

## MENINGKATKAN PEMAHAMAN SISWA SMA PADA MATERI OPTIK GEOMETRI DAN ALAT OPTIK MELALUI E-MODUL

Rika Aprianti<sup>1</sup>, Widiasih<sup>1</sup>, Zakirman<sup>1</sup>, Khoirotun Nadiyah<sup>1</sup>, Diah Ambarwulan<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Pendidikan Fisika, Universitas Terbuka

<sup>2</sup> Mitra Jurnal Indonesia

Email: [rika.aprianti@ecampus.ut.ac.id](mailto:rika.aprianti@ecampus.ut.ac.id)

**Diterima:** 15 Juli 2024. **Direvisi:** 9 September 2024. **Disetujui:** 30 September 2024.

### Abstrak

Dalam era di mana teknologi semakin masif, penggunaan berbagai gawai dengan segala kelebihanannya termasuk penggunaan e modul mampu menunjang kegiatan pembelajaran. Penelitian ini bertujuan untuk mengungkap potensi revolusioner dari e-modul materi optik geometri dan alat optik dalam meningkatkan pemahaman siswa SMA. Dengan memanfaatkan desain quasi-eksperimental yang mumpuni, penelitian ini melibatkan 25 siswa berbakat dari kelas XI untuk menjalani 14 sesi pembelajaran yang inovatif. Data yang dikumpulkan melalui pretest dan posttest menyoroti transformasi luar biasa dalam pemahaman siswa, yang ditandai dengan lonjakan substansial dalam skor posttest dan nilai N-Gain. Analisis statistik yang mendalam mengungkapkan bahwa nilai uji t, yang mencapai -13,565 pada derajat kebebasan 24, mengukuhkan kontribusi signifikan E-Modul dalam meningkatkan pemahaman siswa ke level yang baru. Hasil ini bukan hanya sekadar mencerminkan keberhasilan teknologi dalam pendidikan, tetapi juga membuka jalan bagi masa depan yang cerah di mana inovasi dan pembelajaran dapat berpadu secara harmonis untuk mencapai pencerahan yang tak terbatas.

**Kata Kunci:** E-Modul, Materi Optik Geometri, Alat Optik.

### Abstract

*In an era where technology is becoming increasingly massive, the use of various devices with all their advantages, including the use of e-modules, can support learning activities. This research aims to reveal the revolutionary potential of an e-module on geometric optics and optical instruments in enhancing high school students' understanding. Utilizing an advanced quasi-experimental design, this study involved 25 talented 11th-grade students in 14 innovative learning sessions. Data collected through pre-tests and post-tests highlighted an extraordinary transformation in students' understanding, marked by a substantial increase in post-test scores and N-Gain values. In-depth statistical analysis revealed that the t-test value, reaching -13.565 with a degree of freedom of 24, confirmed the significant contribution of the e-module in elevating students' comprehension to a new level. These results not only reflect the success of technology in education but also pave the way for a*

*bright future where innovation and learning harmoniously blend to achieve boundless enlightenment.*

**Keywords:** *E-Module, Geometry Optical Material, Optical Instruments.*

## PENDAHULUAN

Dalam lanskap pendidikan kontemporer yang dinamis, integrasi teknologi menjadi keharusan untuk membentuk pengalaman belajar yang efektif dan menawan (Miller, 2023). Hal ini sangat relevan bagi siswa sekolah menengah yang mempelajari konsep rumit bahan optik geometri dan alat optik dalam domain fisika (Woithe & Kersting, 2021). Meningkatnya permintaan akan pemahaman mendalam tentang prinsip-prinsip ini menekankan pentingnya alat pengajaran inovatif yang dapat melampaui keterbatasan metode pengajaran tradisional (Onu, Pradhan, & Mbohwa, 2023).

Materi optik geometri dan alat optik merupakan komponen integral dari pendidikan fisika, yang berfungsi sebagai elemen dasar untuk memahami seluk-beluk cahaya, penglihatan, dan perilaku perangkat optik (Galili, 2022). Namun, pendekatan pedagogi konvensional sering kali gagal dalam memberikan

siswa pengalaman belajar yang komprehensif dan interaktif yang diperlukan untuk menguasai konsep-konsep abstrak ini (Besser & Newby, 2020). Kompleksitas yang melekat pada mata pelajaran ini memerlukan perubahan dalam metode pengajaran, sehingga harus beralih dari penggunaan buku teks dan metode ceramah tradisional (Diavati, 2023).

Materi optik geometri dan alat optik merupakan materi yang sering disalahpahami konsepnya oleh siswa. Salah satu kasus sering terjadi kesalahpahaman dalam konsep mata. Kesalahpahaman konsep tentang mata bisa diatasi dengan menggunakan animasi, pemodelan, dan pengajaran virtual (Özdemir & Coramik, 2022). Selain itu, untuk meningkatkan pemahaman siswa SMA, ada beberapa strategi yang dapat diterapkan.

Pertama, disarankan untuk mengembangkan modul e-learning interaktif, yang mengintegrasikan elemen multimedia, simulasi, dan

aktivitas interaktif untuk melibatkan siswa dalam pengalaman pembelajaran langsung (Nurhikmah, Hakim, & Wahid, 2021). Kedua, disarankan untuk mengintegrasikan penerapan konsep-konsep ini di dunia nyata ke dalam kurikulum untuk membuat mata pelajaran lebih nyata dan relevan dengan pengalaman siswa (Zimmer, 2022). Ketiga, disarankan untuk melakukan eksperimen langsung dan kegiatan laboratorium yang memungkinkan siswa mengamati dan memanipulasi instrumen secara langsung, memperdalam pemahaman mereka tentang konsep-konsep abstrak (Rahman & Johari 2022). Keempat, penggunaan alat bantu visual, seperti diagram dan demonstrasi, untuk mengilustrasikan ide-ide kompleks secara efektif sangat dianjurkan (Tzenios, 2020). Kelima, diusulkan undangan pembicara tamu atau pakar di bidang materi untuk memberikan ceramah atau lokakarya, memberikan wawasan berharga tentang aplikasi praktis (Chari, et al., 2022). Keenam, pengembangan lingkungan pembelajaran kolaboratif di mana siswa dapat berdiskusi dan

memecahkan masalah bersama, meningkatkan pemahaman mereka melalui wawasan bersama, ditekankan (Herrera, 2021). Ketujuh, pemanfaatan teknologi pendidikan, seperti aplikasi virtual atau augmented reality, untuk menciptakan pengalaman belajar yang mendalam (Di Natale, et al., 2020). Kedelapan, identifikasi area perbaikan melalui penilaian rutin dan umpan balik digaribawahi (Khasawneh & Khasawneh 2023). Kesembilan, pemanfaatan sumber belajar adaptif yang mempersonalisasi pengalaman belajar berdasarkan kebutuhan individu siswa dianggap penting (Martin, et al., 2020). Kesepuluh, disarankan untuk mendorong pemikiran kritis dan penguatan pemahaman melalui penerapan praktis dengan menugaskan proyek berbasis aplikasi (Sweet & Michaelsen, 2023). Dengan menerapkan strategi tersebut, lingkungan pembelajaran yang komprehensif dan menarik yang mendukung siswa dalam penguasaan materi optik geometri dan alat optik dapat diciptakan oleh pendidik.

Hal yang paling mungkin dilakukan pendidik untuk menghemat biaya adalah dengan membuat e-modul. Selain itu, yang terdepan dalam pergeseran transformatif ini adalah peran e-modul dalam pendidikan fisika (Sari, 2021; Marlina, Paramitha, & Sriyanti, 2022). Modul pembelajaran elektronik ini menawarkan platform dinamis dan interaktif yang dapat menjembatani kesenjangan antara pengetahuan teoritis dan pemahaman praktis. Kebutuhan mendesak untuk mengeksplorasi dan memanfaatkan potensi e-modul menjadi jelas ketika siswa menavigasi kompleksitas alat optik (Grassini, 2023). Sifat geometri bahan optik yang abstrak, ditambah dengan rumitnya cara kerja alat optik. Menjadikan metode pembelajaran tradisional kurang efektif dalam mendorong pemahaman mendalam (Zuo, et al., 2022).

Memvisualisasikan dan mengonseptualisasi fenomena yang terkait dengan bahan optik geometri dan alat optik memerlukan lebih dari sekadar representasi statis (Aregehagn, et al., 2023). Sifat e-modul yang imersif dan dinamis memberikan solusi dengan

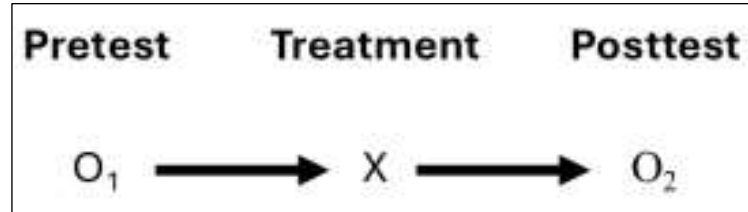
mensimulasikan skenario dunia nyata, menawarkan pengalaman belajar langsung dan menarik kepada siswa (Boyle et al., 2022). Oleh karena itu, penelitian ini menggali kebutuhan mendesak untuk merevolusi pendidikan fisika dengan mengevaluasi secara cermat dampak E-Modul Pembelajaran Fisika yang secara eksplisit dirancang untuk menerangi seluk-beluk materi optik geometri dan alat optik. Melalui penyelidikan ini, mereka bercita-cita untuk mengungkap potensi transformatif alat e-learning dalam memitigasi tantangan yang terkait dengan konsep-konsep rumit ini, yang pada akhirnya berfungsi sebagai sumber daya yang kuat bagi pendidik dan siswa dalam menavigasi kompleksitas pendidikan fisika.

## **METODE**

### **Desain penelitian**

Penelitian ini menekankan pentingnya menganalisis Pengaruh E-Modul Materi Optik Geometri dan Alat optik Terhadap Peningkatan Pemahaman Siswa SMA. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen kuasi, khususnya *One-Group Pretest-*

Posttest Design seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain *one-group pretest-posttest*

Pada metode kuasi ini, hanya ada satu kelompok penelitian yang diukur sebelum dan sesudah perlakuan. Pretest diberikan sebelum intervensi E-Module, sedangkan posttest diberikan setelah *treatment* berupa pengajaran menggunakan E-Module.

Penelitian dilakukan pada 25 siswa kelas 11 pada tahun ajaran 2022-2023. E-Module digunakan dalam setiap sesi, dengan total 14 pertemuan selama periode dua bulan. Siswa juga memanfaatkan E-Module untuk pembelajaran atau tugas di luar jam pelajaran, baik di sekolah, di rumah, atau dimanapun.

#### **Metode Pengumpulan dan Analisis Data**

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode tes. Tes digunakan untuk

menilai peningkatan pemahaman siswa dari sebelum hingga sesudah pembelajaran dengan menggunakan E-Module. Data dikumpulkan melalui pretest dan posttest, terdiri dari soal pilihan ganda dengan satu jawaban benar dan lima pilihan untuk setiap soal.

Data uji yang terkumpul dianalisis menggunakan uji *t* berpasangan. Uji *t* berpasangan dilakukan jika data populasi memenuhi kriteria berdistribusi normal. Selain itu, skor N-Gain dihitung untuk menganalisis peningkatan pemahaman siswa akibat penerapan E-Module pada pendidikan fisika khususnya pada materi Materi Optik Geometri dan Alat optik. Rata-rata skor perbaikan ditentukan dengan normalisasi N-Gain. Analisis statistik dilakukan dengan menggunakan

perangkat lunak IBM SPSS Statistics 25.

Selain analisis deskriptif menggunakan N-Gain, uji t berpasangan juga digunakan untuk mengetahui signifikansi peningkatan pemahaman siswa. Teknik analisis data menggunakan uji t berpasangan yang dilakukan dengan SPSS *Statistical Package* versi 25. Sebelum menggunakan teknik analisis data ini, ada beberapa syarat yang harus

dipenuhi, antara lain uji normalitas dengan menggunakan uji Shapiro-Wilk.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Modul yang digunakan dapat diakses dengan scan QR code pada Gambar 2 atau melalui link berikut: <https://online.flipbuilder.com/antgl/fcpo/> Modul ini dapat diakses menggunakan laptop atau ponsel dengan syarat memerlukan internet.



**Gambar 2.** Kode QR untuk mengakses e-modul

Komponen modul yang dikembangkan peneliti terdiri atas sampul e-modul, panduan penggunaan e-modul, daftar isi, kata pengantar, kegiatan pembelajaran atau isi materi (termasuk audio, gambar, dan video), latihan praktek, penilaian interaktif, rangkuman, kunci jawaban, dan glosarium. Jika dibandingkan dengan e-modul lainnya, ada yang dilengkapi sampul,

menu utama, kata pengantar, daftar isi, daftar gambar, pendahuluan, materi soal evaluasi, dan kunci jawaban, serta glosarium (Chattri, et al., 2023). Berbagai komponen modul elektronik disajikan secara online, mencakup teks dan gambar, video, simulasi, dan pertanyaan umpan balik, yang dianggap efektif oleh siswa sebagai pengalaman belajar yang berharga (Fisnani, Utanto, &

Ahmadi, 2020). Sebaliknya, e-modul berbasis Android terdiri dari komponen-komponen seperti halaman awal, halaman menu utama, halaman panduan pengguna, halaman pengenalan, halaman kompetensi, halaman materi (berisi materi,

gambar, dan video), halaman ujian formatif, halaman permainan, halaman glosarium, daftar pustaka, dan halaman informasi pengembang (Margiyanti & Paidi, 2021). Gambar 3 merupakan tampilan halaman sampul E modul.



Gambar 3. Tampilan Halaman Sampul Sampul E-modul

Ringkasnya, meskipun ada kesamaan dalam hal komponen dasar, modul peneliti menonjol dengan fitur spesifik seperti panduan penggunaan e-modul, latihan praktik, penilaian interaktif, kunci jawaban, dan ringkasan. Elemen-elemen ini berkontribusi pada pengalaman belajar yang lebih komprehensif dan interaktif. Selain itu, kekhususan platform (berbasis Android) yang disebutkan dalam perbandingan membedakannya dari modul peneliti,

yang mungkin memiliki penerapan yang lebih luas.

Data pretest dan pretest terdiri dari pertanyaan-pertanyaan yang identik. Pretest dilaksanakan sebelum pembelajaran dengan e-modul, sedangkan pretest dilaksanakan setelah proses pembelajaran dengan e-modul selesai. Pertanyaan pretest dan pretest diambil dari penilaian formatif dan tes pemahaman yang tertanam dalam e-modul.

**Tabel 1.** Skor *Pretest*, *Posttest*, dan *N-Gain*

<b>Sampel</b>	<b>Pre-tes</b>	<b>Post-tes</b>	<b>N-Gain</b>
1	52,94	85,29	0,69
2	44,12	85,29	0,74
3	67,65	82,35	0,45
4	61,76	88,24	0,69
5	61,76	85,29	0,62
6	58,82	82,35	0,57
7	58,82	82,35	0,57
8	55,88	88,24	0,73
9	55,88	85,29	0,67
10	64,71	88,24	0,67
11	55,88	88,24	0,73
12	70,59	79,41	0,30
13	58,82	91,18	0,79
14	67,65	91,18	0,73
15	67,65	85,29	0,55
16	50,00	79,41	0,59
17	64,71	76,47	0,33
18	61,76	88,24	0,69
19	58,82	91,18	0,79
20	76,47	82,35	0,25
21	58,82	73,53	0,36
22	58,82	97,06	0,93
23	52,94	91,18	0,81
24	58,82	82,35	0,57
25	52,94	91,18	0,81
<b>Skor rata - rata</b>			<b>0,62</b>

Hasil pretest dan posttest seperti disajikan pada Tabel 1. Tabel 1 menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan dalam pemahaman siswa setelah penerapan E-Modul Materi Optik Geometri dan Alat

Optik. Data yang disajikan meliputi nilai pretest dan pretest, serta nilai N-Gain yang dihitung untuk masing-masing siswa yang berjumlah 25 orang. Nilai pretest mewakili pemahaman awal siswa sebelum

intervensi, sedangkan nilai pretest mencerminkan pemahaman siswa setelah penerapan E-Module. Nilai N-Gain mengukur peningkatan antara skor pretest dan posttest, memberikan informasi mengenai efektivitas E-Module.

Dilihat dari data individu siswa berdasarkan Tabel 1. Nilai N-Gain dalam penelitian ini berkisar antara 0,3 hingga 0,9, yang menunjukkan tingkat pemahaman pada seluruh siswa mengalami kenaikan yang berbeda-beda. Berdasarkan data Tabel 1 dapat disimpulkan bahwa 9 dari 25 siswa mengalami peningkatan dalam kategori tinggi.

Hasil uji normalitas pretest dan posttest yang dilakukan melalui uji Shapiro-Wilk diuraikan pada Tabel 2. Pemilihan uji Shapiro-Wilk didasarkan pada pertimbangan bahwa jumlah sampel dalam penelitian ini dibawah 50, tepatnya 25. Kesimpulan diambil dengan mengevaluasi nilai signifikansi, dimana jika Sig. lebih besar dari 0,05 berarti data tersebut berdistribusi normal. Dalam skenario khusus ini, baik pretest (Sig. = 0,740) dan posttest (Sig. = 0,522) menunjukkan nilai p melebihi 0,05. Akibatnya, dapat disimpulkan bahwa data pretest dan posttest sesuai dengan distribusi normal.

**Tabel 2.** Hasil uji Shapiro-Wilk

	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Statistic
pre test	,974	25	,740
post test	,965	25	,522

\*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Pretest dan posttest seperti tersaji pada Tabel 3 menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada pemahaman siswa. Pada pretest, nilai rata-ratanya adalah 59,88, sedangkan pada posttest menunjukkan peningkatan yang cukup besar

menjadi 85,656. Nilai median juga menunjukkan peningkatan yang signifikan dari 58,824 pada pretest menjadi 85,728 pada posttest. Nilai varians dan deviasi standar selanjutnya menunjukkan penurunan yang cukup besar dalam penyebaran

skor, yang menunjukkan kinerja siswa yang lebih konsisten dan meningkat setelah penerapan E-Module. Skor minimum pretest adalah 44,1, dan yang luar biasa, skor minimum posttest meningkat menjadi 5,3249, yang menunjukkan peningkatan signifikan pada skor terendah yang dicapai. Selain itu, skor maksimum posttest mencapai 73,5, menunjukkan

peningkatan yang signifikan dari skor maksimum pretest sebesar 76,5. Kisaran tersebut, mewakili selisih antara skor tertinggi dan terendah, menurun dari 32,4 pada pretest menjadi 23,6 pada posttest, memperkuat dampak positif keseluruhan E-Module terhadap pemahaman siswa terhadap Materi Optik Geometri dan Alat optik.

**Tabel 3.** Deskripsi *Pretest* dan *Posttest*.

	<b>Pretest</b>	<b>Pretest</b>
Mean	59,88	85,656
Median	58,824	85,728
Variance	48,933	85,300
Std. Deviation	6,9952	28,355
Minimum	44,1	5,3249
Maximum	76,5	73,5
Jangkauan	32,4	23,6

Tabel 4 menyajikan hasil uji t berpasangan yang dilakukan antara skor pretest dan posttest. Perbedaan berpasangan, mean, deviasi standar, kesalahan standar mean, dan interval kepercayaan 95% dari perbedaan disajikan. Pada Pasangan 1, yang mewakili perbandingan antara skor pretest dan posttest, nilai t hitung sebesar -13,565, dengan derajat kebebasan (df) sama dengan 24.

Tingkat signifikansi (Sig. 2-tailed) dilaporkan sebesar 0,000, menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan antara skor pretest dan posttest. Jadi, hal ini menunjukkan bahwa e-modul efektif memberikan kontribusi dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi pelajaran (optik geometri dan alat optik).

**Tabel 4.** Hasil Uji T Berpasangan antara *Pretest* dan *Posttest*

		Paired Differences		
Pair 1		t	df	Sig (2-tailed)
pre test - post test		-13.565	24	.000

Oleh karena itu, kombinasi N-Gain dan uji-t sampel berpasangan memungkinkan peneliti tidak hanya mengukur peningkatan pemahaman siswa melalui nilai-nilai N-Gain tetapi juga secara statistik memverifikasi signifikansi peningkatan ini menggunakan uji-t. Nilai p yang sangat signifikan menunjukkan bahwa peningkatan yang diamati tidak mungkin terjadi karena kebetulan, memberikan bukti kuat untuk efektivitas E-Modul dalam meningkatkan pemahaman siswa tentang Bahan Optik Geometri dan Alat optik. Dalam studi lain tentang e-modul dan dampaknya terhadap literasi sains (Fatma, Susilawati, & Linda, 2021), kreativitas (Desnita, et al., 2022), dan berpikir kritis (Sujanem, et al., 2020), temuan serupa diamati. Kesamaannya terletak pada penggunaan e-modul yang mendukung blended learning.

Selama percobaan, wawasan berharga mengenai pengalaman subjektif peserta didik diperoleh melalui pengumpulan umpan balik siswa dan observasi kelas. Tema yang berulang diungkapkan oleh tanggapan survei terbuka, yang menyoroti dampak positif E-Modul Pembelajaran Fisika terhadap keterlibatan dan pemahaman siswa. Minat yang tinggi terhadap materi pelajaran diungkapkan oleh siswa, dengan penghargaan diberikan pada sifat interaktif dan dinamis dari e-modul. Selain itu, sifat abstrak optik geometris dan alat optik dijelaskan secara efektif melalui pemanfaatan e-modul yang diperkaya dengan video, seperti yang terungkap dari hasil wawancara. Oleh karena itu, siswa memperoleh pemahaman yang komprehensif tentang materi pelajaran.

Observasi selama sesi kelas menguatkan umpan balik kualitatif,

seiring dengan peningkatan partisipasi dan antusiasme siswa. Elemen interaktif dalam e-modul diidentifikasi sebagai katalis untuk mengembangkan pemahaman yang lebih mendalam tentang geometri bahan optik dan alat optik.

Konvergensi temuan kuantitatif dan kualitatif mendukung kemampuan E-Module Pembelajaran Fisika dalam meningkatkan pemahaman siswa pada materi optik geometri dan alat optik. Peningkatan signifikan yang diamati pada skor N-Gain sejalan dengan umpan balik positif dan peningkatan keterlibatan yang dilaporkan oleh siswa. Triangulasi sumber data memperkuat validitas penelitian, memberikan penilaian yang komprehensif dan berbeda mengenai dampak e-modul.

Hasil positif dari penelitian ini memberikan implikasi yang signifikan bagi para pendidik dan pengembang kurikulum dalam meningkatkan kualitas pembelajaran fisika. Dengan mengintegrasikan e-modul yang dinamis dan interaktif ke dalam proses pembelajaran, pendidik dapat meningkatkan pemahaman konsep, hasil belajar, serta

keterlibatan siswa dalam mata pelajaran fisika (Aprianti, Ambarwulan, & Purwahida, 2023). Penggunaan teknologi dalam pembelajaran memungkinkan siswa untuk mengeksplorasi materi secara lebih mendalam dan dengan cara yang lebih menarik.

Penelitian lebih lanjut dapat difokuskan pada pengembangan variasi desain e-modul yang lebih adaptif, mempertimbangkan beragam gaya dan preferensi belajar siswa (Sari, Lestari, & Sari, 2020). Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap siswa dapat belajar secara optimal sesuai dengan cara mereka memahami materi. Selain itu, penting untuk melakukan studi longitudinal guna menilai dampak jangka panjang dari penggunaan e-modul terhadap retensi pengetahuan siswa. Studi semacam ini juga dapat mengungkap bagaimana penggunaan e-modul mempengaruhi minat berkelanjutan siswa terhadap fisika, serta sejauh mana mereka termotivasi untuk mengeksplorasi ilmu ini lebih lanjut (Aprianti, et al., 2023). Dengan demikian, inovasi ini dapat menjadi

strategi efektif dalam menciptakan pengalaman belajar yang lebih bermakna.

Signifikansi penggunaan e-module pembelajaran fisika dalam meningkatkan pemahaman siswa pada materi optik geometri dan alat optik. Pendekatan campuran, menggabungkan analisis kuantitatif dan kualitatif, memberikan evaluasi yang kuat terhadap efektivitas e-modul. Studi ini memberikan kontribusi wawasan berharga terhadap wacana yang sedang berlangsung mengenai pemanfaatan teknologi untuk meningkatkan pendidikan sains, menekankan potensi alat e-learning dalam mendorong pengalaman belajar yang lebih dalam dan menarik.

Sebagai catatan akhir, perlu upaya lanjutan berupa eksplorasi variasi desain e-modul untuk memenuhi beragam gaya dan preferensi pembelajaran. Selain itu, studi longitudinal dapat menyelidiki dampak jangka panjang dari alat pengajaran tersebut terhadap retensi pengetahuan siswa dan minat berkelanjutan terhadap fisika. Intinya, temuan penelitian ini membuka jalan

bagi inovasi berkelanjutan dalam pendidikan sains, memanfaatkan teknologi untuk memberdayakan siswa dalam pencarian pengetahuan dan pemahaman.

### **UCAPAN TERIMAKASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Universitas Terbuka yang telah memberikan kesempatan dan dukungan terhadap terlaksananya proyek penelitian ini berdasarkan kontrak nomor B/528/UN31.LPPM /PT.01.03/2023.

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **Kesimpulan**

Studi ini mengungkapkan bahwa penggunaan E-Modul Pembelajaran Fisika memberikan dampak yang signifikan dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi optik geometri dan alat optik. Penelitian ini memberikan evaluasi yang kokoh terhadap efektivitas e-modul. Hasil positif dari penelitian ini tidak hanya tercermin dalam peningkatan nilai N-Gain siswa, tetapi juga dalam umpan balik yang positif

dari siswa terkait keterlibatan dan pemahaman mereka terhadap materi.

### Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya mencakup eksplorasi variasi desain e-modul untuk memenuhi kebutuhan belajar yang beragam dan melakukan studi longitudinal untuk mengevaluasi dampak jangka panjang dari penggunaan e-modul. Dengan demikian, temuan ini tidak hanya mengilhami inovasi dalam pendidikan sains, tetapi juga menawarkan landasan yang kuat untuk memperkuat penggunaan teknologi dalam pembelajaran yang mendalam dan menarik.

### DAFTAR PUSTAKA

- Aprianti, R., Ambarwulan, D., & Purwahida, R. (2023, September). Improving high school students' conceptual knowledge using contextual E-Module on optical devices topic. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 2596, No. 1, p. 012073). IOP Publishing.
- Aprianti, R., Nadiyyah, K., Gusti, V. Y. K., & Herliana, F. (2023). The Development of Physics E-Module CTL-Based for Reflection and Refraction of Light Topic. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 9(1), 23-34.
- Aregehagn, E., Lykknes, A., Getahun, D. A., & Febri, M. I. (2023). Representation of Image Formation—Observation in Optics in Ethiopian Textbooks: Student Learning Difficulties as an Analytical Tool. *Education Sciences*, 13(5), 445.
- Besser, E. D., & Newby, T. J. (2020). Feedback in a digital badge learning experience: Considering the instructor's perspective. *TechTrends*, 64, 484-497.
- Boyle, F., Moolman, J., Stephens, R., & Walsh, J. (2022). REEdI-Rethinking Engineering Education in Ireland. In *Learning with Technologies and Technologies in Learning: Experience, Trends and Challenges in Higher Education* (pp. 303-334). Cham: Springer International Publishing.
- Chari, J. V., Knapp, R. R., Boit, T. B., & Garg, N. K. (2022). Catalysis in Modern Drug Discovery: Insights from a Graduate Student-Taught Undergraduate Course. *Journal of Chemical Education*, 99(3), 1296-1303.
- Chatri, M., Zalni, T. Y., Zalni, I., & Fajrina, S. (2023). Development of Discovery Learning Based E-Modules on Animalia and Ecosystem Materials for Class X High School Students. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(11), 9729-9737.
- Desnita, D., Festiyed, F., Novitra, F., Ardiva, A., & Navis, M. Y. (2022). The effectiveness of CTL-based physics e-module on

- the improvement of the creative and critical thinking skills of senior high school students. *Tim Journal*, 11(2), 802-810.
- Di Natale, A. F., Repetto, C., Riva, G., & Villani, D. (2020). Immersive virtual reality in K-12 and higher education: A 10-year systematic review of empirical research. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2006-2033.
- Diavati, M. (2023). Sustainable Education. Enhanced CLIL-ing. A Wake-Up Call Transforming English Language Education for Sustainable Learning in the 21st Century. A Case Study From Greece. *US-China Education Review*, 13(4), 251-260.
- Fatma, E., Susilawati, S., & Linda, R. (2021, September). The effectiveness of using e-modules in atomic structure material to improve scientific literacy ability of students. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2360, No. 1). AIP Publishing.
- Fisnani, Y., Utanto, Y., & Ahmadi, F. (2020). The development of e-module for batik local content in pekalongan elementary school. *Innovative Journal of Curriculum and Educational Technology*, 9(1), 40-47.
- Galili, I. (2022). Teaching optics: A historico-philosophical perspective. In *Scientific Knowledge as a Culture: The Pleasure of Understanding* (pp. 277-321). Cham: Springer International Publishing.
- Grassini, S. (2023). Shaping the future of education: exploring the potential and consequences of AI and ChatGPT in educational settings. *Education Sciences*, 13(7), 692.
- Herrera-Pavo, M. Á. (2021). Collaborative learning for virtual higher education. *Learning, culture and social interaction*, 28, 100437.
- Khasawneh, Y. J. A., & Khasawneh, M. A. S. (2023). Achieving assessment equity and fairness: Identifying and eliminating bias in assessment tools and practices. *Kurdish Studies*, 11(2), 4469-4478.
- Margiyanti, E., & Paidi, P. (2021, September). Development Android-based Mollusca Module for Senior High School Students. In *Proceedings of the 5th International Conference on Learning Innovation and Quality Education* (pp. 1-5).
- Marlina, L., Paramitha, G. P., & Sriyanti, I. (2022). Development of Electronic Modules Based on Critical Thinking Skills on Vibration, Waves, and Sound Materials for Junior High School Students. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)*, 10(2), 342-354.
- Martin, F., Chen, Y., Moore, R. L., & Westine, C. D. (2020). Systematic review of adaptive learning research designs, context, strategies, and technologies from 2009 to 2018. *Educational Technology Research and Development*, 68, 1903-1929.

- Miller, D. (2023). Embracing the Technological Metamorphosis: Envisioning Higher Education for Generation Alpha in a Shifting Educational Landscape. *International Journal Software Engineering and Computer Science (IJSECS)*, 3(2), 88-96.
- Nurhikmah, H., Hakim, A., & Wahid, M. S. (2021). Interactive E-Module Development in Multimedia Learning. *Al-Ishlah: Jurnal Pendidikan*, 13(3), 2293-2300.
- Onu, P., Pradhan, A., & Mbohwa, C. (2023). Potential to use metaverse for future teaching and learning. *Education and Information Technologies*, 1-32.
- Özdemir, E., & Coramik, M. (2022). Development of a virtual teaching environment with Algodoo: 'eye' and 'cactus type light source' models. *Physics Education*, 57(4), 045022.
- Prayitno, W. (2019). *Bahan Ajar Pengenalan Pembelajaran Dan Penilaian Kurikulum 2013 (Terintegrasi PPK, Literasi, HOTS, 4Cs)*. Jakarta: Direktur Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan .
- Rahman, I., & Johari, M. (2022). Students' understanding and skills on voltage and current measurements using hands-on laboratory and simulation software. *Education and Information Technologies*, 27(5), 6393-6406.
- Reid, C., Keighrey, C., Murray, N., Dunbar, R., & Buckley, J. (2020). A novel mixed methods approach to synthesize EDA data with behavioral data to gain educational insight. *Sensors*, 20(23), 6857.
- Sari, A. M. (2021, March). Development of Integrated Physics Learning E-Module with Pancasila Character Values in Work and Energy Subjects. In *7th International Conference on Research, Implementation, and Education of Mathematics and Sciences (ICRIEMS 2020)* (pp. 451-457). Atlantis Press.
- Sari, I. S., Lestari, S. R., & Sari, M. S. (2020). Development of a guided inquiry-based e-module on respiratory system content based on research results of the potential single garlic extract (*allium sativum*) to improve student creative thinking skills and cognitive learning outcome. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)*, 8(2), 228-240.
- Sujanem, R., Suwindra, I. N. P., & Suswandi, I. (2020, July). The Effectiveness of problem-based interactive physics E-module on high school students' critical thinking. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1503, No. 1, p. 012025). IOP Publishing.
- Sweet, M., & Michaelsen, L. K. (Eds.). (2023). *Team-based learning in the social sciences and humanities: Group work that works to generate critical thinking and engagement*. Taylor & Francis.
- Tzenios, N. (2020). Clustering Students for Personalized Health

- Education Based on Learning Styles. *Sage Science Review of Educational Technology*, 3(1), 22-36.
- Woithe, J., & Kersting, M. (2021). Bend it like dark matter!. *Physics Education*, 56(3), 035011.
- Zimmer, M. L. (2022). Landscape in Teaching. Experiencing and Learning from and in Landscapes at School with the Support of an eBook. In *The social construction of landscapes in games* (pp. 377-394). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Zuo, C., et al., (2022). Deep learning in optical metrology: a review. *Light: Science & Applications*, 11(1), 39.