

## **TUGAS AKHIR**

### **“RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA KAPASITAS 200 WP DENGAN SISTEM SOLAR CHARGE”**

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

**Disusun Oleh :**

**RYAN DIMAS IVANA**  
**1607220058**



**UMSU**  
Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

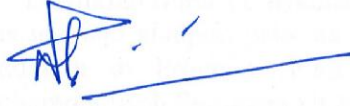
Nama : Ryan Dimas Ivana  
NPM : 1607220058  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul Skripsi : Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 200  
WP Dengan Sistem Solar Charge  
Bidang Ilmu : Energi Baru Terbarukan

Telah berhasil dipertaruhkan 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, 10 November 2020

Mengetahui dan Menyetujui

Dosen Pembanding I



**Ir. Abdul Aziz H.M.M**

Dosen Pembanding II



**Partaonan Harahap, S.T.M.T**

Dosen Pembimbing



**Noorly Evalina, S.T.M.T**



## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang beranda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Ryan Dimas Ivana  
NPM : 1607220058  
Tempat / Tgl Lahir : Tanjung Morawa / 10 Agustus 1998  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Elektro

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

### **“RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA KAPASITAS 200 WP DENGAN SISTEM SOLAR CHARGE”**

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, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 10 Novemberr 2020

Saya yang menyatakan



Ryan Dimas Ivana

## ABSTRAK

Kebutuhan akan energi listrik semakin meningkat seiring pertumbuhan kemajuan dibidang sektor seperti ekonomi, industri dan berbagai bidang lainnya. Energi listrik yang umumnya menggunakan bahan bakar konvensional seperti minyak bumi dan batubara menyebabkan ketersediannya di alam semakin menipis. Upaya yang dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut yaitu menggunakan Energi Baru dan Terbarukan (EBT) yang tidak akan pernah habis bersumber dari alam seperti Matahari. Agar dapat memanfaatkan energi tersebut digunakan sel surya yang dapat mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik. Besarnya energi surya yang dapat dikonversikan bergantung pada luas sel surya yang digunakan. Daya serap sel surya ini dapat dioptimal ketika panel tegak lurus kearah cahaya matahari. Oleh karena itu, penelitian ini akan merancang pembangkit listrik tenaga surya dengan kapasitas 200 Wp dengan sistem solar charger. Alat ini diharapkan dapat menjadi energi baru yang dapat memenuhi kebutuhan listrik sehari-hari dan alat penelitian ini akan diletakkan dipendopo dikarenakan sumber energi listrik masih sedikit dipendopo tersebut.

**Kata Kunci :** *Energi, Energi Listrik,, PLTS, Pendopo*

## **ABSTRACT**

*The need for electricity is growing as advances in sectors such as the economy, industry and other areas. Electrical energy that generally uses conventional fuels such as petroleum and coal causes the availability in the natural world is running low. Efforts made to overcome these problems are using New and Renewable Energy (EBT) which will never run out sourced from nature such as the Sun. In order to be able to harness that energy solar cells are used which can convert solar energy into electrical energy. The amount of solar energy that can be converted depends on the area of the solar cell used. The absorption power of these solar cells can be optimized by using a solar tracker. Therefore, this research will design a solar power plant with a capacity of 200 WP with a solar charge system. It is expected to be a new energy system that meets the daily needs of electricity and this research tool will be installed in pendopo as the source of electricity is still small.*

**Keywords :** *Energy, Electrical Energy, PLTS, Pendopo*

## KATA PENGANTAR

*Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Alhamdulillah, Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, berkat karunia dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA KAPASITAS 200 WP DENGAN SISTEM SOLAR CHARGE.** Shalawat dan Salam tak luput penulis hantarkan kepada Rasulullah SAW, dengan segala keteladanan yang ada pada-Nya. Tujuan penulisan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat kelulusan tingkat sarjana strata satu Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Terselesainya tugas akhir ini tentu tidak terlepas dari bantuan banyak pihak. Untuk itu penulis mengucapkan rasa terima kasih kepada:

1. Ayahanda tercinta Repiyantono dan Ibunda tercinta Jumiati selaku kedua orang tua penulis yang selalu memberikan nasihat, dorongan, motivasi, doa dan dukungan selama ini dalam proses pengerjaan dan dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Agussani, M.AP sebagai Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar ,ST., MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Univeritas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Faisal Irsan Pasaribu,ST.,MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Partaonan Harahap S.T, M.T selaku Seketaris Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, sekaligus sebagai pembanding II.
6. Ibu Noorly Evalina,S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing Penulisan Tugas Akhir yang telah tulus, ikhlas, perhatian dan kesabarannya sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Bapak Ir.Abdul Aziz.H.M.M, selaku Dosen Pembanding I yang telah memberi koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

8. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu kepada penulis.
9. Seluruh Pegawai dan Laboratorium Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Teman seperjuangan Program Studi Teknik Elektro kelas A2 Siang Terkhusus rekan satu tim dalam pengerjaan alat Bagus Muhammad Rizky dan Ichsan Darmawan terimakasih atas bantuan dan kerjasamanya dalam satu tim dan teman-teman sekelas yang tidak dapat saya sebutkan namanya satu persatu yang telah membantu dan supportnya.
11. Kepada Fatimah Yasma S.Pd, yang telah banyak membantu, dan memberi dorongan kepada penulis agar lebih bersemangat dalam pengerjaan Tugas Akhir, Terimakasih sudah mau menjadi seseorang yang sangat berpengaruh dalam hidup penulis setelah orang tua.
12. Dan semua pihak yang tidak mungkin dapat saya sebutkan satu persatu sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa karya tulis Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, maka saran dan kritik yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Akhirnya semoga karya tulis Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat memberikan sumbangan pada perkembangan ilmu pengetahuan di masa depan.

***Wassalamualaikum warahmatullah wabarakatuh.***

Medan, November 2020  
Penulis

**Ryan Dimas Ivana**

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI</b>	
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>viii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Masalah .....	2
1.4 Ruang Lingkup .....	2
1.5 Manfaat .....	3
1.5.1 Manfaat Masyarakat .....	3
1.5.2 Manfaat Universitas .....	3
1.5.3 Manfaat Mahasiswa .....	3
1.6 Metode Penelitian .....	3
1.7 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Tinjauan Pustaka Relevan .....	5
2.2 Landasan Teori .....	12
2.2.1 Energi.....	12
2.2.2 Energi Listrik.....	13
2.2.3 Sel Surya .....	13
2.2.4 Karakteristik Sel Surya .....	15
2.2.5 Radiasi Harian Matahari Terhadap Bumi .....	16
2.2.6 Pengaruh Sudut Pandang Terhadap Radiasi yang Diterima. 18	
2.2.7 Solar Charge .....	18
2.2.8 Baterai .....	19
2.2.9 Inverter .....	20
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	<b>22</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	22
3.2 Alat dan Bahan .....	22
3.2.1 Alat.....	22
3.2.2 Bahan .....	23
3.3 Rancangan Penelitian.....	24
3.4 Prosedur Percobaan .....	26
3.4.1 Perencanaan PLTS .....	26
3.4.1.1 Perencanaan Rangka Penyangga Panel Surya.....	26
3.4.2 Pengujian Rangka Penyangga Panel Surya .....	27
3.4.2.1 Peralatan Yang Digunakan.....	28



3.4.2.2 Langkah-Langkah Yang Dilakukan .....	28
3.4.3 Pengujian Panel Surya 2 x 100 Wp .....	28
3.4.3.1 Peralatan Yang Digunakan.....	28
3.4.3.2 Langkah-Langkah Yang Dilakukan.....	28
3.4.4 Pengujian Inverter.....	29
3.4.4.1 Peralatan Yang Digunakan .....	29
3.4.4.2 Langkah-Langkah Yang Dilakukan .....	29
3.4.5 Pengujian Rangkaian PLTS Tanpa Beban .....	29
3.4.5.1 Peralatan Yang Digunakan .....	29
3.4.5.2 Langkah Yang Dilakukan .....	30
3.4.6 Pengujian Rangkaian PLTS Menggunakan beban .....	30
3.4.7 Mengukur Parameter Output.....	31
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>32</b>
4.1 Hasil Pengujian Rangka Penyangga .....	32
4.1.1 Analisi Hasil Pengujian Rangka Penyangga .....	32
4.2 Hasil Pengujian Panel Surya .....	33
4.2.1 Analisis Hasil Pengujian Panel Surya.....	33
4.3 Hasil Pengujian Inverter.....	33
4.3.1 Analisis Hasil Pengujian Inverter.....	34
4.4 Hasil Pengujian Tanpa beban .....	34
4.4.1 Analisis Pembahasan Pengujian PTS Tanpa Beban .....	36
4.5 Hasil Pengujian Beban carger baterai .....	37
4.5.1 Analisis Pembahasan Pengujian Beban Carger Baterai .....	38
4.6 Hasil Pengujian Beban Solder 40 W .....	39
4.6.1 Analisis Pembahasan Pengujian Beban Solder 40 W .....	40
4.7. Hasil Pengujian Beban Lampu LED 15 W .....	40
4.7.1 Analisis Pengujian Beban Lampu LED 15 W .....	41
4.8 Hasil Pengujian Beban Kipas Angin 45 W .....	42
4.8.1 Analisis Pengujian Beban Kipas Angin 45 W.....	43
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>44</b>
5.1 Kesimpulan.....	44
5.2 Saran .....	44
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>45</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Proses pengubahan energi matahari menjadi energi listrik .....	14
Gambar 2.2	Grafik arus terhadap tegangan dan daya terhadap tegangan.....	16
Gambar 2.3	Radiasi sorotan dan radiasi sebaran yang mengenai bumi .....	17
Gambar 2.4	Grafik besar radiasi matahari yang mengenai bumi.....	17
Gambar 2.5	Arah sinar datang membentuk sudut terhadap bidang panel .....	18
Gambar 2.6	<i>Solar Charge Controller</i> .....	18
Gambar 2.7	Baterai .....	20
Gambar 3.1	Skema rancangan PLTS 200 Wp .....	24
Gambar 3.2	Diagram Alir langkah penelitian .....	27
Gambar 3.3	Bingkai sisi dan penguat bingkai sisi panel surya.....	27
Gambar 3.4	Penghubung antara tiang penyangga dengan bingkai .....	27
Gambar 3.5	Tiang penyangga rangka .....	27
Gambar 4.1	Rangka penyangga panel surya .....	32
Gambar 4.2	Panel surya diletakkan pada rangka penyangga.....	32
Gambar 4.3	Pengujian panel surya.....	33
Gambar 4.4	Hasil pengukuran pengujian pada panel surya .....	33
Gambar 4.5	Pengujian inverter.....	34
Gambar 4.6	Rangkaian pembangkit listrik tenaga surya .....	34
Gambar 4.7	Hasil pengukuran intensitas cahaya menggunakan lux meter ...	35
Gambar 4.8	Tegangan yang dihasilkan panel surya.....	35
Gambar 4.9	Hasil pengukuran tegangan setelah keluar dari inverter.....	35
Gambar 4.10	Grafik intensitas cahaya matahari terhadap waktu .....	36
Gambar 4.11	Grafik tegangan dari panel surya terhadap waktu .....	36
Gambar 4.12	Hasil pengukuran pada beban charger baterai .....	37
Gambar 4.13	Grafik daya pada beban charger terhadap waktu .....	38
Gambar 4.14	Hasil pengukuran pada beban solder 40 W .....	39
Gambar 4.15	Grafik daya pada beban solder 40 W terhadap waktu .....	39
Gambar 4.16	Hasil pengukuran pada beban lampu LED 15 W .....	40
Gambar 4.17	Grafik daya pada beban lampu led 15 W terhadap waktu .....	41
Gambar 4.18	Hasil pengukuran pada beban Kipas angin 45 W .....	42
Gambar 4.19	Grafik daya pada beban kipas angin 45 W terhadap waktu .....	43

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Tabel hasil pengujian tanpa beban .....	35
Tabel 4.2 Tabel hasil pengujian tanpa beban charger 10 W .....	38
Tabel 4.3 Tabel hasil pengujian beban solder 40 W.....	39
Tabel 4.4 Tabel hasil pengujian beban lampu LED 15 W .....	41
Tabel 4.5 Tabel hasil pengujian beban kipas angin 45 W .....	42

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pendopo merupakan tempat dimana mahasiswa banyak menghabiskan waktu luangnya baik sebelum dan sesudah jam kuliah selesai. Banyak kegiatan yang dapat dilakukan di Pendopo untuk mendukung proses belajar maupun proses yang mendukung kemajuan dalam bidang akademis maupun non akademis.

Namun, di era modern seperti sekarang ini manusia tak lepas akan kebutuhannya menggunakan perangkat elektronik. Dimana perangkat ini dapat membantu dan mempercepat dalam mencari informasi. Kebutuhan akan energi listrik sangatlah penting untuk keberlangsungan hidup perangkat elektronik. Ditambah lagi adanya krisis energi listrik yang harus digalakkan untuk menghemat energi.

Di pendopo ini masih sedikit sumber energi listrik seperti stop kontak yang dapat dan membantu mobilisasi mahasiswa dalam mendukung kegiatannya, terlebih lagi ketika butuh energi listrik pada setiap perangkat elektronik yang mereka gunakan. Sedikitnya sumber energi listrik di pendopo dikarenakan agar penggunaan listrik tidak melebihi yang diinginkan dan juga untuk menghemat menggunakan energi listrik.

Energi listrik merupakan energi yang dihasilkan melalui perubahan atau mengkonversikan energi ke energi yang lain. Misal perubahan energi kinetik dari perputaran turbin menjadi energi listrik, energi perputaran diesel menjadi energi listrik. Di Indonesia Perusahaan Listrik Negara (PLN) banyak menggunakan pembangkit listrik tenaga uap dan batubara sebagai bahan bakarnya. Jika hal ini terus berlanjut maka tidak mungkin kedepannya akan terjadi krisis energi. Upaya yang dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut yaitu menggunakan Energi Baru dan Terbarukan (EBT).

Energi Baru dan Terbarukan (EBT) yang tidak akan pernah habis bersumber dari alam seperti Matahari. Agar dapat memanfaatkan energi tersebut digunakan sel surya yang dapat mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik. Besarnya energi surya yang dapat dikonversikan bergantung pada luas sel surya yang digunakan. Daya serap sel surya ini dapat dioptimal dengan menggunakan

solar tracker. Oleh karena itu, penelitian ini akan merancang pembangkit listrik tenaga surya dengan kapasitas 200 WP yang berbasis arduino uno sebagai control tracker yang berfungsi agar posisi panel surya tegak lurus selalu terhadap arah intensitas sinar matahari.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dari latar belakang diatas maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana cara merancang pembangkit listrik tenaga surya kapasitas 200 WP dengan sistem solar charge?
2. Bagaimana prinsip kerja pembangkit listrik tenaga surya kapasitas 200 WP dengan sistem solar charge ?
3. Berapa besar parameter output pada pembangkit listrik tenaga surya kapasitas 200 WP dengan sistem solar charge saat tanpa beban dan berbeban ?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian yang ingin dicapai adalah :

1. Merancang pembangkit listrik tenaga surya kapasitas daya 200 Wp dengan sistem solar charge.
2. Menganalisis prinsip kerja pembangkit listrik tenaga surya kapasitas daya 200 Wp dengan sistem solar charge.
3. Menganalisis parameter daya ,tegangan, dan arus output pembangkit listrik tenaga surya kapasitas 200 Wp dengan sistem solar charge saat tanpa beban dan berbeban.

## **1.4 Ruang Lingkup**

Agar penelitian tugas akhir ini terarah tanpa mengurangi maksud juga tujuannya, maka ditetapkan ruang lingkup sebagai berikut:

1. Membahas mengenai rancangan dan prinsip kerja sebuah pembangkit listrik tenaga surya kapasitas 200 Wp dengan sistem solar charge.

2. Membahas secara umum tentang prinsip kerja solar charge pada pembangkit listrik tenaga surya kapasitas 200 Wp dengan sistem solar charge.
3. Penelitian ini hanya memperhitungkan daya, tegangan dan arus Output dari pembangkit listrik tenaga surya kapasitas 200 Wp dengan sistem solar charge saat berbeban dan tanpa beban.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Dengan adanya penelitian yang merancang sebuah pembangkit listrik tenaga surya kapasitas 200 WP ini, nantinya dapat mempunyai manfaat bagi :

### **1.5.1 Masyarakat**

Beberapa manfaat dari pembangkit listrik tenaga surya kapasitas 200 WP bagi masyarakat adalah Memberikan sumber energi alternatif terhadap masyarakat sebagai penambah maupun pengganti dari sumber energi listrik dari PLN.

### **1.5.2 Universitas**

Manfaat dari pembangkit listrik tenaga surya kapasitas 200 WP bagi universitas adalah Dapat dijadikan bahan acuan untuk meningkatkan ilmu pengetahuan dan teknologi.

### **1.5.3 Mahasiswa**

Manfaat pembangkit listrik tenaga surya kapasitas 200 WP bagi mahasiswa dapat dijadikan referensi untuk penelitian lanjutan penelitian yang lebih baik lagi.

## **1.6 Metode Penelitian**

Adapun beberapa metode penelitian yang penulis gunakan dalam menyelesaikan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

### **1. Studi Literatur**

Studi pustaka ini dilakukan untuk menambah pengetahuan bagi penulis sekaligus sebagai referensi dalam literatur maupun teori-teori yang bersumber dari buku, jurnal dan internet mengenai pembangkit listrik tenaga surya kapasitas 200 WP.

### **2. Studi Eksperimen**

Pada saat merancang penulis membuat perancangan dan menganalisa tempat yang ingin digunakan dalam proyek tugas akhir dan meliputi alat-alat dan bahan yang akan digunakan.

### 3. Studi Analisa dan Pengujian

Menganalisa dan menguji pembangkit listrik tenaga surya kapasitas 200 WP beserta output saat berbeban dan tanpa beban.

## **1.7 Sistematika Penulisan**

Adapun sistematika yang digunakan penulis dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

### **BAB I PENDAHULUAN**

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

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini berisikan tentang tinjauan pustaka relevan yaitu teori-teori rujukan yang dapat menunjang dalam penulisan tugas akhir, serta teori dasar yang berisikan landasan teori dasar setiap komponen alat yang digunakan.

### **BAB III METODE PENELITIAN**

Pada bab ini berisikan tentang lokasi penelitian berlangsung, fungsi alat dan bahan penelitian, tahapan pengerjaan, jadwal dan diagram alir perancangan pembangkit listrik tenaga surya kapasitas 200 WP.

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

Pada bab ini berisikan tentang analisis hasil dari pembangkit listrik tenaga surya kapasitas 200 WP pada saat berbeban dan tanpa beban.

### **BAB V PENUTUP**

Pada bab ini berisikan tentang kesimpulan penelitian pembangkit listrik tenaga surya dan saran.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Tinjauan Pustaka Relevan**

Untuk mengatasi terputusnya aliran listrik pada rumah tangga maka diperlukan suatu alat yang mampu mensuplai tegangan listrik sementara salah satunya adalah inverter, sehingga penulis bertujuan untuk menganalisis bagaimana pengaruh dari penggunaan alat inverter tersebut jika dibebani dengan beban lampu hemat energi sebagai penerangan pada rumah tinggal. Metode yang digunakan adalah dengan melakukan pengukuran beserta analisa perhitungan setiap kali inverter diberikan beban lampu hemat energi dengan daya yang bervariasi untuk mengetahui perubahan pada besaran-besaran listrik yang akan dianalisis. Dari penelitian dapat disimpulkan bahwa  $\cos \phi$  beban lampu dengan menggunakan inverter jauh lebih baik yakni mencapai memiliki nilai antara 0.65 s/d 0,93 dibandingkan tanpa menggunakan inverter yang hanya berkisar 0,65 s/d 0.69(Evalina & H, 2018)

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) merupakan energi baru yang tidak akan habis dan ramah terhadap lingkungan. Energi baru ini sudah banyak digunakan sebagai penerangan maupun skala besar pemakaian alat-alat elektronik. Namun pemanfaatan energi matahari ini sebagai pembangkit energi listrik masih bersifat statis(tidak mengikuti pergerakan matahari). Berdasarkan kondisi ini, maka panel surya tidak dapat menangkap cahaya secara maksimal. Keterbatasan tersebut dapat diatasi dengan pengujian dengan rotasi dinamis (mengikuti arah pergerakan matahari). Perolehan rata-rata daya keluaran yang dihasilkan sebesar 34,93 W(Harahap, 2019)

Pada penelitian pengaruh temperatur permukaan panel surya terhadap daya yang dihasilkan. Penelitian tersebut menggunakan 2 merk panel surya digunakan untuk perbandingan dengan meletakkan untuk daerah penyerapan pada panel surya. Faktor yang mempengaruhi tersebut yaitu temperatur permukaan panel surya yang berpengaruh terhadap efisiensi dari panel surya yang artinya semakin rendah suhu semakin efisien Pv dan sebaliknya.(Harahap, 2020)

Energi surya merupakan sumber energi terbarukan yang tersedia secara



berlimpah di Indonesia. Salah satu cara memanfaatkan energi surya adalah dengan mengubahnya menjadi energi listrik menggunakan modul fotovoltaik atau modul surya yang disebut pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). Dewasa ini pemanfaatan energi surya sebagai pembangkit tenaga listrik berkembang pesat, akan tetapi belum ada standard terkait pembangunan PLTS di Indonesia. Pembangunan PLTS dapat mempercepat rasio kelistrikan dan mengurangi konsumsi bahan bakar minyak di daerah terpencil. PLN yang bertanggung jawab dalam meningkatkan rasio kelistrikan memerlukan standard teknis yang dapat digunakan oleh kantor wilayah dalam merencanakan dan membangun PLTS. Pada makalah ini dibahas konfigurasi dasar PLTS, spesifikasi teknis peralatan utama seperti modul surya, inverter dan baterai serta pertimbangan dalam menentukan kapasitas PLTS. (Sianipar, 2014)

Untuk perencanaan sebuah pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) pada perumahan perlu diperhatikan kapasitas masing-masing komponen PLTS. Dalam perencanaan ini dilakukan perhitungan untuk kebutuhan distribusi listrik rumah tangga sebesar 26,927 kWh perharinya dengan menggunakan software PVsyst. Karakteristik modul surya yang digunakan berkapasitas 200 Wp baterai sebanyak 30 unit dengan kapasitas 100 Ah, baterai charge regulator (BCR) dengan kapasitas arusnya sebesar 500 A dan inverter dengan kapasitas daya 12 kW. Apabila setiap komponen terpasang telah memenuhi spesifikasi, maka sistem PLTS ini akan mampu melayani 10 rumah dengan daya sambung 6 A. (Syukri, 2010)

Energi adalah kebutuhan pokok setiap manusia. Kebutuhan energi yang ada saat ini, sebagian besar terpenuhi oleh energi yang bersumber dari bahan bakar fosil seperti minyak bumi, batubara dan gas alam. Namun persediaan energi yang ada saat ini semakin berkurang. Jika tak segera ditangani, kemungkinan tak terhindarkan lagi adanya krisis energi. Salah satu alternatif yang dapat diterapkan untuk permasalahan ini adalah pemanfaatan teknologi sel surya. Pada penelitian ini, akan dibuat perencanaan PLTS dengan memanfaatkan atap Gedung Harry Hartanto Universitas Trisakti sebagai lahan PLTS tersebut. Perancangan PLTS ini dilakukan dengan cara identifikasi layout atap gedung Hery Hartanto, kemudian dibuat desain yang ideal dengan spesifikasi peralatan yang ada di pasaran. Setelah itu dilakukan perhitungan biaya yang dibutuhkan dan juga perhitungan daya

output listrik yang dihasilkan untuk dilakukan analisa keuntungan dan lama ROI yang dicapai jika listrik tersebut dijual langsung ke PLN. Hasil perancangan menunjukkan dari total area sebesar 855 m<sup>2</sup> didapat panel yang digunakan adalah panel surya berkapasitas 300 WP sebanyak 312 buah dan inverter berkapasitas 20 kW sebanyak 5 buah. Daya yang dihasilkan dari PLTS adalah sebesar 131.232,1 kWh per tahun. Perancangan ini membutuhkan investasi awal sebesar Rp 2.869.777.544 dan juga membutuhkan pemeliharaan PLTS sebesar Rp 28.697.775 per tahun. Data dari hasil perhitungan ROI menunjukkan Pay Back Period akan tercapai selama 8 tahun 5 bulan dan juga nilai NPV dari investasi tersebut adalah positif. Jika dibandingkan dengan estimasi rata-rata umur pemakaian panel surya yang mencapai 25 tahun, maka dapat disimpulkan bahwa pembuatan PLTS dengan menggunakan rancangan ini akan menghasilkan income yang baik untuk masa yang akan datang. (Ramadhan, Rangkuti, 2016)

Pesatnya perkembangan industri di Indonesia masih menyisakan beberapa daerah terpencil dalam keadaan belum teraliri listrik, salah satunya yaitu Kabupaten Kepulauan Selayar, Sulawesi Selatan. Menanggapi hal tersebut, penggunaan energi terbarukan; energi panas matahari dapat dijadikan solusi kurangnya pemerataan pembangunan pembangkit listrik pada daerah terpencil tersebut. Dengan memanfaatkan kondisi geografis Kepulauan Selayar yang dikelilingi laut, hal tersebut dapat didesain Pembangkit Listrik Tenaga Surya Apung (PLTSA) yang terdiri dari barge dengan lambung katamaran sebagai media apung dari panel surya dan inverter sehingga nantinya satu PLTSA dapat memenuhi kebutuhan listrik pada beberapa kecamatan walaupun berada di pulau yang berbeda. Dengan menggunakan grid-tie system, pasokan listrik yang dihasilkan dapat langsung dialirkan ke grid PLN daerah setempat. Berdasarkan informasi dan kebutuhan listrik di Kabupaten Kepulauan Selayar, dibutuhkan sekitar 4 barge dengan 2410 unit panel surya dan 4 inverter pada tiap kapalnya untuk memenuhi kebutuhan daya listrik per hari sebesar 1.849.362,051 W. Ukuran utama kapal yang didapatkan adalah  $L = 164$  m,  $B = 42$  m,  $H = 4,2$  m,  $T = 1,2$  m. Dari ukuran utama kapal tersebut, didapatkan perhitungan analisis teknis, analisis ekonomis, analisis sensitivitas, serta gambar Lines Plan, General Arrangement, dan 3D Modeling. (Aulia, 2018)

Pada rancangan ini dibangun sebuah model solar tracking yang di implementasikan ke dalam sebuah purwarupa dengan menggunakan metode Solar Tracking. Sistem ini bekerja dengan sensor LDR sebagai pendeteksi dan menerima cahaya matahari, kemudian sinyal dari sensor ini akan diterima oleh Mikrokontroler Arduino Uno sebagai sistem pengendali otomatis yang bekerja menggerakkan dua motor servo ke empat arah mata angin menyesuaikan sudut paling kuat yang diterima oleh sensor LDR yang diasumsikan sebagai arah datangnya cahaya matahari yang memiliki intensitas tertinggi. Dalam pengujian ini dilakukan perbandingan terhadap optimasi output daya dari panel surya yang menggunakan sistem statis dengan sistem solar tracking yang dibantu dengan sensor tegangan dan arus dalam menghitung jumlah daya yang diterima oleh perangkat. (Asri, serwin, 2019.)

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan sistem pembangkit yang ramah lingkungan dan terbarukan. Untuk memaksimalkan energi yang dihasilkan dari sebuah panel surya, panel surya tersebut harus dapat bergerak mengikuti pergerakan sinar matahari. Pada penelitian ini dirancang sebuah Solar Tracker yang dapat menempatkan sebuah panel surya tegak lurus dengan arah datangnya radiasi matahari. Solar Tracker didesain dan dikontrol dengan mikrokontroler Arduino Mega 2560. Sebuah Light Dependent Resistor (LDR) digunakan sebagai sensor untuk mendeteksi arah datangnya sinar matahari dan Linear Actuator digunakan untuk menggerakkan solar panel agar didapatkan sudut yang sesuai dengan arah datangnya cahaya matahari, pergerakan ini juga tidak lepas dari dukungan mekanik yang dirancang fleksibel agar tidak mengurangi kemampuan Linear Actuator ketika mendorong dan menarik. Berdasarkan pengujian alat secara keseluruhan, kinerja alat sangat baik karena dapat mengikuti arah datangnya cahaya matahari dengan pembacaan dan perbandingan intensitas cahaya oleh LDR, panel surya bergerak secara tegak lurus terhadap arah datangnya cahaya matahari. (Arman, 2017)

Perancangan solar tracker menggunakan empat buah sensor LDR untuk mengindera arah gerak matahari. Solar tracker digunakan untuk menggerakkan sel surya agar mengikuti arah gerak matahari. Rangkaian elektronik terdiri dari rangkaian catudaya, rangkaian mikrokontroler ATmega8535, LCD, rangkaian

driver motor stepper, dan rangkaian sensor LDR. Rancangan mekanik menggunakan dua sumbu putar dengan motor stepper tipe unipolar sebagai penggerak agar sel surya dapat mengikuti gerak semu harian matahari (dalam arah timur-barat) dan gerak semu tahunan matahari (dalam arah utara-selatan). Sel surya yang digunakan adalah Amorphous 10 V/30 mA. Hasil pengukuran menunjukkan kenaikan tegangan sel surya mencapai 11,53% dibandingkan yang tidak menggunakan solar tracker sedangkan tegangan maksimumnya naik 1,18 V dibandingkan yang statis. (Roni Syafrialdi, Wildian 2015)

Indonesia merupakan negara tropis yang mendapatkan pencahayaan sinar matahari optimum di permukaan bumi. Sementara kebutuhan energi listrik meningkat dikarenakan pertumbuhan penduduk dan perkembangan teknologi. Hal ini menyebabkan adanya kebutuhan suatu energi alternatif. Salah satu inovasi untuk mendapatkan energi listrik adalah dengan cara memanfaatkan cahaya matahari menggunakan panel surya. Panel surya adalah alat yang mampu mengubah energi panas dari cahaya matahari menjadi energi listrik. Panel surya akan menerima daya sebesar intensitas cahaya matahari yang diterimanya dari pancaran cahaya matahari. Namun banyak dipasang secara tetap, sehingga daya yang terserap oleh panel surya menjadi tidak maksimum akibat penyerapannya yang tidak optimal. Penelitian ini bertujuan untuk merancang suatu alat yang mampu menyerap pancaran cahaya matahari secara optimal dengan menggunakan sistem pelacak otomatis berbasis mikrokontroler 2560. Sistem pelacak energi surya tersebut mampu menyerap energi listrik rata-rata sesaat 9.933 Watt, sedangkan energi rata-rata sesaat yang dihasilkan sistem panel surya statis adalah 0.8 Watt. Hasil monitoring tersebut dapat dilihat menggunakan sistem komunikasi berbasis internet secara realtime yang ditampilkan pada display web thingspeak.com dan aplikasi android virtuino. (Syahab, Romadhon, Hakim, 2019)

Photovoltaic (PV) adalah perangkat yang mampu mengubah energi radiasi matahari menjadi energi listrik. Ada dua hal yang dapat Anda lakukan untuk meningkatkan kinerja fotovoltaiik, pengembangan bahan PV dan teknologi pelacakan matahari. Dalam penelitian ini, difokuskan pada peningkatan kinerja bisnis melalui mekanisme sistem pelacakan surya PV. Secara umum, sistem pelacakan matahari digunakan untuk mendapatkan input radiasi matahari yang

selalu dimaksimalkan melalui pengontrolan posisi PV untuk mengikuti pergerakan matahari. Sistem yang dibangun terdiri dari dua bagian, yaitu subsistem mekanis (PV, motor, kerangka pelacak surya dan gir) dan subsistem listrik (sensor, pembagi tegangan dan mikrokontroler). Metode kontrol yang dikembangkan dalam sistem ini didasarkan pada PID, yang mencapai parameter kontrol terbaik untuk  $K_p$ ,  $K_i$  dan  $K_d$ , masing-masing adalah 40, 0,2, dan 2, dengan kinerja indeks dari kontrol respons, seperti waktu pengaturan 59,5 detik dan overshoot adalah 0552 Volt. Hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan output daya PV dengan sistem pelacakan matahari sebesar 36,57% jika dibandingkan dengan PV tetap. (Hariz Elvia Santoso 2014)

Energi matahari (surya) banyak memberikan manfaat bagi kehidupan manusia. Salah satu pemanfaatan energi surya yang bisa dilaksanakan adalah dalam bentuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Pada Tesis ini akan dirancang suatu sistem tenaga listrik solar cell dengan kapasitas 10 MW on-grid yang berlokasi di sekitar wilayah D.I. Yogyakarta. Kinerja sistem tenaga listrik solar cell 10 MW on-grid disimulasikan dengan menggunakan software RETScreen Clean Energy Project Analysis software, yang dirancang oleh Natural Resources Canada. Proyek ini dimulai dengan studi prefeasibility sistem tenaga listrik solar cell 10 MW on-grid menggunakan software RETScreen yang memiliki database yang luas dari data meteorologi termasuk radiasi global harian horisontal surya dan juga database berbagai komponen sistem energi terbarukan dari produsen yang berbeda. Kinerja teknis dan finansial dari sistem tenaga listrik solar cell 10 MW on-grid disimulasikan dengan menggunakan software RETScreen. Analisis awal dari hasil simulasi menunjukkan bahwa proyek ini secara sosial bermanfaat bagi masyarakat. Rancangan ini diharapkan dapat digunakan sebagai model untuk mengembangkan jaringan Sistem Tenaga Listrik Tenaga Surya (PLTS). (Sukmajati, 2015)

Kebutuhan akan listrik untuk kalangan industri, perkantoran, perumahan, termasuk untuk kapal-kapal perikanan meningkat dengan pesat. Peningkatan kebutuhan listrik ini tidak diiringi dengan penambahan pasokan listrik. Energi surya dapat dijadikan alternatif penghasil energi listrik. Sel surya dapat mengkonversi langsung radiasi sinar matahari menjadi energi listrik (proses

photovoltaic). Energi listrik yang dihasilkan dari sel surya dapat dimanfaatkan pada malam hari, dengan cara menyimpan energi listriknya ke baterai yang dikontrol oleh regulator pada siang hari. Pemanfaatan energi listrik di atas kapal dilakukan dengan menghubungkan inverter dari arus DC ke AC pada keluaran regulator. Hasil pengujian modul surya (photovoltaic) diperoleh daya terbesar yang dihasilkan dari jam 08:00-16:00 adalah pada jam 12:00 dengan daya yang dihasilkan sampai 45,76 watt. Pengukuran tegangan dan arus setiap jam dari rentang jam 08:00–16:00, diperoleh daya rata-ratanya sebesar 32,389 watt. Keluaran daya rata-rata selama 5 hari mencapai 32,386 watt.(Daging et al. 2019)

PLTS atau Pembangkit Listrik Tenaga Surya adalah peralatan pembangkit listrik yang merubah cahaya matahari menjadi listrik. PLTS sering juga disebut Solar Cell, atau Solar Photovoltaic, atau Solar Energi. Dengan konsep yang sederhana yaitu mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik yang mana cahaya matahari adalah salah satu bentuk energi dari Sumber Daya Alam. Cahaya matahari sudah banyak digunakan untuk memasok daya listrik melalui sel surya. Sel surya ini dapat menghasilkan energi yang tidak terbatas langsung diambil dari matahari, tidak memerlukan bahan bakar. Sehingga sel surya sering dikatakan bersih dan ramah lingkungan. Pada tugas akhir ini akan membahas mengenai merancang sistem PLTS sesuai dengan kebutuhan dan melakukan uji pembebanan PLTS. Adanya tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan mengenai PLTS dan bagaimana PLTS itu bekerja. Dari hasil pengujian dan pembahasan “Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya” Pembangkit Listrik Tenaga Surya yang telah dirancang dengan spesifikasi panel surya 100 WP sebanyak 44 Buah, Baterai 100 Ah sebanyak 30 buah, solar charge controller 250 A, serta inverter 3000 W/220VAC telah berhasil diuji coba. PLTS ini juga dilengkapi dengan indikator tegangan yang dihasilkan panel surya dan tegangan output inverter. Berdasarkan hasil pengujian PLTS ini mampu menghasilkan rata-rata daya sebesar 827 Wh dala satu hari. (Noviandi)

Baterai (Battery) dan solar cell adalah 2 buah alat yang mampu mengkonversi sinar matahari menjadi sebuah energi listrik searah. Kekuatan daya simpan energi dari baterai dapat rubah menjadi arus AC atau DC. Dengan hanya menggunakan piranti sederhana. Sebuah payung pantai yang diberi lapisan elemen fotovoltaiik

bisa di jadikan sebagai pusat charger Handphone sekaligus tempat untuk bersantai. Payung yang menjadi sumber energi Listrik DC di design mengikuti produk yang telah ada di pasaran. Kemudian bagian atas dan di modifikasi sesuai dengan kebutuhan rangkaian energi listrik. Dengan hasil rata rata sekitar 21,41 watt perjam, maka dalam 1 hari atau 10 jam solar cell mendapat paparan cahaya matahari, sistem akan menghasilkan daya sekitar 214 watt perharinya, dan dapat mengisi baterai yang ada pada sistem dalam waktu kurang lebih 6 jam 12 menit. Kata(Haryadi et al. 2017)

Kebutuhan energi listrik untuk manusia terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah populasi manusia dan pola hidup manusia yang semakin modern juga menjadi salah satu penyebab meningkatnya konsumsi energy. Solusi dari permasalahan ini adalah dengan menyediakan sumber energi baru dan terbarukan sebagai alternatif untuk suplai energi listrik dengan sistem kelistrikan PLTS dengan backup battery. Tujuan penelitian ini adalah pembuatan sistem kelistrikan PLTS dengan backup battery dengan kapasitas 900 Watt untuk mengurangi pemakaian listrik dari PLN dan Pemanfaatan Sumber Daya Alam matahari yang menjadi energi listrik. Sistem PLTS di backup battery sebagai penyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh sel surya. Hasil penelitian ini menghasilkan rancangan bangun PLTS dan komponen-komponen pendukung yang dibutuhkan untuk menghasilkan PLTS dengan daya 900 Watt, PLTS backup battery dengan kapasitas battery 200 Ah dengan tegangan 12V, Photovoltaic 150Wp x 2, solar charge controller jenis MPPT berkapasitas 30A, Inverter jenis pure sine wave dengan kapasitas 1000 Watt dan menggunakan pengaman arus MCB 1 fhasa 6A dan 2A.( Idris 2019)

## **2.2 Landasan Teori**

### **2.2.1 Energi**

Energi adalah kemampuan untuk melakukan usaha (kerja) atau melakukan suatu perubahan. Kemampuan ini diukur dengan variabel waktu dan besarnya usaha yang dilakukan, Energi merupakan bagian dari suatu benda tetapi tidak terikat pada benda tersebut.

Energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, tetapi dapat dirubah bentuknya. Energi juga disebut tenaga. Satuan energi menurut Satuan Internasional (SI) adalah joule (J). Sedangkan satuan energi lain seperti Erg, KWh dan kalori digunakan dalam bidang tertentu untuk memudahkan. Konversi satuan energi bisa dilakukan melalui ketentuan bahwa 1 kalori=4.2 Joule dan 1 joule=1 watt sekon. Energi sendiri bersifat fleksible, artinya dapat berubah dan berpindah.

### **2.2.2 Energi Listrik**

Energi listrik adalah energi yang banyak digunakan dan dibutuhkan bagi peralatan listrik. Energi listrik dalam arus listrik dengan satuan amper (A), tegangan listrik dengan satuan volt (V) dan dengan ketentuan kebutuhan konsumsi daya listrik dengan satuan Watt (W) dapat digunakan meliputi dalam menggerakkan motor, menyalakan lampu penerangan, memanaskan elemen yang biasa digunakan pada penanak nasi atau mengubah dan menggerakkan suatu peralatan elektronik untuk diubah menjadi energi lain. Energi listrik merupakan energi yang dianggap penting oleh manusia. Energi listrik muncul karena adanya perbedaan potensial antara dua buah titik penghantar. Energi listrik dapat dibangkitkan dengan mengkonversi energi gerak menjadi listrik. Energi ini diperoleh dengan cara memutar turbin yang tercouple oleh generator yang akan menghasilkan energi listrik. Misalnya saja pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) paling umum digunakan digunakan yang bersumber dari batubara sebagai bahan bakar dalam proses pembakaran air dan menghasilkan uap untuk memutar turbin. PLTU umum digunakan karena bahan bakarnya murah dan melimpah di alam.

### **2.2.3 Sel Surya**

Sel Surya atau *Solar Cell* adalah suatu perangkat atau komponen yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek Photovoltaic. Yang dimaksud dengan Efek Photovoltaic adalah suatu fenomena dimana munculnya tegangan listrik karena adanya hubungan atau kontak dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat mendapatkan energi cahaya. Oleh karena itu, Sel Surya atau *Solar Cell* sering



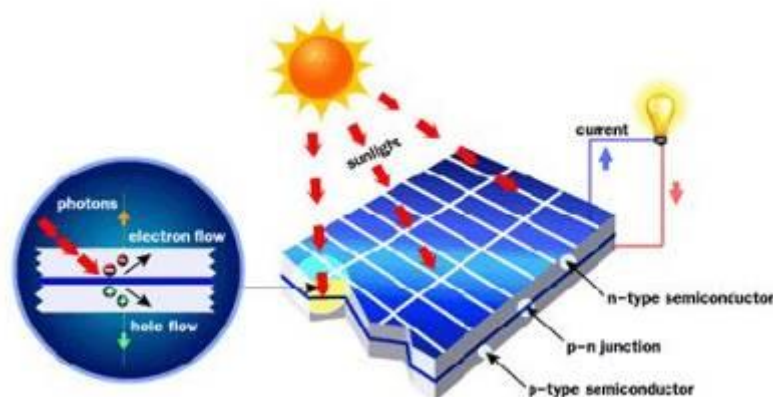
disebut juga dengan Sel Photovoltaic (PV). Efek *Photovoltaic* ini ditemukan oleh Henri Becquerel pada tahun 1839.

Arus listrik timbul karena adanya energi foton cahaya matahari yang diterimanya berhasil membebaskan elektron-elektron dalam sambungan semikonduktor tipe N dan tipe P untuk mengalir. Sama seperti Dioda Foto (Photodiode), Sel Surya atau Solar Cell ini juga memiliki kaki Positif dan kaki Negatif yang terhubung ke rangkaian atau perangkat yang memerlukan sumber listrik.

Pada dasarnya, Sel Surya merupakan Dioda Foto (Photodiode) yang memiliki permukaan yang sangat besar. Permukaan luas Sel Surya tersebut menjadikan perangkat Sel Surya ini lebih sensitif terhadap cahaya yang masuk dan menghasilkan Tegangan dan Arus yang lebih kuat dari Dioda Foto pada umumnya. Contohnya, sebuah Sel Surya yang terbuat dari bahan semikonduktor silikon mampu menghasilkan tegangan setinggi 0,5V dan Arus setinggi 0,1A saat terkena (*expose*) cahaya matahari.

Saat ini, telah banyak yang mengaplikasikan perangkat Sel Surya ini ke berbagai macam penggunaan. Mulai dari sumber listrik untuk Kalkulator, Mainan, pengisi baterai hingga ke pembangkit listrik dan bahkan sebagai sumber energi listrik untuk menggerakkan Satelit yang mengorbit Bumi kita.

Proses pengubahan energi matahari menjadi energi listrik ditunjukkan dalam gambar dibawah ini.



Gambar 2.1 Proses pengubahan energi matahari menjadi energi listrik pada sel surya (Elektronika et al., 2019)

Sinar Matahari terdiri dari partikel sangat kecil yang disebut dengan Foton. Ketika terkena sinar Matahari, Foton yang merupakan partikel sinar Matahari tersebut menghantam atom semi konduktor silikon Sel Surya sehingga menimbulkan energi yang cukup besar untuk memisahkan elektron dari struktur atomnya. Elektron yang terpisah dan bermuatan Negatif (-) tersebut akan bebas bergerak pada daerah pita konduksi dari material semikonduktor. Atom yang kehilangan Elektron tersebut akan terjadi kekosongan pada strukturnya, kekosongan tersebut dinamakan dengan “*hole*” dengan muatan Positif (+).

Daerah Semikonduktor dengan elektron bebas ini bersifat negatif dan bertindak sebagai Pendonor elektron, daerah semikonduktor ini disebut dengan Semikonduktor tipe N (N-type). Sedangkan daerah semikonduktor dengan Hole bersifat Positif dan bertindak sebagai Penerima (*Acceptor*) elektron yang dinamakan dengan Semikonduktor tipe P (P-type).

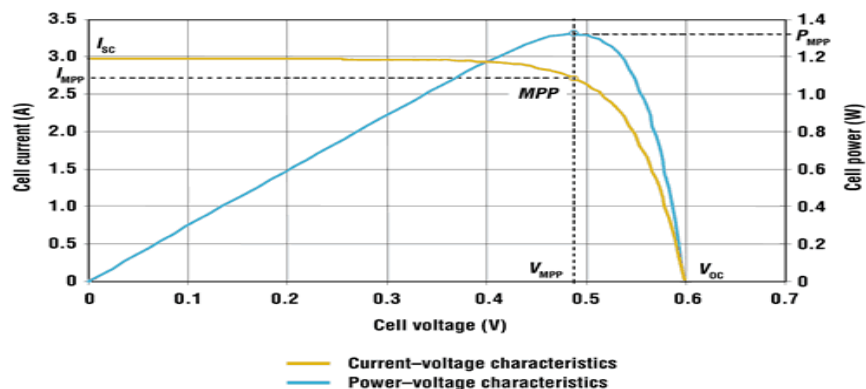
Di persimpangan daerah Positif dan Negatif (PN Junction), akan menimbulkan energi yang mendorong elektron dan hole untuk bergerak ke arah yang berlawanan. Elektron akan bergerak menjauhi daerah Negatif sedangkan Hole akan bergerak menjauhi daerah Positif. Ketika diberikan sebuah beban berupa lampu maupun perangkat listrik lainnya di Persimpangan Positif dan Negatif (PN Junction) ini, maka akan menimbulkan Arus Listrik.

#### **2.2.4 Karakteristik Sel Surya**

Sel surya menghasilkan arus, dan arus ini beragam tergantung pada tegangan sel surya. Karakteristik tegangan-arus biasanya menunjukkan hubungan tersebut. Ketika tegangan sel surya sama dengan nol atau digambarkan sebagai “sel surya hubung pendek”, “arus rangkaian pendek” atau *ISC* (*short circuit current*), yang sebanding dengan irradiansi terhadap sel surya dapat diukur. Nilai *ISC* naik dengan meningkatnya temperatur, meskipun temperatur standar yang tercatat untuk arus Rangkaian pendek adalah 25 °C. Jika arus sel surya sama dengan nol, sel surya tersebut digambarkan sebagai “rangkaiannya terbuka”. Tegangan sel surya kemudian menjadi “tegangan rangkaian terbuka”, *Voc* (*open circuit voltage*). Ketergantungan *Voc* terhadap irradiansi bersifat logaritmis, dan penurunan yang lebih cepat disertai peningkatan temperatur melebihi kecepatan

kenaikan  $I_{sc}$ . Oleh karena itu, daya maksimum sel surya dan efisiensi sel surya menurun dengan peningkatan temperatur. Pada kebanyakan sel surya, peningkatan temperatur dari 25 °C mengakibatkan penurunan daya sekitar 10%.

Sel surya menghasilkan daya maksimumnya pada tegangan tertentu. Gambar dibawah menunjukkan tegangan arus dan karakteristik tegangan-harga. Gambar ini juga menunjukkan dengan jelas bahwa kurva daya memiliki titik daya maksimum yang disebut MPP (*Maximum Power Point*).



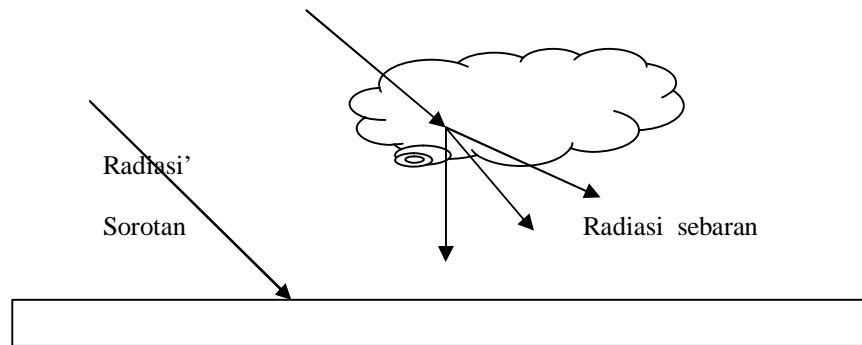
Gambar 2.2 Grafik arus terhadap tegangan dan daya terhadap tegangan sebagai karakteristik sel surya

Tegangan titik daya maksimum atau  $V_{MPP}$  biasanya kurang dari tegangan rangkaian terbuka dan arusnya,  $I_{MPP}$  lebih rendah dibandingkan dengan arus rangkaian pendek. Pada titik daya maksimum (MPP), arus dan tegangan memiliki hubungan yang sama dengan irradiansi dan temperatur sebagaimana arus rangkaian pendek dan tegangan rangkaian terbuka. Efisiensi sel surya ( $\eta$ ) adalah perbandingan antara daya listrik maksimum sel surya dengan daya pancaran (*radiant*) pada bidang sel surya. Sel surya kristal yang dijual pada saat ini bisa mencapai efisiensi sampai 20%, namun di laboratorium, efisiensi 25% bisa dicapai.

### 2.2.5 Radiasi Harian Matahari pada Permukaan Bumi

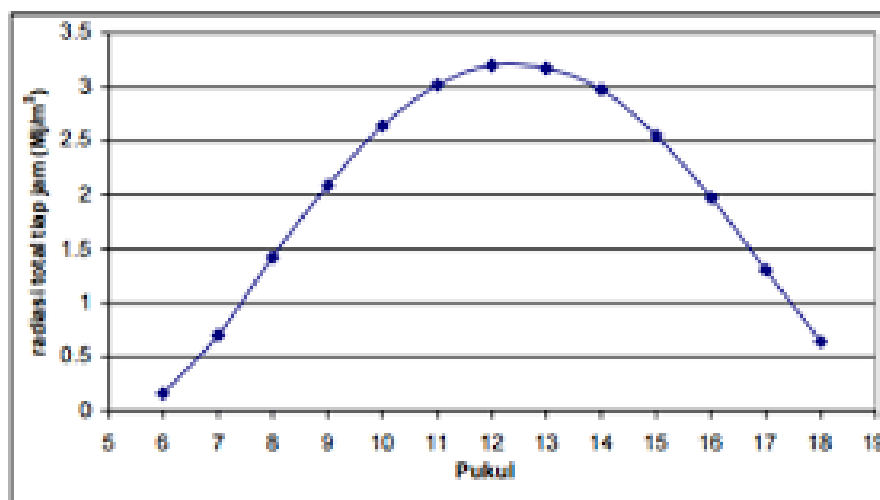
Radiasi matahari yang tersedia di luar atmosfer bumi atau sering disebut konstanta radiasi matahari sebesar 1353 W/m<sup>2</sup> dikurangi intensitasnya oleh penyerapan dan pemantulan oleh atmosfer sebelum mencapai permukaan bumi. Ozon di atmosfer menyerap radiasi dengan panjang-gelombang pendek (ultraviolet) sedangkan karbon dioksida dan uap air menyerap sebagian radiasi

dengan panjang gelombang yang lebih panjang (inframerah). Selain pengurangan radiasi bumi yang langsung atau sorotan oleh penyerapan tersebut, masih ada radiasi yang dipencarkan oleh molekul-molekul gas, debu, dan uap air dalam atmosfer sebelum mencapai bumi yang disebut sebagai radiasi sebaran seperti terlihat pada gambar 2.3



Gambar 2.3 Radiasi sorotan dan radiasi sebaran yang mengenai permukaan bumi

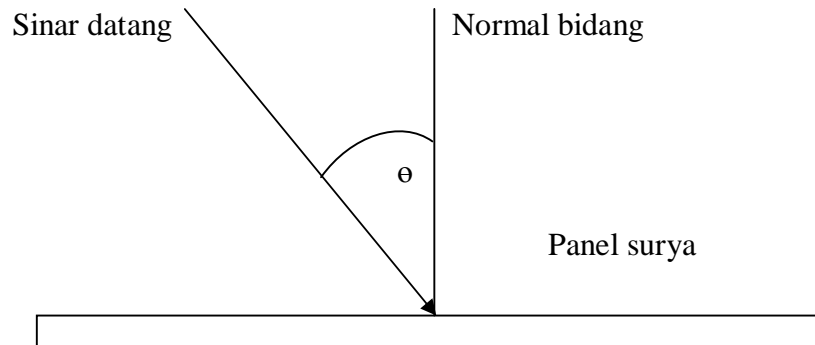
Dengan adanya faktor-faktor diatas menyebabkan radiasi yang diterima permukaan bumi memiliki intensitas yang berbeda-beda setiap saat. Besarnya harian yang diterima permukaan bumi ditunjukkan pada grafik gambar 2.4 Pada waktu pagi dan sore radiasi yang sampai permukaan bumi intensitasnya kecil. Hal ini disebabkan arah sinar matahari tidak tegak lurus dengan permukaan bumi (membentuk sudut tertentu) sehingga sinar matahari mengalami peristiwa difusi oleh atmosfer bumi.



Gambar 2.4 Grafik besar radiasi harian matahari yang mengenai permukaan bumi

### 2.2.6 Pengaruh Sudut Datang terhadap Radiasi yang diterima

Besarnya radiasi yang diterima panel sel surya dipengaruhi oleh sudut datang (*angle of incidence*) yaitu sudut antara arah sinar datang dengan komponen tegak lurus bidang panel



Gambar 2.5 Arah sinar datang membentuk sudut terhadap normal bidang panel sel surya

Panel akan mendapat radiasi matahari maksimum pada saat matahari tegak lurus dengan bidang panel. Pada saat arah matahari tidak tegak lurus dengan bidang panel atau membentuk sudut  $q$  seperti gambar 2.7 maka panel akan menerima radiasi lebih kecil dengan faktor  $\cos q$  (Jansen, 1995).

$$I_r = I_{r0} \cos \theta \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana  $I_r$  : Radiasi yang diserap panel

$I_{r0}$  : Radiasi yang mengenai panel

$\theta$  : Sudut antara sinar datang dengan normal bidang panel

### 2.2.7 Solar Charge Controller



Gambar 2.6 Solar Charge Controller

Solar charger controloller paada sistem panel surya atau sering disebut SCC atau Battery Control Unit (BCU) atau Battery Control Regulator (BCR) adalah bagian yang cukup penting.

Peran utama SCC adalah melindungi dan melakukan otomatisasi pada pengisian baterai. Hal ini bertujuan untuk mengoptimalkan sistem dan menjaga agar masa pakai baterai dapat dimaksimalkan.

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

1. Mengendalikan tegangan panel surya

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

2. Mengawasi tegangan baterai

Scs dapat mendeteksi saat tegangan baterai anda terlalu rendah. Bila tegangan baterai turun di bawah tingkat tegangan tertentu, SCC akan memutus beban dari baterai agar daya baterai tidak habis. Penggunaan baterai dengan kapasitas daya yang habis, akan merusak baterai, bahkan tidak dapat digunakan kembali.

3. Menghentikan arus terbalik pada saat malam hari

Pada malam hari, panel surya tidak menghasilkan arus, karena tidak terdapat lagi sumber energi, yaitu matahari. Arus yang terdapat dalam baterai dapat mengalir terbalik ke panel surya, dan ini dapat merusak sistem pada panel surya

### **2.2.8 Baterai**

Baterai adalah alat penting yang berfungsi menyimpan arus/energi listrik pada siang hari sebagai back up untuk digunakan malam hari, dimana pada malam hari panel surya tidak dapat menghasilkan arus/energi listrik. Biasanya pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) banyak dan umum digunakan baterai kering untuk menjaga kualitas dan keawetan komponen-komponen pada PLTS itu sendiri.



Gambar 2.7 Baterai

## 2.9 Inverter

Inverter adalah konverter tegangan arus searah (DC) ke tegangan bolak-balik (AC). Fungsi dari sebuah inverter adalah untuk mengubah tegangan masukan DC menjadi tegangan keluaran AC yang simetris dengan besar magnitudo dan frekuensi yang diinginkan. Tegangan keluaran dapat bernilai tetap atau berubah-ubah pada frekuensi tetap atau berubah-ubah. Tegangan keluaran yang berubah-ubah dapat diperoleh dengan memvariasikan tegangan masukan DC dan menjaga penguatan inverter bernilai tetap. Sebaliknya jika tegangan masukan DC tetap dan tidak terkontrol, tegangan keluaran yang berubah-ubah dapat diperoleh dengan memvariasikan penguatan dari inverter. Variasi penguatan inverter biasanya diperoleh dengan menggunakan pengendali Pulse-Width-Modulation (PWM) dan Sinusoidal Pulsa Width Modulation (SPWM) yang ada di dalam inverter (C. L. Chen, 2010) (M. Saghaleini, 2011)

Bentuk gelombang keluaran dari sebuah inverter ideal seharusnya berupa gelombang sinusoidal murni. Namun demikian, bentuk gelombang keluaran inverter tidak berupa gelombang sinusoidal murni dan memuat harmonisa. Harmonisa dapat dieliminasi dengan pemasangan filter dan dengan teknik switching.



Gambar 2.8 Inverter

Rangkaian inverter memerlukan dua buah kapasitor untuk menghasilkan titik N agar tegangan pada setiap kapasitor  $V_i/2$  dapat dijaga konstan (Gambar 2.8). Terdapat dua sisi sakelar, yaitu: sakelar S1+ dan S1- serta S2+ dan S2-. Masing-masing sisi sakelar ini, sakelar S1+ dan S1- dan atau S2+ dan S2-, tidak boleh bekerja secara serempak/ simultan, karena akan terjadi hubung singkat rangkaian. Kondisi ON dan OFF dari kedua sisi sakelar ditentukan dengan teknik modulasi, dalam hal ini menggunakan prinsip PWM (Seaful Sulun, 2012).



## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini meliputi waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, dan rancangan alat penelitian. Metode penelitian yang digunakan ialah metode penelitian eksperimen yang dimana penelitian yang dilakukan untuk mengetahui akibat yang ditimbulkan dari suatu perlakuan yang diberikan secara sengaja oleh peneliti.

Pada prosedur penelitian akan dilakukan beberapa langkah yaitu pengujian untuk mengetahui pengambilan data posisi matahari, penyamaan skala alat ukur, pengujian karakteristik sel surya, pengujian keluaran panel sel surya. Penjelasan lebih rinci tentang metodologi penelitian akan dipaparkan sebagai berikut:

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

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Elektro Fakultas Teknik UMSU Jalan Muchtar Basri no 3 Medan. Pada tanggal 7 Juni 2020.

### **3.2 Alat dan Bahan**

Adapun peralatan dan komponen elektronika yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

#### **3.2.1 Alat**

Peralatan dan komponen elektronika yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Laptop.
- b. Stop watch.
- c. Voltmeter.
- d. Amperemeter.
- e. Lux meter.
- f. *Power Watt Meter*.
- g. Tang potong.
- h. Tang Jepit buaya.
- i. Bor listrik
- j. Lem silikon.
- k. Solder.

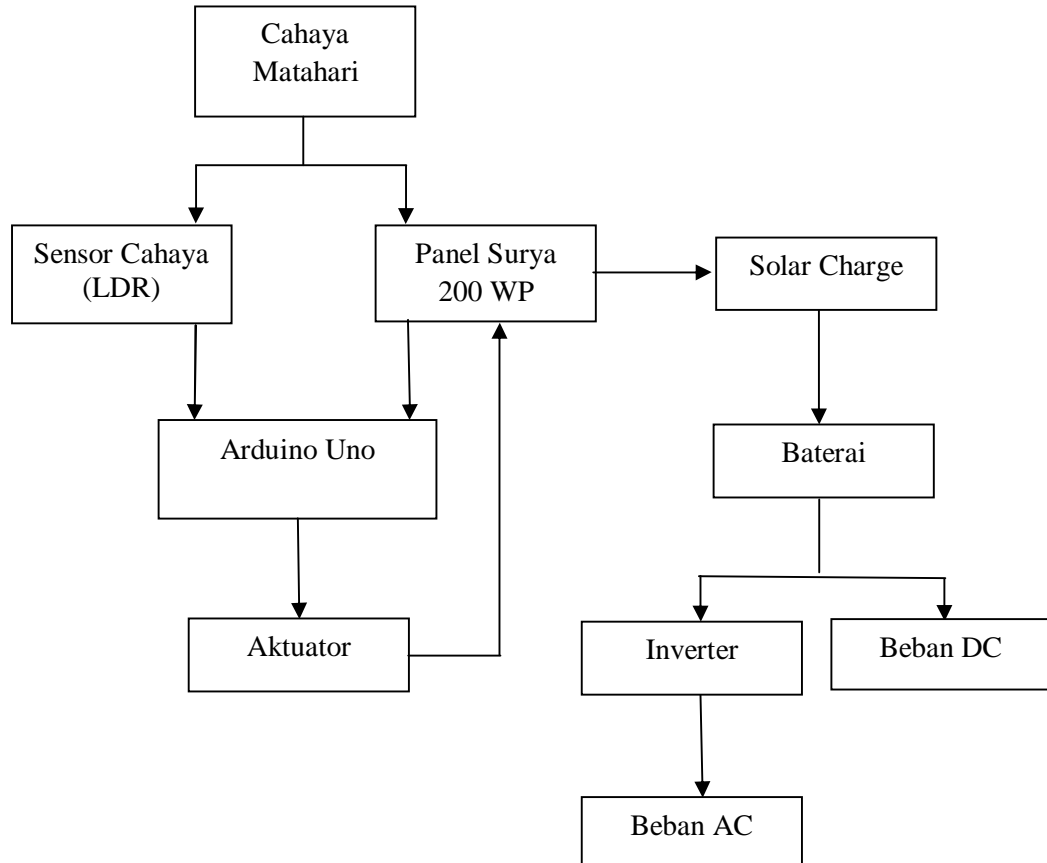
### 3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang diperlukan antara lain:

- a. Solar Panel *Monocrystalline* 2 x 100 WP
- b. *Solar charge controller*.
- c. Inverter.
- d. Transformator 12 volt 10 Ampere
- e. Kabel 2x2 mm sepanjang 150 mm.
- f. Kabel 2x2,5 mm sepanjang 900mm.
- g. Baterai 12 VDC 60
- h. MCB 4 A dan MCB 16 A.
- i. Alumunium ukuran 940 x1340 mm.
- j. *Bearing* 6301 dengan diameter dalam 12 mm dan luar 35 mm sebanyak 2 pcs.
- k. *Puley* berdiamater luar 2 inci sebanyak 4 pcs.
- l. Plat besi 2 pcs.
- m. Mika akrilik berukuran 400x350x250 mm.
- n. Aktuator hidrolik

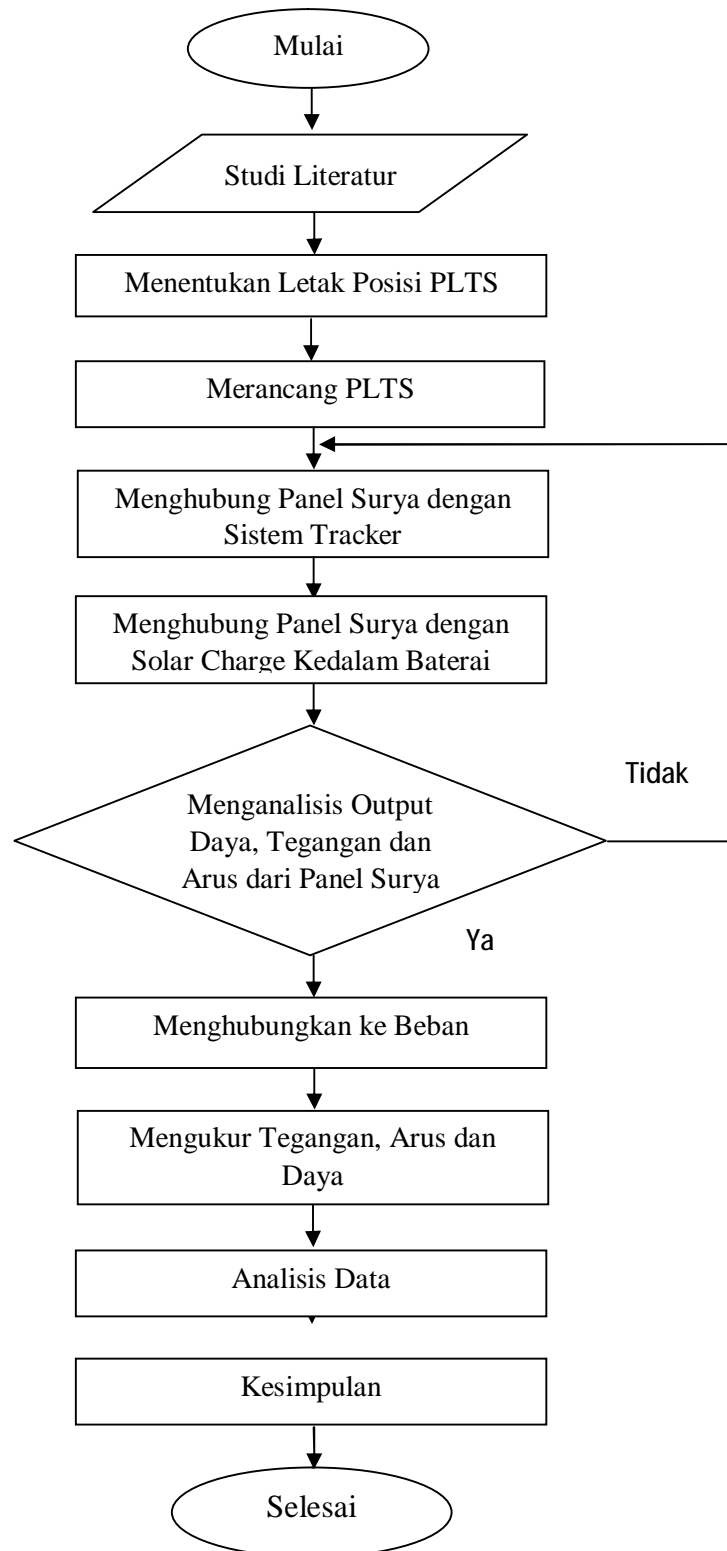
### 3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan pembangkit listrik tenaga surya 200 Wp dengan Sistem Solar charge bisa digambarkan seperti dibawah ini



Gambar 3.1 Skema Rancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya 200 WP dengan sistem Solar Charge

Gambaran umum langkah-langkah kerja dalam penelitian ini dapat dilihat dalam diagram alir penelitian pada gambar 3.3



Gambar 3.2 Diagram Alir langkah-langkah penelitian

### 3.4 Prosedur Percobaan

Adapun beberapa prosedur percobaan yang dilakukan sebagai berikut :

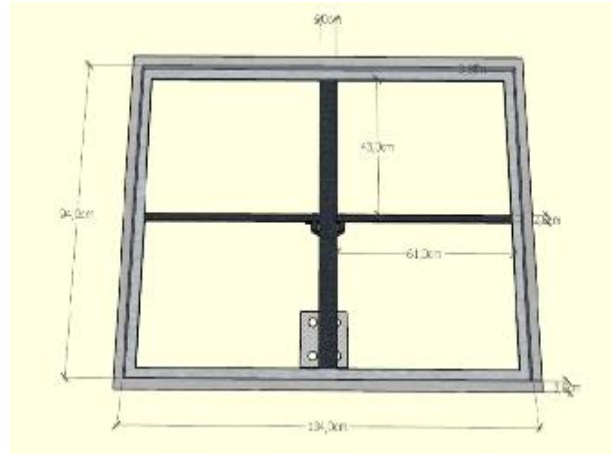
#### 3.4.1 Perancangan PLTS

Pada tahap perancangan ini ialah menentukan ukuran kerangka dan material penyangga dari panel surya serta tiang penyangga untuk panel itu sendiri dan pengujian rangkaian pada PLTS

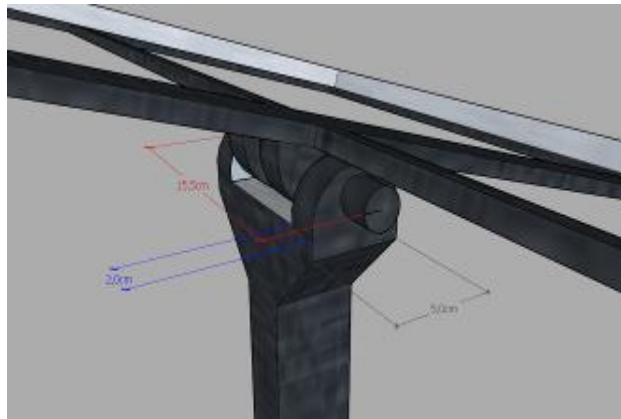
##### 3.4.1.1 Perencanaan Rangka Penyangga Panel Surya

Pembuatan kerangka penyangga pada panel surya menggunakan bahan dari material sebagai berikut :

1. Bingkai pada sisi panel menggunakan bahan dari alumunium berukuran 940mm x 1340 mm dengan tebal 3 mm
2. Penguat dudukan pada bingkai panel menggunakan bahan dari besi siku yang berukuran 30mm dan untuk lebih jelasnya dapat kita lihat pada gambar 3.3
3. Penghubung antara bingkai dengan penyangga menggunakan bahan dari plat besi berukuran 10mm x 40 mm dengan lengkung dibagian atas dan dengan di bagian tengah di lubangin untuk *housing bearing* dan dapat kita lihat pada gambar 3.4
4. *Bearing* menggunakan tipe 6301 dengan diameter dalam 12 mm dan diameter luar 35mm.
5. As penghubung menggunakan besi berdiameter 12mm dengan panjang 80 mm.
6. Tiang penyangga menggunakan bahan dari besi holo berongga dengan ukuran 40mm x 40mm dan dengan tinggi tiang 100 mm seperti pada gambar 3.5
7. Pada bagian bawah tumpuan tiang penyangga menggunakan bahan dari plat besi berukuran 235 mm x 250 mm dapat kita lihat pada gambar 3.5



Gambar 3.3 Bingkai sisi dan penguat bingkai sisi panel surya.



Gambar 3.4 Penghubung antara tiang penyangga dengan bingkai panel surya.



Gambar 3.5 Tiang penyangga rangka

### 3.4.2 Pengujian Rangka Penyangga Panel Surya

Pengujian ini bertujuan untuk melihat apakah rangka yang dibuat mampu menopang beban dari panel surya.

### 3.4.2.1 Peralatan Yang Digunakan

Adapun alat yang digunakan dalam pengujian ini ialah:

1. Kerangka penyangga
2. Panel surya
3. Papan

### 3.4.2.2 Langkah Langkah Yang Dilakukan

Pada pengujian ini didapati langkah-langkah yang dilakukan meliputi :

1. Berdirikan kerangka dengan tegak
2. Letakkan satu persatu panel surya kedalam bingkai rangka.
3. Mengamati rangka penyangga

### 3.4.3 Pengujian Panel Surya 2 x 100 Wp

Pengujian panel surya 2 x 100 Wp bertujuan untuk mengetahui apakah panel surya dapat bekerja baik menangkap cahaya dari matahari. Pengujian dengan menghubungkan paralel guna mendapat arus yang besar pada pukul 15:25, dimana pada saat itu cahaya matahari terasa sangat terik.

#### 3.4.3.1 Peralatan Yang Digunakan

Adapun alat yang digunakan pada pengujian panel surya ialah :

1. Multitester.
2. Obeng plus
3. Tang potong
4. 2 in 1 *cable mc4 connector*
5. 2 *mc4 conncetor*
6. Kabel 2,5 x 4 m
7. Panel surya 2 x 100 Wp
8. *Solar Charge Controller*

#### 3.4.3.2 Langkah yang dilakukan

Pada pengujian ini didapati langkah-langkah yang dilakukan meliputi :

1. Dengan menggunakan tang potong kupas bagian isolator kabel dan hubungkan ke *mc4 connector*.

2. Hubungkan mc4 *connector* ke 2 in 1 mc4 *connector*.
3. Hubungkan paralel panel surya menggunakan 2 in 1 mc4 *connector*.
4. Letakkan panel surya dibawah cahaya terik matahari
5. Kupas ujung lain kabel menggunakan tang potong.
6. Hubungkan dengan kabel probe multimeter
7. Memperhatikan multimeter dan catat hasilnya.

### **3.4.4 Pengujian Pada Inverter**

Pengujian inverter ini bertujuan apakah inverter yang dibuat dapat berfungsi dengan baik. Inverter yang dibuat menggunakan trafo step-up 10 A.

**3.4.4.1 Peralatan Yang Digunakan** Alat-alat dan bahan yang digunakan dalam pengujian ini ialah :

1. Multimeter
2. Inverter
3. Baterai 12 VDC
4. Stop kontak sambung

### **3.4.4.2 Langkah Yang Dilakukan**

Adapun langkah yang dilakukan dalam pengujian inverter ini ialah :

1. Siapkan alat-alat dan bahan
2. Hubungkan input inverter ke baterai menggunakan kabel yang sudah dihubungkan menggunakan jepit buaya.
3. Hubungkan output inverter ke besi steker pada stop kontak sambung menggunakan jepit buaya yang sudah dihubungkan sebelumnya.
4. Hubungkan kabel probe multimeter kedalam stop kontak sambung.

### **3.4.5 Pengujian PLTS Tanpa Beban**

Pengujian pada PLTS ini bertujuan apakah semua rangkaian baik itu dari panel surya – *solar charge controller*- baterai dan pada beban dapat menghasilkan daya yang diinginkan.

#### **3.4.5.1 Peralatan Yang Digunakan**

Adapun alat yang digunakan dalam proses pengujian PLTS ini ialah:



1. Tang potong
2. Tang jepit buaya
3. Obeng Plus
4. Multitester
5. Power watt meter
6. Lux meter
7. Steker sambung

#### **3.4.5.2 Langkah Yang Dilakukan**

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengujian ini adalah:

1. Letakkan 2 buah panel 2x100 Wp pada posisi tegak lurus menghadap keatas.
2. Sambung paralel panel yang berguna untuk mendapatkan arus yang lebih besar pada output dari panel menggunakan kabel 2 in 1 mc4 *conncector*.
3. Sambung kabel 2 in 1 mc4 ke kabel 2 x 2,5 mm sepanjang 9 meter. Kabel ini selain berfungsi sebagai penyalur output dari panel . kabel yang panjang juga berfungsi dapat ditarik panjang apabila terjadi hujan pada saat pengujian alat-alat yang bersifat tidak bisa terkena air hujan dapat dipindahkan dan dilakukan didalam ruangan.
4. Hubungkan kabel 2 x 2,5 mm ke *solar charge controller*.
5. Kemudia hubungkan *solar charge controller* dengan baterai yang sudah di paralel dengan kabel menuju keinverter
6. Sebelum ke inverter pasang MCB sebagai pengaman arus dengan besar 4 Ampere
7. Setelah itu hubungkan Inverter ke beban dengan memasang MCB 16 Ampere sebelum menuju ke beban sebagai pengaman.
8. Mengukur tegangan input dari panel dan output keluaran dari inverter tanpa menggunakan beban.

#### **3.4.6 Pengujian PLTS Menggunakan Beban**

Pada Pengujian kali ini menggunakan berbagai macam beban dari yang bersifat resistif, induktif maupun bersifat kapasitif. Peralatan dan langkah-langkah

yang dilakukan sama seperti halnya pengujian PLTS tanpa beban, hanya saja pada pengujian kali ini menggunakan tambahan beban.

#### **3.4.7 Mengukur Parameter Output**

Pada tahap ini dilakukan pengukuran parameter seperti Daya (W), Tegangan (V), dan Arus (I) pada beban. Pengukuran parameter ini menggunakan *Power Watt* digital dan Multitester analog. Pengukuran ini dilakukan pada tegangan hasil keluaran panel surya atau tegangan input panel tegangan DC, tegangan pada saat tanpa beban tegangan AC dan menggunakan beban tegangan AC.

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini akan membahas tentang hasil pengujian Rangka penyangga, pengujian PLTS dan output parameter daya, tegangan dan arus saat berbeban dan tanpa beban. Perencanaan perancangan ini dilakukan untuk mengetahui apakah rangkain sudah sesuai dengan perencanaan atau belum.

### **4.1 Hasil Pengujian Rangka Penyangga**



Gambar 4.1 Rangka penyangga panel surya



Gambar 4.2 Panel surya yang diletakkan pada kerangka penyangga.

#### **4.1.1 Analisis Pengujian Rangka**

Pada gambar 4.2 terlihat rangka mampu berdiri tegak dan mampu menopang beban panel surya 2x100 Wp yang masing – masing mempunyai berat 8 Kg dan total keseluruhan berat mencapai 16 Kg. Namun pada bingkai terlihat rangka sedikit mengayun, dikarenakan konstruksi bingkai menggunakan material dari alumunium.

## 4.2 Hasil Pengujian Panel Surya

Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.3 pengujian panel surya



Gambar 4.4 Hasil pengukuran pengujian

### 4.2.1 Analisis pengujian Panel surya 2 x 100 Wp

Pada gambar4.3 terlihat panel surya dapat berfungsi dengan baik. Ini dibuktikan Pada pengujian ini juga digunakan *solar charge controlller* dikarenakan alat yang digunakan sedikit kabur dalam pembacaan skala. Hasil tegangan yang dihasilkan panel surya ialah sebesar 20.2 Volt.

## 4.3 Hasil Pengujian Inverter

Berikut ialah hasil pengujian yang dilakukan terhadap inverter. Hasil pengujian berikut tanpa menggunakan beban pada outputnya. Dapat kita lihat pada gambar 4.5



Gambar 4.5 Pengujian Inverter

#### 4.3.1 Analisa pembahasan Pengujian Inverter

Pada gambar 4.5 pengujian inverter ini menggunakan baterai yang sebelumnya sudah di isi ulang dengan input dayanya yang terukur pada skala multimeter ialah sebesar 12 Volt DC. Inverter yang diuji didapati hasilnya mencapai 220 Volt AC.

#### 4.4 Hasil Pengujian Tanpa beban

Hasil pengujian dapat kita lihat pada beberapa gambar dibawah ini yang menunjukkan intensitas cahaya pada gambar 4.7 dan input VDC yang dihasilkan panel surya pada gambar 4.8 dan output setelah dirubah menjadi VAC pada gambar 4.9.



Gambar 4.6 Rangkaian Pembangkit Listrik Tenaga Surya



Gambar 4.7 Hasil Pengukuran Intensitas cahaya menggunakan lux meter



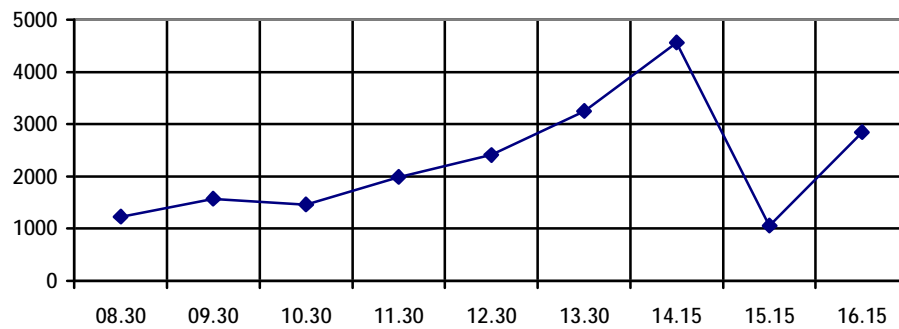
Gambar 4.8 Tegangan yang dihasilkan dari panel surya yang terukur *solar charge controller*



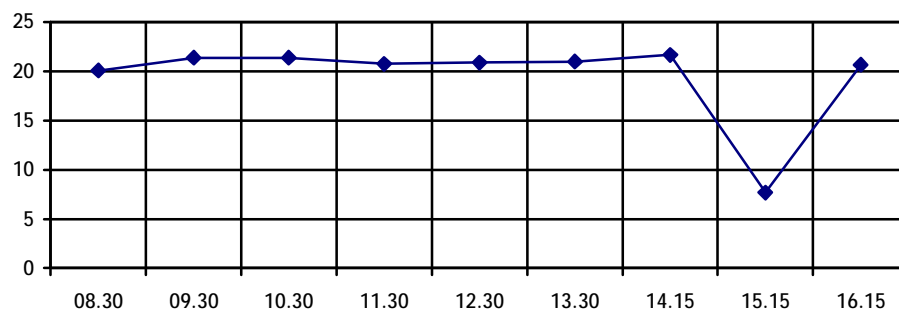
Gambar 4.9 Hasil pengukuran tegangan setelah keluar dari inverter

Tabel 4.1 Tabel hasil pengujian tanpa beban

No	Waktu	Input Voc Dc	Charge baterai VDC	Output VAC	Intensitas cahaya	Suhu
1	08:30	20,1 V	12,6 V	220 V	1226	32,9°C
2	09:30	21,4 V	12,8 V	220 V	1569	32,6°C
3	10:30	21,4 V	12,6 V	220 V	1462	32,1°C
4	11:30	20,8 V	12,8 V	220 V	1990	31,1°C
5	12:30	20,9 V	12,9 V	220 V	2416	31,6°C
6	13:30	21,0 V	12,8 V	220 V	3251	32,3°C
7	14:15	21,7 V	13,3V	220 V	4566	31°C
8	15:15	7,7 V	12,1V	220 V	1058	31,7°C
9	16:15	20,7 V	12,3V	220 V	2850	31,4°C



Gambar 4.10 grafik intensitas cahaya matahari yang terukur lux meter terhadap waktu



Gambar 4.11 grafik tegangan dari panel pada cuaca mendung dan terik terhadap waktu

#### 4.4.1 Analisis Pembahasan Pengujian PLTS Tanpa Beban

Pada perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya didapatkan hasil yang sesuai pada percobaan seperti pada tabel 4.1 Pada pengujian dapat kita lihat pada gambar 4.10 grafik perubahan intensitas cahaya yang terukur lux meter meningkat pada pukul 14:15 setara pada saat itu juga tegangan puncak panel surya yang dapat kita lihat pada gambar grafik 4.11 dan tabel 4.1 terlihat sebesar 21,7 V namun pada tiap jam setelahnya menurun dan naik lagi mengikuti cahaya matahari. Tegangan terendah terlihat pada gambar grafik 4.16 di pukul 15:15 dengan tegangan yang terlihat pada tabel 4.2 sebesar 7,7 V.

$V_{max} = 21,7$  dengan panel surya yang terpasang 200 Wp yang dihubung paralel maka  $I_{max}$ :

$$P = V \times I$$

$$200 = 21,7 \times I$$

$$I_T = 200 / 21,7 = 9,21 \text{ A}$$

I pada masing-masing panel :



$$I_T = I_1 + I_2 \text{ atau } I_T = 2I$$

$$I = I_T / 2$$

$$I = 9,21 / 2 = 4,6 \text{ A}$$

Dengan baterai yang digunakan sebesar 12V 60 Ah maka daya yang dapat dihasilkan baterai perjam adalah:

$$Wh = V \times Ih$$

$$= 12 \times 60 = 720 \text{ Wh}$$

Untuk pengisian baterai pada saat  $V_{max}$  maka :

Arus pada baterai / arus pada saat  $V_{max}$

$$60 \text{ Ah} / 9,21 \text{ A} = 6,5 \text{ h / jam}$$

Jika pada saat  $V_{max}$  kapasitas baterai yang dapat terisi pada saat pengujian adalah

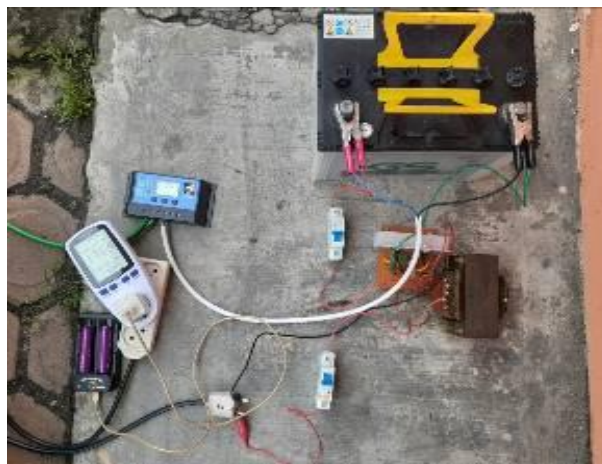
$$= \frac{\text{Waktu dalam pengisian / pengujian 8 jam}}{\text{Waktu baterai penuh pada saat } v_{max} 6,5 \text{ jam}} \times 100 \%$$

$$\text{Waktu baterai penuh pada saat } v_{max} 6,5 \text{ jam}$$

Maka pengisian penuh pada saat pengujian  $8 / 6,5 \times 100 = 123,0 \%$ . (penuh)

#### 4.5 Hasil Pengujian Beban Carger Baterai 10 W

Hasil pada pengujian alat pengisian pada baterai 2x1200 mAh dapat dilihat dari gambar rangkaian, gambar tabel dan grafik dibawah ini :

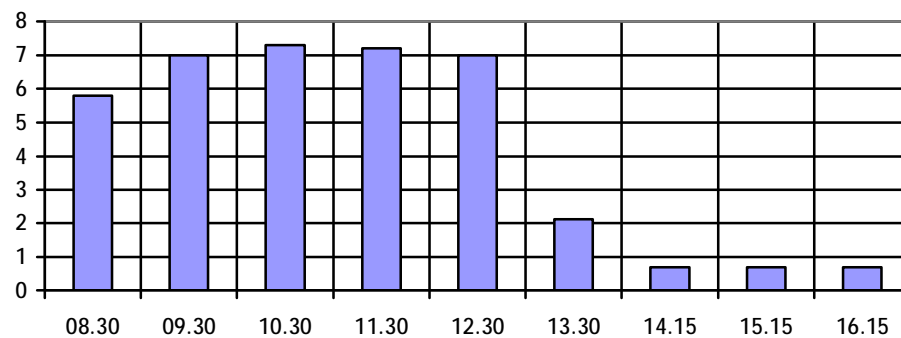


Gambar 4.12 Hasil pengujian pada beban carger baterai



Tabel 4.2 Tabel hasil pengujian beban charger baterai 10 W

No	Waktu	P	V	I	Faktor kerja	F	Intensitas Cahaya
1	08:15 - 8:30	5,8W	176,8V	0,045A	0,74	68 Hz	1226
2	09:15 - 9:30	7,0W	178,1V	0,047A	0,83	68 Hz	1569
3	10:15 - 10:30	7,3W	174,5V	0,050A	0,80	68 Hz	1462
4	11:14 - 11:30	7,2W	175,6V	0,051A	0,80	68 Hz	1990
5	12:15 - 12:30	7W	177,2V	0,050A	0,78	68 Hz	2416
6	13:15 - 13:30	2,12W	193,2V	0,011A	0,00	68 Hz	3251
7	14:00 - 14:15	0,7W	192,3V	0,011A	0,00	68 Hz	4566
8	15:00 - 5:15	0,7W	191,9V	0,011A	0,00	68 Hz	1058
9	16:00 - 16:15	0,7W	195,9V	0,011A	0,00	68 Hz	2850



Gambar 4.13 Grafik daya pada beban charger Terhadap Waktu

#### 4.5.1 Analisis Pembahasan Pengujian Beban Charger Baterai

Pada pengujian beban charger baterai dapat kita lihat data pengujian pada tabel 4.2. Dapat kita lihat faktor kerjanya semakin baik dan pada waktu menjelang sore faktor kerjanya memburuk atau tidak memiliki nilai. Hasil percobaan daya yang terpakai semakin menjelang waktu sore menurun dapat kita lihat pada gambar 4.13 grafik daya pada beban terhadap waktu dan pada tabel 4.2 Hasil Energi yang terpakai pada beban charger baterai dari dari pukul 11:30 – 16:15 adalah:

$$P_{\text{Total}} = W1 + W2 + \dots + W9$$

$$P_{\text{Total}} = 5,8W + 7,0W + 7,3W + 7,2W + 7W + 2,12W + 0,7W + 0,7W + 0,7W$$

$$P_{\text{Total}} = 38,52 \text{ Watt}$$

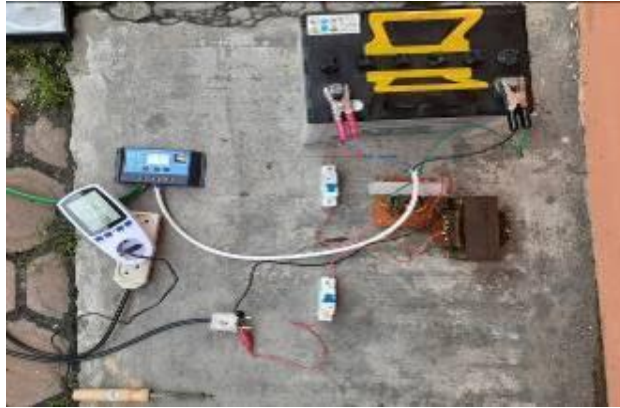
Dengan  $P_{\text{Total}}$  yang dihasilkan 22,2 W maka ketahanan baterai dalam menyalakan beban ialah :

$$\text{Ketahanan baterai} = P_{\text{baterai}} / P_{\text{Total}}$$

$$= 720 \text{ Wh} / 38,52 \text{ W} = 19 \text{ hours/ jam}$$

#### 4.6 Hasil Pengujian Beban Solder 40 W

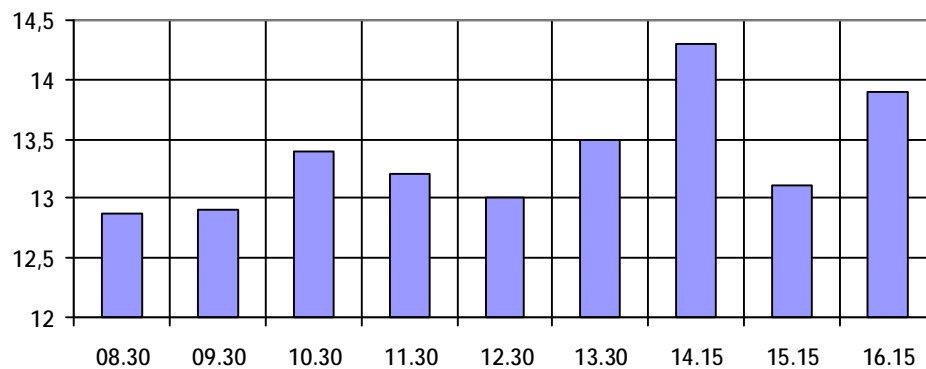
Hasil pengujian pada beban solder 40 W. Dapat kita lihat pada gambar, tabel dan gambar grafik dibawah ini.



Gambar 4.14 Hasil pengujian beban solder 40 W

Tabel 4.3 Tabel hasil pengujian beban solder 40 W

No	Waktu	P	V	I	Faktor kerja	F	Intensitas Cahaya
1	08:20 - 8:30	12,87W	156,1V	0,085A	0,97	68 Hz	1226
2	09:20 - 9:30	12,90W	156,7V	0,087A	0,95	68 Hz	1569
3	10:20 - 10:30	13,4W	155,3V	0,085A	0,98	68 Hz	1462
4	11:20 - 11:30	13,2W	159,0V	0,086A	0,97	68 Hz	1990
5	12:20 - 12:30	13,0W	162,5V	0,084A	0,96	68 Hz	2416
6	13:3 - 13:30	13,5W	160,7V	0,086A	0,98	68 Hz	3251
7	14:05 - 14:15	14,3W	161,8V	0,087A	0,99	68 Hz	4566
8	15:05 - 15:15	13,1W	154,2V	0,084A	1	68 Hz	1058
9	16:05 - 16:15	13,9W	158,6V	0,087A	0,94	68 Hz	2850



Gambar 4.15 grafik daya pada beban solder terhadap waktu

#### 4.6.1 Analisis Pembahasan Hasil Pengujian Beban Solder 40 W

Hasil penelitian beban yang bersifat resistif dimana solder memiliki hasil parameter yang dihitung mulai dari daya hingga faktor kerja sangatlah bagus, walaupun pada saat itu cahaya matahari sedikit redup. Daya yang digunakan terlihat pada gambar grafik 4.15 meningkat mulai pukul 11:30 sampai dengan puncaknya atau  $V_{maksimal}$  pada pukul 14:15, kemudian setelahnya menurun. Daya yang digunakan pada beban Solder 40W mulai pukul 11:30-16-15 adalah:

$$P_{Total} = W1 + W2 + \dots + W9$$

$$P_{Total} = 12,87W + 12,90W + 13,4W + 13,2W + 13W + 13,5W + 14,3W + 13,1W + 13,9W$$

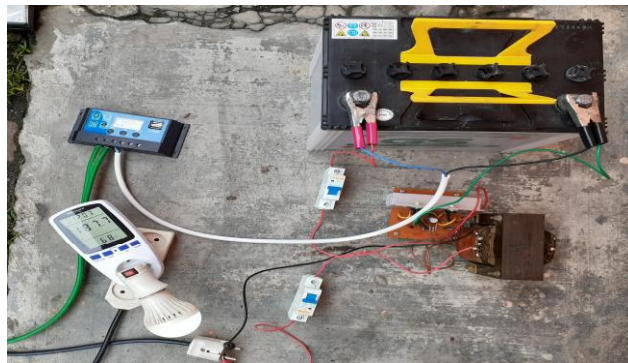
$$P_{Total} = 106,7Watt$$

Dengan  $P_{Total}$  yang dihasilkan 80,47 W maka ketahanan baterai dalam menyalakan beban ialah :

$$\begin{aligned} \text{Ketahanan baterai} &= P_{baterai} / P_{Total} \\ &= 720 \text{ Wh} / 106,7 \text{ W} \\ &= 6,5 \text{ hours/ jam} \end{aligned}$$

#### 4.7 Hasil Pengujian Beban Lampu LED 15 W

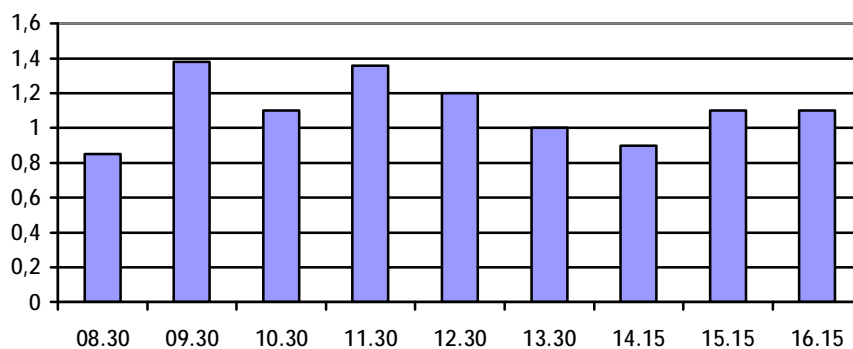
Hasil pengujian beban lampu LED 15 Watt dapat kita lihat nyala lampu cukuplah terang.



Gambar 4.16 Hasil pengujian pada beban lampu LED 15 W

Tabel 4.4 Tabel hasil pengujian beban lampe led 15 W

No	Waktu	P	V	I	Faktor kerja	F	Intensitas Cahaya
1	08:25- 8:30	0,85W	188,7V	0,091A	0,05	68 Hz	1226
2	09:25 - 9:30	1,38W	186,4V	0,014A	0,05	68 Hz	1569
3	10:25 - 10:30	1,1W	184,1V	0,089A	0,06	68 Hz	1462
4	11:25 - 11:30	1,36W	188,8V	0,012A	0,06	68 Hz	1990
5	12:25 - 12:30	1,2W	185,1V	0,013A	0,05	68 Hz	2416
6	13:25 - 13:30	1,0W	184,5V	0,090A	0,06	68 Hz	3251
7	14:10 - 14:15	0,9W	153,5V	0,086A	0,06	68 Hz	4566
8	15:10 - 15:15	1,1W	183,8V	0,087A	0,06	68 Hz	1058
9	16:10 - 16:15	1,1W	188,9V	0,091A	0,05	68 Hz	2850



Gambar 4.17 Grafik daya pada beban lampu led 15 W terhadap waktu

#### 4.7.1 Analisis Pembahasan Hasil Pengujian Lampu LED 15 W

Pada pengujian beban lampu LED yang bersifat kapasitif dimana daya yang digunakan pada beban terukur setiap jamnya memiliki perubahan meningkat yang signifikan didukung perubahan intensitas cahaya matahari dapat kita lihat pada gambar grafik 4.17. Namun dari data hasil pengujian disini faktor kerjanya buruk nilainya. Pemakaian daya tertinggi daya pada lampu LED pada pukul 12:30 yaitu sebesar 1,38 W dan terendah pada pukul 11:30. Total daya yang terpakai pada beban lampu LED 15 W adalah :

$$P_{\text{Total}} = W1 + W2 + \dots + W9$$

$$P_{\text{Total}} = 0,85W + 1,38W + 1,1W + 1,36W + 1,2W + 1W + 0,9W + 1,1W + 1,1W$$

$$P_{\text{Total}} = 10 \text{ Watt}$$

Dengan  $P_{\text{Total}}$  yang dihasilkan 6,43 W maka ketahanan baterai dalam menyalakan beban ialah :

$$\begin{aligned}
 \text{Ketahanan baterai} &= P_{\text{baterai}} / P_{\text{Total}} \\
 &= 720 \text{ Wh} / 10 \text{ W} \\
 &= 72 \text{ hours/ jam}
 \end{aligned}$$

#### 4.8 Hasil Pengujian Beban Kipas Angin 45 W

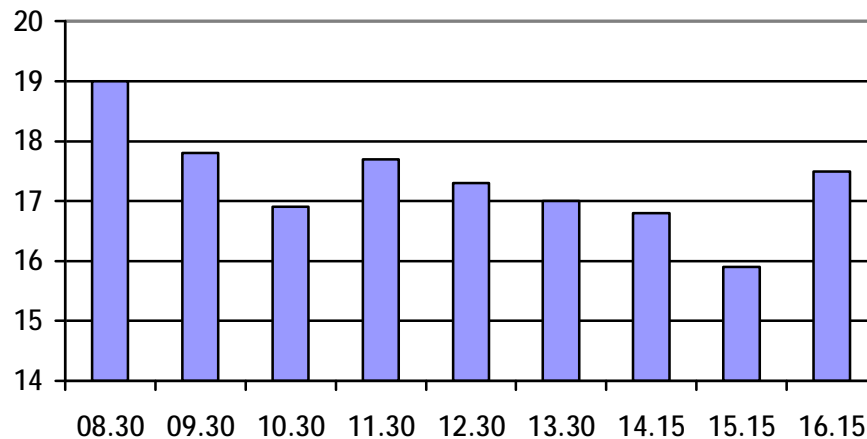
Pada pengukuran pada kipas angin didapati hasilnya putaran kipas yang tidak secepat seperti seharusnya terlihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 4.18 Hasil pengujian beban kipas angin 45 W

Tabel 4.5 Tabel hasil pengujian beban kipas angin 45 W

No	Waktu	P	V	I	Faktor kerja	F	Intensitas Cahaya
1	08:25- 8:30	19W	128,7V	0,157A	0,94	68 Hz	1226
2	09:25 - 9:30	17,8W	139,1V	0,142A	0,86	68 Hz	1569
3	10:25 - 10:30	16,9W	136,1V	0,140A	0,84	68 Hz	1462
4	11:25 - 11:30	17,7W	147,5V	0,143A	0,86	68 Hz	1990
5	12:25 - 12:30	17,3W	144,2V	0,141A	0,84	68 Hz	2416
6	13:25 - 13:30	17,0W	141,7V	0,140A	0,84	68 Hz	3251
7	14:10 - 14:15	16,8W	140,1V	0,137A	0,83	68 Hz	4566
8	15:10 - 15:15	15,9W	135,3V	0,135A	0,82	68 Hz	1058
9	16:10 - 16:15	17,5W	139,0V	0,142A	0,86	68 Hz	2850



Gambar 4.19 grafik daya pada beban kipas angin 45 W terhadap waktu

#### 4.8.1 Analisa Pembahasan Hasil Pengujian Kipas Angin 45 W

Pada pengujian beban kipas angin yang bersifat induktif dimana tegangan yang dialirkan melalui kumparan dan mengakibatkan induksi menjadi medan magnet untuk memutar rotor pada kipas angin daya yang digunakan mulai pukul 12:30 sampai dengan 15:15 menurun namun meningkat setelahnya. Pemakaian daya tertinggi pada beban kipas angin pada pukul 11:30 sebesar 18,99 W dan terendah pada pukul 15:15 sebesar 15,9W. Total pemakaian daya pada beban kipas angin 45W pukul 11:30-16:15 adalah :

$$P_{\text{Total}} = W1 + W2 + \dots + W9$$

$$P_{\text{Total}} = 18,99W + 17,8W + 16,9W + 17,7W + 17,3W + 17W + 16,8W + 15,9W + 17,5W$$

$$P_{\text{Total}} = 155,9 \text{ Watt}$$

Dengan  $P_{\text{Total}}$  yang dihasilkan 103,89 W maka ketahanan baterai dalam menyalakan beban ialah :

$$\begin{aligned} \text{Ketahanan baterai} &= P_{\text{baterai}} / P_{\text{Total}} \\ &= 720 \text{ Wh} / 155,9 \text{ W} \\ &= 4,5 \text{ hours/ jam} \end{aligned}$$

Dapat kita lihat pada data tabel 4.5 diatas bahwa faktor kerja pada beban yang bersifat induktif cukup baik namun seringin berjalan waktu mengalami penurunan yang sangat signifikan. Namun mengalami perubahan pada di akhir pengujian.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil dari rancang bangun pembangkit listrik tenaga surya maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Pembangkit Listrik Tenaga Surya dirancang dengan menghubungkan paralel 2x100 Wp yang berfungsi untuk mendapatkan arus yang lebih besar dan sanggup untuk memenuhi kebutuhan ketika diubah menjadi tegangan 220 VAC
2. Prinsip kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya ialah ketika panel menangkap cahaya dari matahari maka panel akan mengeluarkan tegangan yang diarahkan ke baterai melalui *solar charge controller* dan dari baterai dapat digunakan langsung pada beban DC, pada penggunaan beban AC digunakan inverter sebagai pengubah tegangan menjadi AC.
3. Pada saat tanpa beban V maksimum dari panel surya adalah 21,7 Volt pada pukul 14:15 dan V minimum adalah 7,7 Volt pada pukul 15:15. Dan output pada tegangan AC 220 Volt. Pada saat menggunakan beban Solder 45 W faktor kerja rata-rata yang didapat ialah 0,97 (sangat baik) Pada beban bersifat Kapasitif seperti Lampu LED 15 W faktor kerja rata-rata yang didapat ialah 0,05 (buruk). pada beban Carger baterai faktor kerja rata-rata yang didapat ialah 0,8 (baik). Pada beban bersifat induktif seperti Kipas angin 45 W faktor kerja rata-rata yang didapat ialah 0,8(buruk),dikarenakan putaran rpm yang rendah.

#### **5.2 Saran**

Adapun saran yang dapat dilakukan untuk penelitian selanjutnya ialah :

1. Mengembangkan output daya yang maksimal agar dapat menyalakan alat-alat listrik lebih banyak lagi.
2. Memperbaiki faktor kerja yang belum sempurna pada beban kapasitif maupun induktif.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arman, M. (n.d.). *Mawardi Arman, 2017*.
- Harahap, P. (2019). *Implementasi karakteristik arus dan tegangan plts terhadap peralatan trainer energi baru terbarukan*. 152–157.
- Evalina, N., & H, A. A. (2018). *Menggunakan Inverter*. 1–5
- Harahap, P. (2020). *Pengaruh Temperatur Permukaan Panel Surya Terhadap Daya Yang Dihasilkan Dari Berbagai Jenis Sel Surya*. 73–80.
- Asri, M. (n.d.). *Rancang Bangun Solar Tracking System Untuk Optimasi Output Daya Pada Panel Surya*.
- Bachtiar, I. K., & Syafik, M. (2016). *Rancangan Implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya ( PLTS ) Skala Rumah Tangga menggunakan Software HOMER untuk Masyarakat Kelurahan Pulau Terong Kecamatan Belakang Padang Kota Batam*. 5(02).
- Daging, I. K., Alirejo, M. S., Antara, I. P. W., Dwiyatmo, E. F., & Wahyu, T. (2019). *Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Sumber Listrik Untuk Kapal Perikanan Skala Kecil Di Kabupaten Pangkep , Sulawesi Selatan Design Of Solar Power Plants As A Source Of Electricity For Small Scale Fishery , In Pangkep District , South Sulawesi*. 2(1), 33–40.
- Di, H., Umum, T., Haryadi, S., Rusydi, G., & Syahrillah, F. (2017). *Rancang Bangun Pemanfaatan Panel Surya Sebagai Charger*. 02(02), 114–120.
- Elektronika, J., Informasi, T., & Idris, M. (2019). *Rancang Panel Surya Untuk Instalasi Penerangan Rumah Sederhana Daya 900 Watt*. 1, 17–22.
- Fisika, J., & Universitas, F. (2015). *Rancang Bangun Solar Tracker Berbasis Mikrokontroler Atmega8535 Dengan Sensor Ldr Dan Penampil Lcd*. 4(2), 113–122.
- Harahap, P. (2020). *Pengaruh Temperatur Permukaan Panel Surya Terhadap Daya Yang Dihasilkan Dari Berbagai Jenis Sel Surya*. 73–80.
- Industri, F. T. (2014). *System Menggunakan Kontrol Pid Axis ( Azimuth ) Solar Tracking*.
- Mesin, J. T., Industri, F. T., & Trisakti, U. (2016). *Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Atap Gedung Harry Hartanto Universitas Trisakti*. 1–11.
- Sianipar, R. (2014). *Dasar Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. 11,



61–78.

Syahab, A. S., Romadhon, H. C., Hakim, M. L., Instrumentasi, P., & Selatan, T. (2019). *Rancang Bangun Solar Tracker Otomatis Pada Pengisian Energi Panel Surya Bebas Internet Of. 6(2)*.