

**PERANCANGAN ALAT PERAGA SISTEM AUTOMATIC
TRANSFER SWITCH (ATS) MENGGUNAKAN PLTS - PLN**

SKRIPSI

Diajukan Oleh:

MAHYAR KHAIRI

NIM. 180211098

**Mahasiswa Prodi Pendidikan Teknik Elektro
Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan**



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2025 M/1446 H**

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING
PERANCANGAN ALAT PERAGA SISTEM *AUTOMATIC*
***TRANSFER SWITCH* (ATS) MENGGUNAKAN PLTS – PLN**
SKRIPSI

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

Diajukan Oleh:

Mahyar Khairi
NIM. 180211098

Mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
Prodi Pendidikan Teknik Elektro

Disetujui oleh:

جامعة الرانيري
Pembimbing Skripsi
A R R A N I R Y


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

**PENGESAHAN SIDANG
PERANCANGAN ALAT PERAGA SISTEM *AUTOMATIC
TRANSFER SWITCH (ATS) MENGGUNAKAN PLTS - PLN
SKRIPSI***

Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi Prodi
Pendidikan Teknik Elektro 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

Tanggal : 14 April 2025
15 Syawal 1446 H

Tim Penguji

Ketua



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

Penguji I



Muhammad Rizal Fachri., S.T., M.T
NIP. 198807082019031018

Sekretaris



Rahmayanti., S.Pd., M.Pd
NIP. 201801160419872082

Penguji II



Baihaqi., S.T., M.T.
NIP. 198802212022031001

Mengetahui:

Dekan Fakultas dan Keguruan UIN Ar-Raniry
Darussalam Banda Aceh



Prof. Safrul Muluk, S.Ag., MA., M.Ed., Ph.D.

NIP. 197301021997031003

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Mahyar Khairi
Nim : 180211098
Tempat/ Tgl Lahir : Kulam Baro/ 23 Oktober 2000
Alamat : Desa Kulam Baro, Kecamatan Simpang Tiga, Kab. Pidie
No Hp : 0852-6831-0813

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penelitian skripsi ini, saya :

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mampu mempertanggungjawabkan.
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain.
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya.
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data.
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini.

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggung jawabkan, dan ternyata ditemukan bukti bahwa saya siap dikenakan sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan keadaan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun

Banda Aceh, 5 April 2025

Yang membuat pernyataan,



Mahyar Khairi

ABSTRAK

Institusi : Universitas Islam Negeri Ar-Raniry

Namna : Mahyar Khairi

NIM : 180211098

Fakultas/Prodi : Tarbiyah dan Keguruan/ Pendidikan Teknik Elektro

Pembimbing : Hari Anna Lastya S.T., M.T

Ketersediaan energi listrik yang stabil dan berkelanjutan merupakan kebutuhan penting dalam kehidupan modern. Sistem *Automatic Transfer Switch* (ATS) memainkan peran krusial dalam memastikan pasokan listrik yang tidak terputus dengan beralih secara otomatis antara sumber listrik utama (PLN) dan sumber listrik cadangan (PLTS). Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan alat peraga sistem ATS yang memanfaatkan kombinasi PLTS dan PLN sebagai sumber energi. Alat peraga ini dirancang untuk memberikan pemahaman yang lebih baik tentang prinsip kerja dan aplikasi sistem ATS dalam konteks energi terbarukan. Metode penelitian yang digunakan merupakan metode *Research And Development* (R&D). Perangkat keras yang digunakan mencakup panel surya, baterai, inverter, modul ATS, dan komponen elektronik lainnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat peraga yang dikembangkan mampu berfungsi dengan baik dalam melakukan transfer sumber listrik secara otomatis antara PLTS dan PLN. Hasil validasi ahli media memperoleh hasil dengan nilai validitas sebesar 96% yang menunjukkan Alat Peraga Sistem ATS menggunakan PLTS – PLN dikategorikan “Sangat Layak”. Hasil validasi ahli materi memperoleh hasil dengan nilai validitas sebesar 95,625% yang menunjukkan Alat Peraga Sistem ATS Menggunakan PLTS – PLN dikategorikan “Sangat Layak”.

Kata kunci: *Automatic Transfer Switch* (ATS), Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), PLN, Alat Peraga.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulisan ini dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam yang dipanjatkan kepada pangkuan baginda Nabi Muhammad SAW yang telah membawa perubahan terbesar terhadap kehidupan manusia diseluruh dunia, yang mengenalkan kepada manusia akan Tuhan Yang Maha Esa, Maha Kuasa lagi Maha Penyayang yakni ALLAH SWT. Adapun judul dari penelitian ini adalah: “Perancangan alat Peraga Sistem *Automatic Transfer Switch* (ATS) Menggunakan PLTS – PLN”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat akhir untuk menempuh gelar Sarjana Strata-1 pada Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

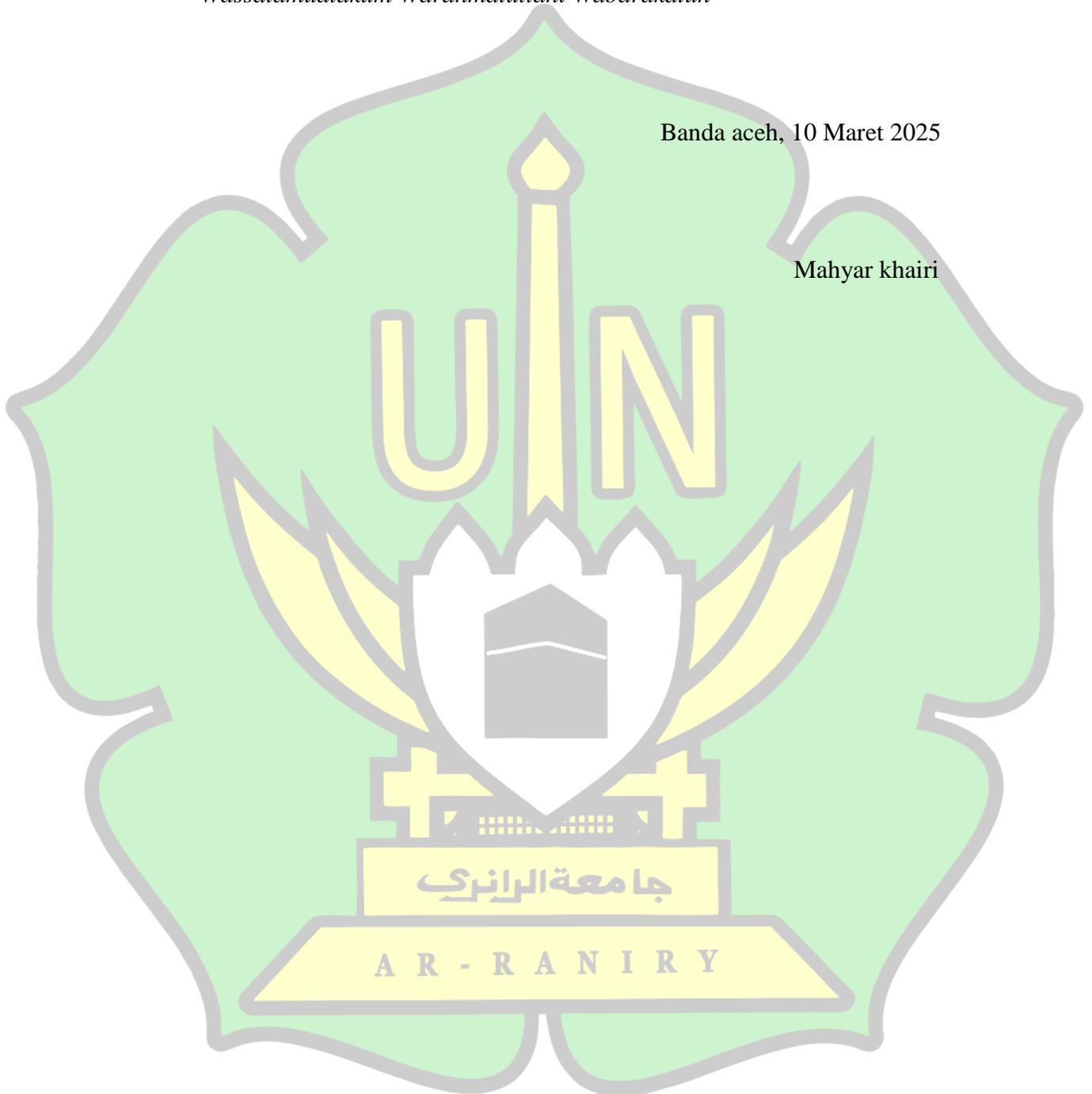
1. Terima kasih kepada orang tua saya sendiri, keluarga, dan sekaligus sanak saudara saya yang dimana hingga saat ini telah mendoakan saya serta memberikan dukungannya kepada saya, sehingga saya termotivasi untuk menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Amiin Ya Rabbal Alaamiin.
2. Terima kasih kepada Bapak Safrul Muluk, S.Ag, MA., M.Ed, Ph.D (Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry).
3. Terima kasih kepada Ibu Hari Anna Lastya, M.T (Ketua Prodi Pendidikan Teknik Elektro) sekaligus pembimbing saya yang telah sudi kiranya membimbing saya hingga pada tahap akhir dalam penyelesaian Skripsi ini. Semoga Allah membalas jasa kebaikan Ibu Hari Anna Lastya, M.T. Amiin Ya Rabbal Alaamiin.
4. Terima kasih kepada sahabat-sahabat dan teman-teman seperjuangan saya angkatan 2018 yang telah membantu saya dalam berbagai hal masukan maupun saran, sehingga saya dengan izin Allah dapat melangkah ke tahap sidang hingga saat ini, Semoga Allah membalas kebaikan antum semua Jazaakallahu Khairan Amiin Ya Rabbal Alaamiin

Akhirnya kepada Allah lah sang maha pencipta sengalanya penulis mohon petunjuk dan hidayah-Nya untuk mendapatkan kebenaran yang perlu ditegakkan. Âmîn ya Rabbal Alaamiin.

Wassalamualakum Warahmatullahi Wabarakatuh

Banda aceh, 10 Maret 2025

Mahyar khairi



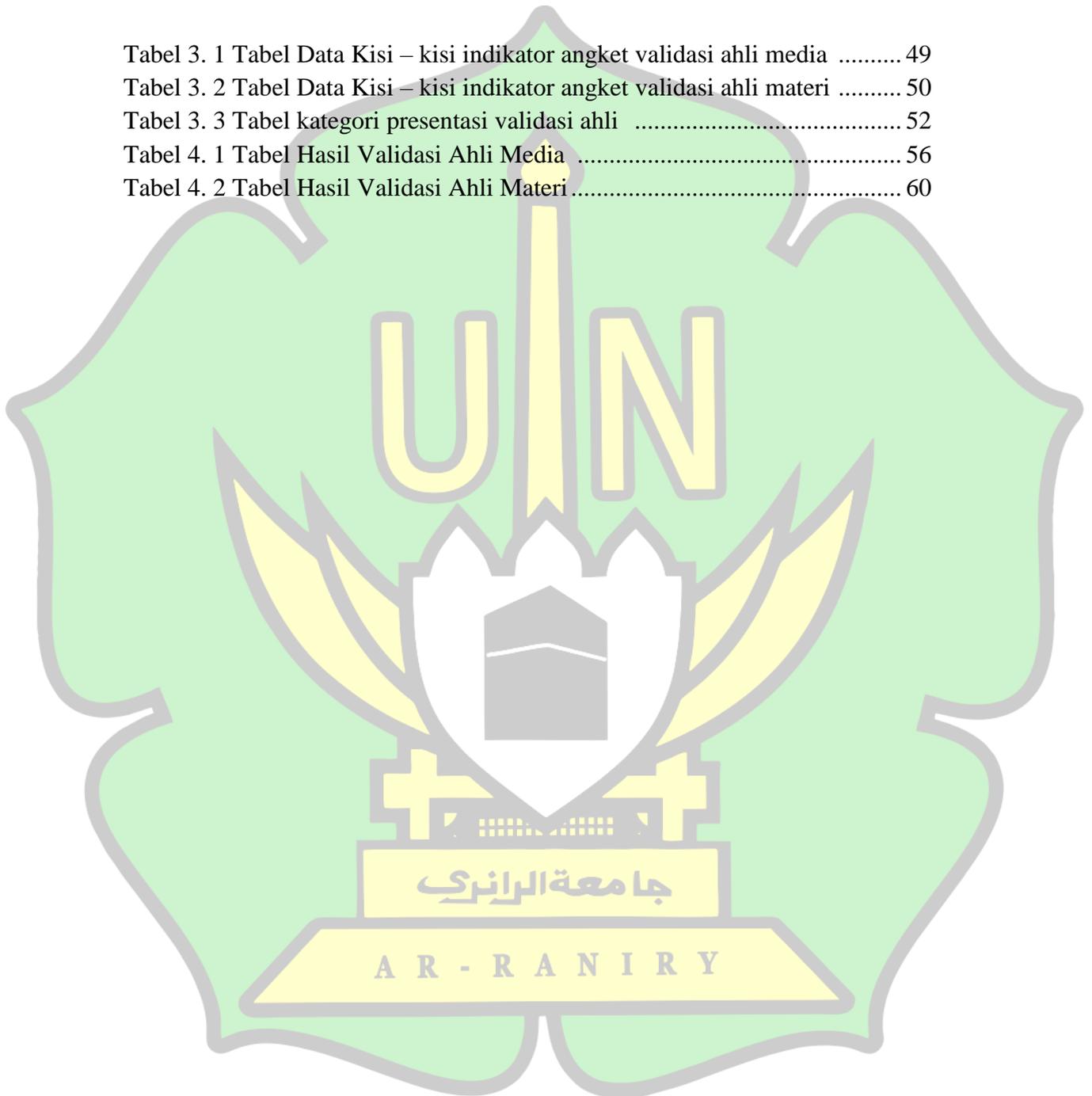
DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL JUDUL	
PENGESAHAN PEMBIMBING	
LEMBAR PENGESAHAN SIDANG	
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA	
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR.....	v
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
1. Manfaat Teoritis	3
2. Manfaat Praktis	4
E. Definisi Operasional	4
1. Perancangan	4
2. Alat Peraga	5
3. <i>Automatic Transfer Switch</i> (ATS).....	5
4. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).....	5
5. Perusahaan Listrik Negara (PLN)	5
F. Kajian Terdahulu Yang Relevan	6
BAB II LANDASAN TEORI	
A. Alat Peraga	9
1. Pengertian Alat Peraga	9
2. Jenis-jenis Alat Peraga	9
3. Fungsi Alat Peraga	15
4. Manfaat Alat Peraga	16
5. Indikator Alat Peraga	16
6. Kelebihan dan Kekurangan Alat Peraga	17
B. Sistem <i>Automatic Transfer Switch</i> (ATS).....	18
1. Pengertian Sistem <i>Automatic Transfer Switch</i>	18
2. Fungsi Sistem <i>Automatic Transfer Switch</i>	19
3. Prinsip Kerja Sistem <i>Automatic Transfer Switch</i>	21
4. Kelebihan dan Kekurangan Sistem <i>Automatic Transfer Switch</i>	23
5. Manfaat Sistem <i>Automatic Transfer Switch</i>	26
C. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).....	28

D. Komponen-komponen Automatic Tranfers Switch (ATS) yang digunakan	31
1. <i>Photovoltaic</i> (Modul Matahari).....	31
2. Adaptor	33
3. <i>Solar Charger Controller</i> (Pengontrol Pengisian Listrik (SCC))..	34
4. Baterai	35
5. <i>Grid</i> (Jaringan Listrik)	36
6. Pompa Air DC (Load).....	37
7. <i>Relay</i>	38
8. <i>Time Delay Relay</i> (TDR)	39
9. Sistem <i>Interlocking</i>	41
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
A. Rancangan Penelitian	42
B. Lokasi dan Waktu Penelitian	48
C. Instrumen Pengumpulan Data.....	48
D. Teknik Pengumpulan Data.....	50
E. Teknik Analisis Data.....	51
 BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Penelitian	53
1. Hasil Perancangan Alat Peraga	53
2. Hasil Validasi Alat Peraga Sistem ATS menggunakan PLTS - PLN	55
B. Pembahasan.....	63
 BAB V PENUTUP	
A. Kesimpulan	66
B. Saran	66
DAFTAR PUSTAKA	68
LAMPIRAN	71
DATA RIWAYAT HIDUP	97

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Tabel Data Kisi – kisi indikator angket validasi ahli media	49
Tabel 3. 2 Tabel Data Kisi – kisi indikator angket validasi ahli materi	50
Tabel 3. 3 Tabel kategori presentasi validasi ahli	52
Tabel 4. 1 Tabel Hasil Validasi Ahli Media	56
Tabel 4. 2 Tabel Hasil Validasi Ahli Materi	60



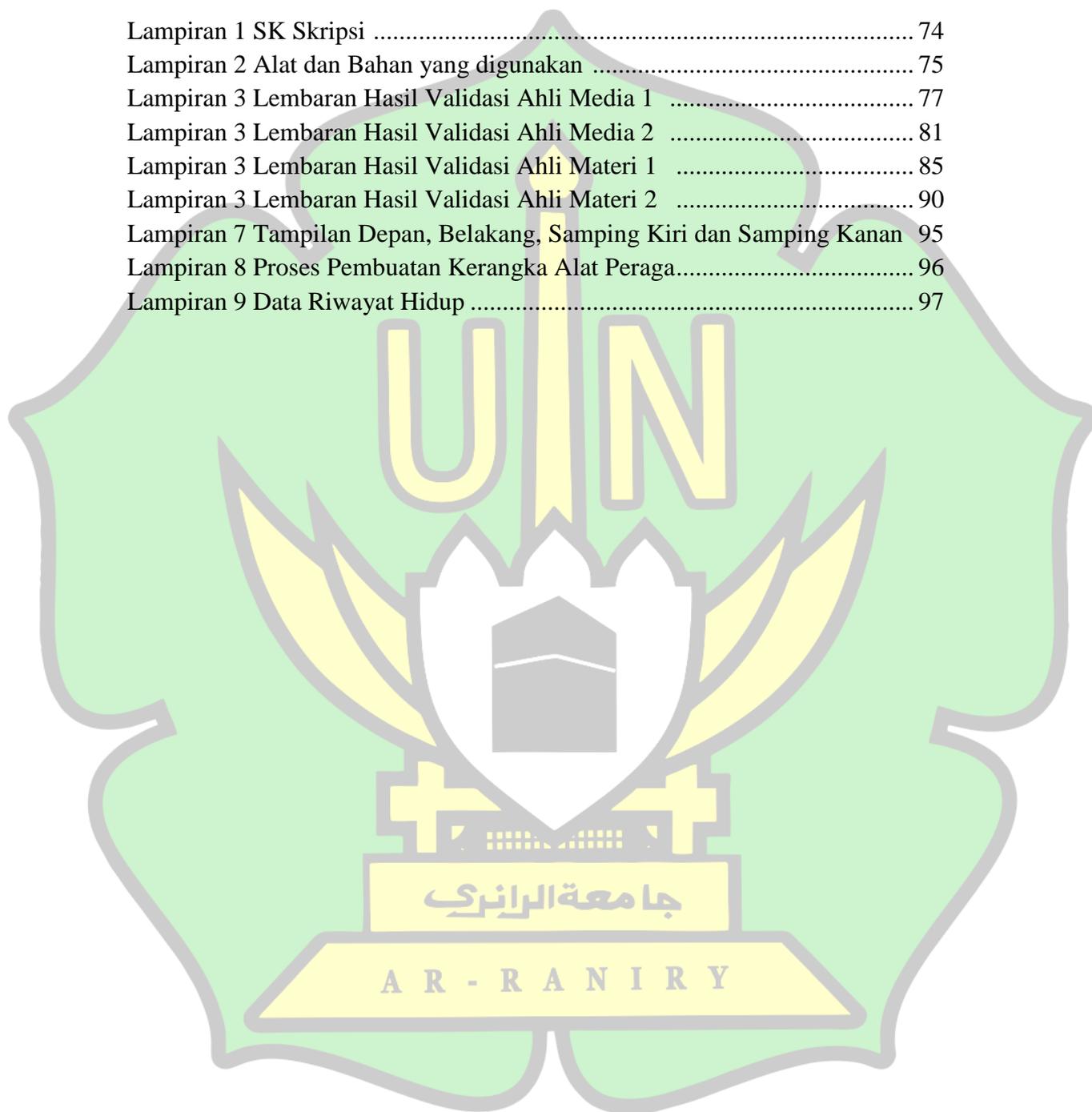
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Media Grafis.....	10
Gambar 2. 2 Media Audio.....	11
Gambar 2. 3 Media Proyeksi Diam.....	12
Gambar 2. 4 Media Proyeksi Gerak.....	13
Gambar 2. 5 Media Alat Peraga Ilmu Pengetahuan Alam.....	14
Gambar 2. 6 Media Alat Peraga yang dapat dilihat dan dibuat Fotografi.....	15
Gambar 2. 7 Wiring Diagram Prinsip Kerja Sistem ATS	22
Gambar 2. 8 Sistem PLTS <i>On-Grid</i>	29
Gambar 2. 9 Sistem PLTS <i>Off-Grid</i>	30
Gambar 2. 10 Sistem PLTS <i>Hybrid</i>	30
Gambar 2. 11 Photovoltaic Jenis Half Monocrystalline	32
Gambar 2. 12 Adaptor listrik AC/DC	33
Gambar 2. 13 <i>Solar Charger Controller</i> tipe PWM.....	35
Gambar 2. 14 Baterai <i>Lead Acid</i> 7Ah – 12VDC.....	36
Gambar 2. 15 <i>Grid</i> (Jaringan Listrik)	37
Gambar 2. 16 Pompa Air DC	38
Gambar 2. 17 <i>Relay</i>	39
Gambar 2. 18 <i>Time Delay Relay</i> (TDR)	40
Gambar 2. 19 <i>Wiring Diagram</i> Prinsip Kerja Rangkaian Interlock	41
Gambar 3. 1 Langkah-langkah Penelitian R&D	43
Gambar 3. 2 <i>Flowchart</i> Alur Penelitian.....	45
Gambar 3. 3 <i>Flowchart</i> Alur Perancangan dan pembuatan Alat Peraga	46
Gambar 3. 4 <i>Wiring Diagram</i> Daya dan Kontrol.....	47
Gambar 4. 1 Rangkaian Keseluruhan Alat Peraga Sistem ATS Menggunakan PLTS – PLN	55

A R - R A N I R Y

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 SK Skripsi	74
Lampiran 2 Alat dan Bahan yang digunakan	75
Lampiran 3 Lembaran Hasil Validasi Ahli Media 1	77
Lampiran 3 Lembaran Hasil Validasi Ahli Media 2	81
Lampiran 3 Lembaran Hasil Validasi Ahli Materi 1	85
Lampiran 3 Lembaran Hasil Validasi Ahli Materi 2	90
Lampiran 7 Tampilan Depan, Belakang, Samping Kiri dan Samping Kanan	95
Lampiran 8 Proses Pembuatan Kerangka Alat Peraga.....	96
Lampiran 9 Data Riwayat Hidup	97



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Energi berperan dalam setiap sendi peradaban. Kondisi stabil dalam hal pasokan energi, menunjukkan semakin stabil dan makmur suatu peradaban. Sebaliknya, ketidakstabilan pasokan energi dapat berakibat runtuhnya suatu peradaban.

Pemanfaatan teknologi energi sinar matahari menjadi salah satu solusi yang ideal. Sifat energi matahari yang melimpah, gratis, bebas limbah, dan pemanfaatannya lebih mudah dibandingkan dengan sumber energi terbarukan lain.¹ Pemanfaatan teknologi energi sinar matahari dapat diaplikasikan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk menyediakan pasokan energi listrik alternatif selain pasokan listrik PLN konvensional.

Pasokan listrik PLN konvensional hingga saat ini masih menghadapi permasalahan ketidakstabilan pasokan. Pasokan listrik PLN sering terjadi permasalahan berupa pemadaman listrik. Namun penggunaan energi listrik dari PLTS – PLN belum dapat dipantau dan dikontrol dengan baik. Hal ini ditunjukkan untuk mengontrol pasokan listrik dari dua sumber, yaitu pada saat pemadaman listrik dari PLN atau PLTS. Rangkaian *Automatic Transfer Switch* (ATS) akan mengerjakan pemindahan sumber energi dari sistem baterai penyimpanan Pembangkit Listrik Tenaga Surya ke PLN sebagai sumber cadangan secara otomatis apabila baterai sudah terdeteksi kosong oleh rangkaian *Automatic*

¹ Kholiq, Pemanfaatan Energi Alternatif sebagai Energi Terbarukan untuk Mendukung Substitusi BBM, *Jurnal IPTEK*, Vol 19, No. 2, 2015, hlm 75-91.

Transfer Switch (ATS), dengan demikian sistem kelistrikan akan tetap kontinyu memasok kebutuhan energi listrik.²

Kurikulum Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) tentang energi listrik mencakup topik yang berkaitan dengan bentuk dan sumber energi. Salah satunya energi terbarukan, didalamnya mempelajari tentang konsep, jenis, dan manfaat, serta teknologi untuk memproduksi energi tersebut. Target siswa mempelajari dan menguasai materi energi terbarukan beserta dengan instalasi, pengoperasian, dan pemeliharaan dalam bentuk yang praktis dan sederhana.

Penelitian melibatkan pengamatan dan analisis terhadap performa alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS - PLN. Selain itu, rancangan alat peraga penelitian diharapkan dapat membantu mahasiswa dalam mempelajari dan memahami penggunaan sistem *Automatic Transfer Switch* (ATS) dengan menggunakan dua sumber dari PLTS dan PLN.

Salah satu Penelitian yang dikaji oleh Rendi Efendi dengan judul “Rancang Bangun Alat Peraga Energi Terbarukan Berbasis Energi Surya”. Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat peraga yang dapat menghasilkan listrik dari energi surya. Alat ini dirancang untuk digunakan dalam pembelajaran praktikum dan menunjukkan bahwa energi surya dapat dimanfaatkan secara efisien untuk kebutuhan sehari-hari, seperti penerangan rumah mini, dan mendukung pembelajaran yang baik dan efisien³.

² Abdul Majid, Ir., MT, Perancangan Sistem Automatic Tranfers Switch (ATS) Sebagai Komponen Pelengkap Sistem Hybrid PLN – Sel Surya, *Jurnal Teknik Elektro*, 2018, Vol 7 no 1.

³ Rendi Efendi, Rancang Bangun Alat Peraga Energi Terbarukan Berbasis Energi Surya, 2020, Hlm 1-7

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang telah diuraikan diatas, maka penelitian ini berfokus pada merancang, dan validasi alat peraga sistem *Automatic Transfer Switch* (ATS) menggunakan PLTS – PLN dengan beban DC.

B. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana hasil rancangan alat peraga sistem ATS (*Automatic Transfer Switch*) menggunakan PLTS – PLN?
2. Bagaimana hasil validasi alat peraga sistem ATS (*Automatic Transfers Switch*) menggunakan PLTS – PLN?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui :

1. Hasil rancangan alat peraga sistem ATS (*Automatic Transfer Switch*) menggunakan PLTS – PLN.
2. Hasil validasi alat peraga sistem ATS (*Automatic Transfer Switch*) menggunakan PLTS – PLN.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

- a. Meningkatkan pemahaman tentang sistem ATS (*Automatic Transfer Switch*). Penulis membahas sistem ATS, termasuk prinsip kerja dan manfaatnya. Hal ini dapat meningkatkan pemahaman teoritis tentang bagaimana sistem ATS dapat membantu mencegah terjadinya resiko pemberhentian daya dari salah satu sumber energi, hal tersebut apabila terjadi gangguan atau pemadaman.

- b. Memperkenalkan teknologi sistem ATS (*Automatic Transfer Switch*) menggunakan dua sumber energi, yaitu PLTS (utama) dan PLN/*grid* (cadangan) kepada mahasiswa.
- c. Menjelaskan bagaimana teknologi sistem ATS (*Automatic Transfer Switch*) dapat membantu memaksimalkan penggunaan energi listrik.

2. Manfaat Praktis

a. Kurikulum SMK (Sekolah Menengah Kejuruan)

Memperkenalkan teknologi sistem ATS (*Automatic Transfer Switch*) menggunakan dua sumber energi listrik, siswa dapat mempelajari tentang sistem ATS, khususnya menggunakan sumber listrik PLTS (utama) – PLN (cadangan).

b. Manfaat Praktis Alat

Sistem ATS (*Automatic Transfer Switch*) pada penggunaan sumber dua energi listrik mencegah terjadinya resiko pemberhentian aliran daya salah satu sumber energi saat terjadi pemadaman atau gangguan.

E. Definisi Operasional

Definisi operasional yang digunakan dalam skripsi ini antara lain:

1. Perancangan

Perancangan adalah proses untuk mendefinisikan sesuatu yang akan dikerjakan dengan menggunakan teknik yang bervariasi serta di dalamnya

melibatkan deskripsi mengenai arsitektur serta detail komponen dan juga keterbatasan yang akan dialami dalam proses pengerjaannya.⁴

2. Alat Peraga

Alat peraga adalah alat bantu digunakan oleh guru untuk proses pembelajaran agar proses pembelajaran siswa lebih efektif.⁵

3. Automatic Transfer Switch (ATS)

Automatic Transfer Switch (ATS) merupakan saklar listrik yang dapat beralih ketika sumber listrik utama (PLTS) terganggu, secara otomatis akan mengalihkan sumber listrik cadangan (PLN) ke beban untuk menyuplai energi listrik.⁶

4. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Pembangkit Listrik Tenaga Surya adalah suatu alat pembangkit listrik yang memanfaatkan sinar matahari melalui sel surya (*photovoltaic*) dan mengkonversikan radiasi sinar matahari menjadi energi listrik.⁷

5. Perusahaan Listrik Negara (PLN)

PLN adalah Badan Usaha Milik Negara (BUMN), yang diberi tugas dan tanggung jawab oleh pemerintah melaksanakan pembangunan dan penyelenggaraan dibidang penyediaan tenaga listrik untuk kepentingan umum.⁸

⁴ Adiguna., Saputra Chandra., dan Pradana, Analisis dan Perancangan Sistem Informasi Manajemen Gudang pada PT Mitra Pinasthika Mulia Surabaya, *Jurnal Pengembangan Teknologi dan Ilmu Komputer*, 2018, hal 612-621.

⁵ Sudjana nana, Dasar-dasar proses belajar mengajar, Buku, 2008.

⁶ Jean Rostand, Mustapha, Adabara, and Hassan, "Design of an Automatic Transfer Switch for households solar PV system," *European Journal of Advances in Engineering and Technology*, 2019, Hlm1 54-65.

⁷ Ta'alim NurHidayat, RohmoSubodro, Sutrisno, Analisis Output Daya Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dengan Kapasitas 10wp, 20 wp, dan 30 wp, *Jurnal CRANKSHAFT*, 2021. Hlm 10.

F. Kajian Terdahulu yang Relevan

- 1) Penelitian yang dikaji oleh Lari Andres Sanjaya, Agus Setyo Budi, I Made Astra dengan judul “Pengembangan Alat Peraga Energi Terbarukan”. Penelitian ini menunjukkan bahwa alat peraga energi terbarukan yang dikembangkan berupa miniatur rumah dengan sumber listrik berbasis energi matahari dan mekanik sangat efektif dalam membantu siswa memahami konsep energi terbarukan. Alat ini memungkinkan siswa untuk melakukan eksperimen dengan mengubah sudut cahaya dan mengamati hasilnya, sehingga meningkatkan pemahaman mereka tentang energi listrik yang dihasilkan.⁹
- 2) Penelitian yang dikaji oleh Nur Fadhilah, Doty Dewi Rosanti, Ruri Agung Wahyuono, Dyah Sawitri, Lizda Johar Mawarani, Maktum Muharja dengan judul “Penggunaan Media Alat Peraga Berbais Energi Terbarukan Guna Menunjang Model Pembelajaran *Student-Centered Learning* di SDN Ajung 01 Kalisat“. Penelitian ini mengembangkan media peraga yang mencakup robot bertenaga surya dan angin, serta modul pembelajaran interaktif. Hasilnya menunjukkan bahwa media ini tidak hanya menarik perhatian siswa, tetapi juga meningkatkan motivasi dan pemahaman mereka terhadap konsep dasar energi terbarukan. Media ini dirancang sesuai dengan Kurikulum Merdeka, menjadikannya relevan untuk pembelajaran formal.¹⁰

⁸ Irpan, Tinjauan Hukum tentang PT. PLN (Persero) Sebagai Pelaku Usaha Dalam Penyediaan Listrik Bagi Konsumen, *Jurnal Ilmu Hukum Legal Opinion*, 2013, Hlm 2

⁹ Lari Andres Sanjaya, Agus Setyo Budi, I Made Astra, Pengembangan Alat Peraga Energi terbarukan, *E-Journal*, 2016, Hlm 1-4.

¹⁰ Nur Fadhilah, Doty Dewi Rosanti, Ruri Agung Wahyuono, Dyah Sawitri, Lizda Johar Mawarani, Maktum Muharja, Penggunaan Media Alat Peraga Berbais Energi Terbarukan Guna Menunjang Model Pembelajaran *Student-Centered Learning* di SDN Ajung 01 Kalisat, 2025, Hlm 2667-2676.

3) Penelitian yang dikaji oleh Dyah Ayu Lestari dan Imam Sucahyo dengan judul “Pengembangan Alat Peraga Mini Sopetric (*Solar Power Electricity*) pada Materi Energi Alternatif di Kelas X SMA”. Penelitian ini mengembangkan alat peraga Mini Sopetric yang berfungsi sebagai pembangkit listrik tenaga surya dalam skala kecil. Validitas alat ini mencapai 92,67%, menandakan bahwa alat tersebut sangat layak digunakan dalam pembelajaran fisika mengenai energi alternatif. Alat ini memungkinkan siswa untuk melakukan praktikum dan memahami konversi energi surya menjadi listrik secara langsung.¹¹

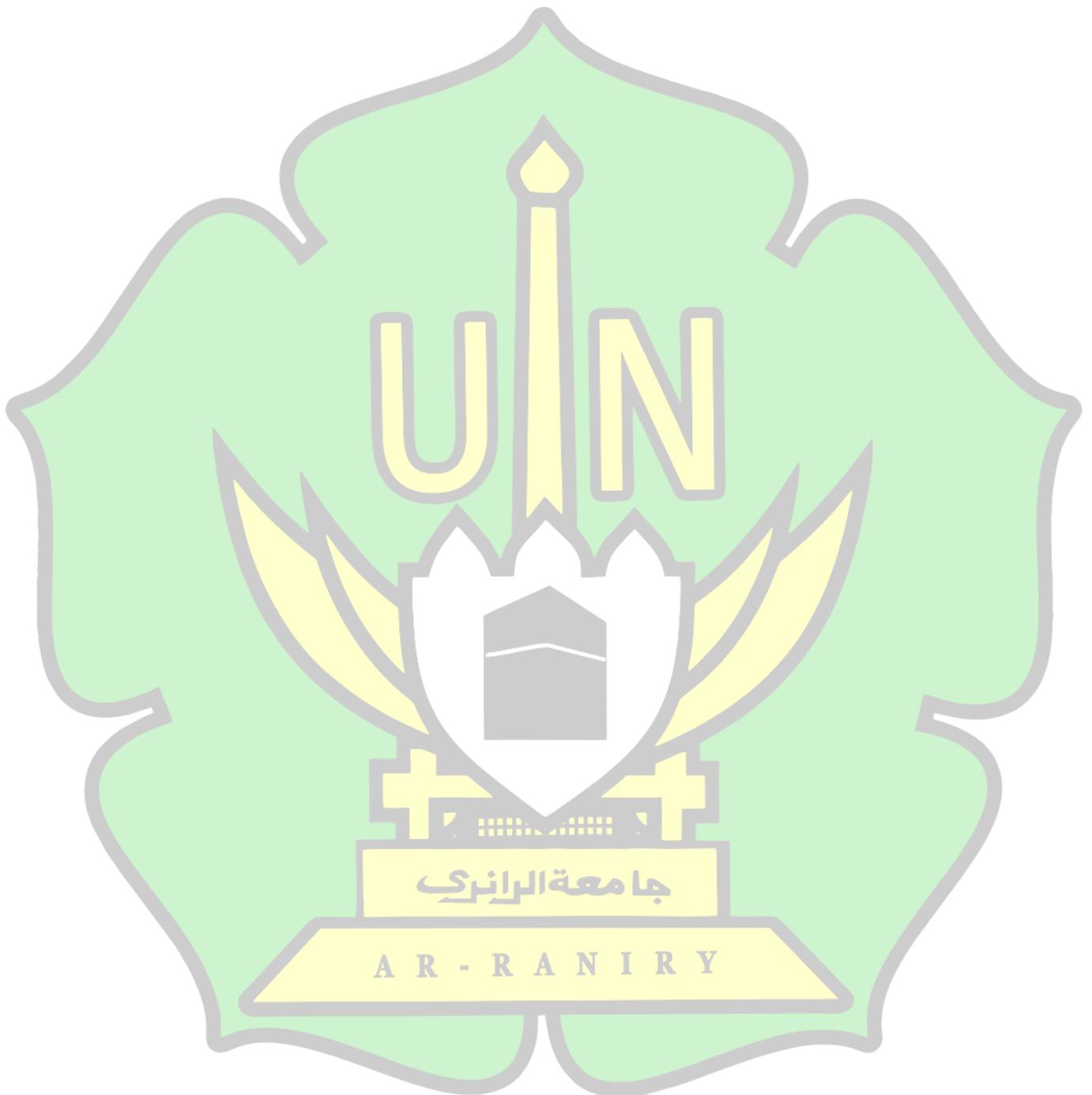
4) Penelitian yang dikaji oleh Rendi Efendi dengan judul “Rancang Bangun Alat Peraga Energi Terbarukan Berbasis Energi Surya”. Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat peraga yang dapat menghasilkan listrik dari energi surya. Alat ini dirancang untuk digunakan dalam pembelajaran praktikum dan menunjukkan bahwa energi surya dapat dimanfaatkan secara efisien untuk kebutuhan sehari-hari, seperti penerangan rumah mini.¹²

Berdasarkan empat (4) penelitian kajian yang terdahulu yang relevan, penelitian yang dilakukan untuk mengembangkan alat peraga energi terbarukan salah satunya energi matahari, penelitian sangat efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa tentang konsep energi terbarukan, memberikan pengalaman praktis bagi siswa dalam memahami cara kerja teknologi ini.

¹¹ Dyah Ayu Lestari dan Imam Sucahyo, Pengembangan Alat Peraga Mini Sopetric (*Solar Power Electricity*) pada Materi Energi Alternatif di Kelas X SMA, 2023, Hlm 77-90.

¹² Rendi Efendi, Rancang Bangun Alat Peraga Energi Terbarukan Berbasis Energi Surya, 2020, Hlm 1-7

Berdasarkan penelitian yang diuraikan diatas, persamaan penelitian yang dilakukan mencakup pengembangan alat peraga energi terbarukan. Perbedaannya terletak pada jenis alat peraga yang dibuat.



BAB II

LANDASAN TEORITIS

A. Alat Peraga

1. Pengertian Alat Peraga

Alat peraga adalah suatu benda atau media yang digunakan untuk mendukung proses pembelajaran, sehingga siswa dapat lebih mudah memahami konsep dan materi yang dipelajari. Alat peraga ini dapat berupa benda nyata, gambar, diagram, video, atau bahkan perangkat lunak yang digunakan untuk menyajikan informasi secara interaktif dan menyenangkan. Dengan demikian, alat peraga dapat meningkatkan kualitas pembelajaran dan hasil belajar siswa.¹³

Dalam teori belajar, alat peraga juga memiliki peran penting. Menurut Sudjana, belajar adalah proses perubahan yang ditandai dengan adanya perubahan pada diri seseorang, termasuk perubahan pengetahuan dan pemahaman. Alat peraga dapat membantu dalam proses ini dengan cara menunjukkan konsep-konsep yang kompleks menjadi lebih sederhana dan mudah dipahami.

2. Jenis-jenis Alat Peraga

a. Media Grafis

Media grafis adalah alat peraga yang menyajikan desain materi dalam bentuk simbol-simbol komunikasi visual. Contoh media grafis antara lain: gambar/foto, sketsa, diagram, bagan/chart, grafik, kartun, poster, peta, dan

¹³ Nurhasanah, Alat Peraga Karakteristik Transistor Menggunakan Ardiuno Sebagai Media Pembelajaran Elektronika Dasar, *Skripsi*, 2018.

globe. Media grafis bersifat sederhana, mudah pembuatannya, dan relatif murah.¹⁴



Gambar 2. 1 Media Grafis¹⁵

b. Media Audio

Media audio adalah alat peraga yang menyajikan desain materi dalam bentuk lambang-lambang auditif. Contoh media audio antara lain: media radio, media rekaman, laboratorium bahasa. Media audio ini membantu siswa memahami konsep melalui suara dan nada.¹⁶

¹⁴ Abd Halik, Abdul Hakim, Pengaruh Penggunaan Media Grafis Terhadap Hasil Belajar Mata Pelajaran Bahasa Indonesia Siswa Sekolah Dasar Negeri 55 Parepare, *Journal of Education, language Teaching and Science*, 2020, Hlm 28 – 34.

¹⁵ Depositphotos, 2014, Grafik Batang Pertumbuhan dan Bagan Lingkaran, Tanggal diaksesnya 8 Maret 2025, <https://depositphotos.com/id/photo/growing-bar-graphs-and-pie-chart-40094381.html>.

¹⁶ Rieka Mustika, Media Pembelajaran Sistem Audio Untuk PEMBERDAYAAN Pendidikan di Komunitas Masyarakat, *Jurnal Masyarakat Telematika dan Informasi*, 2015, Hlm 57 – 68.



Gambar 2. 2 Media Audio¹⁷

c. Media Proyeksi Diam

Media proyeksi diam adalah alat peraga yang menyajikan desain pesan/materi layaknya media grafis, tetapi penyajiannya dengan teknik diproyeksikan dengan peralatan yang disebut proyektor. Contoh media proyeksi diam antara lain: film bingkai (*slide*), film rangkai (*film strip*), media transparansi (*overhead projector/transparency*).¹⁸

¹⁷ Sharp, *TOKYO Portable Digital Radio*, Tanggal diaksesnya 8 Maret 2025, <https://www.sharpconsumer.com/audio/drp420bk/>.

¹⁸ Agus Miftakus Surur, *Pengembangan Media Pembelajaran : Teori, Aplikasi, dan Publikasi*, *Buku*, 2021, Hlm 43.



Gambar 2. 3 Media Proyeksi Diam¹⁹

d. Media Proyeksi Gerak

Media proyeksi gerak adalah alat peraga yang menyajikan desain pesan/materi dalam bentuk obyek yang bergerak. Contoh media proyeksi gerak antara lain: film, televisi, komputer (animasi), dan permainan simulasi. Media ini digunakan melalui proses perekaman dan menggunakan alat perekam gerak.²⁰

¹⁹ Creator Media, 2024 Jenis-jenis Media yang Diproyeksikan, Tanggal diaksesnya 8 Maret 2025, <https://creatormedia.maketcreator.com/jenis-jenis-media-visual-yang-diprojeksikan/>.

²⁰ Anang Silahuddin, Pengenalan Klasifikasi, Karakteristik, dan Fungsi Media Pembelajaran MA Al-Huda Karang Melati, *Jurnal*, 2022, Hlm 162 – 175.



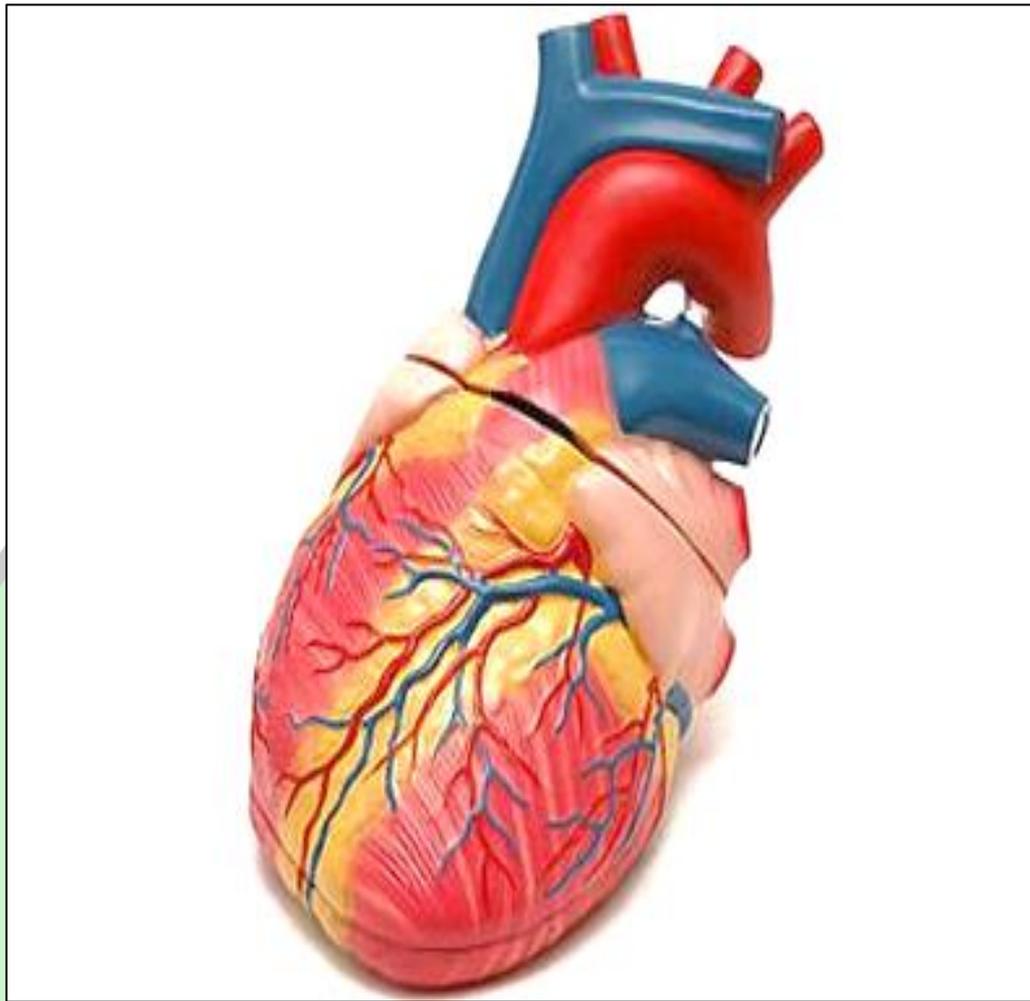
Gambar 2. 4 Media Proyeksi Gerak²¹

e. Alat Peraga IPA

Alat peraga IPA adalah seperangkat benda konkret yang dirancang, dibuat, dihimpun, atau disusun secara sengaja untuk membantu menanamkan atau mengembangkan konsep-konsep atau prinsip-prinsip dalam IPA. Contoh alat peraga IPA antara lain: anatomi tubuh/kerangka tubuh manusia, mikroskop kecil, termometer, anemometer, dinamometer.²²

²¹ Amazon, 2022, *Viewsonic PA503S DLP Projector Luidspreker Wit Grijs*, Tanggal diaksesnya 8 Maret 2025, <https://www.amazon.nl/Viewsonic-PA503S-DLP-projector-luidspreker-wit-grijs/dp/B071G5H5Q1?th=1>.

²² Alvi Syafaatu Rosidah, Asyahidah Alqurni, Muhammad Suwigno Prayogo, Penggunaan Alat Peraga Pada Mata Pelajaran IPA Fisika Tentang Bunyi di Sekolah Dasar, 2023, *Jurnal Pendidikan Islam*, Hlm 299 – 313.



Gambar 2. 5 Media Alat Peraga Ilmu Pengetahuan Alam²³

f. Alat Peraga yang Dapat Dilihat dan Dibuat Fotografinya

Alat peraga ini dapat dilihat secara langsung dan juga dapat dibuat fotografinya untuk memudahkan pengamatan. Contoh alat peraga ini antara lain: benda-benda kecil yang tidak dapat dilihat dengan mata.²⁴²⁵

²³ Pudak Scientific, Model Jantung Manusia, Tanggal diaksesnya 8 Maret 2025, https://www.pudak-scientific.com/detail_products.php?id=224.

²⁴ S. H. Khotimah, Pengaruh Penggunaan Alat Peraga Terhadap Hasil Belajar Matematika Pada Materi Bangun Ruang, *Jurnal Penelitian dan Pengembangan*, 2019, Hlm 48-55.



Gambar 2. 6 Media Alat Peraga yang Dapat Dilihat dan Dibuat Fotografi²⁶

3. Fungsi Alat Peraga

- a. Penggunaan alat peraga dalam proses belajar mengajar bukan merupakan fungsi tambahan, tetapi mempunyai fungsi tersendiri sebagai alat bantu untuk mewujudkan situasi belajar mengajar yang efektif.
- b. Penggunaan alat peraga merupakan bagian yang integral dengan dengan tujuan dan isi pelajaran.
- c. Alat peraga dalam pembelajaran bukan semata-mata alat hiburan/alat pelengkap.

²⁵ I Gusti Made Surya Ade Candra, Hendra Uloli, & Fentje Abdul Rauf, Pengembangan Media Pembelajaran Alat Peraga *Continously Variable Transmission (CVT)* Sepeda Motor Pada Mata Kuliah Teknologi Sepeda Motor, *Jurnal Of Engeneering Education*, 2022, Hlm 23-31.

²⁶ I Wayan Sumatika, 2023, "Water Drop Photography" : Menangkap Pesona Tetesan Air dalam Fotografi, Tanggal diaksesnya 8 Maret 2025, <https://tatkala.co/2023/09/20/water-drop-photography-menangkap-pesona-tetesan-air-dalam-fotografi/>.

- d. Alat peraga dalam pembelajaran lebih diutamakan untuk mempercepat proses belajar mengajar dan membantu siswa dalam menangkap pengertian yang diberikan guru.²⁷

4. Manfaat Alat Peraga

Manfaat alat peraga dalam proses belajar mengajar antara lain ;

- a. Alat peraga dapat meningkatkan semangat belajar siswa dengan yang lebih menarik dan interaktif.
- b. Alat peraga dapat memperluas cakrawala pengetahuan siswa yang menstimulasi pengembangan pribadi serta profesi para guru dalam meningkatkan mutu pengajaran.
- c. Alat peraga dapat memperjelas keabstrakan dari suatu konsep pelajaran, membantu siswa mengartikan kenyataan dari konsep abstrak melalui indra sebagai perantara.
- d. Penggunaan alat peraga dapat meningkatkan hasil belajar siswa, terutama materi yang abstrak seperti dimensi tiga.
- e. Alat peraga dapat mempermudah siswa dalam memahami materi pelajaran, sehingga menghemat waktu dan sumber daya dalam proses belajar mengajar.²⁸

5. Indikator Alat Peraga

Indikator alat peraga dalam pembelajaran merujuk pada kriteria yang digunakan untuk menilai efektivitas penggunaan alat peraga dalam

²⁷ Juwairiah, S.T., M.Pd, Alat peraga dan Pembelajaran Kimia, *Artikel*, 2013, Hlm 7.

²⁸ Buci Nofersa Florensia, Pengembangan Alat Peraga Matematika Papan Tali Perkalian Berbasis Metode *Montessori* Pada Operasi Hitung Perkalian Di Kelas III Sekolah Dasar, *Artikel Ilmiah*, 2018

meningkatkan pemahaman dan hasil belajar. Berikut adalah beberapa indikator yang umum digunakan:

- a. Peningkatan Pemahaman Konsep: Siswa dapat menjelaskan dan memahami konsep yang diajarkan dengan lebih baik setelah menggunakan alat peraga.
- b. Aktivitas Siswa: Tingkat partisipasi dan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran meningkat, yang dapat diukur melalui observasi aktivitas selama pembelajaran.
- c. Hasil Belajar: Peningkatan nilai atau ketuntasan belajar siswa dalam evaluasi setelah penggunaan alat peraga, dibandingkan dengan sebelum penggunaan.
- d. Minat Belajar: Alat peraga dapat meningkatkan minat dan motivasi siswa untuk belajar, yang dapat diukur melalui angket atau observasi.
- e. Kerja Sama dalam Kelompok: Alat peraga dapat mendorong siswa untuk bekerja sama dalam kelompok, sehingga meningkatkan kemampuan kolaboratif mereka.²⁹

6. Kelebihan dan Kekurangan Penggunaan Alat Peraga

Adapun kelebihan penggunaan alat peraga antara lain :

- a. Menumbuhkan minat belajar peserta didik karena pelajaran menjadi lebih menarik.
- b. Memperjelas makna bahan pelajaran sehingga peserta didik lebih mudah memahaminya.

²⁹ Tiyas Purbaningsih, Penggunaan Alat Peraga Untuk Meningkatkan Motivasi dan Hasil Belajar Matematika Siswa Kelas IV SD Negeri 03 Gondangrejo Tahun Pelajaran 2017, *Skripsi*, Hlm 20 – 27.

- c. Metode mengajar akan lebih bervariasi sehingga peserta didik tidak akan mudah bosan.
- d. Membuat lebih aktif melakukan kegiatan belajar seperti : mengamati, melakukan, mendemostrasikan, dan sebagainya.

Adapun kekurangan penggunaan alat peraga antara lain :

- a. Mengajar dengan memakai alat peraga lebih banyak menuntut guru.
- b. Banyak waktu yang diperlukan untuk persiapan.
- c. Perlu kesediaan berkorban secara materi.³⁰

B. Sistem *Automatic Transfer Switch* (ATS)

1. Pengertian Sistem *Automatic Transfer Switch* (ATS)

Automatic Transfer Switch adalah sebuah rangkaian monitoring atau control listrik yang mengatur pergantian suplai catu daya listrik untuk beban dari sumber utama dari PLTS ke sumber listrik cadangan atau PLN. Secara sederhana fungsi *Automatic Transfer Switch* (ATS) untuk melakukan Transfer daya secara otomatis ke beban, dari sebuah sumber listrik prioritas (utama) ke sumber *backup* (cadangan) saat terjadi masalah seperti pemadaman pada sumber utama.

Pada dasarnya pembuatan ATS adalah memainkan penalaran logika matematika dengan merangkaikan beberapa alat seperti *Relay*, *Timer*, Kontaktor, dan *Miniatur circuit Breaker* (MCB). Alat-alat tersebut pada prinsipnya adalah sebagai saklar ataupun pemutus aliran listrik.

³⁰ Nasaruddin, Media Dan Alat Peraga Dalam Pembelajaran Matematika, *Jurnal*, 2018, Hlm 21 - 30

Pemakaian panel ATS ini dibedakan pada besar kecilnya pemakaian listrik. Semakin besar pemakaian daya listrik, tentunya semakin besar pula spesifikasi komponen-komponennya, terutama *breaker*, kontaktornya, dan juga ukuran kabelnya.

2. Fungsi Sistem Automatic Transfer Switch (ATS)

Berikut adalah penjelasan rinci mengenai fungsi sistem *Automatic Transfer Switch*:

a. Deteksi gangguan

Automatic Transfer Switch memiliki kemampuan untuk mendeteksi gangguan atau kegagalan pada sumber daya listrik utama. Ini dapat mencakup pemadaman listrik, fluktuasi tegangan, atau masalah lainnya yang dapat mengganggu pasokan daya.

b. Pemantauan Kualitas Daya

Automatic Transfer Switch juga memantau kualitas daya dari sumber utama dan sumber cadangan. Ini mencakup tegangan, frekuensi, dan stabilitas sumber daya listrik. Jika ada ketidakstabilan atau ketidaksesuaian dengan parameter yang telah ditentukan, ATS dapat merespons sesuai perintah.

c. Pengaturan Prioritas

Automatic Transfer Switch biasanya memungkinkan pengaturan prioritas untuk sumber daya listrik anda dapat menentukan sumber daya mana yang harus digunakan sebagai sumber daya utama dan sumber cadangan. Ini memungkinkan fleksibilitas dalam manajemen pasokan daya sesuai kebutuhan.

d. Proses Perpindahan

Ketika *Automatic Transfers Switch* mendeteksi gangguan pada sumber daya listrik utama, atau ketika kualitas daya listrik tidak sesuai dengan standar yang ditetapkan, ATS akan memulai proses perpindahan ke sumber daya cadangan. Proses ini terjadi dalam hitungan detik dan biasanya dilakukan dengan sangat cepat untuk meminimalkan gangguan pasokan daya.

e. Sinkronisasi

Sebelum beralih ke sumber daya cadangan, ATS akan memastikan bahwa sumber cadangan memiliki kualitas daya yang sesuai dengan sumber utama. Ini melibatkan sinkronisasi tegangan dan frekuensi antara kedua sumber daya. Proses ini penting untuk mencegah kerusakan peralatan sensitif yang dapat terjadi jika perpindahan terjadi tanpa sinkronisasi.

f. Monitoring dan Pemantauan

Selama operasi normal, ATS terus memantau kondisi sumber daya listrik, termasuk sumber daya utama dan cadangan. Jika ada masalah, ATS dapat memberikan peringatan dan *log* (rekaman) kejadian, yang dapat digunakan untuk analisis pasca-insiden.

g. Otomatisasi

ATS adalah perangkat otomatis, yang berarti seluruh proses perpindahan pasokan daya terjadi tanpa campur tangan manusia. Hal ini meminimalkan waktu henti dan meningkatkan keandalan pasokan daya.

h. Manual *Override*

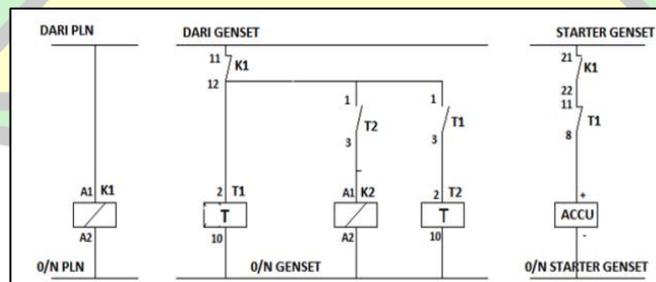
ATS seringkali dilengkapi dengan opsi manual *override* yang memungkinkan operator untuk memilih secara manual sumber daya yang akan digunakan jika diperlukan. Ini dapat berguna dalam situasi tertentu ketika perlu ada intervensi manusia.³¹

3. Prinsip Kerja Sistem *Automatic Transfer Switch* (ATS)

- a. Deteksi Gangguan: ATS dilengkapi dengan sensor atau pemantau yang dapat mendeteksi gangguan pada sumber daya listrik utama. Gangguan tersebut bisa berupa pemadaman listrik, tegangan yang tidak stabil, atau gangguan lainnya.
- b. Penentuan Kondisi Sumber Listrik: Setelah mendeteksi gangguan, ATS akan mengevaluasi kondisi sumber daya listrik utama. Jika sumber daya tersebut masih dalam kondisi normal, ATS akan tetap mempertahankannya sebagai sumber utama.
- c. Pemantauan Sumber Cadangan: Selain memantau sumber daya listrik utama, ATS juga terhubung ke sumber cadangan seperti generator listrik atau sistem baterai cadangan. ATS akan memantau kondisi dan ketersediaan sumber cadangan ini.
- d. Penentuan Peralihan: Jika ATS mendeteksi bahwa sumber daya listrik utama mengalami gangguan atau tidak stabil, dan sumber cadangan tersedia dan dalam kondisi baik, ATS akan memutuskan untuk beralih ke sumber cadangan.

³¹ Faisal Tanjung, Sopyang, Suryani, & Zulfajri Basri Hasanuddin, Perancangan Panel ATS (*Automatic Transfer Switch*) PLN ke Generator Gudang Pupuk di Jeneponto, *Jurnal Teknik Elektro*, 2022, Hlm 102.

- e. Pengalihan Sinyal: Setelah keputusan untuk beralih diambil, ATS akan mengirimkan sinyal kepada peralatan dan perangkat listrik terkait untuk beralih dari sumber utama ke sumber cadangan. Ini termasuk mengaktifkan generator listrik atau melepas koneksi dari jaringan listrik umum dan mengarahkannya ke sumber cadangan.
- f. Pemantauan Pasca-Peralihan: Setelah beralih ke sumber cadangan, ATS akan terus memantau kembali kondisi sumber daya listrik utama. Begitu sumber utama telah pulih dan kembali stabil, ATS akan memutuskan untuk kembali beralih ke sumber utama jika itu lebih diinginkan atau mematikan sumber cadangan jika tidak lagi diperlukan.
- g. Otomatisasi Proses: Prinsip utama ATS adalah otomatisasi. Semua proses pengambilan keputusan dan peralihan sumber daya dilakukan tanpa intervensi manusia. Ini memastikan bahwa pengalihan sumber daya terjadi secepat mungkin, mengurangi waktu pemadaman listrik, dan menjaga kontinuitas pasokan listrik.
- h. Pengendalian Manual: Meskipun dirancang untuk operasi otomatis, ATS juga dilengkapi dengan opsi pengendalian manual. Ini memungkinkan operator untuk memilih sumber daya secara manual jika diperlukan dalam situasi tertentu.³²



Gambar 2. 7 Wiring Diagram Prinsip Kerja Sistem ATS

³² Eko Susanto, *Automatic Transfer Switch*, *Jurnal Teknik Elektro*, 2013, Hlm 18-21

4. Kelebihan dan Kekurangan Sistem *Automatic Transfer Switch* (ATS)

a. Kelebihan Sistem *Automatic Transfer Switch* (ATS)

- 1) **Kontinuitas Pasokan Daya:** Salah satu kelebihan utama ATS adalah kemampuannya untuk menjaga kelangsungan pasokan daya listrik ke beban kritis tanpa adanya gangguan atau pemadaman. Ketika sumber daya utama mengalami gangguan, ATS secara otomatis beralih ke sumber daya cadangan, seperti generator atau sumber daya cadangan lainnya, dalam hitungan detik, memastikan bahwa beban terus teraliri dengan minimal gangguan.
- 2) **Otomatisasi Proses:** ATS menghilangkan kebutuhan akan campur tangan manusia dalam proses pengalihan daya. Dengan deteksi otomatis terhadap kegagalan sumber daya utama, ATS langsung mengaktifkan sumber daya cadangan tanpa perlu intervensi manual. Hal ini memungkinkan respons yang cepat dan efisien terhadap gangguan daya listrik.
- 3) **Proteksi dan Keamanan:** ATS dilengkapi dengan fitur proteksi dan pemutusan otomatis yang dapat menghindari kerusakan pada peralatan dan instalasi listrik akibat lonjakan atau gangguan daya. Sistem ini memonitor kualitas daya secara terus-menerus dan dapat melakukan pemutusan sirkuit jika terdeteksi adanya anomali atau kegagalan pada sumber daya.
- 4) **Fleksibilitas:** ATS dapat dikonfigurasi untuk beroperasi dengan berbagai jenis sumber daya cadangan, termasuk generator diesel, baterai cadangan, atau sumber daya lainnya. Hal ini memberikan fleksibilitas dalam memilih solusi cadangan yang sesuai dengan kebutuhan dan anggaran.

5) Kemudahan Instalasi dan Penggunaan: ATS umumnya dirancang untuk instalasi yang mudah dan penggunaan yang intuitif. Mereka sering dilengkapi dengan antarmuka pengguna yang ramah, yang memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengelola sistem dengan mudah. Selain itu, ATS biasanya memiliki ukuran yang kompak dan dapat dipasang dalam ruang yang terbatas.

6) Monitor dan Pemantauan: Sebagian besar ATS dilengkapi dengan fitur pemantauan yang memungkinkan pengguna untuk melacak kinerja sistem dan mendeteksi gangguan potensial. Informasi tentang status operasional, waktu pengalihan, dan kondisi sumber daya dapat ditampilkan melalui panel kontrol atau melalui antarmuka pengguna yang terhubung secara jarak jauh.

7) Efisiensi Energi: ATS dapat membantu mengoptimalkan penggunaan energi dengan mengalihkan pasokan daya ke sumber cadangan hanya saat diperlukan. Ini membantu mengurangi konsumsi bahan bakar pada generator atau sumber daya cadangan lainnya, serta mengurangi biaya operasional jangka panjang.

b. Kekurangan Sistem *Automatic Transfer Switch* (ATS)

1) Biaya: ATS dapat menjadi investasi yang cukup besar. Biaya pembelian, instalasi, dan pemeliharaan ATS mungkin tidak terjangkau bagi semua pengguna, terutama untuk rumah atau bisnis kecil.

2) Ketergantungan pada Sumber Cadangan: ATS mengandalkan sumber daya cadangan, seperti generator listrik atau sumber listrik baterai, untuk mengambil alih pasokan daya saat sumber utama gagal. Namun, sumber

daya cadangan itu sendiri dapat mengalami kegagalan atau masalah teknis, yang bisa menyebabkan gangguan dalam pasokan listrik.

- 3) Kompleksitas Pemeliharaan: ATS memerlukan pemeliharaan yang teratur untuk memastikan kinerjanya yang optimal. Ini meliputi pemeriksaan rutin, tes operasional, dan perbaikan jika diperlukan. Pemeliharaan yang tidak tepat atau terjadwal secara tidak benar dapat menyebabkan ATS tidak berfungsi dengan baik saat dibutuhkan.
- 4) Waktu Pemulihan: Meskipun ATS secara otomatis mengalihkan pasokan daya, tetapi proses pengalihan tidaklah instan. Ada waktu yang diperlukan untuk mendeteksi kegagalan sumber daya utama, memutuskan untuk beralih, dan mengaktifkan sumber daya cadangan. Dalam beberapa kasus, waktu ini bisa menciptakan celah dalam pasokan listrik yang cukup lama, yang mungkin mengganggu operasi kritis.
- 5) Keterbatasan Kapasitas: ATS memiliki batasan kapasitas maksimum yang bisa ditangani. Jika beban listrik yang diperlukan melebihi kapasitas ATS, maka tidak semua peralatan atau sistem akan teraliri secara bersamaan. Hal ini dapat menyebabkan pemilihan peralatan atau sirkuit tertentu tidak teraliri saat terjadi pemadaman.
- 6) Ketergantungan pada Komponen Elektronik: Sebagian besar ATS modern menggunakan komponen elektronik untuk mendeteksi kegagalan sumber daya dan mengalihkan pasokan. Namun, komponen elektronik ini rentan terhadap kerusakan akibat lonjakan listrik, gangguan elektromagnetik, atau kelembaban. Jika komponen ini gagal, maka ATS tidak akan berfungsi secara efektif.

- 7) Kesalahan Manusia: Meskipun ATS dirancang untuk beroperasi secara otomatis, tetapi kesalahan manusia dalam instalasi, konfigurasi, atau penggunaan juga dapat menyebabkan kegagalan dalam sistem. Misalnya, kesalahan dalam penentuan prioritas pasokan daya atau pengaturan waktu pemeliharaan dapat mengurangi efektivitas ATS.
- 8) Keterbatasan Fleksibilitas: ATS biasanya dirancang untuk digunakan dalam konfigurasi tertentu dan tidak selalu mudah untuk disesuaikan dengan perubahan dalam kebutuhan listrik atau infrastruktur. Ini dapat menjadi kendala jika ada perubahan dalam sistem listrik atau jika perlu menyesuaikan ATS dengan komponen baru.³³

5. Manfaat Sistem *Automatic Transfer Switch* (ATS)

- a. Kontinuitas Pasokan Listrik: ATS memastikan bahwa pasokan listrik ke beban penting atau sistem kritis tidak terganggu saat terjadi pemadaman listrik pada sumber daya utama. Dengan mendeteksi pemadaman listrik secara otomatis, ATS dapat beralih ke sumber daya cadangan dalam waktu singkat, sehingga meminimalkan waktu henti operasional.
- b. Otomatisasi Proses: ATS dirancang untuk beroperasi secara otomatis tanpa intervensi manusia. Ini mengurangi risiko kesalahan manusia dalam mengalihkan pasokan listrik, yang dapat menyebabkan kerusakan peralatan atau gangguan lainnya.
- c. Proteksi terhadap *Overload*: ATS dilengkapi dengan sensor yang mendeteksi beban listrik pada sistem. Ketika beban melebihi kapasitas yang ditentukan, ATS dapat mengalihkan pasokan listrik untuk mencegah

³³ Felycia, Eva Safaah, & Ridho Anwar, Rancang Bangun Sistem ATS (*Automatic Transfer Switch*) dan AMF (*Automatic Transfer Failure*) 1 Fasa Secara Otomatis, *Jurnal Tekinfo*, 2022, Hlm 44-51

terjadinya *overload* yang dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan atau sistem.

- d. Waktu Pemulihan yang Cepat: ATS dirancang untuk beralih antara sumber daya listrik secara instan atau dalam waktu sangat singkat. Hal ini memungkinkan pemulihan sistem listrik dengan cepat, sehingga mengurangi dampak dari pemadaman listrik terhadap operasi bisnis atau fasilitas penting.
- e. Kemudahan Perawatan: ATS memungkinkan perawatan yang mudah terhadap sumber daya listrik utama atau cadangan. Misalnya, jika perlu dilakukan perbaikan atau pemeliharaan pada generator, ATS dapat dialihkan ke sumber daya listrik lainnya tanpa mempengaruhi pasokan listrik ke beban kritis.
- f. Fleksibilitas: ATS sering kali dapat diprogram untuk beroperasi sesuai dengan kebutuhan spesifik sistem listrik. Ini termasuk penjadwalan peralihan, pengaturan prioritas sumber daya, dan fungsi otomatis lainnya yang dapat disesuaikan sesuai dengan kebutuhan aplikasi tertentu.
- g. Peningkatan Ketersediaan: Dengan kemampuannya untuk secara otomatis beralih antara sumber daya listrik, ATS membantu meningkatkan ketersediaan pasokan listrik secara keseluruhan. Hal ini penting untuk sistem yang membutuhkan pasokan listrik kontinu, seperti pusat data, rumah sakit, atau fasilitas industri.³⁴

³⁴ Firmansyah Rahim & Bangkit E. Buata, Rancang Bangun Panel *Automatic Transfer Switch* (ATS) dan *Automatic Main Failure* (AMF), Tugas Akhir, 2020.

C. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Matahari (Surya) adalah sumber energi utama yang memancarkan energi besar ke permukaan Planet Bumi. Sinar matahari adalah bentuk sumber energi yang tepat untuk dimanfaatkan secara luas, karena merupakan sumber energi gratis, melimpah, dan bebas polusi. Salah satu teknologi pemanfaatan energi matahari adalah melalui Pembangkit Listrik Energi Matahari (PLTS).³⁵

Pembangkit Listrik Energi Matahari (PLTS) adalah teknologi yang mengubah energi matahari menjadi energi listrik. PLTS beroperasi dengan menangkap sinar matahari untuk dikonversi menjadi energi listrik DC (*Direct Current*), dan dapat diubah menjadi listrik AC (*Alternative Current*) apabila diperlukan.³⁶ PLTS terdiri dari komponen-komponen sebagai berikut :

1. *Photovoltaic* (modul matahari), yang berfungsi untuk menghasilkan energi listrik dengan mengubah energi dari sinar matahari.
2. Baterai, yang berfungsi untuk menyimpan energi listrik yang dikonversi oleh *Photovoltaic*.
3. *Solar Charge Controller* (pengontrol pengisian listrik), yang berfungsi untuk mengatur pengisian baterai.
4. *Inverter*, yang berfungsi untuk mengubah listrik DC menjadi listrik AC.

Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) memiliki beberapa jenis sistem, yaitu :

1. Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *On-Grid*

³⁵ Saiful Manan, Energi Matahari, Sumber Energi Alternatif yang Efisien, Handal dan Ramah Lingkungan Diindonesia, *Jurnal*, 2009, Hlm 32

³⁶ Revolta Elfridus Adi Wibowo, Hans Tumaliang, & Meita Rumbayan, Perencanaan Sistem *Hybrid* pada Jaringan Kelistrikan di Rumah Sakit Monompia Kotamobagu, *Jurnal*, 2022

- a. Sistem ini terhubung langsung ke jaringan listrik utama atau *grid*.
- b. Energi yang dihasilkan oleh panel surya digunakan secara langsung untuk memenuhi kebutuhan listrik di dalam rumah atau bangunan.
- c. Jika jumlah energi yang dihasilkan lebih dari yang diperlukan, maka energi tersebut akan dialirkan ke *grid* listrik publik.
- d. Kelebihan: dapat menghemat listrik hingga 20-40%, kekurangan: tidak berfungsi jika terjadi pemadaman listrik PLN.



Gambar 2. 8 Sistem PLTS *On-Grid*³⁷

2. Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *Off-Grid*
 - a. Sistem ini tidak terhubung ke jaringan listrik utama.
 - b. Listrik yang dihasilkan oleh panel surya disimpan dalam baterai dan digunakan saat diperlukan.
 - c. Kelebihan: tetap berfungsi saat terjadi pemadaman listrik, kekurangan: biaya lebih mahal karena penggunaan baterai.

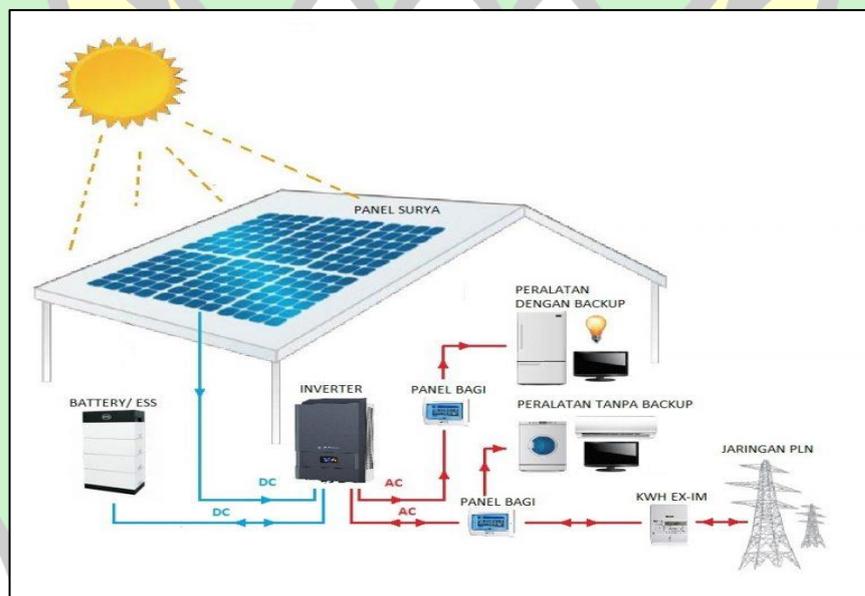
³⁷ Infien, 2024, Memahami Istilah-istilah Yang Umum Digunakan Dalam Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), Tanggal diaksesnya 8 Maret 2025, <https://infienenergy.com/2024/05/30/memahami-istilah-istilah-yang-umum-digunakan-dalam-pembangkit-listrik-tenaga-surya-plts/>.



Gambar 2. 9 Sistem PLTS *Off-Grid*³⁸

3. Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *Hybrid*

- a. Sistem listrik yang dihasilkan oleh panel surya dapat digabungkan dengan listrik dari PLN.
- b. Bedanya jika tipe *hybrid* dengan *off-grid*, kekurangan cadangan listrik dari baterai diatasi oleh genset. Sedangkan untuk tipe *hybrid*, secara otomatis akan dicadangkan oleh listrik dari PLN.³⁹



Gambar 2. 10 Sistem PLTS *Hybrid*⁴⁰

³⁸ Kompasiana, 2022, Bagaimana Kita Mulai Memasang PLTS Di Atap Rumah?, Tanggal diaksesnya 8 Maret 2025, <https://www.kompasiana.com>.

³⁹ Hendi, Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Solusi Energi Terbarukan Rumah Tangga, *Jurnal Edukasi Elektro*, 2022.

D. Komponen-komponen Alat Peraga Sistem *Automatic Transfer Switch* (ATS) menggunakan PLTS - PLN

1. *Photovoltaic* (Modul Matahari)

Photovoltaic adalah perangkat yang menggunakan efek fotovoltaik untuk mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik. Modul matahari terdiri dari *solar sel* (sel matahari) yang terbuat dari bahan semikonduktor (silikon) yang dapat menangkap sinar matahari kemudian dikonversi menjadi energi listrik .

Modul matahari digunakan secara luas, misalnya aplikasi skala kecil seperti penerangan rumah tangga atau pengisian energi perangkat elektronik, maupun aplikasi skala besar seperti pembangkit listrik energi matahari komersial.

Jenis photovoltaic yang dipakai adalah *monocrystalline* dengan teknologi *half cell photovoltaic*. Teknologi *half cell photovoltaic* adalah desain baru yang memiliki performansi lebih baik yang diterapkan pada sel surya silikon bermaterial kristal konvensional. Dengan menggunakan teknologi ini, jumlah sel yang lebih banyak dapat dimasukkan dalam satu modul, sehingga meningkatkan efisiensi dan mengurangi rugi-rugi bayangan. Modul *half cell photovoltaic* bekerja dengan cara yang sama dengan panel surya utuh, namun didalamnya terdapat beberapa substring tambahan yang meningkatkan resiliensi terhadap efek bayangan (*shading*).

Kelebihan Panel Surya *Monocrystalline*

- 1) Efisiensi Tinggi: Panel surya *Monocrystalline* unggul dalam mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik dengan tingkat

⁴⁰ Sunergi, Skema Hybrid, Tanggal diaksesnya 8 Maret 2025, <https://www.sunergi.co.id>.

efisiensi yang lebih tinggi daripada banyak jenis panel surya lainnya. Efisiensi ini membuat panel surya *Monocrystalline* sangat efektif dalam menghasilkan energi listrik dari cahaya matahari.

- 2) Usia Pakai Panjang: Panel surya *Monocrystalline* memiliki usia pakai yang panjang dan daya tahan terhadap kondisi cuaca ekstrem. Hal ini menjadikannya investasi jangka panjang yang dapat diandalkan. Kondisi cuaca ekstrem seperti hujan, panas, dan angin tidak akan mengurangi kinerja panel surya *Monocrystalline* dalam jangka waktu lama.
- 3) Produksi yang Rapi: Proses pembuatan panel surya *Monocrystalline* yang melibatkan pembuatan ingot dan irisan tipis membuat panel surya ini memiliki tampilan fisik yang seragam dan rapi. Hal ini membuat panel surya *Monocrystalline* sangat menarik dan mudah dipasang di berbagai lokasi.⁴¹



Gambar 2. 11 Photovoltaic Jenis *Half Monocrystalline*⁴²

⁴¹ Wijayanti Sekarningrum, Budi Pramono Jati, Ida Widiastuti, Analisis Pengaruh Sudut Kemiringan Solar Panel (*Photovoltaic*) *Monocrystalline* 50 Wp Terhadap Optimalisasi Output Daya, *Jurnal Ilmiah*, 2024, Hlm 131-134.

⁴² Redren, *Steorra Series Mono-Facial Half Cut PV Panels*, Tanggal diaksesnya 8 Maret 2025, <https://redren.in/product/steorra-series-mono-facial-half-cut-pv-panels/>.

2. Adaptor

Adaptor adalah sebuah perangkat berupa rangkaian elektronika untuk mengubah tegangan listrik yang besar menjadi tegangan listrik lebih kecil, atau rangkaian untuk mengubah energi listrik bolak-balik (AC) menjadi energi listrik searah (DC). Adaptor merupakan sebuah alternatif perangkat/alat yang dapat mengubah tegangan listrik DC (Baterai) menjadi tegangan listrik AC. Hal ini karena penggunaan tegangan listrik AC lebih dominan dan setiap orang dapat menggunakannya apabila ada aliran energi listrik di tempat tersebut.⁴³



Gambar 2. 12 Adaptor listrik AC/DC⁴⁴

⁴³ Alex Sander, Rusdi, M.Kom, Defi Pujiyanto, M.Kom, Membangun Perangkat Bilik Masker Otomatis Untuk Pencegahan Covid-19, *Jurnal Teknik Informatika Mahakarya*, 2022, hlm 1-8

⁴⁴ Shopee, *Travo 12V Hinolux 5A 8A 16A 24A Power Supply Led Strip / Travo Slim 12V Silicon / Led Power Supply*, Tanggal diaksesnya 8 Maret 2024, https://shopee.co.id/TRAVO-12V-HINOLUX-5A-8A-16A-24A-POWER-SUPPLY-LED-STRIP-TRAVO-SLIM-12V-SILICON-LED-POWER-SUPPLY-i.891986564.29612419965?is_from_login=true.

3. Solar Charger Controller (Pengontrol Pengisian Listrik (SCC))

Solar Charger Controller (SCC) adalah alat yang berfungsi mengontrol proses pengisian energi listrik dari *Photovoltaic* kedalam baterai, dan juga sebaliknya, yaitu proses pengeluaran energi listrik dari baterai ke arah beban seperti *inverter*, lampu, TV dan alat elektronik lainnya. SCC berfungsi mengontrol arus yang masuk kedalam baterai, mencegah baterai *overcharging* (pengisian energi yang berlebihan) dan *over-discharge* (pemakaian energi yang berlebihan) yang berakibat umur baterai lebih pendek.⁴⁵

Umumnya terdapat 6 terminal pada sebuah *Solar Charger Controller*. Pembagiannya yaitu 2 terminal berfungsi sebagai *input* arus listrik dari *Photovoltaic*, 2 terminal lainnya berfungsi sebagai *output* arus listrik menuju baterai, sedangkan 2 terminal terakhir berfungsi sebagai *output* arus listrik menuju beban.

Prinsip kerja *Solar Charge Controller* terbagi menjadi dua, yaitu *Mode Charging* dan *Mode Operation*.

- a. *Mode Charging* yaitu saat pengisian arus listrik kedalam baterai dan menjaga pengisian jika baterai sudah mulai penuh.
- b. *Mode Operation* yaitu saat penggunaan arus listrik dari baterai menuju beban.

Solar Charger Controller yang digunakan pada penelitian ini betipe *Pulse Width Modulation* (PWM), *Solar Charger Controller* ini akan melakukan pengisian arus listrik kedalam baterai dengan arus listrik yang besar ketika baterai

⁴⁵ Priajana, Kumara & Setiawan, *Grid Tie Inverter Untuk PLTS Atap di Indonesia: Review Standar dan Inverter yang Compliance di Pasar Domestik*, *Jurnal Spektrum*, 2020, Hlm 64

kosong, kemudian tegangan arus listrik pengisian diturunkan secara bertahap ketika baterai semakin terisi.

Misalnya *Photovoltaic* dapat mempunyai energi *output* sekitar 18 volt, masuk ke *Solar Charger Controller* yang mempunyai energi *ouput* antara 14.2 – 14.5 volt untuk pengisian baterai 12 volt. Dengan demikian akan terdapat kelebihan energi sekitar 3.5 volt.



Gambar 2. 13 *Solar Charge Controller* tipe PWM⁴⁶

4. Baterai

Baterai adalah komponen yang berfungsi untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan *Photovoltaic*. Proses pengisian baterai, dikenal istilah *Depth of Discharge* (DOD), yaitu nilai besar energi baterai yang bisa disalurkan kepada beban melalui *inverter*. Energi dari baterai tidak dapat disalurkan seluruhnya

⁴⁶ Panel Surya, 2016, Type dan Spesifikasi *Solar Charge Controller*, Tanggal diaksesnya 8 Maret 2025, <https://panelsinarsurya.wordpress.com/2016/09/15/type-dan-spesifikasi-solar-charge-controller/>.

sampai baterai dalam keadaan kosong, namun hanya sebesar 80% saja, sehingga akan menjaga kualitas umur pakai baterai.⁴⁷

Baterai yang digunakan pada rancangan penelitian ini yaitu baterai jenis *Deep Cycle tipe Lead Acid*. Baterai jenis ini yang dapat menghasilkan arus yang stabil dalam waktu lama.



Gambar 2. 14 Baterai Lead Acid 6Ah – 12VDC⁴⁸

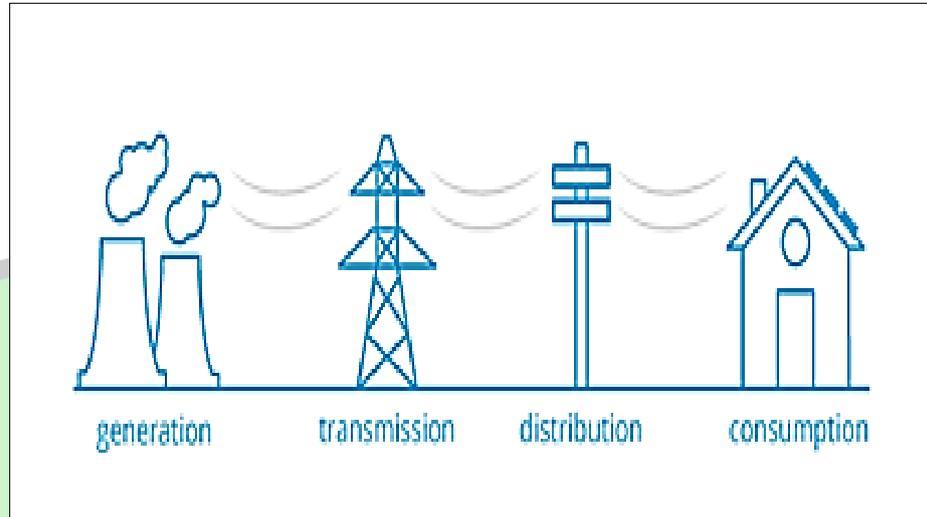
5. Grid (Jaringan Listrik)

Grid atau jaringan listrik adalah sistem yang menyalurkan energi listrik dari pembangkit listrik konvensional ke pengguna melalui saluran transmisi dan distribusi. Tujuannya adalah menyalurkan energi pada konsumen sesuai dengan permintaan, level ekonomi, dan kualitas yang dapat diterima. Jaringan listrik

⁴⁷ Andre Setyawan & Agus Ulinuha, Pembangkit Listrik Tenaga Surya *Off-Grid* Untuk *Supply Charge Station*, *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 2022, Hlm 23-24.

⁴⁸ SeiPower, Battery & Rectifier, Tanggal diaksesnya 8 Maret 2025, <https://seipower.co.id/battery>.

konvensional rentan terhadap gangguan dan serangan berbahaya, baik fisik maupun maya, sehingga perlu diawasi dan *maintanance* secara berkala.⁴⁹



Gambar 2. 15 *Grid* (Jaringan Listrik)

6. Pompa Air DC

Pompa air DC adalah sebuah perangkat yang menggunakan energi listrik searah (DC) untuk menggerakkan rotor dan memompa air. Pompa ini digunakan untuk sirkulasi air dalam berbagai aplikasi, seperti sistem pendingin, akuarium, irigasi, dan sistem air panas.

Pompa air DC memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan pompa air AC (arus bolak-balik). Pompa air DC dapat digunakan dengan sumber energi listrik DC, seperti baterai, *Photovoltaic*, atau generator DC. Hal ini membuatnya lebih fleksibel dan mudah digunakan di lokasi yang tidak memiliki akses listrik AC. Selain itu, pompa air DC umumnya memiliki ukuran yang lebih kecil,

⁴⁹ Ida Bagus Ketut Sugirianta & I Nyoman Sukarma, Keandalan Sistem *Smart Grid*, *Jurnal Logic*, 2015, Hlm 63

efisiensi yang lebih tinggi, dan tingkat kebisingan yang lebih rendah dibandingkan dengan pompa air AC.⁵⁰



Gambar 2. 16 Pompa Air DC⁵¹

7. Relay

Relay adalah komponen dalam rangkaian elektronika yang berupa saklar atau *switch* untuk mengontrol sebuah rangkaian listrik dengan mengaktifkan ataupun menonaktifkan kontak saklar. Komponen penyusunnya yakni terdiri dari elektromagnet (*coil*) dan mekanikal (perangkat saklar).

Fungsi dari *coil* yaitu alat penarik kontak point agar dapat terhubung atau terputus disesuaikan dengan *relay* yang digunakan. Sedangkan fungsi saklar lebih

⁵⁰ Maurya, Kumar, & Srivastava, A Review on Dc Water Pumping System For Low Power Applications, *International Journal Of Electrical And Computer Engineering (IJECE)*, 2018, Hlm 4902-4914

⁵¹ DigiWare, 2020, *Submersible Pump Portable Pompa Celup Mini DC 12V Air Solar Kencang Kuat*, Tanggal diaksesnya 8 Maret 2025, <https://digiwarestore.com/id/other-appliances/submersible-pump-portable-pompa-celup-mini-dc-12v-air-solar-kencang-kuat-713548.html>.

pada sebagai kontrol penggunaan. Apabila saklar dalam kondisi ON maka arus listrik akan mengalir, sedangkan apabila saklar dalam kondisi OFF maka arus listrik pun berhenti mengalir. *Relay* dapat berfungsi apabila terdapat aliran listrik

ke dalam rangkaian. Secara umum fungsi *relay* adalah untuk memutus atau menghantarkan arus sesuai dengan kebutuhan.⁵²



Gambar 2. 17 Relay

8. *Time Delay Relay* (TDR)

Time Delay Relay merupakan komponen elektronik yang digunakan untuk mengatur waktu penundaan pada berbagai aplikasi khususnya sistem kendali otomatis. TDR bekerja dengan cara menunda pengoperasian kontak relay setelah menerima sinyal daya, sehingga memungkinkan pengoperasian perangkat listrik pada waktu yang telah ditentukan.⁵³

⁵² Muhammad Saleh & Munnik Haryanti, Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Relay, *Jurnal Teknologi Elektro*, 2017, Hlm 181-182

⁵³ Syamsul, Resky Aksar, Abd Hafid, & Adriani, Perancangan Sistem Kontrol Otomatis Lampu Berbasis *Relay Timer* Dengan Sumber Aki (Solar Cell), *Jurnal Teknik Elektro UNISMUH*, 2022, Hlm 84-88

TDR bekerja dengan kumparan yang terhubung ke sumber listrik. Ketika arus mengalir melalui kumparan, TDR mulai menghitung mundur dari waktu yang telah ditentukan. Setelah waktu tersebut berlalu, kontak *relay* beralih ke posisi dari posisi *Normally Close* (NC) ke *Normally Open* (NO) atau sebaliknya, tergantung pada konfigurasi yang digunakan. TDR banyak digunakan dalam aplikasi seperti kontrol motor listrik, sistem pencahayaan otomatis, dan kontrol waktu di berbagai fasilitas industri.

TDR biasanya memiliki beberapa pengaturan waktu yang dapat disesuaikan mulai dari detik hingga jam. Misalnya, *relay Omron H3CR-A8* yang memiliki pengaturan waktu yang dapat diatur dari 0-30 detik hingga 0-10 jam. TDR ini juga dilengkapi dengan pin input dan output yang memungkinkan intraksi dengan berbagai sistem kendali lainnya.⁵⁴⁵⁵



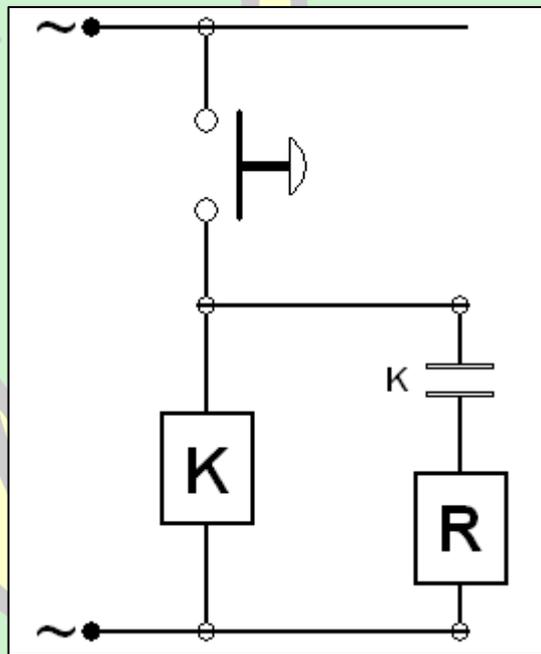
Gambar 2. 18 TDR (*Time Delay Relay*)

⁵⁴ Indarto, Rancang Bangun dan Implementasi *Trainer* Sistem Kendali Motor Semi-Automatis Menggunakan TDR (*Timer Delay Relay*) di SMK NU UNGARAN, *Skripsi*, 2017, Hlm 17-18

⁵⁵ Luki Febrianto, Arief Syaichu Rohman, & Dean Corio, Perancangan ATS (*Automatic Transfers Switch*) Dengan TDR (*Time Delay Relay*) dan Sistem *Monitoring Prototype DC (Direct Current) Microgrid* Berbasis *Website*, *Jurnal Teknik Elektro ITERA*, 2019, Hlm 3

9. Sistem *Interlocking*

PLTS sebagai sumber utama tidak selamanya kontinu dalam menyalurkan energi listrik sehingga dibutuhkan PLN sebagai *back-up* suplai utama (PLTS). Sebagai kontrol PLN mengambil alih suplai energi listrik ke beban ataupun sebaliknya, maka diperlukan sistem kontrol otomatis yang disebut *Automatic Transfer Switch* (ATS) atau sistem interlock PLTS-PLN.⁵⁶



Gambar 2. 19 *Wiring Diagram* Prinsip Kerja Rangkaian *Interlock*⁵⁷

⁵⁶ Timbang Pangaribuan, Sahat P. Sihaan, & Lulu Naugi Sinaga, Simulasi Aplikasi *Automatic Transfer Switch* Pada Dua Sumber Listrik Yang Berbeda Dengan Menggunakan PLC, *Jurnal*, 2004.

⁵⁷ Suprianto, 2015, *Interlock Kontaktor / On Off Kontaktor*, Tanggal diaksesnya 8 Maret 2025, <https://blog.unnes.ac.id/antosupri/interlock-kontaktor-on-off-kontaktor/>

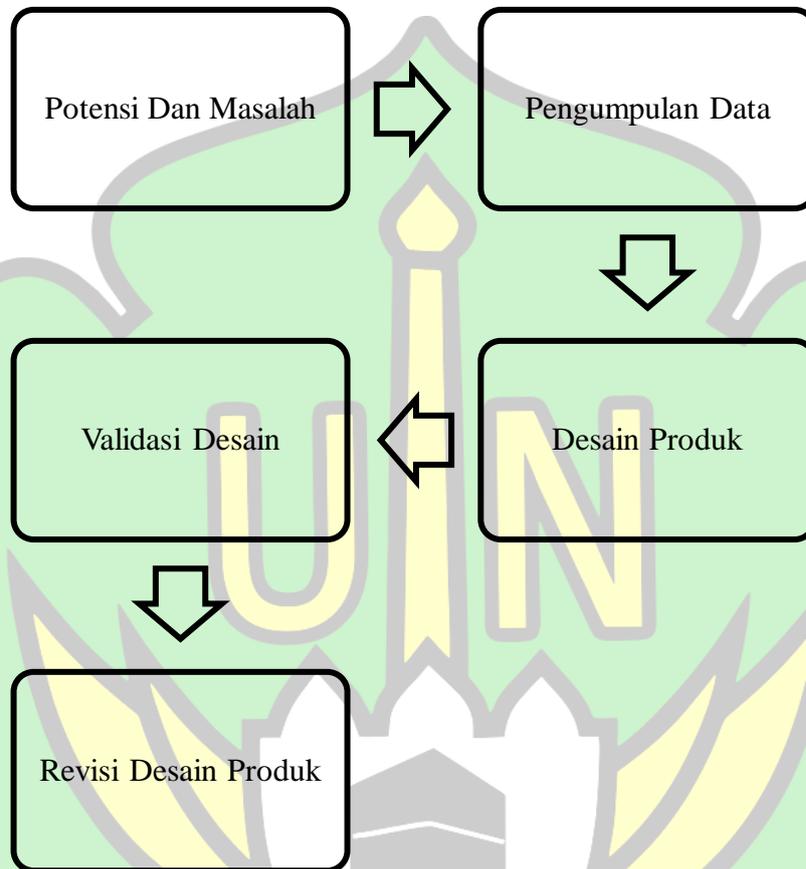
BAB III METODE PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian

Pada perancangan prototipe ini peneliti menggunakan jenis penelitian *Research And Development* (R&D). Penelitian dan pengembangan (*research and development*-R&D) berasal dari dua kata yaitu penelitian (*research*) dan pengembangan (*development*). Frase ini merupakan gabungan 2 (dua) kata kerja yang memiliki tujuan aktivitas. Penelitian (*research*) merupakan suatu mekanisme atau kegiatan ilmiah dengan mengikuti aturan-aturan atau norma-norma penelitian yang sudah standar dan diakui secara universal, sedangkan pengembangan (*development*) berarti suatu aktivitas yang merujuk pada penambahan, peningkatan, baik dari segi kuantitas maupun kualitas dari suatu kegiatan atau objek yang menjadi kegiatan.

Pandangan keliru terhadap metode R&D dapat terjadi ketika peneliti yang menggunakannya menginterpretasikan metode ini sesuai dengan susunan kata yakni penelitian dan pengembangan. Mereka berasumsi ada dua kegiatan yang berlangsung dalam suatu pekerjaan yaitu meneliti dan mengembangkan sesuatu. Dalam konteks R&D sebagai suatu metode penelitian yang utuh. Penelitian dan pengembangan adalah suatu kesatuan istilah yang secara kontekstual tidak dapat dipisahkan antara kata penelitian (*research*) dan pengembangan (*development*) baik secara struktur maupun arti/makna. Tentu penamaan tersebut terjadi karena

penelitian dan pengembangan mempunyai tujuan yang berbeda dengan jenis metode penelitian yang lain⁵⁸.



Gambar 3. 1 Langkah-langkah Penelitian R&D

Berikut merupakan rincian keterangan dari langkah-langkah gambar diatas:

- 1) Potensi dan masalah. Potensi adalah segala sesuatu yang bila di dayagunakan akan memiliki nilai tambahan sedangkan masalah adalah penyimpanan antara apa yang diharapkan dengan apa yang terjadi.

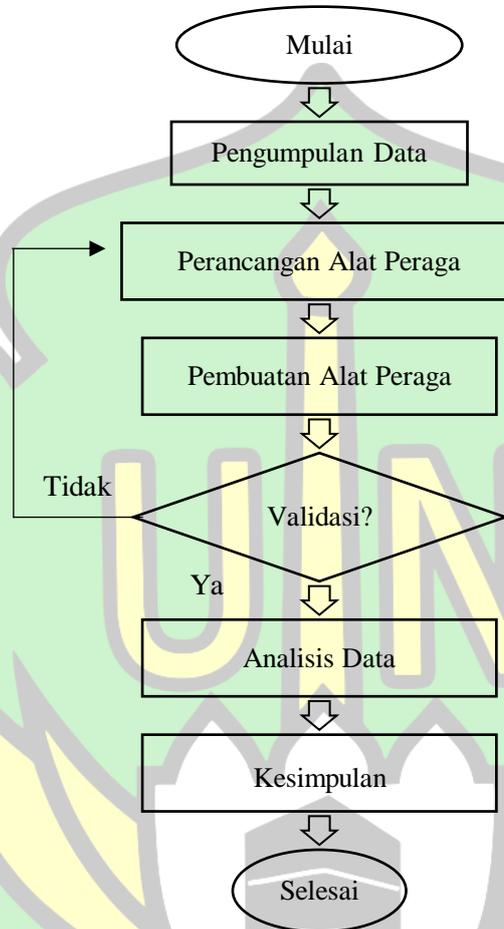
⁵⁸ Sitti Rabiah, Penggunaan Metode *Research And Development* Dalam Penelitian Bahasa Indonesia Di Perguruan Tinggi, *Jurnal*, 2015, Hlm 3-4

- 2) Pengumpulan data. Merupakan proses pengumpulan informasi setelah tahap potensi masalah selesai, dimana pengumpulan informasi ini digunakan sebagai bahan untuk perencanaan produk yang diharapkan dapat mengatasi masalah tersebut.
- 3) Desain produk. Adalah proses mendesain produk agar produk dapat mengatasi masalah yang ada.
- 4) Validasi desain. Adalah proses penilaian yang dilakukan oleh beberapa ahli yang berkompeten dibidangnya terhadap desain produk.
- 5) Revisi desain produk. Merupakan proses perbaikan terhadap desain produk yang sudah di validasi oleh ahli.

Dalam penelitian ini, peneliti melakukan penyederhanaan tahapan perancangan produk menjadi beberapa tahapan yang lebih sederhana. Hal ini memungkinkan untuk membatasi langkah-langkah pengembangan produk agar lebih terencana dan terukur, sehingga memudahkan peneliti dalam mengelola project penelitian dengan baik.⁵⁹ Pada Penelitian ini peneliti hanya melaksanakan 4 tahapan dari perancangan produk karena adanya keterbatasan waktu dan biaya untuk produksi.

⁵⁹ Emzir, Metodologi Penelitian Kualitatif analisis data. (jakarta : PT Raja Grafindo Persada Pusat, 2011).

Alur penelitian Gambar 3.1 menunjukkan perancangan alat peraga sistem automatic transfer switch (ATS) menggunakan PLTS – PLN.



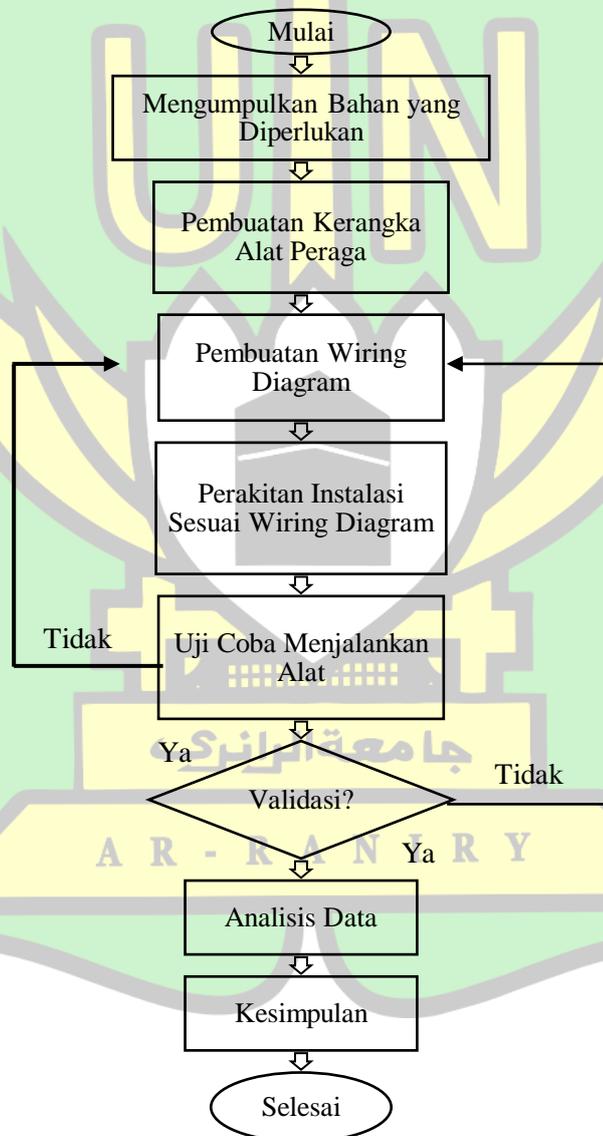
Gambar 3. 2 Flowchart Alur Penelitian

Tahapan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.2 yang dimulai dari tahapan pengumpulan data sampai hasil akhir penelitian.

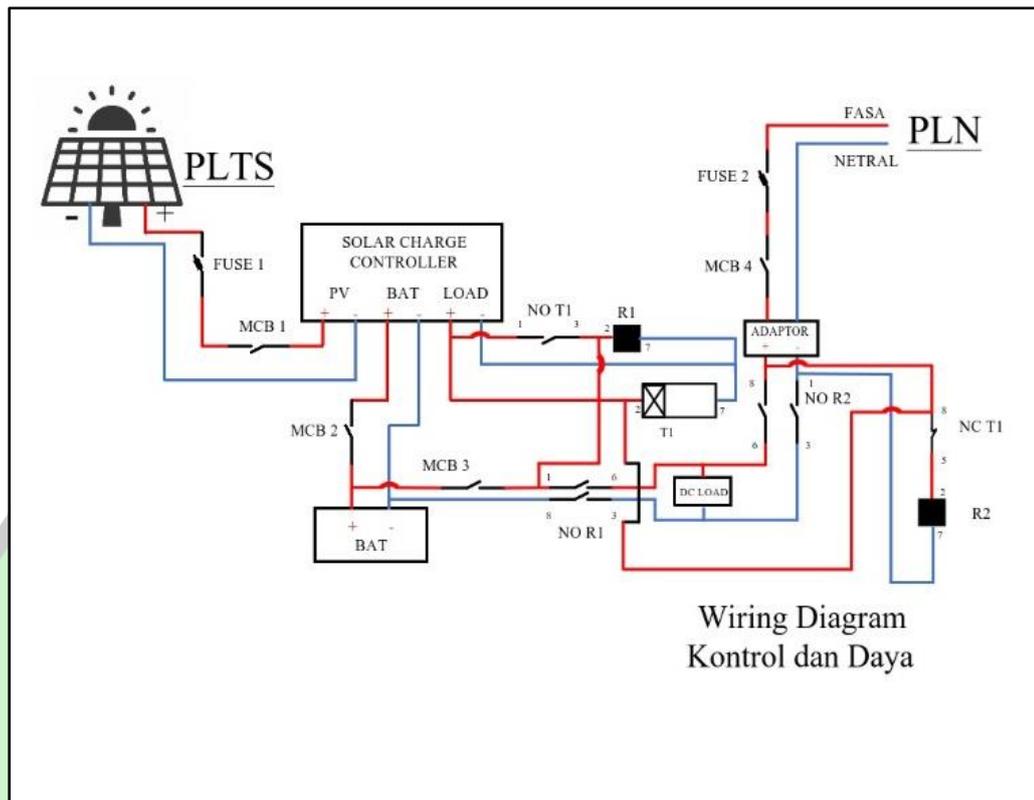
Penjelasan alur diatas adalah sebagai berikut :

1. Tahapan pengumpulan data, rancangan sistem ATS yang telah banyak diteliti sebelumnya secara terpisah-pisah sehingga timbullah pemikiran peneliti untuk merancang suatu alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN dan sekaligus dapat dilakukan sebagai pemantauan performansi sistem ATS menggunakan PLTS – PLN.

2. Tahapan perancangan alat peraga. Tahap perancangan adalah tahap awal dalam merancang sebuah alat sistem ATS. Kemudian nantinya diaplikasikan dengan menggunakan sumber listrik PLTS dan PLN dengan menggunakan alat dan bahan. Tahapan ini merupakan tahap awal mewujudkan desain alat peraga sistem ATS dalam bentuk tulisan dan gambar sketsa. Perancangan dilakukan dengan menyesuaikan kebutuhan dan tujuan. Kemudian rancangan dilaksanakan hingga terwujud secara fisik pada tahap awal secara sederhana.



Gambar 3. 3 Flowchart Alur Perancangan dan Pembuatan Alat Peraga



Gambar 3. 4 *Wiring Diagram* Daya dan Kontrol

Keterangan Komponen Rangkaian :

- a. Fuse : Sekering atau Komponen Pengaman
- b. MCB (Miniature Circuit Breker) : Perangkat Pengaman Listrik
- c. PV : Terminal SCC Photovoltaic
- d. Bat : Baterai
- e. Load : Terminal SCC Beban
- f. T1 : Timer 1 (Time Delay Relay)
- g. NO R1 : Normally Open Relay 1
- h. NC R2 : Normally Close Relay 2
- i. NO T1 : Normally Open Timer 1
- j. NC T1 : Normally Close Timer 1
- k. R1 : Relay 1 (PLTS)
- l. R2 : Relay 2 (PLN)

3. Tahapan pembuatan alat. Rancangan alat peraga yang telah dibuat pada tahap sebelumnya, disempurnakan lagi pada tahap pembuatan alat peraga. Dimulai dengan merangkai setiap komponen alat peraga sistem ATS sesuai dengan *wiring diagram control & daya* yang telah dibuat pada tahap perancangan alat peraga.
4. Tahap uji validasi. Alat peraga yang telah selesai akan dilakukan validasi oleh para ahli, proses ini dilakukan untuk mengetahui apakah alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN yang dibuat sudah layak untuk digunakan.

B. Lokasi Penelitian dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian berada di 3 (tiga) lokasi berbeda yaitu, pertama di Laboratorium Listrik Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh yang terletak di kecamatan syiah kuala, kota banda aceh. Kedua Asrama Mahasiswa Putra Kecamatan Simpang Tiga Di Gampong Lamgugob. Ketiga kantor Zain Teknologi Energi di Gampong Lamdingin Kecamatan Kuta Alam. Penelitian ini dilakukan dalam jangka waktu 3 bulan, yakni bulan desember 2024 sampai februari 2025.

C. Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu instrumen lembar validasi.

Lembar validasi merupakan lembaran yang digunakan peneliti untuk memvalidasi alat peraga yang telah dibuat, lembar validasi ini nantinya akan

diberikan oleh peneliti kepada validator yaitu dosen ahli untuk memvalidasi alat peraga, tujuan pengisian lembar validasi adalah untuk mengukur kevalidan alat peraga yang dibuat.

Kisi-kisi dari angket validasi media dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan kisi-kisi dari angket validasi materi dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.1 Kisi-kisi Indikator Angket Validasi Ahli Media

No	Aspek	Indikator
1	Ketepatan	Dapat menjelaskan konsep materi
	Konsep	Dapat menjelaskan konsep materi lebih nyata
2	Tampilan	Bentuk Alat Peraga
		Tampilan menarik
3	Ketahanan	Tahan lama
		Tidak memerlukan perlakuan khusus
4	Multifungsi	Menjelaskan Sistem Automatic Transfer Switch dalam Satu Alat Peraga
		Menjelaskan Sistem Rangkaian Interlock
		Menjelaskan penggunaan PLTS Dan PLN
5	Ukuran	Sesuai kebutuhan
		Mudah dibawa saat diperlukan
6	Bahan	Mudah didapat
		Memiliki harga yang murah
7	Pengoperasian	Mudah dioperasikan

Tabel 3.2 Kisi-kisi Indikator Angket Validasi Ahli Materi

No	Aspek	Indikator
1	Tujuan pembelajaran	Mempermudah pemahaman mahasiswa
		Membantu mahasiswa mengimplementasikan materi
		Menambah wawasan mahasiswa
		Sesuai dengan tujuan materi
2	Materi	Dapat membuat keabstrakan menjadi lebih nyata
		Sesuai konsep materi
		Dapat menyajikan materi
3	Waktu	Waktu yang efisien
4	Manfaat	Mempermudah penyampaian materi
		Menjadi alat bantu dalam pembelajaran

D. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian. Teknik pengumpulan data yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah validasi ahli.

Validasi ahli adalah teknik pengumpulan data dimana proses pengumpulan data yang dilakukan peneliti adalah dengan cara mempresentasikan alat peraga sistem *Automatic Transfer Switch* yang sudah dibuat kepada 2 orang ahli validasi yang ditentukan, proses ini dilakukan dengan cara peneliti menjumpai kedua ahli

yang bertugas sebagai validator. Peneliti akan memberikan lembar validasi kepada masing-masing validator agar bisa melakukan penilaian terhadap terhadap alat peraga sistem ATS yang sudah presentasikan, proses ini bertujuan untuk mengetahui apakah alat peraga sudah layak atau belum untuk digunakan.

E. Teknik Analisis Data

Setelah data berhasil dikumpulkan melalui lembar validasi dari ahli media dan ahli materi, selanjutnya data tersebut akan diolah melalui teknik analisis. Dalam penelitian ini, teknik analisis data yang digunakan adalah gabungan antara analisis kualitatif dan analisis kuantitatif. Dengan menggunakan teknik analisis tersebut, peneliti akan memperoleh pemahaman mendalam mengenai kualitas produk secara menyeluruh dan terstruktur.

Peneliti melakukan validasi data dengan menghadirkan alat peraga di hadapan ahli materi dan media, kemudian memberikan lembaran validasi kepada masing-masing ahli sebagai instrumen pengujian kelayakan dalam hal materi dan media alat peraga sistem ATS. Data skor penilaian validasi selanjutnya dibuat kedalam persentase menggunakan persamaan 3.1.

$$V = \frac{f}{n} \times 100 \dots\dots\dots \text{Persamaan 3.1}$$

Keterangan :

V : Nilai Validitas

f : Skor yang diperoleh

n : Skor maksimum

Penskoran menggunakan skala likert dan kategori validasi ahli yang dapat dilihat pada nilai akhir seperti pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 kategori persentase validasi ahli⁶⁰

No	Kategori	Tingkat presentase
1	Sangat layak	81 – 100
2	Layak	61 – 80
3	Cukup layak	41 – 60
4	Kurang layak	21 – 40
5	Sangat kurang layak	0 – 20

⁶⁰ Dyah Darma Andayani, Fathahillah, Fidela Evania Jakob, Pengembangan E-Modul Ajar Kurikulum Merdeka Berbasis *Augmented Reality* Pada Mata Pelajaran TIK (Teknologi Informasi dan Komunikasi) Kelas VII UPT SMP Negeri 4 Parepare, *Jurnal Sosial Humaniora dan Pendidikan*, 2024, Hlm 92

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas bagaimana hasil perancangan alat peraga sistem *Automatic Transfer Switch* (ATS) menggunakan PLTS – PLN, hasil pengujian alat peraga, dan hasil validasi dari ahli media dan materi untuk menentukan kelayakan dari trainer yang sudah dibuat oleh peneliti.

A. Hasil Penelitian

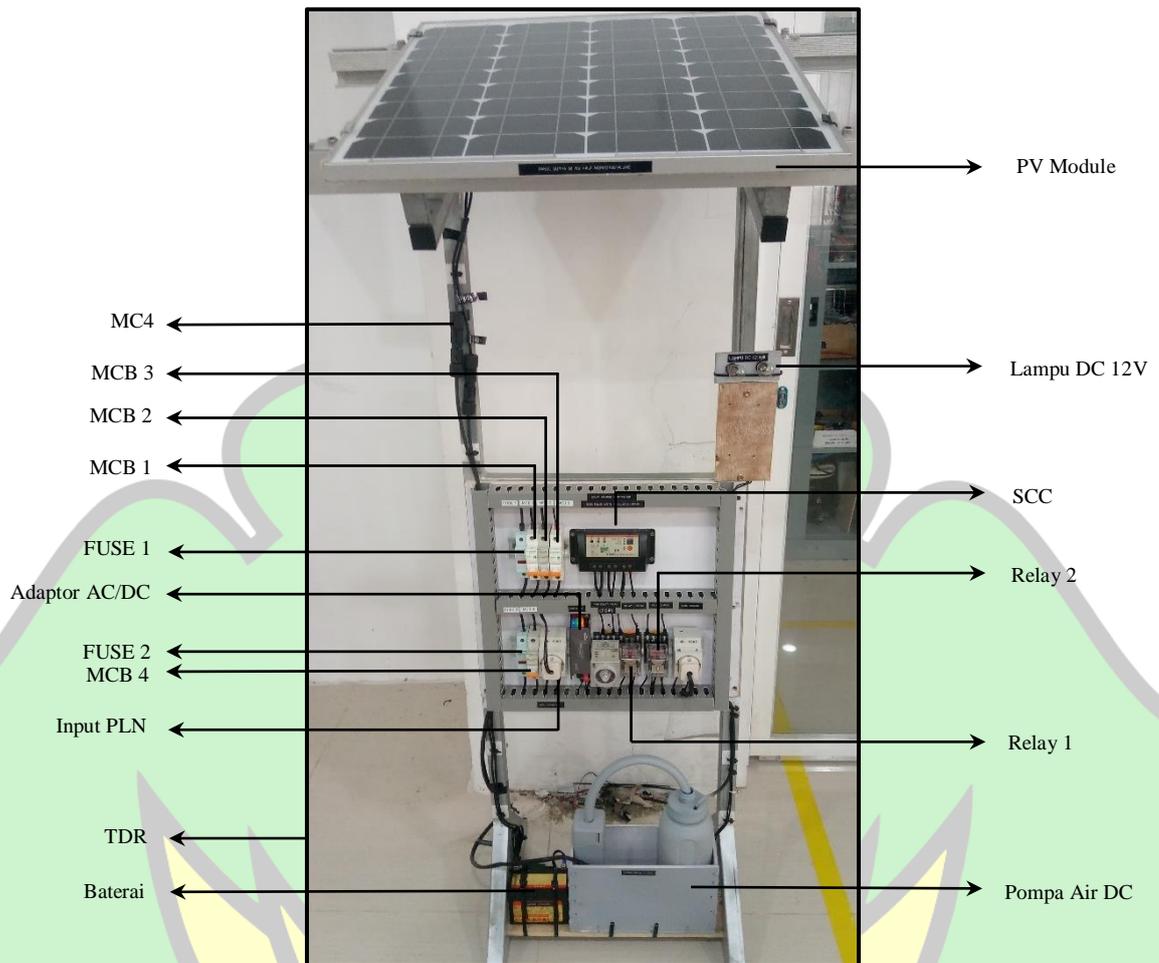
1. Hasil Perancangan Alat Peraga

Perancangan keseluruhan rangkaian alat peraga bertujuan mengatur transisi otomatis antara dua sumber energi listrik, yaitu PLTS dan PLN. Memastikan kontinuitas pasokan energi listrik. Saat kondisi normal, sistem akan menggunakan listrik dari PLTS sebagai *priority*. Namun, jika daya dari PLTS tidak mencukupi atau terjadi gangguan, maka sistem ATS akan bekerja otomatis melakukan *Change Over Switch* secara otomatis ke sumber listrik PLN. Spesifikasi dari *Photovoltaic, Solar Charge Controller, Relay, dan Timer*.

Perancangan alat peraga untuk tahapan pertama yaitu pemilihan bahan yang dibutuhkan pada alat peraga yang akan dibuat, tahapan kedua yaitu pembuatan kerangka alat peraga dari besi hollow, besi hollow dipotong dan dilas oleh peneliti sesuai dengan yang diinginkan seperti yang terlihat pada lampiran 8, tahapan ketiga yaitu perakitan instalasi alat peraga sesuai dengan wiring diagram daya dan kontrol seperti yang terlihat pada gambar 3.4.

Rangkaian keseluruhan alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN yang dibangun dengan beberapa komponen. Komponen tersebut meliputi *Solar*

Charge Controller (SCC), Panel Surya, Baterai 12 volt 6 Ah, *Relay* 12 VDC, Fuse, MCB, Adaptor AC/DC 12 Volt 5 Ampere, lampu DC 12 volt, dan Pompa DC 12 Volt 2 Ampere yang ditunjukkan pada gambar 4.1. SCC digunakan untuk mengontrol pengisian baterai dengan memotong aliran arus jika baterai mendekati tingkat pengisian maksimal. Modul Panel Surya digunakan untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik DC (arus searah). Baterai digunakan untuk menyimpan pasokan energi listrik, dan menyuplai tegangan ke beban (*load*). *Relay* yang berupa saklar atau *switch* digunakan untuk mengontrol sebuah rangkaian listrik dengan mengaktifkan ataupun menonaktifkan saklar. *Fuse* digunakan untuk melindungi instalasi listrik dari kerusakan akibat arus listrik berlebih. MCB digunakan sebagai pengaman instalasi listrik dari arus berlebih atau hubungan arus pendek. Adaptor arus AC/DC digunakan untuk mengubah arus bolak-balik (AC) menjadi arus listrik searah (DC). Lampu dan Pompa Air digunakan sebagai beban (*load*) pada alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN.



Gambar 4.1 Rangkaian Keseluruhan Alat Peraga Sistem ATS menggunakan PLTS – PLN

2. Hasil Validasi Alat Peraga Sistem ATS menggunakan PLTS - PLN

Penelitian ini kemudian divalidasi untuk memperoleh kelayakan sistem ATS menggunakan PLTS – PLN sebagai alat peraga untuk mata kuliah *renewable energi*. Proses validasi dilakukan melalui instrumen lembar angket validasi yang diisi oleh empat orang tenaga ahli. Keempatnya merupakan dosen yang memiliki keahlian dan pengetahuan dibidangnya. Proses validasi para ahli diminta memberikan penilaian terhadap aspek-aspek tertentu, meliputi kelengkapan fitur, kejelasan tampilan, dan standar operasional prosedur.

Lembar validasi yang sudah dibuat peneliti diserahkan kepada dosen ahli atau validator sebagai aspek penilaian untuk memvalidasi Sistem ATS menggunakan PLTS – PLN sebagai alat peraga untuk pembelajaran renewable energi. Validasi dilakukan dengan menyerahkan lembar pernyataan terkait Alat Peraga Sistem ATS menggunakan PLTS – PLN, validasi pada alat peraga dilakukan oleh 4 (empat) orang dosen ahli atau validator.

Peneliti melakukan uji validasi dengan ahli media untuk mendapatkan nilai kelayakan terhadap sistem Automatic Transfer Switch menggunakan PLTS – PLN sebagai alat peraga. Ahli media tersebut yaitu, bapak Baihaqi, M.T selaku dosen Program Studi Pendidikan Teknik Elektro sebagai dosen ahli media 1. Bapak Muhammad Ikhsan, S.T., M.T selaku dosen Program Studi Pendidikan Teknik Elektro sebagai dosen ahli media 2. Pada Tabel 4.1 berikut merupakan hasil validasi dari ahli media 1 dan 2:

Tabel 4.1 Hasil Validasi Ahli Media

No	Aspek yang ditelaah	Hasil jawaban validasi ahli media 1		Hasil jawaban validasi ahli media 2		Hasil Persentase
A	Ketetapan Konsep					
1	Alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN dapat menjelaskan konsep sistem ATS menjadi lebih nyata	4		4		85%
2	Alat peraga sistem ATS	4			5	

	menggunakan PLTS – PLN dapat menjelaskan materi dengan benar					
B	Tampilan					
3	Bentuk alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN menarik perhatian		5		5	95%
4	Tata letak komponen rangkaian sistem ATS menggunakan PLTS – PLN yang rapi sehingga menarik perhatian	4			5	
C	Ketahanan					
5	Bahan yang digunakan alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN tahan lama		5		5	90%
6	Alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN tidak memerlukan perlakuan khusus dalam perawatan	4		4		
D	Multi Fungsi					
7	Alat peraga ini secara efektif mensimulasikan perpindahan sumber daya antara PLTS dan PLN		5		5	90%
8	Alat peraga membantu memahami prinsip kerja sistem ATS dalam mengamankan pasokan Listrik.		5		4	
9	Alat peraga ini berfungsi untuk memvisualisasikan komponen-komponen utama dalam sistem ATS, PLTS dan PLN	4			5	
10	Alat peraga ini berfungsi sebagai media pembelajaran yang efektif tentang kelistrikan dan energi	4		4		

	terbarukan					
E	Ukuran					
11	Alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN ini telah memenuhi standar yang dibutuhkan	4		4		85%
12	Alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN mudah dibawa saat diperlukan		5	4		
F	Bahan					
13	Alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN mudah didapat	4			5	95%
14	Alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN memiliki harga yang terjangkau.		5		5	
G	Pengoperasian					
15	Alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN yang mudah dioperasikan		5	4		90%
16	Notasi Keterangan pada alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN mudah dipahami	4			5	
		36	35	28	45	
	Total - R A N I		71		73	
						144

Berdasarkan Tabel 4.2, diketahui bahwa aspek penilaian dari kedua ahli terdiri dari 16 butir pernyataan yang pada setiap butir pertanyaannya memiliki 5 (lima) penilaian, dengan jumlah nilai maksimum dari gabungan hasil jawaban

kedua ahli adalah 150. Hasil dari validasi media tersebut dihitung dengan menggunakan persamaan 3.1 maka didapatkan :

$$V = \frac{144}{160} \times 100 = 90\%$$

Dari hasil perhitungan diatas, maka dapat disimpulkan hasil penelitian dari kedua ahli media sebagai validator secara keseluruhan mencapai 96%. menurut kategori persentase validasi ahli pada Tabel 3.3 jika persentase mencapai 81 – 100%, maka alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN dikategorikan “Sangat Layak” berdasarkan dari segi penilaian dosen ahli media atau validator.

Berdasarkan hasil penilaian dosen ahli media pada aspek tampilan dan bahan memiliki nilai presentase paling tinggi yaitu 95%, hal ini menunjukkan aspek tersebut sangat bagus dalam penggunaan alat peraga dalam menunjang pembelajaran. Selanjutnya hasil penilaian dosen ahli media pada aspek ketetapan konsep dan ukuran memiliki nilai presentase paling rendah yaitu 85%, hal ini menunjukkan aspek tersebut kurang bagus dalam menjelaskan konsep, materi dan ukuran alat peraga yang terlalu besar.

Selanjutnya peneliti melakukan uji validasi dengan ahli materi untuk mendapatkan nilai kelayakan terhadap sistem *Automatic Transfer Switch* menggunakan PLTS – PLN sebagai alat peraga. Ahli materi tersebut yaitu, bapak Muhammad Rizal Fachri, M.T selaku dosen Program Studi Pendidikan Teknik Elektro sebagai dosen ahli materi 1. Suardi Nur, M.T selaku dosen Program Studi Pendidikan Teknik Elektro sebagai dosen ahli materi 2. Pada Tabel 4.2 berikut merupakan hasil validasi dari ahli materi 1 dan 2 :

Tabel 4.2 Hasil Validasi Ahli Materi

No	Aspek yang ditelaah	Hasil jawaban validasi ahli materi 1		Hasil jawaban validasi ahli materi 2	
A	Tujuan Pembelajaran				
1	Alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN membantu memahami konsep dasar proses konversi energi cahaya matahari menjadi energi listrik.		5		5
2	Alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN mendukung pemahaman tentang konsep pengukuran dan pengujian sel dan modul surya.		5		5
3	Alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN membantu memahami aplikasi praktis dari sistem ATS pada PLTS – PLN.		5		5
4	Alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN meningkatkan pemahaman tentang pemenuhan kebutuhan energi Listrik baik dalam kondisi on-grid maupun off-grid melalui PLTS.		5		4
5	Alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN memberikan Gambaran yang jelas tentang bagaimana merancang sistem kelistrikan yang efektif dan efisien dari sumber energi surya.		4		4
					95%

6	Alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN memberikan dasar yang kuat untuk mengembangkan keterampilan dalam merancang sistem kelistrikan dari energi surya.		5	5	
B	Materi				
7	Materi yang disajikan dalam alat peraga relevan dengan konsep sistem tenaga Listrik surya (photovoltaic system).		5	5	90%
8	Materi yang disajikan dalam alat peraga menjelaskan metode pengukuran dan pengujian sel serta modul surya sesuai dengan standar yang berlaku.	4		4	
9	Alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN menyajikan informasi yang akurat dan relevan mengenai komponen-komponen yang terlibat dalam sistem ATS pada PLTS – PLN.	4		5	
C	Waktu				
10	Alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN ini telah memenuhi standar yang dibutuhkan Alat peraga sistem ATS dapat membantu mempercepat penjelasan materi sistem ATS sehingga waktu lebih efisien kan		5	5	100%
D	Manfaat				
11	Alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN memberikan pengalaman belajar yang lebih nyata dan aplikatif dibandingkan dengan hanya menggunakan metode ceramah atau buku teks.		5	5	100%

12	Alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN dapat digunakan sebagai media demonstrasi yang efektif dalam kegiatan pembelajaran di kelas atau di laboratorium.		5		5	
13	Alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN membantu siswa memahami prinsip kerja komponen-komponen dalam sistem ATS pada PLTS – PLN secara lebih mendalam.		5		5	
E	Penyajian					
14	Tata letak komponen-komponen sistem ATS menggunakan PLTS – PLN yang konsisten dan mudah dibaca.	4			5	95%
15	Dengan adanya alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN maka mahasiswa dapat mencontohkan Teknik pengoperasian sistem ATS.		5		5	
F	Kinerja Efektif dan Efisien					
16	Alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN dapat digunakan secara efektif dan efisien dalam proses pembelajaran.		5		5	100%
Total		16	60	12	65	
		76		77		
				153		

Berdasarkan hasil pada Tabel 4.2 diketahui bahwa aspek penilaian dari kedua ahli terdiri dari 16 butir pernyataan yang pada setiap butir pernyataannya memiliki lima (5) penilaian dengan jumlah nilai maksimum dari gabungan hasil jawaban

kedua ahli adalah 160. Hasil dari validasi materi tersebut dihitung dengan menggunakan persamaan 3.1 maka didapatkan :

$$V = \frac{153}{160} \times 100 = 95.625\%$$

Dari hasil perhitungan diatas, maka dapat disimpulkan hasil penelitian dari kedua ahli media atau validator secara keseluruhan mencapai 95.625%. menurut kategori persentase validasi ahli pada Tabel 3.3 jika persentase mencapai 81 – 100%, maka Alat Peraga Sistem ATS Menggunakan PLTS – PLN dikategorikan “Sangat Layak” berdasarkan dari segi penilaian dosen ahli materi atau validator.

Berdasarkan hasil penilaian dosen ahli materi pada aspek waktu, manfaat dan kinerja efektif & efisien memiliki nilai presentase paling tinggi yaitu 100%. Selanjutnya hasil penilaian dosen ahli materi pada aspek materi memiliki nilai presentase paling rendah yaitu 90%. Hal ini menunjukkan materi yang disajikan dalam alat peraga tidak menjelaskan metode pengukuran dan pengujian modul surya sesuai dengan standar yang berlaku.

B. Pembahasan

Perancangan alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN dilakukan selama ±3 (tiga) bulan, adapun bahan yang digunakan untuk membuat rangkaian alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN yaitu terdiri dari 1 unit *Solar Charge Controller* (SCC) jenis *Pulse Width Modulation* (PWM), 4 unit *Miniature Circuit Breaker* (MCB), 2 unit *Fuse*, 2 unit *Relay* 12 Volt, 1 unit *Time Delay Relay*, 2 unit *MC4 Male*, 2 unit *MC4 Female*, 1 unit Panel Surya 50 Wp Jenis *Half Monocrystalline*, 1 unit baterai 12 Volt 6 Ah, 2 unit lampu DC 12 Volt, 1 unit

pompa air DC 12 Volt 2 Amper, 3 unit *steker*, 2 unit stop kontak, kabel Panel surya ± 2 meter, kabel NYAF ± 15 meter. Material yang digunakan untuk pembuatan kerangka terdiri dari besi *hollow* ± 6.5 meter. Modul instalasi sistem ATS menggunakan material *triplek* ketebalan 5 mm dengan ukuran 55x45 cm. Rangkaian alat peraga dirancang dan dibuat mengikuti *wiring diagram* daya dan kontrol. Perancangan dan pembuatan dengan menyusun setiap komponen yang dibutuhkan pada modul kerangka alat peraga. Selanjutnya yaitu tahap pengujian alat peraga yang telah selesai dirancang dan dibuat, berlokasi di Laboratorium Listrik Prodi Pendidikan Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Tahap selanjutnya dilakukan validasi oleh ahli media dan ahli materi untuk menilai kelayakan alat peraga untuk mata kuliah *renewable* energi. Hasil validasi ahli media memperoleh hasil dengan nilai validitas sebesar 96% yang menunjukkan Alat Peraga Sistem ATS menggunakan PLTS – PLN dikategorikan “Sangat Layak”. Hasil validasi ahli materi memperoleh hasil dengan nilai validitas sebesar 95,625% yang menunjukkan Alat Peraga Sistem ATS Menggunakan PLTS – PLN dikategorikan “Sangat Layak”. Presentase paling tinggi pada hasil validasi ahli media yaitu aspek tampilan dan bahan sebesar 95%, sedangkan presentase paling rendah pada hasil validasi ahli media yaitu aspek ketetapan konsep dan ukuran sebesar 85%. Presentase paling tinggi pada hasil validasi ahli materi yaitu aspek manfaat dan kinerja efektif & efisien sebesar 100%, sedangkan presentase paling rendah pada hasil validasi ahli materi yaitu aspek materi sebesar 85%.

Perbandingan kelebihan dan kekurangan penelitian ini dengan penelitian yang dilakukan oleh Dyah Ayu Lestari dan Imam Sucahyo dengan judul “Pengembangan Alat Peraga Mini Sopetric (*Solar Power Electricity*) pada Materi Energi Alternatif di Kelas X SMA”. Kelebihan penelitian ini dengan penelitian relevan diatas terletak pada nilai akhir validitas untuk alat peraga yang sedikit lebih tinggi yaitu 92,81%. Dan kekurangan penelitian ini terletak pada ukuran alat peraga yang dimana perbandingannya 1:6.



BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Perancangan Alat Peraga Sistem ATS Menggunakan PLTS – PLN merupakan proses pembuatan alat peraga yang terdiri dari SCC, *Photovoltaic*, baterai, adaptor AC/DC, *Time Relay Delay*, *Relay*, MCB, *Fuse*. Alat peraga Sistem ATS menggunakan PLTS – PLN dibuat untuk mata kuliah pembelajaran *renewable energi* agar dapat memudahkan mahasiswa dalam menjalankan pembelajaran, dan juga menambah wawasan mahasiswa tentang manfaat rangkaian sistem ATS.
2. Berdasarkan hasil uji validasi yang dilakukan oleh ahli media dan ahli materi untuk menilai kelayakan alat peraga untuk mata kuliah *renewable energi*. Hasil validasi ahli media memperoleh hasil dengan nilai validitas sebesar 96% yang menunjukkan Alat Peraga Sistem ATS menggunakan PLTS – PLN dikategorikan “Sangat Layak”. Hasil validasi ahli materi memperoleh hasil dengan nilai validitas sebesar 95,625% yang menunjukkan Alat Peraga Sistem ATS Menggunakan PLTS – PLN dikategorikan “Sangat Layak”.

B. Saran

Berdasarkan hasil yang didapatkan pada tahap pengujian alat peraga dan uji validasi, maka peneliti memberikan beberapa saran kepada peneliti selanjutnya, yaitu :

1. Meningkatkan kualitas alat peraga yang dibuat dari segi material pada kerangka, modul, dan ukuran yang dapat diperkecil supaya memudahkan dalam memindahkan dan menyimpan alat peraga.
2. Meningkatkan pengembangan alat peraga penelitian hingga memproduksi dalam jumlah besar untuk kebutuhan pasar.
3. Pada tahap melakukan proses pengujian responden agar dapat melakukan dan menampilkan alat peraga yang sudah dibuat beserta fungsi dan cara kerjanya secara langsung pada mahasiswa mata kuliah renewable energi.



DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Majid, Ir., MT, Perancangan Sistem Automatic Transfer Switch (ATS) Sebagai Komponen Pelengkap Sistem Hybrid PLN – Sel Surya, *Jurnal Teknik Elektro*, 2018, Vol 7 no 1.
- Adiguna., Saputra Chandra., dan Pradana, Analisis dan Perancangan Sistem Informasi Manajemen Gudang pada PT Mitra Pinasthika Mulia Surabaya, *Jurnal Pengembangan Teknologi dan Ilmu Komputer*, 2018, hal 612-621.
- Abd Halik, Abdul Hakim, Pengaruh Penggunaan Media Grafis Terhadap Hasil Belajar Mata Pelajaran Bahasa Indonesia Siswa Sekolah Dasar Negeri 55 Parepare, *Journal of Education, language Teacing and Science*, 2020, Hlm 28 – 34.
- Agus Miftakus Surur, Pengembangan Media Pembelajaran : Teori, Aplikasi, dan Publikasi, *Buku*, 2021, Hlm 43
- Abdul Majid, Perancangan Sistem *Automatic Transfer Switch* (ATS) Sebagai Komponen Pelengkap Sistem *Hybrid* PLN – Sel Surya, *Jurnal Teknik Elektro*, 2017, Hlm 1-9.
- Anang Silahuddin, Pengenalan Klasifikasi, Karakteristik, dan Fungsi Media Pembelajaran MA Al-Huda Karang Melati, *Jurnal*, 2022, Hlm 162 – 175
- Amazon, 2022, *Viewsonic PA503S DLP Projector Luidspreker Wit Grijs*, Tanggal diaksesnya 8 Maret 2025, <https://www.amazon.nl/Viewsonic-PA503S-DLP-projector-luidspreker-wit-grijs/dp/B071G5H5Q1?th=1>.
- Alvi Syafaatu Rosidah, Asyahidah Alqurni, Muhammad Suwigno Prayogo, Penggunaan Alat Peraga Pada Mata Pelajaran IPA Fisika Tentang Bunyi di Sekolah Dasar, 2023, *Jurnal Pendidikan Islam*, Hlm 299 – 313.
- Alex Sander, Rusdi, M.Kom, Defi Pujianto, M.Kom, Membangun Perangkat Bilik Masker Otomatis Untuk Pencegahan Covid-19, *Jurnal Teknik Informatika Mahakarya*, 2022, hlm 1-8.
- Andre Setyawan & Agus Ulinuha, Pembangkit Listrik Tenaga Surya *Off-Grid* Untuk *Supply Charge Station*, *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 2022, Hlm 23-24.

Buci Nofersa Florensia, Pengembangan Alat Peraga Matematika Papan Tali Perkalian Berbasis Metode *Montessori* Pada Operasi Hitung Perkalian Di Kelas III Sekolah Dasar, *Artikel Ilmiah*, 2018.

Creator Media, 2024 Jenis-jenis Media yang Diproyeksikan, Tanggal diaksesnya 8 Maret 2025, <https://creatormedia.maketcreator.com/jenis-jenis-media-visual-yang-diprojektikan/>

Dyah Ayu Lestari dan Imam Sucahyo, Pengembangan Alat Peraga Mini Sopedric (*Solar Power Electricity*) pada Materi Energi Alternatif di Kelas X SMA, 2023, Hlm 77-90.

Dyah Darma Andayani, Fathahillah, Fidela Evania Jakob, Pengembangan E-Modul Ajar Kurikulum Merdeka Berbasis *Augmented Reality* Pada Mata Pelajaran TIK (Teknologi Informasi dan Komunikasi) Kelas VII UPT SMP Negeri 4 Parepare, *Jurnal Sosial Humaniora dan Pendidikan*, 2024, Hlm 92

Depositphotos, 2014, Grafik Batang Pertumbuhan dan Bagan Lingkaran, Tanggal diaksesnya 8 Maret 2025, <https://depositphotos.com/id/photo/growing-bar-graphs-and-pie-chart-40094381.html>.

DigiWare, 2020, *Submersible Pump Portable* Pompa Celup Mini DC 12V Air Solar Kencang Kuat, Tanggal diaksesnya 8 Maret 2025, <https://digiwarestore.com/id/other-appliances/submersible-pump-portable-pompa-celup-mini-dc-12v-air-solar-kencang-kuat-713548.html>.

Emzir, Metodologi Penelitian Kualitatif analisis data. (jakarta : PT Raja Grafindo Persada Pusat, 2011).

Eko Susanto, *Automatic Transfer Switch*, *Jurnal Teknik Elektro*, 2013, Hlm 18-21

Faisal Tanjung, Sopyang, Suryani, & Zulfajri Basri Hasanuddin, Perancangan Panel ATS (*Automatic Transfer Switch*) PLN ke Generator Gudang Pupuk di Jeneponto, *Jurnal Teknik Elektro*, 2022, Hlm 102.

Felycia, Eva Safaah, & Ridho Anwar, Rancang Bangun Sistem ATS (*Automatic Transfer Switch*) dan AMF (*Automatic Transfer Failure*) 1 Fasa Secara Otomatis, *Jurnal Tekinfo*, 2022, Hlm 44-51

Firnansyah Rahim & Bangkit E. Buata, Rancang Bangun Panel *Automatic Transfer Switch* (ATS) dan *Automatic Main Failure* (AMF), *Tugas Akhir*, 2020.

Hendi, Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Solusi Energi Terbarukan Rumah Tangga, *Jurnal Edukasi Elektro*, 2022.

Irpan, Tinjauan Hukum tentang PT. PLN (persero) sebagai pelaku usaha dalam penyediaan listrik bagi konsumen, *jurnal ilmu hukum legal opinion*, hal 2, 2013

I Gusti Made Surya Ade Candra, Hendra Uloli, & Fentje Abdul Rauf, Pengembangan Media Pembelajaran Alat Peraga *Continously Variable Transmission* (CVT) Sepeda Motor Pada Mata Kuliah Teknologi Sepeda Motor, *Jurnal Of Engeneering Education*, 2022, Hlm 23-31.

I Wayan Sumatika, 2023, “*Water Drop Photography*” : Menangkap Pesona Tetesan Air dalam Fotografi, Tanggal diaksesnya 8 Maret 2025, <https://tatkala.co/2023/09/20/water-drop-photography-menangkap-pesona-tetesan-air-dalam-fotografi/>.

Imam Wijaya Siagian, Analisis Konversi Energi Pada Kombinasi Panel Surya Tipe *Polycrystalline* dan *Monocrystalline* untuk Skala Listrik Rumah Tangga, *Skripsi*, 2023, Hlm 8.

Infien, 2024, Memahami Istilah-istilah Yang Umum Digunakan Dalam Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), Tanggal diaksesnya 8 Maret 2025, <https://infienenergy.com/2024/05/30/memahami-istilah-istilah-yang-umum-digunakan-dalam-pembangkit-listrik-tenaga-surya-plts/>.

Ida Bagus Ketut Sugirianta & I Nyoman Sukarma, Keandalan Sistem *Smart Grid*, *Jurnal Logic*, 2015, Hlm 63.

Indarto, Rancang Bangun dan Implementasi Trainer Sistem Kendali Motor Semi-Automatis Menggunakan TDR (*Timer Delay Relay*) di SMK NU UNGARAN, *Skripsi*, 2017, Hlm 17-18

Jean Rostand, Mustapha, Adabara, and Hassan, “*Design of an Automatic Transfer Switch for households solar PV system,*” *European Journal of Advances in Engineering and Technology*, hal 54-65, 2019.

Kholiq, Pemanfaatan Energi Alternatif sebagai Energi Terbarukan untuk Mendukung Substitusi BBM, *Jurnal IPTEK*, Vol 19, No. 2, 2015, hlm 75-91.

- Kompasiana, 2022, Bagaimana Kita Mulai Memasang PLTS Di Atap Rumah?, Tanggal diaksesnya 8 Maret 2025, <https://www.kompasiana.com>.
- Lari Andres Sanjaya, Agus Setyo Budi, I Made Astra, Pengembangan Alat Peraga Energi terbarukan, *E-Journal*, 2016, Hlm 1-4.
- Luki Febrianto, Arief Syaichu Rohman, & Dean Corio, Perancangan ATS (*Automatic Transfer Switch*) Dengan TDR (*Time Delay Relay*) dan Sistem *Monitoring Prototype DC (Direct Current) Microgrid* Berbasis *Website*, *Jurnal Teknik Elektro ITERA*, 2019, Hlm 3
- Maurya, Kumar, & Srivastava, *A Review on Dc Water Pumping System For Low Power Applications, International Journal Of Electrical And Computer Engineering (IJECE)*, 2018, Hlm 4902-4914.
- Muhammad Saleh & Munnik Haryanti, Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Relay, *Jurnal Teknologi Elektro*, 2017, Hlm 181-182.
- Nasaruddin, Media Dan Alat Peraga Dalam Pembelajaran Matematika, *Jurnal*, 2018, Hlm 21 – 30
- Nurhasanah, Alat Peraga Karakteristik Transistor Menggunakan Ardiuno Sebagai Media Pembelajaran Elektronika Dasar, *Skripsi*, 2018.
- Nur Fadhilah, Doty Dewi Rosanti, Ruri Agung Wahyuono, Dyah Sawitri, Lizda Johar Mawarani, Maktum Muharja, Penggunaan Media Alat Peraga Berbasis Energi Terbarukan Guna Menunjang Model Pembelajaran *Student-Centered Learning* di SDN Ajung 01 Kalisat, 2025, Hlm 2667-2676
- Pudak Scientific, Model Jantung Manusia, Tanggal diaksesnya 8 Maret 2025, https://www.pudak-scientific.com/detail_products.php?id=224
- Priajana, Kumara & Setiawan, *Grid Tie Inverter Untuk PLTS Atap di Indonesia: Review Standar dan Inverter yang Compliance di Pasar Domestik*, *Jurnal Spektrum*, 2020, Hlm 64.
- Panel Surya, 2016, Type dan Spesifikasi *Solar Charge Controller*, Tanggal diaksesnya 8 Maret 2025, <https://panelsinarsurya.wordpress.com/2016/09/15/type-dan-spesifikasi-solar-charge-controller/>.
- Rendi Efendi, Rancang Bangun Alat Peraga Energi Terbarukan Berbasis Energi Surya, 2020, Hlm 1-7

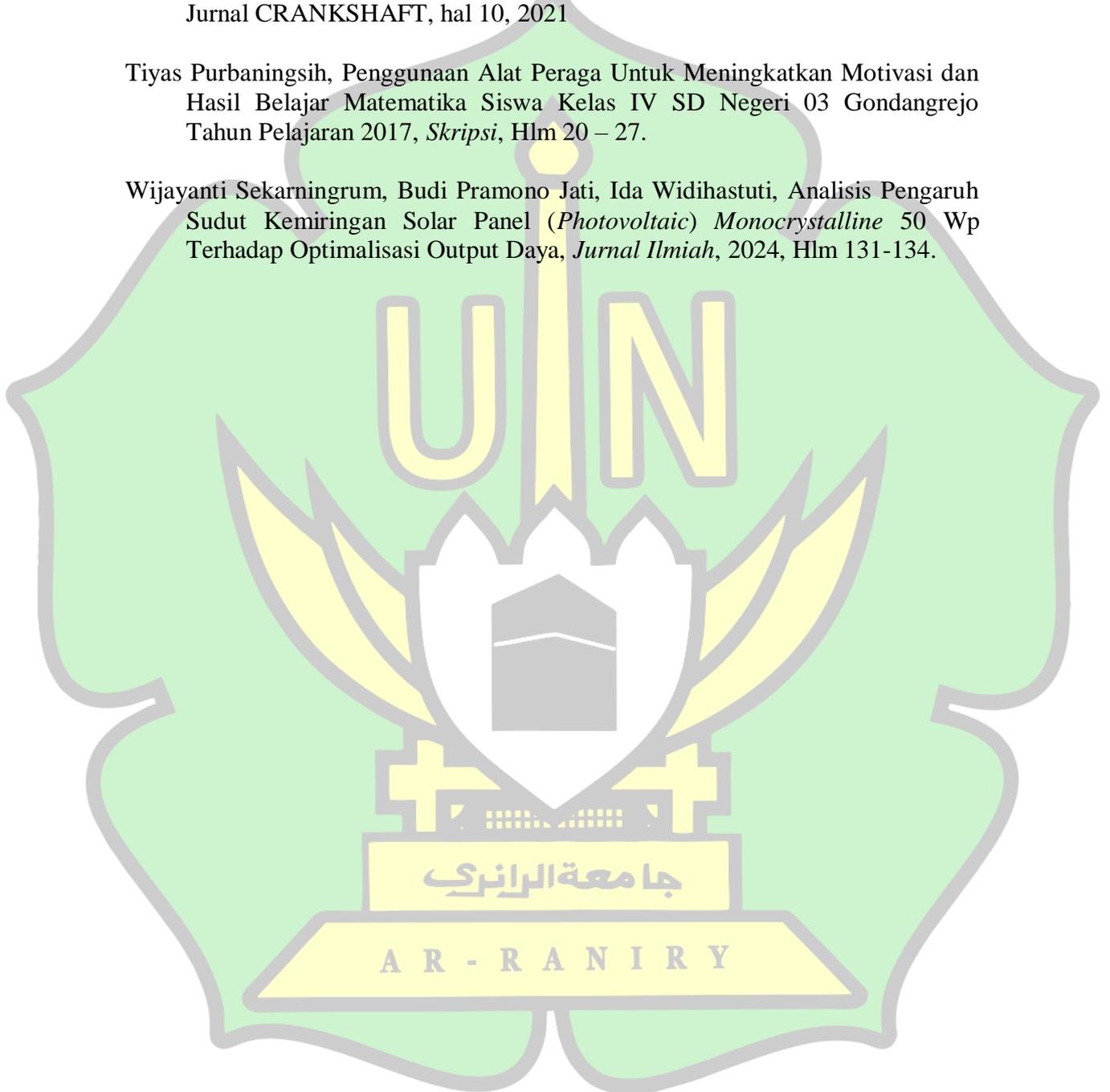
- Rieka Mustika, Media Pembelajaran Sistem Audio Untuk Pemberdayaan Pendidikan di Komunitas Masyarakat, *Jurnal Masyarakat Telematika dan Informasi*, 2015, Hlm 57 – 68.
- Revolta Elfridus Adi Wibowo, Hans Tumaliang, & Meita Rumbayan, Perencanaan Sistem *Hybrid* pada Jaringan Kelistrikan di Rumah Sakit Monompia Kotamobagu, *Jurnal*, 2022.
- Sharp, *TOKYO Portable Digital Radio*, Tanggal diaksesnya 8 Maret 2025, <https://www.sharpconsumer.com/audio/drp420bk/>
- S. H. Khotimah, Pengaruh Penggunaan Alat Peraga Terhadap Hasil Belajar Matematika Pada Materi Bangun Ruang, *Jurnal Penelitian dan Pengembangan*, 2019, Hlm 48-55.
- Saiful Manan, Energi Matahari, Sumber Energi Alternatif yang Efisien, Handal dan Ramah Lingkungan Diindonesia, *Jurnal*, 2009, Hlm 32
- Sunergi, Skema Hybrid, Tanggal diaksesnya 8 Maret 2025, <https://www.sunergi.co.id>.
- Shopee, *Travo 12V Hinolux 5A 8A 16A 24A Power Supply Led Strip / Travo Slim 12V Silicon / Led Power Supply*, Tanggal diaksesnya 8 Maret 2024, https://shopee.co.id/TRAVO-12V-HINOLUX-5A-8A-16A-24A-POWER-SUPPLY-LED-STRIP-TRAVO-SLIM-12V-SILICON-LED-POWER-SUPPLY-i.891986564.29612419965?is_from_login=true.
- SeiPower, Battery & Rectifier, Tanggal diaksesnya 8 Maret 2025, <https://seipower.co.id/battery>
- Syamsul, Resky Aksar, Abd Hafid, & Adriani, Perancangan Sistem Kontrol Otomatis Lampu Berbasis Relay Timer Dengan Sumber Aki (Solar Cell), *Jurnal Teknik Elektro UNISMUH*, 2022, Hlm 84-88
- Suprianto, 2015, *Interlock Kontaktor / On Off Kontaktor*, Tanggal diaksesnya 8 Maret 2025, <https://blog.unnes.ac.id/antosupri/interlock-kontaktor-on-off-kontaktor/>
- Sitti Rabiah, Penggunaan Metode *Research And Development* Dalam Penelitian Bahasa Indonesia Di Perguruan Tinggi, *Jurnal*, 2015, Hlm 3-4
- Sudjana nana, Dasar-dasar proses belajar mengajar, Buku, 2008.

Timbang Pangaribuan, Sahat P. Sihaan, & Lulu Naugi Sinaga, Simulasi Aplikasi *Automatic Transfer Switch* Pada Dua Sumber Listrik Yang Berbeda Dengan Menggunaka PLC, *Jurnal*, 2004.

Ta'alim NurHidayat, RohmoSubodro, Sutrisno, Analisis output daya pada pembangkit listrik tenaga surya dengan kapasitas 10wp, 20 wp, dan 30 wp, *Jurnal CRANKSHAFT*, hal 10, 2021

Tiyas Purbaningsih, Penggunaan Alat Peraga Untuk Meningkatkan Motivasi dan Hasil Belajar Matematika Siswa Kelas IV SD Negeri 03 Gondangrejo Tahun Pelajaran 2017, *Skripsi*, Hlm 20 – 27.

Wijayanti Sekarningrum, Budi Pramono Jati, Ida Widiastuti, Analisis Pengaruh Sudut Kemiringan Solar Panel (*Photovoltaic*) *Monocrystalline* 50 Wp Terhadap Optimalisasi Output Daya, *Jurnal Ilmiah*, 2024, Hlm 131-134.



LAMPIRAN

Lampiran 1 : SK Skripsi


**KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN UIN AR-RANIRY BANDA ACEH
NOMOR 132 TAHUN 2025**
TENTANG:
**PENGGANGKATAN PEMBIMBING SKRIPSI MAHASISWA
DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA**
DEKAN FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN UIN AR-RANIRY BANDA ACEH

Menimbang : a. bahwa untuk kelancaran bimbingan skripsi mahasiswa pada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh maka dipandang perlu menunjuk pembimbing skripsi;
b. bahwa yang namanya tersebut dalam Surat Keputusan ini dianggap cakap dan mampu untuk diangkat dalam jabatan sebagai pembimbing skripsi mahasiswa;
c. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a dan huruf b, perlu menetapkan Keputusan Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

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 Presiden Nomor 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 44 Tahun 2022, tentang Organisasi dan Tata Kerja UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
8. Peraturan Menteri Agama Nomor 14 Tahun 2022, 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 UIN Ar-Raniry Banda Aceh pada Kementerian Agama sebagai Instansi Pemerintah yang menerapkan Pengelolaan Badan Layanan Umum
11. Surat Keputusan Rektor UIN Ar-Raniry Banda Aceh Nomor 01 Tahun 2015, Tentang Pendelegasian Wewenang kepada Dekan dan Direktur Pascasarjana di Lingkungan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

MEMUTUSKAN

Menetapkan : Keputusan Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh tentang Pembimbing Skripsi Mahasiswa.

KESATU : Menunjukkan Saudara :
HARI ANNA LASTYA, MT
Untuk membimbing Skripsi
Nama : Mahyar Khairi
NIM : 180211098
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektro
Judul Skripsi : Perancangan Alat Peraga Sistem *Automatic Transfer Switch* (ATS) Menggunakan PLTS-PLN

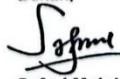
KEDUA : Kepada pembimbing yang tercantum namanya di atas diberikan honorarium sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku;

KETIGA : Pembiayaan akibat keputusan ini dibebankan pada DIPA UIN Ar-Raniry Banda Aceh Nomor SP DIPA.025.04.2.423925/2025, Tanggal 02 Desember 2025;

KEEMPAT : Keputusan ini berlaku sampai 07 Juli 2025;

KELIMA : Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dengan ketentuan bahwa segala sesuatu akan dirubah dan diperbaiki kembali sebagaimana mestinya, apabila kemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam Keputusan ini.

Ditetapkan di : Banda Aceh
Pada tanggal : 22 Januari 2025
Dekan,


Safrul Muluk

Tembusan:

1. Sekjen Kementerian Agama RI di Jakarta;
2. Dirjen Pendidikan Islam Kementerian Agama RI di Jakarta;
3. Direktur Perguruan Tinggi Agama Islam Kementerian Agama RI di Jakarta;
4. Kantor Pelayanan Perbendaharaan Negara (KPPN), di Banda Aceh;
5. Rektor UIN Ar-Raniry Banda Aceh di Banda Aceh;
6. Kepala Bagian Keuangan dan Akuntansi UIN Ar-Raniry Banda Aceh di Banda Aceh;
7. Yang bersangkutan;
8. Arsip.

No	Alat	Fungsinya
1	Obeng	Berfungsi untuk membuka dan mengencangkan baut atau sekrup pada berbagai benda.
2	Tang Kombinasi	Fungsi sebagai penjepit dan pemotong kulit kabel, dengan bentuk runcing pada bagian ujungnya.
3	Tang Kupas Kabel (<i>wire stripper</i>)	Berfungsi mengupas dan memotong kabel.
4	Kunci L hexagonal	Berfungsi mengencangkan dan mengendurkan baut dengan lubang kepala segi enam (heksagonal) pada bagian dalamnya.

No	Bahan	Fungsinya
1	Panel Surya (<i>Photovoltaic</i>) 50 wp	Alat yang berfungsi menangkap dan mengkonversi energi sinar matahari menjadi energi listrik.
2	Baterai 6Ah – 12VDC	Alat penyimpan arus listrik dengan cara menyimpan arus yang masuk sebelumnya dan dikeluarkan menjadi tegangan DC yang berfungsi untuk perangkat elektronik.
3	<i>Solar Charge Controller (SCC) – PWM 10 Ampere</i>	Berfungsi sebagai alat yang mengendalikan proses pengisian arus listrik baterai.

4	<i>Relay</i> 12 volt – 5 Amper	Berfungsi mengalirkan listrik dan mengendalikan aliran listrik.
5	<i>Time Delay Relay</i>	TDR berfungsi menunda pengoperasian kontak relay.
8	Pompa Air (<i>Water Pump</i>) DC 12 volt	Berfungsi menggerakkan air dari tempat bertekanan rendah ke tempat bertekanan yang lebih tinggi.
9	Kabel NYAF	Berfungsi sebagai kabel fleksible voltase rendah.
10	MC4	Komponen tersebut memiliki fungsi vital sebagai penghantar arus listrik dari panel ke dalam kabel Anda.
11	Skun (<i>Cable Lug</i>)	Berfungsi untuk menghubungkan kabel dengan alat listrik komponen listrik lainnya.
12	<i>Fuse</i> (Sekring)	Berfungsi memutuskan arus listrik saat terjadi hubungan arus pendek yang bisa berakibat kebakaran.
13	Adaptor AD/DC 12 volt	Adaptor adalah sebuah perangkat berupa rangkaian elektronika yang berfungsi untuk mengubah tegangan listrik yang besar menjadi tegangan listrik lebih kecil.
14	<i>Miniatur Circuit Breaker</i> (MCB) AC dan DC	Berfungsi sebagai pembatas arus listrik dan pengaman ketika ada beban lebih

LEMBAR VALIDASI AHLI MEDIA
ALAT PERAGA SISTEM AUTOMATIC TRANSFER SWITCH
MENGGUNAKAN PLTS – PLN

A. Pengantar

1. Lembar validasi ini bertujuan untuk mendapatkan informasi dari bapak/ibu validator mengenai kelayakan bentuk *Sistem Automatic Transfer Switch* menggunakan PLTS – PLN sebagai alat peraga.
2. Saran dan masukan dari bapak/ibu ahli media akan sangat bermanfaat untuk perbaikan tujuan materi *Sistem Automatic Transfer Switch* menggunakan PLTS – PLN sebagai alat peraga.

B. Identitas Validator

- a. Nama : Baihaqi, M.T.
- b. NIP/NIDN : 198802212022031001
- c. Institusi : Prodi PTE FTK UIN Ar-Raniry
- d. Bidang Keahlian : Elektronika

C. Petunjuk Pengisian

1. Mohon Kesediaan bapak/ibu ahli untuk memberikan penilaian terhadap *Sistem Automatic Transfer Switch* menggunakan PLTS – PLN sebagai alat peraga, dengan aspek yang telah diberikan.
2. Mohon diberikan tanda centang (√) pada skala penelitian yang dianggap sesuai. Jawaban yang diberikan berupa skor (nilai) dengan penjelasan di tiap nilai :
 - (1) : Sangat Tidak Layak
 - (2) Tidak Layak

- (3) Netral
- (4) Layak
- (5) Sangat Tidak Layak

3. Peneliti mengucapkan terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu ahli dalam kesediaannya mengisi lembar validasi ini.

D. Angket Validasi Madia

No	Aspek yang ditelaah	Alternatif Pilihan					Saran
		1	2	3	4	5	
A	Ketetapan Konsep					✓	
1	Alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN dapat menjelaskan konsep sistem ATS menjadi lebih nyata				✓		
2	Alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN dapat menjelaskan materi dengan benar				✓		
B	Tampilan						
3	Bentuk alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN menarik perhatian				✓		
4	Tata letak komponen rangkaian sistem ATS menggunakan PLTS – PLN yang rapi sehingga menarik perhatian				✓		
C	Ketahanan						
5	Bahan yang digunakan alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN tahan lama				✓		
6	Alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN tidak memerlukan perlakuan khusus dalam perawatan				✓		
D	Multi fungsi						

7	Alat peraga ini secara efektif mensimulasikan perpindahan sumber daya antara PLTS dan PLN.					✓
8	Alat peraga membantu memahami prinsip kerja sistem ATS dalam mengamankan pasokan Listrik.					✓
9	Alat peraga ini berfungsi untuk memvisualisasikan komponen-komponen utama dalam sistem ATS, PLTS dan PLN.					✓
10	Alat peraga ini berfungsi sebagai media pembelajaran yang efektif tentang kelistrikan dan energi terbarukan.					✓
E	Ukuran					
11	Alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN ini telah memenuhi standar yang dibutuhkan.					✓
12	Alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN mudah dibawa saat diperlukan					✓
F	Bahan					
13	Alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN mudah didapat					✓
14	Alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN memiliki harga yang terjangkau.					✓
G	Pengoperasian					
15	Alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN yang mudah dioperasikan					✓
16	Notasi Keterangan pada alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS - PLN mudah dipahami					✓

E. Saran

Lanjutkan ke analisis data dan pembahasan
sesuai alat yang telah dirancang.

F. Kesimpulan

Sistem automatic transfer switch menggunakan PLTS – PLN sebagai alat peraga ini dinyatakan :

1. Layak untuk digunakan tanpa revisi
2. Layak untuk digunakan dengan revisi sesuai saran
3. Tidak layak digunakan

Banda Aceh, 4 Februari2025

Ahli Media


(Baihaqi, M.T.)

LEMBAR VALIDASI AHLI MEDIA
ALAT PERAGA SISTEM AUTOMATIC TRANSFER SWITCH
MENGGUNAKAN PLTS – PLN

A. Pengantar

1. Lembar validasi ini bertujuan untuk mendapatkan informasi dari bapak/ibu validator mengenai kelayakan bentuk *Sistem Automatic Transfer Switch* menggunakan PLTS – PLN sebagai alat peraga.
2. Saran dan masukan dari bapak/ibu ahli media akan sangat bermanfaat untuk perbaikan tujuan materi *Sistem Automatic Transfer Switch* menggunakan PLTS – PLN sebagai alat peraga.

B. Identitas Validator

- a. Nama : M. IKHSAN
- b. NIP/NIDN : 198610232023211028
- c. Institusi : PTE
- d. Bidang Keahlian : LISTRIK

C. Petunjuk Pengisian

1. Mohon Kesediaan bapak/ibu ahli untuk memberikan penilaian terhadap *Sistem Automatic Transfer Switch* menggunakan PLTS – PLN sebagai alat peraga, dengan aspek yang telah diberikan.
2. Mohon diberikan tanda centang (√) pada skala penelitian yang dianggap sesuai. Jawaban yang diberikan berupa skor (nilai) dengan penjelasan di tiap nilai :
 - (1) : Sangat Tidak Layak
 - (2) Tidak Layak

- (3) Netral
- (4) Layak
- (5) Sangat Tidak Layak

3. Peneliti mengucapkan terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu ahli dalam kesediaannya mengisi lembar validasi ini.

D. Angket Validasi Madia

No	Aspek yang ditelaah	Alternatif Pilihan					Saran
		1	2	3	4	5	
A	Ketetapan Konsep						
1	Alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN dapat menjelaskan konsep sistem ATS menjadi lebih nyata				✓		WIRING DIAGRAM DI TUNJUKKAN
2	Alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN dapat menjelaskan materi dengan benar					✓	
B	Tampilan						
3	Bentuk alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN menarik perhatian					✓	
4	Tata letak komponen rangkaian sistem ATS menggunakan PLTS – PLN yang rapi sehingga menarik perhatian					✓	
C	Ketahanan						
5	Bahan yang digunakan alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN tahan lama					✓	
6	Alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN tidak memerlukan perlakuan khusus dalam perawatan				✓		
D	Multi fungsi						

7	Alat peraga ini secara efektif mensimulasikan perpindahan sumber daya antara PLTS dan PLN.					✓	
8	Alat peraga membantu memahami prinsip kerja sistem ATS dalam mengamankan pasokan Listrik.					✓	
9	Alat peraga ini berfungsi untuk memvisualisasikan komponen-komponen utama dalam sistem ATS, PLTS dan PLN.					✓	
10	Alat peraga ini berfungsi sebagai media pembelajaran yang efektif tentang kelistrikan dan energi terbarukan.					✓	GAMBAR WIRING
E	Ukuran						
11	Alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN ini telah memenuhi standar yang dibutuhkan.					✓	
12	Alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN mudah dibawa saat diperlukan					✓	
F	Bahan						
13	Alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN mudah didapat					✓	
14	Alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN memiliki harga yang terjangkau.					✓	
G	Pengoperasian						
15	Alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN yang mudah dioperasikan					✓	butuh sop
16	Notasi Keterangan pada alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS - PLN mudah dipahami					✓	

E. Saran

Perlu WIRING DIAGRAM dan SOP

F. Kesimpulan

Sistem automatic transfer switch menggunakan PLTS – PLN sebagai alat peraga ini dinyatakan :

1. Layak untuk digunakan tanpa revisi
2. Layak untuk digunakan dengan revisi sesuai saran
3. Tidak layak digunakan

Banda Aceh, 19 FEB2025

Ahli Media



(M. IKHSAN , M.T)

LEMBAR VALIDASI AHLI MATERI
ALAT PERAGA SISTEM AUTOMATIC TRANSFER SWITCH
MENGGUNAKAN PLTS – PLN

A. Pengantar

1. Lembar validasi ini bertujuan untuk mendapatkan informasi dari bapak/ibu validator mengenai kelayakan materi sistem ATS menggunakan PLTS – PLN sebagai alat peraga.
2. Saran dan masukan dari bapak/ibu ahli materi akan sangat bermanfaat untuk perbaikan tujuan materi sistem ATS menggunakan PLTS – PLN sebagai alat peraga.

B. Identitas Validator

- a. Nama : *Muhammad Rizal Fachri, MT.*
- b. NIP/NIDN : *190807082019031018*
- c. Institusi : *UIN AR-RANIRY*
- d. Bidang keahlian : *Energi Listrik.*

C. Petunjuk pengisian

1. Mohon kesediaan bapak/ibu ahli untuk memberikan penilaian terhadap sistem ATS menggunakan PLTS – PLN sebagai alat peraga, dengan aspek yang telah diberikan.
2. Mohon diberikan tanda centang (✓) pada skala penilaian yang dianggap sesuai. Jawaban yang diberikan berupa skor (nilai) dengan penjelasan di tiap nilai :
(1) : Sangat Tidak Layak
(2) : Tidak Layak

(3) : Netral

(4) : Layak

(5) : Sangat Layak

3. Peneliti mengucapkan terima kasih atas kesediaan bapak/ibu ahli dalam kesediaannya mengisi lembar validasi.

D. Angket Validasi Materi

No	Aspek yang ditelaah	Alternatif Pilihan					Saran
		1	2	3	4	5	
A	Tujuan Pembelajaran						
1	Alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN membantu memahami konsep dasar proses konversi energi cahaya matahari menjadi energi listrik.					✓	
2	Alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN mendukung pemahaman tentang konsep pengukuran dan pengujian sel dan modul surya.					✓	
3	Alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN membantu memahami aplikasi praktis dari sistem ATS pada PLTS – PLN.					✓	
4	Alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN meningkatkan pemahaman tentang pemenuhan kebutuhan energi					✓	

	Listrik baik dalam kondisi on-grid maupun off-grid melalui PLTS.					
5	Alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN memberikan Gambaran yang jelas tentang bagaimana merancang sistem kelistrikan yang efektif dan efisien dari sumber energi surya.				✓	
6	Alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN memberikan dasar yang kuat untuk mengembangkan keterampilan dalam merancang sistem kelistrikan dari energi surya.				✓	
B	Materi					
7	Materi yang disajikan dalam alat peraga relevan dengan konsep sistem tenaga Listrik surya (photovoltaic system).				✓	
8	Materi yang disajikan dalam alat peraga menjelaskan metode pengukuran dan pengujian sel serta modul surya sesuai dengan standar yang berlaku.				✓	
9	Alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN menyajikan informasi yang akurat dan relevan mengenai komponen-komponen yang terlibat dalam sistem ATS pada PLTS – PLN.				✓	
C	Waktu					

10	Alat peraga sistem ATS dapat membantu mempercepat penjelasan materi sistem ATS sehingga waktu lebih efisien					✓	
D	Manfaat						
11	Alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN memberikan pengalaman belajar yang lebih nyata dan aplikatif dibandingkan dengan hanya menggunakan metode ceramah atau buku teks.					✓	
12	Alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN dapat digunakan sebagai media demonstrasi yang efektif dalam kegiatan pembelajaran di kelas atau di laboratorium.					✓	
13	Alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN membantu siswa memahami prinsip kerja komponen-komponen dalam sistem ATS pada PLTS – PLN secara lebih mendalam.					✓	
E	Penyajian						
14	Tata letak komponen-komponen sistem ATS menggunakan PLTS – PLN yang konsisten dan mudah dibaca.					✓	
15	Dengan adanya alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN						

LEMBAR VALIDASI AHLI MATERI
ALAT PERAGA SISTEM AUTOMATIC TRANSFER SWITCH
MENGGUNAKAN PLTS – PLN

A. Pengantar

1. Lembar validasi ini bertujuan untuk mendapatkan informasi dari bapak/ibu validator mengenai kelayakan materi sistem ATS menggunakan PLTS – PLN sebagai alat peraga.
2. Saran dan masukan dari bapak/ibu ahli materi akan sangat bermanfaat untuk perbaikan tujuan materi sistem ATS menggunakan PLTS – PLN sebagai alat peraga.

B. Identitas Validator

- a. Nama : Suardi Nur, ST,
b. NIP/NIDN : ~~2011101003~~ 2010108103
c. Institusi : UIN Ar-Raniry Banda Aceh
d. Bidang keahlian : Energi Terbarukan

C. Petunjuk pengisian

1. Mohon kesediaan bapak/ibu ahli untuk memberikan penilaian terhadap sistem ATS menggunakan PLTS – PLN sebagai alat peraga, dengan aspek yang telah diberikan.
2. Mohon diberikan tanda centang (√) pada skala penilaian yang dianggap sesuai. Jawaban yang diberikan berupa skor (nilai) dengan penjelasan di tiap nilai :
(1) : Sangat Tidak Layak
(2) : Tidak Layak

(3) : Netral

(4) : Layak

(5) : Sangat Layak

3. Peneliti mengucapkan terima kasih atas kesediaan bapak/ibu ahli dalam kesediaannya mengisi lembar validasi.

D. Angket Validasi Materi

No	Aspek yang ditelaah	Alternatif Pilihan					Saran
		1	2	3	4	5	
A	Tujuan Pembelajaran						
1	Alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN membantu memahami konsep dasar proses konversi energi cahaya matahari menjadi energi listrik.					✓	
2	Alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN mendukung pemahaman tentang konsep pengukuran dan pengujian sel dan modul surya.					✓	
3	Alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN membantu memahami aplikasi praktis dari sistem ATS pada PLTS – PLN.					✓	
4	Alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN meningkatkan pemahaman tentang pemenuhan kebutuhan energi					✓	

	Listrik baik dalam kondisi on-grid maupun off-grid melalui PLTS.						
5	Alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN memberikan Gambaran yang jelas tentang bagaimana merancang sistem kelistrikan yang efektif dan efisien dari sumber energi surya.				✓		
6	Alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN memberikan dasar yang kuat untuk mengembangkan keterampilan dalam merancang sistem kelistrikan dari energi surya.				✓		
B	Materi						
7	Materi yang disajikan dalam alat peraga relevan dengan konsep sistem tenaga Listrik surya (photovoltaic system).				✓		
8	Materi yang disajikan dalam alat peraga menjelaskan metode pengukuran dan pengujian sel serta modul surya sesuai dengan standar yang berlaku.				✓		
9	Alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN menyajikan informasi yang akurat dan relevan mengenai komponen-komponen yang terlibat dalam sistem ATS pada PLTS – PLN.				✓		
C	Waktu						

10	Alat peraga sistem ATS dapat membantu mempercepat penjelasan materi sistem ATS sehingga waktu lebih efisien						✓	
D	Manfaat							
11	Alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN memberikan pengalaman belajar yang lebih nyata dan aplikatif dibandingkan dengan hanya menggunakan metode ceramah atau buku teks.						✓	
12	Alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN dapat digunakan sebagai media demonstrasi yang efektif dalam kegiatan pembelajaran di kelas atau di laboratorium.						✓	
13	Alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN membantu siswa memahami prinsip kerja komponen-komponen dalam sistem ATS pada PLTS – PLN secara lebih mendalam.						✓	
E	Penyajian							
14	Tata letak komponen-komponen sistem ATS menggunakan PLTS – PLN yang konsisten dan mudah dibaca.						✓	
15	Dengan adanya alat peraga sistem ATS menggunakan PLTS – PLN							

Lampiran 7 : Tampilan Depan, Belakang, Samping Kiri dan Samping Kanan



Lampiran 8 : Proses Pembuatan Kerangka Alat Peraga



Lampiran 9 :

DATA RIWAYAT HIDUP



Mahyar Khairi, lahir di desa Kulam Baro, Kecamatan. Simpang Tiga, Kabupaten. Pidie pada tanggal 23 Oktober 2000. Anak terakhir dari lima bersaudara, buah pasang dari Alm. Ayahanda Nurdin Usman dan Ibunda Kartini. Penulis pertama kali menempuh pendidikan pada usia 6 tahun di MIN 2 Pidie dan selesai pada tahun 2012. Pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Sigli dan selesai pada tahun 2015, dan pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 1 Sigli dengan jurusan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) hingga selesai pada tahun 2018. Pada tahun yang sama penulis diterima di kampus Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh melalui jalur PMB Lokal dan terdaftar di Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Tarbiyah dan Keguruan