



PENGEMBANGAN E-MODUL IPAS BERBASIS AR DAN *DISCOVERY LEARNING* UNTUK BERPIKIR KRITIS SISWA SD

Dewi Wardha Cesssy Frastriwi^{1*}, Mintohari²

^{1*2}Pendidikan guru Sekolah dasar, Universitas Negeri Surabaya

Article Info

Dikirim 6 April 2025

Revisi 18 April 2025

Diterima 27 April 2025

Abstract

This study aims to develop an IPAS e-module based on *Augmented Reality* with *Discovery Learning* for plant body parts material to enhance critical thinking skills in fourth-grade elementary school students. The research was motivated by the limited availability of innovative teaching materials that can facilitate the improvement of critical thinking skills. Employing an R&D methodology with the ADDIE model, the study was conducted on 29 fourth-grade students at SDN Gading VII Surabaya. The results indicate that the e-module is highly valid (e-module validity 94.2% and material validity 93.3%) and very practical (teacher questionnaire 95.7% and student questionnaire 94%). Furthermore, this e-module also proved effective in enhancing critical thinking skills, evidenced by a significant increase between pre-test and post-test scores, where 89.6% of students achieved learning mastery and the N-gain score was 0.72 (high category). In conclusion, this e-module holds great potential as an educational innovation to facilitate conceptual understanding and cultivate critical thinking skills in elementary school students.

Kata kunci:

E-modul, Augmented Reality, bagian tubuh tumbuhan, discovery learning, keterampilan berpikir kritis

Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengembangkan e-modul IPAS berbasis *Augmented Reality* dengan *Discovery Learning* untuk materi bagian tubuh tumbuhan guna meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa kelas IV SD. Latar belakang penelitian ini adalah terbatasnya bahan ajar inovatif yang dapat memfasilitasi peningkatan keterampilan berpikir kritis. Menggunakan metode R&D model ADDIE, penelitian dilakukan pada 29 siswa kelas IV SDN Gading VII Surabaya. Hasil penelitian menunjukkan e-modul sangat valid (validitas e-modul 94,2% dan validitas materi 93,3%) dan sangat praktis (angket guru 95,7% dan angket siswa 94%). Selain itu, e-modul ini juga terbukti efektif meningkatkan keterampilan berpikir kritis, dibuktikan dengan peningkatan signifikan antara pre-test dan post-test, di mana 89,6% siswa mencapai ketuntasan belajar dan nilai N-gain 0,72 (kategori tinggi). Sebagai simpulan, e-modul ini berpotensi besar sebagai inovasi pembelajaran untuk memfasilitasi pemahaman konsep dan mengasah keterampilan berpikir kritis siswa SD.

This is an open-access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Penulis Korespondensi:

Dewi Wardha Cessy Frastriwi

dewi.21199@ms.unesa.ac.id

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi dalam beberapa dekade terakhir telah meresap ke hampir seluruh aspek kehidupan manusia, mengubah cara kita berinteraksi, belajar, bekerja, dan berpikir. Perkembangan pesat di bidang komunikasi dan informasi, khususnya dengan munculnya internet, smartphone, komputer, serta berbagai perangkat lunak dan aplikasi pendidikan, telah membawa perubahan signifikan di sektor pendidikan (Raharja, 2019; Myori et al., 2019). Teknologi digital ini memungkinkan akses dan pengolahan informasi secara lebih mudah dan cepat, merevolusi metode pengajaran tradisional menjadi lebih fleksibel dan interaktif..

Berbagai jenis teknologi, mulai dari *Information and Communication Technology* (ICT), *Artificial Intelligence* (AI), hingga *Augmented Reality* (AR) dan *Virtual Reality* (VR), turut berkontribusi pada transformasi ini. ICT telah membuka gerbang menuju informasi dalam jumlah besar hanya dengan beberapa klik, sementara AI dan machine learning menyediakan sistem yang mampu belajar dan beradaptasi. Teknologi AR dan VR, di sisi lain, menawarkan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan imersif (Arici et al., 2021). Integrasi teknologi dalam pendidikan, terutama melalui platform pembelajaran daring, telah memperluas akses pendidikan, mengatasi batasan geografis, dan memperkaya sumber belajar (Latip et al., 2024). Teknologi juga mendukung pembelajaran individual, memungkinkan peserta didik belajar sesuai kecepatan dan kemampuannya sendiri. Wang et al. (2021) menekankan bahwa teknologi dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran dengan menyediakan media interaktif yang membangkitkan minat peserta didik.

Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial (IPAS) di jenjang Sekolah Dasar (SD) memegang peranan krusial dalam membentuk kompetensi dasar peserta didik mengenai konsep-konsep ilmiah dan fenomena alam. Pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran IPAS dapat meningkatkan efektivitas melalui visualisasi yang jelas, simulasi interaktif, dan eksperimen virtual. Mustakim (2020) menyoroti bahwa penggunaan video pembelajaran interaktif dan aplikasi simulasi dalam IPAS terbukti mampu meningkatkan pemahaman dan minat siswa terhadap sains.

Lebih dari itu, pembelajaran IPAS juga bertujuan untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis. Keterampilan ini meliputi kemampuan menganalisis informasi secara objektif, memahami hubungan sebab-akibat, mengevaluasi bukti, dan membuat keputusan berdasarkan fakta (Primayana, 2019). Keterampilan berpikir kritis sangat esensial agar siswa dapat menguasai konsep ilmiah secara lebih luas dan memecahkan masalah secara logis.

Salah satu pendekatan pengajaran yang terbukti efisien dalam memacu keterampilan berpikir kritis adalah *Discovery Learning*. Melalui metode ini, siswa terlibat aktif dalam proses menemukan solusi untuk permasalahan kontekstual. Diskusi kelompok dan debat juga dapat mengembangkan kemampuan siswa dalam mengevaluasi berbagai argumen. Dalam konteks ini, teknologi, melalui simulasi dan eksperimen virtual, dapat membantu siswa menguji berbagai hipotesis dan memahami hasilnya secara langsung. Dengan model *Discovery Learning*, siswa diharapkan aktif mengamati fenomena di sekitar mereka, memicu rasa ingin tahu, dan secara mandiri mencari kebenaran, serta mengembangkan penalaran dan komunikasi ilmiah.

Meskipun potensi teknologi dalam pendidikan sangat besar, implementasinya dalam pembelajaran IPAS di sekolah dasar masih menghadapi berbagai tantangan. Studi pendahuluan yang diujicobakan pada empat SD di Surabaya dan Gresik (SDN Gading VII Surabaya, SDN Pacar Keling IX Surabaya, SDN Patut Gede I/94 Surabaya, dan SDN II Sidokumpul Gresik) mengungkapkan bahwa pembelajaran masih dominan mengandalkan buku paket dan metode ceramah. Pemanfaatan teknologi, jika ada, seringkali terbatas pada video pembelajaran sesekali melalui proyektor, menyebabkan siswa cepat bosan karena minimnya visual dan interaktivitas, yang pada gilirannya berdampak pada kurang optimalnya pemahaman dan hasil belajar mereka. Guru juga mengakui jarang menggunakan bahan ajar inovatif dan belum familiar dengan materi ajar berbasis augmented reality, yang mengindikasikan adanya kendala dalam penggunaan teknologi pembelajaran.

Lebih lanjut, hasil tes keterampilan berpikir kritis siswa pada materi "Bagian Tubuh Tumbuhan" menunjukkan persentase jawaban benar yang rendah pada beberapa indikator kunci ditunjukkan dengan hasil tes keterampilan berpikir kritis dalam tabel indikator dibawah ini.

Tabel 1. Presentase Jawaban Benar Tiap Indikator

Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	SDN Gading VII Surabaya	SDN Pacar Keling IX Surabaya	SDN Patut Gede I/94	SDN 2 Sidokumpul Gresik
Memfokuskan pertanyaan	18,75%	17,24%	20,59%	22,22%
Menganalisis argument	78,125%	82,75%	91,17%	75%
Bertanya dan menjawab pertanyaan klarifikasi	21,88%	20,69%	23,53%	41,6%
Mempertimbangkan apakah sumber dapat dipercaya atau tidak	84,375%	93,10%	82,35%	77,7%
Mengobservasi dan mempertimbangkan hasil observasi	25%	24,14%	38,25%	27,78%
Membuat dan mempertimbangkan hasil deduksi	75%	72,41%	85,29%	88,8%
Membuat dan mempertimbangkan hasil induksi	15,62%	20,69%	17,65%	19,44%
Membuat dan mempertimbangkan nilai keputusan	90,625%	75,86%	73,52%	91,6%
Mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan definisi	71,875%	68,96%	82,35%	86,1%
Mengidentifikasi asumsi	12,5%	17,24%	20,59%	16,67%
Menentukan tindakan	81,25%	65,51%	70,58%	83,3%
Berinteraksi dengan orang lain	75%	89,65%	88,23%	84,4%

Data ini mengindikasikan adanya keterbatasan sumber belajar yang dapat melatih siswa berpikir kritis dan belum optimalnya penggunaan teknologi dalam proses pembelajaran, meskipun teknologi sudah tersedia. Guru juga menyampaikan keterbatasan alat evaluasi yang tepat untuk mengukur keterampilan berpikir kritis siswa, serta kurangnya strategi proses belajar mengajar yang efektif dan evaluasi mendalam, yang menjadi alasan kuat mengapa bahan ajar inovatif belum banyak dimanfaatkan.

Kesenjangan ini menjadi kebutuhan untuk pengembangan e-modul berbasis *Augmented Reality* (AR). E-modul berbasis AR merupakan inovasi yang menjanjikan dalam pengembangan bahan ajar, dengan kemampuan menampilkan materi pembelajaran secara menarik dan interaktif, serta memfasilitasi interaksi langsung dengan objek tiga dimensi (Arici et al., 2019; Mylonas et al., 2019). Meskipun demikian, tantangan seperti kebutuhan akan perangkat keras yang memadai dan pelatihan guru untuk mengoperasikannya masih ada (Hariyono et al., 2024). Kelebihan utama e-modul berbasis AR adalah kemampuannya menciptakan pengalaman belajar yang lebih nyata dan mendalam, mendukung pembelajaran individual, dan mendorong kolaborasi siswa.

METODE

Penelitian ini memakai metode penelitian dan pengembangan atau *Research and Development* (R&D). Dan memakai model ADDIE. Model ADDIE dipilih karena mempunyai tahapan yang sistematis, sederhana, dan efektif. Lima tahapan dalam model ADDIE mencakup Analisis (*analyze*), perencanaan (*design*), pengembangan (*development*), implementasi (*implementation*), dan evaluasi (*evaluation*).

Tahap pertama, analisis yang melibatkan sejumlah aktivitas penting, yakni analisis materi, analisis siswa, analisis hambatan yang ada, analisis kebutuhan siswa. Tahap kedua, desain yang bertujuan guna merancang rencana yang terstruktur, sistematis, dan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran guna mencapai hasil yang optimal. Tahap ketiga, pengembangan guna menghasilkan dan memvalidasi produk yang telah direncanakan berdasarkan rancangan yang telah ditetapkan, selanjutnya produk akan divalidasi oleh dosen atau ahli terkait. Tahap keempat, implementasi tujuan untuk melaksanakan atau menerapkan rancangan pembelajaran yang telah disusun sebelumnya dalam pembelajaran secara langsung. Tahap kelima, evaluasi guna melihat seberapa valid, seberapa efektif, dan seberapa praktis pengembangan e-modul.

Instrumen dan Teknik Analisis Data

Tiga jenis instrumen digunakan untuk mengumpulkan data dalam penelitian ini: lembar validasi, lembar angket, dan lembar tes.

Tabel 2. Instrumen Penelitian dan Teknik Analisis Data

Instrumen Penelitian	Tujuan Penggunaan	Bentuk Instrumen	Responden/ Subjek	Teknik Analisis Data
Lembar Validasi	Menguji kevalidan e-modul (media dan materi)	Skala Likert	Validator (Dosen Ahli Media dan Materi)	Dapat dilakukan dengan menghitung nilai persentase dari skala likert pada lembar validasi melalui rumus sebagai berikut: $P = \frac{\sum \text{Skor yang diperoleh}}{\sum \text{Skor maksimal}} \times 100\%$
Lembar Angket	Menguji kepraktisan e-modul	Skala Likert	Guru dan Siswa kelas IV SDN Pacar Keling IX Surabaya (uji skala kecil) dan SDN Gading VII Surabaya (uji skala besar)	hasil angket yang berupa skala likert dapat dihitung dengan menggunakan rumus persentase sebagai berikut: $P = \frac{\sum \text{Skor yang diperoleh}}{\sum \text{Skor maksimal}} \times 100\%$
Lembar Tes	Menguji	10 soal	29 siswa	Dalam penelitian ini, data tes dianalisis

keefektifan e-modul dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis	pilihan ganda (Pre-test dan Post-test)	kelas IV SDN Gading VII Surabaya	<p>dengan menggunakan nilai ketuntasan ≥ 75. Rumus yang digunakan dalam menghitung persentase ketuntasan belajar siswa adalah sebagai berikut:</p> $P = \frac{\text{Jumlah siswa yang mendapatkan nilai} \geq 75}{\text{Jumlah seluruh siswa}} \times 100\%$ <p>Kemudian, guna mengetahui ada tidaknya peningkatan dari hasil <i>pre-test</i> dan <i>post-test</i>, maka dapat dihitung dengan menggunakan rumus analisis N-Gain, sebagai berikut:</p> $N\text{-Gain} = \frac{\text{skor posttest} - \text{skor pretest}}{\text{skor maksimal} - \text{skor pretest}}$
---	--	----------------------------------	--

Hasil

Hasil analisis data temuan yang terkumpul dalam penelitian pengembangan e-modul IPAS Berbasis *Augmented Reality* Materi Bagian Tubuh Tumbuhan dengan *Discovery Learning* Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir kritis Di Kelas IV Sekolah Dasar disajikan sebagai berikut :

1. Kevalidan e-modul

a. Uji validasi e-modul

Hasil uji validasi menunjukkan bahwa e-modul ini memiliki kriteria Sangat Valid.

Tabel 3. Hasil Uji Validasi E-Modul

Aspek Validasi	Presentase Kevalidan	Kriteria
E-Modul	94,2%	Sangat Valid
Materi	93,3%	Sangat Valid

Terdapat saran perbaikan kecil pada e-modul terkait penambahan tombol navigasi dan perbaikan tata bahasa, sementara tidak ada saran perbaikan untuk materi.

2. Kepraktisan e-modul

E-modul ini memperoleh kriteria Sangat Praktis berdasarkan respon guru dan siswa.

Tabel 4. Hasil Angket Kepraktisan E-Modul

Responden	Uji Skala Kecil (SDN Pacar Keling IX Surabaya)	Uji Skala Besar (SDN Gading VII Surabaya)
Guru	90,4% (Sangat Praktis)	94% (Sangat Praktis)
Siswa	84,2% 9 (Sangat Praktis)	95,7% (Sangat Praktis)

Adapun saran yang diberikan oleh guru yaitu e-modul bisa dibagikan atau disebar luaskan kepada guru lain untuk pembelajaran karena media sudah bagus dan

lebih mudah siswa untuk memahami pembelajaran, tetapi ada beberapa penulisan yang perlu direvisi. Sementara saran dari peserta didik yaitu mengenai ukuran font pada e-modul yang kurang besar.

3. Keefektifan e-modul

E-modul terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa, ditinjau dari ketuntasan belajar dan nilai N-Gain.

Tabel 5. Analisis Hasil Pre-test dan Post-test

No.	Nama	Nilai		Peningkatan	Skor Ideal- Pre-test	N-Gain	Keterangan
		Pre-test	Post-test				
1	AAK	30	80	50	70	0,71	Tinggi
2	ASPA	50	70	20	50	0,4	Sedang
3	AKZS	40	80	40	60	0,66	Sedang
4	AI	40	100	60	60	1	Tinggi
5	ASHH	40	70	30	60	0,5	Sedang
6	APP	50	90	40	50	0,8	Sedang
7	ANP	80	100	20	20	1	Tinggi
8	AZU	20	80	60	80	0,75	Tinggi
9	ES	70	100	30	30	1	Tinggi
10	FA	60	90	30	40	0,75	Tinggi
11	HAPS	50	100	50	50	1	Tinggi
12	HS	70	80	10	30	0,33	Sedang
13	JPA	60	80	20	40	0,5	Sedang
14	LF	50	90	40	50	0,8	Tinggi
15	MK	30	90	60	70	0,85	Tinggi
16	MHJ	40	90	50	60	0,83	Tinggi
17	MP	40	80	40	60	0,66	Sedang
18	MADA	50	80	30	50	0,6	Sedang
19	MREP	30	100	70	70	1	Tinggi
20	MDP	60	70	10	40	0,25	Rendah
21	NRPA	30	80	50	70	0,71	Tinggi
22	NTA	50	80	30	50	0,6	Sedang
23	NAO	60	80	20	40	0,5	Sedang
24	SA	50	90	40	50	0,8	Tinggi
25	SARAM	40	80	40	60	0,66	Sedang
26	VTs	60	100	40	40	1	Tinggi
27	VAA	40	80	40	60	0,66	Sedang
28	VKH	50	90	40	50	0,8	Tinggi
29	ZN	60	90	30	40	0,75	Tinggi
Rata-rata		48,27586	85,86207	37,58621	51,72413793	0,726666667	Peningkatan Tinggi

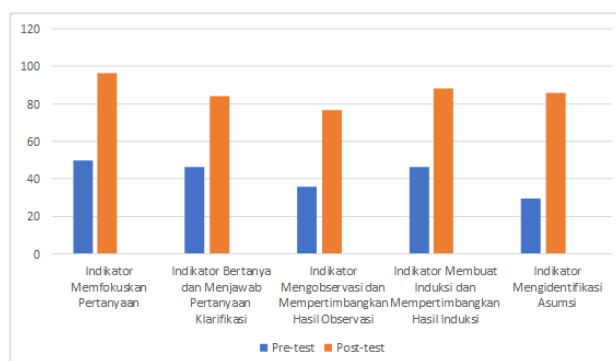
Berdasarkan hasil pemaparan dari tabel di atas, demikian bisa diketahui bahwa masing-masing siswa mengalami peningkatan nilai yang berbeda-beda. Sebanyak 89,6% siswa mencapai ketuntasan belajar yang dikategorikan "Sangat Baik". Nilai rata-rata N-Gain yang diperoleh adalah 0,72, termasuk dalam kategori "Peningkatan Tinggi".

Hal ini mengindikasikan adanya perbedaan signifikan antara nilai pre-test (rata-rata 48,27) dan post-test (rata-rata 85,86), menunjukkan pengaruh nyata dari penggunaan e-modul. Kemudian, apabila dilihat dari hasil data persentase skor per indikator dari jawaban benar pre-test dan post-test:

Tabel 6. Data Presentase Rata-rata Skor Per Indikator

Indikator	Pretest (%)	Posttest (%)	Peningkatan (%)
Memfokuskan pertanyaan	50.00%	96.50%	46.50%
Bertanya dan menjawab pertanyaan klarifikasi	46.50%	84.50%	38.00%
Mengobservasi dan mempertimbangkan hasil observasi	36.00%	76.00%	40.00%
Membuat dan mempertimbangkan hasil induksi	46.50%	88.00%	41.50%
Mengidentifikasi asumsi	29.50%	86.00%	56.50%

Berdasarkan hasil tabel di atas, maka dapat diketahui bahwa peningkatan paling signifikan terlihat pada indikator "Mengidentifikasi asumsi" sebesar 56.5%, menunjukkan bahwa e-modul secara efektif membantu siswa dalam mengenali dan menganalisis asumsi dalam suatu informasi. Indikator "Memfokuskan pertanyaan" juga mengalami peningkatan tinggi sebesar 46.5%, mengindikasikan kemampuan siswa dalam merumuskan pertanyaan inti semakin terasah. Peningkatan pada indikator "Mengobservasi dan mempertimbangkan hasil observasi" (40%), "Membuat dan mempertimbangkan hasil induksi" (41.5%), serta "Bertanya dan menjawab pertanyaan klarifikasi" (38%) menunjukkan bahwa e-modul mampu memfasilitasi siswa dalam proses penyelidikan, penalaran, dan komunikasi ilmiah secara lebih mendalam. Seluruh indikator keterampilan berpikir kritis mengalami peningkatan signifikan dari *pre-test* ke *post-test*. Berdasarkan data presentase rata-rata skor per indikator diatas maka dapat dilihat pada grafik dibawah ini :



Gambar 1. Grafik Peningkatan Indikator Keterampilan Berpikir Kritis pada *Pre-test* dan *Post-test*

Maka demikian, bisa disimpulkan bahwa pembelajaran dengan menerapkan e-modul IPAS berbasis *Augmented Reality* membantu siswa untuk memahami konsep serta materi pembelajaran sehingga mampu memberikan pengaruh besar terhadap meningkatnya keterampilan berpikir kritis siswa.

PEMBAHASAN

Penelitian ini mengembangkan dan mengimplementasikan e-modul IPAS berbasis *Augmented Reality* (AR) pada materi bagian tubuh tumbuhan untuk siswa kelas IV SD, bertujuan memperdalam pemahaman konsep dan meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Proses pengembangan ini berpedoman pada model ADDIE (analisis, desain, pengembangan, implementasi dan evaluasi) yang dikemukakan oleh Brach (2010), memastikan pendekatan yang sistematis dan terstruktur dalam penciptaan produk pembelajaran.

Pada tahap analisis, mengumpulkan informasi yang akan digunakan untuk dasar dalam menentukan kebutuhan peserta didik. Tahap ini dimulai dengan pengamatan dasar untuk memahami kondisi awal pada lapangan. Peneliti telah melaksanakan observasi dan menemukan bahwa diperlukan bahan ajar yang kontekstual, inovatif, berbasis teknologi dan meningkatkan keterampilan berpikir kritis. (Putri Hariyati & Rachmadyanti, 2022) menyatakan sumber belajar yang sudah jadi sering kali kurang menarik dan kurang relevan dengan kebutuhan belajar siswa. Oleh karena itu, pengembangan e-modul berbasis *Augmented Reality* dengan fitur interaktif seperti teks, gambar, video, dan animasi 3D serta kuis menjadikan solusi. Harapannya e-modul ini akan meningkatkan semangat belajar siswa dan berdampak positif pada kegiatan belajar. E-modul dapat mendorong pembelajaran mandiri yang melibatkan peserta didik secara aktif dan memberikan solusi yang baik terhadap peningkatan proses pembelajaran.

Tahap desain berfokus pada integrasi materi bagian tubuh tumbuhan dengan animasi 3D untuk memfasilitasi pemahaman dan merangsang berpikir kritis, serta penyusunan instrumen *pre-test* dan *post-test*. Pada tahap pengembangan, konten e-modul dipadukan dengan unsur animasi 3D dan prinsip multimedia, kemudian divalidasi oleh dosen PGSD Universitas Negeri Surabaya. E-modul yang dikembangkan menunjukkan validitas tinggi. Hasil validasi ahli e-modul mencapai 94% dengan kriteria

"Sangat Valid" (Akbar, 2013), dan validasi ahli materi 93% dengan kriteria "Sangat Valid" (Akbar, 2013). Tingginya kevalidan ini menegaskan bahwa e-modul siap untuk diimplementasikan dan diuji coba lebih lanjut.

Pada tahap implementasi, Aspek kepraktisan e-modul juga sangat baik. Hasil angket guru menunjukkan persentase 95% (uji luas) dan 84% (uji terbatas), keduanya dalam kategori "Sangat Praktis" (Riduwan, 2012). Respons siswa juga positif, dengan persentase 94% (uji luas) dan 90% (uji terbatas) yang dikategorikan "Sangat Praktis" (Riduwan, 2012). Tingginya kepraktisan ini menunjukkan kemudahan penggunaan e-modul di lapangan, membuat guru dan peserta didik merasa terbantu dalam proses pembelajaran. E-modul terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa, ditinjau dari ketuntasan belajar dan nilai N-Gain. Data dari *pre-test* dan *post-test* pada 29 siswa kelas IV SDN Gading VII Surabaya menunjukkan bahwa 89,6% siswa mencapai ketuntasan belajar "Sangat Baik", dan nilai N-Gain rata-rata sebesar 0,72 kategori "Peningkatan Tinggi". Ini mengindikasikan perbedaan signifikan antara nilai *pre-test* (rata-rata 48,27) dan *post-test* (rata-rata 85,86), membuktikan pengaruh nyata penggunaan e-modul dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Peningkatan efektivitas ini sejalan dengan pandangan (Mutmainnah et al., 2021) e-modul bisa dikatakan efektif jika bisa meningkatkan hasil belajar siswa, yang terlihat dari perbandingan nilai sebelum dan sesudah menggunakan e-modul.

Indikator 1: Memfokuskan Pertanyaan (Soal 1 dan 2)

Peningkatan 46,5% dari *pre-test* 50% menjadi *post-test* 96,5% menunjukkan e-modul efektif melatih siswa mengidentifikasi inti permasalahan melalui materi terstruktur dan visualisasi jelas. Materi ini dirancang untuk mendorong siswa memusatkan perhatian pada informasi esensial dan merumuskan pertanyaan kunci



Gambar 2. E-Modul Indikator Memfokuskan Pertanyaan

Indikator 2: Bertanya dan Menjawab Pertanyaan Klarifikasi (Soal 3 dan 4)

Peningkatan 38% dari *pre-test* 46,5% menjadi *post-test* 84,5% mengindikasikan siswa lebih mampu mengajukan pertanyaan untuk pemahaman mendalam dan memberikan jawaban yang menjelaskan konsep. Interaksi dengan materi AR dan penjelasan mendalam memfasilitasi kemampuan ini.



Gambar 3. E-Modul Indikator Bertanya dan Menjawab Pertanyaan Klarifikasi

Indikator 3: Mengobservasi dan Mempertimbangkan Hasil Observasi (Soal 5 dan 6)

Peningkatan 40% dari *pre-test* 36% menjadi *post-test* 76% menunjukkan keberhasilan e-modul dalam melatih kemampuan observasi cermat dan penarikan kesimpulan berdasarkan data.



Gambar 4. E-Modul Indikator Mengobservasi dan Mempertimbangkan Hasil Observasi

Indikator 4: Membuat dan Mempertimbangkan Hasil Induksi (Soal 7 dan 8)

Peningkatan 41,5% dari *pre-test* 46,5% menjadi *post-test* 88% menunjukkan e-modul telah memfasilitasi kemampuan siswa dalam menarik kesimpulan umum dari serangkaian observasi atau data spesifik. Fitur 'Latihan Mandiri' dengan umpan balik interaktif membimbing siswa memahami prinsip penalaran induktif



Gambar 5. E-Modul Indikator Membuat dan Mempertimbangkan Hasil Induksi

Indikator 5: Mengidentifikasi Asumsi (Soal 9 dan 10)

Peningkatan paling menonjol sebesar 56,5% dari *pre-test* 29,5% menjadi *post-test* 86%. Ini mengindikasikan e-modul sangat efektif membekali siswa mengenali asumsi yang mendasari suatu argumen melalui fitur 'Latihan Mandiri' dan 'Penjelasan' yang memberikan umpan balik mendetail, melatih metakognisi, dan membiasakan siswa lebih kritis terhadap informasi.



Gambar 6. E-Modul Indikator Mengidentifikasi Asumsi

Pemanfaatan *Augmented Reality* dalam e-modul ini tidak hanya meningkatkan keterampilan berpikir kritis, tetapi juga mempererat hubungan siswa dengan teknologi, menjadikan pembelajaran lebih interaktif dan relevan dengan perkembangan zaman. E-modul ini mengimplementasikan konsep IPAS berbasis AR yang terintegrasi dengan materi bagian tubuh tumbuhan melalui *Discovery Learning*. Model ini secara optimal melibatkan keterampilan berpikir kritis siswa dalam mencari dan menemukan informasi untuk memecahkan masalah. Siswa diajak belajar kritis, logis, dan analitis untuk mencapai penemuan sendiri. Hal ini sejalan dengan temuan Muh Yunus dan Allo (2024) yang menyatakan bahwa penerapan *Discovery Learning* menghasilkan nilai

keterampilan berpikir kritis yang lebih tinggi dibandingkan model konvensional. Melalui keterlibatan rutin dalam aktivitas analisis, evaluasi, dan penciptaan, e-modul ini secara efektif melatih dan membentuk kebiasaan berpikir kritis siswa. Keterampilan berpikir kritis memiliki peran penting dalam perkembangan intelektual peserta didik.

Penggunaan AR di sekolah dasar menawarkan keunggulan signifikan dalam menciptakan pengalaman belajar yang imersif dan interaktif, mengubah materi abstrak menjadi visual 3D yang konkret, serta memotivasi siswa untuk belajar mandiri dan kolaboratif. Namun, tantangan meliputi kebutuhan perangkat keras yang memadai dan pelatihan guru yang komprehensif untuk pengoperasian teknologi AR secara optimal (Hariyono et al., 2024).

E-modul ini berkontribusi signifikan terhadap pengembangan keterampilan abad ke-21, khususnya keterampilan berpikir kritis, melalui stimulasi analisis, evaluasi, dan pemecahan masalah dalam *Discovery Learning*. Selain itu, penggunaan teknologi AR juga melatih literasi digital dan keterampilan kolaborasi siswa, selaras dengan tuntutan era digital yang membutuhkan individu melek teknologi dan inovatif.

Tahap evaluasi sebagai tahap terakhir dalam model ADDIE, bertujuan untuk mengukur ketercapaian tujuan yang telah dirumuskan dalam pengembangan e-modul. Dari analisis hasil validasi, data angket siswa dan guru, serta pengerjaan *pre-test* dan *post-test*, dapat disimpulkan bahwa e-modul berbasis *Augmented Reality* dengan model *Discovery Learning* secara efektif dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis pada materi bagian tubuh tumbuhan. Tahap ini juga mencakup penentuan kelayakan e-modul secara keseluruhan dan identifikasi revisi yang diperlukan untuk penyempurnaan di masa mendatang.

SIMPULAN

Pengembangan e-modul berbasis *Augmented Reality* dinyatakan “Sangat Valid”, dengan persentase validasi e-modul sebesar 94,2% dan validasi materi sebesar 93,3%. E-modul ini telah dinyatakan “Sangat Praktis” berdasarkan hasil rekapitulasi angket guru (95,7%) dan angket siswa (94%). E-modul berbasis *Augmented Reality* terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa, ditinjau dari nilai N-Gain sebesar 0,72 kategori “Peningkatan Tinggi”. Peningkatan signifikan terjadi pada semua indikator berpikir kritis, dengan peningkatan tertinggi pada indikator “Mengidentifikasi asumsi”. Bagi guru SD yang ingin menggunakan e-modul berbasis AR ini, disarankan untuk

mengintegrasikannya dalam kegiatan *Discovery Learning* guna memaksimalkan keterlibatan siswa dan pengembangan berpikir kritis. Guru dapat memanfaatkan visualisasi 3D dari AR untuk menjelaskan konsep-konsep abstrak IPAS secara lebih konkret.

REFERENSI

- Akbar, S. (2013). Instrumen Perangkat Pembelajaran. Bandung: PT Remaja Rosdakarya
- Arici, F., Yildirim, P., Caliklar, Ş., & Yilmaz, R. M. (2019). Research trends in the use of augmented reality in science education: Content and bibliometric mapping analysis. *Computers & Education*, 142, 103647. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103647>
- Arici, F., Yilmaz, R. M., & Yilmaz, M. (2021). Affordances of augmented reality technology for science education: Views of secondary school students and science teachers. *Human Behavior and Emerging Technologies*, 3(5), 1153–1171. <https://doi.org/10.1002/hbe2.310>
- Brach, E. (2010). Instructional Design: Principles and Applications.
- Hariyati, D. P., & Rachmadyanti, P. (2022). Pengembangan bahan ajar berbasis Liveworksheet untuk siswa sekolah dasar kelas V. *Jurnal Penelitian Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 10(7), 1473-1483.
- Hariyono, H., Andriani, V. S., Tumber, R. T., Suhirman, L., & Safitri, F. (2024). *Perkembangan Peserta Didik: Teori dan Implementasi Perkembangan Peserta Didik pada Era Digital*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Latip, A., Febriansari, D., Yansri, A. A., Pertiwi, A. M., & Sansena, A. (2024). Kompetensi Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Guru IPA dalam Pembelajaran di Kelas: A Systematic Literatur Review. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 14(1), 139–146. <https://doi.org/10.37630/jpm.v14i1.1495>
- Mustakim. (2020). Efektivitas Pembelajaran Daring Menggunakan Media Online Selama Pandemi Covid-19 Pada Mata Pelajaran Matematika the Effectiveness of E-Learning Using Online Media During the Covid-19 Pandemic in Mathematics. *Al Asma: Journal of Islamic Education*, 2(1), 1–12.

- Mutmainnah, M., Aunurrahman, A., & Warneri, W. (2021). Efektivitas penggunaan e-modul terhadap hasil belajar kognitif pada materi sistem pencernaan manusia di Madrasah Tsanawiyah. *Jurnal basicedu*, 5(3), 1625-1631.
- Mylonas, G., Amaxilatis, D., Pocero, L., Markelis, I., Hofstaetter, J., & Koulouris, P. (2019). An educational IoT lab kit and tools for energy awareness in European schools. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 20, 43–53. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2019.03.003>
- Myori, D. E., Hidayat, R., Eliza, F., & Fadli, R. (2019). Peningkatan Kompetensi Guru dalam Penguasaan Teknologi Informasi dan Komunikasi melalui Pelatihan Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Android. *JTEV: Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional*, 5(2), 102–109.
- Primayana, K. H. (2019). Menciptakan Pembelajaran Berbasis Pemecahan Masalah Dengan Berorientasi Pembentukan Karakter Untuk Mencapai Tujuan Higher Order Thingking Skilss (HOTS) Pada Anak Sekolah Dasar. *Purwadita: Jurnal Agama Dan Budaya*, 3(2), 85–92.
- Raharja, S. (2019). *10 Penerapan Teknologi di Bidang Pendidikan*. SIMANTU (Sistem Manajemen Pengetahuan). <https://simantu.pu.go.id/content/?id=377>
- Riduwan. (2012). *Dasar-Dasar Statistika*. Bandung: CV. Alfabeta.
- Yunus, M., & Allo, E. L. (2024). Pengaruh Model Pembelajaran Discovery Learning terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Kelas XI MIPA Madrasah Aliyah Syekh Yusuf (Studi pada Materi Pokok Laju Reaksi). *Jurnal Pendidikan Kimia Undiksha*, 8(2).
- Wang, M. T., Degol, J., & Ye, F. (2015). Math achievement is important, but task values are critical, too: Examining the intellectual and motivational factors leading to gender disparities in STEM careers. *Frontiers in psychology*, 6, 36.