



## Pengembangan *E-Module* Berbasis *Learning Cycle 7E* Berbantuan *Augmented Reality* untuk Melatihkan Kecerdasan Visual Spasial Siswa SMA

<sup>1</sup>Ananda Zulaika, <sup>2\*</sup>Gina Nuranti, <sup>3</sup>Aa Juhanda

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Sukabumi, Sukabumi, Indonesia.

\*Corresponding Author e-mail: [ginanuranti@ummi.ac.id](mailto:ginanuranti@ummi.ac.id)

Received: July 2025; Revised: August 2025; Accepted: September 2025; Published: September 2025

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *e-module* berbasis *Learning Cycle 7E* berbantuan *Augmented Reality* untuk melatihkan kecerdasan visual spasial siswa SMA pada materi sistem ekskresi. Metode yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan (R&D) dengan model ADDIE melalui tahapan analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Hasil validasi menunjukkan bahwa *e-module* berada pada kategori "sangat valid" dengan skor rata-rata 81,94%. Uji efektivitas menggunakan uji *t* berpasangan menunjukkan perbedaan signifikan antara nilai *pretest* dan *posttest* ( $p < 0,05$ ). Rata-rata skor *N-Gain* sebesar 0,71 termasuk dalam kategori tinggi. Analisis per indikator menunjukkan peningkatan signifikan pada semua indikator visual spasial, dengan skor *N-Gain* tertinggi pada indikator *Imagination*. Selain itu, tanggapan guru dan siswa menunjukkan bahwa *e-module* tergolong layak digunakan dalam pembelajaran. Dengan demikian, *e-module* yang dikembangkan dinyatakan valid, efektif, dan layak untuk melatihkan kecerdasan visual-spasial siswa.

**Kata Kunci:** Kecerdasan visual spasial; *e-module*; *Learning Cycle 7E*; *Augmented Reality*; sistem ekskresi

**Abstract:** This study aims to develop an *Augmented Reality*-assisted *Learning Cycle 7E*-based *e-module* to train high school students' visual-spatial intelligence on the subject of the excretory system. The method used is research and development (R&D) with the ADDIE model through the stages of analysis, design, development, implementation, and evaluation. The validation results showed that the *e-module* was in the 'highly valid' category with an average score of 81.94%. The effectiveness test using a paired *t*-test showed a significant difference between the *pretest* and *posttest* scores ( $p < 0.05$ ). The average *N-Gain* score of 0.71 was in the high category. Analysis per indicator showed a significant increase in all visual-spatial indicators, with the highest *N-Gain* score on the *Imagination* indicator. In addition, the responses of teachers and students indicated that the *e-module* was suitable for use in learning. Thus, the developed *e-module* was declared valid, effective, and suitable for training students' visual-spatial intelligence.

**Keywords:** Visual-spatial intelligence; *e-module*; *Learning Cycle 7E*; *Augmented Reality*; excretory system

**How to Cite:** Zulaika, A., Nuranti, G., & Juhanda, A. (2025). Pengembangan *E-Module* Berbasis *Learning Cycle 7E* Berbantuan *Augmented Reality* untuk Melatihkan Kecerdasan Visual Spasial Siswa SMA. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 13(3), 2372–2389. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.16929>



<https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.16929>

Copyright© 2025, Zulaika et al

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



### PENDAHULUAN

Pendidikan abad ke-21 menuntut pengembangan yang tidak hanya berfokus pada penguasaan konten, tetapi juga menuntut kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa (Septiani & Susanti, 2021) seperti kemampuan kreativitas, kritis, berpikir analitis, kerjasama, komunikasi, serta literasi digital dan media (Susilo & SU, 2021). Keterampilan berpikir tingkat tinggi seperti pemecahan masalah dan berpikir kritis didukung oleh kecerdasan visual spasial (Damayanti *et al.*, 2022; Nurdiono & Panjaitan, 2023; Rosmiana *et al.*, 2021). Kecerdasan visual spasial merupakan kemampuan untuk memahami, memanipulasi, dan mengingat informasi visual atau ruang (Achdiyat & Utomo, 2018).

Penelitian Nurdiono & Panjaitan (2023), menjelaskan bahwa peserta didik dengan dominan kecerdasan visual spasial mampu memenuhi semua kriteria berpikir kritis FRISCO (*Focus, Reason, Inference, Situation, Carity dan Overvie*). Selain itu,

studi juga menunjukkan bahwa peserta didik dengan kecerdasan visual spasial yang tinggi cenderung lebih memahami konsep abstrak seperti siklus biologis (Hegarty & Kozhevnikov, 1999; Logie, 2011). Rendahnya kecerdasan visual spasial dapat menjadi hambatan dalam proses belajar yang mengandalkan pemahaman melalui representasi visual.

Dalam konteks pembelajaran biologi, pembelajaran tidak hanya bersifat konseptual tetapi juga memerlukan visualisasi dan pemahaman proses-proses biologis yang bersifat abstrak (Sumual *et al.*, 2025). Salah satu materi yang tergolong sulit dipahami oleh siswa adalah materi sistem ekskresi karena dalam proses pembelajarannya siswa diharuskan mengingat berbagai istilah ilmiah atau bahasa Latin yang berkaitan dengan organ yang terlibat dalam proses pengeluaran tubuh manusia (Simorangkir *et al.*, 2020). Dalam memahami konsep sistem ekskresi yang bersifat abstrak, kecerdasan visual spasial menjadi sangat krusial.

Hasil penelitian di Indonesia menunjukkan bahwa kecerdasan visual spasial siswa sekolah menengah masih tergolong rendah (Corebima, 2016; PISA, 2023). Hal ini tercermin dalam hasil PISA 2022, di mana Indonesia berada pada peringkat ke-69 secara global. Dalam asesmen tersebut, seringkali terdapat soal sains yang menuntut kecerdasan visual spasial, seperti membaca diagram, menafsirkan grafik, serta memvisualisasikan konsep-konsep abstrak dalam sains. Rendahnya kecerdasan visual spasial siswa dapat dipengaruhi oleh metode pembelajaran yang digunakan, terutama jika metode tersebut bersifat statis atau monoton, sehingga kurang mendukung efektivitas proses belajar (Tasril, 2022).

Kondisi serupa ditemukan berdasarkan hasil observasi awal yang dilaksanakan di salah satu SMA di Kota Sukabumi, diketahui bahwa kecerdasan visual spasial di kelas XI masih tergolong rendah. Hal ini dibuktikan oleh hasil *test* yang menunjukkan bahwa rata-rata siswa hanya mampu mengidentifikasi 4 dari 7 bagian jantung ketika gambar ditampilkan melalui perspektif yang berbeda, hal ini mengindikasikan bahwa kemampuan visual spasial mereka masih tergolong rendah. Selain itu, melalui observasi di kelas diketahui bahwa pembelajaran hanya menggunakan gambar 2D statis dan tidak memberi variasi sudut pandang, serta penggunaan media visual interaktif masih sangat terbatas. Salah satu alternatif sumber belajar yang dapat dimanfaatkan adalah penggunaan media pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik materi, sehingga proses pembelajaran dapat berlangsung secara efisien dan efektif (Nurrita, 2018). Hal ini semakin relevan karena Kurikulum Merdeka yang menekankan pentingnya keterampilan berpikir tingkat tinggi, termasuk kemampuan visualisasi dan pemecahan masalah berbasis sains. Rendahnya kemampuan visual spasial siswa menjadi hambatan dalam pencapaian capaian pembelajaran yang diamanatkan kurikulum tersebut. Oleh karena itu, solusi dari permasalahan tersebut adalah diperlukannya media interaktif yang dapat melatih kecerdasan visual spasial siswa agar dapat lebih memahami konsep yang bersifat abstrak seperti pada materi sistem ekskresi.

Menurut Setiono *et al.*, (2020), salah satu upaya yang dapat dilakukan oleh guru untuk menciptakan pengalaman belajar yang mendorong peserta didik memanfaatkan sumber belajar serta memahami materi adalah dengan menggunakan media visual dalam proses pembelajaran. Salah satu media yang dapat digunakan dalam melatih kecerdasan visual spasial adalah *E-Module* atau modul elektronik. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa modul pembelajaran digital yang bersifat interaktif lebih efektif dalam mengembangkan kecerdasan visual spasial siswa dibandingkan dengan modul elektronik biasa (Pratamadita & Dwiningsih, 2022; Zakiyah & Dwiningsih, 2022). *E-module* dapat dikombinasikan dengan model

pembelajaran inovatif guna meningkatkan hasil belajar siswa (Winatha *et al.*, 2018), salah satunya dengan mengintegrasikan aktivitas interaktif melalui pendekatan yang relevan seperti model *Learning cycle 7E*.

*Learning cycle 7E* (*Elicit, Engage, Explore, Explain, Elaborate, Evaluate, dan Extend*) merupakan model pembelajaran yang dikembangkan oleh Eisenkraft (2003). Model pembelajaran *Learning cycle 7E* telah terbukti memberikan kontribusi yang signifikan terhadap peningkatan hasil belajar siswa (Widoratih *et al.*, 2016), kemampuan berpikir kritis (Septianingrum, 2022), serta literasi sains (Winda *et al.*, 2023). Model ini didasarkan pada pendekatan konstruktivistik, yang menekankan pentingnya keterlibatan aktif peserta didik dalam proses pembelajaran. Oleh karena itu, penerapan *Learning cycle 7E* yang dipadukan dengan teknologi *Augmented Reality* dapat mempermudah siswa dalam memahami materi dan mengorganisasi konsep secara visual, sehingga mendukung pengembangan kecerdasan visual spasial. Agar pembelajaran lebih optimal dan mudah diterapkan, penggunaan model ini perlu didukung dengan media dan teknologi yang sesuai (Nurazizah, 2024).

Teknologi *Augmented Reality* (AR) merupakan salah satu inovasi digital yang memiliki potensi besar dalam mendukung kegiatan pembelajaran. *Augmented Reality* memperkaya persepsi pengguna terhadap lingkungan sekitar dengan menambahkan elemen virtual yang dipadukan melalui kamera pada perangkat digital (Elmqaddem, 2019). Melalui lingkungan belajar virtual yang interaktif, *Augmented Reality* membantu siswa memahami proses-proses biologis secara lebih konkret dan meningkatkan partisipasi serta pemahaman siswa terhadap materi pelajaran (Cheng & Tsai, 2013; Radu, 2014).

Berbagai penelitian telah menunjukkan efektivitas masing-masing komponen secara terpisah. Hasil penelitian Asri & Dwiningsih (2022), ditemukan bahwa pengembangan *e-module* interaktif dengan bantuan gambar 3D sebagai media pembelajaran visual spasial dinyatakan valid dengan persentase validitas isi dan konstruk sebesar 83%. Selanjutnya, *E-Module* pada pembelajaran matematika yang dikembangkan oleh Maulidya & Cahyaka (2023) juga terbukti dapat meningkatkan kecerdasan visual spasial siswa. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa teknologi *Augmented Reality* memberikan pengaruh yang baik terhadap hasil belajar (Gargrish *et al.*, 2022; Alkhabra *et al.*, 2023), serta kecerdasan visual spasial siswa (Nurwijaya, 2022; Wahyudi & Arwansyah, 2019). Namun, belum ditemukan studi yang secara spesifik mensinergikan ketiga elemen ini dan secara khusus melatih kecerdasan visual spasial pada materi biologi seperti sistem ekskresi. Penelitian ini ditujukan untuk mengisi celah tersebut.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *e-module* interaktif berbasis *Learning Cycle 7E* berbantuan *Augmented Reality* untuk melatih kecerdasan visual spasial siswa SMA pada materi sistem ekskresi, serta mengetahui tingkat validitas, efektivitas, dan kelayakannya sebagai media pembelajaran.

## METODE

Penelitian dan pengembangan ini dilaksanakan pada beberapa tempat. Uji validitas dilaksanakan setelah pembuatan *prototype* pada bulan Mei di Universitas Muhammadiyah Sukabumi, serta uji efektivitas yang dilaksanakan pada bulan Juni di SMA Negeri 2 Kota Sukabumi. Subjek penelitian terdiri atas 70 siswa kelas XI D dan XI G SMA Negeri 2 Kota Sukabumi Tahun Pelajaran 2024/2025. Pemilihan dilakukan melalui *purposive sampling* berdasarkan rekomendasi guru Biologi, dengan alasan kedua kelas memiliki karakteristik yang sebanding serta belum pernah mempelajari

sistem ekskresi dengan bantuan media interaktif berbasis *Augmented Reality*. Jenis penelitian yang digunakan merupakan *Research and Development* (R&D) (Sugiyono, 2016), dengan model pengembangan ADDIE yang dikembangkan oleh Dick and Carry (1996). Model pengembangan ADDIE terdiri atas 5 tahapan yaitu analisis (*analysis*), perancangan (*design*), pengembangan (*development*), pengimplementasian (*implementation*), dan evaluasi (*evaluation*) sebagaimana disajikan pada Tabel 1. Penelitian ini tidak hanya berfokus pada pengembangan produk, tetapi juga disertai uji efektivitas menggunakan pendekatan kuasi-eksperimental dengan desain *pretest-posttest*. Penelitian ini menggabungkan pendekatan kuantitatif (analisis validitas ahli, uji efektivitas dengan uji *t* berpasangan, dan perhitungan *N-Gain*) serta kualitatif (analisis saran perbaikan dari validator), sehingga dapat dikategorikan sebagai penelitian campuran (*mixed-methods*). Penelitian dan pengembangan ini disertai uji efektivitas kuasi eksperimental yang dilakukan pada tahap *implementation*.

**Tabel 1.** Tahap pengembangan ADDIE

Tahap Pengembangan	Aktivitas
Analisis ( <i>analysis</i> )	Pada tahap ini dilakukan analisis permasalahan berupa wawancara dengan guru di sekolah, analisis literatur, observasi di lapangan dan analisis data. Data ini digunakan untuk mengidentifikasi kesulitan siswa dalam memahami materi sistem ekskresi dan kebutuhan media pembelajaran yang sesuai. Hasil analisis menjadi dasar perumusan spesifikasi <i>e-module</i> .
Perancangan ( <i>design</i> )	Pada tahap ini disusun rancangan <i>e-module</i> berbasis <i>Learning Cycle 7E</i> berbantuan <i>Augmented Reality</i> . Rancangan mencakup tujuan pembelajaran, indikator kecerdasan visual spasial (mengacu pada Haas, 2003), serta perencanaan instrumen penelitian (validasi ahli, tes <i>pretest-posttest</i> , dan angket respon).
Pengembangan ( <i>development</i> )	Produk <i>e-module</i> dikembangkan sesuai rancangan, kemudian divalidasi oleh tiga ahli (materi, media, dan bahasa). Hasil validasi dianalisis secara kuantitatif (skor rata-rata) dan kualitatif (saran perbaikan). Selain itu, instrumen uji efektivitas yang digunakan dalam penelitian dilakukan uji coba untuk memastikan kelayakannya meliputi uji validitas butir soal, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda.
Pengimplementasian ( <i>implementation</i> )	<i>E-Module</i> hasil revisi pada tahap pengembangan diimplementasikan pada sasaran yang telah ditentukan. Prosedur dilaksanakan dengan <i>pretest-posttest design</i> : siswa mengerjakan tes sebelum penggunaan <i>e-module</i> ( <i>pretest</i> ), kemudian mengikuti pembelajaran dengan <i>e-module</i> dalam durasi 2 pertemuan di bawah pengawasan guru mata pelajaran, lalu mengerjakan tes sesudah perlakuan ( <i>posttest</i> ).
Evaluasi ( <i>evaluation</i> )	Evaluasi dilakukan melalui angket tanggapan siswa dan guru menggunakan skala Likert, yang mencakup aspek tampilan, isi, dan kebermanfaatan. Hasil dianalisis secara deskriptif untuk menentukan tingkat kelayakan dan persepsi pengguna terhadap <i>e-module</i> .

Instrumen penilaian yang digunakan yaitu instrument validasi ahli, uji efektivitas, dan angket tanggapan. Instrumen validasi ahli terdiri dari instrumen validasi ahli bahasa, materi, dan media. Penilaian menggunakan skala Likert dengan aspek meliputi kelayakan isi, kebahasaan, dan tampilan media dengan nama-nama validator yang disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Nama-nama validator

Nama	Jabatan	Instansi	Bidang Ahli
Sistiana Windyariani, M.Pd.	Dosen Pendidikan Biologi	Universitas Muhammadiyah Sukabumi	Ahli Bahasa
Sistiana Windyariani, M.Pd.	Dosen Pendidikan Biologi	Universitas Muhammadiyah Sukabumi	Ahli Materi
Billyardi Ramdhan, S.Pd., M.Si	Dosen Pendidikan Biologi	Universitas Muhammadiyah Sukabumi	Ahli Media

Uji efektivitas dilakukan melalui tes *pretest* dan *posttest* yang masing-masing terdiri dari 10 soal (5 pilihan ganda dan 5 esai). Soal-soal tersebut dirancang untuk mengukur empat indikator kecerdasan visual spasial menurut Haas (2003), yaitu: *imagination* (pengimajinasian), *conseptualization* (pengkonsepan), *problem solving* (pemecahan masalah), dan *problem seeking* (pencarian pola). Instrumen tes terlebih dahulu dilakukan uji coba terbatas meliputi uji validitas butir soal, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda. Pengujian instrumen diberikan kepada 10 peserta didik kelas XI di SMA Negeri 2 Kota Sukabumi, dan data diolah menggunakan program ANATES.

Selanjutnya, instrumen angket respon dengan memakai skala *likert* digunakan dalam mengukur sikap pendapat terhadap *e-module* yang sudah diimplementasikan. Analisis data uji validitas berdasarkan angket yang telah diberikan kepada ahli. Menurut Shobrina *et al.* (2020) yaitu:

$$\text{Nilai validitas} = \frac{\text{skor rata-rata}}{\text{skor tertinggi}} \times 100$$

Setelah data diperoleh, data diinterpretasikan kriteria validitas (%) menurut Shobrina *et al.* (2020) dengan acuan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Kriteria validitas

Nilai Kelayakan (%)	Kriteria
0-20	Tidak valid
21-40	Kurang valid
41-60	Cukup valid
61-80	Valid
81-100	Sangat valid

Efektivitas *e-module* dianalisis dengan desain *pretest-posttest*. Data hasil *pretest* dan *posttest* diuji normalitasnya menggunakan Kolmogorov-Smirnov. Jika data berdistribusi normal, maka digunakan uji *t* berpasangan (*paired sample t-test*). Data hasil *pretest* dan *posttest* kemudian dilakukan analisis data uji efektivitas menurut Hake (1999) menggunakan *Gain score*, analisis ini bertujuan untuk mengetahui keefektifan *e-module* dalam melatih kecerdasan visual spasial siswa. Rumus *Gain score* menurut Wahab *et al.* (2021) berikut ini.

$$g = \frac{(sf - si)}{st - si}$$

Keterangan:

$g$  = Gain score

$Sf$  = Rerata skor *posttest*

$Si$  = Rerata skor *pretest*

$St$  = Rerata skor total

Hasil data *N-Gain* yang diperoleh kemudian diinterpretasikan sesuai kriteria menurut Sugiyono (2016) yang disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Kriteria *Gain score*

Rata-rata	Kriteria
$g > 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq g \leq 0,7$	Sedang
$0 \leq g \leq 0,3$	Rendah
$g \leq 0$	Gagal

Selanjutnya analisis data uji angket tanggapan dengan menggunakan rumus deskriptif menurut Sugiyono (2016) berikut ini.

$$r = \frac{\sum x}{x \cdot y \cdot n}$$

Keterangan:

$r$  = Nilai kelayakan

$\sum$  = Jumlah skor responden

$x$  = Skor tertinggi

$y$  = Jumlah skor angket

$n$  = Jumlah responden

Hasil data yang diperoleh kemudian diinterpretasikan sesuai kriteria deskriptif persentase menurut Sugiyono (2016) yang disajikan pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Kriteria deskriptif

Kelayakan (%)	Kriteria
75,01 – 100,00	Layak
55,01 – 75,00	Cukup layak
40,01 – 55,00	Kurang layak
00,00 – 40,00	Tidak layak

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Produk yang dikembangkan dalam penelitian dan pengembangan ini berupa modul *online* atau *e-module* berbasis *Learning cycle 7E* dengan bantuan *augmented reality* pada materi sistem ekskresi manusia. *E-module* dirancang dengan tujuan untuk melatih kecerdasan visual spasial siswa. Penelitian dan pengembangan ini merujuk pada model pengembangan ADDIE dengan tahapan sebagai berikut.

### Deskripsi Pengembangan E-Module Berbasis *Learning Cycle 7E* Berbantuan *Augmented Reality*

#### *Analysis*

Hasil analisis kebutuhan menunjukkan bahwa siswa mengalami kesulitan dalam memahami materi sistem ekskresi karena bersifat abstrak dan masih terbatas pada

media visual statis. Hal ini berimplikasi pada rendahnya kemampuan visual-spasial siswa, misalnya hanya mampu mengidentifikasi sebagian kecil struktur organ jika ditampilkan dari sudut pandang berbeda. Kondisi tersebut menegaskan pentingnya media pembelajaran yang tidak hanya menyajikan informasi dua dimensi, tetapi juga dapat menampilkan visualisasi tiga dimensi secara interaktif.

Menurut Magdalena *et al.* (2021), media pembelajaran yang efektif dapat meningkatkan minat siswa terhadap belajar, karena media tersebut dapat memperkaya pengalaman belajar mereka. Agar pembelajaran menjadi efektif, peserta didik perlu terlibat secara aktif dengan melibatkan berbagai indera, seperti melihat, mendengar, merasakan, serta mengalami langsung proses belajar (Kaharuddin *et al.*, 2023). Hulu & Dwiningsih (2021) juga menyatakan bahwa media interaktif membantu melatih kecerdasan visual spasial siswa.

Analisis ketersediaan media berdasarkan hasil observasi ditemukan bahwa sekolah menyediakan fasilitas proyektor dan akses internet, namun keterbatasan waktu belajar di sekolah menjadi tantangan. Oleh karena itu, diperlukan media interaktif yang dapat membantu siswa belajar secara mandiri dimana saja dan kapan saja, serta memberikan pemahaman bermakna mengenai materi sistem ekskresi dengan bantuan model *Learning cycle 7E* dan teknologi *augmented reality*.

### **Design**

1. **Menentukan Judul E-module:** Pada tahap ini, judul *e-module* yang dirancang disesuaikan berdasarkan materi sistem ekskresi dengan penambahan berbasis *Learning cycle 7E* berbantuan *Augmented Reality* (AR).
2. **Menyusun Kebutuhan E-Module:** Pada tahap ini mempertimbangkan kompetensi siswa serta mengaitkan dengan tujuan yang ingin dicapai meliputi 1) Menjabarkan capaian pembelajaran pada materi sistem ekskresi, 2) perencanaan pembuatan susunan *e-module* berdasarkan indikator kecerdasan visual spasial menurut Haas (2003), serta 3) merencanakan aktivitas yang disesuaikan dengan langkah-langkah *Learning cycle 7E* menurut Eisenkraft (2003).
3. **Mengumpulkan Referensi:** Pada tahap ini dilakukan pengumpulan referensi yang berkaitan dengan *e-module* yang dirancang seperti materi tentang sistem ekskresi, latihan soal, animasi 3D, video, gambar, serta fenomena-fenomena tentang sistem ekskresi yang diperoleh dari buku-buku dan internet.

### **Development**

#### **Penyusunan Produk E-module**

*E-module* dirancang secara terstruktur berdasarkan pendekatan konstruktivis, dengan mengikuti tahapan dalam model pembelajaran *Learning cycle 7E* guna mendorong keterlibatan aktif dan pemahaman mendalam siswa terhadap materi. Tahapan *Learning cycle 7E* terdiri dari *Elicit*, *Engage*, *Explore*, *Explain*, *Elaborate*, *Evaluate*, dan *Extend*.

Pada tahapan *elicit* atau pemahaman awal (Gambar 1), peserta didik diperkenalkan dengan cerita kontekstual yang menggambarkan tubuh manusia sebagai kota besar yang sibuk, dengan berbagai jenis 'sampah' yang harus dikelola. Melalui analogi ini, siswa diajak mengaitkan pengalaman sehari-hari dengan konsep ilmiah tentang sistem ekskresi. Tahapan *elicit* bertujuan mengungkapkan apa yang peserta didik pikirkan mengenai fenomena kehidupan sehari-hari (Septianingrum, 2022).

Selanjutnya pada tahap *engage* (membangkitkan minat) disajikan cerita untuk membangkitkan minat dan rasa ingin tahu siswa terhadap materi sistem ekskresi, serta pertanyaan interaktif untuk menstimulasi prediksi awal siswa sebelum berlanjut ke tahap selanjutnya (Gambar 2). Tahap *engage* bertujuan untuk menarik perhatian

peserta didik, serta menggali dan mengaktifkan pengetahuan awal yang telah dimiliki (Septianingrum, 2022). Pada tahap *explore* (eksplorasi) peserta didik diarahkan untuk menggunakan teknologi *Augmented Reality* sebagai media bantu dalam mengamati, menyelidiki, dan memahami struktur serta fungsi sistem ekskresi secara visual dan interaktif (Gambar 3). Menurut Saputri & Rofiki (2024), tahap *explore* memungkinkan siswa untuk mempelajari suatu topik yang mereka minati untuk dipahami melalui pengalaman langsung.



Gambar 1. Tahap *elicit*



Gambar 2. Tahap *Engage*

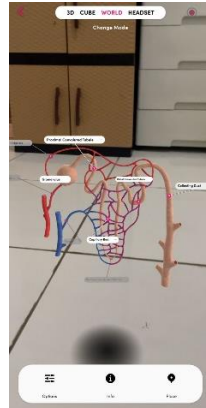


Gambar 3. Tahap *explore*

Aplikasi *augmented reality* yang digunakan dalam *e-module* ini adalah *Merge Edu* dengan contoh gambar 3D yang disajikan pada gambar 4 dan 5. *Merge Edu* adalah platform pembelajaran yang memanfaatkan teknologi *augmented reality* untuk memberikan pengalaman belajar interaktif dalam bidang sains. Selain itu, tersedia aktivitas latihan soal yang disesuaikan dengan indikator kecerdasan visual spasial (Gambar 6).



Gambar 4. Simulasi 3D struktur kulit



Gambar 5. Simulasi 3D struktur nefron



Gambar 6. Latihan soal

Pada tahap *explain* (penjelasan), peserta didik memperoleh pemaparan materi mengenai sistem ekskresi, yang mencakup struktur, fungsi, histologi, hingga gangguan pada masing-masing organ ekskresi. Penyajian materi disusun secara interaktif, sehingga siswa dapat memilih organ yang ingin dipelajari terlebih dahulu sesuai dengan urutan atau minat mereka (Gambar 7). Selanjutnya, tahap *elaborate* berisi studi kasus yang dirancang untuk membantu peserta didik mengidentifikasi pola gejala serta menerapkan konsep yang telah dipelajari dalam pemecahan masalah terkait sistem ekskresi yang dapat dilihat pada Gambar 8. Pada tahap ini, disertakan

pula informasi tambahan dari sumber eksternal guna memperkaya wawasan dan memperluas konteks pemahaman siswa.

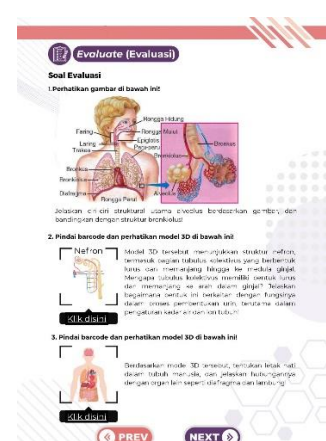
Aktivitas dilanjutkan dengan tahap *evaluate* (evaluasi). Menurut Septianingrum (2022), *evaluate* dilakukan untuk menilai seberapa jauh pengetahuan dan keterampilan peserta didik. Tahap *evaluate* pada *e-module* berisi 5 soal essay yang disesuaikan dengan indikator kecerdasan visual spasial (Gambar 9).



Gambar 7. Tahap explain



Gambar 8. Tahap elaborate



Gambar 9. Tahap evaluate

Tahap terakhir yaitu *extend* (memperluas), dimana pada tahap ini siswa membuat poster dalam memecahkan masalah melalui teknologi pada gangguan sistem ekskresi (Gambar 10). Kegiatan ini mendorong siswa untuk menggali informasi lebih lanjut, mengintegrasikan pengetahuan yang telah diperoleh, serta mengkomunikasikannya secara kreatif. Selain dari 7 tahapan *Learning cycle 7E*, *e-module* diperkaya dengan video tambahan yang bisa diakses dengan mudah, serta fakta-fakta menarik yang berkaitan dengan sistem ekskresi yang dapat dilihat pada Gambar 11 dan 12.



Gambar 10. Tahap extend



Gambar 11. Video tambahan



Gambar 12. Fun fact

Hasil Validasi Ahli Bahasa, Materi, dan Media

Berdasarkan hasil validasi tahap pertama didapatkan data kualitatif berupa tanggapan dosen validasi ahli terhadap *e-module* yang disajikan pada Tabel 6. Selain dari data kualitatif, didapatkan juga data kuantitatif yang diperoleh dari angket validasi dengan menggunakan skala *likert* dengan hasil yang disajikan pada Tabel 7.

**Tabel 6.** Data kualitatif hasil uji validasi ahli

No	Validasi	Keputusan
1	Ahli Bahasa	Layak digunakan dengan revisi sesuai saran. Bahasa dalam <i>e-module</i> sudah baik, hanya saja glosarium sebaiknya dipindahkan ke belakang.
2	Ahli Materi	Layak digunakan dengan revisi sesuai saran. Tujuan pembelajaran yang ada pada <i>e-module</i> perlu disesuaikan dengan aktivitas yang ada pada <i>e-module</i> . Selain itu, materi sistem ekskresi pada SMA sudah mencakup histologi, sementara belum nampak histologi pada <i>e-module</i> . Pada tahap <i>extend</i> harusnya Siswa didorong untuk mengaitkan konsep dengan kehidupan nyata dan belajar sepanjang hayat. <i>E-Module</i> sudah dilengkapi dengan video yang mudah diakses.
3	Ahli Media	Sudah layak digunakan tanpa revisi.

**Tabel 7.** Data kuantitatif hasil uji validasi ahli tahap pertama

No	Ahli	Aspek Penilaian	Skor (%)	Validitas
1	Ahli Bahasa	Bahasa	81,67	Sangat Valid
2	Ahli Materi	Materi Pembelajaran	70	Valid
3	Ahli Media	Tampilan	80	Valid
Rata-rata			77,22	Valid
Standar Deviasi			6,31	

Hasil dari data kualitatif uji validasi ahli pada Tabel 6 menunjukkan bahwa aspek penilaian materi masih memerlukan sejumlah revisi yang signifikan. Hal ini didukung dengan hasil data kuantitatif pada Tabel 7 yang menunjukkan bahwa aspek penilaian materi mendapat hasil skor paling rendah dibandingkan dengan aspek yang lain. Oleh karena itu, dilakukan sejumlah revisi sesuai saran yang disajikan pada Tabel 8.

**Tabel 8.** Hasil revisi *E-Module*

No	Saran	Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
1	Penambahan histologi pada materi		
2	Aktivitas <i>extend</i> disesuaikan dengan tujuan pembelajaran ke-3.		

Setelah dilakukan revisi sesuai saran, dilakukan uji validasi tahap akhir untuk mengetahui hasil akhir dari *e-module* yang sudah melalui tahap revisi. Adapun hasil data kuantitatif uji validasi ahli disajikan pada Tabel 9.

**Tabel 9.** Data kuantitatif hasil uji validasi ahli tahap akhir

No	Ahli	Aspek Penilaian	Skor (%)	Validitas
1	Ahli Bahasa	Bahasa	83,33	Sangat Valid
2	Ahli Materi	Materi Pembelajaran	82,5	Sangat Valid
3	Ahli Media	Tampilan	80	Valid
Rata-rata			81,94	Sangat Valid
Standar Deviasi			1,73	

Berdasarkan skor akhir yang diperoleh dari data kuantitatif hasil uji validasi ahli dari ketiga ahli, didapatkan skor sebesar 81,94% dengan kategori validitas sangat valid. Penilaian ini mengacu pada kriteria validitas menurut Shobrina *et al.* (2020), di mana rentang skor 81–100% diklasifikasikan sebagai sangat valid.

Hasil uji validasi akhir menunjukkan bahwa *e-module* memperoleh skor rata-rata 82,94% dengan kategori valid. Temuan ini sejalan dengan penelitian Asri & Dwiningsih (2022) yang mengembangkan *e-module* interaktif berbantuan visual 3D dengan tingkat validitas isi dan konstruk sebesar 83%, serta Maulidya & Cahyaka (2023) yang melaporkan bahwa *e-module* matematika interaktif juga dinyatakan valid dan efektif untuk meningkatkan kecerdasan visual spasial siswa. Dengan demikian, hasil validasi pada penelitian ini konsisten dengan literatur sebelumnya, bahwa *e-module* interaktif memiliki tingkat kelayakan yang baik sebagai media pembelajaran.

### **Uji Efektivitas E-Module Implementation**

Sebelum melakukan analisis yang lebih kompleks, peneliti umumnya terlebih dahulu menguji normalitas untuk mengetahui apakah data yang diperoleh memenuhi asumsi distribusi normal (Nasrum, 2018). Berdasarkan hasil uji Kolmogorov-Smirnov, diperoleh nilai *Asymp. Sig. (2-tailed)* sebesar 0,200 yang lebih besar dari 0,05. Isnaini *et al.*, (2025) menyebutkan bahwa jika nilai *p* (*p-value*) lebih besar dari 0,05, maka data tersebut dianggap memiliki distribusi normal. Hal ini menunjukkan bahwa data berdistribusi normal, sehingga dapat dilanjutkan dengan uji parametris berupa uji *t* berpasangan yang dapat dilihat pada Tabel 10.

**Tabel 10.** Hasil uji *t* berpasangan antara skor *pretest* dan *posttest*

Pasangan Pengukuran	Mean Difference	<i>t</i>	df	Sig. (2-tailed)
<i>Pretest - posttest</i>	-41,071	-25,507	69	0.0000

Berdasarkan hasil uji *t* berpasangan yang ditampilkan pada Tabel 10, diperoleh nilai *t* sebesar -25,507 dengan signifikansi (*Sig. 2-tailed*) sebesar 0,000 (< 0,05). Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil *pretest* dan *posttest* siswa setelah diberikan perlakuan. Rata-rata skor *posttest* lebih tinggi dibandingkan *pretest* dengan selisih rata-rata sebesar 41,071 poin. Artinya, perlakuan yang diberikan memberikan dampak positif dalam melatih kecerdasan visual spasial siswa. Hal ini didukung dengan hasil skor *N-Gain* secara keseluruhan (Tabel 11), didapatkan skor 0,71 dengan kriteria tinggi yang mengacu pada kriteria menurut (Sugiyono, 2016). Hal ini menunjukkan bahwa *e-module* yang diimplementasikan berpengaruh positif dalam melatih kecerdasan visual spasial siswa.

**Tabel 11.** Hasil skor *N-Gain* dalam melatih kecerdasan visual spasial siswa

Rata-rata <i>Pretest</i>	Rata-rata <i>Posttest</i>	<i>N-Gain</i>	Kriteria
41,7	82,77	0,71	Tinggi

Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Fatmawati & Sukarmin (2024) yang menemukan bahwa *e-module* interaktif berpengaruh positif dalam meningkatkan kecerdasan visual spasial siswa dengan kategori *N-Gain* tinggi. Peningkatan yang tinggi pada skor *posttest* serta skor *N-Gain* yang mencapai kategori tinggi menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis *e-module* tidak hanya efektif dalam menyampaikan materi, tetapi juga mampu mengembangkan aspek berpikir visual dan spasial siswa. (Maulidya & Cahyaka, 2023) menjelaskan bahwa perbedaan tingkat kemampuan spasial visual siswa dipengaruhi oleh media pembelajaran.

Selanjutnya, dilakukan uji *t* dan perhitungan *N-Gain* per indikator untuk mengetahui efektivitas perlakuan secara lebih mendalam pada setiap aspek kecerdasan visual spasial yang dilatihkan. Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi aspek mana yang mengalami peningkatan paling signifikan dan untuk memastikan bahwa peningkatan tidak hanya terjadi secara keseluruhan, tetapi juga pada masing-masing indikator secara spesifik. Adapun hasil uji *t* per indikator dan hasil skor *N-Gain* per indikator disajikan pada Tabel 12 dan Tabel 13.

**Tabel 12.** Hasil uji *t* perpasangan per indikator

Indikator	Mean <i>Pretest</i>	Mean <i>Posttest</i>	t	Sig. (2-tailed)
<i>Imagination</i>	35,71	93,57	-13,942	0,0000
<i>Conceptualization</i>	60,53	90,51	-9,149	0,0000
<i>Problem Solving</i>	27,99	77,89	-20,160	0,0000
<i>Problem Seeking</i>	47,30	82,57	-14,730	0,0000

**Tabel 13.** Hasil skor *N-Gain* per indikator

Indikator	Kelas	Mean $\pm$ SD		<i>N-Gain</i>	Kriteria
		<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>		
<i>Imagination</i>	XI D	38,2 $\pm$ 1,31	91,2 $\pm$ 0,77	0,86	Tinggi
	XI G	33,3 $\pm$ 1,26	95,8 $\pm$ 0,74	0,94	Tinggi
<i>Conceptualization</i>	XI D	64,7 $\pm$ 0,98	94,1 $\pm$ 0,61	0,83	Tinggi
	XI G	56,5 $\pm$ 0,83	87,0 $\pm$ 0,97	0,70	Tinggi
<i>Problem Solving</i>	XI D	23,7 $\pm$ 3,94	77,0 $\pm$ 2,07	0,70	Tinggi
	XI G	31,7 $\pm$ 3,49	78,4 $\pm$ 2,18	0,68	Sedang
<i>Problem Seeking</i>	XI D	46,9 $\pm$ 3,42	79,2 $\pm$ 2,34	0,61	Sedang
	XI G	47,6 $\pm$ 3,29	85,4 $\pm$ 1,9	0,72	Tinggi

Berdasarkan Tabel 12, nilai  $p < 0,05$  menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara skor *pretest* dan *posttest* yang mengindikasikan bahwa *e-module* secara efektif meningkatkan kemampuan imajinasi siswa. Tabel 13 menunjukkan *N-Gain* sebesar 0,86 (tinggi) untuk kelas XI D dan 0,94 (tinggi) untuk kelas XI G. Penurunan standar deviasi (SD) dari *pretest* ke *posttest* di kedua kelas menunjukkan bahwa *e-module* tidak hanya meningkatkan skor, tetapi juga menyamakan kemampuan siswa.

Pada indikator *Conceptualization*, Tabel 12 menunjukkan signifikansi 0,0000 ( $p < 0,05$ ) yang mengindikasikan peningkatan signifikan dalam pemahaman konsep abstrak. Tabel 13 mencatat *N-Gain* 0,83 (tinggi) untuk kelas XI D dan 0,70 (tinggi) untuk kelas XI G. Penurunan SD di kelas XI D (0,98  $\rightarrow$  0,61) menunjukkan konsistensi yang lebih tinggi setelah pembelajaran.

Indikator *Problem Solving* menunjukkan signifikansi 0,0000 ( $p < 0,05$ ) yang menandakan peningkatan signifikan dalam keterampilan analitis. Tabel 13 mencatat *N-Gain* 0,70 (tinggi) untuk kelas XI D dan 0,68 (sedang) untuk kelas XI G. Penurunan SD yang signifikan di kedua kelas (XI D: 3,94  $\rightarrow$  2,07; XI G: 3,49  $\rightarrow$  2,18) menunjukkan bahwa *e-module* berhasil menyamakan kemampuan pemecahan masalah. Namun, *N-Gain* sedang di XI G menunjukkan bahwa peningkatan relatif lebih kecil dibandingkan XI D, meskipun skor *pretest* lebih tinggi.

Indikator *Problem Seeking* memiliki signifikansi 0,0000 ( $p < 0,05$ ) yang menunjukkan peningkatan signifikan dalam kemampuan mengidentifikasi masalah. Tabel 13 mencatat *N-Gain* 0,61 (sedang) untuk kelas XI D dan 0,72 (tinggi) untuk kelas XI G. Penurunan SD di kedua kelas (XI D: 3,42  $\rightarrow$  2,34; XI G: 3,29  $\rightarrow$  1,90) menunjukkan konsistensi yang lebih baik setelah pembelajaran.

Hasil uji *t* dan *N-Gain* menunjukkan bahwa *e-module* efektif dalam meningkatkan kemampuan kognitif siswa pada indikator *Imagination*, *Conceptualization*, *Problem Solving*, dan *Problem Seeking* dengan peningkatan signifikan ( $p < 0,05$ ) serta *N-Gain* tinggi di beberapa indikator. Indikator *Imagination* memiliki skor paling tinggi dari indikator lain. Visualisasi tiga dimensi dalam bentuk gambar memerlukan kemampuan untuk berimajinasi dan mengabstraksikan objek ke dalam berbagai bentuk, serta melibatkan kepekaan terhadap elemen-elemen seperti warna, garis, bentuk, dan ruang (Rizkiana *et al.*, 2019). Hal ini menunjukkan bahwa bahwa *e-module* mampu merangsang daya cipta dan penggambaran mental siswa secara optimal melalui aktivitas-aktivitas yang ada pada *e-module*.

Aktivitas yang paling berdampak terlihat pada tahap *Explore* dan *Explain*, ketika siswa berinteraksi dengan objek 3D melalui *augmented reality*. Aktivitas ini secara langsung melatih kemampuan imajinasi spasial karena siswa dapat memutar, memperbesar, dan memanipulasi objek organ ekskresi. Hal ini sejalan dengan teori kecerdasan majemuk Gardner (1983), yang menyatakan bahwa *visual-spatial intelligence* mencakup kemampuan untuk memvisualisasikan objek dari berbagai perspektif.

Teknologi *augmented reality* dalam *e-module* juga memungkinkan siswa dapat terlibat dalam pengalaman belajar yang menantang dan interaktif yang mendorong mereka untuk mendekati masalah dan peristiwa di sekitar mereka dengan cara yang lebih kritis dan kreatif (Estheriani & Muhid, 2020; Yaniawati & Indrawan, 2021). Di & Zheng (2022) menyebutkan bahwa penggunaan *augmented reality* secara signifikan meningkatkan kemampuan spasial siswa karena memungkinkan mereka untuk melihat dan berinteraksi dengan objek dari berbagai sudut pandang.

Selain itu, struktur model *Learning cycle 7E* juga berperan dalam melatih indikator lain seperti *problem solving* dan *conceptualization*. Penelitian oleh (Marfilinda *et al.*, 2020) menunjukkan bahwa penerapan model *Learning cycle 7E* efektif meningkatkan pemahaman konsep sains siswa hingga 72%. Hal ini terjadi karena tahapan seperti *Elaborate* dan *Extend* menantang siswa untuk menerapkan pemahaman visual mereka dalam konteks pemecahan masalah, sehingga kemampuan spasial mereka tidak hanya bersifat teoretis tetapi juga aplikatif. Pada indikator *problem seeking*, peningkatan skor juga tergolong tinggi, mengindikasikan bahwa siswa tidak hanya mampu memecahkan masalah, tetapi juga memiliki kepekaan dalam mengidentifikasi persoalan-persoalan biologis secara mandiri.

Dengan demikian, *e-module* tidak hanya berperan sebagai sumber informasi, tetapi juga sebagai alat stimulasi berpikir visual yang mendukung keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa.

### Tanggapan Guru dan Siswa Evaluation

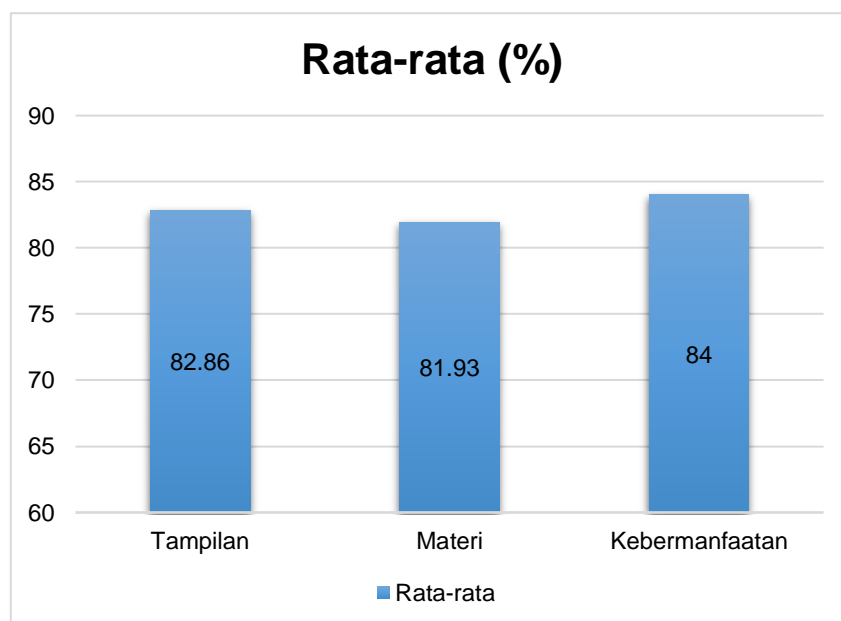
Tahap *evaluation* merupakan tahap akhir dalam model pengembangan ADDIE. Pada tahap ini, dilakukan analisis penilaian e-module yang dilaksanakan setelah penerapan *e-module*. Tahap ini dilakukan untuk mengetahui kelayakan serta mengevaluasi *e-module* yang diterapkan kepada 70 siswa serta guru mata pelajaran biologi. Hasil angket tanggapan guru dan siswa disajikan pada Tabel 14.

**Tabel 13.** Rata-rata Skor Kelayakan

No	Responden	Skor Kelayakan (%)	Kriteria
1	Siswa	82,93	Layak
2	Guru	85,00	Layak
	Rata-rata	83,97	Layak

Dari hasil rata-rata skor kelayakan pada Tabel 14, diperoleh rata-rata skor kelayakan 83,97% yang menunjukkan bahwa *e-module* yang sudah diimplementasikan berada pada kriteria layak. Selain itu, berdasarkan penyebaran angket tanggapan guru dan siswa, guru dan siswa memberikan penilaian positif terhadap *e-module* karena aktivitas yang menarik, interaktif, serta mudah digunakan. Namun, perlu diakui bahwa keterbatasan teknis terkait spesifikasi *smartphone* siswa yang beragam berpotensi memengaruhi pengalaman pengguna secara tidak seragam. Hal ini menggarisbawahi pentingnya mempertimbangkan kesenjangan digital saat mengimplementasikan media berbasis teknologi tinggi di masa depan. Selain itu, Keterbatasan penelitian dalam hal ini adalah periode pengukuran yang relatif singkat, tidak adanya kontrol terhadap aktivitas belajar mandiri siswa di rumah selama jeda waktu tersebut menjadi keterbatasan lain.

Hasil tanggapan peserta didik memiliki tiga aspek meliputi aspek tampilan, aspek materi, dan aspek kebermanfaatan. Ketiga aspek tersebut disajikan dalam bentuk diagram pada Gambar 13.



**Gambar 13.** Diagram persentase kelayakan berdasarkan angket tanggapan guru dan siswa

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa (1) Pengembangan *e-module* berbasis *Learning cycle 7E* berbantuan *Augmented Reality* untuk melatih kecerdasan visual spasial siswa berhasil dilakukan dengan model ADDIE secara sistematis; (2) Berdasarkan penilaian ahli materi, media, dan bahasa, *e-module* memperoleh skor rata-rata 81,94% dengan kategori sangat valid; (3) Implementasi *e-module* melalui desain kuasi-eksperimental menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara skor *pretest* dan *posttest* ( $p < 0,05$ ). Rata-rata skor *N-Gain* sebesar 0,71 termasuk kategori tinggi, dengan indikator *Imagination* mengalami peningkatan paling besar, sedangkan *Problem Seeking* relatif lebih rendah, (4) Hasil angket dari guru dan siswa menunjukkan rata-rata skor kelayakan 83,97% dengan kategori layak, dan (5) Penelitian ini berkontribusi pada pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi dengan mengintegrasikan model *Learning cycle 7E* dan *augmented reality*. Implikasi hasil menunjukkan bahwa penggunaan *e-module* interaktif tidak hanya meningkatkan pemahaman materi, tetapi juga melatih keterampilan berpikir visual spasial siswa. Media ini dapat menjadi alternatif pembelajaran inovatif di era digital dan mendukung capaian pembelajaran pada Kurikulum Merdeka.

## REKOMENDASI

Penelitian selanjutnya dapat memperluas cakupan subjek penelitian ke jenjang pendidikan lain atau mata pelajaran yang berbeda untuk melihat keefektifan media serupa. Selain itu, penelitian selanjutnya dapat mencoba mengimplementasikan *e-module* dalam lingkungan belajar yang sepenuhnya terkontrol untuk membandingkan hasilnya dengan implementasi mandiri di rumah.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti ucapkan terimakasih dan syukur kepada Allah swt. Karena atas kemudahannya penulis dapat menyelesaikan penelitian ini. Peneliti juga ucapkan terimakasih kepada dosen pembimbing yaitu Ibu Gina Nuranti, S.Pd., M.Si. dan Bapak Dr. Aa Juhanda, M.Pd. yang senantiasa memberikan arahan dan bimbingan selama pelaksanaan penelitian ini. Tidak lupa, peneliti juga ucapkan terimakasih kepada validator, guru, serta peserta didik yang telah membantu berjalannya penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achdiyat, M., & Utomo, R. (2018). Kecerdasan Visual-Spasial, Kemampuan Numerik, dan Prestasi Belajar Matematika. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 7(3), 234–245. <https://doi.org/10.30998/formatif.v7i3.2234>
- Alkhabra, Y. A., Ibrahim, U. M., & Alkhabra, S. A. (2023). Augmented Reality Technology in Enhancing Learning Retention and Critical Thinking According to STEAM Program. *Humanities and Social Sciences Communications*, 10(1), 174. <https://doi.org/10.1057/s41599-023-01650-w>
- Asri, A. S. T., & Dwiningsih, K. (2022). Validitas E-modul Interaktif sebagai Media Pembelajaran Untuk Melatih Kecerdasan Visual Spasial pada Materi Ikatan Kovalen. *PENDIPA Journal of Science Education*, 6(2), 465–473.
- Cheng, K. H., & Tsai, C. C. (2013). Affordances of Augmented Reality in Science Learning: Suggestions for Future Research. In *Journal of Science Education and Technology* (Vol. 22, Issue 4, pp. 449–462). <https://doi.org/10.1007/s10956-012-9405-9>
- Corebima, A. D. (2016, January). Pembelajaran Biologi Di Indonesia Bukan Untuk Hidup. *Proceeding Biology Education Conference*.

- Damayanti, W. F., Iskandar, R. S. F., & Safitri, P. T. (2022). Pengaruh Kecerdasan Visual-Spasial Dan Kreativitas Siswa Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis. *Seminar & Conference Proceedings of UMT*, 22–29.
- Di, X., & Zheng, X. (2022). A Meta-analysis of The Impact of Virtual Technologies on Students' Spatial Ability. *Educational Technology Research and Development*, 70(1), 73–98.
- Dick, W. (1996). The Dick and Carey model: Will it survive the decade? *Educational Technology Research and Development*, 44(3), 55–63.
- Eisenkraft, A. (2003). A Proposed 7E Model Emphasizes “Transfer of Learning” and the Importance of Eliciting Prior Understanding. *The Science Teacher*, 70(6).
- Elmqaddem, N. (2019). Augmented Reality and Virtual Reality in education. Myth or reality? *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 14(3), 234–242. <https://doi.org/10.3991/ijet.v14i03.9289>
- Estheriani, N. G. N., & Muhid, A. (2020). Pengembangan Kreativitas Berpikir Siswa di Era Industri 4.0 Melalui Perangkat Pembelajaran dengan Media Augmented Reality. *Insight: Jurnal Ilmiah Psikologi*, 22(2), 118–129.
- Fatmawati, R., & Sukarmin, S. (2024). The Effectiveness of Interactive E-Modules as Learning Media to Train Visual Spatial Intelligence in Chemical Bond Material. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 12(3), 655–662.
- Gardner, H. (1983). *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences*. Basic Books. [http://books.google.com/books?id=Z\\_1GAAAAMAAJ](http://books.google.com/books?id=Z_1GAAAAMAAJ)
- Gargish, S., Mantri, A., & Kaur, D. P. (2022). Evaluation of Memory Retention Among Students using Augmented Reality Based Geometry Learning Assistant. *Education and Information Technologies*, 27(9), 12891–12912. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11147-9>
- Haas, S. C. (2003). Algebra for Gifted Visual-Spatial Learners. *Gifted Education Communicator*, 34(1), 30–43.
- Hegarty, M., & Kozhevnikov, M. (1999). Types of Visual-Spatial Representations and Mathematical Problem Solving. In *Journal of Educational Psychology* (Vol. 91, Issue 4).
- Hulu, G., & Dwiningsih, K. (2021). Efektivitas LKPD Berbasis Blended Learning Berbantuan Multimedia Interaktif untuk Melatih Visual Spasial Peserta Didik. Edukasi. *Jurnal Pendidikan*, 19(2), 319–333.
- Isnaini, M., Afgani, M. W., Haqqi, A., & Azhari, I. (2025). Teknik Analisis Data Uji Normalitas. *J-CEKI: Jurnal Cendekia Ilmiah*, 4(2), 1377–1384.
- Kaharuddin, A., Arsyad, N., & Asdar, M. P. (2023). *Media Hologram 3D dalam Pembelajaran Geometri untuk meningkatkan keterampilan proses sains*. Pustaka Learning.
- Logie, R. H. (2011). The visual and the spatial of a multicomponent working memory. In *Spatial working memory*. (pp. 19–45). Psychology Press.
- Magdalena, I., Shodikoh, A. F., Pebrianti, A. R., Jannah, A. W., & Susilawati, I. (2021). Pentingnya Media Pembelajaran untuk Meningkatkan Minat Belajar Siswa SDN Meruya Selatan 06 Pagi. *Edisi*, 3(2), 312–325.
- Marfilinda, R., Rossa, R., Jendriadi, J., & Apfani, S. (2020). The Effect of 7E Learning Cycle Model toward Students' Learning Outcome of Basic Science Concept. *Journal of Teaching And Learning In Elementary Education (JTLEE)*, 3(1). <https://doi.org/10.33578/jtlee.v3i1.7826>
- Maulidya, C. S., & Cahyaka, H. W. (2023). Pengembangan E-Modul untuk Meningkatkan Spatial Visualization Intelligence pada Materi Proyeksi Ortogonal

- di SMK Negeri 1 Sidoarjo. *Jurnal Kajian Pendidikan Teknik Bangunan*, 9(1), 78–89.
- Nasrum, A. (2018). Uji Normalitas Data untuk Penelitian. *Jayapangus Press Books*, i–117.
- Nurazizah, S. (2024). Pentingnya Media dalam Pembelajaran untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Karimah Tauhid*, 3(5), 5666–5670.
- Nurdiono, N., & Panjaitan, D. J. (2023). Pengaruh Kecerdasan Visual Spasial Terhadap kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa. *Jurnal MathEducation Nusantara*, 6(2), 188–196.
- Nurrita, T. (2018). Pengembangan Media Pembelajaran untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *MISYKAT: Jurnal Ilmu-Ilmu Al-Quran Hadits Syari'ah Dan Tarbiyah*, 3(1), 171–187. <https://ejurnal.iiq.ac.id/index.php/misykat/article/view/2229>
- Nurwijaya, S. (2022). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Berbantuan Augmented Reality Terhadap Kemampuan Spasial Siswa. *EQUALS: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 5(2), 107–116. <https://doi.org/10.46918/equals.v5i2.1563>
- PISA. (2023, December 5). *PISA 2022 Results (Volume I) The State of Learning and Equity in Education*. [https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2022-results-volume-i\\_53f23881-en.html](https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2022-results-volume-i_53f23881-en.html); OECD. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- Pratamadita, A., & Dwiningsih, K. (2022). Development of Interactive E-Modules as a Learning Media to Train Visual-Spatial Intelligence on Intermolecular Force Materials. *Jurnal Kependidikan: Jurnal Hasil Penelitian Dan Kajian Kepustakaan Di Bidang Pendidikan, Pengajaran Dan Pembelajaran*, 8(1), 31–42.
- Radu, I. (2014). Augmented reality in education: A meta-review and cross-media analysis. *Personal and Ubiquitous Computing*, 18(6), 1533–1543. <https://doi.org/10.1007/s00779-013-0747-y>
- Rizkiana, S., Darmawan, P., & Prayekti, N. (2019). Kemampuan Visual Spasial Siswa dalam Menyelesaikan Soal Bangun Ruang Kubus dan Balok. *Prosiding: Konferensi Nasional Matematika Dan IPA Universitas PGRI Banyuwangi*, 1(1), 103–106.
- Rosmiana, F., Sumadi, S., & Pamungkas, D. (2021). Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Berdasarkan Kecerdasan Majemuk dalam Menyelesaikan Masalah Matematika. *THEOREMA: The Journal Education of Mathematics*, 2(2), 1–4.
- Saputri, O. W., & Rofiki, I. (2024). Implementasi Model Learning Cycle 7E Berbantuan Media Prezi dalam Pembelajaran Berdiferensiasi Mata Pelajaran Pendidikan Pancasila di Sekolah Dasar. *JRPD (Jurnal Riset Pendidikan Dasar)*, 7(1), 99–110.
- Septiani, D., & Susanti, S. (2021). Urgensi Pembelajaran Inkuiri di Abad ke 21: Kajian Literatur. *SAP (Susunan Artikel Pendidikan)*, 6(1), 126–133.
- Septianingrum, I. (2022). Model Pembelajaran Learning Cycle 7E Untuk Meningkatkan Keterampilan. *Kalam Cendekia: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 10(2), 273. <https://doi.org/10.20961/jkc.v10i2.65506>
- Setiono, S., Nuranti, G., & Agustini, M. M. (2020). Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik Melalui Aktivitas Sainik dan Visualisasi. *JURNAL PENDIDIKAN SAINS (JPS)*, 8(1), 27. <https://doi.org/10.26714/jps.8.1.2020.27-31>
- Shobrina, N. Q., Sakti, I., & Purwanto, A. (2020). Pengembangan Desain Bahan Ajar Fisika Berbasis E-Modul pada Materi Momentum. *Jurnal Kumparan Fisika*, 3(1), 33–40. <https://doi.org/10.33369/jkf.3.1.33-40>
- Sugiyono. (2016). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. PT. Alfabet.

- Susilo, A., & SU, H. (2021). Pengembangan E-Modul Akuntansi Kontekstual Berbasis Proyek Untuk Meningkatkan Kemampuan Aplikatif Siswa Generasi Z. *Jurnal VARIDIKA*, 33(1), 99–107. <https://doi.org/10.23917/varidika.v33i1.15308>
- Tasril, V. (2022). Pengembangan Aplikasi Multimedia Interaktif Pembelajaran Matematika Untuk Siswa SMA. *LOFIAN: Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 1(2), 38–44. <https://doi.org/10.58918/lofian.v1i2.174>
- Trivena Patricia Sumual, Sukmarayu P. Gedoan, & Ferny M. Tumbel. (2025). Peningkatan Hasil Belajar Biologi Melalui Model Discovery Learning Berbasis Media Audio Visual. *Algoritma: Jurnal Matematika, Ilmu Pengetahuan Alam, Kebumihan Dan Angkasa*, 3(3), 93–107. <https://doi.org/10.62383/algoritma.v3i3.510>
- Wahab, A., Junaedi, J., & Azhar, Muh. (2021). Efektivitas Pembelajaran Statistika Pendidikan Menggunakan Uji Peningkatan N-Gain di PGMI. *Jurnal Basicedu*, 5(2), 1039–1045. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i2.845>
- Wahyudi, U., & Arwansyah, Y. (2019). Developing Augmented Reality-based Learning Media to Improve Student Visual Spatial Intelligence. *Indonesian Journal of Curriculum and Educational Technology Studies*, 7(2), 89–95. <https://doi.org/10.15294/ijcets.v7i2.36039>
- Widoratih, K., Enawaty, E., & Lestari, I. (2016). Pengaruh Model Learning Cycle 7E terhadap Hasil Belajar Kimia Siswa Kelas X SMA. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Khatulistiwa (JPPK)*, 5(9).
- Winatha, K. R., Suharsono, N., & Agustini, K. (2018). Pengembangan E-modul Interaktif Berbasis Proyek Mata Pelajaran Simulasi Digital. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 15(2), 188–199. <https://doi.org/10.23887/jptk-undiksha.v15i2.14021>
- Winda, Takda, A., & Tahang, L. (2023). Penerapan Model Pembelajaran Learning Cycle 7E Berbantuan Physics Education Technology (PhET) Simulation untuk Meningkatkan Literasi Sains Peserta Didik di SMAN 2 Pasarwajo. *Jurnal Penelitian Pendidikan Fisika*, 8(2), 81–89. <https://doi.org/10.36709/jipfi.v8i2.6>
- Yaniawati, P., & Indrawan, R. (2021). Augmented Reality Application: What are the constraints and perceptions of the students during the covid 19 pandemic's 3D geometry learning process? *Journal of Physics: Conference Series*, 1783(1), 012007.
- Zakiah, W. I., & Dwiningsih, K. (2022). The Effectivity of Interactive E-Module to Increase the Students' Visual-Spatial Intelligence on Ionic. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 9(1), 91–100.