

PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS PjBL-STEM DENGAN MENGGUNAKAN APLIKASI 3D PAGEFLIP PROFESIONAL PADA MATERI OPTIK UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS DAN MINAT BELAJAR SISWA SMP

Afro Didelmi¹, Yennita², dan Zulfarina³

^{1,2,3} Magister Pendidikan IPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas RIAU

¹ afro.didelmi7058@grad.unri.ac.id ² yennita@lecturer.unri.ac.id

³ zulfarina@lecturer.unri.ac.id

Abstrak

Penelitian yang dilakukan ini memiliki tujuan untuk mengetahui validitas dan praktikalitas e-modul IPA berbasis PjBL-STEM dengan menggunakan aplikasi 3D Pageflip pada materi optik untuk meningkatkan kemampuan berfikir kritis dan minat belajar siswa tingkatan SMP kelas VIII. Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan atau *Research & Development* (R&D), dan model yang akan digunakan adalah model ADDIE. Data yang dihasilkan adalah hasil validasi dari 3 validator untuk setiap aspek penilaian, yaitu aspek materi, pedagogik, dan media pembelajaran. data dikumpulkan dengan menggunakan angket dengan skala likert 4. Pada uji validitas didapatkan skor rata-rata untuk validasi e-modul IPA berbasis PjBL-STEM sebesar 3,69 dengan kategori sangat valid. Untuk uji praktikalitas di ambil dari dua sudut pandang pengguna yaitu dari guru sebanyak 5 orang dan 15 orang siswa. dan hasil uji praktikalitas mendapatkan skor rata-rata 3,66 dengan kategori sangat praktis. Berdasarkan hasil kedua uji tersebut dapat disimpulkan bahwa di dapatkan produk berupa e-modul IPA berbasis PjBL-STEM yang valid dan praktis

Kata kunci: e-modul, validitas, praktikalitas, berfikir kritis

Abstract

This research aimed to determine the validity and practicality of the PjBL-STEM-based science e-module using the 3D Pageflip application on optical material to improve critical thinking skills and interest in learning for Grade VIII junior high school students. This research is research development or Research & Development (R&D), and the model to be used is the ADDIE model. The data generated is the result of validation from 3 validators for each aspect of the assessment, namely aspects of the material, pedagogic, and learning media. data was collected using a questionnaire with a Likert scale of 4. In the validity test, the average score for the PjBL-STEM-based Science e-module validation was 3.69 with a very valid category. The practicality test was taken from two user perspectives, namely from 5 teachers and 15 students. and practicality test results get an average score of 3.66 in the very practical category. Based on the results of these two tests, it can be concluded that a valid and practical PjBL-STEM-based science e-module is obtained.

Keywords: e-module, validity, practicality, critical thinking

PENDAHULUAN

Pada abad ke 21 dengan perkembangan teknologi menuntut seseorang untuk mampu menguasai berbagai keterampilan. Pendidikan diharapkan agar siswa mempunyai berbagai keterampilan, sehingga siap menghadapi tantangan dan permasalahan dan mampu memberikan solusi dari perkembangan zaman (Zubaidah, 2020). Setiap inovasi selalu diharapkan berkelanjutan dan selalu dibutuhkan dalam dunia pendidikan

terutama proses belajar mengajar serta pembelajaran (Kadi & Awwaliyah, 2017).

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) tidak hanya berupa pengetahuan yang mempelajari fakta, konsep dan prinsip. IPA juga mempelajari proses untuk melakukan penemuan secara sistematis dan ditempuh oleh pelajar dalam menyelesaikan suatu permasalahan (Wilujeng, 2017). Sehingga dalam pembelajaran IPA siswa didorong untuk menggunakan kemampuan berfikir yang mereka miliki untuk memecahkan

permasalahan dalam kehidupan sehari-hari (Nugraha et al., 2017).

Merujuk prestasi yang diperoleh Indonesia dalam bidang sains masih termasuk kategori rendah. Mengacu kepada hasil PISA (*Programme for International Student Assessment*) tahun 2018. Dari 79 negara yang ikut serta, Indonesia berada pada posisi ke 74, artinya masih berada pada tingkat terendah dalam penilaian PISA. Rata-rata skor yang diperoleh Indonesia untuk kategori bidang sains adalah 363, yang cukup mengagetkan adalah jika dibandingkan dengan dengan rata-rata skor internasional, Indonesia memiliki jarak yang cukup jauh, perbedaannya adalah 126 point, sedangkan hasil untuk kategori sains skor rata-rata internasional adalah sebesar 489. Dan hasil yang diperoleh pada tahun 2018 ini mengalami penurunan dari hasil PISA pada tahun 2015, dimana point Indonesia sebesar 403. (OECD, 2017, 2019)

Hasil PISA menunjukkan kemampuan literasi sains yang dimiliki oleh siswa di Indonesia masih rendah dan perlu di tingkatkan. Kemampuan literasi sains memiliki hubungan dengan keterampilan berfikir kritis siswa. Penelitian Kusumastuti et al., (2019) menunjukkan kemampuan literasi sains sangat berpengaruh positif dengan kemampuan berfikir kritis, dan mempunyai hubungan yang sangat signifikan dimana menghasilkan koefisien korelasi 0,791 dan koefisien determinasi sebesar 62,6% yang artinya semakin tinggi keterampilan berfikir kritis siswa, maka akan semakin tinggi pula kemampuan literasi sains yang dimiliki siswa, dan berlaku sebaliknya.

Pendidikan IPA mempunyai tujuan yang jelas yaitu membantu siswa dalam mengembangkan kemampuan berfikir tingkat tinggi. (Gulistan Mohammed Saido et al., 2015). Melalui proses pembelajaran yang mendorong penggunaan kemampuan tingkat tinggi seperti berfikir kritis, penalaran, refleksi dan keterampilan proses sains. Keterampilan berfikir yang dikembangkan diantaranya keterampilan berfikir kritis, berfikir kreatif dan

keterampilan dalam pemecahan masalah (Kalelioğlu & Gülbahar, 2013). kemampuan berfikir kritis merupakan kemampuan memutuskan sesuatu yang menghasilkan interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi maupun pemaparan menggunakan suatu bukti, konsep metodologi, kriteria atau pertimbangan kontekstual yang menjadi dasar dibuatnya keputusan, dan merupakan kemampuan kognitif tingkat tinggi dalam memproses informasi (Choy & Cheah, 2009; Facione, 2011; Yasir & Alnoori, 2020) Mengembangkan keterampilan berfikir kritis dianggap salah satu tujuan pendidikan (Akinoglu & Baykin, 2015).

Hal ini juga di dukung hasil penyebaran angket analisis kebutuhan siswa yang dilakukan kepada 85 orang siswa kelas VIII SMP di provinsi Riau menyatakan hasil bahwa 57,2 % tidak tertarik dengan pembelajaran IPA jika hanya mendengarkan penjelasan guru tanpa melibatkan partisipasi siswa. 63,6 % menyatakan bahwa Saya mudah bosan dalam belajar menggunakan buku teks IPA karena di dalamnya lebih dominan bacaan daripada aktivitas yang dapat saya lakukan., 63,8 % menyatakan lebih suka menunggu jawaban dari teman atau guru ketika pembelajaran IPA. Ini membuktikan bahwa masih sangat kurangnya keterlibatan siswa dalam pembelajaran IPA di sekolah.

Dalam kelas STEM, siswa dituntut memecahkan masalah dunia nyata dan terlibat melalui kerja sama dalam kelompok (Han et al., 2015) Melalui pembelajaran STEM berbasis inkuiri dapat meningkatkan kemampuan berfikir kritis (Onsee & Nuangchalerm, 2019) STEM merupakan suatu pendekatan yang baru dalam pengembangan pendidikan yang sangat bermanfaat untuk meningkatkan keterampilan berfikir kritis (Beers, n.d.; Santoso & Mosik, 2019) Dengan menggunakan integrasi STEM dengan PjBL akan membuat pembelajaran menjadi lebih efektif, penggunaan pendekatan yang strategis dalam implementasi membuat peserta didik merasakan pembelajaran yang relevan, serta

merangsang pengalaman yang lebih bermakna, dan membuat peserta didik mempunyai kemampuan berfikir tingkat tinggi, serta pemecahkan masalah (Moore et al., 2014).

E-modul merupakan bahan ajar yang digunakan oleh guru dengan versi elektronik yang di rancang dengan software tertentu. (Meishanti & Maknun, 2021). Salah satu software yang bisa digunakan untuk pembuatan E-modul adalah 3D pageFlip Profesional. Dimana software ini bisa digunakan untuk pembuatan bahan ajar yang bisa memasukkan gambar, video, animasi, sumulasi dan juga simulasi (Ferdianto et al., 2019) Dan hal senada juga di sampaikan Kurniawati et al., (2021) Software 3D PageFlip Professional adalah “*software that convert your still PDF files into animated 3D page turningbooks which include a multimedia music and videos on pages, links, images, button, and animation to become a 3D Flip Book*” Berdasarkan pendapat tersebut, dapat diketahui bahwasannya 3D Flip Book yaitu sebuah software untuk merubah file format PDF menjadi animasi buku 3D yang dapat dimasukkan video, musik, tombol, gambar dan animasi.

Pada penelitian ini, peneliti berfokus untuk pengembangan e-modul melihat validasi dan praktikalitas e-modul pada materi optik untuk kelas VIII SMP untuk mengembangkan kemampuan berfikir kritis dan minat siswa

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan atau *Research & Development* (R&D), metode *Research & Development* (R&D) adalah suatu metode penelitian yang digunakan untuk menciptakan suatu produk baru dan menguji keefektifan penggunaan dari produk tersebut (Sugiono, 2014) dan model yang akan digunakan adalah model ADDIE. Model pengembangan ADDIE terdiri atas lima tahapan yaitu tahapan analisis (*analysis*), perancangan (*design*), pengembangan (*development*), implementasi (*implemmentation*), dan evaluasi (*evaluation*).

Prosedur pengembangan E-MODUL IPA berbasis PjBL-STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematic*) untuk meningkatkan minat belajar dan kemampuan berpikir kritis siswa SMP pada materi optik

Model pengembangan ADDIE yang dipilih karena sederhana tetapi implementasinya lebih sistematis (Sari et al., 2016). model pengembangan ADDIE dapat memberikan kesempatan untuk melakukan evaluasi dan revisi dalam setiap fase yang dilalui, sehingga produk yang dihasilkan menjadi produk yang valid dan reliabel (Michael Molenda, 2015)

Penilaian untuk e-modul IPA berbasis PjBL-STEM dilakukan pada bidang materi, pedagogik dan media pembelajaran terhadap *draft* I e-modul yang sudah dihasilkan pada bagian *design*. Validator dipilih berdasarkan bidang keilmuan dan kompetensi yang relevan serta mempunyai kualifikasi doctoral dengan pengalaman lebih dari 10 tahun mengajar meneliti dalam bidang pendidikan IPA, penilaian e-modul pada bidang materi, pedagogik dan media pembelajaran dilakukan masing-masing oleh 3 orang validator.

Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara deskriptif kualitatif. E-modul dikatakan valid jika memenuhi syarat dibawah ini

Tabel 1. Kriteria Validasi E-Modul IPA berbasis PjBL-STEM

No	Rata-rata skor	kriteria
1	$3,4 < x \leq 4,0$	Sangat Layak/sangat valid/tidak perlu direvisi
2	$2,6 < x \leq 3,3$	Layak/valid/tidak perlu direvisi
3	$1,7 < x \leq 2,5$	Kurang Layak/tidak valid/perlu direvisi
4	$1,0 < x \leq 1,7$	Tidak Layak/tidak valid/perlu direvisi

Sumber: Widoyoko, 2016

Setelah dilakukan validasi, maka dilakkan uji coba terbatas kepada 5 orang guru, dan 15 orang siswa sebagai pengguna e-modul untuk melihat keparaktisan dari e-modul IPA berbasis PjBL-STEM.

Dan e-modul dikatakan praktis jika memenuhi kriteria dibawah ini

Tabel 2. Kriteria Praktikalitas E-Modul IPA berbasis PjBL-STEM

No	Interval Rata-rata Skor	Kriteria
1	>3,25 – 4,00	Sangat praktis
2	>2,5 - ≤ 3,25	Praktis
3	>1,75- ≤ 2,5	Kurang Praktis
4	1 ≤ 1,75	Tidak Praktis

Sumber: Arikunto, 2021

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini merupakan sebuah penelitian pengembangan untuk menghasilkan produk dalam bidang pendidikan, yaitu berupa e-modul berbasis PjBL-STEM yang dapat meningkatkan minat dan berfikir kritis siswa pada materi optik untuk kelas VIII SMP

Ada beberapa tahapan yang dilakukan oleh peneliti untuk mengembangkan e-modul IPA berbasis PjBL-STEM untuk kelas VIII SMP pada materi optik.

TAHAP ANALISIS

Analisis yang telah dilakukan pada tahap awal pengembangan modul IPA berbasis PjBL-STEM terdiri dari analisis kebutuhan, dan analisis materi.

Analisis kebutuhan dilakukan kepada siswa dan guru yang ada di provinsi RIAU. Untuk analisis kebutuhan siswa dilakukan penyebaran angket analisis tingkat kebutuhan pengembangan e-modul pembelajaran IPA berbasis PjBL-STEM untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa berdasarkan indikator kebutuhan pembelajaran. Penyebaran angket dilakukan secara online melalui google form kepada 85 siswa kelas VIII SMP Negeri dan Swasta dari 7 Kabupaten/Kota di Provinsi Riau, Instrumen angket berjumlah 23 butir pernyataan

rata-rata kebutuhan siswa terhadap pengembangan e-modul IPA berbasis PjBL-STEM sebesar 77,70 % dengan kategori

tinggi. Hal ini menyatakan bahwa 77,70 % dari 85 siswa dkelas VIII SMP negeri maupun swasta di Riau menyatakan butuh terhadap pengembangan e-modul IPA berbasis PjBL-STEM.

Khoirudin, (2019) menjelaskan bahwa dalam pengembangan modul memiliki tujuan untuk memberikan fasilitas kepada sisiwa agar bisa belajar secara mandiri maupun dengan pembelajaran bersama guru. Sehingga pembelajaran di kelas menjadi lebih atraktif dan membuat iswa lebih aktif saat pembelajaran berlangsung.

Hasil angket yang diberikan kepada guru juga menyatakan bahwa masih belum ada guru yang menggunakan PjBL dalam pembelajaran, dan 88 % guru menyatakan bahwa rubric soal berfikir kritis sulit untuk dikembangkan. Hal ini senada dengan yang di sampaikan Ridho et al., (2020) yang menyatakan bahwa kemampuan berfikir kritis siswa akan sulit untuk di kembangkan jika tidak menggunakan model yang berkaitan untuk melatih kemampuan berfikir kritis siswa.

Analisi materi dilakukan dengan menelaah konsep-konsep dari sifat-sifat cahaya dan alat-alat optik dan penerapannya, kemudian melakukan identifikasi permasalahan atau fenomena yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari yang terkait dengan materi sifat-sifat cahaya dan alat-alat optik. selanjutnya, di tentukan proyek-proyek sebagai solusi atau jawaban dari permasalahan tersebut. Dari analisis yang dilakukan di tentukan 5 proyek sesuai dengan indicator pada materi sifat cahaya dan alat-alat optik

TAHAP DESIGN

Berdasarkan hasil tahap analisis, dilakukan perancangan e-modul IPA berbasis PjBL-STEM pada materi sifat-sifat cahaya dan alat-alat optik serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Didalam e-modul terdapat 5 proyek, dimana setiap pembelajaran pada proyek dikemas berdasarkan sintak pada model PjBL-STEM.

e-modul pembelajaran IPA berbasis PjBL-STEM yang dikembangkan bertujuan untuk melatih kemampuan berfikir kritis siswa. Sehingga indicator-indikator kemampuan berfikir kritis yang diteliti akan diintegrasikan kedalam e-modul dan dalam proses pembelajaran PjBL-STEM dalam e-modul yang dikembangkan.

Pemilihan format e-modul pembelajaran IPA berbasis PjBL-STEM disesuaikan dengan kriteria modul yang dimodifikasi dari format Depdiknas (2008), yang meliputi 3 bagian utama, yaitu pendahuluan, isi, dan penutup. Dari hasil perancangan ini didapatkan draft 1 e-modul IPA berbasis PjBL-STEM. Berikut jabaran beberapa hasil perancangan e-modul berbasis PjBL-STEM.

Halaman sampul. memuat materi IPA dalam e-modul, judul e-modul, sasaran pengguna e-modul, kegunaan e-modul, integrasi STEM pada e-modul dan nama penulis. Materi IPA dalam e-modul adalah cahaya dan alat-alat optik. Dan judul modul yang dikembangkan adalah e-modul pembelajaran IPA berbasis PjBL-STEM.



Gambar 1. Halaman Sampul E- Modul Pembelajaran IPA Berbasis PjBL-STEM

Kompetensi dasar (KD) dan indikator pencapaian kompetensi, berupa KD pada materi cahaya dan alat-alat optik dan jabaran dari indikator pencapaian kompetensi.



Gambar 2. Kompetensi Dasar Dan Indikator Pada E-Modul

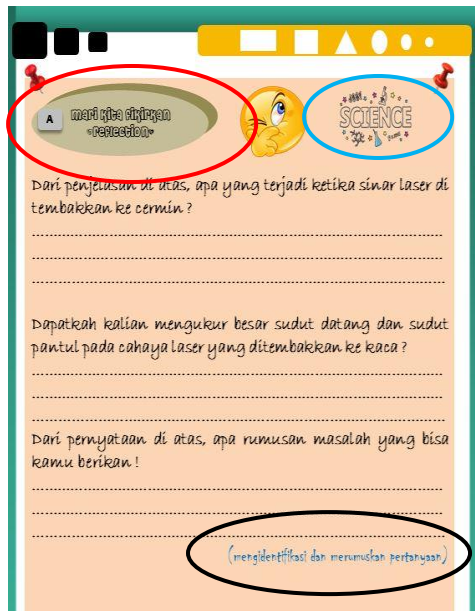
Halaman judul proyek, bagian ini memuat judul dan ilustrasi project yang akan dibuat dan dirancang oleh peserta didik nantinya. Salah satu rancangan proyek yang akan di buat oleh peserta didik



Gambar 3. salah satu halaman judul project

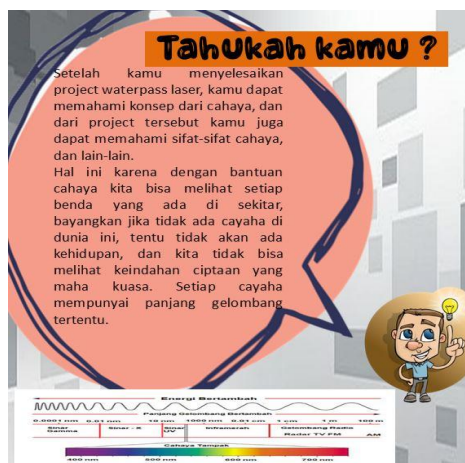
Kegiatan belajar, bagian ini terdapat materi dan kegiatan pembelajaran yang dikemas sesuai dengan sintaks PjBL-STEM, yaitu (1) Ayo Berpikir! (*Reflection*); (2) Asyiknya Meneliti! (*Research*); (3) Yes, Solusinya Ditemukan! Ayo Rancang Proyeknya! (*Discovery*); (4) Ayo Buat dan Uji Proyeknya! (*Application*); dan (5) Yuk, Presentasikan Hasil Proyekmu! (*Communication*) pada lingkaran merah. Rancangan salah satu tahap kegiatan belajar dalam modul PjBL-STEM dapat dilihat pada Gambar 4. Pada setiap judul tahapan kegiatan belajar, diberikan simbol aktivitas STEM (*Science, Technology, Engineering,*

Mathematics) pada lingkaran biru. Untuk Pengintegrasian pada indikator kemampuan berpikir kritis dapat dilihat dari tulisan berwarna biru dan dalam kurung yang terdapat pada lingkaran hitam.



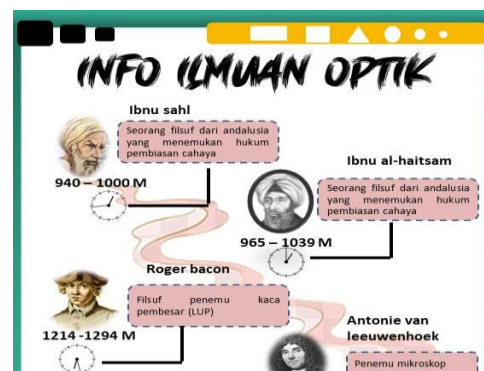
Gambar 4. Tahapan PjBL-STEM, integrasi STEM dan berfikir kritis pada e-modul

Tahukah kamu, pada bagian ini memuat informasi tambahan dan juga konsep yang sesuai dan berkaitan dengan proyek yang dibuat dengan tujuan menguatkan pemahaman siswa setelah menyelesaikan proyeknya dan juga aplikasi lain dari konsep materi pada pembelajaran yang sesuai dengan materi pada proyek yang dikerjakan siswa.



Gambar 5. Halaman Tahukah Kamu Pada Rancangan E-Modul

Info ilmuan optik berisi beberapa ilmuan yang sangat berpengaruh dalam perkembangan ilmu optik yang disusun berurutan dari awal sampai penemuan paling terkini dan dirasakan penemuan itu dalam bidang IPA.



Gambar 4.19 Info Ilmuan Optic Yang Terdapat Dalam E-Modul

Setelah tahap design dilakukan, peneliti juga merancang instrument penilaian terhadap e-modul untuk mengukur validitas e-modul yang telah dirancang pada draft I e-modul IPA berbasis PjBL-STEM. Intrumen yang dirancang dalam bentuk angket dengan penilaian menggunakan skala likert 4. Yaitu dengan jawaban Sangat Setuju (SS), Setuju (S) Kurang Setuju (KS), dan Tidak Setuju (S).

Butir-butir pertanyaan dalam instrument yang dirancang dimodifikasi dari angket dan disesuaikan dengan kebutuhan untuk validasi e-modul IPA berbasis PjBL-STEM. Untuk validasi materi terdiri dari 3 indikator penilain yaitu Kesesuaian Materi, Keakuratan Materi Dan Kemutakhiran Materi, yang terdiri dari 20 item pertanyaan, sedangkan untuk aspek pedagogik terdiri dari 5 indikator penilaian yaitu, Kesesuaian Kurikulum, Tingkat Perkembangan Peserta Didik, Penyajian Isi E-Modul, Dimensi PjBL-STEM Dan Kemampuan Berfikir Kritis. Hasil Belajar dan Penilaian, yang dalam intrumen ini terdapat 23

pertanyaan. Sedangkan untuk aspek media terdapat 3 indikator penilaian, diantaranya, Design Sampul, Design Isi, Kemanfaatan dengan 15 item pertanyaan.

TAHAP VALIDASI

Pada validasi pertama, validator akan melihat hasil dari *draft I* e-modul IPA berbasis PjBL-STEM yang telah di rancang dan memberikan masukan dan penilaian serta saran masukan untuk perbaikan e-modul.

Hasil dan saran yang diberikan oleh validator pada *draft I* e-modul pada setiap aspek penilaian disajikan pada tabel 3

Tabel 3. Saran dan masukan validator

No	Saran perbaikan validator	Bidang penilaian
1	Buatkan informasi awal pada bagian indentifikasi masalah, setelah itu baru diminta untuk membuat rumusan masalah mengenai topic pembahasan	Materi
2	Pada proyek 1, dibagian pengujian proyek lebih kepada sifat-sifat cahaya, bukan hukum snellius	
3	Untuk bagian analysis samakan denan hipotesis awal, agar sesuai dengan tujuan awal pada hipotesis	
4	Pada halaman 2, dijadikan pertanyaan saja untuk mengidentifikasi dan merumuskan masalah pada indicator berfikir kritis nya	
5	Tujuan pembelajaran dibuatkan berdasarkan jabaran indikator, bukan berdasarkan setiap aspek STEM	Pedagogik
6	Bagian "mari buat dan uji proyekmu" letakkna setelah pembuatan proyek	
7	Aspek berfikir kritis yang di integrasikan pada e-modul perlu	

	diperhatikan	
8	Layout/ background pada e-modul harus konsisten	Media
9	Font pada e-modul harus konsisten untuk setiap tulisan dari awal, jangan terlalu banyak jenis font	
10	Berikan link untuk setiap tutorial pembuatan proyek, agar siswa lebih mudah akses tutorialnya	
11	Setiap gambar, cantumkan sumber nya	

Setelah e-modul pembelajaran IPA berbasis PjBL-STEM direvisi dan diperbaiki sesuai saran dari validator, maka dilakukan validasi kedua, pada tahap ini validator memberikan penilaian pada instrumen yang diberikan. Data hasil validasi pada bidang materi, pedagogik, dan media pembelajaran dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil validasi oleh validator

No	Aspek penilaian	Skor hasil validasi	
		Rata-rata	kategori
1	Materi	3,79	Sangat valid
2	media Pembelajaran	3,67	Sangat valid
3	pedagogik	3,61	Sangat valid
Rata-rata hasil validasi		3,69	Sangat valid

Pada aspek materi pembelajaran, dari hasil validasi Permasalahan atau fonomena yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari disajikan pada e-modul IPA berbasis PjBL-STEM dapat menarik minat siswa dan mendorong mereka untuk memberikan solusi interaktif dan memikirkan bagaimana penyelesaian masalah tersebut yang nantinya akan dapat menumbuhkan sikap dan keterampilan berfikir kritis pada siswa. hal serupa juga didapatkan dari peneliti yang dilakukan Rizaldi et al., (2019) yang menyatakan bahwa kemampuan berfikir kritis

siswa dapat dikembangkan dan dilatih dengan memberikan permasalahan secara kontekstual yang sering terjadi dan sering diamati oleh siswa dalam kehidupan sehari-hari. Dan hasil yang sama juga ditunjukkan dari penelitian yang dilakukan oleh Ilmi & Lagiono, (2019) yang menyatakan bahwa, kemampuan berfikir kritis siswa dapat meningkat setelah memberikan pembelajaran yang berorientasi kepada pemecahan masalah yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari. Penyajian masalah atau fenomena yang relevan dengan kehidupan nyata siswa dapat membuat siswa tertarik dan mendorong siswa untuk mengkritisi pembelajaran yang sedang berlangsung dan memberikan pemecahan masalah yang dihadapi.

Untuk aspek pedagoik pada indikator hasil belajar dan penilaian mendapatkan skor 3,80 dengan kategori sangat valid, ini dikarenakan e-modul berbasis PjBL-STEM juga dapat melatih kognitif siswa dan juga meningkatkan motivasi belajar siswa dari pembelajaran yang bersifat kolaboratif. Hal senada disampaikan oleh Septiani et al., (2020) yang menyatakan bahwa pembelajaran dengan pendekatan STEM cocok untuk meningkatkan kemampuan literasi sains, motivasi, minat belajar siswa. dan hasil yang sama juga disamoakan dari penelitian yang dilakukan oleh Sulistiyono et al., (2021) yang menyatakan bahwa pembelajaran yang dipadukan dengan STEM dapat meningkatkan hasil belajar siswa.

Sedangkan untuk aspek media pembelajaran Skor tertinggi diperoleh pada indikator desain isi, hal ini karena unsur PjBL-STEM sudah sesuai dan lengkap, serta e-modul disusun secara sistematis. Serta penetapan gambar, ilustrasi dan lainnya sudah tepat pada e-modul. Nurhayati et al., (2021); Ramadhani & Mahardika, (2015) menyatakan bahwa e-modul akan sangat efektif dan tepat ketika penyuasanya secara urut dan sistematis berdasarkan dari kajian materi yang akan disajikan. Hal yang sama juga disampaikan oleh Ratnasari (2021), yaitu

bahan ajar yang menggunakan pemilihan warna, gambar, dan desain yang menarik dan proporsional

Dari hasil validasi keseluruhan yang telah dijabarkan dapat disimpulkan bahwa e-modul pembelajaran IPA berbasis PjBL-STEM dengan kategori sangat valid untuk aspek penilaian pada bidang materi, pedagogik dan media pembelajaran. Setelah direvisi maka dihasilkan draft II untuk e-modul IPA berbasis PjBL-STEM.

TAHAP UJI PRAKTIKALITAS

Uji praktikalitas yang dilakukan oleh peneliti pada dua sudut pandang, yaitu dari sudut pandang siswa, dan juga dari sudut pandang guru sebagai pengguna e-modul IPA berbasis PjBL-STEM. Ada 15 orang siswa sebagai partisipan yang mengisi angket, dan 5 orang guru diminta untuk mengisi angket respon guru guna melihat hasil praktikalitas dari e-modul IPA berbasis PjBL-STEM.

Tabel 6. Hasil uji praktikalitas berdasarkan respon guru dan siswa

Rata-rata respon guru	Rata-rata respon siswa	Rata-rata keseluruhan	kategori
3,77	3,55	3,66	Sangat praktis

Dari hasil respon guru dan siswa dapat dilihat bahwa rata-rata hasil respon siswa mendapatkan skor sebesar 3,55 dengan kategori sangat praktis, yang artinya e-modul pembelajaran IPA beebasis PjBL-STEM sudah baik digunakan sebagai bahan ajar siswa dari aspek daya tarik, kemudahan penggunaan, dan manfaat e-modul dalam pembelajaran.

Untuk respon guru mendapatkan skor rata-rata 3,77 dengan kategori sangat praktis. Respon guru membuktikan bahwa e-modul IPA berbasis PjBL-STEM sudha praktis dari segi ketertarikan terhadap e-modul, materi e-modul berbasis PjBL-STEM, dan bahasa yang digunakan mudah difahami. Dari hasil respon guru di dapatkan aspek bahasa mendapatkan nilai paling tinggi yaitu 3,88 dengan kategori

sangat praktis, hal ini dapat dimaknai bahwa bahasa yang digunakan dalam E-modul IPA sederhana dan mudah dimengerti, dan juga mudah difahami. Hal senada juga disampaikan oleh Prastowo, (2014) yang menyatakan bahwa bahan ajar yang disusun secara sistematis dengan bahasa yang sesuai dengan usianya akan membuat bahan ajar tersebut mudah di pelajari dan difahami oleh siswa secara mandiri atau guru hanya membimbing sedikit saja.

Berdasarkan penjabaran dari hasil respon siswa dan guru diatas dapat disimpulkan bahwa e-modul pembelajaran IPA berbasis PjBL-STEM layak dan praktis untuk digunakan dalam pembelajaran IPA untuk menumbuhkan minat dan meningkatkan kemampuan berfikir kritis siswa.

PENUTUP

Penelitian ini merupakan penelitian *research and development* (RnD) dengan model ADDIE. Prosedur pengembangan e-modul IPA berbasis PjBL-STEM mengikuti alur (1) *Analysis*, (2) *Design*, (3) *Development*, (4) *Implementation*, dan (5) *Evaluation* atau evaluasi.

Berdasarkan uji validitas yang dilakukan oleh 3 orang validator diperoleh rata-rata untuk ketiga aspek penilaian materi, pedagogik, media sebesar 3,69 dengan kategori sangat valid. Sedangkan untuk respon guru dan siswa memperoleh skor rata-rata 3,66 dengan kategori sangat praktis, yang artinya e-modul IPA berbasis PjBL-STEM yang dikembangkan sudah valid dan praktis, dan siap untuk di implementasikan guna meningkatkan minat dan kemampuannya berfikir kritis siswa.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, saran peneliti untuk peneliti selanjutnya sebagai berikut.

1. Guru atau peneliti lainnya dapat melakukan penelitian lanjutan mengenai efektivitas dari e-modul IPA berbasis PjBL-STEM. Mengingat penelitian ini hanya sampai tahap development dengan melakukan uji validitas dan efektifitas dari e-modul yang sudah di rancang.
2. Temaun dalam penelitian ini diharapkan

dapat menjadi rujukan bagi peneliti lainnya atau pembaca, untuk dijadikan literatur penelitian terkait.

3. Penelitian ini diharapkan menjadi rujukan bagi sekolah untuk meningkatkan kreatifitas guru dalam merancang pembelajaran dan bahan ajar yang menarik agar dapat menumbuhkan minat dan kemampuan abad 21 peserta didik.
4. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi pemegang kebijakan (pemerintah) dalam hal pengembangan bahan ajar yang dapat mengakomodir system pembelajaran yang menggunakan fasilitas pada era pembelajaran era 4.0

REFERENCES

- Akinoglu, O., & Baykin, Y. (2015). Raising critical thinkers: Critical thinking skills in secondary social studies curricula in Turkey. *Anthropologist*. <https://doi.org/10.1080/09720073.2015.11891765>
- Arikunto, S. (2021). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan Edisi 3* - Google Books. In *Bumi Aksara*.
- Beers, S. Z. (n.d.). *21 st Century Skills: Preparing Students for THEIR Future*. 1–6.
- Choy, S. C., & Cheah, P. K. (2009). Teacher perceptions of critical thinking among students and its influence on higher education. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*.
- Depdiknas. (2008). *Penulisan Modul*. In *Penulisan Modul*.
- Facione, P. a. (2011). *Critical Thinking: What It Is and Why It Counts*. *Insight Assessment, ISBN 13: 978-1-891557-07-1.*, 1–28. <https://www.insightassessment.com/CT-Resources/Teaching-For-and-About-Critical-Thinking/Critical-Thinking-What-It-Is-and-Why-It-Counts/Critical-Thinking-What-It-Is-and-Why-It-Counts-PDF>
- Ferdianto, F., Setiyani, & Nurulfatwa, D. (2019). 3D page flip professional: Enhance of representation mathematical ability on linear equation in one variable. *Journal of Physics: Conference Series, 1188(1)*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1188/1/012043>
- Gulistan Mohammed Saido, Saedah Siraj, Abu

- Bakar Nordin, & Omed Saadallah Al Amedy. (2015). Higher Order Thinking Skills Among Secondary School Students in Science Learning. *The Malaysian Online Journal of Educational Science*.
- Han, S., Yalvac, B., Capraro, M. M., & Capraro, R. M. (2015). In-service teachers' implementation and understanding of STEM project based learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(1), 63–76. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1306a>
- Ilmi, M., & Lagiono. (2019). Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Hasil Belajar Kognitif dan Berpikir Kritis Siswa Kelas X MIA SMAN 2 Kandungan Pada Konsep Ekosistem. *Jurnal Pendidikan Hayati*.
- Kadi, T., & Awwaliyah, R. (2017). Inovasi Pendidikan: Upaya Penyelesaian Problematika Pendidikan Di Indonesia. *Jurnal Islam Nusantara*, 1(2), 144–155. <https://doi.org/10.33852/jurnalin.v1i2.32>
- Kalelioğlu, F., & Gülbahar, Y. (2013). The effect of instructional techniques on critical thinking and critical thinking dispositions in online discussion. *Educational Technology and Society*.
- Khoirudin, M. (2019). Pengembangan Modul Pembelajaran IPA Biologi Berbasis Scientific Approach Terintegrasi Nilai Keislaman Pada Materi Interaksi Antar Makhluk Hidup Dengan Lingkungan. *IJIS Edu: Indonesian Journal of Integrated Science Education*. <https://doi.org/10.29300/ijisedu.v1i1.1403>
- Kurniawati, T. D., Akhdinirwanto, R. W., & Fatmaryanti, S. D. (2021). Pengembangan E-Modul Menggunakan Aplikasi 3D PageFlip Professional Untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik. *Jurnal Inovasi Pendidikan Sains (JIPS)*, 2(1), 32–41. <https://doi.org/10.37729/jips.v2i1.685>
- Kusumastuti, R. P., Rusilowati, A., & Nugroho, S. E. (2019). Pengaruh Keterampilan Berpikir Kritis Terhadap Literasi Sains Siswa. *UPEJ Unnes Physics Education Journal*, 8(3), 254–261.
- Meishanti, O. P. Y., & Maknun, M. J. (2021). Pengembangan E-Modul Berbasis Stem (Science Teknologi Engineering and Mathematic) Materi Sistem Pernapasan. *Eduscope*, 7(1), 44–48.
- Michael Molenda. (2015). IN SEARCH OF THE ELUSIVE ADDIE MODEL. *Performance Improvement*.
- Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H. H., Tank, K. M., Glancy, A. W., & Roehrig, G. H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In *Engineering in Pre-College Settings: Synthesizing Research, Policy, and Practices*. <https://doi.org/10.2307/j.ctt6wq7bh.7>
- Nugraha, A. J., Suyitno, H., & Susilaningsih, E. (2017). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Ditinjau dari Keterampilan Proses Sains dan Motivasi Belajar melalui Model PBL. *Journal of Primary Education*, 6(1), 35–43.
- Nurhayati, E., Andayani, Y., & Hakim, A. (2021). PENGEMBANGAN E-MODUL KIMIA BERBASIS STEM DENGAN PENDEKATAN ETNOSAINS Development of Stem-Based Chemical E-Modules with Etnoscience Approach. *Chemistry Education Practice*.
- OECD. (2017). PISA 2015 Results (Volume IV). In *Oecd*.
- OECD. (2019). OECD Multilingual Summaries PISA 2018 Results (Volume I) What Students Know and Can Do. *OECD Publishing*.
- Onsee, P., & Nuangchalerm, P. (2019). Developing Critical Thinking of Grade 10 Students through Inquiry-Based STEM Learning. *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran IPA*, 5(2), 132. <https://doi.org/10.30870/jppi.v5i2.5486>
- Prastowo, A. (2014). Panduan kreatif membuat bahan ajar inovatif: Menciptakan metode pembelajaran yang menarik dan menyenangkan [A creative guide to create innovative teaching materials: Creating interesting and fun learning methods]. In *Diva Press*.
- Ramadhani, W. P., & Mahardika, I. K. (2015). Kefrafikaan Modul Pembelajaran Fisika Berbasis Multirepresentasi. In *Seminar Nasional Fisika dan Pembelajarannya*.
- Ridho, S., Ruwiyatun, R., Subali, B., & Marwoto, P. (2020). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pokok Bahasan Klasifikasi Materi dan Perubahannya. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 6(1), 10–15. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v6i1.194>
- Rizaldi, D. R., Makhrus, M., & Doyan, A.

- (2019). Analisis Tingkat Kemampuan Berpikir Kritis Dengan Model Perubahan Konseptual Ditinjau Dari Gaya Belajar Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*.
<https://doi.org/10.29303/jpft.v5i1.794>
- Santoso, S. H., & Mosik, M. (2019). *Unnes Physics Education Journal Kefektifan LKS Berbasis STEM (Science , Technology , Engineering and Mathematic) untuk*. 8(3).
- Sari, F. K., Farida, F., & Syazali, M. (2016). Pengembangan Media Pembelajaran (Modul) berbantuan Geogebra Pokok Bahasan Turunan. *Al-Jabar: Jurnal Pendidikan Matematika*.
<https://doi.org/10.24042/ajpm.v7i2.24>
- Septiani, I., Lesmono, A. D., & Harimukti, A. (2020). ANALISIS MINAT BELAJAR SISWA MENGGUNAKAN MODEL PROBLEM BASED LEARNING DENGAN PENDEKATAN STEM PADA MATERI VEKTOR DI KELAS X MIPA 3 SMAN 2 JEMBER. *JURNAL PEMBELAJARAN FISIKA*.
<https://doi.org/10.19184/jpf.v9i1.17969>
- Sugiono, P. D. (2014). Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif Dan R&D. In *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif Dan R&D*.
- Sulistiyono, E., Pangestu, W. T., Rias, P., Pendidikan, W., Sekolah, G., Stkip, D., & Ngawi, M. (2021). Efektivitas Pembelajaran STEM (Science, Technology, Engineering And Mathematic) Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa di Masa Pandemi Covid-19. *Ejournal.Unma.Ac.Id*.
- Widoyoko, E. P. (2016). Teknik Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian. Yogyakarta. In *Yogyakarta: Pustaka Pelajar*.
- Wilujeng, I. (2017). IPA Terintegrasi Dan Pembelajaran. *Universitas Negeri Yogyakarta*.
- Yasir, A. H., & Alnoori, .Prof. Bushra Saadoon Mohammed. (2020). Teacher Perceptions of Critical Thinking among Students and Its Influence on Higher Education. *International Journal of Research in Science and Technology*, 10(4), 198–206.
<https://doi.org/10.37648/ijrst.v10i04.002>
- Zubaidah, S. (2020). *Keterampilan Abad Ke-21: Keterampilan yang Diajarkan Melalui Pembelajaran. Online. December 2016*.
-