

## **PENGEMBANGAN *E-MODUL* BERBASIS *PjBL-STEM* UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS DAN KREATIF PESERTA DIDIK SMK KELAS X PADA MATERI PROYEK IPAS**

**Winda Ratna Sari, Baskoro Adi Prayitno, Sarwanto**

Program Studi Magister Pendidikan Sains Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret

\*Corresponding author: windars11@gmail.com

**Abstrak :** Penelitian ini bertujuan untuk memberikan bahan ajar untuk siswa kelas X SMK dengan materi Proyek IPAS. Bahan ajar ini didesain menarik dengan memperhatikan warna dan penulisan agar bertujuan untuk menciptakan suasana yang menyenangkan. Penelitian ini menggunakan Model Borg & Gall yang memiliki 6 tahap yakni: (1) Penelitian pendahuluan dan pengumpulan informasi, (2) perencanaan, (3) mengembangkan produk awal, (4) uji coba lapangan awal, (5) revisi terhadap produk utama, (6) uji lapangan utama, (7) revisi produk uji coba lapangan, (8) uji lapangan operasional, (9) revisi terhadap produk akhir, (10) mendimensikan dan mengimplementasikan produk. Penelitian pengembangan ini menggunakan validasi ahli materi, validasi ahli media dan validasi ahli desain. Penelitian ini juga didukung dari validasi guru kelas. Subjek penelitian ini adalah siswa di kelas X SMK. Berdasarkan hasil penelitian: (1) e-modul berbasis PjBL-STEM ini telah memenuhi kriteria valid dan layak digunakan setelah diadakan validasi dan uji coba, (2) Pada ahli media, dengan hasil menunjukkan sebesar 86% yang berarti valid, ini termasuk dalam kriteria sangat layak, (3) Pada ahli desain, dengan hasil menunjukkan sebesar 94% yang berarti valid, ini termasuk dalam kriteria sangat layak, (4) Pada ahli materi, dengan hasil menunjukkan sebesar 97% yang berarti valid, ini termasuk dalam kriteria sangat layak, (5) Pada uji coba Perorangan, dengan hasil menunjukkan sebesar 91% yang berarti valid, (6) Pada uji coba kelompok kecil, dengan hasil menunjukkan sebesar 91% yang berarti valid, (7) Pada uji coba Lapangan, dengan hasil menunjukkan sebesar 90% yang berarti valid, dan (8) Pada uji coba teman sejawat, dengan hasil keterampilan menunjukkan sebesar 95% yang berarti valid. maka dapat disimpulkan bahwa produk pengembangan yang berbentuk e-modul berbasis PjBL-STEM untuk meningkatkan berpikir kritis dan kreatif peserta didik layak digunakan pada kelas X SMK.

**Kata Kunci :** e-modul, keterampilan berpikir kritis, PjBL, STEM

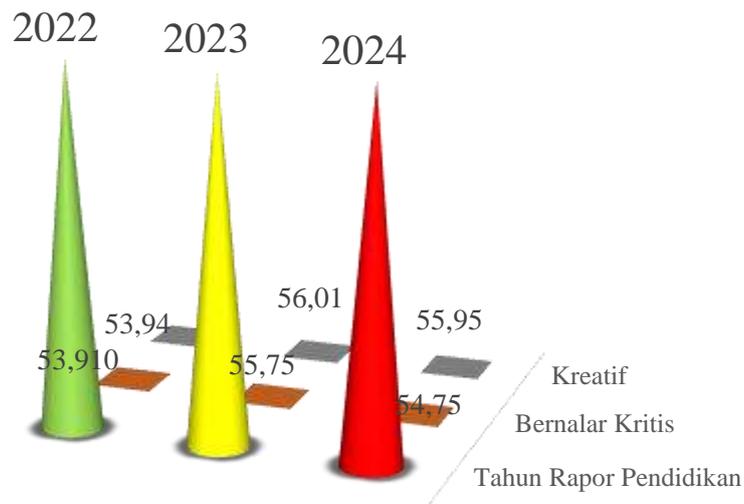
### **1. PENDAHULUAN**

Berkaitan dengan kualitas sumber daya manusia (SDM) di era global dan kebutuhan pembelajaran abad ke-21, maka peserta didik memerlukan keterampilan seperti berpikir kritis, pemecahan masalah, komunikasi, berpikir kreatif, dan kolaborasi. Selain keterampilan berpikir kreatif, berpikir kritis juga merupakan salah satu keterampilan yang dibutuhkan di abad ke-21. (Alfiana et al., 2021; Altatri Adelisha, 2024; Maunino & Tacoh, 2023), berpikir kritis merupakan salah satu tujuan pembelajaran sains. Meskipun setiap orang mempunyai potensi berpikir kritis, namun tidak semua orang mampu mengembangkan kemampuan berpikir kritis (Allanta & Puspita, 2021; Sipahutar, 2022; Yulliyanti, 2020). Keterampilan berpikir kritis sangat penting ketika pembelajaran di sekolah karena membantu siswa memecahkan masalah dari yang sederhana hingga yang kompleks. Kemampuan berpikir kritis seorang siswa dapat dipengaruhi oleh berbagai macam faktor, antara lain: gender, intelligence quotient (IQ), motivasi, instrumen, kemandirian belajar, interaksi guru-siswa dalam pembelajaran, pendekatan metode, model pembelajaran (Baso Intang Sappaile et al., 2024; Hasyda, 2021; Ririn et al., 2021)

Paradigma pembelajaran baru di Indonesia kini disebut kurikulum merdeka belajar, yang menjamin kegiatan pembelajaran berpusat pada siswa. Ada beberapa model pembelajaran yang cocok diterapkan dalam pembelajaran kurikulum merdeka. Pembelajaran berbasis proyek (PjBL) merupakan salah satu pendekatan pembelajaran bagi siswa untuk membangun pengetahuan secara berkelompok dengan metode ilmiah (Azzahra et al., 2023; Mudatsir, 2023; Rani et al., 2021). Model pembelajaran Proyek Based Learning (PjBL) ini juga merupakan model pembelajaran yang digunakan pada Kurikulum Merdeka. Project Based Learning (PjBL) adalah merupakan pembelajaran dimana siswa fokus pada perencanaan, perancangan, dan pembuatan proyek sebagai solusi permasalahan dunia nyata dalam kehidupan sehari-hari.

Model pembelajaran PjBL dapat di kolaborasi kan dengan pendekatan pembelajaran yang sesuai untuk merangsang keterampilan berpikir kritis dan kreatif. Pendekatan Science, Technology, Engineering, dan Mathematics (STEM) merupakan salah satu pendekatan yang berkaitan. PjBL dan STEM saling melengkapi kelebihan dan kekurangannya sehingga memungkinkan siswa memahami konsep penciptaan produk serta proses desain redesign (engineering design process) sehingga tercipta hasil produk yang sesuai (Lianti et al., 2023; Ma'wa et al., 2022; Nurjanah et al., 2023). Manfaat pendekatan STEM antara lain peserta didik mampu mengembangkan kemampuan pemecahan masalah, menjadi inovator, penemu, pemikir logis yang independen, dan individu yang paham teknologi.

Data raport Pendidikan di SMK di kota Singgahan menunjukkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif peserta didik mengalami penurunan di tahun 2024. Keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik masih rendah, sehingga kompleksitas keterampilan siswa dalam menyelesaikan tes atau soal-soal yang menuntut analisis, evaluasi, dan mengkreasi masih kurang terlatih.



Gambar 1. Laporan Raport Pendidikan SMK di kota Singgahan

(Sumber: Laporan Raport Pendidikan SMK di kota Singgahan)

Berdasarkan hasil wawancara terhadap guru pengajar dan pengamatan pada saat proses belajar mata pelajaran Proyek IPAS terhadap peserta didik di kelas X SMKN 1 Singgahan, didapatkan informasi bahwa permasalahan yang dihadapi disekolah antar lain menunjukkan bahwa: 1) kegiatan belajar Proyek IPAS masih bersifat teacher centered, yang berarti peran guru masih sangat dominan; 2) peserta didik cenderung bersikap pasif dengan tidak merespon saat guru mengajukan pertanyaan atau menjelaskan materi, rendahnya rasa ingin tahu peserta didik, rendahnya kemampuan peserta didik dalam mengungkapkan pendapat, kurangnya inisiatif untuk mengembangkan gagasan sehingga tidak menghasilkan suatu produk yang kreatif; 3) kurangnya bahan ajar yang interaktif, pembelajaran yang diterapkan di sekolah menggunakan buku-buku LKS (Lembar Kerja Siswa) dan presentasi berbasis PPT masih belum optimal dalam mendukung pengembangan keterampilan berpikir kreatif siswa.

Menurut (Azzahra et al., 2023; Rachmawati & Rosy, 2021), lemahnya kemampuan berpikir kritis siswa dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti proses pembelajaran yang dilakukan Hal tersebut terlihat ketika siswa

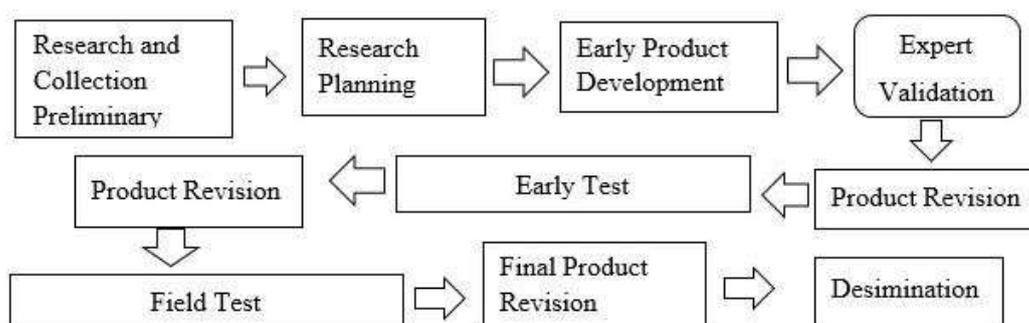


diberi kesempatan untuk mengutarakan pendapatnya atau bertanya mengenai materi dalam suatu sesi diskusi, mereka cenderung diam, siswa kurang percaya diri untuk menyampaikan pendapat dan gagasan yang ada dipikirkannya. Dan pada saat diberi latihan soal dengan konsep yang sama tetapi ada perbedaan kata-kata, siswa akan cenderung, mengalami kesulitan untuk memahami maksud dari soal tersebut. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya oleh (Faiziyah & Priyambodho, 2022) menyatakan, Penelitian ini mendapatkan hasil bahwa siswa dengan metakognisi tinggi dan sedang dalam memecahkan soal HOTS termasuk kedalam kemampuan berpikir kritis tinggi. Sedangkan siswa dengan metakognisi rendah, dalam memecahkan soal cerita HOTS proses berpikir kritisnya masih rendah. Faktor lain ditunjukkan dengan pemilihan metode pembelajaran yang kurang sesuai dalam pembelajaran IPAS. Guru masih menggunakan metode ceramah dalam proses pembelajaran sehingga semua pengajaran berpusat pada guru, sehingga mengakibatkan kurang percaya diri dan rasa ingin tahu pada siswa menjadi rendah dalam Pelajaran Proyek IPAS. Tentunya hal ini bertolak belakang dari prinsip kurikulum merdeka yang mengharuskan siswa untuk aktif selama proses pembelajaran (*student center*).

Adanya tuntutan tersebut, maka perlu adanya peningkatan kemampuan berpikir kritis dan kreatif peserta didik di Indonesia. Beberapa penelitian mengenai pengembangan e-modul yang dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif telah dilakukan. contohnya adalah penelitian (Agapau et al., 2024) yang mengembangkan Kajian Konseptual E-Modul Berbasis Discovery Learning untuk Meningkatkan Hasil Belajar yang didukung juga dengan penelitian oleh (Haka et al., 2021) yang mengembangkan Pengembangan e-modul android berbasis metakognisi sebagai media pembelajaran biologi kelas XII SMA/MA. Penelitian lain yang dilakukan oleh (Yayang, 2019) menunjukkan bahwa Pengembangan E-Modul Berbasis Web Dengan Menggunakan Aplikasi Moodle Pada Mata Kuliah Pengelolaan Perpustakaan terbukti berhasil dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif.

## 2. METODE

Penelitian *Research and Development* ini menggunakan model Borg & Gall, (2015). Model Borg & Gall merupakan salah satu model rancangan pembelajaran dengan pendekatan sistem dimana pendekatan sistem memandang bahwa pembelajaran adalah suatu himpunan dari bagian-bagian yang saling terhubung yang semuanya bekerja bersama-sama menuju tujuan yang telah ditetapkan. Oleh karena itu model ini bertujuan untuk memecahkan masalah belajar secara terprogram dengan urutan kegiatan yang sistematis, yang terdiri dari sepuluh tahap, yaitu: (a) penelitian dan pengumpulan data, (b) perencanaan, (c) pengembangan produk awal, (d) uji coba produk awal/uji coba terbatas, (e) penyempurnaan produk awal, (f) uji coba lapangan lebih luas, (g) penyempurnaan produk hasil uji lapangan lebih luas, (h) uji coba produk akhir, (i) revisi atau penyempurnaan produk akhir, (j) Diseminasi dan implementasi. Berikut gambar langkah-langkah penelitian Borg and Gall.



Gambar 2 Langkah-Langkah Penelitian Model Borg and Gall

Teknik Analisis Data terdapat 2 macam: (a) Analisa deskriptif kualitatif, dan (b) Analisa statistik deskriptif. Rumus yang digunakan untuk menghitung prosentase dari masing-masing subyek uji ahli dan uji perorangan adalah sebagai berikut:

$$\text{Persentase} = \frac{F}{N} \times 100$$

Gambar 3 Rumus Menghitung prosentase penilaian dari pakar

Keterangan:

F: frekuensi subyek yang memilih alternatif

N: jumlah keseluruhan subjek uji coba

Kreteria persentase yang dipakai untuk membuat keputusan dalam perbaikan produk pengembangan adalah sebagai berikut:

Tabel 1 Prosentase dari Masing-Masing Subyek Uji

Skala Penilaian	Klasifikasi	Keterangan
81%-100%	Sangat Baik	Tidak Perlu Direvisi
66%-80%	Baik	Tidak Perlu Direvisi
56%-65%	Kurang Baik	Perlu Revisi
0%-55%	Sangat Tidak Baik	Perlu Revisi

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Penyajian Data Dan Analisis Data

Data yang disajikan berikut ini adalah (1) data evaluasi tahap pertama yaitu data tinjauan ahli desain pembelajaran (2) data evaluasi tahap ke dua yaitu data tinjauan ahli isi bidang studi (3) data evaluasi tahap ketiga yaitu data tinjauan ahli media, (4) data evaluasi tahap ke empat yang terdiri dari data uji coba perorangan, (5) data evaluasi tahap kelima kelompok kecil (6) data evaluasi tahap keenam yaitu data uji coba lapangan yang diberikan kepada siswa, dan (7) data evaluasi tahap ketujuh yang terdiri dari data uji coba rekan sejawat.

#### 3.2. Data Tinjauan Ahli Desain Pembelajaran

Pemaparan hasil analisis data tinjauan ahli desain pembelajaran terhadap komponen bahan pembelajaran ini dapat di perhatikan pada tabel 2 tentang hasil tanggapan ahli desain mengenai kesesuaian, kejelasan, ketepatan, dan kemenarikan bahan pembelajaran.

Tabel 2. Tanggapan Ahli Desain

No	Indikator	Skor
1	Kualitas penjilidan	5
2	Kemenarikan desain cover	5
3	Ketepatan lay out pengetikan	5
4	Kekonsistenan penggunaan spasi judul, sub dan pengetikan materi	4
5	Kejelasan tulisan/pengetikan	5
6	Kelengkapan komponen-komponen pada setiap bab buku ajar	4
7	Ketepatan cara penyajian materi	5
<b>Total</b>		<b>33</b>

Dengan hasil validasi prosentase nilai 94,28 %, maka dapat dikatakan bahwa produk pengembangan yang berbentuk e-modul berbasis PjBL-STEM untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif peserta didik digunakan pada kelas X SMK ini menarik dan menyenangkan karena bersifat interaktif. Sehingga para pengguna tidak merasa bosan. Selain itu media ini juga dilengkapi dengan gambar dan video percakapan yang menarik yang bisa digunakan sebagai sarana belajar dimana saja dan kapan saja tanpa terikat waktu.



### 3.3. Data Tinjauan Ahli Isi Bidang Studi

Hasil data tinjauan ahli pembelajaran ini dapat diperhatikan pada table berikut ini

Tabel 3. Tanggapan Ahli Isi/Materi Bidang Studi

No	Indikator	Skor
1	Tingkat relevansi e-modul berbasis PjBL-STEM dengan keterampilan berpikir kritis dan kreatif peserta didik	5
2	Ketepatan tema dengan uraian materi dalam tiap tema	5
3	Kejelasan pengantar pada setiap tema	5
4	Kejelasan kerangka isi (epitome)	4
5	Kesesuaian indikator dan kompetensi dasar	5
6	Kesesuaian indikator dengan uraian materi	5
7	Kesesuaian antara kompetensi dasar, indikator dan uraian materi	5
8	Kejelasan uraian	5
9	Kesesuaian contoh-contoh yang disajikan dengan materi uraian	5
10	Kejelasan penyelesaian masalah dengan uraian materi	5
11	Kejelasan isi materi	5
12	Kesesuaian antara tugas perkembangan remaja dengan materi	5
13	Kemenarikan komponen-komponen dalam buku ajar	4
14	Kemenarikan isi tema	5
15	Kemenarikan pengorganisasian bahan ajar berbasis e-modul berbasis PjBL-STEM dengan menggunakan model Borg & Gall	5
<b>Total</b>		<b>73</b>

Dari hasil validasi ahli isi/materi dengan prosentase nilai sesuai 97,33% maka dapat dikatakan bahwa produk pengembangan yang berbentuk e-modul berbasis PjBL-STEM untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif peserta didik ini sangat layak untuk dikembangkan lebih lanjut.

### 3.4. Data Tinjauan Ahli Media

Hasil data tinjauan ahli media pembelajaran ini dapat diperhatikan pada table berikut ini:

Tabel 4. Tanggapan Ahli Media

No	Indikator	Skor
1	Ketepatan ilustrasi yang digunakan dalam cover buku ajar	4
2	Kesesuaian antara materi dengan media yang digunakan	5
3	Kesesuaian kertas yang digunakan	4
4	Ketepatan ukuran huruf	4
5	Ketepatan penempatan gambar	5
6	Kualitas teks	4
7	Pengorganisasian desain pesan pembelajaran	4
<b>Total</b>		<b>33</b>

Dari hasil validasi ahli media dengan prosentase nilai sesuai 85,71% maka dapat dikatakan bahwa produk pengembangan yang berbentuk e-modul berbasis PjBL-STEM untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif peserta didik ini sangat layak untuk dikembangkan lebih lanjut.

### 3.5. Uji Coba Kelompok Kecil

Data-data yang diperoleh dari uji coba kelompok kecil berupa e-modul berbasis PjBL-STEM yang disajikan oleh pengembang atau peneliti. Penilaian terhadap e-modul berbasis PjBL-STEM melalui angket dalam uji kelompok kecil sebagai berikut:



Tabel 5. Hasil Penilaian Kelompok Kecil terhadap e-modul berbasis PjBL-STEM

No	Skor Responden Kelompok Kecil									Jumlah	Presentase
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	5	4	5	5	4	4	4	5	4	40	88,89%
2	5	4	5	4	5	5	5	5	5	43	95,56%
3	4	5	4	4	5	4	5	5	4	40	88,89%
4	4	5	4	5	4	5	4	5	4	40	88,89%
5	5	5	4	5	4	5	5	4	4	41	91,11%
6	5	5	4	4	5	4	4	5	4	40	88,89%
7	4	4	5	5	5	4	5	4	5	41	91,11%
8	4	4	5	5	4	5	4	4	4	39	86,67%
9	4	5	4	5	5	5	5	5	4	42	93,33%
10	5	5	4	4	5	5	5	4	5	42	93,33%
11	5	4	5	4	5	4	5	5	5	42	93,33%
12	5	5	4	4	5	4	5	5	4	41	91,11%
13	5	4	4	4	5	5	4	5	4	40	88,89%
14	5	5	4	5	4	5	5	4	5	42	93,33%
15	5	4	4	5	4	4	5	4	5	40	88,89%
16	4	5	5	4	5	4	4	5	4	40	88,89%
<b>Jumlah</b>	74	73	70	72	74	72	74	74	70	653	90,69%

Data-data yang dikumpulkan melalui kegiatan uji coba kelompok kecil, selanjutnya dianalisis. Dari tabel 5 diketahui bahwa rerata persentase e-modul berbasis PjBL-STEM sebesar 90,69% yang menunjukkan e-modul berbasis PjBL-STEM berada pada kualifikasi baik.

### 3.6. Uji Coba Lapangan

Hasil angket penilaian siswa terhadap e-modul berbasis PjBL-STEM dalam uji coba lapangan disajikan dalam tabel 6 berikut:

Tabel 6. Hasil Penilaian Siswa dalam Uji Lapangan terhadap e-modul berbasis PjBL-STEM

No	Skor Responden Kelompok Kecil																				Jumlah	Presentase	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			21
1	5	4	5	5	4	4	4	5	5	5	5	4	5	4	5	5	4	4	4	5	4	95	90,48%
2	5	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	96	91,43%
3	4	5	4	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	99	94,29%
4	4	5	4	5	5	5	4	5	5	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	97	92,38%
5	5	5	4	4	4	5	5	4	5	4	5	4	4	5	4	5	4	5	4	4	4	94	89,52%
6	5	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	5	4	4	5	4	5	4	5	5	4	92	87,62%
7	4	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	4	5	4	4	4	5	5	4	4	4	97	92,38%
8	4	5	4	4	4	5	5	4	4	5	4	5	5	5	4	4	5	4	4	5	94	89,52%	
9	4	5	4	4	5	5	5	5	5	4	4	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	97	92,38%
10	5	5	4	4	5	4	5	4	5	5	5	5	4	5	4	4	5	5	4	4	4	96	91,43%
11	5	4	5	5	5	4	5	5	4	4	5	4	5	5	4	5	4	5	4	5	5	96	91,43%
12	5	5	4	4	5	4	4	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	4	5	5	96	91,43%
13	5	4	5	4	4	4	4	5	5	4	5	4	5	4	5	5	4	4	5	5	4	93	88,57%
14	5	5	4	5	4	5	4	5	4	4	4	5	4	5	4	5	4	5	4	4	5	96	91,43%
15	5	5	5	4	4	4	5	5	5	4	4	5	4	4	5	5	4	4	5	5	4	95	90,48%
16	5	5	4	4	5	5	5	5	5	4	4	5	4	4	5	5	5	4	5	5	4	97	92,38%
<b>Jumlah</b>	75	75	69	70	72	73	74	75	76	69	70	76	72	71	75	74	72	73	75	75	69	1530	91,07%

Data-data yang dikumpulkan melalui kegiatan uji coba lapangan, selanjutnya dianalisis. Dari tabel 6 diketahui bahwa rerata persentase e-modul berbasis PjBL-STEM sebesar 91,07% yang menunjukkan e-modul berbasis PjBL-STEM berada pada kualifikasi sangat baik.

Sedangkan hasil penilaian teman sejawat terhadap e-modul berbasis PjBL-STEM diperoleh data seperti pada tabel 7 berikut:



Tabel 7. Hasil Penilaian Teman Sejawat dalam Uji Lapangan terhadap e-modul berbasis PjBL-STEM

No	Kriteria	Skor
1	Apakah e-modul berbasis PjBL-STEM ini memudahkan ibu dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif dalam peserta didik?	5
2	Apakah e-modul berbasis PjBL-STEM ini dapat membuat siswa tertarik untuk mempelajari materi yang sedang Ibu ajarkan?	5
3	Apakah e-modul berbasis PjBL-STEM ini sesuai dengan karakteristik siswa?	4
4	Apakah e-modul berbasis PjBL-STEM ini tepat digunakan secara bersama dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik?	5
<b>Total</b>		19

Rerata persentase angket penilaian siswa terhadap e-modul berbasis PjBL-STEM dalam uji coba lapangan adalah 95% yang berarti e-modul berbasis PjBL-STEM berada dalam kualifikasi sangat baik. Dalam angket tersebut siswa hanya mengisi angket tanpa memberikan komentar dan saran. Teman sejawat tidak memberikan komentar dan saran untuk penyempurnaan e-modul berbasis PjBL-STEM. Rerata persentase angket penilaian Teman sejawat dalam uji coba lapangan adalah 95% dimana persentase itu menunjukkan bahwa e-modul berbasis PjBL-STEM berkualifikasi baik.

### 3.7. Pembahasan

Produk yang dikembangkan telah melalui berbagai tahapan uji coba, sehingga menghasilkan e-modul berbasis PjBL-STEM. e-modul berbasis PjBL-STEM ini layak untuk menjadi bahan belajar dari segi kemenarikan, kegunaan, efektivitas, muatan materi, penataan dari segi desain pembelajaran maupun media yang digunakan. e-modul berbasis PjBL-STEM sangat penting dalam pelaksanaan pembelajaran karena memicu kemandirian, evaluasi, keaktifan, ketuntasan dan kegiatan belajar. e-modul berbasis PjBL-STEM dapat dikembangkan dengan menggunakan berbagai teknologi agar bisa belajar secara efektif dan mandiri (Ma'wa et al., 2022; Nur Sopa et al., 2023; Tseng et al., 2013). Maka, secara visual e-modul berbasis PjBL-STEM didesain sesuai dengan teori-teori yang berlaku seputar teori tentang teks, gambar, penataan visual dan warna. Hal ini penting karena sangat mempengaruhi apakah tujuan atau pesan yang kita maksudkan tercapai atau tidak. Teori tentang warna dijelaskan oleh (Israwaty et al., 2021; Rosyidah et al., 2021; Solihin et al., 2021) bahwa permainan warna bukan saja mempengaruhi tampilan semata tetapi juga mempengaruhi kualitas pesan, mempengaruhi emosi dan persepsi karena setiap warna memiliki karakter unik yang berbeda-beda dan sangat mempengaruhi interaksi antara Gerakan mata, dan proses otak dalam mengelola informasi visual yang diberikan (Allanta & Puspita, 2021; Gestira et al., 2021; Widarti et al., 2020). Pembelajaran yang ditata dengan e-modul berbasis PjBL-STEM dapat melayani kemandirian belajar dan perbedaan kecepatan belajar dari si belajar, namun tetap dapat menuntaskan pembelajaran yang sulit. Penelitian lain menyimpulkan bahwa e-modul berbasis PjBL-STEM yang menarik dapat menjadi sesuatu yang menarik dan layak untuk dikejar oleh si belajar karena minat yang dimilikinya (Aulya et al., 2021; Isro et al., 2021; Minarni & Haryanto, 2023).

Berdasarkan Tabel di atas dapat disimpulkan bahwa produk e-modul berbasis PjBL-STEM diperoleh rata-rata total angket respon siswa terhadap e-modul berbasis PjBL-STEM sebesar 93,557% yang termasuk dalam kategori sangat praktis. Terlihat bahwa banyaknya siswa yang aktif, bersemangat, mampu memecahkan masalah yang ada dalam bahan ajar tersebut. Hal ini didukung oleh penelitian (Inzghi et al., 2023; Izzah & Mulyana, 2021; Silvanny & Yerimadesi, 2023) yang menyatakan bahwa dengan menggunakan media pembelajaran membuat siswa lebih memiliki daya tarik untuk memahami materi terlebih lagi dengan menggunakan e-modul berbasis PjBL-STEM. Kemudian Pembelajaran matematika menggunakan media pembelajaran sangat bermanfaat untuk merangsang penglihatan dan gaya gerak peserta didik. Selain itu dengan menggunakan media pembelajaran bisa menjadi sebuah interaksi komunikasi antara pendidik dan peserta didik melalui media yang digunakan (Angraynie et al., 2023; Fatimah et al., 2023; Shar, 2023).



#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan pada hasil pengembangan e-modul berbasis PjBL-STEM untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif peserta didik, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut: (1) e-modul berbasis PjBL-STEM ini telah memenuhi kriteria valid dan layak digunakan setelah diadakan validasi dan uji coba, (2) Pada ahli media, dengan hasil menunjukkan sebesar 86% yang berarti valid, ini termasuk dalam kriteria sangat layak, (3) Pada ahli desain, dengan hasil menunjukkan sebesar 94% yang berarti valid, ini termasuk dalam kriteria sangat layak, (4) Pada ahli materi, dengan hasil menunjukkan sebesar 97% yang berarti valid, ini termasuk dalam kriteria sangat layak, (5) Pada uji coba Perorangan, dengan hasil menunjukkan sebesar 91% yang berarti valid, (6) Pada uji coba kelompok kecil, dengan hasil menunjukkan sebesar 91% yang berarti valid, (7) Pada uji coba Lapangan, dengan hasil menunjukkan sebesar 90% yang berarti valid, dan (8) Pada uji coba teman sejawat, dengan hasil menunjukkan sebesar 95% yang berarti valid. maka dapat disimpulkan bahwa produk pengembangan yang berbentuk e-modul berbasis PjBL-STEM untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif peserta didik layak digunakan pada kelas X SMK.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Agapau, J. D. L., Ningsih, K., & Titin. (2024). Kajian Konseptual E-Modul Berbasis Discovery Learning untuk Meningkatkan Hasil Belajar. *Jurnal Alwatzikhoebillah : Kajian Islam, Pendidikan, Ekonomi, Humaniora*, 10(1). <https://doi.org/10.37567/alwatzikhoebillah.v10i1.2399>
- Alfiana, H., Karyono, H., & Gunawan, W. (2021). Analisis Butir Tes Keterampilan Berpikir Kritis dan Pengetahuan Prosedural Grammar Bahasa Inggris. *JINOTEP (Jurnal Inovasi Dan Teknologi Pembelajaran): Kajian Dan Riset Dalam Teknologi Pembelajaran*, 8(1). <https://doi.org/10.17977/um031v8i12021p020>
- Allanta, T. R., & Puspita, L. (2021). Analisis keterampilan berpikir kritis dan self efficacy peserta didik: Dampak PjBL-STEM pada materi ekosistem. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 7(2). <https://doi.org/10.21831/jipi.v7i2.42441>
- Altatri Adelisha, A. (2024). Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta Didik Dalam Pembelajaran Biologi. *Jurnal Pendidikan Tambusa*, 8(1).
- Anggraynie, R. T., Qadar, R., & Zulkarnaen, Z. (2023). The Effect of STEM-PjBL Learning on Temperature and Heat Material on Student Learning Outcomes at SMPN 2 Bontang. *Kasuari: Physics Education Journal (KPEJ)*, 6(2). <https://doi.org/10.37891/kpej.v6i2.445>
- Aulya, R. A., Asyhar, R., & Yusnaidar. (2021). Pengembangan E-Modul Kimia Berbasis PjBL-STEM untuk Pembelajaran Daring Siswa SMA pada Materi Larutan Penyangga. *Journal of the Indonesian Society of Integrated Chemistry*, 13(2).
- Azzahra, U., Arsih, F., & Alberida, H. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran Project-Based Learning ( Pjbl ) Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta Didik Pada Pembelajaran Biologi : Literature Review. *BIOCHEPHY: Journal of Science Education*, 3(1).
- Baso Intang Sappaile, Nenni Triana Sinaga, Muh.Safar, Novianty Djafri, Aloisius Harso, Dewanto, & Tomi Aprasanta. (2024). Pengaruh Model Discovery Learning Berbasis IoT Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa: Meta -analysis. *PUAN INDONESIA*, 5(2). <https://doi.org/10.37296/jpi.v5i2.223>
- Faiziyah, N., & Priyambodho, B. L. (2022). ANALISIS KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS DALAM MENYELESAIKAN SOAL HOTS DITINJAU DARI METAKOGNISI SISWA. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(4). <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.5918>
- Fatimah, H., Yamtinah, S., & Bramastia, B. (2023). Study of Ecology and Biodiversity Learning Based on Project Based Learning-Science Technology Engineering Mathematics (PjBL-STEM) in Empowering Students' Critical Thinking. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(9). <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i9.3688>
- Gestira, M., Abdurrahman, & Viyanti. (2021). PjBL-Based Blended Learning Implementation on Energy Topic to Improve the Problem-Solving Skill. *Impulse: Journal of Research and Innovation in Physics Education*, 1(1). <https://doi.org/10.14421/impulse.2021.11-04>
- Haka, N. B., Majid, E., & Pahrudin, A. (2021). Pengembangan e-modul android berbasis metakognisi sebagai media pembelajaran biologi kelas XII SMA/MA. *Edu Sains Jurnal Pendidikan Sains & Matematika*, 9(1). <https://doi.org/10.23971/eds.v9i1.2155>
- Hasyda, S. (2021). Implementasi JIM (Juris Prudential Inquiri Model) Berbantuan Media Gambar Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa di Era New Normal di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 5(5). <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i5.152>
- Inzghi, I., Wibowo, F. C., & Serevina, V. (2023). E-MODUL BERBASIS PROJECT BASED LEARNING (PJBL) TERINTEGRASI SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, MATHEMATIC (STEM) PADA MATERI FLUIDA STATIS DAN DINAMIS. <https://doi.org/10.21009/03.1102.PF46>



- Israwaty, I., Nurjannah, & Syam, N. (2021). PKM Media PLTU Sederhana dan Lifting Hidraulic Sebagai Sarana Pendekatan STEM Berbasis PJBL di UPTD SD Negeri 46 Parepare. *Jurnal Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat*.
- Isro, A. L., Anggraito, Y. U., Bintari, S. H., & Semarang, U. N. (2021). Description of students' critical thinking skills in integrated PJBL STEM learning environmental change material. *Journal of Innovative Science Education*, 10(37).
- Izzah, N., & Mulyana, V. (2021). Meta Analisis Pengaruh Integrasi Pendidikan STEM dalam Model Project Based Learning Terhadap Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 7(1). <https://doi.org/10.24036/jppf.v7i1.111853>
- Lianti, Lukman Harun, & Agnita Siska Pramasdyahsari. (2023). Efektivitas Model Pembelajaran Project Based Learning Terintegrasi STEM terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMP. *Indiktika : Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika*, 5(2). <https://doi.org/10.31851/indiktika.v5i2.11619>
- Ma'wa, A. J., Toto, T., & Kustiawan, A. (2022). PENGARUH MODEL PjBL-STEM DALAM PEMBELAJARAN IPA PADA MATERI BIOTEKNOLOGI TERHADAP MOTIVASI BELAJAR SISWA. *J-KIP (Jurnal Keguruan Dan Ilmu Pendidikan)*, 3(1). <https://doi.org/10.25157/j-kip.v3i1.7256>
- Maunino, G. Z. T., & Tacoh, Y. T. . (2023). Pengaruh Media Pembelajaran Quizizz Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas X Mata Pelajaran Informatika di SMA Kristen 1 Salatiga. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(17).
- Minarni, M., & Haryanto, H. (2023). Implementation of a Stem-Integrated PJBL Model to Improve Science Processes and Learning Outcomes. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 24(3). <https://doi.org/10.23960/jpmipa/v24i3.pp640-645>
- Mudatsir. (2023). ANALISIS MODEL PROJECT BASED LEARNING (PJBL) BERBASIS KEARIFAN LOKAL DENGAN MEMANFAATKAN PLATFORM QUIZZZ UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS MAHASISWA. *Jurnal Ilmu Pendidikan (JIP)*, 1(2).
- Nur Sopa, Dinny Mardiana, & Deti Ahmatika. (2023). PENGEMBANGAN LKPD MODEL PJBL BERBASIS STEM UNTUK MENUMBUHKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS. *PERISAI: Jurnal Pendidikan Dan Riset Ilmu Sains*, 2(3). <https://doi.org/10.32672/perisai.v2i3.458>
- Nurjanah, A., Herlina, K., & Ertikanto, C. (2023). Development of Natural Disaster Mitigation LKPD Based on PJBL-STEM Assisted by Micro: Bit to Increase Self Awareness and Creative Problem Solving. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(SpecialIssue). <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9ispecialissue.6124>
- Rachmawati, N. Y., & Rosy, B. (2021). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Pemecahan Masalah pada Mata Pelajaran Administrasi Umum Kelas X OTKP di SMK Negeri 10 Surabaya. *Pendidikan Administrasi Perkantoran (JPAP)*, 9(2).
- Rani, P. R., Lestari, A., Mutmainah, F., & ... (2021). Pengaruh Metode PJBL Hasil Belajar Matematika di SD Negeri 014 Rambah Samo. *Journal for Lesson ....*
- Ririn, R., Budiman, H., & Muhammad, G. M. (2021). Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis dan Kemandirian Belajar Siswa melalui Model Pembelajaran Problem Solving. *MATHEMA: JURNAL PENDIDIKAN MATEMATIKA*, 3(1). <https://doi.org/10.33365/jm.v3i1.772>
- Rosyidah, N. D., Kusairi, S., & Taufiq, A. (2021). Kemampuan Berpikir Kritis Siswa melalui Model STEM PjBL disertai Penilaian Otentik pada Materi Fluida Statis. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 5(10). <https://doi.org/10.17977/jptpp.v5i10.1>
- Shar, T. H. (2023). Collaborative Learning: A Phenomenographic Study of STEM Students' Individual Characteristics Impact on Project-Based Learning in a Semi-Professional Environment. *Rangahau Aranga: AUT Graduate Review*, 2(3). <https://doi.org/10.24135/rangahau-aranga.v2i3.198>
- Silvanny, & Yerimadesi. (2023). Pengembangan E-Modul Kimia Berbasis PjBL-STEM pada Materi Reaksi Kimia untuk Fase E SMA. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(2).
- Sipahutar, C. (2022). PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN PROBLEM BASED LEARNING (PBL) DALAM BLENDED LEARNING UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN KOLABORASI, KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS, DAN PENGUASAAN KONSEP MATEMATIKA KELAS IV SEKOLAH DASAR XYZ JAKARTA. *Pendas : Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 7(2). <https://doi.org/10.23969/jp.v7i2.6322>
- Solihin, A., Wibowo, F. C., & Astra, I. M. (2021). Review of trends project based learning (PjBL) integrated STEM in physics learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 2019(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2019/1/012031>
- Tseng, K. H., Chang, C. C., Lou, S. J., & Chen, W. P. (2013). Attitudes towards science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project-based learning (PjBL) environment. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(1). <https://doi.org/10.1007/s10798-011-9160-x>
- Widarti, H. R., Rokhim, D. A., & Syafruddin, A. B. (2020). The development of electrolysis cell teaching material based on stem-pjbl approach assisted by learning video: A need analysis. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(3). <https://doi.org/10.15294/jpii.v9i3.25199>



- Yayang, E. (2019). PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS WEB DENGAN MENGGUNAKAN APLIKASI MOODLE PADA MATA KULIAH PENGELOLAAN PERPUSTAKAAN. *EDUTECH*, 18(1). <https://doi.org/10.17509/e.v18i1.14113>
- Yuliyanti, L. (2020). Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Melalui Kreasi Model Permainan “Cipta Kuis Tebak-Tebakan Adik Simba” pada Pelajaran Bermuatan Ilmu Pengetahuan Alam Dan Sosial. *SHEs: Confer*