

# **TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PERBANDINGAN EFEKTIFITAS INTENSITAS CAHAYA  
MATAHARI TERHADAP DAYA KELUARAN PANEL SURYA  
100 WP DAN 200 WP PADA MASJID TAQWA  
MUHAMMADIYAH DESA SEI LITUR  
KECAMATAN SAWIT SEBRANG  
LANGKAT**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Elektro Pada Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun Oleh:**

**IRFAN NOFRI  
1607220021**



# **UMSU**

**Unggul | Cerdas | Terpercaya**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2020**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Irfan Nofri

NPM : 1607220021

Program Studi : Teknik Elektro

Judul Skripsi : Analisis Perbandingan Efektifitas Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Daya Keluaran Panel Surya 100 WP dan 200 WP Pada Masjid Taqwa Desa Sei Litur Kecamatan Sawit Sebrang Langkat

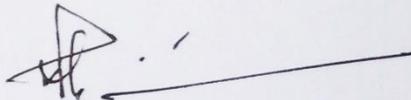
Bidang ilmu : Energi Baru Terbarukan

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

Medan, 9 November 2020

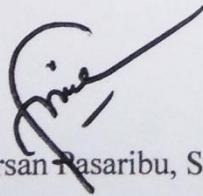
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing



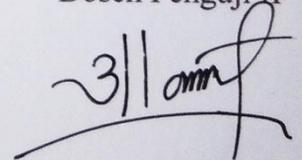
Ir. Abdul Azis Hutasuhut, M.M

Dosen Penguji I



Fiasal Irsan Pasaribu, S.T.,M.T

Dosen Penguji II



DR.M.Fitra Zambak, S.T.,M.Sc

Program Studi Teknik Elektro  
Ketua,



Fiasal Irsan Pasaribu, S.T.,M.T

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap : Irfan Nofri

Tempat /Tanggal Lahir : Pekanbaru, Riau / 14 November 1998

NPM : 1607220021

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Elektro

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

**“Analisis Perbandingan Efektifitas Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Daya Keluaran Panel Surya 100 WP dan 200 WP Pada Masjid Taqwa Desa Sei Litur Kecamatan Sawit Sebrang Langkat”,**

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 Elektro/Mesin/Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 9 November 2020

Saya yang menyatakan



  
Irfan Nofri

## ABSTRAK

Data konsumsi energi mengalami peningkatan setiap tahunnya, peningkatan ini sejalan dengan pertumbuhan ekonomi nasional. Terkhusus di Indonesia, peningkatan konsumsi energi ini akan menjadi suatu masalah apabila kebutuhan tidak mencukupi dari yang dibutuhkan. Terkadang untuk mencukupi kebutuhan listrik, PLN terpaksa melakukan pemadaman bergilir di beberapa daerah untuk menjaga kestabilan konsumsi energi listrik. Pada desa lokasi penelitian merupakan desa yang rawan akan pemadaman listrik. Pemadaman listrik yang cukup lama sangat mengganggu aktifitas warga terutama dalam hal beribadah di masjid. Pada satu sisi desa lokasi penelitian memiliki intensitas cahaya yang terik sehingga sangat bagus untuk memanfaatkan energi baru terbarukan yaitu panel surya atau yang lebih dikenal dengan PLTS. Namun kecilnya masjid membuat beban yang digunakan juga kecil, sehingga diperlukan penelitian perbandingan tingkat efisiensi panel surya 100 WP dan 200 WP jika digunakan untuk membebani beban total pada masjid tersebut. Penelitian dilakukan dengan cara mengambil data selama 7 hari berturut – turut di lokasi penelitian. Dimana data yang diambil meliputi arus, tegangan dan daya keluaran yang dihasilkan panel surya. Kemudian rata – rata daya tertinggi dari data yang diperoleh dibandingkan dan dilihat manakah panel surya yang lebih efektif digunakan untuk membebani beban total pada masjid dengan intensitas cahaya yang ada pada lokasi penelitian. Berdasarkan hasil penelitian panel surya 200 WP jauh lebih efektif dibandingkan solar panel 100 WP. Solar panel 200 WP dapat membebani beban total pada masjid selama lebih dari 1 hari tanpa adanya daya dari PLN. Sedangkan panel surya 100 WP tidak mampu membebani beban total selama 1 hari.

Kata kunci: *Solar Cell*, Pembangkit, PLTS

## **ABSTRACT**

*Energy consumption data increases every year, this increase is in line with national economic growth. Especially in indonesia, this increase in energy consumption will be a problem if the need is insufficient than needed. Sometimes to meet electricity needs, PLN is forced to conduct rolling blackouts in some areas to maintain the stability of electricity consumption. In the village the research site is a village prone to power outages. Long power outages are very disruptive to the activities of residents, especially when it comes to worship in mosques. On one side of the village the research site has a scorching light intensity so it is great to utilize renewable energy namely solar panels or better known as PLTS. However, the small mosque makes the burden used also small. so research is required to compare the efficiency level of solar panels 100 WP and 200 WP if used to impose a total load on the mosque. Research is done by retrieving data for 7 consecutive days at the location of the study. Where the data is taken includes the current, voltage and output power generated by solar panels. Then the highest average power from the data obtained compared and seen which solar panels are more effective is used to overload the total load on mosques with the intensity of light available at the research site. Based on the results of the research solar panel 200 WP is much more effective than solar panel 100 WP. Solar panels 200 WP can charge the total load on the mosque for more than 1 day without any power from PLN. While 100 WP solar panels are not able to charge the total load for 1day.*

*Keywords: Solar Cell, Power Plant, PLTS*

## KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisis Perbandingan Efektifitas Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Daya Keluaran Panel Surya 100 WP Dan 200 WP Pada Masjid Taqwa Muhammadiyah Desa Sei Litur Kecamatan Sawit Sebrang Langkat” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Ayahanda tercinta Asril, S.Pd, Ibunda tercinta Rosmaniar dan adinda tersayang Maharani Putri, serta seluruh keluarga yang telah memberikan bantuan moril maupun materil serta nasehat dan doanya untuk penulis demi selesainya Tugas Sarjana ini.
2. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T.,M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan perhatian sehingga tugas sarjana ini dapat terselesaikan dengan baik.
3. Bapak Ir. Abdul Azis Hutasuhut,M.M, selaku Pembimbing dalam tugas akhir ini yang telah memberikan bimbingannya, masukan dan bantuan sehingga tugas sarjana ini dapat terselesaikan dengan baik.
4. Bapak Faisal Irsan Pasaribu, S.T.,M.T., selaku Pembanding I dalam tugas akhir ini sekaligus ketua program studi teknik elektro UMSU yang telah memberikan bimbingannya, masukan dan bantuan sehingga tugas sarjana ini dapat terselesaikan dengan baik.
5. Bapak Dr. Muhammad Fitra Zambak, selaku Pembanding II dalam tugas akhir ini yang telah memberikan bimbingannya, masukan dan bantuan sehingga tugas sarjana ini dapat terselesaikan dengan baik.

6. Seluruh staff Tata Usaha, ,Seluruh Dosen dan rekan – rekan laboratorium Teknik Elektro UMSU, Bang Yoga, Bang Adam, Bang Sutikno, Dhiora dan Maula
7. Kepada seluruh rekan – rekan Mahasiswa Seperjuangan di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara terutama kelas A1 Pagi TE Stambuk 2016. Terimakasih atas dukungan bantuan dan motivasi dalam penyelesaian skripsi dan kebersamaan selama ini.
8. Kepada seluruh keluarga besar Pimpinan Komisariat Ikatan Mahasiswa Muhammadiyah Fakultas Teknik UMSU yang merupakan keluarga kedua saya diperantauan yang sangat banyak memberikan segudang pengalaman, ilmu dan menjadikan saya menjadi pribadi yang lebih baik yang tidak saya dapatkan dibangku perkuliahan.
9. Teruntuk kawan – kawan Rumah Ceria Bahagia (RCB), Abanda Ricky Prianda Damanik,S.T, Abangda Andre Andana,S.T, Abangda Asrul Ardian Harahap,S.T, Abangda Guntur Amanda,S.T, Abangda Habiburrahman,S.T, Wahyudi, Surya Pradana, Ainurrasyid. Terimakasih atas dukungan bantuan dan motivasi dalam penyelesaian skripsi dan kebersamaannya selama ini.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis dimasa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia energi baru terbarukan.

Medan, 9 November 2020



Irfan Nofri

## DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
DAFTAR GAMBAR	iii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah	2
1.3. Tujuan	3
1.4. Manfaat	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Cahaya	5
2.1.1. Sumber dari cahaya	5
2.1.2. Sifat – sifat cahaya	5
2.1.3. Refleksi Cahaya	6
2.2. Intensitas Cahaya	6
2.3. Lux Meter	6
2.4. Solar Cell	8
2.4.1. Semikonduktor Solar Cell	9
2.4.2. Proses Konversi Solar Cell	9
2.4.3. Jenis – Jenis Solar Cell	15
2.5. <i>Solar Charger Controller</i>	17
2.6. Baterai	18
2.6.1. Jenis – Jenis Baterai	19
2.6.2. Kontruksi Baterai	20
2.6.3. Prinsip Kerja Baterai	21
2.7. Inverter	22
2.7.1. Prinsip Kerja Inverter	22
BAB 3 METODOLOGI	24
3.1 Waktu dan Tempat	24
3.1.1. Waktu	24

3.1.2.	Tabel Jadwal Penelitian	24
3.1.3.	Tempat	
3.2	Bahan dan Alat	24
3.3	Bagan Alir Penelitian	28
3.4	Metode Pengumpulan Data	29
3.5	Metode Pengolahan Data	29
3.6	Tahap Perbandingan	30
<b>BAB 4</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>41</b>
4.1	Menghitung Beban Pemakaian Pada Masjid	33
4.2	Mengukur Lux, Tegangan dan Arus Keluaran Solar Panel	34
4.2.1	Data Hari Ke-1 Jum'at 25/09/2020	35
4.2.2	Data Hari Ke-2 Sabtu 26/09/2020	38
4.2.3	Data Hari Ke-3 Minggu 27/09/2020	40
4.2.4	Data Hari Ke-4 Senin 28/09/2020	43
4.2.5	Data Hari Ke-5 Selasa 29/09/2020	46
4.2.6	Data Hari Ke-6 Rabu 30/09/2020	48
4.2.7	Data Hari Ke-7 Kamis 1/10/2020	51
4.3	Rata – Rata Arus, Tegangan dan Daya / Jam	54
4.4	Lama Waktu Pengisian Baterai	56
4.5	Kemampuan Baterai Membebani Beban Total Pada Masjid	61
<b>BAB 5</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>64</b>
5.1.	Kesimpulan	64
5.2.	Saran	64
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>66</b>
	<b>LAMPIRAN</b>	
	<b>LEMBAR ASISTENSI</b>	
	<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Lux Meter	6
Gambar 2.2. Bagian – Bagian Pada Lux Meter	7
Gambar 2.3. Solat Cell	8
Gambar 2.4. Semikonduktor	10
Gambar 2.5. Semikonduktor Sebelum Tersambung	11
Gambar 2.6. Elektron – Elektron Berpindah	11
Gambar 2.7. Elektron Menyatu	12
Gambar 2.8. Medan Listrik Internal	12
Gambar 2.9. Proses Konversi	13
Gambar 2.10. Sambungan Elektron Terkena Cahaya	14
Gambar 2.11. Arus Listrik Timbul	15
Gambar 2.12. Kontruksi Baterai	20
Gambar 2.13. Proses Pengosongan dan Pengisian Baterai	21
Gambar 2.14. Gelombang DC dan AC	22
Gambar 2.16. Cara Kerja Saklar Pada Inverter	23
Gambar 3.1. Solar Cell	25
Gambar 3.2. Solar Charger	25
Gamabr 3.3. Baterai	26
Gambar 3.4. Inverter	26
Gambar 3.5 Kabel Panel	26
Gambar 3.6. Lux Meter	27
Gambar 3.7. Multimeter	27
Gambar 3.6. Bagan Alir Penelitian	28
Gambar 4.1. Denah Masjid Beserta Beban Terpasang	31

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian	24
Tabel 4.1 Tabel Percobaan Hari Ke-1	34
Tabel 4.2 Tabel Percobaan Hari Ke-2	36
Tabel 4.3 Tabel Percobaan Hari Ke-3	39
Tabel 4.4 Tabel Percobaan Hari Ke-4	42
Tabel 4.5 Tabel Percobaan Hari Ke-5	44
Tabel 4.6 Tabel Percobaan Hari Ke-6	47
Tabel 4.7 Tabel Percobaan Hari Ke-7	50
Tabel 4.8 Rata – Rata Arus, Tegangan dan Daya	52

## DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Perbandingan Arus Keluaran Panel Surya / Hari	53
Grafik 4.1 Perbandingan Tegangan Keluaran Panel Surya / Hari	53
Grafik 4.1 Perbandingan Daya Keluaran Panel Surya / Hari	54
Grafik 4.1 Perbandingan Daya Yang Ter isi Pada Baterai	58

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### 1.1. Latar Belakang

Data konsumsi energi mengalami peningkatan setiap tahunnya, peningkatan ini sejalan dengan pertumbuhan ekonomi nasional. Terkhusus di Indonesia, peningkatan konsumsi energi ini akan menjadi suatu masalah apabila kebutuhan tidak mencukupi dari yang dibutuhkan. Kebijakan-kebijakan yang diambil oleh PLN (Perusahaan Milik Negara) sebagai Badan Usaha Milik Negara (BUMN) untuk menyediakan energi telah menunjukkan bahwa ketersediaan listrik yang ada sudah tidak mampu lagi memenuhi kebutuhan listrik nasional. Apabila permasalahan kebutuhan listrik ini tidak diatasi maka pertumbuhan perekonomian nasional akan terganggu, mengingat segala aspek dalam lingkup masyarakat Indonesia bergantung pada energi listrik.

Berbagai upaya telah dilakukan pemerintah dan para peneliti untuk memecahkan masalah kebutuhan energi listrik. Salah satu upaya yang dilakukan adalah mencari energy alternative dan bersifat terbarukan. Pada hal ini energi alternatif yang terbarukan adalah cahaya matahari. Mengingat bahwa Indonesia adalah Negara tropis yang dilewati oleh garis katulistiwa, hal itu menyebabkan energi matahari yang diterima di Indonesia lebih efektif untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif terbarukan.

Upaya yang telah dikembangkan untuk memanfaatkan cahaya matahari adalah PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya). PLTS atau lebih dikenal dengan sel surya akan lebih diminati jika dapat digunakan untuk keperluan yang relevan terkhusus dirumah-rumah ibadah. Energi yang dihasilkan PLTS sangat dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari pada suatu tempat.

Terkhusus pada Desa Sei Litur Kecamatan Sawit Sebrang Kabupaten Langkat, didesa tersebut merupakan desa yang rawan akan pemadaman listrik. Hal ini membuat aktifitas warga yang notabene berketergantungan terhadap energi listrik sangat terganggu. Pada desa tersebut pemadaman listrik dapat terjadi sebanyak 5 sampai 10

kali. Ini sangat berdampak buruk bagi pertumbuhan perekonomian warga desa dan juga peralatan elektronik yang digunakan.

Pada Masjid Taqwa Muhammadiyah, pemadaman listrik sangatlah mengganggu. Dikarenakan apabila sering terjadi pemadaman listrik maka aktifitas beribadah sangat terganggu. Hal ini banyak menimbulkan keluhan kesah oleh masyarakat. Maka dari itu pemanfaatan energi baru terbarukan dalam hal ini adalah cahaya matahari sangat bermanfaat untuk perkembangan perekonomian warga desa terkhusus pada aktifitas beribadah.

Mengingat pada Desa Seilitur ini adalah desa yang terkenal dengan teriknya cahaya matahari, maka penulis ingin melakukan perbandingan efektifitas penggunaan solar Cell 100WP dan 200WP untuk mendapatkan efisiensi penggunaan PLTS. Secara teori sudah dapat dipastikan panel surya 200WP akan menghasilkan energi yang lebih besar dibandingkan dengan 100WP, Tetapi penulis ingin membuktikan apakah pada Desa Seilitur Efektif menggunakan panel surya 200WP atau cukup dengan menggunakan panel surya 100WP dengan intensitas matahari yang demikian dengan data yang akurat agar mendapatkan perbandingan dari ke-dua panel surya tersebut.

Maka dari itu penulis mengangkat judul “Analisis Perbandingan Efektifitas Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Daya Keluaran Panel Surya 100WP dan 200WP Pada Masjid Taqwa Muhammadiyah Desa Sei Litur Kecamatan Sawit Sebrang Langkat” untuk membuktikan solar cell yang lebih efisien digunakan pada Desa Sei Litur dengan menggunakan data hasil percobaan.

## 1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang diambil pada penelitian ini adalah :

1. Berapa total beban yang digunakan pada masjid?
2. Pada pukul berapakah intensitas cahaya yang paling besar dihasilkan?
3. Berapakah perbandingan daya yang dihasilkan panel surya 100WP dan 200WP pada intensitas matahari yang sama?
4. Berapa perbandingan waktu panel surya 100WP dan 200WP untuk mengisi penuh baterai?

5. Manakah panel surya yang lebih efisien digunakan (100WP atau 200WP) untuk membebani beban total pada masjid?

### 1.3. Ruang Lingkup

Karena luasnya permasalahan, penulis merasa perlu untuk membatasi masalah yang akan dibahas dalam laporan ini, mengingat keterbatasan waktu, tempat, kemampuan dan pengalaman.

Adapun hal-hal yang akan dibatasi dalam tugas sarjana ini adalah sebagai berikut:

1. Analisa keluaran daya pada solar cell 200WP dan 100WP
2. Analisa beban pada Masjid Taqwa Muhammadiyah Desa Seilitur
3. Menentukan tingkat efisiensi penggunaan solar cell dengan mencocokkan pada data analisa beban pada Masjid Taqwa Muhammadiyah Desa Sei Litur

### 1.4. Tujuan Penelitian

#### 1.4.1. Tujuan Umum

Penulisis bertujuan untuk mengetahui manakah solar cell 200WP atau 100WP yang efektif digunakan untuk mensuplai energi pada beban Masjid Taqwa Muhammadiyah Desa Sei Litur.

#### 1.4.2. Tujuan Khusus

1. Mengetahui daya keluaran panel surya 200WP dan 100WP
2. Mengetahui beban yang digunakan pada Masjid Taqwa Muhammadiyah Desa Sei Litur.
3. Mengetahui presentase kemampuan masing – masing panel surya untuk mengisi baterai 100Ah
4. Mengetahui kemampuan baterai untuk membebani beban total pada masjid.
5. Mengetahui tingkat efektifitas penggunaan *solar cell* 200WP dan 100WP pada beban Masjid Taqwa Muhamadiyah Desa Sei Litur.

### 1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan penulis adalah

1. Membantu Masyarakat Desa Sei Litur untuk khusyuk beribadah pada Masjid Taqwa Muhammadiyah Desa Sei Litur dengan adanya panel surya sebagai suplai energi pada beban Masjid.
2. Memberikan informasi ke masyarakat bahwa pentingnya penggunaan energi baru terbarukan pada era globalisasi seperti sekarang ini.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### 2.1. Cahaya

Energi dalam bentuk gelombang elektro magnetik yang dapat dilihat dengan mata telanjang yang memiliki panjang gelombang 380 dan 750 nm disebut dengan cahaya. Cahaya adalah partikel yang disebut foton. Dimana foton adalah medan elektromagnetik kuantum yang berinteraksi dengan elektron dan inti. Didalam kamus besar Bahasa Indonesia, Cahaya diartikan sebagai sinar atau terang (dari sesuatu yang bersinar seperti matahari, bulan, lampu) yang memungkinkan mata menangkap bayangan benda-benda disekitarnya.

#### 2.1.1. Sumber dari Cahaya (Guru Arrasyid,2019)

Objek yang dapat memancarkan cahaya disebut sumber cahaya. Ada dua jenis cahaya berdasarkan sumbernya, yaitu :

1. Cahaya yang berasal dari objek itu sendiri (matahari,lilin,lampu,senter,dll)
2. Cahaya yang terpancar dari objek karena cahaya yang dipantulkan dari sumber cahaya utamanya.

#### 2.1.2. Sifat – sifat cahaya

##### 1. Cahaya Lurus

Jenis cahaya yang merambat dapat dideteksi dengan mengamati cahaya pada kendaraan bermotor yang kita gunakan. Garis rambat cahaya ini disebut cahaya. Karena sifat cahaya ini yang merambat lurus kedepan, manusia dapat menggunakan cahaya untuk berbagai keperluan seperti senter, lampu, dll.

##### 2. Cahaya bias menembus benda bening

Benda transparan dapat ditransmisikan oleh cahaya. Objek transparan ini dapat diterima oleh semua cahaya yang diterimanya. Contoh benda bening adalah gelas,air bening,kaca bening, dll. Berdasarkan intrusi cahaya yang bias dipindahkan, benda dibagi menjadi tiga bagian, yaitu :

- a) Benda transparan
- b) Benda translusens (hanya sebagai cahaya yang dapat diterima)

c) Benda buram (benda yang tidak dapat ditembus cahaya)

### 3. Cahaya bias dipantulkan

Cahaya adalah termasuk gelombang elektromagnetik dalam fisika. Gelombang cahaya dapat dipantulkan, refleksi cahaya terjadi ketika cahaya menyerang area pantulan.

#### 2.1.2. Refleksi cahaya

##### 1. Refleksi teratur

Refleksi teratur adalah refleksi yang menghasilkan sinar paralel dari cahaya yang dipantulkan. Refleksi teratur terjadi ketika cahaya mengenai benda dengan permukaan datar atau mengkilap. Cermin adalah objek yang dapat memantulkan cahaya dengan sempurna. Objek yang dibuat dengan refleksi biasa sangat bagus dan sesuai dengan objek aslinya.

##### 2. Refleksi yang menyebar

Refleksi menyebar adalah refleksi yang menciptakan sinar cahaya ke segala arah dan tidak teratur. Refleksi menyebar biasanya terjadi ketika cahaya menyerang objek yang dipantulkan dengan permukaan yang tidak rata, bergelombang dan kasar. Contoh reflektivitas difus atau menyebar adalah cahaya yang dipantulkan oleh gelombang air dan membentuk objek yang tidak terlihat seperti aslinya.

#### 2.2. Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya adalah kuantitas fisik utama yang menunjukkan kekuatan sumber cahaya dalam arah tertentu per unit sudut. Symbol untuk intensitas cahaya adalah  $I$  (huruf kapital).

Defenisi standar untu 1 candela adalah intensitas cahaya dalam arah tertentu dari sumber cahaya dengan frekuensi  $540 \times 10^{12}$  Hz dengan intensitas radian dalam arah  $1/1682$  watt per steradian. Biasanya intensitas cahaya diukur dengan alat yang bernama lux meter.

### 2.3. Lux Meter (Achmadi, 2019)



Gambar 2.1. Lux Meter (Achmadi,2019)

Lux meter merupakan sebuah alat yang mampu mengetahui serta mengukur seberapa besar intensitas cahaya yang berada pada suatu tempat. Adapun jenis – jenis lux meter yaitu :

#### a. Lux meter Analog

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

#### b. Lux meter digital

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

#### 2.3.1. Fungsi Lux meter

Sesuai dengan namanya, lux meter berfungsi sebagai pengukur intensitas cahaya yang tersebar dalam suatu tempat. Penciptaan alat ini dilatar belakangi oleh kesadaran kebutuhan cahaya yang berbeda – beda ditiap ruangan. Hal tersebut karena mata harus dengan jelas menangkap segala hal dengan baik yang nantinya digunakan untuk menunjang aktifitas kerja.

Adapun bagian – bagian dari Lux meter Antara lain :



Gambar 2.2. Bagian – Bagian Pada Lux Meter (Achmadi, 2019)

a. Layar Panel

Layar panel yang terdapat di dalam alat ukur ini memiliki ukuran persegi yang tidak terlalu lebar. Fungsinya adalah untuk menampilkan hasil pengukuran yang sudah dilakukan menggunakan skala. Semakin besar angka yang muncul menandakan semakin besar pula cahaya yang ada di tempat tersebut, begitu juga sebaliknya semakin kecil angka yang muncul maka semakin kecil pula cahaya yang berada dalam tempat yang diukur.

b. Tombol off/on

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

c. Tombol *range*

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

d. *Zero Adjust VR*

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

e. Sensor cahaya

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

2.4. Panel Surya (*Solar Cell*)

*Solar cell* atau biasa disebut dengan panel surya adalah alat yang terdiri dari sel surya yang mengubah cahaya menjadi listrik. Mereka disebut surya atau matahari atau “sol” karena matahari merupakan sumber cahaya yang dapat dimanfaatkan. Panel surya sering kali disebut sel photovoltaic, photovoltaic dapat diartikan sebagai “cahaya listrik”. Sel surya bergantung pada efek photovoltaic untuk menyerap energi (E.Yusmiati, 2014)



Gambar 2.3. Solar Cell

Pada umumnya, panel surya merupakan sebuah hamparan semi konduktor yang dapat menyerap photon dari sinar matahari dan mengubahnya menjadi listrik. Sel surya tersebut dari potongan silikon yang sangat kecil dengan dilapisi bahan kimia khusus untuk membentuk dasar dari sel surya. Sel surya pada umumnya memiliki ketebalan minimum 0,3 mm yang terbuat dari irisan bahan semikonduktor dengan kutub positif dan negatif. Pada sel surya terdapat sambungan (function) antara dua lapisan tipis yang terbuat dari bahan semikonduktor yang masing - masing yang diketahui sebagai semikonduktor jenis “P” (positif) dan semikonduktor jenis “N” (Negatif). Silikon jenis P merupakan lapisan permukaan yang dibuat sangat tipis supaya cahaya matahari dapat menembus langsung mencapai junction. Bagian P ini diberi lapisan nikel yang berbentuk cincin, sebagai terminal keluaran positif . Dibawah bagian P terdapat bagian jenis N yang dilapisi dengan nikel juga sebagai terminal keluaran negative (E.Yusmiati, 2014)

#### 2.4.1. Semikonduktor dan Panel Surya

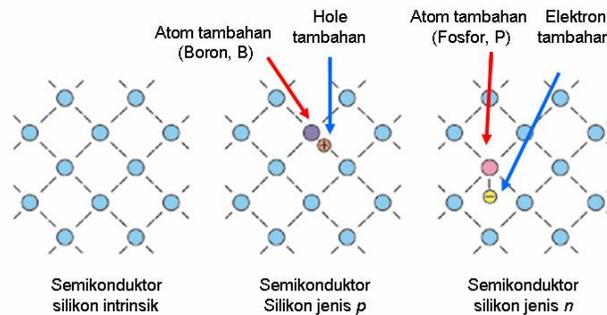
Panel surya adalah suatu perangkat yang dapat mengubah energy cahaya menjadi energy listrik, prinsip yang diikuti adalah photovoltaic, adanya energy dari cahaya (foton) pada panjang gelombang tertentu akan mengeksitasi sebagian selektron pada suatu material ke pita energy , hal ini ditemukan oleh Alexandre Edmond Bacquerel (Belgia) Pada tahun 1894.

Ada dua pita energy yaitu konduksi dan valensi, kedua pita nergi ini berturut – turut dari yang berenergy lebih renda adalah pita valensi dan pita konduksi, sedangkan keadaan tanpa electron disebut dengan celah pita. Celah pita ini besarnya berbeda – beda untuk setiap material semikonduktor, tapi disyaratkan tidak melebihi 3 atau 4 Ev. (E.Yusmiati, 204)

#### 2.4.2. Proses konversi solar cell (Rachmad, 2008)

Proses pengubahan atau konversi cahaya matahari menjadi listrik ini dimungkinkan karena bahan material yang menyusun sel surya berupa semikonduktor. Lebih tepatnya tersusun atas dua jenis semikonduktor; yakni jenis *n* dan jenis *p*. Semikonduktor jenis *n* merupakan semikonduktor yang memiliki kelebihan elektron, sehingga kelebihan muatan negatif, (*n* = negatif). Sedangkan semikonduktor

jenis  $p$  memiliki kelebihan hole, sehingga disebut dengan  $p$  ( $p$  = positif) karena kelebihan muatan positif. Caranya, dengan menambahkan unsur lain ke dalam semikonduktor, maka kita dapat mengontrol jenis semikonduktor tersebut, sebagaimana diilustrasikan pada gambar di bawah ini.

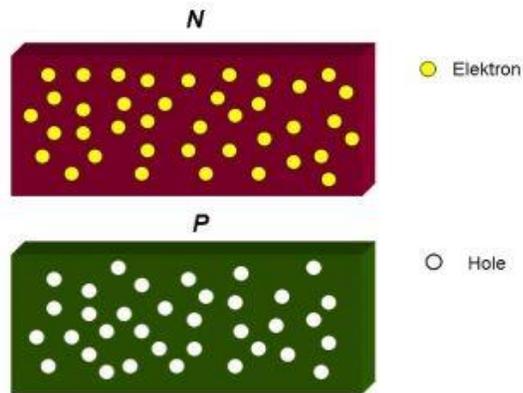


Gambar 2.4. Semikonduktor (Rachmad, 2008)

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

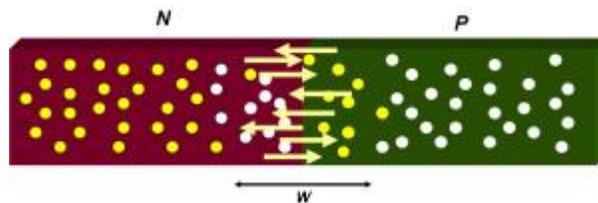
Misal semikonduktor intrinsik yang dimaksud ialah silikon (Si). Semikonduktor jenis  $p$ , biasanya dibuat dengan menambahkan unsur boron (B), aluminum (Al), gallium (Ga) atau Indium (In) ke dalam Si. Unsur-unsur tambahan ini akan menambah jumlah hole. Sedangkan semikonduktor jenis  $n$  dibuat dengan menambahkan nitrogen (N), fosfor (P) atau arsen (As) ke dalam Si. Dari sini, tambahan elektron dapat diperoleh. Sedangkan, Si intrinsik sendiri tidak mengandung unsur tambahan. Usaha menambahkan unsur tambahan ini disebut dengan *doping* yang jumlahnya tidak lebih dari 1 % dibandingkan dengan berat Si yang hendak di-*doping*. Dua jenis semikonduktor  $n$  dan  $p$  ini jika disatukan akan membentuk sambungan  $p$ - $n$  atau dioda  $p$ - $n$  (istilah lain menyebutnya dengan sambungan metalurgi / *metallurgical junction*) yang dapat digambarkan sebagai berikut.

a) Semikonduktor jenis  $p$  dan  $n$  sebelum disambung.



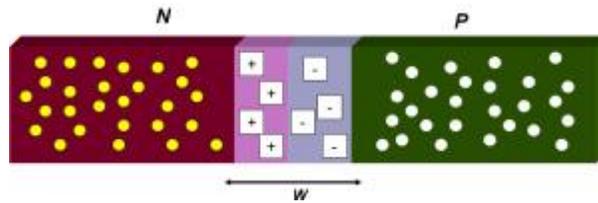
Gambar 2.5. Semikonduktor Sebelum Tersambung (Rachmat, 2008)

b) Sesaat setelah dua jenis semikonduktor ini disambung, terjadi perpindahan elektron-elektron dari semikonduktor  $n$  menuju semikonduktor  $p$ , dan perpindahan hole dari semikonduktor  $p$  menuju semikonduktor  $n$ . Perpindahan elektron maupun hole ini hanya sampai pada jarak tertentu dari batas sambungan awal.



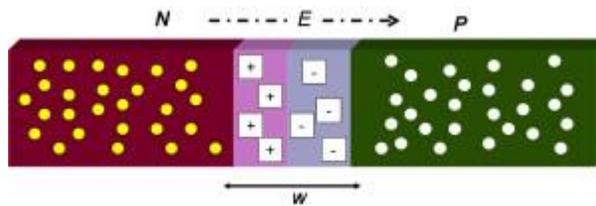
Gambar 2.6. Elektron – Elektron Berpindah (Rachmat, 2008)

c) Elektron dari semikonduktor  $n$  bersatu dengan hole pada semikonduktor  $p$  yang mengakibatkan jumlah *hole* pada semikonduktor  $p$  akan berkurang. Daerah ini akhirnya berubah menjadi lebih bermuatan positif.. Pada saat yang sama, hole dari semikonduktor  $p$  bersatu dengan elektron yang ada pada semikonduktor  $n$  yang mengakibatkan jumlah elektron di daerah ini berkurang. Daerah ini akhirnya lebih bermuatan positif.



Gambar 2.7. Elektron Menyatu (Rachmat, 2008)

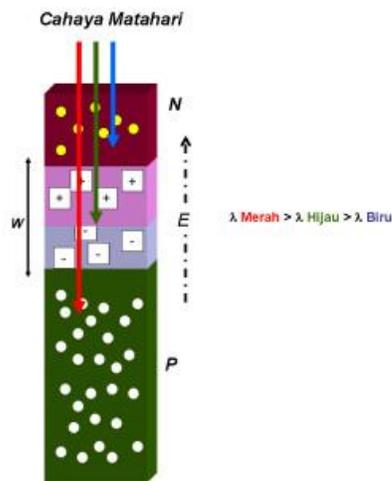
- d) Daerah negatif dan positif ini disebut dengan daerah deplesi (*depletion region*) ditandai dengan huruf W.
- e) Baik elektron maupun hole yang ada pada daerah deplesi disebut dengan pembawa muatan minoritas (*minority charge carriers*) karena keberadaannya di jenis semikonduktor yang berbeda.
- f) Dikarenakan adanya perbedaan muatan positif dan negatif di daerah deplesi, maka timbul dengan sendirinya medan listrik internal  $E$  dari sisi positif ke sisi negatif, yang mencoba menarik kembali hole ke semikonduktor  $p$  dan elektron ke semikonduktor  $n$ . Medan listrik ini cenderung berlawanan dengan perpindahan hole maupun elektron pada awal terjadinya daerah deplesi (nomor 1 di atas).



Gambar 2.8. Medan Listrik Internal (Rachmat, 2008)

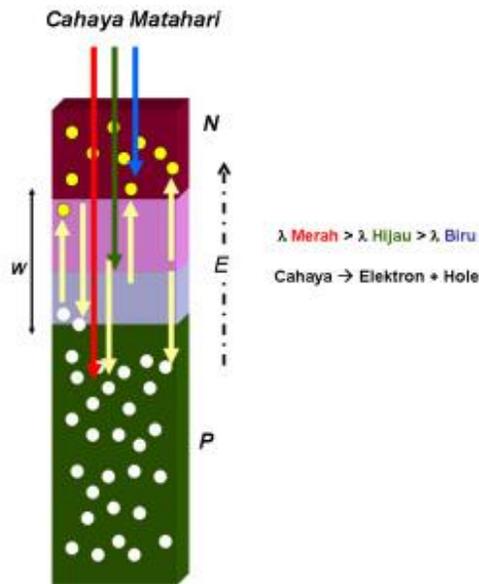
- g) Adanya medan listrik mengakibatkan sambungan  $pn$  berada pada *titik setimbang*, yakni saat di mana jumlah hole yang berpindah dari semikonduktor  $p$  ke  $n$  dikompensasi dengan jumlah hole yang tertarik kembali ke arah semikonduktor  $p$  akibat medan listrik  $E$ . Begitu pula dengan jumlah elektron yang berpindah dari semikonduktor  $n$  ke  $p$ , dikompensasi dengan mengalirnya kembali elektron ke semikonduktor  $n$  akibat tarikan medan listrik  $E$ .

Dengan kata lain, medan listrik  $E$  mencegah seluruh elektron dan hole berpindah dari semikonduktor yang satu ke semikonduktor yang lain. Pada sambungan  $p$ - $n$  inilah proses konversi cahaya matahari menjadi listrik terjadi. Untuk keperluan sel surya, semikonduktor  $n$  berada pada lapisan atas sambungan  $p$  yang menghadap ke arah datangnya cahaya matahari, dan dibuat jauh lebih tipis dari semikonduktor  $p$ , sehingga cahaya matahari yang jatuh ke permukaan sel surya dapat terus terserap dan masuk ke daerah deplesi dan semikonduktor  $p$ .



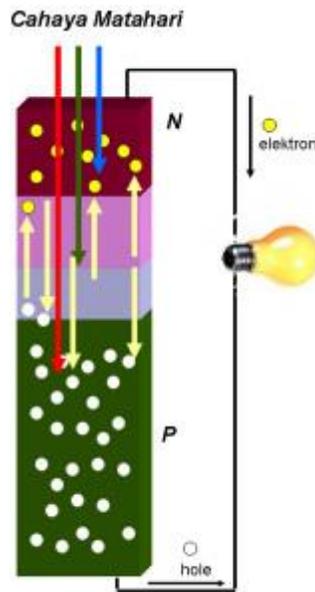
Gambar 2.9. Proses Konversi (Rachmat, 2008)

Ketika sambungan semikonduktor ini terkena cahaya matahari, maka elektron mendapat energi dari cahaya matahari untuk melepaskan dirinya dari semikonduktor  $n$ , daerah deplesi maupun semikonduktor. Terlepasnya elektron ini meninggalkan hole pada daerah yang ditinggalkan oleh elektron yang disebut dengan fotogenerasi elektron-hole (*electron-hole photogeneration*) yakni, terbentuknya pasangan elektron dan hole akibat cahaya matahari.



Gambar 2.10. Sambungan Elektron Terkna Cahaya Matahari (Rachmat, 2008)

Cahaya matahari dengan panjang gelombang (dilambangkan dengan simbol “lambda” sbgn di gambar atas ) yang berbeda, membuat fotogenerasi pada sambungan  $pn$  berada pada bagian sambungan  $pn$  yang berbeda pula. Spektrum merah dari cahaya matahari yang memiliki panjang gelombang lebih panjang, mampu menembus daerah deplesi hingga terserap di semikonduktor  $p$  yang akhirnya menghasilkan proses fotogenerasi di sana. Spektrum biru dengan panjang gelombang yang jauh lebih pendek hanya terserap di daerah semikonduktor  $n$ . Selanjutnya, dikarenakan pada sambungan  $pn$  terdapat medan listrik  $E$ , elektron hasil fotogenerasi tertarik ke arah semikonduktor  $n$ , begitu pula dengan hole yang tertarik ke arah semikonduktor  $p$ . Apabila rangkaian kabel dihubungkan ke dua bagian semikonduktor, maka elektron akan mengalir melalui kabel. Jika sebuah lampu kecil dihubungkan ke kabel, lampu tersebut menyala dikarenakan mendapat arus listrik, dimana arus listrik ini timbul akibat pergerakan elektron.



Gambari 2.11. Arus Listrik Timbul (Rachmat, 2008)

#### 2.4.3. Jenis – jenis panel surya (Janaloka, 2017)

Jenis panel surya dikelompokkan berdasarkan material sel surya yang menyusunnya. Terdapat perbedaan jenis – jenis panel surya yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat. Secara umum ada tiga jenis panel surya yang dapat dengan mudah ditemukan dipasaran saat ini, yaitu :

1. *Crystalline Silicon (c-Si)*

Panel surya jenis ini memanfaatkan material silicon sebagai bahan utama penyusun sel surya. Tipe crystalline merupakan generasi pertama dari sel surya dan memiliki 3 jenis panel utama. Tipe panel surya ini mendominasi pasar dan banyak digunakan untuk PLTS di dunia saat ini. Tipe panel ini yaitu :

- a. *Monocrystalline Silicon (Mono-SI)*

Panel Surya jenis ini menggunakan sel surya jenis crystalline tunggal dan memiliki efisiensi paling tinggi dikelasnya. Secara fisik, panel surya Monocrystalline dapat diketahui dari warna sel hitam gelap dengan model terpotong pada tiap sudutnya.

- b. *Multicrystalline Silicone (Multi-SI)*

Panel surya jenis ini menggunakan sel surya jenis multi crystalline, atau dikenal dengan polysilicon (p-Si) dan multi-crystalline silicon (mc-Si). Secara fisik

,panel surya ini dapat diketahui dari warna sel yang cenderung biru dengan bentuk persegi.

c. *Ribbon Silicon* (Ribbon-SI)

String Ribbon solar panels merupakan salah satu panel surya yang menggunakan sel surya polycrystalline, namun menggunakan proses yang berbeda. Jenis panel surya ini tidak memiliki pasar yang cukup baik, terutama setelah produsen terbesarnya mengalami kebangkrutan.

2. *Thin-film solar cell*

Panel surya thin film menggunakan banyak lapisan material sebagai bahan material penyusun. Panel surya ini merupakan panel generasi kedua. Ketebalan materialnya mula dari nanometers (nm) hingga micrometers. Beberapa tipe panel surya thin film yang ada dipasaran berdasarkan material penyusunnya, yaitu :

a. *Cadmium telluride* (CDTE)

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

b. *Copper Indium Gallium Diselenide* (CIGS)

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

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

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

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

d. *Gallium Arsenide* (GAAS)

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

### 3. Material Lainnya

Panel surya pada generasi ketika tersusun atas lebih banyak variasi material untuk masing – masing panel surya. Beberapa diantara jenis – jenis panel surya tersebut adalah :

- *Copper zinc tin sulfide solar cell (CZTS)*
- *Dye-sensitized solar cell*
- *Organic Solar cell*
- *Perovskite solar cell*
- *Polymer solar cell*
- *Quantum dot solar cell*
- *Building-Integrated Photovoltaics (BIPV)*

#### 2.5. Solar Charger Controller

*Solar charger controller (SCC)* merupakan bagian yang cukup penting dalam rangkaian Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Dimana peran utama dari SCC adalah melindungi dan melakukan otomasi pada pengisian baterai. Hal ini bertujuan untuk mengoptimalkan system serta menjaga agar baterai dapat digunakan untuk jangka panjang. (Janaloka,2017)

*Solar charger control* yang baik biasanya mempunyai kemampuan mendeteksi kapasitas baterai. Bila baterai sudah penuh terisi maka secara otomatis pengisian arus dari panel surya berhenti. Cara deteksi pada SCC melalui monitor level tegangan tertentu, kemudian apabila level tegangan turun maka baterai akan kembali mengisi. (Armand, 2011)

Ada dua jenis teknologi yang umum digunakan oleh solar charger controller :

1. PWM (*Pulse Wide Modulation*), seperti namanya PWM menggunakan lebar pulse dari on dan off elektrik.
2. MPPT (*Maximum Power Point Tracker*), yang lebih efisien konversi DC to DC. MPPT dapat digunakan oleh beban kedalam baterai, dan apabila daya yang dibutuhkan beban lebih besar dari daya yang dihasilkan oleh PV, maka daya dapat diambil dari baterai. (PanelSurya, 2015)

Ada beberapa kondisi yang dapat dilakukan oleh solar Solar Charger Controller (SCC) pada system panel surya :

1. Mengendalikan tegangan panel surya

Tanpa fungsi control pengendali Antara panel surya dan baterai, panel akan melakukan pengisian melebihi tegangan daya yang dapat ditampung baterai sehingga dapat merusak ser yang terdapat didalam baterai. Mengisi baterai secara berlebihan dapat mengakibatkan baterai meledak. (Janaloka, 2017)

2. Mengawasi tegangan baterai

SCC dapat mendeteksi saat tegangan baterai terlalu rendah. Bila tengangan baterai turun dibawah tingkat tegangan tertentu, SCC akan memutus beban baterai agar daya baterai tidak habis. Penggunaan baterai dengan kapasitas daya yang habis akan merusak baterai bahkan baterai dapat menjadi tidak dapat digunakan kembali. (Janaloka, 2017)

3. Menghentikan arus terbalik saat malam hari

Pada malam hari, panel surya tidak menghasilkan arus, karena tidak terdapat lagi sumber energi, yaitu matahari. Alih-alih arus berhenti mengalir, arus yang terdapat dalam baterai dapat mengalir terbalik ke panel surya, dan hal ini dapat merusak sistem panel surya anda. SCC berfungsi untuk menghentikan kondisi arus terbalik ini. (Janaloka, 207)

SCC berfungsi mengatur arus dari beban saat beban tersambung ke SCC. Terminal beban pada SCC dapat digunakan untuk koneksi langsung beban ke SCC, namun SCC masih bisa beroperasi seperti biasa jika tidak ada beban yang terhubung langsung dengannya. (Janaloka, 2017)

## 2.6. Baterai

Baterai adalah suatu proses kimia listrik, dimana pada saat pengisian energi listrik diubah menjadi kimia dan saat pengeluaran/discharge energi kimia diubah menjadi energi listrik. Baterai menghasilkan listrik melalui proses kimia. Baterai atau akkumulator adalah sebuah sel listrik dimana didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang *reversible* (dapat berkebalikan ) dengan efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud dengan reaksi elektrokimia *reversibel* adalah didalam baterai dapat

berlangsung proses perubahan 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 didalam sel. Baterai terdiri dari dua jenis yaitu, baterai primer dan baterai sekunder. (Hamid,Rizky,Amin dan Bagus, 2016)

Fungsi baterai sangat beragam dalam kehidupan sehari – hari, namun fungsi baterai memiliki inti yang sama yaitu sebagai sumber energi. Hampir pada semua alat elektronik yang sifatnya mobile juga menggunakan baterai sebagai sumber energi. Seperti contoh yaitu senter, power bank, drone, remote dan lain sebagainya. Semua alat – alat tersebut membutuhkan baterai agar bias bekerja (Ibeng, 2020)

#### 2.6.1. Jenis – jenis baterai (Hamid,Rizky,Amin dan Bagus, 2016)

Ada beberapa jenis baterai yaitu :

##### a. Baterai Asam

Baterai asam yang bahan elektrolitnya (*sulfuric acid* =  $H_2SO_4$ ). Didalam baterai asal, elektroda – elektrodanya terdiri dari plat – plat timah peroksida  $PbO_2$  sebagai anoda (kutub positive) dan timah murni  $Pb$  sebagai katoda (kutub negatif).

##### b. Baterai Alkali

Baterai alkali bahan elektrolitnya adalah larutan alkali yang terdiri dari :

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

Baterai pada umumnya yang paling banyak digunakan adalah baterai alkali. besarnya kapasitas baterai tergantung dari banyaknya bahan aktif pada plat positif maupun plat negative yang bereaksi, dipengaruhi oleh jumlah plat tiap – tiap sel, ukuran, dan tebal plat, kualitas elektrolit serta umur baterai. Kapasitas energi suatu baterai dinyatakan dalam ampere jam (Ah), misalkan kapasitas baterai 100 Ah 12 volt artinya secara ideal arus yang dapat dikeluarkan sebesar 5 ampere selama 20 jam pemakaian. Besar kecilnya tegangan baterai ditentukan oleh banyak sedikitnya sel baterai yang ada di dalamnya. Sekalipun demikian, arus hanya akan mengalir bila ada konduktor dan beban yang dihubungkan ke baterai. Kapasitas baterai menunjukkan kemampuan baterai untuk mengeluarkan arus (discharging) selama waktu tertentu.

Pada saat baterai diisi (charging), terjadilah penimbunan muatan listrik. Jumlah maksimum muatan listrik yang dapat ditampung oleh baterai disebut kapasitas baterai dan dinyatakan dalam ampere jam (Ampere hour) (Hamid,2016). Kapasitas baterai dapat dinyatakan dengan persamaan dibawah ini :

$$N \text{ (Ah)} = I \text{ (ampere)} \times t \text{ (hours)} \quad (2.1)$$

Dimana :

N = kapasitas baterai aki

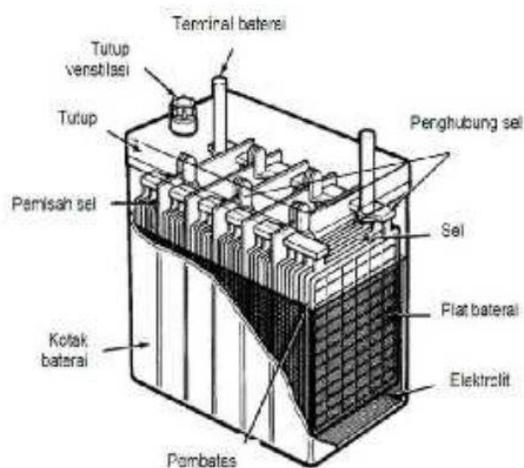
I = kuat arus (ampere)

t = waktu (jam/sekon)

#### 2.6.2. Kontruksi Baterai (Hamid,Rizky,Amin dan Bagus, 2016)

Komponen – komponen baterai terdiri atas :

- a. Kotak baterai
- b. Elektrolit baterai
- c. Sumbat Ventilasi
- d. Plat positif dan plat negatif
- e. Separator
- f. Lapisan serat gelas (*Fiber Glass*)
- g. Sel baterai

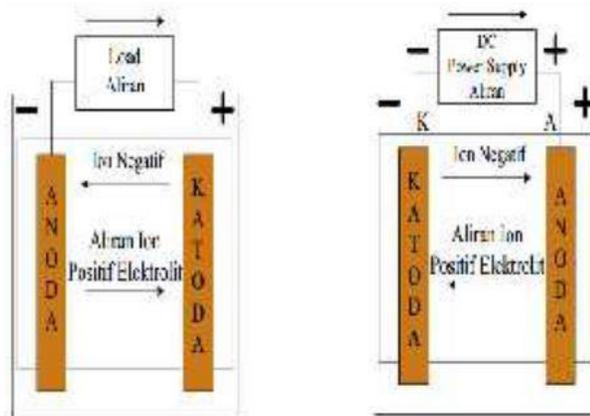


Gambar 2.12. Kontruksi Baterai (Hamid,Rizky,Amin dan Bagus, 2016)

### 2.6.3. Prinsip Kerja Baterai (Hamid,Rizky,Amin dan Bagus, 2016)

Baterai merupakan perangkat yang mampu menghasilkan tegangan DC, yaitu dengan cara mengubah energi kimia yang terkandung didalamnya menjadi energi listrik melalui reaksi elektro kimia, Redoks (Reduksi-Oksidasi). Baterai terdiri dari beberapa sel listrik, sel listrik tersebut menjadi penyimpan energi listrik dalam bentuk energy kimia. Sel baterai tersebut terdiri dari elektroda negative dan elektroda positif. Elektroda negatif disebut katoda, yang berfungsi sebagai pemberi electron. Elektro positif yang disebut anoda berfungsi sebagai penerima electron. Antara anoda dan katoda akan mengalir arus yaitu dari kutub positif ke kutub negatif. Sedangkan elektron akan mengalir dari kutub negatif ke kutub positif.

1. Proses pengosongan pada sel berlangsung menurut gambar 2.12. Jika sel dihubungkan dengan beban maka, elektron mengalir dari anoda melalui beban katoda, kemudia ion – ion negatif mengalir ke anoda dan ion – ion positif akan mengalir ke katoda.
2. Pada proses pengisian menurut gambar 2.12. dibawah ini adalah bila sel dihubungkan dengan *power supply* maka elektroda positif menjadi anoda dan elektroda negatif menjadi katoda dan proses kimia yang terjadi adalah sebagai berikut :



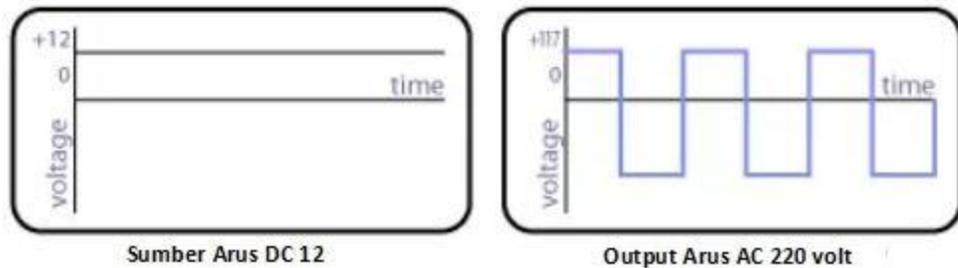
Gambar 2.13. Proses pengosongan dan pengisian baterai (Hamid,Rizky,Amin dan Bagus, 2016)

- a. Aliran elektron menjadi terbalik, mengalir dari anoda melalui *power supply* ke katoda

- b. Ion – ion negatif mengalir dari katoda ke anoda
- c. Ion – ion positif mengalir dari anoda ke katoda jadi, reaksi kimia pada saat pengisian adalah kebalikan dari saat pengosongan.

### 2.7. Inverter

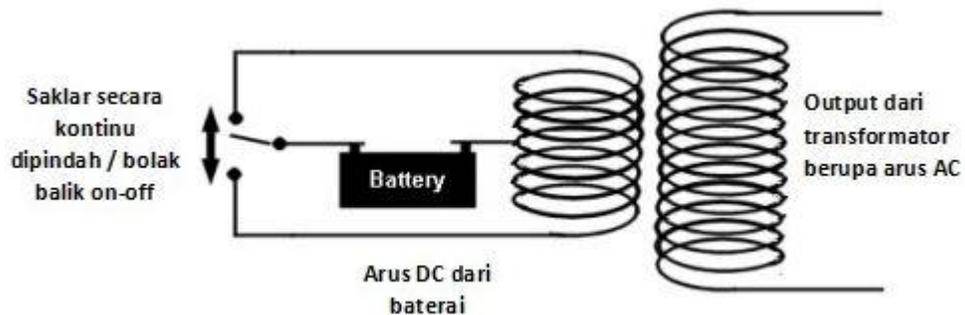
Menurut Yustinus,Ahmad dan Abdul, 2017, Inverter merupakan suatu alat elektronika yang berfungsi mengubah dari sumber tegangan arus searah (DC) menjadi arus bolak – balik (AC) dengan besaran tegangan dan frekuensi yang diatur.



Gambar 2.14. Gelombang DC dan AC (Teknisi,2017)

#### 2.7.1. Prinsip kerja inverter (Teknisi, 2017)

Prinsip kerja inverter dapat dilihat pada gambar 2.15 yang merupakan ilustrasi dari prinsip kerja inverter.

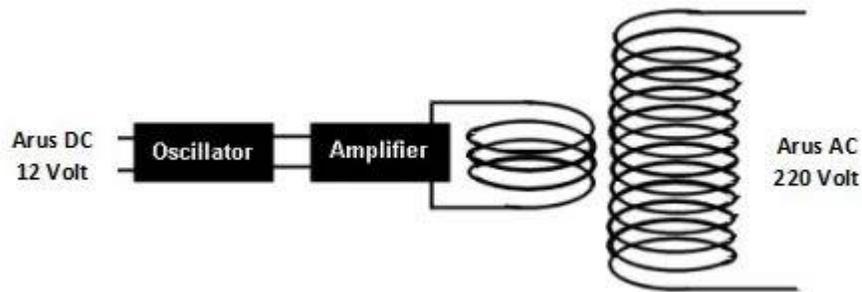


Gambar 2.15. Prinsip Kerja Inverter (Teknisi, 2017)

Jika sebuah baterai yang salah satu kutub nya dihubungkan ke sebuah transformator pada kaki CT (*Center tap*) secara tepat dan terus menerus saklar pada gambar diatas dipindahkan posisinya. Maka pada coil sekunder transformator akan muncul arus listrik berupa AC. Secara teori tegangan pada sekunder bisa diatur

sedemikian rupa hanya dengan menambah jumlah lilitan kumparan trafo saja yang akan melipatgandakan tegangan yang dihasilkan.

Hal ini bisa terjadi karena adanya induksi yang dihasilkan dari baterai.inverter dapat menimbulkan efek seperti saklar yang dipindah bolak balik dengan cara menggunakan sebuah rangkaian astable multivibrator dari sepasang transistor atau lebih baik lagi dengan menggunakan mosfet yang tentunya lebih efisien dalam hal daya. Ilustrasinya dapat dilihat pada gambar 2.16 berikut :



Gambar 2.16. Cara kerja saklar pada inverter (Teknisi, 2017)

### BAB III METODE PENELITIAN

#### 5.1. Waktu dan Tempat

##### 5.1.1. Waktu

Waktu pelaksanaan penelitian ini dilakukan dalam waktu selama 8 bulan terhitung dari tanggal 2 Maret 2020 sampai 5 Oktober 2019. Dimulai dengan persetujuan proposal ini sampai selesai penelitian. Penelitian diawali dengan kajian awal (tinjauan pustaka), perhitungan beban pada masjid, pembuatan alat perbandingan 1 dan 2, lalu analisa data, terakhir kesimpulan dan saran. Rincian dari penelitian ini seperti pada tabel berikut :

3.1.2. Tabel Jadwal Penelitian

No.	Uraian	Bulan Ke-							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Kajian literatur								
2.	Penyusunan proposal penelitian								
3.	Penulisan Bab 1 s/d Bab 3								
4.	Seminar proposal penelitian								
4.	Perhitungan beban masjid, intensitas cahaya dan pembuatan alat perbandingan								
5	Analisa data hasil perbandingan								
6.	Seminar hasil penelitian								
7.	Sidang akhir								

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

##### 3.1.3. Tempat

Penelitian dilaksanakan di Masjid Taqwa Muhammadiyah Desa Sei Litur Kecamatan Sawit Sebrang Kabupaten Langkat.

#### 3.2. Bahan dan Alat

Untuk melakukan penelitian ini, bahan dan alat yang digunakan adalah :

## 1. Panel Surya 100WP

Panel surya sebagai alat yang akan menyerap energi matahari menjadi energi listrik. Yang akan menghasilkan daya, dimana dari daya yang dihasilkan oleh solar cell 100WP dan 200WP akan dibandingkan tingkat efisiensinya. Solar cell yang digunakan adalah berkapasitas 100WP sebanyak dua unit.



Gambar 3.1. Solar Cell

## 2. *Solar Charger Controlling*

*Solar charger controlling* sebagai alat yang digunakan untuk mengatur arus DC yang dihasilkan oleh solar cell yang akan diisi ke baterai. Alat ini untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban yang akan digunakan pada masjid.



Gambar 3.2. Solar Charger Controller

### 3. Baterai

Baterai pada penelitian ini berfungsi sebagai alat penyimpan energi yang dihasilkan oleh panel surya. Energi DC yang disimpan ini yang akan dialirkan ke beban masjid.

Adapun spesifikasi baterai yang akan digunakan adalah :

Type	:	Baterai Kering VRLA-AGM
Kapasitas Penyimpanan	:	100Ah
Tegangan Max	:	12V DC



Gambar 3.3. Baterai

### 4. Inverter

Inverter digunakan sebagai alat yang mengkonversi tegangan DC dari baterai menjadi AC agar bisa digunakan pada peralatan elektronik pada masjid taqwa yang umumnya adalah AC. Adapun spesifikasi inverter yang digunakan adalah :

Power	:	1000Watt
Input Voltage	:	12V DC
Output	:	230V AC



Gambar 3.4 Inverter

5. Kabel panel

Kabel panel ini digunakan pada solar cell, sebagai penghubung antara solar cell ke alat lainnya.



Gambar 3.5 Kabel Panel

6. Lux meter

Lux meter pada penelitian ini berfungsi untuk mengukur intensitas cahaya yang menyinari solar cell. Dimana intensitas cahaya ini yang akan menentukan daya yang akan dikeluarkan oleh panel surya.



Gambar 3.6. Lux Meter

#### 7. Multimeter Digital

Multimeter pada penelitian ini berfungsi sebagai pengukur arus keluaran dan tegangan keluaran yang dihasilkan oleh panel surya



Gambar 3.7. Multimeter Digital

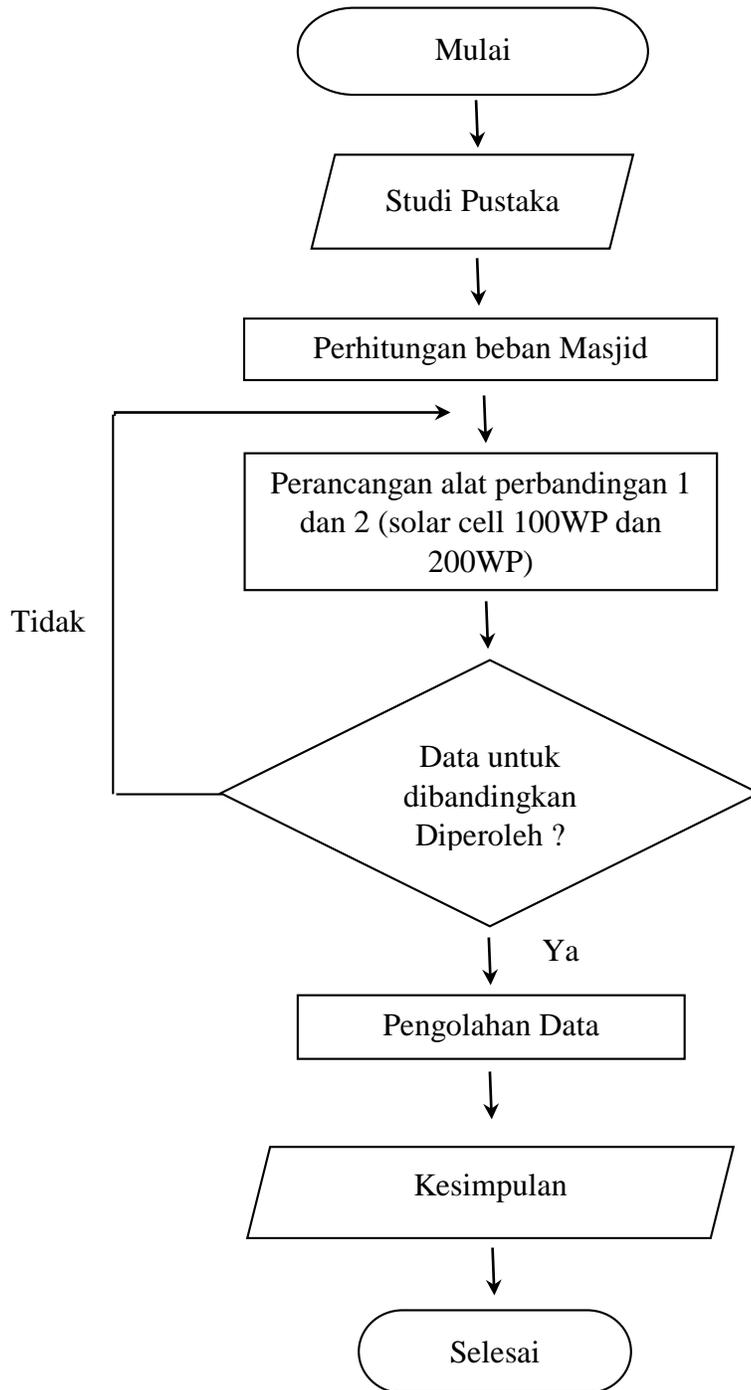
#### 8. Tang Amper

Tang amper berfungsi untuk mengukur arus keluaran yang dihasilkan oleh baterai



Gambar 3.8. Tang Amper

### 3.3. Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.6. Bagan Alir Penelitian

### 3.4. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini ada tiga tahap yaitu :

#### 1. Data beban masjid

Pengambilan data beban masjid dilakukan agar mengetahui jumlah beban yang digunakan pada masjid, sehingga dapat menentukan solar cell yang lebih efektif untuk membebani masjid.

2. Pengambilan data pada panel surya selama 7 hari berturut turut dari pukul 08:00 s/d 18:00 WIB (Tegangan, arus yang dihasilkan serta intensitas cahaya yang diterima)
3. Mengaitkan daya keluaran panel surya dengan total beban pada masjid agar mengetahui solar cell yang lebih efektif digunakan.

### 3.5. Metode Pengolahan Data

Data tertinggi yang diperoleh dari panel surya dari 7 hari pengambilan data akan dikaitkan dengan beban yang digunakan pada masjid. Kemudian akan dilihat tingkat efektifitas pada panel surya 100WP dan 200WP dalam membebani beban pada masjid.

### 3.6. Tahap Perbandingan

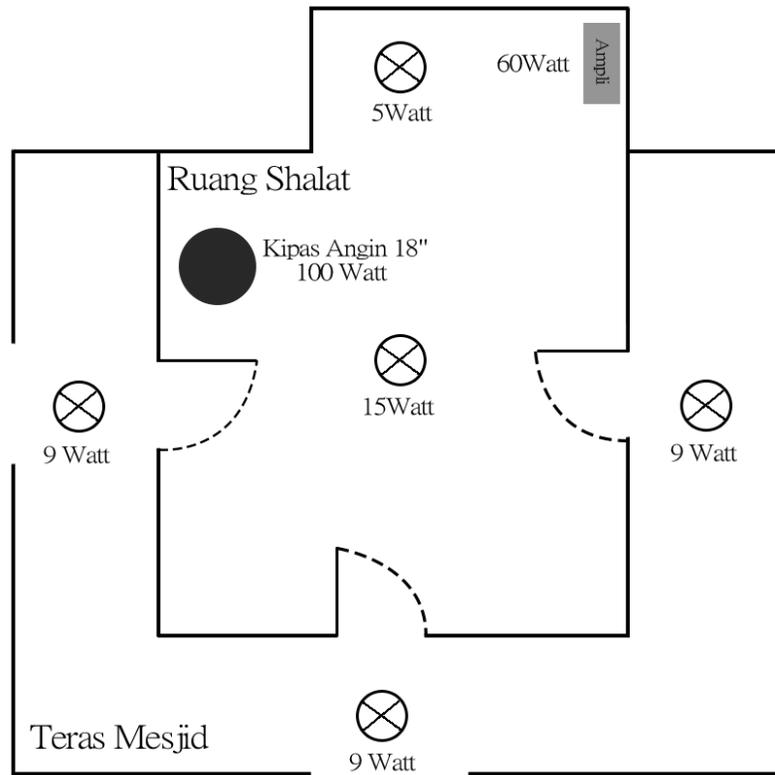
1. Data yang diperoleh dari panel surya 100WP dan 200WP (Tegangan, Arus dan Intensitas) akan dihitung rerata daya keluaran per harinya.
2. Kemudian akan dilihat pada pukul berapa tingkat instensitas cahaya menghasilkan daya maximal pada panel surya 100WP dan 200WP.
3. Selanjutnya akan dihitung pula waktu panel surya 100WP dan 200WP untuk mengisi penuh baterai kering dengan kapasitas 100Ah. (diambil dari data hasil daya tertinggi dan terendah)
4. Selisih waktu pengisian baterai akan dibandingkan.
5. Daya keluaran panel surya 100WP dan 200WP akan dibandingkan. (diambil dari data hasil daya tertinggi dan terendah)

6. Kemudian daya keluaran (daya keluaran tertinggi dan terendah pada 7 hari percobaan) yang telah diperoleh dari masing – masing panel surya yang telah dibandingkan akan dikaitkan dengan beban yang dibutuhkan oleh masjid perhari.
7. Akan dilihat, apakah beban masjid lebih efisien menggunakan panel surya 200WP atau 100WP dari daya keluaran yang dihasilkan oleh tiap – tiap panel surya dengan mempertimbangkan daya keluaran terhadap beban dan seberapa cepat panel surya mengisi penuh baterai dengan kapasitas 100Ah
8. Apabila beban masjid cukup dibebani oleh panel surya 100WP maka penggunaan panel surya 200WP tidak efisien dikarenakan cukup hanya dengan solar cell 100WP, dan apabila beban masjid tidak cukup dibebani oleh panel surya 100WP maka penggunaan panel surya 100WP tidak efisien dan harus menggunakan panel surya 200WP agar beban masjid tercukupi.

## BAB IV HASIL DAN ANALISA

### 4.1. Menghitung Beban Pemakaian Pada Masjid

Adapun denah masjid beserta beban terpasang yang akan dihitung adalah sebagai berikut :



Gambar 4.1. Denah Masjid Beserta Beban Terpasang

Masjid Taqwa yang terletak pada Desa Sei Litur Kecamatan Sawit Sebrang Kabupaten Langkat Dusun 8 merupakan sebuah bangunan yang relatif kecil. Bangunan ini hanya memiliki 5 Unit lampu, 1 unit kipas angin dan 1 unit ampli yang hanya digunakan ketika adzan dikumandangkan. Adapun total daya yang digunakan pada masjid ini adalah :

- Diketahui Beban DC : Lampu 5 Watt sebanyak 1 Unit
- : Lampu 15 Watt sebanyak 1 Unit
- : Lampu 9 Watt sebanyak 3 Unit

Diketahui Beban AC : Kipas angin 100 Watt sebanyak 1 unit  
: Ampli 60 Watt sebanyak 1Unit

Dimana Total Beban DC : 1 Unit lampu LED DC 5 Watt menyala selama 3 Jam / Hari  
: 1 Unit lampu LED DC 15 Watt menyala selama 3 Jam / Hari  
: 3 Unit lampu LED DC 9 Watt menyala selama 12 Jam / Hari

Maka total beban yang digunakan pada masjid adalah :

$$\begin{aligned} P_{\text{total}} &= (1.5.3) + (1.15.3) + (3.9.12) \\ &= 15 + 45 + 324 \\ &= 384 \text{ Watt Beban DC / Hari atau 16 Watt / Jam} \end{aligned}$$

Dimana Total Beban AC : 1 unit kipas angin 100 Watt menyala selama 3 jam / Hari  
: 1 unit ampli 60 Watt menyala selama 1 Jam / Hari

$$\begin{aligned} P_{\text{total}} &= (1.100.3) + (1.60.1) \\ &= 300 + 60 \\ &= 360 \text{ Watt Beban AC / Hari atau 15 Watt / Jam} \end{aligned}$$

Maka total beban yang digunakan pada masjid adalah sebanyak 384 Watt DC dan 360 Watt AC

#### 4.2. Mengukur Lux, Tegangan dan Arus Keluaran Solar Panel

Pada tahap ini pengukuran dilakukan selama 7 hari berturut turut. Adapun yang akan diukur meliputi Lux (Intensitas Cahaya), arus dan tegangan keluaran yang dihasilkan oleh panel surya 100WP dan 200WP selama 7 hari. Untuk mengukur intensitas cahaya matahari, menggunakan lux meter. Sedangkan untuk mengukur arus dan tegangan keluaran pada panel surya menggunakan multitester.

Setelah memperoleh data (lux, arus dan tegangan) maka akan ditentukanlah nilai daya keluaran dari masing – masing solar panel (100WP dan 200WP) dengan persamaan :

$$P = V \times I$$

Dimana :

I = Arus (Ampere)

V = Tegangan (Volt)

P = Daya (Watt)

Kemudian untuk menentukan arus dan tegangan rata – rata pada setiap hari pengambilan data dengan persamaan :

$$I_{\text{rata-rata}} = I_{\text{total}} / 11 \text{ (Jumlah pengambilan data/hari)}$$

$$V_{\text{rata-rata}} = V_{\text{total}} / 11 \text{ (Jumlah pengambilan data/hari)}$$

Dari hasil daya keluaran , arus dan tegangan yang dihasilkan oleh masing masing panel surya (100WP dan 200WP) akan dibandingkan melalui grafik perbandingan.

Pada penelitian yang dilakukan oleh M. A. Hossain dan kawan-kawan pada penelitiannya yang berjudul “*Performance Evaluation of 1.68 kWp DC operated Solar pump With Auto Tracker Using Microcontroller Based Data Acquisition System*”, Steven Chua dengan judul “*Light vs Distance*” dan Anies Ma’rufatin pada penelitiannya yang berjudul “*Respon Pertumbuhan Tanaman Kentang (Solanum tuberosum L.) 12 Varietas Atlantis dan Super Jhon Dalam Sistem Aeroponik Terhadap periode Pencahayaan*”. Mereka semua menggunakan konversi 0,0079 W/m<sup>2</sup> per Lux.

#### 4.2.1. Data Hari Ke-1 Jum’at 25/09/2020

Pada hari pertama pengambilan data yaitu pada hari Jumat 26/09/2020 cuaca pada desa lokasi pengambilan data nampak mendung dari pagi hingga sore. Hal itu mengakibatkan arus dan tegangan yang dikeluarkan oleh kedua panel surya relatif kecil yang dikarenakan lux (intensitas cahaya) yang dihasilkan pada hari itu sangatlah sedikit.

Adapun tabel data yang diambil pada hari Jumat 26/09/2020 adalah sebagai berikut :

Jumat, 25/9/2020 (Mendung)				
100WP				
Waktu	Intensitas Cahaya Matahari		Tegangan Keluaran (V)	Arus Panel Surya (I)
	Lux	Watt/m <sup>2</sup>		
07:00 - 08:00	11060	87,374	11,24	0,37
08:00 - 09:00	12250	96,775	11,47	0,41
09:00 - 10:00	18520	146,308	13,19	1,15
10:00 - 11:00	16020	126,558	11,8	0,56
11:00 - 12:00	18330	144,807	13,17	0,85

12:00 - 13:00	17830	140,857	13,14	0,82
13:00 - 14:00	17960	141,884	13,16	0,83
14:00 - 15:00	21850	172,615	13,52	1,16
15:00 - 16:00	15210	120,159	11,73	0,48
16:00 - 17:00	10250	80,975	11,02	0,34
17:00 - 18:00	5872	46,3888	10,12	0,22
200WP				
Waktu	Intensitas Cahaya Matahari		Tegangan Keluaran (V)	Arus Panel Surya (I)
	Lux	Watt/m <sup>2</sup>		
07:00 - 08:00	11060	87,374	12,25	0,8
08:00 - 09:00	12250	96,775	12,28	0,92
09:00 - 10:00	18520	146,308	14,24	2,06
10:00 - 11:00	16020	126,558	12,4	1,05
11:00 - 12:00	18330	144,807	13,79	1,59
12:00 - 13:00	17830	140,857	13,75	1,53
13:00 - 14:00	17960	141,884	13,87	1,54
14:00 - 15:00	21850	172,615	14,36	2,16
15:00 - 16:00	15210	120,159	12,35	1,03
16:00 - 17:00	10250	80,975	12,23	0,73
17:00 - 18:00	5872	46,3888	11,78	0,51

Tabel 4.1 Tabel Percobaan Hari Ke-1

Maka dari tabel diatas dapat dihitung rata – rata arus, tegangan dan daya keluaran yang dihasilkan panel surya 100WP dan 200WP pada tiap jam nya sebagai berikut :

#### Solar Panel 100WP

##### a. Rata – Rata Arus

$$\begin{aligned}
 I_{\text{rata}} &= \frac{\text{Total Arus}}{11} \\
 &= \frac{0,37+0,41+1,15+0,56+0,85+0,82+0,83+1,16+0,48+0,34+0,22}{11} \\
 &= 0,653 \text{ A}
 \end{aligned}$$

b. Rata – Rata Tegangan

$$\begin{aligned}V_{\text{rerata}} &= \frac{\text{Total Tegangan}}{11} \\&= \frac{11,24+11,47+13,19+11,8+13,17+13,14+13,16+13,52+11,73+11,02+10,12}{11} \\&= 12,14 \text{ V}\end{aligned}$$

c. Rata – Rata Daya Keluaran

$$\begin{aligned}P_{\text{rerata}} &= V_{\text{rerata}} \cdot I_{\text{rerata}} \\&= 12,14 \cdot 0,653 \\&= 8,26 \text{ Watt}\end{aligned}$$

### Solar Panel 200WP

a. Rata – Rata Arus

$$\begin{aligned}I_{\text{rerata}} &= \frac{\text{Total Arus}}{11} \\&= \frac{0,8+0,92+2,06+1,05+1,59+1,53+1,54+2,16+1,03+0,73+0,51}{11} \\&= 1,26 \text{ A}\end{aligned}$$

b. Rata – Rata Tegangan

$$\begin{aligned}V_{\text{rerata}} &= \frac{\text{Total Tegangan}}{11} \\&= \frac{12,25+12,28+14,24+12,4+13,79+13,75+13,87+14,36+12,35+12,23+11,78}{11} \\&= 13,027 \text{ V}\end{aligned}$$

c. Rata – Rata Daya

$$P_{\text{rerata}} = V_{\text{rerata}} \cdot I_{\text{rerata}}$$

$$= 1,26 \cdot 13,027$$

$$= 16,41 \text{ Watt}$$

Maka dari analisa diatas didapatkan arus, tegangan dan daya keluaran pada panel surya 100WP ( $I_{\text{rerata}} = 0,653 \text{ A}$ ,  $V_{\text{rerata}} = 12,14 \text{ V}$  dan  $P_{\text{rerata}} = 8,26 \text{ Watt}$ ) dan Panel surya 200WP ( $I_{\text{rerata}} = 1,26 \text{ A}$ ,  $V_{\text{rerata}} = 13,027 \text{ V}$  dan  $P_{\text{rerata}} = 16,41 \text{ Watt}$ )

#### 4.2.2. Data Hari Ke-2 Sabtu 26/09/2020

Pada hari kedua pengambilan data yaitu pada hari Sabtu 26/09/2020 cuaca pada desa lokasi pengambilan data hampir sama dengan hari pertama yaitu mendung dari pagi hingga sore. Hal itu mengakibatkan arus dan tegangan yang dikeluarkan oleh kedua panel surya relatif kecil yang dikarenakan lux (intensitas cahaya) yang dihasilkan pada hari itu sangatlah kecil.

Adapun tabel data yang diambil pada hari Sabtu 26/09/2020 adalah sebagai berikut :

Sabtu, 26/9/2020 (Mendung)				
100WP				
Waktu	Intensitas Cahaya Matahari		Tegangan Keluaran (V)	Arus Panel Surya (I)
	Lux	Watt/m <sup>2</sup>		
07:00 - 08:00	33460	264,334	13,73	1,47
08:00 - 09:00	45070	356,053	14,07	1,72
09:00 - 10:00	51850	409,615	14,15	1,87
10:00 - 11:00	48900	386,31	14,11	1,79
11:00 - 12:00	35120	277,448	13,87	1,51
12:00 - 13:00	23540	185,966	13,65	1,34
13:00 - 14:00	18340	144,886	13,21	0,87
14:00 - 15:00	15810	124,899	11,84	0,5
15:00 - 16:00	13510	106,729	11,56	0,49
16:00 - 17:00	11150	88,085	11,36	0,43
17:00 - 18-00	5243	41,4197	10,04	0,18
200WP				
Waktu	Intensitas Cahaya Matahari		Tegangan Keluaran (V)	Arus Panel Surya (I)
	Lux	Watt/m <sup>2</sup>		
07:00 - 08:00	33460	264,334	14,59	2,38

08:00 - 09:00	45070	356,053	15,11	3,15
09:00 - 10:00	51850	409,615	15,33	3,34
10:00 - 11:00	48900	386,31	15,12	3,21
11:00 - 12:00	35120	277,448	14,97	3,02
12:00 - 13:00	23540	185,966	14,61	2,47
13:00 - 14:00	18340	144,886	13,82	1,63
14:00 - 15:00	15810	124,899	12,41	1,62
15:00 - 16:00	13510	106,729	13,58	1,25
16:00 - 17:00	11150	88,085	13,44	0,81
17:00 - 18:00	5243	41,4197	11,53	0,47

Tabel 4.2 Tabel Percobaan Hari Ke-2

Maka dari tabel diatas dapat dihitung rata – rata arus, tegangan dan daya keluaran yang dihasilkan panel surya 100WP dan 200WP pada tiap jam nya sebagai berikut :

#### Solar Panel 100WP

##### a. Rata – Rata Arus

$$\begin{aligned}
 I_{\text{rerata}} &= \frac{\text{Total Arus}}{11} \\
 &= \frac{1,47+1,72+1,87+1,79+1,61+1,34+0,87+0,5+0,49+0,43+0,18}{11} \\
 &= 1,106 \text{ A}
 \end{aligned}$$

##### b. Rata – Rata Tegangan

$$\begin{aligned}
 V_{\text{rerata}} &= \frac{\text{Total Tegangan}}{11} \\
 &= \frac{13,73+14,07+14,15+14,11+13,87+13,65+13,21+11,84+11,56+11,36+10,04}{11} \\
 &= 12,87 \text{ V}
 \end{aligned}$$

##### c. Rata – Rata Daya

$$\begin{aligned}
 P_{\text{rerata}} &= V_{\text{rerata}} \cdot I_{\text{rerata}} \\
 &= 12,87 \cdot 1,106
 \end{aligned}$$

$$= 14,23 \text{ Watt}$$

### Panel Surya 200WP

a. Rata – Rata Arus

$$\begin{aligned} I_{\text{rerata}} &= \frac{\text{Total Arus}}{11} \\ &= \frac{2,38+3,15+3,34+3,21+3,02+2,47+1,63+1,62+1,25+0,81+0,47}{11} \\ &= 2,122 \text{ A} \end{aligned}$$

b. Rata – Rata Tegangan

$$\begin{aligned} V_{\text{rerata}} &= \frac{\text{Total Tegangan}}{11} \\ &= \frac{14,59+15,11+15,33+15,12+14,97+14,61+13,82+12,41+13,58+13,44+11,53}{11} \\ &= 14,046 \text{ V} \end{aligned}$$

c. Rata – Rata Daya

$$\begin{aligned} P_{\text{rerata}} &= V_{\text{rerata}} \cdot I_{\text{rerata}} \\ &= 14,047 \cdot 2,122 \\ &= 29,8 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Maka dari analisa diatas didapatkan arus, tegangan dan daya keluaran pada panel surya 100WP ( $I_{\text{rerata}} = 1,106 \text{ A}$ ,  $V_{\text{rerata}} = 12,87 \text{ V}$  dan  $P_{\text{rerata}} = 14,23 \text{ Watt}$ ) dan Panel surya 200WP ( $I_{\text{rerata}} = 2,122 \text{ A}$ ,  $V_{\text{rerata}} = 14,047 \text{ V}$  dan  $P_{\text{rerata}} = 16,41 \text{ Watt}$ )

#### 4.2.3. Data Hari Ke-3 Minggu 27/09/2020

Pada hari ke tiga percobaan hari ke tiga tampak cerah dan matahari terik menyinari. Sehingga intensitas cahaya yang dihasilkan relatif besar yang mempengaruhi arus dan tegangan keluaran. Dimana arus dan tegangan pada percobaan hari ke tiga jauh lebih besar dibanding hari – hari sebelum nya.

Adapun tabel data yang diambil pada hari Minggu 27/09/2020 adalah sebagai berikut :

Minggu, 27/9/2020 (Cerah)				
100WP				
Waktu	Intensitas Cahaya Matahari		Tegangan Keluaran (V)	Arus Panel Surya (I)
	Lux	Watt/m <sup>2</sup>		
07:00 - 08:00	51120	403,848	13,82	1,63
08:00 - 09:00	67340	531,986	14,36	2,31
09:00 - 10:00	100700	795,53	15,9	3,58
10:00 - 11:00	112300	887,17	16,1	4,18
11:00 - 12:00	148800	1175,52	17,17	5,47
12:00 - 13:00	156900	1239,51	17,2	5,85
13:00 - 14:00	127400	1006,46	16,5	5,32
14:00 - 15:00	90020	711,158	16,3	3,80
15:00 - 16:00	41040	324,216	14,6	2,74
16:00 - 17:00	22340	176,486	13,05	0,46
17:00 - 18-00	15090	119,211	12,92	0,21
200WP				
Waktu	Intensitas Cahaya Matahari		Tegangan Keluaran (V)	Arus Panel Surya (I)
	Lux	Watt/m <sup>2</sup>		
07:00 - 08:00	51120	403,848	15,21	3,18
08:00 - 09:00	67340	531,986	15,57	3,51
09:00 - 10:00	100700	795,53	19,4	7,11
10:00 - 11:00	112300	887,17	20,1	8,18
11:00 - 12:00	148800	1175,52	20,5	10,79
12:00 - 13:00	156900	1239,51	20,6	11,82
13:00 - 14:00	127400	1006,46	20,3	9,96
14:00 - 15:00	90020	711,158	20,1	7,48
15:00 - 16:00	41040	324,216	17,3	4,61
16:00 - 17:00	22340	176,486	13,35	0,82
17:00 - 18-00	15090	119,211	13,07	0,76

Tabel 4.3 Tabel Percobaan Hari Ke-3

Maka dari tabel diatas dapat dihitung rata – rata arus, tegangan dan daya keluaran yang dihasilkan panel surya 100WP dan 200WP pada tiap jam nya sebagai berikut :

### Panel Surya 100WP

a. Rata – Rata Arus

$$\begin{aligned} I_{\text{rerata}} &= \frac{\text{Total Arus}}{11} \\ &= \frac{1,63+2,31+3,58+4,18+5,47+5,85+5,32+3,8+2,74+0,46+0,21}{11} \\ &= 3,23 \text{ A} \end{aligned}$$

b. Rata – Rata Tegangan

$$\begin{aligned} V_{\text{rerata}} &= \frac{\text{Total Tegangan}}{11} \\ &= \frac{13,82+14,36+15,9+16,1+17,7+17,2+16,5+16,3+14,6+13,05+12,82}{11} \\ &= 15,256 \text{ V} \end{aligned}$$

c. Rata – Rata Daya

$$\begin{aligned} P_{\text{rerata}} &= V_{\text{rerata}} \cdot I_{\text{rerata}} \\ &= 15,256 \cdot 3,23 \\ &= 49,27 \text{ Watt} \end{aligned}$$

### Panel Surya 200WP

a. Rata – Rata Arus

$$\begin{aligned} I_{\text{rerata}} &= \frac{\text{Total Arus}}{11} \\ &= \frac{3,18+3,51+7,11+8,18+10,79+11,82+9,96+7,48+4,61+0,82+0,76}{11} \\ &= 6,8 \text{ A} \end{aligned}$$

b. Rata – Rata Tegangan

$$V_{\text{rerata}} = \frac{\text{Total Tegangan}}{11}$$

$$= \frac{15,21+15,27+19,4+20,1+20,5+20,6+20,3+20,1+17,3+13,35+13,07}{11}$$

$$= 17,8 \text{ V}$$

c. Rata – Rata Daya

$$P_{\text{rerata}} = V_{\text{rerata}} \cdot I_{\text{rerata}}$$

$$= 17,8 \cdot 6,8$$

$$= 121,04 \text{ Watt}$$

Maka dari analisa diatas didapatkan arus, tegangan dan daya keluaran pada panel surya 100WP ( $I_{\text{rerata}} = 3,23 \text{ A}$ ,  $V_{\text{rerata}} = 15,256 \text{ V}$  dan  $P_{\text{rerata}} = 49,27 \text{ Watt}$ ) dan Panel surya 200WP ( $I_{\text{rerata}} = 6,8 \text{ A}$ ,  $V_{\text{rerata}} = 17,8 \text{ V}$  dan  $P_{\text{rerata}} = 121,04 \text{ Watt}$ )

4.2.4. Data Hari Ke-4 Senin 28/09/2020

Pada hari ke-4 cuaca terlihat cerah dan intensitas cahaya yang dihasilkan relatif tinggi. Pada hari ini arus dan tegangan keluaran panel surya yang dihasilkan juga relatif tinggi.

Adapun tabel data yang diambil pada hari Senin 28/09/2020 adalah sebagai berikut :

Senin, 28/9/2020 (Cerah)				
100WP				
Waktu	Intensitas Cahaya Matahari		Tegangan Keluaran (V)	Arus Panel Surya (I)
	Lux	Watt/m <sup>2</sup>		
07:00 - 08:00	68430	540,597	17,21	2,33
08:00 - 09:00	87610	692,119	17,73	2,78
09:00 - 10:00	98320	776,728	18,6	3,61
10:00 - 11:00	104900	828,71	19,7	4,38

11:00 - 12:00	82830	654,357	18,6	3,71
12:00 - 13:00	78290	618,491	17,7	3,71
13:00 - 14:00	135000	1066,5	20,2	5,17
14:00 - 15:00	128000	1011,2	19,86	5,02
15:00 - 16:00	85250	673,475	17,88	2,63
16:00 - 17:00	26280	207,612	12,93	0,28
17:00 - 18:00	10120	79,948	12,87	0,28
200WP				
Waktu	Intensitas Cahaya Matahari		Tegangan Keluaran (V)	Arus Panel Surya (I)
	Lux	Watt/m <sup>2</sup>		
07:00 - 08:00	68430	540,597	15,21	3,18
08:00 - 09:00	87610	692,119	15,57	3,51
09:00 - 10:00	98320	776,728	19,4	7,11
10:00 - 11:00	104900	828,71	21,1	8,5
11:00 - 12:00	82830	654,357	20,6	7,14
12:00 - 13:00	78290	618,491	20,4	7,12
13:00 - 14:00	135000	1066,5	21,5	8,49
14:00 - 15:00	128000	1011,2	20,7	7,93
15:00 - 16:00	85250	673,475	19,8	7,46
16:00 - 17:00	26280	207,612	13,14	0,54
17:00 - 18:00	68430	540,597	13	0,35

Tabel 4.4 Tabel Percobaan Hari Ke-4

Maka dari tabel diatas dapat dihitung rata – rata arus, tegangan dan daya keluaran yang dihasilkan panel surya 100WP dan 200WP pada tiap jam nya sebagai berikut :

#### Solar Panel 100WP

a. Rata – Rata Arus

$$\begin{aligned}
 I_{\text{rerata}} &= \frac{\text{Total Arus}}{11} \\
 &= \frac{2,33+2,78+3,61+4,38+3,71+3,71+5,17+5,02+2,63+0,28+0,28}{11} \\
 &= 3,08 \text{ A}
 \end{aligned}$$

b. Rata – Rata Tegangan

$$\begin{aligned}V_{\text{rerata}} &= \frac{\text{Total Tegangan}}{11} \\&= \frac{14,21+14,73+16,6+16,7+15,6+16,7+18,2+16,86+13,88+10,93+10,87}{11} \\&= 15,02 \text{ V}\end{aligned}$$

c. Rata – Rata Daya Keluaran

$$\begin{aligned}P_{\text{rerata}} &= V_{\text{rerata}} \cdot I_{\text{rerata}} \\&= 15,02 \cdot 3,08 \\&= 46,26 \text{ Watt}\end{aligned}$$

### Solar Panel 200WP

a. Rata – Rata Arus

$$\begin{aligned}I_{\text{rerata}} &= \frac{\text{Total Arus}}{11} \\&= \frac{3,18+3,51+7,11+8,5+7,14+7,12+8,49+7,93+7,46+0,54+0,35}{11} \\&= 5,57 \text{ A}\end{aligned}$$

b. Rata – Rata Tegangan

$$\begin{aligned}V_{\text{rerata}} &= \frac{\text{Total Tegangan}}{11} \\&= \frac{15,21+15,57+19,4+21,1+20,6+20,4+21,5+20,7+19,8+13,14+13}{11} \\&= 18,22 \text{ V}\end{aligned}$$

c. Rata – Rata Daya

$$P_{\text{rerata}} = V_{\text{rerata}} \cdot I_{\text{rerata}}$$

$$= 18,22 \cdot 5,57$$

$$= 101,48 \text{ Watt}$$

Maka dari analisa diatas didapatlah arus, tegangan dan daya keluaran pada panel surya 100WP ( $I_{\text{rerata}} = 3,08 \text{ A}$ ,  $V_{\text{rerata}} = 15,02 \text{ V}$  dan  $P_{\text{rerata}} = 46,26 \text{ Watt}$ ) dan Panel surya 200WP ( $I_{\text{rerata}} = 5,57 \text{ A}$ ,  $V_{\text{rerata}} = 18,22 \text{ V}$  dan  $P_{\text{rerata}} = 101,48 \text{ Watt}$ )

#### 4.2.5. Data Hari Ke-5 Selasa 29/09/2020

Pada hari ke-5 cuaca hujan mulai pukul 07:00 sampai dengan pukul 11:00. Hal ini menyebabkan intensitas cahaya pada hari ini sangatlah kecil. dikarenakan kecilnya intensitas cahaya maka arus dan tegangan keluaran panel surya juga sangatlah kecil.

Adapun tabel data yang diambil pada hari Selasa 29/09/2020 adalah sebagai berikut :

Selasa, 30/9/2020 (Hujan)				
100WP				
Waktu	Intensitas Cahaya Matahari		Tegangan Keluaran (V)	Arus Panel Surya (I)
	Lux	Watt/m <sup>2</sup>		
07:00 - 08:00	438	3,4602	7,54	0,07
08:00 - 09:00	447	3,5313	7,65	0,07
09:00 - 10:00	562	4,4398	7,76	0,08
10:00 - 11:00	659	5,2061	8,03	0,09
11:00 - 12:00	1491	11,7789	8,75	0,1
12:00 - 13:00	5716	45,1564	10,43	0,52
13:00 - 14:00	6401	50,5679	10,63	0,55
14:00 - 15:00	5813	45,9227	10,51	0,53
15:00 - 16:00	4286	33,8594	10,2	0,53
16:00 - 17:00	4165	32,9035	10,17	0,47
17:00 - 18:00	3490	27,571	10,03	0,4
200WP				
Waktu	Intensitas Cahaya Matahari		Tegangan Keluaran (V)	Arus Panel Surya (I)
	Lux	Watt/m <sup>2</sup>		
07:00 - 08:00	438	3,4602	8,2	0,13
08:00 - 09:00	447	3,5313	8,26	0,13
09:00 - 10:00	562	4,4398	8,26	0,14
10:00 - 11:00	659	5,2061	8,31	0,16

11:00 - 12:00	1491	11,7789	8,52	0,21
12:00 - 13:00	5716	45,1564	11,76	2,12
13:00 - 14:00	6401	50,5679	11,82	2,07
14:00 - 15:00	5813	45,9227	11,63	1,76
15:00 - 16:00	4286	33,8594	11,49	1,75
16:00 - 17:00	4165	32,9035	11,49	1,73
17:00 - 18:00	3490	27,571	11,27	1,58

Tabel 4.5 Tabel Percobaan Hari Ke-5

Maka dari tabel diatas dapat dihitung rata – rata arus, tegangan dan daya keluaran yang dihasilkan panel surya 100WP dan 200WP pada tiap jam nya sebagai berikut :

Solar Panel 100WP

a. Rata – Rata Arus

$$\begin{aligned}
 I_{\text{rerata}} &= \frac{\text{Total Arus}}{11} \\
 &= \frac{0,07+0,07+0,08+0,09+0,1+0,52+0,55+0,53+0,53+0,47+0,4}{11} \\
 &= 0,31 \text{ A}
 \end{aligned}$$

b. Rata – Rata Tegangan

$$\begin{aligned}
 V_{\text{rerata}} &= \frac{\text{Total Tegangan}}{11} \\
 &= \frac{7,54+7,65+7,76+8,03+8,75+10,43+10,63+10,51+10,2+10,17+10,03}{11} \\
 &= 9,24 \text{ V}
 \end{aligned}$$

c. Rata – Rata Daya Keluaran

$$\begin{aligned}
 P_{\text{rerata}} &= V_{\text{rerata}} \cdot I_{\text{rerata}} \\
 &= 9,24 \cdot 0,31 \\
 &= 2,86 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

## Solar Panel 200WP

a. Rata – Rata Arus

$$\begin{aligned} I_{\text{rerata}} &= \frac{\text{Total Arus}}{11} \\ &= \frac{0,13+0,13+0,14+0,16+0,21+2,12+2,07+1,76+1,75+1,73+1,58}{11} \\ &= 1,07 \text{ A} \end{aligned}$$

b. Rata – Rata Tegangan

$$\begin{aligned} V_{\text{rerata}} &= \frac{\text{Total Tegangan}}{11} \\ &= \frac{8,2+8,26+8,26+8,31+8,52+11,76+11,82+11,63+11,49+11,49+11,27}{11} \\ &= 10,09 \text{ V} \end{aligned}$$

c. Rata – Rata Daya

$$\begin{aligned} P_{\text{rerata}} &= V_{\text{rerata}} \cdot I_{\text{rerata}} \\ &= 10,09 \cdot 1,07 \\ &= 10,79 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Maka dari analisa diatas didapatlah arus, tegangan dan daya keluaran pada panel surya 100WP ( $I_{\text{rerata}} = 0,31 \text{ A}$ ,  $V_{\text{rerata}} = 9,24 \text{ V}$  dan  $P_{\text{rerata}} = 2,86 \text{ Watt}$ ) dan Panel surya 200WP ( $I_{\text{rerata}} = 1,07$ ,  $V_{\text{rerata}} = 10,09 \text{ V}$  dan  $P_{\text{rerata}} = 10,79 \text{ Watt}$ )

### 4.2.6. Data Hari Ke-6 Rabu 30/09/2020

Pada pengambilan data hari ke-6 cuaca tampak mendung. Hal ini menyebabkan matahari tidak bersinar secara maximal, sehingga intensitas cahaya yang diserap oleh panel surya tidak terlalu besar. Arus dan tegangan keluaran panel surya yang dihasilkan juga tidak terlalu besar. Diakrenakan arus dan tegangan yang dihasilkan tidak terlalu besar, berdampak pada daya keluaran yang dihasilkan juga tidak terlalu besar.

Adapun tabel data yang diambil pada hari Rabu 30/09/2020 adalah sebagai berikut :

Rabu, 30/9/2020 (Mendung)				
100WP				
Waktu	Intensitas Cahaya Matahari		Tegangan Keluaran (V)	Arus Panel Surya (I)
	Lux	Watt/m <sup>2</sup>		
07:00 - 08:00	7623	60,2217	10,03	0,27
08:00 - 09:00	8091	63,9189	10,17	0,31
09:00 - 10:00	9234	72,9486	10,21	0,37
10:00 - 11:00	10430	82,397	10,75	0,41
11:00 - 12:00	13870	109,573	11,56	0,45
12:00 - 13:00	14310	113,049	11,69	0,51
13:00 - 14:00	13110	103,569	11,51	0,43
14:00 - 15:00	11760	92,904	11,23	0,38
15:00 - 16:00	9431	74,5049	10,86	0,32
16:00 - 17:00	9110	71,969	10,84	0,32
17:00 - 18-00	5082	40,1478	10,61	0,19
200WP				
Waktu	Intensitas Cahaya Matahari		Tegangan Keluaran (V)	Arus Panel Surya (I)
	Lux	Watt/m <sup>2</sup>		
07:00 - 08:00	7623	60,2217	12,04	0,75
08:00 - 09:00	8091	63,9189	12,13	0,75
09:00 - 10:00	9234	72,9486	12,27	0,76
10:00 - 11:00	10430	82,397	12,32	0,77
11:00 - 12:00	13870	109,573	12,51	1,02
12:00 - 13:00	14310	113,049	12,72	1,1
13:00 - 14:00	13110	103,569	12,43	1,08
14:00 - 15:00	11760	92,904	12,37	0,9
15:00 - 16:00	9431	74,5049	12,18	0,86
16:00 - 17:00	9110	71,969	11,87	0,83
17:00 - 18-00	5082	40,1478	10,84	0,79

Tabel 4.6 Tabel Percobaan Hari Ke-6

Maka dari tabel diatas dapat dihitung rata – rata arus, tegangan dan daya keluaran yang dihasilkan panel surya 100WP dan 200WP pada tiap jam nya sebagai berikut :

### Solar Panel 100WP

a. Rata – Rata Arus

$$\begin{aligned} I_{\text{rerata}} &= \frac{\text{Total Arus}}{11} \\ &= \frac{0,27+0,31+0,37+0,41+0,45+0,51+0,43+0,38+0,32+0,32+0,19}{11} \\ &= 0,36 \text{ A} \end{aligned}$$

b. Rata – Rata Tegangan

$$\begin{aligned} V_{\text{rerata}} &= \frac{\text{Total Tegangan}}{11} \\ &= \frac{10,03+10,17+10,21+10,75+11,56+11,69+11,51+11,23+10,86+10,84+10,61}{11} \\ &= 9,24 \text{ V} \end{aligned}$$

c. Rata – Rata Daya Keluaran

$$\begin{aligned} P_{\text{rerata}} &= V_{\text{rerata}} \cdot I_{\text{rerata}} \\ &= 9,24 \cdot 0,36 \\ &= 3,32 \text{ Watt} \end{aligned}$$

### Solar Panel 200WP

a. Rata – Rata Arus

$$\begin{aligned} I_{\text{rerata}} &= \frac{\text{Total Arus}}{11} \\ &= \frac{0,75+0,75+0,76+0,77+1,02+1,1+1,08+0,9+0,86+0,83+0,79}{11} \\ &= 0,87 \text{ A} \end{aligned}$$

b. Rata – Rata Tegangan

$$V_{\text{rerata}} = \frac{\text{Total Tegangan}}{11}$$

$$= \frac{12,04+12,13+12,27+12,32+12,51+12,72+12,43+12,37+12,18+11,87+10,84}{11}$$

$$= 12,15 \text{ V}$$

c. Rata – Rata Daya

$$P_{\text{rerata}} = V_{\text{rerata}} \cdot I_{\text{rerata}}$$

$$= 12,15 \cdot 0,87$$

$$= 10,57 \text{ Watt}$$

Maka dari analisa diatas didapatkan arus, tegangan dan daya keluaran pada panel surya 100WP ( $I_{\text{rerata}} = 0,36 \text{ A}$ ,  $V_{\text{rerata}} = 9,24 \text{ V}$  dan  $P_{\text{rerata}} = 3,32 \text{ Watt}$ ) dan Panel surya 200WP ( $I_{\text{rerata}} = 0,87$ ,  $V_{\text{rerata}} = 12,15 \text{ V}$  dan  $P_{\text{rerata}} = 10,57 \text{ Watt}$ )

4.2.7. Data Hari Ke-7 Kamis 1/10/2020

Pada pengambilan data hari ke-7 cuaca masih tampak mendung. Hal ini menyebabkan matahari tidak bersinar secara maksimal, sehingga intensitas cahaya yang diserap oleh panel surya relatif kecil. Arus dan tegangan keluaran panel surya yang dihasilkan juga tidak terlalu besar. Diakrenakan arus dan tegangan yang dihasilkan tidak terlalu besar, berdampak pada daya keluaran yang dihasilkan juga kecil

Adapun tabel data yang diambil pada hari Rabu 30/09/2020 adalah sebagai berikut :

Kamis, 1/10/2020 (Hujan)				
100WP				
Waktu	Intensitas Cahaya Matahari		Tegangan Keluaran (V)	Arus Panel Surya (I)
	Lux	Watt/m <sup>2</sup>		
07:00 - 08:00	4815	38,0385	11,63	0,18
08:00 - 09:00	5172	40,8588	11,71	0,27
09:00 - 10:00	11870	93,773	12,59	0,92

10:00 - 11:00	42230	333,617	13,8	1,29
11:00 - 12:00	45090	356,211	14,23	1,37
12:00 - 13:00	49780	393,262	16,9	2,61
13:00 - 14:00	12700	100,33	12,5	0,44
14:00 - 15:00	7206	56,9274	11,7	0,29
15:00 - 16:00	18350	144,965	13,5	0,72
16:00 - 17:00	11470	90,613	13,1	0,43
17:00 - 18:00	5691	44,9589	12,45	0,28
200WP				
Waktu	Intensitas Cahaya Matahari		Tegangan Keluaran (V)	Arus Panel Surya (I)
	Lux	Watt/m <sup>2</sup>		
07:00 - 08:00	4815	38,0385	12,54	0,93
08:00 - 09:00	5172	40,8588	12,62	0,98
09:00 - 10:00	11870	93,773	13,27	1,56
10:00 - 11:00	42230	333,617	15,21	3,17
11:00 - 12:00	45090	356,211	15,28	3,17
12:00 - 13:00	49780	393,262	17	3,79
13:00 - 14:00	12700	100,33	13,5	1,07
14:00 - 15:00	7206	56,9274	13,1	0,68
15:00 - 16:00	18350	144,965	14,2	1,51
16:00 - 17:00	11470	90,613	13,5	0,91
17:00 - 18:00	5691	44,9589	12,93	0,57

Tabel 4.7 Tabel Percobaan Hari Ke-7

Maka dari tabel diatas dapat dihitung rata – rata arus, tegangan dan daya keluaran yang dihasilkan panel surya 100WP dan 200WP pada tiap jam nya sebagai berikut :

#### Solar Panel 100WP

##### a. Rata – Rata Arus

$$\begin{aligned}
 I_{\text{rata}} &= \frac{\text{Total Arus}}{11} \\
 &= \frac{0,18+0,27+0,92+1,29+1,37+2,61+0,44+0,29+0,72+0,43+0,28}{11} \\
 &= 0,8 \text{ A}
 \end{aligned}$$

b. Rata – Rata Tegangan

$$\begin{aligned}V_{\text{rerata}} &= \frac{\text{Total Tegangan}}{11} \\&= \frac{11,63+11,71+12,59+13,8+14,23+16,9+12,5+11,7+13,5+13,1+12,45}{11} \\&= 13,1 \text{ V}\end{aligned}$$

c. Rata – Rata Daya Keluaran

$$\begin{aligned}P_{\text{rerata}} &= V_{\text{rerata}} \cdot I_{\text{rerata}} \\&= 13,1 \cdot 0,8 \\&= 10,48 \text{ Watt}\end{aligned}$$

### Solar Panel 200WP

a. Rata – Rata Arus

$$\begin{aligned}I_{\text{rerata}} &= \frac{\text{Total Arus}}{11} \\&= \frac{0,84+0,87+1,68+3,17+3,17+3,79+1,07+0,68+1,51+0,91+0,57}{11} \\&= 1,66 \text{ A}\end{aligned}$$

b. Rata – Rata Tegangan

$$\begin{aligned}V_{\text{rerata}} &= \frac{\text{Total Tegangan}}{11} \\&= \frac{12,74+12,83+13,62+15,21+15,28+17+13,5+13,1+14,2+13,5+12,93}{11} \\&= 13,99 \text{ V}\end{aligned}$$

c. Rata – Rata Daya

$$P_{\text{rerata}} = V_{\text{rerata}} \cdot I_{\text{rerata}}$$

$$= 13,99 \cdot 1,66$$

$$= 23,223 \text{ Watt}$$

Maka dari analisa diatas didapatkan arus, tegangan dan daya keluaran pada panel surya 100WP ( $I_{\text{rerata}} = 0,8 \text{ A}$ ,  $V_{\text{rerata}} = 13,1 \text{ V}$  dan  $P_{\text{rerata}} = 10,48 \text{ Watt}$ ) dan Panel surya 200WP ( $I_{\text{rerata}} = 1,66$ ,  $V_{\text{rerata}} = 13,99 \text{ V}$  dan  $P_{\text{rerata}} = 1,66 \text{ Watt}$ )

#### 4.3. Rata – Rata Arus, Tegangan dan Daya / Jam

Setelah dihitung rata – rata arus, tegangan dan daya keluaran yang dihasilkan oleh panel surya setiap jam, maka didapatkan data rata – rata arus, tegangan dan daya keluaran panel surya pada tabel berikut :

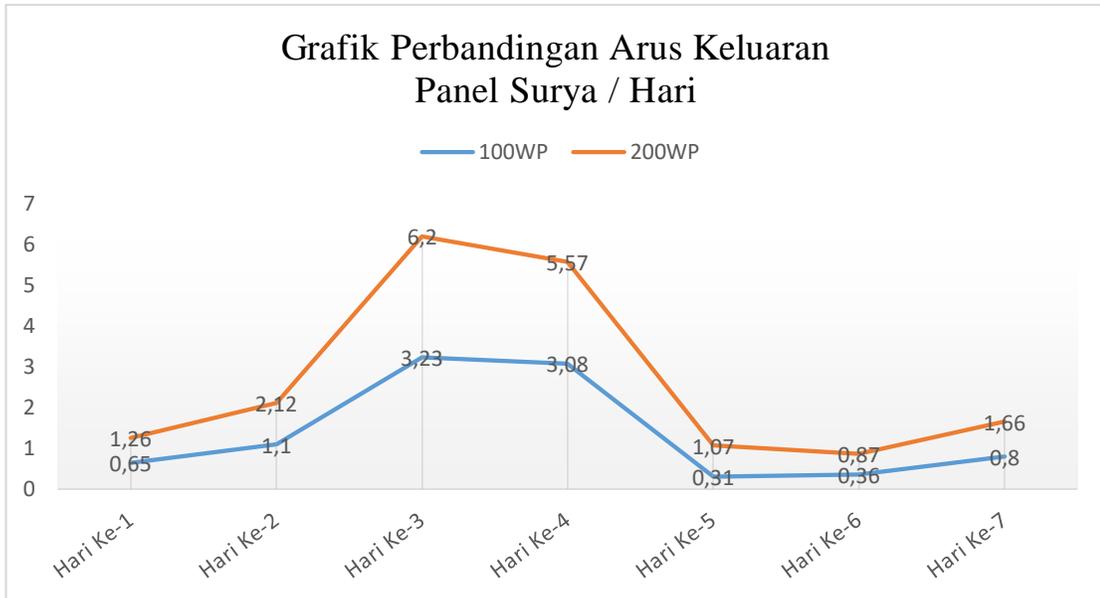
Hari / Tanggal	Rata – Rata / Jam					
	100WP			200WP		
	Arus (Ampere)	Tegangan (Volt)	Daya (Watt)	Arus (Ampere)	Tegangan (Volt)	Daya (Watt)
Jum'at, 25/09/2020	0,65	12,14	8,25	1,26	16,949	13,02
Sabtu 26/09/2020	1,1	12,87	15	2,12	14,04	30,84
Minggu 27/09/2020	3,23	15,25	52,07	6,2	17,7	120,29
Senin 28/09/2020	3,08	15,02	49,85	5,57	18,22	110,78
Selasa 29/09/2020	0,31	9,24	3,12	1,07	10,09	12,18
Rabu 30/9/2020	0,36	10,86	3,94	0,87	12,15	10,64
Kamis 1/10/2020	0,8	13,1	11,45	1,66	13,99	24,57

  : Hasil Keluaran Terendah   : Hasil Keluaran Tertinggi

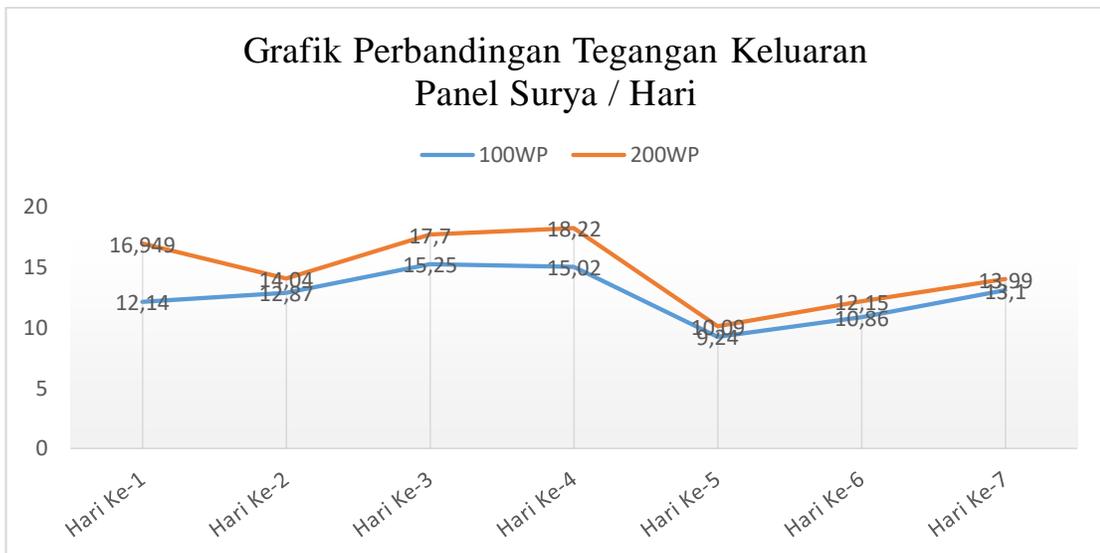
Tabel 4.8 Tabel Rata-Rata Arus, Tegangan dan Daya

Pada tabel diatas, dapat dilihat bahwa pengambilan data hari ke-3 menghasilkan daya keluaran panel surya 100WP dan 200WP yang paling besar. Sedangkan pengambilan data pada hari ke-6 merupakan hasil dari daya keluaran panel surya 100WP dan 200WP yang paling kecil.

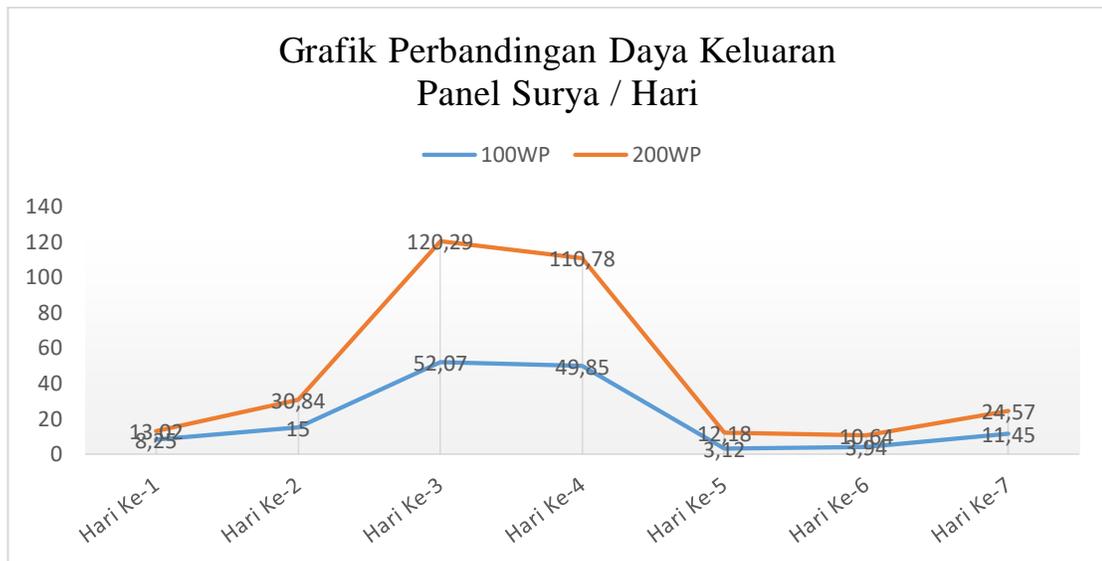
Adapun grafik perbandingan arus, tegangan dan daya antara panel surya 100WP dan 200WP per hari nya adalah sebagai berikut :



Grafik 4.1. Grafik Perbandingan Arus Keluaran Panel Surya / Hari



Grafik 4.2. Grafik Perbandingan Tegangan Keluaran Panel Surya / Hari



Grafik 4.3. Grafik Perbandingan Daya Keluaran Panel Surya / Hari

Dilihat dari grafik yang dihasilkan, maka panel surya 200WP jauh menghasilkan Arus, Tegangan dan Daya keluaran jauh diatas panel surya 100WP

#### 4.4. Lama Waktu Pengisian Baterai

Kemampuan solar panel 100WP dan 200WP untuk mengisi penuh baterai akan dibandingkan, dimana untuk mencari waktu pengisian baterai dapat digunakan persamaan :

$$I = \text{Kapasitas Baterai} / \text{Waktu}$$

Diambil dari data panel surya yang tertinggi dan terendah, maka :

##### Panel Surya 100WP

###### a. Data Panel Surya Tertinggi

Diketahui :  $I = 3,23$

Kapasitas Baterai = 100 Ah

Ditanya : Berapakah lama waktu yang dibutuhkan untuk mengisi baterai dengan kapasitas 100 Ah?

Jawab :  $I = \text{Kapasitas Baterai} / \text{Waktu}$

$$3,23 = 100 \text{ Ah} / \text{Waktu}$$

$$\text{Waktu} = 100 \text{ Ah} / 3,23$$

$$= 30,5 \text{ Jam (Penuh)}$$

Pengambilan data pada percobaan adalah selama 11 Jam (Matahari Bersinar). Jika waktu pengisian baterai (Penuh) dengan arus 3,23 A harus memakan waktu selama 30,5 Jam, Maka panel surya 100WP dengan data tertinggi mampu mengisi kapasitas baterai perhari adalah :

Diketahui :  $Wh = 100 \text{ Ah} \cdot 12 \text{ V} = 1200 \text{ Wh}$

Waktu Pengisian Penuh = 30,5 Jam

Waktu pengambilan data = 11 Jam

Ditanya : Berapakah kapasitas baterai yang terisi pada 11 Jam?

Jawab :  $\text{Presentase} = \frac{11}{30,5} \times 100$

$$= 0,36 \times 100$$

$$= 36\%$$

Maka dalam 11 jam (data tertinggi) panel surya 100WP mampu mengisi baterai dengan kapasitas 100Ah sebesar 36 % dari 100 % kapasitas baterai.

b. Data Panel Surya Terendah

Diketahui :  $I = 3,23$

Kapasitas Baterai = 100 Ah

Ditanya : Berapakah lama waktu yang dibutuhkan untuk mengisi baterai dengan kapasitas 100 Ah?

Jawab :  $I = \text{Kapasitas Baterai} / \text{Waktu}$

$$0,36 = 100 \text{ Ah} / \text{Waktu}$$

$$\text{Waktu} = 100 \text{ Ah} / 0,36$$

$$= 277 \text{ Jam}$$

Pengambilan data pada percobaan adalah selama 11 Jam (Matahari Bersinar). Jika waktu pengisian baterai (Penuh) dengan arus 0,36 A harus memakan waktu selama 277 Jam, Maka panel surya 100WP dengan data tertinggi mampu mengisi kapasitas baterai perhari adalah :

Diketahui :  $\text{Wh} = 100 \text{ Ah} \cdot 12 \text{ V} = 1200 \text{ Wh}$

$$\text{Waktu Pengisian Penuh} = 277 \text{ Jam}$$

$$\text{Waktu pengambilan data} = 11 \text{ Jam}$$

Ditanya : Berapakah kapasitas baterai yang terisi pada 11 Jam?

Jawab :  $\text{Presentase} = \frac{11}{277} \times 100$

$$= 0,04 \times 100$$

$$= 3,97 \%$$

Maka dalam 11 jam (Data terendah) panel surya 100WP mampu mengisi baterai dengan kapasitas 100Ah sebesar 3,97 % dari 100% kapasitas baterai.

#### Panel Surya 200WP

a. Data Panel Surya Tertinggi

Diketahui :  $I = 6,2$

$$\text{Kapasitas Baterai} = 100 \text{ Ah}$$

Ditanya : Berapakah lama waktu yang dibutuhkan untuk mengisi baterai dengan kapasitas 100 Ah?

Jawab :  $I = \text{Kapasitas Baterai} / \text{Waktu}$

$$6,2 = 100 \text{ Ah} / \text{Waktu}$$

$$\begin{aligned}\text{Waktu} &= 100 \text{ Ah} / 6,2 \\ &= 16,129 \text{ Jam (Penuh)}\end{aligned}$$

Pengambilan data pada percobaan adalah selama 11 Jam (Matahari Bersinar). Jika waktu pengisian baterai (Penuh) dengan arus 6,2 A harus memakan waktu selama 16,129 Jam, Maka panel surya 100WP dengan data tertinggi mampu mengisi kapasitas baterai perhari adalah :

Diketahui :  $Wh = 100 \text{ Ah} \cdot 12 \text{ V} = 1200 \text{ Wh}$

$$\text{Waktu Pengisian Penuh} = 16,13 \text{ Jam}$$

$$\text{Waktu pengambilan data} = 11 \text{ Jam}$$

Ditanya : Berapakah kapasitas baterai yang terisi pada 11 Jam?

Jawab : 
$$\begin{aligned}\text{Presentase} &= \frac{11}{16,129} \times 100 \\ &= 0,682 \times 100 \\ &= 68,2 \%\end{aligned}$$

Maka dalam 11 jam (data tertinggi) panel surya 200WP mampu mengisi baterai dengan kapasitas 100Ah sebesar 68,2% dari 100% kapasitas baterai.

b. Data Panel Surya Terendah

Diketahui :  $I = 0,87$

$$\text{Kapasitas Baterai} = 100 \text{ Ah}$$

Ditanya : Berapakah lama waktu yang dibutuhkan untuk mengisi baterai dengan kapasitas 100 Ah?

Jawab :  $I = \text{Kapasitas Baterai} / \text{Waktu}$

$$0,87 = 100 \text{ Ah} / \text{Waktu}$$

$$\text{Waktu} = 100 \text{ Ah} / 0,87$$

$$= 114,94 \text{ Jam}$$

Pengambilan data pada percobaan adalah selama 11 Jam (Matahari Bersinar). Jika waktu pengisian baterai (Penuh) dengan arus 0,87 A harus memakan waktu selama 114,92 Jam, Maka panel surya 100WP dengan data tertinggi mampu mengisi kapasitas baterai perhari adalah :

Diketahui :  $Wh = 100 \text{ Ah} \cdot 12 \text{ V} = 1200 \text{ Wh}$

$$\text{Waktu Pengisian Penuh} = 114,92 \text{ Jam}$$

$$\text{Waktu pengambilan data} = 11 \text{ Jam}$$

Ditanya : Berapakah kapasitas baterai yang terisi pada 11 Jam?

Jawab : 
$$\text{Presentase} = \frac{11}{114,92} \times 100$$
$$= 0,095 \times 100$$
$$= 9,57 \%$$

Maka dalam 11 jam (Data terendah) panel surya 200WP mampu mengisi baterai dengan kapasitas 100Ah sebesar 9,57 % dari 100% kapasitas baterai.

Adapun grafik perbandingan presentase kemampuan panel surya 100WP dan 200WP mengisi baterai 100Ah adalah sebagai berikut :



Grafik 4.4. Perbandingan Daya Yang Ter isi Pada Baterai

#### 4.5. Kemampuan Baterai Membebani Beban Total Pada Masjid

Dari analisa data yang telah didapat, bahwa panel surya 100WP dan 200WP tidak mampu mengisi penuh baterai dengan kapasitas 100Ah selama satu hari. Panel surya 100WP hanya sanggup mengisi baterai hingga 36% setiap harinya (apabila hari cerah) dan panel surya 200WP mampu mengisi baterai sebesar 68,2% setiap hari nya (apabila hari cerah).

Namun, dari beberapa persen kapasitas baterai yang telah diisi akan dikaitkan dengan beban total yang digunakan masjid. Apakah dengan 36% kapasitas baterai mampu membebani beban total pada masjid atau perlu 68,2% untuk membebani masjid. Adapun kapasitas baterai apabila terisi penuh adalah :

$$\begin{aligned} P &= V \cdot I \\ &= 12 \times 100\text{Ah} \\ &= 1200 \text{ VA} \end{aligned}$$

Artinya, dalam 1 jam baterai dapat mensuplai daya sebesar 1200VA atau apabila baterai diberi beban sebesar 1200 Watt maka baterai hanya mampu bertahan selama 1 jam saja.

Adapun analisa data kemampuan baterai yang telah diisi oleh panel surya 100WP dan 200WP untuk membebani beban pada masjid adalah sebagai berikut :

##### Panel Surya 100WP

Diketahui : Beban AC 360 Watt / Hari atau 15 Watt / Jam

Beban DC 384 Watt / Hari atau 16 Watt / Jam

Kemampuan mangisi baterai 100Ah = 36% / Hari (hari cerah)

Kapasitas baterai 1200Watt / Jam

Ditanya : Berapa Lama ketahanan 36% baterai dengan kapasitas 100 Ah untuk membebani beban masjid ?

Jawab :

$$\begin{aligned} 36\% \text{ Kapasitas baterai} &= \frac{36}{100} \times 1200 \\ &= \frac{36}{100} \times 1200 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 432 \text{ Watt / Hari} \\
\text{Ketahanan Baterai} &= \text{Membebani beban DC} \\
&= 432 - 384 \text{ ( Dapat menopang beban DC selama yang dibutuhkan )} \\
&= \text{Tersisa 48 Watt DC} \\
&= \text{Maka kemampuan Membebani beban AC } \frac{48}{360} \\
&= 0,13 \text{ Hari x 85\% (Efisiensi Inverter)} \\
&= 0,1105 \text{ Hari}
\end{aligned}$$

Maka panel surya 100WP dalam keadaan cerah mampu mengisi baterai sebesar 36% dan mampu membebani lampu DC selama yang dibutuhkan dalam 1 hari tetapi tidak mampu membebani Beban AC yang dibutuhkan. Panel surya 100 WP hanya dapat membebani beban AC selama 0,1105 Hari dari beban AC 360 Watt / Hari.

#### Panel Surya 200WP

Jawab :

Diketahui : Beban AC 360 Watt / Hari atau 15 Watt / Jam

Beban DC 384 Watt / Hari atau 16 Watt / Jam

Kemampuan mengisi baterai 100Ah = 68,2 % / Hari (hari cerah)

Kapasitas baterai 1200Watt / Jam

Ditanya : Berapa Lama ketahanan 68,2 % baterai dengan kapasitas 100 Ah untuk membebani beban masjid ?

$$36\% \text{ Kapasitas baterai} = \frac{68,2}{100} \times 1200$$

$$= \frac{68,2}{100} \times 1200$$

$$= 818,4 \text{ Watt / Hari}$$

Ketahanan Baterai = Membebani beban DC

$$= 818,4 - 384 \text{ ( Dapat menopang beban DC selama yang dibutuhkan )}$$

$$= \text{Tersisa 434 Watt DC}$$

$$= \text{Maka kemampuan Membebani beban AC } \frac{434,4}{360}$$

$$= 1,2 \text{ Hari x 85\% (Efisiensi Inverter)}$$

$$= 1,02 \text{ Hari}$$

Maka panel surya 200WP dalam keadaan cerah mampu mengisi baterai sebesar 68,2% dan mampu membebani lampu DC selama yang dibutuhkan dalam 1 hari dan mampu membebani Beban AC yang dibutuhkan selama 1,02 hari.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### 5.1. Kesimpulan

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

1. Daya keluaran panel surya 200 WP maksimal pada hari terik adalah 120 Watt / Jam dan panel surya 100 WP maksimal adalah 52 Watt / Jam
2. Beban total yang digunakan pada beban masjid adalah sebesar 384 Watt DC dan 360 Watt AC.
3. Panel surya 200WP dapat mengisi baterai 100Ah sebesar 68% / hari jauh lebih besar dibandingkan dengan panel surya 100WP yang hanya mampu mengisi baterai dengan presentase 36% / hari.
4. Panel surya 200WP jauh lebih efektif digunakan untuk membebani total beban pada masjid dibanding dengan panel surya 100WP, dimana panel surya 200WP dapat membebani beban pada masjid selama lebih dari 1hari sedangkan panel surya 100WP hanya dapat membebani beban pada masjid hanya 12 Jam saja.
5. Dengan perbandingan biaya yang digunakan, panel surya 200WP jauh lebih efektif dibanding 100WP. Karena perbedaan biaya pada kedua panel surya tidak terlalu signifikan sehingga hanya menambah sedikit biaya kita dapat menggunakan daya yang jauh lebih besar dari pada panel surya 100WP.

#### 5.2. Saran

1. Perlu pengujian lebih lanjut untuk mendapatkan analisa daya serap pada panel surya dengan mempertimbangkan sudut kemiringan berdirinya panel surya terhadap matahari.
2. Perlunya pengujian pengaruh bayangan yang menghalangi panel surya terhadap arus dan tegangan keluaran yang dihasilkan panel surya.
3. Pada tiap tiap masjid ataupun mushola agar kiranya dapat menggunakan energi baru terbarukan yaitu panel surya untuk menjamin kelancaran dan kekhusyukan beribadah.

4. Sebaiknya masyarakat yang berada di Desa Sei Litu Kecamatan Sawit Sebrang Langkat agar dapat menggunakan PLTS sebagai sumber energi cadangan, mengingat desa tersebut sering sekali terjadi pemadaman listrik oleh PLN.

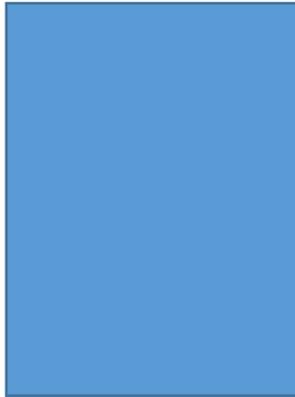
## DAFTAR PUSTAKA

- Purwoto, Bambang Hari. 2018. "Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif." *Emitor: Jurnal Teknik Elektro* 18(01):10–14.
- Martawati, Mira. 2018. "Intensitas Cahaya Terhadap Daya Dari Panel Surya." *Jurnal ELTEK* 16:125–36.
- Setiawan, Wira, Rio Hermawan, and Suardi Suardi. 2018. "Analisa Potensi Angin Dan Cahaya Matahari Sebagai Alternatif Sumber Tenaga Listrik Di Wilayah Laut Sawu." *JST (Jurnal Sains Terapan)* 4(1):57–62.
- Ahmad Wahid, dkk. 2014. "Analisis Kapasitas Dan Kebutuhan Daya Listrik Untuk Menghemat Penggunaan Energi Listrik Di Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura." *Jurnal Teknik Elektro UNTAN* 2(1):10.
- Hamid, Riskha Mirandha, Rizky Rizky, Mohamad Amin, and Ida Bagus Dharmawan. 2016. "Rancang Bangun Charger Baterai Untuk Kebutuhan UMKM." *JIT (Jurnal Teknologi Terpadu)* 4(2):130.
- Sinaga, Yustinus Andrianus, Ahmad Saudi Samosir, and Abdul Haris. 2017. "Rancang Bangun Inverter 1 Phasa Dengan Kontrol Pembangkit Pulse Width Modulation ( PWM )." *Electrician* 11(2):81–90.
- Dzulfikar, Dafi, and Wisnu Broto. 2016. "Optimalisasi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Surya Skala Rumah Tangga." V:SNF2016-ERE-73-SNF2016-ERE-76.
- Hasyim Asy'ari, Jarmiko, Angga. 2012. "Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Daya Keluaran Panel Sel Surya." *Simposium Nasional RAPI XI FT UMS* 57.
- Suriansyah, Bambang. 2014. "CATU DAYA CADANGAN BERKAPASITAS 100 Ah / 12 V UNTUK LABORATORIUM OTOMASI INDUSTRI POLIBAN." *Jurnal INTEKNA* (2): 102–209.
- Hamid, Riskha Mirandha, Rizky Rizky, Mohamad Amin, and Ida Bagus Dharmawan. 2016. "Rancang Bangun Charger Baterai Untuk Kebutuhan UMKM." *JIT (Jurnal Teknologi Terpadu)* 4(2): 130.
- Hossain, M A et al. 2011. "PERFORMANCE EVALUATION OF 1 . 68 KWp DC OPERATED SOLAR PUMP WITH AUTO TRACKER USING MICROCONTROLLER BASED DATA ACQUISITION SYSTEM." *International Conference on Mechanical Engineering 2011* 2011(December): 18–20.

Studi, Program, Teknik Elektro, Fakultas Teknik, and Universitas Muhammadiyah Semarang. 2017. "Jurnal Tugas Akhir Analisa Beban Arus Pada Inverter Dan Trafo Pada Waktu Pemakaian Dan Pengisian Aki." : 1–16.

# Lampiran

# DAFTAR RIWAYAT HIDUP



## DATA PRIBADI

Nama : Irfan Nofri  
Alamat : Jln. Seibahilang Ling. V Kel. Mandailing  
Kec.Tebing Tinggi Kota Kota Tebing Tinggi  
Jenis kelamin : Laki – laki  
Umur : 22 Tahun  
Agama : Islam  
Status : Belum Menikah  
Tempat, Tgl. Lahir : Pekan Baru Riau 14 November 1998  
Tinggi/Berat Badan : 172 cm/95 Kg  
Kewarganegaraan : Indonesia  
No.Hp : 0812 6293 8476  
Email : irfannofri@gmail.com

## ORANG TUA

Nama Ayah : Asril, S.Pd  
Agama : Islam  
Nama Ibu : Rosmaniar  
Agama : Islam  
Alamat : Jln. Seibahilang Ling. V Kel. Mandailing  
Kec.Tebing Tinggi Kota Kota Tebing Tinggi

## LATAR BELAKANG PENDIDIKAN

2004-2010 : SDN 163098 Tebing Tinggi  
2010-2013 : SMP Negeri 1 Tebing Tinggi  
2013-2016 : SMK Negeri 2 Tebing Tinggi  
2016-2020 : Tercatat Sebagai Mahasiswa Program Studi Teknik  
Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah  
Sumatera Utara (UMSU)

**PENGALAMAN ORGANISASI**

2017-2018 : Sekretaris Bidang TKK PK IMM FATEK UMSU  
2018-2019 : Ketua Bidang Organisasi PK IMM FATEK UMSU  
2019-2020 : Ketua Umum PK IMM FATEK UMSU  
2020-2021 : Sekretaris Bidang Medkom PC IMM Kota Medan