

**TUGAS AKHIR**  
**PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS)**  
**50 WP SEBAGAI SUMBER ENERGI PADA SISTEM PENYIRAMAN**  
**PERTANIAN CABAI**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (ST)*  
*Program Study Teknik Elektro Pada Fakultas Teknik*  
*Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun Oleh :**

**BAYU RAMADANI**

**1907220012**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**MEDAN**  
**2023**

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Bayu Ramadani  
Tempat/Tanggal Lahir : Sei Puyuh, 22 Maret 2000  
NPM : 1907220012  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul :

### PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) 50 WP SEBAGAI SUMBER ENERGI PADA SISTEM PENYIRAMAN PERTANIAN CABAI

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Elektro/Mesin/Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 04 Oktober 2023

 menyatakan

(Bayu Ramadani)

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Bayu Ramadani  
NPM : 1907220012  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul Skripsi : Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) 50 Wp  
Sebagai Sumber Energi Pada Sistem Penyiraman Pertanian  
Cabai  
Bidang Ilmu : Energi Baru Terbarukan

Telah berhasil dipertahankan di hadapan tim penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 04 Oktober 2023

Mengetahui dan menyetujui

Dosen Pembimbing

Noorly Evalina, S.T.,M.T

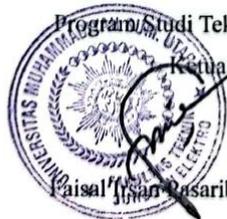
Dosen Pembimbing I

Partaonan Harahap, S.T.,M.T

Dosen Pembimbing II

Benny Oktrialdy, S.T.,M.T

Program Studi Teknik Elektro



Chairil Yasin Nasaribu, S.T.,M.T

# **PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) 50 WP SEBAGAI SUMBER ENERGI PADA SISTEM PENYIRAMAN PERTANIAN CABAI**

## **ABSTRAK**

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) merupakan pembangkit tenaga listrik yang bekerja dengan memanfaatkan energi terbarukan (renewable energy) berupa tenaga matahari sebagai sumber energi. Penelitian ini mengusulkan perancangan dan sebuah sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) yang diintegrasikan dengan sistem penyiraman tanaman cabai otomatis. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menginvestigasi efektivitas penggunaan energi matahari sebagai sumber energi untuk menjalankan sistem penyiraman otomatis pada pertanian cabai dan mengetahui bagaimana pengaruh intensitas cahaya matahari, temperatur, dan kelembapan terhadap energi yang dihasilkan fotovoltaik. Metode eksperimental dilakukan dengan merancang dan membangun sistem PLTS yang terhubung dengan pompa air untuk penyiraman tanaman cabai. Hasil penelitian ini menunjukkan Besar daya yang dihasilkan panel surya bergantung pada intensitas radiasi matahari yang mengenai permukaan panel surya. Panel surya yang digunakan sebagai sumber energi alternatif dengan daya maksimum 50 Wp memiliki efisiensi sebesar 13,83 % . Dalam penelitian ini intensitas cahaya matahari maksimum 1009,62 W/m<sup>2</sup> mampu menghasilkan Tegangan yang dihubungkan ke beban hingga 14,84 V dan arus mencapai 1,40 A serta daya yang dihasilkan mencapai 20,78 Watt, dengan Temperatur panel surya 42°C. Dan berdasarkan daya rata-rata yang masuk ke baterai, baterai 12 V 7,5 Ah dapat terisi penuh dalam waktu 420 menit. Hal ini menunjukkan bahwa integritas PLTS dalam sistem penyiraman mampu memberikan pasokan energi yang memadai, stabil dan berkelanjutan. Dalam kesimpulannya, penelitian ini mengindikasikan bahwa penerapan PLTS dalam sistem penyiraman tanaman cabai memiliki potensi untuk meningkatkan efisiensi energi dan hasil panen, sambil mengurangi dampak lingkungan. Dengan pemahaman yang lebih mendalam tentang teknologi dan manajemen energi, sistem serupa dapat diterapkan pada pertanian skala lebih besar untuk mendukung keberlanjutan sektor pertanian.

**Kata Kunci : PLTS, Efisiensi, Penyiraman Tanaman Cabai**

# **DESIGN OF A 50 WP SOLAR POWER PLANT (PLTS) AS AN ENERGY SOURCE IN THE CHILI AGRICULTURAL WATERING SYSTEM**

## ***ABSTRACT***

Solar power plants (PLTS) are power plants that work by utilizing renewable energy in the form of solar power as an energy source. This research proposes the design and a solar power generation system (PLTS) integrated with an automatic chili plant watering system. The main purpose of this study was to investigate the effectiveness of using solar energy as an energy source to run automated watering systems on chili farms and find out how sunlight intensity, temperature, and humidity affect the energy produced by photovoltaics. The experimental method was carried out by designing and building a solar system connected to a water pump for watering chili plants. The results of this study show that the amount of power produced by solar panels depends on the intensity of solar radiation that hits the surface of solar panels. Solar panels used as an alternative energy source with a maximum power of 50 Wp have an efficiency of 13.83%. In this study the maximum sunlight intensity of 1009.62 W / m<sup>2</sup> was able to produce a voltage connected to a load of up to 14.84 V and a current of up to 1.40 A and the power produced reached 20.78 Watts, with a solar panel temperature of 42 ° C. And based on the average power that goes to the battery, a 12 V 7.5 Ah battery can be fully charged within 420 minutes. This shows that the integrity of PLTS in the watering system is able to provide an adequate, stable and sustainable energy supply. In conclusion, this study indicates that the application of solar power plants in chili watering systems has the potential to increase energy efficiency and crop yields, while reducing environmental impact. With a deeper understanding of energy technology and management, similar systems can be applied to larger-scale agriculture to support the sustainability of the agricultural sector.

***Keywords : PLTS, Efficiency, Watering Chili Plants***

## KATA PENGANTAR



Assalamua'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur penulis hanturkan ke hadirat ALLAH SWT yang telah memberi dan melimpahkan segala nikmat, rahmat, serta inayah-Nya kepada penulis. Berkat kuasa-Nya, penulis memiliki kekuatan dan kesabaran untuk dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Sholawat beriring salam tak lupa penulis panjatkan kepada baginda besar Nabi Muhammad SAW yang mana beliau merupakan suri tauladan yang telah membawa begitu banyak manfaat dan mengajarkan kebaikan serta ilmu pengetahuan bagi kita semua.

Tulisan ini ditunjukan sebagai tugas akhir untuk memenuhi syarat kelulusan dan ketentuan dalam memperoleh gelar kesarjanaan pada Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Adapun judul pada tugas akhir ini adalah ***“Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) 50 Wp Sebagai Sumber Energi Pada Sistem Penyiraman Pertanian Cabai”***

Selesaiannya penulisan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan, dan bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ayahanda tercinta Sudarmadi, Ibunda tercinta Sri Utami, serta seluruh keluarga yang telah memberikan bantuan moril maupun materi serta nasehat dan doanya untuk penulis demi selesainya Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Agussani, M.A.P., selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan perhatian sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
4. Bapak Dr. Ade Faisal M. Sc., Ph.D., selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

5. Bapak Affandi, S.T., M.T., selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Faisal Irsan Pasaribu, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Ibu Elvy Sahnur, S.T., M.T., selaku sekretaris Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Ibu Noorly Evalina, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing dalam tugas akhir ini yang telah memberikan bimbingannya, masukan, arahan, motivasi dan bantuan sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
9. Bapak Partaonan Harahap, S.T., M.T., selaku Dosen Pembanding I.
10. Bapak Benny Oktrialdy, S.T., M.T., selaku Dosen Pembanding II.
11. Seluruh Dosen dan Staff Pengajar di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
12. Seluruh rakan-rekan seperjuangan mahasiswa Program Studi Teknik Elektro khususnya kelas A1 Pagi angkatan 2019 yang telah banyak membantu dan memberikan semangat kepada penulis dengan dengan memberikan motivasi dan masukan yang bermanfaat selama proses perkuliahan maupun dalam penulisan Tugas Akhir ini.
13. Seluruh staf Tata Usaha di biro Fakultas teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna dan tidak luput dari kekurangan, karena itu dengan senang hati penulis menerima segala bentuk kritik dan saran dari pembaca yang sifatnya membangun demi kesempurnaan penulisan Tugas Akhir ini. Akhir kata penulis mengharapakan semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan semoga Allah SWT merendahkan hati atas segala pengetahuan yang kita miliki. Amiin ya rabbal alamin.

Wassalamua'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Medan, 8 januari 2023

Bayu Ramadani

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b> .....	<b>ivv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Tinjauan Pustaka Relevan .....	5
2.2 Energi Matahari .....	7
2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) .....	8
2.4 Sel Surya.....	8
2.4.1 Karakteristik Sel Surya .....	11
2.4.2 Semi Konduktor dan Panel Surya .....	14
2.4.3 Proses Konversi Solar Cell .....	14
2.4.4 Jenis-Jenis Sel Surya .....	16
2.2.4.1 Sel Surya Mono-crystalline .....	16
2.2.4.2 Sel Surya Poly-crystalline .....	18
2.2.4.3 Thin Film Solar Cell .....	19
2.5 Solar Charge Controller (SCC) .....	21
2.6 Lux Meter .....	23
2.6.1 Fungsi Lux meter .....	24
2.7 Baterai/Aki (Accumulator) .....	25
2.7.1 Jenis-Jenis Baterai Sekunder Yang Cocok Untuk Panel Surya .....	27
2.5.1.1 Baterai Lead Acid.....	27
2.5.1.2 Starting Battery (Aki Otomotif).....	28
2.5.1.3 Battery Deep Cycle (Aki Industri).....	28
2.5.1.4 Baterai FLA (Flooded Lead Acid) .....	28
2.5.1.5 Baterai VRLA (Valve Regulated Lead Acid) .....	28
2.5.1.6 Baterai Li-Ion .....	29

2.7.2	Komponen-Komponen Yang Terdapat Pada Baterai (Aki).....	31
2.7.3	Proses Aki Mengeluarkan Arus .....	33
2.7.4	Proses Aki Menerima Arus .....	33
2.8	Pompa Air.....	34
2.8.1	Jenis-Jenis Pompa Air .....	34
2.8.2	Bagian-Bagian pada Pompa Air.....	37
2.9	Arduino Uno.....	38
2.10	Real Time Clock (RTC) .....	39
2.11	Tanaman Cabai .....	40
<b>BAB 3 METODELOGI PENELITIAN .....</b>		<b>42</b>
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian .....	42
3.2	Bahan dan Alat Penelitian .....	42
3.2.1	Bahan Yang Digunakan .....	42
3.2.2	Alat Perancangan .....	43
3.3	Perancangan Desain Penelitian.....	44
3.4	Rangkaian Penelitian .....	48
3.5	Rangkaian Keseluruhan Alat .....	50
3.6	Flowchart Perancangan Sistem.....	51
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>52</b>
4.1	Hasil Rancangan Alat .....	52
4.2	Data Pengukuran dan Data Perhitungan.....	53
4.2.1	Data Hasil Pengukuran Panel Surya (Solar Cell) Tanpa Beban .....	53
4.2.1.1	Hasil Pengukuran Panel Surya Tanpa Beban Tgl 18/08/2023 .....	53
4.2.1.2	Hasil Pengukuran Panel Surya Tanpa Beban Tgl 19/08/2023 .....	56
4.2.1.3	Hasil Pengukuran Panel Surya Tanpa Beban Tgl 20/08/2023 .....	58
4.2.2	Data Hasil Pengukuran Panel Surya (Solar Cell) Berbeban .....	61
4.2.2.1	Hasil Pengukuran Panel Surya Berbeban Tgl 18/08/2023 .....	61
4.2.2.2	Hasil Pengukuran Panel Surya Berbeban Tgl 19/08 2023 .....	63
4.2.2.3	Hasil Pengukuran Panel Surya Berbeban Tgl 20/08/ 2023 .....	65
4.3	Data Hasil Pengukuran Dan Perhitungan Baterai .....	67
4.3.1	Perhitungan Lama Pengisian Baterai .....	67
4.3.2	Perhitungan Dan Pengujian Ketahanan Baterai Dengan Beban .....	68
<b>BAB 5 PENUTUP.....</b>		<b>70</b>
5.1	Kesimpulan .....	70
5.2	Saran .....	70
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>71</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sudut Zenith Antara Permukaan Bumi dan Matahari .....	7
Gambar 2. 2 Proses Sel Surya Mengubah Energi Matahari Menjadi Listrik .....	9
Gambar 2. 3 Kurva I-V Modul Sel Surya .....	12
Gambar 2. 4 Semi konduktor .....	15
Gambar 2. 5 Sel Surya Mono-crystalline .....	17
Gambar 2. 6 Sel Surya Poly-crystalline .....	18
Gambar 2. 7 Thin Film Solar Cell.....	19
Gambar 2. 8 Solar Charge Controller.....	21
Gambar 2. 9 Lux Meter .....	23
Gambar 2. 10 Baterai (Aki) .....	26
Gambar 2. 11 Jenis-Jenis Baterai Sekunder .....	30
Gambar 2. 12 Kontruksi dan Bagian-bagian Baterai .....	31
Gambar 2. 13 Pompa Air AC dan DC.....	34
Gambar 2. 14 Bagian-bagian Pada Pompa Air .....	37
Gambar 2. 15 Arduino Uno.....	39
Gambar 2. 16 Real Time Clock (RTC) .....	40
Gambar 2. 17 Tanaman Cabai .....	41
Gambar 3. 1 Desain Rancangan PLTS .....	44
Gambar 3. 2 Blok Diagram Alat .....	48
Gambar 3. 3 Rangkaian Keseluruhan Alat.....	50
Gambar 3. 4 Flowchart Penelitian .....	51
Gambar 4. 1 Hasil Perancangan Alat .....	52
Gambar 4. 2 Grafik Pengukuran Panel Surya Tanpa Beban Pada Hari Pertama ...	54
Gambar 4. 3 Intensitas, Tegangan, dan Arus Pada Panel Surya Tanpa Beban .....	54
Gambar 4. 4 Grafik Pengukuran Panel Surya Tanpa Beban Pada Hari Kedua.....	56
Gambar 4. 5 Intensitas, Tegangan, dan Arus Pada Panel Surya Tanpa Beban .....	57

Gambar 4. 6 Grafik Pengukuran Panel Surya Tanpa Beban Pada Hari Ketiga .....	59
Gambar 4. 7 Intensitas, Tegangan, dan Arus Pada Panel Surya Tanpa Beban .....	59
Gambar 4. 8 Grafik Pengukuran Panel Surya Berbeban Hari Pertama.....	62
Gambar 4. 9 Grafik Pengukuran Panel Surya Berbeban Hari Kedua .....	64
Gambar 4. 10 Grafik Pengukuran Panel Surya Berbeban Hari Ketiga .....	66

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Bahan-bahan Yang Digunakan Dalam Penelitian.....	42
Tabel 3. 2 Spesifikasi Panel Surya Yang Digunakan.....	45
Tabel 3. 3 Spesifikasi SCC Yang Digunakan .....	46
Tabel 3. 4 Spesifikasi Baterai Yang Digunakan .....	47
Tabel 3. 5 Spesifikasi Pompa Air DC Yang Digunakan.....	47
Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Panel Surya Tanpa Beban Hari Pertama.....	53
Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran Panel Surya Tanpa Beban Hari Kedua .....	56
Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran Panel Surya Tanpa Beban Hari Ketiga .....	58
Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran Panel Surya Berbeban Hari Pertama .....	61
Tabel 4. 5 Hasil Pengukuran Panel Surya Berbeban Hari Kedua .....	63
Tabel 4. 6 Hasil Pengukuran Panel Surya Berbeban Hari Ketiga .....	65
Tabel 4. 7 Pengukuran Pengisian Baterai.....	68
Tabel 4. 8 Hasil Pangukuran Ketahanan Baterai Pada Beban.....	69

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia terletak di garis khatulistiwa, matahari bersinar sepanjang tahun selama 11 – 12 jam per hari. Iradiasi matahari di Indonesia rata-rata 4.73 – 5.77 Kwh /m<sup>2</sup>/jam, dengan lama penyinaran 11,8 jam-12,4 jam per hari, menjanjikan potensi kapasitas pembangkit listrik tenaga surya adalah 207.898 MW (MW). Kondisi geografis ini menjadikan sumber energi surya yang berlimpah. Teknologi. Diperkirakan sebaran radiasi matahari untuk Wilayah Barat sebesar 4,5 kWh/m<sup>2</sup>/hari dan untuk Wilayah Timur sebesar 5,1 kWh/m<sup>2</sup>/hari dengan variasi berkisar 9-10%. (Faisal Afif & Awaludin Martin, 2022). Energi matahari adalah salah satu sumber energi yang dapat di perbaharui dan dapat dikonversi menjadi energi listrik dengan menggunakan panel surya.

Pertanian cabai merupakan sektor yang sangat membutuhkan energi. Tenaga listrik dan mekanik diperlukan dalam pertanian untuk berbagai kegiatan, termasuk persiapan lahan, penanaman, irigasi, dan panen. Selain itu, pemompaan dan distribusi air melalui sistem irigasi memerlukan ketersediaan sumber daya energi yang konsisten dan dapat diandalkan. Hubungan antara air dan energi di sektor pertanian sangat penting, dan peningkatan permintaan di salah satu sektor akan berdampak pada sektor lainnya. Penggunaan pompa air dapat meningkatkan akses terhadap sumber daya air yang berkelanjutan dan aman untuk tujuan domestik maupun produksi.

Dalam proses pertanian tanaman cabai sering terkendalam dalam hal penyiraman karena masih manual, letak lahan yang jauh dari rumah dan jaringan listrik atau ada keperluan yang lain yang mengakibatkan penyiram cabai tidak teratur. Hal ini akan mengakibatkan pertumbuhan tanaman cabai tidak akan baik karena kurangnya asupan mineral. Tentunya hal ini akan timbul dampak negatif bagi para petani dimana hasil panen cabai tersebut tidak akan maksimal dan untuk konsumen sendiri tidak akan mendapatkan kualitas cabai yang diinginkan(Dewi et al., 2021).

Pemanfaatan energi surya disektor pertanian merupakan solusi yang tepat

mengingat lahan pertanian umumnya berada jauh dari jaringan listrik dan pada area terbuka. Pada lahan pertanian cahaya matahari berlimpah sehingga dengan teknologi solar photovoltaic dapat dikonversi menjadi tenaga listrik sebagai sumber energi berbagai alat pertanian. Sifat solar PV yang modular menjadikannya dapat diterapkan sesuai kebutuhan (Nurwidiana et al., 2022).

Penelitian ini bertujuan menghasilkan alat penyiram bawang yang ramah lingkungan dan menggunakan sumber energi terbarukan. Alat yang dirancang diharapkan mampu mempercepat waktu dan meminimalkan biaya tenaga kerja pada proses penyiraman bawang serta mengurangi tingkat kelelahan pekerja. Untuk tujuan tersebut akan dirancang alat penyiram bawang berbasis energi surya melalui teknologi solar photovoltaic yang efektif dan efisien dengan mempertimbangkan aspek ergonomi.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dari latar belakang diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) pada sistem penyiraman pertanian cabai ?
2. Bagaimana pengaruh intensitas cahaya matahari, temperatur, dan kelembapan terhadap energi yang dihasilkan fotovoltaik ?
3. Bagaimana kinerja rancangan sistem penyiram tanaman pada pertanian cabai menggunakan solar cell sebagai sumber energi ?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian yang ingin dicapai adalah:

1. Merancang pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) pada sistem penyiraman pertanian cabai.
2. Mengetahui pengaruh intensitas cahaya matahari, temperatur, dan kelembapan terhadap energi yang dihasilkan fotovoltaik.
3. Untuk mengetahui kinerja rancangan sistem penyiram tanaman pada pertanian cabai menggunakan solar cell sebagai sumber tegangan.

## **1.4 Batasan Masalah**

Pembatasan masalah pada penelitian ini meliputi.

1. Pada perancangan alat ini tidak membahas tentang pemograman alat .
2. Tidak membahas proses tumbuh kembang dari tanaman cabai .
3. Membahas tentang pembangkit listrik tenaga surya yang digunakan yaitu: fotovoltaik, solar charge controller (scc), baterai.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

1. Sebagai bahan acuan bagi mahasiswa untuk meningkatkan ilmu pengetahuan serta teknologi penyiraman tanaman otomatis menggunakan solar cell.
2. Meringankan pekerjaan serta menghemat waktu dan tenaga para petani cabai dalam penyiraman tanaman.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Adapun sistematika penulisan tugas akhir ini diuraikan secara singkat sebagai berikut:

#### **BAB I                    PENDAHULUAN**

Pada bab ini menjelaskan tentang pendahuluan, latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

#### **BAB II                    TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini menjelaskan tentang tinjauan pustaka relevan, yang mana berisikan tentang teori-teori penunjang keberhasilan didalam masalah pembuatan tugas akhir ini. Ada juga teori dasar yang berisikan tentang penjelasan dari dasar teori dan penjelasan komponen utama yang digunakan dalam perancangan PLTS ini.

#### **BAB III                    METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini menjelaskan tentang letak lokasi penelitian, fungsi-fungsi dari alat dan bahan penelitian, tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pengerjaan, tata cara dalam pengujian dan struktur dari langkah-langkah pengujian.

#### **BAB IV                    ANALISIS DAN HASIL PENELITIAN**

Pada bab ini menjelaskan tentang analisis hasil dari penelitian serta penyelesaian masalah yang terdapat didalamnya.

**BAB V****PENUTUP**

Pada bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dan saran dari penelitian dan penulisan tugas akhir saya ini.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka Relevan**

Salah satu bentuk pemanfaatan energi surya untuk bidang pertanian adalah sistem penyiraman dengan menggunakan pompa tenaga matahari. Secara umum kinerja pompa air tenaga surya dapat berjalan baik apabila mendapatkan radiasi sinar matahari yang cukup. Sistem penyiraman atau pengairan dengan sprinkle akan menjaga kestabilan suplai air pada tanaman sehingga tidak hanya bergantung pada air hujan. Dengan demikian produktivitas tanaman dapat ditingkatkan. Sistem pertanian modern seperti ini harus diperkenalkan pada petani milenial, karena minat pemuda untuk menggeluti bidang pertanian sangat rendah, ini terkait dengan produktivitas pertanian yang rendah. Hal ini sangat miris terjadi pada negara agraris, padahal potensi pertanian sangat menjanjikan jika dikelola dengan baik. Salah satu cara untuk meningkatkan produktivitas pertanian dan meningkatkan minat pemuda untuk menggeluti dunia pertanian maka kampus mengambil peran untuk memperkenalkan inovasi teknologi yang smart dan efisien. Salah satunya adalah pemanfaatan pompa tenaga matahari dan smart sistem untuk sistem irigasi pertanian. (Syahid et al., 2022)

Sistem pertanian modern harus diperkenalkan pada generasi milenial karena negara agraris seperti Indonesia memiliki potensi pertanian sangat menjanjikan jika dikelola dengan baik. Sektor pertanian dalam arti seluas-luasnya merupakan sektor andalan (basic sector) bagi suatu bangsa. Sebab kebutuhan akan bahan pangan, serat, obat-obatan, dan energi, serta sebagian dari bahan baku industri dipasok oleh kegiatan sektor pertanian dan pangan. Di samping itu, sektor ini merupakan sektor yang dapat menyerap tenaga kerja dalam jumlah besar dengan berbagai tingkat kemahiran.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Syah Alam, Herwan Tony, I Gede Agus Darmawan (2019), pada jurnal dengan judul Rancang Bangun Sistem Penyiraman Otomatis Untuk Tanaman Berbasis Arduino Dan Kelembaban Tanah. Jurnal ini berisi penjelasan mengenai sistem penyiram tanaman otomatis

menggunakan solar cell 50 wp. Dari pengujian yang dilakukan bahwa tegangan keluaran rata-rata panel surya adalah sebesar 18,08 V. Serta dari grafik pengukuran tegangan open circuit diketahui bahwa keluaran dari tegangan open circuit panel surya sangat dipengaruhi oleh intensitas sinar matahari.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Emma Dwi Ariyani, A. Salam, E.Y. Simarmata, G. A. Pamungkas, M. H. Affan (2021), dalam jurnal pengabdian masyarakat dengan judul Rancang Bangun dan Pembuatan Alat Penyiraman Tanaman Otomatis untuk Pemberdayaan Petani Sayuran di Desa Cihanjuang, Kabupaten Bandung Barat. Jurnal ini berisi penjelasan Rancangan mekanik alat penyiraman tanaman otomatis yang terdiri dari kayu dan pipa sebagai tiang penyangga, baik itu penyangga selang maupun penyangga pompa, motor DC 12V sebagai pompa dan selang yang dihubungkan dengan spinkle sebagai tempat keluarnya air.(Ariyani et al., 2021)

Pada penelitian yang dilakukan oleh Tia Ayu Pratama (2015) pada jurnal Laporan Akhir dengan judul Rancang Bangun Alat Penyiram Air Tanaman Mawar Berbasis Android Berdasarkan Kelembaban Tanah. Jurnal ini membahas mengenai perancangan alat penyiraman air tanaman mawar berdasarkan sensor kelembaban tanah. Alat ini beroperasi sesuai dengan data inputan sensor kelembaban tanah dikirim ke mikrokontroler yang akan digunakan untuk mengaktifkan led dengan tiga keadaan, setelah itu perintah penyiraman akan dikendalikan melalui android.

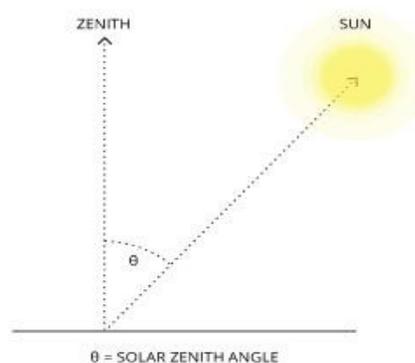
Pada penelitian yang dilakukan oleh Ida Bagus Eka Putra, M. Jasa Afroni, Oktriza Melfazen (2018) dengan judul Perencanaan Penyiraman Otomatis Bertenaga Surya Berbasis Arduino Uno Untuk Tanaman Bibit Jenitri. Jurnal ini membahas mengenai alat penyemprotan air otomatis menggunakan Arduino dan sensor kelembaban tanah untuk mendeteksi kadar kelembaban tanah. Alat penyemprot air otomatis pada lahan jenitri terdiri dari panel surya, SCC, sensor kelembaban tanah, relay, arduino, pompa air, kabel, dan LCD yang berfungsi sebagai media menampilkan.(Putra et al., 2018)

Untuk membuat alat ini agar dapat beroperasi sebagaimana semestinya, maka terlebih dahulu mempelajari dan mengetahui teori-teori dasar dari peralatan atau komponen yang akan dipergunakan.

## 2.2 Energi Matahari

Energi matahari merupakan sumber energi yang sangat penting dan dibutuhkan oleh bumi dan seluruh penghuninya. Energi surya berdampak di berbagai fenomena yang terjadi di bumi mulai dari pergantian musim, pergerakan arus laut, perubahan cuaca, pergantian iklim, radiasi matahari, fenomena aurora di kutub(Harahap, Pasaribu, et al., 2021).

Energi surya yang sampai pada permukaan bumi disebut sebagai solar irradiance atau iradiasi matahari yang diukur melalui besarnya energi surya pada suatu luas permukaan. Karakteristik sumber energi surya sangat penting dalam pengukuran performa dari fotovoltaik. Radiasi di permukaan bumi dapat dijelaskan melalui tiga komponen yaitu Direct Normal Irradiance (DNI), Diffuse Horizontal Irradiance (DHI), dan Global Horizontal Irradiance (GHI). Untuk yang pertama adalah Direct Normal Irradiance (DNI), DNI merupakan jumlah iradiasi pada matahari yang diterima oleh permukaan yang tegak lurus ataupun normal terhadap datangnya sinar dari arah matahari per satuan luas. Nilai DNI sangat dipengaruhi oleh sudut antara zenith atau sudut theta ( $\theta$ ) terhadap sinar matahari datang. Yang kedua adalah Diffuse Horizontal Irradiance (DHI), DHI merupakan jumlah iradiasi matahari yang diterima per satuan luas yang tidak secara langsung akan tetapi terhamburkan (scattered) oleh partikel dan molekul di atmosfer. Dan komponen yang ketiga dan terakhir adalah Global Horizontal Irradiance (GHI), GHI adalah jumlah radiasi matahari yang diterima pada permukaan horizontal.(Suratno & Cahyono, 2023)



Gambar 2. 1 Sudut Zenith Antara Permukaan Bumi dan Matahari

(Sumber : Suratno & Cahyono, 2023)

Beberapa macam optimasi dapat dilakukan untuk mendapatkan iradiasi matahari yang lebih banyak diantaranya adalah mengatur kedudukan modul fotovoltaik, mengikuti pergerakan arah matahari, menentukan posisi sudut kemiringan, sudut deklinasi, pemilihan bujur dan lintang, sudut zenith, sudut datang matahari, sudut permukaan azimuth, serta sudut terhadap pergerakan arah matahari. Posisi relatif matahari yang berada di langit (sky dome) terhadap posisi modul fotovoltaik untuk mendapatkan energi yang maksimal disebut dengan istilah orientasi matahari.

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

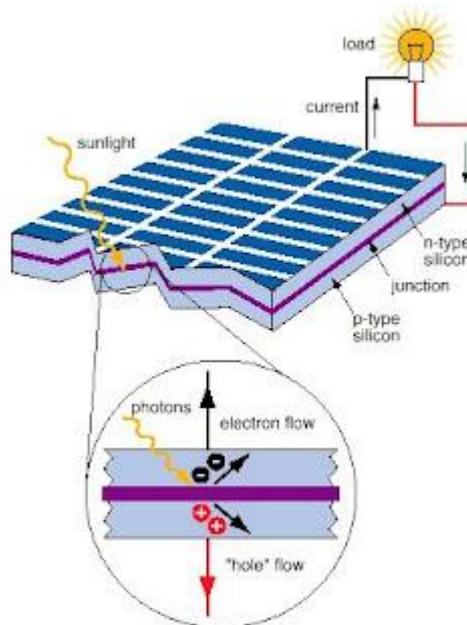
Energi surya merupakan salah satu sumber energi alternatif yang potensial, dan karena matahari tidak pernah hilang dan dapat digunakan sebagai pembangkit listrik, ada prospek yang besar untuk dikembangkan (Harahap, Nofri, et al., 2021). Waktu penyinaran matahari berfluktuasi dimulai dari jam 6 pagi sampai dengan jam 6 sore atau sekitar 12 jam setiap harinya dengan intensitas yang cukup. Untuk memanfaatkan energi matahari tersebut menjadi sumber energi listrik, diperlukan suatu alat yang bisa mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik berupa semikonduktor yang disebut sel surya (Noorly Evalina et al., 2023). Pada proses pembangkit fotovoltaik ini sangat efisien karena tidak memerlukan keahlian khusus untuk memasang, mengoperasikan dan melakukan pemeliharaan. Pada daya yang relatif rendah, PLTS dapat digunakan untuk beban ringan atau daya yang dihasilkan dapat digunakan sebagai daya cadangan. Misalnya, dapat digunakan untuk beban ringan darurat kecil jika terjadi pemadaman listrik dengan generator tradisional. PLTS merupakan salah satu dari pembangkit listrik skala rumah tangga yang sangat sederhana dan mudah diterapkan dalam pemenuhan kebutuhan listrik harian, sehingga penggunaannya merupakan salah satu cara yang ramah lingkungan untuk menunjang kebutuhan listrik masyarakat dengan memanfaatkan sinar matahari. PLTS secara umum di masyarakat sering disebut juga dengan tenaga surya atau solar energy.

### **2.4 Sel Surya**

Sel Surya atau sel fotovoltaik berasal dari bahasa Inggris "photovoltaic". kata Photovoltaic berasal dari dua kata "photo" berasal dari kata Yunani yakni

“phos” yang berarti cahaya; dan kata “volt” adalah nama satuan pengukuran arus listrik yang diambil dari nama penemu Alessandro Volta (1745-1827), sebagai pionir dalam mempelajari teknologi kelistrikan. Jadi secara harfiah “photovoltaic” mempunyai arti Cahaya-Listrik, dan itu yang dilakukan Sel Surya yaitu merubah energi cahaya menjadi listrik, penemunya Edmond Becquerel dan kawan-kawan pada abad ke 18(P. Harahap, 2021).

Sel surya adalah sebuah alat yang tersusun dari material semikonduktor yang dapat mengubah sinar matahari menjadi tenaga listrik secara langsung. Sering juga dipakai istilah photovoltaic atau fotovoltai(Noorly Evalina et al., 2021). Sel surya pada umumnya memiliki ketebalan minimum 0,3 mm yang terbuat dari irisan bahan semikonduktor dengan kutub positif dan negatif. Pada sel surya terdapat sambungan (function) antara dua lapisan tipis yang terbuat dari bahan semikonduktor yang masing - masing yang diketahui sebagai semikonduktor jenis “P” (positif) dan semikonduktor jenis “N” (Negatif). Silikon jenis P merupakan lapisan permukaan yang dibuat sangat tipis supaya cahaya matahari dapat menembus langsung mencapai junction. Bagian P ini diberi lapisan nikel yang berbentuk cincin, sebagai terminal keluaran positif . Dibawah bagian P terdapat bagian jenis N yang dilapisi dengan nikel juga sebagai terminal keluaran negatif.



Gambar 2. 2 Proses Sel Surya Mengubah Energi Matahari Menjadi Listrik

(Sumber : P. Pawitra, 2021)

Cara kerja sel surya yaitu bila dikenakan pada sinar matahari, maka timbul yang dinamakan elektron dan hole. Elektron-elektron dan hole-hole yang timbul di sekitar p-n junction bergerak berturut-turut ke arah lapisan n dan ke arah lapisan p. Sehingga pada saat elektron-elektron dan hole-hole itu melintasi p-n junction, timbul beda potensial pada kedua ujung sel surya. Jika pada kedua ujung sel surya diberi beban maka timbul arus listrik yang mengalir melalui beban. Bahan dan cara kerja yang aman terhadap lingkungan menjadikan sel surya sebagai salah satu hasil teknologi pembangkit listrik yang efisien bagi sumber energi alternatif masyarakat di masa depan. (N Evalina et al., 2021)

Radiasi matahari yang tersedia di luar atmosfer bumi atau sering disebut konstanta radiasi matahari sebesar  $1353 \text{ W/m}^2$  dikurangi intensitasnya oleh penyerapan dan pemantulan oleh atmosfer sebelum mencapai permukaan bumi. Ozon di atmosfer menyerap radiasi dengan panjang-gelombang pendek (ultraviolet) sedangkan karbondioksida dan uap air menyerap sebagian radiasi bumi yang langsung atau sorotan oleh penyerapan tersebut, masih ada radiasi yang dipencarkan oleh molekul-molekul gas, debu, dan uap air dalam atmosfer sebelum mencapai bumi yang disebut sebagai radiasi sebaran.

Untuk mengetahui daya (P) input sel surya adalah mempunyai irradiansi ( $I_r$ ) dan luas panel surya (A) yang digunakan, maka dapat didefinisikan adalah :

$$P_{in} = I_r \times A \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana:

$P_{in}$  = Daya Input (W)

$I_r$  = Irradiansi Matahari ( $\text{W/m}^2$ )

A = Luas Panel Surya

Sedangkan Daya Output ( $P_{output}$ ) sel surya dapat diketahui dengan rumus sebagai berikut:

$$P_{out} = V \times I \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana:

- $P_{out}$  = Daya Output (W)
- $V$  = Tegangan Output (Volt)
- $I$  = Arus Output (Ampere)

Efisiensi ( $\eta$ ) sel surya dapat diketahui ketika adanya Daya Input ( $P_{input}$ ) dan Daya Output ( $P_{outout}$ ), dengan dapat dibuatkan rumus sebagai berikut:

$$\eta = \frac{P_o}{P_{in}} \times 100 \% \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana:

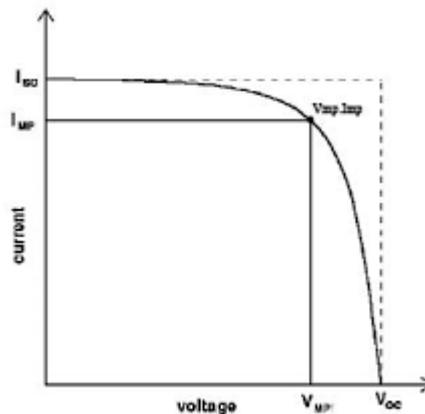
- $\eta$  = Efisiensi (%)
- $P_{in}$  = Daya Input (Watt)
- $P_{out}$  = Daya Output (Watt)

#### 2.4.1 Karakteristik Sel Surya

Sel surya menerima penyinaran matahari dalam satu hari sangat bervariasi. Hal ini dikarenakan sinar matahari memiliki intensitas yang besar ketika siang hari dibandingkan dengan pagi hari. Untuk mengetahui kapasitas daya yang dihasilkan, dilakukanlah pengukuran terhadap arus ( $I$ ) dan tegangan ( $V$ ) pada gususan sel surya yang disebut modul. Untuk mengukur arus maksimum, maka kedua terminal dari modul dibuat rangkaian hubung singkat sehingga tegangannya menjadi nol dan arusnya maksimum. Dengan menggunakan amper meter akan didapatkan sebuah arus maksimum yang dinamakan *short circuit current* atau  $I_{sc}$ . Pengukuran terhadap tegangan ( $V$ ) dilakukan pada terminal positif dan negatif dari modul sel surya dengan tidak menghubungkan sel surya dengan komponen lainnya. Pengukuran ini dinamakan *open circuit voltage* atau  $V_{oc}$ .(Syukri, 2019)

- a) Maximum Power Point ( $V_{mp}$  dan  $I_{mp}$ )

Maximum Power Point pada kurva I-V adalah titik operasi menunjukkan daya maksimum yang dihasilkan oleh panel sel surya.



Gambar 2. 3 Kurva I-V Modul Sel Surya

(Sumber : Syukri, 2019)

b) Open Circuit Voltage ( $V_{oc}$ )

Open Circuit Voltage ( $V_{oc}$ ) adalah kapasitas tegangan maksimum yang dapat dicapai pada saat tidak adanya arus.

$$V_{oc} = \frac{kT}{q} \ln\left(\frac{I_{sc}}{I_s} + 1\right) \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana:

$V_{oc}$  = Tegangan Open Circuit (V)

K = Konstanta Bolyzman ( $1.30 \times 10^{-16}$ )

q = Konstanta Muatan Elektron ( $1.602 \times 10^{-19}$ )

T = Suhu ( $^{\circ}$ Kelvin)

$I_s$  = Arus Saturasi (Ampere)

c) Short Circuit Current ( $I_{sc}$ )

Short circuit current ( $I_{sc}$ ) adalah maksimum keluaran dari panel surya yang dapat dikeluarkan di bawah kondisi tidak ada resistansi atau hubung singkat. Untuk mengetahui arus hubung singkat dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$I_{sc} = qG(Ln + Lp) \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana:

- $I_{sc}$  = Arus Short Circuit (A)
- $G$  = Tingkat Generasi
- $L_n$  = Panjang Difusi Elektron
- $L$  = Panjang Difusi Hole

d) Fill Factor (FF)

Fill faktor merupakan parameter yang menentukan daya maksimum dari panel surya, besarnya FF dapat dihitung dengan rumus :

$$FF = \frac{V_{mp} \times I_{mp}}{V_{oc} \times I_{sc}} \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana:

- $FF$  = Fill Faktor
- $V_{mp}$  = Tegangan Maksimum (V)
- $I_{mp}$  = Arus Maksimum (A)
- $V_{oc}$  = Tegangan Open Circuit (V)
- $I_{sc}$  = Arus Short Circuit (A)

e) Perhitungan daya pada modul surya

Daya maksimum pada modul surya:

$$P_{max} = V_{oc} \cdot I_{sc} \cdot FF \dots \dots \dots (2.7)$$

Dimana:

- $P_{max}$  = Daya Maksimum (W)
- $V_{oc}$  = Tegangan Open Circuit (V)
- $I_{sc}$  = Arus Short Circuit (A)
- $FF$  = Fill Faktor

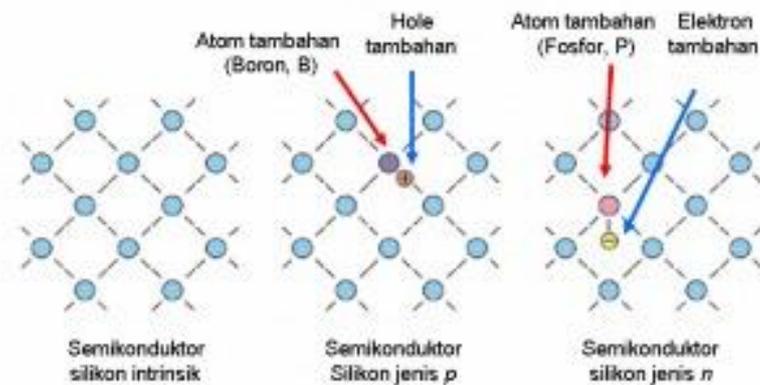
### **2.4.2 Semi Konduktor dan Panel Surya**

Sebuah semikonduktor adalah sebuah elemen dengan kemampuan listrik diantara sebuah konduktor dan isolator. Sel surya adalah suatu perangkat yang memiliki kemampuan mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan mengikuti prinsip photovoltaic, adanya energi dari cahaya (foton) pada panjang gelombang tertentu akan mengeksitasi sebagian elektron pada suatu material ke pita energi yang ditemukan oleh Alexandre Edmond Becquerel (Belgia) pada 1894. Efek ini dapat timbul terutama pada semikonduktor listrik yang memiliki konduktivitas menengah dikarenakan sifat elektron di dalam material yang terpisah dalam pita-pita energi tertentu yang disebut pita konduksi dan pita valensi.

Ada dua pita energi yaitu konduksi dan valensi, kedua pita energi ini berturut – turut dari yang berenergi lebih rendah adalah pita valensi dan pita konduksi, sedangkan keadaan tanpa elektron disebut dengan celah pita. Celah pita ini besarnya berbeda – beda untuk setiap material semikonduktor, tapi disyaratkan tidak melebihi 3 atau 4 eV. (Erlita, 2014)

### **2.4.3 Proses Konversi Solar Cell**

Semi konduktor merupakan material yang tersusun pada sel surya. Hal tersebut terjadi juga pada termoelektrik, juga merupakan susunan material sebagai konversi energi panas ke energi listrik yaitu sebuah susunan semi konduktor jenis N dan jenis P. yaitu memiliki kelebihan elektron sebagai muatan negatif, dan untuk jenis positif yaitu kelebihan di hole, maka p (N = Positif) menyebabkan bermuatan positif kelebihan. Penambahan unsur lain ke semi konduktor dapat mengontrol jenis dari semi konduktor seperti pada gambar berikut. (Pasaribu et al., 2022)



Gambar 2. 4 Semi konduktor

(Sumber : Pasaribu et al., 2022)

Pada awalnya, pembuatan dua jenis semikonduktor ini dimaksudkan untuk meningkatkan tingkat konduktifitas atau tingkat kemampuan daya hantar listrik dan panas semikonduktor alami. Di dalam semikonduktor alami (disebut dengan semikonduktor intrinsik) ini, elektron maupun hole memiliki jumlah yang sama. Kelebihan elektron atau hole dapat meningkatkan daya hantar listrik maupun panas dari sebuah semikonduktor.

- Semikonduktor tipe-n mempunyai kelebihan elektron (muatan negatif) sedangkan semikonduktor tipe-p mempunyai kelebihan lubang (muatan positif) dalam struktur atomnya.
- Kondisi kelebihan elektron dan lubang tersebut bisa terjadi dengan mendoping bahan dengan atom dopan. Sebagai contoh untuk mendapatkan bahan silikon tipe-p, silikon didoping oleh atom boron, sedangkan untuk mendapatkan bahan silikon tipe-n, silikon didoping oleh atom fosfor.
- Peran dari hal persimpangan jalan ini adalah untuk membentuk medan listrik sehingga elektron (dan lubang) bisa diekstrak oleh bahan kontak untuk menghasilkan listrik. Ketika semikonduktor tipe-p dan tipe-n terhubung, maka kelebihan elektron akan bergerak dari semikonduktor tipe-n ke tipe-p sehingga membentuk kutub positif pada semikonduktor tipe-n, dan sebaliknya kutub negatif pada semikonduktor tipe-p.

- d) Akibat dari aliran elektron dan lubang ini maka terbentuk medan listrik yang mana ketika cahaya matahari mengenai susunan pn junction ini maka akan mendorong elektron bergerak dari semikonduktor menuju kontak negatif, yang selanjutnya bermanfaat sebagai listrik, dan sebaliknya hole bergerak menuju kontak positif menunggu elektron datang.

Secara sederhana tenaga surya sel terdiri dari persambungan bahan semikonduktor bertipe p dan n ( hal persimpangan jalan semikonduktor ) yang jika tertimpa sinar matahari maka akan terjadi aliran elektron, aliran elektron inilah yang disebut sebagai aliran arus listrik. Bagian utama perubah energi sinar matahari menjadi listrik adalah penyerap (penyerap), meskipun demikian, masing-masing lapisan juga sangat berpengaruh terhadap efisiensi dari tenaga surya sel. Sinar matahari terdiri dari bermacam-macam jenis gelombang elektromagnetik. Oleh karena itu penyerap disini diharapkan dapat menyerap sebanyak mungkin tenaga surya radiasi yang berasal dari cahaya matahari.

#### **2.4.4 Jenis-Jenis Sel Surya**

##### **2.2.4.1 Sel Surya Mono-crystalline**

Sel Surya monocrystalline merupakan panel yang paling efisien, menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. Memiliki efisiensi sampai dengan 15%. Kelemahan dari panel jenis ini adalah tidak akan berfungsi baik ditempat yang cahayanya matahari kurang (teduh), efisiensinya akan turun drastis dalam cuaca berawan.



Gambar 2. 5 Sel Surya Mono-crystalline

(Sumber : [www.warungenergi.com](http://www.warungenergi.com))

#### Kelebihan Sel Surya Monocrystalline:

- Memiliki tingkat efisiensi tertinggi karena terbuat dari silikon bermutu tinggi.
- Memiliki tingkat efisiensi ruang tinggi, dengan ukuran panel yang lebih kecil efisiensi hasil cukup tinggi.
- Memiliki tingkat ketahanan dalam jangka waktu lama.
- Cenderung berkinerja lebih baik daripada panel surya polycrystalline dengan nilai yang sama pada kondisi cahaya rendah.

#### Kekurangan Sel Surya Monocrystalline:

- Harga cukup mahal.
- Jika panel surya sebagian tertutup oleh kotoran, seluruh rangkaian dapat rusak.
- Cenderung lebih efisien dalam cuaca hangat. Namun kinerja berkurang saat suhu naik atau panas.

#### 2.2.4.2 Sel Surya Poly-crystalline

Sel Surya Polycrystalline merupakan panel surya / solar cell yang memiliki susunan kristal acak. Type Polycrystalline memerlukan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan jenis monokristal untuk menghasilkan daya listrik yang sama, akan tetapi dapat menghasilkan listrik pada saat berawan.



Gambar 2. 6 Sel Surya Poly-crystalline

(Sumber : <https://m.indotrading.com>)

##### Kelebihan Sel Surya Polycrystalline:

- Proses yang digunakan untuk membuat silikon polycrystalline lebih sederhana dan lebih murah.
- Panel surya polycrystalline cenderung memiliki toleransi panas yang sedikit lebih rendah.

##### Kekurangan Sel Surya Polycrystalline:

- Efisiensi panel surya berbasis polycrystalline biasanya 13-16 %. Karena kemurnian silikon lebih rendah.

- Efisiensi ruang yang lebih rendah sehingga perlu panel surya ukuran lebih besar untuk menghasilkan daya listrik yang sama dengan panel surya yang terbuat dari silikon monocrystalline.

#### 2.2.4.3 Thin Film Solar Cell

Tipe panel surya ini disebut dengan “thin film” karena menggunakan sel surya yang sangat tipis dengan ukuran sekitar 10 nm, jauh lebih tipis dibandingkan dengan tipe crystalline silicon yang berukuran 200-300 nm. Lapisan tipis tersebut ditambahkan ke permukaan seperti kaca, plastic, atau metal.



Gambar 2. 7 Thin Film Solar Cell

(Sumber : <https://id.solar-led-lights.com>)

Dengan ukuran yang sangat tipis, panel surya ini menjadi sangat ringan dan fleksibel. Selain itu, panel surya ini tidak mengalami penurunan performa pada temperatur yang semakin tinggi seperti tipe panel surya lainnya. Sayangnya, efisiensi konversi energi thin film masih rendah.

Beberapa tipe panel surya thin film yang ada dipasaran berdasarkan material penyusunnya, yaitu :

a) *Cadmium Telluride* (CDTE)

Panel surya CdTe merupakan jenis panel surya yang memiliki tingkat efisiensi paling baik dikelasnya, yaitu 9-11%. First solar berhasil mengembangkan panel surya dengan efisiensi pada 14.4%.

b) *Copper Indium Gallium Diselenide (CIGS)*

Panel surya dari bahan material CIGS ini memiliki efisiensi 10-12% dengan efisiensi tertinggi yang pernah diproduksi dalam skala lab adalah 21.7%.

c) *Amorphous Thin-film Silicon (A-SI, TF-SI)*

Panel surya ini memiliki efisiensi terendah yaitu 6-8% dan mengandung bahan tidak aman dalam materialnya. Ada beberapa tipe panel amorphous yaitu :

- Amorphous Silicon Cells
- Tandem-cell using a-Si/ uc-Si
- Tandem-cell using a-Si/ pc-Si
- Polycrystalline silicon on glass

d) *Gallium Arsenide (GAAS)*

Tipe panel dengan sel GaAs memiliki harga yang cukup mahal, dan hanya digunakan untuk industri tertentu dan luar angkasa. Rekor efisiensi tertinggi pada panel ini adalah 28.8%.

## 2.5 Solar Charge Controller (SCC)



Gambar 2. 8 Solar Charge Controller

(Sumber : Pasaribu et al., 2022)

Solar charger controloller pada sistem panel surya atau sering disebut SCC atau Battery Control Unit (BCU) atau Battery Control Regulator (BCR) adalah bagian yang cukup penting. Fungsi utama SCC melindungi dan melakukan sistem otomatis pengisian baterai, sehingga dapat mengoptimalkan sistem baterai untuk jangka yang panjang(Pasaribu et al., 2022).

Solar charge controller menerapkan teknologi Pulse Width Modulation (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban. Solar panel 12 Volt umumnya memiliki tegangan output 16 - 21 Volt. Jadi tanpa solar charge controller, baterai akan rusak oleh over-charging dan ketidakstabilan tegangan. Baterai umumnya di-charge pada tegangan 14 - 14.7 Volt(Noorly Evalina, Faisal Irsan Pasaribu, 2022).

Ada beberapa kondisi yang dapat dilakukann oleh Solar Charger Controller pada sistem panel surya :

- 1) Mengendalikan tegangan panel surya Tanpa fungsi kontrol pengendali antara panel surya dan baterai, panel akan melakukan pengisian baterai melebihi tegangan daya yang ditampung baterai, sehingga dapat merusak sel yang terdapat di dalam baterai dan dapat mengaikbatkan meledak jika baterai diisi daya secara berlebihan.

- 2) Mengawasi tegangan baterai SCC dapat mendeteksi saat tegangan baterai anda terlalu rendah. Bila tegangan baterai turun di bawah tingkat tegangan tertentu, SCC akan memutuskan beban dari baterai agar daya baterai tidak habis. Penggunaan baterai dengan kapasitas daya yang habis, akan merusak baterai, bahkan tidak dapat digunakan kembali.
- 3) Menghentikan arus terbalik pada saat malam hari Pada malam hari, panel surya tidak menghasilkan arus, karena tidak terdapat lagi sumber energi, yaitu matahari. Arus yang terdapat dalam baterai dapat mengalir terbalik ke panel surya, dan ini dapat merusak sistem pada panel surya.

Solar Charge Controller biasanya terdiri dari : 1 input ( 2 terminal ) yang terhubung dengan output panel sel surya, 1 output ( 2 terminal ) yang terhubung dengan baterai / aki dan 1 output ( 2 terminal ) yang terhubung dengan beban. Arus listrik DC yang berasal dari baterai tidak mungkin masuk ke panel sel surya karena biasanya ada 'diode protection' yang hanya melewatkan arus listrik DC dari panel sel surya ke baterai, bukan sebaliknya.

Ada dua jenis teknologi yang umum digunakan oleh solar charge controller yaitu, controller tipe PWM (Pulse Wide Modulation) dimana perangkat kecil pintar yang menawarkan kompatibilitas, kesederhanaan, dan pemahaman yang baik terhadap karakter panel surya, baterai dan beban. Dengan menggunakan Teknologi PWM jumlah arus dan tegangan yang hilang antara panel dan baterai dapat dikurangi seminimal mungkin. Hal ini dapat memperpanjang masa pakai baterai dan juga melindungi dari pengisian daya yang berlebihan (overcharging), kekurangan pengisian daya (undercharging), hubung singkat dan panas berlebih. Controller tipe PWM tidak hanya harus digunakan pada satu panel dan satu baterai, Bila perangkat pengontrol PWM 10A digunakan untuk mengatur muatan susunan panel surya yang dihubungkan secara parallel dengan daya total 160W (atau arus total maksimal 10A). dan bila menggunakan kontroler PWM 20A, dapat diatur panel-panel surya hingga daya 320W untuk baterai 12V, dan 640W untuk baterai 24V dengan memperhatikan Arus yang tidak melebihi 20A.

Controller tipe MPPT (Maximun Power Point Tracking), merupakan pengendali yang paling efisien disaat sekarang ini, namun hanya digunakan bila

tegangan panel surya lebih tinggi daripada tegangan baterai. System MPPT mampu menurunkan tegangan panel (atau susunan panel surya) yang sampai sepuluh kali lebih tinggi daripada tegangan baterai, agar sesuai dengan tegangan baterai tanpa harus kehilangan arus dalam proses. Controller MPPT bekerja pada tingkat efisiensi yang lebih tinggi dari pengendali PWM yang hanya bekerja pada tingkat efisiensi 75%-80%, sedangkan pengendali MPPT beroperasi pada tingkat efisiensi 92% -95%. Controller MPPT juga meningkatkan jumlah arus yang masuk ke baterai, yang bervariasi tergantung pada intensitas cahaya matahari atau cuaca, suhu, status pengisian daya baterai, dan factor lainnya.

## 2.6 Lux Meter



Gambar 2. 9 Lux Meter

(Sumber : <https://indo-digital.com>)

Lux Meter adalah alat yang digunakan untuk mengukur besarnya intensitas cahaya di suatu tempat. Besarnya intensitas cahaya ini perlu untuk diketahui karena pada dasarnya manusia juga memerlukan penerangan yang cukup. Untuk mengetahui besarnya intensitas cahaya ini maka diperlukan sebuah sensor yang cukup peka dan linier terhadap cahaya.

Semakin jauh jarak antara sumber cahaya ke sensor maka akan semakin kecil nilai yang ditunjukkan lux meter. Ini membuktikan bahwa semakin jauh jaraknya maka intensitas cahaya akan semakin berkurang. Alat ini didalam memperlihatkan hasil pengukurannya menggunakan format digital yang terdiri dari angka, sebuah

sensor. Sensor tersebut diletakan pada sumber cahaya yang akan diukur intensitasnya.(Andriansyah, 2017)

Adapun jenis – jenis lux meter yaitu :

a. Lux meter Analog

Lux meter analog ini menggunakan dua skala untuk mengetahui besarnya suatu intensitas cahaya. Terdapat kisaran skala 60 yang terletak diatas, kemudian skala 60 untuk yang terletak dibawah. Skala tersebut merupakan penentu besar kecilnya intensitas cahaya yang keluar bergantung pada skala yang digunakan.

b. Lux meter digital

Lux meter digital ini lebih banyak digunakan dikalangan masyarakat, karena alat ini dinilai lebih cepat dan praktis. Terdapat tiga range yang berbeda pada skala pengukurannya, yakni A, B, dan C. Range yang digunakan akan berpengaruh pada pengukuran cahaya yang akan dihasilkan.

### **2.6.1 Fungsi Lux meter**

Sesuai dengan namanya, lux meter berfungsi sebagai pengukur intensitas cahaya yang tersebar dalam suatu tempat. Penciptaan alat ini dilatar belakangi oleh kesadaran kebutuhan cahaya yang berbeda – beda ditiap ruangan. Hal tersebut karena mata harus dengan jelas menangkap segala hal dengan baik yang nantinya digunakan untuk menunjang aktifitas kerja. Hampir semua lux meter terdiri dari rangka, sebuah sensor dengan sel foto, dan layer panel. Sensor diletakkan pada sumber cahaya. Cahaya akan menyinari sel foto sebagai energi yang diteruskan oleh sel foto menjadi arus listrik. Makin banyak cahaya yang diserap oleh sel, arus yang dihasilkan lebih besar.(Andriansyah, 2017)

Adapun bagian-bagian yang terdapat pada lux meter yaitu:

- Layar Panel

Layar panel yang terdapat di dalam alat ukur ini memiliki ukuran persegi yang tidak terlalu lebar. Fungsinya adalah untuk menampilkan hasil pengukuran yang sudah dilakukan menggunakan skala. Semakin besar angka yang muncul

menandakan semakin besar pula cahaya yang ada di tempat tersebut, begitu juga sebaliknya semakin kecil angka yang muncul maka semakin kecil pula cahaya yang berada dalam tempat yang diukur.

- Tombol on/off

Setiap alat tentunya memiliki tombol off/on yang berfungsi untuk bisa menghidupkan dan mematikan, sehingga penggunaannya juga dapat lebih diatur. Selain itu, dengan adanya tombol dapat berguna untuk menghemat baterai yang ada pada alat tersebut, dan nantinya sama saja dengan menghemat listrik.

- Tombol Range

Tombol range adalah salah satu komponen yang sangat penting untuk digunakan dalam proses pengukuran. Hal itu dikarenakan tombol inilah yang nantinya akan menentukan jangkauan pengukuran hingga sebesar apa.

- Zero Adjust VR

Pada bagian ini berfungsi untuk mengatasi masalah alat yang berkaitan dengan pembagian tanda skala. Apabila terjadi error, Zero adjust VR mampu mengembalikannya seperti semula, namun artinya kita juga harus mengulang kembali proses pengukuran dari awal.

- Sensor Cahaya

Bagian yang satu ini memiliki peran yang paling penting karena digunakan untuk menangkap cahaya yang hendak diukur. Oleh karena itu pastikan untuk merawatnya dengan baik karena biasanya sensor cahaya tersebut memiliki layar yang sangat sensitif. Selain itu, jangan lupa juga untuk rutin membersihkannya menggunakan tisu atau kapas, dan pastikan agar tidak terkena air.

## **2.7 Baterai/Aki (Accumulator)**

Baterai merupakan salah satu komponen yang digunakan pada sistem solar cell yang dilengkapi dengan penyimpanan cadangan energi listrik. Baterai memiliki fungsi untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya dalam bentuk energi arus searah. Energi yang disimpan pada baterai berfungsi sebagai cadangan (back up), yang biasanya dipergunakan pada saat panel surya tidak

menghasilkan energi listrik, contohnya pada saat malam hari atau pada saat cuaca mendung, selain itu tegangan keluaran ke sistem cenderung lebih stabil. Satuan kapasitas energi yang disimpan pada baterai adalah ampere hour (Ah), yang diartikan arus maksimum yang dapat dikeluarkan oleh baterai selama satu jam. (Diantari Aita Retno, Erlina, 2018)

Baterai atau accumulator adalah sebuah sel listrik dimana didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang reversible (dapat berkebalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud dengan reaksi elektrokimia reversible adalah di dalam baterai dapat berlangsung proses perubahan energy kimia menjadi energy listrik (proses pengosongan) dan sebaliknya dari energy listrik menjadi energy kimia (proses pengisian) dengan cara proses regenerasi dari elektroda-elektroda yang dipakai yang mana terdiri dari dua jenis yaitu Baterai primer dan Baterai Sekunder. (Firman Agung Nugroho, Kharisma Bani Adam, 2020)



Gambar 2. 10 Baterai (Aki)

(Sumber : Firman Agung Nugroho, Kharisma Bani Adam, 2020)

Baterai Primer merupakan jenis baterai yang tidak dapat diisi ulang (sekali pakai) digunakan satu kali kemudian dibuang, hal ini dikarenakan Material Elektrodanya tidak dapat berkebalikan arah ketika dilepaskan. Beberapa contoh penggunaannya adalah baterai Zinc-Carbon (seng-karbon), Baterai Alkaline (Alkali), Baterai Lithium, dan Baterai Silver Oxide. sedangkan Baterai Sekunder

merupakan jenis baterai yang dapat diisi ulang atau dapat digunakan berkali-kali dan saat baterai sudah habis dapat diisi kembali dengan dicatu (Charging). Kemampuan baterai sekunder dapat diisi ulang dikarenakan reaksi elektrokimianya yang bersifat reversible atau komposisi awal elektrodanya dapat dikembalikan dengan arus berkebalikan. Pada saat Baterai digunakan dengan menggunakan beban pada terminal baterai (discharge), Elektron akan mengalir dari Negatif ke Positif. Sedangkan pada saat pengisian atau pengecasan ketika sumber energy luar (charger) dihubungkan ke baterai sekunder, electron akan mengalir dari Positif ke Negatif sehingga terjadi pengisian Muatan pada Baterai.

Jenis-jenis Baterai yang tergolong dalam kategori Baterai Sekunder diantaranya adalah Baterai Ni-Cd (Nickel-Cadmium), Baterai Ni-MH (Nickel-Metal Hydride), Baterai Li-Ion (Lithium-Ion), Baterai Li-Po (Lithium-Polymer), dan Baterai Lead Acid.

Dari dua tipe baterai tersebut jenis batrai sekunder merupakan tipe baterai yang cocok digunakan untuk sisitem panel surya, hal ini dikarenakan dengan menggunakan tipe baterai sekunder dapat memanfaatkan energy yang tersimpan pada baterai (discharge) ketika panel surya tidak mendapatkan sinar matahari. Sedangkan saat ada matahari, panel surya akan mengisi daya baterai (charge).

### **2.7.1 Jenis-Jenis Baterai Sekunder Yang Cocok Digunakan Untuk Panel Surya**

Tidak semua jenis baterai sekunder lumrah digunakan untuk system panel surya, ada dua tipe baterai sekunder yang banyak diaplikasikan untuk panel surya adalah baterai Lead Acid dan baterai Li-Ion.

#### **2.5.1.1 Baterai Lead Acid**

Baterai Lead Acid merupakan baterai untuk system panel surya yang menggunakan asam timbal (Lead Acid) sebagai bahan kimianya. Ada dua tipe dari jenis baterai ini, yaitu starting battery, atau yang lebih dikenal dengan Aki otomotif (karena banyak digunakan untuk baterai pada kendaraan otomotif, seperti motor dan mobil), dan deep cycle battery, atau juga dikenal dengan Aki industry.

### **2.5.1.2 Starting Battery (Aki Otomotif)**

Merupakan jenis baterai yang dirancang untuk menghasilkan arus listrik tinggi dalam waktu singkat, sehingga dapat menyalakan mesin kendaraan. Karena menggunakan pelat tipis yang tersusun secara parallel, resistensi rendah dan permukaan luas, baterai ini tidak cocok digunakan dengan panel surya. Walaupun secara aplikasi masih dapat digunakan.

### **2.5.1.3 Battery Deep Cycle (Aki Industri)**

Merupakan jenis baterai yang dirancang untuk menghasilkan arus listrik stabil dan dalam waktu lama. Baterai jenis deep cycle memiliki ketahanan terhadap siklus pengisian (charge) – pelepasan (discharge) berulang-ulang dan konstan. Baterai jenis deep cycle dibagi lagi.

### **2.5.1.4 Baterai FLA (Flooded Lead Acid)**

Baterai FLA (Flooded lead Acid) yang lebih dikenal dengan baterai basah. Karena sel-sel didalam aki terendam oleh cairan elektrolit agar berfungsi optimal. Ciri khasnya adalah ada katup pengisian cairan elektroit pada setiap katup.

### **2.5.1.5 Baterai VRLA (Valve Regulated Lead Acid)**

Disebut juga Baterai SLA (Sealed Lead Acid) atau baterai MF (mainternace Free) atau baterai SMF (Sealed Mainternance Free) Secara fisik baterai ini hanya Nampak terminal positif (+) dan terminal negative (-). Dirancang khusus agar cairan elektrolit tidak tumpah, bocor ataupun meluap. Baterai ini memiliki Katup pentilasi yang terbuka pada tekanan ekstrim untuk pembuangan gas hasil reaksi kimia. Baterai ini sering disebut dengan baterai mainternance free karena tidak ada katup pengisian elektrolit.

Berdasarkan konstruksi internalnya Baterai VRA dibagi lagi menjadi baterai VRA AGM (Absorbent Glass Mat) yang terdiri dari fiberglass yang terletak antara plat-plat sel, yang bertujuan untuk menyerap cairan elektrolit agar tersimpan dipori-pori fiberglass. Dan baterai jenis VRLA Gel (Gel cells) yang memiliki cairan elektrolit kental seperti gel.

Baterai Deep Cycle jenis VRLA AGM atau VRLA Gel merupakan jenis baterai yang paling banyak dan paling cocok digunakan untuk system panel surya baik SHS (Solar Home System), PJUTS (Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya), pompa tenaga surya dan PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya). Dikarenakan memiliki ketahanan siklus pegisian, ketahanan penggunaan, anti tumpah/bocor dan bebas perawatan (Maintenance Free).

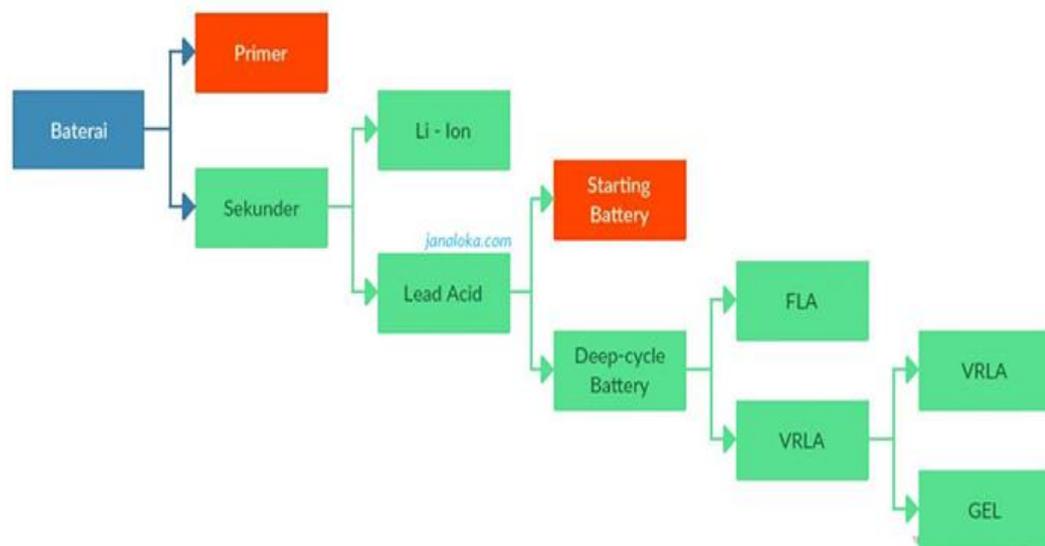
### **2.5.1.6 Baterai Li-Ion**

Baterai Li-Ion merupakan baterai yang menggunakan senyawa litium interkalasi sebagai bahan elektrodanya. Baterai ini memiliki daya tahan yang cukup tinggi, dan tingkat penurunan daya saat tidak digunakan cukup rendah. Sehingga baterai jenis ini dapat bertahan dalam kondisi apapun, dan dapat menyimpan daya yang lama dan lebih besar. Baterai Li-Ion memiliki daya tahan siklus tinggi dan juga lebih ringan sekitar 50%-60% serta menyediakan kapasitas yang lebih tinggi sekitar 60%-80% jika dibandingkan dengan baterai Lead Acid. Rasio self-discharge adalah sekitar 20% per bulan. Sehingga tipe baterai ini banyak dilirik sebagai tipe baterai yang sesuai untuk system panel surya.

Baterai Li-Ion menggunakan elektroda positif diantaranya adalah kobalt lithium oksida, lithium besi fosfat atau lithium mangan oksida, elektroda negative biasanya grafit dan elektrolit yakni etilen karbonat dan dietil karbonat. Elektrolit tersebut disimpan dalam pelarut organik diantara elektroda dan seluruh baterai terikat erat oleh bungkus logam. Selain itu rangkaian pelindung juga ditambahkan untuk mengtur level tegangan dan arus dalam batas aman. Kelebihan baterai Li-Ion memiliki kepadatan energy yang tinggi, memiliki masa simpan panjang sehingga membuatnya lebih awet dan tahan lama.

Baterai jenis lithium ini juga terbagi dua tipe yakni baterai lithium li-Ion dan baterai lithium Polymer, meski berbeda tapi keduanya cenderung terbilang sama. Ada banyak sekali kelebihan lithium Li-Ion yang diantaranya adalah baterai ini memiliki kepadatan energy yang tinggi, memiliki masa simpan yang pajang, sehingga lebih tahan lama dan bisa diganti oleh pengguna. Selain kelebihan baterai tipe ini juga memiliki kekurangan dimana bobotnya yang cenderung lebih berat,

pelindung sirkuit menambah bahaya, memiliki tingkat self-discharge yang relative tinggi. Sedangkan baterai lithium-Polymer merupakan pengembangan dari baterai lithium Li-Ion, dimana komponen dasarnya masih terbilang sama dan perbedaan utamanya terletak pada bagian pemisah atau dimana ion bergerak diantara elektroda. Dibandingkan lithium Li-Ion, lithium Polymer ini memiliki tingkat self-discharge yang lebih hemat dan memiliki bobot yang lebih ringan, baterai lithium polymer tersedia dalam berbagai bentuk, namun cenderung memiliki kepadatan energy yang rendah dan harganya relative lebih mahal jika dibandingkan dengan tipe baterai Li-Ion.

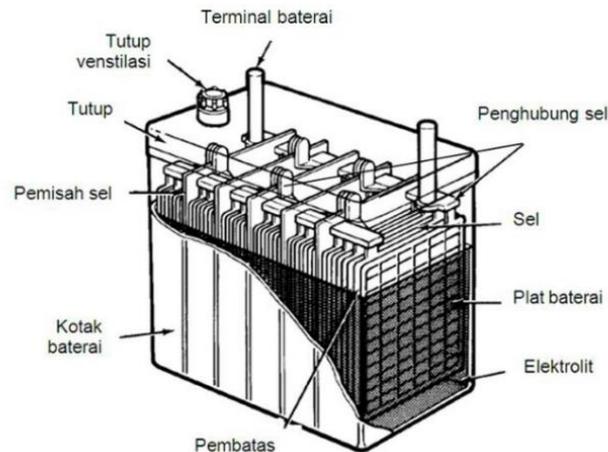


Gambar 2. 11 Jenis-Jenis Baterai Sekunder

(Sumber : *janaloka.com*)

### 2.7.2 Komponen-Komponen Yang Terdapat Pada Baterai (Aki)

Baterai/aki terdiri dari berbagai komponen-komponen penting yang memiliki peran masing-masing.



Gambar 2. 12 Kontruksi dan Bagian-bagian Baterai

(Sumber : NOFRI, 2019)

Berikut adalah komponen-komponen yang terdapat pada baterai beserta fungsinya:

- *Elektrolit Baterai*

Elektrolit baterai merupakan larutan asam sulfat dengan air suling. Berat jenis elektrolit bila terisi penuh yaitu 1,260 atau 1,280 pada suhu elektrolit 20°C. Elektrolit baterai yang berat jenisnya 1,260 saat terisi penuh maka kandungan asam sulfatnya adalah 35% sedangkan kandungan air sulingnya adalah 65%, pada elektrolit baterai dengan berat jenis 1,280 saat terisi mengandung 37% asam sulfat dan 63% air suling.

- *Kotak Baterai*

Kotak baterai merupakan bagian yang berfungsi untuk menampung elektrolit dan elemen baterai. Pada baterai, ruangan di dalam kotak baterai dibagi menjadi 6 bagian atau 6 sel.

- *Plat Baterai*

Terdapat 2 buah plat baterai yaitu plat positif dan negatif. Bahan yang digunakan untuk membuat plat positif adalah timoni yang dilapisi dengan

lapisan aktif oksida timah (lead dioxide,  $PbO_2$ ) yang memiliki warna coklat. Sedangkan plat negatif terbuat dari sponge lead (Pb) yang memiliki warna abu-abu. Kemampuan dari baterai untuk dapat mengalirkan arus dipengaruhi oleh jumlah dan ukuran dari plat baterai.

- *Separator*

Separator atau penyekat merupakan komponen yang berada didalam kotak baterai. Separator terletak di antara plat positif dan plat negatif. Separator baterai juga berfungsi sebagai pencegah terjadinya hubung singkat antara plat positif dan plat negatif.

- *Sel Baterai*

Sel baterai atau elemen baterai terdiri dari plat positif dan plat negatif dan diantara kedua plat tersebut dibatasi separator. Sel-sel baterai saling dihubungkan secara seri sehingga jumlah dari sel-sel baterai akan menentukan besar tegangan baterai. Setiap sel baterai menghasilkan tegangan sekitar 2,1 V sehingga pada baterai dengan 6 buah sel, maka memiliki tegangan sekitar 12,6 V.

- *Penghubung Sel*

Penghubung sel atau cell connector merupakan bagian yang menghubungkan plat-plat yang ada didalam baterai. Penghubung antara plat negatif dan plat positif dihubungkan secara seri.

- *Pemisah Sel*

Pemisah sel atau cell partition berfungsi untuk memisahkan tiap sel yang ada di dalam baterai.

- *Terminal Baterai*

Terminal baterai terdiri dari dua buah terminal yaitu terminal positif dan terminal negatif.

Dalam baterai yang lebih canggih. Seperti baterai lithium-ion, komponen seperti elektrolit padat, anoda dan katoda berbasis lithium, serta separator yang lebih canggih digunakan untuk menghasilkan kapasitas energi yang lebih tinggi dan efisiensi yang lebih baik.

### 2.7.3 Proses Aki Mengeluarkan Arus

Pada saat baterai dalam keadaan discharge maka hampir semua asam melekat pada pelat-pelat dalam sel sehingga cairan elektrolit konsentrasinya sangat rendah dan hampir melulu hanya terdiri dari air (H<sub>2</sub>O), akibatnya berat jenis cairan menurun menjadi sekitar 1,1 kg/dm<sup>3</sup> dan ini mendekati berat jenis air yang 1 kg/dm<sup>3</sup>. Sedangkan baterai yang masih berkapasitas penuh berat jenisnya sekitar 1,285 kg/dm<sup>3</sup>. Dengan perbedaan berat jenis inilah kapasitas isi baterai bisa diketahui apakah masih penuh atau sudah berkurang yaitu dengan menggunakan alat hidrometer. Hidrometer ini merupakan salah satu alat yang wajib ada di bengkel aki (bengkel yang menyediakan jasa setrum/cas aki). Selain itu pada saat baterai dalam keadaan discharge maka 85% cairan elektrolit terdiri dari air (H<sub>2</sub>O) dimana air ini bisa membeku, bak baterai pecah dan pelat-pelat menjadirusak.

### 2.7.4 Proses Aki Menerima Arus

Baterai yang menerima arus adalah baterai yang sedang disetrum/dicas alias sedang diisi dengan cara dialirkan listrik DC, dimana kutub positif baterai dihubungkan dengan arus listrik positif dan kutub negatif dihubungkan dengan arus listrik negatif. Tegangan yang dialiri biasanya sama dengan tegangan total yang dimiliki baterai, artinya baterai 12 V dialiri tegangan 12 V DC, baterai 6 V dialiri tegangan 6 V DC, dan dua baterai 12 V yang dihubungkan secara seri dialiri tegangan 24 V DC (baterai yang duhubungkan seri total tegangannya adalah jumlah dari masing-masing tegangan baterai).

Kebutuhan baterai minimum (baterai hanya digunakan 50% untuk pemenuhan kebutuhan listrik). Dengan demikian kebutuhan daya dikalikan 2 kali lipat. Hubungan daya dan aki dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$P_{aki} = V \times I \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana:

$P_{aki}$  = Daya Aki (Ah)

V = Tegangan Aki (Volt)

I = Arus Aki (Ampere)

## 2.8 Pompa Air

Pompa adalah mesin atau peralatan mekanis yang digunakan untuk menaikkan cairan dari dataran rendah ke dataran tinggi atau untuk mengalirkan cairan dari daerah bertekanan rendah ke daerah yang bertekanan tinggi dan juga sebagai penguat laju aliran pada suatu sistem jaringan perpipaan. Prinsip kerja pompa adalah dengan melakukan penekanan dan penghisapan terhadap fluida. Pada sisi hisap pompa (suction), elemen pompa akan menurunkan tekanan dalam ruang pompa sehingga akan terjadi perbedaan tekanan antara permukaan fluida yang dihisap dengan ruang pompa. (Kusuma et al., 2020)



Gambar 2. 13 Pompa Air AC dan DC

(Sumber : <https://www.pricebook.co.id>)

### 2.8.1 Jenis-Jenis Pompa Air

Jenis pompa ada bermacam-macam, secara umum dibedakan berdasarkan fungsi dan cara penggunaannya. Pompa sendiri merupakan alat yang difungsikan untuk mengalirkan suatu cairan atau liquid dari tempat satu ke tempat lainnya. Sebagian besar jenis pompa bekerja dengan memanfaatkan tekanan untuk memindahkan fluida secara horizontal maupun vertikal.

#### 1. Pompa Air Booster

Pompa air booster ini umumnya hanya digunakan sebagai alat

dorong air atau pendukung distribusi air pada tendon di rumah rumah. Selain itu, pompa booster juga bisa dijadikan sebagai alternatif pompa otomatis sumur dangkal untuk menambah tekanan air. Namun pompa ini tidak bisa digunakan untuk menghisap air yang posisi sumbernya berada di bawah pompa.

## 2. *Pompa Air Diesel*

Pompa air diesel yang dimanfaatkan untuk kegiatan perkebunan dan pertanian. Dibandingkan jenis pompa lain, pompa ini sangat jarang digunakan untuk di rumah tangga karena cara kerjanya membutuhkan bahan bakar solar atau bensin. Pompa air diesel punya keunggulan yakni dapat menyedot air dalam jumlah dan kapasitasnya yang besar.

## 3. *Pompa Air Pendingin*

Cooling water pump, merupakan jenis pompa yang digunakan pada kapal untuk mensirkulasikan air tawar pendingin dari motor ke alat pendingin (cooler), lalu diteruskan kembali ke motor. Dengan pompa ini maka kapal dapat memasukkan air laut ke cooler dan mengalirkannya kembali ke laut.

## 4. *Pompa Air Sumur Dalam*

Pompa air sumur dalam, yaitu semi jet pump dan jet pump. Jenis pompa air jet pump digunakan pada sumber air bom dengan kedalaman mencapai 11 meter dan tinggi 9 meter, sementara semi jet pump untuk sumur dengan kedalaman maksimum 20 m. Keduanya juga berbeda dari daya hisap dan daya dorongnya, sehingga pengguna bisa memilih jenis yang sesuai dengan kebutuhan.

## 5. *Pompa Air Sumur Dangkal*

Pompa air sumur dangkal umumnya digunakan untuk kebutuhan ringan dengan daya hisap maksimal hanya sampai di kedalaman 9 meter saja dan daya dorongnya pun biasa saja.

## 6. *Pompa Aksial*

Pompa aksial disebut juga pompa propeller yang menghasilkan tekanan melalui gaya lifting dan propeler sudut terhadap air atau cairan (fluida). Jenis pompa aksial lebih sering digunakan pada sistem drainase dan

irigasi karena mempunyai keunggulan dapat menangani debit aliran yang besar. Selain itu, pompa aksial juga melibatkan efek sifon pada alirannya.

#### 7. *Pompa Ballast*

Pompa ballast digunakan di kapal yang fungsinya untuk memompa air dari dan ke dalam tangki penampungan air. Sistem ballast merupakan salah satu sistem pelayanan yang ada di kapal untuk mengisi dan mengangkut air ballast. Pompa ballast digunakan untuk menyesuaikan tingkat kemiringan dan draft kapal karena adanya perubahan muatan sehingga dapat menjaga stabilitas kapal.

#### 8. *Pompa Celup*

Pompa air celup juga sering disebut septicpump, stormwater dan sewage yang biasanya digunakan kan di bidang industri, pembangunan, proses daur ulang, komersial, dan saluran air. Fungsi pompa celup sangat efektif untuk memindahkan air hujan, bahan kimia, air limbah, air tanah, air bor, limbah perdagangan dan bahan makanan lainnya.

#### 9. *Pompa Diafragma*

Pompa diafragma atau AOD (air diafragma yang dioperasikan), disebut juga pompa AODD dan pompa pneumatik. Penggunaan pompa diafragma biasanya diaplikasikan pada kegiatan industri, pabrik dan pertambangan. Pompa digunakan untuk mengirimkan makanan, bahan kimia, tambang batu bara bawah tanah, dan sejenisnya.

#### 10. *Pompa Dinamis*

Jenis pompa ini juga sering disebut Non Positive Displacement Pump, suatu pompa yang terdiri atas saluran keluar, rumah volut, sudut-sudut impeller dan poros. Cara kerjanya dengan memanfaatkan energi mekanis ke poros pompa untuk memutar impeller. Putaran tersebut akan membuat head fluida jadi lebih tinggi karena adanya percepatan. Sehingga pompa dinamis bekerja dengan prinsip mengubah energi mekanik menjadi energi fluida. Energi tersebut akan menyebabkan pertambahan head potensial, head kecepatan dan head tekanan pada fluida yang mengalir.

#### 11. *Pompa Sentrifugal*

Jenis pompa sentrifugal terdiri dari 1 impeller, tapi ada juga yang

lebih. Pompa ini dilengkapi dengan sudu-sudu yang diselubungi casing berbentuk volut, terletak pada poros yang berputar. Pompa sentrifugal paling umum digunakan, karena mempunyai keunggulan tekanan yang cukup kuat, harganya murah dan efisien dalam penggunaannya.

### 2.8.2 Bagian-Bagian pada Pompa Air

Secara umum pompa air terdiri dari dua bagian utama yaitu mesin penggerak dan ruang pompa. Kedua bagian tersebut masih terurai menjadi bagian-bagian lainnya.



Gambar 2. 14 Bagian-bagian Pada Pompa Air

(Sumber : <https://cilacapklik.com>)

- *Motor Penggerak*

Motor adalah komponen utama dalam pompa air yang menghasilkan tenaga untuk menggerakkan impeller atau bagian pemompa lainnya. Pompa dapat menggunakan motor listrik, mesin bensin, atau sumber daya lainnya. Motor ini terhubung dengan impeller melalui poros untuk mentransfer tenaga.

- *Impeller*

Impeller adalah baling-baling yang berputar di dalam pompa. Umumnya terbuat dari logam atau plastik yang tahan korosi. Ada beberapa jenis impeller termasuk impeller radial, impeller aksial, dan impeller campuran,

masing-masing dirancang untuk efisiensi tertentu dalam memompa cairan.

- *Casing*  
Casing Pompa adalah struktur luar yang melindungi dan membimbing aliran air. Ini juga membantu mengubah tekanan dan arah aliran. Casing terdiri dari beberapa bagian yang dapat dibuka untuk memeriksa dan memperbaiki bagian dalam pompa.
- *Saringan*  
Saringan ditempatkan di pipa masukan untuk mencegah partikel besar seperti pasir, kerikil, atau kotoran lainnya masuk ke dalam pompa. Ini sangat penting untuk melindungi impeller dari kerusakan dan menjaga kinerja pompa optimal.
- *Tabung Pompa*  
Tabung pompa air berfungsi sebagai tempat dimana terjadinya siklus pemompaan air. Tabung pompa air ini merupakan ruangan yang didesain khusus sesuai dengan lebar impeller yang dilengkapi dengan lubang hisap dan lubang keluarnya air.
- *Segel Mekanikal*  
Segel mekanis merupakan sebuah segel yang memiliki pegas. Pada pompa air, segel mekanis berfungsi sebagai sekat antara poros pompa air dengan tabung pompa. Dengan adanya segel mekanis, maka udara tidak dapat keluar meskipun poros pompa berputar.

## 2.9 Arduino Uno

Arduino adalah sebagai sebuah platform dari physical computing yang bersifat open source. Disebut sebagai Platform karena, Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi ia adalah suatu kombinasi dari hardware, bahasa pemrograman dan Integrated Development Environment (IDE) yang canggih. Ada banyak projek dan alat-alat dikembangkan oleh akademisi dan profesional dengan menggunakan Arduino, selain itu juga ada banyak modul-modul pendukung (sensor, tampilan, penggerak dan sebagainya) yang dibuat oleh pihak lain untuk bisa disambungkan dengan Arduino. Arduino berevolusi menjadi sebuah platform

karena ia menjadi pilihan dan acuan bagi banyak praktisi (Yohanes, Saghoa Sompie, Sherwin R.U.A., Tulung, 2018).



Gambar 2. 15 Arduino Uno

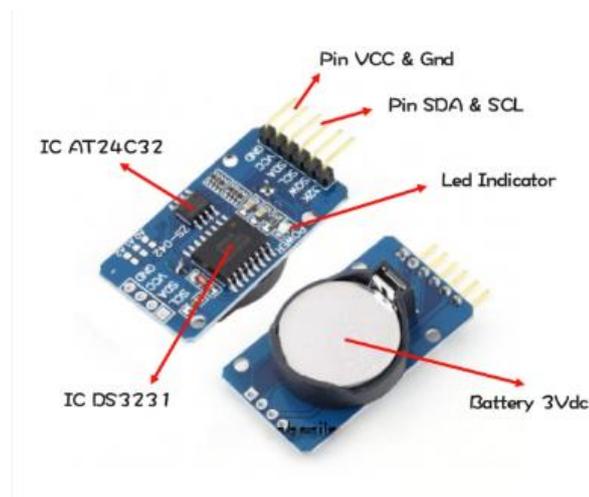
(Sumber : Yohanes, Saghoa Sompie, Sherwin R.U.A., Tulung, 2018)

Beberapa fitur utama dari Arduino Uno adalah:

- 14 pin input/output digital (di mana 6 dapat digunakan sebagai output PWM)
- 6 input analog
- Resonator keramik 16 MHz
- Koneksi USB
- Jack daya
- Header ICSP
- Tombol reset

### 2.10 Real Time Clock (RTC)

RTC (Real time clock) adalah jam elektronik berupa chip yang dapat menghitung waktu (mulai detik hingga tahun) dengan akurat dan menjaga/menyimpan data waktu tersebut secara real time. Karena jam tersebut bekerja real time, maka setelah proses hitung waktu dilakukan output datanya langsung disimpan atau dikirim ke device lain melalui sistem antarmuka.



Gambar 2. 16 Real Time Clock (RTC)

(Sumber : Sinaga & Aswardi, 2020)

Chip RTC sering dijumpai pada motherboard PC (biasanya terletak dekat chip BIOS). Semua komputer menggunakan RTC karena berfungsi menyimpan informasi jam terkini dari komputer yang bersangkutan. RTC dilengkapi dengan baterai sebagai penyuplai daya pada chip, sehingga jam akan tetap up to date walaupun komputer dimatikan. RTC dinilai cukup akurat sebagai pewaktu (timer) karena menggunakan osilator kristal (Sinaga & Aswardi, 2020).

## 2.11 Tanaman Cabai

Tanaman cabai merah (*Capsicum annum L.*) adalah tumbuhan perdu yang berkayu, dan buahnya berasa pedas yang disebabkan oleh kandungan kapsaisin. Di Indonesia tanaman tersebut dibudidayakan sebagai tanaman semusim pada lahan bekas sawah dan lahan kering atau tegalan. Namun demikian, syarat-syarat tumbuh tanaman cabai merah harus dipenuhi agar diperoleh pertumbuhan tanaman yang baik dan hasil buah yang tinggi. Potensi hasil cabai merah sekitar 12- 20 t/ ha.



Gambar 2. 17 Tanaman Cabai

(Sumber : <https://trubus.id>)

Cabai merah termasuk tanaman yang tidak tahan terhadap kekeringan, tetapi juga tidak tahan terhadap genangan air. Air tanah dalam keadaan kapasitas lapang (lembab tetapi tidak becek) sangat mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman cabai merah. Masa kritis tanaman ini terhadap kebutuhan air adalah saat pertumbuhan vegetatif cepat, pembentukan bunga dan buah. (Nalendra & Mujiono, 2020) Dari hasil penelitian diketahui bahwa kelembaban tanah yang ideal untuk pertumbuhan dan hasil cabai merah berkisar antara 60-80% kapasitas lapang.

## **BAB 3**

### **METODELOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Tempat dan Waktu Penelitian**

Dalam penerapan penelitian tugas akhir ini di Desa Bandar Tongah, Kec. Bandar Haluan, Kab. Simalungun, Prov. Sumatera Utara

Perancangan dan pembuatan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) serta riset data terhadap tugas akhir ini berlangsung dimulai dari Januari 2023 sampai November 2023.

#### **3.2 Bahan dan Alat Penelitian**

Pada tahap perancangan ini memerlukan beberapa alat dan bahan yang di perlukan antara lain:

##### **3.2.1 Bahan Yang Digunakan**

Adapun bahan yang dibutuhkan untuk melakukan tahap perancangan dapat dilihat dibawah ini:

Tabel 3. 1 Bahan-bahan Yang Digunakan Dalam Penelitian

<b>NO</b>	<b>Nama Alat</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Unit</b>
1	Solar Cell 50 Wp	1	Pc
2	SCC (Solar Charge Controler) 10 A	1	Pc
3	Batrei (Aki) 12 V	1	Pc
4	Pompa Air Dc 12 V	1	Pc
5	Kabel 2,5 mm	6	Meter
6	Besi Siku 25 mm	2	Meter
7	Terminal Blok	3	Pcs
8	Pipa Besi 2 inch	3	Meter

NO	Nama Alat	Jumlah	Unit
9	Kotak akrilik 25 x 20 cm	1	Pcs
10	Arduino Uno	1	Pcs
11	Kabel Tie	15	Pcs
12	Baut + Mur 4 mm	4	Pcs
13	Baut + Mur 6 mm	2	Pcs
14	Kawat Las	2	Batang
15	Selang PE 8 x 11 mm	15	Meter
16	Nozel Micro Sprayer 360°	20	Pcs
17	Suction Filter	1	Pcs
18	Klem Selang	2	Pcs

### 3.2.2 Alat Perancangan

Adapun beberapa alat yang digunakan untuk mempermudah proses perancangan dan perakitan dapat dilihat dibawah ini.

1. Trafo Las 900 W

Untuk mengelas besi siku sebagai rangka dudukan panel surya pada penelitian.

2. Gerinda Tangan

Untuk Memotong besi bahan yang digunakan untuk perancangan.

3. Meteran

Untuk mengukur panjang bahan yang akan digunakan pada perancangan.

4. Multitester

Untuk mengukur dan mengetahui tegangan dan arus yang dihasilkan panel surya.

5. Solder

Untuk merekatkan kabel agar lebih erat agar tidak terjadi masalah pada

sambungan kabel.

6. Tang Potong

Untuk memotong kabel yang akan digunakan dalam rangkaian.

7. Mesin Bor

Untuk membuat lubang baut pada besi rangka dan PLTS.

8. Obeng (+) (-)

Untuk mengencangkan atau membuka skrup yang digunakan.

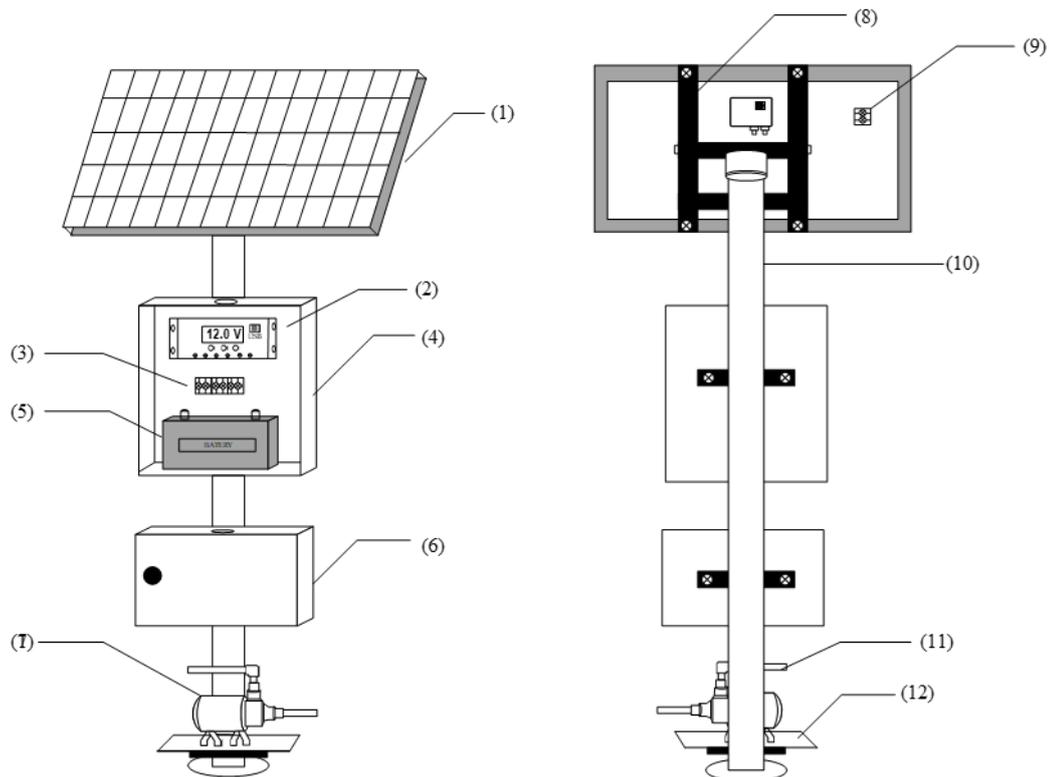
9. Kunci Pas

Untuk mengunci baut pada rangka dan PLTS.

10. Lux Meter

Untuk mengukur intensitas cahaya matahari.

### 3.3 Perancangan Desain Penelitian



Gambar 3. 1 Desain Rancangan PLTS

(Sumber : Dokumen Pribadi)

Adapun komponen-komponen yang terpasang pada desain pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) serta fungsi setiap komponen terpasang pada gambar diatas adalah sebagai berikut:

### 1. Panel Surya

Penelitian kali ini menggunakan 1 unit panel surya berjenis *monocrystalline*, yang berfungsi menyerap energi matahari yang kemudian akan dikonversikan menjadi energi listrik yang terlebih dahulu disimpan kedalam baterai melalui SCC. Adapun spesifikasi dari panel surya adalah sebagai berikut:

Tabel 3. 2 Spesifikasi Panel Surya Yang Digunakan

Model	: SP50-18p
Peak Power	: 50 Wp
Max. Power Volt (Vmp)	: 17,8 V
Max. Power Current (Imp)	: 2,81 A
Open Circuit Current (Vsc)	: 21,89 V
Short Circuit Current (Isc)	: 3,03 A
Power Tolerance	: $\pm 3\%$
Max. System Voltage	: 1000 V
Series Fuse Rating (A)	: 12
Number By Pass Diode	: 1
Operating Temperature	: $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$
Maximum System Voltage	: 1000V DC
Ukuran Dimensi Panel	: P = 67 Cm L = 54 Cm

- Perhitungan Intensitas Matahari Pada Panel Surya

$$P = 50 \text{ Watt}$$

$$A = p \times l$$

$$= 67 \times 54 = 3618 \text{ cm}^2 \text{ atau } 0,3618 \text{ m}^2$$

Penyelesaian:

$$I = P / A$$

$$= 50,018 \text{ Watt} / 0,3618 \text{ m}^2$$

$$= 138,24 \text{ W/m}^2 \text{ atau } 0,013824 \text{ W/cm}^2$$

Dimana:

$I$  = Intensitas Cahaya Matahari ( $\text{W}/\text{m}^2$ )

$P$  = Daya Panel Surya (Watt)

$A$  = Luas Penampang Panel Surya ( $\text{m}^2$ )

Jadi, setiap  $1\text{cm}^2$  penampang panel surya dapat menerima cahaya matahari sebesar  $0,013824 \text{ W}/\text{cm}^2$ .

- Perhitungan Efisiensi Panel Surya

$P = 50,018 \text{ Watt}$

$A = 0,3618 \text{ m}^2$

$G = 1000 \text{ W}/\text{m}^2$

Penyelesaian:

$$\eta = \frac{P}{G \times A} \times 100 \%$$

$$\begin{aligned} &= \frac{50,018 \text{ watt}}{1000 \text{ w}/\text{m}^2 \times 0,3618 \text{ m}^2} \times 100 \% \\ &= 0,1382 \times 100\% \\ &= 13,83\% \end{aligned}$$

Maka Efisiensi pada panel surya diatas adalah sebesar 13,82%

## 2. SCC (Solar Charge Controller)

Berguna mengatur arus serta tegangan dalam sistem panel surya yang bekerja berdasarkan mode yang disetting. Juga sebagai pengaman dan juga menjaga keawetan pada peralatan solar cell dalam proses kerjanya. Adapun spesifikasi SCC yang akan digunakan, sebagai berikut:

Tabel 3. 3 Spesifikasi SCC Yang Digunakan

Rated Voltage	: 12/24 V
Rated Current	: 10 A
Max PV Voltage	: 50 V
Max PV Input Power	: 130w (12V) 260w (24V)

## 3. Terminal Blok

Berfungsi sebagai penghubung antar komponen.

#### 4. Kotak Akrilik

Berfungsi sebagai tempat pengontrolan dan pelindung agar komponen-komponen tertentu tidak terkena air ataupun panas matahari langsung.

#### 5. Baterai

Berguna sebagai penyimpan energy yang diterima dari panel surya, yang selanjutnya energy didistribusikan untuk mengoperasikan beban. Adapun spesifikasi baterai yang digunakan, sebagai berikut:

Tabel 3. 4 Spesifikasi Baterai Yang Digunakan

Standby Use	: 13,5-13,9 V
Cycle Use	: 14,5-14,9 V
Initial Current	: Less Thant 2,25 A
Kapasitas	: 7,5 Ah

#### 6. Kotak Arduino

Berfungsi sebagai sistem otomatisasi penyiram tanaman cabai.

#### 7. Pompa Air DC

Pompa digunakan sebagai beban kerja untuk menyalurkan fluida cair yakni air sebagai penyiram pada tanaman. Adapun pompa motor yang digunakan pada penelitian adalah motor DC karena lebih efektif dan mudah diimplementasikan.

Berikut adalah spesifikasi pompa air DC yang digunakan.

Tabel 3. 5 Spesifikasi Pompa Air DC Yang Digunakan

Model	: Earth 2203 - 2
Voltage	: DC – 12 V
Ampere	: 3,0 A
Flow	: 4,0 Lpm
Pressure	: 100 Psi / 6,8 Bar

#### 8. Besi Rangka

Berfungsi sebagai penyangga dudukan panel surya.

#### 9. Terminal Blok

Berfungsi sebagai penghubung komponen.

### 10. Pipa Besi

Berfungsi sebagai penopang rangkaian PLTS diletakan.

### 11. Selang PE

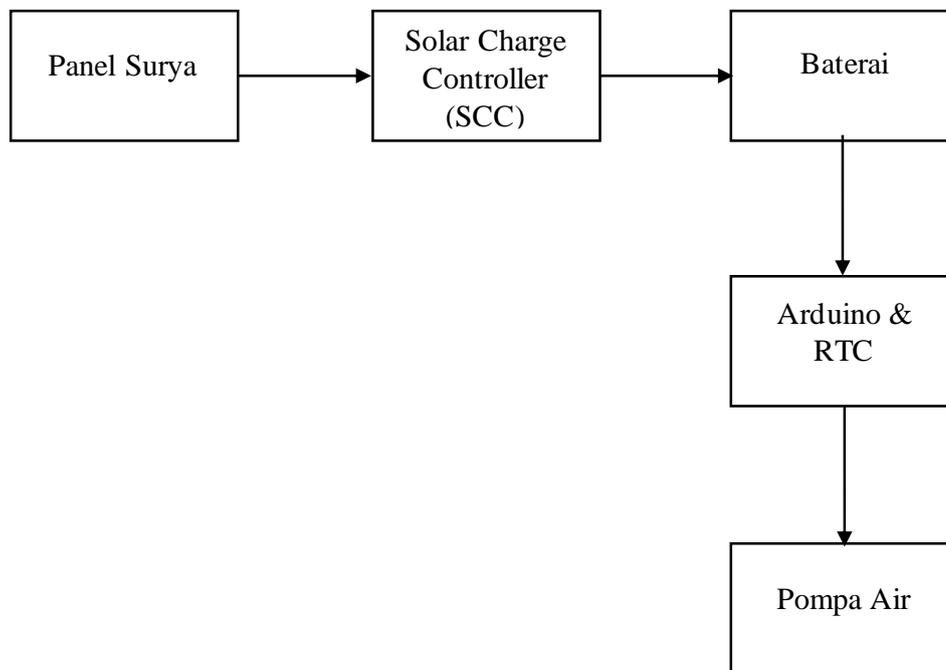
Berfungsi sebagai media penyalur aliran air dari sumber air ke tanaman cabai.

### 12. Plat Besi

Berfungsi sebagai dudukan pompa air.

### 3.4 Rangkaian Penelitian

Adapun rangkaian penelitian ini dijabarkan menggunakan diagram blok dari sistem yang dirancang dan di perlihatkan pada gambar di bawah ini:



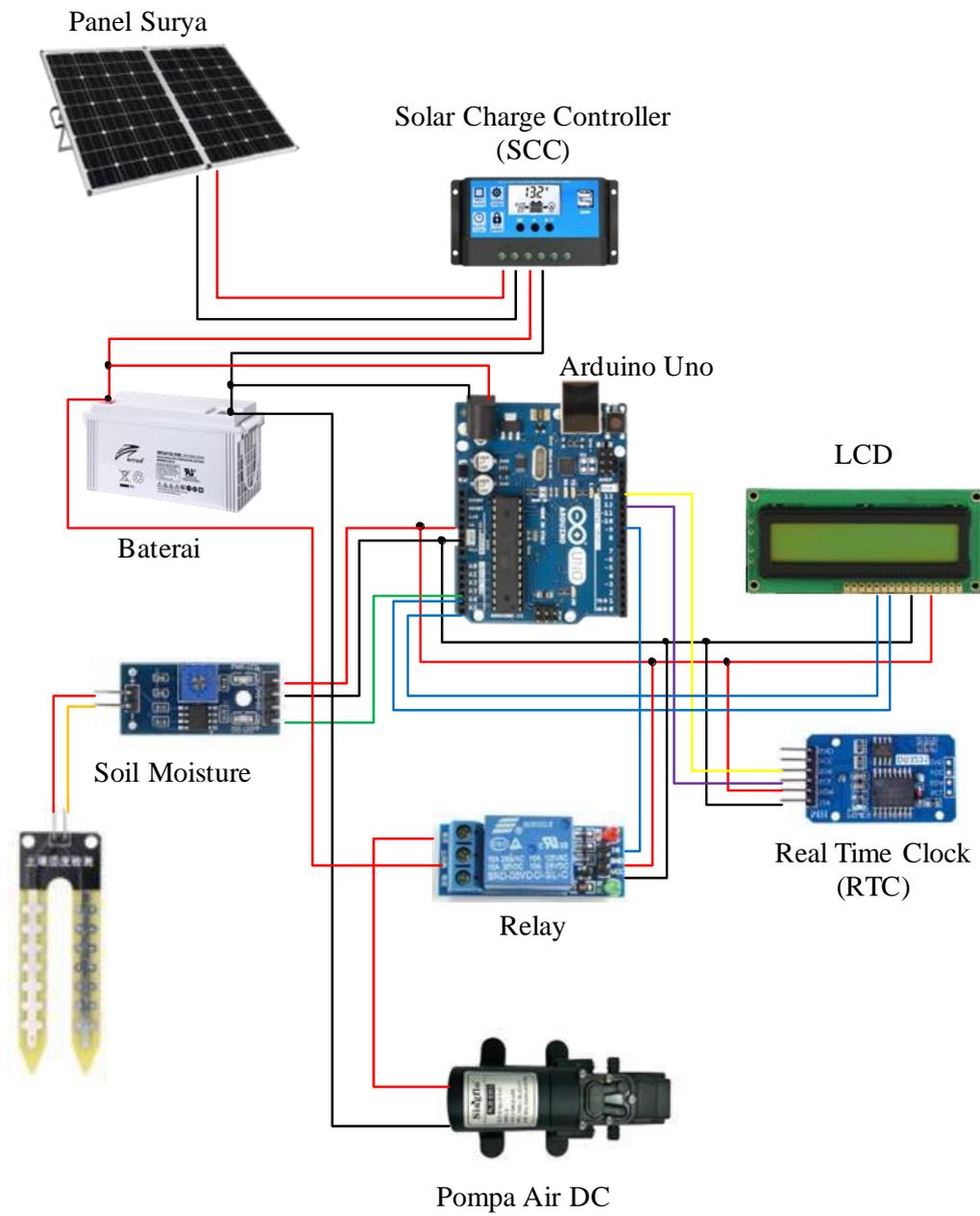
Gambar 3. 2 Blok Diagram Alat

Penjelasan dan fungsi dari masing-masing blok sebagai berikut:

1. Solar Cell atau Panel Surya berfungsi untuk menyerap radiasi matahari dan mengubahnya menjadi energi listrik.
2. Selanjutnya, besaran energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya akan diteruskan menuju solar charge controller.

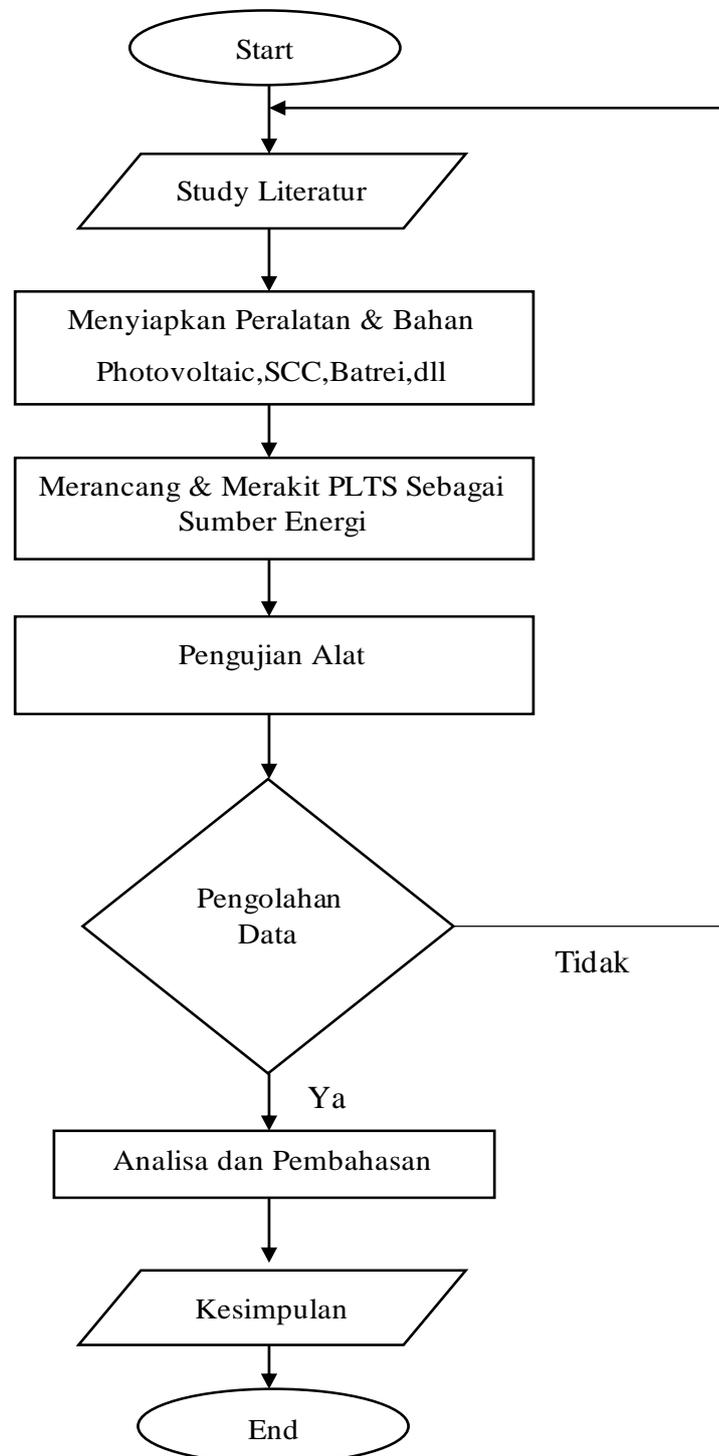
3. Kemudian solar charge controller akan mengambil peranan untuk mengatur atau mengontrol arus searah yang diisi ke baterai dan arus yang di ambil dari baterai ke beban. Lebih jauh lagi solar charge controller juga akan mengatur batasan overcharging (kelebihan pengisian karena baterai sudah penuh) dan kelebihan tegangan dari panel surya.
4. Energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya kemudian akan disimpan kedalam baterai (aki) yang nantinya akan digunakan untuk mensuplai energi untuk mengoperasikan Arduino Uno dan Pompa Air DC.

### 3.5 Rangkaian Keseluruhan Alat



Gambar 3. 3 Rangkaian Keseluruhan Alat

### 3.6 Flowchart Perancangan Sistem



Gambar 3. 4 Flowchart Penelitian

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Rancangan Alat

Hasil penelitian ini adalah direalisasikan sebuah alat yang berfungsi sebagai pensuplai arus untuk penyiram tanaman cabai otomatis dari sumber energi cahaya matahari. Sebuah panel surya menyerap energi dari cahaya matahari dan mengubahnya menjadi listrik. Rancangan ini menggunakan panel surya monocrystalline dengan kapasitas 50WP sebagai konversi energi.

Tegangan yang dihasilkan oleh panel akan disimpan terlebih dahulu pada baterai. Baterai akan menyalurkan arus untuk mensuplai sistem penyiram tanaman cabai otomatis. Untuk mengatur proses pengisian baterai digunakan sebuah modul charger controller atau SCC. Modul berfungsi mengatur arus masuk ke baterai agar tidak over charge dan dapat mensuplai rangkaian kontroler yang berfungsi mengatur proses kerja sistem penyiraman otomatis. Rangkaian kontroler menggunakan Arduino Uno sebagai pengendali sistem yang mengatur RTC dan Relay agar bekerja sesuai perintah.



Gambar 4. 1 Hasil Perancangan Alat

*(Sumber : Dokumentasi Pribadi)*

## 4.2 Data Pengukuran dan Data Perhitungan

Pengukuran intensitas cahaya matahari dilakukan dengan menggunakan alat ukur lux meter yang ditampilkan dalam bentuk digital pada alat ukur dalam satuan lux. Pada penelitian yang dilakukan oleh M. A. Hossain dan kawan-kawan pada penelitiannya yang berjudul “*Performance Evaluation of 1.68 kWp DC operated Solar pump With Auto Tracker Using Microcontroller Based Data Acquisition System*”, Steven Chua dengan judul “*Light vs Distance*” dan Muhammad Ilham Maulana pada penelitiannya yang berjudul “*Studi Kelayakan Energi Matahari Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Pulau Sabang*”. Mereka semua menggunakan konversi 0,0079 W/m<sup>2</sup> per Lux.

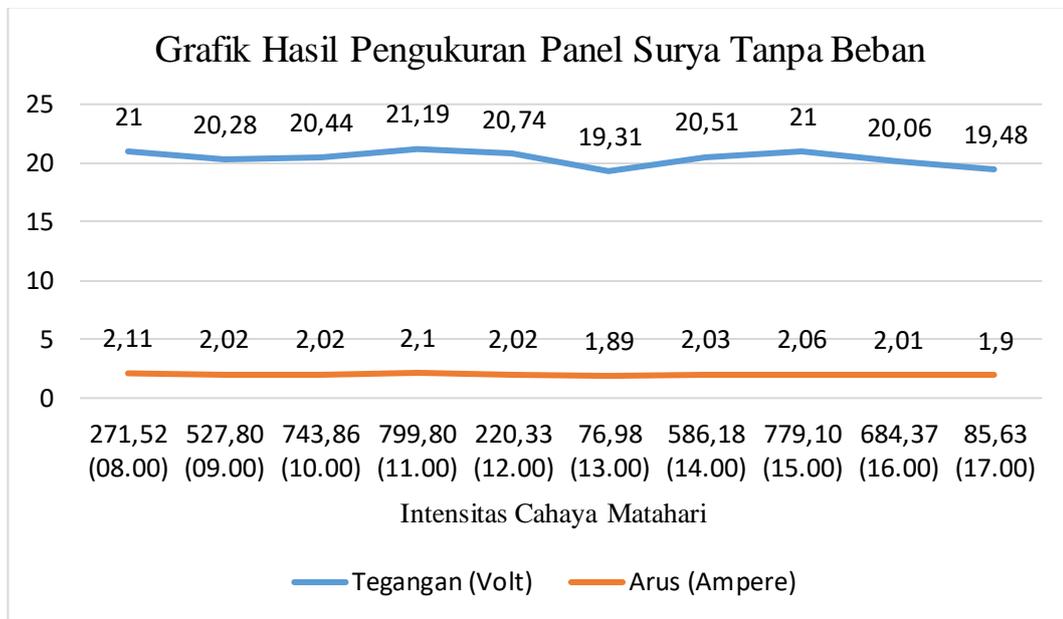
### 4.2.1 Data Hasil Pengukuran Panel Surya (Solar Cell) Tanpa Beban

Adapun data yang di ukur yaitu intensitas cahaya yang menentukan sebuah tingkat pencahayaan yang disinari oleh matahari, tegangan dan arus yang dihasilkan panel surya. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel-tabel dibawah ini.

#### 4.2.1.1 Hasil Pengukuran Panel Surya Tanpa Beban Tanggal 18/08/2023

Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Panel Surya Tanpa Beban Hari Pertama

No	Jam	Intensitas Cahaya Matahari		Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Suhu (°C)
		(Lux)	(W/m <sup>2</sup> )			
1	08.00	34.370	271,52	21	2,11	32
2	09.00	66.810	527,80	20,28	2,02	33
3	10.00	94.160	743,86	20,44	2,02	35
4	11.00	101.240	799,80	21,19	2,10	36
5	12.00	27.890	220,33	20,74	2,02	30
6	13.00	9.745	76,98	19,31	1,89	29
7	14.00	74.200	586,18	20,51	2,03	31
8	15.00	98.620	779,10	21	2,06	32
9	16.00	86.630	684,37	20,06	2,01	32
10	17.00	10.840	85,63	19,48	1,90	29



Gambar 4. 2 Grafik Pengukuran Panel Surya Tanpa Beban Pada Hari Pertama



Gambar 4. 3 Intensitas, Tegangan, dan Arus Pada Panel Surya Tanpa Beban

(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Pada pengujian hari pertama dapat dilihat hasil pengukuran Panel Surya Monocrystalline tanpa beban, dan didapatkan tegangan maksimum dari panel surya pada pukul 11.00 WIB sebesar 21,19 V dan arus maksimal sebesar 2,10 A dengan intensitas cahaya 101.240 Lux (799,80 W/m<sup>2</sup>). Dan tegangan minimum dari pengukuran panel surya ini pada pukul 13.00 WIB sebesar 19,31 V dan arus minimum sebesar 1,89 A dengan intensitas cahaya 9.745 Lux (76,98 W/m<sup>2</sup>).

a. Rata-rata Tegangan

$$\begin{aligned} V_{\text{rerata}} &= \frac{\text{Total Tegangan}}{10} \\ &= \frac{21+20,28+20,44+21,19+20,74+19,31+20,51+21+20,06+19,48}{10} \\ &= 20,40 \text{ V} \end{aligned}$$

b. Rata-rata Arus

$$\begin{aligned} I_{\text{rerata}} &= \frac{\text{Total Arus}}{10} \\ &= \frac{2,11+2,02+2,02+2,10+2,02+1,89+2,03+2,06+2,01+1,90}{10} \\ &= 2,01 \text{ A} \end{aligned}$$

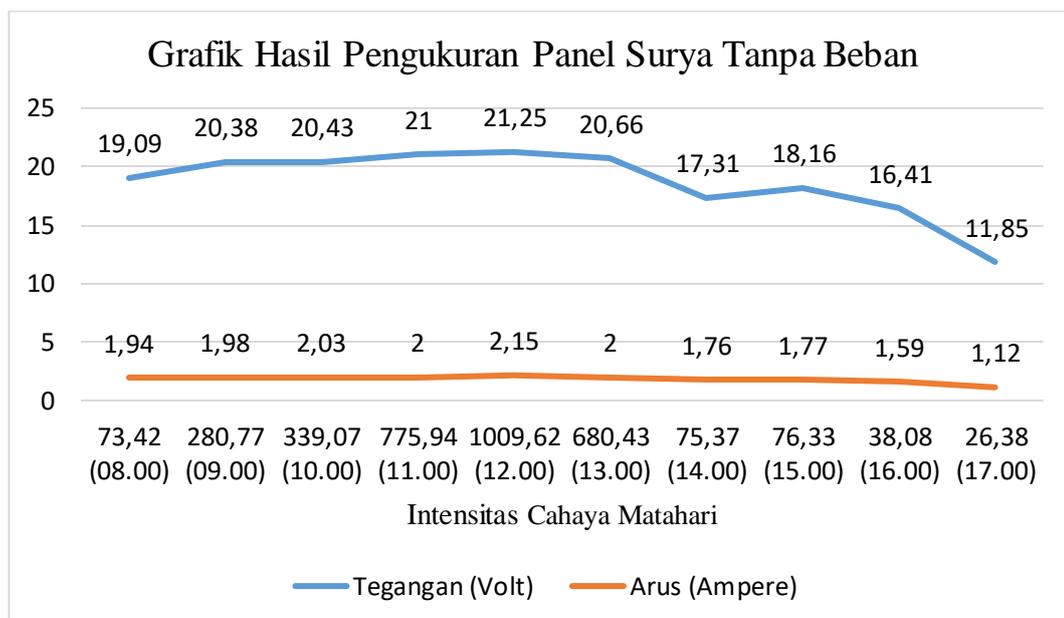
c. Rata-rata Daya

$$\begin{aligned} P_{\text{rerata}} &= V_{\text{rerata}} \times I_{\text{rerata}} \\ &= 20,40 \text{ V} \times 2,01 \text{ A} \\ &= 41 \text{ Watt} \end{aligned}$$

#### 4.2.1.2 Hasil Pengukuran Panel Surya Tanpa Beban Tanggal 19/08/2023

Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran Panel Surya Tanpa Beban Hari Kedua

No	Jam	Intensitas Cahaya Matahari		Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Suhu (°C)
		(Lux)	(W/m <sup>2</sup> )			
1	08.00	9.294	73,42	19,09	1,94	29
2	09.00	35.540	280,77	20,38	1,98	31
3	10.00	42.920	339,07	20,43	2,03	32
4	11.00	98.220	775,94	21	2	35
5	12.00	127.800	1009,62	21,25	2,15	42
6	13.00	86.130	680,43	20,66	2	35
7	14.00	9.540	75,37	17,31	1,76	30
8	15.00	9.662	76,33	18,16	1,77	30
9	16.00	4.820	38,08	16,41	1,59	28
10	17.00	3.339	26,38	11,85	1,12	27



Gambar 4. 4 Grafik Pengukuran Panel Surya Tanpa Beban Pada Hari Kedua



Gambar 4. 5 Intensitas, Tegangan, dan Arus Pada Panel Surya Tanpa Beban

(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Pada pengujian hari kedua dapat dilihat hasil pengukuran Panel Surya Monocrystalline tanpa beban, dan didapatkan tegangan maksimum dari panel surya pada pukul 12.00 WIB sebesar 21,25 V dan arus maksimal sebesar 2,05 A dengan intensitas cahaya 127.800 Lux ( $1009,62 \text{ W/m}^2$ ). Dan tegangan minimum dari pengukuran panel surya ini pada pukul 17.00 WIB sebesar 11,85 V dan arus minimum sebesar 1,12 A dengan intensitas cahaya 3.339 Lux ( $26,38 \text{ W/m}^2$ ).

a. Rata-rata Tegangan

$$\begin{aligned} V_{\text{rerata}} &= \frac{\text{Total Tegangan}}{10} \\ &= \frac{19,09+20,38+20,43+21+21,25+20,66+17,31+18,16+16,41+11,85}{10} \\ &= 18,65 \text{ V} \end{aligned}$$

b. Rata-rata Arus

$$\begin{aligned} I_{\text{rerata}} &= \frac{\text{Total Arus}}{10} \\ &= \frac{1,94+1,98+2,03+2+2,15+2+1,76+1,77+1,59+1,12}{10} \\ &= 1,83 \text{ A} \end{aligned}$$

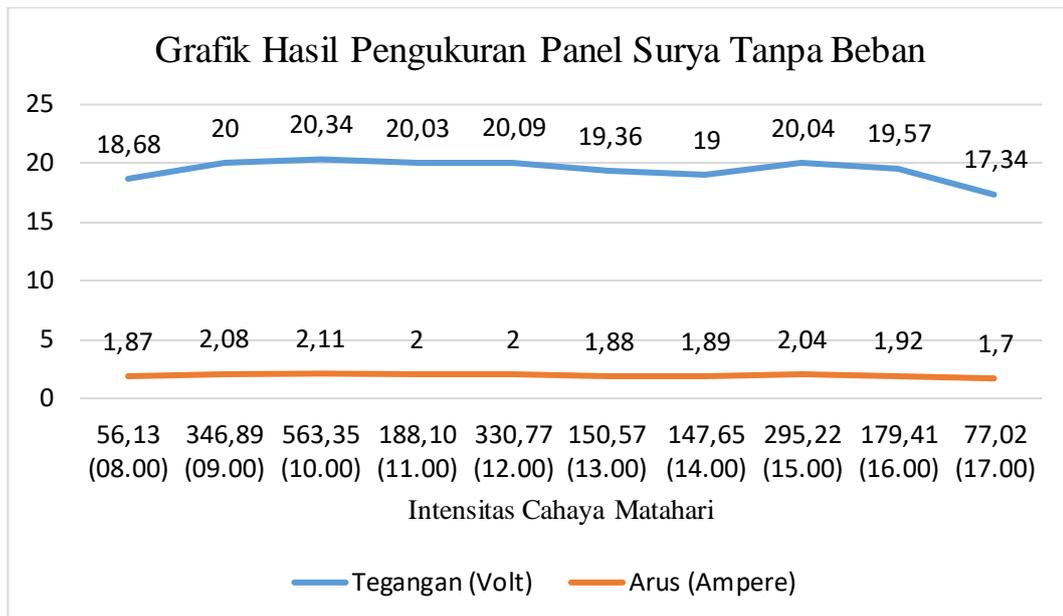
## c. Rata-rata Daya

$$\begin{aligned}
 P_{\text{rerata}} &= V_{\text{rerata}} \times I_{\text{rerata}} \\
 &= 18,65 \text{ V} \times 1,83 \text{ A} \\
 &= 34,13 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

## 4.2.1.3 Hasil Pengukuran Panel Surya Tanpa Beban Tanggal 20/08/2023

Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran Panel Surya Tanpa Beban Hari Ketiga

No	Jam	Intensitas Cahaya Matahari		Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Suhu (°C)
		(Lux)	(W/m <sup>2</sup> )			
1	08.00	7.105	56,13	18,68	1,87	29
2	09.00	43.910	346,89	20	2,08	31
3	10.00	71.310	563,35	20,34	2,11	33
4	11.00	23.810	188,10	20,03	2	30
5	12.00	41.870	330,77	20,09	2	31
6	13.00	19.060	150,57	19,36	1,88	29
7	14.00	18.690	147,65	19	1,89	29
8	15.00	37.370	295,22	20,04	2,04	30
9	16.00	22.710	179,41	19,57	1,92	30
10	17.00	9.750	77,02	17,34	1,70	29



Gambar 4. 6 Grafik Pengukuran Panel Surya Tanpa Beban Pada Hari Ketiga



Gambar 4. 7 Intensitas, Tegangan, dan Arus Pada Panel Surya Tanpa Beban

(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Pada pengujian hari ketiga dapat dilihat hasil pengukuran Panel Surya Monocrystalline tanpa beban, dan didapatkan tegangan maksimum dari panel surya pada pukul 10.00 WIB sebesar 20,34 V dan arus maksimal sebesar 2,11 A dengan intensitas cahaya 71.310 Lux (563,35 W/m<sup>2</sup>). Dan tegangan minimum dari pengukuran panel surya ini pada pukul 17.00 WIB sebesar 17,34 V dan arus minimum sebesar 1,70 A dengan intensitas cahaya 9.750 Lux (77,02 W/m<sup>2</sup>).

a. Rata-rata Tegangan

$$\begin{aligned} V_{\text{rerata}} &= \frac{\text{Total Tegangan}}{10} \\ &= \frac{18,68+20+20,34+20,03+20,09+19,36+19+20,04+19,57+17,34}{10} \\ &= 19,44 \text{ V} \end{aligned}$$

b. Rata-rata Arus

$$\begin{aligned} I_{\text{rerata}} &= \frac{\text{Total Arus}}{10} \\ &= \frac{1,87+2,08+2,11+2+2+1,88+1,89+2,04+1,92+1,70}{10} \\ &= 1,95 \text{ A} \end{aligned}$$

c. Rata-rata Daya

$$\begin{aligned} P_{\text{rerata}} &= V_{\text{rerata}} \times I_{\text{rerata}} \\ &= 19,44 \text{ V} \times 1,95 \text{ A} \\ &= 37,90 \text{ Watt} \end{aligned}$$

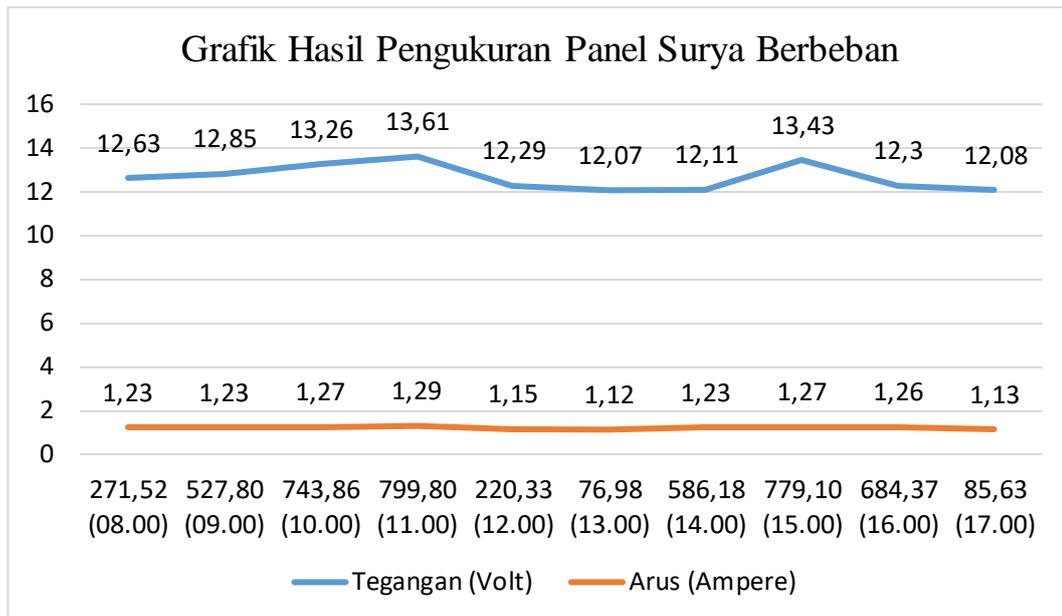
#### 4.2.2 Data Hasil Pengukuran Panel Surya (Solar Cell) Berbeban

Adapun data yang di ukur yaitu intensitas cahaya yang menentukan sebuah tingkat pencahayaan yang disinari oleh matahari, tegangan dan arus yang dihasilkan panel surya pada saat berbeban untuk mengetahui energi yang diperoleh. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel-tabel dibawah ini.

##### 4.2.2.1 Hasil Pengukuran Panel Surya Berbeban Tanggal 18/08/2023

Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran Panel Surya Berbeban Hari Pertama

No	Jam	Intensitas Cahaya Matahari		Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Suhu (°C)
		(Lux)	(W/m <sup>2</sup> )			
1	08.00	34.370	271,52	12,63	1,23	32
2	09.00	66.810	527,80	12,85	1,23	33
3	10.00	94.160	743,86	13,26	1,27	35
4	11.00	101.240	799,80	13,61	1,29	36
5	12.00	27.890	220,33	12,29	1,15	30
6	13.00	9.745	76,98	12,07	1,12	29
7	14.00	74.200	586,18	12,11	1,23	31
8	15.00	98.620	779,10	13,43	1,27	32
9	16.00	86.630	684,37	12,30	1,26	32
10	17.00	10.840	85,63	12,08	1,13	29



Gambar 4. 8 Grafik Pengukuran Panel Surya Berbeban Hari Pertama

Pada pengujian hari pertama dapat dilihat hasil pengukuran Panel Surya Monocrystalline Berbeban, dan didapatkan tegangan maksimum dari panel surya pada pukul 11.00 WIB sebesar 13,61 V dan arus maksimal sebesar 1,29 A dengan intensitas cahaya 101.240 Lux (799,80 W/m<sup>2</sup>). Dan tegangan minimum dari pengukuran panel surya ini pada pukul 13.00 WIB sebesar 12,07 V dan arus minimum sebesar 1,12 A dengan intensitas cahaya 9.745 Lux (76,98 W/m<sup>2</sup>).

a. Rata-rata Tegangan

$$\begin{aligned}
 V_{\text{rerata}} &= \frac{\text{Total Tegangan}}{10} \\
 &= \frac{12,63+12,85+13,26+13,61+12,29+12,07+12,11+13,43+12,30+12,08}{10} \\
 &= 12,66 \text{ V}
 \end{aligned}$$

b. Rata-rata Arus

$$\begin{aligned}
 I_{\text{rerata}} &= \frac{\text{Total Arus}}{10} \\
 &= \frac{1,23+1,23+1,27+1,29+1,15+1,12+1,23+1,27+1,26+1,13}{10} \\
 &= 1,21 \text{ A}
 \end{aligned}$$

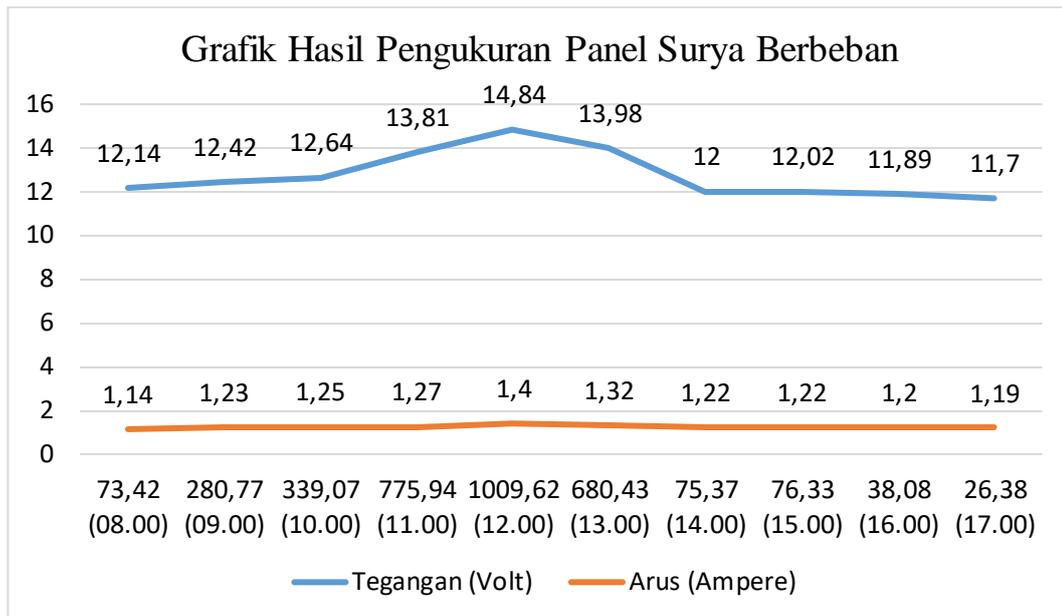
## c. Rata-rata Daya

$$\begin{aligned}
 P_{\text{rerata}} &= V_{\text{rerata}} \times I_{\text{rerata}} \\
 &= 12,66 \text{ V} \times 1,21 \text{ A} \\
 &= 15,32 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

#### 4.2.2.2 Hasil Pengukuran Panel Surya Berbeban Pada Tanggal 19/08 2023

Tabel 4. 5 Hasil Pengukuran Panel Surya Berbeban Hari Kedua

No	Jam	Intensitas Cahaya Matahari		Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Suhu (°C)
		(Lux)	(W/m <sup>2</sup> )			
1	08.00	9294	73,42	12,14	1,14	29
2	09.00	35.540	280,77	12,42	1,23	31
3	10.00	42.920	339,07	12,64	1,25	32
4	11.00	98.220	775,94	13,81	1,27	35
5	12.00	127.800	1009,62	14,84	1,40	42
6	13.00	86.013	680,43	13,98	1,32	35
7	14.00	9.540	75,37	12	1,22	30
8	15.00	9.662	76,33	12,02	1,22	30
9	16.00	4.820	38,08	11,89	1,20	28
10	17.00	3.339	26,38	11,70	1,19	27



Gambar 4. 9 Grafik Pengukuran Panel Surya Berbeban Hari Kedua

Pada pengujian hari kedua dapat dilihat hasil pengukuran Panel Surya Monocrystalline Berbeban, dan didapatkan tegangan maksimum dari panel surya pada pukul 12.00 WIB sebesar 14,84 V dan arus maksimal sebesar 1,4 A dengan intensitas cahaya 127.800 Lux (1009,62 W/m<sup>2</sup>). Dan tegangan minimum dari pengukuran panel surya ini pada pukul 17.00 WIB sebesar 11,7 V dan arus minimum sebesar 1,19 A dengan intensitas cahaya 3.339 Lux (26,38 W/m<sup>2</sup>).

a. Rata-rata Tegangan

$$\begin{aligned}
 V_{\text{rerata}} &= \frac{\text{Total Tegangan}}{10} \\
 &= \frac{12,14+12,42+12,64+13,81+14,84+13,98+12+12,02+11,89+11,70}{10} \\
 &= 12,74 \text{ V}
 \end{aligned}$$

b. Rata-rata Arus

$$\begin{aligned}
 I_{\text{rerata}} &= \frac{\text{Total Arus}}{10} \\
 &= \frac{1,14+1,23+1,25+1,27+1,40+1,32+1,22+1,22+1,20+1,19}{10} \\
 &= 1,24 \text{ A}
 \end{aligned}$$

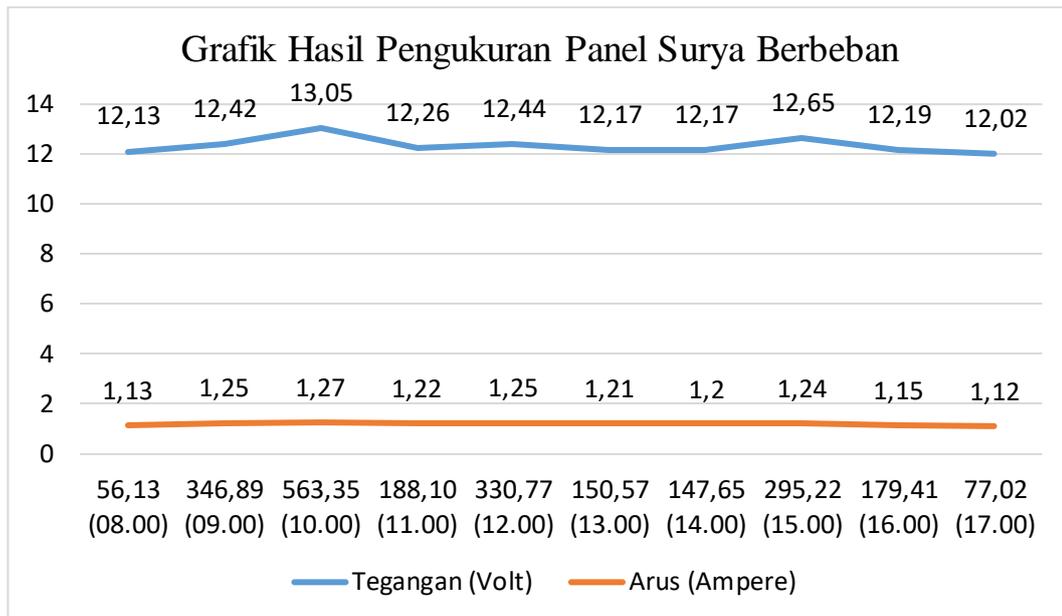
## c. Rata-rata Daya

$$\begin{aligned}
 P_{\text{rerata}} &= V_{\text{rerata}} \times I_{\text{rerata}} \\
 &= 12,74 \text{ V} \times 1,24 \text{ A} \\
 &= 15,80 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

#### 4.2.2.3 Hasil Pengukuran Panel Surya Berbeban Pada Tanggal 20/08/ 2023

Tabel 4. 6 Hasil Pengukuran Panel Surya Berbeban Hari Ketiga

No	Jam	Intensitas Cahaya Matahari		Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Suhu (°C)
		(Lux)	(W/m <sup>2</sup> )			
1	08.00	7.105	56,13	12,13	1.13	29
2	09.00	43.910	346,89	12,42	1,25	31
3	10.00	71.310	563,35	13,05	1,27	33
4	11.00	23.810	188,10	12,26	1,22	30
5	12.00	41.870	330,77	12,44	1,25	31
6	13.00	19.060	150,57	12,17	1,21	29
7	14.00	18.690	147,65	12,17	1,20	29
8	15.00	37.370	295,22	12,65	1,24	30
9	16.00	22.710	179,41	12,19	1,15	30
10	17.00	9.750	77,02	12,02	1,12	29



Gambar 4. 10 Grafik Pengukuran Panel Surya Berbeban Hari Ketiga

Pada pengujian hari ketiga dapat dilihat hasil pengukuran Panel Surya Monocrystalline Berbeban, dan didapatkan tegangan maksimum dari panel surya pada pukul 10.00 WIB sebesar 1,27 V dan arus maksimal sebesar 16,57 A dengan intensitas cahaya 71.310 Lux (563,35 W/m<sup>2</sup>). Dan tegangan minimum dari pengukuran panel surya ini pada pukul 17.00 WIB sebesar 12,02 V dan arus minimum sebesar A dengan intensitas cahaya 9.750 Lux (77,02 W/m<sup>2</sup>).

a. Rata-rata Tegangan

$$\begin{aligned}
 V_{\text{rerata}} &= \frac{\text{Total Tegangan}}{10} \\
 &= \frac{12,13+12,42+13,05+12,26+12,44+12,17+12,17+12,65+12,19+12,02}{10} \\
 &= 12,35 \text{ V}
 \end{aligned}$$

b. Rata-rata Arus

$$\begin{aligned}
 I_{\text{rerata}} &= \frac{\text{Total Arus}}{10} \\
 &= \frac{1,13+1,25+1,27+1,22+1,25+1,21+1,20+1,24+1,15+1,12}{10} \\
 &= 1,20 \text{ A}
 \end{aligned}$$

## c. Rata-rata Daya

$$\begin{aligned}
 P_{\text{rerata}} &= V_{\text{rerata}} \times I_{\text{rerata}} \\
 &= 12,35 \text{ V} \times 1,20 \text{ A} \\
 &= 14,82 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

### 4.3 Data Hasil Pengukuran Dan Perhitungan Baterai

#### 4.3.1 Perhitungan Lama Pengisian Baterai

Perhitungan dalam kapasitas Baterai dilakukan untuk mengetahui lama pengisian serta pemakaian dari Baterai tersebut.

1. Perhitungan Lama Pengisian Baterai Pada Tanggal 18/08/2023

$$\begin{aligned}
 \text{Lama Pengisian Aki (Jam)} &= \frac{\text{Arus Kapasitas Aki (Ah)}}{\text{Arus Pengisian (A)}} \\
 &= \frac{7,5 \text{ Ah}}{1,21 \text{ A}} \\
 &= 6,19 \text{ Jam}
 \end{aligned}$$

Jadi untuk hari pertama dengan arus rata-rata yang keluar dari SCC sebesar 1,21 A membutuhkan waktu 6 jam 19 menit untuk mengisi baterai sampai penuh.

2. Perhitungan Lama Pengisian Baterai Pada Tanggal 19/08/2023

$$\begin{aligned}
 \text{Lama Pengisian Aki (Jam)} &= \frac{\text{Arus Kapasitas Aki (Ah)}}{\text{Arus Pengisian (A)}} \\
 &= \frac{7,5 \text{ Ah}}{1,24 \text{ A}} \\
 &= 6 \text{ Jam}
 \end{aligned}$$

Jadi untuk hari pertama dengan arus rata-rata yang keluar dari SCC sebesar 1,24 A membutuhkan waktu 6 jam untuk mengisi baterai sampai penuh.

3. Perhitungan Lama Pengisian Baterai Pada Tanggal 20/08/2023

$$\text{Lama Pengisian Aki (Jam)} = \frac{\text{Arus Kapasitas Aki (Ah)}}{\text{Arus Pengisian (A)}}$$

$$= \frac{7,5 \text{ Ah}}{1,20 \text{ A}}$$

$$= 6,25 \text{ Jam}$$

Jadi untuk hari pertama dengan arus rata-rata yang keluar dari SCC sebesar 1,20 A membutuhkan waktu 6,25 jam untuk mengisi baterai sampai penuh.

Untuk membuktikannya penulis melakukan pengujian pengisian baterai dengan panel surya dalam keadaan baterai kosong (0%) hingga penuh (100%).

Tabel 4. 7 Pengukuran Pengisian Baterai

No	Waktu (Menit)	Tegangan Output Panel Surya	Tegangan Baterai	Kondisi Baterai
1	0	11,5 V	11,4 V	0 %
2	60	11,9 V	11,9 V	10 %
3	120	12,2 V	12,1 V	30 %
4	180	12,1 V	12 V	48 %
5	240	12,1 V	12 V	70 %
6	300	12,8 V	12,8 V	80 %
7	360	13,2 V	13,1 V	90 %
8	420	13,4 V	13,4 V	100 %

Dapat dilihat dari tabel diatas bahwa waktu yang dibutuhkan untuk mengisi baterai selama 420 menit atau sekitar 7 jam dengan acuan tegangan pengisian mencapai 13,4 V dan dengan keadaan cuaca Cerah Berawan.

#### 4.3.2 Perhitungan Dan Pengujian Ketahanan Baterai Dengan Beban Pompa

Dari data spesifikasi yang tertera diperalatan dapat diketahui hasil perhitungan dengan menggunakan rumus, sebagai berikut:

$$\text{Dik : Beban} = 36 \text{ W} / 12 \text{ V} = 3 \text{ A}$$

$$\text{: Baterai} = 12 \text{ V} / 7,5 \text{ Ah}$$

Dik : Ketahanan baterai terhadap beban?

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}
 \text{Ketahanan Aki (Jam)} &= \frac{\text{Arus Kapasitas Aki (Ah)}}{\text{Arus Beban (A)}} - \text{Dieffisiensi Baterai (20\%)} \\
 &= \frac{7,5 \text{ Ah}}{3 \text{ A}} - \text{Dieffisiensi Baterai (20\%)} \\
 &= 2 \text{ Jam}
 \end{aligned}$$

Lama Ketahanan baterai 7,5 Ah terhadap beban pompa DC 3 A maka peralatan dapat dioperasikan selama 2 jam.

Tabel 4. 8 Hasil Pangukuran Ketahanan Baterai Pada Beban

No	Waktu (Menit)	Tegangan Beban	Arus Beban	Daya Beban	Tegangan Baterai
1	0	12	2,20	26,4	12,4
2	60	11,8	2,18	25,7	11,8
3	120	11,3	2,13	24,4	11,3
4	180	11	2,1	23,1	11
5	240	10,9	1,9	20,7	10,9

Diketahui dari data hasil pengukuran diatas berdasarkan pengukuran dilapangan, maka ketahanan baterai dapat bertahan  $\pm 4$  jam nonstop dengan didapatkan pengukuran arus pada beban dibawah 3 A dengan tegangan turun setiap jamnya.

## **BAB 5**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil studi literatur, analisis, perancangan, implementasi dan pengujian system ini, maka kesimpulan yang didapat adalah sebagai berikut:

1. Perancangan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) 50 Wp pada sistem penyiraman tanaman cabai otomatis ini mampu bekerja dengan baik ditandai dengan PLTS mampu menyuplai energi yang dibutuhkan pompa dan sistem dapat beroperasi sesuai dengan keinginan.
2. Pengaruh intensitas, temperatur sangatlah berpengaruh terhadap energi yang dihasilkan PLTS. Dalam penelitian ini intensitas cahaya matahari maksimum  $1009,62 \text{ W/m}^2$  mampu menghasilkan Tegangan yang dihubungkan ke beban hingga  $14,84 \text{ V}$  dan arus mencapai  $1,40 \text{ A}$  serta daya yang dihasilkan mencapai  $20,78 \text{ Watt}$ , dengan Temperatur panel surya  $42^\circ\text{C}$ .
3. Kinerja penerapan pembangkit listrik tenaga surya dalam sistem penyiraman tanaman cabai ini memiliki potensi yang positif. Sistem ini dapat membantu mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil dan mengurangi dampak lingkungan negatif.

#### **5.2 Saran**

Adapun saran-saran yang dapat diberikan penulis untuk pengembangan dan perbaikan system ini selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya sebaiknya dilakukan lebih banyak pengukuran lagi agar hasil yang di peroleh lebih akurat. Dan dapat melakukan pengembangan lebih lanjut agar dapat hasil yang lebih maksimal dimasa depan.
2. Penelitian selanjutnya sebaiknya menggunakan lebih dari satu baterai sebagai sumber energi cadangan jika terjadi kerusakan atau human eror pada baterai lainnya

## DAFTAR PUSTAKA

- Andriansyah, R. A. (2017). *Lux Meter sebagai Alat Bantu & Alat Ukur Industri*. 6. [https://mahasiswa.yai.ac.id/v5/data\\_mhs/tugas/1844290025/01Lux Meter sebagai Alat ukur & Alat Bantu Industri.pdf](https://mahasiswa.yai.ac.id/v5/data_mhs/tugas/1844290025/01Lux%20Meter%20sebagai%20Alat%20ukur%20&%20Alat%20Bantu%20Industri.pdf)
- Ariyani, E. D., Salam, A., Simarmata, E. Y., Pamungkas, G. A., & Affan, M. H. (2021). *Rancang Bangun dan Pembuatan Alat Penyiraman Tanaman Otomatis untuk Pemberdayaan Petani Sayuran di Desa Cihanjuang , Kabupaten Bandung Barat Design And Construction Of Automatic Plant Watering Equipment For Empowerment Of Vegetable Farmers In Cihanjuang* V. 6(2), 254–260.
- Dewi, T., Taqwa, A., & Wijaya, T. (2021). Sosialisasi Modernisasi Pertanian Melalui Alat Penyiram Sayuran Otomatis Berbasis Kemandirian Energi Di TalangKemangGandus. <http://jurnal.polsri.ac.id/index.php/SNAPTS/article/view/4750%0Ahttp://jurnal.polsri.ac.id/index.php/SNAPTS/article/view/4750/1959>
- Diantari Aita Retno, Erlina, W. C. (2018). Studi Penyimpanan Energi Pada Baterai PLTS. *Energi & Kelistrikan*, 9(2), 120–125.
- Erlita. (2014). Pengaplikasian Solar Cell Pada Rumah. *Journal*, 4–21. [http://eprints.polsri.ac.id/1109/3/BAB II.pdf](http://eprints.polsri.ac.id/1109/3/BAB%20II.pdf)
- Evalina, N, Azis, A., Pasaribu, F. I., & ... (2021). Penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya pada Robot Penyemprot Desinfektan. 2(1), 368–374. <http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/snk/article/view/8285%0Ahttp://jurnal.umsu.ac.id/index.php/snk/article/viewFile/8285/6142>
- Evalina, Noorly, Faisal Irsan Pasaribu, & Abdul Azis H. (2021). The Use of Inverters in Solar Power Plants for Alternating Current Loads. *Britain International of Exact Sciences (BIOEx) Journal*, 3(3), 151–158. <https://doi.org/10.33258/bioex.v3i3.496>
- Evalina, Noorly, Irsan, F., & Azis, A. (2023). *The Use of Solar Power in Liquid Spraying Robots*. 1(2), 131–135.
- Faisal Afif, & Awaludin Martin. (2022). Tinjauan Potensi dan Kebijakan Energi Surya di Indonesia. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, Dan Material*, 6(1), 43–52.
- Firman Agung Nugroho, Kharisma Bani Adam, A. R. (2020). SISTEM PENGISIAN BATERAI AKI PADA AUTOMATED GUIDED VEHICLE MENGGUNAKAN SOLAR PANEL. *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical*, 7(8), 8781. <https://doi.org/10.1088/1751-8113/44/8/085201>
- Harahap, P., Nofri, I., & Lubis, S. (2021). PLTS 200 Wp to Meet Energy Needs at the Taqwa Muhammadiyah Mosque, Sei Litur Village, Sawit Sebrang Langkat District. *Journal of Innovation and Community Engagement*, 1(1), 60–71.

<https://doi.org/10.28932/jice.v1i1.3380>

- Harahap, P., Pasaribu, F. I., Siregar, C. A. P., & Oktrialdi, B. (2021). Performance of Grid-Connected Rooftop Solar PV System for Households during Covid-19 Pandemic. *Journal of Electrical Technology UMY*, 5(1), 26–31. <https://doi.org/10.18196/jet.v5i1.12089>
- Kusuma, K. B., Partha, C. G. I., & Sukerayasa, I. W. (2020). Perancangan Sistem Pompa Air Dc Dengan Plts 20 kWp Tianyar Tengah Sebagai Suplai Daya Untuk Memenuhi Kebutuhan Air. *Jurnal SPEKTRUM*, 7(2), 46–56.
- Nalendra, A. K., & Mujiono, M. (2020). Perancangan PERANCANGAN IoT (INTERNET OF THINGS) PADA SISTEM IRIGASI TANAMAN CABAI. *Generation Journal*, 4(2), 61–68. <https://doi.org/10.29407/gj.v4i2.14187>
- Noorly Evalina, Faisal Irsan Pasaribu, A. A. H. (2022). Implementation of Solar Power Plant Capacity 200 WP with Solar Charge System for AC Load. *Microscopy Today*, 31(S1), 20–20. <https://doi.org/10.1093/mictod/qaad007.017>
- Nurwidiana, N., Fatmawati, W., & Rifa'i, A. (2022). Perancangan Alat Penyiram Lahan Bawang Merah Berbasis Teknologi Solar Fotovoltaik. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 26(1), 61. <https://doi.org/10.25077/jtpa.26.1.61-70.2022>
- P. Harahap, P. P. (2021). Analisa Radiasi Sinar Matahari Terhadap Panel Surya 50 WP. *RELE: Jurnal Teknik Elektro*, 4(1), 48–54. <http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RELE/article/view/7825>
- Pasaribu, F. I., Hasibuan, A. K., Evalina, N., & Nasution, E. S. (2022). Analisa Penggunaan Surya Panel Phollycrystal 240 WP Sebagai Kinerja Destilator Air Laut. *RELE (Rekayasa Elektrikal Dan Energi) Jurnal Teknik Elektro*, 4(2), 90–99.
- Putra, I. B. E., Afroni, M. J., & Melfazen, O. (2018). PERENCANAAN PENYIRAMAN OTOMATIS BERTENAGA SURYA BERBASIS ARDUINO UNO UNTUK TANAMAN BIBIT JENITRI Jurusan Teknik Elektro , Fakultas Teknik , Universitas Islam Malang Jl . MT Haryono 193 , Dinoyo , Lowokwaru , Malang. *SinarFe7*, 1(1), 1–5.
- Sinaga, A. A., & Aswardi, A. (2020). Rancangan Alat Penyiram Dan Pemupukan Tanaman Otomatis Menggunakan Rtc Dan Soil Moisture Sensor Berbasis Arduino. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 1(2), 150–157. <https://doi.org/10.24036/jtein.v1i2.60>
- Suratno, S., & Cahyono, B. D. (2023). Rancang Bangun Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Catu Daya Pompa Air Submersible. *Jurnal Teknik Elektro Uniba (JTE UNIBA)*, 7(2), 309–319. <https://doi.org/10.36277/jteuniba.v7i2.220>
- Syahid, M., Hayat, A., Laban, S., Kasim, L., & Amme, R. (2022). *Pemanfaatan Pompa Air Tenaga Surya untuk Sistem Penyiraman Otomatis pada Tanaman Pekarangan di Kota Pare-Pare Pendahuluan Metode*. 8(2), 145–150.

- Syukri, M. and others. (2019). 129219-ID-perencanaan-pembangkit-listrik-tenaga-su. *Jurnal Rekayasa ElektriKa*, 9(2), 77–80.
- Yohanes, Saghoa Sompie, Sherwin R.U.A., Tulung, N. M. (2018). Kotak Penyimpanan Uang Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, 7(2), 167–174.



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA (UMSU)

FAKULTAS TEKNIK-TEKNIK ELEKTRO

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR (SKRIPSI)

Nama : Bayu Ramadani  
NPM : 197220012  
Fakultas/Jurusan : Teknik/ Teknik Elektro  
Judul Tugas Akhir : "Perancangan Sistem Penyiraman Tanaman Cabai Otomatis Menggunakan Tenaga Surya 50Wp"

No	Tanggal	Catatan Asistensi	Paraf Pembimbing
1	10/1-2023	Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya 50 Wp pada Alat Penyiraman tanaman cabai Otomatis. Revisi judul film ke DIT.	Sud.
2	10/1-2023	Perbaiki format pendiri yg salah. - Perbaiki kaji pustaka pd Perawatan	Sud.
3	20/1-2023	Perbaiki Rumus, kaji manual	Sud.
4	20/1-2023	Perbaiki Prosedur Kerja, flowchart -	Sud.
5	20/1-2023	Ace Surya	Sud.

Mengetahui,  
Pembimbing I

Noorly Evalina, S.T., M.T



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA (UMSU)

FAKULTAS TEKNIK-TEKNIK ELEKTRO

UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR (SKRIPSI)

Nama : Bayu Ramadani  
NPM : 1907220012  
Fakultas/Jurusan : Teknik/ Teknik Elektro  
Judul Tugas Akhir : "Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) 50 Wp Sebagai Sumber Energi Pada Sistem Penyiraman Otomatis Pertanian Cabai"

No	Tanggal	Keterangan	Paraf Pembimbing
1	22/8-2023	Revisi skripsi mengenai PLTS tenaga surya beban dan beban, SCL, Babonny.	Sudir
2	28/8-2023	Acc Sudas	Sudir

Mengetahui,  
Pembimbing

28/8-2023  
Acc Sudas  
Noorly Ivalina, S.T., M.T



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA (UMSU)

FAKULTAS TEKNIK-TEKNIK ELEKTRO

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR (SKRIPSI)

Nama : Bayu Ramadani  
NPM : 197220012  
Fakultas/Jurusan : Teknik/ Teknik Elektro  
Judul Tugas Akhir : "PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) 50WP SEBAGAI SUMBER ENERGI PADA SISTEM PENYIRAMAN PERTANIAN CABAI"

No	Tanggal	Catatan Asistensi	Paraf Pembimbing
	11/ 9-2023	Rec Dislay TA	

11/9-2023  
Rec Dislay TA  
Mengetahui  
Pembimbing I

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### DATA PRIBADI

Nama Lengkap : Bayu Ramadani  
Alamat : Blok V, Kec. Kualuh Leidong, Kab. Labuhan Batu  
Utara, Prov. Sumatera Utara  
Npm : 1907220012  
Tempat/Tanggal Lahir : Sei Puyuh, 22 Maret 2000  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Agama : Islam  
Status : Belum Kawin  
No.Telepon/Whatsaap : 082363038334  
Tinggi/Berat Badan : 175 cm/58 kg  
Kewarganegaraan : Indonesia

### ORANG TUA

Nama Ayah : Sudarmadi  
Agama : Islam  
Nama Ibu : Sri Utami  
Agama : Islam  
Alamat : Blok V, Kec. Kualuh Leidong, Kab. Labuhan Batu  
Utara, Prov. Sumatera Utara

### RIWAYAT PENDIDIKAN

2006-2012 : SD Negeri 117521 Sei Puyuh  
2012-2015 : SMP Negeri 4 Jatuhan Golok  
2015-2018 : MAS Daar Al-Uluum Kisaran  
2019-2023 : S1 Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah  
Sumatera Utara (Umsu)

