,6	262,68	20,51	7,807
17	13:00	263,2	242,93	10,21	4,205
18	13:15	271,3	250,409	10,75	4,29
19	13:30	164,9	152,202	10,62	6,97
20	13:45	169,2	156,17	10,66	6,82
21	14:00	156,1	144,08	10,25	7,11
22	14:15	759,9	701,38	53,502	7,62
23	14:30	300,3	277,17	29,79	10,75
24	14:45	293,6	270,99	20,67	7,62
25	15:00	199,3	183,95	19,23	10,45
26	15:15	189	174,44	14,81	8,49
27	15:30	150,5	138,91	10,44	7,51
28	15:45	131,1	121,005	9,45	7,81
29	16:00	151,1	139,46	10,65	7,63

Tabel 4.3.11 Efisiensi panel surya pada pengujian alat hari kelima (25 Juni 2023)

No	Jam (WITA)	Intensitas Matahari (Watt/m <sup>2</sup> )	Daya Input Panel (Watt)	Daya Output Panel (Watt)	Efisiensi (%)
1	09:00	879,2	811,501	84,92	10,46
2	09:15	967,3	892,81	85,95	9,62
3	09:30	967,3	892,81	82,89	9,28
4	09:45	989,4	913,21	84,38	9,24
5	10:00	1016	937,76	86,304	9,203
6	10:15	1036	956,22	89,708	9,38
7	10:30	1057	975,61	93,34	9,56
8	10:45	1085	1001,45	95,57	9,54
9	11:00	1074	991,302	95,94	9,67
10	11:15	975,6	900,47	96,65	10,73
11	11:30	1014	935,92	96,88	10,35
12	11:45	987,6	911,55	95,23	10,44
13	12:00	1011	933,15	98,67	10,57
14	12:15	1021	942,38	98,52	10,45
15	12:30	1008	930,38	89,21	9,58
16	12:45	1009	931,307	92,12	9,89
17	13:00	903,6	834,02	84,45	10,12

18	13:15	872,3	805,13	79,96	9,93
19	13:30	821,2	757,96	73,41	9,68
20	13:45	750,7	692,89	72,406	10,44
21	14:00	734,3	677,75	68,75	10,14
22	14:15	720,1	664,65	64,06	9,63
23	14:30	684,7	631,97	60,48	9,56
24	14:45	607,8	560,99	58,78	10,47
25	15:00	596	550,108	55,91	10,16
26	15:15	462,1	426,51	48,69	11,41
27	15:30	434,7	401,22	44,22	11,02
28	15:45	424,1	391,44	30,93	7,901
29	16:00	390,9	360,8	20,58	5,705

Tabel 4. 3.12 Efisiensi panel surya pada pengujian alat hari keenam (26 Juni 2023)

No	Jam (WITA)	Intensitas Matahari (Watt/m <sup>2</sup> )	Daya Input Panel (Watt)	Daya Output Panel (Watt)	Efisiensi (%)
1	09:00	1115	1029,14	11,59	1,12
2	09:15	902,7	833,19	41,101	4,93
3	09:30	660,9	610,01	74,47	12,209
4	09:45	780,2	720,12	81,35	11,29
5	10:00	496,2	457,99	90,63	19,78
6	10:15	980,0	904,54	91,93	10,16
7	10:30	515,0	475,34	98,84	20,79
8	10:45	1221	1126,98	104,46	9,26
9	11:00	854,4	788,61	115,44	14,63
10	11:15	604,6	558,04	52,79	9,45
11	11:30	806,5	744,39	40,702	5,46
12	11:45	894,1	825,25	20,02	2,42
13	12:00	1067	984,84	9,06	0,92
14	12:15	1092	1007,91	8,71	0,86
15	12:30	731,3	674,98	12,76	1,8
16	12:45	807,3	745,13	16,12	2,16
17	13:00	560,9	517,71	24,36	4,705
18	13:15	526,6	486,05	32,75	6,73
19	13:30	724,2	668,43	40,02	5,98
20	13:45	406,4	375,107	41,74	11,12

21	14:00	379,5	350,27	34,43	9,83
22	14:15	332,5	306,89	19,82	6,46
23	14:30	287,4	265,27	13,38	5,04
24	14:45	270,7	249,85	53,502	21,41
25	15:00	266,7	246,16	51,86	21,06
26	15:15	250,1	230,84	46,96	20,34
27	15:30	178,5	164,75	40,67	24,69
28	15:45	201,3	185,79	39,16	21,08
29	16:00	176,6	163,001	28,91	17,74

#### 4.3.2 Pengujian beban PLTS (Pompa DC)

Pengujian pompa DC dilakukan selama 1 jam mulai dari pukul 20.00 hingga pukul 21.00 dengan menggunakan 6 buah sprinkler. Energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya disimpan di baterai. Energi Listrik yang tersimpan di baterai tersebut digunakan untuk menyalakan pompa untuk menggerakkan sprinkler. Berikut ini data hasil pengujian pompa :

Tabel 4.3.13 Data pengujian pompa pada putaran 50% hari pertama

Waktu	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya pompa (W)
20:00	5,61	3,76	21,09
20:10	5,68	3,52	19,99
20:20	5,67	3,48	19,73
20:30	5,69	3,38	19,23
20:40	5,66	3,31	18,73
20:50	5,71	3,29	18,78
21:00	5,68	3,32	18,85

Tabel 4.3.14 Data pengujian pompa pada putaran 80% hari kedua

Waktu	V (V)	I (A)	P (W)
20:00	9	6,09	54,81
20:10	9,03	5,59	50,47
20:20	9,09	5,71	51,90
20:30	9,01	5,53	49,82
20:40	8,9	5,44	48,41
20:50	8,84	5,28	46,67
21:00	8,84	5,13	45,34

Tabel 4.3.15 Data pengujian pompa pada putaran 100% hari ketiga

Waktu	V (V)	I (A)	P (W)
20:00	11,16	7,74	86,37
20:10	10,98	7,91	86,85
20:20	10,9	8,01	87,309
20:30	10,81	7,89	85,29
20:40	10,81	7,78	84,101
20:50	10,81	7,75	83,77
21:00	10,81	7,84	84,75

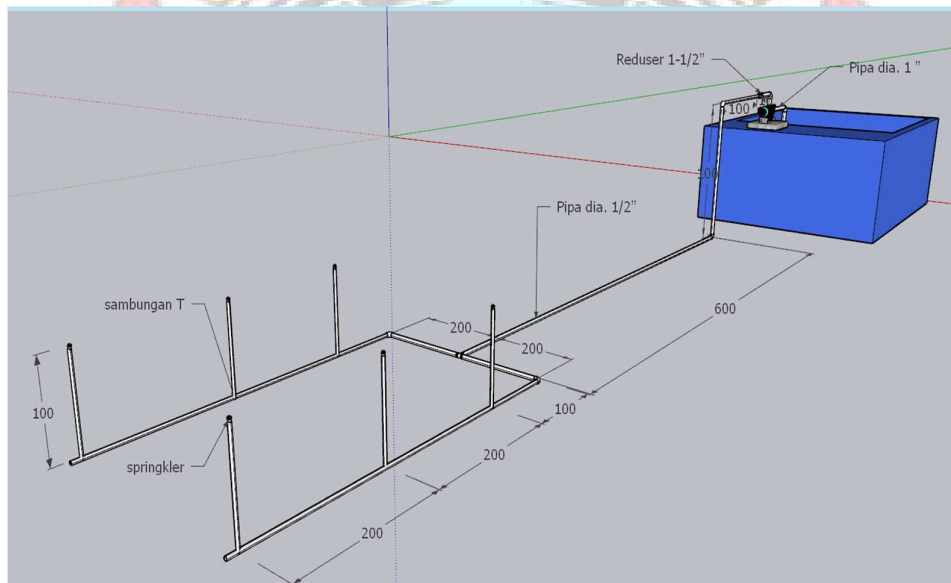
Tabel 4.3.16 Data pengujian pompa pada putaran 80% hari keempat

Waktu	V (V)	I (A)	P (W)
20:00	9,05	6,03	54,57
20:10	9,02	5,75	51,86
20:20	9,02	5,63	50,78
20:30	8,96	5,43	48,65
20:40	8,9	5,38	47,88
20:50	8,9	5,29	47,08
21:00	8,87	5,25	46,56

Tabel 4.3.17 Data pengujian pompa pada putaran 100% hari kelima

Waktu	V (V)	I (A)	P (W)
20:00	11,13	7,53	83,80
20:10	10,85	7,59	82,35
20:20	10,77	7,68	82,71
20:30	10,68	8,04	85,86
20:40	10,59	7,95	84,19
20:50	10,57	7,83	82,76
21:00	10,55	7,69	81,12

#### 4.4 Konfigurasi Pipa



Gambar 4. 1 Gambar konfigurasi pipa menggunakan sprinkler





Gambar 4. 2 Dokumentasi di lokasi pengujian alat.

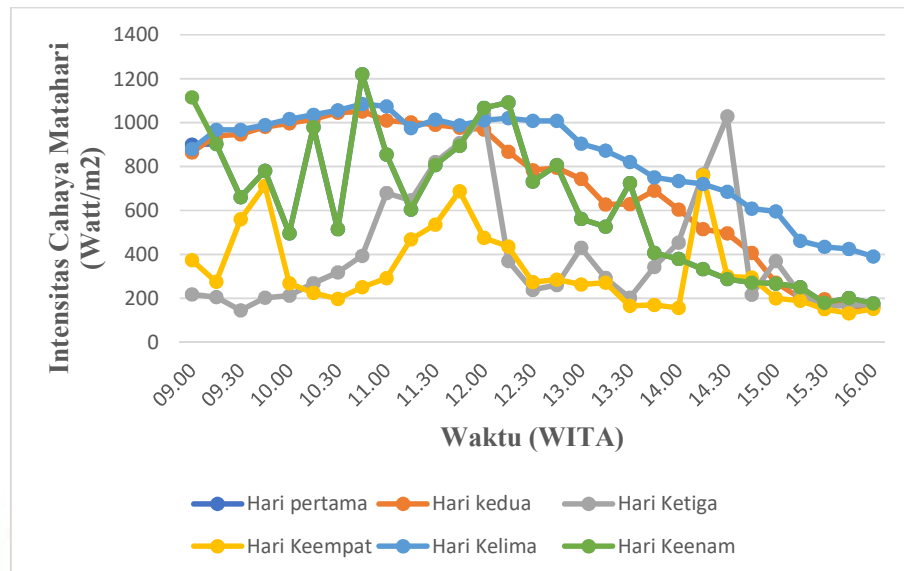
Dari Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 dapat dilihat konfigurasi pemipaan pada lahan tanaman bawang merah. Dapat diketahui luas bedeng pada perkebunan tanaman bawang merah pada umumnya adalah 100cm x 600cm dengan jarak antar bedeng sebesar 40cm. Penggunaan pipa untuk penyiraman ini menggunakan pipa dengan ukuran diameter  $\frac{1}{2}$  inci dan menggunakan pipa utama dari penampungan air dengan ukuran diameter 1 inci. Tinggi pipa sprinkler yang digunakan adalah 100cm dengan jarak masing-masing sprinkler adalah 200cm.

Dari konfigurasi pipa tersebut didapatkan radius hasil penyiraman untuk putaran pompa 50% sebesar 30cm, untuk putaran 80% sebesar 80cm, dan untuk putaran 100% sebesar 100cm.



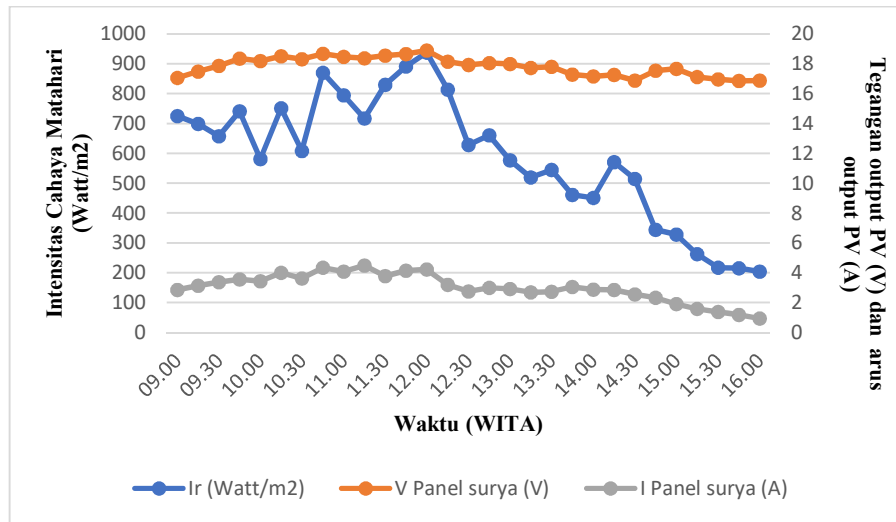
## 4.5 Grafik dan Pembahasan

### 4.5.1 Panel Surya



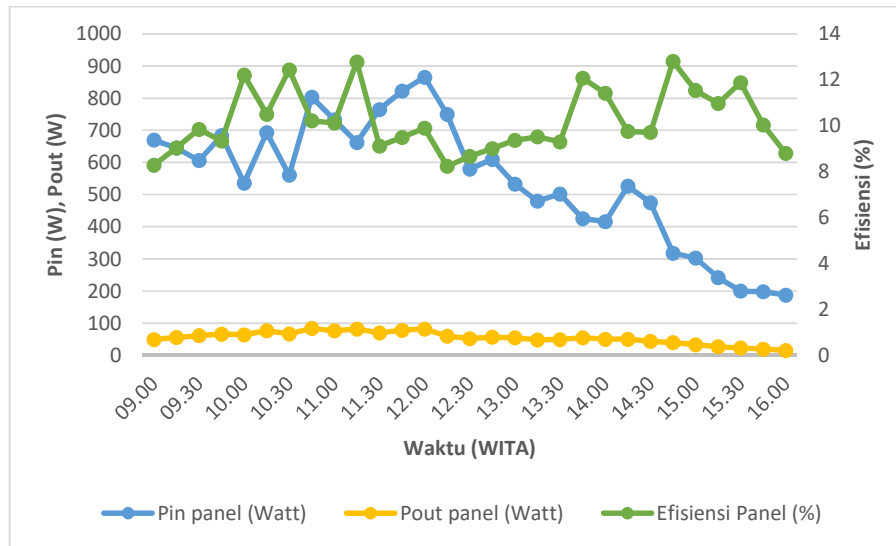
Gambar 4. 3 Grafik hubungan intensitas Cahaya matahari terhadap waktu

Dari Gambar diatas dapat kita lihat hubungan antara intensitas Cahaya matahari terhadap waktu, dimana intensitas cahaya matahari cenderung berubah ubah atau tren grafiknya fluakuatif (naik/turun) hal ini disebabkan karena adanya perubahan cuaca yang mempengaruhi intensitas Cahaya matahari. Nilai maksimum intensitas Cahaya matahari terjadi pada hari keenam pukul 10.45 dengan intensitas Cahaya matahari sebesar 1221 Watt/m<sup>2</sup> dan nilai minimum intensitas Cahaya matahari terjadi pada hari keempat pukul 15.45 dengan intensitas Cahaya matahari sebesar 131,1 Watt/m<sup>2</sup>. Hal ini dipengaruhi oleh kondisi cuaca yang kadang mendung dan kadang cerah.



Gambar 4. 4 Grafik hubungan rata-rata Intensitas Cahaya matahari, tegangan panel, dan arus panel terhadap waktu

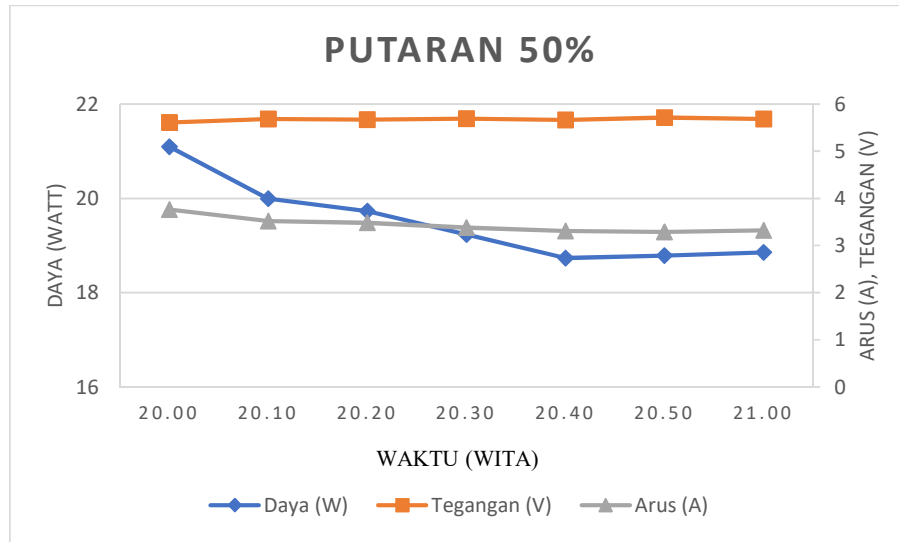
Dari Gambar diatas dapat kita lihat hubungan antara rata-rata intensitas Cahaya matahari, tegangan panel, dan arus panel terhadap waktu, dimana tegangan dan arus dipengaruhi oleh intensitas radiasi matahari atau perubahan cuaca. Nilai maksimum rata-rata tegangan panel surya selama pengujian terjadi pada pukul 12.00 dengan rata-rata tegangan sebesar 18,89 Volt dan nilai minimum rata-rata tegangan panel surya selama pengujian terjadi pada pukul 16.00 dengan rata-rata tegangan sebesar 16,87 Volt. Untuk nilai maksimum rata-rata arus panel surya selama pengujian terjadi pada pukul 11.15 dengan rata-rata arus sebesar 4,48 A dan nilai minimum rata-rata arus panel surya selama pengujian terjadi pukul 16.00 dengan rata-rata arus sebesar 0,93 A.



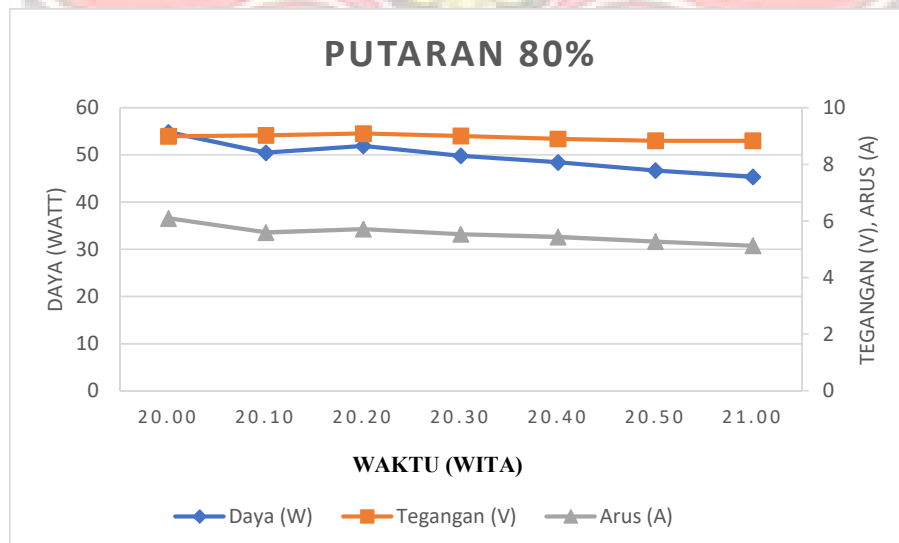
Gambar 4. 5 Grafik hubungan antara rata-rata daya input panel, daya output panel, dan efisiensi terhadap waktu

Dari Gambar diatas dapat kita lihat hubungan antara rata-rata daya input panel, daya output panel, dan efisiensi terhadap waktu, dimana daya input dan daya output mengalami kenaikan kemudian menurun seiring berjalannya waktu. Nilai maksimum rata-rata daya input panel selama pengujian terjadi pada pukul 12.00 dengan rata-rata daya sebesar 864,91 Watt dan nilai minimum rata-rata daya input panel selama pengujian terjadi pada pukul 16.00 dengan rata-rata daya sebesar 188,33 Watt. Sedangkan Untuk nilai maksimum rata-rata daya output panel selama pengujian terjadi pada pukul 10.45 dengan rata-rata daya sebesar 83,79 Watt dan nilai minimum rata-rata daya panel selama pengujian terjadi pukul 16.00 dengan rata-rata daya sebesar 15,68 Watt.

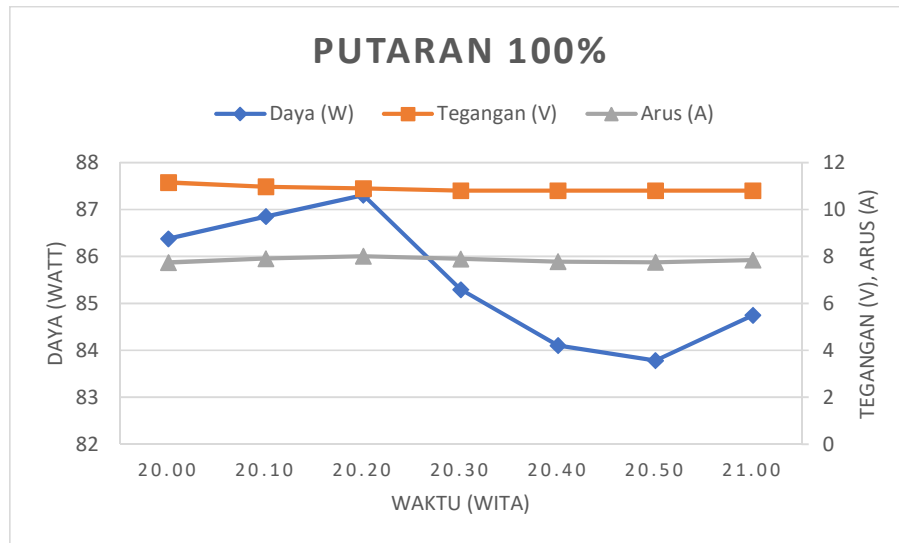
#### 4.5.2 Pompa



Gambar 4. 6 Grafik Hubungan Tegangan, arus dan daya pompa terhadap waktu

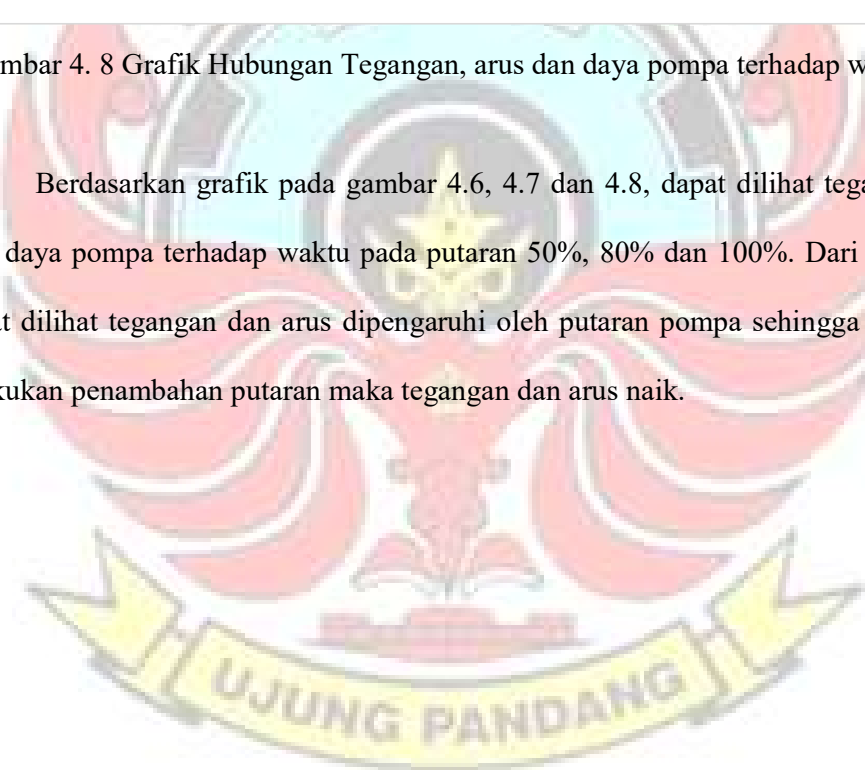


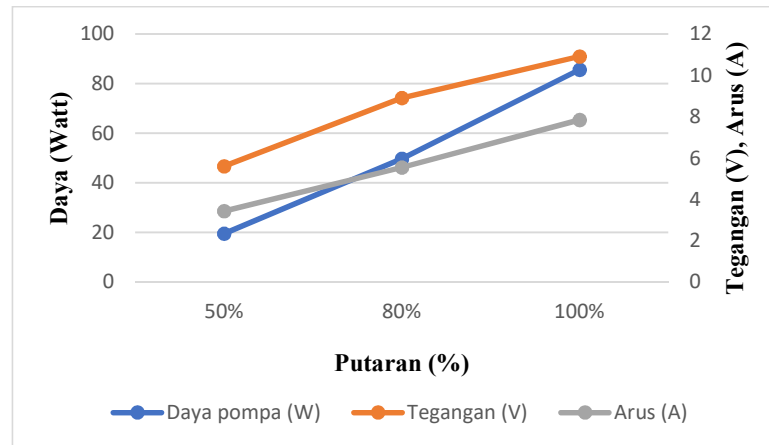
Gambar 4. 7 Grafik Hubungan Tegangan, arus dan daya pompa terhadap waktu



Gambar 4. 8 Grafik Hubungan Tegangan, arus dan daya pompa terhadap waktu

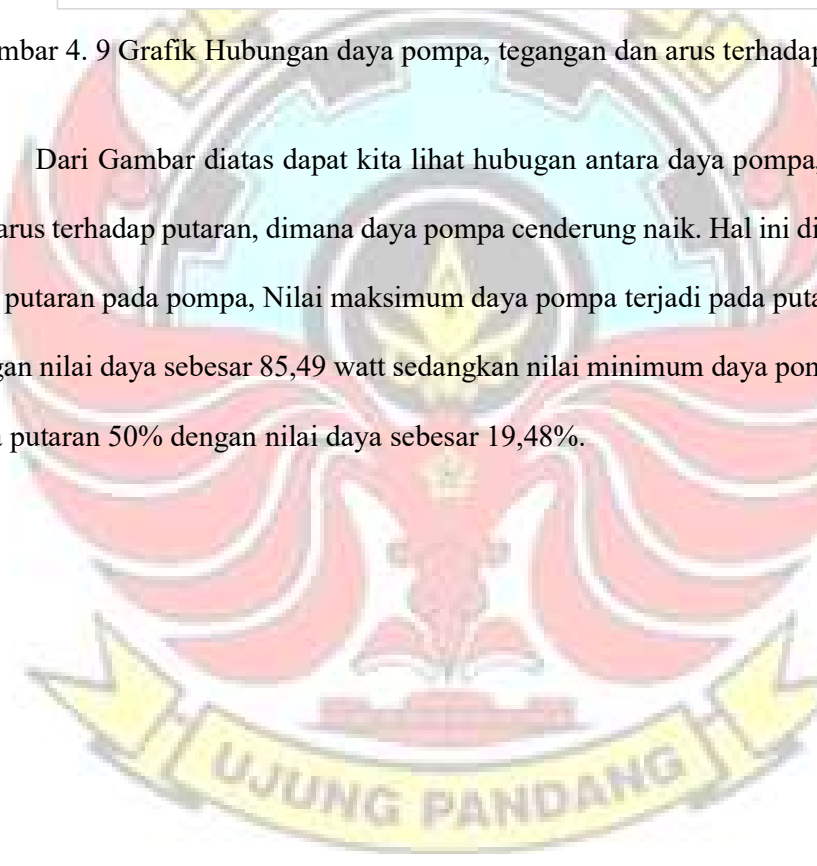
Berdasarkan grafik pada gambar 4.6, 4.7 dan 4.8, dapat dilihat tegangan, arus daya pompa terhadap waktu pada putaran 50%, 80% dan 100%. Dari grafik dapat dilihat tegangan dan arus dipengaruhi oleh putaran pompa sehingga setiap dilakukan penambahan putaran maka tegangan dan arus naik.





Gambar 4. 9 Grafik Hubungan daya pompa, tegangan dan arus terhadap putaran

Dari Gambar diatas dapat kita lihat hubungan antara daya pompa, tegangan dan arus terhadap putaran, dimana daya pompa cenderung naik. Hal ini dipengaruhi oleh putaran pada pompa, Nilai maksimum daya pompa terjadi pada putaran 100% dengan nilai daya sebesar 85,49 watt sedangkan nilai minimum daya pompa terjadi pada putaran 50% dengan nilai daya sebesar 19,48%.



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 KESIMPULAN**

Dari hasil pembahasan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan pipa untuk penyiraman tanaman menggunakan pipa dengan ukuran diameter  $\frac{1}{2}$  inci dan menggunakan pipa utama dari penampungan air dengan ukuran diameter 1 inci. Tinggi pipa sprinkler yang digunakan adalah 100cm dengan jarak masing-masing sprinkler adalah 200cm. Dari konfigurasi pipa tersebut didapatkan radius hasil penyiraman untuk putaran pompa 50% sebesar 30cm, untuk putaran 80% sebesar 80cm, dan untuk putaran 100% sebesar 100cm.
2. Pembangkit listrik tenaga surya merupakan pembangkit listrik yang memanfaatkan matahari sebagai sumber daya. Pembangkit listrik tenaga surya mengubah sel surya untuk menghasilkan listrik. Faktor yang sangat penting dalam menentukan seberapa banyak listrik yang dihasilkan oleh panel surya yaitu efisiensi panel surya.

#### **5.1 SARAN**

Adapun saran yang dapat diberikan guna pengembangan tugas akhir ini kedepannya yaitu:

1. Penambahan sensor otomatis pada pompa untuk mengatur waktu penyiraman agar pada saat penyiraman tidak memerlukan pengawasan manusia.

## DAFTAR PUSTAKA

- Hadhiswoyo, S. (1990). Sprinkler sebagai sistem pemberian air irigasi.
- Hamid, R. M., Rizky, R., Amin, M., & Dharmawan, I. B. (2016). Rancang Bangun Charger Baterai Untuk Kebutuhan UMKM. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 4(2), 130-136.
- Haryanto, T. (2021). Perancangan Energi Terbarukan Solar Panel Untuk Essential Load Dengan Sistem Switch. *Jurnal Teknik Mesin Mercuri Buana*, 10(1), 41-50.
- Hidayati, N. (2000). Hubungan Air dan Tanaman Dipelajari Secara Terintegrasi dengan Model Simulasi Dinamik. *Berita Biologi*, 5(2), 187-202.
- Hutasuhut, S. (2021). *Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai Sumber Energi Lampu LED Superbright dan Pompa Air DC pada Kolam Ikan Mas* (Doctoral dissertation, UMSU).
- Hutasuhut, S. (2021). *Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai Sumber Energi Lampu LED Superbright dan Pompa Air DC pada Kolam Ikan Mas* (Doctoral dissertation, UMSU).
- Julisman, A., Sara, I. D., & Siregar, R. H. (2017). Prototipe Pemanfaatan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Pada Sistem Otomasi Stadion Bola. *Jurnal Komputer, Informasi Teknologi, dan Elektro*, 2(1).



- Muharom, S., Suseno, H., & Setyawan, S. A. (2019, September). Rancang Bangun Sistem Penyiram Tanaman Bawang Merah Secara Otomatis. In *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan* (Vol. 1, No. 1, pp. 385-390).
- Nasution, E. S. (2022). Sistem Analisis Desain Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 50 WP. *Journal of Engineering and Science*, 1(1), 1-8.
- Ramadhan, A. I., Diniardi, E., & Mukti, S. H. (2016). Analisis desain sistem pembangkit listrik tenaga surya kapasitas 50 WP. *Jurnal Teknik*, 37(2), 59-63.
- Sirait, S., Hendris, H., & Agustia, D. (2020). Teknologi Tata Kelola Air Irigasi Sprinkler Otomatis Pada Lahan Usaha Tani Desa Seputuk Kabupaten Tana Tidung. *Jurnal Bisnis Tani*, 6(2), 98-108.
- Stefanie, A., & Bangsa, I. A. (2021). Hybrid Generator Thermoelektrik Panel Surya Thin Film Sf 170-S Cis 170 Watt Pada Plts 1 Mw Cirata. *Jurnal Teknik Elektro Uniba (JTE UNIBA)*, 6(1), 154-160.
- Triana, N. J. (2016). *Alat Pengisi Ulang (Charger) Portable Baterai Sepeda Motor Dengan Indikator Tampilan Melalui Lcd 16 X 2*. Politeknik Negeri Sriwijaya: Diss
- Usman, M. K. (2020). Analisis intensitas cahaya terhadap energi listrik yang dihasilkan panel surya. *Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro*, 9(2), 52-57.

Wahyudi, R., & Irsyad, M. (2018). Potensi Energi Terbarukan di Provinsi Lampung  
Untuk Mewujudkan Kemandirian Energi. *Semin. Nas. Has. Penelit. SAINS,  
Teh. DAN Apl. Ind.*



Lampiran 1

Dokumentasi Kegiatan



(a)



(b)



(c)

(a) Pemotongan besi rangka panel surya, (b) Pemasangan rangka panel surya, (c)

Pengencangan baut pada rangka panel surya



Pemasangan Wattmeter pada box panel



Pemasangan instalasi listrik





Instalasi PLTS



Proses pengisian baterai







Dokumentasi pada saat penyiraman menggunakan sprinkler

## LEMBAR REVISI JUDUL TUGAS AKHIR

Nama : Geby Anggiani/Muhammad Alifansyah Syawal

NIM : 34220001/34220018

### Catatan Daftar Revisi Penguji :

No.	Nama	Uraian	Tanda Tangan
	Sonong, ST, MT.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- gambar hal. 23</li> <li>- lengkapi spesifikasi panel, pipa</li> <li>- Penjelasan grafik.</li> </ul>	
	Mur Rahmah, ST, MT.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pada tabel data ada ket. sec apa satuannya?</li> <li>- efisiensi hub dengan data.</li> </ul>	
	Muh. Yusni Yunus	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hitungan jumlah panel</li> <li>- Hitungan faktor koreksi</li> <li>- Penjelasan grafik</li> <li>- Data pompa</li> </ul>	
	Abd. Rahman, ST, MT.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- grafik pada hal 50 diperbaiki</li> <li>- Pembahasan tentang manfaat tentang energi terbarukan.</li> </ul>	

Makassar, 23 Agustus 2023

Ketua Ujian Sidang,



Abdul Rahman, S.T., M.T.

NIP 197308032006041001