

RANCANG BANGUN MODUL PRAKTIKUM PEMBANGKIT LISTRIK  
TENAGA SURYA (PLTS) DENGAN SISTEM  
*OFF-GRID* DI KAMPUS PSDKU KOLAKA



LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan  
diploma tiga (D-3) Program Studi Teknik Konversi Energi  
Jurusan Teknik Mesin  
Politeknik Negeri Ujung Pandang

RANDIKA CAKRA W. A	342 20 080
ARMAN	342 20 081
RANI	342 20 102

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

## HALAMAN PENGESAHAN

Laporan tugas akhir ini dengan judul "Rancang Bangun Modul Praktikum Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Dengan Sistem *Off-Grid* di Kampus PSDKU PNUP KOLAKA" oleh Randika cakra w.A NIM 342 20 080, Annan NIM 342 20 081, Rani Nim 342 20 102 dinyatakan telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Alili Madya pada Program Studi Teknik Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

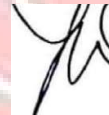
Makassar, 26 September 2023

Pembimbing I



**Ir. Andreas Pangkung M.T**  
NIP.19620828 198903 1 002

Pembimbing II



**Muh. Yusuf Yunus, S.ST., M.T.**  
NIP.19800820 200501 1 001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin,



**Syahrudin Rasyid, M.T.**  
NIP.19680105 199403 1 001

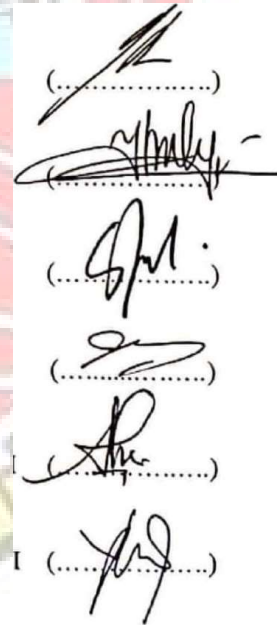
## HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, 20 September 2023, Tim Penguji Ujian Sidang Tugas Akhir telah menerima hasil ujian sidang Tugas Akhir oleh mahasiswa: Randika Cakra W.A NIM 34220080, Annan NIM 34220081, Rani Nim 34220102 dengan judul "Rancang Bangun Modul Praktikum Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Dengan Sistem Off-Grid di Kampus PSDKU KOLAKA".

Makassar, 20 September 2023

Tim Penguji Ujian Laporan Tugas Akhir:

1. Musrady Mulyadi, S.T., M.T. Ketua
2. Yiyin Klistafani, S.T., M.T. Sekretaris
3. Sri Suwasti, SS.T., M.L Anggota I
4. Prof.A.Muhammad Shiddiq, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D Anggota II
5. Ir.Andareas Pangkung M.T Pembimbing I
6. Muh Yusuf Yunus, S.ST., M.T Pembimbing II



(.....)

(.....)

(.....)

(.....)

(.....)

(.....)

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nyalah sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini yang berjudul “Rancang Bangun Modul Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dengan Sistem *Off-Grid* Di Kampus PSDKU PNUP Kolaka” dapat terselesaikan sebagaimana mestinya. Shalawat serta salam tidak lupa dihanturkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Selama penulisan Laporan Tugas Akhir ini, banyak hal yang penulis alami baik suka maupun duka. Maka pada kesempatan kali ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak atas bimbingan, perhatian dan motivasi yang telah diberikan kepada penulis, antara lain:

1. Kedua Orang Tua tercinta, juga kepada Saudara-saudara penulis yang telah memberikan banyak bantuan berupa dorongan moral, bantuan materi, serta tak henti-hentinya memberikan doa yang tulus kepada penulis dalam menyelesaikan Laporan tugas akhir ini.
2. Bapak H. Ahmad Safei, S.H., M.H. selaku Bupati Kabupaten Kolaka.
3. Bapak Ir. Ilyas Mansur, M.Si., Ph.D selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Bapak Dr. Ir Syaharuddin Rasyid, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
5. Ibu Sri Suwasti S.ST., M.T. selaku Koordinator Program Studi Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang.
6. Bapak Ir. Andareas Pangkung, M.T. selaku dosen pembimbing 1

7. Bapak Muh Yusuf Yunus S.ST., M.T. selaku dosen pembimbing II.
8. Para dosen dan staf Politeknik Negeri Ujung Pandang yang tidak disebut namanya satu persatu atas limpahan ilmu yang telah diberikan.
9. Bapak Ir. Andareas Pangkung, M.T. selaku Ketua Pengelola PSDKU PNUP Kolaka.
10. Ibu Rahmah, S.Pd., M.Pd. selaku Wakil Ketua Pengelola PSDKU PNUP Kolaka.
11. Bapak Apollo Mattangang, S.T., M.Eng. selaku Ketua Pengelola PSDKU PNUP Kolaka terdahulu.
12. Ibu Dra. Mardiana Wahab, M.Kes. selaku Wakil Ketua Pengelola PSDKU PNUP Kolaka terdahulu.
13. Teman-teman yang telah berkenan membantu hingga laporan tugas akhir ini dapat selesai.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritikan dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan tugas akhir ini demi perbaikan pada masa mendatang. Semoga laporan tugas akhir ini bermanfaat bagi pembacanya.

Makassar, September 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
HALAMAN PENERIMAAN .....	II
KATA PENGANTAR .....	III
DAFTAR ISI .....	V
DAFTAR TABEL .....	VIII
DAFTAR GAMBAR.....	IX
DAFTAR SIMBOL, SATUAN, DAN SINGKATAN .....	XI
SURAT PERNYATAAN.....	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
RINGKASAN.....	XV
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Ruang Lingkup Kegiatan .....	3
1.4 Tujuan Kegiatan .....	3
1.5 Manfaat Kegiatan .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS).....	5
2.2 Prinsip kerja PLTS .....	6
2.3 Komponen Utama Pembangkit Listrik Tenaga Surya.....	7
2.3.1 Panel Surya .....	8

2.3.2 SCC ( <i>Solar Charge Controller</i> ).....	10
2.3.3 Baterai .....	11
2.3.4 <i>Inverter</i> .....	12
2.4 Sistem PLTS .....	13
2.5 Perancangan PLTS .....	14
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>16</b>
3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian .....	16
3.2 Alat dan Bahan.....	16
3.2.1 Alat.....	16
3.2.2 Bahan.....	17
3.3 Prosedur Perancangan.....	18
3.3.1 Studi Literatur.....	19
3.3.2 Tahap Perancangan .....	19
3.3.3 Tahap Perancangan dan Desain .....	22
3.3.4 Langkah Pembuatan dan perakitan .....	25
3.4 Prosedur Pengujian.....	27
3.4.1 Rangkaian Paralel Tanpa Beban .....	27
3.4.2 Rangkaian Pararel Berbeban .....	28
3.4.3 Rangkaian Seri Tanpa Beban .....	28
<b>BAB IV HASIL DAN DESKRIPSI KEGIATAN .....</b>	<b>29</b>
4.1 Hasil Kegiatan.....	29
4.1.1 Hasil Rancangan Rangka Panel .....	29
4.1.2 Hasil Rancangan Rangka Modul Pengamatan.....	30
4.2 Pengujian modul PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) .....	31
4.2.1 Hasil Pengujian Rangkaian Pararel Tanpa Bebabn .....	31
4.2.2 Tabel Data Pengujian tanpa beban .....	32
4.2.3 Hasil Pengujian Rangkaian Pararel Berbeban AC Konstan 10 Wa .....	35
4.2.4 Hasil Pengujian Rangkaian Pararel Berbeban DC Konstan 12 Watt .....	37
4.2.5 Hasil pengujian rangkaian seri tanpa beban .....	39

4.3 Deskripsi Hasil Kegiatan .....	39
4.4 Analisa Data.....	39
4.4.1 Menghitung Daya Tanpa Beban .....	39
4.4.2 Menghitung Daya Berbeban AC Konstan 10 Watt.....	42
4.4.3 Menghitung Daya Berbeban DC konstan 12 Watt .....	45
4.5 Grafik dan Pembahasan .....	53
4.5.1 Grafik dan Pembahasan Pengujian Tanpa Beban.....	53
4.5.2 Grafik dan Pembahasan Pengujian Berbeban AC Konstan 10 Watt .....	57
4.5.3 Grafik dan Pembahasan Pengujian Berbeban DC 12 Watt .....	59
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>62</b>
5.1 KESIMPULAN .....	62
5.2 SARAN.....	62
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>64</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>66</b>





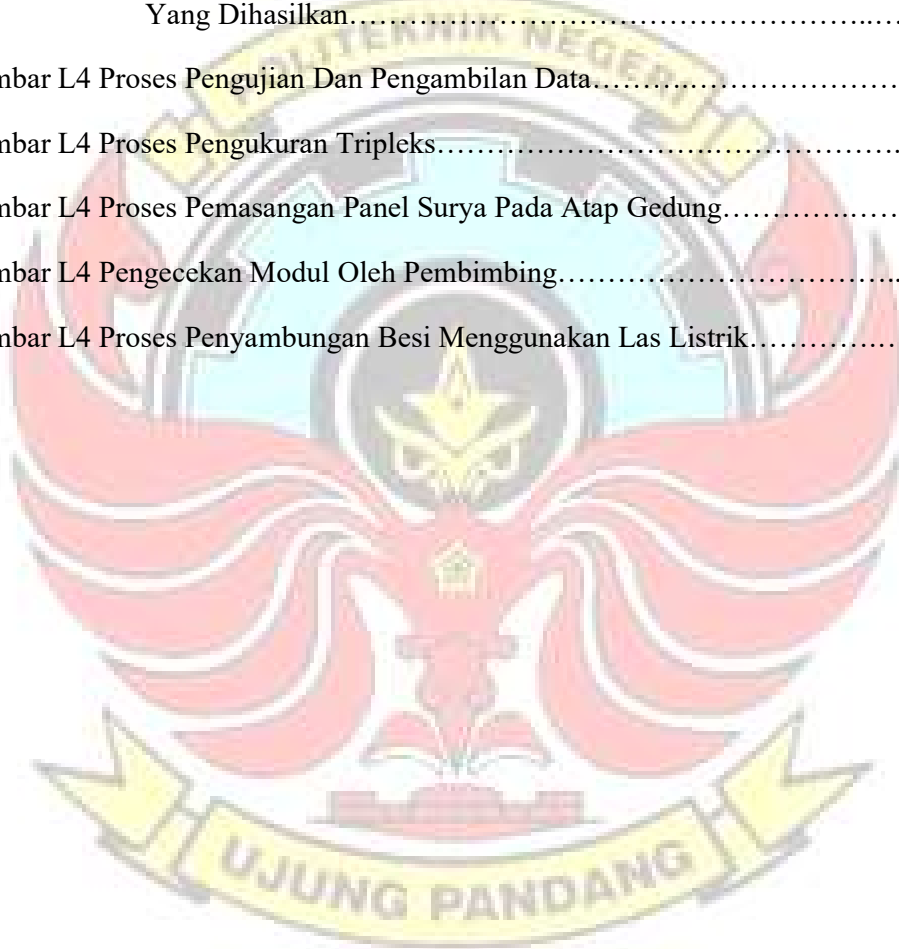
## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Bahan Yang Diperlukan.....	17
Tabel 3.2 Data Penggunaan Beban.....	19
Tabel 4.1 Data Pengujian Tanpa Beban.....	32
Tabel 4.2 Rangkaian Pararel Berbeban AC Konstan 10 Watt.....	35
Tabel 4.3 Data Pengujian Berbeban DC Konstan 12Watt.....	37
Tabel 4.4 Hasil Analisis Data Pengujian Tanpa Beban Tanggal 16 Juli 2023.....	49
Tabel 4.5 Hasil Analisis Data Pengujian Berbeban Konstan 10 Watt.....	50
Tabel 4.6 Hasil Analisis Data Pengujian Rangkaian Pararel Berbeban DC 12 Watt.....	52
Tabel L1 Hasil Analisa Data Pengukuran Tanpa Beban Hari Ke-2.....	65
Tabel L1 Hasil Analisa Data Pengujian Rangkaian Pararel Tanpa Beban Hari KE-3.....	67
Tabel L1 Hasil Analisa Data Pengujian Rangkaian Pararel Tanpa Beban Hari KE-4.....	69
Tabel L1 Hasil Analisa Data Pengujian Rangkaian Pararel Tanpa Beban Hari Ke-5.....	71
Tabel L1 Hasil Analisa Data Pengujian Rangkaian Pararel Tanpa Beban Hari Ke-6.....	73
Tabel L2 Data Hasil Analisa Berbeban AC Rangkaian Pararel Dengan Beban Konstan 15 Watt.....	75
Tabel L2 Data Hasil Analisa Berbeban AC Rangkaian Pararel Dengan Beban Konstan 20 Watt.....	77
Tabel L2 Data Hasil Analisa Berbeban AC Rangkaian Pararel Dengan Beban Konstan 35 Watt.....	78
Tabel L3 Data Hasil Analisa Berbeban DC Rangkaian Pararel Dengan Beban Konstan 20 Watt.....	80

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Electron And Curent Flow In Solar cell</i> .....	5
Gambar 2.2 Modul <i>Solar Cell</i> .....	5
Gambar 2.3 Panel Tipe <i>Monokristal</i> .....	8
Gambar 2.4 Panel Tipe <i>polykristal</i> .....	8
Gambar 2.5 Panel Tipe <i>Think film</i> .....	9
Gambar 2.6 <i>Solar Charge Controller</i> .....	10
Gambar 2.7 Baterai Jenis Basah.....	11
Gambar 2.8 <i>Inverter</i> .....	12
Gambar 3.1 Diagram Alir Kegiatan Tugas Akhir.....	18
Gambar 3.2 Spesifikasi Panel.....	20
Gambar 3.3 Skema Diagram Rangkaian paralel.....	23
Gambar 3.4 Skema Diagram Rangkaian seri.....	23
Gambar 3.5 Rancangan Meja Modul Praktikum.....	24
Gambar 3.6 Rancangan Dudukan Panel Surya.....	24
Gambar 4.1 Rangka Panel Surya.....	29
Gambar 4.2 Rangka Modul Pengamatan.....	30
Gambar 4.3 Grafik Hubungan Antara Tegangan, Dan Radiasi Matahari Terhadap Waktu Untuk Rangkaian Pararel Tanpa Beban Dari Tabel 4.1.....	53
Gambar 4.4 Grafik Hubungan Antara Daya Masukan Panel Dan Efisiensi Panel Pertama Terhadap Waktu Pada Rangkaian Pararel.....	54
Gambar 4.5 Grafik Hubungan Antara Daya Masukan Panel Dengan Efisiensi Pada Panel Kedua Terhadap Waktu Dengan Rangkaian Pararel.....	55
Gambar 4.6 Grafik Hubungan Antara Intensitas Radiasi Matahari Dengan Daya Beban Terhadap Waktu Dari Beban Konstan 10 Watt.....	56

Gambar 4.7 Grafik Hubungan Antara Efisiensi <i>Solar Charge Controller</i> , Efisiensi Sistem Dan Efisiensi <i>Inverter</i> Terhadap Waktu Pada Rangkaian Pararel Berbeban Konstan 10 Watt.....	57
Gambar 4.8 Grafik Hubungan Daya Masukan Pada Panel Dengan Efisiensi Sistem Terhadap Waktu Dengan Beban Konstan 12 Watt.....	58
Gambar 4.9 Grafik Hubungan Efisiensi Setiap Panel Terhadap Waktu.....	59
Gambar 4.10 Grafik Hubungan Antara Tegangan Arus Dan Waktu Pada Beban Yang Dihasilkan.....	60
Gambar L4 Proses Pengujian Dan Pengambilan Data.....	82
Gambar L4 Proses Pengukuran Tripleks.....	82
Gambar L4 Proses Pemasangan Panel Surya Pada Atap Gedung.....	83
Gambar L4 Pengecekan Modul Oleh Pembimbing.....	83
Gambar L4 Proses Penyambungan Besi Menggunakan Las Listrik.....	84



## DAFTAR SIMBOL, SATUAN, DAN SINGKATAN

SIMBOL	SATUAN	KETERANGAN
$P_{in}$	Watt	Tegangan yang terhitung pada panel surya
$P_{out}$	Watt	Daya Output pada panel surya
$\eta_{Sistem}$	%	Efisiensi sistem
$P_{scc}$	W Att	Daya listrik Pada <i>solar charge controller</i>
$l$	M	Lebar panel surya
$V$	Volt	Tegangan
$G$	Watt / m <sup>3</sup>	Intensitas Radiasi Matahari Pada Panel Surya
$I$	Ampere	Arus yang Terhitung Pada Panel Surya
$A$	m <sup>2</sup>	Luas penampang pada pada panel Surya
$P_{Inverter}$	Watt	Daya pada <i>inverter</i>
$p$	M	Panjang panel surya
$I_{Sc}$	A	Arus terukur
$V_{mp}$	V	Tegangan terukur
$I_{mp}$	A	Arus terukur
$\eta_{Panel}$	%	Efisiensi panel
$P_{Panel}$	W	Daya terukur rangkain paralel

## SURAT PERNYATAAN

Saya Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Randika Cakra W.A

Nim : 34220080

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini yang berjudul "Rancang Bangun Modul Praktikum Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan Sistem Off-Grid. Di Kampus PSDKU Kolaka" merupakan gagasan hasil karya saya sendiri dengan arahan komisi pembimbing.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya penulis lain telah disebutkan dan dicantumkan dalam laporan tugas akhir ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar saya siap menanggung resiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 27 September 2023



Randika Cakra W.A

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Arman

Nim : 34220081

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini yang berjudul "Rancang Bangun Modul Praktikum Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan Sistem Off-Grid Di Kampus PSDKU kolaka" merupakan gagasan hasil karya saya sendiri dengan arahan komisi pembimbing.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya penulis lain telah disebutkan dan dicantumkan dalam laporan tugas akhir ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar saya siap menanggung resiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 27 September 2023



Arman

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rani

Nim : 34220102

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini yang berjudul "Rancang Bangun Modul Praktikum Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan Sistem Off-Grid Di Kampus PSDKU kolaka" merupakan gagasan hasil karya saya sendiri dengan arahan komisi pembimbing.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya penulis lain telah disebutkan dan dicantumkan dalam laporan tugas akhir ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar saya siap menanggung resiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 27 September 2023



Rani

## **RANCANG BANGUN MODUL PRAKTIKUM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DENGAN SISTEM OFF-GRID DI PSDKU KOLAKA**

### **RINGKASAN**

Tujuan dilakukannya rancang bangun modul praktikum pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) ini ialah karena dari latar belakang yang telah diuraikan dimana untuk membantu mahasiswa dalam mempermudah proses pembelajaran dan sebagai acuan awal dalam penelitian-penelitian kedepannya.

Adapun metode penelitian yang dilakukan ialah studi literatur terlebih dahulu, setelah itu dilakukan perancangan awal sebelum masuk ke dalam proses pembuatan awal dan diakhiri dengan Analisa data yang telah didapatkan.

Hasil dari kegiatan yang telah dilakukan ada dua yang dimana hasil rancangan pada rangka modul yang dilakukan dengan proses-proses sedemikian rupa . Hasil rancangan yang kedua yaitu modul pengamatan yang dimana pada modul pengamatan inilah akan dilakukan pengambilan data.



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Matahari adalah sumber daya energi terbarukan yang merupakan energi yang tidak terbatas, beruntungnya kita berada di negara Indonesia dimana negara kita ini memiliki 2 musim yakni musim kemarau dan musim hujan. Energi Matahari sudah ada sebelum umat manusia ada akan tetapi pemanfaatannya menjadi energi listrik masih tergolong rendah. Dimana pemanfaatan yang rendah ini disebabkan karena alat panel surya itu sendiri yang digunakan untuk mengkonversikannya menjadi listrik masih tergolong mahal harga alatnya.

Sudah banyak yang memanfaatkan dan mengembangkan sumber energi matahari. Energi surya yang dimanfaatkan untuk diubah menjadi energi listrik masih memiliki efisiensi yang belum optimal dikarenakan beberapa faktor, sehingga untuk memaksimalkan penggunaan panel surya dilingkungan sekitar maka perlu dilakukan penelitian dan pengembangan, sehingga intensitas matahari yang diperoleh dapat dimaksimalkan. Oleh karena itu diperlukan suatu alat untuk melakukan penelitian dan percobaan guna memaksimalkan pemanfaatan energi surya di Indonesia.

Pemanfaatan energi surya jika dilakukan dan dikembangkan secara terus menerus sampai mendapatkan efisiensi penggunaan yang maksimal akan membuat negara kita ini menjadi negara yang maju dikarenakan kita sudah tidak bergantung lagi dengan energi konvensional. Namun, ketersediaan alat pengembangan tenaga

surya ini belum ada di PSDKU Kolaka sehingga mahasiswanya harus datang di kampus utama yang terletak di kota Makassar. Hal ini tentu membuat mahasiswa PSDKU Kolaka menyebabkan kesulitan dalam memahami sistem PLTS itu sendiri.

Alat yang akan kami rancang ialah alat modul pembangkit listrik tenaga surya dimana alat ini sebelumnya telah dilakukan penelitian terdahulu oleh (Selfiana dan Marlin, 2021), namun kami menemukan beberapa kekurangan pada alat tersebut, dimana alat sebelumnya dibuat semata-mata hanya untuk penelitian dan pada kapasitas inventernya yang tidak dapat menyuplai tegangan 12/24 Volt.

Dalam perancangan modul praktikum harus disertakan pemahaman dan pengetahuan tentang pembangkit listrik tenaga surya dan dapat diperoleh melalui proses belajar dikelas, membaca buku, artikel, jurnal dan forum diskusi ilmiah. Pengetahuan secara teori juga harus diseimbangkan dengan pengetahuan secara praktik di lapangan. Berdasarkan masalah yang diuraikan diatas maka penulis akan memberikan solusi dengan melakukan pembuatan alat dan penelitian dengan judul “Rancang Bangun Modul Praktikum Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan Sistem *Off-Grid* Di kampus PSDKU Kolaka”

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas maka disusun permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana rancang bangun Modul PLTS pada praktikum energi alternatif .
2. Bagaimana menghitung efesiensi panel surya pada modul praktikum pembangkit listrik tenaga surya jika dirangkai seri atau paralel.

### **1.3 Ruang Lingkup Kegiatan**

Agar lebih fokus untuk mencapai tujuan yang diinginkan , maka pada Rancang Bangun Modul Praktikum Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), ruang lingkup penulisan dibatasi sebagai berikut:

1. Perancangan dan pembuatan modul praktikum pembangkit listrik tenaga surya sebagai media pembelajaran.
2. Analisis kinerja panel surya jika dirangkai seri atau paralel.

### **1.4 Tujuan Kegiatan**

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka yang menjadi tujuan dari kegiatan ini adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan hasil rancangan modul pembangkit listrik tenaga surya yang dapat dirangkai seri dan paralel.
2. Mendapatkan unjuk kerja panel surya modul praktikum pembangkit listrik tenaga surya dengan efisiensi yang baik pada sistem PLTS.

### **1.5 Manfaat Kegiatan**

Adapun manfaat yang diperoleh dari kegiatan ini yaitu sebagai berikut:

1. Untuk penulis agar supaya menerapkan hasil yang telah didapatkan selama perkuliahan berlangsung selama ini.
2. Dapat digunakan sebagai sarana alat penunjang pembelajaran bagi mahasiswa di PSDKU Kolaka kedepannya.
3. Menjadi referensi tambahan dalam pengembangan alat yang memanfaatkan energi terbarukan dalam skala yang lebih besar.

4. Dapat digunakan sebagai alat pembangkit listrik tenaga surya untuk memenuhi penerangan gedung dan rumah tangga.



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS)

Sebelum kita masuk lebih jauh ke pembahasan, mari kita ketahui terlebih dahulu apakah yang dimaksud dengan pembangkitan listrik tenaga surya? Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah pembangkitan listrik dengan pemanfaatan radiasi matahari menggunakan *photovoltaic cell* atau *solar cell*, energi tersebut kemudian diubah menjadi energi listrik. Energi yang dihasilkan dari pengkonversian panas matahari menjadi listrik berupa arus listrik searah (DC) yang kemudian diubah menjadi arus bolak-balik (AC) menggunakan alat pengkonversi DC to AC yaitu *inverter* sebelum dihubungkan ke beban pada umumnya.

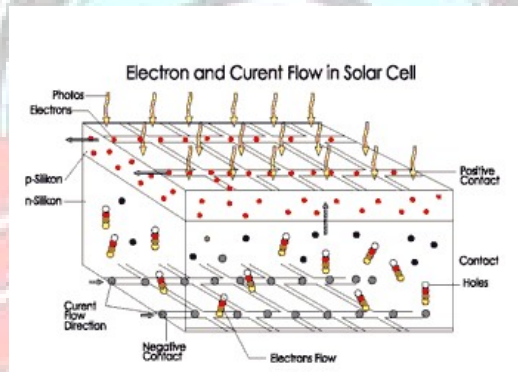
Pembangkit listrik tenaga surya adalah pembangkitan yang mudah dipasang dalam instalasi rumah sederhana karena sumber energinya berasal dari panas matahari yang kemudian diubah menjadi listrik melalui bantuan media panel surya. Panel surya juga disebut Solar *Photovoltaic* atau Solar *Energy* alat inilah yang menghasilkan arus sehingga dikatakan pembangkit listrik tenaga surya. Sehingga PLTS merupakan sarana untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan listrik yang ramah lingkungan yang kedepannya dapat dimanfaatkan dengan maksimal.

Bagaimana pun istilah tenaga surya mempunyai arti mengubah sinar matahari secara langsung menjadi panas atau energi listrik, dua tipe dasar tenaga matahari adalah 'sinar matahari' dan '*photovoltaic*' (*photo* = Cahaya, *voltaic*=tegangan). *Photovoltaic* tenaga matahari melibatkan pembangkit listrik

dari Cahaya. Rahasia dari proses ini adalah penggunaan bahan semikonduktor yang dapat disesuaikan untuk melepaskan electron. (Idris, 2019:18).

Sel surya (*photovoltaic*) merupakan pembangkit listrik yang mampu mengkonversi sinar matahari menjadi arus listrik. Energi matahari pada kenyataanya menjadi salah satu sumber energi yang paling menjanjikan dimasa mendatang dibandingkan dengan energi yang lainnya, satu-satunya alasan hal ini diungkapkan karena sampai saat ini sifat energi matahari berkelanjutan (*sustainable*) dan tak terbatas (Hutahaean, 2022:5).

## 2.2 Prinsip kerja PLTS



Gambar 2.1 *Electron and Current Flow in Solar cell*  
Sumber: Haerurrozil, 2018:2



Gambar 2.2 *Modul Solar Cell*  
Sumber: Haerurrozil, 2018:2

PLTS merupakan salah satu pembangkit listrik yang menggunakan sumber energi terbarukan. PLTS memanfaatkan sinar matahari melalui sel surya (*Photovoltaic*) untuk mengkonversikan radiasi sinar foton matahari menjadi energi listrik. Unjuk kerja PLTS sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu faktor lingkungan, faktor temperatur PV modul, faktor kondisi cuaca lingkungan dan faktor Intensitas cahaya matahari. Sel surya (*Solar Cell*) yang dapat menangkap sinar matahari merupakan salah satu pembangkit listrik yang sangat menjanjikan.

Sel surya bekerja menggunakan prinsip *p-n junction*, yaitu persambungan antara semikonduktor tipe-p dan tipe-n. Semikonduktor ini terdiri dari ikatan-ikatan atom yang dimana terdapat elektron sebagai penyusun dasar. Semikonduktor tipe-n mempunyai kelebihan elektron (muatan negatif), sedangkan semikonduktor tipe-p mempunyai kelebihan hole (muatan positif) dalam struktur atomnya (Haerurrozi1, 2018:2).

Ketika *junction* disinari, *photon* yang mempunyai energi sama atau lebih besar dari lebar pita energi material tersebut akan menyebabkan *eksitasi* elektron dari pita *valensi* ke pita konduksi dan akan meninggalkan *hole* pada pita *valensi*. Elektron dan *hole* ini dapat bergerak dalam material sehingga menghasilkan pasangan *electron-hole*. Apabila ditempatkan hambatan pada terminal sel surya, maka elektron dari area-n akan kembali ke area-p sehingga menyebabkan perbedaan potensial dan arus akan mengalir (Idris, 2019:19)

### **2.3 Komponen Utama Pembangkit Listrik Tenaga Surya**

Untuk memperoleh listrik dari radiasi matahari ada beberapa peralatan yang dibutuhkan antara lain:

### 2.3.1 Panel Surya

Panel surya adalah komponen utama pada Pembangkitan listrik Tenaga Surya yang berfungsi mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Panel surya pada umumnya mempunyai ketebalan 3 mm, tersusun dari P dan N yang terbuat dari irisan bahan semikonduktor. Energi listrik dapat dibangkitkan dengan mengubah radiasi sinar matahari melalui sebuah proses yang dinamakan sistem *Photovoltaic* (PV), yang mengubah sinar matahari menjadi energi listrik. Listrik yang dihasilkan berupa arus DC. Kapasitas daya panel surya diukur dalam satuan *Wattpeak* (Wp). Listrik DC dapat digunakan langsung untuk beban-beban DC atau juga dapat untuk mengisi aki/baterai. Listrik dari panel surya ini juga dapat digunakan pada peralatan-peralatan listrik yang memerlukan arus AC dengan menggunakan *inverter* yang nantinya akan mengubah arus DC menjadi AC (Harahap, 2020:74).

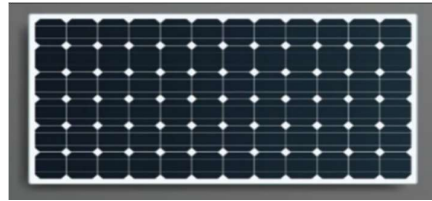
#### 1. Jenis Panel Surya

Panel surya yang biasa digunakan dalam pembangkitan listrik tenaga surya terdiri dari beberapa jenis yang digolongkan berdasarkan teknologi pembuatannya. Secara garis besar sel surya dibagi tiga jenis, yaitu:

##### a) *Monokristal (Monocrystalline)*

Merupakan panel paling efisien, panel ini menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. Memiliki efisiensi sampai 15-20%. Umumnya panel ini dibuat menggunakan *crystal silikon* murni yang sudah melalui beberapa proses. Kekurangan panel ini tidak akan berfungsi ditempat yang sinar matahari kurang (cahaya redup).





Gambar 2.3 Panel Tipe *Monokristal*  
Sumber: Harahap, 2020:74

b) *Polikristal (Poly-Crystalline)*

Efisiensi dari jenis panel ini lebih rendah dari monocrystal karena kemurnian kristal silikonnya tidak sempurna dengan sel surya *monokristal*, karenanya efisiensi lebih rendah berkisaran 13-16% Dan harga yang lebih murah. (Mahmud, 2019).



Gambar 2.4 Panel Tipe *polykristal*  
Sumber : Harahap, 2020:74

c.) *Thin Film*

Merupakan panel surya yang memiliki dua lapisan yaitu *mikrokristal silikon* dan *amorphous* dengan efisiensi modul hingga 8.5% per luas permukaan. *Thin Film Photovoltaic* memiliki jenis *thin film triple junction photovoltaic* dengan fungsi sangat efisien dalam udara yang sangat berawan dan dapat menghasilkan daya listrik sampai 45%. (Harahap, 2020:74).



Gambar 2.5 Panel Tipe *Think film*  
Sumber:Harahap, 2020:74

### 2.3.2 SCC (*Solar Charge Controller*)

*Solar Charge Controller* (SCC) merupakan perangkat dalam sistem PLTS yang berfungsi untuk mengatur pengisian daya dari panel surya ke baterai. SCC digunakan untuk menjaga tegangan dan arus yang masuk ke baterai sesuai dengan reteng baterai. SCC akan memastikan baterai tidak mengalami pelepasan muatan (*over discharge*) dan kelebihan muatan (*over charge*) yang dapat mengurangi usia baterai

*Solar charge controller* menerapkan teknologi *pulse width modulation* (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban. Panel surya / *solar cell* 12 volt umumnya memiliki tegangan output 16-21 volt. Jadi tanpa *solar charge controller*, baterai akan rusak oleh *charging* dan ketidakstabilan tegangan. Baterai umumnya *discharge* pada tegangan 14 – 14.7 volt. (Idris, 2019:19).

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

- a. Mengatur arus untuk pengisian ke baterai, menghindari *overcharging* dan *overvoltage*.
- b. Mengatur arus yang dibebaskan/diambil dari baterai agar baterai tidak *full discharge* dan *overloading*.

c. Monitoring temperature baterai.



Gambar 2.6 Solar Charge Controller

### 2.3.3 Baterai

Baterai ialah peralatan pendukung suatu sistem pembangkit listrik tenaga surya. Baterai dapat menyimpan energi listrik yang diterima pada siang hari dan dapat digunakan pada malam hari untuk melayani beban atau peralatan listrik. Baterai juga berfungsi menyediakan daya kepada beban waktu tidak ada cahaya matahari dan meratakan perubahan yang terjadi pada beban (Idris, 2019:19).

Baterai yang digunakan pada sistem PLTS berbeda dari baterai yang biasanya digunakan pada aki mobil/motor. Baterai yang akan digunakan pada modul praktikum kali ini adalah baterai *deep cycle lead acid*. Muatan baterai jenis *deep cycle lead acid* dapat dikeluarkan (*discharge*) secara terus menerus secara maksimal hingga mencapai kapasitas nominal. Penggunaan baterai selain jenis *deep cycle lead acid* akan menyebabkan umur baterai akan berkurang lebih cepat bahkan baterai tidak dapat dioperasikan sesuai kapasitasnya (Afandi dkk, 2021:352).



Gambar 2.7 Baterai jenis basah

Untuk penentuan pemilihan baterai adalah sebagai berikut :

- a. Tegangan dan arus yang disyaratkan.
- b. Jadwal waktu pengoprasian.
- c. Suhu pada saat pengoprasian.
- d. Kapasitas (Ampere Jam = Ah).
- e. Ukuran, bobot dan umur baterai.

#### 2.3.4 *Inverter*

Alat yang mengubah DC to AC *Converter* atau yang biasa dikenal dengan *Inverter* merupakan salah satu komponen utama dalam sistem PLTS. Beban rumah tangga umumnya memiliki rating tegangan AC, sedangkan tegangan keluaran dari panel surya adalah DC. Untuk itu, diperlukan *Inverter* yang dapat merubah tegangan dari tegangan DC keluaran panel surya/baterai menjadi tegangan AC sesuai dengan beban rumah tangga.

Ada beberapa jenis *Inverter* yang ada di pasaran berdasarkan mutu daya keluarannya. Ada yang sinus murni (*pure sine wave*) dan *modified square wave*. untuk sistem PLTS, *Inverter* yang baik digunakan adalah tipe *pure sine wave*.

karena *inverter* jenis ini mampu memberikan suplai bagi semua jenis beban (Afandi, dkk, H., 2021:352).



Gambar 2.8 *Inverter*

#### 2.4 Sistem PLTS

Pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) ada beberapa sistem yaitu :

1. *Off-Grid*

Sistem PLTS *Off-grid* adalah sistem yang mengandalkan energi matahari sebagai satu-satunya sumber energi. Tipe ini tidak tersinkron dengan listrik PLN sehingga tipe ini cocok digunakan di tempat yang belum terjangkau listrik PLN karena sifatnya yang mandiri dan mengandalkan baterai.

2. *On-Grid*

Sistem PLTS *On-Grid* ini umumnya digunakan pada bangunan rumah, kantor, atau pabrik. Karena merupakan salah satu solusi paling efektif untuk efisiensi biaya listrik yang digunakan. Sistem ini tidak membutuhkan baterai

karena arus dc yang dihasilkan oleh panel akan langsung diubah menjadi ac lalu disinkronkan dengan listrik PLN.

### 3. Hybrid

Sistem PLTS *Hybrid* ini adalah sistem perpaduan dari dua sistem yang dijelaskan diatas, yaitu sistem *on-grid* dan *off-grid*. Sistem *hybrid* juga menggunakan baterai untuk menyimpan kelebihan daya listrik yang diproduksi oleh PLTS dan dapat digunakan saat kekurangan daya atau terjadi pemadaman oleh PLN.

## 2.5 Perancangan PLTS

Pada perancangan tugas akhir kali ini kami mencari tahu terlebih dahulu komponen-komponen yang akan digunakan dan jumlah yang kami butuhkan pada pembangkit listrik tenaga surya. Dengan menggunakan persamaan di bawah ini

1. Menentukan Total Energi

$$\text{Total Energi} = \frac{\text{Daya Beban}}{(100\% - 40\%)} \dots\dots\dots(3-1)$$

2. Menentukan kebutuhan Panel

$$\text{Panel surya} = \frac{\text{Total Energi}}{\text{Waktu Optimal}} \dots\dots\dots(3-2)$$

3. Menentukan Jumlah Panel

$$\text{Jumlah panel surya} = \frac{\text{Energi Total Beban Harian}}{\text{Waktu Optimal} \times \text{Kapasitas Panel Surya}} \dots\dots\dots(3-3)$$

4. Menentukan Spesifikasi SCC

$$\text{Daya SCC} = I_{sc} \times \text{Jumlah panel surya} \dots\dots\dots(3-4)$$

5. Menentukan luas penampang pada panel

$$A = P \times L \dots \dots \dots (3-5)$$

Keterangan :

A = Luas Penampang Panel Surya (m<sup>2</sup>)

P = Panjang sel surya (m)

L = Lebar sel surya (m)

6. Menentukan daya masukan pada panel

$$P_{in} = G \times A \dots \dots \dots (3-6)$$

Keterangan :

P<sub>in</sub> = Daya input *cell fotovoltaik* (Watt)

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

A = Luas *cell fotovoltaik* (m<sup>2</sup>)

7. Menentukan daya *output* pada panel surya

$$P_{out} = V \times I \dots \dots \dots (3-7)$$

Keterangan :

P<sub>out</sub> = Daya *output cell fotovoltaik* (Watt)

V = Tegangan (volt)

I = Arus (Ampere)

8. Menentukan Efisiensi pada panel surya

$$\eta = \left( \frac{P_{out}}{P_{in}} \right) \times 100\% \dots \dots \dots (3-8)$$

Keterangan :

η<sub>sistem</sub> = Efisiensi sistem (%)

η<sub>panel</sub> = Efisiensi panel (%)

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian**

Lokasi Tempat pembuatan dan penelitian Pembangkit listrik tenaga surya dengan sistem off-grid sebagai media pembelajaran ini dilakukan di kampus PSDKU Kolaka Kab.Kolaka. Adapun perakitan dan pemasangan pembangkit listrik tenaga surya ini dilaksanakan pada waktu pelaksanaan tugas akhir yaitu pada bulan Mei – September 2023.

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

##### **3.2.1 Alat**

Adapun alat-alat yang digunakan sebagai berikut:

1. Inverter Daya 500 Watty
2. Aki dengan Spesifikasi yuasa 65D31R-N70
3. PV dengan kapasitas 80 WP
4. Lampu AC dengan daya 120 Watt
5. Lampu DC dengfan daya 64 Watt
6. Multi meter
7. Pyranometer
8. *Solar Charge Controller* tipe MPPT

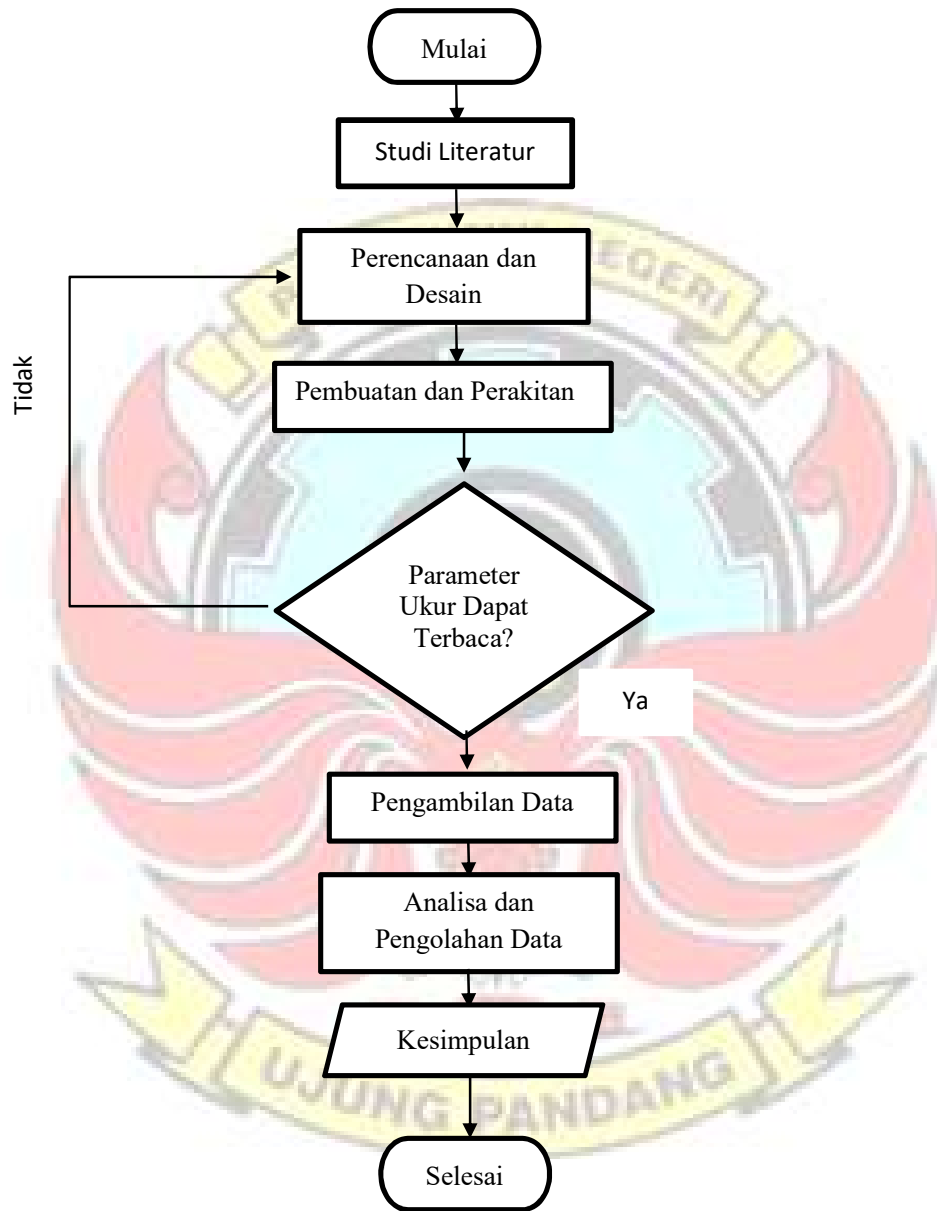


### 3.2.2 Bahan

Tabel 3.1 Bahan yang diperlukan

No	Bahan	Keterangan
1	Kabel	20 meter
2	Lem lilin	4 buah
3	Terminal Deret	1 blok
4	Fitting Lampu	6 buah
5	Tripleks Melamin	3 buah
6	Tripleks 6 mm	2 buah
7	Besi Hollow 4x4	3 batang
8	Besi Hollow 2x1	3 batang
9	Skun	1 pcs
10	Les Siku Aluminium	3 batang
11	Les siku aluminium	4 batang
12	Saklar	2 buah
13	Kotak Kontak	1 buah
14	Lampu	7 buah
15	Sekrup Dan Baut	2 pcs
16	Socket banana	14 buah
17	Konektor banana	14 buah
18	Cat Pewarna	1 kaleng
19	Roda	4 buah
20	Dempul	1 kaleng

### 3.3 Prosedur Perancangan



Gambar 3.1 Diagram Alir Kegiatan Tugas Akhir

### 3.3.1 Studi Literatur

Tahap perancangan awal adalah dilakukannya studi literatur mengenai sistem pembangkit listrik tenaga surya dengan tujuan untuk mengumpulkan sumber-sumber informasi yang mendukung dalam pengerjaan rancang bangun alat.

### 3.3.2 Tahap Perancangan

Alat yang dirancang adalah sebuah alat yang digunakan untuk mendukung sistem pembelajaran di PSDKU Kolaka yaitu modul praktikum pembangkit listrik tenaga surya yang dihubungkan ke-variasi beban pada beban AC dan DC.

Pembangkit listrik tenaga surya digunakan sebagai sumber energi utama yang menjalankan beban / mengalirkan daya ke beban. Alat ini digunakan untuk memudahkan mahasiswa dalam memahami konsep dasar pembangkit listrik tenaga surya.

Tabel 3.2 Data Penggunaan Beban

NO	Jenis Beban	Daya (Watt)	Lama operasi (Jam)	Energi per/hari (Wh)
1.	Lampu Ac	120	1	120
2.	Lampu <i>dc</i>	64	1	64
Total				189

1. Menentukan Jumlah Panel Surya

a. Spesifikasi Panel Surya *Polycrystalline* 80 Wp :

*Rated maximum power (Pmax)* : 80 WP

*Maximum power voltage (Vmp)* : 18,4

*Maximum power current (Imp)* : 4,74 A

*Open circuit voltage (Voc)* : 22,4 V

*Short circuit current (Isc)* : 5 A

*Dimension* : 674 x 674 x 30 mm



Gambar 3.2 Spesifikasi panel

Perlu diketahui bahwa energi listrik yang dihasilkan oleh Pembangkit Listrik tenaga Surya tidak 100% karena selama masa pengkonversian energi dari panel surya hingga akhirnya ke beban terdapat 40% rugi-rugi yang terjadi, maka dilakukan penambahan 40% daya listrik dari total daya yang digunakan (Dewi,Dkk 2022). Jadi:

$$\text{Total Energi} = \frac{\text{Daya Beban}}{(100\% - 40\%)} \dots\dots\dots(3-1)$$

$$= \frac{189 \text{ Wh}}{60\%}$$

$$= 315 \text{ Wh}$$

2. Menentukan kebutuhan panel surya

$$\text{Panel surya} = \frac{\text{Total Energi}}{\text{Waktu Optimal}} \dots\dots\dots(3-2)$$

$$= \frac{315 \text{ Wh}}{4 \text{ Jam}}$$

$$= 79 \text{ WP}$$

Karena besaran daya yang dibutuhkan adalah 79 WP jadi pemilihan panel yang tepat seharusnya 80 WP, akan tetapi kami menggunakan panel yang kami punya sebelumnya dengan daya sebesar 80 Wp hal ini dilakukan untuk mengefesienkan biaya.

3. Menentukan jumlah panel surya

$$\text{Jumlah panel surya} = \frac{\text{Energi Total Beban Harian}}{\text{Waktu Optimal} \times \text{Kapasitas Panel Surya}} \dots\dots(3-3)$$

$$\text{Jumlah panel surya} = \frac{315 \text{ Wh}}{4 \text{ h} \times 80 \text{ WP}}$$

$$= 0,98 \text{ buah}$$

Diperoleh jumlah panel 0,98 buah yang dibulatkan jadi 1 buah, karena kami ingin melakukan pengujian rangkain seri pararel maka kami menggunakan 2 buah panel agar dapat memungkinkan dilakukan pengujian.

4. Menentukan spesifikasi jenis *Solar Charge Controller* (SCC) yang akan digunakan.

$$\text{Daya SCC} = \text{Isc} \times \text{Jumlah panel surya} \dots\dots\dots(3-4)$$

$$= 5 \text{ A} \times 2 \text{ buah}$$

= 10 Ampere

Oleh karena daya *Solar Charge Controller* yang dibutuhkan sebesar 2 x 80 Wp dan *Short Circuit Current* sebesar 5 ampere, maka pemilihan *Solar Charge Controller* yang akan digunakan sebesar 30 A, karena akan dilakukan pengujian dengan sistem 12/24 Volt dimana dilakukan pengujian rangkaian seri-pararel.

#### 5. Menentukan jumlah baterai

Spesifikasi Baterai Yuasa Pafecta 65D31R-N70

Model = Yuasa 65D31R-N70

*Rated Voltage* = 12 V

*Rated Capacity* = 70 Ah

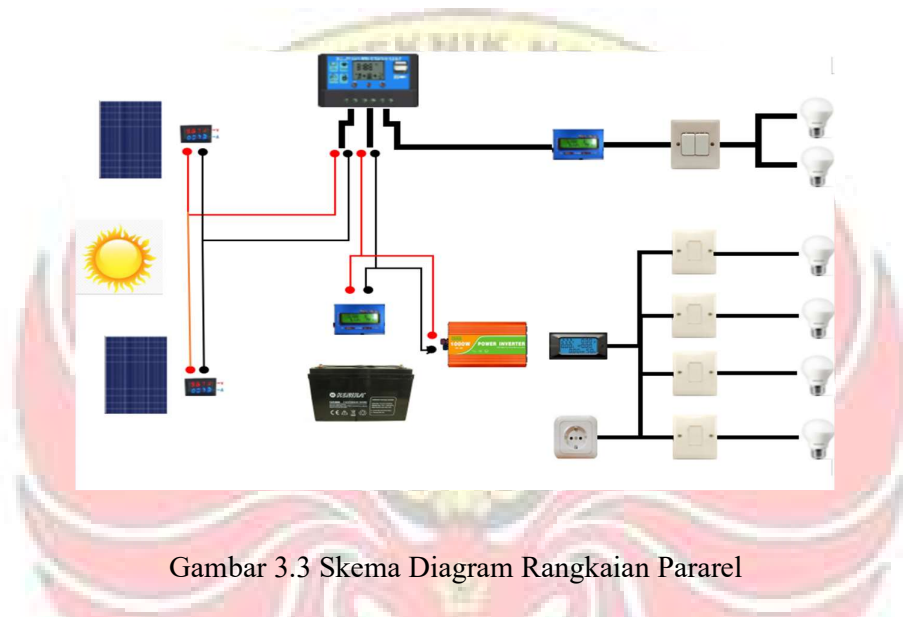
Diasumsikan bahwa pada sistem PLTS ini dicadangkan daya ke baterai untuk kapasitas 1 hari. Dapat diketahui juga bahwa lama operasi dari operasi beban AC dan DC dengan tegangan 12 Volt adalah 10 menit.

#### 3.3.3 Tahap Perancangan dan Desain

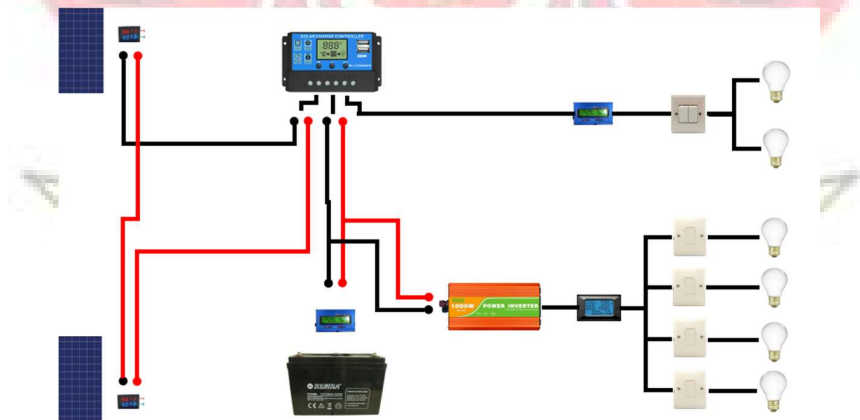
Setelah tahap perancangan selesai, kemudian dilanjutkan dengan proses pembuatan dan perakitan. Berikut langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan semua alat dan bahan yang akan digunakan.
2. Membuat rangka dudukan panel surya sesuai dengan rancangan yang telah dibuat sebelumnya.
3. Pembuatan rangka modul praktikum pembangkit listrik tenaga surya sesuai dengan rancangan yang telah dibuat sebelumnya.

4. Menyusun komponen pada tempat yang telah disediakan dan merangkai rangkaian sesuai dengan rancangan awal.
5. Menyambungkan sistem pembangkit listrik tenaga surya dengan sistem penerangan.
6. Mengkoppel panel dengan alat pembacaan modul menggunakan kabel.



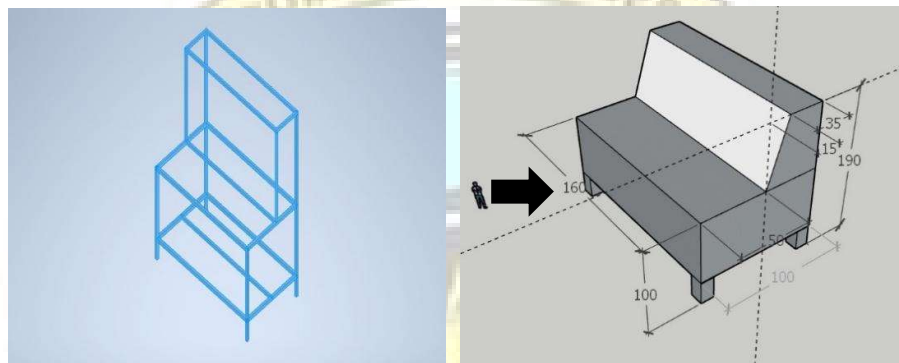
Gambar 3.3 Skema Diagram Rangkaian Paralel



Gambar 3.4 Skema diagram rangkain Seri

Perancangan skema diagram kelistrikan dibutuhkan untuk mengetahui komponen yang digunakan pada modul praktikum. Selain komponen pada

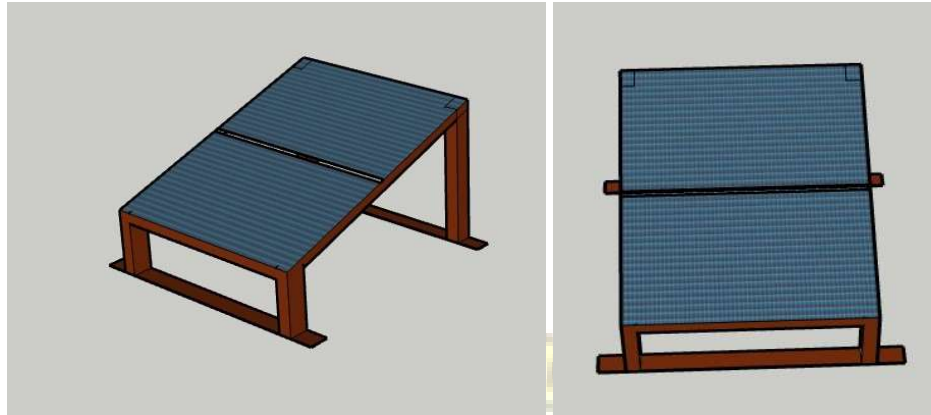
skema kelistrikan pun dapat kita ketahui alat ukur digital yang digunakan untuk memperhatikan atau memantau besaran nilai yang dihasilkan oleh suatu panel surya. Pada perancangan kelistrikan harus diperhatikan unsur keamanan dan kemudahan saat melakukan perbaikan dan perawatan. Perancangan ini juga bertujuan sebagai petunjuk bagi praktikan ketika mengoperasikan modul PLTS ini agar dapat memudahkan dalam memahami.



Gambar 3.5 Rancangan meja modul praktikum

Rancangan modul instrument pengamatan diperlukan agar praktikan dapat memantau dan membaca besaran nilai output yang dihasilkan oleh panel panel surya ketika dilakukan variasi pada saat pengujian atau pengamatan. Pada instrument pengamatan ini unsur keamanan, kenyamanan, dan unsur estetika perlu diperhatikan agar saat proses praktikum bisa dipergunakan dengan baik.





Gambar 3.6 Rancangan Dudukan Panel Surya

Pada proses perancangan konstruksi kerangka tiang panel surya diperlukan ketelitian agar kerangka tiang dapat diposisikan dan memiliki keseimbangan pada setiap sisinya, sehingga pada saat melakukan pengujian dapat diposisikan pada sudut sinar matahari yang memiliki efisiensi yang baik. Selain unsur ketelitian unsur keamanan dan estetika juga diperhatikan agar dapat digunakan dengan baik sebagai mana mestinya.

#### 3.3.4 Langkah Pembuatan dan perakitan

##### a. Rangka Panel

1. Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
2. Memotong besi holo sesuai dengan dimensi yang telah di buat, jumlah besi yang dipotong sebanyak 4 buah yang akan digunakan sebagai kaki pada tiang rangka
3. Menyatukan besi holo yang telah dipotong dengan cara pengelasan membentuk siku dengan sudut  $90^\circ$ . Lalu memotong besi holo lagi

yang akan digunakan untuk penopang rangka tiang panel, lalu disambungkan dengan cara pengelasan.

4. Setelah konstruksi rangka tiang dibuat selanjutnya membuat dudukan panel dari besi siku.
5. Menyambung besi siku yang telah dipotong dengan cara pengelasan, lalu menyambungkan juga bagian penopang dengan dudukan panel dengan cara pengelasan.
6. Melakukan tahapan *finishing* terhadap rangka panel dan penghalusan di setiap sambungan las.

b. Rangka Modul Instrumen

1. Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
2. Memotong besi holo yang telah disediakan dengan ukuran sesuai gambar yang telah dibuat.
3. Menyusun dan menyambungkan besi holo dengan prosedur pengelasan kemudian penghalusan pada hasil pengelasan.
4. Menyiapkan tripleks melamin dan menandai dengan ukuran sesuai gambar sebelum pemotongan dilakukan.
5. Melakukan pemotongan menggunakan gurinda listrik pada tripleks melamin yang ditandai. Tripleks melamin ini sebagai body pada rangka modul.
6. Menyusun komponen PLTS di tripleks melamin yang telah dipotong sesuai dengan tata letak skema yang telah dibuat.

7. Menyatukan tripleks melamin pada rangka dengan proses memasang baut mur agar rangka tertutup.
8. Melakukan *finishing* pada rangka modul instrument.

### 3.4 Prosedur Pengujian

Proses pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah modul praktikum PLTS berfungsi dengan baik dan dapat digunakan sesuai dengan fungsinya.

Langkah-langkah pengujian modul praktikum PLTS adalah sebagai berikut :

#### 3.4.1 Rangkaian Paralel Tanpa Beban

1. Menyiapkan dan mengecek peralatan yang digunakan.
2. Merangkai rangkaian pada modul instrument pengamatan secara paralel sesuai dengan gambar rangkaian yang telah disiapkan.
3. Menghubungkan baterai atau aki dengan modul instrument pengamatan.
4. Meletakkan panel surya dibawah sinar matahari langsung.
5. Menghubungkan kabel output panel surya dengan input modul instrument pengamatan.
6. Mengukur intensitas radiasi matahari dengan alat ukur pyranometer lalu mencatat hasil pengukuran pada table yang telah disediakan.
7. Mencatat data yang dihasilkan alat ukur lalu memasukkan kedalam table data pengamatan.
8. Pengujian selesai.

### 3.4.2 Rangkaian Pararel Berbeban

1. Pengujian rangkain pararel berbeban dilakukan dengan cara mengikuti prosedur pengujian tanpa beban dari No.1 sampai dengan No. 6
2. Memasang beban lampu pada fitting di modul instrument pengamatan sesuai jenis bebannya. Lalu mengaktifkan saklar untuk beban lampu.
3. Melakukan pengujian No. 7 dan No. 8 pada rangkaian pararel berbeban.
4. Pengujian selesai.

### 3.4.3 Rangkaian Seri Tanpa Beban

1. Menyiapkan dan mengecek peralatan yang akan digunakan
2. Merangkai rangkaian pada modul instrument pengamatan secara seri sesuai dengan gambar rangkaian yang telah disiapkan.
3. Mengikuti Langkah No.3 sampai dengan No.8 pada pengujian rangkaian pararel tanpa beban.
4. Pengujian selesai.

Setelah semua pengujian telah dilaksanakan mahasiswa melepaskan semua sambungan dimulai dari kabel output panel agar saat melakukan pembongkaran rangkaian semua aman dari resiko kecelakaan kerja.

## **BAB IV**

### **HASIL DAN DESKRIPSI KEGIATAN**

#### **4.1 Hasil Kegiatan**

Kegiatan awal penelitian diawali dengan pembuatan kerangka modul dan kerangka panel surya pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). PLTS menggunakan panel surya dengan kapasitas daya sebesar 80 WP dengan Panjang 674 mm dan lebar 674 mm.

##### **4.1.1 Hasil Rancangan Rangka Panel**

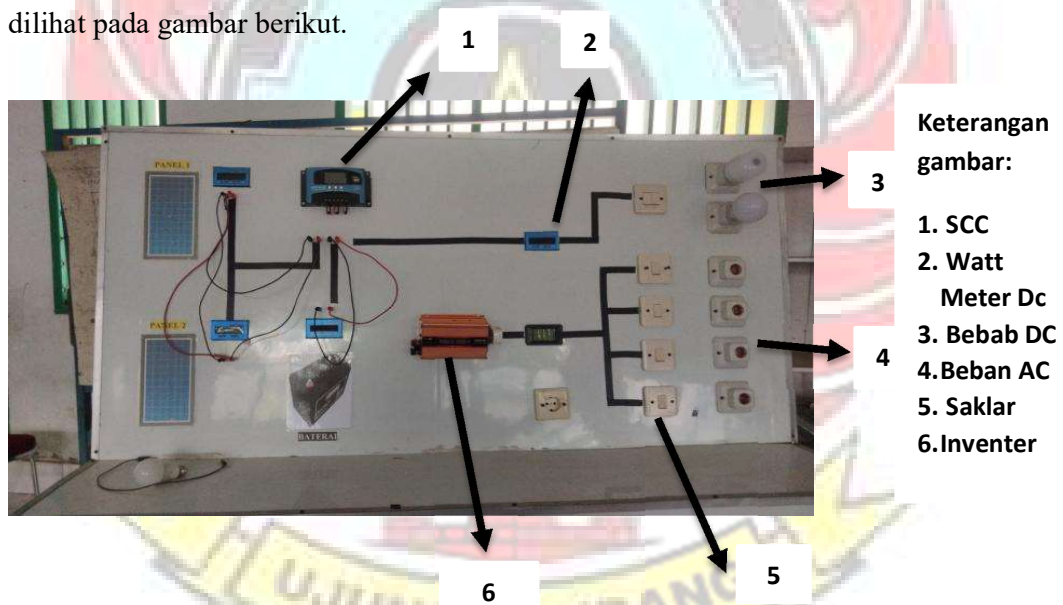
Hasil dari perancangan kerangka tiang penyangga panel surya dapat dilihat pada gambar di bawah ini, dimana rangka ini dibuat sebagaiudukan panel surya yang diletakkan pada atap rumah yang mendapatkan penyinaran terik matahari secara langsung tanpa terhalang oleh benda dan pepohonan. Pembuatan kerangka panel ini menggunakan besi holo 2x1cm dan 4x4cm dengan masing-masing ketebalan 1,5 cm. Dan dudukan pada panel terbuat dari besi siku dengan ukuran 3 x 3 cm.



Gambar 4.1 Rangka panel surya

#### 4.1.2 Hasil Rancangan Rangka Modul Pengamatan

Dimana pada rangka modul pengamatan ini merupakan tempat memasang alat-alat yang membantu dalam proses pengambilan data. Alat ini juga dirancang sedemikian sebagai mana model pada gambar dibawah untuk memudahkan orang-orang dalam melakukan proses pengambilan data. Sedangkan untuk rangka-nya sendiri terbuat dari besi holo 4x4 cm dengan ketebalan 1,5 cm dan pada bagian luar ditutupi menggunakan tripleks melamin, sedangkan pada setiap sisinya dipasang les aluminium agar keamanan praktikan terjamin dari sudut yang dapat menyebabkan luka pada tubuh. Untuk racangan rangka modul pengamatan dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.2 Rangka modul pengamatan

1. SCC merupakan alat yang digunakan untuk mengatur discharge dan charge
2. Watt DC sebagai alat ukur yang mengukur arus, tegangan, dan daya
3. Beban DC sebagai parameter yang diukur

4. Beban AC juga merupakan parameter yang diukur
5. Saklar sebagai alat yang memutus dan menyambungkan daya listrik
6. *Inverter* sebagai alat yang mengubah arus DC menjadi AC.

#### 4.2 Pengujian modul PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya)

Pada Pengujian dilakukan dengan beberapa pengambilan data seperti pengujian *open* dan *short circuit*, pengujian tanpa beban, pengujian AC dengan 5 variasi beban, pengujian DC dengan 3 variasi beban, pengujian seri dan paralel untuk mengetahui efisiensi sistem pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Pengujian rangkaian seri hanya dilakukan selama satu hari dengan pengujian tanpa beban, pengujian seri berbeban tidak dilakukan dikarenakan beban DC yang tersedia memiliki 12 Volt pada sistem, hal ini dapat mengakibatkan kerusakan pada komponen lain jika dilakukan rangkaian seri berbeban karena sistem akan mengalir 24 volt. Hal ini terjadi pada *inverter* yang tersedia hanya memakai sistem 12 volt bukan 24 volt.

##### 4.2.1 Hasil Pengujian Rangkaian Pararel Tanpa Beban

Pengujian data dilakukan di Gedung PSDKU PNUP Kolaka pada tanggal 16 juli 2023. Data hasil pengujian tanpa beban dapat dilihat pada tabel 4.1.



4.2.2 Tabel Data Pengujian tanpa beban.

No	Waktu	G (W/m <sup>2</sup> )	Panel 1		Panel 2		Baterai		Keterangan
			Tegangan (V)	Arus (I)	Tegangan (V)	Arus (I)	Tegangan (V)	Arus (I)	
1	9:15	458	13.65	1.54	19.01	1.15	13.34	2.86	cerah berawan
2	9:25	452	13.82	1.15	14.01	1.01	13.41	2.5	cerah berawan
3	9:35	734	14.16	1.71	14.25	1.18	13.59	2.95	cerah berawan
4	9:45	426	13.95	1.03	14.12	1.03	13.52	2.54	cerah berawan
5	9:55	509	14.19	1.69	14.41	1.24	13.71	3.44	cerah berawan
6	10:05	476	14.12	1.67	14.24	1.04	13.66	2.67	cerah berawan
7	10:15	544	14.17	1.63	14.36	1.11	13.71	2.84	cerah berawan
8	10:25	573	14.25	1.71	14.49	1.15	13.80	3.18	cerah berawan
9	10:35	735	14.51	1.69	15.68	1.14	13.92	3.99	cerah berawan
10	10:45	841	14.32	1.33	14.46	1.10	13.82	2.82	cerah berawan
11	10:55	678	15.39	1.71	15.68	1.06	13.87	3.09	cerah berawan
12	11:05	423	14.22	1.29	14.37	0.99	13.82	2.50	cerah berawan



13	11:15	837	16.50	1.94	16.60	1.12	13.99	3.46	cerah berawan
14	11:25	760	15.78	1.57	16.18	1.10	13.99	3.22	cerah berawan
15	11:35	1138	15.75	1.71	16.37	1.10	13.99	3.25	Cerah
16	11:45	1094	15.84	1.94	16.52	0.92	14.06	3.08	Cerah
17	11:55	583	15.60	1.96	16.05	0.97	13.98	2.61	cerah berawan
18	12:05	467	15.49	1.41	16.09	0.95	14.01	2.84	cerah berawan
19	12:15	716	15.73	1.49	16.09	0.89	14.08	2.86	cerah berawan
20	12:25	967	16.27	1.48	16.66	0.75	14.12	2.44	cerah berawan
21	12:35	1325	14.55	1.52	15.04	0.91	14.06	2.53	Cerah
22	12:45	445	14.33	1.43	14.69	1.08	13.94	3.46	sedikit mendung
23	12:55	448	14.23	3:07	14.39	0.92	13.83	2.50	sedikit mendung
24	13:05	410	14.61	1.14	14.55	0.66	13.96	2.27	sedikit mendung
25	13:15	948	15.54	2.28	15.37	1.35	13.83	4.11	cerah berawan
26	13:25	308	13.88	0.87	13.97	0.61	13.47	1.6	cerah berawan
27	13:35	171	14.01	0.55	14.15	0.44	13.78	1.24	mendung
28	13:45	324	14.40	1.12	14.86	0.72	13.99	2.06	mendung

29	13:55	363	15.97	1.01	15.15	0.75	14.03	1.95	mendung
30	14:05	185	14.08	0.55	14.21	0.38	13.83	1.11	mendung
31	14:15	195	14.14	0.55	14.57	0.45	13.87	1.24	mendung
32	14:25	275	15.16	0.93	14.50	0.52	13.99	1.75	mendung
33	14:35	622	17.74	0.97	17.05	0.64	14.13	1.92	cerah berawan
34	14:45	326	14.64	0.99	15.58	0.60	13.94	1.72	cerah berawan
35	14:55	113	13.51	0.52	13.64	0.26	13.26	0.85	mendung
36	15:05	214	13.77	0.58	13.95	0.52	13.47	1.36	mendung
37	15:15	126	13.51	0.50	13.91	0.22	13.34	0.75	mendung
38	15:25	77	13.41	0.20	13.43	0.12	13.26	0.46	mendung
39	15:35	115	13.42	0.46	13.51	0.20	13.26	0.71	mendung
40	15:45	87	13.16	0.28	13.26	0.13	13.08	0.56	mendung



#### 4.2.3 Hasil Pengujian Rangkaian Pararel Berbeban AC Konstan 10 Watt

Pengujian data dilakukan di gedung Program Studi Diluar Kampus Utama Politeknik Negeri Ujung Pandang Kab. Kolaka pada tanggal 23 juli 2023. Data hasil pengujian rangkaian pararel berbeban konstan 10 Watt dapat dilihat pada tabel 4.2

Tabel 4.2 rangkaian pararel berbeban AC konstan 10 Watt

No	Waktu	G (W/m <sup>2</sup> )	Panel		Beban Lampu		Inverter				Baterai		Keterangan
			Tegangan (V)	Arus (I)	AC	DC	Vin	56	Vout	Aout	Tegangan (V)	Arus (I)	
1	9:00	536	15.61	1.18	248	0.06	13.92	3.53	248	0.06	13.99	3.81	mendung
2	9:10	233	14.44	0.95	248	0.06	14.03	3.05	248	0.06	13.83	2.43	mendung
3	9:20	237	14.26	0.67	247	0.06	13.69	1.74	146	0.06	13.75	1.71	mendung
4	9:30	681	15.03	0.79	248	0.06	13.83	2.35	248	0.06	13.87	2.27	mendung
5	9:40	702	18.01	1.00	249	0.06	14.05	3.35	249	0.06	14.05	3.38	sedikit cerah
6	9:50	352	15.63	0.81	248	0.06	13.85	2.23	248	0.06	13.89	2.25	mendung
7	10:00	324	15.34	0.80	248	0.06	13.85	2.23	248	0.06	13.87	2.21	mendung
8	10:10	531	15.71	0.86	248	0.06	13.92	2.51	248	0.06	13.94	2.44	mendung
9	10:20	623	16.16	0.92	249	0.06	14.06	3.27	249	0.06	14.08	3.18	sedikit cerah
10	10:30	236	14.24	0.53	247	0.06	13.73	1.37	247	0.06	13.80	1.40	mendung
11	10:40	135	13.92	0.26	246	0.06	13.52	2.82	246	0.05	13.61	0.82	mendung
12	10:50	116	13.89	0.23	246	0.06	13.50	1.79	246	0.05	13.61	0.78	mendung
13	11:00	140	14.11	0.41	247	0.06	13.66	1.13	246	0.06	13.73	1.12	mendung
14	11:10	287	15.77	0.73	248	0.06	13.87	2.00	248	0.06	13.90	1.98	mendung
15	11:20	244	15.61	0.64	248	0.06	13.80	1.65	248	0.06	13.87	1.65	mendung

16	11:30	279	15.28	0.61	248	0.06	13.83	1.64	248	0.06	13.87	1.65	mendung
17	11:40	160	14.08	0.29	247	0.06	13.61	1.88	246	0.06	13.66	0.89	mendung
18	11:50	114	13.89	0.21	246	0.06	13.57	1.72	246	0.06	13.64	0.72	mendung
19	12:00	140	14.00	0.27	247	0.06	13.61	2.82	246	0.06	13.66	0.82	mendung
20	12:10	111	13.98	0.23	246	0.06	13.59	2.27	246	0.06	13.64	0.75	mendung
21	12:20	180	14.06	0.41	247	0.06	13.62	1.14	246	0.05	13.69	1.13	mendung
22	12:30	294	16.05	0.70	249	0.06	13.89	2.09	248	0.06	13.92	2.02	mendung
23	12:40	313	15.04	0.67	249	0.06	13.89	1.89	248	0.06	13.92	1.88	mendung
24	12:50	262	15.06	0.64	248	0.06	13.85	1.78	248	0.06	13.89	1.74	mendung
25	13:00	341	15.12	0.63	249	0.06	13.94	2.14	249	0.06	13.98	2.12	mendung
26	13:10	308	15.28	0.63	248	0.06	13.78	1.79	247	0.06	13.87	1.79	mendung
27	13:20	256	15.79	0.57	248	0.06	13.76	1.55	247	0.06	13.87	1.59	mendung
28	13:30	240	15.20	0.57	248	0.06	13.75	1.51	247	0.05	13.85	1.51	mendung
29	13:40	202	15.27	0.52	248	0.06	13.76	1.47	247	0.05	13.83	1.47	mendung
30	13:50	299	14.71	0.87	249	0.06	13.94	2.11	249	0.06	15.59	0.77	mendung
31	14:00	427	15.15	0.86	250	0.06	14.05	2.73	250	0.06	14.10	2.72	mendung
32	14:10	590	14.75	0.90	249	0.06	13.94	2.6	248	0.06	13.98	2.66	sedikit cerah
33	14:20	722	14.93	1.05	247	0.06	13.87	2.94	248	0.06	13.83	2.90	mendung
34	14:30	346	14.11	0.92	245	0.06	13.47	2.25	245	0.06	13.47	2.26	mendung
35	14:40	305	14.04	0.81	244	0.06	13.41	1.91	244	0.06	13.41	1.94	mendung
36	14:50	241	13.64	0.66	242	0.06	13.18	1.59	242	0.06	13.20	1.61	mendung
37	15:00	160	13.55	0.52	241	0.06	13.11	1.36	241	0.06	13.13	1.35	mendung
38	15:10	212	13.36	0.69	240	0.05	13.04	1.56	240	0.05	13.04	1.55	mendung
39	15:20	216	13.45	0.55	240	0.05	13.01	1.43	240	0.05	13.03	1.43	mendung
40	15:30	167	13.8	0.29	243	0.09	13.36	2.87	243	0.09	13.41	0.86	mendung
41	15:40	222	13.9	0.46	244	0.09	13.41	2.15	243	0.09	13.45	1.15	mendung
42	15:50	304	14.27	0.76	245	0.09	13.66	1.72	245	0.09	13.71	1.76	mendung

#### 4.2.4 Hasil Pengujian Rangkaian Pararel Berbeban DC Konstan 12 Watt

Pengujian data dilakukan di gedung Program Studi Diluar Kampus Utama Politeknik Negeri Ujung Pandang Kab. Kolaka

pada tanggal 23 juli 2023. Data hasil pengujian rangkaian pararel berbeban konstan 10 Watt dapat dilihat pada tabel 4.3

Tabel 4.3 data pengujian berbeban DC konstan 12 Watt

No	Waktu	G (W/m <sup>2</sup> )	Panel 1		Panel 2		Beban		Baterai		Keterangan
			Tegangan (V)	Arus (I)	Tegangan (V)	Arus (I)	Tegangan (V)	Arus (I)	Tegangan (V)	Arus (I)	
1	9:10	415	13.67	1.14	13.86	1.03	13.25	1.33	13.2	1.09	mendung
2	9:20	440	13.83	1.15	14.05	0.66	13.44	0.66	13.36	1.87	cerah
3	9:30	712	14.52	2.31	14.75	0.73	13.92	0.73	13.73	3.54	cerah
4	9:40	449	13.81	1.13	14.01	0.66	13.44	0.66	13.38	1.74	cerah
5	9:50	513	13.99	1.41	14.18	0.68	13.58	0.68	13.47	2.06	cerah
6	10:00	860	14.27	1.75	14.49	0.72	13.87	0.72	13.76	3.57	cerah
7	10:10	1115	14.41	2.26	14.62	0.73	13.92	0.73	13.76	3.05	cerah
8	10:20	1164	14.41	2.27	14.62	0.72	13.97	0.72	13.78	3.06	cerah
9	10:30	1202	14.5	2.29	14.72	0.72	13.99	0.72	13.82	3.21	cerah
10	10:40	1156	14.41	2.16	14.92	0.73	13.97	0.73	13.8	2.93	cerah
11	10:50	1180	14.43	2.19	14.94	0.72	13.99	0.72	13.82	2.94	cerah
12	11:00	1172	15.25	2.13	15.64	0.74	14.04	0.74	13.85	3.04	cerah
13	11:10	1183	16.03	2.21	15.31	0.73	14.04	0.73	13.87	2.95	cerah
14	11:20	1186	14.71	2.1	15.82	1.2	14.02	0.75	13.85	2.8	cerah
15	11:30	1242	15.91	2.21	16.62	1.26	14.13	0.76	13.94	3.12	cerah
16	11:40	1257	15.65	2.21	15.98	1.27	14.13	0.76	13.96	3.08	cerah
17	11:50	517	14.97	1.71	15.19	1.17	13.97	0.73	13.83	2.16	cerah

18	12:00	1400	15.59	1.7	14.53	1.11	13.97	0.74	13.83	2.15	cerah
19	12:10	583	14.33	1.68	14.53	1.12	13.97	0.73	23.85	2.08	cerah
20	12:20	1383	15.42	2.06	15.35	1.18	14.17	0.76	13.99	2.78	cerah
21	12:30	1210	16.08	1.84	15.26	1.1	14.11	0.75	13.96	2.58	cerah
22	12:40	973	16.18	1.64	15.87	1.2	14.15	0.76	13.99	2.6	cerah
23	12:50	838	14.3	1.21	14.44	0.93	13.9	0.72	13.8	1.59	cerah
24	13:00	1397	17.74	2.1	15.75	1.15	14.25	0.77	14.1	2.8	cerah
25	13:10	523	14.97	1.52	15.05	0.96	13.95	0.72	13.89	2.42	cerah
26	13:20	237	13.82	0.68	14.02	0.69	13.58	0.67	13.57	0.95	cerah
27	13:30	206	13.74	0.55	13.92	0.57	13.53	0.66	13.47	0.76	mendung
28	13:40	186	13.63	0.55	13.81	0.42	13.5	0.67	13.47	0.37	mendung
29	13:50	187	13.76	0.55	13.84	0.5	13.46	0.65	13.43	0.6	mendung
30	14:00	255	13.99	1.04	14.18	0.85	13.74	0.69	13.69	1.23	mendung
31	14:10	460	14.61	1.25	15.52	1.03	14.06	0.73	13.98	2.25	mendung
32	14:20	380	14.1	1.13	14.31	0.92	13.88	0.7	13.82	1.57	cerah
33	14:30	230	13.82	0.57	13.99	0.6	13.6	0.68	13.61	0.77	mendung
34	14:40	214	13.83	0.59	14.01	0.64	13.6	0.68	13.61	0.83	mendung
35	14:50	230	13.87	0.64	14.05	0.69	13.64	0.68	13.64	0.91	mendung
36	15:00	219	13.72	0.55	13.87	0.46	13.53	0.66	13.47	0.51	mendung
37	15:10	114	13.61	0.54	13.74	0.33	13.43	0.66	13.43	0.23	mendung
38	15:20	126	13.53	0.43	13.61	0.23	13.37	0.64	13.38	0.34	mendung
39	15:30	102	13.22	0.37	13.3	0.2	13.11	0.63	13.13	0.42	mendung
40	15:40	167	13.47	0.52	13.57	0.32	13.3	0.64	13.29	0.25	mendung
41	15:50	222	13.67	0.54	13.85	0.44	13.51	0.67	13.47	0.47	mendung
42	16:00	304	14.07	0.82	14.27	0.75	13.97	0.75	13.85	1.03	mendung

#### 4.2.5 Hasil pengujian rangkaian seri tanpa beban

No	Waktu	G (W/m <sup>2</sup> )	Panel 1		Panel 2		Baterai	
			Tegangan (V)	Arus (I)	Tegangan (V)	Arus (I)	Tegangan (V)	Arus (I)
1	12:55	988	17.35	0.88	17.02	0.66	29.36	0.54
2	13:05	240	14.58	0.48	16.68	0.3	29.04	0.44
3	13:15	1234	17.02	0.75	18.13	0.58	29.17	0.59
4	13:25	1053	17.77	0.71	18.3	0.56	29.02	0.5
5	13:35	1178	17.01	1.07	17.47	0.54	28.82	0.54
6	13:45	1221	16.32	0.88	17.38	0.5	28.85	0.59
7	13:55	1218	18.19	0.94	17.72	0.64	28.68	0.56
8	14:05	1138	16.32	0.52	17.39	1	28.52	0.52

#### 4.3 Deskripsi Hasil Kegiatan

Berdasarkan hasil kegiatan dari data pengujian yang dilakukan pada tabel

4.1 sampai tabel 4.3 dilakukan perhitungan data luas penampang sebagai berikut:

Untuk menghitung nilai Luas penampang pada panel surya maka kita memakai persamaan (3-5) dengan data dari *dimension* panel sebagai berikut:

$$A = P \times L$$

$$A = 674 \text{ mm} \times 674 \text{ mm}$$

$$A = 454,276 \text{ mm}$$

Diketahui luas penampang panel surya dengan spesifikasi 80 WP diperoleh 454,276 mm yang jika dikonversikan kedalam satuan meter persegi jadi hasil-nya adalah 0,454276 m<sup>2</sup>

#### 4.4 Analisa Data

##### 4.4.1 Menghitung Daya Tanpa Beban

###### 1. Daya Input



Untuk menghitung daya input ( $P_{in}$ ) maka dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan (3-6) dengan menggunakan data ke pertama pada table 4.1 pengujian tanpa beban rangkaian paraeel, maka diperoleh daya input sebagai berikut :

$$P_{in} = G \times A$$

$$P_{in} = 458 \text{ W/m}^2 \times 0,454276 \text{ m}^2$$

$$P_{in} = 208.058 \text{ Watt}$$

Untuk hasil perhitungan analisa data daya Input lainnya dapat dilihat pada tabel 4.4

### 2. Daya *Output* Panel 1

Untuk menghitung daya Output panel 1 maka dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 3-7 dengan menggunakan data pertama dengan besar tegangan panel 1 yaitu 13,65 Volt dengan arus sebesar 1,54 Ampere pada table 4.1 pengujian tanpa beban rangkaian pararel, maka diperoleh daya *output* panel 1 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P_{out \ 1} &= V_1 \times A_1 \\ &= 13.65 \text{ volt} \times 1.54 \text{ Ampere} \\ &= 21.021 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Untuk Hasil perhitungan data daya *output* panel 1 lainnya dapat dilihat pada tabel 4.4.

### 3. Daya *Output* Panel 2



Untuk menghitung daya *output* panel 2 maka dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 3-7 dengan menggunakan data pertama dengan besar tegangan panel 2 yaitu 14,21 Volt dengan arus sebesar 1,15 Ampere pada table 4.1 pengujian tanpa beban rangkaian paralel, maka diperoleh daya *output* panel 1 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P_{\text{out } 2} &= V_2 \times A_2 \\ &= 14.21 \text{ Volt} \times 1.15 \text{ Ampere} \\ &= 16.341 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Untuk Hasil perhitungan data daya *ouput* panel 2 lainnya dapat dilihat pada tabel 4.4.

#### 4. Daya *Solar Charge Controller*

Untuk menghitung daya input ( $P_{\text{in}}$ ) maka dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan (3-7) dengan menggunakan data pertama pada table 4.1 pengujian tanpa beban rangkaian paralel dengan tegangan 13,34 Volt dan Arus 3,86 Ampere, maka diperoleh daya *Solar Charge Controller* sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P_{\text{scc}} &= V1 \times A1 \\ &= 13.34 \text{ V} \times 2.86 \text{ A} \\ &= 38.152 \end{aligned}$$

Untuk Hasil perhitungan data daya *Solar Charge Controller* lainnya dapat dilihat pada tabel 4.4.

#### 5. Efisiensi

Untuk menghitung efisiensi maka kita menggunakan persamaan 3-7 dengan menggunakan data pertama dari hasil analisis data tabel 4.1 dengan daya Input 208,0584 Watt, Output Panel 1 sebesar 21,021 Watt dan Output panel 2 sebesar 16,3415 Watt maka didapat efisiensi panel sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\eta_{\text{panel 1}} &= (P_{\text{out 1}} / P_{\text{in}}) \times 100\% \\ &= (21.021 \text{ watt} / 208.0584 \text{ Watt}) \times 100\% \\ &= 10.10\% \\ \eta_{\text{panel 2}} &= (P_{\text{out 2}} / P_{\text{in}}) \times 100\% \\ &= (16.3415 \text{ Watt} / 208.0584 \text{ Watt}) \times 100\% \\ &= 7.85\%\end{aligned}$$

Untuk Hasil perhitungan analisa data efisiensi lainnya dapat dilihat pada tabel 4.1 sampai Tabel 4.4.

#### 4.4.2 Menghitung Daya Berbeban AC Konstan 10 Watt

##### 1. Daya Input

Untuk menghitung daya input ( $P_{\text{in}}$ ) maka dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 3-5 dengan menggunakan data pertama pada table 4.2 pengujian berbeban AC konstan 10 Watt rangkaian paracel, maka diperoleh daya input sebagai berikut :

$$P_{\text{in}} = G \times A$$

$$P_{\text{in}} = 536 \text{ W/m}^2 \times 0,454276 \text{ m}^2$$

$$P_{\text{in}} = 243.5048 \text{ Watt}$$

Untuk hasil perhitungan data daya Input lainnya dapat dilihat pada tabel 4.5.

## 2. Daya OutPut Panel

Untuk menghitung daya Output panel maka dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 3-7 dengan menggunakan data pertama dengan besar tegangan panel yaitu 15,61 Volt dengan arus sebesar 1,18 Ampere pada table 4.2 pengujian berbeban AC konstan 10 Watt rangkaian paralel, maka diperoleh daya output panel sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P_{out} &= V \times A \\ &= 25.61 \text{ Volt} \times 1.18 \text{ Ampere} \\ &= 18.4198 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Untuk Hasil perhitungan data daya output panel lainnya dapat dilihat pada tabel 4.5.

## 3. Daya Inverter

Untuk menghitung daya inverter maka dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 3-7 dengan menggunakan data pertama dengan besar tegangan masukan inverter yaitu 13,92 Volt dengan arus sebesar 3,53 Ampere dan tegangan keluaran inverter sebesar 248 Volt dengan arus 0.06 Ampere pada table 4.2 pengujian berbeban AC konstan 10 Watt rangkaian paralel, maka diperoleh daya inverter sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P_{in \text{ Inverter}} &= V \times A \\ &= 13,92 \text{ Volt} \times 3,53 \text{ Ampere} \\ &= 49.1376 \text{ Watt} \end{aligned}$$

$$P_{out \text{ inverter}} = V \times A$$

$$= 248 \text{ Volt} \times 0.06 \text{ Ampere}$$

$$= 14.88 \text{ Watt}$$

Untuk Hasil perhitungan data daya inverter lainnya dapat dilihat pada tabel 4.5.

#### 4. Daya Solar Charge Controller

Untuk menghitung daya input (Pin) maka dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 3-7 dengan menggunakan data pertama pada table 4.2 pengujian berbeban AC konstan 10 Watt rangkaian paracel maka diperoleh daya input sebagai berikut :

$$\text{Tegangan Solar Charge Controller (V)} = 13.34 \text{ V}$$

$$\text{Arus Solar Charge Controller (A)} = 3.86 \text{ A}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka, } P &= V_1 \times A_1 \\ &= 13.34 \text{ V} \times 2.86 \text{ A} \\ &= 38.152 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Untuk Hasil perhitungan data daya *Solar Charge Controller* lainnya dapat dilihat pada tabel 4.5.

#### 5. Efisiensi

Untuk menghitung efisiensi maka kita menggunakan persamaan 3-7 dengan menggunakan data pertama dari hasil analisis data tabel 4.2 dengan daya Input 208,0584 Watt, Output Panel 1 sebesar 21,021 Watt dan Output panel 2 sebesar 16,3415 Watt maka didapat efisiensi panel sebagai berikut:

$$\eta_{\text{panel 1}} = (P_{\text{out1}} / P_{\text{in}}) \times 100\%$$

$$= (21.021 \text{ watt} / 208.0584 \text{ Watt}) \times 100\%$$

$$= 10.10\%$$

$$\eta_{\text{panel 2}} = (P_{\text{out2}} / P_{\text{in}}) \times 100\%$$

$$= (16.3415 \text{ Watt} / 208.0584 \text{ Watt}) \times 100\%$$

$$= 7.85\%$$

$$\eta_{\text{sistem}} = (P_{\text{out inventer}} / P_{\text{in}}) \times 100\%$$

$$= (14.88 \text{ Watt} / 243,5048 \text{ Watt}) \times 100\%$$

$$= 6,1107\%$$

$$\eta_{\text{Inventer}} = (P_{\text{out inventer}} / P_{\text{in inventer}}) \times 100\%$$

$$= (14.88 \text{ Watt} / 49,137 \text{ Watt}) \times 100\%$$

$$= 30,28230 \%$$

Untuk Hasil perhitungan analisa data efesiensi lainnya dapat dilihat pada Tabel 4.5.

#### 4.4.3 Menghitung Daya Berbeban DC konstan 12 Watt

##### 1. Daya Input

Untuk menghitung daya input ( $P_{\text{in}}$ ) maka dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan (3-6) dengan menggunakan data pertama pada table 4.3 dengan intensitas radiasi matahari  $415 \text{ G/m}^2$ , maka pengujian berbeban DC konstan 12 Watt maka diperoleh daya input sebagai berikut

:

$$P_{\text{in}} = G \times A$$

$$P_{\text{in}} = 415 \text{ W/m}^2 \times 0,454276 \text{ m}^2$$

$$P_{in} = 188,5245 \text{ Watt}$$

Untuk hasil perhitungan analisa data daya Input lainnya dapat dilihat pada tabel 4.6.

## 2. Daya OutPut Panel 1

Untuk menghitung daya Output panel maka dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 3-7 dengan menggunakan data pertama dengan besar tegangan panel 1 yaitu 13,67 Volt dengan arus sebesar 1,14 Ampere pada table 4.3 pengujian berbeban DC konstan 12 Watt rangkaian paralel, maka diperoleh daya output panel 1 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P_{out 1} &= V_1 \times A_1 \\ &= 13,67 \text{ volt} \times 1.14 \text{ Ampere} \\ &= 15,583 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Untuk Hasil perhitungan data daya output panel 1 lainnya dapat dilihat pada tabel 4.6.

## 3. Daya OutPut Panel 2

Untuk menghitung daya Output panel 1 maka dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 3-7 dengan menggunakan data pertama dengan besar tegangan panel 1 yaitu 13,86 Volt dengan arus sebesar 1,03 Ampere pada table 4.1 pengujian berbeban DC konstan 12 Watt, maka diperoleh daya output panel 2 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P_{out 2} &= V_1 \times A_1 \\ &= 13,86 \text{ Volt} \times 1.03 \text{ Ampere} \\ &= 14,275 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Untuk Hasil perhitungan data daya output panel 2 lainnya dapat dilihat pada tabel 4.6.

#### 4. Daya Output *Solar Charge Controller*

Untuk menghitung daya input (Pin) maka dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan (3-7) dengan menggunakan data pertama pada table 4.3 pengujian berbeban DC Konstan 12 Watt rangkaian paralel dengan tegangan 13,34 Volt dan Arus 3,86 Ampere, maka diperoleh daya *Solar Charge Controller* sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P_{scc} &= V_1 \times A_1 \\ &= 13.2 \text{ V} \times 1,09 \text{ A} \\ &= 14,388 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Untuk Hasil perhitungan data daya *Solar Charge Controller* lainnya dapat dilihat pada tabel 4.6.

#### 5. Menghitung Daya Beban

Untuk menghitung daya beban (Pout) maka dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan (3-7) dengan menggunakan data pertama pada table 4.3 pengujian berbeban DC Konstan 12 Watt rangkaian paralel dengan tegangan 13,25 Volt dan Arus 1,33 Ampere, maka diperoleh daya beban (Poutput) sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P_{scc} &= V \times A \\ &= 13.25 \text{ V} \times 1,33 \text{ A} \\ &= 17,6225 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Untuk Hasil perhitungan data daya beban lainnya dapat dilihat pada tabel

4.6.

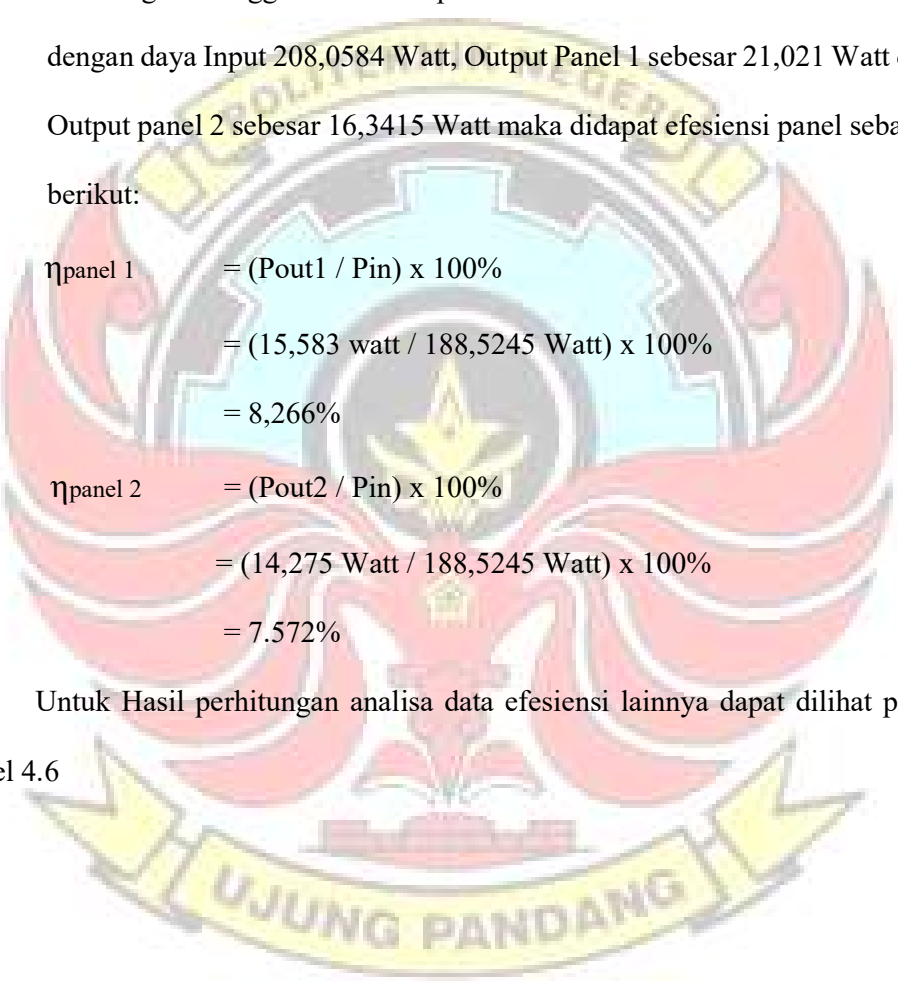
#### 6. Efisiensi

Untuk menghitung efisiensi maka kita menggunakan persamaan 3-7 dengan menggunakan data pertama dari hasil analisis data tabel 4.1 dengan daya Input 208,0584 Watt, Output Panel 1 sebesar 21,021 Watt dan Output panel 2 sebesar 16,3415 Watt maka didapat efisiensi panel sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\eta_{\text{panel 1}} &= (P_{\text{out1}} / P_{\text{in}}) \times 100\% \\ &= (15,583 \text{ watt} / 188,5245 \text{ Watt}) \times 100\% \\ &= 8,266\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\eta_{\text{panel 2}} &= (P_{\text{out2}} / P_{\text{in}}) \times 100\% \\ &= (14,275 \text{ Watt} / 188,5245 \text{ Watt}) \times 100\% \\ &= 7,572\%\end{aligned}$$

Untuk Hasil perhitungan analisa data efisiensi lainnya dapat dilihat pada Tabel 4.6





Tabel 4.4 Hasil Analisis Data Pengujian Tanpa Beban tanggal 16 juli 2023.

No	Waktu	G (W/m <sup>2</sup> )	Pin Panel (W)	Pout1 (W)	Pou2 (W)	Efisiensi %	Efisiensi %
1	9:15	458	208.0584	21.021	16.341	10.103	7.8542
2	9:25	487	221.2324	15.893	14.150	7.183	6.3960
3	9:35	734	333.4386	24.213	16.815	7.261	5.0429
4	9:45	426	193.5216	14.368	14.543	7.424	7.5152
5	9:55	509	231.2265	23.981	17.868	10.371	7.7276
6	10:05	476	216.2354	23.580	14.809	10.904	6.848
7	10:15	544	247.1261	23.097	15.939	9.346	6.449
8	10:25	573	260.3001	24.367	16.663	9.3613	6.401
9	10:35	735	333.8929	24.521	17.875	7.3442	5.353
10	10:45	841	382.0461	19.045	15.906	4.985	4.163
11	10:55	678	307.9991	26.316	16.620	8.544	5.396
12	11:05	423	192.1587	18.343	14.226	9.5461	7.40341
13	11:15	837	380.229	32.01	18.592	8.4186	4.8896
14	11:25	760	345.2498	24.774	17.798	7.17584	5.1551
15	11:35	1138	516.9661	26.932	18.007	5.20972	3.4832
16	11:45	1094	496.9779	30.729	15.198	6.18329	3.0581
17	11:55	583	264.8429	30.576	15.568	11.5449	5.87839
18	12:05	467	212.1469	21.840	15.285	10.2951	7.2051
19	12:15	716	325.2616	23.437	14.321	7.2058	4.4026
20	12:25	967	439.2849	24.079	12.495	5.48154	2.8443
21	12:35	1325	601.9157	22.116	13.686	3.67426	2.2738
22	12:45	445	202.1528	20.491	15.865	10.1368	7.848
23	12:55	448	203.5156	16.079	13.238	7.90106	6.5050
24	13:05	410	186.2532	16.655	9.603	8.94234	5.1558
25	13:15	948	430.6536	35.431	20.745	8.22730	4.818
26	13:25	308	139.917	12.075	8.5217	8.63054	6.0905
27	13:35	171	77.6812	7.7055	6.226	9.91938	8.014
28	13:45	324	147.1854	16.128	10.699	10.9576	7.269
29	13:55	363	164.9022	16.129	11.362	9.78137	6.890
30	14:05	185	84.04106	21.824	5.3998	25.9682	6.425
31	14:15	195	88.58382	7.777	6.5565	8.77925	7.401
32	14:25	275	124.9259	14.098	7.54	11.2857	6.0355
33	14:35	622	282.5597	17.207	10.912	6.08997	3.861
34	14:45	326	148.094	14.493	9.348	9.78675	6.3122
35	14:55	113	51.33319	7.0252	17.186	13.6854	33.4800
36	15:05	214	97.21506	7.9866	21.901	8.21539	22.528
37	15:15	126	57.23878	6.755	16.970	11.8014	29.648

Tabel 4.5 Hasil analisis data pengujian berbeban konstan 10 Watt

Waktu (WITA)	G (W/m <sup>2</sup> )	Pin Panel W	P <sub>scc</sub> W	P <sub>in</sub> Inverter (W)	P <sub>out</sub> Inverter (W)	Efisiensi Inverter (%)	Efisiensi Sistem (%)
9:00	536	243.5048	53.3019	49.1376	14.88	30.2823	6.11076
9:10	233	105.8519	33.6069	42.7915	14.88	34.77326	14.0573
9:20	237	107.6691	23.5125	23.8206	8.76	36.77489	8.13609
9:30	681	309.3783	31.4849	32.5005	14.88	45.78391	4.80946
9:40	702	318.9186	47.489	47.0675	14.94	31.74164	4.68581
9:50	352	159.9136	31.2525	30.8855	14.88	48.17794	9.35025
10:00	324	147.1932	30.6527	30.8855	14.88	48.17794	10.1091
10:10	531	241.2333	34.0136	34.9392	14.88	42.58826	6.16833
10:20	623	283.0289	44.7744	45.9762	14.94	32.49507	5.2786
10:30	236	107.2148	19.32	18.8101	14.82	78.78745	13.8227
10:40	135	61.3305	11.1602	38.1264	12.3	32.26111	20.0557
10:50	116	52.6988	10.6158	24.165	12.3	50.90006	23.3419
11:00	140	63.602	15.3776	15.4358	14.76	95.62186	23.2068
11:10	287	130.3841	27.522	27.74	14.88	53.64095	11.4124
11:20	244	110.8492	22.8855	22.77	14.88	65.34914	13.4236
11:30	279	126.7497	22.8855	22.6812	14.88	65.60499	11.7396
11:40	160	72.688	12.1574	25.5868	14.76	57.68599	20.3057
11:50	114	51.7902	9.8208	23.3404	14.76	63.23799	28.4996
12:00	140	63.602	11.2012	38.3802	14.76	38.45732	23.2068
12:10	111	50.4273	10.23	30.8493	14.76	47.84549	29.2698

12:20	180	81.774	15.4697	15.5268	12.3	79.2178 6	15.0414
12:30	294	133.564 2	28.1184	29.0301	14.88	51.2571 4	11.1407
12:40	313	142.195 9	26.1696	26.2521	14.88	56.6811 7	10.4644
12:50	262	119.026 6	24.1686	24.653	14.88	60.3577 6	12.5014
13:00	341	154.916 3	29.6376	29.8316	14.94	50.0811 2	9.64397
13:10	308	139.924 4	24.8273	24.6662	14.82	60.0822 1	10.5914
13:20	256	116.300 8	22.0533	21.328	14.82	69.4861 2	12.7428
13:30	240	109.032	20.9135	20.7625	12.35	59.4822 3	11.3269
13:40	202	91.7686	20.3301	20.2272	12.35	61.0563 9	13.4577
13:50	299	135.835 7	12.0043	29.4134	14.94	50.7931 7	10.9985
14:00	427	193.986 1	38.352	38.3565	15	39.1068	7.73251
14:10	590	268.037	37.1868	36.244	14.88	41.0550 1	5.55147
14:20	722	328.004 6	40.107	40.7778	14.88	36.4904 4	4.53652
14:30	346	157.187 8	30.4422	30.3075	14.7	48.5028 4	9.35187
14:40	305	138.561 5	26.0154	25.6131	14.64	57.1582 5	10.5657
14:50	241	109.486 3	21.252	20.9562	14.52	69.2873 7	13.2619
15:00	160	72.688	17.7255	17.8296	14.46	81.1010 9	19.8932
15:10	212	96.3116	20.212	20.3424	12	58.9900 8	12.4595
15:20	216	98.1288	18.6329	18.6043	12	64.5012 1	12.2288
15:30	167	75.8681	11.5326	38.3432	21.87	57.0374 9	28.8264
15:40	222	100.854 6	15.4675	28.8315	21.87	75.8545 3	21.6846

Tabel 4.6 Hasil Analisis Data Pengujian Rangkaian Pararel Berbeban DC 12 Watt

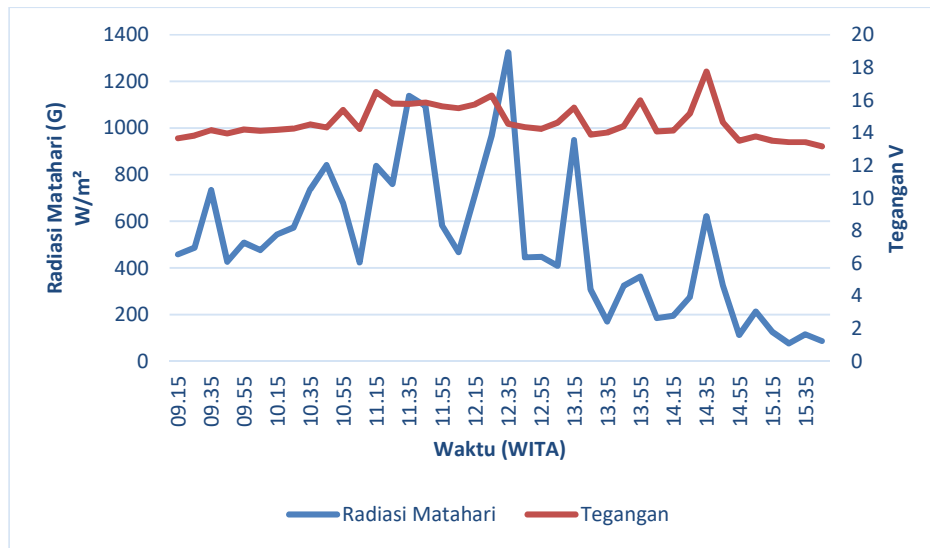
Waktu	G (W/m <sup>2</sup> )	Pin Panel (W)	Pout1 (W)	Pou2 (W)	η 1 %	η 2 %	Efesiensi Sistem
9:10	415	188.5245	15.5838	14.2758	8.266192	7.572383	9.347
9:20	440	199.8814	15.9045	9.273	7.956967	4.63925	4.437
9:30	712	323.4445	33.5412	10.7675	10.37	3.32901	3.141
9:40	449	203.9699	15.6053	9.2466	7.650785	4.53331	4.348
9:50	513	233.0436	19.7259	9.6424	8.464468	4.13759	3.962
10:00	860	390.6774	24.9725	10.4328	6.392103	2.670439	2.5561
10:10	1115	506.5177	32.5666	10.6726	6.429508	2.107054	2.0061
10:20	1164	528.7773	32.7107	10.5264	6.186102	1.990706	1.902
10:30	1202	546.0398	33.205	10.5984	6.081059	1.940958	1.844
10:40	1156	525.1431	31.1256	10.8916	5.927071	2.074025	1.941
10:50	1180	536.0457	31.6017	10.7568	5.895337	2.006695	1.879
11:00	1172	532.4115	32.4825	11.5736	6.101014	2.173807	1.951
11:10	1183	537.4085	35.4263	11.1763	6.592062	2.079666	1.907
11:20	1186	538.7713	30.891	18.984	5.733601	3.523573	1.951
11:30	1242	564.2108	35.1611	20.9412	6.231908	3.711592	1.903
11:40	1257	571.0249	34.5865	20.2946	6.056916	3.554065	1.880
11:50	517	234.8607	25.5987	17.7723	10.89953	7.567167	4.342
12:00	1400	635.9864	26.503	16.1283	4.167227	2.53595	1.625
12:10	583	264.8429	24.0744	16.2736	9.090068	6.144624	3.8506
12:20	1383	628.2637	31.7652	18.113	5.05603	2.883025	1.714

12:30	1210	549.674	29.587 2	16.786	5.38268 2	3.05381	1.925
12:40	973	442.0105	26.535 2	19.044	6.00329 6	4.30849 4	2.4329
12:50	838	380.6833	17.303	13.429 2	4.54524 8	3.52765 7	2.628
13:00	1397	634.6236	37.254 5	18.112 5	5.87025 2	2.85405 4	1.728
13:10	523	237.5863	22.754 4	14.448	9.57731 8	6.08115 7	4.227
13:20	237	107.6634	9.3976	9.6738	8.72868 5	8.98522 5	8.450
13:30	206	93.58086	7.557	7.9344	8.07537	8.47865 7	9.542
13:40	186	84.49534	7.4965	5.8002	8.87208 7	6.86452 1	10.704
13:50	187	84.94961	7.568	6.92	8.90881 1	8.14600 5	10.299
14:00	255	115.8404	14.549 6	12.053	12.5600 4	10.4048 3	8.1841
14:10	460	208.967	18.262 5	15.985 6	8.73942	7.64982 2	4.9116
14:20	380	172.6249	15.933	13.165 2	9.22984	7.62647 9	5.6283
14:30	230	104.4835	7.8774	8.394	7.53937 4	8.03380 6	8.851
14:40	214	97.21506	8.1597	8.9664	8.39345 2	9.22326 2	9.5129

## 4.5 Grafik dan Pembahasan

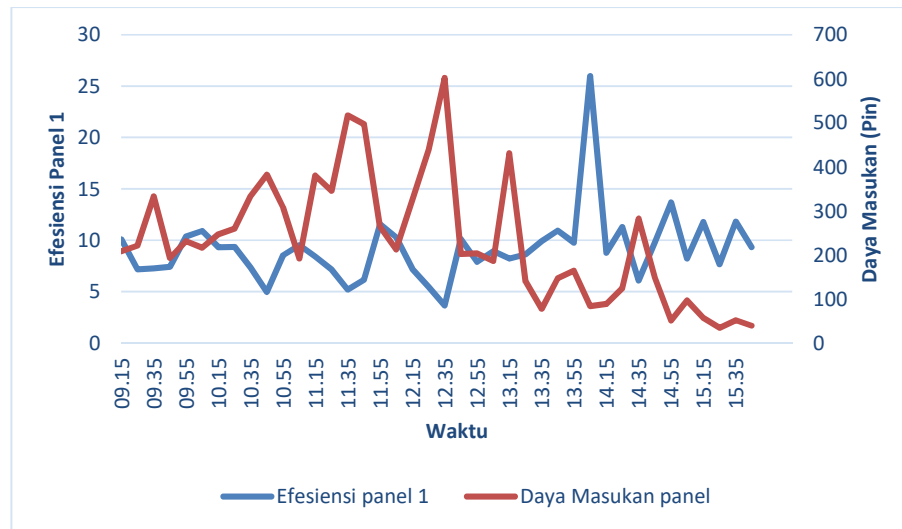
### 4.5.1 Grafik dan Pembahasan Pengujian Tanpa Beban

Berdasarkan Data pada Tabel 4.4.1 diperoleh grafik sebagai berikut :



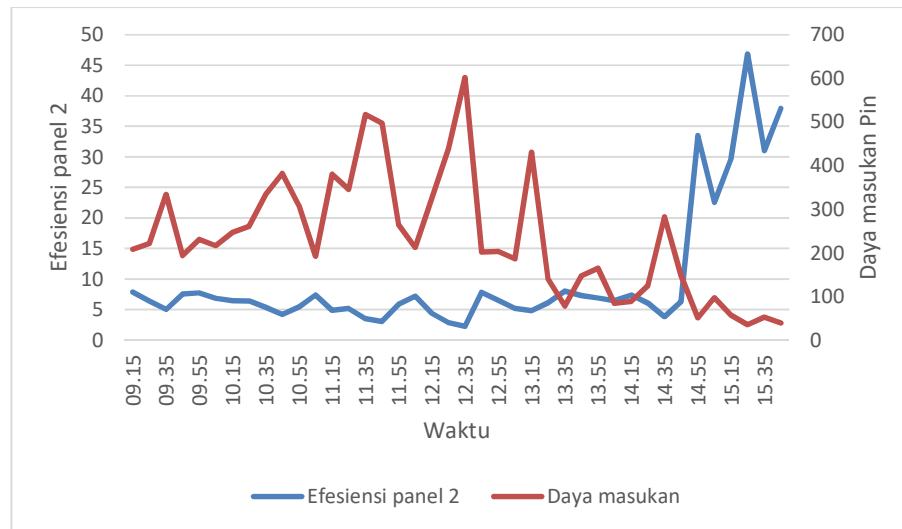
Gambar 4.3 Grafik Hubungan antara tegangan, dan Radiasi matahari terhadap waktu untuk rangkaian paralel tanpa beban dari tabel 4.1

Berdasarkan Gambar 4.3 dapat dilihat bahwa grafik hubungan tegangan dan radiasi matahari terhadap waktu bersifat *fluktuatif*. Tegangan yang bersifat *fluktuatif* ini disebabkan karena radiasi matahari juga bersifat *fluktuatif* dalam waktu yang berbeda sehingga hal ini yang mempengaruhi terjadi fluktuatif pada tegangan dan radiasi matahari. Hal ini dapat dilihat pada waktu 14:55 WITA dan 15:35 WITA, ketika radiasi matahari menurun, maka tegangan yang dihasilkan oleh panel surya ikut juga mengalami penurunan



Gambar 4.4 Grafik Hubungan antara daya masukan panel dan Efesiensi Panel pertama terhadap waktu pada rangkaian paralel

Berdasarkan Gambar 4.4 dapat dilihat bahwa grafik hubungan antara efesiensi dari panel 1 dan daya masukan panel (Pin) terhadap waktu bersifat fluktuatif. Efesiensi panel 1 yang bersifat fluktuatif ini disebabkan karena pengaruh daya masukan panel dengan waktu yang berubah-ubah hal inilah yang menyebabkan terjadinya fluktuatif pada efesiensi panel satu dengan daya masukan panel (Pin). dapat dilihat pada waktu 12:35 WITA dengan daya panel 601.9157 Watt dengan efesiensi panel satu sebesar 3,67% dan pada waktu 14:25 WITA daya panel sebesar 124.93 Watt dengan efesiensi pada panel satu sebesar 11,28%.



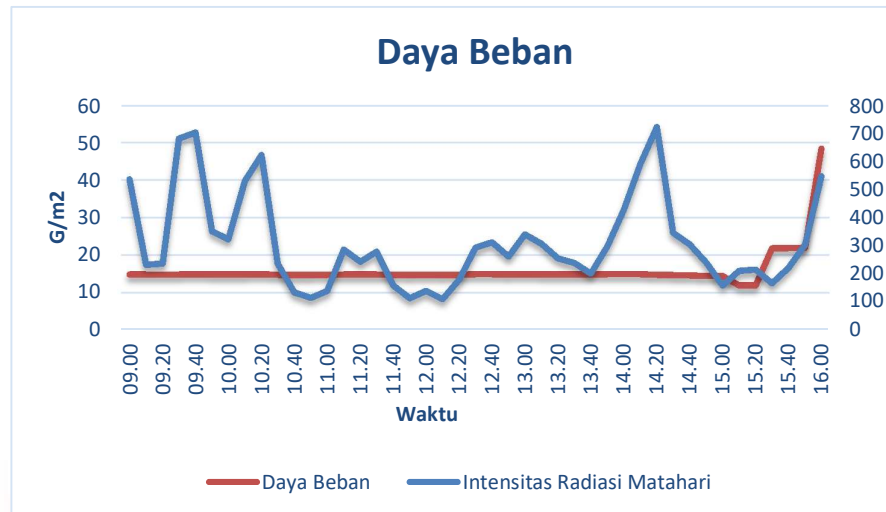
Gambar 4.5 Grafik hubungan antara daya masukan panel dengan efisiensi pada panel 2 terhadap waktu dengan rangkaian paralel.

Berdasarkan gambar grafik 4.5 dapat dilihat hubungan daya masukan dengan efisiensi panel 2 terhadap waktu dimana menunjukkan fluktuatif. Hal ini disebabkan karena daya yang dihasilkan oleh panel tidak konstan di mana di dapat dari perbedaan waktu sebesar 10 menit setiap pengambilan data yang dilakukan dan dapat dilihat pada saat waktu menunjukkan jam 14:55 dimana efisiensi panel sebesar 33,46% dengan daya yang dihasilkan oleh panel surya sebesar 113 W/m<sup>2</sup> dimana daya yang dihasilkan oleh panel rendah sehingga efisiensi panel pun tinggi.



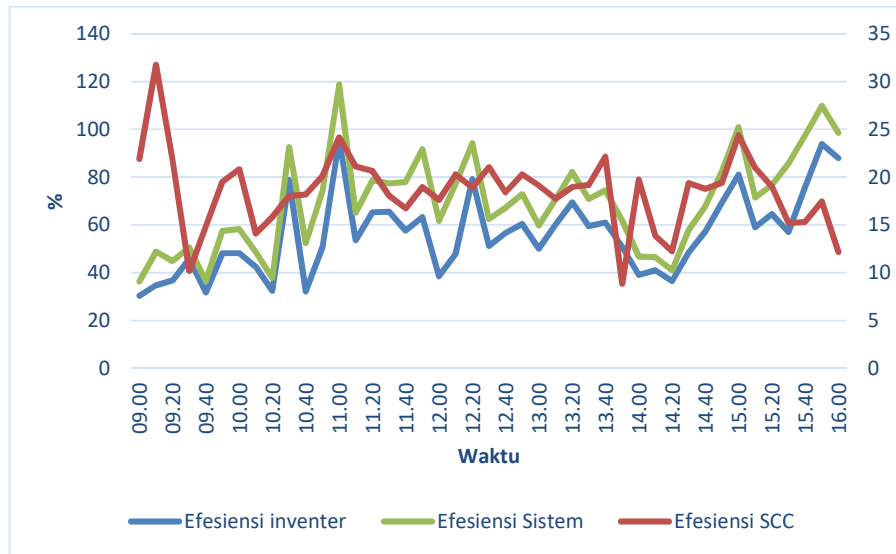
#### 4.5.2 Grafik dan Pembahasan Pengujian Berbeban AC Konstan 10 Watt

Berdasarkan table 4.6 diperoleh grafik sebagai berikut :



Gambar 4.6 Grafik hubungan antara intensitas radiasi matahari dengan daya beban terhadap waktu dari beban konstan 10 Watt

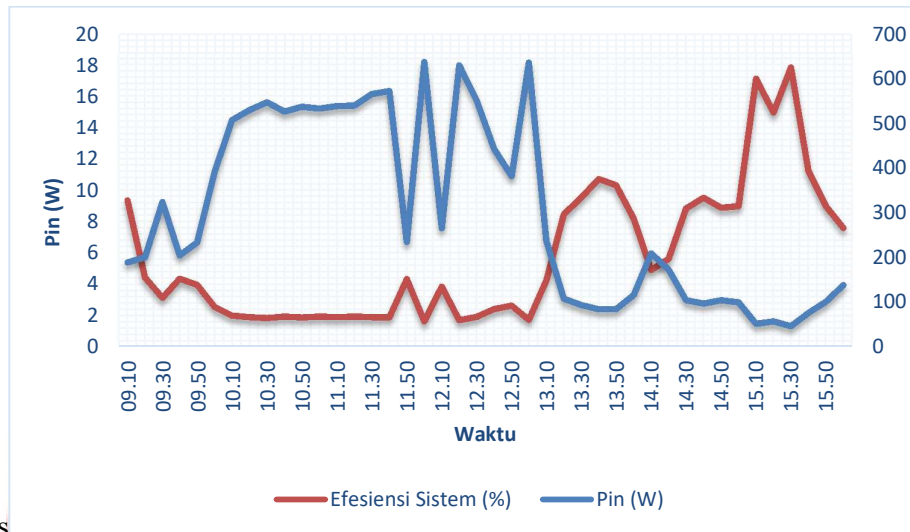
Dari gambar grafik di atas diperoleh grafik dengan hubungan radiasi matahari dengan daya yang dihasilkan oleh beban terhadap waktu, dimana pada radiasi matahari tergolong fluktuatif dimana disebabkan oleh waktu yang berubah-ubah sehingga radiasi matahari yang diterima oleh panel tidak konstan hal ini disebabkan juga oleh adanya faktor alam. Sedangkan untuk daya pada beban 10 Watt cenderung konstan hal ini disebabkan karena pada beban juga konstan.



Gambar 4.7 Grafik Hubungan antara efisiensi *Solar Charge Controller*, Efisiensi Sistem, dan Efisiensi *Inverter* terhadap waktu pada rangkaian paralel berbeban konstan 10 Watt

Berdasarkan gambar 4.3 grafik hubungan anatara efisiensi solar charge controller, efisiensi *inverter* dan efisiensi sistem terhadap waktu pada rangkain paralel berbeban konstan 10 watt dapat dilihat bahwa data menunjukkan terjadi *fluktuatif*, dimana efisiensi yang tertinggi terjadi pada waktu 11:00 WITA dengan efisiensi pada SCC sebesar 24.17786%, efisiensi *inverter* sebesar 95.62187% dan efisiensi pada sistem sebesar 23.20682% dimana efisiensi inilah yang tertinggi. Untuk efisiensi terendah berada pada waktu 14:20 WITA dimana pada efisiensi SCC sebesar 12.22757% , efisiensi *inverter* sebesar 36.49044%, dan untuk efisiensi pada sistem sendiri sebesar 4.536522%. Dimana dapat diketahui efisiensi untuk untuk *SCC, Inverter* dan sistem cenderung naik dan turun bersamaan. Dapat kita ketahui bahwa semakin rendah daya masukan efisiensi pada *scc, inverter*, dan sistem juga menurun.

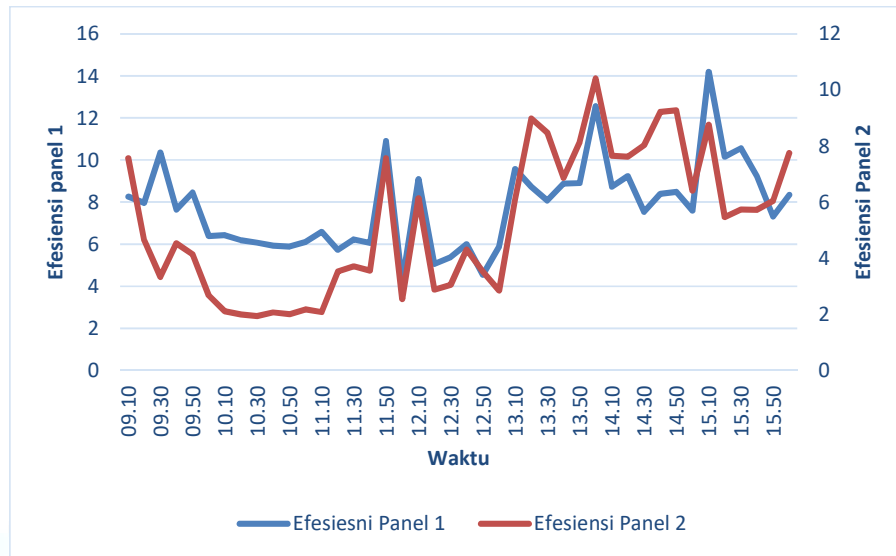
#### 4.5.3 Grafik dan Pembahasan Pengujian Berbeban DC 12 Watt



SSSSS

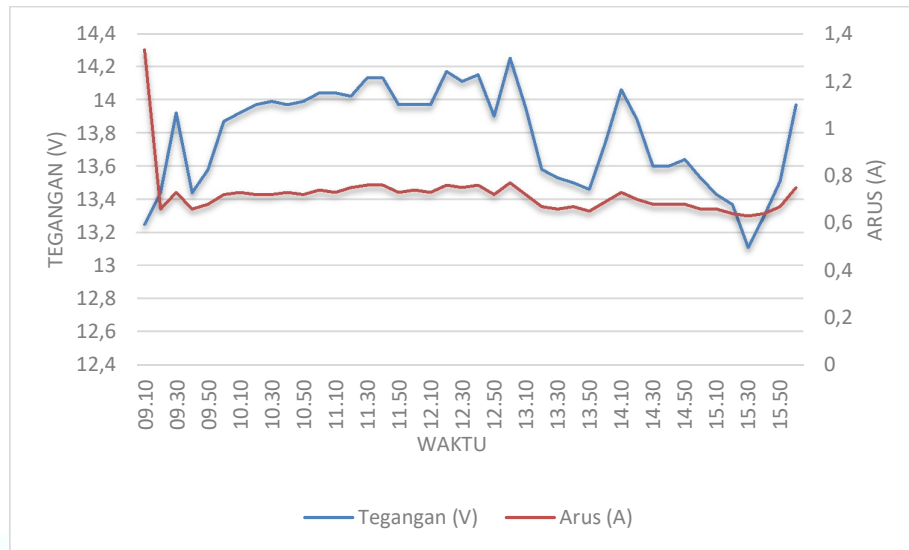
Gambar 4.8 Grafik hubungan daya masukan pada panel dengan efisiensi sistem terhadap waktu dengan beban konstan 12 Watt

Dari gambar grafik diatas diketahui bahwa hubungan antara daya masukan terhadap efisiensi terjadi fluktuatif. Dimana ini disebabkan karena adanya perbedaan waktu di setiap percobaan yang memengaruhi terjadinya fluktuatif. Dapat kita lihat pada jam 15:30 WITA daya yang dihasilkan oleh panel sebesar 46,33615 Watt sehingga efisiensi pada panel sebesar 17,82 %, sedangkan pada jam 12:20 WITA daya yang dihasilkan oleh panel sebesar 628,26 Watt dengan efisiensi yang dihasilkan sebesar 1,71%. Dapat disimpulkan bahwa semakin besar daya yang dihasilkan pada panel maka efisiensi yang dihasilkan oleh sistem perbandingan terbalik-nya yaitu kecil.



Gambar 4.9 Grafik hubungan efesiensi setiap panel terhadap waktu

Dari gambar grafik diatas hubungan efesiensi panel terhadap waktu bersifat *fluktuatif*, dimana efesiensi pada panel dipengaruhi karena waktu dan daya yang diterima oleh panel yang menyebabkan terjadinya *fluktuatif*. Dapat dilihat pada jam 14:00 WITA efesiensi yang dihasilkan pada panel 1 sebesar 12,56% sedangkan pada efesiensi pada panel 2 sebesar 10,40% dengan daya yang dihasilkan sebesar 115.8404 Watt sedangkan pada jam 12:20 WITA efesiensi pada panel 1 sebesar 5,056% dan pada panel 2 sebesar 2,88% dengan daya masukan pada panel sebesar 628,263 Watt. Maka dapat diketahui bahwa semakin tinggi daya yang dihasilkan panel maka efesiensi setiap panel menjadi kecil.



Gambar 4.10 grafik hubungan tegangan, arus dan waktu pada beban yang dihasilkan

Berdasarkan gambar grafik diatas hubungan tegangan, arus, dan waktu dapat diketahui bahwa bahwa hubungan ini bersifat fluktuatif. Dimana pada tegangan yang masuk ke beban berubah-ubah hal ini disebabkan dari radiasi matahari yang cenderung naik-turun. Dapat dilihat pada jam 13:00 WITA tegangan yang terbaca pada beban sebesar 14,25 Volt, dengan arus sebesar 0,77 Ampere dengan intensitas radiasi matahari sebesar 1397 G/m<sup>2</sup>.

## **BAB V PENUTUP**

### **5.1 KESIMPULAN**

1. Dari hasil rancang bangun modul praktikum pembangkit listrik tenaga surya diperoleh 2 hasil rancangan yaitu, pada rancangan rangka pada panel dimana rancangan ini disesuaikan sudut kemiringannya dengan atap gedung tempat rangka terpasang. Kedua hasil rancangan pada modul praktikum itu sendiri dimana rancangan modul ini tempat dimana semua komponen PLTS disatukan sehingga semua komponen terintegrasi menjadi sebuah sistem yang dapat menghasilkan daya.
2. Untuk efisiensi modul praktikum Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dilakukan 3 jenis percobaan dimana pada percobaan tanpa beban efisiensi yang didapatkan dari panel 1 ialah sebesar 13,68 % dan efisiensi panel 2 sebesar 22,52 %. Pada pengujian berbeban 10 Watt efisiensi terbesar untuk sistem sebesar 29,27% sedangkan untuk efisiensi panel saat berbeban AC konstan 10 Watt sebesar 24,38%. Pada saat pengujian berbeban DC konstan 12 Watt efisiensi sistemnya sebesar 10,70% untuk efisiensi pada panel 1 ialah 12,56% dan pada panel 2 sebesar 10,40%. Inilah efisiensi-efisiensi terbesar yang telah diperoleh dari hasil analisa data percobaan kami.

### **5.2 SARAN**

Adapun saran untuk penyempurnaan modul pembangkit listrik tenaga surya ini sebagai berikut :

1. Penerapan K3 selama bekerja dan memakai alat pelindung diri (APD)
2. Untuk menghindari adanya kerusakan pada komponen perlu dilakukan pengecatan pada sambungan-sambungan komponen.
3. Perlunya mengembangkan sistem *monitoring* yang lebih canggih untuk melihat hasil pengukuran secara *realtime* dari modul ini sehingga modul ini lebih moderen



## DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, Arif Nur, et al. 2021. Rancang Bangun *Off-Grid System* Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Modul Pembelajaran Bagi Mahasiswa Universidade Oriental De Timor Lorosa'e (UNITAL). Prosiding SNAPP.
- Darma, Surya. 2017. *Analisa Perkiraan Kemampuan Daya Yang Dibutuhkan Untuk Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)*. Jurnal Ampere. <https://pasangpanelsurya.com/cara-memilih-solar-charge-controller/> (Diakses pada tanggal 25/12/2022).
- Haerurrozi, Haerurrozi. *ANALISIS UNJUK KERJA PLTS ON-GRID DI LABORATORIUM ENERGI BARU TERBARUKAN (EBT) UNIVERSITAS MATARAM PERFORMACE ANALYSIS OF PHOTOVOLTAIC ON-GRID SYSTEM IN NEW AND RENEWABLE ENERGY LABORATORY MATARAM UNIVERSITY. Diss. Universitas Mataram, 2018.*
- Harahap, P. (2020). Pengaruh temperatur permukaan panel surya terhadap daya yang dihasilkan dari berbagai jenis sel surya. RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro, 2(2), 73-80.
- Hutahaean, Y. (2022). *ANALISIS KINERJA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA FOTOVOLTAIK 100Wp Dan 120Wp DENGAN DOUBLE AXIS SOLAR TRACKER.*



Idris, Mahmud. "Rancang panel surya untuk instalasi penerangan rumah sederhana daya 900 watt." *Jurnal Elektronika Listrik Dan Teknologi Informasi Terapan* 1.1 (2019): 17-22.

Selfiana dan Melson Marin. 2021. *Rancang Bangun Modul Praktikum Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Laporan Tugas Akhir. Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Syahwil, Muhammad, dan Nasrudin Kadir. 2021. *Rancang Bangun Modul Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sistem Off-grid Sebagai Alat Penunjang Praktikum Di Laboratorium*. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*.



## LAMPIRAN

### *Lampiran 1*

Tabel L1 Hasil analisa data pengujian tanpa beban hari ke-2

Waktu	G (W/m <sup>2</sup> )	Pin (W)	Pout1 (W)	Pou2 (W)	Pparare l (W)	Psc c (W)	Efesiens i %	Efesiens nsi %
9:40	536	243.4919	16.949	9.410	25.348	32.403	6.9610	3.8648
9:50	233	105.8463	13.023	8.046	20.981	25.024	12.3036	7.6020
10:00	237	107.6634	11.431	9.106	20.514	22.754	10.6180	8.4578
10:10	681	309.3619	16.265	9.262	26.343	31.554	5.2577	2.9940
10:20	702	318.9017	18.472	8.717	27.346	24.123	5.7924	2.733
10:30	352	159.9051	13.672	9.477	24.106	32.828	8.5503	5.9267
10:40	324	147.1854	15.833	10.617	26.847	29.856	10.7573	7.2137
10:50	531	241.2205	12.679	13.478	26.41	24.655	5.2562	5.5875
11:00	623	283.0139	17.308	7.771	25.422	25.276	6.1158	2.7459
11:10	236	107.2091	8.327	6.512	14.383	19.951	7.7670	6.0741
11:20	135	61.32726	7.2852	3.671	10.927	11.512	11.8792	5.986
11:30	116	52.69601	6.97	3.233	10.176	10.641	13.2268	6.1367
11:40	140	63.59864	7.2618	4.563	12.004	15.194	11.4181	7.1749
11:50	287	130.3772	8.205	8.253	15.917	27.451	6.2932	6.330
12:00	244	110.8433	13.023	7.274	20.516	23.031	11.7491	6.5627
12:10	279	126.7430	13.511	7.612	21.884	23.772	10.6603	6.005
12:20	160	72.68416	8.0912	3.695	11.981	13.281	11.1319	5.0836
12:30	114	51.78746	6.4308	2.958	9.366	9.709	12.4176	5.7135

12:40	140	63.59864	7.4776	3.622	11.072	11.709	11.7574	5.6958
12:50	111	50.42463	6.8649	3.102	9.947	10.278	13.6141	6.1517
13:00	180	81.76968	7.5648	4.302	12.292	10.632	9.2513	5.2611
13:10	294	133.5571	14.082	6.452	21.694	17.995	10.5439	4.8308
13:20	313	142.1883	9.3392	5.851	15.445	18.562	6.5681	4.115
13:30	262	119.0203	11.401	5.698	17.54	17.570	9.5790	4.7874
13:40	341	154.9081	10.596	7.289	18.218	17.004	6.8403	4.7058
13:50	308	139.9170	12.178	4.89	17.473	19.696	8.7040	3.4949
14:00	256	116.2946	9.1756	5.118	14.079	22.562	7.8899	4.4009
14:10	240	109.0262	8.0887	4.835	13.595	20.575	7.4190	4.4348
14:20	202	91.76375	7.1832	5.285	12.614	20.291	7.8279	5.7598
14:30	299	135.8285	10.645	5.552	16.139	18.163	7.8373	4.0875
14:40	427	193.9758	9.639	6.328	15.886	20.548	4.9691	3.2622
14:50	590	268.0228	23.64	12.48	36.248	27.816	8.8201	4.6563
15:00	722	327.9872	24.196	17.930	41.742	42.501	7.3772	5.466
15:10	346	157.1794	15.582	12.803	28.131	30.262	9.9139	8.145
15:20	305	138.554	15.4	11.611	26.812	26.805	11.1147	8.3806
15:30	241	109.4805	11.196	9.272	20.235	21.581	10.2271	8.4698

Tabel L1 Hasil analisa data pengujian rangkaian paralel tanpa beban hari ke-3

Waktu	G (W/m <sup>2</sup> )	Pin (W)	Pout1 (W)	Pou2 (W)	Pparare 1 (W)	Pscs (W)	Efesiensi %	Efesiensi %
10:50	1250	567.845	32.315	22.88	54.795	56.232	5.69081	4.02926
11:00	1278	580.564	32.43	22.099	54.144	55.866	5.58594	3.806466
11:10	1160	526.960	32.43	22.386	54.426	54.805	6.15416	4.248138
11:20	1905	865.395	32.289	22.258	54.144	53.16	3.73112	2.572002
11:30	1130	513.331	32.105	21.7093	52.995	49.706	6.25439	4.229096
11:40	1235	561.030	32.499	22.673	54.824	56.245	5.79272	4.041310
11:50	586	266.205	25.530	18.9744	45.536	46.249	9.59043	7.127720
12:00	734	333.438	24.657	18.886	43.290	47.854	7.39494	5.664011
12:10	854	387.951	29.515	19.7417	48.955	47.757	7.60795	5.088700
12:20	1228	557.850	32.89	22.91	55.484	56.456	5.89584	4.106831
12:30	1174	533.320	31.905	20.174	51.757	49.714	5.98233	3.782719
12:40	1224	556.033	32.499	21.4113	53.552	42.618	5.84478	3.850718
12:50	920	417.933	23.296	15.6954	38.781	39.753	5.57420	3.755474
13:00	1070	486.075	28.280	18.2656	46.290	43.687	5.81817	3.757771
13:10	1148	521.508	32.302	19.7691	51.797	46.264	6.19396	3.790750
13:20	1136	516.057	32.330	20.3745	52.324	52.455	6.26488	3.948106
13:30	1135	515.603	37.982	19.516	57.186	48.276	7.36667	3.785080
13:40	1026	466.087	32.182	20.5332	52.403	51.051	6.90480	4.405441
13:50	912	414.299	23.974	13.1781	37.012	22.160	5.78668	3.180813
14:00	900	408.848	29.969	20.034	49.667	38.324	7.33012	4.900104
14:10	935	424.748	29.004	19.7478	48.435	37.682	6.82870	4.649297

14:20	254	115.386	12.604	9.1542	21.64	22.593	10.9233	7.933537
14:30	181	82.223	9.4254	8.304	17.621	21.497	11.4630	10.0992
14:40	424	192.613	21.511	15.73	36.977	38.141	11.168	8.166633
14:50	254	115.386	14.993	10.803	25.624	26.36	12.9937	9.362479
15:00	342	155.362	9.2548	7.568	16.740	19.727	5.95691	4.871191
15:10	518	235.314	16.321	14.6672	30.69	37.413	6.93602	6.233007
15:20	562	255.303	15.332	14.612	29.570	37.800	6.00572	5.723392
15:30	395	179.439	10.595	8.352	18.851	20.630	5.90462	4.654506
15:40	945	429.290	23.913	16.3818	40.044	39.496	5.57046	3.816014
15:50	830	377.049	21.109	15.587	36.487	26.13	5.59868	4.133944
16:00	851	386.588	15.777	13.6576	29.202	32.282	4.08123	3.532848
16:10	678	307.999	15.213	12.4778	27.521	18.767	4.93929	4.051245



Tabel L1 Hasil Analisa Data Pengujian Rangkaian Pararel Tanpa Beban hari ke-4

Waktu	G (W/m <sup>2</sup> )	Pin (W)	Pout1 (W)	Pou2 (W)	Ppararel (W)	Psccl (W)	Efesiensi %	Efesiensi i %
9:00	788	357.96	22.357	15.4998	37.7805	34.297	6.24550	4.32992
9:10	415	188.52	15.8539	14.0679	29.7436	32.481	8.40946	7.46210
9:20	440	199.88	16.0512	14.4228	30.272	33.369	8.03036	7.21567
9:30	712	323.44	24.1566	20.6226	44.0154	50.968	7.46854	6.37593
9:40	449	203.96	16.2955	14.5036	30.6072	33.540	7.98916	7.11065
9:50	513	233.04	23.793	19.1514	40.8086	38.778	10.2096	8.21794
10:00	860	390.67	26.5766	17.1472	44.5078	43.073	6.80269	4.38909
10:10	1115	506.51	37.9015	17.2368	57.1095	50.607	7.48275	3.40300
10:20	1164	528.77	33.7264	16.8187	52.3872	50.716	6.37818	3.18067
10:30	1202	546.03	39.8021	17.5176	59.2529	55.278	7.28923	3.20811
10:40	1156	525.14	30.5863	18.7257	47.647	49.245	5.82437	3.56582
10:50	1180	536.04	26.732	18.4038	44.825	40.885	4.98688	3.43325
11:00	1172	532.41	33.1854	12.64	45.6494	38.301	6.23303	2.37410
11:10	1183	537.40	33.7542	15.0232	48.6261	37.232	6.28092	2.79548
11:20	1186	538.77	29.376	12.0961	41.9904	36.415	5.45240	2.24512
11:30	1242	564.21	21.1328	14.5426	35.3314	36.274	3.74555	2.57751
11:40	1257	571.02	21.5808	10.476	31.6968	33.276	3.77930	1.83459
11:50	517	234.86	18.0765	11.8421	30.282	36.326	7.69669	5.04218
12:00	1400	635.98	23.1555	13.5443	36.977	24.992	3.64087	2.12965
12:10	583	264.84	18.5998	11.543	30.1218	29.228	7.02295	4.35843
12:20	1383	628.26	20.8506	11.9163	33.0429	29.252	3.31876	1.89670

12:30	1210	549.67	17.8464	9.0259	26.9412	27.875	3.24672	1.64204
12:40	973	442.01	15.732	9.7848	24.966	29.190	3.55919	2.21370
12:50	838	380.68	17.4932	12.9975	30.4832	31.457	4.59521	3.41425
13:00	1397	634.62	20.634	7.4087	28.055	24.264	3.25137	1.16741
13:10	523	237.58	12.5658	7.6704	20.1375	27.168	5.28894	3.22846
13:20	237	107.66	9.2336	7.4872	17.0344	21.325	8.57635	6.95426
13:30	206	93.580	8.976	6.908	16.1568	18.034	9.59170	7.38185
13:40	186	84.495	8.086	5.2873	13.8395	15.752	9.56975	6.25750
13:50	187	84.949	8.1432	6.4739	14.5638	17.195	9.58591	7.62087
14:00	255	115.84	10.4587	8.1732	18.1076	24.479	9.02854	7.05557
14:10	460	208.96	12.8625	8.9097	21.609	21.442	6.15527	4.26368
14:20	380	172.62	13.0536	6.4638	19.7568	23.772	7.56183	3.74441
14:30	230	104.48	7.218	6.6092	13.7944	20.474	6.90826	6.32559
14:40	214	97.215	8.154	6.816	15.402	19.599	8.38758	7.01125
14:50	230	104.48	11.6188	7.2584	19.677	22.105	11.1202	6.94693
15:00	219	99.486	9.493	5.4813	15.1888	16.872	9.54200	5.50959
15:10	114	51.787	7.0012	4.2252	11.2628	12.843	13.5191	8.15873

Tabel L1 Hasil Analisa Data Pengujian Rangkaian Pararel Tanpa Beban H-5

Waktu	G (W/m <sup>2</sup> )	Pin (W)	Pout1 (W)	Pou2 (W)	Ppararel (W)	Psccl (W)	Efesiensi %	Efesiensi %
9:00	560	254.39	18.8055	17.6204	36.8039	37.9335	7.39225	6.926405
9:10	437	198.518	15.4784	14.4715	30.2075	29.5921	7.79695	7.289744
9:20	445	202.15	15.9714	16.3362	32.6724	34.9218	7.90065	8.08111
9:30	449	203.969	15.8313	15.5325	31.635	33.634	7.76158	7.61509
9:40	565	256.66	19.9656	17.1241	37.414	37.5813	7.77882	6.67174
9:50	519	235.769	22.8	17.8104	40.9784	39.5469	9.67047	7.55416
10:00	347	157.633	15.6912	14.5146	30.4522	31.3851	9.95421	9.20779
10:10	338	153.545	15.356	13.3104	28.8864	28.6911	10.0009	8.66871
10:20	364	165.356	15.7472	14.4127	30.3951	31.6181	9.52318	8.71613
10:30	370	168.08	16.376	16.184	32.8015	35.3794	9.74285	9.62862
10:40	355	161.26	16.1025	15.0592	31.4216	32.784	9.98493	9.33799
10:50	324	147.185	15.8368	13.9175	30.3255	29.326	10.759	9.45575
11:00	338	153.545	15.0549	12.5576	27.8265	26.8314	9.80489	8.17843
11:10	300	136.282	15.282	12.888	28.3536	27.5932	11.2134	9.45680
11:20	371	168.536	16.1025	14.0068	30.324	30.8925	9.55431	8.31084
11:30	464	210.784	16.583	15.8112	32.6472	34.9646	7.86729	7.50113
11:40	432	196.247	18.4464	15.024	34.117	32.3171	9.39957	7.65564
11:50	456	207.149	16.4046	15.476	32.12	34.4367	7.91919	7.47091
12:00	370	168.082	16.272	14.308	30.806	31.786	9.68098	8.51250
12:10	475	215.781	20.0568	13.6712	34.0294	38.335	9.29497	6.33568

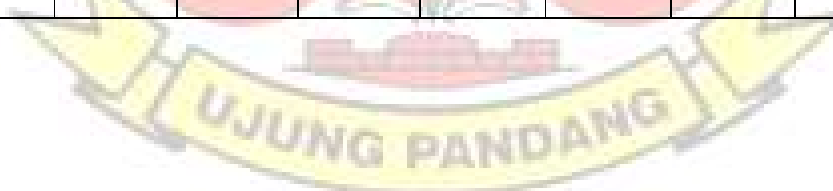


12:20	533	242.129	19.404	14.812	36.064	40.1513	8.01390	6.11739
12:30	524	238.040	18.325	15.246	36.421	40.2661	7.69826	6.40478
12:40	411	186.707	18.8	14.5684	35.7434	31.1168	10.0692	7.80279
12:50	350	158.996	22.9905	14.5136	34.74	39.057	14.4597	9.12824
13:00	506	229.863	19.397	12.247	31.9415	37.224	8.43848	5.32794
13:10	469	213.055	15.8544	11.2566	27.9102	33.088	7.44144	5.28341
13:20	960	436.104	18.942	8.0224	27.2064	23.4558	4.34344	1.83955
13:30	482	218.961	17.27	10.7289	27.7589	27.8164	7.88724	4.89991
13:40	1382	627.809	18.1545	9.1372	27.2392	26.8191	2.89172	1.4554
13:50	715	324.807	16.2714	6.1716	21.8508	24.8325	5.00955	1.90008
14:00	368	167.173	17.0774	8.056	23.712	25.1137	10.2153	4.81894
14:10	833	378.411	22.5556	8.775	30.537	25.2048	5.96059	2.3189
14:20	930	422.476	16.695	7.5988	23.1418	26.838	3.95169	1.79863
14:30	1162	527.868	18.6192	5.7816	24.7032	23.9811	3.52724	1.09527
14:40	982	446.099	14.6246	7.6296	22.0218	26.2515	3.27833	1.71029
14:50	798	362.512	15.096	8.7168	24.1528	23.1297	4.16427	2.40455
15:00	1031	468.358	14.2038	4.1952	18.4224	23.3536	3.03267	0.89572
15:10	821	372.960	1159.04	3.448	14.4816	22.3882	310.767	0.92449

Tabel L1 Data Hasil Analisa Data Rangkaian Pararel Tanpa Beban Hari ke-6

Waktu	G (W/m <sup>2</sup> )	Pin (W)	Pout1 (W)	Pou2 (W)	Ppararel (W)	Psccl (W)	Efesiensi %	Efesiensi %
10:30	1067	484.712	23.547	26.7654	50.7967	48.958	4.857931	5.52191
10:40	1047	475.626	22.976	26.28	49.64	48.3296	4.830676	5.52533
10:50	1074	487.892	21.585	23.8143	45.7293	46.852	4.424131	4.88105
11:00	1091	495.615	22.946	24.8217	48.3786	46.4645	4.629802	5.00826
11:10	1065	483.803	18.9252	25.104	44.8734	48.8251	3.911749	5.18887
11:20	1420	645.071	23.2329	21.1332	41.7861	43.6333	3.601598	3.27609
11:30	1099	499.249	16.9624	18.029	33.525	38.3565	3.397580	3.61122
11:40	1110	504.246	18.5832	18.84	37.052	44.289	3.685341	3.73626
11:50	1027	466.541	13.5788	18.5409	32.6592	34.827	2.910523	3.97411
12:00	1131	513.786	13.0361	18.0942	31.2381	30.2168	2.537261	3.52177
12:10	1179	535.591	14.1525	13.5643	28.1588	28.9068	2.642406	2.53258
12:20	1114	506.063	13.1625	14.751	27.0435	26.838	2.600958	2.91485
12:30	1090	495.160	12.2475	16.5346	29.0235	26.554	2.473438	3.33923
12:40	1117	507.426	11.9612	14.6329	26.6213	26.838	2.357229	2.88374
12:50	1200	545.131	11.984	16.497	28.782	28.826	2.19836	3.02624
13:00	1210	549.673	9.7048	12.684	22.8312	21.6752	1.765555	2.30754
13:10	1504	683.231	16.929	13.8992	31.0352	26.4864	2.47778	2.03433
13:20	1012	459.727	9.3474	10.536	20.0184	22.3882	2.033248	2.29179
13:30	1132	514.240	7.7449	10.6731	18.09	21.8637	1.506085	2.07550
13:40	1180	536.045	8.3049	9.8667	18.0024	22.072	1.549289	1.84064

13:50	1162	527.868	8.619	10.1859	19.2996	22.103	1.63279	1.92962
14:00	1158	526.051	4.6098	15.2886	20.0778	22.9747	0.876301	2.90622
14:10	1083	491.980	11.8755	9.3381	21.2396	22.6893	2.413813	1.89806
14:20	1068	485.166	11.316	8.5536	20.8494	20.9769	2.332393	1.76302
14:30	1056	479.715	12.8626	11.214	24.208	22.6893	2.681297	2.33763
14:40	1035	470.175	9.5796	9.1468	18.6454	18.603	2.037451	1.94540
14:50	1041	472.901	9.6066	7.8276	17.4342	20.2492	2.031417	1.65522
15:00	928	421.568	9.0948	7.175	16.45	19.0057	2.157373	1.70197
15:10	831	377.503	8.5164	2.9184	11.4912	18.9392	2.255979	0.77307
15:20	544	247.126	10.2254	10.878	21.3934	19.4616	4.137724	4.40180
15:30	678	307.999	9.0145	5.882	15.397	20.3346	2.926794	1.90974
15:40	972	441.556	12.5528	10.063	22.3815	19.1025	2.842853	2.27898
15:50	934	424.293	9.686	6.9198	17.4816	19.6512	2.282852	1.63089
16:00	664	301.639	7.4691	6.8016	14.3008	20.5344	2.476169	2.25487
16:10	204	92.672	6.8799	4.173	12.3585	15.792	7.423900	4.50296
16:20	590	268.022	15.9372	17.5029	33.7251	36.315	5.946209	6.53037
16:30	153	69.504	7.348	7.1656	14.6016	18.8045	10.57201	10.3095



Lampiran 2

Tabel L2 Data Hasil Analisa Berbeban AC Rangkaian Pararel dengan Beban Konstan 15 Watt.

Waktu (WITA)	G (W/m <sup>2</sup> )	Pin Panel (W)	Pout Panel (W)	Efisiensi Panel %	Pin Inverter (W)	Pout Inverter (W)	Efisiensi Inverter	Efisiensi Sistem
9:00	600	272.58	31.9	11.7029862	25.7598	16.8	65.2179	6.163328
9:10	750	340.725	48	14.0876073	45.85	16.8	36.6412	4.930663
9:20	650	295.295	26.7971	9.07468802	51.4647	16.8	32.6437	5.689226
9:30	1130	513.359	21.791	4.24478776	53.46	16.8	31.4253	3.272564
9:40	1235	561.0605	22.864	4.07513984	56.496	16.8	29.7366	2.994329
9:50	586	266.2198	17.3307	6.50992150	36.764	16.8	45.6968	6.310575
10:00	734	333.4562	19.5362	5.85870048	42.7652	16.87	39.4479	5.059135
10:10	854	387.9722	20.216	5.21068262	48.8976	16.87	34.5006	4.34825
10:20	1228	557.8804	22.3146	3.99988958	55.1151	16.87	30.6086	3.023946
10:30	1174	533.3482	20.3486	3.8152561	51.1104	16.87	33.0069	3.163037
10:40	1224	556.0632	21.1239	3.7988308	40.9538	16.87	41.1927	3.033828
10:50	920	417.956	16.33	3.90710989	23.766	16.87	70.9837	4.03631
11:00	1070	486.101	15.9174	3.27450468	52.2928	16.87	32.2606	3.470472
11:10	1148	521.5364	20.6492	3.95930178	42.9548	16.94	39.4368	3.248095
11:20	1136	516.0848	20.9802	4.06526214	52.2376	16.94	32.4287	3.282406
11:30	1135	515.6305	19.5568	3.79279348	48.6166	16.94	34.8440	3.285298
11:40	1026	466.1118	21.0386	4.51363814	52.3158	16.94	32.3802	3.634321
11:50	912	414.3216	11.454	2.76451915	53.2266	16.94	31.8261	4.088611

12:00	900	408.87	19.9187	4.87164624	48.837	16.94	34.6868	4.143126
12:10	935	424.7705	19.803	4.66204691	48.374	16.94	35.0188	3.988036
12:20	254	115.3922	9.246	8.012673	22.5664	16.87	74.7571	14.61971
12:30	181	82.2283	21.1554	25.7276388	47.034	16.94	36.0165	20.60118
12:40	424	192.6232	16.5764	8.60560929	46.498	17.01	36.5822	8.830712
12:50	254	115.3922	14.5808	12.635862	37.016	16.87	45.5748	14.61971
13:00	342	155.3706	7.728	4.97391398	19.9622	16.87	84.5097	10.85791
13:10	518	235.3274	13.018	5.5318675	27.336	16.94	61.9695	7.198482
13:20	562	255.3166	18.8628	7.3880037	44.3889	16.94	38.1626	6.6349
13:30	395	179.4485	8.0156	4.4667968	19.77	16.87	85.3313	9.401026
13:40	945	429.3135	16.3818	3.8158129	39.766	17.01	42.7752	3.96214
13:50	830	377.069	15.4344	4.093256	25.862	16.94	65.5015	4.492546
14:00	851	386.6093	13.6285	3.5251350	32.3544	16.94	52.3576	4.381685
14:10	678	308.0154	15.5149	5.0370532	19.199	16.87	87.8691	5.476999



Tabel L2 Data Hasil Analisa Berbeban AC Rangkaian Pararel dengan Beban  
Konstan 20 Watt.

Waktu	G (W/m <sup>2</sup> )	Pout Panel (W)	Efisiensi Panel %	P in (W)	P out (W)	Pin Panel (W)	Efisiensi Inverter %	Efisiensi Sistem %
9:00	415	14.2309	7.548168	32.4764	22.05	188.5345	67.89546	11.69547
9:10	440	14.847	7.427511	33.4834	22.05	199.892	65.85353	11.03096
9:20	712	22.785	7.044113	52.6707	22.05	323.4616	41.86388	6.816883
9:30	449	14.2612	6.991446	32.1494	22.05	203.9807	68.58604	10.80985
9:40	513	16.8858	7.245386	38.2548	22.05	233.0559	57.63983	9.461249
9:50	860	17.292	4.425925	36.7744	22.05	390.698	59.96019	5.643745
10:00	1115	20.7772	4.101752	38.2858	22.05	506.5445	57.59315	4.353023
10:10	1164	21.2809	4.024336	52.174	22.05	528.8052	42.26243	4.169777
10:20	1202	22.0022	4.029201	55.5334	22.05	546.0686	39.70583	4.037954
10:30	1156	18.5628	3.534621	50.224	22.05	525.1708	43.90331	4.198634
10:40	1180	20.3112	3.78888	50.4348	22.05	536.074	43.71981	4.113238
10:50	1172	18.9051	3.550656	52.6542	22.05	532.4396	41.877	4.141315
11:00	1183	19.9383	3.709887	50.8944	22.14	537.4369	43.50184	4.119553
11:10	1186	18.72	3.474389	49.6497	22.14	538.7998	44.59241	4.109133
11:20	1242	19.6677	3.485694	54.171	22.14	564.2406	40.87058	3.923858
11:30	1257	19.5173	3.417761	53.515	22.14	571.0551	41.37158	3.877034
11:40	517	15.8467	6.74692	49.5114	22.14	234.8731	44.71697	9.426367
11:50	1400	18.3962	2.892393	47.677	22.14	636.02	46.43749	3.481023
12:00	583	16.9904	6.414936	40.572	22.14	264.8569	54.56965	8.359231
12:10	1383	20.7137	3.296801	51.0204	22.23	628.2969	43.57081	3.538136
12:20	1210	16.3282	2.970368	47.3649	22.14	549.703	46.74347	4.027629
12:30	973	16.4424	3.719715	45.5592	22.14	442.0339	48.59611	5.008666
12:40	838	28.1961	7.406317	43.3368	22.14	380.7034	51.08822	5.815551
12:50	1397	19.3192	3.044037	51.763	22.23	634.6571	42.94573	3.502679
13:00	523	14.094	5.931846	41.7666	22.14	237.5989	53.00886	9.318225
13:10	237	9.3324	8.667668	21.9121	22.05	107.6691	100.6293	20.47941
13:20	206	7.4677	7.979523	18.699	21.96	93.5858	117.4394	23.4651
13:30	186	6.1688	7.300372	15.2211	21.96	84.4998	144.2734	25.98823
13:40	187	7.03	8.275057	17.0604	21.96	84.9541	128.7191	25.84925
13:50	255	11.3207	9.772155	25.4448	22.05	115.8465	86.65818	19.03381
14:00	460	13.4504	6.436276	35.958	22.14	208.978	61.57183	10.59442
14:10	380	12.5748	7.284081	28.6	22.14	172.634	77.41259	12.82482
14:20	230	8.52	8.153968	33.8768	22.05	104.489	65.08879	21.1027
14:30	214	8.2302	8.465525	33.5544	22.05	97.2202	65.71418	22.68047
14:40	230	9.5341	9.124501	35.1576	22.05	104.489	62.71759	21.1027
14:50	219	6.6129	6.646685	29.8278	22.05	99.4917	73.92433	22.16265
15:00	114	4.6101	8.901491	26.287	21.96	51.7902	83.53939	42.40184
15:10	126	3.1947	5.581061	36.6384	21.96	57.2418	59.93712	38.36357
15:20	102	2.278	4.915988	29.2799	21.87	46.3386	74.69288	47.19607
15:30	167	4.002	5.274944	35.404	21.87	75.8681	61.77268	28.82634
15:40	222	6.394	6.33982	28.8315	21.87	100.8546	75.85453	21.68468

Tabel L2 Data Hasil Analisa Ber Beban AC Rangkaian Pararel dengan Beban  
Konstan 35 Watt.

Waktu	G (W/m <sup>2</sup> )	Pin Panel (W)	Pout Panel (W)	Efesiensi %	Pin Inventer (W)	Pout Inventer (W)	Efesiensi %	Efesiensi %
9:40	1099	499.2757	23.3604	4.678858	50.0588	41.14	82.18335	8.239936
9:50	1110	504.273	21.8272	4.328449	48.2856	41.14	85.20139	8.158279
10:00	1027	466.5661	22.1606	4.749724	48.8312	41.14	84.24941	8.817614
10:10	1131	513.8133	23.6324	4.599414	50.3424	41.14	81.72038	8.006799
10:20	1179	535.6197	24.0981	4.499106	51.4744	41.14	79.92322	7.680823
10:30	1114	506.0902	23.5046	4.64435	50.1786	41.31	82.32593	8.162577
10:40	1090	495.187	22.4484	4.533318	48.5995	41.14	84.65108	8.307973
10:50	1117	507.4531	21.8576	4.307314	48.3963	41.31	85.35776	8.140654
11:00	1200	545.16	21.3666	3.919326	48.0168	41.14	85.67835	7.546408
11:10	1210	549.703	22.1298	4.025774	48.5334	41.31	85.11664	7.514967
11:20	1504	683.2672	23.6348	3.459086	49.1534	41.31	84.04302	6.045951
11:30	1012	459.7516	20.764	4.516352	47.0936	41.31	87.71893	8.985287
11:40	1132	514.2676	23.7305	4.614426	49.1534	41.31	84.04302	8.032783
11:50	1180	536.074	20.5581	3.834937	46.4091	41.31	89.01272	7.706026
12:00	1162	527.8966	21.3964	4.053142	47.2305	41.31	87.46467	7.825396
12:10	1158	526.0794	22.5108	4.278974	46.7511	41.14	87.99793	7.820112
12:20	1083	492.0069	19.3725	3.937445	45.309	41.31	91.17394	8.396224
12:30	1068	485.1924	19.6321	4.046251	45.5172	41.31	90.7569	8.514148
12:40	1056	479.7408	19.019	3.964432	44.0818	41.31	93.71214	8.6109



12:50	1035	470.2005	18.161	3.8623	43.808	41.31	94.29785	8.785614
13:00	1041	472.9263	17.7072	3.7441	42.8184	41.31	96.47722	8.734976
13:10	928	421.5904	17.1479	4.0674	41.8608	41.31	98.68421	9.79861
13:20	831	377.5233	16.472	4.3631	51.6198	41.14	79.6981	10.89734
13:30	544	247.1392	17.8375	7.2175	43.2604	41.31	95.49149	16.71528
13:40	678	308.0154	18.447	5.9889	43.1235	41.31	95.79464	13.41167
13:50	972	441.5796	17.124	3.8778	41.4504	41.31	99.66128	9.355052
14:00	934	424.3162	16.3362	3.8500	54.1508	41.14	75.97302	9.6956
14:10	664	301.6552	15.9782	5.2968	49.4406	41.14	83.21096	13.63809
14:20	204	92.6772	7.5295	8.1244	42.1544	40.97	97.19033	44.20721
14:30	590	708	15.6688	2.2137	45.3189	40.63	89.65354	5.738701
14:40	153	69.5079	14.7804	21.264	44.5222	40.63	91.25784	58.45379





Lampiran 3

Tabel L3 Data hasil analisa Berbeban DC Rangkaian paralel dengan beban konstan 20 Watt.

Waktu	G (W/m <sup>2</sup> )	Pin W	Pout1 (W)	Pou2 (W)	Ppararel (W)	Pscs (W)	Efesiensi %	Efesiensi %
11:40	1235	561.030	32.177	23.1786	55.8846	47.5798	5.735335	4.1314
11:50	586	266.205	26.6112	19.881	46.953	31.896	9.996478	7.4682
12:00	734	333.438	32.407	22.2924	55.1594	40.4735	9.719031	6.6856
12:10	854	387.954	26.7264	19.9233	47.0529	40.1233	6.88910	5.1355
12:20	1228	557.850	32.43	22.258	55.286	43.6568	5.813381	3.9899
12:30	1174	533.320	33.4248	20.5776	53.1588	40.8816	6.26730	3.8583
12:40	1224	556.034	32.289	21.8272	54.7116	43.3602	5.807023	3.9255
12:50	920	417.933	23.9252	19.1565	43.5633	30.498	5.724637	4.5836
13:00	1070	486.075	32.453	21.8272	54.8552	43.6188	6.676537	4.49049
13:10	1148	521.508	23.7861	18.678	42.8745	36.2576	4.561015	3.58153
13:20	1136	516.057	32.034	20.735	53.339	40.748	6.20744	4.01796
13:30	1135	515.603	30.143	19.665	50.3025	38.686	5.84616	3.81397
13:40	1026	466.087	22.3473	16.188	39.334	30.452	4.794660	3.47317
13:50	912	414.299	32.1708	21.0945	53.8125	40.87	7.765103	5.09160
14:00	900	408.848	16.029	13.1765	29.4044	18.6966	3.920524	3.22283
14:10	935	424.748	29.547	19.7797	49.6627	38.2185	6.956359	4.65680
14:20	254	115.386	12.9696	9.4185	22.5225	13.939	11.2401	8.16259
14:30	181	82.223	23.3856	16.3792	40.1008	35.0556	28.4413	19.9202
14:40	424	192.613	31.8825	21.1974	53.6424	41.0835	16.552	11.0051

14:50	254	115.386	15.6864	13.6808	29.5952	32.2461	13.5947	11.8565
15:00	342	155.362	11.0536	9.3228	20.565	25.9646	7.1147	6.00068
15:10	518	235.314	23.52	15.2496	38.9712	30.4608	9.9951	6.48050
15:20	562	255.303	14.092	10.5798	24.8694	19.2428	5.5197	4.14401
15:30	395	179.439	23.817	18.1356	42.4116	33.8008	13.2730	10.1068
15:40	945	429.290	23.783	16.7796	40.9536	29.748	5.5400	3.90867
15:50	830	377.049	19.7664	15.3908	35.4412	25.2882	5.24239	4.08190
16:00	851	386.588	15.7092	13.5897	29.5611	21.7628	4.06354	3.51528
16:10	678	307.99	15.4358	12.51	28.217	19.0368	5.01163	4.06169



Lampiran 4



Gambar L4 Proses pengujian dan pengambilan data



Gambar L4 Proses pengukuran pada tripleks



Gambar L4 Proses pemasangan panel surya pada atap Gedung



Gambar L4 Pengecekan modul oleh pembimbing



Gambar L4 Proses penyambungan besi menggunakan las listrik

