

# **TUGAS AKHIR**

## **ANALISIS SUPLAI DAYA DARI PANEL SURYA PADA PROTOTYPE JEMURAN OTOMATIS BERBASIS ARDUINO UNO**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh  
Gelara Sarjana Teknik Pada Fakultas Teknik Mesin  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**DISUSUN OLEH:**

**DODI SUPRAYOGI**  
**1907230036**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

## LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

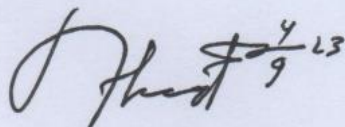
Nama : Dodi Suprayogi  
NPM : 1907230036  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Skripsi : Analisis Suplai Daya Dari Panel Surya Pada  
Prototype Jemuran Otomatis Berbasis Arduino  
Uno  
Bidang Ilmu : Konstruksi Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 02 September 2023

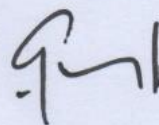
Mengetahui dan Menyetujui

Dosen Penguji I



Ahmad Marabdi Siregar, ST., MT

Dosen Penguji II



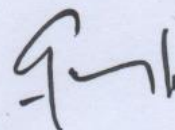
Chandra A. Siregar, ST., MT

Dosen Penguji III



Iqbal Tanjung, ST., MT

Ketua Program Studi Teknik Mesin



Chandra A. Siregar, ST., MT

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Dodi Suprayogi  
NPM : 1907230036  
Tempat / Tgl Lahir : Medan, 12 Maret 2001  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan tugas akhir saya yang berjudul:

**“ANALISIS SUPLAI DAYA DARI PANEL SURYA PADA *PROTOTYPE* JEMURAN OTOMATIS BERBASIS ARDUINO UNO”**

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/kesarjanaan 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 Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 02 September 2023

Penulis



Dodi Suprayogi

## ABSTRAK

Indonesia yang posisinya terletak sangat strategis berada pada daerah khatulistiwa, dimana energi matahari terus dapat dinikmati setiap hari. Dengan matahari yang bersinar setiap hari adalah potensi sumber energi yang besar dan dapat dimanfaatkan untuk mengganti kebutuhan energi konvensional. Panel surya adalah kumpulan *solar cell* yang merupakan salah satu sumber penghasil energi listrik yang bersumber dari energi matahari, yang mana tegangan dan arus yang dihasilkan dapat dikategorikan tidak linier karena dipengaruhi dari intensitas cahaya matahari yang diperoleh. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memanfaatkan sinar matahari menjadi energi listrik menggunakan panel surya sebagai suplai daya untuk *prototype* jemuran otomatis berbasis arduino uno dengan menggunakan baterai sebagai penyimpanan daya dari output panel surya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode menganalisa kebutuhan beban listrik perhari untuk mengetahui kapasitas dari panel surya dan baterai yang sesuai. Berdasarkan hasil penelitian diketahui kebutuhan beban listrik perhari yaitu 68,72 Wh dan menggunakan panel surya 10 Wp serta baterai berkapasitas 12V/5Ah, pada saat pengujian panel surya tanggal 30 Agustus 2023, didapatkan hasil tertinggi yaitu rata-rata daya sebesar 9,5 watt dengan intensitas cahaya matahari rata-rata yang diterima 133.288 Lux. Dengan rata-rata arus sebesar 0,52 Ampere mampu mengisi baterai yang berkapasitas 12V/5Ah selama waktu 11 jam 32 menit dan 4 detik hingga baterai penuh. Selanjutnya lama pemakaian daya baterai berkapasitas 12V/5Ah untuk proses menggerakkan atap dan rangka jemuran menggunakan motor servo MG996R dengan beban daya sebesar 39,18 watt mampu mensuplai selama 1 jam 13 menit 8 detik atau sebanyak 1462 kali proses.

Kata Kunci : Energi, Panel Surya, Motor Servo, Baterai

## **ABSTRACT**

*Indonesia is strategically located in the equatorial area, where solar energy can continue to be enjoyed every day. With the sun shining every day is a great potential energy source and can be utilized to replace conventional energy needs. Solar panels are a collection of solar cells which are one of the sources of producing electrical energy sourced from solar energy, where the voltage and current produced can be categorized as nonlinear because they are influenced by the intensity of sunlight obtained. The purpose of this study is to utilize sunlight into electrical energy using solar panels as power supply for an automatic clothesline prototype based on Arduino Uno by using batteries as power storage from solar panel output. The method used in this study is a method of analyzing the needs of electricity loads per day to determine the capacity of solar panels and batteries accordingly. Based on the results of the study, it is known that the need for electricity load per day is 68.72 Wh and uses 10 Wp solar panels and batteries with a capacity of 12V / 5Ah, at the time of solar panel testing on August 30, 2023, the highest results were obtained, namely an average power of 9.5 watts with an average sunlight intensity received of 133,288 Lux. With an average current of 0.52 Amperes, it is able to charge a battery with a capacity of 12V / 5Ah for 11 hours 32 minutes and 4 seconds until the battery is full. Furthermore, the long use of battery power with a capacity of 12V / 5Ah for the process of moving the roof and clothesline frame using the MG996R servo motor with a power load of 39.18 watts is able to supply for 1 hour 13 minutes 8 seconds or as much as 1462 times the process.*

*Keywords : Energy, Solar Panel, Servo Motor, Battery*

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih Maha Penyayang. Tidak ada kata yang lebih indah selain puji dan syukur kepada Allah SWT, yang telah menetapkan segala sesuatu, sehingga tiada sehelai daun pun yang jatuh tanpa izinNya. Alhamdulillah atas izin-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini yang berjudul **“Analisis Suplai Daya Dari Panel Surya Pada Prototype Jemuran Otomatis Berbasis Arduino Uno”** sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan beribu terima kasih kepada orang-orang yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini baik yang secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Agussani, M.A.P, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Chandra A. Siregar, S.T., M.T selaku Dosen Pembanding II dan Ketua Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T selaku Dosen Pembanding I dan Sekretaris Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Iqbal Tanjung, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir Atas Perhatian Dan Kesabarannya Sehingga Penulis Mampu Menyelesaikan Tugas Akhir Ini.
6. Seluruh Bapak/ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan ilmu kepada penulis.
7. Teman-teman seperjuangan Teknik Mesin A3 Malam Stambuk 2019

Penulis menyadari bahwa karya tulis ini masih jauh dari sempurna, maka saran dan kritik yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Akhirnya

semoga karya tulis ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat memberikan sumbangan pada perkembangan ilmu pengetahuan.

Wasalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Medan, 02 September 2023

Penulis



Dodi Suprayogi

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Ruang lingkup	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Menjemur Pakaian	4
2.2. Panel Surya	5
2.2.1. Karakteristik Panel Surya	5
2.2.2. Prinsip Kerja Panel Surya	8
2.2.3 Jenis-jenis Panel Surya	8
2.3. <i>Solar Charge Controller</i>	10
2.3.1 Fungsi <i>Solar Charge Controller</i>	11
2.4. Baterai	11
2.4.1 Jenis-jenis Baterai	13
2.5. Buck Konverter	14
2.5.1 <i>Bidirectional DC - DC Converter</i>	15
2.6. Motor Servo	15
<b>BAB 3 METODOLOGI</b>	
3.1 Tempat dan Waktu	17
3.1.1 Tempat	17
3.1.2 Waktu	17
3.2 Bahan dan Alat	17
3.2.1 Bahan yang digunakan	17
3.2.2 Alat yang digunakan	22
3.3 Bagan Alir Penelitian	26
3.4 Set-up Alat Penelitian	27
3.5 Prosedur Penelitian	28
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Perhitungan Kebutuhan Panel Surya	32
4.2 Perhitungan Kebutuhan Baterai	33
4.3 Pengujian Panel Surya ke Baterai	33
4.3.1 Pengujian tanggal 12 Juli 2023	33



4.3.2	Pengujian Tanggal 16 Juli 2023	36
4.3.3	Pengujian tanggal 30 Agustus 2023	38
4.3.4	Perbandingan Intensitas Cahaya Matahari	40
4.4	Pengujian Pengisian Baterai Menggunakan Panel Surya	41
4.4.1	Pengujian Pengisian Baterai Tanggal 12 Juli 2023	41
4.4.2	Pengujian Pengisian Baterai Tanggal 16 Juli 2023	43
4.4.3	Pengujian Pengisian Baterai Tanggal 30 Agustus 2023	45
4.5	Pengujian Sistem Keseluruhan	48
4.6	Menghitung Berapa Lama Pemakaian Daya Baterai Untuk Menggerakkan Atap Dan Rangka Jemuran menggunakan Motor Servo MG996R	49
4.7	Efisiensi Solar Panel	50
<b>BAB 5</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1	Kesimpulan	52
5.2	Saran	52
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>54</b>
	<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Kegiatan Penelitian	17
Tabel 3.2 Spesifikasi Panel Surya 10 wp	17
Tabel 3.3 Spesifikasi Motor Servo MG996R	19
Tabel 4.1 Perhitungan Total Kebutuhan Daya	32
Tabel 4.2 Pengukuran Output Tegangan, Arus, Daya dan Intensitas Cahaya Matahari Pada Pengujian Tanggal 12 Juli 2023	34
Tabel 4.3 Pengukuran Output Tegangan, Arus, Daya dan Intensitas Cahaya Matahari Pada Pengujian Tanggal 16 Juli 2023	36
Tabel 4.4 Pengukuran Output Tegangan, Arus, Daya dan Intensitas Cahaya Matahari Pada Pengujian Tanggal 30 Agustus 2023	39
Tabel 4.5 Pengukuran Output Tegangan, Arus, dan Daya dari Panel Surya Ke Pengisian Baterai pada tanggal 12 Juli 2023	41
Tabel 4.6 Pengukuran Output Tegangan, Arus, dan Daya dari Panel Surya Ke Pengisian Baterai pada tanggal 16 Juli 2023	44
Tabel 4.7 Pengukuran Output Tegangan, Arus, dan Daya dari Panel Surya Ke Pengisian Baterai pada tanggal 30 Agustus 2023	46
Tabel 4.8 Pengukuran Tegangan Baterai Pada Pengujian Sistem Keseluruhan Menggunakan Metode <i>Charging System</i> .	49

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Dasar Sel Surya	5
Gambar 2.2 Sel Surya Tipe Monokristal	9
Gambar 2.3 Sel Surya Tipe Polikristal	9
Gambar 2.4 Sel Surya Tipe <i>Thin Film</i> Panel Surya	10
Gambar 2.5 <i>Solar Charge Controller</i>	11
Gambar 2.6 Baterai	12
Gambar 2.7 <i>Buck Converter</i>	15
Gambar 2.8 <i>Buck &amp; Boost Bidirectional DC-DC converter</i>	15
Gambar 2.9 Motor Servo	16
Gambar 3.1 Panel Surya	18
Gambar 3.2 <i>Solar Charge Controller</i>	18
Gambar 3.3 Baterai	18
Gambar 3.4 Motor Servo	19
Gambar 3.5 <i>Buck Converter</i>	19
Gambar 3.6 Kabel	20
Gambar 3.7 Besi Hollow	20
Gambar 3.8 Baut dan Mur	20
Gambar 3.9 Kabel Ties	21
Gambar 3.10 Papan Akrilik	21
Gambar 3.11 Arduino Uno R3	21
Gambar 3.12 Sensor LDR	22
Gambar 3.13 Sensor Air ( <i>Raindrops Detection</i> )	22
Gambar 3.14 Mesin Bor Tangan	22
Gambar 3.15 Mesin Gerinda Tangan	23
Gambar 3.16 Tang Potong	23
Gambar 3.17 Obeng Bunga	23
Gambar 3.18 Meteran	24
Gambar 3.19 Kacamata <i>Safety</i>	24
Gambar 3.20 Solder	24
Gambar 3.21 Multitester	25
Gambar 3.22 Lux Meter	25
Gambar 3.23 Set-up Rangkaian Seluruh Bahan Penelitian	27
Gambar 3.24 Gambar Rancangan Alat Penelitian	27
Gambar 3.25 Pemasangan Panel Surya ke Dudukan Yang Telah Dibuat	28
Gambar 3.26 Pemasangan <i>Solar Charger Controller</i> ke Papan Akrilik	28
Gambar 3.27 Peletakan Baterai ke dudukan Yang Telah Dibuat	29
Gambar 3.28 Pemasangan Kabel Dari Panel Surya ke Dudukan Penjepit Baut Yang Ada Di <i>Solar Charger Controller</i>	29
Gambar 3.29 Penyetelan Output Tegangan <i>Buck Converter</i> ke Motor Servo	29
Gambar 3.30 Pemasangan Motor Servo ke Breket Dudukan Untuk Atap Jemuran	29
Gambar 3.31 Pemasangan Motor Servo ke Breket Dudukan Untuk Rangka Jemuran	30
Gambar 3.32 Penyambungan Kabel Daya Motor Servo ke <i>Buck Converter</i>	30
Gambar 3.33 Seluruh Perangkat Bahan Telah Tersambung	30
Gambar 3.34 Pengujian langsung panel surya ke ruangan terbuka supaya	

bisa langsung terkena cahaya matahari	30
Gambar 3.35 Pengukuran Output Tegangan dan Arus Dari Panel Surya ke Pengisian Baterai Melalui <i>Solar Charge Controller</i>	31
Gambar 3.36 Pengukuran Beban Pemakaian Daya Baterai Untuk Motor Servo Dengan menguji coba buka tutup atap dan rangka jemuran	31
Gambar 4.1 Pengukuran Pada Pukul 08.00 Wib Pada Saat Pengujian Panel Surya Pada Tanggal 12 Juli 2023	34
Gambar 4.2 Pengukuran Pada Pukul 09.00 Wib Pada Saat Pengujian Panel Surya Pada Tanggal 12 Juli 2023	34
Gambar 4.3 Grafik Hubungan Waktu Dengan Output Tegangan, Arus, Dan Daya Dari Panel Surya Pada Tanggal 12 Juli 2023	35
Gambar 4.4 Pengukuran Pada Pukul 08.00 Wib Pada Saat Pengujian Panel Surya Tanggal 16 Juli 2023	36
Gambar 4.5 Pengukuran Pada Pukul 09.00 Wib Pada Saat Pengujian Panel Surya Tanggal 16 Juli 2023	36
Gambar 4.6 Grafik Hubungan Waktu Dengan Output Tegangan, Arus, Dan Daya Dari Panel Surya Pada Tanggal 16 Juli 2023	37
Gambar 4.7 Pengukuran Pada Pukul 08.00 Wib Pada Saat Pengujian Panel Surya 30 Agustus 2023	38
Gambar 4.8 Pengukuran Pada Pukul 09.00 Wib Pada Saat Pengujian Panel Surya 30 Agustus 2023	38
Gambar 4.9 Grafik Hubungan Waktu Dengan Output Tegangan, Arus, Dan Daya Dari Panel Surya Pada Tanggal 30 Agustus 2023	39
Gambar 4.10 Grafik Perbandingan Intensitas Cahaya Matahari Pada Pengujian Panel surya	40
Gambar 4.11 Pengukuran Pada Pukul 08.00 Wib Pada Saat Pengujian Pengisian Baterai Menggunakan Panel Surya Tanggal 12 Juli 2023	41
Gambar 4.12 Pengukuran Pada Pukul 09.00 Wib Pada Saat Pengujian Pengisian Baterai Menggunakan Panel Surya Tanggal 12 Juli 2023	41
Gambar 4.13 Grafik Pengukuran Output Tegangan, Arus, dan Daya Dari Panel Surya Ke Pengisian Baterai pada tanggal 30 Agustus 2023	42
Gambar 4.14 Pengukuran Pada Pukul 08.00 Wib Pada Saat Pengujian Pengisian Baterai Menggunakan Panel Surya Tanggal 16 Juli 2023	43
Gambar 4.15 Pengukuran Pada Pukul 09.00 Wib Pada Saat Pengujian Pengisian Baterai Menggunakan Panel Surya Tanggal 16 Juli 2023	43
Gambar 4.16 Grafik Pengukuran Output Tegangan, Arus, dan Daya Dari Panel Surya Ke Pengisian Baterai pada tanggal 30 Agustus 2023	44
Gambar 4.17 Pengukuran Pada Pukul 08.00 Wib Pada Saat Pengujian Pengisian Baterai Menggunakan Panel Surya Tanggal 30 Agustus 2023	45
Gambar 4.18 Pengukuran Pada Pukul 08.00 Wib Pada Saat Pengujian Pengisian Baterai Menggunakan Panel Surya Tanggal 30 Agustus 2023	46
Gambar 4.19 Grafik Pengukuran Output Tegangan, Arus, dan Daya Dari Panel Surya Ke Pengisian Baterai pada tanggal 30 Agustus 2023	47
Gambar 4.20 Indikator Baterai Pada Pengujian Sistem Keseluruhan Mulai Pukul 08:00 Wib Sampai 16:00 Wib	48

## DAFTAR NOTASI

$P_{in}$	= daya input akibat radiasi matahari (Watt)
$I_r$	= intensitas radiasi matahari (Watt/m <sup>2</sup> )
$A$	= luas area permukaan panel surya (m <sup>2</sup> )
$P_{out}$	= Daya yang keluar dari panel surya (Watt)
$V_{oc}$	= Tegangan rangkaian terbuka (Volt)
$I_{sc}$	= Arus hubung singkat (Ampere)
$FF$	= Nilai <i>Fill Factor</i>
$V_{max}$	= Tegangan pada daya maksimum (Volt)
$I_{max}$	= Arus pada daya maksimum (Ampere)
$\eta$	= Efisiensi panel surya (%)
$P$	= Daya (Watt)
$V$	= Tegangan (Volt)
$I$	= Kuat Arus (Ampere)
$T$	= Waktu yang diinginkan
$C$	= Kapasitas baterai Ah ( <i>Amperehours</i> )
$I_{panel}$	= Arus pengisian panel surya (Ampere)
20%	= Nilai de-efisiensi.

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### 1.1 Latar Belakang

Kepulauan maritim Indonesia yang berada di wilayah tropis memiliki curah hujan tahunan yang tinggi, curah hujan semakin tinggi di daerah pegunungan. Curah hujan yang tinggi di wilayah tropis pada umumnya dihasilkan dari proses konveksi dan pembentukan awan hujan panas. Curah hujan konveksi adalah curah hujan yang dihasilkan proses konveksi akibat pemanasan, atau dihasilkan dari proses dinamika seperti konvergensi atau juga dihasilkan akibat terjadi dorongan massa udara secara fisik di lokasi pegunungan. (Juaeni et al., 2006)

Intensitas curah hujan di wilayah tropis pada umumnya tinggi. Sementara itu di Indonesia, presentase curah hujan yang diterima bervariasi antara 8% sampai 37% dengan rata-rata 22%. Sebagai perbandingan nilai tertinggi di Bavaria, Jerman adalah 3.7%. Di Bogor, lebih dari 80% curah hujan yang diterima terjadi dengan curah paling sedikit 20 mm. (Juaeni et al., 2006)

Indonesia yang posisinya terletak sangat strategis berada pada silang dunia yang menghubungkan antara dua benua Asia dan Australia dan juga berada pada daerah khatulistiwa, dimana sinar/cahaya matahari terus dapat dinikmati setiap hari dalam satu tahun. Disadari atau tidak, alam tropis Indonesia dengan matahari yang bersinar setiap hari adalah potensi sumber energi yang besar, gratis dan berlimpah yang dapat dimanfaatkan untuk mengganti kebutuhan energi dan menjadi solusi masa depan (Sibuk Ginting et al., 2013). Potensi energi matahari yang dimiliki mencapai 207.9 GW, sementara penggunaannya hanya sekitar 78,5 MW. (Putra & Syuhada, 2022)

Sinar matahari mempunyai peran dan manfaat yang sangat penting bagi kelangsungan hidup manusia di bumi. Energi matahari juga tersedia cukup besar bagi kehidupan, tidak bersifat polutif dan tentunya bisa kita nikmati secara gratis sepanjang masa. (Winata et al., 2018)

Salah satu permasalahan dalam bidang energi listrik adalah keterbatasan sumber energi fosil yang merupakan sumber utama penghasil energi listrik di Indonesia. Untuk mengurangi dampak ketergantungan listrik terhadap ketersediaan bahan bakar fosil ini, maka dibutuhkan sumber energi listrik baru

yang dapat diperbaharui. Solar cell merupakan salah satu sumber penghasil energi listrik yang bersumber dari cahaya matahari yang tidak terbatas, dan ramah lingkungan (Septiady et al, 2018).

Panel surya atap merupakan salah satu energi terbarukan yang menjadi prioritas untuk dikembangkan oleh pemerintah Indonesia dalam implementasi bangunan hemat energi atau bangunan mandiri energi, terutama untuk mengejar target bauran energi terbarukan yang diharapkan mencapai 23% di tahun 2025. (Ali & Ludiana, 2023)

*Prototype* kendali otomatis penerangan taman dengan tenaga surya berbasis arduino merupakan konsep yang memanfaatkan tenaga surya sebagai sumber energi yang menghasilkan listrik. Dalam hal ini panel surya akan bergerak mengikuti sinar matahari sesuai dengan waktu yang sudah ditentukan. Untuk penggerak panel surya digunakan motor servo MG996R yang mampu untuk menggerakkan panel surya, dan RTC (*Real Time Clock*) digunakan untuk mengatur waktu pergerakan panel surya (Winata et al., 2018).

Alasan penulis membangun alat tersebut guna pemanfaatan energi matahari secara maksimal baik sebagai pengering pakaian secara alami maupun sebagai suplai daya dengan menggunakan panel surya untuk *prototype* jemuran otomatis berbasis arduino uno. Maka dari itu penulis mengangkat hal tersebut ke dalam skripsi dengan judul “**Analisis Suplai Daya Dari Panel Surya Pada *Prototype* Jemuran Otomatis Berbasis Arduino Uno**”, yang nantinya berguna sebagai alat bantu masalah pakaian yang tidak kering atau lembab yang sering terjadi pada masyarakat serta sumber daya yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dan agar tujuan penelitian dapat tercapai dengan maksimal maka dapat dirumuskan permasalahannya yaitu :

- a. Bagaimana mengetahui output daya (watt) yang dihasilkan panel surya ?
- b. Bagaimana mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap penyerapan energi dari matahari oleh panel surya ?
- c. Bagaimana mengetahui beban pemakaian daya listrik pada baterai untuk motor servo MG996R ?

### 1.3. Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini meliputi :

- a. Menggunakan panel surya 10 wp(wattpeak)
- b. Menggunakan baterai 12 V 5 Ah(Amperehours) untuk menyimpan daya
- c. Menggunakan *Solar Charge Controller* untuk mengatur tegangan(volt) dan arus(Ampere) dari panel surya untuk pengisian daya ke baterai
- d. Menggunakan motor servo MG996R untuk penggerak atap dan rangka jemuran

### 1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai adalah :

- a. Menghitung output daya dari panel surya 10 wp(wattpeak)
- b. Menghitung waktu pengisian baterai dari daya yang dihasilkan panel surya
- c. Menghitung beban pemakaian daya listrik pada baterai untuk motor servo MG996R sebagai penggerak atap dan rangka jemuran

### 1.5. Manfaat Penelitian

Dengan penelitian ini dapat digunakan sebagai pembelajaran untuk suplai daya dari panel surya, sehingga penelitian ini dapat dipergunakan sebagai pembandingan dengan penelitian sebelumnya ataupun yang akan datang dengan inovasi yang lebih baik. Alat ini nantinya dapat bermanfaat bagi :

- a. Masyarakat

Manfaat dari pembuatan alat ini agar dapat menyelesaikan masalah masyarakat yang memiliki mobilitas tinggi.

- b. Universitas

Sebagai sarana dan prasarana mahasiswa dalam mempelajari penggunaan panel surya sebagai suplai daya yang dapat di terapkan pada lingkungan universitas

- c. Mahasiswa

Manfaat jemuran berbasis arduino uno dengan sumber energi panel surya sebagai acuan pada penerapan energi baru dan terbarukan dan dapat diinovasikan untuk kedepannya agar menjadi lebih baik lagi.



## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### 2.1 Menjemur Pakaian

Menjemur pakaian adalah proses penting setelah pakaian selesai dicuci. Dengan menjemur pakaian, maka pakaian tersebut lebih cepat kering dan siap untuk digunakan. Untuk menjemurnya sangat mudah, bisa dilakukan dengan menggunakan tali, Namun Pergantian musim yang tidak stabil mengakibatkan cuaca sulit di prediksi. Kondisi ini menjadi masalah utama bagi masyarakat yang sedang menjemur pakaian terutama pada saat cuaca buruk. Biasanya jika hendak berpergian, pakaian yang basah akan dijemur didalam rumah agar tidak terkena hujan. Hal tersebut mengakibatkan pakaian lembab menjadi berbau serta membutuhkan waktu yang lama agar dapat kering (Hendrian et al., 2020).

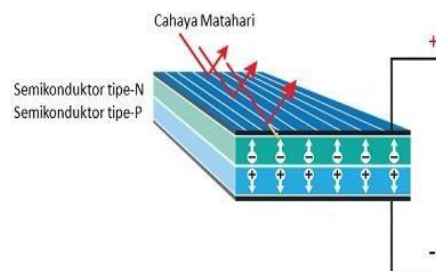
Untuk menghindarinya diperlukan proses menjemur pakaian di luar ruangan agar pakaian dapat kering secara merata akibat pemanasan dari matahari. Maka dari itu diperlukan seseorang yang tinggal dirumah untuk menjaga pakaian agar tidak terkena hujan. Hal ini mengakibatkan pengeluaran bertambah, dikarenakan membutuhkan tenaga kerja lebih (Hendrian et al., 2020).

Salah satu cara untuk memecahkan masalah yang terjadi pada kasus tersebut adalah menggunakan sistem kontrol sebagai alat untuk membuat jemuran otomatis, yang berguna sebagai alat bantu meringankan pekerjaan dan tidak lagi perlu khawatir soal pakaian yang sedang dijemur ketika tidak ada orang dirumah, penggunaan jemuran otomatis ini dirasa cukup membantu untuk orang yang memiliki mobilitas yang tinggi. Jemuran otomatis ini menggunakan sistem kontrol Arduino uno sebagai perangkat lunak yang akan menerima perintah dari sensor yang dipasangkan pada jemuran otomatis tersebut, sensor yang dipasang antara lain adalah sensor LDR atau *Light Dependent Resistor*, sensor LDR adalah salah satu jenis resistor yang nilai hambatannya dipengaruhi oleh cahaya yang diterima olehnya, LDR merupakan suatu jenis hambatan yang sangat peka terhadap cahaya. Sifat dari hambatan LDR ini adalah nilai hambatannya akan berubah apabila terkena cahaya atau sinar (Siswanto et al., 2015).

## 2.2 Panel Surya

Panel surya merupakan kumpulan *Solar cell* (sel surya) atau biasa juga disebut *photovoltaic cell* adalah alat yang dapat mengubah cahaya langsung menjadi energi listrik. Sel surya terbuat dari dua macam silikon yaitu silikon positif dan silikon negatif yang ditempelkan satu sama lain. Energi foton yang ada dalam cahaya yang mengenai silikon sebagian dipakai untuk melepaskan elektron dari ikatan atomnya dan sebagian untuk mengalirkan elektron yang telah lepas dari ikatan atomnya. Sel surya umumnya dipasang seri/paralel dan dipasang menjadi sebuah modul sel surya dan dirakit pada panel (Chairunissa et al., 2019).

Salah satu cara penyediaan energi listrik alternatif yang siap untuk diterapkan secara masal pada saat ini adalah menggunakan suatu sistem teknologi yang diperkenalkan sebagai Sistem Energi Surya photovoltaic (SESP) atau secara umum dikenal sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Sebutan SESP merupakan istilah yang telah dibakukan oleh pemerintah yang digunakan untuk mengidentifikasi suatu sistem pembangkit energi yang memanfaatkan energi matahari dan menggunakan teknologi photovoltaic (Widayana et al, 2012).



Gambar 2.1 Struktur Dasar Sel Surya

### 2.2.1 Karakteristik Panel Surya

Panel surya merubah energi sinar matahari yang ditangkap menjadi energi listrik tersebut. Tegangan dan arus yang dihasilkan dapat dikategorikan tidak linier karena dipengaruhi dari energi sinar matahari yang diperoleh dan beban yang disuplai oleh panel surya tersebut (Raharja, 2021). Pada saat modul surya terkena cahaya matahari, maka sel surya akan merubah cahaya matahari menjadi listrik searah (DC). Kemudian tegangan yang dihasilkan dari panel surya akan masuk kedalam control charger terlebih dahulu sebelum masuk langsung ke baterai (Fadhilah et al., 2017).

Pengujian karakteristik panel surya seperti pengukuran daya output, tegangan dan arus panel surya, tegangan open circuit ( $V_{oc}$ ), serta arus hubung singkat ( $I_{sc}$ ) yang dihasilkan oleh panel surya pada kondisi intensitas cahaya tertentu, apakah sesuai atau mendekati sama dengan karakteristik/spesifikasi panel surya yang ada pada nameplate (Syahwil & Kadir, 2021).

Kapasitas daya dari sel atau modul surya dilambangkan dalam watt peak ( $W_p$ ) dan diukur berdasarkan standar pengujian Internasional yaitu Standard Test Condition (STC). Standar ini mengacu pada intensitas radiasi sinar matahari sebesar  $1000 \text{ W/m}^2$  yang tegak lurus sel surya pada suhu  $25^\circ\text{C}$ . Modul photovoltaic memiliki hubungan antara arus dan tegangan. Pada saat tahanan variable bernilai tak terhingga (open circuit) maka arus bernilai minimum (nol) dan tegangan pada sel berada pada nilai maksimum, yang dikenal sebagai tegangan open circuit ( $V_{oc}$ ) (Sibuk Ginting et al., 2013).

Paramater paling penting dalam kinerja sebuah panel surya adalah intensitas radiasi matahari atau disebut dengan irradiansi cahaya matahari, yaitu jumlah daya matahari yang datang kepada permukaan per luas area. Intensitas radiasi matahari diluar atmosfer bumi disebut konstanta surya, yaitu sebesar  $1365 \text{ w/m}^2$ . Setelah disaring oleh atmosfer bumi, beberapa spektrum cahaya hilang, dan intensitas puncak radiasi menjadi sekitar  $1000 \text{ w/m}^2$ . Nilai ini adalah tipikal intensitas radiasi pada keadaan permukaan tegak lurus sinar matahari dan pada keadaan cerah. Besar dari nilai irradiansi matahari inilah yang akan menentukan besar daya yang dapat dihasilkan oleh sebuah panel surya (Sibuk Ginting et al., 2013).

Intensitas radiasi matahari merupakan jumlah energi yang diterima oleh suatu permukaan per satuan luas dan per satuan waktu. Dengan adanya satuan waktu berarti dalam pengukuran ini termasuk pula lama penyinaran atau lama matahari bersinar dalam satu hari. Besarnya intensitas radiasi matahari pada permukaan bumi tergantung dari posisi garis lintang, ketebalan awan, topografi dan musim. Ketebalan awan di atmosfer dapat mempengaruhi intensitas penerimaan radiasi matahari di permukaan bumi. Daerah basah atau tropis intensitas radiasi cahaya matahari sekitar 40%. Sedangkan di wilayah gurun pasir yang kering intensitas radiasi cahaya matahari sekitar 80%. Di Indonesia yang memiliki iklim tropis maka intensitas radiasi matahari dipengaruhi oleh beberapa

faktor diantaranya yaitu musim, letak geografis dan ketinggian tempat (Nurhidayat et al., 2021)

Sebelum mengetahui berapa nilai daya yang dihasilkan harus mengetahui daya yang diterima, dimana daya tersebut adalah perkalian antara intensitas radiasi matahari yang diterima dengan luas area panel surya dengan persamaan (Demak & Hatib, 2016).

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

Dimana:  $P_{in}$  = daya input akibat radiasi matahari (*Watt*),

$I_r$  = intensitas radiasi matahari (*Watt/m<sup>2</sup>*)

$A$  = luas area permukaan panel surya (*m<sup>2</sup>*).

Sedangkan untuk besarnya daya pada sel surya ( $P_{out}$ ) yaitu perkalian tegangan rangkaian terbuka ( $V_{oc}$ ), arus hubung singkat ( $I_{sc}$ ), dan Fill Factor (FF) yang dihasilkan oleh sel Photovoltaic dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut: (Demak & Hatib, 2016)

$$P_{out} = V_{oc} \times I_{sc} \times FF \quad (2.2)$$

Dimana :  $P_{out}$  = Daya yang keluar dari panel surya (*Watt*)

$V_{oc}$  = Tegangan rangkaian terbuka (*Volt*)

$I_{sc}$  = Arus hubung singkat (*Ampere*)

$FF$  = *Fill Factor*

Sedangkan untuk mencari nilai fill factor dapat didefinisikan sebagai hasil bagi dari  $V_{max} \times I_{max}$  terhadap  $V_{oc} \times I_{sc}$  (Pourakbar & Deldadeh, 2014):

$$FF = \frac{V_{max} \times I_{max}}{V_{oc} \times I_{sc}} \quad (2.3)$$

Dimana :  $FF$  = Nilai *Fill Factor*

$V_{max}$  = Tegangan pada daya maksimum (*Volt*)

$I_{max}$  = Arus pada daya maksimum (*Ampere*)

$V_{oc}$  = Tegangan rangkaian terbuka (*Volt*)

$I_{sc}$  = Arus hubung singkat (Ampere)

Efisiensi yang terjadi pada sel surya adalah merupakan perbandingan daya yang dapat dibangkitkan oleh sel surya dengan energi input yang diperoleh dari *irradiance* matahari. Untuk mengetahui tingkat efisiensi pada panel surya adalah sebagai berikut : (Pourakbar & Deldadeh, 2014):

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \quad (2.4)$$

dimana :  $\eta$  = Efisiensi panel surya (%)

$P_{out}$  = Daya yang keluar dari panel surya (watt)

$P_{in}$  = Daya input akibat radiasi matahari (watt)

### 2.2.2 Prinsip Kerja Panel Surya

Secara sederhana, proses pembentukan gaya gerak listrik pada sebuah sel surya adalah sebagai berikut:

1. Foton dari cahaya matahari menumbuk panel surya kemudian diserap oleh material semikonduktor seperti silikon.
2. Elektron (muatan negatif) terlempar keluar dari atomnya, sehingga mengalir melalui material semikonduktor untuk menghasilkan listrik. Mengalir dengan arah yang berlawanan dengan elektron pada panel surya silikon.
3. Gabungan / susunan beberapa panel surya mengubah energi surya menjadi sumber daya listrik dc, yang nantinya akan disimpan dalam suatu wadah yang dinamakan baterai.

### 2.2.3 Jenis-jenis Panel Surya

#### 1. Monokristal (*Mono-crystalline*)

Merupakan panel yang paling efisien yang dihasilkan dengan teknologi terkini & menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. Monokristal dirancang untuk penggunaan yang memerlukan konsumsi listrik besar pada tempat-tempat yang beriklim ekstrim dan dengan kondisi alam yang sangat ganas. Memiliki efisiensi sampai dengan 15%. Kelemahan dari panel jenis ini adalah tidak akan berfungsi baik ditempat yang cahaya matahari kurang (teduh),

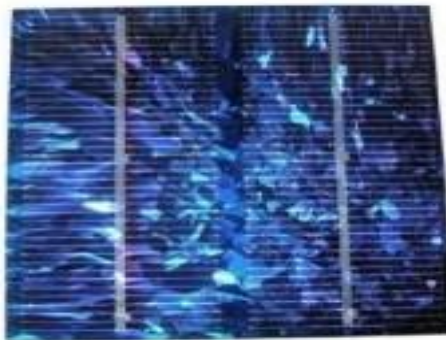
efisiensinya akan turun drastis dalam cuaca berawan hingga mendung. (Purwoto et al., 2018)



Gambar 2.2 Sel Surya Tipe Monokristal

## 2. Polikristal (*Poly-Crystalline*)

Merupakan Panel Surya yang memiliki susunan kristal acak karena dipabrikan dengan proses pengecoran. Tipe ini memerlukan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan jenis monokristal untuk menghasilkan daya listrik yang sama. Panel surya jenis ini memiliki efisiensi lebih rendah dibandingkan tipe monokristal, sehingga memiliki harga yang cenderung lebih rendah. (Purwoto et al., 2018)

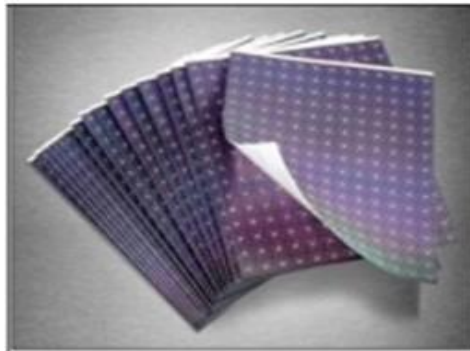


Gambar 2.3 Sel Surya Tipe Polikristal

## 3. *Thin Film* Panel surya

Merupakan Panel Surya (dua lapisan) dengan struktur lapisan tipis mikrokristal silikon dan amorphous dengan efisiensi modul hingga 8.5% sehingga untuk luas permukaan yang diperlukan per watt daya yang dihasilkan lebih besar daripada monokristal & polikristal. Inovasi terbaru adalah Thin Film Triple Junction Photovoltaic (dengan tiga lapisan) dapat berfungsi sangat efisien dalam

udara yang sangat berawan dan dapat menghasilkan daya listrik sampai 45% lebih tinggi dari panel jenis lain dengan daya yang ditera setara.(Purwoto et al., 2018)



Gambar 2.4 Sel Surya Tipe Thin Film Photovoltaic

### 2.3 *Solar Charge Controller*

*Solar charger controller* adalah salah satu komponen di dalam sistem pembangkit listrik tenaga surya, berfungsi sebagai pengatur arus listrik baik terhadap arus yang masuk dari Panel Surya maupun arus beban keluar / digunakan. Bekerja untuk menjaga baterai dari pengisian yang berlebihan. *solar charger controller* mengatur tegangan dan arus dari Panel Surya ke baterai. Sebagian besar Panel Surya 12 Volt menghasilkan tegangan keluaran sekitar 16 sampai 20 volt DC, jadi jika tidak ada pengaturan, baterai akan rusak dari pengisian tegangan yang berlebihan. Pada umumnya baterai 12Volt membutuhkan tegangan pengisian sekitar 13-14,8 volt (tergantung tipe baterai) untuk dapat terisi penuh.(Purwoto et al., 2018)

Didalam rangkaian baterai *solar charger controller* terdapat rangkaian regulator dan rangkaian komparator. Rangkaian regulator berfungsi untuk mengatur tegangan keluaran agar tetap konstan, sedangkan rangkaian komparator berfungsi untuk menurunkan arus pengisian secara otomatis pada baterai pada saat tegangan pada baterai penuh ke level yang aman tentunya dan menahan arus pengisian hingga menjadi lebih lambat sehingga menyebabkan indikator aktif menandakan baterai telah terisi penuh.(Pasaribu & Reza, 2021)

Monitoring temperatur baterai Charge controller terdiri dari satu input (dua terminal) yang terhubung dengan output panel sel surya, satu output (dua terminal) yang terhubung dengan baterai/aki dan satu output (dua terminal) yang terhubung dengan beban. Arus listrik DC yang berasal dari baterai tidak mungkin

masuk ke panel surya karena biasanya ada dioda proteksi yang hanya melewatkan arus listrik DC dari panel surya ke baterai, bukan sebaliknya.(Usman, 2020)



Gambar 2.5 Solar Charge Controller

### 2.3.1 Fungsi Solar Charge Controller

Fungsi dan fitur Solar Charge Controller:

1. Saat tegangan pengisian di baterai telah mencapai keadaan penuh, maka *controller* akan menghentikan arus listrik yang masuk ke dalam baterai untuk mencegah pengisian yang berlebihan. Dengan demikian ketahanan baterai akan jauh lebih tahan lama. Di dalam kondisi ini, listrik yang tersuplai dari Panel Surya akan langsung terdistribusi ke beban / peralatan listrik dalam jumlah tertentu sesuai dengan konsumsi daya peralatan listrik.(Purwoto et al., 2018)
2. Saat tegangan di baterai dalam keadaan hampir kosong, maka *controller* berfungsi menghentikan pengambilan arus listrik dari baterai oleh beban / peralatan listrik. Dalam kondisi tegangan tertentu ( umumnya sekitar 10% sisa tegangan di baterai ), maka pemutusan arus beban dilakukan oleh *controller*. Hal ini menjaga baterai dan mencegah kerusakan pada sel – sel baterai. Pada kebanyakan model controller, indikator lampu akan menyala dengan warna tertentu ( umumnya berwarna merah atau kuning ) yang menunjukkan bahwa baterai dalam proses pengisian. Dalam kondisi ini, bila sisa arus di baterai kosong (dibawah 10%), maka pengambilan arus listrik dari baterai akan diputus oleh controller, maka peralatan listrik / beban tidak dapat beroperasi.(Purwoto et al., 2018)

### 2.4 Baterai

Baterai adalah perangkat yang mengandung sel listrik yang dapat menyimpan energi yang dapat dikonversi menjadi daya. Baterai menghasilkan



listrik melalui proses kimia. Baterai atau akkumulator adalah sebuah sel listrik dimana di dalamnya berlangsung proses elektrokimia yang reversible (dapat berkebalikkan) dengan efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud dengan reaksi elektrokimia reversible adalah di dalam baterai dapat berlangsung proses pengubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan) dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia (proses pengisian) dengan cara proses regenerasi dari elektroda – elektroda yang dipakai yaitu, dengan melewati arus listrik dalam arah polaritas yang berlawanan di dalam sel.(Pasaribu & Reza, 2021)

Baterai pada PLTS berfungsi untuk menyimpan arus listrik yang dihasilkan oleh panel surya sebelum dimanfaatkan untuk mengoperasikan beban. Beban dapat berupa lampu refrigerator atau peralatan elektronik dan peralatan lainnya yang membutuhkan listrik DC.(Usman, 2020)



Gambar 2.6 Baterai

Untuk menghitung kapasitas baterai yang dinyatakan dengan Ah (*ampere hours*) menggunakan persamaan sebagai berikut (Effendi et al., 2022):

$$P = V \times I \quad (2.5)$$

$$V = \frac{P}{I} \quad (2.6)$$

$$I = \frac{P}{V} \quad (2.7)$$

dimana :  $P$  = Daya (Watt)

$V$  = Tegangan (Volt)

$I$  = Kuat Arus (Ampere)

Selanjutnya menghitung berapa lama pengisian baterai yang dimana kapasitas baterai Ah(Amperehour) dibagi dengan arus output yang dihasilkan dari

panel surya ( $I_{panel}$ ) lalu dikalikan de-efisiensi baterai yaitu 20% menggunakan persamaan sebagai berikut (Julisman et al., 2017):

$$T = \frac{C}{I} (1 + 20\%) \quad (2.8)$$

dimana :  $T$  = Waktu yang diinginkan

$C$  = Kapasitas baterai Ah (*Amperehours*)

$I_{panel}$  = Arus pengisian panel surya (Ampere)

20% = Nilai de-efisiensi.

## 2.4.1 Jenis Jenis Baterai

### 1. Baterai Primer

Baterai primer adalah baterai yang bersifat *disposable*/sekali pakai. Baterai primer mempunyai nilai ekonomis yang tinggi sehingga baterai jenis ini banyak dijumpai di toko-toko besar maupun kecil. Sebuah baterai primer tersusun atas tiga komponen penting, yaitu batang karbon sebagai anoda (kutub positif baterai), seng (Zn) sebagai katoda (kutub negatif baterai) dan pasta sebagai elektrolit (penghantar). Material elektrodanya tidak dapat berkebalikan arah ketika dilepaskan (Nasution et al., 2021).

### 2. Baterai Sekunder

Baterai sekunder adalah baterai yang dapat diisi ulang (*Rechargeable Battery*) Baterai yang dapat digunakan dan diisi ulang beberapa kali, proses kimia yang terjadi di dalam baterai ada *reversibel*, dan bahan aktif dapat kembali ke kondisi semula dengan pengisian sel. (Thowil Afif & Ayu Putri Pratiwi, 2015)

Baterai sekunder sendiri terdapat banyak jenisnya di pasaran, antara lain:

#### 1) Baterai *ion litium* (Li-ion atau LIB)

Di dalam baterai ini, ion litium bergerak dari elektroda negatif ke elektroda positif saat dilepaskan, dan kembali saat diisi ulang. Baterai Li-ion memakai senyawa litium interkalasi sebagai bahan elektrodanya. Baterai ini merupakan jenis baterai isi ulang yang paling populer untuk peralatan elektronik portabel, karena memiliki salah satu kepadatan energi terbaik, tanpa efek memori, dan mengalami kehilangan isi yang lambat saat tidak digunakan. Selain digunakan

pada peralatan elektronik konsumen, LIB juga sering digunakan oleh industri militer, kendaraan listrik, dan dirgantara. Sejumlah penelitian berusaha memperbaiki teknologi LIB tradisional, berfokus pada kepadatan energi, daya tahan, biaya, dan keselamatan intrinsik.(Thowil Afif & Ayu Putri Pratiwi, 2015)

## 2) Baterai *Lithium Polymer* (Li-Po)

Hampir sama dengan baterai Li-Ion akan tetapi baterai Li-Po tidak menggunakan cairan sebagai elektrolit melainkan menggunakan elektrolit polimer kering yang berbentuk seperti lapisan plastik film tipis. Lapisan film ini disusun berlapis-lapis diantara anoda dan katoda yang mengakibatkan pertukaran ion. Dengan metode ini baterai LiPo dapat dibuat dalam berbagai bentuk dan ukuran. Diluar dari kelebihan arsitektur baterai LiPo, terdapat juga kekurangan yaitu lemahnya aliran pertukaran ion yang terjadi melalui elektrolit polimer kering. Hal ini menyebabkan penurunan pada *charging* dan *discharging rate*.(Thowil Afif & Ayu Putri Pratiwi, 2015)

## 3) Baterai *Nickel-Metal Hydride* (Ni-MH)

Baterai jenis ini dibuat engan komponen yang lebih terjangkau dan ramah lingkungan. Baterai Ni-MH menggunakan ion hidrogen untuk menyimpan energi, tidak seperti baterai lithium ion yang menggunakan ion lithium. Baterai Ni-MH terdiri dari campuran nikel dan logam lain seperti titanium. Baterai ini biasanya mengandung pula komponen logam lain seperti mangan, aluminium, kobalt, zirconium, dan vanadium. Logam-logam tersebut pada umumnya berfungsi sebagai penangkap ion hidrogen yang dilepaskan untuk memastikan tidak mencapai fase gas.(Thowil Afif & Ayu Putri Pratiwi, 2015)

## 2.5 *Buck Converter*

*Buck converter* merupakan konverter DC to DC yang digunakan untuk menurunkan tegangan DC pada nilai tertentu menjadi tegangan DC yang lebih rendah. Komponen utama pada *buck converter* adalah dioda *freewheeling*, induktor, kapasitor, dan MOSFET. *Buck converter* terdiri dari dua bagian, yaitu bagian sumber dan bagian kontrol. Pada bagian sumber berfungsi untuk mengkonversi tegangan, dan pada bagian kontrol berfungsi untuk mengontrol On-

Off dari *switch* yang terdapat di dalam rangkaian *buck converter* (Chairunissa et al., 2019).

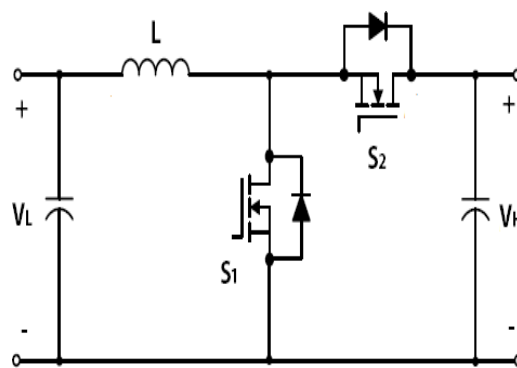


Gambar 2.7 *Buck Converter*

Dari kategori aliran daya DC/DC *converter* dapat dibedakan menjadi dua tipe yaitu *unidirectional* dan *bidirectional*. *Unidirectional* berarti *converter* hanya bisa mengalirkan daya pada satu arah saja. Sedangkan *bidirectional* dapat mengalirkan daya pada dua arah. (Prasetyono et al., 2015)

### 2.5.1 *Bidirectional DC - DC Converter*

*Bidirectional DC-DC converter* memiliki dua mode kerja, yaitu mode *buck (charging)* untuk proses menurunkan tegangan DC dan mode *boost (discharging)* untuk menaikkan tegangan DC. Karena *bidirectional buck-boost* ini sederhana dan mudah diimplementasikan secara hardware sehingga dipilih sebagai topologi hardware dalam paper ini. (Prasetyono et al., 2015)



Gambar 2.8 *Buck & Boost Bidirectional DC-DC converter*

### 2.6 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah motor dengan sistem *closed feedback* dimana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor, serangkaian gear, potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan

batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor. Semakin lebar pulsa *OFF* maka akan semakin besar gerakan sumbu ke arah jarum jam dan semakin kecil pulsa *OFF* maka akan semakin besar gerakan sumbu ke arah yang berlawanan dengan jarum jam (Nasution & putri, 2015).

Motor servo biasanya hanya bergerak mencapai sudut tertentu saja dan tidak kontinyu seperti motor DC maupun motor stepper. Walau demikian, untuk beberapa keperluan tertentu, motor servo dapat dimodifikasi agar bergerak kontinyu. Pada robot, motor ini sering digunakan untuk bagian kaki, lengan atau bagian-bagian lain yang mempunyai gerakan terbatas dan membutuhkan torsi cukup besar. Motor servo adalah motor yang mampu bekerja dua arah (CW dan CCW) dimana arah dan sudut pergerakan rotornya dapat dikendalikan hanya dengan memberikan pengaturan *duty cycle* sinyal PWM pada bagian pin kontrolnya (Nasution & putri, 2015).



Gambar 2.9 Motor Servo

## BAB 3 METODOLOGI

### 3.1. Tempat Dan Waktu

#### 3.1.1. Tempat

Tempat pembuatan dan kegiatan uji coba *Prototype* Jemuran Otomatis berbasis Arduino uno dengan power suplai panel surya dilaksanakan di workshop pribadi, Jalan Karya Sejati No.21 Medan Polonia Sumatera Utara.

#### 3.1.2. Waktu

Waktu pelaksanaan pengujian alat tersebut dalam penelitian ini dimulai tanggal 1 Maret 2023 sampai 31 Agustus 2023.

Tabel 3.1 Kegiatan Penelitian

No	Kegiatan	Waktu (bulan)					
		1	2	3	4	5	6
1	Studi Literatur	■	■				
2	Set-up Alat, Pengujian Alat dan Pembimbingan		■	■			
3	Pengambilan Data dan Analisa				■	■	
4	Seminar Hasil				■	■	
5	Sidang Sarjana					■	■

### 3.2. Bahan dan Alat

#### 3.2.1. Bahan yang digunakan

##### 1. Panel Surya

Panel surya digunakan untuk mengubah cahaya menjadi listrik. Panel surya yang di gunakan dalam penelitian ini adalah tipe *Poly-Crystalline* 10 Wp dengan spesifikasi keseluruhan dari panel surya sebagai berikut :

Tabel 3.2 Spesifikasi Panel Surya 10 wp

<i>Rated Maximum Power</i> ( $P_{max}$ )	: 10 watt
<i>Voltage At Maximum Power</i> ( $V_{max}$ )	: 17,4 Volt
<i>Current At Maximum Power</i> ( $I_{max}$ )	: 0,57 Ampere
<i>Open Circuit Current</i> ( $I_{sc}$ )	: 0,63 Ampere
<i>Short Circuit Voltage</i> ( $V_{oc}$ )	: 21,6 Volt
Dimensi	: 36 cm x 25 cm x 15 mm



Gambar 3.1 Panel Surya

## 2. Solar Charge Controller

*Solar charge controller* digunakan sebagai pengatur arus listrik (current regulator) baik terhadap arus yang masuk dari panel surya maupun arus beban keluar / digunakan. *Solar charge controller* yang digunakan pada penelitian ini tipe PWM (*Pulse Width Modulation*) dengan nilai tegangan 12V/24V dan maksimal input arus surya 10 Ampere.



Gambar 3.2 Solar Charge Controller

## 3. Baterai

Baterai digunakan sebagai penyimpan daya listrik yang dihasilkan dari panel surya setelah penyerap cahaya matahari menjadi listrik.. Baterai yang digunakan pada penelitian ini menggunakan baterai merk GTZ5S 12V 5 Ah.



Gambar 3.3 Baterai

#### 4. Motor Servo

Motor Servo digunakan untuk menggerakkan atap jemuran dan rangka jemuran pada *Prototype* jemuran otomatis berbasis arduino uno. Motor servo yang digunakan pada penelitian ini tipe MG996R.

Tabel 3.3 Spesifikasi Motor Servo MG996R

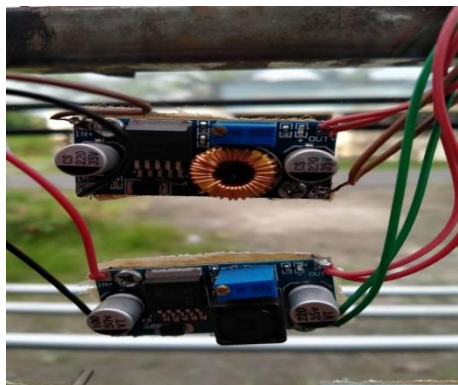
<i>Weight</i>	:	55 gram
<i>Stall Torque</i>	:	9,4 kgfcm (4,8 Volt), 11kgfcm (6 Volt)
<i>Degree</i>	:	120 <sup>0</sup>
<i>Operating Speed</i>	:	0,17 s/60 <sup>0</sup> (4,8 Volt), 0,14 s/60 <sup>0</sup> (6 Volt)
<i>Operating Voltage</i>	:	4,8 Volt – 7,2 Volt
<i>Running Current</i>	:	500 mA – 900 mA (6 volt)
<i>Stall Current</i>	:	2,5 Ampere (6 Volt)
<i>Dimensi</i>	:	40,7 mm x 19,7 mm x 42,9 mm



Gambar 3.4 Motor Servo

#### 5. Buck Converter

*Buck converter* berfungsi untuk menurunkan tegangan DC pada nilai tertentu menjadi tegangan DC yang lebih rendah. *Buck converter* yang digunakan pada penelitian ini yaitu tipe LM2596.

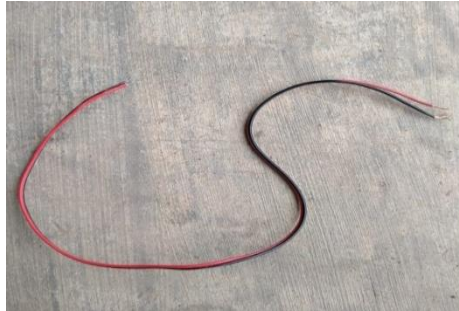


Gambar 3.5 Buck Converter



## 6. Kabel

Kabel digunakan untuk menghubungkan arus yang dihasilkan dari panel surya menuju charger controller lalu menuju ke baterai untuk di simpan arus tersebut. Kabel yang di gunakan pada penelitian jenis kabel NYZ (2 x 0,5 mm).



Gambar 3.6 Kabel

## 7. Besi Hollow

Besi Hollow digunakan untuk rangka panel surya dan komponen lainnya. Besi yang digunakan untuk rangka panel surya yaitu besi hollow (20x20mm).



Gambar 3.7 Besi Hollow

## 8. Baut dan Mur

Baut dan mur digunakan untuk memasang besi-besi rangka panel dan komponen-komponen lainnya.



Gambar 3.8 Baut dan Mur

## 9. Kabel Ties

Kabel ties berfungsi sebagai penjepit kabel atau sebagai pengikat kabel.



Gambar 3.9 Kabel Ties

## 10. Papan Akrilik

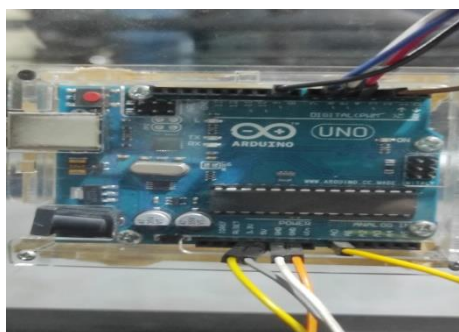
Papan akrilik digunakan untuk dudukan perangkat elektronik pada pengujian penelitian. Papan akrilik yang digunakan adalah ukuran 30 cm x 30 cm dengan tebal 2 mm.



Gambar 3.10 Papan Akrilik

## 11. Arduino Uno

Arduino Uno adalah papan terbaik untuk memulai dengan belajar elektronik dan coding. Papan jenis ini yang paling kuat dan yang paling banyak digunakan dari seluruh keluarga Arduino. Arduino uno yang digunakan menggunakan tipe arduino uno R3.



Gambar 3.11 Arduino Uno R3

## 12. Sensor Cahaya (LDR)

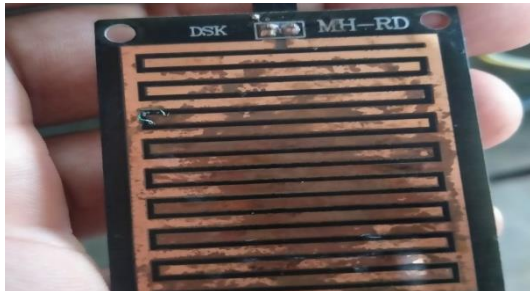
*Light Dependent Resistor* atau disingkat dengan LDR adalah jenis Resistor yang nilai hambatan atau nilai resistansinya tergantung pada intensitas cahaya yang diterimanya. Sensor LDR yang dipakai tipe 5539.



Gambar 3.12 Sensor LDR

## 13. Sensor Air (*Raindrops Detection*)

Sensor hujan MH-RD adalah sensor yang difungsikan mendeteksi ada tidaknya konisi rintik hujan, yang dimana dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi mulai dari yang sederhana hingga aplikasi yang kompleks. Sensor Air yang digunakan yaitu tipe modul AF35.



Gambar 3.13 Sensor Air (*Raindrops Detection*)

### 3.2.2. Alat yang digunakan

#### 1. Mesin bor tangan

Mesin bor digunakan untuk melubangi besi rangka panel dan komponen lainnya. Mesin bor yang di gunakan pada pembuatan alat penelitian mesin bor BOSCH tipe GSB 550.



Gambar 3.14 Mesin Bor Tangan

## 2. Mesin gerinda tangan

Mesin gerinda digunakan untuk mengasah/memotong besi-besi untuk membuat rangka panel dan komponen lainnya. Mesin gerinda yang di gunakan pada penelitian ini mesin gerinda tangan BOSCH tipe GWS 060.



Gambar 3.15 Mesin Gerinda Tangan

## 3. Tang Potong

Tang potong berfungsi untuk memotong logam-logam yang kecil seperti untuk memotong kawat, memotong kabel dan lain sebagainya.



Gambar 3.16 Tang Potong

## 4. Obeng Bunga

Obeng bunga berfungsi mengencangkan dan melonggarkan kepala baut yang berbentuk kembang pada dudukan pengikat panel surya dan *solar charger controller*.



Gambar 3.17 Obeng Bunga

## 5. Meteran

Meteran digunakan untuk mengukur besi dalam pembuatan dudukan rangka rangka panel dan komponen lainnya.



Gambar 3.18 Meteran

## 6. Kacamata *safety*

Kacamata *safety* digunakan pada saat memotong besi untuk dudukan panel surya dan baterai untuk melindungi mata. Tipe yang digunakan yaitu *safety Spectacles* (kacamata pengaman)



Gambar 3.19 Kacamata *Safety*

## 7. Solder

Solder digunakan untuk menyambung sebuah rangkaian kabel ke *Buck Converter*. Solder yang digunakan yaitu merk *Taffware* tipe GT10.



Gambar 3.20 Solder

## 8. Multitester

Multimeter digunakan untuk mengukur tegangan dan arus yang dihasilkan panel surya dan baterai pada saat pengujian. Multitester yang digunakan yaitu tipe digital multi WL9205A



Gambar 3.21 Multitester

## 9. Lux Meter

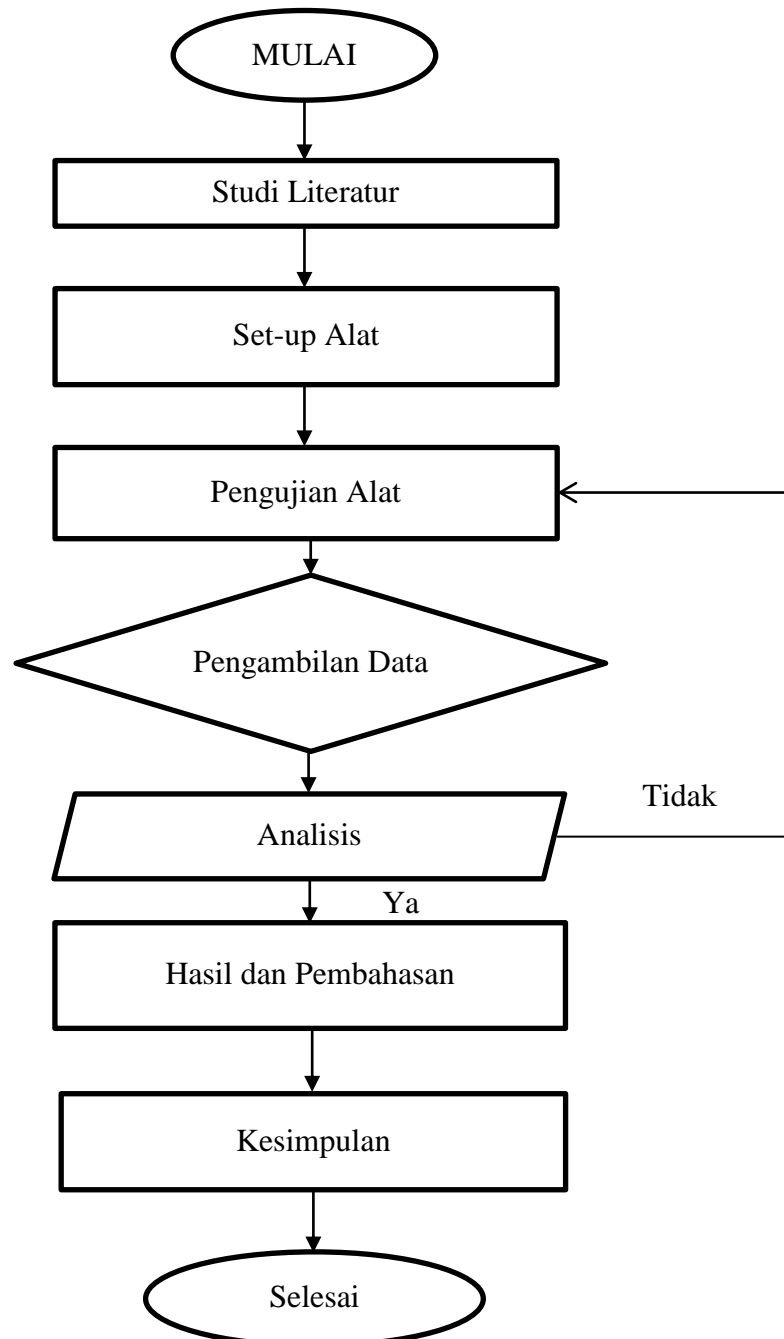
Lux meter adalah alat yang digunakan untuk mengukur intensitas cahaya matahari atau tingkat pencahayaan yang mengenai panel surya. Lux meter yang digunakan yaitu tipe digital lux meter AS803.



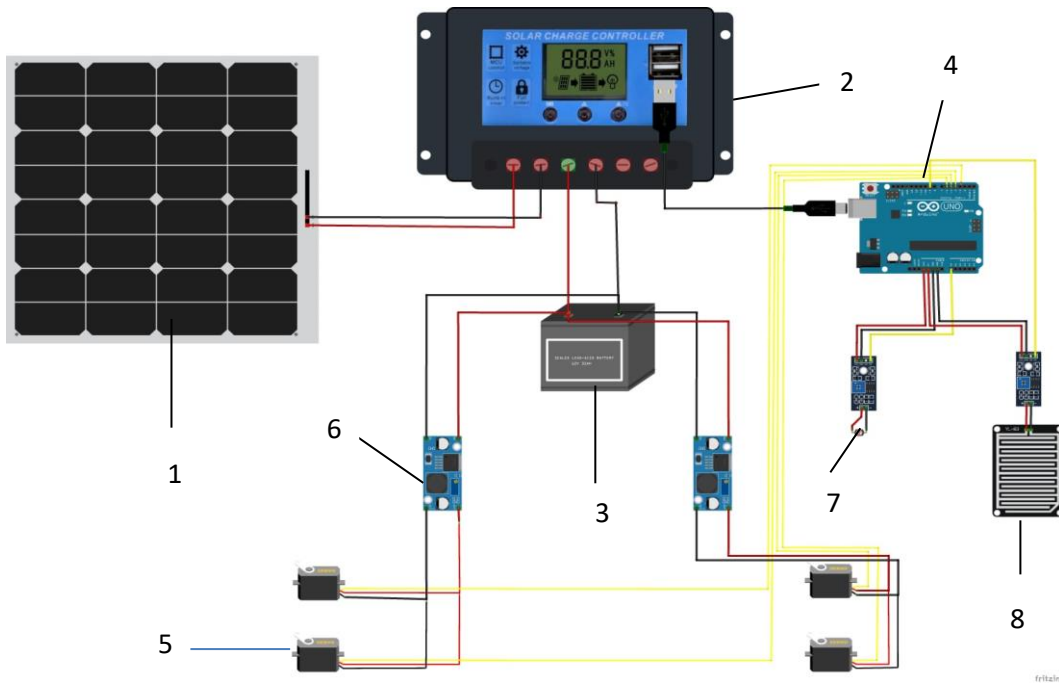
Gambar 3.22 Lux Meter

### 3.3. Bagan Alir Penelitian

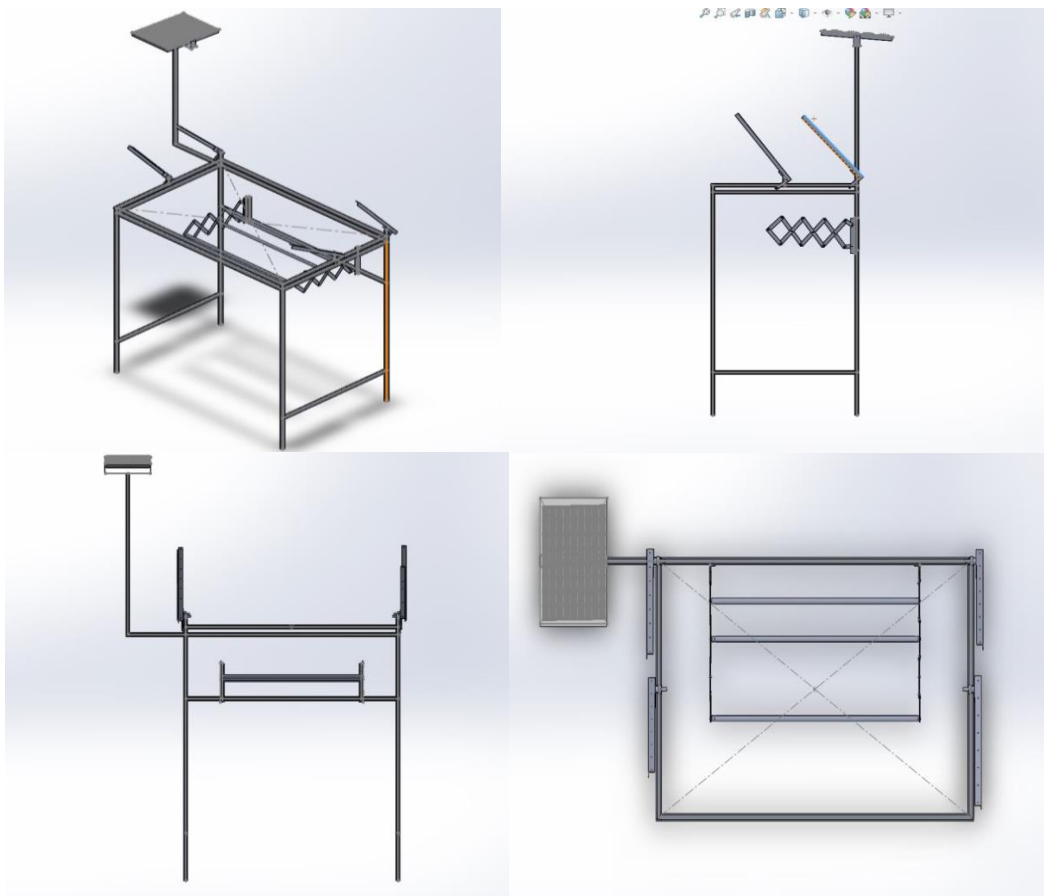
Agar penelitian dapat berjalan sistematis, maka diperlukan bagan alir penelitian atau langkah-langkah penelitian. Adapun diagram alir penelitian sebagai berikut :



### 3.4 Set-up Alat Penelitian



Gambar 3.23 Set-up Rangkaian Seluruh Bahan Penelitian



Gambar 3.24 Gambar Rancangan Alat Penelitian



Keterangan gambar di atas terdiri dari :

1. Panel Surya
2. *Solar Charge Controller*
3. Baterai
4. Mikrokontroler Arduino Uno
5. Motor Servo
6. *Buck Converter DC*
7. Sensor LDR
8. Sensor Hujan

### 3.5 Prosedur Penelitian

Adapun langkah-langkah prosedur pengujian pada panel surya sebagai suplai daya untuk jemuran otomatis sebagai berikut :

1. Menyiapkan bahan uji
2. Merakit bahan yang telah disiapkan sesuai skema rangkaian yang telah dibuat



Gambar 3.25 Pemasangan Panel Surya ke Dudukan Yang Telah Dibuat



Gambar 3.26 Pemasangan *Solar Charge Controller* ke Papan Akrilik



Gambar 3.27 Peletakan Baterai ke dudukan Yang Telah Dibuat



Gambar 3.28 Pemasangan Kabel Dari Panel Surya ke Dudukan Penjepit Baut Yang Ada Di *Solar Charger Controller*



Gambar 3.29 Penyetelan Output Tegangan *Buck Converter* ke Motor Servo



Gambar 3.30 Pemasangan Motor Servo ke Breket Dudukan Untuk Atap Jemuran



Gambar 3.31 Pemasangan Motor Servo ke Breket Dudukan Untuk Rangka Jemuran



Gambar 3.32 Penyambungan Kabel Daya Motor Servo ke *Buck Converter*

3. Memastikan seluruh perangkat terpasang dengan benar



Gambar 3.33 Seluruh Perangkat Bahan Telah Tersambung

4. Mulai menguji langsung ke lapangan supaya panel surya yang terpasang bisa langsung menyerap energi dari matahari



Gambar 3.34 Pengujian langsung panel surya ke ruangan terbuka supaya bisa langsung terkena cahaya matahari

5. Mencatat hasil daya output yang dihasilkan dari panel surya yang kemudian diteruskan ke baterai



Gambar 3.35 Pengukuran Output Tegangan dan Arus Dari Panel Surya ke Pengisian Baterai Melalui *Solar Charge Controller*

6. Menghitung berapa lama waktu pengisian baterai dari daya yang dihasilkan panel surya dengan menggunakan hasil rata-rata outputnya.
7. Mencatat hasil beban pemakaian daya pada baterai untuk motor servo dengan menguji coba buka tutup atap dan rangka jemuran



Gambar 3.36 Pengukuran Beban Pemakaian Daya Baterai Untuk Motor Servo Dengan menguji coba buka tutup atap dan rangka jemuran

8. Perbaikan dan peningkatan yang diperlukan pada rangkaian
9. Melakukan uji ulang sebanyak yang diperlukan untuk mendapatkan hasil data yang maksimal
10. Penarikan kesimpulan

## BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Perhitungan Kebutuhan Panel Surya

Untuk mengetahui jumlah dan kapasitas panel surya yang dibutuhkan, dilakukan perhitungan total kebutuhan daya (total beban) pada *prototype* jemuran otomatis berbasis arduino uno.

Tabel 4.1 Perhitungan Total Kebutuhan Daya

Komponen	Waktu (Jam)	Daya (Watt)	Total Energi Listrik (Wh)
Motor servo MG996R	8	6	48
Arduino R3	8	2,5	20
Sensor LDR	8	0,015	0,12
Sensor Hujan	8	0,075	0,6
Total beban listrik per hari			68,72 Wh

kebutuhan panel surya dapat dicari ketika beban energi total yang ditanggung sudah diketahui. Sehingga beban daya diketahui saat beban energi total juga diketahui. Satuan yang dipakai dalam beban daya adalah watt peak (WP), daya keluaran maksimal pada panel surya itu dinamakan Watt Peak proses perhitungannya dapat dilihat sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Daya} &= \frac{P_{total}}{Km} \\
 &= \frac{68,72}{4,8} \\
 &= 14,31 \text{ Wp}
 \end{aligned}$$

Dimana :

$P_{total}$  = Energi total (Wh)

$Km$  = Insolasi energi matahari di indonesia

Dari hasil perhitungan di atas dibutuhkan daya panel surya sebesar 14,31 Wp, dan pada penelitian ini menggunakan kapasitas panel surya 10 Wp dikarenakan peneliti ingin melakukan pengujian dengan metode *Charging System* (proses panel surya mengecas baterai, lalu baterai mensuplai beban disaat bersamaan).

## 4.2 Perhitungan Kebutuhan Baterai

Untuk Menyuplai daya pada *prototype* jemuran otomatis berbasis arduino uno dibutuhkan baterai yang sesuai. Maka diperlukan perhitungan dengan asumsi pemakaian baterai sampai habis.

$$\begin{aligned} Bc &= \frac{P_{total}}{V} \\ &= \frac{68,72Wh}{12V} \\ &= 5,72 \text{ Ah} \end{aligned}$$

Dimana :

Bc = Kapasitas Baterai (Ah)

Ptotal = Energi total (Wh)

Dari hasil perhitungan di atas dibutuhkan daya panel surya sebesar 5,72 Ah, dan pada penelitian ini menggunakan baterai berkapasitas 5 Ah dikarenakan peneliti ingin melakukan pengujian dengan metode *Charging System* (proses panel surya mengecaskan baterai, lalu baterai mensuplai beban disaat bersamaan).

## 4.3 Pengujian Panel Surya

Untuk mengetahui output tegangan, arus, daya dan intensitas cahaya matahari tertinggi dan terendah pada panel surya 10 wp dilakukan pengukuran dengan menggunakan multitester dan digital lux meter untuk mengetahui berapa hasil yang didapatkan. Pengukuran dimulai dari pukul 08:00 wib hingga pukul 16:00 wib yang dimana dilakukan pengukuran sebanyak 1 jam sekali. Pengujian Panel surya di lakukan sebanyak 3 kali yaitu pada tanggal 12 Juli 2023, tanggal 16 Juli 2023 dan tanggal 30 Agustus 2023.

### 4.3.1 Pengujian tanggal 12 Juli 2023





Gambar 4.1 Pengukuran Pada Pukul 08.00 Wib Pada Saat Pengujian Panel Surya Tanggal 12 Juli 2023



Gambar 4.2 Pengukuran Pada Pukul 09.00 Wib Pada Saat Pengujian Panel Surya Tanggal 12 Juli 2023

Tabel 4.2 Pengukuran Output Tegangan, Arus, Daya dan Intensitas Cahaya Matahari Pada Pengujian Tanggal 12 Juli 2023

Waktu	Hasil Output Dari Panel Surya			Intensitas Cahaya Matahari	Kondisi Cuaca	Suhu
	Tegangan ( Volt )	Arus (Ampere)	Daya (Watt)	Lux		°C
08:00 wib	17,42	0,18	3,136	42.810	Berawan	33
09:00 wib	17,59	0,19	3,342	49.980	Berawan	33
10:00 wib	17,99	0,19	3,418	60.472	Cerah	34
11:00 wib	17,85	0,18	3,213	51.356	Berawan	33
12:00 wib	18,19	0,25	4,547	54.113	Berawan	33,1
13:00 wib	18,27	0,27	4,933	61.291	Cerah	33,4
14:00 wib	18,09	0,24	4,342	53.722	Berawan	32,2
15:00 wib	17,85	0,22	3,927	51.491	Berawan	30,6
16:00 wib	17,62	0,21	3,7	47.043	Berawan	30,1

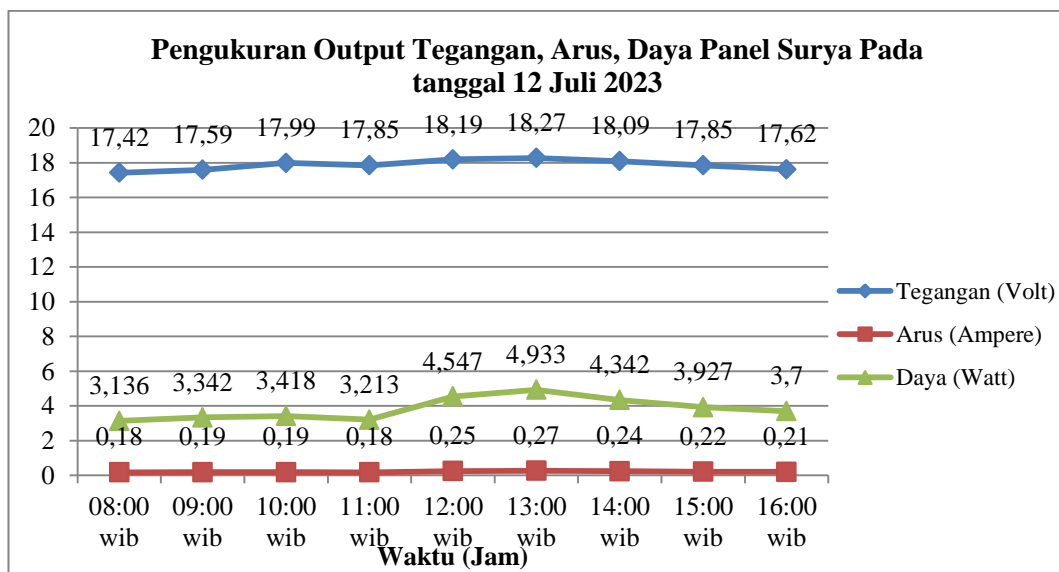
Tabel 4.2 diatas merupakan hasil pada saat melakukan pengukuran output tegangan, arus, daya dan intensitas cahaya matahari yang dihasilkan dari panel surya 10 wp mulai dari pukul 08:00 wib hingga pukul 16:00 wib, selanjutnya dihitung nilai rata rata dari pengukuran yaitu :

V rata-rata : 17,87 Volt

I rata-rata : 0,214 Ampere

P rata-rata : 3,84 Watt

Maka dari hasil tabel di atas dapat dibuat grafik hubungan antara tegangan, arus, dan daya dengan waktu sebagai berikut :



Gambar 4.3 Grafik Hubungan Waktu Dengan Output Tegangan, Arus, Dan Daya Dari Panel Surya Pada Tanggal 12 Juli 2023

Dari gambar 4.3 menjelaskan hubungan antara tegangan, arus, dan daya terhadap waktu. Pengukuran dilakukan pada tanggal 12 Juli 2023 mulai pukul 08:00 wib hingga pukul 16:00 wib dengan pengambilan hasil pengukuran setiap 1 jam sekali. Dapat kita lihat bahwa tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan dari panel surya naik turun dikarenakan kondisi cuaca yang tidak menentu. Untuk output tegangan maksimum yang dihasilkan yaitu 18,27 Volt pada pukul 13:00 wib dan tegangan minimum yaitu 17,42 Volt pada pukul 08:00 wib. Output arus maksimum yang dihasilkan yaitu 0,27 Ampere pada pukul 13:00 wib dan arus minimum yaitu 0,18 Ampere pada pukul 08:00 wib. Output daya maksimum yaitu 4,933 Watt pada pukul 13:00 wib dan daya minimum yaitu 3,136 watt pada pukul 08:00 wib.



### 4.3.2 Pengujian Tanggal 16 Juli 2023



Gambar 4.4 Pengukuran Pada Pukul 08.00 Wib Pada Saat Pengujian Panel Surya Tanggal 16 Juli 2023



Gambar 4.5 Pengukuran Pada Pukul 09.00 Wib Pada Saat Pengujian Panel Surya Tanggal 16 Juli 2023

Tabel 4.3 Pengukuran Output Tegangan, Arus, Daya dan Intensitas Cahaya Matahari Pada Pengujian Tanggal 16 Juli 2023

Waktu	Hasil Output Dari Panel Surya			Intensitas Cahaya Matahari	Kondisi Cuaca	Suhu
	Tegangan ( Volt )	Arus (Ampere)	Daya (Watt)	Lux		°C
08:00 wib	17,9	0,32	5,728	62.360	Berawan	33,3
09:00 wib	18	0,51	9,18	117.500	Cerah	37,8

10:00 wib	18,03	0,53	9,556	135.900	Cerah	36
11:00 wib	18,23	0,60	10,938	180.500	Cerah	37
12:00 wib	18,27	0,61	11,145	197.200	Cerah	37,1
13:00 wib	18,18	0,55	9,999	81.320	Cerah	34
14:00 wib	18,09	0,49	8,864	49.980	Cerah	33,2
15:00 wib	17,78	0,22	3,912	45.370	Berawan	33
16:00 wib	17,40	0,17	2,958	35.600	Berawan	31

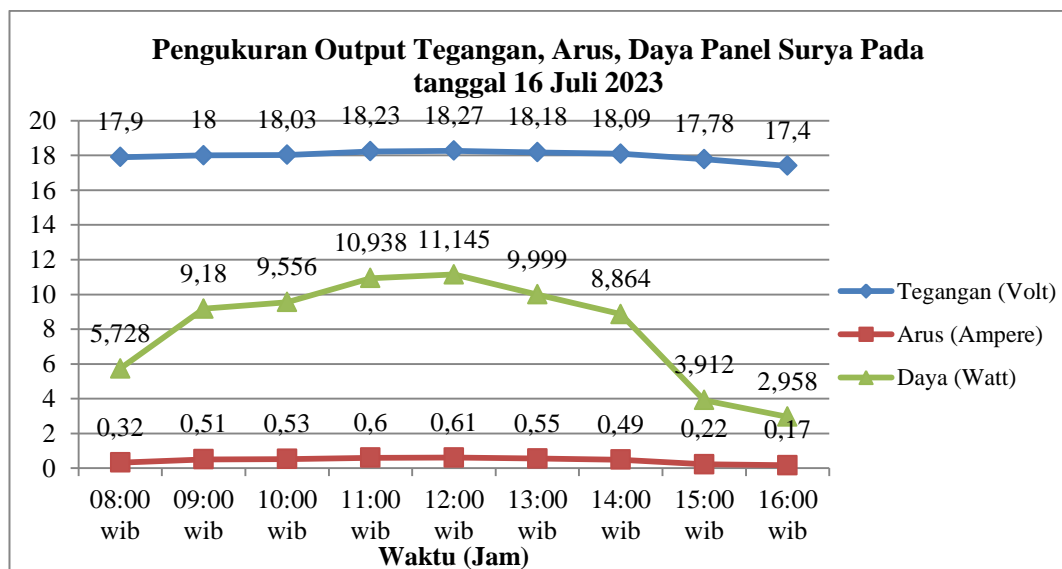
Tabel 4.3 diatas merupakan hasil pada saat melakukan pengukuran output tegangan, arus, daya dan intensitas cahaya matahari yang dihasilkan dari panel surya 10 wp mulai dari pukul 08:00 wib hingga pukul 16:00 wib, selanjutnya dihitung nilai rata rata dari pengukuran yaitu :

V rata-rata : 17,99 Volt

I rata-rata : 0,44 Ampere

P rata-rata : 8,03 Watt

Maka dari hasil tabel di atas dapat dibuat grafik hubungan antara tegangan, arus, dan daya dengan waktu sebagai berikut :



Gambar 4.6 Grafik Hubungan Waktu Dengan Output Tegangan, Arus, Dan Daya Dari Panel Surya Pada Tanggal 16 Juli 2023

Dari gambar 4.6 menjelaskan hubungan antara tegangan, arus, dan daya terhadap waktu. Pengukuran dilakukan pada tanggal 16 Juli 2023 mulai pukul 08:00 wib hingga pukul 16:00 wib dengan pengambilan hasil pengukuran setiap 1

jam sekali. Dapat kita lihat bahwa tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan dari panel surya naik turun dikarenakan kondisi cuaca yang tidak menentu. Untuk output tegangan maksimum yang dihasilkan yaitu 18,27 Volt pada pukul 12:00 wib dan tegangan minimum yaitu 17,40 Volt pada pukul 16:00 wib. Output arus maksimum yang dihasilkan yaitu 0,61 Ampere pada pukul 12:00 wib dan arus minimum yaitu 0,17 Ampere pada pukul 16:00 wib. Output daya maksimum yaitu 11,145 Watt pada pukul 12:00 wib dan daya minimum yaitu 2,958 watt pada pukul 16:00 wib.

#### 4.3.3 Pengujian tanggal 30 Agustus 2023



Gambar 4.7 Pengukuran Pada Pukul 08.00 Wib Pada Saat Pengujian Panel Surya Tanggal 30 Agustus 2023



Gambar 4.8 Pengukuran Pada Pukul 09.00 Wib Pada Saat Pengujian Panel Surya Tanggal 30 Agustus 2023

Tabel 4.4 Pengukuran Output Tegangan, Arus, Daya dan Intensitas Cahaya Matahari Pada Pengujian Tanggal 30 Agustus 2023

Waktu	Hasil Output Dari Panel Surya			Intensitas Cahaya Matahari	Kondisi Cuaca	Suhu
	Tegangan ( Volt )	Arus (Ampere)	Daya (Watt)	Lux		°C
08:00 wib	18,22	0,40	7,288	87.891	Berawan	33,3
09:00 wib	18,27	0,58	10,597	174.000	Cerah	35,1
10:00 wib	18,36	0,60	11,016	178.592	Cerah	36,4
11:00 wib	18,40	0,72	13,248	193.286	Cerah	37
12:00 wib	18,46	0,78	14,399	195.361	Cerah	37,2
13:00 wib	18,19	0,59	10,732	156.412	Cerah	36,9
14:00 wib	18,18	0,39	7,09	125.761	Cerah	33,3
15:00 wib	18,10	0,38	6,878	47.896	Berawan	33
16:00 wib	17,60	0,24	4,224	40.400	Berawan	31,6

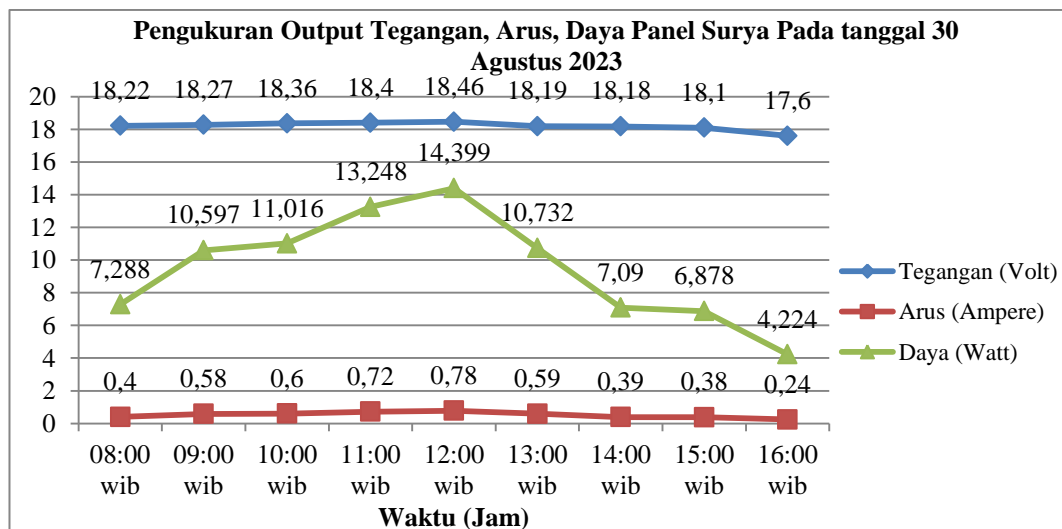
Tabel 4.4 diatas merupakan hasil pada saat melakukan pengukuran output tegangan, arus, daya dan intensitas cahaya matahari yang dihasilkan dari panel surya 10 wp mulai dari pukul 08:00 wib hingga pukul 16:00 wib, selanjutnya dihitung nilai rata rata dari pengukuran yaitu :

V rata-rata : 18,2 Volt

I rata-rata : 0,52 Ampere

P rata-rata : 9,5 Watt

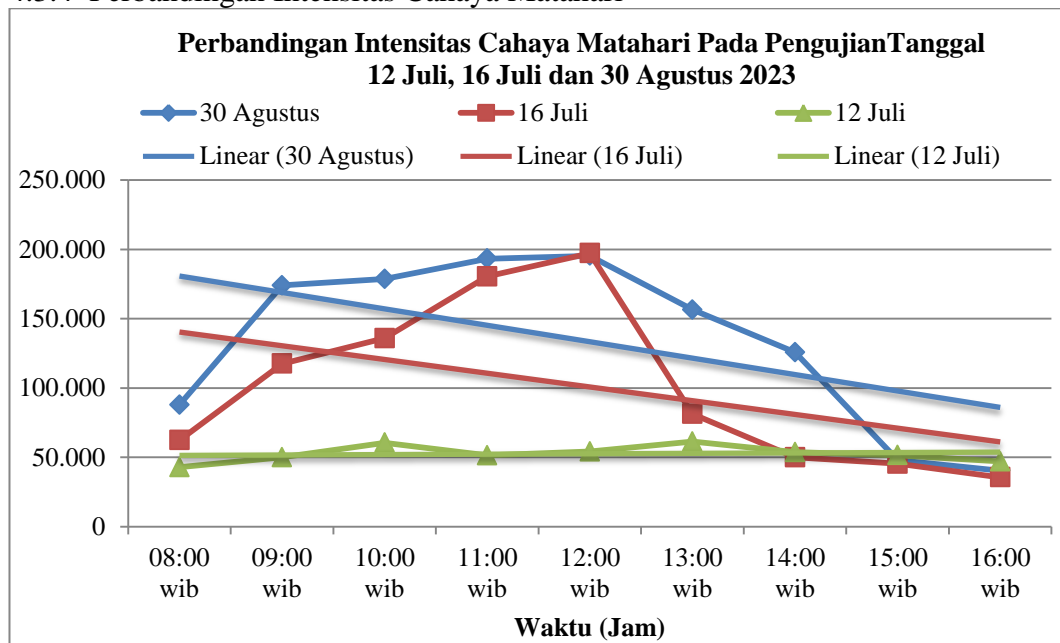
Maka dari hasil tabel di atas dapat dibuat grafik hubungan antara tegangan, arus, dan daya dengan waktu sebagai berikut :



Gambar 4.9 Grafik Hubungan Waktu Dengan Output Tegangan, Arus, Dan Daya Dari Panel Surya Pada Tanggal 30 Agustus 2023

Dari gambar 4.9 menjelaskan hubungan antara tegangan, arus, dan daya terhadap waktu. Pengukuran dilakukan pada tanggal 30 Agustus 2023 mulai pukul 08:00 wib hingga pukul 16:00 wib dengan pengambilan hasil pengukuran setiap 1 jam sekali. Dapat kita lihat bahwa tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan dari panel surya naik konstan dari pukul 08:00 wib sampai pukul 12:00 wib. Untuk output tegangan maksimum yang dihasilkan yaitu 18,46 Volt pada pukul 12:00 wib dan tegangan minimum yaitu 17,60 Volt pada pukul 16:00 wib. Output arus maksimum yang dihasilkan yaitu 0,78 Ampere pada pukul 12:00 wib dan arus minimum yaitu 0,24 Ampere pada pukul 16:00 wib. Output daya maksimum yaitu 14,399 Watt pada pukul 12:00 wib dan daya minimum yaitu 4,224 watt pada pukul 16:00 wib.

#### 4.3.4 Perbandingan Intensitas Cahaya Matahari



Gambar 4.10 Grafik Perbandingan Intensitas Cahaya Matahari Pada Pengujian Panel surya

Dapat dilihat pada gambar 4.10 menunjukkan perbandingan intensitas cahaya matahari yang diterima panel surya pada saat pengujian tanggal 12 Juli 2023, 16 Juli 2023 dan 30 Agustus 2023 menunjukkan bahwasannya pada pengujian tanggal 30 Agustus 2023 mendapatkan intensitas cahaya matahari yang tertinggi dan mendapatkan tingkat nilai yang stabil berdasarkan hasil garis trendline linear.

#### 4.4 Pengujian Pengisian Baterai Menggunakan Panel Surya

Pengujian pengisian baterai menggunakan panel surya 10 wp dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem yang telah dirangkai. Pengujian ini menggunakan sumber utama dari panel surya, dan untuk output tegangan dari panel surya akan distabilkan oleh *Solar Charge Controller* untuk pengisian ke baterai, yang dimana *Solar Charge Controller* ini menurunkan tegangan output dari panel surya menjadi sekitar 12 volt ampai 14 volt. Pengujian ini dilakukan dilakukan sebanyak 3 kali yaitu pada tanggal 12 Juli 2023, Tanggal 16 Juli 2023 dan tanggal 30 Agustus 2023 dari pukul 08.00 wib sampai pukul 16.00 wib dan dilakukan pengukuran 1 jam sekali menggunakan multimeter untuk keperluan pengambilan data.

##### 4.4.1 Pengujian Pengisian Baterai Tanggal 12 Juli 2023



Gambar 4.11 Pengukuran Pada Pukul 08.00 Wib Pada Saat Pengujian Pengisian Baterai Menggunakan Panel Surya Tanggal 12 Juli 2023



Gambar 4.12 Pengukuran Pada Pukul 09.00 Wib Pada Saat Pengujian Pengisian Baterai Menggunakan Panel Surya Tanggal 12 Juli 2023

Tabel 4.5 Pengukuran Output Tegangan, Arus, dan Daya dari Panel Surya Ke Pengisian Baterai pada tanggal 12 Juli 2023

Waktu	Hasil Output Dari Panel Surya Ke Pengisian Baterai		
	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (P)
08:00 wib	12,60	0,18	2,268
09:00 wib	12,91	0,19	2,452
10:00 wib	12,92	0,19	2,454
11:00 wib	12,75	0,18	2,295

12:00 wib	12,95	0,25	3,237
13:00 wib	13,12	0,27	3,542
14:00 wib	13,07	0,24	3,14
15:00 wib	13,06	0,22	2,873
16:00 wib	12,91	0,21	2,271

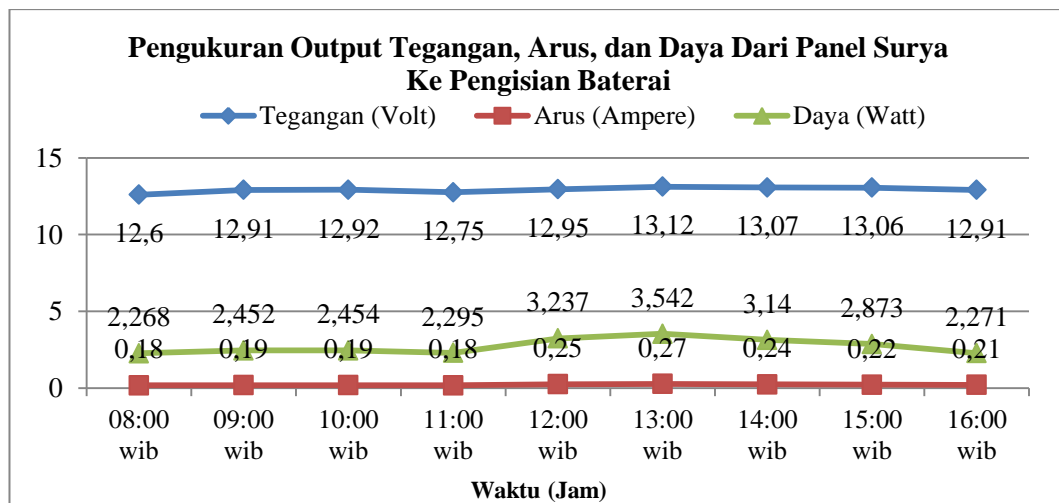
Tabel diatas merupakan hasil pada saat melakukan pengukuran output tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan dari panel surya 10wp ke pengisian baterai mulai dari pukul 08:00 wib hingga pukul 16:00 wib, selanjutnya dihitung nilai rata rata dari pengukuran yaitu :

V rata-rata : 12,92 Volt

I rata-rata : 0,214 Ampere

P rata-rata : 2,726 Watt

Maka dari hasil tabel di atas dapat dibuat grafik hubungan antara tegangan, arus, dan daya dengan waktu sebagai berikut :



Gambar 4.13 Grafik Pengukuran Output Tegangan, Arus, dan Daya Dari Panel Surya Ke Pengisian Baterai pada tanggal 12 Juli 2023

Dari gambar 4.13 diatas menjelaskan hubungan antara tegangan, arus, dan daya terhadap waktu. Pengukuran dilakukan mulai pukul 08:00 wib hingga pukul 16:00 wib dengan pengambilan hasil pengukuran setiap 1 jam sekali. Dapat dilihat bahwa tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan dari panel surya naik turun dikarenakan kondisi cuaca kurang cerah atau berawan dan posisi matahari yang terus bergerak dari timur ke barat yang menyebabkan penyerapan intensitas

cahaya ke panel surya makin berkurang. Untuk output tegangan maksimum yang dihasilkan yaitu 13,12 Volt pada pukul 13:00 wib dan tegangan minimum yaitu 12,6 Volt pada pukul 08:00 wib. Output arus maksimum yang dihasilkan yaitu 0,27 Ampere pada pukul 13:00 wib dan arus minimum yaitu 0,18 Ampere pada pukul 08:00 wib. Output daya maksimum yaitu 3,542 Watt pada pukul 13:00 wib dan daya minimum yaitu 2,268 watt pada pukul 08:00 wib.

Selanjutnya menghitung waktu pengisian baterai yang berkapasitas 12 volt/5Ah menggunakan hasil pengukuran di atas pada pengujian tanggal 30 Agustus 2023, didapatkan nilai rata-rata ampere yang dihasilkan dari panel surya 10 wp ke pengisian baterai yaitu sebesar 0,214 Ampere. Berikut rumusnya:

$$\begin{aligned}
 T &= \frac{Ah}{I_{r.\text{panel}}} (1 + 20\%) \\
 &= \frac{5Ah}{0,214\text{Ampere}} (1 + 20\%) \\
 &= 28,04 \text{ jam (28 jam 2 menit 4 detik)}
 \end{aligned}$$

Maka waktu pengisian baterai dari kondisi kosong hingga penuh menggunakan panel surya 10 wp pada pengujian tanggal 12 Juli 2023 membutuhkan waktu sebesar 28,04 jam (28 jam 2 menit 4 detik) dikarenakan pada saat pengujian kondisi cuaca kurang cerah atau berawan.

#### 4.4.2 Pengujian Pengisian Baterai Tanggal 16 Juli 2023



Gambar 4.14 Pengukuran Pada Pukul 08.00 Wib Pada Saat Pengujian Pengisian Baterai Menggunakan Panel Surya Tanggal 16 Juli 2023



Gambar 4.15 Pengukuran Pada Pukul 09.00 Wib Pada Saat Pengujian Pengisian Baterai Menggunakan Panel Surya Tanggal 16 Juli 2023



Tabel 4.6 Pengukuran Output Tegangan, Arus, dan Daya dari Panel Surya Ke Pengisian Baterai pada tanggal 16 Juli 2023

Waktu	Hasil Output Dari Panel Surya Ke Pengisian Baterai		
	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (P)
08:00 wib	12,93	0,32	4,138
09:00 wib	13,06	0,51	6,661
10:00 wib	13,07	0,53	6,93
11:00 wib	13,18	0,60	7,91
12:00 wib	13,36	0,61	8,15
13:00 wib	13,09	0,55	7,2
14:00 wib	13,02	0,49	6,38
15:00 wib	12,88	0,22	2,834
16:00 wib	12,70	0,17	2,16

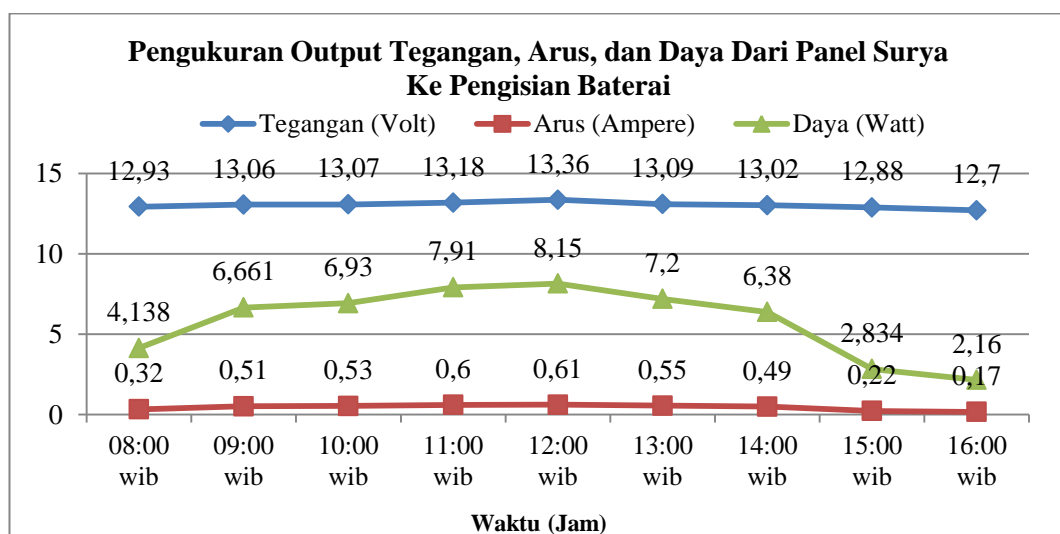
Tabel diatas merupakan hasil pada saat melakukan pengukuran output tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan dari panel surya 10wp ke pengisian baterai mulai dari pukul 08:00 wib hingga pukul 16:00 wib, selanjutnya dihitung nilai rata rata dari pengukuran yaitu :

V rata-rata : 13,03 Volt

I rata-rata : 0,44 Ampere

P rata-rata : 5,82 Watt

Maka dari hasil tabel di atas dapat dibuat grafik hubungan antara tegangan, arus, dan daya dengan waktu sebagai berikut :



Gambar 4.16 Grafik Pengukuran Output Tegangan, Arus, dan Daya Dari Panel Surya Ke Pengisian Baterai pada tanggal 16 Juli 2023

Dari gambar 4.16 diatas menjelaskan hubungan antara tegangan, arus, dan daya terhadap waktu. Pengukuran dilakukan mulai pukul 08:00 wib hingga pukul 16:00 wib dengan pengambilan hasil pengukuran setiap 1 jam sekali. Dapat dilihat bahwa tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan dari panel surya naik turun dikarenakan posisi matahari yang terus bergerak dari timur ke barat yang menyebabkan penyerapan intensitas cahaya ke panel surya makin berkurang. Untuk output tegangan maksimum yang dihasilkan yaitu 13,36 Volt pada pukul 12:00 wib dan tegangan minimum yaitu 12,7 Volt pada pukul 16:00 wib. Output arus maksimum yang dihasilkan yaitu 0,61 Ampere pada pukul 12:00 wib dan arus minimum yaitu 0,17 Ampere pada pukul 16:00 wib. Output daya maksimum yaitu 8,15 Watt pada pukul 12:00 wib dan daya minimum yaitu 2,16 watt pada pukul 16:00 wib.

Selanjutnya menghitung waktu pengisian baterai yang berkapasitas 12 volt/5Ah menggunakan hasil pengukuran di atas pada pengujian tanggal 16 Juli 2023, didapatkan nilai rata-rata ampere yang dihasilkan dari panel surya 10 wp ke pengisian baterai yaitu sebesar 0,44 Ampere. Berikut rumusnya:

$$\begin{aligned}
 T &= \frac{Ah}{I_{r.\text{panel}}} (1 + 20\%) \\
 &= \frac{5Ah}{0,44\text{Ampere}} (1 + 20\%) \\
 &= 13,64 \text{ jam (13 jam 38 menit 4 detik)}
 \end{aligned}$$

Maka waktu pengisian baterai dari kondisi kosong hingga penuh menggunakan panel surya 10 wp pada pengujian tanggal 16 Juli 2023 membutuhkan waktu sebesar 13,64 jam (13 jam 38 menit 4 detik) dikarenakan pada saat pengujian kondisi cuaca lumayan cerah.

#### 4.4.3 Pengujian Pengisian Baterai Tanggal 30 Agustus 2023



Gambar 4.17 Pengukuran Pada Pukul 08.00 Wib Pada Saat Pengujian Pengisian Baterai Menggunakan Panel Surya Tanggal 30 Agustus 2023



Gambar 4.18 Pengukuran Pada Pukul 08.00 Wib Pada Saat Pengujian Pengisian Baterai Menggunakan Panel Surya Tanggal 30 Agustus 2023

Tabel 4.7 Pengukuran Output Tegangan, Arus, dan Daya dari Panel Surya Ke Pengisian Baterai pada tanggal 30 Agustus 2023

Waktu	Hasil Output Dari Panel Surya Ke Pengisian Baterai		
	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)
08:00 wib	13,39	0,40	5,356
09:00 wib	13,54	0,58	7,853
10:00 wib	13,62	0,60	8,172
11:00 wib	13,73	0,72	9,886
12:00 wib	13,87	0,78	10,819
13:00 wib	13,09	0,59	7,723
14:00 wib	12,94	0,39	5,047
15:00 wib	12,91	0,38	4,906
16:00 wib	12,60	0,24	3,024

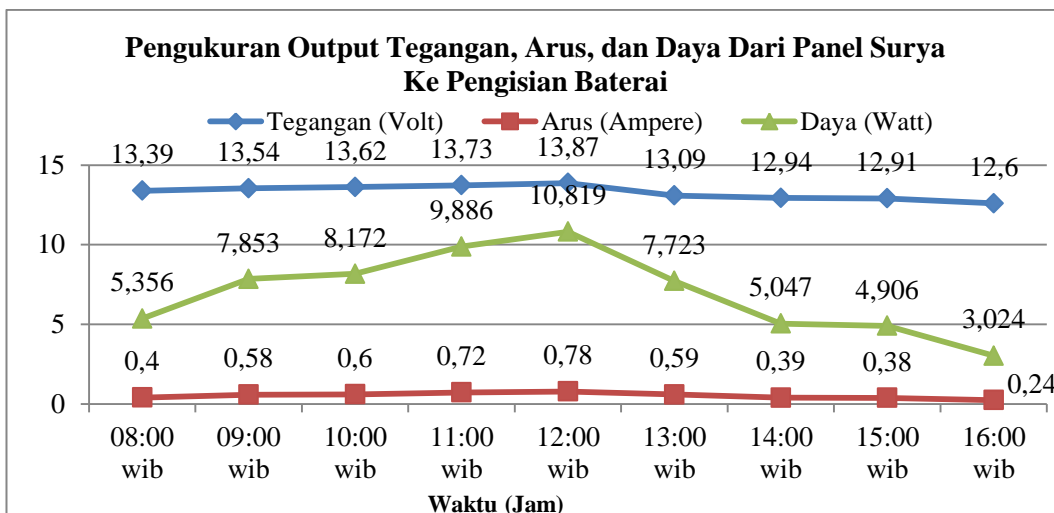
Tabel diatas merupakan hasil pada saat melakukan pengukuran output tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan dari panel surya 10wp ke pengisian baterai mulai dari pukul 08:00 wib hingga pukul 16:00 wib, selanjutnya dihitung nilai rata rata dari pengukuran yaitu :

V rata-rata : 13,3 Volt

I rata-rata : 0,52 Ampere

P rata-rata : 6,98 Watt

Maka dari hasil tabel di atas dapat dibuat grafik hubungan antara tegangan, arus, dan daya dengan waktu sebagai berikut :



Gambar 4.19 Grafik Pengukuran Output Tegangan, Arus, dan Daya Dari Panel Surya Ke Pengisian Baterai pada tanggal 30 Agustus 2023

Dari gambar 4.19 menjelaskan hubungan antara tegangan, arus, dan daya terhadap waktu. Pengukuran dilakukan mulai pukul 08:00 wib hingga pukul 16:00 wib dengan pengambilan hasil pengukuran setiap 1 jam sekali. Dapat dilihat bahwa tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan dari panel surya naik turun dikarenakan posisi matahari yang terus bergerak dari timur ke barat yang menyebabkan penyerapan intensitas cahaya ke panel surya makin berkurang. Untuk output tegangan maksimum yang dihasilkan yaitu 13,87 Volt pada pukul 12:00 wib dan tegangan minimum yaitu 12,6 Volt pada pukul 16:00 wib. Output arus maksimum yang dihasilkan yaitu 0,78 Ampere pada pukul 12:00 wib dan arus minimum yaitu 0,24 Ampere pada pukul 16:00 wib. Output daya maksimum yaitu 10,819 Watt pada pukul 12:00 wib dan daya minimum yaitu 3,024 watt pada pukul 16:00 wib.

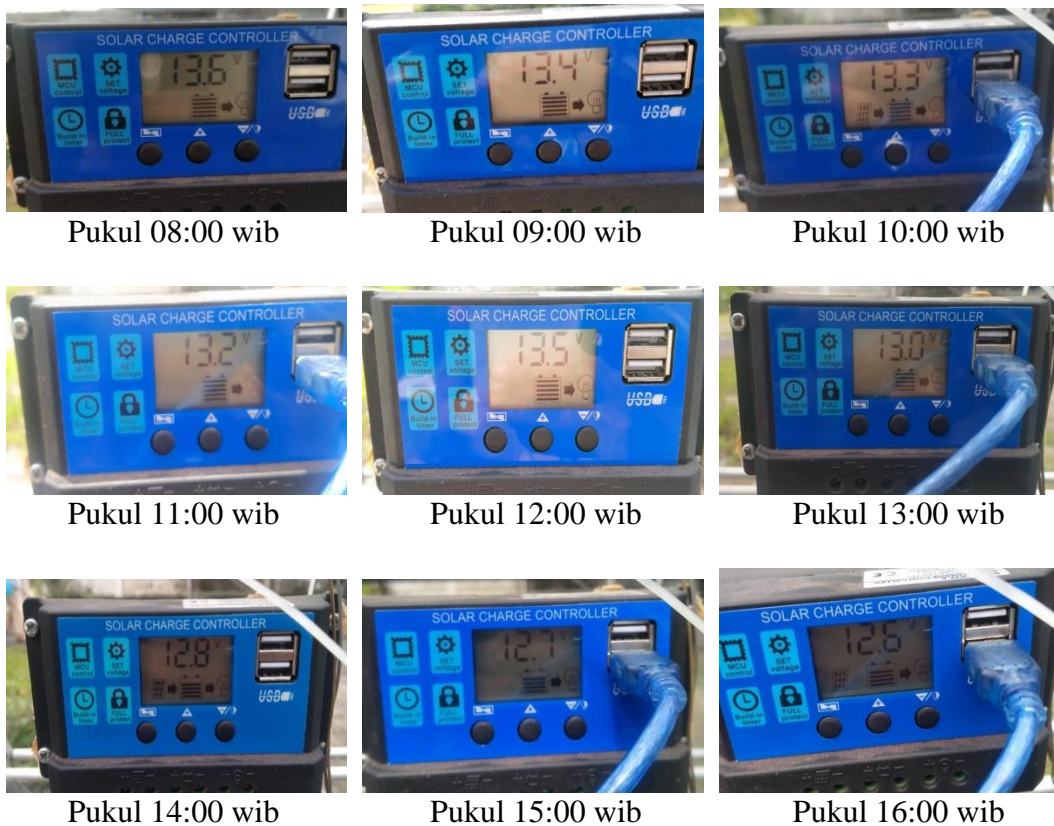
Selanjutnya menghitung waktu pengisian baterai yang berkapasitas 12 volt/5Ah menggunakan hasil pengukuran di atas pada pengujian tanggal 30 Agustus 2023, didapatkan nilai rata-rata ampere yang dihasilkan dari panel surya 10 wp ke pengisian baterai yaitu sebesar 0,52 Ampere. Berikut rumusnya:

$$\begin{aligned}
 T &= \frac{Ah}{I_{r.\text{panel}}} (1 + 20\%) \\
 &= \frac{5Ah}{0,52 \text{ Ampere}} (1 + 20\%) \\
 &= 11,54 \text{ jam (11 jam 32 menit 4 detik)}
 \end{aligned}$$

Maka waktu pengisian baterai dari kondisi kosong hingga penuh menggunakan panel surya 10 wp pada pengujian tanggal 30 Agustus 2023 membutuhkan waktu sebesar 11,54 jam (11 jam 32 menit 4 detik) dikarenakan pada saat pengujian kondisi cuaca sangat cerah yang menyebabkan pengisian baterai lebih cepat dari pada pengujian tanggal 16 Juli 2023 dan 12 Juli 2023. Dapat di simpulkan bahwasannya pengisian cepat dan lamanya baterai menggunakan panel surya sangat dipengaruhi oleh kondisi cuaca atau intensitas cahaya matahari yang diterima oleh panel surya tersebut.

#### 4.5 Pengujian Sistem Keseluruhan

Pada pengujian ini menggunakan metode *Charging System* (proses panel surya mengecas baterai, lalu baterai mensuplai beban disaat bersamaan) untuk mengetahui seberapa efektivitas rangkaian sistem yang telah dibuat pada penelitian ini. Pengujian ini dilakukan pada tanggal 30 Agustus 2023 mulai pukul 08:00 wib sampai pukul 16:00 wib. Pada saat pengujian tegangan baterai sebesar 13,6 volt seperti yang ditampilkan pada indikator *solar charge controller*.



Gambar 4.20 Indikator Baterai Pada Pengujian Sistem Keseluruhan Mulai Pukul 08:00 Wib Sampai 16:00 Wib

Tabel 4.8 Pengukuran Tegangan Baterai Pada Pengujian Sistem Keseluruhan Menggunakan Metode *Charging System*.

Waktu	Hasil Output Dari Panel Surya Ke Pengisian Baterai			Tegangan Baterai (Volt)
	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)	
08:00 wib	13,39	0,40	5,356	13,6
09:00 wib	13,54	0,58	7,853	13,4
10:00 wib	13,62	0,60	8,172	13,3
11:00 wib	13,73	0,72	9,886	13,2
12:00 wib	13,87	0,78	10,819	13,5
13:00 wib	13,09	0,59	7,723	13
14:00 wib	12,94	0,39	5,047	12,8
15:00 wib	12,91	0,38	4,906	12,7
16:00 wib	12,60	0,24	3,024	12,6

Dari tabel 4.4 diatas menunjukkan tegangan baterai awalnya 13,6 volt pada pukul 08:00 wib, lalu dilakukannya pengujian sistem keseluruhan menggunakan metode *Charging System* dan setelah dilakukan pengujian hingga pukul 16:00 wib tegangan baterai berkurang menjadi 12,6 volt atau sekitar 80% dari total kapasitas baterai. Artinya baterai mampu mensuplai beban harian pada pengujian sistem keseluruhan dengan metode *Charging System*.

#### 4.6 Menghitung Berapa Lama Pemakaian Daya Baterai Untuk Menggerakkan Atap Dan Rangka Jemuran menggunakan motor servo MG996R

Pada proses menggerakkan atap dan rangka jemuran ke posisi yang di inginkan membutuhkan daya lebih, dari pada saat motor servo mempertahankan posisinya, dan setelah di ukur membutuhkan daya listrik sebesar 39,18 watt untuk sekali proses (membuka dan menutup atap dan rangka jemuran) dan sekali proses membutuhkan waktu 3 detik, dan diketahui pada penelitian ini menggunakan baterai berkapasitas 12V/5Ah. Selanjutnya Hasil perhitungan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{P_{beban}}{V_{baterai}} \\
 &= \frac{39,18Watt}{12V} \\
 &= 3,265 Ampere
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
T &= \frac{I_{baterai}}{I_{beban}} \\
&= \frac{5 \text{ Amperehour}}{3,265 \text{ Ampere}} \\
&= 1,53 \text{ jam} - \text{diefisiensi baterai sebesar } 20\% \\
&= 1,53 \text{ jam} - 0,306 \text{ jam} \\
&= 1,23 \text{ jam} ( 1 \text{ jam } 13 \text{ menit } 8 \text{ detik } )
\end{aligned}$$

Maka dari hasil di atas bahwasannya baterai mampu mensuplai motor servo MG996R untuk proses membuka dan menutup atap dan rangka jemuran terus-menerus selama 1 jam 13 menit 8 detik atau sebanyak 1462 kali proses.

#### 4.7 Efisiensi Solar Panel

Dimana untuk mencari efisiensi pada panel surya 10 wp harus diketahui nilai  $P_{in}$  dan  $P_{out}$  terlebih dahulu maka;

$$\begin{aligned}
P_{in} &= J \times A_{panel} \\
&= 1000 \text{ W/m}^2 \times 0,09 \text{ m}^2 \\
&= 90 \text{ Watt}
\end{aligned}$$

Karena  $V_{max}, I_{max}, V_{oc}, I_{sc}$  didapatkan dari spesifikasi modul panel surya yang digunakan maka;

$$\begin{aligned}
FF &= \frac{V_{max} \times I_{max}}{V_{oc} \times I_{sc}} \\
&= \frac{17,4 \text{ V} \times 0,57 \text{ A}}{21,6 \text{ V} \times 0,63 \text{ A}} \\
&= 0,72883 \approx 0,729
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
P_{out} &= V_{oc} \times I_{sc} \times FF \\
&= 21,6 \text{ V} \times 0,63 \text{ A} \times 0,729 \\
&= 9,92023 \approx 9,92 \text{ Watt}
\end{aligned}$$

Setelah didapatkan nilai  $P_{in}$  dan  $P_{out}$  maka dapat dilakukan perhitungan efisiensi panel surya menggunakan persamaan berikut :

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{9,92watt}{90watt} \times 100\%$$

$$\eta = 11,02\%$$

Sehingga didapatkan efisiensi panel surya 10 wp sebesar 11,02%



## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data pengujian yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka dapat dilihat kesimpulan sebagai berikut :

1. Daya output rata-rata yang dihasilkan panel surya 10 wp pada 3 kali pengujian yaitu tanggal 12 Juli 2023 sebesar 3,84 watt dengan rata-rata intensitas cahaya matahari 52.475 Lux. Tanggal 16 Juli sebesar 8,03 watt dengan rata-rata intensitas cahaya matahari 100.636 Lux. Tanggal 30 Agustus 2023 sebesar 9,5 watt dengan rata-rata intensitas cahaya matahari 133.288 Lux
2. Pada pengujian pengisian baterai yang berkapasitas 12V/5Ah menggunakan panel surya 10 wp memerlukan waktu 28 jam 2 menit 4 detik dari kondisi kosong hingga baterai terisi penuh dengan output daya rata-rata yaitu 2,726 watt pada pengujian tanggal 12 Juli 2023. Pada pengujian tanggal 16 Juli 2023 memerlukan waktu 13 jam 38 menit 4 detik dengan output daya rata-rata 5,82 watt. Dan pada pengujian tanggal 30 Agustus 2023 memerlukan waktu 11 jam 32 menit 4 detik dengan output daya rata-rata 6,98 watt.
3. Pada analisis beban daya untuk motor servo MG996R sebagai penggerak atap dan rangka jemuran diketahui total bebannya adalah 39,18 watt untuk 1 kali proses, dengan menggunakan baterai kapasitas 12V/5Ah mampu mensuplai beban pemakaian secara terus-menerus selama 1 jam 13 menit 8 detik atau sebanyak 1462 kali proses.

#### 5.2 Saran

Saran untuk pengembangan tugas analisis suplai daya dari panel surya pada *prototype* jemuran otomatis berbasis arduino uno diantaranya sebagai berikut :

1. Untuk pengembangan tugas akhir ini dapat dilakukan dengan menggunakan baterai yang berkapasitas lebih besar untuk menunjang waktu pemakaian baterai lebih lama, dan mengganti panel surya dengan output daya lebih besar supaya pengisian baterai lebih cepat.
2. Untuk pengambilan data sebaiknya menggunakan perekam data digital lcd watt meter untuk meminimalisir kesalahan pada saat pengukuran output daya.

3. Pilihlah kondisi cuaca yang bagus pada saat pengambilan data pada pengujian panel surya untuk mendapatkan hasil yang optimal.
4. Untuk pengukuran output panel surya sebaiknya dilakukan 30 menit sekali untuk mendapatkan angka yang akurat.

## DAFTAR PUSKATA

- Ali, M., Ludiana, L., & Ramdani, Y. (2023). Optimasi Sudut Pemasangan Panel Surya Bifasial di Indonesia dengan Metode Simulasi PVSyst. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 6(1), 1-7.
- Chairunissa, D., Pangaribuan, P., & Ekaputri, C. (2019). Sistem Suplai Energi Listrik Untuk Penggerak Jemuran Otomatis Dengan Memanfaatkan Solar Cell. *Eproceedings Of Engineering*, 6(2). 3142–3149.
- Demak, R. K., & Hatib, R. (2016). *Komparasi Energi Surya Dengan Lampu Halogen Terhadap Efisiensi Modul Photovoltaic Tipe Multicrystalline. Jurnal Mekanikal*. 7(1), 625–633.
- Effendi, A., Kusuma, F., Putra, A. M. N., Amalia, S., & Dewi, A. Y. (2022). Study Pengisian Energi Ke Baterai Terhadap Output Energi Panel Surya Dengan Menggunakan Solar Tracker 4 Axis. *RELE (Rekayasa Elektrikal Dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 5(1), 29-34.
- Fadhilah, M. H., Kurniawan, E., & Sunarya, U. (2017). *Perancangan Dan Implementasi Mppt Charge Controller Pada Panel Surya Menggunakan Mikrokontroler Untuk Pengisian Baterai Sepeda Listrik Design And Implementation Mppt Charge Controller On Solar Panel Using Microcontroller For Electric Bicycle ' S Battery Charging*. 4(3), 3164–3170.
- Ginting, S. (2013). Pengaruh Penggunaan Reflektor Terhadap Peningkatan Kinerja Panel Surya 10 WP. *Jurnal Poliprofesi*, 34-43
- Hendrian, Y., Yudatama, Y. P., & Pratama, V. S. (2020). *Jemuran Otomatis Menggunakan Sensor Ldr , Sensor Hujan Dan Sensor Kelembaban Berbasis Arduino Uno*. Vi(1), 21–30.
- Juaeni, I., Penerbangan, L., & Terapan, M. (2006). Analisis Variabilitas Curah Hujan Wilayah Indonesia Berdasarkan Pengamatan Tahun 1975-2004. *Matematika*, 9(2), 172–180.
- Julisman, A., Sara, I. D., & Siregar, R. H. (2017). *Prototipe Pemanfaatan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Pada Sistem Otomasi Atap Stadion Bola*. 2(1), 35–42.
- Nasution, M. (2021). Karakteristik Baterai Sebagai Penyimpan Energi Listrik Secara Spesifik. *JET (Journal Of Electrical Technology)*, 6(1), 35-40.
- Nasution, R. Y., Putri, H., & Hariyani, Y. S. (2015). Perancangan Dan Implementasi Tuner Gitar Otomatis Dengan Penggerak Motor Servo Berbasis Arduino. *Jurnal Elektro Dan Telekomunikasi Terapan (E-Journal)*, 2(1). 83–94.
- Nurhidayat, T., Subodro, R., Sutrisno (2021). Analisis Output Daya Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dengan Kapasitas 10wp, 20wp, Dan 30wp. *Jurnal Crankshaft*, 4(2). 9-18.
- Pasaribu, F. I., & Reza, M. (2021). Rancang Bangun Charging Station Berbasis Arduino Menggunakan Solar Cell 50 Wp. *R E L E (Rekayasa Elektrikal Dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro*, 3(2), 46–55.
- Pourakbar, A., & Deldadeh, B. (2014). *Thermal Effects Investigation On Electrical Properties Of Silicon Solar Cells Treated By Laser Irradiation*. October..3.3.184-187

- Prasetyono, E., Ashary, W., Tjahjono, A., & Windarko, N. A. (2015). Studi Komparasi Fungsi Keanggotaan Fuzzy Sebagai Kontroler Bidirectional Dc-Dc Converter Pada Sistem Penyimpan Energi. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 4(2), 172.
- Purwoto, B. H., Jatmiko, J., Fadilah, M. A., & Huda, I. F. (2018). Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 18(1), 10–14.
- Putra, M. I., Syuhada, A., & Nasution, A. R. (2022). Efektivitas Pengeringan Pada Kolektor Surya Dengan Sudut Kemiringan 130° Menggunakan Bahan Absorber. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 5(2). 186-193
- Raharja, L. P. S., Eviningsih, R. P., Ferdiansyah, I., & Yanaratri, D. S. (2021). Penggunaan Daya Panel Surya Dengan MPPT Bisection Pada Proses Charging Baterai. *Jurnal Teknologi Terpadu*, 9(1), 24-33.
- Septiady, R. K. D., & Musyahar, G. (2018). Analisa Pemanfaatan Energi Surya Sebagai Sumber Energi Pada Mesin Pengeruk Sampah Di Kecamatan Wonokerto. *Cahaya Bagaskara: Jurnal Ilmiah Teknik Elektronika*, 3(1), 1-5.
- Siswanto, D. Wirnadi, S. (2015). Jemuran Pakaian Otomatis Menggunakan Sensor Hujan Dan Sensor Ldr Berbasis Arduino Uno. *E-NARODROID*, 1(2). 66-73
- Syahwil, M., & Kadir, N. (2021). *Rancang Bangun Modul Pembangkit Listrik Tenaga Surya ( Plts ) Sistem Off-Grid Sebagai Alat Penunjang Praktikum Di Laboratorium*. 3(1), 26–35.
- Thowil Afif, M., & Ayu Putri Pratiwi, I. (2015). Analisis Perbandingan Baterai Lithium-Ion, Lithium-Polymer, Lead Acid Dan Nickel-Metal Hydride Pada Penggunaan Mobil Listrik - Review. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 6(2), 95–99.
- Usman, M. (2020). Analisis Intensitas Cahaya Terhadap Energi Listrik Yang Dihasilkan Panel Surya. *Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro*, 9(2), 52–57.
- Widayana, G. (2012). Pemanfaatan Energi Surya. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 9(1). 37-46
- Winata, R. A., & Nuryadi, S. (2018). Prototype Kendali Otomatis Penerangan Taman Dengan Tenaga Surya Berbasis Arduino (*Doctoral Dissertation, University Of Technology Yogyakarta*).1-11

## LAMPIRAN



Gambar 1. Set-Up Rangkaian Bahan Penelitian



Gambar 2. Proses Pengujian



Gambar 3. Mencatat Hasil Pengukuran



Gambar 4. Pengujian Menggerakkan Atap dan Rangka Jemuran



Gambar 5. Pengukuran Intensitas Cahaya Matahari



Gambar 6. Pengaturan Sudut Keniringan Pada Panel Surya

## LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

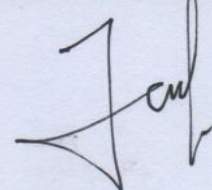
### ANALISIS SUPPLAI DAYA DARI PANEL SURYA PADA *PROTOTYPE* JEMURAN OTOMATIS BERBASIS ARDUINO UNO

Nama : Dodi Suprayogi  
Npm : 1907230036

Dosen Pembimbing : Iqbal Tanjung, ST., MT

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	Senin, 28 Agustus 2023	Penambahan Analisa data pada bab 4	f
2.	Selasa, 29 Agustus 2023	Perbaiki kesimpulan	f
3.	Rabu, 30 Agustus 2023	Perbaiki Analisa data pada BAB 4	f
4.	Kami, 31 Agustus 2023	Perbaiki Metode Penelitian pada BAB 1	f
5.	Jumat, 1 September 2023	Perbaiki grafik BAB 4	f
6.	Sabtu, 2 September 2023	Penambahan dokumentasi BAB 4	f
7.	Minggu 3 September All SIPDAB	Perbaiki BAB 3 Tugas Akhir	f

Dosen Pembimbing



Iqbal Tanjung, ST., MT



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

Bila menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**FAKULTAS TEKNIK**

UMSU Terakreditasi A Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 89/SK/BAN-PT/Akred/PT/III/2019

Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003

<https://fatek.umsu.ac.id> [fatek@umsu.ac.id](mailto:fatek@umsu.ac.id) [f umsumedan](https://www.facebook.com/umsu.medan) [i umsumedan](https://www.instagram.com/umsu.medan) [t umsumedan](https://www.youtube.com/umsu.medan) [u umsumedan](https://www.youtube.com/umsu.medan)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN**  
**. DOSEN PEMBIMBING**

**Nomor : 74/11.3AU/UMSU-07/F/2023**

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin pada Tanggal 16 Januari 2023 dengan ini Menetapkan :

Nama : DODI SUPRAYOGI  
Npm : 1907230036  
Program Studi : TEKNIK MESIN  
Semester : 7 ( TUJUH )  
Judul Tugas Akhir : ANALISIS SUPPLY DAYA DARI PANEL SURYA PADA JEMURAN OTOMATIS BERBASIS ARDUINO UNO .

Pembimbing : IQBQL TANJUNG ST. MT

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Mesin
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.  
Medan, 24 Jumadil Akhir 1 1444 H  
17 Januari 2023 M



Dekan

Munawar Alfansury Siregar, ST., MT  
NIDN: 0101017202





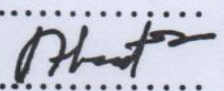
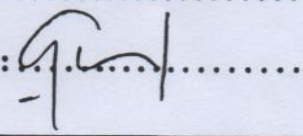
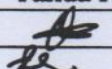
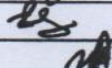

**DAFTAR HADIR SEMINAR  
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK – UMSU  
TAHUN AKADEMIK 2022 – 2023**

Peserta seminar

Nama : Dodi Suprayogi

NPM : 1907230036

Judul Tugas Akhir : Analisis Suplai Daya Dari Panel Surya Pada Prototipe Jemuran Otomatis Berbasis Arduino Uno

DAFTAR HADIR			TANDA TANGAN
Pembimbing – I : Iqbal Tanjung, ST, MT			: .....
Pembanding – I : Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT			: 
Pembanding – II : Chandra A Siregar, ST, MT			: 
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1907230078	IQBAL RAHMAN	
2	1907230072	MIRZA LUBIS	
3	1907230127	Vandiel	
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 10 Shafar 1445 H  
26 Agustus 2023 M

Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

---

Nama : Dodi Suprayogi  
NPM : 1907230036  
Judul Tugas Akhir : Analisis Suplai Daya Dari Panel Surya Pada Prototipe Jemuran Otomatis Berbasis Arduino Uno

Dosen Pembanding – I : Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT  
Dosen Pembanding – II : Chandra A Siregar, ST, MT  
Dosen Pembimbing – I : Iqbal Tanjung, ST, MT


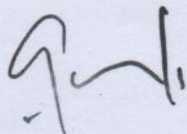
**KEPUTUSAN**

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
  - Setiap angka pada table data buat 2 dari 9
  - Dokumentasinya
  - Sesuaikan tujuan dgn keingintah
3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :  
.....  
.....  
.....  
.....

Medan, 10 Shafar 1445 H  
26 Agustus 2023 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pembanding- I



Chandra A Siregar, ST, MT

Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

---

Nama : Dodi Suprayogi  
NPM : 1907230036  
Judul Tugas Akhir : Analisis Suplai Daya Dari Panel Surya Pada Prototype Jemuran Otomatis Berbasis Arduino Uno

Dosen Pembanding – I : Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT  
Dosen Pembanding – II : Chandra A Siregar, ST, MT  
Dosen Pembimbing – I : Iqbal Tanjung, ST, MT

**KEPUTUSAN**

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

*libat buku ngan akhir*

.....

.....

.....

3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

.....

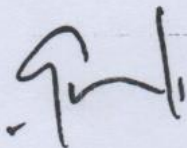
.....

.....

.....

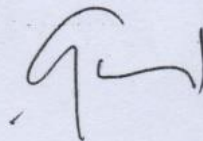
Medan, 10 Shafar 1445 H  
26 Agustus 2023 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

Dosen Pembanding- II



Chandra A Siregar, ST, MT

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### DATA PRIBADI

Nama : Dodi Suprayogi  
Alamat : Jl. Platina I Lingkungan XVI Titipapan  
Jenis Kelamin : Laki laki  
Umur : 22 tahun  
Agama : Islam  
Status : Belum Menikah  
Tempat/Tanggal Lahir : Medan, 12 Maret 2001  
Tinggi/Berat Badan : 175 cm / 80 kg  
Kewarganegaraan : Indonesia  
No. Hp : 082164320446  
Email : [suprayogidodi32@gmail.com](mailto:suprayogidodi32@gmail.com)

### DATA ORANG TUA

Nama Ayah : Jamiadi  
Agama : Islam  
Kewarganegaraan : Indonesia  
Nama Ibu : Siti Jumaini  
Agama : Islam  
Kewarganegaraan : Indonesia  
Alamat : Jl. Platina I Lingkungan XVI Titipapan

### LATAR BELAKANG PENDIDIKAN

2007 – 2013 : SDN 067251 Medan  
2013 – 2016 : SMPN 42 Medan  
2016 – 2019 : SMKN 5 Medan  
2019 – 2023 : Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Fakultas  
Tenik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara