

TRAINER PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA BERBASIS IOT PADA MATA PELAJARAN INSTALASI PENERANGAN LISTRIK DI SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN

Repdhi Febriyan^{1*}, Mohammad Fatkhurrokhman², Irwanto³

^{1,2,3} Program Studi Pendidikan Vokasional Teknik Elektro, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Indonesia
Jalan Raya Palka Km 3 Sindangsari, Banten, Indonesia

Received: 12 Februari 2025
Accepted: 14 Maret 2025
Published: 14 April 2025

Keywords: IoT, IPL, PLTS, NodeMCU ESP8266

Correspondent Email:
2283200047@untirta.ac.id

Abstrak. Media pembelajaran merupakan salah satu media yang efisien untuk menyampaikan materi dalam proses pembelajaran. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji tingkat kelayakan serta efektivitas media pembelajaran dan *jobsheet* instalasi penerangan listrik menggunakan PLTS berbasis IoT di SMK Negeri 4 Kota Serang. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE, yang meliputi lima tahap: *Analyze, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*.

Produk akhir yang dihasilkan berupa media *trainer* dan *jobsheet* pembelajaran instalasi penerangan listrik menggunakan PLTS berbasis IoT yang diuji tingkat kelayakannya oleh lima ahli media dan ahli materi, serta produk diuji coba kepada 24 peserta didik kelas XI TITL 2 sebagai pengguna. Metode pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, dan tes pengetahuan awal peserta didik.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kelayakan media *trainer* dan *jobsheet* pembelajaran instalasi penerangan listrik menggunakan PLTS berbasis IoT dinilai sangat layak digunakan. Hasil penilaian yang didapatkan dari ahli media memperoleh nilai rata-rata sebesar 92,3, dengan rentang skor $x \geq 78$, pada kategori "Sangat Layak". Hasil tingkat kelayakan *jobsheet* pembelajaran oleh ahli materi memperoleh nilai rata-rata sebesar 101, dengan rentang skor $x \geq 84$, pada kategori "Sangat Layak". Penilaian dari peserta didik didapatkan hasil nilai rata-rata keseluruhan 90,45 untuk media *trainer* dan *jobsheet* pembelajaran, dengan rentang skor $x \geq 81$, dengan kategori "Sangat Layak". Tingkat efektivitas media *trainer* dan *jobsheet* diuji menggunakan metode *n-gain*. Hasil tingkat efektivitas media dan *jobsheet* memperoleh nilai sebesar 0,7073, yang berada pada interval $n-gain > 0,70$, atau tergolong dalam kategori "Efektivitas Tinggi".

Abstract. *Learning media is one of the efficient media to deliver materials in the learning process. This study aims to develop and test the level of feasibility and effectiveness of learning media and job sheets for electrical lighting installations using IoT-based PLTS at State Vocational School 4, Serang City. This study uses the Research and Development (R&D) method with the ADDIE model which includes five stages, namely Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation.*

The final product produced is a media trainer and a learning jobsheet for electrical lighting installation using IoT-based PLTS which was tested for its feasibility by five media experts and material experts, and the product was tested on 24 class XI TITL 2 students as users. The data collection method was carried out through observation, interviews, and initial knowledge tests of students.

The results of the study indicate that the level of eligibility of the media trainer and jobsheet for learning electrical lighting installation using IoT-based PLTS is considered very feasible to use. The assessment results obtained from media experts obtained an average value of 92.3, with a score range of $x \geq 78$, in the "Very Feasible" category. The results of the level of eligibility of the learning jobsheet by material experts obtained an average value of 101, with a score range of $x \geq 84$, in the "Very Feasible" category. The assessment from students obtained an overall average value of 90.45 for the media trainer and learning jobsheet, with a score range of $x \geq 81$, in the "Very Feasible" category. The effectiveness level of the media trainer and jobsheet was tested using the n-gain method. The results of the level of effectiveness of the media and jobsheet obtained a value of 0.7073, which is in the n-gain interval > 0.70 , or is included in the "High Effectiveness" category.

1. PENDAHULUAN

Dalam menghadapi perkembangan teknologi dan era globalisasi, dunia pendidikan yang terus berinovasi untuk mempersiapkan tenaga kerja yang kompeten. Salah satu terobosan yang dilakukan pemerintah di dunia Pendidikan yaitu Sekolah Menengah Kejuruan (SMK). Menurut Undang-undang Republik Indonesia No.20 tahun 2003 pada pasal 15, SMK merupakan lembaga pendidikan formal yang mengutamakan pengembangan kemampuan peserta didik untuk menyiapkan tenaga kerja dengan keahlian sesuai bidang yang dipilihnya. Bentuk perkembangan teknologi serta kebutuhan akan media pembelajaran dalam dunia pendidikan menjadi bervariasi secara fisik maupun digital. Dari bentuk variatifnya suatu media pembelajaran memunculkan suatu fungsi dan cara penggunaannya yang berbeda-beda [1].

Di era Revolusi Industri 4.0 yang ditandai dengan kemajuan dan persaingan teknologi di dunia industri, SMK dituntut untuk mampu menyediakan media pembelajaran yang tetap sekaligus memanfaatkan teknologi dalam proses pembelajaran [2]. Bentuk kebaruan teknologi pada media pembelajaran yaitu dengan memanfaatkan *Internet of Things* (IoT). IoT merupakan teknologi yang berkembang pesat di seluruh dunia, dimana objek dapat mengirimkan atau mentransmisikan data melalui jaringan tanpa kabel dan dapat di kontrol dari *HandPhone* (HP) [3]. IoT telah menjadi *tren* yang sangat signifikan sehingga banyak dikembangkan pada *smart city*, *smart government* dan *smart home* [4].

Dalam perkembangan era digital, *Internet of Things* (IoT) menjadi salah satu tren yang signifikan. Hal ini mengacu dengan Keputusan

Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 300 tahun 2020 menetapkan Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI) dibidang telekomunikasi dan *Internet of Things* yang termuat, pemerintah menetapkan pemberlakuan Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia dalam bidang komunikasi dan informasi sebagai syarat pengetahuan dan keterampilan dibidang IoT [5]. SKKNI berfungsi sebagai pedoman dalam menilai kemampuan kerja seseorang yang mencakup aspek pengetahuan, keterampilan dan sikap sesuai dengan kebutuhan industri.

Keberhasilan proses belajar mengajar yaitu dengan adanya media yang mampu menunjang guru saat proses pembelajaran. Dalam proses pembelajaran secara praktik di beberapa sekolah, sistem yang dilaksanakan dinilai masih sangat rendah. Hal ini terjadi akibat banyaknya proses pembelajaran yang masih terfokus pada teori. Sehingga mengurangi rasa ingin tahu peserta didik terhadap mata pelajaran yang diajarkan. [6].

Salah satu cara untuk menciptakan lingkungan belajar yang sesuai dengan dunia industri adalah penggunaan media pembelajaran yang tepat menjadi sangat penting, untuk mendukung proses pembelajaran. Terutama di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) yang menuntut lulusannya memiliki keterampilan sesuai dengan jurusan yang dipilih. Media pembelajaran memiliki peran yang sangat penting dalam proses belajar mengajar. Guru perlu memahami bahwa media pembelajaran bukan hanya sekedar alat bantu saja, melainkan komponen krusial yang berkontribusi secara signifikan terhadap pencapaian tujuan pembelajaran.

Media pembelajaran berupa *Trainer* merupakan seperangkat alat yang digunakan dalam laboratorium sebagai sarana penunjang pendidikan. Penggunaan *trainer* dalam pembelajaran bertujuan untuk membantu peserta

didik menerapkan pengetahuan yang diperoleh pada objek yang nyata. Guru sebagai tenaga pendidik harus mampu mengenalkan teknologi terbaru dalam kegiatan pembelajaran, sehingga mampu memberikan gambaran mengenai dunia industri kepada peserta didik [7].

Akan tetapi yang menjadi masalah adalah tidak semua SMK mampu untuk menyediakan media pembelajaran berupa *trainer* yang sesuai dengan dunia industri, karena terdapat keterbatasan-keterbatasan yang tidak selalu dapat terpenuhi oleh setiap sekolah. Salah satu masalahnya adalah keterbatasan pada media pembelajaran yang memiliki fungsi serupa dengan yang ada di dunia industri. Sehingga sekolah harus mencari alternatif lain agar peserta didik mendapatkan kompetensi tersebut, namun hal tersebut membuat kurangnya peserta didik untuk memahami kompetensi tersebut karena keterbatasannya media pembelajaran.

Mata pelajaran Instalasi Penerangan Listrik (IPL) adalah salah satu pelajaran produktif yang sangat penting dalam bidang Teknik Instalasi Tenaga Listrik (TITL) di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK). Mata pelajaran ini menjadi landasan utama untuk mempelajari berbagai teknik pemasangan instalasi penerangan listrik, termasuk pemanfaatan sinar matahari melalui *photovoltaic module* dalam sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya [8].

Pembangkit Listrik Tenaga Surya adalah suatu sistem yang dirancang untuk mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik melalui efek *photovoltaic*. Fenomena *Photovoltaic* ini terjadi pada permukaan sel surya (*solar cell*) saat terkena cahaya matahari [9]. Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dibutuhkan sebagai media pemanfaatan panel surya yang dapat menghasilkan energi listrik. Pembangkit Listrik Tenaga Surya memiliki beberapa keuntungan, yaitu sumber energi yang tidak akan habis, bebas dari emisi karbon sehingga ramah lingkungan, dan sistem perawatan pada PLTS hanya membutuhkan sedikit perawatan [10].

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan di SMK Negeri 4 Kota Serang Peneliti menemukan masalah yang berkaitan dengan keterbatasan media pembelajaran *trainer* yang ada di bengkel atau laboratorium sekolah tersebut khususnya di jurusan Teknik Instalasi Tenaga Listrik (TITL). Di SMK tersebut belum

tersedianya media pembelajaran berupa *trainer* Instalasi Penerangan Listrik (IPL) yang memuat sistem *Internet of Things* (IoT) serta *trainer* yang menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Hal tersebut berdampak pada kegiatan pembelajaran peserta didik yang mengalami kesulitan dalam memahami materi-materi dasar untuk meningkatkan kompetensi.

Kemudian permasalahan ini diperkuat dengan hasil tes pengetahuan awal peserta didik mengenai *Internet of Things* (IoT), yang menunjukkan bahwa mayoritas peserta didik masih kurang mengetahui mengenai fungsi, komponen, cara kerja dan peserta didik belum pernah mengoperasikan media pembelajaran instalasi penerangan listrik menggunakan PLTS berbasis IoT, sehingga peneliti menyimpulkan bahwa peserta didik masih asing mengenai *Internet of Things*.

Oleh karena itu, untuk mendukung suatu proses pembelajaran, diperlukan pengembangan media pembelajaran yang dapat digunakan dalam kegiatan belajar mengajar. Hal ini bertujuan agar pembelajaran menjadi lebih menarik dan mampu meningkatkan minat belajar peserta didik. Dengan adanya media pembelajaran berupa *trainer* yang memanfaatkan pembangkit listrik tenaga surya yang memungkinkan peserta didik mempelajari dan memahami mengenai konsep energi terbarukan. Media ini diharapkan mempermudah peserta didik dalam memahami materi dan memperoleh pengalaman dalam praktik secara langsung. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini difokuskan pada pengembangan media pembelajaran berbasis *Internet of Things* (IoT) Menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Media Pembelajaran

Media pembelajaran merupakan elemen penting dalam proses pembelajaran. Media pembelajaran membantu guru mengembangkan dan menggali potensi peserta didik melalui berbagai materi. Beragam jenis media yang digunakan oleh guru menjadi sarana yang efektif dalam menyampaikan pengetahuan kepada peserta didik [11].

Kata “media pembelajaran” berasal dari bahasa Latin “medium” yang artinya perantara atau pengantar. Dalam bahasa arab, media berarti alat perantara pesan antara pengirim dan penerima, yaitu peserta didik. Dalam pembelajaran, media

berfungsi sebagai perantara atau pengantar pesan yang mendorong pikiran, perasaan, dan perhatian peserta didik terkait proses pembelajaran [12].

2.2. Internet of Things

Internet of Things (IoT) merupakan sebuah teknologi canggih yang mengacu pada jaringan luas perangkat dan sistem di seluruh dunia yang dapat saling terkoneksi melalui internet, memungkinkan mereka untuk berbagi data. IoT menggunakan sensor dan *software* untuk berkomunikasi, mengontrol, dan bertukar data antar perangkat secara nirkabel. IoT dapat digunakan sebagai pengendali dan memantau rumah [13].

Internet of Things (IoT) merupakan konsep yang memperluas koneksi melalui jaringan internet, IoT bekerja merujuk pada objek yang terhubung dapat berinteraksi secara otomatisasi tanpa harus memerlukan interaksi langsung antara tangan pengguna dan dapat dikendalikan dari jarak jauh dalam proses pengendaliann serta pengontrolan perangkat tersebut [14].

2.3. Metode Research and Development

Menurut (Sugiyono, 2017: 407) [15], metode *Research and Development* bertujuan untuk menghasilkan sebuah produk serta menguji tingkat keefektifannya agar produk dapat berfungsi dengan baik. Dalam bidang pendidikan, penelitian dan pengembangan merupakan metode penelitian yang berfokus pada peningkatan atau penciptaan produk inovatif guna meningkatkan suatu kualitas dan kuantitas pengembangan dalam pendidikan dan pembelajaran [16].

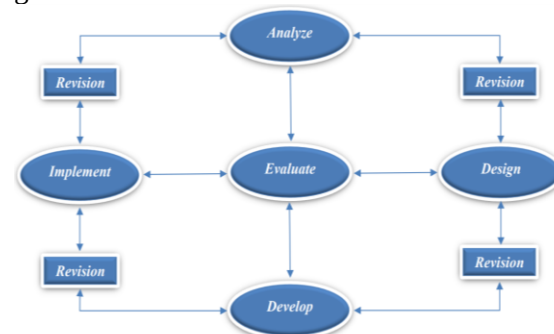
Model pengembangan yang digunakan adalah model ADDIE, yang mencakup lima tahapan: analisis, desain, pengembangan, penerapan, dan evaluasi. Penggunaan model ADDIE dalam pengembangan suatu produk saat ini dianggap model yang sangat efektif, karena ADDIE berperan sebagai suatu kerangka panduan yang membantu menghadapi situasi yang kompleks, sehingga model ADDIE sangat sesuai untuk pengembangan produk pendidikan dan sumber belajar lainnya [17].

3. METODE PENELITIAN

3.1. Metode Research and Development

Penelitian ini menggunakan metode penelitian pengembangan *Research and Development* (R&D). Penelitian pengembangan atau *Research and Development* (R&D) adalah

metode yang digunakan untuk mengembangkan produk pembelajaran. Serta untuk menguji tingkat keefektifan. Dalam konteks pendidikan, *Research and Development* (R&D) bertujuan untuk mengembangkan atau memvalidasi produk yang diterapkan dalam proses belajar mengajar [18] Metode R&D untuk menciptakan produk baru atau mengembangkan produk yang sudah ada, sehingga hasilnya dapat dipertanggungjawabkan. Produk yang dikembangkan tidak hanya terbatas pada pengembangan perangkat keras atau lunak, tetapi juga mencakup program-program seperti, pembelajaran di kelas, laboratorium, pelatihan, evaluasi dan manajemen [19] Model penelitian yang digunakan diambil dari model pengembangan ADDIE yang memiliki 5 tahap pengembangan yaitu seperti yang tertera pada gambar berikut:



Gambar 1. Model ADDIE Menurut Branch, 2009

3.2. Teknik Analisis Data

Pada penelitian dan pengembangan kali ini peneliti menggunakan 4 tingkat penilaian yaitu 1, 2, 3, 4, atau dengan kata lain sangat setuju, setuju, tidak setuju, dan sangat tidak setuju. Hal ini dikarenakan agar responden dapat menghindari pemilihan pada opsi tengah yang sering dianggap sebagai pilihan yang paling aman (cukup, netral, dan ragu-ragu).

Tabel 1. Kategori Skor Skala Likert

No	Kategori Kelayakan	Skor
1.	Sangat Setuju	4
2.	Setuju	3
3.	Tidak Setuju	2
4.	Sangat Tidak Setuju	1

Data yang diperoleh akan diolah untuk menghitung skor rata-rata. Bertujuan untuk mengetahui tingkat kelayakan dari media dan *jobsheet* pembelajaran yang telah dikembangkan. Rumus yang digunakan untuk menghitung persentase jawaban responden dari setiap butir soal menurut Oktiningrum & Rahayu (2022) [20].

$$= \frac{\sum x}{n} \quad (1)$$

Tabel 2. Konversi Data Kuantitatif ke Kualitatif

No	Skor	Kategori Kelayakan
1.	$x \geq \bar{x} + 1.SBx$	Sangat Setuju
2.	$\bar{x} + SBx > x \geq \bar{x}$	Setuju
3.	$\bar{x} > x \geq \bar{x} - 1.SBx$	Tidak Setuju
4.	$x < \bar{x} - 1.SBx$	Sangat Tidak Setuju

Data yang telah diperoleh akan diolah untuk menentukan kelayakan media *trainer* dan *jobsheet* pembelajaran yang dikembangkan. Tabel 2. berfungsi sebagai panduan untuk mengukur tingkat kelayakan media pembelajaran seperti yang dijelaskan oleh Mardapi (2017:146-147) [21]:

Keterangan:

x : Skor yang dicapai siswa

$\bar{x}$: Rata-rata skor keseluruhan siswa dalam satu kelas

SBx : Simpangan baku skor keseluruhan siswa dalam satu kelas

$\bar{x}$: $(1/2)$ (skor maksimal ideal + skor minimal ideal)

SBx : $(1/6)$ (skor maksimal ideal + skor minimal ideal)

Skor Max Ideal : $\sum$ Butir kriteria x skor tertinggi

Skor Min Ideal : $\sum$ Butir kriteria x skor terendah

3.3. Analisis Efektivitas Media & Jobsheet Pembelajaran

Pada tahap analisis hasil pembelajaran peserta didik peneliti menggunakan analisis *pretest* dan *posttest*. Analisis ini berguna untuk menilai suatu peningkatan hasil peserta didik. Peneliti menganalisis peserta didik dengan menguji terlebih dahulu mengenai kemampuannya sebelum menggunakan media *trainer* dan *jobsheet* pembelajaran. Setelah itu peserta didik akan diuji kembali kemampuannya setelah menggunakan media *trainer* dan *jobsheet* pembelajaran. Setelah mendapatkan data hasil *pretest* dan *posttest*, kemudian data akan diolah menggunakan rumus Hake menurut Meltzer, (2002) [22] yaitu sebagai berikut:

$$n - \text{gain} = \frac{(\text{skor posttest} - \text{skor pretest})}{(\text{skor maksimal} - \text{skor pretest})} \quad (2)$$

Keterangan:

$n - \text{gain}$: Efektivitas media pembelajaran

Skor *Pretest* : Nilai yang didapat peserta didik sebelum menggunakan media pembelajaran.

Skor *Posttest* : Nilai yang didapat peserta didik sesudah menggunakan media pembelajaran.

Skor maksimal : Nilai maksimal yang bisa didapatkan oleh peserta didik.

Uji *n-gain* bertujuan untuk menggambarkan perubahan hasil belajar sebelum dan sesudah pembelajaran. serta uji *n-gain* juga dapat digunakan menilai tingkat efektivitas media pembelajaran terhadap hasil belajar pada ranah kognitif. Dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kategori Efektivitas Media

No	Skor	Kategori Kelayakan
1.	$n\text{-gain} \geq 0,70$	Efektif Tinggi
2.	$< n\text{-gain} < 0,70$	Efektif Sedang
3.	$n\text{-gain} \leq 0,30$	Efektif Rendah

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perancangan Media & Jobsheet Pembelajaran

Setelah melalui berbagai tahapan dalam penelitian pengembangan, penelitian ini menghasilkan sebuah produk berupa media pembelajaran yang berfungsi sebagai alat peraga dalam proses pembelajaran praktik. Produk yang dikembangkan adalah *trainer* instalasi penerangan listrik menggunakan PLTS berbasis IoT yang dirancang untuk digunakan dalam pembelajaran praktik pada mata pelajaran instalasi penerangan listrik. Adapun tahapan dari perancangan media pembelajaran meliputi:

a. Tahap Analisis (*Analyze*)

Tahap pertama dalam penelitian dan pengembangan ini meliputi analisis masalah, analisis kebutuhan, dan analisis peserta. Setiap dalam tahap ini diuraikan sebagai berikut:

1) Analisis Masalah

Pada tahap analisis masalah, peneliti memulai dengan mengidentifikasi permasalahan dalam mata pelajaran Instalasi Penerangan Listrik (IPL) di SMK Negeri 4 Kota Serang. Berdasarkan hasil observasi peneliti menemukan permasalahan bahwa peserta didik mengalami kendala dalam mempelajari mata pelajaran IPL. Temuan ini diperkuat dengan hasil wawancara bersama guru produktif di SMK Negeri 4 Kota Serang pada tanggal 24 Januari 2024. Hasil wawancara menunjukkan bahwa belum tersedianya media pembelajaran praktik berupa *trainer* yang memanfaatkan *internet of things* dan energi terbarukan untuk mendukung pembelajaran praktik instalasi penerangan listrik. Media

pembelajaran praktik yang tersedia seperti panel *box* dan media *project* masih terbatas.

Selain itu, belum ada penyesuaian yang memadai dalam pembelajaran praktik terhadap kompetensi dasar sesuai kebutuhan industri 4.0 mengenai sistem berbasis *internet of things* (IoT). Maka dari itu peneliti berencana untuk mengembangkan media pembelajaran berbasis IoT dengan menggunakan panel surya sebagai media pembelajaran praktik IPL. Hal ini dapat membantu peserta didik mempelajari prinsip kerja dan dapat praktik rangkaian kontrol berbasis IoT menggunakan PLTS.

2) Analisis Kebutuhan

Tahap ini merupakan tahap yang penting dalam perancangan media pembelajaran. Tahap analisis ini melalui observasi, wawancara serta penyebaran angket pada peserta didik di SMK Negeri 4 Kota Serang. Tujuannya adalah mengidentifikasi kompetensi dasar dan materi yang relevan dengan pengembangan media pembelajaran bagi peserta didik. Hasil analisis menunjukkan, bahwa dalam proses pembelajaran instalasi penerangan listrik, belum adanya penggunaan media pembelajaran interaktif yang menarik yang dilengkapi dengan *jobsheet*. Selain itu, masih kurangnya pemahaman peserta didik mengenai IoT, yang berdampak pada keterbatasan keterampilan peserta didik dalam konteks kebutuhan industri. Oleh karena itu pengembangan media pembelajaran instalasi penerangan listrik menggunakan PLTS berbasis IoT pada mata pelajaran tersebut.

3) Analisis Peserta

Pada tahap ini peneliti melaksanakan observasi dan penyebaran angket tes pengetahuan awal pada peserta didik TITL di SMK Negeri 4 Kota Serang untuk mengetahui penguasaan materi mengenai instalasi penerangan listrik serta *Internet of Thing* (IoT) dengan jumlah total peserta didik sebanyak 51 orang. Berdasarkan hasil dari tes pengetahuan awal peserta didik menunjukkan bahwa hasil dari tes

pengetahuan awal peserta didik mayoritas masih kurang mengetahui mengenai fungsi, komponen, cara kerja dan peserta didik belum pernah mengoperasikan media pembelajaran instalasi penerangan listrik menggunakan PLTS berbasis IoT, sehingga peneliti menyimpulkan bahwa peserta didik masih asing mengenai *Internet of Things*.

b. Tahap Desain (*Design*)

Tahap selanjutnya adalah tahapan desain yang bertujuan untuk merancang media pembelajaran yang diharapkan dapat mengatasi kendala terkait keterbatasan media yang tersedia bagi peserta didik. Media pembelajaran yang dirancang berupa *trainer*, dirancang agar peserta didik dapat merangkai rangkaian listrik agar lebih efisien. Pada tahap desain ini, terdapat 3 langkah utama yaitu

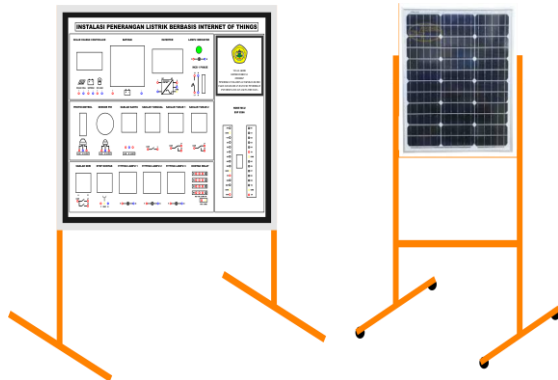
1) Merancang Desain Media Pembelajaran

Langkah pertama dalam desain produk media pembelajaran instalasi penerangan listrik menggunakan PLTS berbasis IoT adalah pembuatan desain media pembelajaran *trainer* menggunakan perangkat lunak *Xara Designer Pro X*. Perangkat lunak ini digunakan untuk membuat desain stiker, tata letak komponen pada akrilik, yang berfungsi sebagai tempat pemasangan komponen pada media pembelajaran dan rangka *trainer*. Berikut merupakan desain dari *trainer* dan *jobsheet* pembelajaran :

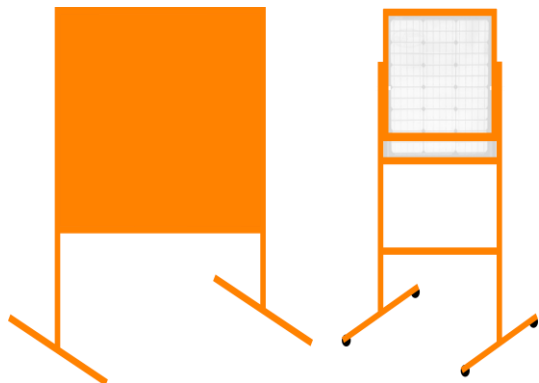
➤ Desain *Trainer* Pembelajaran

Hasil pembuatan desain rangka pada *trainer* terdapat 2 tampilan utama rangka *trainer* instalasi penerangan listrik menggunakan PLTS berbasis *internet of thing*. Desain pertama adalah rangka yang dirancang untuk menyimpan panel dari komponen yang digunakan. Dan desain kedua adalah rangka untuk panel surya (solar panel) desain rangka panel surya yang dirancang untuk menyimpan panel surya dibuat secara terpisah dari rangka panel komponen. hal ini bertujuan agar pada saat praktik dilakukan panel surya tersebut dapat diletakan di luar ruangan untuk memanfaatkan energi matahari. Adapun gambar desain dari

trainer pembelajaran terdapat pada Gambar 2 dan Gambar 3 :



Gambar 2. Desain Trainer Tampak Depan



Gambar 3. Desain Trainer Tampak Belakang

➤ **Desain Jobsheet Pembelajaran**

Selain pengembangan *trainer*, juga dilakukan pengembangan *jobsheet* untuk media pembelajaran instalasi penerangan listrik menggunakan PLTS berbasis IoT. *Jobsheet* ini dirancang sebagai pedoman untuk peserta didik dan guru serta penunjang selama proses pembelajaran ketika menggunakan media pembelajaran. *Cover* merupakan halaman depan yang berfungsi sebagai tampilan awal pada sebuah buku dan mempunyai peran penting untuk meningkatkan daya tarik bagi pembaca. Desain *cover jobsheet* pembelajaran dibuat dengan menggunakan *website* www.canva.com untuk menghasilkan desain yang relevan serta menarik. Berikut merupakan gambar dari *cover jobsheet* pembelajaran:



Gambar 4. Desain Cover Jobsheet

2) **Penyusunan Strategi Pengujian**

Dalam penelitian ini, terdapat 3 pengujian, yaitu tes pengetahuan awal, tes *pretest*, dan *posttest*. Pada tahap pertama, dilakukan tes pengetahuan awal peserta didik, yang menggunakan strategi angket dengan skala *guttman* untuk mengukur pemahaman dasar mengenai prinsip kerja instalasi penerangan listrik menggunakan PLTS berbasis IoT, kemudian tes *pretest*, tes ini diujikan ketika peserta didik sebelum menggunakan media dan *jobsheet* pembelajaran, dan yang terakhir tes *posttest* diujikan saat sesudah penggunaan media dan *jobsheet* pembelajaran. Tes *pretest* dan *posttest* ini menggunakan soal pilihan ganda untuk mengukur tingkat efektivitas dan pengetahuan peserta didik sebelum dan sesudah menggunakan media dan *jobsheet* pembelajaran.

c. **Tahap Pengembangan (Develop)**

Tahap berikutnya adalah tahap pengembangan media dan *jobsheet* pembelajaran instalasi penerangan listrik menggunakan PLTS berbasis IoT. Pada tahap ini, pengembangan mengacu pada tahap desain yang telah dibuat sebelumnya. Setelah media selesai dibuat kemudian dilakukannya evaluasi untuk mengetahui tingkat kelayakannya. Proses pengembangan media ini terbagi menjadi beberapa tahap, yaitu:

1) **Pengembangan Trainer Pembelajaran**

Pada tahap pengembangan media pembelajaran peneliti membuat *trainer* instalasi penerangan listrik menggunakan PLTS berbasis IoT ini, terdapat 7 tahapan utama yaitu; (1) Pengumpulan komponen, (2) Pemotongan akrilik yang sesuai dengan penempatan komponen, (3) pemasangan desain stiker pada akrilik, (4)

pemasangan komponen pada panel akrilik, (5) pembuatan rangka *trainer* pembelajaran (6) pengecatan rangka *trainer* dan, (7) pemasangan akrilik pada rangka besi.

2) Pengembangan *Jobsheet* Pembelajaran

Pada tahap pembuatan *jobsheet* pembelajaran instalasi penerangan listrik berbasis IoT ini dibuat dalam bentuk buku agar memiliki nilai jual serta agar *jobsheet* yang ada didalamnya tersusun secara sistematis. Poin yang terdapat dalam *jobsheet* sebagai berikut: (1) *Cover jobsheet* (2) Lembar keterangan setiap *job* (3) Kompetensi dan sub kompetensi, (4) Dasar teori, (5) Kode program, (6) Alat dan bahan, (7) Keselamatan kerja, (8) Langkah kerja, (9) Gambar rangkaian percobaan, (10) Hasil *percobaan*, (11) Analisis hasil percobaan (12) Bahan diskusi.

3) Uji Kelayakan Media Pembelajaran

Pada tahap ini, desain yang telah disetujui kemudian diciptakan menjadi produk nyata. Selanjutnya produk tersebut diuji kelayakannya. Dimana media dan *jobsheet* pembelajaran instalasi penerangan listrik menggunakan PLTS berbasis IoT dinilai tingkat kelayakannya oleh para ahli media dan ahli materi. Pengujian dilakukan oleh 3 orang ahli, sama halnya dengan media pembelajaran, *jobsheet* diuji oleh 3 orang ahli yang masing-masing dari berbagai latar belakang yang berbeda. Hasil pengujian ini bertujuan agar penilaian dan masukan saran yang diberikan bervariasi. Hasil dari pengujian dapat berupa perbaikan atau revisi untuk menyempurnakan media pembelajaran yang dikembangkan.

d. Tahap Implementasi (*Implement*)

Setelah media dan *jobsheet* pembelajaran selesai dirancang dan diperbaiki berdasarkan masukan dari validator ahli, serta dinyatakan layak untuk digunakan oleh peserta didik. Selanjutnya adalah tahap implementasi atau penerapan. Tujuan dari tahap ini adalah untuk mengetahui tanggapan pengguna terhadap media dan *jobsheet* pembelajaran yang telah dikembangkan. Tahap penerapan media dan *jobsheet* pembelajaran instalasi penerangan

listrik menggunakan PLTS berbasis IoT ini dilaksanakan pada tahun 2024 di SMK Negeri 4 Kota Serang khususnya di kelas XI Teknik Instalasi Tenaga Listrik (TITL).

Pada tahap implementasi dimulai dengan memberikan penjelasan mengenai *trainer* dan *jobsheet* pembelajaran instalasi penerangan listrik menggunakan PLTS berbasis IoT. Setelah itu dilakukannya pengujian *pretest* kepada peserta didik kelas XI TITL dengan jumlah 20 soal. Kegiatan *pretest* diadakan untuk mengukur tingkat pengetahuan awal pada peserta didik ketika sebelum menggunakan media dan *jobsheet* pembelajaran.



Gambar 5. Penjelasan Mengenai *Trainer* Pembelajaran pada Peserta Didik

Setelah peserta didik menyelesaikan *pretest*, dilanjutkan dengan pemaparan materi yang akan dipraktikkan mengenai instalasi penerangan listrik menggunakan PLTS berbasis IoT serta fungsi dan cara kerja dari komponen-komponen yang akan digunakan. Tahap ini bertujuan agar peserta didik tidak kebingungan dan sudah mengetahui fungsi dari setiap komponen yang akan digunakan pada saat merangkai rangkaian selama praktikum berlangsung. Selanjutnya, sebanyak 24 peserta didik yang hadir di kelas dibagi menjadi 6 kelompok belajar untuk menggunakan media dan *jobsheet* pembelajaran secara bergantian.

Pada saat uji coba berlangsung setiap kelompok merangkai rangkaian yang merujuk dengan masing-masing *job* pada *jobsheet* pembelajaran, peserta didik apabila telah selesai merangkai rangkaian instalasi, peserta didik diinstruksikan untuk mengecek ulang rangkaian yang telah dibuat disesuaikan dengan gambar percobaan pada *jobsheet*, guna

menghindari kesalahan. Setelah selesai merangkai dan menguji coba rangkaian yang telah dibuat peserta didik mengamati cara kerja dari media pembelajaran.



Gambar 6. Uji Coba Rangkaian Menggunakan Trainer Pembelajaran

Gambar 6. Merupakan gambar hasil uji coba peserta didik pada saat melaksanakan praktik memasang instalasi penerangan listrik dengan saklar tukar berbasis IoT, yang diakhiri dengan mencoba menyalakan hasil rangkaian yang telah peserta didik buat untuk mengetahui apakah rangkaian yang dibuat dapat menyala sesuai dengan cara kerjanya. Peserta didik melakukan praktik secara mandiri dengan menggunakan *jobsheet* sebagai acuan pada saat praktik.

e. Tahap Evaluasi (*evaluate*)

Tahap terakhir dalam penelitian ini adalah evaluasi, yang bertujuan untuk mengukur tingkat efektivitas media dan *jobsheet* pembelajaran yang telah dikembangkan. Evaluasi ini dilakukan oleh peneliti adalah evaluasi pembelajaran, yang bertujuan untuk mengukur peningkatan pemahaman dan pengetahuan peserta didik sesudah menggunakan media dan *jobsheet* pembelajaran instalasi penerangan menggunakan PLTS berbasis IoT.

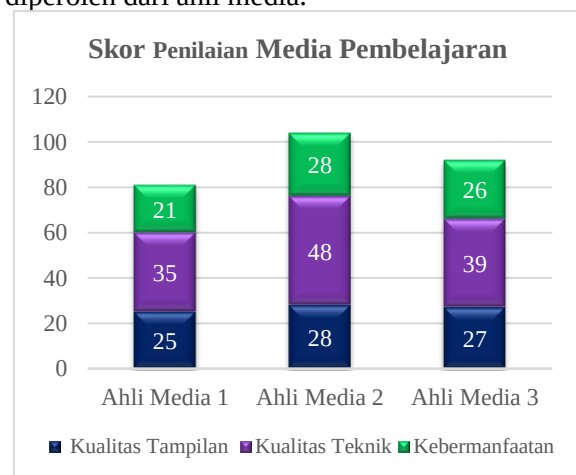
Lembar *posttest* pada tahap ini, digunakan untuk mengukur kemampuan dan pemahaman terhadap peserta didik sesudah menggunakan media dan *jobsheet* pembelajaran. Hasil dari *posttest* kemudian dianalisis untuk menilai tingkat efektivitas media dan *jobsheet* pembelajaran. Selain itu, peserta didik juga mengisi angket pengguna untuk memberikan pendapat mengenai media dan *jobsheet* pembelajaran yang digunakan.



Gambar 7. Pengerjaan Posttest Setelah Pembelajaran Praktik4.

4.2. Kelayakan Trainer Pembelajaran Oleh Ahli Media

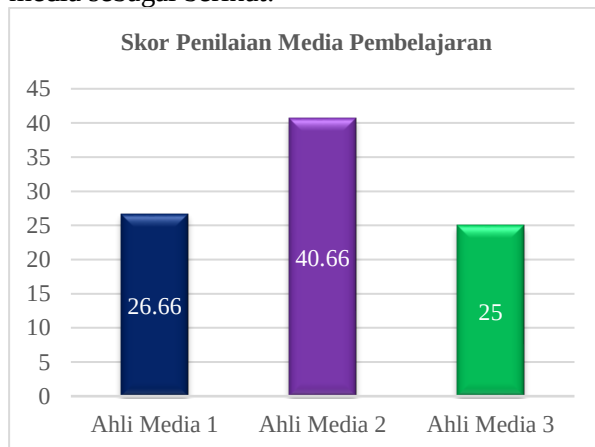
Pengujian ini ditunjukkan kepada ahli media menggunakan instrumen penilaian skala *likert* dengan skor 1 sampai 4. Tujuannya adalah menilai kelayakan media pembelajaran *trainer* yang telah dikembangkan berdasarkan aspek kualitas tampilan, kualitas teknik, dan kebermanfaatan penilaian dilakukan oleh 3 orang ahli media yang berasal dari Instruktur Ahli Muda Kejuruan Listrik BBPVP Serang, dosen prodi Pendidikan Vokasional Teknik Elektro, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, dan tenaga pengajar produktif SMK. berikut ini adalah hasil dari penilaian yang diperoleh dari ahli media:



Gambar 8. Grafik Skor Penilaian Ahli Media Sesuai Aspek

Grafik penilaian yang ditampilkan pada Gambar 8, merupakan data hasil penilaian tingkat kelayakan dari 3 validator ahli media, dimana masing-masing ahli menilai media pembelajaran berdasarkan 3 aspek, dengan skor ideal untuk setiap aspeknya. Aspek kualitas tampilan

memiliki skor ideal 28, aspek teknik memiliki skor ideal 48, dan aspek kebermanfaatan memiliki skor ideal 28. Berdasarkan penilaian 3 ahli media, total skor kelayakan media pembelajaran instalasi penerangan listrik menggunakan PLTS berbasis IoT oleh ahli media 1 memperoleh skor 81, ahli media 2 dengan skor 104, dan ahli media 3 dengan skor sebesar 92. Sehingga skor rata-rata dari setiap aspek yang didapat dari ketiga validator ahli media sebagai berikut:



Gambar 9. Grafik Rata-rata Ahli Media Sesuai Aspek

Hasil penilaian kelayakan oleh ahli media menunjukkan bahwa skor rata-rata dinilai dari setiap aspek. Aspek kualitas tampilan sebesar 26,66, aspek kualitas teknik 40,66 dan aspek kebermanfaatan memperoleh skor rata-rata 25. Secara keseluruhan, rata-rata akhir tingkat kelayakan media pembelajaran instalasi penerangan listrik menggunakan PLTS berbasis IoT menghasilkan skor rata-rata akhir tertera pada Tabel 4

Tabel 4. Hasil Kelayakan oleh Ahli Media

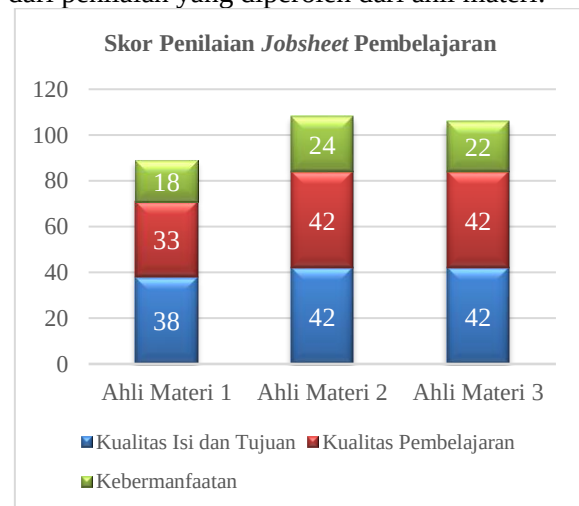
Rata-rata Skor	Rentang Skor	Kategori
92,3	$x \geq 78$	Sangat Layak

Berdasarkan hasil kelayakan media pembelajaran instalasi penerangan listrik menggunakan PLTS berbasis IoT memperoleh nilai rata-rata skor 92,3 dengan rentang skor $x \geq 78$ sehingga dikategorikan sangat layak. Hal ini sependapat pada penelitian yang diteliti oleh Indriyanto (2020) bahwa hasil penilaian kelayakan media ini sangat layak, dengan skor rata-rata sebesar 109 berdasarkan aspek kua litas teknis dan kualitas instruksional [23]. Hal ini juga sependapat dengan Nurseto (2011) bahwa salah satu faktor penting dalam mempengaruhi

proses pembelajaran adalah penilaian dan pemilihan media pembelajaran yang sesuai [24].

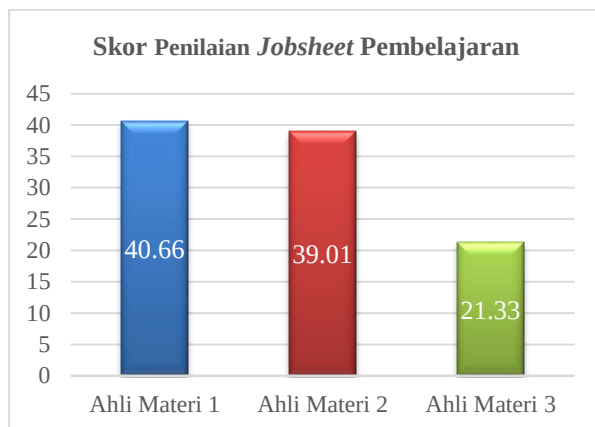
4.3. Kelayakan *Jobsheet* Pembelajaran Oleh Ahli Materi

Pengujian ini ditunjukkan kepada ahli materi menggunakan instrumen penilaian skala *likert* dengan skor 1 sampai 4. Tujuannya adalah menilai kelayakan media pembelajaran *trainer* yang telah dikembangkan berdasarkan aspek kualitas isi dan tujuan, kualitas pembelajaran, dan kebermanfaatan penilaian dilakukan oleh 3 orang ahli materi yang berasal dari Instruktur Ahli Muda Kejuruan Listrik BBPVP Serang, dosen prodi Pendidikan Vokasional Teknik Elektro, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, dan tenaga pengajar produktif SMK. berikut ini adalah hasil dari penilaian yang diperoleh dari ahli materi:



Gambar 10. Grafik Total Skor Penilaian Ahli Materi

Grafik penilaian ini diperoleh berdasarkan data dari setiap validator ahli materi, dimana setiap masing-masing ahli menilai *jobsheet* pembelajaran berdasarkan 3 aspek. Dari setiap aspek memiliki skor ideal. Aspek kualitas isi dan tujuan memiliki skor ideal 44, aspek kualitas pembelajaran dengan skor 44, dan aspek kebermanfaatan dengan skor ideal 24. Berdasarkan penilaian dari 3 orang ahli materi, total skor penilaian kelayakan *jobsheet* pembelajaran instalasi penerangan listrik menggunakan PLTS berbasis IoT diperoleh dengan rincian penilaian ahli materi 1 memberikan skor 89, ahli materi 2 dengan skor sebesar 108, dan ahli materi 3 memberikan skor sebesar 106. Adapun skor rata-rata setiap aspek yang dihitung dari 3 validator ahli materi adalah sebagai berikut:



Gambar 11. Grafik Rata-rata Ahli Materi Sesuai Aspek

Berdasarkan hasil penilaian para ahli materi menunjukkan bahwa skor rata-rata untuk setiap aspek yang telah ditetapkan seperti aspek kualitas isi dan tujuan sebesar 40,66, aspek kualitas pembelajaran 39,01 dan aspek kebermanfaatan dengan skor dengan skor yang diperoleh 21,33. Dengan demikian, penilaian akhir tingkat kelayakan *jobsheet* pembelajaran instalasi penerangan listrik menggunakan PLTS berbasis IoT ini menghasilkan skor rata-rata keseluruhan yaitu sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Kelayakan oleh Ahli Materi

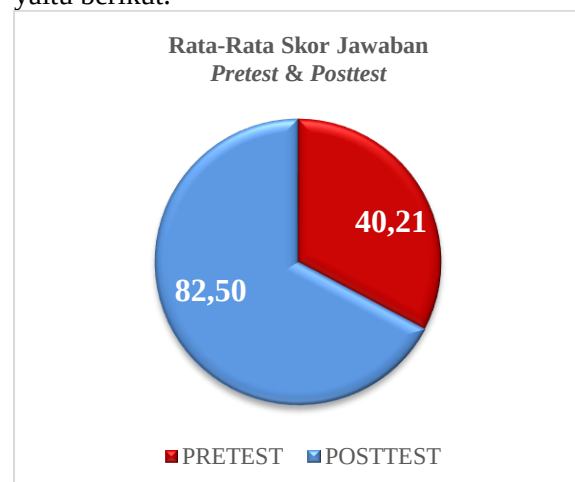
Rata-rata Skor	Rentang Skor	Kategori
101	$x \geq 84$	Sangat Layak

Hasil kelayakan pada *jobsheet* pembelajaran instalasi penerangan listrik menggunakan PLTS berbasis IoT ini diperoleh nilai rata-rata skor 101, dengan rentang skor $x \geq 84$ sehingga dikategorikan sangat layak. *Jobsheet* pembelajaran terbukti efektif dalam membantu peserta didik untuk memasang instalasi penerangan listrik sesuai gambar rangkaian, valid, praktis dan efisien dalam penggunaannya hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Pangestu (2023) menunjukkan *jobsheet* pembelajaran yang dikembangkan sangat efektif dan layak untuk digunakan dari sisi validitas, kepraktisan maupun keefektifan. *Jobsheet* pembelajaran menunjukkan tingkat keefektifan lebih baik daripada sebelumnya atau setidaknya dinilai secara objektif [7]. Ini juga sama sependapat dengan Bachtiar (2019) bahwa *jobsheet* ini berfungsi untuk memandu proses pemasangan komponen instalasi penerangan listrik [25]. Peserta didik berhasil memasang

berbagai rangkaian instalasi listrik dengan standar PUIL 2011.

4.4. Tingkat Efektivitas Media dan *Jobsheet* Pembelajaran

Tingkat efektivitas media dan *jobsheet* pembelajaran instalasi penerangan listrik menggunakan PLTS berbasis IoT diukur dengan membandingkan nilai *pretest* (nilai sebelum memakai media dan *jobsheet* pembelajaran) dengan hasil *posttest* (nilai sesudah memakai media dan *jobsheet* pembelajaran) yang diserahkan [7] kepada peserta didik. *Pretest* dilakukan sebelum mereka mendapatkan perlakuan berupa penggunaan media dan *jobsheet* pembelajaran, sedangkan *posttest* dilakukan pada saat peserta didik telah memakai media dan *jobsheet* pembelajaran yang dipraktikkan. Adapun hasil dari penilaian hasil dari *pretest* dan *posttest* yaitu berikut:



Gambar 12. Hasil Rata-rata Jawaban *Pretest* & *Posttest*

Subjek uji tingkat efektivitas media dan *jobsheet* pembelajaran instalasi penerangan listrik menggunakan PLTS berbasis IoT merupakan peserta didik kelas XI TITL di SMK Negeri 4 Kota Serang sebanyak 24 orang peserta didik. Uji tingkat efektivitas dengan membandingkan hasil *pretest* dan *posttest*, yang ditampilkan dalam Gambar 12, diagram skor rata-rata jawaban *pretest* dan *posttest* menunjukkan, adanya peningkatan yang signifikan, dimana nilai rata-rata *pretest* sebesar 40,21, dan nilai rata-rata *posttest* meningkat menjadi 82,50. Hasil skor *pretest* dan *posttest* dianalisis dengan rumus *n-gain* untuk menentukan tingkat efektivitas media dan *jobsheet* pembelajaran dengan skor akhir yang diperoleh sebesar 0,71.

Tabel 6. Hasil Penilaian Tingkat Efektivitas

Skor Akhir	Rentang Nilai	Kategori
0,71	$n - gain \geq 0,70$	Efektivitas Tinggi

Dengan dikembangkan media dan *jobsheet* pembelajaran instalasi penerangan listrik menggunakan PLTS berbasis IoT, dapat disimpulkan bahwa media dan *jobsheet* pembelajaran ini memiliki tingkat efektivitas yang tinggi dan membantu peserta didik dalam memahami mata pelajaran instalasi penerangan listrik yang mencakup konsep *internet of things* (IoT) serta energi terbarukan dari pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya, oleh (Arianto, 2021) menunjukkan bahwa *trainer* dan *jobsheet* pembelajaran mudah dipahami, petunjuk dan informasi yang jelas, tampilannya sangat menarik, dan mampu memotivasi peserta didik, sehingga dapat meningkatkan keaktifan peserta didik dalam bertanya atau menjawab pertanyaan dalam proses pembelajaran praktik [26]. penelitian ini juga sesuai dengan hasil penelitian Cahyadi (2014) dimana adanya peningkatan hasil belajar peserta didik ketika sebelum dan sesudah menggunakan *trainer* instalasi penerangan listrik sebagai media pembelajaran instalasi listrik pada program keterampilan elektronika di MAN Kendal yang diukur melalui *pretest* dan *posttest* dengan hasil rata-rata nilai praktik sebelum menggunakan *trainer* sebesar 77,91 dan sesudah menggunakan *trainer* meningkat menjadi 81,30. Sehingga tahap uji efektivitas ini mendapatkan produk akhir yang layak untuk digunakan oleh peserta didik dalam pembelajaran praktik [27].

4.5. Produk Akhir *Trainer* dan *Jobsheet* Pembelajaran

Berdasarkan hasil uji kelayakan media pembelajaran instalasi penerangan listrik menggunakan PLTS berbasis IoT dilakukan oleh ahli media, menunjukkan bahwa media pembelajaran ini dinyatakan sangat layak untuk digunakan oleh peserta didik. *Trainer* ini dirancang untuk mempermudah dan mendukung kegiatan pembelajaran praktik mata pelajaran instalasi penerangan listrik. Adapun bentuk fisik dari media pembelajaran *trainer* instalasi penerangan listrik menggunakan PLTS berbasis IoT yang dikembangkan terdapat pada Gambar 13.

**Gambar 13. Hasil Akhir Produk *Trainer***

Selain itu, berdasarkan hasil uji kelayakan *jobsheet* pembelajaran instalasi penerangan listrik menggunakan PLTS berbasis IoT yang dinilai oleh ahli materi, *jobsheet* pembelajaran yang telah dirancang dan dikembangkan mendapatkan penilaian dengan kategori sangat layak. *Jobsheet* pembelajaran ini, memudahkan peserta didik melaksanakan kegiatan praktik secara terstruktur dan efektif. Adapun bentuk fisik *jobsheet* pembelajaran instalasi penerangan listrik menggunakan PLTS berbasis IoT yang telah dikembangkan terdapat pada Gambar 14:

**Gambar 14. Hasil Akhir Produk *Jobsheet* Tampak Depan dan Belakang**

5. KESIMPULAN

Produk *trainer* yang dihasilkan tentunya terlebih dahulu melewati serangkaian tahapan-tahapan pada penelitian pengembangan serta proses penyempurnaan sehingga menghasilkan produk *trainer* yang diharapkan menjadi solusi terhadap kebutuhan media pada mata pelajaran Instalasi Penerangan Listrik. Berdasarkan Tingkat kelayakan dari media dan *jobsheet* pembelajaran Instalasi Penerangan Listrik Menggunakan PLTS berbasis IoT merujuk pada kelayakan media dan *jobsheet* pembelajaran. Hasil dari pengujian media *trainer* Instalasi Penerangan Listrik berbasis IoT

yang dinilai oleh para ahli media mendapatkan nilai rata-rata sebesar 92,3 yang dapat dikategorikan “Sangat Layak” berdasarkan rentang skor $x \geq 78$. Kemudian hasil penilaian *jobsheet* pembelajaran Instalasi Penerangan Listrik menggunakan PLTS berbasis IoT yang diperoleh dari ahli materi mendapatkan nilai rata-rata sebesar 101 yang dapat dikategorikan “Sangat Layak” dengan rentang skor $x \geq 84$. Sehingga dari hasil penilaian menunjukkan bahwa pengujian media *trainer* serta *jobsheet* pembelajaran Instalasi Penerangan Listrik Menggunakan PLTS berbasis IoT layak digunakan. Sedangkan tingkat efektivitas media dan *jobsheet* pembelajaran diperoleh nilai rata-rata *pretest* sebelum peserta didik menggunakan media dan *jobsheet* pembelajaran, yaitu 40,20, sedangkan nilai rata-rata yang diperoleh sesudah peserta didik menggunakan media dan *jobsheet* pembelajaran menjadi meningkat sebesar 82,50. Selanjutnya, nilai rata-rata *pretest* dan *posttest* dihitung menggunakan rumus n -gain. Hasil dari perhitungan menunjukkan nilai efektivitas sebesar 0,707. Maka, dapat disimpulkan bahwa media dan *jobsheet* pembelajaran yang telah dikembangkan berada dalam kategori “Efektivitas Tinggi”.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Departemen Pendidikan & Kebudayaan, “Undang-Undang Sistem Pendidikan Nasional (UU Sisdiknas) Nomor 20 Tahun 2003 Pasal 15, tentang Sekolah Menengah Kejuruan,” Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan., 2003.
- [2] L. H. Saputra and Ta’ali, “Pengembangan Trainer Smart Building Pada Mata Pelajaran Instalasi Penerangan Listrik,” *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, vol. 04, no. 02, pp. 487–496, 2023.
- [3] M. R. Firdaus, Joko, Munoto, and W. Aribowo, “PENGEMBANGAN TRAINER PENGENDALI PENGASUTAN DAN Pengereman Dinamik Motor Listrik AC 3 Fasa Berbasis IOT (INTERNET OF THINGS) MENGGUNAKAN ESP32 DENGAN INTERFACE APLIKASI BLYNK DI KELAS XI TITL SMKN 1 DRIYOREJO,” *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, vol. 11, no. 01, pp. 11–21, 2022.
- [4] A. Banjardana, M. Aulia, and M. Putra, “Trainer mikroprosesor berbasis internet of things sebagai media pembelajaran di Universitas Teknologi Sumbawa,” *Renewable Energy Technologies Journal (REnTECHS)*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2023, [Online]. Available: <https://jurnal.uts.ac.id/index.php/rentechs>
- [5] KEPMENAKER, “Keputusan Menteri Ketenagakerjaan No. 300 Tahun 2020 tentang Penetapan Standar Kompetensi Kerja nasional Indonesia kategori informasi dan komunikasi golongan pokok telekomunikasi bidang Internet OF Things,” *Keptmenaker*, 2020.
- [6] R. Harimurti, A. B. Santosa, N. Kholis, and L. N. Ifani, “PENGEMBANGAN MEDIA TRAINER ARDUINO UNO BERBASIS IOT SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN PADA MATA PELAJARAN SISTEM PENGENDALI ELEKTRONIK DI SMKN 1 JETIS,” *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, vol. 10, no. 03, pp. 357–365, 2021.
- [7] A. A. Pangestu, Joko, T. Rijanto, and E. Ismayati, “PENGEMBANGAN TRAINER INSTALASI PENERANGAN LISTRIK 3 FASA BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) UNTUK SISWA SMK KELAS XI TITL DI SMK NEGERI 3 SURABAYA,” *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, vol. 12, no. 01, pp. 69–77, 2023.
- [8] T. Hidayat, “Rancang Bangun Smart Meter Berbasis IoT Untuk Aplikasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Microgrid,” *Jurnal Teknik Elektro ITP*, vol. 8, no. 2, pp. 87–92, Jul. 2019, doi: 10.21063/jte.2019.3133816.
- [9] H. B. Nurjaman and T. Purnama, “Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Solusi Energi Terbarukan Rumah Tangga,” *Jurnal Edukasi Elektro*, vol. 6, no. 2, pp. 136–142, 2022, [Online]. Available: <https://journal.uny.ac.id/index.php/jee>
- [10] R. Nandika and P. Gunoto, “PEMANFAATAN SEL SURYA 50 Wp PADA LAMPU PENERANGAN RUMAH TANGGA DI DAERAH HINTERLAND,” *Sigma Teknika*, vol. 1, no. 2, pp. 185–195, 2018.
- [11] T. Nurrita, “PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN UNTUK MENINGKATKAN HASIL BELAJAR SISWA,” *MISYKAT*, vol. 03, no. 01, pp. 171–187, 2018.
- [12] I. Magdalena, *TULISAN BERSAMA TENTANG MEDIA PEMBELAJARAN SD*. Sukabumi: CV Jejak, anggota IKAPI, 2021.
- [13] G. F. Wiridiansyah *et al.*, “Evaluasi Keamanan Kunci Elektronik dalam Aplikasi Pengamanan Rumah,” *Jurnal Angka*, vol. 1, no. 1, pp. 17–31, 2024, [Online]. Available: <http://jurnalilmiah.org/journal/index.php/angka>
- [14] A. R. Azhar, D. A. Setiawan, N. A. A. Yasmin, T. A. Putri, and G. F. Nama, “SISTEM MONITORING KAPASITAS AIR DAN PENGISIAN OTOMATIS BERBASIS IOT

- MENGGUNAKAN MODUL ESP8266,” *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, no. 1, Jan. 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i1.3966.
- [15] Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kalitatif, dan R&D*. Bandung: ALFABETA, 2017.
- [16] Hanafi, “KONSEP PENELITIAN R&D DALAM BIDANG PENDIDIKAN,” *Jurnal Kajian Keislaman*, vol. 4, no. 2, pp. 129–150, 2017, [Online]. Available: <http://www.aftanalisis.com>
- [17] R. M. Branch, *Instructional design: The ADDIE approach*. Springer US, 2009. doi: 10.1007/978-0-387-09506-6.
- [18] Hanafi, “KONSEP PENELITIAN R&D DALAM BIDANG PENDIDIKAN,” *Jurnal Kajian Keislaman*, vol. 4, no. 2, pp. 129–150, 2017, [Online]. Available: <http://www.aftanalisis.com>
- [19] E. W. Winarni, *TEORI DAN PRAKTIK PENELITIAN KUANTITATIF KUALITATIF PENELITIAN TIDAKAN KELAS (PTK) RESEARCH AND DEVELOPMENT (R&D)*, 1st ed., vol. 1. Jakarta: PERPUSTAKAAN NASIONAL: BUMI AKSARA, 2021.
- [20] W. Oktiningrum and L. I. Rahayu, “Pengembangan Instrumen Soal HOTS pada Materi Operasi Hitung Bilangan ulat Positif untuk Meningkatkan Literasi Numerasi Siswa Kelas II SDN 3 Kademangan,” *Cakrawala Jurnal Ilmiah Bidang Sains*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2022, [Online] Available: <https://ejournals.itda.ac.id/index.php/cakrawala/>
- [21] D. Mardapi, *Pengukuran, Penilaian dan Evaluasi Pendidikan*, 2nd ed. Yogyakarta: Parama Publishing, 2017.
- [22] D. E. Meltzer, “The relationship between mathematics preparation and conceptual learning gains in physics: a possible ‘hidden variable’ in diagnostic pretest scores,” *Am J Phys*, vol. 70, no. 12, pp. 1259–1268., 2002.
- [23] S. Indriyanto, E. Permata, and M. Fatkhurrokhman, “Pengembangan media pembelajaran trainer instalasi listrik mata pelajaran instalasi penerangan listrik,” *TAMAN VOKASI*, vol. 8, no. 1, p. 96, Jun. 2020, doi: 10.30738/jtv.v8i1.6844.
- [24] T. Nurseto, “MEMBUAT MEDIA PEMBELAJARAN YANG MENARIK,” *Jurnal Ekonomi & Pendidikan*, vol. 08, no. 01, pp. 19–35, 2011.
- [25] A. Bachtiar and A. Warman, “Perancangan Trainer Instalasi Penerangan Sebagai Media Pengembangan Instalasi Listrik,” *JURNAL TEKNIK ELEKTRO ITP*, vol. 8, no. 2, pp. 116–121, 2019, doi: 10.21063/JTE.2018.3133820.
- [26] A. Arianto, P. Putra, T. Wrahatnolo, and W. Aribowo, “PENGEMBANGAN TRAINER INSTALASI PENERANGAN LISTRIK 3 FASA GEDUNG BERTINGKAT BERBASIS ‘SMART BUILDING’ PADA MATA PELAJARAN INSTALASI PENERANGAN LISTRIK KELAS XI TITL DI SMKN 1 DRIYOREJO,” *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, vol. 10, no. 03, pp. 347–356, 2021.
- [27] R. B. Cahyadi, “PENGEMBANGAN TRAINER INSTALASI PENERANGAN SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN INSTALASI LISTRIK PROGRAM KETERAMPILAN ELEKTRONIKA DI MAN KENDAL,” *Edu Elekrika*, vol. 3, no. 2, pp. 8–15, 2014, [Online]. Available: <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/eduel>