



Pengembangan Media Pembelajaran Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-Grid Berbasis *Automatic Transfer Switch* Pada Mata Kuliah Pembangkit Tenaga Listrik

1st Firmansyah¹, 2nd I Putu Suka Arsa², 3rd I Gede Made Surya Bumi Pracasitaram³

Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Ganesha^{1,2,3}
firmansyah@undiksha.ac.id¹, suka.arsa@undiksha.ac.id², pracasitaram@undiksha.ac.id³

Article Info

Article History:

Received: April 20, 2024
Revised: July 18, 2024
Accepted: August 02, 2024

Keywords:

Learning Media;
Solar Power Plant Off-Grid;
Based *Automatic Transfer Swich*.

Informasi Artikel

Kata Kunci:

Media Pembelajaran;
PLTS Off-Grid;
Berbasis ATS.

Publishing Info

ABSTRACT

This research aims to develop a Solar Off-Grid Power Generation Learning Media using an Automatic Transfer Switch to enhance the learning process in the Power Generation course. The study falls under the category of research and development (R&D). Data collection methods employed included surveys or questionnaires administered to media experts, content specialists, and students. The research results indicate that the percentage score from the media experts' evaluation was 98.80%, qualifying as highly suitable. Similarly, content specialists achieved a score of 96.87%, also qualifying as highly suitable. Trials conducted with small and large groups yielded excellent results, with all respondents rating the materials as highly effective. Therefore, the Solar Off-Grid Power Generation Learning Media based on the Automatic Transfer Switch is deemed suitable for use in the electrical power generation learning process at the Electrical Engineering Education Program of Undiksha, receiving positive feedback from students.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan Media Pembelajaran Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-Grid yang menggunakan *Automatic Transfer Switch* untuk meningkatkan proses pembelajaran dalam Mata Kuliah Pembangkit Tenaga Listrik. Penelitian ini termasuk dalam kategori penelitian dan pengembangan (R&D). Metode pengumpulan data menggunakan angket atau kuesioner yang diisi oleh ahli media, ahli materi, dan peserta didik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai persentase hasil uji coba dari ahli media adalah 98,80%, dengan kualifikasi sangat layak. Sedangkan ahli materi mencapai 96,87% dengan kualifikasi sangat layak. Uji coba pada kelompok kecil dan besar juga menunjukkan hasil yang sangat baik, dengan semua responden memberikan kualifikasi sangat baik. Dengan demikian, Media Pembelajaran Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-Grid Berbasis *Automatic Transfer Switch* ini layak digunakan dalam proses pembelajaran pembangkit tenaga listrik di Program Studi S1 Pendidikan Teknik Elektro Undiksha, dan mendapat tanggapan positif dari mahasiswa.

Copyright © 2021 Firmansyah, I Putu suka Arsa, I Gede Surya Bumi Pracasitaram. Published by Jurnal Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja, Bali, Indonesia. This is an open access article licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

✉ **Corresponding Author:** (1) Firmansyah, (2) Pendidikan Teknik Elektro, (3) Universitas Pendidikan Ganesha, (4) Jalan. Udayana, Singaraja, 81113, (5) Email: aprizamfirman@gmail.com

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi saat ini memberikan pengaruh besar pada kehidupan manusia, termasuk dalam evolusi media pembelajaran. Pemanfaatan media pembelajaran dalam konteks pendidikan telah menghasilkan ide-ide baru yang meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam proses belajar. Cara pengajaran tradisional yang terbatas pada guru sebagai penyampai materi dan siswa sebagai penerima dianggap kurang sesuai dengan tuntutan zaman ini. Sebagai dosen, tugas saya adalah memberikan pengetahuan yang bermanfaat bagi siswa di masa depan. Buku tidak hanya memperluas wawasan, tetapi juga mendorong inovasi dalam proses pembelajaran yang menarik, sehingga meningkatkan minat siswa untuk belajar. Salah satu terobosan dalam proses pembelajaran adalah penerapan media pembelajaran untuk menyampaikan materi, yang berperan penting dalam memfasilitasi pemahaman siswa terhadap informasi yang disampaikan oleh pengajar. Dengan menggunakan berbagai jenis media pembelajaran seperti simulator, alat peraga, komputer, dan sebagainya, konsep-konsep yang abstrak menjadi lebih mudah dipahami. Selain itu, penyajian materi melalui media ini dirancang untuk meningkatkan minat belajar siswa. Penggunaan media pembelajaran juga disesuaikan dengan karakteristik masing-masing mata pelajaran. Misalnya, dalam mata pelajaran yang lebih konseptual dan teoritis, media pembelajaran dapat digunakan untuk mengilustrasikan dan memvisualisasikan konsep-konsep yang sulit dipahami secara verbal.

Media pembelajaran berperan sebagai alat bantu bagi guru untuk menyampaikan materi secara lebih menarik dan kreatif kepada siswa [1]. Dengan memanfaatkan media ini, siswa menjadi lebih termotivasi untuk belajar dan lebih aktif dalam berbagai kegiatan seperti menulis, berbicara, dan menggunakan imajinasi mereka. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan efektivitas proses belajar mengajar, tetapi juga menciptakan interaksi yang lebih baik antara guru dan siswa, sambil mengatasi kebosanan di dalam kelas. Oleh sebab itu, guru perlu menginspirasi siswa dengan memanfaatkan beragam jenis media, baik yang ada di dalam maupun di luar kelas, agar tujuan pembelajaran dapat tercapai dengan lebih efektif dan praktis. Universitas Pendidikan Ganesha, yang lebih dikenal sebagai UNDIKSHA, merupakan salah satu perguruan tinggi di Bali yang terletak di Kota Singaraja, Buleleng. Universitas ini memiliki 8 fakultas yang termasuk di dalamnya Fakultas Teknik dan Kejuruan. Di bawah fakultas ini, terdapat dua jurusan, yaitu Jurusan Teknologi Industri dan Jurusan Teknik Informatika. Program Studi S1 Pendidikan Teknik Elektro berada di bawah naungan Jurusan Teknologi Industri [2].

Program Studi S1 Pendidikan Teknik Elektro UNDIKSHA menawarkan berbagai mata kuliah yang relevan dengan bidang Teknik Elektro, seperti Instalasi Listrik, Sistem Tata Udara, Tata Cahaya, Sistem Kendali, dan Sistem Pembangkit Tenaga Listrik. Setiap mata kuliah memiliki tujuan pembelajaran yang ingin dicapai. Mata Kuliah Sistem Pembangkit Tenaga Listrik bertujuan agar mahasiswa memahami konsep dasar sistem ini, sehingga mereka dapat berinovasi dalam mengembangkan teknologi yang bermanfaat bagi kehidupan saat ini dan di masa depan. Sistem Pembangkit Tenaga Listrik terdiri dari beberapa pusat listrik dan beban yang saling terhubung melalui jaringan transmisi dan distribusi, membentuk sebuah interkoneksi yang utuh. Komponen utama dalam pembangkit listrik mencakup instalasi energi primer, instalasi penggerak, instalasi pendingin, dan instalasi listrik.

Pembangkit listrik merupakan kumpulan peralatan dan mesin yang berfungsi untuk menghasilkan energi listrik dengan mengubah energi dari berbagai sumber. Mayoritas

pembangkit listrik menghasilkan tegangan arus tiga fase. Biasanya, mereka dilengkapi dengan generator sinkron yang digerakkan oleh mesin primer menggunakan bahan bakar atau sumber energi alam lainnya. Prinsip kerja pembangkit listrik melibatkan turbin yang menggerakkan rotor untuk menghasilkan energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan kemudian perlu ditingkatkan tegangannya hingga mencapai 150 kV hingga 500 kV menggunakan transformator penaik tegangan. Tujuan dari peningkatan tegangan ini adalah untuk mengurangi kerugian akibat resistansi kawat selama proses transmisi. Dengan menggunakan tegangan tinggi, arus yang mengalir melalui konduktor menjadi lebih rendah. Tegangan yang telah dinaikkan kemudian ditransmisikan melalui saluran udara ekstra tinggi menuju gardu induk, di mana tegangannya diturunkan menjadi sekitar 20 kV. Tegangan menengah ini kemudian dialirkan melalui jaringan listrik ke transformator distribusi, di mana tegangannya diturunkan lagi dari 20 kV menjadi 220 volt sebelum akhirnya disalurkan ke pelanggan melalui jaringan tegangan rendah.

Radiasi matahari yang melimpah di Indonesia setiap tahunnya menciptakan potensi besar untuk menggunakan energi surya sebagai sumber daya, yang juga membantu mengurangi dampak pemanasan global yang disebabkan oleh pembangkit listrik berbahan bakar fosil. Perubahan posisi matahari sepanjang hari akibat rotasi bumi menyebabkan efisiensi panel surya bervariasi. Dalam konteks ini, diperlukan teknologi yang dapat secara otomatis mengalihkan daya dari sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-Grid ke sumber daya lainnya [3]. Berdasarkan wawancara dengan dosen pengampu mata kuliah Pembangkit Tenaga Listrik di Prodi Pendidikan Teknik Elektro Undiksha, ditemukan bahwa semangat dan motivasi peserta didik dalam belajar belum optimal. Hal ini disebabkan oleh pembelajaran yang masih bersifat teoritis dan kurangnya media pembelajaran yang mendukung. Materi mengenai Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-Grid di prodi ini juga belum memadai, karena jumlah media pembelajaran yang ada masih terbatas, padahal media tersebut sangat penting untuk mendukung pembelajaran praktis. Pentingnya mempelajari pembangkit listrik berbasis energi terbarukan, seperti PLTS, menjadi semakin relevan mengingat potensi Indonesia dalam memanfaatkan energi ini. Namun, pemanfaatan PLTS di Indonesia belum maksimal, dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk variabilitas energi yang dihasilkan oleh sel surya yang dipengaruhi oleh parameter lingkungan, seperti intensitas sinar matahari sepanjang hari. Selain itu, posisi penempatan sel surya juga berpengaruh pada efisiensinya.

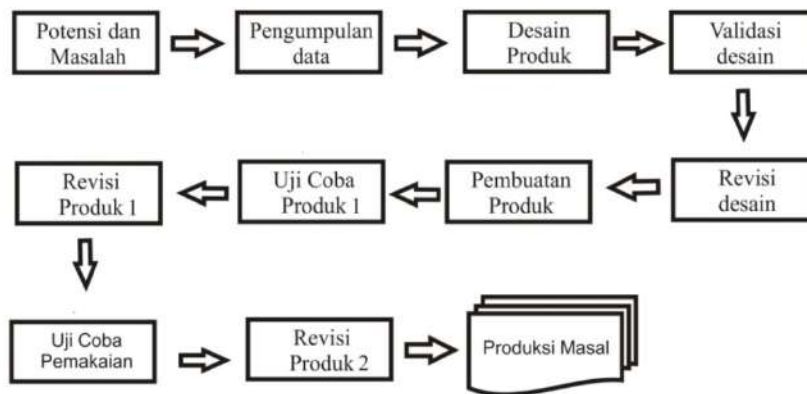
Untuk mengatasi masalah ini, dibuatlah media pembelajaran yang diharapkan dapat membantu proses belajar dalam mata kuliah Pembangkit Tenaga Listrik. Saat ini, Prodi Pendidikan Teknik Elektro Undiksha belum memiliki media pembelajaran yang dapat secara otomatis memindahkan tegangan. Dengan adanya media ini, diharapkan dapat meningkatkan minat belajar peserta didik melalui eksperimen, analisis, dan pembuktian teori. Berdasarkan pemaparan latar belakang di atas maka dalam penelitian ini penulis mengemukakan judul sebagai berikut "Pengembangan Media Pembelajaran Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-Grid Berbasis *Automatic Transfer Switch* Pada Mata Kuliah Pembangkit Tenaga Listrik". Berdasarkan latar belakang di atas dapat diidentifikasi beberapa permasalahan yang terjadi di Prodi Pendidikan Teknik Elektro Undiksha dalam proses belajar mengajar sebagai berikut: (1) Berdasarkan hasil wawancara dengan dosen pengampu mata kuliah Pembangkit Tenaga Listrik di Program Studi Pendidikan Teknik Elektro permasalahan yang ditemui yaitu belum maksimal semangat dan motivasi peserta didik dalam belajar dikarenakan pembelajaran masih bersifat teoritis. (2) Dalam mata kuliah Pembangkit Tenaga Listrik masih kekurangan media pembelajaran tentang Pembangkit Listrik Tenaga Surya karena media pembelajaran sangat dibutuhkan untuk menunjang

pembelajaran khususnya dalam praktek. (3) Perlu adanya saklar otomatis untuk memindahkan tegangan dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya ke pembangkit lainya untuk memudahkan penggunaanya. (4) Penelitian yang dilakukan oleh Putu Dita Suryadi yang berjudul “Media Pembelajaran Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dalam Pengukuran Arus Dan Tegangan Listrik Pada Rangkaian Seri Paralel” masih memiliki kekurangan yaitu tidak bisa memindahkan tegangan secara otomatis sehingga mahasiswa belum maksimal memahami materi pada mata kuliah Pembangkit Tenaga Listrik.

Berdasarkan identifikasi masalah yang diuraikan diatas, penelitian ini dibatasi pada permasalahan yaitu Penelitian yang dilakukan oleh Putu Dita Suryadi yang berjudul “Media Pembelajaran Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dalam Pengukuran Arus Dan Tegangan Listrik Pada Rangkaian Seri Paralel” masih memiliki kekurangan yaitu tidak bisa memindahkan tegangan secara otomatis sehingga mahasiswa belum maksimal memahami materi pada mata kuliah Pembangkit Tenaga Listrik. Berdasarkan identifikasi dan pembatasan masalah di atas maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan pada media pembelajaran ini sebagai berikut: Bagaimanakah rancangan dan pembuatan Media Pembelajaran Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-Grid Berbasis Automatic Transfer Switch pada mata kuliah Pembangkit Tenaga Listrik di Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Undiksha, Apakah Media Pembelajaran Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-Grid Berbasis Automatic Transfer Switch layak digunakan pada mata kuliah Pembangkit Tenaga Listrik di Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Undiksha, Bagaimanakah respon mahasiswa terhadap Media Pembelajaran Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-Grid Berbasis Automatic Transfer Switch pada mata kuliah Pembangkit Tenaga Listrik di Program Studi Pendidikan Teknik Elektro..

2. Metode

Model penelitian pengembangan ini dalam penelitian bertujuan untuk mengembangkan produk baru maupun mengembangkan produk yang sudah ada yaitu media pembelajaran. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Quantitative Descriptive Percentage*, yang mengandalkan proses R&D (*Research and Development*) [4]. Metode penelitian pengembangan bertujuan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji efektivitas produk tersebut. Beberapa produk dikembangkan berdasarkan analisis kebutuhan dan diuji efektivitasnya agar dapat memberikan manfaat bagi masyarakat. Oleh karena itu, penelitian dan pengembangan ini dilakukan secara bertahap. Menyatakan bahwa langkah-langkah dalam penelitian dan pengembangan terdiri dari 11 tahap [4]. Rincian langkah-langkah metode penelitian dan pengembangan dapat dilihat pada gambar 1 berikut:



Gambar 1. Struktur Pengembangan R&D

Berdasarkan langkah-langkah Penggunaan Metode *Research and Development* (R&D) [4]. Pada penelitian ini tidak dilakukan produk masal, dikarenakan penelitian hanya dilakukan terbatas di Program Studi S1 Pendidikan Teknik Elektro, Undiksha. Subjek uji coba dalam pengembangan media pembelajaran Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-Grid Berbasis *Automatic Transfer Switch* sebagai media pembelajaran adalah mahasiswa S1 Pendidikan Teknik Elektro. Jenis data dalam penelitian pengembangan media pembelajaran Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-Grid Berbasis *Automatic Transfer Switch* ini adalah data kuantitatif. Data kuantitatif diperoleh melalui angket atau kuesioner yang diisi oleh subjek penelitian setelah menggunakan media pembelajaran. Data kuantitatif yang dikumpulkan dari pengisian angket tersebut mencakup: (a) Penilaian ahli media dilakukan oleh dosen yang berkompeten dan memiliki pengetahuan dalam bidang media, meliputi aspek tampilan, pengoperasian, dan manfaat media pembelajaran. (b) Penilaian ahli isi dilakukan oleh dosen yang mengajar mata kuliah Pembangkit Tenaga Listrik, yang mencakup evaluasi terhadap konten media dan cara pengoperasiannya. (c) Penilaian dari respon peserta didik diperoleh melalui angket yang diisi oleh peserta didik yang telah mengambil mata kuliah Pembangkit Tenaga Listrik di Program Studi Pendidikan Teknik Elektro.

Instrumen penelitian adalah alat yang digunakan untuk mengukur nilai dari variabel yang diteliti [4]. Pertanyaan dalam kuesioner didasarkan pada variabel penelitian yang dirinci dalam beberapa pertanyaan spesifik, sehingga responden hanya perlu menandai satu kolom pilihan. Kuesioner adalah metode pengumpulan data yang melibatkan pemberian sekumpulan pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada responden untuk dijawab [4]. Kuesioner dan uji lapangan yang diikuti oleh peserta didik berfungsi untuk mengumpulkan informasi dan menilai kelayakan yang dilakukan oleh ahli media dan materi. Untuk menganalisis data dalam penelitian ini, digunakan teknik deskriptif persentase dengan data kuantitatif. Penilaian validasi media dilakukan berdasarkan beberapa kriteria yaitu sangat layak, layak, cukup layak, dan tidak layak. Setiap jawaban diberi skor: sangat layak = 4, layak = 3, cukup layak = 2, tidak layak = 1.

Kriteria evaluasi validator disampaikan kepada validator yang mengisi formulir validasi dan kepada peserta didik yang mengisi survei respon peserta didik. Data kuantitatif yang diperoleh melalui kuesioner kemudian dianalisis dengan menggunakan dua rumus, yang diolah lebih lanjut untuk mencari persentase dengan rumus analisis per item. Persentase kelayakan sama dengan nilai jawaban penilaian dibagi nilai jawaban tertinggi di kali

bilangan konstan. Penentuan kriteria kualifikasi tingkat kelayakan penilaian berdasarkan persentase sebagai berikut: Mengkuantitatifkan data hasil checking sesuai dengan indikator yang telah ditetapkan dengan memberi skor sesuai dengan bobot yang telah ditentukan sebelumnya. Menentukan presentase skor maksimal dengan cara skor maksimal dibagi skor maksimal di kali 100% akan mendapatkan hasil 100%. Untuk menentukan persentase skor minimal dngan cara skor minimal dibagi skor maksimal akan mendapatkan hasil yaitu 25%. Sedangkan untuk menentukan range, yaitu 100% di kurangi 25% akan mendapatkan hasil 75%. Untuk menentukan kelas interval, dibagi menjadi 4 katagori yaitu (Sangat layak, Layak, Cukup layak, dan Tidak layak).

Berdasarkan perhitungan dan cara yang diambil dari [4], maka tabel distribusi range persentase dan kriteria kualitatif dapat ditetapkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kualifikasi Tingkat Kelayakan Berdasarkan Persentase

Interval	Skala Nilai	Klasifikasi
81% - 100%	4	Sangat Layak
62% - 81%	3	Layak
43% - 62%	2	Cukup Layak
1% - 43%	1	Tidak Layak

Dengan skor validasi minial 62%, media pembelajaran yang dikembangkan dapat digunakan sebagai lingkungan belajar dalam proses belajar mengajar. Jika hasil survei tidak optimal, media pembelajaran akan dianalisis dan diperbaiki agar lingkungan belajar dapat digunakan pada tes berikutnya. Setiap angket, masing-masing dianalisis untuk mnentukan tingkat respon peserta didik setiap indikator dengan menggunakan analisis sebagai berikut: (1) Untuk menghitung rata-rata ideal respon peserta didik yaitu rata-rata (mean) ideal dengan cara 1 dibagi 2 di kali skor maksimum ideal di tamba dengan skor minimum ideal. (2) Sedangkan untuk menghitung standar deviasi ideal peserta didik yaitu standar deviasi ideal dengan cara 1 dibagi 6 di kali skor maksimum ideal dan dikurangi dengan skor minimum ideal. Untuk tabel distribusi rage dan kriteria kuantitatif untuk rpson peserta didik dapat ditetapkan sebagai berikut pada tabel 2.

Tabel 2. Kategori Tingkat Respon Peserta Didik

Rentang Skor	Kategori
$S > (Mi + 1,5 SDi)$	Sangat Baik
$(Mi + 0,5. SDi) < S \leq (Mi + 1,5. SDi)$	Baik
$(Mi - 0,5. SDi) < S \leq (Mi + 1,5. SDi)$	Cukup Baik
$(Mi - 0,5. SDi) < S \leq (Mi - 1,5. SDi)$	Kurang Baik
$S \leq (Mi - 1,5. SDi)$	Sangat Kurang Baik

Keterangan:

S = Persentase per-individu

Mi = Rata-rata (mean) ideal

SDi = Standar deviasi ideal

Jika hasil validasi yang diperoleh minimal sedang, maka media pembelajaran yang dikembangkan tersebut mendapatkan respon yang baik dari peserta didik dan sudah dapat

dimanfaatkan sebagai media pembelajaran dalam kegiatan belajar mengajar di sekolah ataupun universitas.

3. Hasil dan Pembahasan

Dalam penelitian ini, terdapat tiga produk yang dihasilkan yaitu: pertama, media pembelajaran Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-Grid berbasis *Automatic Transfer Switch*; kedua, buku panduan penggunaan media; dan ketiga, video tutorial penggunaan media pembelajaran. Dalam penelitian ini, dilakukan observasi awal untuk mengidentifikasi potensi masalah dalam proses belajar mengajar pada mata kuliah Pembangkit Tenaga Listrik di Program Studi Pendidikan Teknik Elektro. Pengamatan dilakukan melalui wawancara dengan dosen pengampu mata kuliah tersebut. Hasil observasi menunjukkan bahwa terdapat kurangnya semangat dan motivasi mahasiswa dalam proses pembelajaran. Setelah dilakukan observasi dan ditemukan beberapa masalah pada mata kuliah Pembangkit Tenaga Listrik di Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, langkah selanjutnya adalah tahap pengembangan data. Pengumpulan data ini bertujuan untuk menemukan solusi terhadap permasalahan tersebut. Pengumpulan data dilakukan melalui studi literatur dan penelusuran internet.

a. Media Pembelajaran

Media pembelajaran yang dikembangkan dibuat menggunakan bahan akrilik putih susu dengan ketebalan 2 mm. Akrilik dipotong dalam bentuk persegi panjang berukuran 40 cm x 60 cm, sesuai dengan desain yang telah disetujui. Akrilik ini digunakan sebagai dasar pemasangan komponen yang diperlukan dalam rangkaian Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-Grid berbasis *Automatic Transfer Switch*. Akrilik tersebut dipasang pada rangka yang terbuat dari besi Hollow berukuran 1,5 x 1,5 cm. Pembuatan media ini melibatkan peralatan seperti bor listrik, gerinda, solder, dan alat lainnya. Dalam penggunaannya, setiap komponen dapat dihubungkan dengan kabel jumper (Jack Banana) untuk memudahkan penyambungan dan menghindari kerusakan pada terminal masing-masing komponen. Media pembelajaran ini dirancang dan dikemas sepraktis mungkin agar terlihat rapi dan menarik perhatian peserta didik, sehingga mereka lebih tertarik untuk mengikuti perkuliahan Pembangkit Tenaga Listrik, khususnya pada materi Pembangkit Listrik Tenaga Surya.



Gambar 2. Media Pembelajaran PLTS Off-Grid Berbasis ATS

b. Buku Panduan

Media Pembelajaran Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-Grid Berbasis *Automatic Transfer Switch* dilengkapi dengan buku panduan penggunaan yang telah direvisi oleh ahli isi, ahli media, serta dosen pembimbing. Buku panduan ini dicetak sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan untuk memastikan media pembelajaran dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama tanpa mengalami kerusakan pada komponen di dalamnya, serta tetap aman saat digunakan dalam praktikum.

c. Video Tutorial

Video tutorial pengapikasian memuat tentang penjelasan penyusunan komponen dan tata cara perangkaian media sesuai dengan buku panduan. Video tutorial dibuat untuk mempermudah mahasiswa dalam melaksanakan praktikum. Video tutorial dapat diakses melalui *Google Drive* dengan link sebagai berikut:

<https://drive.google.com/file/d/1EpTYKdZLX4ZMiu7oP22qo2WnWTJMqvbu/view?usp=drivesdk>.



Gambar 3. Buku Panduan dan Video Tutorial

Hasil validasi ahli media ini diperoleh dari hasil kuesioner yang diberikan berupa tanggapan-tanggapan isi atau materi dari Media Pembelajaran Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-Grid Berbasis *Automatic Transfer Switch*, untuk validator dari ahli media ini yaitu bapak I Wayan Sutaya, S.T., M.T. Kuesioner untuk ahli media berisikan 21 butir pertanyaan yang diisi oleh validator (ahli media). Kuesioner telah diisi oleh validator dengan baik. Hasil dari uji validasi ahli media bisa dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Validasi Ahli Media

No Pernyataan	X	Xi	P (%)
1	4	4	100
2	4	4	100
3	4	4	100
4	4	4	100
5	4	4	100

6	4	4	100
7	4	4	100
8	3	4	81
9	4	4	100
10	4	4	100
11	4	4	100
12	4	4	100
13	4	4	100
14	4	4	100
15	4	4	100
16	4	4	100
17	4	4	100
18	4	4	100
19	4	4	100
20	4	4	100
21	4	4	100
Jumlah Total	83	84	98,80

Berdasarkan hasil penilaian oleh ahli media sebagaimana yang tercantum pada tabel 3. Hasil uji validasi oleh ahli media, maka dapat dihitung persentase tingkat kelayakan sesuai dengan analisis di atas, Persentase kelayakan (%) dengan cara total skor diobservasi dibagi total skor yang diharapkan dikali 100%, untuk nilai skor diobservasi yaitu 83 di bagi total skor yang diharapkan yaitu 84 di kali 100% maka hasil yang didapatkan adalah 98,80%. Setelah dikonversi dengan tabel 1 tentang kualifikasi kelayakan media pembelajaran, persentase tingkat pencapaian dari uji ahli media mencapai 98,80% yang berada pada kualifikasi sangat layak. Hasil validasi ahli isi ini diperoleh dari hasil kuesioner yang diberikan berupa tanggapan-tanggapan isi atau materi dari Media Pembelajaran Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-Grid Berbasis *Automatic Transfer Switch*, untuk validator dari ahli isi ini yaitu bapak Dr. Ir. Agus Adiarta, S.T., M.T., IPU. Kuesioner untuk ahli isi berisikan 16 butir pertanyaan yang diisi oleh validator (ahli isi). Kuesioner telah diisi oleh validator dengan baik. Hasil dari uji validasi ahli isi bisa dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Validasi Ahli Isi

No Pernyataan	X	Xi	P (%)
1	4	4	100
2	4	4	100
3	4	4	100
4	3	4	81
5	4	4	100
6	4	4	100
7	4	4	100
8	3	4	81
9	4	4	100
10	4	4	100
11	4	4	100

12	4	4	100
13	4	4	100
14	4	4	100
15	4	4	100
16	4	4	100
Jumlah Total	62	64	96,87

Berdasarkan hasil penilaian oleh ahli isi sebagaimana yang tercantum pada tabel 4. Hasil uji validasi oleh ahli isi, maka dapat dihitung persentase tingkat kelayakan sesuai dengan analisis di atas, Persentase kelayakan (%) dengan cara total skor diobservasi dibagi total skor yang diharapkan dikali 100%, untuk nilai skor diobservasi yaitu 62 di bagi total skor yang diharapkan yaitu 64 di kali 100% maka hasil yang didapatkan adalah 96,87%. Setelah dikonversi dengan tabel 1 tentang kualifikasi kelayakan media pembelajaran, persentase tingkat pencapaian dari uji ahli isi mencapai 96,87% yang berada pada kualifikasi sangat layak. Pada tahapan uji coba pemakaian diawali dengan uji coba kelompok kecil. Uji coba kelompok kecil ini melibatkan 5 peserta didik prodi Pendidikan Teknik Elektro sebagai responden atau subjek uji coba dalam penelitian ini. Peserta didik yang dipilih secara acak. Hasil uji kelompok kecil dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Coba Oleh Kelompok Kecil

Kode	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	X (Skor Total)
R1	4	4	4	5	4	4	4	5	5	5	5	4	5	5	5	68
R2	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	5	71
R3	5	5	5	4	5	4	5	5	4	5	5	5	4	5	5	71
R4	5	4	4	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	71
R5	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	5	5	5	4	4	70
Jumlah Butir	24	23	22	23	24	21	24	24	23	25	23	24	24	23	24	351

Untuk mencari Xi maksimal dengan cara jumlah butir dikali sekala tertinggi sedangkan nilai jumlah butir yaitu 15 dikali sekala tertinggi yaitu 5 maka hasil yang di dapat yaitu sebesar 75. Untuk mencari Xi Minimum dengan cara jumlah butir dikali sekala terendah sedangkan nilai jumlah butir yaitu 15 dikali sekala terendah yaitu 1 maka hasil yang di dapat sebesar 15. Untuk mencari rata-rata ideal yaitu rata-rata (mean) ideal dengan cara 1 dibagi 2 dikali skor maksimum ideal ditamba skor minimum ideal, sedangkan nilai skor maksimum ideal sebesar 75 ditamba skor minimum ideal dengan skor 15, maka hasil yang didapatkan yaitu 90, untuk menentukan nilai rata-rata ideal 90 dibagi 2 maka hasil yang didapatkan yaitu sebesar 45, maka nilai rata-rata ideal 45. Untuk mencari standar deviasi ideal yaitu standar deviasi ideal dengan cara 1 dibagi 6 dikali skor maksimum ideal dikurangi skor minimum ideal, sedangkan nilai skor maksimum ideal 75 dikurangi skor minimum dengan nilai 15 maka hasilnya yaitu 60, untuk menentukan nilai standar deviasi idealnya maka 60 dibagi 6 maka hasil untuk standar deviasi idealnya yaitu 10. Sedangkan untuk rentang skor untuk uji kelompok kecil sebagai berikut:

- 1) $S > (45 + 1,5 \times 10)$
 $S > (45 + 15)$
 $S > 60$
- 2) $(45 + 0,5 \times 10) < S \leq (45 + 1,5 \times 10)$
 $(45 + 5) < S \leq (45 + 15)$
 $(50 < S \leq 60)$
- 3) $(45 - 0,5 \times 10) < S \leq (45 + 0,5 \times 10)$
 $(40 - 5) < S \leq (45 + 5)$
 $(40 < S \leq 50)$
- 4) $(45 - 1,5 \times 10) < S \leq (45 - 0,5 \times 10)$
 $(30 - 15) < S \leq (45 - 5)$
 $(30 < S \leq 40)$
- 5) $S \leq (45 - 1,5 \times 10)$
 $S \leq (45 - 15)$
 $S \leq 30$

Berdasarkan hasil dari perhitungan diatas maka di dapat Tabel 5. Sebagai berikut:

Tabel 6. Rentang Skor Uji Coba Kelompok Kecil

No	Rentang Skor	Kategori
1	$S > 60$	Sangat tinggi
2	$50 < S \leq 60$	Tinggi
3	$40 < S \leq 50$	Sedang
4	$30 < S \leq 40$	Rendah
5	$S \leq 30$	Sangat rendah

Tabel 7. Jumlah Responden Pada Kategori Kelompok Kecil

No	Kategori	Jumlah	Persentase
1	Sangat tinggi	5 Orang	100%
2	Tinggi	0 Orang	0
3	Sedang	0 Orang	0
4	Rendah	0 Orang	0
5	Sangat rendah	0 Orang	0
Jumlah		5 Orang	100%

Berdasarkan hasil uji coba kelompok kecil pada Tabel 5 mendapatkan hasil nilai skor terendah adalah 68 termasuk dalam kategori sangat baik.

Pada tahap uji coba pemakaian kelompok besar. Uji coba kelompok besar ini melibatkan 15 peserta didik dari Prodi Pendidikan Teknik Elektro sebagai responden atau subjek uji coba dalam penilaian ini. Hasil uji coba kelompok besar bisa di lihat pada tabel 8.

Tabel 8. Hasil Uji Coba Oleh Kelompok Besar

Kode	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	X
------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	---

																(Skor Total)
R1	5	5	4	5	5	4	4	5	5	5	4	4	5	5	5	70
R2	4	5	4	4	4	5	5	4	5	4	5	4	4	5	5	67
R3	5	4	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	71
R4	5	4	4	5	5	4	5	4	4	5	5	4	5	4	5	68
R5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	72
R6	5	5	5	4	5	5	4	4	5	5	5	5	4	5	5	70
R7	5	5	5	5	5	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	69
R8	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	4	72
R9	5	4	4	5	5	4	4	4	5	5	5	5	4	5	5	69
R10	5	5	4	5	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	5	71
R11	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	73
R12	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	4	5	4	5	71
R13	5	5	5	4	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	4	71
R14	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	72
R15	5	5	4	5	4	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4	70
Jumlah Butir	74	71	68	71	72	71	70	67	69	70	73	67	71	72	70	1.056

Untuk mencari Xi maksimum dengan cara jumlah butir dikali sekala tertinggi sedangkan nilai jumlah butir yaitu 15 dikali sekala tertinggi yaitu 5 maka hasil yang di dapat yaitu sebesar 75. Untuk mencari Xi Minimum dengan cara jumlah butir dikali sekala terendah sedangkan nilai jumlah butir yaitu 15 dikali sekala terendah yaitu 1 maka hasil yang di dapat sebesar 15. Untuk mencari rata-rata ideal yaitu rata-rata (mean) ideal dengan cara 1 dibagi 2 dikali skor maksimum ideal ditamba skor minimum ideal, sedangkan nilai skor maksimum ideal sebesar 75 ditamba skor minimum ideal dengan skor 15, maka hasil yang didapatkan yaitu 90, untuk menentukan nilai rata-rata ideal 90 dibagi 2 maka hasil yang didapatkan yaitu sebesar 45, maka nilai rata-rata ideal adalah 45. Untuk mencari standar deviasi ideal yaitu standar deviasi ideal dengan cara 1 dibagi 6 dikali skor maksimum ideal dikurangi skor minimum ideal, sedangkan nilai skor maksimum ideal 75 dikurangi skor minimum dengan nilai 15 maka hasilnya yaitu 60, untuk menentukan nilai standar deviasi idealnya maka 60 dibagi 6 maka hasil untuk standar deviasi idealnya yaitu 10. Sedangkan untuk rentang skor untuk uji kelompok kecil sebagai berikut:

- 1) $S > (45 + 1,5 \times 10)$
 $S > (45 + 15)$
 $S > 60$
- 2) $(45 + 0,5 \times 10) < S \leq (45 + 1,5 \times 10)$
 $(45 + 5) < S \leq (45 + 15)$
 $(50 < S \leq 60)$
- 3) $(45 - 0,5 \times 10) < S \leq (45 + 0,5 \times 10)$
 $(41 - 5) < S \leq (45 + 5)$
 $(40 < S \leq 50)$
- 4) $(45 - 1,5 \times 10) < S \leq (45 - 0,5 \times 10)$
 $(31 - 15) < S \leq (45 - 5)$
 $(30 < S \leq 40)$

- 5) $S \leq (45 - 1,5 \times 10)$
 $S \leq (45 - 15)$
 $S \leq 30$

Berdasarkan hasil dari perhitungan diatas maka di dapat Tabel 8. Sebagai berikut:

Tabel 9. Rentang Skor Uji Coba Kelompok Besar

No	Rentang Skor	Kategori
1	$S > 60$	Sangat tinggi
2	$50 < S \leq 60$	Tinggi
3	$40 < S \leq 50$	Sedang
4	$30 < S \leq 40$	Rendah
5	$S \leq 30$	Sangat rendah

Tabel 10. Jumlah Responden Pada Kategori Kelompok Besar

No	Kategori	Jumlah	Persentase
1	Sangat tinggi	15 Orang	100%
2	Tinggi	0 Orang	0
3	Sedang	0 Orang	0
4	Rendah	0 Orang	0
5	Sangat rendah	0 Orang	0
Jumlah		15 Orang	100%

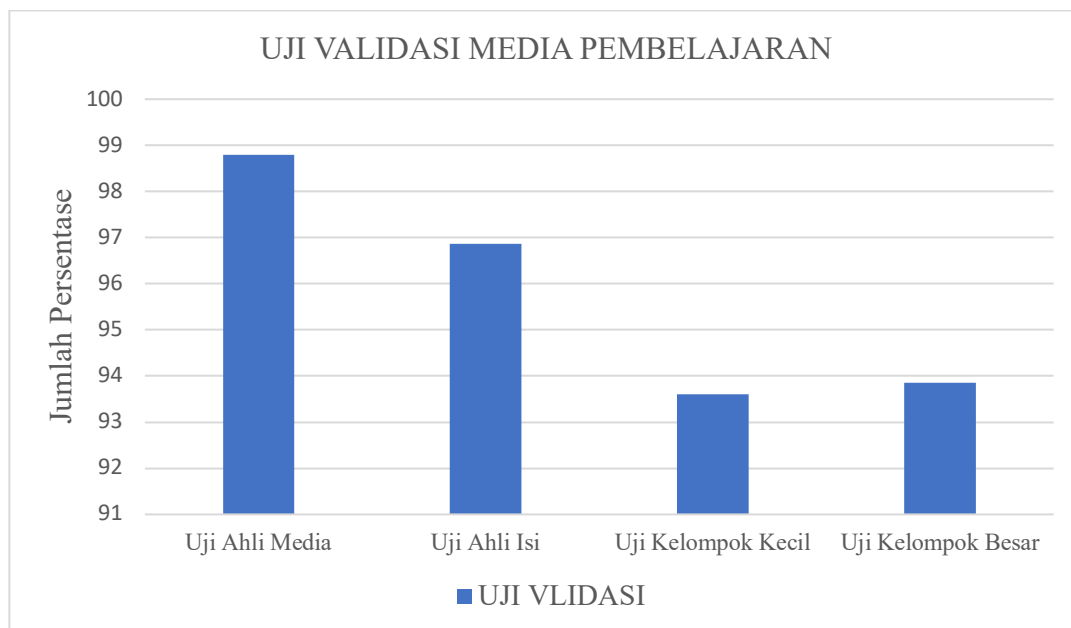
Berdasarkan hasil uji coba kelompok besar pada Tabel 8 mendapatkan hasil nilai skor terendah adalah 67 masih termasuk kategori sangat baik.

Tabel 11. Hasil Analisa Data

No	Reponden	Nama Responden	Jumlah Pernyataan	Hasil Uji Validasi
1	Ahli Media	I Wayan Sutaya, S.T., M.T.	21	98,80%
2	Ahli Isi	Dr. Ir. Agus Adiarta, S.T., M.T., IPU	16	96,87%
3	Mahasiswa PTE	Kelompok Kecil	15	93,6%
		Kelompok Besar	15	93,86%

Berdasarkan hasil kuisioner yang didapatkan dari ahli media memperoleh sebesar 98,80% yang dikualifikasikan sangat layak. Sedangkan, untuk ahli isi memperoleh sebesar 96,87% yang juga masuk dalam kualifikasi sangat layak. Selanjutnya, untuk uji coba lapangan yang melibatkan mahasiswa Prodi Pendidikan Teknik Elektro, memperoleh nilai yaitu untuk uji coba kelompok kecil mendapatkan respon dengan kualifikasi sangat baik dengan persentase sebesar 93,6%, sedangkan uji coba kelompok besar mendapatkan hasil dengan kualifikasi sangat baik dengan persentase sebesar 93,86.

Tabel 12. Histogram Uji Validasi



Maka, hasil angket dan kuisisioner dari ahli media, ahli isi, serta peserta didik terhadap Media Pembelajaran Pembangkit listrik Tenaga Surya Off-Grid Berbasis *Automatic Transfer Switch* Pada Mata Kuliah Pembangkit Tenaga Listrik menunjukkan bahwa pengembangan media ini sangat sesuai dan memenuhi syarat untuk digunakan sebagai alat bantu dalam proses pembelajaran pada mata kuliah Pembangkit Tenaga Listrik di Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Undiksha.

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan diskusi, dapat disimpulkan bahwa pengembangan Media Pembelajaran Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-Grid Berbasis *Automatic Transfer Switch* cocok digunakan sebagai alat pembelajaran dalam mata kuliah Pembangkit Tenaga Listrik di Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Ganesha. Media ini juga mendapat tanggapan positif dari mahasiswa Program Studi tersebut. Hasil validasi dari ahli media mencapai 98,80%, dengan penilaian sangat layak, sementara hasil validasi dari ahli isi mencapai 96,87%, juga dengan penilaian sangat layak. Uji coba pada kelompok kecil yang terdiri dari 5 responden menunjukkan hasil yang sangat baik, demikian pula dengan uji coba pada kelompok besar yang melibatkan 15 responden, yang juga mendapatkan hasil yang sangat baik.

Daftar Pustaka

Arsa, I. P. S., & Wiratama, W. M. P. (2023). Pengembangan Multimedia Interaktif Berbasis e Modul Instalasi Penerangan Listrik dan Tata Cahaya Untuk Mahasiswa Pendidikan Teknik Elektro Undiksha. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro Undiksha*, 12(3), 312-321.

- Talizaro Tafonao, & Talizaro Tafonao. (2018). PERANAN MEDIA PEMBELAJARAN DALAM MENINGKATKAN MINAT BELAJAR MAHASISWA. *Talizaro Tafonao*, 2 (2).
- Wiratama, W. M. P. (2023). KOMPARASI KESTABILAN POSISI PANEL SURYA MENGGUNAKAN PENGENDALI PID (PROPORTIONAL, INTEGRAL DAN DERIVATIVE) DENGAN FLC (FUZZY LOGIC CONTROL). *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, 14(1), 77-88.
- Parwadipa, G. H., Putu, I., Arsa, S., Mahardika, W., Wiratama, P., & Kunci, K. (2023). PENGEMBANGAN TRAINER MEDIA PEMBELAJARAN SISTEM PEMBANGKIT TENAGA SURYA PADA MATA KULIAH SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK DI PRODI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO UNDIKSHA 1 st Informasi Artikel ABSTRAK (Vol. 12, Issue 1).
- Wiratama, W. M. P. (2019). Handout sebagai perangkat pembelajaran praktis. *Teknologi dan Kejuruan: Jurnal Teknologi, Kejuruan, dan Pengajarannya*, 42(2), 158-169.
- Wijaya, K. K., Ratnaya, I. G., Gede, I., Surya, M., & Pracasitaram, B. (2023). PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN TRACKING SOLAR CELL SYSTEM BERBASIS ARDUINO UNO PADA MATA KULIAH SISTEM KENDALI OTOMATIS (Vol. 12, Issue 2). <https://doi.org/10.23887>
- Wiratama, W. M. P. (2018). Pengembangan perangkat dalam pembelajaran kooperatif tipe quick on the draw pada Program keahlian Teknik Instalasi Tenaga Listrik di SMK Negeri 3 Singaraja.
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D)*, Bandung: Alfabeta.
- Wiratama, W. M. P. (2023). Pengembangan Video Animasi Sebagai Media Pembelajaran Praktis. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro Undiksha*, 12(1), 79-87.
- Mahardika, G. G., Ratnaya, I. G., & Wiratama, W. M. P. (2021). Media Pembelajaran Motor Induksi 1 Fasa Pada Mata Kuliah Praktikum Mesin Listrik di Program Studi S1 Pendidikan Teknik Elektro. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro Undiksha*, 10(2), 91-103.
- Suyasa, S. S. N. B. A., Santiyadnya, N., & Wiratama, W. M. P. (2023). Media Pembelajaran Instalasi Listrik Rumah Tinggal Berbasis Pengendali Wireless. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro Undiksha*, 12(2), 114-122.
- Wiryanatha, Y. K. Y., Santiyadnya, N., & Wiratama, W. M. P. (2023). PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN TRAINER PENGAMAN ARUS BOCOR PADA INSTALASI LISTRIK RUMAH TINGGAL DI MATA KULIAH SISTEM PENGAMAN TENAGA LISTRIK. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro Undiksha*, 12(2), 123-134.