

**RANCANG BANGUN *TRAINER* PEMBELAJARAN PEMBANGKIT
LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) *ON GRID* DENGAN SISTEM
AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS)**

NASKAH PUBLIKASI

Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan
Program Studi Diploma Tiga Teknik Elektronika
Universitas Muhammadiyah Pekajangan Pekalongan



Disusun Oleh :

Risma Widya Pitaloka

202003020009

**PROGRAM STUDI DIPLOMA TIGA TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PEKAJANGAN PEKALONGAN**

2024

RANCANG BANGUN *TRAINER* PEMBELAJARAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) *ON GRID* DENGAN SISTEM *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* (ATS)

Risma Widya Pitaloka¹, Ghoni Musyahar², M. Freza Pratama³

Program Studi Diploma Tiga Teknik Elektronika
Universitas Muhammadiyah Pekajangan Pekalongan
Jl. Pahlawan No. 10 Gejlik – Kec. Kajen, Kab. Pekalongan
E-mail : rismapitaloka21@gmail.com

ABSTRAK

PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) *on grid* terhubung dengan jaringan PLN (Perusahaan Listrik Negara) dan berfungsi sebagai cadangan listrik saat terjadi pemadaman. Penelitian ini mengembangkan “**RANCANG BANGUN *TRAINER* PEMBELAJARAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) *ON GRID* DENGAN SISTEM *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* (ATS)**” yang memungkinkan perpindahan otomatis dari sumber listrik PLN (Perusahaan Listrik Negara) ke PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) saat terjadi pemadaman, sistem ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa tentang teknologi PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) dan aplikasi ATS (*Automatic Transfer Switch*) dalam pembelajaran. ATS (*Automatic Transfer Switch*) adalah sistem otomatis yang berfungsi untuk memindahkan sumber daya listrik dari satu sumber ke sumber lain secara otomatis tanpa gangguan, seperti saat terjadi kegagalan pasokan daya dari PLN (Perusahaan Listrik Negara) yang berperan sebagai sumber utama ke PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) yang berperan sebagai sumber cadangan. Korelasi ATS (*Automatic Transfer Switch*) pada Tugas Akhir ini adalah untuk memastikan kontinuitas daya dan memberikan pengalaman praktis kepada mahasiswa dalam memahami cara kerja sistem PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) *on grid* serta bagaimana pengalihan daya dapat terjadi ketika sumber listrik PLN (Perusahaan Listrik Negara) yang berperan sebagai sumber utama terganggu, ATS (*Automatic Transfer Switch*) diintegrasikan ke dalam *Trainer* untuk mensimulasikan kondisi nyata pemadaman listrik dan pengalihan otomatis ke PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) yang berperan sebagai sumber daya cadangan.

Hasil pengujian komponen utama seperti panel surya, *inverter* dan *relay* menunjukkan kinerja yang optimal. *Trainer* ini layak digunakan sebagai alat bantu pembelajaran yang efektif dalam memahami otomatisasi sumber daya listrik dan pengaplikasian energi terbarukan, serta pengalaman praktis sesuai kebutuhan industri.

Kata Kunci : PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya), *On Grid*, ATS (*Automatic Transfer Switch*), dan *Trainer* Pembelajaran

DESIGN AND CONSTRUCTION OF CENTRAL LOCK ON DAIHATSU ESPASS PICK UP CARS

Risma Widya Pitaloka¹, Ghoni Musyahr², M. Freza Pratama³

Study program Vocational Program in Electronics Engineering
Universitas Muhammadiyah Pekajangan Pekalongan
Jl. Pahlawan No. 10 Gejlik – Kec. Kajen, Kab. Pekalongan
E-mail : rismapitaloka21@gmail.com

ABSTRACT

The PLTS (Solar Power Plants) on the grid are connected to the PLN (State Electricity Company) network and function as electricity backup when a blackout occurs. This research develops “DESIGN AND BUILDING OF AN ON GRID SOLAR POWER PLANT (PLTS) LEARNING TRAINER WITH AN AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS) SYSYEM” which allows automatic transfer from the PLN (State Electricity Company) Electricity source to PLTS (Solar Power Plant) when a blackout occurs, this system aims to increase students’ understanding of PLTS (Solar Power Plant) technology and ATS (Automatic Transfer Switch) applications in learning. ATS (Automatic Transfer Switch) is an automatic system that function to move electrical resources from on source to another automatically without interruption, such as when there is a failure of the power supply from PLN (State Electricity Company) which acts as the main source to the PLTS (Solar Power Plants). Solar Energy which acts as a backup source. The ATS (Automatic Transfer Switch) orrelation in this final assignment is to ensure power continuity and provide practical experience to student in understanding how the PLTS (Solar Power Plants) system works on the grid and how power transfer can occurs when the electricity source is PLN (State Electricity Company). Which acts as the main source is interrupted, ATS (Automatic Transfer Switch) is integrated into the Trainer to simulate real conditions of power outages and automatic switching to PLTS (Solar Power Plants) which acts as a backup power source.

Test result of main components such as solar panels, inverters and relays show optimal performance. This Trainer is suitable for use as an effective learning tool in understanding the automation of electrical resources and the application of renewable energy, as well as practical experience according to industry needs.

Keywords : PLTS (Solar Power Plant), on grid, ATS (Automatic Transfer Switch), and Learning trainer

1. Pendahuluan

Mayoritas negara di seluruh dunia masih menggunakan sumber energi konvensional, yang ketersediaannya saat ini sudah semakin terbatas. Penggunaan energi konvensional ini memberikan dampak negatif terhadap alam seperti pencemaran lingkungan, sehingga kini negara di dunia mulai melakukan peralihan sumber energi terbarukan. Indonesia adalah salah satu negara yang ikut berperan dalam proses peralihan energi. Energi surya adalah salah satu energi terbarukan yang paling potensial di negara-negara tropis karena paparan sinar matahari yang konsisten sepanjang tahun [1]. Sumber energi terbarukan yang memiliki ketersediaan yang melimpah di Indonesia yaitu energi surya.

PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) merupakan teknologi pembangkit yang menggunakan proses *photovoltaic* dengan prinsip mengkonversikan energi dari matahari menjadi energi listrik, agar dapat memanfaatkan energi tersebut maka digunakan sel *photovoltaic* dan hanya dapat bekerja secara optimal jika mendapat sinar matahari yang baik.

UMPP (Universitas Muhammadiyah Pekajangan Pekalongan) memiliki tiga fakultas, salah satunya adalah Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer yang di dalamnya terdapat pendidikan jurusan Teknik Elektronika dengan sistem Pendidikan vokasi yang akan menghasilkan lulusan yang terampil dan cerdas dalam menghadapi persaingan pada era revolusi 4.0 guna mewujudkan mahasiswa yang siap bersaing, maka perlu penguatan sarana dan prasarana yang memadai untuk metode belajar. Oleh karena itu maka dibuatlah **"RANCANG BANGUN TRAINER PEMBELAJARAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) ON GRID DENGAN SISTEM AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS)"** sebagai media pembelajaran pada Pendidikan jurusan Teknik Elektronika, ini sangat diperlukan guna memperjelas penyajian pesan atau informasi agar dapat memperlancar proses pemahaman sehingga dapat meningkatkan mutu pembelajaran agar menjadi lebih baik lagi. Program Studi Diploma Tiga Teknik Elektronika pada tahun 2018 mahasiswa atas nama Denny Andriyas membuat Tugas Akhir dengan judul "RANCANG BANGUN MODUL PEMBELAJARAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS)", permasalahan dari Tugas

Akhir tersebut adalah *Trainer* tidak mudah untuk di bongkar pasang sehingga mahasiswa kesulitan dalam melakukan inovasi pembelajaran.

Alternatif solusi dari permasalahan tersebut adalah perlu adanya guna penyempurnaan *Trainer* pembelajaran dengan lebih baik lagi, yaitu agar *Trainer* mudah untuk di bongkar pasang sehingga mahasiswa tidak kesulitan dalam melakukan inovasi pembelajaran. Maka dari itu, penulis mengangkat Tugas Akhir ini untuk dilakukan pengembangan dari Rancang Bangun Modul Pembelajaran PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) menjadi **“RANCANG BANGUN *TRAINER* PEMBELAJARAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) *ON GRID* DENGAN SISTEM *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* (ATS)”**.

2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang dan mengembangkan Rancang bangun *Trainer* pembelajaran Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *on grid* yang efisien dengan menerapkan sistem *automatic transfer switch*?
2. Bagaimana mekanisme kerja dari **“RANCANG BANGUN *TRAINER* PEMBELAJARAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) *ON GRID* DENGAN SISTEM *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* (ATS)”** untuk mendukung pembelajaran?
3. Bagaimana cara menguji kinerja **“RANCANG BANGUN *TRAINER* PEMBELAJARAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) *ON GRID* DENGAN SISTEM *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* (ATS)”** untuk memastikan kelayakan penggunaanya sebagai alat bantu pembelajaran?

3. Tujuan Tugas Akhir

Adapun tujuan dari **“RANCANG BANGUN *TRAINER* PEMBELAJARAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) *ON GRID* DENGAN SISTEM *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* (ATS)”**, sebagai berikut :

1. Dapat mengembangkan *Trainer* Pembelajaran PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) *On Grid* yang lebih efisien dan dapat dengan mudah digunakan dalam konteks pembelajaran Teknik elektronika.
2. Dapat menjelaskan dan mendemonstrasikan cara kerja dari **“RANCANG BANGUN *TRAINER* PEMBELAJARAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) *ON GRID* DENGAN SISTEM *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* (ATS)”** dalam skenario pembelajaran praktis.
3. Dapat melakukan pengujian yang komprehensif terhadap **“RANCANG BANGUN *TRAINER* PEMBELAJARAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) *ON GRID* DENGAN SISTEM *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* (ATS)”** untuk menentukan efektivitasnya sebagai alat bantu dalam pembelajaran.

4. Batasan Masalah

Perancangan alat ini dibangun dengan beberapa batasan masalah agar penyusun tidak keluar dari lingkup pembahasan, batasan masalahnya sebagai berikut :

1. Penelitian ini terfokus pada **“RANCANG BANGUN *TRAINER* PEMBELAJARAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) *ON GRID* DENGAN SISTEM *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* (ATS)”**.
2. Sel *photovoltaic* yang digunakan **“RANCANG BANGUN *TRAINER* PEMBELAJARAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) *ON GRID* DENGAN SISTEM *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* (ATS)”** menggunakan jenis *Polycrystalline* sebesar 20 WP.

3. Beban yang digunakan **“RANCANG BANGUN *TRAINER* PEMBELAJARAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) *ON GRID* DENGAN SISTEM *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* (ATS)”** adalah 1 lampu DC, 6 lampu AC, dan 1 kotak-kontak.
4. *Inverter* yang digunakan sebesar 500 Watt

5. Pembahasan

a) Tempat dan Waktu

1. Tempat

Proses pembuatan **RANCANG BANGUN *TRAINER* PEMBELAJARAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) *ON GRID* DENGAN SISTEM *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* (ATS)** ini dilakukan di Laboratorium Teknik Elektronika Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Muhammadiyah Pekajangan Pekalongan.

2. Waktu

Proses pembuatan **RANCANG BANGUN *TRAINER* PEMBELAJARAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) *ON GRID* DENGAN SISTEM *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* (ATS)** ini dimulai dari menganalisa kebutuhan alat dan bahan, pembuatan alat dan pengujian, yaitu dari tanggal 14 Maret 2023 – 1 Juni 2024.

b) Alat dan Bahan

Tabel 1. Alat Kerja

NO.	ALAT	KEGUNAAN	FOTO
1.	Tespen	Mendeteksi arus	
2.	<i>Diagonal Cutting Plier</i>	Memotong kabel	
3.	<i>Cutter Akrilik</i>	Memotong akrilik	
4.	<i>Cutter</i>	Memotong bahan	
5.	<i>Wire Stripper</i>	Mengupas kabel	
6.	<i>Screw Driver</i> (+ dan -)	Melepas dan memasang baut	
7.	Kikir	Menghaluskan sisa pemotongan	
8.	Spidol	Untuk marker	

Tabel 2. Alat Ukur

NO	ALAT UKUR	FUNGSI	FOTO
1.	<i>Mistar</i>	Mengukur Kelurusan	
2.	<i>Mistar Segitiga</i>	Membantu menentukan sudut siku	
3.	<i>Multitester digital</i>	Mengecek arus, tegangan, dan hambatan	
4.	Busur Derajat	Mengukur derajat sinar matahari	

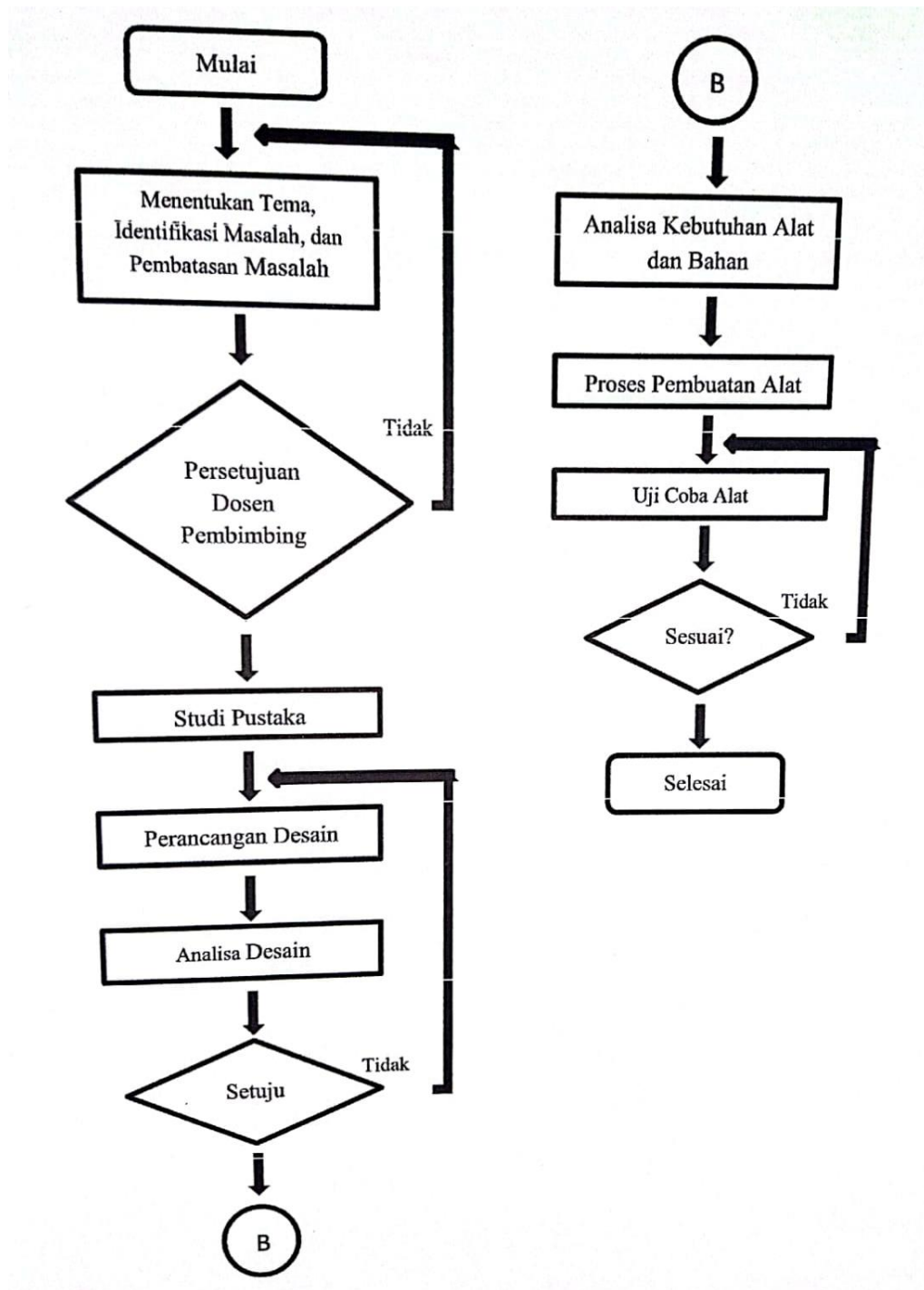
Tabel 3. Bahan

NO	KOMPONEN	SPESIFIKASI	JUMLAH
1	Panel Surya	20 WP	1 Buah
2	Solar Charge controller	PWM 20/10 A	1 Buah
3	Inverter	STC 500 Watt	1 Buah
4	Relay	MK2P 220 Volt	1 Buah
5	MCB DC 2 Pole	6 A	1 Buah
6	MCB DC 2 Pole	10 A	1 Buah
7	MCB AC 1 Pole	2 Ampere	1 Buah
8	Baterai	12 Volt / 7,5 Ah	1 Buah
9	Lampu DC	12 Volt / 15 Watt	1 Buah
10	Lampu AC	220 Volt / 5 Watt	2 Buah
11	Fitting Lampu	6 Blok	6 Buah
12	Saklar Tunggal OB	Hensonic	1 Buah
13	Saklar Seri OB	Hensonic	1 Buah
14	Kotak-kontak OB	Bright 6	1 Buah
15	Terminal blok	6 blok	1 Buah

Tabel 4. Material Pendukung

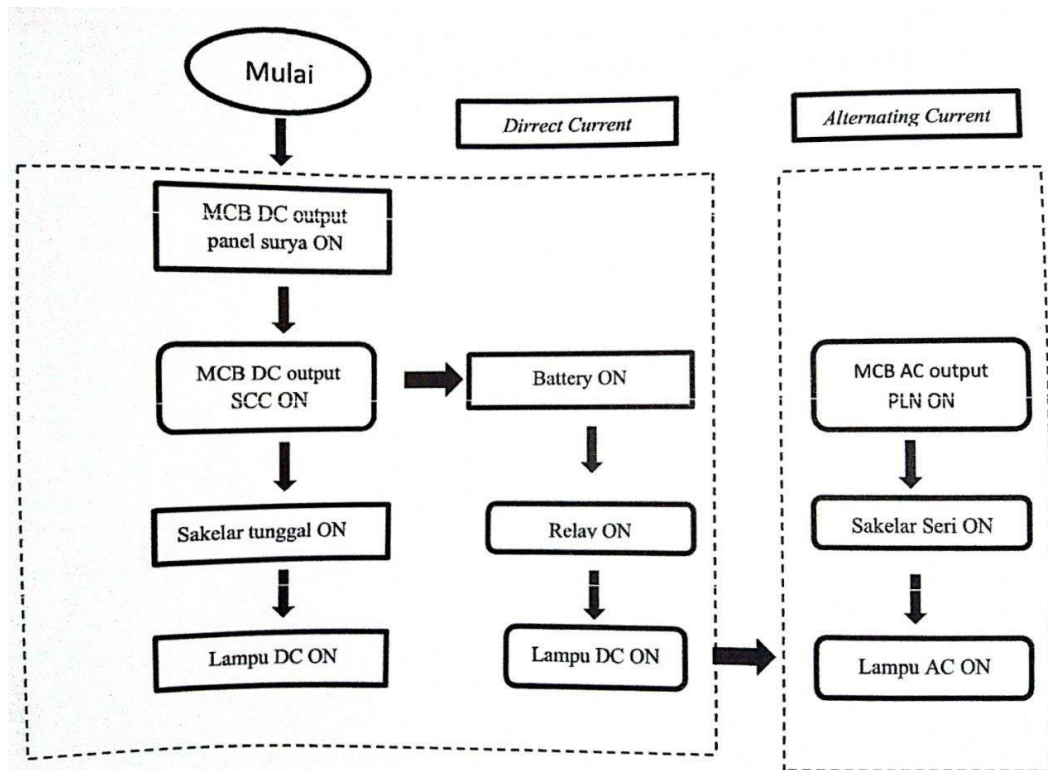
NO	BAHAN	SPESIFIKASI	JUMLAH
1	Triplek Melamin	50x100 cm	1 Lembar
2	Baut Sekrup Ulir	1,5 cm	Secukupnya
3	Socket Banana	Male and female	Secukupnya
4	Kabel NYAF Merah dan Hitam	1,5 mm	Secukupnya
5	Kabel NYHY	Supreme	1 Meter

c) Flowchart Pembuatan Alat



Gambar Flowchart Pembuatan Alat

d) Diagram Alir Kendali



Gambar Diagram Alir Kendali

e) Hasil Pembahasan

1. Pengujian Panel Surya

Bertujuan untuk mengetahui besarnya tegangan yang dihasilkan panel surya dengan variasi sudut kemiringan yang diukur setiap jam dari jam 06.00 WIB – 18.00 WIB, dalam pengukuran ini menggunakan alat ukur *Solar Charge Controller* dan Baterai.

Tahapan yang dilakukan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut :

1. Solar panel menghadap langit dan diatur kemiringan sudutnya menggunakan busur derajat
2. Pasang multimeter pada baterai (Aki)
3. Ukur setiap 1 jam
4. Catat hasil pengukuran
5. Berikan kesimpulan dari pengukuran tersebut

a. Pengujian panel surya pada sudut 0^0



Gambar Sudut Pengukuran 0^0

Pada Pengujian ini posisi panel surya berada tepat pada sudut 0^0 seperti pada **Gambar Sudut Pengukuran 0^0** , dengan hasil pengujian dapat dilihat pada **Tabel Pengujian panel surya berada tepat pada sudut 0^0**

Tabel Pengujian panel surya berada tepat pada sudut 0^0

NO	JAM	TEGANGAN <i>SOLAR CHARGE CONTROLLER</i>	TEGANGAN BATERAI
1.	06.00 WIB	11.7 VDC	11.87 VDC
2.	07.00 WIB	12.0 VDC	12.00 VDC
3.	08.00 WIB	11.7 VDC	11.85 VDC
4.	09.00 WIB	12.3 VDC	11.98 VDC
5.	10.00 WIB	11.8 VDC	11.87 VDC
6.	11.00 WIB	13.7 VDC	12.47 VDC
7.	12.00 WIB	13.5 VDC	12.04 VDC
8.	13.00 WIB	13.1 VDC	12.63 VDC
9.	14.00 WIB	13.1 VDC	12.57 VDC
10.	15.00 WIB	11.8 VDC	11.97 VDC
11.	16.00 WIB	12.0 VDC	12.04 VDC
12.	17.00 WIB	11.7 vDC	11.92 VDC
13.	18.00 WIB	- VDC	- VDC

Pada pengujian panel surya pada sudut 0^0 dari jam 06.00 WIB - 18.00 WIB menghasilkan perubahan tegangan setiap 1 jamnya, puncak intensitas cahaya matahari terjadi antara jam 11.00 WIB - 14.00 WIB

b. Pengujian Panel Surya sudut 10^0



Gambar Sudut Pengukuran 10^0

Pada Pengujian ini posisi panel surya berada tepat pada sudut 10^0 seperti pada **Gambar Sudut Pengukuran 10^0** , dengan hasil pengujian dapat dilihat pada **Tabel Pengujian panel surya berada tepat pada sudut 10^0**

Tabel Pengujian panel surya berada tepat pada sudut 10^0

NO	JAM	TEGANGAN SOLAR CHARGE CONTROLLER	TEGANGAN BATERAI
1.	06.00 WIB	11.7 VDC	11.87 VDC
2.	07.00 WIB	21.1 VDC	12.01 VDC
3.	08.00 WIB	11.7 VDC	11.85 VDC
4.	09.00 WIB	12.2 VDC	12.02 VDC
5.	10.00 WIB	11.9 VDC	11.90 VDC
6.	11.00 WIB	13.7 VDC	12.46 VDC
7.	12.00 WIB	13.54VDC	12.03 VDC
8.	13.00 WIB	13.1 VDC	12.46 VDC
9.	14.00 WIB	13.0 VDC	12.55 VDC
10.	15.00 WIB	11.8 VDC	11.97 VDC
11.	16.00 WIB	12.0 VDC	12.04 VDC
12.	17.00 WIB	11.7 VDC	11.92 VDC
13.	18.00 WIB	- VDC	- VDC

Pada pengujian panel surya pada sudut 10^0 dari jam 06.00 WIB - 18.00 WIB menghasilkan perubahan tegangan setiap 1 jamnya, puncak intensitas cahaya matahari terjadi sekitar jam 11.00 WIB - 14.00 WIB

c. Pengujian panel surya pada sudut 20^0



Gambar Sudut Pengukuran 20^0

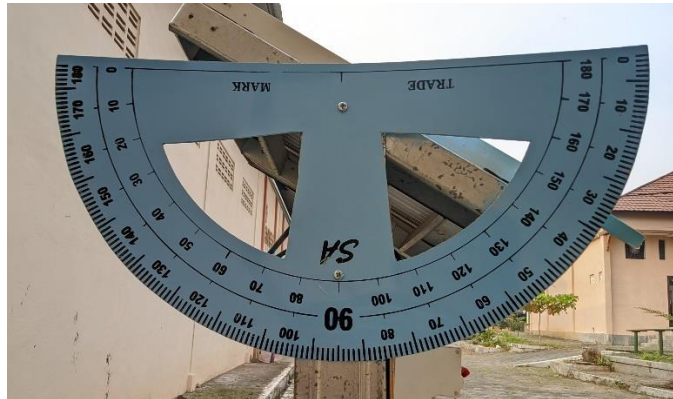
Pada Pengujian ini posisi panel surya berada tepat pada sudut 20^0 seperti pada **Gambar** Sudut Pengukuran 20^0 dengan hasil pengujian dapat dilihat pada **Tabel** Pengujian panel surya berada tepat pada sudut 20^0

Tabel Pengujian panel surya berada tepat pada sudut 20^0

NO	JAM	TEGANGAN SOLAR CHARGE CONTROLLER	TEGANGAN BATERAI
1.	06.00 WIB	11.7 VDC	11.87 VDC
2.	07.00 WIB	12.1 VDC	12.01 VDC
3.	08.00 WIB	11.7 VDC	11.85 VDC
4.	09.00 WIB	12.3 VDC	121.04 VDC
5.	10.00 WIB	12.0 VDC	11.93 VDC
6.	11.00 WIB	13.5 VDC	12.46 VDC
7.	12.00 WIB	13.3 VDC	12.02 VDC
8.	13.00 WIB	13.0 VDC	12.63 VDC
9.	14.00 WIB	12.9 VDC	12.54 VDC
10.	15.00 WIB	11.9 VDC	11.98 VDC
11.	16.00 WIB	12.1 VDC	12.04 VDC
12.	17.00 WIB	11.7 VDC	11.92 VDC
13.	18.00 WIB	- VDC	- VDC

Pada pengujian panel surya pada sudut sudut 20^0 dari jam 06.00 WIB - 18.00 WIB menghasilkan perubahan tegangan setiap 1 jamnya, puncak intensitas cahaya matahari terjadi sekitar jam 11.00 WIB - 13.00 WIB

d. Pengujian panel surya pada sudut 30^0



Gambar Sudut Pengukuran 30^0

Pada Pengujian ini posisi panel surya berada tepat pada sudut 30^0 seperti pada **Gambar** Sudut Pengukuran 30^0 , dengan hasil pengujian dapat dilihat pada **Tabel** Pengujian panel surya berada tepat pada sudut 30^0

Tabel Pengujian panel surya berada tepat pada sudut 30^0

NO	JAM	TEGANGAN SOLAR CHARGE CONTROLLER	TEGANGAN BATERAI
1.	06.00 WIB	11.7 VDC	11.87 VDC
2.	07.00 WIB	12.1 VDC	12.01 VDC
3.	08.00 WIB	11.7 VDC	11.85 VDC
4.	09.00 WIB	12.4 VDC	12.05 VDC
5.	10.00 WIB	12.1 VDC	11.95 VDC
6.	11.00 WIB	13.2 VDC	12.45 VDC
7.	12.00 WIB	13.1 VDC	12.02 VDC
8.	13.00 WIB	12.9 VDC	12.62 VDC
9.	14.00 WIB	12.9 VDC	12.54 VDC
10.	15.00 WIB	11.9 VDC	11.98 VDC
11.	16.00 WIB	12.1 VDC	12.05 VDC
12.	17.00 WIB	11.7 VDC	11.92 VDC
13.	18.00 WIB	- VDC	- VDC

Pada pengujian panel surya pada sudut 30^0 dari jam 06.00 WIB - 18.00 WIB menghasilkan perubahan tegangan setiap 1 jamnya, puncak intensitas cahaya matahari terjadi sekitar jam 11.00 WIB - 13.00 WIB.

2. Pengujian Beban DC dengan menggunakan Baterai (Aki)



Gambar Pengujian Beban DC dengan menggunakan Baterai (Aki)

Bertujuan untuk mengetahui berapa lama waktu tahan baterai dapat mensuplai *output* dari beban DC (*Direct Current*), yang diukur setiap jam dari 18.00 WIB - 02.00 WIB. Dalam pengukuran ini menggunakan alat ukur *Solar Charge Controller* dan Baterai.

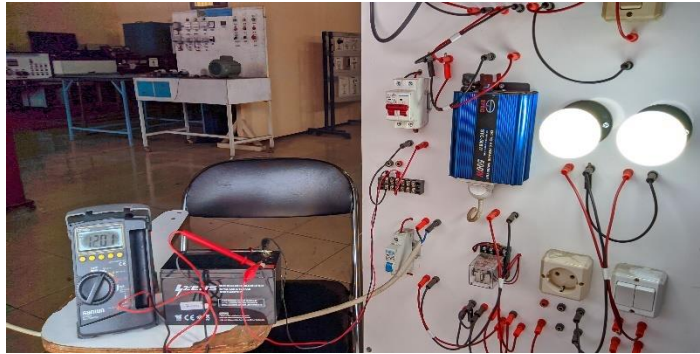
Tahapan yang dilakukan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut :

1. Pasang *Multimeter* pada baterai (Aki)
2. Ukur setiap 1 jam
3. Catat hasil pengukuran
4. Buat tabel hasil pengukuran
5. Berikan kesimpulan dari pengukuran tersebut
- 6.

Tabel Pengujian Beban DC dengan menggunakan Baterai (Aki)

NO	JAM	TEGANGAN <i>SOLAR CHARGE CONTROLLER</i>	KEADAAN LAMPU
1.	18.00 WIB	11.9 VDC	Nyala
2.	19.00 WIB	11.5 VDC	Nyala
3.	20.00 WIB	11.3 VDC	Nyala
4.	21.00 WIB	11.2 VDC	Nyala
5.	22.00 WIB	11.1 VDC	Nyala
6.	23.00 WIB	11.0 VDC	Nyala
7.	00.00 WIB	11.0 VDC	Nyala
8.	01.00 WIB	10.8 VDC	Nyala
9.	02.00 WIB	- VDC	Mati

3. Pengujian beban AC 2 x 5 Watt menggunakan *inverter*



Gambar Pengujian Beban AC 5 Watt menggunakan *inverter*

Bertujuan untuk mengetahui berapa lama waktu tahan baterai dapat mensuplai *output* ke beban AC (*Alternating Current*), yang diukur setiap jam dari 07.00 WIB - 16.00 WIB. Dalam pengukuran ini menggunakan alat ukur *Solar Charge Controller* dan Baterai.

Tahapan yang dilakukan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut :

1. Pasang *Multimeter* pada baterai (Aki)
2. Ukur setiap 1 jam
3. Catat hasil pengukuran
4. Buat tabel hasil pengukuran
5. Berikan kesimpulan dari pengukuran tersebut

Tabel Pengujian AC 2 x 5 Watt menggunakan *inverter*

NO	JAM	TEGANGAN BATERAI	TEGANGAN <i>SOLAR CHARGE CONTROLLER</i>	KEADAAN LAMPU
1.	07.00 WIB	12.45 VDC	11.4 VDC	Nyala
2.	08.00 WIB	12.25 VDC	11.4 VDC	Nyala
3.	09.00 WIB	12.9 VDC	11.3 VDC	Nyala
4.	10.00 WIB	11.94 VDC	11.2 VDC	Nyala
5.	11.00 WIB	11.79 VDC	11.1 VDC	Nyala
6.	12.00 WIB	11.59 VDC	11.0 VDC	Nyala
7.	13.00 WIB	11.46 VDC	10.8 VDC	Nyala

8.	14.00 WIB	11.16 VDC	10.6 VDC	Nyala
9.	15.00 WIB	9.71 VDC	9.5 VDC	Nyala
10.	16.00 WIB	- VDC	- VDC	Mati

4. Pengujian Relay

Berfungsi untuk mengetahui apakah *relay* sebagai ATS (*Automatic Transfer Switch*) dapat beroperasi dengan baik.

Tabel Pengujian Relay

Listrik PLN	Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya
Nyala	Mati di bagian <i>output Inverter</i>
Mati	Menyala karena bekerja secara keseluruhan

Setelah dilakukan pengujian *relay* ditemukan bahwa *relay* dapat beroperasi dengan baik. ini ditandai dengan ketika listrik PLN (Perusahaan Listrik Negara) terjadi pemadaman maka *relay* sebagai ATS (*Automatic Transfer Switch*) langsung beroperasi memindahkan catu daya yang tadinya dari PLN (Perusahaan Listrik Negara) dilimpahkan ke sistem PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya).

5. Pengujian beban luar menggunakan lampu AC 3 x 5 watt

Bertujuan untuk mengetahui berapa lama waktu tahan baterai dapat mensuplai *output* ke beban AC (*Alternating current*) luar *Trainer*, yang diukur setiap jam dari 20.00 WIB – 00.00 WIB. Dalam pengukuran ini menggunakan alat ukur *solar charge controller* dan baterai.

Tahapan yang dilakukan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut :

1. Pasang *multimeter* pada baterai (Aki)
2. Ukur setiap 1 jam
3. Catat hasil pengukuran
4. Buat tabel hasil pengukuran
5. Berikan kesimpulan dari pengukuran tersebut

Tabel Pengujian beban luar menggunakan lampu AC 3 x 5 watt

NO	JAM	TEGANGAN BATERAI	TEGANGAN <i>SOLAR CHARGE CONTROLLER</i>	KEADAAN LAMPU
1.	20.00 WIB	13.03 VDC	12.6 VDC	Nyala
2.	21.00 WIB	12.51 VDC	11.1 VDC	Nyala
3.	22.00 WIB	12.32 VDC	11.0 VDC	Nyala
4.	23.00 WIB	12.10 VDC	11.0 VDC	Nyala
5.	00.00 WIB	11.89 VDC	10.8 VDC	Nyala

Setelah dilakukan pengujian, ditemukan bahwa baterai dapat menyuplai listrik luar *Trainer* selama 5 jam.

5. Penutup

a. Kesimpulan

Dari hasil pembahasan **“RANCANG BANGUN *TRAINER* PEMBELAJARAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) *ON GRID* DENGAN SISTEM *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* (ATS)”** dari BAB 1 Pendahuluan sampai dengan BAB VI pengujian alat, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Telah berhasil dikembangkan Rancang Bangun *Trainer* Pembelajaran PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) *on grid* yang efisien dengan penerapan sistem ATS (*Automatic Transfer Switch*). *Trainer* ini dirancang untuk memberikan pengalaman pembelajaran yang komprehensif dan memudahkan mahasiswa dalam memahami konsep-konsep dasar serta aplikatif terkait PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) *on grid*.
2. Mekanisme kerja **“RANCANG BANGUN *TRAINER* PEMBELAJARAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) *ON GRID* DENGAN SISTEM *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* (ATS)”** telah diuji dan terbukti mampu menjalankan fungsinya

dengan baik. Ketika sumber listrik dari PLN (Perusahaan listrik Negara) terputus, *relay* sebagai bagian dari sistem ATS (*Automatic Transfer Switch*) secara otomatis mengalihkan sumber daya ke sistem PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) dan Kembali ke PLN (Perusahaan listrik Negara) ketika suplai listrik kembali normal. Ini memberikan simulasi nyata bagaimana sistem PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) dapat digunakan sebagai sumber daya cadangan.

3. Pengujian terhadap **“RANCANG BANGUN *TRAINER* PEMBELAJARAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) *ON GRID* DENGAN SISTEM *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* (ATS)”** menunjukkan bahwa alat ini layak digunakan sebagai alat bantu pembelajaran. *Trainer* ini memungkinkan pengujian yang komprehensif dari berbagai skenario, termasuk pemadaman listrik dan pengalihan daya otomatis, yang mendukung efektivitasnya dalam meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap sistem PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) *on grid*.

b. Saran

“RANCANG BANGUN *TRAINER* PEMBELAJARAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) *ON GRID* DENGAN SISTEM *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* (ATS)” ini tentunya terdapat kelemahan dan kekurangan. Baik yang disebabkan oleh faktor komponen maupun sistem kerja alat serta kondisi lainnya yang merupakan batasan dari Tugas Akhir ini. Maka penulis menyarankan untuk peneliti atau perancang selanjutnya memperhatikan beberapa hal. Sebagai berikut :

1. Untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan *Trainer* ini dilengkapi dengan fitur monitoring yang lebih canggih, seperti sistem pengukuran *real-time* dan tampilan data secara digital, guna memperkaya pengalaman

belajar mahasiswa dalam memahami perilaku dan performa sistem PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) *on grid*.

2. Agar *Trainer* lebih fleksibel dalam penggunaanya, perlu dipertimbangkan pengembangan modul yang dapat memungkinkan mahasiswa untuk membongkar dan memasang kembali komponen-komponen utama, sehingga mereka dapat lebih memahami aspek teknis dari setiap bagian sistem.
3. Dalam skala yang lebih luas, disarankan untuk melakukan kolaborasi dengan industri atau institusi lain untuk menguji mengimplementasikan *Trainer* ini dalam lingkungan yang lebih kompleks dan realistis sehingga bisa memberikan umpan balik lebih lanjut untuk perbaikan dan penyempurnaan *Trainer*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B Sorensen, *Renewable Energy: Physics, Engineering, Environmental Impacts, Economics and Planning*, 5 th ed. Amsterdam, Netherlands: Elsevier, 2017.
- [2] S. Setiawan, E. Wahyudi, dan A. Nugroho, “Model Trainer Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Media Pembelajaran Dalam Materi Ajar Pembangkit Listrik Tenaga Surya di SMK Negeri 1 Magelang,” *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, vol.3, no. 1, pp.45-52, 2014.
- [3] D. Andriyas, “Rancang Bangun Modul Pembelajaran Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS),” Diploma Tiga Teknik Elektronika, Universitas Muhammadiyah Pekajangan Pekalongan, 2018.
- [4] F. Yuliananda, T. Wardana, dan M. Rizal, “Pengaruh Perubahan Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Daya Keluaran Panel Surya,” *Jurnal Teknik Energi Surya*, vol.2, no. 2, pp. 85-92, 2015.
- [5] A. Setiawan, “Pengaruh Penggunaan Trainer Dalam Pembelajaran Teknik Elektronika,” *Jurnal Pendidikan Teknologi*, vol. 5, no. 2, pp. 121-127, 2016.
- [6] E. H. Dale, *Audio-Visual Methods in Teaching*, 3 rd ed. New York, NY, USA: Dryden Press, 1969.
- [7] S. D. Mulyasa, *Strategi Pembelajaran yang Efektif*, Jakarta, Indonesia: PT Remaja Rosdakarya, 2003.
- [8] T. Markvart dan L. Castaner, *Solar Cells: Materials, Manufacture and Operation*, 2nd ed. Oxford, UK: Elsevier, 2013.
- [9] S. Kalogirou, *Solar Energy Engineering: Processes and system*, 2nd ed. Amsterdam, Netherlands: Academic Press, 2014.
- [10] E. Rahmadani, “Efisiensi Panel Surya dalam Sistem On-Grid dan Off-Grid,” *Jurnal Teknologi Listrik*, vol. 4, no. 3, pp. 92-99, 2017.