



# Pengembangan E-LKPD (Elektronik Lembar Kerja Peserta Didik) Berbasis Model Pembelajaran POE (*Predict-Observe-Explain*) Menggunakan PhET *Simulation* Pada Mata Pelajaran Dasar Dasar Ketenagalistrikan di SMKN 55 Jakarta

Nasywa Nur Tsabitah<sup>1\*</sup>, Muksin<sup>1</sup>, Suyitno<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universitas Negeri Jakarta, Indonesia

## ABSTRACT

The Ministry of Education and Culture's policy No. 17/M/2021 influences changes in adapting technology for the development of learning that is more sophisticated, easy, and fun for students. However, based on quantitative data obtained from a questionnaire distributed to 36 students at SMKN 55 Jakarta, 77.8% of the students reported difficulties in understanding the topic of passive electronic components, and all students expressed interest in learning media that incorporate images, audio, and video, as well as a preference for digital-based learning. The purpose of this research and development is (1) to produce E-LKPD based on the POE learning model applying PhET Simulation in basic electricity subjects at SMKN 55 Jakarta, (2) to state the feasibility of E-LKPD (3) to describe student responses to E-LKPD. The type of research used is development (R&D) with a waterfall model. Students, media experts, and material experts conducted product trials. The test on students was carried out twice, namely the one-to-one test which included 3 students and the field test which included 29 students. Data analysis applied qualitative and quantitative approaches, which were obtained from expert validation and student responses. The findings showed that the E-LKPD based on the POE learning model using PhET Simulation received an average validity score of 0.97 from media experts, which placed it in the very valid category. The assessment of the material expert obtained an average validity score of 0.89, also with very valid criteria. Learner responses to E-LKPD in the one-to-one trial amounted to 93.33% with a very good category, while in the field test amounted to 93.21% with a very good category.

## ABSTRAK

Kebijakan Kemendikbud No 17/M/2021 mendorong adaptasi teknologi dalam pengembangan pembelajaran yang lebih canggih, mudah, dan menyenangkan bagi siswa. Namun, berdasarkan data kuantitatif yang diperoleh dari angket terhadap 36 siswa di SMKN 55 Jakarta, sebanyak 77,8% siswa mengalami kesulitan memahami materi komponen elektronik pasif, dan seluruh siswa menyatakan ketertarikan terhadap media pembelajaran yang menggunakan gambar, suara, dan video, serta lebih menyukai pembelajaran berbasis digital. Penelitian dan pengembangan ini bertujuan untuk: (1) menghasilkan E-LKPD berbasis model pembelajaran Predict-Observe-Explain (POE) dengan penerapan PhET Simulation pada mata pelajaran Dasar Ketenagalistrikan di SMKN 55 Jakarta, (2) mengetahui kelayakan E-LKPD, dan (3) mendeskripsikan respons siswa terhadap E-LKPD. Jenis penelitian yang digunakan adalah R&D dengan model waterfall. Uji coba dilakukan oleh ahli media, ahli materi, dan siswa melalui tahapan one to one (3 siswa) dan field test (29 siswa). Analisis data dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif berdasarkan hasil validasi dan respons siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa E-LKPD berbasis POE dengan PhET Simulation memperoleh nilai kevalidan rata-rata 0,97 dari ahli media dan 0,89 dari ahli materi, keduanya dalam kategori sangat valid. Respons siswa pada uji one to one mencapai 93,33% dan pada uji field test sebesar 93,21%, keduanya dalam kategori sangat baik.

## KONTAK

nasywa.you@gmail.com

## KATA KUNCI

Media pembelajaran elektronik, pengembangan media, laboratorium virtual

Received: 01/03/2025

Revised: 09/04/2025

Accepted: 17/04/2025

Online: 30/04/2025

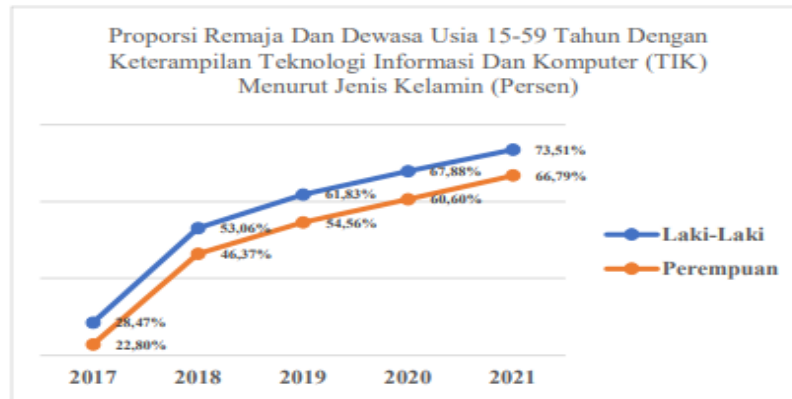
Published: 30/04/2025



Risenologi is licenced under a Creative Commons Attribution 4.0 International Public Licence (CC-BY 4.0)

## INTRODUCTION

Pemerintah Indonesia telah mengeluarkan regulasi melalui Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan dengan Nomor 17/M/2021. Kebijakan berikut mempunyai dampak yang signifikan terhadap perubahan pada tahapan pembelajaran, khususnya dalam mengintegrasikan teknologi untuk pengembangan pembelajaran yang lebih maju, *user-friendly*, dan menyenangkan bagi peserta didik. (Patmasari, Hidayati, Ndari, & Sardi, 2023). Berdasarkan data pada **Gambar 1** proporsi remaja serta dewasa umur 15-59 tahun mengalami peningkatan literasi TIK setiap tahunnya.



Gambar 1. Data Peningkatan Keterampilan TIK Masyarakat Indonesia (BPS, 2022)

Berdasarkan grafik pada **Gambar 1** di atas membuktikan bahwa proses pembelajaran sudah dapat mengintegrasikan teknologi untuk pengembangan pembelajaran yang lebih maju. Berdasarkan dokumentasi yang telah dilakukan, diketahui LKPD yang digunakan pada mata pelajaran DDK di SMK Negeri 55 Jakarta masih berbentuk cetak dan belum terintegrasi dengan teknologi. Untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas pembelajaran praktik lebih baik lagi, diperlukan suatu transformasi dalam optimisasi LKPD, baik dalam aspek tampilan maupun substansi materi. Hal ini dapat dicapai melalui inovasi yang mendorong kreativitas peserta didik dengan menggantikan LKPD konvensional yang berbentuk cetak dengan versi elektronik ataupun E-LKPD. (Putra & Agustiana, 2021; Utami & Dafit, 2021). Dengan adanya E-LKPD yang interaktif, guru bisa dengan lancar memandu peserta didik dalam proses pemahaman konsep melalui eksperimen atau penyelidikan. (Apriliyani & Mulyatna, 2021; Y. Astuti & Setiawan, 2013). Oleh karena itu penelitian ini melakukan pengembangan dari sebuah LKPD cetak menjadi bentuk elektronik dengan keterbaruan E-LKPD pada penelitian ini terletak pada fitur audio, visual, dan audiovisual (video) maupun terintegrasi media PhET Simulation. Harapan dari pengembangan ini ialah dapat menjadikan LKPD di sekolah menjadi lebih menarik dan menyenangkan bagi siswa.

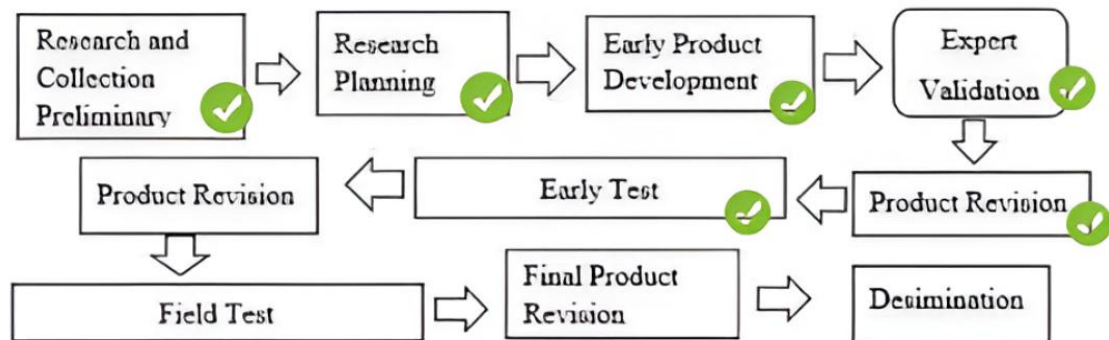
Berdasarkan hasil wawancara dengan guru mata pelajaran dasar dasar ketenagalistrikan (DDK) di SMK Negeri 55 Jakarta dapat diketahui bahwa terdapat kendala sarana pada saat praktikum yaitu pada materi komponen elektronika pasif. Berdasarkan hasil analisis kebutuhan peserta didik di SMKN 55 Jakarta dengan cara menyebarkan angket kepada siswa kelas XI-TITL 2 yang sudah mempelajari materi komponen elektronika pasif, terdapat 77,8% (28 siswa) dari 36 siswa menyatakan bahwa masih kurang paham terhadap materi tersebut. Oleh karena terdapat masalah pada CP elemen ke 6 khususnya yaitu pada materi komponen elektronika pasif maka pengembangan E-LKPD yang akan dilakukan pada penelitian ini akan berisi materi dari CP tersebut. Siswa juga menyatakan bahwa masih sulit memahami rumus dan perhitungan khususnya pada materi kapasitor dan induktor. Selain itu, terdapat beberapa kendala saat melakukan praktikum pada materi komponen elektronika pasif yaitu karena faktor alat dan bahan praktikum seperti multimeter yang harus dipakai secara bergilir, pemakaian alat berupa solder yang melukai beberapa peserta didik, dan bahan praktikum yang harus dibeli secara mandiri cukup sulit dicari, peserta didik berharap alat dan bahan sudah di siapkan dengan lengkap dari sekolah untuk memudahkan praktikum. Dari pendapat tersebut maka peneliti tertarik untuk membuat E-LKPD yang terintegrasi sebuah laboratorium virtual PhET *Simulation*, hal ini didukung oleh penelitian Dewa, Mukin, dan Pandango (2020) yang menyatakan bahwa penggunaan PhET memungkinkan peserta didik untuk melakukan berbagai eksperimen menggunakan peralatan dan bahan yang tersedia. Hal ini diharapkan dapat membantu peserta didik memahami konsep atau fenomena tertentu berdasarkan eksperimen yang telah dilakukan. Laboratorium virtual dapat menjadi solusi yang efektif untuk memfasilitasi praktikum bagi siswa yang mengalami kesulitan dalam mendapatkan alat dan bahan praktikum secara fisik (Fadoli, Nasbey, & Sanjaya, 2022).

Penggunaan E-LKPD membutuhkan penerapan model pembelajaran yang sesuai. (Ningrum, Putri, & Medriati, 2022). POE (*Prediction, Observation, and Explanation*) ialah model pembelajaran yang dapat dimanfaatkan.

POE menurut Güleşir (2020) ialah suatu teknik yang digunakan dalam latihan laboratorium yang mengharuskan siswa untuk memprediksi hasil suatu peristiwa serta alasan di baliknya, mengamati peristiwa tersebut, dan menjelaskan persamaan serta perbedaan antara prediksi dan pengamatan mereka. Model pembelajaran POE mampu menggerakkan siswa untuk aktif dalam pencarian pengetahuan sendiri terkait konsep yang sedang dipelajari. (Fatimatuzzohrah, Jufri, & Mertha, 2020). Lembar kerja yang memungkinkan siswa untuk bekerja secara mandiri tanpa bantuan guru secara langsung dapat digunakan bersamaan dengan pembelajaran ini.

## METHODS

Penelitian R&D ini memakai model *Waterfall* dari Borg & Gall (1989) yang dibatasi menjadi 6 tahap, yaitu penelitian dan pengumpulan data, perencanaan pengembangan, pengembangan bentuk produk awal, validasi, revisi produk pertama, dan uji coba operasional.



Gambar 2. Langkah-langkah penelitian model *Waterfall* 6 tahap (Sumber: Borg, R. W, 1989)

Prosedur pengembangan pengembangan E-LKPD berbasis model pembelajaran POE (*Predict-Observe-Explain*) menggunakan PhET *Simulation* untuk materi komponen elektronika pasif di SMKN 55 Jakarta dapat dilihat pada **Table 1** berikut ini.

Tabel 1. Presedur Penelitian Pengembangan (R&D)

NO	TAHAPAN R&D	AKTIVITAS	SUMBER DATA	ALAT	HASIL
1	Tahap Penelitian dan Pengumpulan Data	Wawancara (Menganalisis kebutuhan pengembangan yang diperlukan di sekolah terkait Praktikum dan LKPD yang digunakan)	Guru Dasar-Dasar Ketenagalistrikan kelas X di SMKN 55 Jakarta.	Instrumen Analisis Kebutuhan Guru	Permasalahan yang ada pada pelajaran Dasar-Dasar Ketenagalistrikan di SMKN 55 Jakarta dan solusi yang dibutuhkan
		Menyebarkan Form Kuesioner (Menganalisis permasalahan pada peserta didik)	Peserta Didik	Instrumen Analisis Kebutuhan Peserta Didik	Permasalahan pada pembelajaran praktikum materi komponen elektronika pasif di SMKN 55 Jakarta
		Dokumentasi	LKPD yang sudah digunakan pada materi komponen elektronika pasif di SMKN 55 Jakarta	Dokumen	Aspek-aspek dan kriteria-kriteria untuk mengembangkan LKPD pada materi komponen elektronika pasif di SMKN 55 Jakarta
2	Tahap Perencanaan	Penyusunan pengembangan E-LKPD dan penyusunan instrumen penelitian	Hasil tahap penelitian dan pengumpulan data	Dokumen	Konseptual E-LKPD pada materi komponen elektronika pasif di SMKN 55 Jakarta dan konseptual instrumen penelitian
3	Tahap Pengembangan	Pembuatan E-LKPD dan pembuatan instrumen penelitian	Hasil tahap perencanaan	Draf awal produk	Draf E-LKPD berbasis model pembelajaran POE

NO	TAHAPAN R&D	AKTIVITAS	SUMBER DATA	ALAT	HASIL
					<i>(Predict-Observe-Explain)</i> menggunakan PhET <i>Simulation</i> untuk materi komponen elektronika pasif dan draf instrumen penelitian
4	Tahap Validasi	Validasi ahli media dan ahli materi	Hasil tahap pengembangan	Instrumen penelitian berupa kuisioner	Nilai validasi ahli
		Analisis statistik deskriptif menggunakan formula AIKEN	Nilai validasi ahli	Formula AIKEN dan <i>AIKEN's V Table</i>	Hasil kelayakan E-LKPD berbasis model pembelajaran POE <i>(Predict-Observe-Explain)</i> menggunakan PhET <i>Simulation</i> untuk materi komponen elektronika pasif di SMKN 55 Jakarta yang dikembangkan
5	Tahap Revisi Produk	Perbaiki produk awal berdasarkan hasil validasi ahli	Data validasi ahli media dan ahli materi	Instrumen validasi ahli	Hasil revisi E-LKPD berbasis model pembelajaran POE menggunakan PhET <i>Simulation</i> untuk materi komponen elektronika pasif di SMKN 55 Jakarta yang dikembangkan
6	Tahap Uji Coba	Uji coba <i>one to one</i> kepada peserta didik	Hasil draft revisi produk awal	Pedoman wawancara peserta didik	Data hasil uji coba produk ke peserta didik
		Uji coba <i>field test</i> kepada peserta didik	Hasil draft revisi produk awal	Instrumen Peserta Didik	Data hasil uji coba produk ke peserta didik
		Analisis data hasil uji	Nilai daya tarik produk	Analisis wawancara dan validasi audiens	Hasil berupa kriteria kemenarikan E-LKPD

Metode pengumpulan data dalam studi ini yakni berupa wawancara serta angket dengan skala likert 1-4. Penelitian ini akan menyatakan kelayakan E-LKPD berdasarkan uji non empiris dan mengetahui respon siswa berdasarkan uji empiris. Uji non empiris dilakukan dengan menyebarkan angket validasi ahli dengan skala likert 1-4 kepada 3 validator ahli media serta 3 validator ahli materi. Hasil tanggapan dari validator dianalisis menggunakan rumus Aiken's V. (Aiken, 1985).

$$V = \sum \frac{S}{[n(c - 1)]}$$

dengan:

$$S = r - Lo$$

r = angka yang diberikan penilai

Lo = angka penilaian validitas terendah

n = banyaknya penilai

c = angka penilaian validitas tertinggi

Selanjutnya, kriteria tersebut dikembangkan kembali oleh Suharsimi (2012) menjadi 5 kategori seperti pada **Tabel 2** berikut.

Tabel 2. Kriteria Kevalidan

Indeks Validitas	Kriteria Validitas
$0,81 \leq V \leq 1,00$	Sangat Tinggi (Sangat Valid)

$0,61 \leq V \leq 0,80$	Tinggi (Valid)
$0,41 \leq V \leq 0,60$	Cukup (Cukup Valid)
$0,21 \leq V \leq 0,40$	Rendah (Kurang Valid)
$0,00 \leq V \leq 0,20$	Sangat Rendah (Tidak Valid)

Hasil uji empiris dalam studi berikut yakni berlandaskan perolehan respon siswa yang dilakukan melalui 2 tahap uji. Pada tahap pertama ialah tahap uji *one to one* yang dilaksanakan dengan cara mewawancarai 3 siswa. Tahap selanjutnya adalah uji coba skala besar (*field test*) yang dilakukan dengan cara menyebarkan instrumen penilaian E-LKPD oleh peserta didik yang disebarkan pada 29 siswa. Hasil dari pengkajian siswa dianalisa menggunakan rumus ini. (Akbar, 2013).

$$V_{au} = \frac{T_{se}}{T_{sh}} \times 100\%$$

Keterangan.

*V<sub>au</sub>*: Validitas Audiens

*T<sub>se</sub>*: Keseluruhan skor empirik

*T<sub>sh</sub>*: Keseluruhan skor maksimal yang diharapkan

Kemudian hasil nilai yang diperoleh, disesuaikan berdasarkan tabel kriteria berikut ini.

Tabel 3. Kriteria Hasil Respon Peserta Didik

No	Kriteria Validitas (%)	Tingkat Validitas
1	00,00-20,00%	Sangat Tidak Baik/Sangat Tidak Menarik/Sangat Tidak Bermanfaat/Sangat Tidak Mudah Dipahami/Sangat Tidak Mudah Digunakan
2	21,00-40,00%	Tidak Baik/Tidak Menarik/Tidak Bermanfaat/Tidak Mudah Dipahami/Tidak Mudah Digunakan
3	41,00-60,00%	Cukup Baik/Cukup Menarik/Cukup Bermanfaat/Cukup Mudah Dipahami/Cukup Mudah Digunakan
4	61,00-80,00%	Baik/Menarik/Bermanfaat/Mudah Dipahami/Mudah Digunakan
5	81,00-100,00%	Sangat Baik/Sangat Menarik/Sangat Bermanfaat/Sangat Mudah Dipahami/Sangat Mudah Digunakan

## RESULTS AND DISCUSSION

Dengan memakai model Waterfall yang dibuat oleh Borg & Gall (1989), yang memiliki 6 tahapan penelitian serta pengumpulan data, perencanaan pengembangan, pembuatan bentuk produk awal, validasi ahli, revisi produk awal, serta uji coba operasional, penelitian ini termasuk dalam kategori penelitian serta pengembangan (*research and development/R&D*). Hasil dari studi berikut berupa (1) menghasilkan E-LKPD berbasis model pembelajaran POE (*Predict-Observe-Explain*) menerapkan PhET *Simulation* pada mata pelajaran dasar-dasar ketenagalistrikan di SMKN 55 Jakarta (2) Untuk menyatakan kelayakan E-LKPD berdasarkan hasil validasi dari para ahli media dan ahli materi. (3) Untuk mendeskripsikan respon peserta didik terhadap E-LKPD.

### Tahap Penelitian dan Pengumpulan Data

Wawancara dengan pengajar DDK dilaksanakan pada titik ini untuk mengetahui permasalahan yang terdapat pada mata pelajaran DDK di SMKN 55 Jakarta secara menyeluruh. Dari hasil wawancara tersebut diperoleh informasi bahwa kurikulum yang digunakan ialah kurikulum merdeka, model pembelajaran yang diterapkan ialah model PJBL dan dalam membuat project atau eksperimen digunakan sebuah LKPD, kemudian diketahui juga bahwa sarana dan prasarana praktikum yang tersedia kurang mendukung yaitu kurangnya bahan praktikum yang sifatnya habis pakai seperti komponen elektronika dan kabel-kabel, lalu diketahui juga bahwa materi yang mengalami kesulitan karena hal tersebut ialah materi teori dasar listrik. Guru juga mengatakan bahwa LKPD yang dikembangkan diharapkan berbentuk *softcopy* agar siswa dapat mengerjakannya dirumah juga, LKPD yang diharapkan juga diminta berbentuk seperti buku elektronik yang memiliki urutan sesuai aturan LKPD. Hal ini sejalan dengan penelitian Putra dan Agustiana (2021), yang menyatakan bahwa untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas pembelajaran praktikum, diperlukan transformasi dalam optimalisasi LKPD, baik dari segi tampilan maupun isi materi dapat dicapai melalui inovasi yang mendorong kreativitas peserta didik dengan menggantikan LKPD konvensional yang berbentuk cetak dengan versi elektronik atau E-LKPD. Selain itu, menurut penelitian yang dilakukan oleh Luh dan Ekayani (2021), salah satu manfaat E-LKPD adalah memungkinkan siswa untuk belajar secara mandiri.

Tahap analisis kebutuhan siswa dilakukan dengan menyebarkan angket melalui Google Form berisi 11 pertanyaan kepada 36 siswa kelas XI-TITL 2, yang merupakan sampel dari 107 siswa. Angket ini bertujuan untuk

mengidentifikasi pemahaman siswa terhadap materi komponen elektronika pasif, yang sebagian besar masih belum sepenuhnya dipahami, terutama pada materi kapasitor dan induktor (77,8% siswa mengalami kesulitan). Selain itu, terdapat kendala praktikum terkait alat dan bahan, seperti keterbatasan multimeter, cedera akibat pemakaian solder, dan kesulitan mendapatkan bahan praktikum yang harus dibeli secara mandiri. Siswa berharap sekolah menyediakan alat dan bahan praktikum secara lengkap.

Berdasarkan temuan tersebut, peneliti tertarik untuk mengembangkan pembelajaran menggunakan laboratorium virtual PhET Simulation, yang memungkinkan eksperimen dengan peralatan dan bahan yang tersedia, serta dapat membantu siswa memahami konsep melalui simulasi. Media pembelajaran yang digunakan selama ini, seperti PowerPoint, buku, dan internet, menunjukkan hasil yang bervariasi. Sebagian besar siswa (22 orang) merasa PowerPoint efektif karena menarik, canggih, dan menyenangkan. Sebagian lainnya (11 orang) lebih memilih buku karena penjelasan yang lebih rinci, sementara 3 siswa menyukai media internet karena dapat memperluas pengetahuan. Semua siswa menyatakan ketertarikan terhadap media yang menggunakan gambar, suara, dan video, serta lebih menyukai pembelajaran berbasis digital. Temuan ini sejalan dengan penelitian Apriliyani & Mulyatna (2021), yang menunjukkan bahwa E-LKPD dapat meningkatkan minat belajar siswa.

### Tahap Perencanaan Pengembangan

Pada tahapan ini, storyboard E-LKPD dibuat untuk melakukan perencanaan produk E-LKPD.

Tabel 4. Storyboard E-LKPD

Halaman		Keterangan
Bagian awal	Cover	1. Judul E-LKPD 2. Gambar yang relevan dengan isi E-LKPD 3. Logo lembaga dan logo PhET simulation 4. Nama penulis dan dosen pembimbing
	Informasi Umum	1. Identifikasi E-LKPD 2. Capaian dan tujuan pembelajaran 3. Petunjuk penggunaan E-LKPD 4. Petunjuk penggunaan PhET simulation
Bagian Isi	Materi Resistor	Terdiri atas materi singkat resistor dan tahapan POE
	Materi Induktor	Terdiri atas materi singkat induktor dan tahapan POE:
	Materi Kapasitor	Terdiri atas materi singkat kapasitor dan tahapan POE:
Bagian Penutup	Daftar Pustaka	1. Judul daftar pustaka 2. Rincian daftar pustaka

### Tahap Pengembangan Bentuk Produk Awal

Tujuan dari tahap ini adalah untuk membuat produk E-LKPD berdasarkan storyboard yang telah dibuat pada tahap sebelumnya. Produk didesain dengan menggunakan aplikasi Canva, setelah itu produk dibuat menjadi bentuk flipbook pada website Heyzine.

### Tahap Validasi Ahli

Produk yang sudah dibuat kemudian diuji dalam segi media dan materi oleh para ahli. Validasi media dilakukan oleh 3 dosen prodi teknologi pendidikan dan validasi materi dilakukan oleh 3 guru dasar-dasar ketenagalistrikan. Berikut ringkasan tanggapan serta saran dari validator serta hasil analisis data kuantitatif yang dihimpun dari instrumen menggunakan formula AIKEN's V dengan bantuan Microsoft Excel.

a) Ahli Media

Tabel 5. Tanggapan dan Saran Ahli Media

No	Validator	Tanggapan dan Saran	Kesimpulan
1.	Validator 1	• Ini sudah baik	Layak, dapat digunakan tanpa perbaikan
2.	Validator 2	• Cover dan judul diperjelas • Keterbatasan edit konten oleh guru	Cukup Layak, dapat digunakan dengan perbaikan
3.	Validator 3	• Download template • Font jangan kapital semua • Tampilan HP dan Desktop berbeda	Cukup Layak, dapat digunakan dengan perbaikan

Tabel 6. Hasil Validasi Ahli Media

No	Aspek	Total Skor Validator			V	Kategori
		I	II	III		
1	Jelas dan rapi	35	36	34	0.96	Sangat Tinggi
2	Bersih dan menarik	16	16	14	0.94	Sangat Tinggi
3	Cocok dengan sasaran	8	8	8	1.00	Sangat Tinggi
4	Relevan dengan topik yang diajarkan	8	8	8	1.00	Sangat Tinggi

No	Aspek	Total Skor Validator			V	Kategori
		I	II	III		
5	Kesesuaian dengan tujuan pembelajaran	8	8	8	1,00	Sangat Tinggi
6	Praktis, luwes, dan tahan	24	22	21	0,91	Sangat Tinggi
7	Berkualitas baik	28	28	28	1,00	Sangat Tinggi
8	Ukuran sesuai dengan lingkungan belajar	8	7	8	0,94	Sangat Tinggi
Rata-rata					<b>0.97</b>	<b>Sangat Tinggi</b>

Dari perolehan tersebut ahli media menganggap media E-LKPD yang dikembangkan sudah jelas dan rapi dalam penyajiannya. Hal ini sesuai dengan penjelasan Cahyadi (2019) bahwa media yang tidak rapi dapat mengurangi daya tarik dan kejelasan, sehingga fungsinya dalam meningkatkan pembelajaran menjadi tidak optimal.

Pada aspek bersih dan menarik memiliki kategori sangat tinggi. Berdasarkan temuan ini, para ahli media percaya bahwa media E-LKPD dibuat dengan cara yang bersih, bebas dari gangguan yang tidak perlu pada teks, foto, audio, serta video. Hal ini sejalan dengan penjelasan Cahyadi (2019) bahwa media yang tidak bersih umumnya kurang menarik, karena dapat mengganggu konsentrasi dan daya tarik media tersebut.

Pada aspek cocok dengan sasaran memiliki kategori sangat tinggi. Dari perolehan ini ahli media menganggap media E-LKPD yang dikembangkan sudah cocok digunakan untuk siswa SMK kelas 10 dan efektif diterapkan dalam kelompok kecil atau individu. Pernyataan berikut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Miftah dan Rokhman (2022) bahwasannya guru perlu melakukan seleksi media pembelajaran dengan lebih teliti dan tepat sasaran.

Aspek relevan dengan topik yang diajarkan memiliki kategori sangat tinggi. Perolehan pada ahli media berasumsi E-LKPD telah sejalan dengan kebutuhan pembelajaran dan kesesuaian karakter peserta didik. Hal ini sesuai dengan penjelasan Cahyadi (2019) bahwa media harus sesuai dengan tugas pembelajaran serta kapasitas kognitif siswa agar dapat mendukung proses pembelajaran dengan cara yang efisien.

Terdapat kategori yang sangat tinggi untuk elemen-elemen yang sesuai dengan tujuan pembelajaran. Berdasarkan temuan ini, para ahli media percaya bahwa E-LKPD selaras dengan tujuan pembelajaran. Ini sesuai dengan penelitian oleh Miftah & Rokhman (2022), yang menegaskan bahwa penggunaan media dalam aktivitas pembelajaran harus konsisten dengan tujuan pembelajaran yang berlaku.

Pada aspek praktis, luwes, dan tahan memiliki kategori sangat tinggi. Menurut temuan ini, para profesional media percaya bahwa, jika ada konektivitas internet di dekatnya, media dapat diakses dengan mudah kapan saja dan dari lokasi mana saja. E-LKPD yang dikembangkan ini berbentuk sebuah website dimana pembelajaran berbasis web mempunyai berbagai keunggulan, termasuk kecepatan dan akses yang tidak terbatas pada ruang serta waktu untuk mendapatkan informasi. (Perpizal & Syah, 2020)

Pada aspek berkualitas baik memiliki kategori sangat tinggi. Menurut temuan ini, para profesional media percaya bahwa media tersebut secara teknis sehat dan memiliki pertumbuhan visual yang kuat yang sudah jelas dan informasi atau pesan dapat tersampaikan dengan baik. Ini sesuai dengan temuan dari penelitian Miftah & Rokhman (2022), yang menyarankan bahwa media yang digunakan dalam kelas sebaiknya memiliki kualitas tinggi.

Pada aspek ukuran sesuai dengan lingkungan memiliki kategori sangat tinggi. Para ahli media percaya bahwa materi E-LKPD sesuai untuk digunakan dalam lingkungan pendidikan berdasarkan temuan-temuan ini. Hal ini sesuai dengan penjelasan Cahyadi (2019) bahwa media yang berukuran terlalu besar sulit untuk digunakan di dalam kelas yang memiliki ukuran terbatas, dan dapat mengakibatkan kegiatan pembelajaran menjadi kurang kondusif.

Skor validitas rata-rata sebesar 0,97 ditentukan dengan menghitung skor validasi media rata-rata untuk setiap aspek yang dievaluasi. Skor ini, yang berada dalam kisaran yang sangat tinggi dan sesuai dengan persyaratan validitas, berarti bahwa konten tersebut “sangat valid”.

Skor validitas rata-rata sebesar 0,97 ditentukan dengan menghitung nilai rata-rata validasi media untuk setiap aspek yang dievaluasi. Nilai ini termasuk dalam kategori sangat tinggi, yang berarti “sangat valid”, dan memenuhi standar validitas.

b) Ahli Materi

Tabel 7. Tanggapan dan Saran Ahli Materi

No	Validator	Tanggapan dan Saran	Kesimpulan
----	-----------	---------------------	------------

1.	Validator 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adanya teori singkat yang padat dan jelas disertai dengan pertanyaan pemantik sebelumnya</li> <li>Adegan simulasi penggunaan E-LKPD sebelum memulai pembelajaran</li> <li>Adanya kesiapan penggunaan cara kerja alat ukur yang harus dipakai dengan siswa</li> </ul>	Layak, dapat digunakan tanpa perbaikan
2.	Validator 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tanggapan: Yang dibuat menarik untuk diterapkan agar siswa dalam pembelajaran tidak monoton</li> <li>Saran: Semoga dapat dibuat untuk minimal 1 mata pelajaran agar para guru terbantu dalam proses pembelajaran</li> </ul>	Layak, dapat digunakan tanpa perbaikan
3.	Validator 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dapus dan sumber harap diperbanyak untuk literasi materi ajar. Dapat juga dapus untuk literasi soal.</li> </ul>	Cukup Layak, dapat digunakan dengan perbaikan

Tabel 8. Hasil Validasi Ahli Materi

No	Aspek	Total Skor Validator			V	Kategori
		I	II	III		
1	Kelayakan Isi	59	58	56	0.87	Sangat Tinggi
2	Kelayakan Penyajian	31	32	25	0.89	Sangat Tinggi
3	Kebahasaan	41	42	40	0.91	Sangat Tinggi
Rata-Rata					<b>0.89</b>	<b>Sangat Tinggi</b>

Ahli materi menyimpulkan dari temuan ini bahwasannya materi tersebut selaras dengan tujuan serta hasil pembelajaran, materi di E-LKPD juga sudah akurat, penerapan teori juga sudah menarik, serta materi yang disajikan sudah mutakhir sesuai dengan perkembangan ilmu. Berikut sejalan dengan riset Dewi dan Azizah (2019) yang menemukan bahwasannya kesesuaian materi yang dipaparkan beserta indikator serta tujuannya pembelajaran ialah elemen krusial dalam penyusunan lembar kerja, karena hal ini akan memandu proses pembelajaran untuk memenuhi tuntutan pelaksanaan pendidikan.

Pada aspek kelayakan penyajian memiliki kategori sangat tinggi. Ahli materi menyimpulkan dari temuan-temuan ini bahwasannya pendekatan penyajian LKPD adalah logis dan mencakup soal-soal latihan untuk meningkatkan pemahaman peserta didik serta daftar pustaka yang relevan. E-LKPD juga dianggap sudah dapat melibatkan peserta didik. Berikut sesuai dengan studi yang dilaksanakan oleh Olivia serta Muchlis (2021) bahwa jika lembar kerja disajikan dengan cara yang menarik serta sejalan dengan kebutuhan siswa, siswa pasti akan tertarik untuk membacanya dan memahaminya.

Pada aspek kebahasaan memiliki kategori sangat tinggi. Perolehan ini ahli materi mengkaji bahwasannya bahasa yang digunakan sudah lugas, komunikatif, dialogis dan interaktif. Ahli juga menganggap bahwa Bahasa yang dipakai menggunakan frasa serta simbol yang selaras dengan kaidah bahasa Indonesia. Berikut sudah selaras dengan riset Satura (2021), yang mengemukakan bahwa siswa akan lebih mudah memahami tujuan dari lembar kerja jika menggunakan bahasa yang tepat, yang akan mempercepat proses pencapaian tujuan pembelajaran.

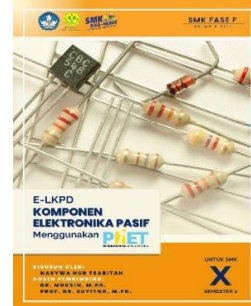
Nilai rata-rata validitas adalah 0,89 berdasarkan nilai rata-rata validasi materi untuk setiap aspek yang dievaluasi. Nilai tersebut termasuk dalam tingkat sangat tinggi, yang menunjukkan “sangat valid”, dan sesuai dengan standar validitas.

### Tahap Revisi Produk Awal

Dalam tahapan berikut, rekomendasi dari ahli media dan materi digunakan untuk memperbarui produk. Isi LKPD sebelum serta setelah direvisi dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 9. Revisi Ahli Media

Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
----------------	----------------



17. Lakukanlah percobaan tersebut dengan rangkaian yang sama namun nilai tegangan dan hambatan yang berbeda-beda, catatlah percobaan tersebut di lembar kertas dengan tabel sebagai berikut.

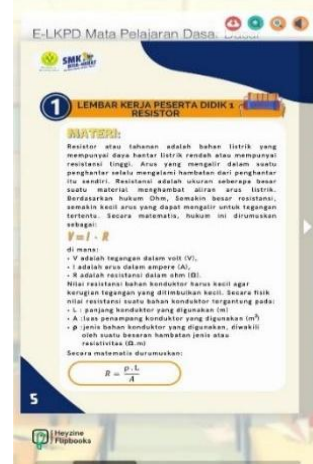
No	Tegangan (V)	Arus (A)	Jumlah hambatan resistor dan lampu ( $\Omega$ )	Nyala Lampu (Redup, Terang, Sangat Terang)
1				
2				
3				

17. Lakukanlah percobaan tersebut dengan rangkaian yang sama namun nilai tegangan dan hambatannya yang berbeda-beda, catatlah percobaan tersebut pada lembar catatan berikut ->

No	Tegangan (V)	Arus (A)	Jumlah hambatan resistor dan lampu ( $\Omega$ )	Nyala Lampu (Redup, Terang, Sangat Terang)
1				
2				
3				

BERDASARKAN FENOMENA DI ATAS, TULISKAN PREDIKSIMU DARI PERTANYAAN DI BAWAH INI DENGAN MENKLIK IKON MERAH DI AKHIR!

Berdasarkan fenomena di atas, tuliskan prediksi kamu dari pertanyaan di bawah ini dengan mengklik ikon merah di akhir!



Tabel 10. Revisi Ahli Materi

Sebelum Revisi



Sesudah Revisi



Tahap Uji Coba Operasional

Produk yang sudah selesai dikembangkan juga diharapkan memenuhi kriteria yang layak secara empiris ditinjau dari respon siswa. Tujuan dari langkah ini adalah untuk memastikan bagaimana respon peserta didik terhadap LKPD elektronik. Uji coba satu lawan satu serta uji coba skala besar digunakan untuk menguji E-LKPD pada peserta didik (Uji Lapangan).

a) Uji coba *one to one*

Uji coba dilakukan dengan cara wawancara kepada peserta didik, ketiga peserta didik merasa tertarik dengan isi dan tampilan E-LKPD yang dikembangkan, E-LKPD memiliki penampilan yang meyakinkan, berwarna serta bahasa yang sederhana serta mudah dimengerti, serta materi yang dimuat dapat dimengerti oleh peserta didik. E-LKPD yang digunakan memiliki langkah yang mudah diikuti, materi mudah dipahami, dan 2 dari 3 siswa mengatakan bahwa soal yang mudah dipahami. Berdasarkan kelancaran akses E-LKPD juga diketahui bahwa *PhET Simulation* dan *google form* dapat dijalankan dengan lancar. Kemudian berdasarkan kebahasaan E-LKPD memiliki tulisan yang terbaca dengan jelas, dan kalimat yang mudah dipahami karena menggunakan kalimat umum. Terakhir diketahui juga bahwa 2 dari 3 siswa mengatakan bahwa E-LKPD ini dapat digunakan secara mandiri tanpa dampingan guru. Dari penjelasan tersebut maka E-LKPD yang dikembangkan sudah menarik dan dapat diterapkan pada uji skala besar.

b) Uji coba skala besar (*Field Test*)

Setelah uji *one to one* kemudian dilanjutkan dengan Uji coba kelompok besar kepada 29 siswa kelas X TITL 1. Siswa mengikuti pelajaran dengan menggunakan E-LKPD yang telah dikembangkan pada materi komponen elektronika pasif. Tabel 11 menampilkan hasil uji coba ekstensif berikut ini :

Tabel 11. Hasil Uji Coba Skala Besar

No	Aspek penilaian	Skor	Skor Maksimal	Persentase	Kriteria
1	Kelayakan Isi Materi	639	696	91	Sangat Mudah Dipahami
2	Manfaat E-LKPD dalam pembelajaran	536	580	92	Sangat Bermanfaat
3	Bahasa	440	464	95	Sangat Mudah Dipahami
4	Kegrafikan	754	812	93	Sangat Menarik
5	Kemudahan dalam penggunaan	334	348	96	Sangat Mudah Digunakan
Jumlah		2703	2900	93,21%	
Rata-Rata		0,93		Sangat Baik	

Persentase respons peserta didik disajikan pada table berikut. Sebanyak 29 siswa dari kelas X TITL 1 menjadi subjek uji coba. Berdasarkan tabel, persentase rata-rata uji coba skala besar adalah 93,21%. Nilai tersebut masuk ke dalam kategori sangat baik setelah diinterpretasikan.

## CONCLUSIONS

Temuan penelitian ini memperlihatkan bahwa Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) berbasis model pembelajaran POE (*Predict-Observe-Explain*) menerapkan *PhET Simulation* dalam mata pelajaran Dasar-Dasar Ketenagalistrikan (DDK) sudah dikatakan layak digunakan dalam pembelajaran materi komponen elektronika pasif pada mata pelajaran karena sudah memenuhi validitas berdasarkan ahli media dan materi serta mendapatkan kategori sangat baik dari respon serta penilaian peserta didik. Hasil uji non empiris dari ahli media memperoleh skor rata-rata kevalidan yaitu 0,97 (sangat tinggi) yang artinya E-LKPD sudah sangat layak dalam segi media dan dapat diterapkan pada pembelajaran. Perolehan dari ahli materi mendapatkan skor rata-rata kevalidan yaitu 0,89 (sangat tinggi) yang artinya E-LKPD sudah sangat layak dalam segi materi serta dapat diterapkan dalam proses pembelajaran. Perolehan respon pada siswa dari uji *one to one* dinyatakan bahwa E-LKPD sudah menarik dalam pembelajaran. Hasil uji coba skala besar yang melibatkan 29 peserta didik menunjukkan bahwa E-LKPD mendapat persentase respons sebesar 93,21%, mencakupi kategori “Sangat Baik.”.Maka, simpulannya bahwasannya E-LKPD yang dikembangkan oleh penulis mendapatkan respons “Sangat Baik” serta layak dipakai pada proses pembelajaran. Implikasi dari temuan ini ialah memberi masukan dan contoh bagi guru bahwa penggunaan laboratorium virtual yang dipadukan dengan sebuah lembar kerja dapat diimplementasikan dalam pembelajaran. Namun Pengembangan produk lebih lanjut hendaknya mempertimbangkan beberapa temuan yang diperoleh peneliti dari angket respons peserta didik dengan mengembangkan produk ELKPD yang mudah dipahami, petunjuk runtut, lebih menarik dan memiliki *font* yang lebih mudah dibaca. Serta keterbatasan uji coba E-LKPD tidak sampai pada tahap uji efektivitas untuk mengetahui pengaruh E-LKPD terhadap hasil belajar siswa, maka disarankan untuk pengembangan lebih lanjut dapat dilaksanakan uji efektivitas tersebut.

## REFERENCES

- Aiken, L. R. (1985). Three Coefficients for Analyzing the Reliability and Validity of Ratings. *Educational and Psychological Measurement*, 131-142.
- Akbar, S. (2013). *Instrumen perangkat pembelajaran*. Bandung: Remaja Rosdakarya.

- Apriliyani, S. W., & Mulyatna, F. (2021). Flipbook E-LKPD dengan pendekatan etnomatematika pada materi teorema pythagoras. *Seminar Nasional Sains*, 491-500.
- Borg, R. W. (1989). *Educational Research: An Introduction (Fifth Edition)*. New York and London: Longman.
- BPS. (2022). *Proporsi Remaja Dan Dewasa Usia 15-59 Tahun Dengan Keterampilan Teknologi Informasi Dan Komputer (TIK) Menurut Jenis Kelamin (Persen), 2020-2022*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- BSNP. (2014). *Instrumen Penilaian Buku Ajar*. Badan Standar Nasional Indonesia.
- Cahyadi, A. (2022). *Media Pembelajaran*. Makassar: Badan Penerbit UNM.
- Dewa, E., Mukin, M. U., & Pandango, O. (2020). Pengaruh pembelajaran daring berbantuan laboratorium virtual terhadap minat dan hasil belajar kognitif fisika. *Jurnal Riset Teknologi dan Inovasi Pendidikan (JARTIKA)*, 351-359.
- Dewi, R., & Azizah, U. (2019). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berorientasi Problem Solving Untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Kelas Xi Pada Materi Keseimbangan Kimia Development Of Students' Worksheet Problem Solving Oriented To Train Critical Thinking Skills Students Grade Xi On Chemical Equilibrium Materials. In *Unesa Journal of Chemical Education (Vol. 8, Issue 3)*.
- Fadoli, W., Nasbey, H., & Sanjaya, n. L. (2022). Pengembangan LKPD berbasis 5M simulasi PhET materi gelombang mekanik dan gelombang berjalan. *Jurnal Lontar Physics Today*, 81-86.
- FatimatuZohrah, S., Jufri, A. W., & Mertha, I. W. (2020). Efektivitas penerapan model pembelajaran POE (Predict-Observe-Explain) untuk meningkatkan penguasaan konsep IPA. *Jurnal Pijar MIPA*, 351-356.
- Güleşir, T. e. (2020). An Alternative Method of Evaluation for Physiology Experiments: POE Worksheets. *e-Kafkas Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 95.
- Luh, N., & Ekayani, P. (2021). Pentingnya penggunaan media siswa. Pentingnya Penggunaan Media Pembelajaran Untuk Meningkatkan Prestasi Belajar Siswa.
- Miftah, M., & Rokhman, N. (2022). Kriteria pemilihan dan prinsip pemanfaatan media pembelajaran berbasis TIK sesuai kebutuhan peserta didik. *Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 1.
- Ningrum, A., Putri, D. H., & Medriati, R. (2022). Implementasi LKPD Fisika pada Model Pembelajaran Predict Observe Explain untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 67-74.
- Olivia, C. T., & Muchlis. (2021). Pengembangan LKPD Berbasis Predict-Observe-Explain Untuk Melatihkan Berpikir Kritis Peserta Didik Pada Materi Daya Hantar Listrik Larutan. *Jurnal Pendidikan Kimia Undiksha*, 27-36.
- Patmasari, L., Hidayati, D., Ndari, W., & Sardi, C. (2023). Digitalisasi Pembelajaran Yang Berpusat Pada Siswa Di Smk Pusat Keunggulan. *Jurnal Ilmiah Mandala Education (JIME)*.
- Peprizal, & Syah, N. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Web Pada Mata Pelajaran Instalasi Penerangan Listrik. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dan Pembelajaran*, 4.
- Putra, G., & Agustiana, I. (2021). E-LKPD Materi Pecahan dalam Pembelajaran Daring. *MIMBAR PGSD*, 220-228.
- Satura, Yendro Try, Abdullah, dan Radjawali Usman Rery. (2021). Pengembangan LKPD aplikatif integratif berbasis inquiri terbimbing pada materi keseimbangan kimia. *16(1)*: 64-67.
- Suharsimi, A. (2012). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Utami, D. P., & Dafit, F. (2021). Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis High Order Thingking Skills (HOTS) pada Pembelajaran Tematik. *Jurnal Mimbar Ilmu*, 381-389.