

**PENGEMBANGAN TRAINER KARAKTERISTIK V-I PANEL  
SURYA PADA MATA KULIAH DASAR ENERGI LISTRIK**

**SKRIPSI**

**Diajukan Oleh:**

**Hasril  
NIM. 180211084**

**Prodi Pendidikan Teknik Elektro**



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) AR-RANIRY**

**BANDA ACEH 2022 M/1444 H**

**PENGEMBANGAN TRAINER KARAKTERISTIK V-I PANEL  
SURYA PADA MATA KULIAH DASAR ENERGI LISTRIK**

**SKRIPSI**

Diajukan Kepada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan (FTK)  
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Darussalam Banda Aceh  
Sebagai Salah Satu Beban Studi Untuk Memperoleh Gelar Sarjana dalam  
Pendidikan Teknik Elektro

Oleh

**Hasril**

NIM. 180211084

Mahasiswa Prodi Pendidikan Teknik Elektro  
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan

Disetujui oleh :

Pembimbing I



Sadrina, S.T., M.Sc  
NIDN. 2027098301

Pembimbing II



Muhammad Ikhsan, S.T., M.T  
NIDN. 2023108602

# PENGEMBANGAN TRAINER KARAKTERISTIK V-I PANEL SURYA PADA MATA KULIAH DASAR ENERGI LISTRIK

## SKRIPSI

Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry dan Dinyatakan Lulus serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1) dalam Ilmu Pendidikan Teknik Elektro

Pada Hari/Tanggal :

Senin, 5 Desember 2022  
10 Jumadil Awal 1444 H

### Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,



Sadrina, S.T., M.Sc.  
NIDN. 2027098301

Sekretaris,



Baihaqi, M.T.  
NIDN. 198802212022031001

Penguji I,



Muhammad Ikhsan, S.T., M.T.  
NIDN. 2023108602

Penguji II,



Hari Anna Lastya, S.T., M.T.  
NIP. 198704302015032005

Mengetahui,

Dekan Fakultas dan Keguruan UIN Ar-Raniry  
Darussalam Banda Aceh



Safrul Mublis, S.Ag, MA, M.Ed, Ph.D.  
NIP. 195903091989031001

**PENGEMBANGAN TRAINER KARAKTERISTIK V-I PANEL  
SURYA PADA MATA KULIAH DASAR ENERGI LISTRIK**

**SKRIPSI**

Diajukan Kepada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan (FTK)  
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Darussalam Banda Aceh  
Sebagai Salah Satu Beban Studi Untuk Memperoleh Gelar Sarjana dalam  
Pendidikan Teknik Elektro

Oleh

**Hasril**

NIM. 180211084

Mahasiswa Prodi Pendidikan Teknik Elektro  
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan

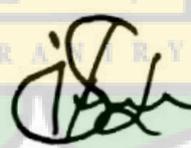
Disetujui oleh :

Pembimbing I



Sadrina, S.T., M.Sc  
NIDN. 2027098301

Pembimbing II



Muhammad Ikhsan, S.T., M.T  
NIDN. 2023108602

## ABSTRAK

Institusi : Universitas Islam Negeri Ar-Raniry  
Nama : Hasril  
Nim : 180211084  
Fakultas/Prodi : Tarbiyah dan Keguruan, Pendidikan Teknik Elektro  
Pembimbing : 1. Sadrina S.T., M.Sc  
2. Muhammad Ikhsan S.T., M.T

---

Prodi Pendidikan Teknik Elektro saat ini telah menyediakan 3 unit panel surya yang akan digunakan untuk pembelajaran praktikum pada matakuliah Dasar Energi Listrik. Namun saat ini belum adanya trainer dan modul sebagai panduan dalam pembelajaran praktikum. Adapun tujuan dari pembuatan trainer ini adalah untuk menunjang salah satu pembelajaran praktikum pada matakuliah Dasar Energi Listrik. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* dengan memperhatikan sepuluh tahapan. Instrumen yang digunakan adalah lembar validasi untuk menguji kelayakan trainer dan angket untuk materi tanggapan responden terhadap trainer panel surya. Penelitian ini melibatkan 2 orang dosen sebagai validator ahli media dan ahli materi. Selain dosen, penelitian ini juga melibatkan mahasiswa semester 5 yang telah mengambil praktikum matakuliah Dasar Energi Listrik. Selanjutnya hasil validasi ahli media memperoleh 72% dengan kategori “Layak”, dan ahli materi memperoleh 100% dengan kategori “Sangat Layak”. Sedangkan hasil dari tanggapan responden menunjukkan bahwa trainer ini sangat baik digunakan dalam praktikum pada matakuliah Dasar Energi Listrik. Berdasarkan persentase yang diperoleh dari keseluruhan responden adalah 85.8% dengan kategori “Sangat Baik”. Kesimpulan dari penelitian ini adalah Trainer Panel Surya yang telah dirancang dapat digunakan untuk pembelajaran praktikum panel surya pada mata kuliah Dasar energi Listrik berdasarkan uji validitas dan tanggapan responden.

**Kata kunci** : Trainer, Karakteristik V-I Panel Surya, Dasar Energi Listrik.

## KATA PENGANTAR



Segala puji dan syukur hanya kepada Allah atas segala limpahan nikmat dan rahmat-Nya. Selawat dan salam penulis sampaikan kepada penghulu alam Nabi besar Nabi Muhammad Saw beserta keluarga dan sahabatnya sekalian.

Dalam rangka penyelesaian tugas akhir yang berjudul “Pengembangan Trainer Karakteristik V-I Panel Surya Pada Mata Kuliah Dasar Energi Listrik”, penulis ingin menyampaikan ribuan terima kasih dan rasa syukur kepada Allah SWT dan kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusinya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Ribuan ucapan terima kasih penulis ucapkan kepada :

1. Terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada orang tua saya ayahanda Burhanuddin Banta Cut., M.A (Alm) dan ibunda tercinta Naimah S.Pd, serta keluarga yang telah banyak memberikan do'a, dukungan dan semangat kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini atas izin Allah SWT.
2. Terima kasih kepada bapak Safrul Muluk., Ph.D selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
3. Terima kasih kepada ibu Hari Anna Lastya., S.T, M.T selaku ketua Prodi Pendidikan Teknik Elektro.
4. Terima kasih kepada ibu Sadrina., S.T, M.Sc selaku pembimbing I dan bapak Muhammad Ikhsan., S.T., M.T selaku pembimbing II yang telah banyak

meluangkan waktu dan berbagi ilmu dan buah pikirnya dalam membimbing penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.

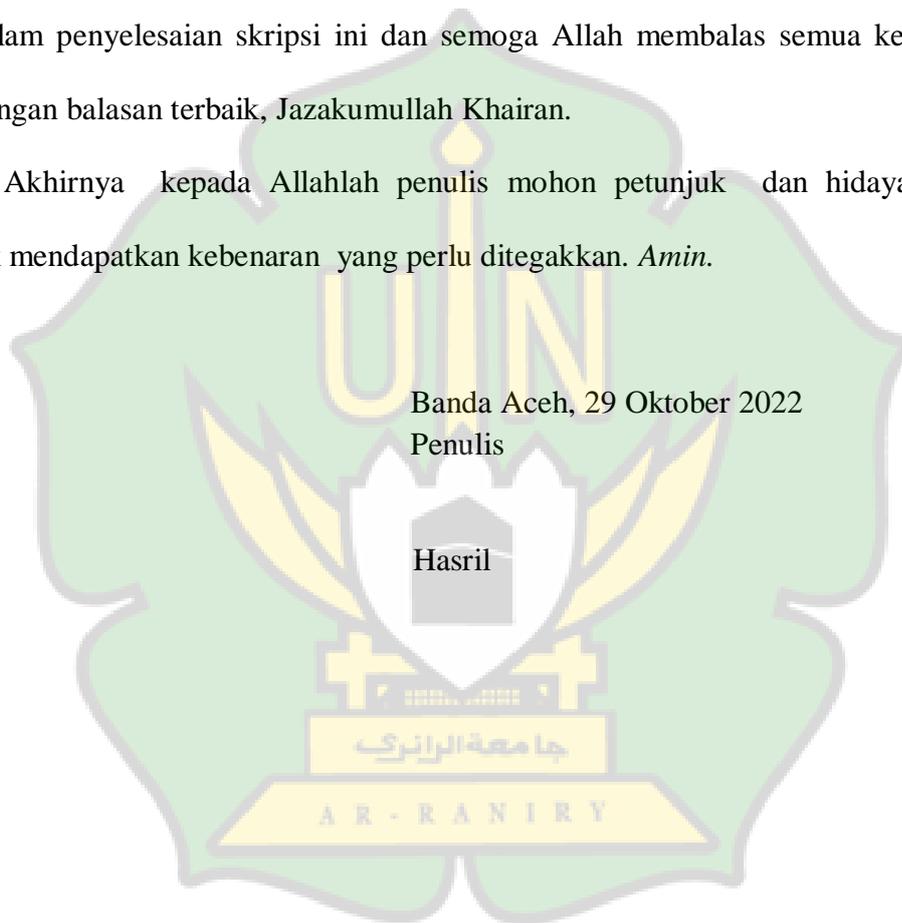
5. Terima kasih kepada adik bungsu Dinna Mauliska, A.Md dan kakak Nora Aini Yunita S.Pd yang banyak memberikan doa dan dukungan tiada henti kepada penulis.
6. Terima kasih kepada teman-teman dan semua pihak yang telah ikut membantu dalam penyelesaian skripsi ini dan semoga Allah membalas semua kebaikan dengan balasan terbaik, Jazakumullah Khairan.

Akhirnya kepada Allahlah penulis mohon petunjuk dan hidayah-Nya untuk mendapatkan kebenaran yang perlu ditegakkan. *Amin.*

Banda Aceh, 29 Oktober 2022

Penulis

Hasril



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN SAMPUL JUDUL</b>	
<b>LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING</b>	
<b>LEMBAR PENGESAHAN SIDANG</b>	
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN</b>	
<b>ABSTRAK</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	x
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xi
<b>BAB I : PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	2
C. Tujuan Penelitian.....	2
D. Manfaat Penelitian .....	3
E. Batasan Masalah.....	3
F. Definisi Operasional .....	4
G. Kajian Terdahulu Yang Relevan.....	4
1. Perancangan .....	4
2. Trainer .....	4
<b>BAB II : LANDASAN TEORITIS</b>	
A. Trainer .....	7
B. Modul Praktikum.....	9
1. Definisi Modul.....	9
2. Komponen Modul Praktikum .....	11
a. Pedoman Guru .....	11
b. Lembaran Kegiatan Siswa .....	11
c. Lembaran Tes .....	12
C. Panel Surya .....	12
1. Definisi Sel Surya .....	12
2. Prinsip Kerja Panel Surya.....	13
3. Karakteristik Panel Surya .....	15

4. Jenis-Jenis Panel Surya.....	18
a. Monokristal ( <i>Mono-Crystalline</i> ) .....	18
b. Polikristal ( <i>Poli-Crystalline</i> ).....	20
c. <i>Thin Film Photovoltaic</i> .....	22
d. Efisiensi Sel Surya .....	25
e. Energi Sel Surya .....	27
5. Alat Ukur Listrik.....	28
a. Amperemeter.....	29
b. Voltmeter.....	30
c. Ohmmeter .....	30
d. Reostat.....	30
e. Solar Power Meter.....	31

### **BAB III : METODE PENELITIAN**

A. Rancangan Penelitian .....	32
1. Pendekatan Penelitian .....	32
2. Jenis Penelitian .....	32
a. Tahapan Pengembangan Produk .....	32
b. Pengujian Instalasi .....	32
B. Diagram Alur Penelitian.....	33
C. Lokasi Penelitian.....	34
D. Subjek Penelitian .....	35
E. Instrumen Pengumpulan Data.....	35
1. Alat.....	35
2. Bahan.....	35
F. Perancangan Modul .....	35
1. Analisis Kebutuhan Modul.....	37
2. Pembuatan Modul .....	37
3. Implementasi.....	37
G. Teknik Analisis Data.....	37
1. Validasi.....	37
2. Angket .....	39

## **BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

A. Hasil Penelitian.....	41
1. Hasil Perancangan Modul .....	41
2. Hasil Perancangan Trainer .....	42
B. Hasil Validasi.....	45
1. Validasi Ali Media.....	46
2. Validasi Ahli Materi .....	48
3. Hasil Responden .....	50
C. Analisa Pengujian .....	52
1. Pengujian Pertama .....	52
2. Pengujian Kedua .....	53
3. Pengujian Ketiga.....	54
4. Pengujian Keempat .....	55
5. Pengujian Kelima.....	56
D. Pembahasan .....	58

## **BAB V : PENUTUP**

A. Kesimpulan.....	60
B. Saran.....	61

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>62</b>
-----------------------------	-----------

<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
---------------------------	-----------

<b>FAGTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
---------------------------	------------

<b>DAFTAR LAMPIRAN</b>	
------------------------	--

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Kajian Terdahulu yang Relevan

Tabel 3.1 Rincian Waktu Penelitian

Tabel 3.2 Nama Alat Perancangan

Tabel 3.3 Nama Bahan Yang Digunakan

Tabel 3.4 Kategori Persentase Kelayakan Trainer

Tabel 3.5 Kategori Persentase Tanggapan Responden

Tabel 4.1 Hasil Validasi Ahli Media

Tabel 4.2 Hasil Validasi Ahli Materi

Tabel 4.3 Kisi-Kisi Soal Tanggapan Responden

Tabel 4.4 Data Pengukuran Panel Surya

Tabel 4.5 Data Pengukuran Panel Surya

Tabel 4.6 Data Pengukuran Panel Surya

Tabel 4.7 Data Pengukuran Panel Surya

Tabel 4.8 Data Pengukuran Panel Surya



## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1 : *Bracket/ Dudukan Panel Surya*
- Gambar 2.2 : *Bracket/ Dudukan Panel Surya*
- Gambar 2.3 : Rangkaian Pengetesan Panel Surya
- Gambar 2.4 : Grafik Karakteristik I-V Sel Surya
- Gambar 2.5 : Sel Surya *Mono-Crystalline*
- Gambar 2.6 : Sel Surya *Polycrystalline*
- Gambar 2.7 : Sel Surya *Thin Film*
- Gambar 2.8 : Kurva Karakteristik V-I Pada Sel Surya
- Gambar 2.9 : Alat Ukur Jenis Digital dan Analog
- Gambar 2.10 : Reostat Jenis Putar
- Gambar 2.11 : Solar Power Meter
- Gambar 3.1 : Diagram Alur Penelitian
- Gambar 4.1 : *Name Plate* Panel Surya
- Gambar 4.2 : Potensiometer yang telah dihubungkan
- Gambar 4.3 : Pemasanganudukan Potensio dan Banana Jack
- Gambar 4.4 : Tampilan Potensio dan Banana Jack dari bagian dalam
- Gambar 4.5 : Pengujian Kondisi Potensio dan Multitester
- Gambar 4.6 : Dokumentasi Proses Validasi Ahli Materi
- Gambar 4.7 Kurva karakteristik tegangan terhadap arus
- Gambar 4.8 Kurva Karakteristik tegangan terhadap arus
- Gambar 4.9 Kurva Karakteristik daya terhadap tegangan
- Gambar 4.10 Kurva Karakteristik daya terhadap tegangan
- Gambar 4.11 Kurva Karakteristik daya terhadap tegangan
- Gambar 4.12 Kurva Karakteristik Daya Terhadap Tegangan

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Surat Keputusan Dekan tentang Penetapan Pembimbing

Lampiran 2 : Surat Keterangan Izin Penelitian dari tempat penelitian

Lampiran 3 : Proses Pemotongan Triplek diameter 8mm

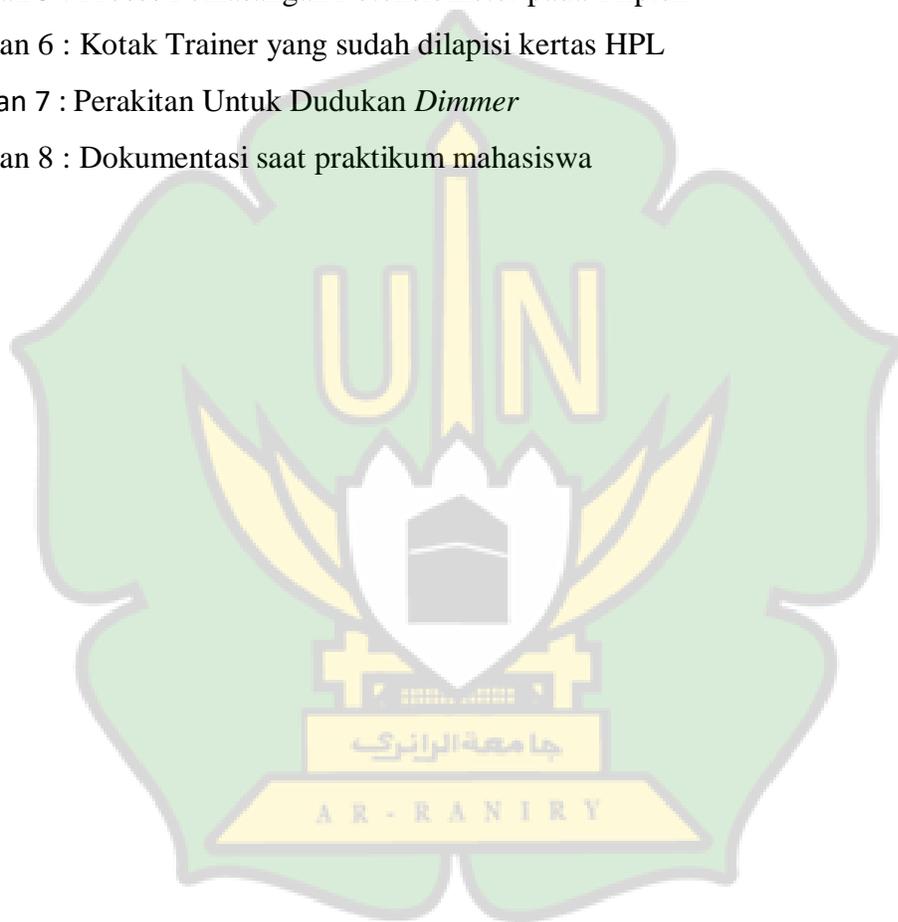
Lampiran 4 : Proses Pelapisan Kertas HPL

Lampiran 5 : Proses Pemasangan Potensiometer pada Triplek

Lampiran 6 : Kotak Trainer yang sudah dilapisi kertas HPL

Lampiran 7 : Perakitan Untuk Dudukan *Dimmer*

Lampiran 8 : Dokumentasi saat praktikum mahasiswa



# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Media di dalam proses belajar mengajar merupakan alat bantu sumber pesan dari penyampai ilmu kepada penerima ilmu, merangsang memori, jiwa, perhatian dan keinginan dalam pembelajaran. Menurut Emda (2011) media belajar adalah sebagai alat bantu ajar bisa membantu mahasiswa dalam menerima ilmu pada saat proses pembelajaran. Media dapat memberikan pengalaman yang nyata dalam belajar karena mengikutsertakan seluruh indra dan akal pikirannya. Sadiman (2016) menjelaskan bahwa media merupakan alat bantu pembelajaran yang diharapkan dapat membantu peserta didik untuk dapat belajar dengan baik.<sup>1</sup> Media pembelajaran memiliki fungsi yang mampu meningkatkan kualitas proses pembelajaran. Media pembelajaran menurut Asyhar (2012) memiliki beberapa fungsi yaitu, 1) Sebagai sumber belajar, yang berarti bahwa penggunaan media untuk mendapatkan informasi dalam belajar; 2) Fungsi semantik, yang bermakna bahwa media penting untuk menemukan arti kata atau kalimat untuk mengatasi keterbatasan kesalahan dalam mengartikan sebuah kata atau kalimat.<sup>2</sup>

Saat ini Program Studi Pendidikan Teknik Elektro konsentrasi bidang listrik telah memfasilitasi tiga unit panel surya untuk digunakan sebagai pembelajaran

---

<sup>1</sup> Pakpahan, A. F., Ardiana, D. P. Y., Mawati, A. T., Wagi, E. B., Simarmata, J., Mansyur, M. Z., ... & Iskandar, A. (2020). *Pengembangan media pembelajaran*. Yayasan Kita Menulis.

<sup>2</sup> Safira, A. R. (2020). *Media Pembelajaran Anak Usia Dini*. Caremedia Communication.

praktikum di laboratorium listrik Program Studi Pendidikan Teknik Elektro. Namun, masalah terkait panel surya tersebut saat ini untuk melaksanakan praktikum tersebut belum ada trainer dan modul yang dapat digunakan mahasiswa untuk melakukan praktikum. Berdasarkan dari permasalahan tersebut, peneliti ingin menyelesaikan masalah melalui judul penelitian “Pengembangan Trainer Karakteristik V-I Panel Surya pada Mata Kuliah Dasar Energi Listrik”. Dengan demikian peralatan dan bahan praktikum di laboratorium listrik Prodi Pendidikan Teknik Elektro UIN Ar-Raniry Banda Aceh dapat dimaksimalkan penggunaannya untuk praktikum.

### **B. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

Bagaimana mendesain trainer dan modul praktikum panel surya?

1. Bagaimana hasil validasi ahli media terhadap trainer panel surya pada mata kuliah Dasar Energi Listrik?
2. Bagaimana hasil validasi ahli materi terhadap trainer panel surya pada mata kuliah Dasar Energi Listrik?
3. Bagaimana hasil tanggapan responden terhadap penggunaan trainer panel surya pada mata kuliah Dasar Energi Listrik?

### **C. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

Untuk mengetahui hasil trainer dan modul praktikum panel surya.

1. Untuk mengetahui hasil validasi ahli media terhadap trainer panel surya pada mata kuliah Dasar Energi Listrik.

2. Untuk mengetahui hasil validasi ahli materi terhadap trainer panel surya pada mata kuliah Dasar Energi Listrik.
3. Untuk mengetahui hasil tanggapan responden terhadap penggunaan trainer panel surya pada mata kuliah Dasar Energi Listrik.

#### **D. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Diharapkan dapat bermanfaat bagi pihak dosen dalam meningkatkan kualitas pembelajaran sehingga hasil pembelajaran menjadi lebih maksimal.
2. Diharapkan dapat bermanfaat bagi mahasiswa Prodi Pendidikan Teknik Elektro sebagai panduan dalam praktikum panel surya dan meningkatkan kreatifitas dan keahlian mahasiswa pada mata kuliah Dasar Energi Listrik.
3. Diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat bermanfaat bagi peneliti dalam menyelesaikan permasalahan yang ada di dalam aktifitas pembelajaran, khususnya pada mata kuliah Dasar Energi Listrik, sehingga trainer karakteristik panel surya ini bisa bermanfaat bagi mahasiswa yang melaksanakan pembelajaran praktikum selanjutnya.

#### **E. Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini, penulis hanya merancang trainer panel surya serta menyusun modul praktikum panel surya pada mata kuliah dasar energi listrik dan perakitan trainer ini tanpa menggunakan temperatur.

## F. Definisi Operasional

Untuk memperjelas maksud dan tujuan penelitian ini agar lebih terarah, peneliti memberikan definisi operasional dari judul penelitian yang akan dilakukan. Adapun definisi operasionalnya sebagai berikut:

### 1. Perancangan

Perancangan adalah merancang sebuah dudukan potensiometer untuk pengukuran panel surya.<sup>3</sup>

### 2. Trainer

Trainer dalam konteks penelitian ini adalah penempatan kotak potensiometer untuk mengontrol tegangan pada panel surya.<sup>4</sup>

## G. Kajian Terdahulu yang Relevan

Adapun kajian yang relevan dapat dilihat pada tabel 1.1.

Tabel 1.1 Kajian Terdahulu yang Relevan

No.	Judul	Peneliti	Tahun	Hasil
1	Pengujian karakteristik panel surya berdasarkan	Reza Fahlevi	2015	Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada saat intensitas 1007 lux maka tegangan yang dihasilkan oleh panel adalah

<sup>3</sup> Roza, E., & Mujirudin, M. (2019). Perancangan Pembangkit Tenaga Surya Fakultas Teknik UHAMKA. *JURNAL KAJIAN TEKNIK ELEKTRO*, 4(1), 16-30.

<sup>4</sup> Collins, J. W., Levy, J., Stefanidis, D., Gallagher, A., Coleman, M., Cecil, T., ... & Satava, R. M. (2019). Utilising the Delphi process to develop a proficiency-based progression train-the-trainer course for robotic surgery training. *European Urology*, 75(5), 775-785.

	intensitas cahaya.			1,2,3 adalah 16,5V, 18V, dan 19V. Arus yang dihasilkan oleh panel 1,2,3 adalah 5,3A, 5,8A, 6,1A.
2	Rancang bangun alat ukur karakteristik panel surya dengan data secara real time.	Yossef Kurnia Saputra	2017	Hasil pengujian yang didapat untuk ketelitian alat ukur yang diperoleh sebesar 0.27%, sensor suhu 0,42%, dan untuk radiasi matahari 1,55%. Menurut standar IEC alat ukur ini layak digunakan karena masih di bawah toleransi 5%.
3	Sistem monitoring alat uji karakteristik panel surya berbasis mikrokontroler.	Putriani dan Muhammad Basyir	2019	Berdasarkan hasil uji coba yang telah dilakukan dengan cuaca yang relatif cerah menunjukkan perolehan rata-rata tegangan 9,56V dengan intensitas 2124 lux, dan arusnya memperoleh rata-rata 0.32mA.

Dari ketiga penelitian di atas, tidak ada yang fokus untuk tujuan edukasi, sedangkan perbedaan masalah penelitian yang akan diselesaikan adalah pengembangan trainer panel surya menggunakan potensiometer untuk pedoman pembelajaran praktikum mahasiswa pada mata kuliah dasar energi listrik.



## **BAB II**

### **LANDASAN TEORITIS**

#### **A. Trainer**

Sebelum beranjak ke penjelasan terkait peran, tanggung jawab dan kualifikasi trainer, kita perlu mengetahui ruang lingkup definisinya. Pengertian trainer dapat diartikan secara sederhana sebagai seseorang yang memiliki kompetensi atau keahlian tertentu untuk memberikan pelatihan pada peserta training atau yang biasa disebut trainee. Pelatihan yang diberikan trainer ditujukan untuk membantu trainee agar bisa memiliki keahlian atau meningkatkan dan mengembangkan kemampuan diri. Jadi untuk bisa membantu dalam meningkatkan trainee, trainer akan melakukan bimbingan dan pendampingan.

Dalam memberikan bimbingan dan pendampingan, setidaknya trainer terbagi menjadi dua jenis, yakni trainer internal dan profesional. Trainer internal ini memiliki posisi tetap yang berada dalam suatu institusi, sedangkan trainer profesional kebalikannya. Jadi, trainer internal bekerja untuk institusi. Sementara trainer profesional, biasanya bekerja secara mandiri tidak terikat dalam institusi. Kemudian, trainer internal biasanya memiliki keahlian spesifik yang diangkat oleh institusi. Sedangkan trainer profesional, memiliki keahlian yang diperoleh dari sertifikasi pelatihan untuk kemudian dikapitalisasi secara mandiri.

Trainer adalah satu set komponen lengkap laboratorium yang dapat berfungsi sebagai media dalam pendidikan. Trainer bertujuan untuk meningkatkan kualitas proses belajar mengajar pada peserta didik dalam menerapkan pengetahuan atau konsep yang diperolehnya dalam suatu bentuk alat yang nyata.<sup>5</sup>



Gambar 2.1 *Bracket/*udukan panel surya<sup>6</sup>

Panel surya adalah kumpulan sel surya yang ditata sedemikian rupa agar efektif dalam menyerap energi sinar matahari, sedangkan yang bekerja untuk menyerap sinar matahari adalah sel surya. Sel surya sendiri terdiri dari berbagai komponen yang dapat mengubah energi cahaya menjadi listrik.

---

<sup>5</sup> Prapaskah, Y. A., Permata, E., & Fatkhurrohman, M. (2020). Trainer Kit Pneumatik sebagai Media Pembelajaran pada Mata Kuliah Mekatronika di Program Studi Pendidikan Vokasional Teknik Elektro Untirta. *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, 5(2), 160-169.

<sup>6</sup> (Sumber: <http://laskarteknik.com/2010/05/10/jenis-jenispanel-sel-surya>)



Gambar 2.2 *Bracket/*udukan panel surya<sup>7</sup>

Panel surya terletak di atap rumah merupakan solusi agar dapat menghasilkan energi cahaya matahari dengan maksimal. Listrik yang dihasilkan panel surya dapat mendukung seluruh bentuk beban yang digunakan seperti lampu, kipas angin, dan alat elektronik lainnya. Namun tidak bisa sembarangan, semua alat yang akan digunakan sebagai kebutuhan harus disesuaikan dengan kapasitas produksi panel surya yang dipasang.

## **B. Modul Praktikum**

### **1. Definisi Modul**

Modul adalah satu kesatuan program yang dapat mengukur tujuan. Modul dapat dipandang sebagai paket program yang disusun dalam bentuk satuan tertentu guna keperluan belajar. Menurut Goldschmid, *“module as a self-contained, independent unit of a planned series of learning activities designed to help the student accomplish certain well defined.* Modul sebagai sejenis satuan kegiatan belajar yang terencana, didesain guna membantu siswa menyelesaikan tujuan-tujuan tertentu. Menurut buku Pedoman Penyusunan Modul, yang dimaksud dengan modul adalah satu unit program

<sup>7</sup> (Sumber: <http://laskarteknik.com/2010/05/10/jenis-jenispanel-sel-surya>)

belajar-mengajar terkecil yang secara terinci menggariskan (1) tujuan-tujuan pembelajaran, (2) pokok-pokok materi yang akan dipelajari dan diajarkan, (3) kedudukan dan fungsi satuan dalam kesatuan program yang lebih luas, (4) peranan guru di dalam proses belajar-mengajar, (5) alat dan sumber yang akan dipakai, (6) kegiatan belajar-mengajar yang akan/harus dilakukan dan dihayati murid secara berurutan, dan (7) lembaran-lembaran kerja yang akan dilaksanakan selama berjalannya proses belajar

Media belajar merupakan semua komponen yang dapat berguna membantu pengajar/ guru ketika melakukan proses pembelajaran di kelas, materi belajar dapat berupa dokumen tertulis atau dokumen tidak tertulis. Dapat diartikan bahwa media belajar adalah bahan atau media belajar yang berisi pesan, cara dan metode penilaian yang dibuat secara sistematis untuk mencapai keterampilan yang diinginkan. Media belajar akan mengurangi beban guru saat menyampaikan isi pesan belajar secara tatap muka, sehingga guru memiliki waktu lebih banyak untuk membimbing dan membantu siswa dalam kegiatan belajar mengajar. Materi edukatif bermanfaat untuk mempermudah pendidik melakukan aktivitas belajar mengajar.<sup>8</sup>

Modul praktikum dapat melatih mahasiswa agar mampu belajar mandiri, modul pembelajaran merupakan salah satu media yang efektif digunakan untuk mempelajari materi, sehingga berpengaruh terhadap peningkatan pengetahuan, serta

---

<sup>8</sup> Nurdyansyah, N. (2018). Pengembangan Bahan Ajar Modul Ilmu Pengetahuan Alambagi Siswa Kelas Iv Sekolah Dasar. *Universitas Muhammadiyah Sidoarjo*.

kemampuan berpikir.<sup>9</sup> Modul bisa diartikan sebagai satu kesatuan yang utuh yang berdiri sendiri dalam rangkaian kegiatan pembelajaran yang terstruktur untuk membantu mahasiswa mencapai sejumlah tujuan pembelajaran yang telah dirumuskan secara khusus dan jelas (Nasution, 2010: 205). Menurut Santyasa (2014 :3) modul adalah salah satu cara untuk mengorganisasikan materi ajar yang memfokuskan fungsi pendidikan. Modul berfungsi sebagai panduan bagi mahasiswa dalam belajar mandiri dan bertujuan agar tujuan pembelajaran yang telah dirumuskan dapat tersampaikan kepada mahasiswa dengan baik.<sup>10</sup>

## 2. **Komponen Modul Praktikum**

Untuk mengungkapkan apa yang akan disampaikan dalam mata kuliah, maka diperlukan komponen atau merancang modul sehingga menjadi satu kesatuan struktur materi belajar yang baik. Komponen-komponen pokok yang dibutuhkan saat penyusunan modul menurut Sudjana (2007: hal 134) komponen yang harus ada dalam modul antara lain:

### a. **Pedoman Guru**

Berisi langkah-langkah supaya guru dapat menjelaskan dengan efisien disertakan dengan melakukan penjelasan tentang aktifitas yang akan dikerjakan oleh peserta didik.

### b. **Lembar kegiatan siswa**

---

<sup>9</sup> Mokal, H. M., Kilis, B. M., & Memah, V. F. (2022). Pengembangan Modul Dasar Instalasi Listrik di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Manado. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 3(1), 17-20.

<sup>10</sup> Amalia, L., Hidayat, S., & Ardie, R. (2021). PENGEMBANGAN MODUL IPA BERMUATAN HIGHER ORDER THINKING SKILLS (HOTS) DI SEKOLAH DASAR. *JTPPm (Jurnal Teknologi Pendidikan dan Pembelajaran): Edutech and Intructional Research Journal*, 8(1).

Memuat pelajaran yang mesti pahami oleh siswa. Susunan materi harus memiliki keterkaitan dengan tujuan pembelajaran yang akan dicapai.

### c. Lembaran Tes

Ini adalah alat penilaian yang mengukur keberhasilan tujuan yang dibangun ke dalam modul.<sup>11</sup>

## C. Panel Surya

### 1. Definisi Panel Surya

Panel surya adalah perangkat yang mengubah sinar surya menjadi tenaga listrik. Fotovoltaik merupakan teknologi dengan secara langsung memberikan perubahan radiasi surya. Fotovoltaik sering disatukan dalam satu elemen yang disebut modul. Dalam sebuah modul sel surya terdapat banyak sel surya yang dapat dipadukan dengan bentuk rangkaian seri atau pun paralel. Sedangkan yang dimaksud dengan energi matahari adalah komponen semikonduktor yang bisa mengubah cahaya matahari membentuk kuat arus listrik berdasarkan fotovoltaik.<sup>12</sup>

Panel surya merupakan elemen pengubah sinar atau cahaya surya membentuk listrik dengan melewati tahapan fotovoltaik. Tegangan yang dikeluarkan panel surya sangat rendah, berkisar antara 0,6 V tanpa beban atau 0,5 V pakai beban. Agar mendapatkan tegangan tinggi sesuai keinginan, beberapa panel surya disusun secara seri. Apabila anda memasang 36 panel surya secara seri, itu akan mengeluarkan tegangan sekitar 16V. Tegangan ini berguna untuk menyalakan baterai 12V. Agar

---

<sup>11</sup> Laksmiwati, D., Hadisaputra, S., & Siahaan, J. (2018). Pengembangan modul praktikum kimia berbasis problem based learning untuk Kelas XI SMA. *Chemistry Education Practice*, 1(2), 36-41.

<sup>12</sup> PRATAMA, A. (2022). PEMANFAATAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA SEBAGAI SUMBER LISTRIK UNTUK BOX STERILISASI PADA BENDA BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT). *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Elektro*, 1(1).

menghasilkan potensial *output* di atas rata-rata, maka dibutuhkan lebih banyak panel surya. Kumpulan dari sejumlah panel surya disebut sel surya atau solar modul. Penataan berkisar antara 1020 panel surya atau lebih akan mendapatkan nilai arus dan tegangan yang lebih tinggi, cukup sebagai keperluan sehari-hari.<sup>13</sup>

Tegangan ini memadai jika digunakan untuk menyalakan baterai 12V. Jika ingin menggunakan *output* yang lebih besar, maka dibutuhkan lebih banyak sel surya. Campuran dari sebagian panel surya disebut sel surya atau *solar module*. Penataan sekitar 1020 panel surya atau lebih akan mengeluarkan arus dan tegangan yang lebih tinggi, dapat digunakan untuk keperluan sehari-hari.<sup>14</sup>

## 2. Prinsip Kerja Panel Surya

Panel surya beroperasi berlandaskan efek foto listrik dalam bahan semi penghantar untuk menghasilkan tenaga sinar surya menjadi tenaga listrik. Berdasarkan pendapat radiasi elektromagnetik, cahaya dapat dipandang sebagai spektrum gelombang elektromagnetik dengan ukuran gelombang yang tidak sama. Pendapat Einstein lainnya adalah fotolistrik yang menyatakan bahwa cahaya adalah unit terkecil diskrit atau kuantum energi. Dimana sinar frekuensi  $f$  atau panjang gelombang datang sebagai paket foton energi adalah konstanta dan  $c$  adalah kecepatan cahaya ( $3 \times 10^8$  m/s). Prinsip operasi semikonduktor seperti sel surya mirip dengan dioda sambungan. Sambungan P-N adalah kombinasi lapisan semikonduktor tipe-P dan N yang diperoleh dengan doping pada silikon murni.

---

<sup>13</sup> Purwoto, B. H., Jatmiko, J., Fadilah, M. A., & Huda, I. F. (2018). Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 18(1), 10-14.

<sup>14</sup> Purwoto, B. H., Jatmiko, J., Fadilah, M. A., & Huda, I. F. (2018). Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 18(1), 10-14.

Dalam semikonduktor tipe-P, ada lebih banyak lubang (partikel bermuatan positif) daripada elektron, sehingga lubang adalah pembawa muatan mayoritas, dan elektron adalah yang membawa muatan minoritas. Begitu juga sebaliknya dengan semikonduktor tipe-N. Ketika bagian P pada sambungan pn terhubung ke terminal positif baterai dan bagian n terhubung ke terminal negatif baterai, arus dapat mengalir melalui sambungan P-N. Kondisi ini disebut bias maju. Jika dilakukan secara terbalik (*reverse biased*), yaitu bagian n dari sambungan p-n dihubungkan ke terminal positif aki dan bagian P disambungkan ke terminal negatif aki masih memiliki arus yang sangat kecil sehingga dapat mengalir tetap (dalam mikro ampere) disebut arus bocor.

Prinsip kerja dari panel surya adalah dimulai ketika pancaran sinar matahari yang tersusun dari foton menabrak atom semikonduktor silikon dari *solar panel*. Sehingga bisa menimbulkan energi besar yang mampu untuk memisahkan elektron dari struktur atomnya. Elektron yang sudah berpisah serta memiliki muatan negatif akan bergerak ke daerah konduktor dari material semikonduktor. Dan pada atom yang telah hilang elektronnya, maka strukturnya akan kosong yang disebut dengan hole yang bermuatan positif.

Jika ada elektron bebas yang sifatnya negatif, maka bisa menjadi pendonor elektron atau disebut dengan semikonduktor tipe “n”. Dan untuk semikonduktor dengan hole bermuatan positif akan menjadi penerima elektron atau semikonduktor tipe “p”. Antara daerah positif dan negatif itulah bisa memunculkan energi yang kemudian mendorong elektron dan hole menjadi berlawanan. Di mana elektron akan jauh dari daerah negatif dan hole akan jauh dari daerah positif. Saat Anda memberikan alat-alat listrik, seperti lampu maupun televisi di antara daerah positif dan negatif tersebut, maka arus listrik yang terjadi bisa Anda manfaatkan untuk menerangi rumah Anda atau untuk menonton televisi.

Pada dasarnya, sel surya adalah fotodioda yang dirakit dengan berdasarkan efek fotovoltaiik, diperkirakan dapat mengubah sinar matahari menjadi energi listrik dengan lebih efisien.<sup>15</sup>

### 3. Karakteristik Panel Surya

Panel surya adalah nama sebuah alat yang digunakan untuk mengkonversi cahaya menjadi listrik. Proses konversi ini terjadi berkat adanya sel-sel fotovoltaiik yang tertanam ke dalam panel. Fotovoltaiik dapat diartikan sebagai "cahaya-listrik". Dengan alat ini, setiap cahaya akan diubah menjadi listrik. Dalam perkembangannya, sel-sel tersebut lebih populer disebut sel surya, karena penggunaannya yang lebih banyak diarahkan untuk mengubah cahaya matahari sebagai sumber cahaya terkuat di Bumi.

Sel fotovoltaiik menggunakan lapisan tipis dari bahan semi-konduktif yang disebut silikon. Silikon adalah nama sebuah unsur yang bisa kita temukan dalam tabel periodik. Unsur ini bisa ditemukan bersama-sama dengan pasir. Ketika partikel cahaya menabrak sel fotovoltaiik di panel surya, elektron dalam atom silikon terlepas, terpental, dan memulai reaksi berantai. Elektron-elektron yang terlepas ini bergerak, satu demi satu dalam aliran berkelanjutan, menjadi arus listrik yang dapat digunakan untuk memberi daya pada semua perangkat.

Panel surya adalah sebuah alat yang terdiri dari sel surya yang terbuat dari bahan semikonduktor untuk mengubah energi surya menjadi energi listrik. Prinsip

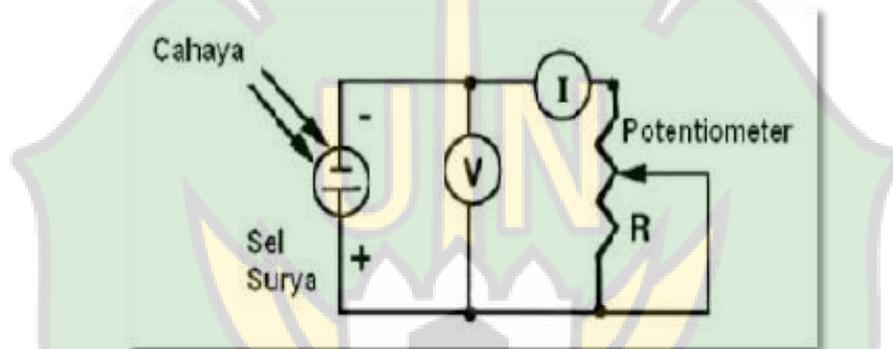
---

<sup>15</sup> Diputra, W. (2008). Simulator Algoritma Pendeteksi Kerusakan Modul Surya Pada Rangkaian Modul Surya. *Jurusan Teknik Elektro, Universitas Indonesia, Depok*.

kerjanya didasari oleh pertemuan semikonduktor jenis P dan semikonduktor jenis N. Panel surya tersusun dari modul surya yang dirangkai secara seri maupun paralel sesuai dengan kebutuhan oleh kebijakan mengenai penggunaan instalasi listrik yang memanfaatkan energi surya. Panel surya hanya menghasilkan arus listrik berjenis arus searah. Pemenuhan pencatu daya bagi pemakai energi listrik memerlukan konverter dari arus searah menjadi arus bolak-balik. Penyediaan ruang bagi panel surya merupakan salah satu pertimbangan penting bagi optimalisasi sistem tenaga listrik dengan energi dasar berupa energi surya. Pembangkit listrik tenaga surya merupakan penerapan langsung dari kegiatan transformasi energi surya yang dilakukan oleh panel surya. Panel surya rata-rata memiliki usia pakai selama 30 tahun sebelum mengalami kerusakan.

Panel surya mulai bekerja berdasarkan prinsip gaya gerak listrik yang terjadi pada sel surya. Gaya gerak listrik ini diawali ketika foton dari sinar matahari mengalami tumbukan dengan panel surya. Tumbukan ini membuat foton diserap oleh material semikonduktor yang terdapat pada panel surya. Material ini salah satunya ialah silikon. Tumbukan membuat elektron yang merupakan muatan listrik negatif mengalami pelepasan dari atom. Elektron yang terlepas ini kemudian mengalir melalui material semikonduktor sehingga terbentuklah arus listrik. Di sisi lain, muatan listrik positif yang disebut sebagai "lubang" mengalir dengan arah yang berlawanan dengan muatan listrik negatif. Sumber listrik dengan jenis arus searah dapat dihasilkan melalui penggabungan beberapa panel surya. Panel-panel surya ini memperoleh sumber energi dari energi surya.

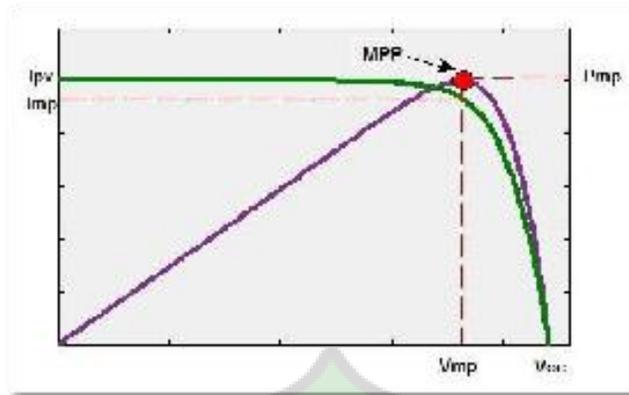
Panel surya saat kondisi tanpa penyinaran memiliki ciri-ciri yang hampir sama seperti dioda. Saat panel surya menerima pancaran matahari, maka menghantarkan arus konstan yang berbeda dengan arus dioda. Dalam menghasilkan potensial panel surya maka sel surya maka dihubungkan dengan beban listrik yang bisa bervariasi. Pengujian panel surya ini harus dalam standar tertentu yaitu kuat penyinaran sinar matahari  $1000\text{W m}^2$  dan pada suhu  $25^{\circ}\text{C}$ . Gambar rangkaian dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Rangkaian Pengetesan Sel Surya<sup>16</sup>

$I = 0$ . Kemudian, jika beban berubah, perubahan arus dan tegangan diperoleh. Kombinasi arus dan tegangan dapat dilihat pada tampilan berikut, yang dinamai sebagai plot I-V. Gambar grafik dapat dilihat pada gambar 2.4.

<sup>16</sup> (Sumber: <http://www.panel-surya.com/>)



Gambar 2.4 Grafik Karakteristik V-I Sel Surya<sup>17</sup>

Gambar menunjukkan titik daya puncak (Maksimal *Point Power* / MPP) yang diperoleh berdasarkan tegangan  $V$  maksimal yang sesuai dan arus  $I$  maksimal, dalam praktiknya, seseorang selalu mencoba menggunakan beban berbasis skor MPP ini. Rasio produk arus max dan tegangan max di titik temu daya maksimum (MPP) dengan keadaan  $I_{sc}$  dan potensial rangkaian terbuka  $V_{oc}$  disebut faktor pengisian..<sup>18</sup>

#### 4. Jenis-Jenis Panel Surya

Jenis-jenis panel surya terbagi menjadi tiga macam berdasarkan teknologi pembuatannya, berikut penjelasannya:

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

Panel jenis ini adalah panel paling efisien yang diproduksi dengan teknologi terkini dan menghasilkan kapasitas listrik terbesar per satuan luas.

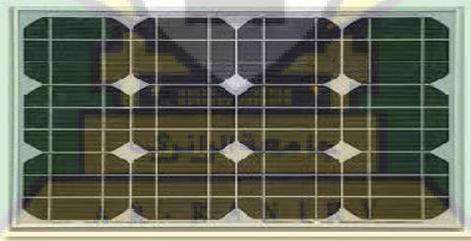
Kristal tunggal dirancang untuk aplikasi yang membutuhkan konsumsi daya

<sup>17</sup> (Sumber: <http://www.panel-surya.com/>)

<sup>18</sup> Widiarsa, F. A. (2006). Karakteristik Panel Surya Dengan Variasi Intensitas Radiasi dan Temperatur Permukaan Panel. *TRANSMISI*, 2(2), 233-242.

tinggi di tempat dengan iklim ekstrim dan keadaan alam yang tidak memungkinkan efisiensi hingga 14%.<sup>19</sup> Model ini terbuat dari potongan kristal *silicon* asli yang potong tipis, yang akan menghasilkan kepingan sel yang sama satu dengan yang lainnya dengan berkinerja tinggi.

Jenis monocrystalline merupakan panel yang paling efisien yang dihasilkan dengan teknologi terkini dan menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. Monokristal dirancang untuk penggunaan yang memerlukan konsumsi listrik besar pada tempat-tempat yang beriklim ekstrim. Panel surya ini memiliki efisiensi sampai dengan 15%. Kelemahan dari panel jenis ini adalah tidak akan berfungsi baik ditempat yang cahaya matahari kurang (teduh). Efisiensinya akan turun drastis dalam cuaca berawan.



Gambar 2.5 Sel Surya *Mono-crystalline*

Harga yang terbilang tinggi kristal silikon murni dan teknologi yang menggunakan sel surya lain di pasaran. Kekurangannya adalah jika sel surya jenis ini pasang menjadi sebuah modul surya (*solar cell*), maka akan

<sup>19</sup> Purwoto, B. H., Jatmiko, J., Fadilah, M. A., & Huda, I. F. (2018). Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 18(1), 10-14.

menyisakan banyak ruang karena sel surya ini biasanya berbentuk heksagonal atau melingkar, tergantung dari jenis panel suryanya.<sup>20</sup> Kondisi alam yang keras dan keras, dengan efisiensi hingga 15%. Kurangan psel surya jenis ini adalah tidak bisa bekerja dengan baik di tempat dengan sedikit sinar matahari (teduh), efektifitasnya menurun tajam saat mendung.

#### **b. Polikristal (*Poli-crystalline*)**

Ragam sel surya yang satu ini tersusun dari sejumlah batang kristal silikon yang dilelehkan lalu dicetak berbentuk persegi. Kemurnian silikon kristalin tidak sama dengan sel surya monokristalin, sehingga sel surya tidak memberikan nilai tidak sama dan tingkat efisiensinya juga berkurang, sekitar 13% 16%. Bentuk persegi, jika dipadukan membentuk panel surya, akan tahan air dan tidak akan memakan banyak tempat seperti gabungan sel surya monokristalin. Tahapan pembuatannya lebih simpel daripada *monocrystalline*, sehingga biayanya lebih murah. Tipe berikut membutuhkan luas permukaan melebihi biasanya dibanding dengan jenis monokristal untuk mendapatkan daya listrik yang sama,<sup>21</sup> model ini paling banyak dipakai saat ini.<sup>22</sup>

Mengubah energi matahari menjadi energi listrik tidak akan menjadi masalah besar jika Anda menggunakan panel surya. Meskipun hingga saat ini kisaran harganya masih terhitung cukup mahal, namun Anda bisa memetik banyak manfaat untuk jangka waktu yang panjang bahkan bisa mencapai 20

---

<sup>20</sup> (Sumber: <http://laskarteknik.com/2010/05/10/jenis-jenis-panel-sel-surya>)

<sup>21</sup> Purwoto, B. H., Jatmiko, J., Fadilah, M. A., & Huda, I. F. (2018). Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 18(1), 10-14.

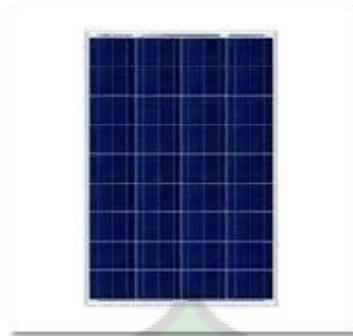
<sup>22</sup> (Sumber: <http://laskarteknik.com/2010/05/10/jenis-jenis-panel-sel-surya>)

tahun. Bahkan dalam kurun waktu tersebut Anda tidak akan mendapati penurunan efisiensi yang cukup signifikan.

Panel surya atau juga biasa disebut solar panel ini juga memiliki keunggulan, diantaranya adalah sifatnya yang ramah lingkungan, karena memang tidak akan memancarkan emisi gas rumah kaca dan juga tidak berkontribusi terhadap perubahan iklim. Panel surya juga cenderung mudah dipasang serta biaya pemeliharaan yang juga rendah, tidak memerlukan lahan yang luas, hingga membantu Anda lebih hemat ketika harus membayar tagihan listrik.

Ada dua jenis panel surya yang bisa dijual di pasaran, yaitu polycrystalline dan monocrystalline. Keduanya memiliki sistem kerja yang hampir sama, begitu juga dengan bahannya. Hanya saja pada monocrystalline bahan silikon yang digunakan berbentuk batangan dan diiris, serta menggunakan silikon tunggal. Sementara pada polycrystalline, silikon akan dibentuk menjadi beberapa bagian hingga membentuk irisan pada panel, hingga disebut juga multi kristal. Di mana silikon yang digunakan juga akan dicampur dengan material lainnya.

Dari kedua jenis solar panel tersebut, tidak ada yang lebih unggul dan bagi Anda yang ingin menggunakan panel surya polycrystalline, berikut ini bermacam varian yang bisa Anda pilih dari berbagai merek.



Gambar 2.6 Sel Surya *Polycrystalline*

***c. Thin Film photovoltaic***

Jenis ini adalah panel surya (lapisan ganda) struktur film tipis silikon mikrokristalin dengan efisiensi modul hingga 8,5% untuk memberikan area yang diperlukan per watt, menghasilkan daya yang lebih tinggi. Panel surya jenis berikut ini dibuat dengan menambahkan satu atau lebih bahan sel surya tipis ke lapisan paling bawah, model sel surya ini sangat tipis dan karenanya sangat ringan dan fleksibel. Model ini juga dikenal sebagai TFPM (*Thin Film Photovoltaic*).

Panel surya film tipis terbuat dari film tipis semikonduktor yang diaplikasikan pada kaca, plastik, atau logam. Film-filmnya sangat tipis, seringkali 20 kali lebih tipis dari wafer silikon kristal. Hal ini membuat panel surya film tipis fleksibel dan ringan. Jika sel film tipis terbungkus plastik, produk bisa cukup fleksibel untuk dibentuk, contohnya dapat bentuk atap. Namun, jika dibungkus menggunakan kaca, panel surya film tipis lebih kaku dan otomatis lebih berat.

Panel surya film tipis terbuat dari film tipis semikonduktor yang diaplikasikan pada kaca, plastik, atau logam. Film-filmnya sangat tipis, seringkali 20 kali lebih tipis dari wafer silikon kristal. Hal ini membuat panel surya film tipis fleksibel dan ringan. Jika sel film tipis terbungkus plastik, produk bisa cukup fleksibel untuk dibentuk, contohnya dapat bentuk atap. Namun, jika dibungkus menggunakan kaca, panel surya film tipis lebih kaku dan otomatis lebih berat.

Ada tiga jenis material yang umum digunakan pada panel surya film tipis, yaitu silikon amorf (a-Si), kadmium tellurida (CdTe), dan tembaga indium gallium selenide (CIGS) atau CIS bebas galium.

- Silikon amorf (a-Si) adalah teknologi film tipis tertua. Menggunakan deposisi uap kimia untuk menempatkan lapisan tipis silikon ke dasar kaca, plastik, atau logam. Ini tidak beracun, menyerap berbagai spektrum cahaya dan berkinerja baik dalam cahaya rendah, tetapi kehilangan efisiensi dengan cepat. Salah satu contoh dari penggunaan dari sel a-Si adalah Kalkulator. Efisiensi tertinggi yang tercatat untuk sel a-Si adalah 13,6%.
- Kadmium tellurida (CdTe) adalah teknologi surya film tipis yang paling umum digunakan. Sebuah perusahaan di Amerika, First Solar membuat panel surya film tipis menggunakan kadmium dan telurium yang diaplikasikan pada kaca. dan hasilnya pada tahun 2016, First Solar berhasil mencapai rekor efisiensi sel CdTe terbesar di dunia 22,1%, meskipun modul rata-ratanya 17%.

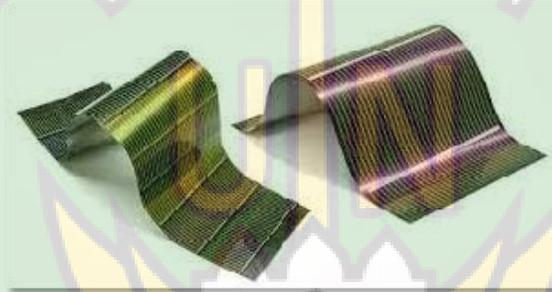
- Modul CIS dan CIGS biasanya diproduksi menggunakan co-evaporation atau co-deposition. Tembaga, indium, selenide, dan (kadang-kadang) galium diendapkan ke substrat pada suhu yang berbeda untuk bercampur. Perusahaan Jepang yang bernama Solar Frontier memiliki rekor efisiensi sel CIS 22,9%, sedangkan modul penuhnya rata-rata lebih rendah dan mencapai puncaknya pada 180 W. Perusahaan Amerika, MiaSolé juga membuat modul film tipis CIGS fleksibel dengan rata-rata efisiensi 16,5% dan mungkin mencapai puncaknya pada 250 W.

Secara komparatif, modul atau panel surya kristal silikon lebih dapat diandalkan karena rata-rata dapat menghasilkan daya antara 250 — 350 W dengan efisiensi lebih mendekati 18% atau 19%. Jadi, jika menggunakan panel surya film tipis akan membutuhkan lebih banyak panel dan lebih banyak area untuk menghasilkan daya yang sama dengan panel surya kristal silikon. Itulah mengapa panel surya monokristalin dan polikristalin lebih dominan di pasaran.

Kelebihan panel surya film tipis:

- Harganya relatif lebih murah.
- Proses produksi sederhana.
- Penggunaan material yang sedikit.
- Ringan dan Fleksibel.

- Cocok untuk digunakan dalam kondisi pencahayaan yang menyebar dan lemah.
- Tahan terhadap suhu yang relatif tinggi.
- Kurang rentan terhadap kotoran, karena tanpa bingkai.



Gambar 2.7 Sel Surya *Thin Film*

#### d. Efisiensi Sel Surya

Energi listrik yang didapatkan oleh panel surya saat menerima sinar berasal dari kualitas perangkat sel surya dalam menghasilkan potensial.<sup>23</sup> Saat menerima *output* dan arus yang melewati beban ketika bersamaan. Kapasitansi ini bisa direpresentasikan dalam kurva arus-tegangan (I-V).

Efisiensi panel surya adalah ukuran seberapa banyak energi matahari yang dapat diubah oleh panel menjadi listrik yang dapat digunakan. Hal ini dilakukan dengan menangkap arus listrik yang dihasilkan ketika sinar matahari

---

<sup>23</sup> (Sumber: <http://laskarteknik.com/2010/05/10/jenis-jenis-panel-sel-surya>)



diperoleh, perlu diketahui daya yang diterima (input), dimana daya adalah hasil kali intensitas radiasi matahari yang diterima permukaan modul, dimana baterai adalah daya input karena radiasi matahari,  $I_r$  adalah intensitas matahari ( $\text{Watt/m}^2$ ) dan  $A$  adalah luas modul fotovoltaik ( $\text{m}^2$ ). Adapun besaran daya sel surya ( $P_{\text{out}}$ ) yaitu pengali beda potensial rangkaian terbuka ( $V_{\text{oc}}$ ), arus hubung singkat ( $I_{\text{sc}}$ ). Efisiensi yang terjadi pada sebuah sel surya adalah perbandingan antara daya yang dapat<sup>24</sup> dihasilkan oleh sel surya dengan energi masukan yang menghasilkan nilai cahaya matahari. Efek yang berfungsi adalah efek langsung dalam pengumpulan data.<sup>25</sup>

#### e. Energi Sel Surya

Energi surya adalah energi yang berupa sinar dan panas dari matahari. Energi ini dapat dimanfaatkan dengan menggunakan serangkaian teknologi seperti pemanas surya, fotovoltaik surya, listrik panas surya, arsitektur surya, dan fotosintesis buatan.

Teknologi energi surya secara umum dikategorikan menjadi dua kelompok, yakni teknologi pemanfaatan pasif dan teknologi pemanfaatan aktif. Pengelompokan ini tergantung pada proses penyerapan, pengubahan, dan penyaluran energi surya. Contoh pemanfaatan energi surya secara aktif adalah penggunaan panel fotovoltaik dan panel penyerap panas. Contoh pemanfaatan energi surya secara pasif meliputi mengarahkan bangunan ke

---

<sup>24</sup> (Sumber: <http://laskarteknik.com/2010/05/10/jenis-jenis-panel-sel-surya>)

<sup>25</sup> Purwoto, B. H., Jatmiko, J., Fadilah, M. A., & Huda, I. F. (2018). Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 18(1), 10-14.

arah matahari, memilih bangunan dengan massa termal atau kemampuan dispersi cahaya yang baik, dan merancang ruangan dengan sirkulasi udara alami.

Pada tahun 2011, Badan Energi Internasional menyatakan bahwa "perkembangan teknologi energi surya yang terjangkau, tidak habis, dan bersih akan memberikan keuntungan jangka panjang yang besar. Perkembangan ini akan meningkatkan keamanan energi negara-negara melalui pemanfaatan sumber energi yang sudah ada, tidak habis, dan tidak tergantung pada impor, meningkatkan kesinambungan, mengurangi polusi, mengurangi biaya mitigasi perubahan iklim, dan menjaga harga bahan bakar fosil tetap rendah dari sebelumnya. Keuntungan-keuntungan ini berlaku global. Oleh sebab itu, biaya insentif tambahan untuk pengembangan awal selayaknya dianggap sebagai investasi untuk pembelajaran; inventasi ini harus digunakan secara bijak dan perlu dibagi bersama.

Energi surya atau solar energi sudah digunakan di berbagai penjuru dunia dan apabila dimanfaatkan secara baik, tenaga sel surya jenis ini berpeluang untuk memenuhi keperluan para konsumen listrik dunia saat ini dalam jangka waktu yang panjang. Sinar dapat dimanfaatkan secara langsung dalam menghasilkan listrik atau dalam pemanasan atau pendinginan.<sup>26</sup>

## 5. Alat Ukur Listrik

---

<sup>26</sup> Widayana, G. (2012). Pemanfaatan energi surya. *Jurnal pendidikan teknologi dan kejuruan*, 9(1).

Alat ukur listrik merupakan alat yang berfungsi untuk mengukur nilai besaran listrik seperti kuat arus listrik (I), beda potensial listrik (V), hambatan listrik (R), daya listrik (P) dan lain-lain. Jenis alat ukur listrik ini ada dua macam, ada yang berupa alat ukur analog dan ada yang berupa alat ukur digital. Alat ukur yang digunakan untuk melihat tegangan terhadap arus yang dihasilkan oleh panel surya pada penelitian ini adalah alat ukur digital, agar nilai yang dihasilkan dapat terbaca dengan akurat. Gambar alat ukur berdasarkan fungsinya dapat dilihat pada gambar 2.9.



a. Jenis digital

b. Jenis Analog

Gambar 2.10 Alat Ukur Jenis Digital dan Analog

### a. Amperemeter

Ampere meter adalah peralatan ukur listrik yang dapat berfungsi untuk mengukur kuat arus listrik menggunakan suatu rangkaian tertutup. Di dalam penggunaannya, alat ukur ini harus dihubungkan secara paralel dengan sebuah hambatan.

### b. Voltmeter

Alat ukur volt meter ini adalah alat ukur untuk mengukur beda potensial atau biasa disebut dengan tegangan pada ujung-ujung komponen yang sedang aktif, seperti resistor, kapasitor dan lain-lain. Selain dari pada itu alat ukur ini juga dapat mengukur beda potensial suatu sumber tegangan seperti baterai, aki dan lain-lain.

### c. Ohmmeter

Ohm meter adalah sebuah alat ukur yang dapat berfungsi sebagai pengukur hambatan sebuah komponen seperti resistor dan hambatan kawat konduktor lainnya.

### d. Reostat

Reostat merupakan alat yang berfungsi untuk mengendalikan arus yang mengalir pada satuan rangkaian elektronik. Reostat ini adalah salah satu jenis resistor variabel yang berguna untuk mengendalikan arus yang mengalir dan merubah resistansi dalam satuan rangkaian elektronik.<sup>27</sup>



Gambar 2.11 Reostat Jenis Putar

---

<sup>27</sup> Damri, D. M. (2020). *ANALISIS PENGARUH BESAR HAMBATAN LUAR KUMPARAN PADA MOTOR DC* (Doctoral dissertation, 021008-UniversitasTridinanti).

### e. Solar Power Meter

Solar power meter adalah alat ukur yang berfungsi untuk mengukur radiasi matahari, solar power meter sangat dibutuhkan dalam pengoperasian pada panel surya, solar power meter dapat diaplikasikan untuk berbagai keperluan yang terkait dengan pengoperasian panel surya, seperti mengukur tingkat radiasi matahari, untuk penelitian tenaga surya, aplikasi pada bidang fisika ataupun laboratorium dan masih banyak lagi yang lainnya. Alat ukur intensitas cahaya dapat dilihat pada gambar 2.11.<sup>28</sup>



Gambar 2.12 Solar Power Meter

---

<sup>28</sup> Mulyana, T., & Ibrahim, R. (2019). Digital Anemometer and Solar Power Meter Analysis Measurements for Installation of Wind and Solar Hybrid Power Plants. *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences*, 55(1), 119-125.

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### A. Rancangan Penelitian

##### 1. Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif. Metode kuantitatif adalah menghitung data statistik dan kuantitatif objektif dengan perhitungan ilmiah yang berasal dari individu penduduk yang diminta untuk menjawab atas beberapa pertanyaan terkait dengan survei dan presentase tanggapan mereka.<sup>29</sup>

##### 2. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini merupakan penelitian *Research and Development* (R&D). Jenis penelitian ini digunakan agar dapat menghasilkan produk tertentu berupa modul praktikum dan trainer panel surya.<sup>30</sup>

Persiapan yang dilakukan untuk penelitian ini meliputi:

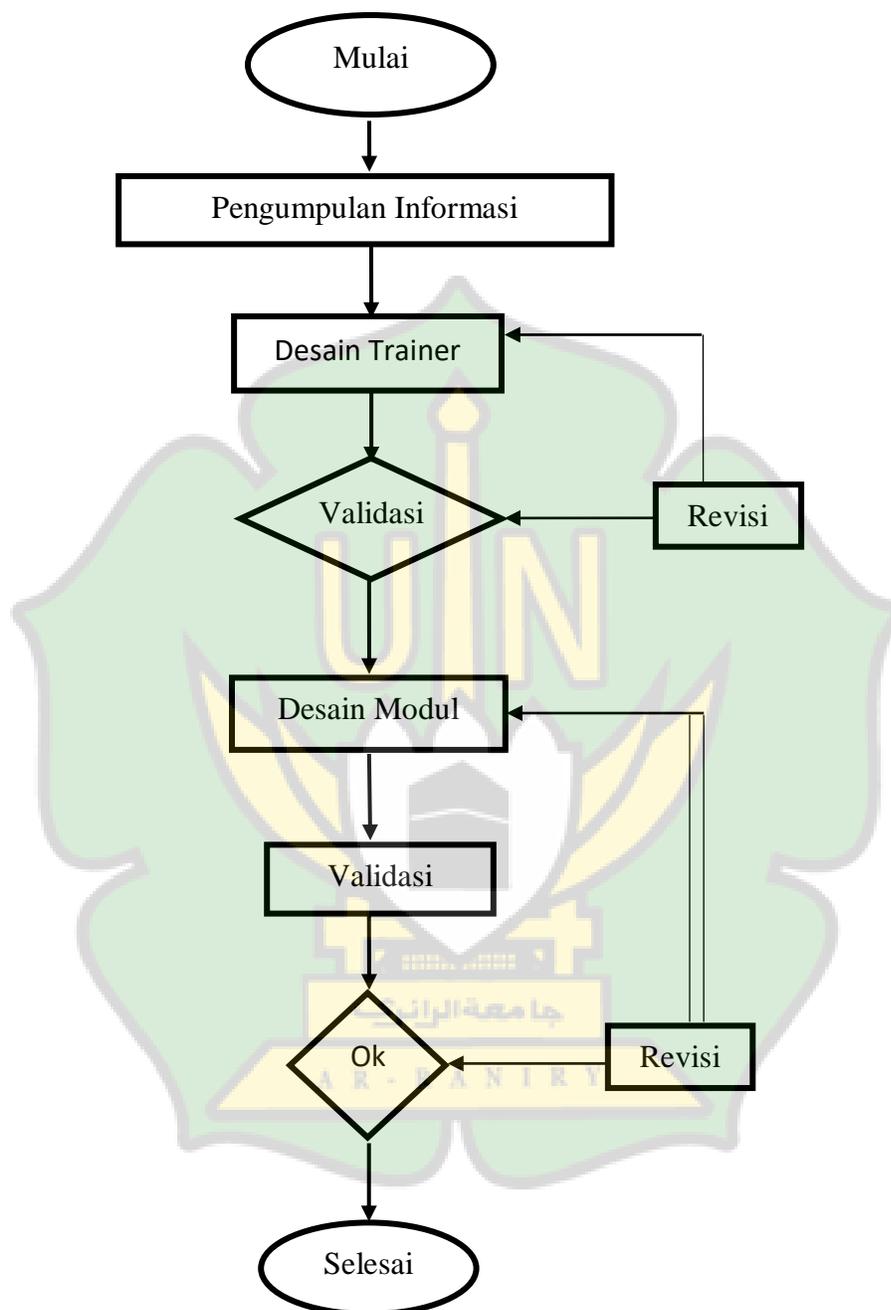
- a. Memahami dan mempelajari karakteristik panel surya
- b. Studi literatur
- c. Mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian
- d. Pengujian Instalasi

Pengujian instalasi panel surya yang di atur oleh potensiometer menggunakan dua alat ukur, alat ukur yang digunakan adalah dua buah alat ukur yang dipakai untuk melihat nilai beda potensial (tegangan) dan arus.

---

<sup>29</sup> Creswell, J. W. 3.1 Desain Penelitian 3.1. 1 Pendekatan Penelitian. *INDRI PRIMAYENTI NIM. 11643201377*, 24.

<sup>30</sup> Sa'adah, R. N. (2021). *METODE PENELITIAN R&D (Research and Development) Kajian Teoretis dan Aplikatif*. CV Literasi Nusantara Abadi.

**B. Diagram Alur Penelitian**

Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

### C. Lokasi Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Listrik Program Studi Pendidikan Teknik Elektro. Penelitian ini dilaksanakan selama dua bulan dimulai dari tanggal 1 September 2022 dari awal pengumpulan informasi sampai dengan penyelesaian tugas akhir ini. Rincian waktu dan jenis penelitian dapat dilihat pada tabel 3.1 berikut:

Tabel 3.1 Rincian Waktu Penelitian

No.	Jenis Kegiatan	Waktu Penelitian Tahun 2022							
		Bulan							
		September				Oktober			
		1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Studi Pustaka								
2.	Perancangan Alat								
3.	Pengujian Alat								
4.	Penyelesaian Skripsi								

#### D. Subjek Penelitian

Pengguna alat praktikum pada penelitian ini adalah mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Elektro yang telah mengambil mata kuliah Dasar Energi Listrik pada semester ganjil tahun 2022. Mahasiswa sebagai sampel pemakaian trainer yang telah dibuat untuk pembelajaran praktikum pada mata kuliah Dasar Energi Listrik

#### E. Instrument Pengumpulan Data

Instrumen pengumpulan adalah alat bantu yang peneliti gunakan untuk mengumpulkan data tentang karakteristik panel surya. Adapun instrumen yang digunakan dapat dilihat pada tabel 3.2.

##### 1. Alat

Adapun alat yang digunakan untuk merancang trainer panel surya dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Nama Alat Perancangan

No.	Nama Alat	Jumlah
1.	Tang kombinasi	1 buah
2.	Tang Potong	1 buah
3.	Obeng	1 buah
4.	Tespen	1 buah
5.	Gergaji Besi	1 buah
6.	Bor listrik	1 buah
7.	Palu	1 buah
8.	Multitester	2 buah

9.	Panel Surya	1 buah
----	-------------	--------

## 2. Bahan

Adapun bahan yang dibutuhkan untuk perancangan trainer panel surya dapat dilihat pada tabel 3.3.

Tabel 3.3 Nama bahan yang dibutuhkan

No.	Nama Bahan	Jumlah
1.	Panel Surya	1 buah
2.	Lampu Halogen 1500 Watt	1 buah
3.	Kabel jumper	Secukupnya
4.	Lampu Halogen 1500 Watt	1 buah
5.	Triplek (diameter 8 mm)	Secukupnya
6.	Potensiometer	2 buah
7.	<i>Dimmer</i> lampu 2000 Watt	1 buah
8.	<i>Banana Jack</i>	6 buah

## F. Perancangan Modul

Berdasarkan desain yang telah dikembangkan disusun satu modul untuk praktikum panel surya sesuai keperluan. Pengumpulan data dilaksanakan dengan proses sebagai berikut:

## 1. Analisis kebutuhan modul

Analisis kebutuhan mata kuliah adalah kegiatan menganalisis program dan rencana pembelajaran untuk memperoleh informasi tentang mata kuliah yang dibutuhkan mahasiswa untuk memperoleh keterampilan terprogram.

## 2. Pembuatan Modul

Rancangan modul dibuat sesuai dengan kompetensi dasar pada mata kuliah dasar energi listrik, di dalam modul tersebut terdapat lembar kerja untuk mahasiswa dalam melakukan praktikum, lembar kerja yang dimaksud adalah rencana pelaksanaan praktikum yang telah disiapkan oleh dosen. Rencana pembelajaran termasuk strategi pembelajaran dan media yang digunakan, gambaran umum materi pembelajaran, metode dan alat.

## 3. Implementasi

Penggunaan modul dalam operasi pembelajaran dilakukan berdasarkan urutan yang dijelaskan pada modul. Bahan, alat, media dan lingkungan belajar diperlukan untuk proses pembelajaran diharapkan untuk mencapai tujuan pembelajaran.<sup>31</sup>

## G. Teknik Analisis Data

### 1. Validasi

Teknik analisis data yang akan digunakan dalam penelitian ini menggunakan analisis deskriptif pendekatan kuantitatif, analisis data pada penelitian ini menggunakan frekuensi suatu nilai dalam suatu variabel kemudian nilai akan disajikan dari persentase keseluruhan. Teknik pengumpulan data ini dengan cara

---

<sup>31</sup> Rahdiyanta, D. (2016). Teknik penyusunan modul. *Artikel.(Online) <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/penelitian/dr-dwi-rahdiyanta-mpd/20-teknik-penyusunan-modul.pdf>*. diakses, 10.

memberikan lembar pertanyaan kelayakan trainer yang akan digunakan pada pembelajaran praktikum karakteristik panel surya.<sup>32</sup>

Untuk mengetahui kelayakan trainer yang akan digunakan ahli materi dan ahli media untuk Mengetahui kelayakan trainer dalam pembelajaran praktikum pada mata kuliah Dasar Energi Listrik, peneliti melakukan presentasi trainer yang telah dibuat sebelumnya dan langsung diamati oleh dosen ahli. Skor ideal kelayakan trainer pada validasi materi dan validasi media adalah  $(5 \times 10 \times 1 = 50)$  yang mana 5 adalah skor nilai tertinggi, 10 adalah jumlah butir pertanyaan, 1 adalah jumlah dari salah satu ahli materi dan ahli media, dan 50 adalah skor tertinggi dari keseluruhan indikator.

$$\text{Persentase Kelayakan} = \frac{\text{JUMLAH NILAI KESELURUHAN}}{\text{JUMLAH NILAI MAKSIMUM}} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

Kategori hasil validasi ahli materi dan media didasarkan pada tingkat persentase jawaban pada tabel 3.4 di bawah ini.<sup>33</sup>

Tabel 3.4 Kategori Persentase Kelayakan Trainer<sup>34</sup>

Kategori	Tingkat Persentase (%)
Sangat Layak	81 – 100
Layak	61 – 80
Cukup Layak	41 – 60

<sup>32</sup> Rukajat, A. (2018). *Pendekatan penelitian kuantitatif: quantitative research approach*. Deepublish.

<sup>33</sup> Siyoto, S., & Sodik, M. A. (2015). *Dasar metodologi penelitian*. literasi media publishing.

<sup>34</sup> Rukajat, A. (2018). *Pendekatan penelitian kuantitatif: quantitative research approach*. Deepublish.

Kurang Layak	21 – 40
Tidak Layak	0 - 20

## 2. Angket

Teknik analisis data pada penelitian ini yaitu melalui analisis deskriptif pendekatan kuantitatif, teknik analisis data pada instrumen ini menggunakan perhitungan frekuensi suatu nilai dalam suatu variabel, lalu nilai akan disajikan dari persentase keseluruhan. Angket diberikan kepada mahasiswa yang telah mengambil mata kuliah Dasar Energi Listrik, dengan mengirimkan 10 pertanyaan terkait trainer yang akan digunakan pembelajaran praktikum.

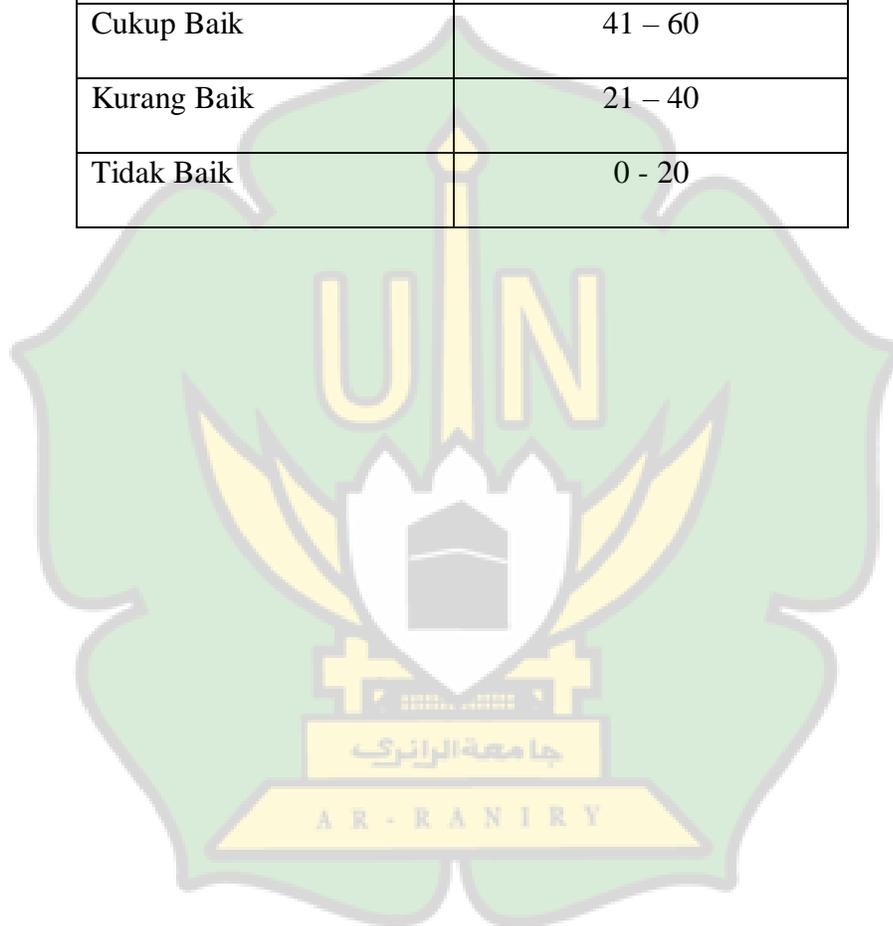
Rumus untuk melihat persentase jawaban dengan kategori terhadap kelayakan penggunaan trainer pada praktikum panel surya dapat dilihat pada persamaan berikut ini.

$$\text{Persentase Kelayakan} = \frac{\text{JUMLAH NILAI KESELURUHAN}}{\text{JUMLAH NILAI MAKSIMUM}} \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

Adapun kategori hasil tanggapan responden didasarkan pada tingkat persentase jawaban pada tabel 3.5.

Tabel 3.5 Kategori Persentase Tanggapan Responden<sup>35</sup>

Kategori	Tingkat Persentase (%)
Sangat Baik	81 – 100
Baik	61 – 80
Cukup Baik	41 – 60
Kurang Baik	21 – 40
Tidak Baik	0 - 20



<sup>35</sup> Rukajat, A. (2018). *Pendekatan penelitian kuantitatif: quantitative research approach*. Deepublish.

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Penelitian

##### 1. Hasil Perancangan Modul

Modul yang digunakan adalah modul praktikum yang disesuaikan dengan materi pelajaran, dari sejumlah saran yang diberikan oleh pembimbing, selanjutnya peneliti melakukan perbaikan sehingga mendapatkan ide berupa *draft* modul praktikum yang dirancang dan dikemas sedemikian rupa dari berbagai komponen yang didiskusikan sebelumnya. Berikut adalah hasil penyusunan beberapa komponen yang terdapat dalam modul praktikum.

##### a. Judul

Judul utama terdapat pada bagian awal modul praktikum. (Modul VII Karakteristik Panel Surya)

##### b. Kompetensi Inti

Kompetensi inti berisikan capaian dari hasil belajar mahasiswa setelah melakukan pembelajaran praktikum. (dapat dilihat pada lampiran)

##### c. Landasan Teori

Landasan teori merupakan bagian dari tugas mahasiswa dalam mencari informasi terkait pembelajaran praktikum yang sedang dipelajari dalam hal ini praktikum karakteristik panel surya.

**d. Alat dan Bahan**

Alat dan bahan yang dibutuhkan untuk merangkai instalasi pengukuran panel surya.

**e. Prosedur Percobaan**

Prosedur percobaan merupakan langkah-langkah untuk merangkai instalasi percobaan praktikum panel surya.

**f. Hasil Pengamatan**

Hasil pengamatan merupakan lembaran yang berisikan tabel dari hasil nilai tegangan dan arus yang terbaca oleh alat ukur kuat arus dan tegangan.

**g. Analisa Hasil Pengamatan**

Analisa hasil pengamatan berisikan tentang Analisa dari hasil percobaan setelah dilakukan percobaan dan pengamatan.

**h. Kesimpulan**

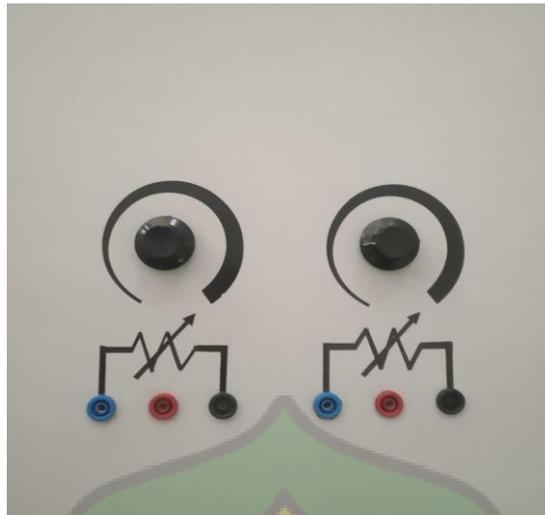
Kesimpulan adalah hasil akhir dari keseluruhan rangkaian praktikum karakteristik panel surya.

**i. Tugas Tambahan**

Tugas tambahan merupakan bagian dari evaluasi akhir mahasiswa setelah melakukan keseluruhan praktikum karakteristik panel surya.

**2. Hasil Perancangan Trainer**

Hasil trainer yang telah dirancang dapat dilihat pada gambar 4.1



Gambar 4.1 Trainer karakteristik panel surya

Dalam pengujian keseluruhan rangkaian alat ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik daya maksimum, tegangan dan arus yang didapatkan dari hasil pengukuran menggunakan dua buah alat ukur listrik yaitu voltmeter dan amperemeter. Pengujian panel ini dilakukan dengan satu unit panel surya dengan kapasitas 100W. *Nameplate* panek surya dapat dilihat pada gambar 4.1

LUMINOUS Luminous Power Technologies Pvt.Ltd.	
ADD. Plot No. 150, Sector - 44, Gurgaon - 122003, Haryana, India	
Model No.	LUM100P
Serial No.	81220102775
Production date	2020-10-28
Peak power/Pmax (W)	100
Power tolerance range (W)	±3%
Open circuit voltage/Voc (V)	22.53
Rated voltage/Vmp (V)	18.29
Short circuit current/Isc (A)	5.82
Rated current/Imp (A)	5.47
Max. system voltage (V)	600
Dimension (mm)	1005*665*30
Weight (KG)	7.2
Series Fuse Rating (A)	10
Application class	Class A
<small>Always Specification in standard test conditions (STC) 1000W/m<sup>2</sup> 25°C, AM1.5</small>	
<small>Warning: Solar modules generate electricity as soon as they are exposed to light, one module on its own is by low the safety extra low voltage level but multiple modules connected in series increasing the voltage represent a danger.</small>	

Gambar 4.2 *Nameplate* Panel Surya

Gambar di atas menunjukkan spesifikasi panel surya yang digunakan untuk praktikum, menggunakan alat ukur voltmeter sebagai pengukur tegangan dan alat ukur amperemeter sebagai

pengukur arus, serta komponen lainnya yang digunakan sebagai penunjang kesatuan rangkaian panel surya yang telah disiapkan sebelumnya.



Gambar 4.3 Potensiometer yang telah dihubungkan

Panel surya yang telah disiapkan akan dihubungkan dengan potensiometer seperti pada gambar 4.2. Fungsi dari potensiometer ini adalah untuk menaikkan tegangan yang ada pada panel surya, tegangan tersebut dapat dinaikkan sesuai dengan besarnya cahaya yang diterima oleh panel surya.



Gambar 4.4 Pemasangan Dudukan Potensio dan *Banana Jack*



Gambar 4.5 Tampilan Potensio dan *Banana Jack* dari bagian dalam

### B. Hasil Validasi

Setelah selesai semua perancangan alat yang dibutuhkan yaitu potensiometer dan *banana jack* telah terpasang, yang digunakan untuk mengatur tegangan yang diterima oleh panel surya adalah potensiometer, potensiometer dihubungkan menggunakan kabel jumper dan dihubungkan dengan dua alat ukur yaitu beda potensial dan arus. Seperti yang terlihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.6 Pengujian Potensiometer Menggunakan Multitester

Pada saat peneliti melakukan pengujian menggunakan lampu halogen alat ukur tegangan dapat dinaikkan hingga batas maksimum sesuai dengan jumlah

cahaya yang diterima oleh panel surya, ketika tegangan yang ada pada panel perlahan dinaikkan dengan cara memutar knob potensiometer, maka dengan perlahan arus yang mengalir juga menurun.

### 1. Validasi Ahli Media

Lembar validasi yang peneliti buat adalah untuk diberikan kepada validator untuk memvalidasi perangkat pembelajaran Praktikum yang telah dibuat. Lembar validasi ini bertujuan untuk memberikan masukan dan saran serta mengevaluasi hasil media yang telah dibuat. Validasi ini dilakukan dengan memberikan lembar pertanyaan terkait media karakteristik panel surya, validasi dilakukan oleh bapak Muhammad Rizal Fachri, M.T selaku dosen Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh. Pengujian dilakukan pada tanggal 21 Oktober 2022. Penilaian menggunakan skala *likert* dengan ketentuan penilaian 1 sampai 5, angka 1 merupakan nilai terendah dan angka 5 merupakan nilai tertinggi dari skala. Angka 1 kategori tidak layak, angka 2 kategori kurang layak, angka 3 kategori cukup layak, angka 4 kategori layak dan angka 5 kategori sangat layak.

Tabel 4.1 Hasil Validasi Ahli Media

No.	Aspek yang Diamati	Nilai Pengamatan				
		1	2	3	4	5
1	Trainer yang digunakan sesuai dengan materi perkuliahan “Dasar Energi Listrik”.					✓
2	Trainer yang dirancang sesuai dengan tujuan pembelajaran				✓	
3	Trainer yang dirancang dapat memberikan ilustrasi				✓	

	yang sesuai dengan keadaan sebenarnya					
4	Trainer yang digunakan mudah digunakan				✓	
5	Penggunaan trainer dapat mengurangi ketergantungan mahasiswa terhadap dosen				✓	
6	Penggunaan trainer dapat meminimalisir kesalahpahaman mahasiswa terhadap materi				✓	
7	Penggunaan trainer dapat memudahkan mahasiswa dalam memahami karakteristik arus-tegangan (I-V) pada panel surya			✓		
8	Mahasiswa mampu memahami karakteristik daya-tegangan (P-V) pada panel surya		✓			
9	Mahasiswa dapat mengaplikasikan alat ukur tegangan dan arus yang dirangkai pada panel surya			✓		
10	Mahasiswa dapat memahami parameter-parameter yang tertera pada panel surya			✓		
Jumlah						36
Persentase						72%

Berdasarkan tabel 4.1 dapat diketahui bahwa aspek penilaian ahli materi terdiri dari 10 butir pertanyaan. Hasil validasi tersebut dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{36}{50} \times 100 = 72 \%$$

Berdasarkan hasil dari perhitungan di atas, maka hasil penilaian dari ahli media secara keseluruhan mencapai 72%. Jika persentase yang diperoleh mencapai 61% sampai 80%, maka trainer karakteristik panel surya dikategorikan “Layak” dari segi penilaian ahli media. Kategori dan persentase dapat dilihat pada tabel 3.4 pada bab 3.

## 2. Validasi Ahli Materi

Validasi dilaksanakan dengan satu orang ahli materi yang bertujuan untuk mendapatkan masukan berupa kritik dan saran dari validator yang bersangkutan tentang materi karakteristik panel surya, serta menguji kelayakan trainer panel surya sebagai bahan pembelajaran praktikum pada mata kuliah dasar Energi listrik dari sisi materi. Validasi ini dilakukan dengan memberikan lembar pertanyaan yang berisi tentang materi karakteristik panel surya, validasi dilakukan oleh bapak Mursyidin, M.T selaku Dosen Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh, pengujian dilakukan pada tanggal 10 Oktober 2022. Penilaian menggunakan skala liker dengan ketentuan penilaian 1 sampai 5, angka 1 merupakan nilai terendah dan angka 5 merupakan nilai tertinggi dari skala. Angka 1 kategori tidak layak, angka 2 kategori kurang layak, angka 3 kategori cukup layak, angka 4 kategori layak dan angka 5 kategori sangat layak.

Tabel 4.2 Hasil Validasi Ahli Materi

No.	Aspek yang diamati	Nilai Pengamatan				
		1	2	3	4	5
1	Apakah trainer sesuai dengan materi praktikum Dasar Energi Listrik					✓

2	Karakteristik panel surya menggunakan dua alat ukur yaitu Voltmeter dan Amperemeter					✓
3	Potensio meter berfungsi dengan baik					✓
4	Panel surya dapat menerima cahaya dengan baik					✓
5	Alat ukur menampilkan nilai tegangan dan arus yang diterima oleh panel surya					✓
6	Penggunaan trainer dapat mengurangi ketergantungan mahasiswa terhadap dosen					✓
7	<i>Dimmer</i> dapat mengatur terang redupnya lampu halogen					✓
Jumlah						35
Persentase						100%

Berdasarkan tabel 4.2 dapat diketahui bahwa aspek penilaian ahli materi terdiri dari 7 butir pertanyaan. Hasil validasi tersebut dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P = \frac{35}{35} \times 100 = 100 \%$$

Berdasarkan hasil dari perhitungan  $P = 35 / 35 \times 100 = 100 \%$ , maka hasil penilaian dari ahli materi secara keseluruhan mencapai 100%. Jika persentase yang diperoleh mencapai 81% sampai 100%, maka trainer karakteristik panel

surya dikategorikan “Sangat Layak” dari segi penilaian ahli materi. Kategori dan persentase dapat dilihat pada tabel 3.4 pada bab 3.



Gambar 4.6 Dokumentasi Proses Validasi Ahli Materi

### 3. Hasil Responden

Hasil uji coba trainer dilakukan untuk melihat respon atau tanggapan mahasiswa dalam menggunakan trainer pada mata kuliah Dasar Energi Listrik, responden ini terdiri dari 20 orang mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Elektro semester ganjil yang telah mengambil mata kuliah Dasar Energi Listrik. Uji coba dilakukan dengan cara memberikan kusioner dan gambar alat yang telah dibuat pada tanggal 20 Oktober 2022. Penilaian menggunakan skala liker dengan ketentuan penilaian 1 sampai 5, angka 1 merupakan nilai terendah dan angka 5 merupakan nilai tertinggi dari skala. Angka 1 kategori tidak baik, angka 2 kategori kurang baik, angka 3 kategori cukup bai, angka 4 kategori baik dan angka 5 kategori sangat baik.

Tabel 4.3 Hasil Tanggapan Responden

No.	Aspek yang Diamati	Nilai Pengamatan				
		1	2	3	4	5

1	Penggunaan trainer mempermudah mahasiswa dalam pembelajaran karakteristik panel surya pada mata kuliah “Dasar Energi Listrik”.			1	7	12
2	Trainer yang dirancang sesuai dengan tujuan pembelajaran			3	5	12
3	Dengan penerapan trainer panel surya dapat meningkatkan minat belajar mahasiswa			1	5	14
4	Penerapan trainer panel surya dapat meningkatkan kreativitas mahasiswa dalam mempelajari mata kuliah “Dasar energi Listrik”		1	3	5	12
5	Penggunaan trainer dapat mengurangi ketergantungan mahasiswa terhadap dosen			1	5	13
6	Penggunaan trainer dapat meminimalisir kesalahahaman mahasiswa terhadap materi			2	7	11
7	Penggunaan trainer dapat memudahkan mahasiswa dalam memahami karakteristik arus-tegangan (I-V) pada panel surya		1		6	13
8	Dengan penerapan trainer panel surya mahasiswa mampu memahami karakteristik daya-tegangan (P-V) pada panel surya	1			8	11
9	Dengan menggunakan trainer panel surya mahasiswa dapat mengaplikasikan alat ukur tegangan dan arus yang dirangkai pada panel surya			3	4	13
10	Mahasiswa dapat memahami parameter-parameter yang tertera pada panel surya			2	5	13
Jumlah		1	4	48	22 8	62 0

Persentase	85,8%
------------	-------

Berdasarkan tabel 4.3 dapat diketahui bahwa aspek penilaian tanggapan mahasiswa terhadap trainer karakteristik panel surya yang terdiri dari 10 butir pertanyaan. Hasil tanggapan mahasiswa tersebut dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P = \frac{901}{1050} \times 100 = 85,8 \%$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, maka hasil dari tanggapan mahasiswa seluruhnya mencapai 85,5%. Jika persentase yang diperoleh mencapai 81% sampai 100% maka trainer karakteristik panel surya dikategorikan “Sangat Baik” untuk pembelajaran praktikum pada mata kuliah Dasar Energi Listrik.

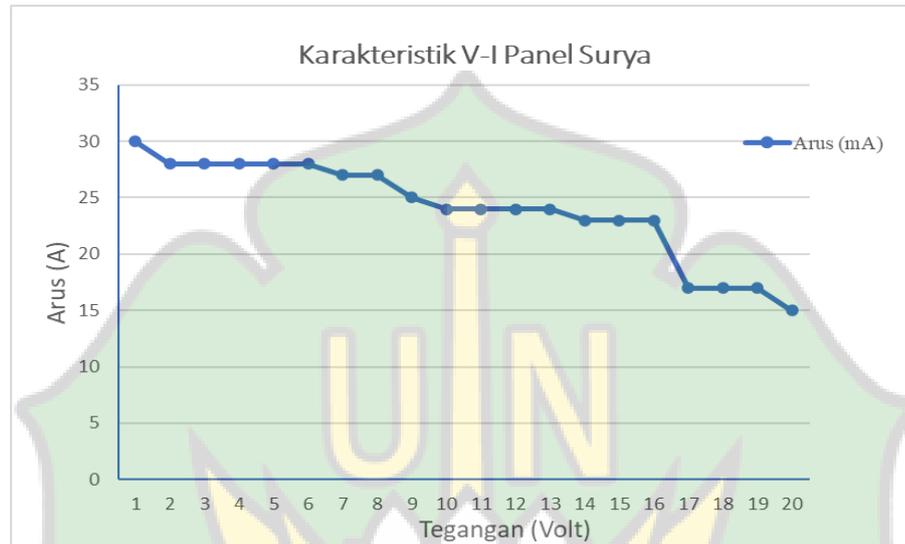
### **C. Analisa Pengujian**

#### **1. Pengujian Pertama**

Pada saat melakukan pengujian pertama sinar yang diberikan atau di atur ke arah panel surya adalah menggunakan sinar yang paling rendah, nilai tegangan yang terbaca dapat terlihat pada alat ukur tegangan, dan nilai arus juga dapat dilihat pada alat ukur amperemeter. Pengujian pertama ini dilakukan dengan posisi panel surya dapat menerima cahaya langsung dari lampu halogen tanpa ada penghalang apapun, sehingga nilai tegangan dan arus dapat terbaca maksimal sesuai dengan kapasitas daya yang ada pada panel surya. Pengukuran panel surya tanpa beban ini dilakukan di dalam laboratorium listrik lantai satu. Pengujian

dengan sinar langsung ini menghasilkan nilai arus, tegangan dan daya seperti yang terlihat dari lampiran 10.

Karakteristik panel surya, apabila nilai tegangan naik maka nilai arus yang terbaca akan menurun. Tabel 4.4 data pengukuran panel surya dapat dilihat pada gambar grafik 4.7.



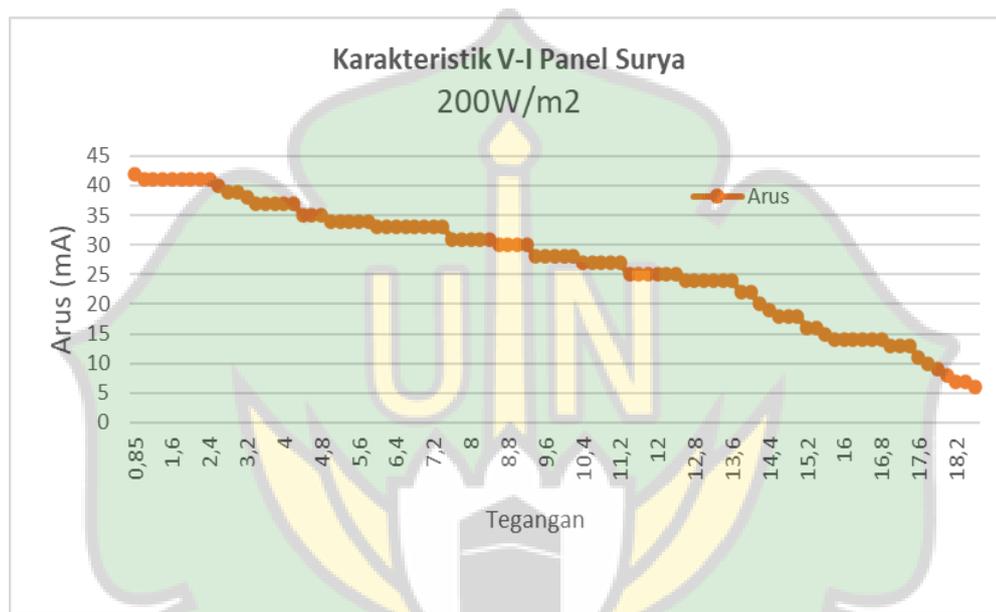
Gambar 4.7 Kurva Karakteristik Tegangan Terhadap Arus

Dari gambar grafik 4.7 dapat dilihat bahwa panel karakteristik panel surya terlihat pada titik temu dengan tegangan 16 Volt dan arus 23 mA, saat kondisi ini panel surya menerima sinar cahaya dari lampu halogen secara konstan.

## 2. Pengujian Kedua

Pada saat melakukan pengujian kedua sinar yang diberikan atau di atur ke arah panel surya adalah  $200\text{W}/\text{m}^2$ , nilai tegangan yang terbaca dapat terlihat pada alat ukur tegangan, dan nilai arus juga dapat dilihat pada alat ukur amperemeter. Pengujian pertama ini dilakukan dengan posisi panel surya dapat menerima cahaya langsung dari lampu halogen tanpa ada penghalang apapun, sehingga nilai tegangan dan arus dapat terbaca maksimal sesuai dengan kapasitas daya yang ada pada panel surya.

Berdasarkan tabel yang ada pada lampiran 11 dapat dilihat bahwa hasil tegangan dan arus yang dikeluarkan sangat berbeda, perbedaan inilah yang dilakukan dengan cara sinar yang diterima oleh panel surya selalu konstan, dari tegangan 0 Volt hingga 18,02 Volt, terlihat nilai arusnya juga menurun saat nilai tegangannya naik. Grafik hasil nilai tegangan dan arus dapat dilihat pada gambar 4.8

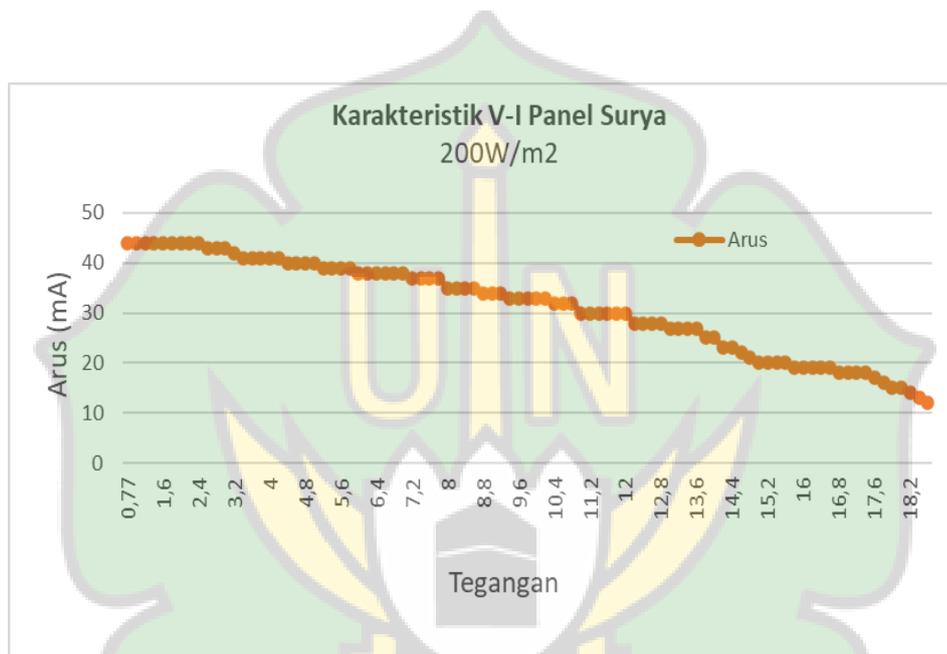


Gambar 4.8 Kurva Karakteristik Tegangan Terhadap Arus

### 3. Pengujian Ketiga

Pada saat melakukan pengujian kedua sinar yang diberikan atau di atur ke arah panel surya adalah 200W/m<sup>2</sup>, nilai tegangan yang terbaca dapat terlihat pada alat ukur tegangan, dan nilai arus juga dapat dilihat pada alat ukur amperemeter. Pengujian pertama ini dilakukan dengan posisi panel surya dapat menerima cahaya langsung dari lampu halogen tanpa ada penghalang apapun, sehingga nilai tegangan dan arus dapat terbaca maksimal sesuai dengan kapasitas daya yang ada pada panel surya. Tabel hasil pengujian dapat dilihat pada lampiran 12.

Berdasarkan tabel yang ada pada lampiran 12 dapat dilihat bahwa hasil tegangan dan arus yang dikeluarkan sangat berbeda, perbedaan inilah yang dilakukan dengan cara sinar yang diterima oleh panel surya selalu konstan, dari tegangan 0 Volt hingga 18,02 Volt, terlihat nilai arusnya juga menurun saat nilai tegangannya naik. Grafik hasil nilai tegangan dan arus dapat dilihat pada gambar 4.9.

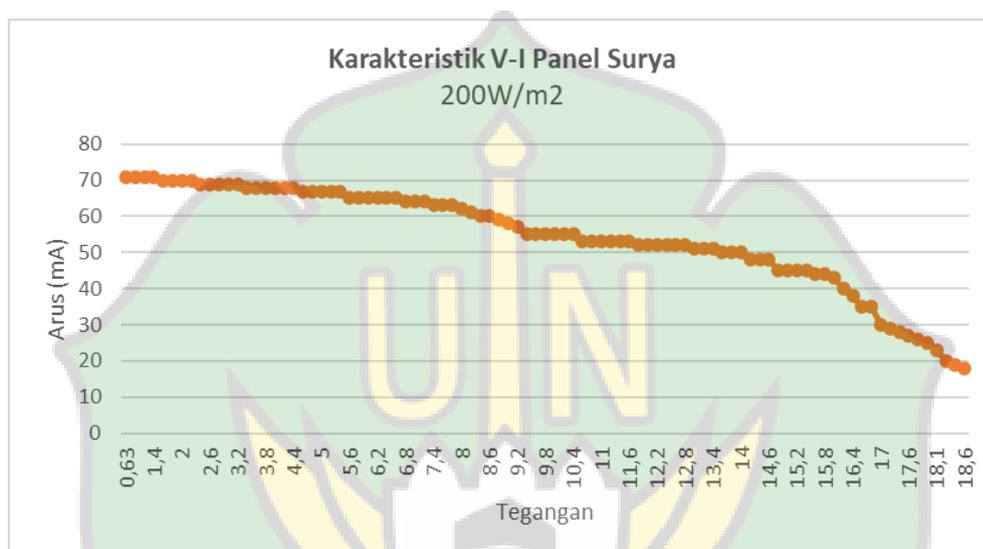


Gambar 4.9 Kurva Karakteristik Tegangan Terhadap Arus

#### 4. Pengujian Keempat

Pada saat melakukan pengujian kedua sinar yang diberikan atau di atur ke arah panel surya adalah 200W/m<sup>2</sup>, nilai tegangan yang terbaca dapat terlihat pada alat ukur tegangan, dan nilai arus juga dapat dilihat pada alat ukur amperemeter. Pengujian pertama ini dilakukan dengan posisi panel surya dapat menerima cahaya langsung dari lampu halogen tanpa ada penghalang apapun, sehingga nilai tegangan dan arus dapat terbaca maksimal sesuai dengan kapasitas daya yang ada pada panel surya.

Berdasarkan tabel pada lampiran 13 dapat dilihat bahwa hasil tegangan dan arus yang dikeluarkan sangat berbeda, perbedaan inilah yang dilakukan dengan cara sinar yang diterima oleh panel surya selalu konstan, dari tegangan 0 Volt hingga 18,06 Volt, terlihat nilai arusnya juga menurun saat nilai tegangannya naik. Grafik hasil nilai tegangan dan arus dapat dilihat pada gambar 4.10.

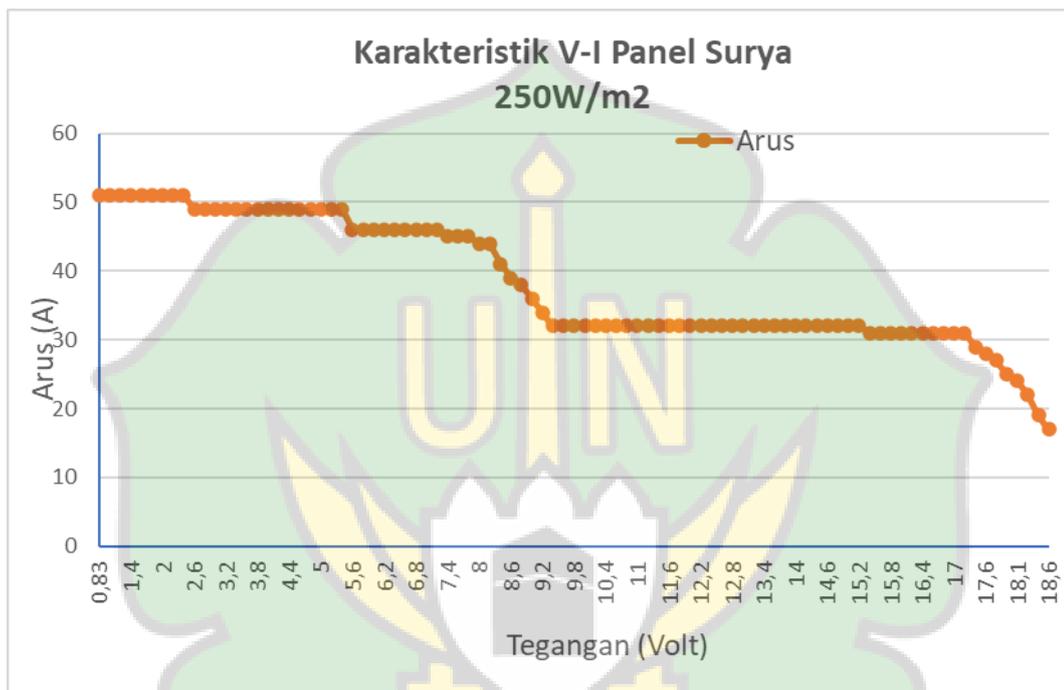


Gambar 4.10 Kurva Karakteristik Tegangan Terhadap Arus

## 5. Pengujian Kelima

Pada saat melakukan pengujian kelima ini cahaya yang akan diberikan kepada panel surya yang di control oleh *dimmer*, namun yang membedakan pada pengujian kelima ini adalah menggunakan satu buah panel surya dihubungkan sesuai rangkaian yang ada pada gambar modul, namun interval angkanya lebih banyak, artinya saat memutar potensiometer harus lebih pelan dari pengujian sebelumnya, hal ini bertujuan agar karakteristik tegangan terhadap arus dapat terbaca karakteristiknya saat digambarkan dengan grafik dan tegangan yang terbaca pada alat ukur volt meter juga menurun, perbedaan arus dan tegangannya dapat dilihat pada tabel 4.2.

Berdasarkan tabel pada lampiran 14 dapat dilihat bahwa hasil tegangan dan arus yang dikeluarkan sangat berbeda, perbedaan inilah yang dilakukan dengan cara sinar yang diterima oleh panel surya selalu konstan, dari tegangan 0 Volt hingga 18,06 Volt, terlihat nilai arusnya juga menurun saat nilai tegangannya naik. Grafik hasil nilai tegangan dan arus dapat dilihat pada gambar 4.11.

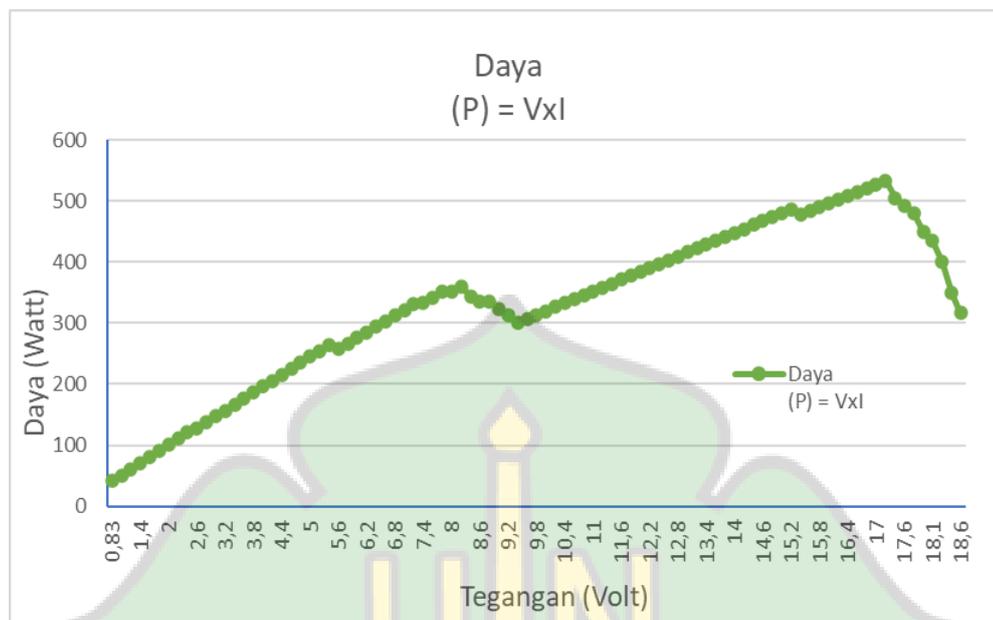


Gambar 4.11 Kurva Karakteristik Tegangan Terhadap Arus

Pada gambar grafik di atas dapat dilihat bahwa karakteristik panel surya mendapatkan titik temu antara tegangan dan arus yang bersinggungan, saat tegangan perlahan dinaikkan maka arusnya menurun, penurunan arus ini di hasilkan ketika cahaya yang diterima panel surya secara konstan, titik yang bersinggungan pada 17,06 Volt dan 0,28 Ampere.

Besarnya daya maksimum yang dapat dihasilkan saat penelitian ini dapat dilihat pada gambar 4.9, grafik kurva P-V merupakan gambaran daya maksimum

yang diterima panel surya sesuai dengan intensitas cahaya yang diberikan yaitu 250 Watt, daya maksimum terdapat pada titik 17 Volt.



Gambar 4.12 Kurva Karakteristik Daya Terhadap Tegangan

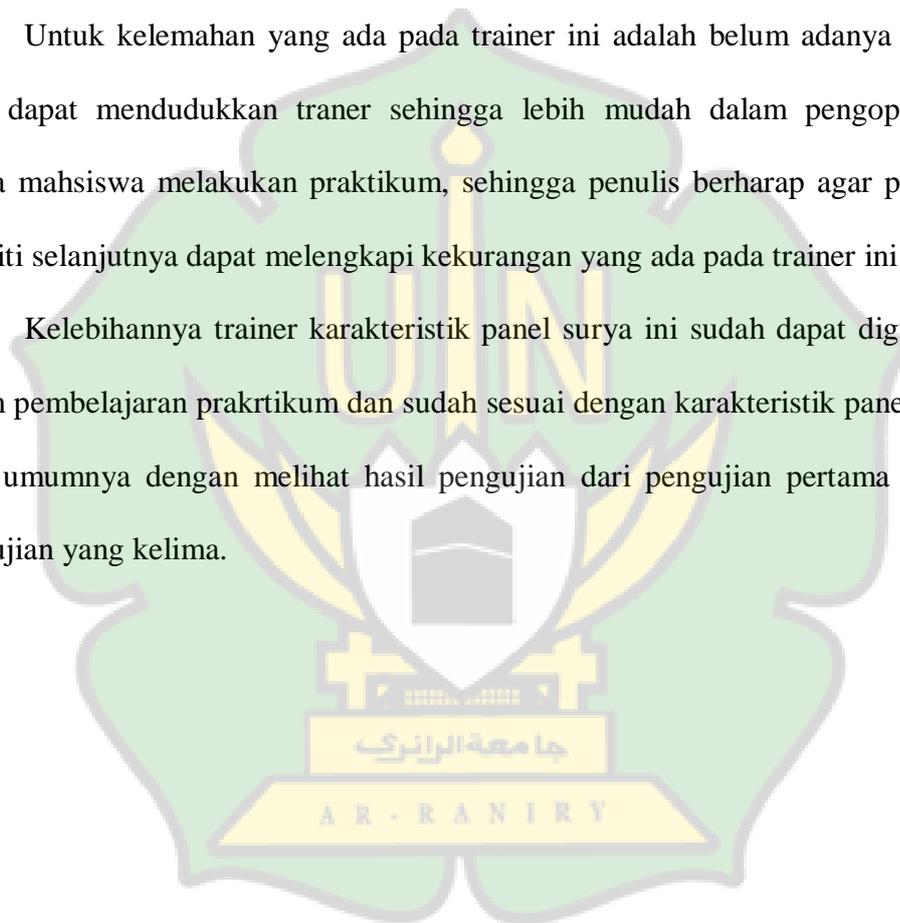
#### D. Pembahasan

Perancangan trainer dilakukan selama sebulan, bahan yang digunakan untuk membuat dudukan potensiometer ini adalah triplek dengan diameter 8 mm, tinggi 30 cm, dan lebar 30 cm. Selanjutnya modul yang disusun berdasarkan kompetensi dasar pada matakuliah Dasar Energi Listrik. Setelah alat yang akan digunakan selesai dirancang peneliti melakukan pengujian alat dilaboratorium listrik bersama dosen pembimbing. Selanjutnya peneliti melakukan uji validasi dengan melibatkan 2 orang dosen sebagai validator, ahli media dan ahli materi, hasil uji validasi dilakukan dengan memberikan butir pertanyaan kepada validator dan validator langsung menguji trainer yang telah dirancang di laboratorium listrik. Pengujian pertama dilakukan dengan interval angka dari tegangan 1 volt hingga 20 volt, kemudian saat pengujian kedua nilai interval tegangan lebih

dikecilkan lagi, yaitu menggunakan angka berkoma, contohnya seperti 1,2, 1,4 1,6, 1,8 dan seterusnya hingga pada pengujian kelima menggunakan interval angka yang sama yaitu dengan angka berkoma. Namun pada hasil pengujian akhir nilai daya yang terdapat pada gambar berbeda dengan yang ada pada tabel, karena nilai daya yang ada pada tabel dikonversikan dari kilo watt menjadi watt, dan datanya dapat dilihat pada tabel 4.8 pada kolom daya.

Untuk kelemahan yang ada pada trainer ini adalah belum adanya rangka yang dapat mendukung trainer sehingga lebih mudah dalam pengoperasian ketika mahasiswa melakukan praktikum, sehingga penulis berharap agar peneliti-peneliti selanjutnya dapat melengkapi kekurangan yang ada pada trainer ini.

Kelebihannya trainer karakteristik panel surya ini sudah dapat digunakan dalam pembelajaran praktikum dan sudah sesuai dengan karakteristik panel surya pada umumnya dengan melihat hasil pengujian dari pengujian pertama hingga pengujian yang kelima.



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

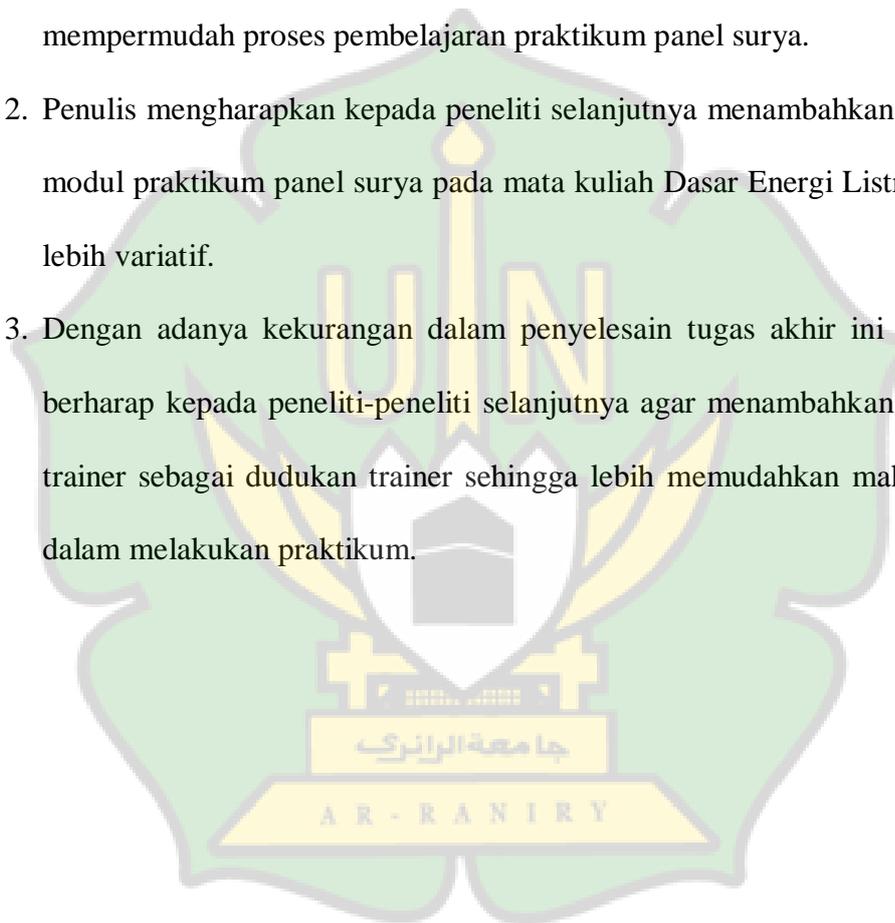
Pengembangan trainer panel karakteristik panel surya merupakan salah satu dari beberapa trainer yang ada. Trainer karakteristik panel surya ini dibuat untuk pembelajaran praktikum pada mata kuliah Dasar Energi Listrik dan mempermudah mahasiswa dalam menambah wawasan terkait dengan energi terbarukan. Berdasarkan hasil validasi ahli media dan ahli materi terhadap kelayakan trainer karakteristik panel surya serta tanggapan responden terhadap penggunaan trainer karakteristik panel surya sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil validasi dari ahli media, maka hasil penilaian dari ahli media secara keseluruhan mencapai 72%. Dikategorikan “Layak” dari segi penilaian ahli media.
2. Berdasarkan hasil dari validasi ahli materi secara keseluruhan mencapai 100%. Dikategorikan “Sangat Layak” dari segi penilaian ahli materi.
3. Berdasarkan hasil perhitungan tanggapan responden, maka hasil dari tanggapan responden seluruhnya mencapai 85,8%. Dikategorikan “Sangat Baik” untuk pembelajaran praktikum pada matakuliah Dasar Energi Listrik.

## B. Saran

Berdasarkan hasil dari uji validasi ahli media dan ahli materi serta tanggapan mahasiswa penulis ingin memberikan beberapa saran yaitu:

1. Penulis agar peneliti-peneliti selanjutnya dapat menambah kualitas trainer, menggunakan *acrylic* sehingga penggunaan dan desain lebih mempermudah proses pembelajaran praktikum panel surya.
2. Penulis mengharapkan kepada peneliti selanjutnya menambahkan jumlah modul praktikum panel surya pada mata kuliah Dasar Energi Listrik agar lebih variatif.
3. Dengan adanya kekurangan dalam penyelesaian tugas akhir ini penulis berharap kepada peneliti-peneliti selanjutnya agar menambahkan rangka trainer sebagai dudukan trainer sehingga lebih memudahkan mahasiswa dalam melakukan praktikum.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abi hamid, m., ramadhani, r., masrul, m, juliana, j, safitri, m, munsarif, m, & simarmata, j. (2020). *Media Pembelajaran*. Yayasan kita menulis.
- Amalia, l., hidayat, s, & ardie, r. (2021). Pengembangan Modul Ipa Bermuatan Higher Order Thinking Skills (Hots) Di Sekolah Dasar. *Jtppm (Jurnal Teknologi Pendidikan Dan Pembelajaran): Edutech and intruotional research journal*.
- Diputra, w. (2008). Simulator Algoritma Pendeteksi Kerusakan Modul Surya Pada Rangkaian Modul Surya. *Jurusan Teknik Elektro, Universitas Indonesia, Depok*.
- Ekayani, p. (2017). Pentingnya Penggunaan Media pembelajaran untuk meningkatkan prestasi belajar siswa. *Jurnal fakultas ilmu pendidikan universitas pendidikan ganesha singaraja*.
- Laksmiwati, d., hadisaputra, s., & siahaan, j. (2018). Pengembangan Modul Praktikum Kimia Berbasis Problem Based Learning Untuk Kelas Xi Sma. *Chemistry education practice*.
- Mokalu, h. M, kilis, b. M., & memah, v. F. (2022). Pengembangan Modul Dasar Instalasi Listrik Di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Manado. *Jurnal pendidikan teknik elektro*.
- Muchammad, m., & yohana, e. (2010). Pengaruh Suhu Permukaan Photovoltaic Module 50 Watt Peak Terhadap Daya Keluaran Yang Dihasilkan Menggunakan Reflektor Dengan Variasi Sudut Reflektor 00, 500, 600, 700, 800. *Rotasi*.

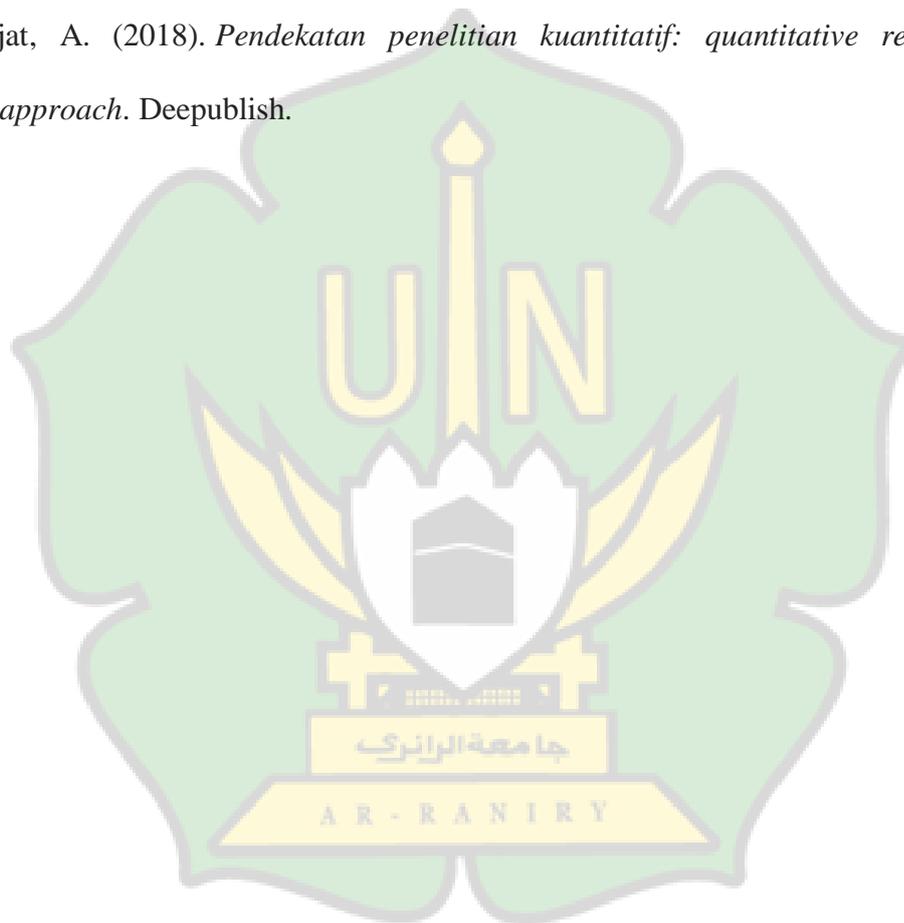
- Muldiyana, m, ibrahim, n, & muslim, s. (2018). Pengembangan Modul Cetak Pada Mata Pelajaran Produktif Teknik Komputer Dan Jaringan di Smk Negeri 2 Watampone. *Jtp-jurnal teknologi pendidikan*.
- Muntoro, p, & puspasari, d. (2017). Pengembangan Modul Pada Kompetensi Dasar Mengidentifikasi Jenis-Jenis Surat atau Dokumen Kelas Xi Jurusan Administrasi Perkantoran. *Jpeka: Jurnal pendidikan ekonomi, manajemen dan keuangan*.
- Nurdyansyah, n. (2018). Pengembangan Bahan Ajar Modul Ilmu Pengetahuan Alambagi Siswa Kelas Iv Sekolah Dasar. *Universitas muhammadiyah sidoarjo*.
- Pakpahan, a. F, ardiana, d. P. Y, mawati, a. T, wagi, e. B., simarmata, j., mansyur, m. Z, & iskandar, a. (2020). *Pengembangan Media Pembelajaran*. Yayasan kita menulis.
- Pratama, a. (2022). Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Sumber Listrik Untuk Box Sterilisasi Pada Benda Berbasis Internet Of Things (Iot). *Jurnal online mahasiswa (jom) bidang teknik elektro*.
- Puspita, k, nazar, m, hanum, l, & reza, m. (2021). Pengembangan e-Modul Praktikum Kimia Dasar Menggunakan Aplikasi Canva Design. *Jurnal ipa & pembelajaran ipa*.
- Sa'adah, r. N. (2021). *Metode Penelitian r&d (Research And Development) Kajian Teoretis Dan Aplikatif*. Cv literasi nusantara abadi.
- Safira, a. R. (2020). *Media pembelajaran anak usia dini*. Caremedia communication.

Suryani, n. (2016). Pengembangan Media Pembelajaran Sejarah Berbasis It. *Jurnal sejarah dan budaya*.

Widayana, g. (2012). Pemanfaatan energi surya. *Jurnal pendidikan teknologi dan kejuruan*.

Siyoto, S., & Sodik, M. A. (2015). *Dasar metodologi penelitian*. literasi media publishing.

Rukajat, A. (2018). *Pendekatan penelitian kuantitatif: quantitative research approach*. Deepublish.



# DAFTAR LAMPIRAN

SURAT KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN UIN AR-RANIRY  
Nomor: B-7279/Un.08/FTK/Kp.07.6/06/2022

## TENTANG PENGANGKATAN PEMBIMBING SKRIPSI MAHASISWA FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN UIN AR-RANIRY

### DEKAN FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN UIN AR-RANIRY

- Menimbang : a. Bahwa untuk kelancaran bimbingan skripsi Mahasiswa pada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry, maka dipandang perlu menunjuk pembimbing;  
b. Bahwa yang namanya tersebut dalam Surat Keputusan ini dianggap cakap dan mampu untuk diangkat sebagai pembimbing Skripsi dimaksud;
- Mengingat : 1. Undang Undang Nomor 20 tahun 2003, Tentang Sistem Pendidikan Nasional;  
2. Undang Undang Nomor 14 Tahun 2005, Tentang Guru dan Dosen;  
3. Undang Undang Nomor 12 Tahun 2012, Tentang Pendidikan Tinggi;  
4. Peraturan Pemerintah No. 74 Tahun 2012 tentang Perubahan atas Peraturan Pemerintah RI Nomor 23 Tahun 2005 tentang Pengelolaan Keuangan Badan Layanan Umum;  
5. Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi;  
6. Peraturan Presiden Nomor 64 Tahun 2013, tentang Perubahan Institut Agama Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh menjadi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh;  
7. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 12 Tahun 2014, tentang Organisasi & Tata Kerja UIN Ar-Raniry Banda Aceh;  
8. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 21 Tahun 2015, tentang Statuta UIN Ar-Raniry Banda Aceh;  
9. Keputusan Menteri Agama Nomor 492 Tahun 2003, tentang Pendelegasian Wewenang Pengangkatan, Pemindahan, dan Pemberhentian PNS di Lingkungan Depag RI;  
10. Keputusan Menteri Keuangan Nomor 293/KMK.05/2011 tentang Penetapan Institut Agama Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh pada Kementerian Agama sebagai Instansi Pemerintah yang Menerapkan Pengelolaan Badan Layanan Umum;  
11. Keputusan Rektor UIN Ar-Raniry Nomor 01 tahun 2015, tentang Pendelegasian Wewenang kepada Dekan dan Direktur Pascasarjana di Lingkungan UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
- Memperhatikan : Keputusan Sidang/Seminar Proposal Skripsi Program Studi Pendidikan Teknik Elektro (PTE) Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry, tanggal 22 Juni 2022.

### MEMUTUSKAN

- Menetapkan  
PERTAMA : Menunjuk Saudara:
- |                               |                            |
|-------------------------------|----------------------------|
| 1. Sadrina, S.T., M. Sc       | Sebagai pembimbing Pertama |
| 2. Muhammad Ikhsan, S.T., M.T | Sebagai pembimbing Kedua   |
- Untuk membimbing skripsi :
- |               |   |
|---------------|---|
| Nama          | : Hasril  |
| NIM           | : 180211084   |
| Program Studi | : Pendidikan Teknik Elektro   |
| Judul Skripsi | : Pengembangan Trainer Karakteristik V-I Panel Surya pada Mata Kuliah Dasar Energi Listrik. |
- KEDUA : Pembiayaan honorarium pembimbing pertama dan kedua tersebut di atas dibebankan pada DIPA UIN Ar-Raniry Banda Aceh Nomor SP DIPA-025.04.2.423925/2020 Tahun Anggaran 2020
- KETIGA : Surat Keputusan ini berlaku sampai akhir Semester Ganjil Tahun Akademik 2023/2024;
- KEEMPAT : Surat Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dengan ketentuan bahwa segala sesuatu akan diubah dan diperbaiki kembali sebagaimana mestinya, apabila kemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam surat keputusan ini.

Ditetapkan di : Banda Aceh  
Pada Tanggal : 29 Juni 2022  
An. Rektor  
Dekan,

Muslim Razali

### Tembusan

1. Rektor UIN Ar-Raniry di Banda Aceh;
2. Ketua Prodi PTE FTK UIN Ar-Raniry;
3. Pembimbing yang bersangkutan untuk dimaklumi dan dilaksanakan;
4. Yang bersangkutan.

Keseluruhan Modul :

## MODUL VII

### KARAKTERISTIK

### PANEL SURYA

#### I. Kompetensi

- a) Mampu memahami karakteristik arus-tegangan (I-V) pada panel surya
- b) Mampu memahami karakteristik daya-tegangan (P-V) pada panel surya
- c) Mampu memahami kaitan suhu terhadap karakteristik panel surya
- d) Mampu memahami parameter-parameter yang terdapat pada *nameplate* panel surya

#### II. Landasan Teori

Carilah definisi dan fungsi dan panel surya. Kemudian carilah parameter-parameter terdapat pada *nameplate* panel surya.

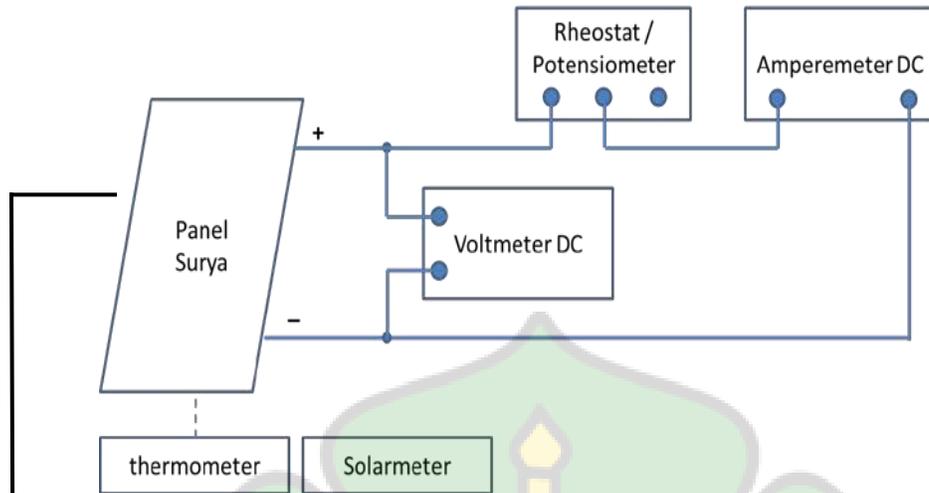
#### III. Alat dan Bahan

1. 1 unit Panel Surya
2. 1 unit voltmeter DC
3. 1 unit amperemeter DC
4. Kabel jumper secukupnya
5. 1 unit Rheostat/potensiometer 1 K ohm

*“Demi  
matahari dan  
sinarnya  
pada pagi  
hari” QS  
(91;1)*

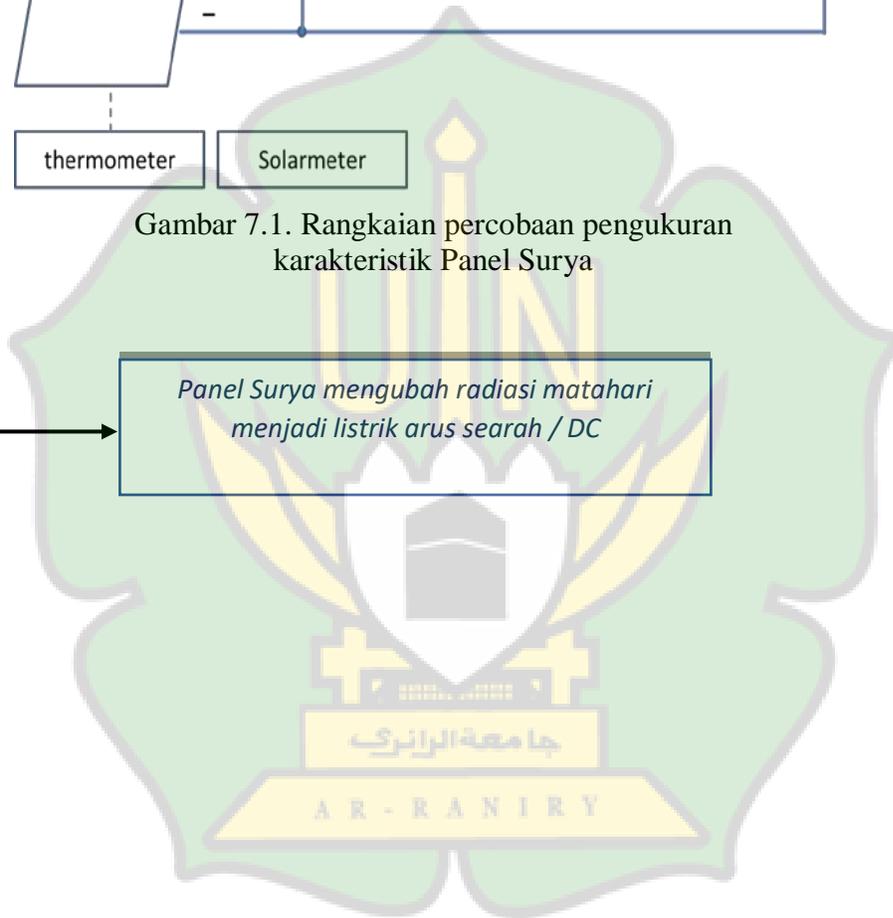
#### IV. Prosedur Percobaan

- a) Rangkailah rangkaian percobaan seperti Gambar 7.1



Gambar 7.1. Rangkaian percobaan pengukuran karakteristik Panel Surya

*Panel Surya mengubah radiasi matahari menjadi listrik arus searah / DC*



- b) Tempelkan thermometer pada permukaan panel surya.
- c) Sinari panel surya dengan cahaya lampu, lanjutkan dengan pengukuran intensitas cahaya dengan solarmeter.

**PERINGATAN !**

Hindari penggunaan sinar matahari dengan intensitas tinggi secara langsung agar rheostat tidak terbakar

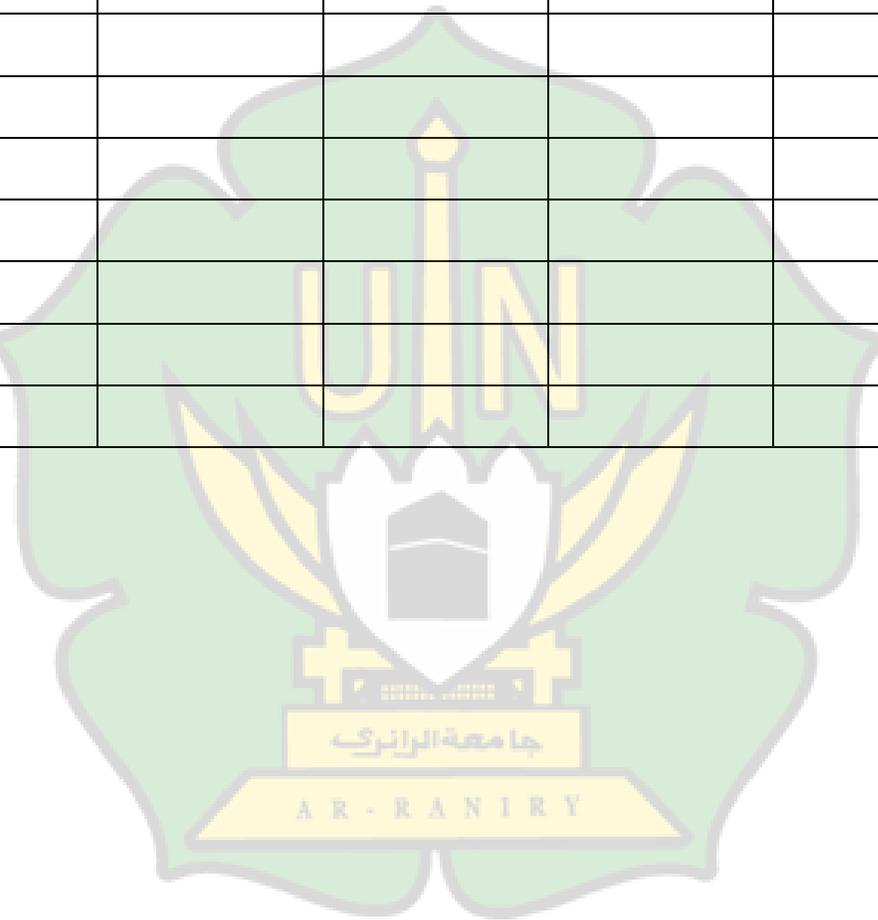
- d) Atur rheostat sehingga tegangan yang terbaca adalah nol. Tuliskan pembacaan arus dan hitunglah daya yang dihasilkan pada tabel 7.1
- e) Ulangi langkah d untuk tegangan 1 hingga 25 volt
- f) Catatlah data pada nameplate panel surya pada Gambar 7.2

**V. Hasil Pengamatan**

Tabel 7.1 Hasil pengukuran panel surya

Tegangan (Volt)	Percobaan 1		Percobaan 2	
	Intensitas Cahaya	W/m <sup>2</sup>	Intensitas Cahaya	W/m <sup>2</sup>
	Temperatur	°C	Temperatur	°C
	Arus (Ampere)	Daya (Watt) = V x I	Arus (Ampere)	Daya (Watt) = V x I
0				
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				





Gambar 7.2. Nameplate Panel Surya

#### **VI. Analisa Hasil Pengamatan**

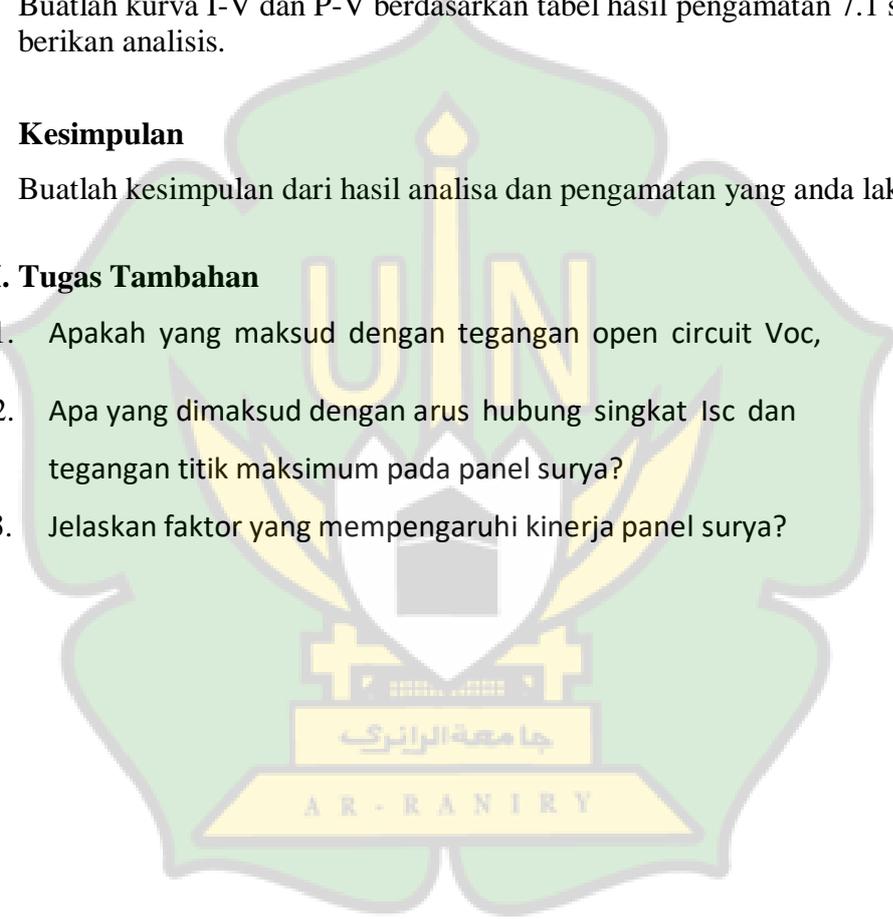
Buatlah kurva I-V dan P-V berdasarkan tabel hasil pengamatan 7.1 serta berikan analisis.

#### **VII. Kesimpulan**

Buatlah kesimpulan dari hasil analisa dan pengamatan yang anda lakukan.

#### **VIII. Tugas Tambahan**

1. Apakah yang maksud dengan tegangan open circuit  $V_{oc}$ ,
2. Apa yang dimaksud dengan arus hubung singkat  $I_{sc}$  dan tegangan titik maksimum pada panel surya?
3. Jelaskan faktor yang mempengaruhi kinerja panel surya?



Lampiran: Proses Pemasangan Potensiometer pada Triplek



Lampiran: Kotak Trainer yang sudah dilapisi kertas HPL



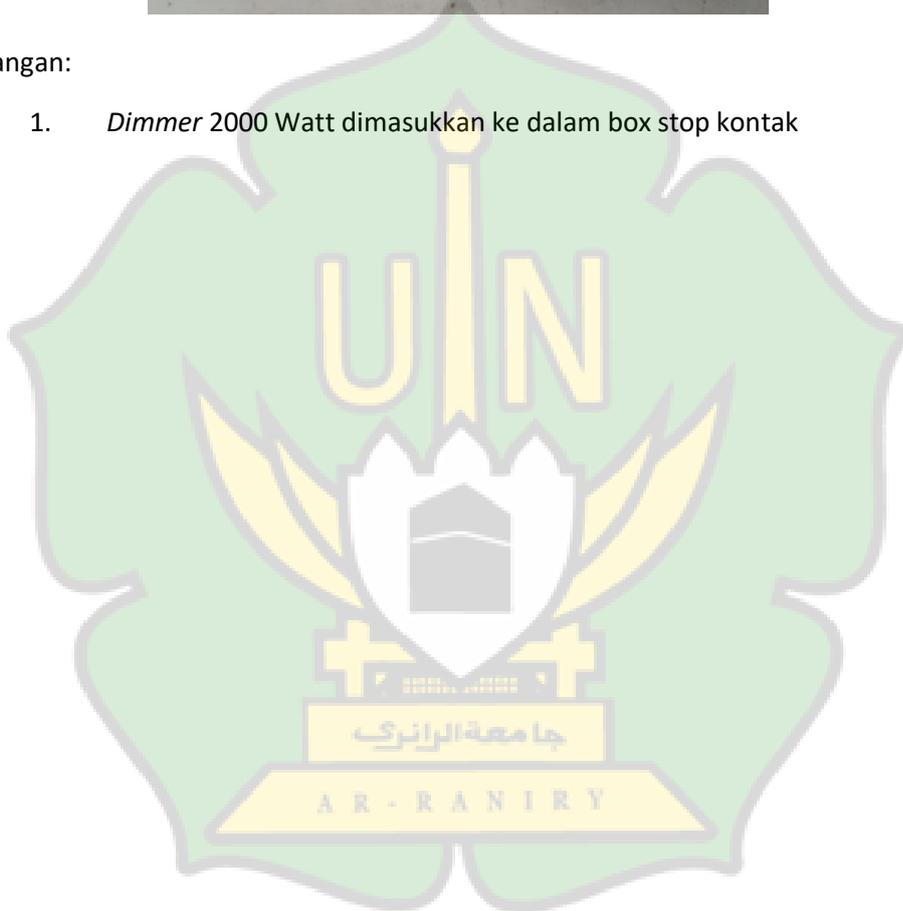
Lampiran: Perakitan untuk dudukan *Dimmer*





Keterangan:

1. *Dimmer 2000 Watt* dimasukkan ke dalam box stop kontak



8. Lampiran:

Dokumentasi saat mahasiswa sedang melakukan praktikum Panel Surya pada mata kuliah Dasar Energi listrik di Lamboratorium Listrik tgl 24 November 2022.



9. Dokumentasi saat proses validasi ahli media:



Lampiran 10 Hasil pengujian trainer yang pertama.

<b>Pengujian 1 (1500 Watt Lampu Halogen)</b>		
<b>Tegangan (V)</b>	<b>Arus (A) (I)</b>	<b>Daya (P) = VxI</b>
1 V	0.57 A	0.57 W
2 V	0.56 A	1.12 W
3 V	0.56 A	1.68 W
4 V	0.56 A	2.24 W
5 V	0.56 A	2.8 W
6 V	0.54 A	3.24 W
7 V	0.54 A	3.78 W
8 V	0.53 A	4.24 W
9 V	0.47 A	4.23W
10 V	0.47 A	4.7 W
11 V	0.47 A	5.17 W
12 V	0.46 A	5.52 W
13 V	0.46 A	5.98 W
14 V	0.44 A	6.16 W
15 V	0.44 A	6.6 W
16 V	0.44 A	7.04 W
17 V	0.43 A	7.31 W
18 V	0.41 A	7.38 W
19 V	0.36 A	6.84 W

20 V	0.33 A	6.6 W
------	--------	-------

Lampiran 11 hasil pengujian kedua

<b>Pegujian 2 (1500 Watt Lampu Halogen)</b>		
<b>Tegangan (V)</b>	<b>Arus (mA)</b>	<b>Daya (Watt)</b>
0,85	42	35,7
1	41	41
1,2	41	49,2
1,4	41	57,4
1,6	41	65,6
1,8	41	73,8
2	41	82
2,2	41	90,2
2,4	41	98,4
2,6	40	104
2,8	39	109,2
3,04	39	118,56
3,2	38	121,6
3,4	37	125,8
3,6	37	133,2
3,8	37	140,6
4	37	148
4,2	37	155,4
4,4	35	154
4,6	35	161
4,8	35	168
5	34	170
5,2	34	176,8
5,4	34	183,6
5,6	34	190,4
5,8	34	197,2
6	33	198
6,2	33	204,6
6,4	33	211,2
6,6	33	217,8

6,8	33	224,4
7	33	231
7,2	33	237,6
7,4	33	244,2
7,6	31	235,6
7,8	31	241,8
8	31	248
8,2	31	254,2
8,4	31	260,4
8,6	30	258
8,8	30	264
9	30	270
9,2	30	276
9,4	28	263,2
9,6	28	268,8
9,8	28	274,4
10	28	280
10,2	28	285,6
10,4	27	280,8
10,6	27	286,2
10,8	27	291,6
11	27	297
11,2	27	302,4
11,4	25	285
11,6	25	290
11,8	25	295
12	25	300
12,2	25	305
12,4	25	310
12,6	24	302,4
12,8	24	307,2
13	24	312
13,2	24	316,8
13,4	24	321,6
13,6	24	326,4
13,8	22	303,6
14	22	308
14,2	20	284

14,4	19	273,6
14,6	18	262,8
14,8	18	266,4
15	18	270
15,2	16	243,2
15,4	16	246,4
15,6	15	234
15,8	14	221,2
16	14	224
16,2	14	226,8
16,4	14	229,6
16,6	14	232,4
16,8	14	235,2
17	13	221
17,2	13	223,6
17,4	13	226,2
17,6	11	193,6
17,8	10	178
18	9	162
18,1	8	144,8
18,2	7	127,4
18,4	7	128,8
18,6	6	111,6

Lampiran 12 Hasil pengujian trainer yang ketiga.

<b>Pegujian 3 (1500 Watt Lampu Halogen)</b>		
<b>Tegangan (V)</b>	<b>Arus (mA)</b>	<b>Daya (Watt)</b>
0,77	44	33,88
1	44	44
1,2	44	52,8
1,4	44	61,6
1,6	44	70,4
1,8	44	79,2
2	44	88
2,2	44	96,8
2,4	44	105,6

2,6	43	111,8
2,8	43	120,4
3	43	129
3,2	42	134,4
3,4	41	139,4
3,6	41	147,6
3,8	41	155,8
4	41	164
4,2	41	172,2
4,4	40	176
4,6	40	184
4,8	40	192
5	40	200
5,2	39	202,8
5,4	39	210,6
5,6	39	218,4
5,8	39	226,2
6	38	228
6,2	38	235,6
6,4	38	243,2
6,6	38	250,8
6,8	38	258,4
7	38	266
7,2	37	266,4
7,4	37	273,8
7,6	37	281,2
7,8	37	288,6
8	35	280
8,2	35	287
8,4	35	294
8,6	35	301
8,8	34	299,2
9	34	306
9,2	34	312,8
9,4	33	310,2
9,6	33	316,8
9,8	33	323,4
10	33	330

10,2	33	336,6
10,4	32	332,8
10,6	32	339,2
10,8	32	345,6
11	30	330
11,2	30	336
11,4	30	342
11,6	30	348
11,8	30	354
12	30	360
12,2	28	341,6
12,4	28	347,2
12,6	28	352,8
12,8	28	358,4
13	27	351
13,2	27	356,4
13,4	27	361,8
13,6	27	367,2
13,8	25	345
14	25	350
14,2	23	326,6
14,4	23	331,2
14,6	22	321,2
14,8	21	310,8
15	20	300
15,2	20	304
15,4	20	308
15,6	20	312
15,8	19	300,2
16	19	304
16,2	19	307,8
16,4	19	311,6
16,6	19	315,4
16,8	18	302,4
17	18	306
17,2	18	309,6
17,4	18	313,2
17,6	17	299,2

17,8	16	284,8
18	15	270
18,1	15	271,5
18,2	14	254,8
18,4	13	239,2
18,6	12	223,2

Lampiran 13 Hasil pengujian trainer yang keempat.

<b>Pegujian 4 (1500 Watt Lampu Halogen)</b>		
<b>Tegangan (V)</b>	<b>Arus (mA)</b>	<b>Daya (Watt)</b>
0,63	71	44,73
1	71	71
1,2	71	85,2
1,4	71	99,4
1,6	70	112
1,8	70	126
2	70	140
2,2	70	154
2,4	69	165,6
2,6	69	179,4
2,8	69	193,2
3	69	207
3,2	69	220,8
3,4	68	231,2
3,6	68	244,8
3,8	68	258,4
4	68	272
4,2	68	285,6
4,4	68	299,2
4,6	67	308,2
4,8	67	321,6
5	67	335
5,2	67	348,4
5,4	67	361,8
5,6	65	364
5,8	65	377

6	65	390
6,2	65	403
6,4	65	416
6,6	65	429
6,8	64	435,2
7	64	448
7,2	64	460,8
7,4	63	466,2
7,6	63	478,8
7,8	63	491,4
8	62	496
8,2	61	500,2
8,4	60	504
8,6	60	516
8,8	59	519,2
9	58	522
9,2	57	524,4
9,4	55	517
9,6	55	528
9,8	55	539
10	55	550
10,2	55	561
10,4	55	572
10,6	53	561,8
10,8	53	572,4
11	53	583
11,2	53	593,6
11,4	53	604,2
11,6	53	614,8
11,8	52	613,6
12	52	624
12,2	52	634,4
12,4	52	644,8
12,6	52	655,2
12,8	52	665,6
13	51	663
13,2	51	673,2
13,4	51	683,4

13,6	50	680
13,8	50	690
14	50	700
14,2	48	681,6
14,4	48	691,2
14,6	48	700,8
14,8	45	666
15	45	675
15,2	45	684
15,4	45	693
15,6	44	686,4
15,8	44	695,2
16	43	688
16,2	40	648
16,4	38	623,2
16,6	35	581
16,8	35	588
17	30	510
17,2	29	498,8
17,4	28	487,2
17,6	27	475,2
17,8	26	462,8
18	25	450
18,1	23	416,3
18,2	20	364
18,4	19	349,6
18,6	18	334,8

Lampiran 14 Hasil pengujian trainer yang kelima.

<b>Pegujian 5 (1500 Watt Lampu Halogen)</b>		
<b>Tegangan (V)</b>	<b>Arus (mA)</b>	<b>Daya (Watt)</b>
0,83 V	0,51 A	0.42 W

1 V	0,49 A	0,49 W
2,45 V	0,49 A	1,2 W
3,8 V	0,49 A	1,8 W
4 V	0,49 A	1,96 W
5,36 V	0,46 A	2,46 W
6,09V	0,45 A	2,74 W
7,35 V	0,45 A	3,30 W
8,42 V	0,42 A	5,53 W
8,52 V	0,41 A	3,42 W
8,61 V	0,39 A	3,35 W
8,72 V	0,38 A	3,31 W
8,80 V	0,36 A	3,16 W
8,96 V	0,34 A	3,04 W
9,25 V	0,32 A	2,96 W
10,30 V	0,32 A	3,29 W
11,09 V	0,32 A	3,54 W
12,56 V	0,32 A	4,01 W
13,70 V	0,32 A	4,38 W
14,20 V	0,32 A	4,54 W
15,43 V	0,31 A	4,78 W
16,09 V	0,31 A	4,98 W
17,15 V	0,29	4,97 W
17,59 V	0,28	4,92 W

17,79 V	0,27	4,80 W
17,93 V	0,25	4,48 W
18,07 V	0,24	4,33 W
18,18 V	0,22	3,99 W
18,30 V	0,21	3,84 W
18,40 V	0,19	3,49 W
18,46 V	0,18	3,32 W
18,54 V	0,17	3,15 W
18,73 V	0,11	2,06 W
18,06 V	0,17	3,07 W

