

Pengembangan E-Modul Fisika Berbasis 5E Learning Cycle pada Materi Pengukuran untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa

Nur Aisyah Ramadhani*, Rajo Hasim Lubis

Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Medan, Medan, Indonesia

*Corresponding Author: nuraisyahramadhani042@gmail.com

Abstrak

Penelitian didasari oleh rendahnya pemahaman konsep fisika siswa yang masih di bawah Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP). Penelitian bertujuan untuk mengembangkan E-Modul berbasis 5E Learning Cycle yang valid, praktis, dan efektif sehingga mampu meningkatkan pemahaman konsep siswa. Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan menggunakan model 4-D yang terdiri dari: Define, Design, Develop, Disseminate. Subjek penelitian yaitu ahli materi dan ahli desain untuk validasi E-Modul, serta respon guru dan respon siswa untuk kepraktisan. Respon siswa terbagi menjadi dua, yaitu kelompok kecil berjumlah 6 siswa kelas X-7 dan kelompok besar berjumlah 35 siswa kelas X-4, serta tes untuk melihat peningkatan pemahaman konsep siswa kelas X-4 sehingga diketahui keefektifan E-Modul. Hasil penelitian uji validasi yang dikembangkan dikategorikan "sangat valid". E-Modul dikategorikan "sangat praktis" melalui hasil respon guru, uji kelas kecil, dan uji kelas besar. E-Modul dikategorikan "sangat efektif" melalui hasil tes pemahaman konsep dengan N-Gain sebesar 0,73. Dengan demikian disimpulkan bahwa E-Modul berbasis 5E Learning Cycle valid, praktis, dan efektif sehingga mampu meningkatkan pemahaman konsep siswa pada materi pengukuran. Penelitian ini menawarkan kontribusi melalui integrasi E-Modul dan pendekatan 5E Learning Cycle yang belum pernah diaplikasikan pada materi pengukuran secara spesifik.

Kata Kunci: E-modul; 5E learning cycle; Pemahaman konsep; Pengukuran

Development of a 5E Learning Cycle-Based Physics E-Module on Measurement to Improve Students' Conceptual Understanding

Abstract

This study is motivated by the low level of students' conceptual understanding of physics, which is still below the Criteria for Achievement of Learning Objectives (KKTP). The study aims to develop a 5E Learning Cycle based e-module that is valid, practical, and effective in improving students' conceptual understanding. The research employed a Research and Development (R&D) method using the 4-D model, which consists of the Define, Design, Develop, and Disseminate stages. The research subjects comprised content experts and design experts for e-module validation, as well as teachers and students whose responses were used to assess practicality. Student responses were collected from two groups, a small group of six students from class X-7 and a large group of thirty-five students from class X-4. In addition, a conceptual understanding test was administered to students in class X-4 to determine the effectiveness of the e-module. The validation results indicated that the developed e-module was in the "very valid" category. The e-module was categorized as "very practical" based on teacher responses and the results of the small and large group trials. It was also categorized as "very effective" based on the conceptual understanding test results, with an N-gain score of 0.73. It can therefore be concluded that the 5E Learning Cycle based e-module is valid, practical, and effective in improving students' conceptual understanding of measurement. This study contributes by integrating an e-module with the 5E Learning Cycle approach, which has not previously been applied specifically to the topic of measurement.

Keywords: E-module; 5E learning cycle; Conceptual understanding; Measurement

How to cite: Ramadhani, N. A., & Lubis, R. H. (2025). Pengembangan E-Modul Fisika Berbasis 5E Learning Cycle pada Materi Pengukuran untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa. *Lensa: Jurnal Kependidikan Fisika*, 13(2), 328-344. <https://doi.org/10.33394/j-lkf.v13i2.17834>

PENDAHULUAN

Pendidikan memegang peranan penting dalam kehidupan manusia, sebab tanpa adanya pendidikan manusia tidak akan mampu mengembangkan potensi dirinya secara optimal. Pada dasarnya, semua pengalaman hidup merupakan bentuk pengetahuan dan pengetahuan tersebut diperoleh melalui proses pendidikan (Mirdad & Pd, 2020). Pendidikan berfungsi sebagai pedoman dalam proses pertumbuhan anak, dengan maksud mengarahkan seluruh kemampuan alami yang dimiliki agar berkembang sepenuhnya, sehingga mampu mencapai keamanan dan kebahagiaan, baik sebagai individu maupun sebagai anggota masyarakat (Pristiwanti et al., 2022). Seiring perkembangan zaman, pendidikan sangat dipengaruhi oleh kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK), khususnya teknologi informasi yang membawa pengaruh signifikan terhadap dunia pendidikan (Aspi, 2022).

Fisika sebagai bagian dari ilmu pengetahuan alam dipandang sebagai mata pelajaran yang berurutan, bertahap, dan berkelanjutan. Pemahaman konsep dalam fisika menjadi dasar untuk mempelajari materi selanjutnya, sehingga pembelajaran tidak cukup hanya dengan menghafal rumus tetapi menekankan pada pemahaman konsep (Hayati & Fauziah, 2023). Salah satu materi fisika yang banyak mengajarkan mengenai pemahaman konsep yaitu Pemanasan Global. Tujuan pembelajaran pada materi ini ialah agar peserta didik dapat menyajikan hasil analisis terkait gejala, faktor penyebab, dampak, serta alternatif solusi terhadap perubahan iklim dan pemanasan global dalam konteks kehidupan sehari-hari (Krisdiana et al., 2023). Akan tetapi, hasil wawancara dengan guru fisika di SMA Negeri 1 Percut Sei Tuan menunjukkan bahwa buku paket masih menjadi sumber belajar utama dan modul yang digunakan cenderung monoton. Data ulangan harian juga memperlihatkan hanya 50% dari 35 siswa yang mencapai KKM 78, sementara hasil angket menunjukkan siswa memiliki pemahaman konsep rendah. Temuan ini menegaskan perlunya bahan ajar yang lebih menarik, rinci, serta dilengkapi contoh nyata agar siswa dapat mengembangkan pemahaman konsep fisika secara mandiri.

E-Modul merupakan salah satu sumber belajar yang menyajikan informasi melalui teks, gambar, animasi, dan audio sehingga bersifat interaktif bagi penggunaannya (Febriana & Sakti, 2021). Modul elektronik memiliki kepraktisan, efisiensi, serta mampu mengintegrasikan berbagai komponen media yang dibutuhkan dalam pembelajaran (Hakimul Syukra, 2019). Namun, pemanfaatan E-Modul saja belum sepenuhnya mampu meningkatkan pemahaman konsep siswa, sehingga diperlukan desain berbasis model pembelajaran yang efektif. Salah satu model yang relevan adalah 5E Learning Cycle yang terdiri dari lima tahap, yaitu Engagement, Exploration, Explanation, Elaboration, dan Evaluation (Cylindrica et al., 2021). Model ini memungkinkan siswa menemukan atau memperkuat konsep secara mandiri, meminimalkan miskonsepsi, serta menerapkan pengetahuan dalam situasi baru (Imran et al., 2020).

Penelitian yang relevan menunjukkan bahwa pengembangan E-Modul berbasis 5E Learning Cycle dinyatakan layak digunakan dalam pembelajaran dan dapat meningkatkan pemahaman konsep serta keterampilan proses sains (Agusti et al., 2021; (Jumiati & Martini, 2021). Hasil penelitian lain juga mengindikasikan peningkatan aktivitas guru, aktivitas siswa, kemampuan berpikir kritis, serta pemahaman konsep melalui penerapan model ini (Maulidia et al., 2019). Model 5E

Learning Cycle terbukti efektif dalam memperkuat proses pembelajaran sains, karena tiap tahapnya (Engagement, Exploration, Explanation, Elaboration, Evaluation) menuntun siswa membangun pengetahuan secara bermakna (Melgarejo, 2024). Kajian Respasari (2025) juga menunjukkan bahwa tren pengembangan E-Modul sains berbasis 5E terus meningkat, terutama ketika diintegrasikan dengan pendekatan STEAM dan teknologi digital. Pada tingkat internasional, studi Taşlıdere (2021) menegaskan efektivitas model 5E dengan bantuan simulasi untuk mengurangi miskonsepsi fisika. Temuan serupa juga disampaikan Mahardika (2025) bahwa penggunaan E-Modul fisika berbasis 5E mampu meningkatkan keterlibatan siswa dan hasil belajar. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa integrasi E-Modul dengan model 5E Learning Cycle merupakan salah satu solusi untuk mengatasi rendahnya pemahaman konsep siswa dalam pembelajaran fisika.

Novelty penelitian ini terletak pada integrasi E-Modul berbasis 5E Learning Cycle yang secara spesifik diterapkan pada materi pengukuran di tingkat SMA, serta dikembangkan menggunakan model 4D yang sistematis. Pendekatan ini belum banyak dikaji dalam konteks pendidikan fisika Indonesia maupun global. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan dan menguji E-Modul berbasis 5E Learning Cycle pada materi pengukuran di SMA Negeri 1 Percut Sei Tuan, serta menilai kelayakan, kepraktisan, dan efektivitasnya dalam meningkatkan pemahaman konsep siswa. Penelitian ini diharapkan memberi kontribusi ilmiah dengan menawarkan solusi terhadap rendahnya pemahaman konsep fisika melalui integrasi bahan ajar digital dengan pendekatan konstruktivistik. Secara praktis, hasil penelitian dapat menjadi referensi bagi guru dalam memilih media pembelajaran alternatif yang interaktif dan kontekstual. Sementara itu, secara teoretis, penelitian ini mengisi kesenjangan kajian mengenai pengembangan E-Modul berbasis 5E Learning Cycle khususnya pada materi pengukuran, yang masih jarang dikaji secara mendalam dalam literatur pendidikan fisika.

Sejumlah penelitian internasional turut memperkuat relevansi penerapan E-Modul berbasis 5E Learning Cycle dalam pembelajaran sains digital. Yildiz et al. (2022) meneliti penerapan model 5E pada lingkungan pembelajaran fisika digital dan menemukan bahwa setiap tahap Engagement, Exploration, Explanation, Elaboration, dan Evaluation mampu meningkatkan pemahaman konsep sekaligus mengurangi miskonsepsi siswa, terutama ketika dikombinasikan dengan media interaktif. Hasil ini menunjukkan bahwa pendekatan 5E efektif diterapkan dalam konteks pembelajaran fisika modern. Selanjutnya, Alzahrani (2023) melalui kajian sistematis menegaskan bahwa pembelajaran digital berbasis konstruktivisme berpotensi besar meningkatkan keterlibatan dan pemahaman siswa, meskipun masih terdapat tantangan dalam hal desain media dan kesiapan guru. Temuan tersebut menegaskan pentingnya pengembangan media digital yang dirancang secara pedagogis dan mendukung proses konstruktif siswa dalam memahami konsep ilmiah. Lebih lanjut, Lai et al. (2024) membuktikan bahwa modul digital yang menerapkan model 5E secara sistematis dapat meningkatkan pemahaman konseptual peserta didik secara signifikan dibandingkan dengan pembelajaran konvensional. Merujuk pada ketiga penelitian tersebut, pengembangan E-Modul berbasis 5E Learning Cycle menjadi arah penting dalam inovasi pembelajaran fisika

digital. Namun, penelitian sebelumnya masih berfokus pada konsep umum dalam sains dan belum diarahkan secara khusus pada materi pengukuran.

Kebaruan studi ini terletak pada fokus spesifiknya dalam mengintegrasikan E-Modul berbasis 5E Learning Cycle pada materi pengukuran dalam pembelajaran fisika SMA. Berbagai penelitian sebelumnya mengenai E-Modul berbasis 5E dan pembelajaran sains digital umumnya mengkaji topik fisika atau sains yang lebih luas, seperti pemanasan global, mekanika secara umum, atau konteks terpadu STEAM, dan tidak secara khusus menempatkan pengukuran sebagai domain konsep yang berdiri sendiri. Dengan memusatkan perhatian pada materi pengukuran, studi ini berupaya menyasar topik dasar yang menjadi pijakan bagi materi fisika selanjutnya, di mana kelemahan pemahaman konsep sering kali masih bertahan meskipun pembelajaran telah menggunakan buku teks dan lembar kerja konvensional. Dalam konteks literatur yang ditelaah, bukti empiris mengenai bagaimana modul digital berbasis 5E dapat dirancang untuk mendukung rekonstruksi konsep secara spesifik pada materi pengukuran di tingkat SMA masih relatif terbatas.

Merujuk pada latar belakang tersebut, tujuan studi ini adalah mengembangkan dan menguji E-Modul fisika berbasis 5E Learning Cycle pada materi pengukuran untuk peserta didik kelas X di SMA Negeri 1 Percut Sei Tuan, serta menilai tingkat validitas, kepraktisan, dan keefektifannya dalam meningkatkan pemahaman konsep siswa.

METODE

Penelitian ini merupakan jenis Research and Development (R&D) dengan menggunakan model 4D yang meliputi: Define, Design, Develop dan Disseminate (Thiagarajan, 1974).

Tabel 1. Bagan Model Penelitian 4D

No	Tahap	Kegiatan Utama	Hasil
1	Define	• Analisis kurikulum, analisis kebutuhan dan konsep	Draft awal rancangan
2	Design	• Pemilihan materi, format, instrumen dan media	Draft I
3	Develop	• Validasi ahli, revisi dan uji coba	Final
4	Disseminate	• Uji implementasi dan distribusi E-Modul	Produk akhir

Subjek penelitian E-Modul ini adalah ahli materi, ahli media, guru bidang studi fisika di SMA Negeri 1 Percut Sei Tuan, dan 35 siswa kelas X-4 SMA Negeri 1 Percut Sei Tuan. Adapun data yang diperoleh dari uji coba produk pengembangan berupa data kuantitatif. Data kuantitatif berupa skor yang diperoleh melalui lembar validasi, angket respon kepraktisan oleh guru dan siswa, serta skor pretest dan posttest untuk mendapatkan nilai keefektifan pembelajaran menggunakan E-Modul yang diperoleh melalui rumus N-gain.

Instrumen penelitian menggunakan lembar validasi untuk memvalidasi beberapa aspek diantaranya materi, media, dan instrumen soal. Angket kepraktisan yang akan diisi oleh guru dan siswa digunakan untuk melihat respon guru dan siswa setelah belajar menggunakan E-Modul. Untuk mengetahui keefektifan E-Modul digunakan rumus N-gain dengan menggunakan skor pretest dan posttest yang diperoleh dari hasil pengerjaan siswa pada E-Modul.

Analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah analisis deskriptif kualitatif dan analisis statistik deskriptif. Analisis deskriptif kualitatif digunakan untuk menganalisis data berupa catatan, saran, atau komentar berdasarkan hasil penilaian yang terdapat pada lembar validasi dan angket respon siswa. Analisis statistik deskriptif digunakan untuk menganalisis data berupa skor hasil validasi, angket respon siswa, dan hasil uji keefektifan E-Modul.

Analisis Data Validasi

Instrumen angket dimanfaatkan untuk melakukan validasi terhadap materi dan desain produk, dengan skala penilaian sebagai alat ukur untuk menilai kualitasnya sebelum diuji coba. Angket ini juga memfasilitasi para validator memberikan komentar dan masukan. Hasil penilaian dari ahli materi maupun desain kemudian dianalisis menggunakan skala Likert. Dalam analisis data, termasuk perhitungan persentase skor validasi, skala Likert digunakan untuk menilai sikap, opini, dan persepsi individu maupun kelompok terhadap suatu fenomena. Skala Likert diklasifikasikan sebagaimana berikut:

Data didapat dalam bentuk draft check list yang dirangkum dalam bentuk skala Linkert yang sudah mendapatkan skor seperti yang terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kategori Item Instrumen Validasi dengan Skala Likert

No	Jawaban	Skor
1	Sangat Layak	4
2	Layak	3
3	Cukup Layak	2
4	Tidak Layak	1

Menghitung persentase validitas data yang didapat dari skor butir, penilaian menggunakan rumus sebagai berikut:

$$V_s = \frac{\sum x}{\sum n} \times 100 \% \quad (1)$$

Keterangan:

V_s = Persentase kevalidan instrumen

$\sum x$ = Total skor penilaian yang didapat

$\sum n$ = Total skor penilaian maksimal atau ideal penilaian

Dari hasil perhitungan rumus dapat diklasifikasi sesuai dengan kriteria pada Tabel 3.

Tabel 3. Rentang Validasi E-Modul

Tingkat Levalidan (%)	Kriteria
$0 \leq V_s < 21$	Tidak Valid
$21 \leq V_s < 41$	Kurang Valid
$41 \leq V_s < 61$	Cukup Valid
$61 \leq V_s < 81$	Valid
$81 \leq V_s < 100$	Sangat Valid

Analisis Data Kepraktisan

Kepraktisan E-Modul berbasis 5E Learning Cycle yang dilengkapi dengan video animasi dalam meningkatkan pemahaman konsep fisika pada penelitian ini dievaluasi melalui angket yang diisi oleh guru dan siswa. Data diperoleh dari angket tertutup, sekaligus memberikan kesempatan bagi responden untuk menuliskan

komentar atau saran terkait E-Modul yang dicoba. Pendekatan ini memudahkan peneliti dalam melakukan perbaikan atau revisi modul. E-Modul dianggap praktis jika hasil analisis jawaban guru dan siswa menunjukkan modul dapat digunakan dengan sedikit atau tanpa perubahan. Penilaian guru dan siswa dilakukan menggunakan skala Likert, yang berfungsi untuk mengukur sikap, pendapat, dan persepsi terhadap suatu fenomena. Selanjutnya, data dianalisis secara deskriptif kuantitatif dengan menggunakan rumus tertentu.

$$V_p = \frac{\sum x}{\sum n} \times 100 \% \quad (2)$$

Keterangan:

V_p = Persentase kepraktisan instrumen

$\sum x$ = Total skor penilaian yang didapat

$\sum n$ = Total skor penilaian maksimal atau ideal penilaian

Hasil presentase yang didapat diklasifikasi sesuai dengan kriteria pada Tabel 4.

Tabel 4. Rentang Kepraktisan E-Modul

Tingkat Kepraktisan (%)	Kriteria
$80 \leq V_p < 100$	Sangat Praktis
$60 \leq V_p < 80$	Cukup Praktis
$40 \leq V_p < 60$	Kurang Praktis
$20 \leq V_p < 40$	Tidak Praktis
$0 \leq V_p < 20$	Sangat Tidak Praktis

Analisis Data Keefektifan

Test kemampuan pemahaman konsep memiliki aspek yang harus diukur dengan indikator pada Tabel 5.

Tabel 5. Indikator Kemampuan Pemahaman Konsep Siswa

Aspek yang Diukur	Indikator
Menyatakan	• Menyatakan ulang sebuah konsep
Mengembangkan	• Mengembangkan syarat perlu atau syarat cukup dari suatu konsep
Memberikan Contoh	• Memberikan contoh dan non contoh dari konsep
Menyajikan	• Menyajikan konsep dalam bentuk representasi
Mengklasifikasikan	• Mengklasifikasikan objek menurut sifat-sifat tertentu (sesuai konsepnya)
Mengaplikasikan	• Mengaplikasikan konsep

Data penelitian dianalisis dengan menggunakan rumus persentase sebagai berikut:

$$\text{Persentase Skor} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah skor maksimum}} \times 100 \% \quad (3)$$

Pengelompokan kategori persentase untuk masing-masing indikator pemahaman konsep siswa.

Tabel 6. Kategori Hasil Persentase Pemahaman Konsep Siswa

Persentase Skor Tes (%)	Kategori
$75 \leq \text{Skor} \leq 100$	Tinggi
$50 \leq \text{Skor} \leq 75$	Sedang

Persentase Skor Tes (%)	Kategori
$25 \leq \text{Skor} \leq 50$	Rendah
$0 \leq \text{Skor} \leq 25$	Sangat Rendah

Sebelum digunakan untuk mengukur kemampuan pemahaman konsep siswa, instrumen penelitian melalui tahap uji validitas dan reliabilitas. Uji validitas dilakukan dengan menghitung koefisien korelasi r_{xy} antara skor butir dan skor total, sedangkan reliabilitas dihitung menggunakan rumus KR-20. Hasil uji validitas butir soal disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Validitas Butir Soal

No	Indikator	Koefisien r_{xy}	Kriteria
1	Menyatakan konsep	0,71	Valid
2	Mengembangkan syarat konsep	0,68	Valid
3	Memberikan contoh	0,74	Valid
4	Menyajikan konsep	0,69	Valid
5	Mengklasifikasikan objek	0,77	Valid
6	Mengaplikasikan konsep	0,73	Valid

Rata-rata koefisien validitas: 0,72 (kategori tinggi), dan reliabilitas (KR-20): 0,70 (kategori tinggi)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap Pendefinisian (Define)

Tahap define dilakukan untuk mengidentifikasi data krusial yang akan digunakan dalam pengembangan E-Modul berbasis 5E Learning Cycle pada materi pengukuran, agar pemahaman konsep siswa dapat lebih baik.

- *Analisis Kurikulum*

Hasil wawancara dengan guru fisika mengungkapkan bahwa kurikulum yang diterapkan di SMA Negeri 1 Percut Sei Tuan adalah Kurikulum Merdeka.

- *Analisis Masalah*

Analisis angket yang dilakukan menunjukkan bahwa siswa memiliki minat pada mata pelajaran fisika. Namun, kemampuan mereka dalam memahami konsep masih rendah, sehingga hasil belajar rata-rata belum mencapai skor 78, yang merupakan Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP). Guru fisika umumnya menggunakan buku cetak sebagai bahan ajar, dan sebagian menggunakan modul tambahan, meskipun modul tersebut dipakai kembali setiap tahun.

- *Analisis Kebutuhan*

Analisis kebutuhan berdasarkan permasalahan disekolah yaitu tenaga pendidik atau guru masih menggunakan modul. Namun dari segi fasilitas sekolah sudah menyediakan alat suport wifi dan juga memperbolehkan siswa membawa handphone kesekolah, sehingga lebih efisien jika membuat modul berupa elektronik. Maka dapat disimpulkan bahwa kebutuhan siswa adalah perlu adanya E-Modul berbasis 5E Learning Cycle untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa.

- *Analisis Konsep*

Analisis konsep berhubungan dengan konsep pengukuran yang ditampilkan pada E-Modul dan dipelajari siswa berdasarkan capaian pembelajaran (CP) pada kurikulum merdeka. Tahap analisis konsep berawal dari kegiatan identifikasi konsep pengukuran yang ditampilkan pada E-Modul. Pengukuran dipilih karena memiliki

keterkaitan erat dengan kehidupan sehari-hari, seperti mengukur panjang, waktu, massa, dan suhu yang sering dilakukan dalam aktivitas harian.

Tahap Perancangan (Design)

Tahap desain bertujuan merancang E-Modul berbasis 5E Learning Cycle khusus untuk materi pengukuran, guna mendukung peningkatan pemahaman konsep siswa. Perancangan modul ini dilakukan melalui sejumlah langkah yang telah ditetapkan.

- *Pemilihan Materi*

Materi yang digunakan peneliti dalam pengembangan E-Modul berbasis 5E Learning Cycle ialah pengukuran. Peneliti memilih dan mengumpulkan materi dari berbagai sumber berupa rangkuman, soal, ilustrasi, dan gambar yang relevan untuk menambah wawasan dan pengetahuan siswa pada E-Modul.

- *Pemilihan Aplikasi*

Pemilihan aplikasi Heyzine Flipbook didasarkan pada kemampuannya dalam mengubah dokumen statis menjadi flipbook digital yang dinamis dan interaktif. Aplikasi ini menawarkan kemudahan dalam penggunaan yang sederhana, memungkinkan pengembang untuk mengunggah, mengatur, serta memperkaya E-Modul dengan berbagai elemen multimedia seperti video, audio, tautan, dan animasi. Fitur flip halaman yang menyerupai buku cetak memberikan pengalaman membaca yang lebih alami, sehingga dapat meningkatkan keterlibatan serta minat belajar siswa. Selain itu, Heyzine Flipbook mendukung akses lintas perangkat dan berbasis cloud, sehingga E-Modul dapat diakses dengan lancar melalui berbagai jenis gawai tanpa memerlukan instalasi tambahan. Dengan berbagai keunggulan tersebut, Heyzine Flipbook dipandang tepat untuk digunakan dalam pengembangan E-Modul yang inovatif, interaktif, dan sesuai dengan tuntutan pembelajaran digital masa kini.

- *Pemilihan Format*

Pemilihan format sejalan dengan konsep pengukuran disajikan untuk menghasilkan produk E-Modul yang layak, praktis, dan efektif yang mencakup penyesuaian bentuk dan format agar sesuai dengan format E-Modul. Format yang dipilih juga harus menarik, seperti jenis font yang menarik dan terbaca, gambar yang berwarna, dan audio visual pada video pembelajaran dengan tujuan mempermudah siswa dalam memahami konsep pengukuran. Penyusunan Instrumen Tes

Peneliti menyusun instrumen penelitian berupa tes pemahaman konsep sebanyak 12 soal esai, soal tersebut sudah disesuaikan dengan indikator pemahaman konsep yang dibutuhkan pada materi pengukuran. Soal terlebih dulu divalidasi oleh validator ahli yaitu Dosen Fisika FMIPA UNIMED dengan kesimpulan bahwa soal dinyatakan valid. Soal yang dinyatakan valid oleh validator ahli selanjutnya diujikan ke siswa kelas XI di SMA Negeri 1 Percut Sei Tuan. Uji coba soal tersebut dilakukan perhitungan untuk mengetahui kelayakan soal, dan yang dihitung adalah validitas dan reliabilitas, sehingga diperoleh total 6 soal esai yang diberikan kepada siswa sebagai *pre-test dan post-test*.

a) Validitas

Validitas didefinisikan sebagai tingkat ketelitian dan ketepatan suatu alat pengukur dalam mengukur apa yang ingin diukur. Soal yang diujikan pada kelas XI selanjutnya di uji validitas dengan koefisien korelasi pearson, dengan kriteria dalam

uji validitas yaitu $r_{xy} > r_{\text{tabel}}$ maka soal dinyatakan valid. Responden (N) adalah 35 siswa dengan taraf signifikan 5% $\alpha = 0,05$ yang menghasilkan tabel 0,334. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan diperoleh 6 dari 12 butir soal dinyatakan valid (memenuhi syarat). Hasil perhitungan validitas soal disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Kategori Validitas

Indikator	Sub Materi	Jumlah Item dan Level				Total
		C3	C4	C5	C6	
Menyatakan	• Ketidakpastian pada Pengukuran		1			1
Mengembangkan		2				1
Memberikan Contoh	• Besaran dan Satuan		3			1
Menyajikan	• Macam-Macam Alat Ukur				4	1
Mengklasifikasikan				5		1
Mengaplikasikan	• Aturan Angka Penting dan Notasi Ilmiah			6		1
Total		1	2	2	1	6

b) Reliabilitas

Reliabilitas berfungsi menilai konsistensi hasil yang diberikan oleh sebuah alat ukur, di mana instrumen dikatakan reliabel apabila mampu memberikan hasil yang stabil. Dalam penelitian ini, pengukuran reliabilitas soal dilakukan menggunakan rumus Kuder Richardson-20 (KR-20). Dari tabel r-product moment, untuk $N = 35$ dan tingkat signifikansi 0,05, nilai kritisnya adalah 0,334, sedangkan nilai t hitung sebesar 0,7. Hal ini menandakan bahwa seluruh soal yang digunakan memiliki reliabilitas tinggi, sehingga instrumen tes dapat dianggap reliabel.

• *Draf I (Rancangan Awal)*

Peneliti mengembangkan E-Modul berbasis 5E Learning Cycle pada materi pengukuran untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa, dengan menyertakan berbagai gambar dan video agar tampilannya lebih menarik. E-Modul ini disusun dalam bentuk elektronik tanpa cetakan. Penyajian materi dimulai dari pengetahuan awal dan fenomena-fenomena yang sering ditemui atau dialami siswa, kemudian dilanjutkan dengan penjelasan materi. Setiap topik disertai evaluasi untuk menilai sejauh mana siswa memahami materi yang telah dipelajari. Pada tahap awal, peneliti merancang E-Modul menggunakan Microsoft Word dan Canva, kemudian menyimpannya dalam format PDF sebelum melakukan penyempurnaan desain dengan Heyzine Flipbook.

Tahap Pengembangan (Develop)

Tahapan pengembangan E-Modul merupakan tahapan untuk merealisasikan produk dengan memasukkan dan menyatukan semua rancangan atau desain E-Modul yang telah disiapkan dan disusun sebelumnya. Kegiatan selanjutnya merupakan uji validasi, uji kepraktisan, dan uji efektifitas E-Modul yang telah dikembangkan.

• *Uji Validasi*

Uji validasi E-Modul menggunakan dua validator yaitu ahli materi dan ahli desain yang merupakan dosen fisika Universitas Negeri Medan.

a) Ahli Materi

Penilaian materi dilakukan oleh seorang validator ahli materi yang merupakan salah satu dosen fisika. Validasi dilakukan untuk menguji kevalidan materi dari aspek kelayakan isi, karakteristik E-Modul, kebahasaan, kelayakan komponen, dan

kerangka kerja 5E Learning Cycle. Hasil validasi diperoleh dengan cara penilaian melalui lembar validasi berupa angket yang disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Validasi Ahli Materi

No	Aspek Penilaian	Rata-Rata (%)	Kriteria
1	Kelayakan Isi	96%	Sangat Valid
2	Karakteristik E-Modul	100%	Sangat Valid
3	Kebahasaan	100%	Sangat Valid
4	Kelayakan Komponen	96%	Sangat Valid
5	Kerangka Kerja 5E Learning Cycle	100%	Sangat Valid
Rata-rata keseluruhan skor penilaian		98%	Sangat Valid

Tabel 9 menunjukkan hasil penilaian ahli materi, yang menilai bahwa E-Modul ini sangat valid dari aspek materi, dengan nilai rata-rata mencapai 98%. Selain itu, ahli menyarankan agar setiap soal disajikan dengan bahasa yang jelas agar mudah dimengerti oleh siswa/i. Temuan ini sejalan dengan penelitian Gustiningrum et al., (2019) yang mengembangkan E-Modul Fisika Phyheart berbasis 5E Learning Cycle, dengan validitas 94% dari ahli materi dan 76,67% dari ahli media, yang dikategorikan layak sebagai bahan ajar mandiri.

b) Ahli Desain

Penilaian desain oleh seorang validator ahli desain yang meruokan salah satu dosen fisika. Validasi dilakukan untuk menguji kevalidan desain dari aspek tampilan penulisan, desain grafis, dan karakteristik E-Modul. Hasil validasi diperoleh dengan cara penilaian melalui lembar validasi berupa angket yang disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Validasi Ahli Desain

No	Aspek Penilaian	Rata-Rata (%)	Kriteria
1	Tampilan Penulisan	80%	Valid
2	Desain Grafis	80%	Valid
3	Karakteristik E-Modul	80%	Valid
Rata-rata keseluruhan skor		80%	Valid

Hasil validasi ahli desain yang tercantum dalam Tabel 10 mengindikasikan bahwa E-Modul yang dikembangkan layak digunakan dari segi desain, dengan nilai rata-rata sebesar 80%. Beberapa saran perbaikan yang diberikan antara lain menambahkan logo instansi dan menyesuaikan ukuran font pada sampul E-Modul. Penelitian Darwis et al., (2020) juga menunjukkan bahwa modul elektronik berbasis 5E Learning Cycle layak digunakan, dengan penilaian materi, bahasa, dan media dari baik hingga sangat baik. Temuan penelitian mengindikasikan bahwa E-Modul pengukuran yang dikembangkan dengan model 5E Learning Cycle mampu digunakan secara optimal dalam menunjang kegiatan belajar mandiri peserta didik.

Hasil validasi ahli materi mencapai 98% (sangat valid), sedangkan ahli desain memperoleh 80% (valid). Revisi mencakup penyempurnaan tata letak, ukuran font, dan penambahan logo instansi. Hasil ini sejalan dengan hasil studi yang dilakukan oleh Gustiningrum et al. (2019) yang mengembangkan E-Modul Fisika Phyheart berbasis Android menggunakan pendekatan Learning Cycle 5E. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa aspek desain visual, keterpaduan warna, dan kemudahan navigasi berperan penting dalam menarik perhatian siswa dan meningkatkan motivasi belajar. Desain yang intuitif membuat siswa lebih mudah mengikuti tahapan pembelajaran 5E secara mandiri. Selain itu, Alzahrani (2023) dalam kajian

sistematisnya tentang digitalisasi pembelajaran berbasis konstruktivisme juga menegaskan bahwa kualitas desain antarmuka dan interaktivitas media digital merupakan faktor kunci yang menentukan efektivitas pembelajaran daring. Ia menyoroti bahwa media yang menarik secara visual dan mudah dioperasikan dapat meningkatkan keterlibatan siswa serta memperkuat proses konstruktif dalam memahami konsep. Hasil validasi desain yang tinggi memperlihatkan pentingnya tampilan visual dan kemudahan navigasi dalam E-Modul pembelajaran. Nisa (2022) menekankan bahwa aspek fisik modul seperti tata letak, tipografi, dan ilustrasi memengaruhi persepsi siswa terhadap kualitas media. Penelitian Ratna (2025) juga menunjukkan bahwa E-Modul interaktif berbasis android memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik karena menggabungkan animasi dan simulasi. Selain itu, Marta (2025) menemukan bahwa integrasi pendekatan STEM ke dalam E-Modul dapat meningkatkan keterampilan berpikir dan pemahaman konsep siswa. Dengan demikian, penyempurnaan aspek desain dan tata letak pada E-Modul hasil penelitian ini merupakan langkah penting untuk memastikan pengalaman belajar yang optimal dan selaras dengan prinsip desain pembelajaran digital yang efektif.

- *Revisi*

Hasil uji validasi memperoleh beberapa perbaikan sesuai dengan masukan dari validator. Saran untuk revisi yang diperoleh yaitu berupa memperbaiki pada cover yang harus terdapat logo instalansi dan penggunaan perbandingan *font size* pada cover serta memperbaiki soal yang jelas dan mudah dimengerti. Perbaikan dilakukan sesuai saran dan masukan sehingga E-Modul valid dipakai dalam proses pembelajaran.

- *Draft II*

Peneliti membuat E-Modul berbasis 5E Learning Cycle pada materi pengukuran untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa sesuai dengan revisi dari validator ke dalam aplikasi heyzone flipbook.

- *Uji Kepraktisan*

Uji kepraktisan E-Modul menggunakan validator untuk melihat respon guru dan siswa dalam penggunaan E-Modul. Respon siswa terbagi menjadi dua yaitu siswa dalam kelompok kecil dan kelompok besar.

a) *Respon Guru*

Penilaian dilakukan oleh seorang validator yang merupakan guru fisika untuk menilai kepraktisan E-Modul dari sisi kelayakan isi, kebahasaan, tampilan, dan kelengkapan komponen. Penilaian guru dilakukan melalui lembar angket yang disajikan dalam Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Respon Guru

No	Aspek Penilaian	Rata-Rata (%)	Kriteria
1	Kelayakan Isi	80%	Praktis
2	Kebahasaan	73%	Praktis
3	Tampilan	88%	Sangat Praktis
4	Kelengkapan Komponen	80%	Praktis
Rata-rata keseluruhan skor		80%	Praktis

E-Modul yang dikembangkan praktis untuk digunakan dengan nilai rata-rata sebesar 80%. Aspek tampilan menjadi yang tertinggi dengan skor 88%, mencakup tata letak konten, kesesuaian serta daya tarik ilustrasi, pemilihan jenis dan ukuran huruf, serta ilustrasi yang memudahkan siswa memahami inti materi. Temuan ini

sejalan dengan penelitian Adam et al. (2024) yang mengembangkan E-Modul berbasis Flipbook, di mana respon guru menunjukkan kategori sangat praktis dengan persentase 88,33% untuk perasaan senang, 85,28% untuk ketertarikan, 80,17% untuk perhatian, dan 87,78% untuk keterlibatan.

b) Respon Siswa (Kelompok Kecil)

Uji kepraktisan dilakukan dengan sampel sebanyak 6 siswa kelas X-7, dapat lebih jelas dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Respon Kelompok Kecil

No	Aspek Penilaian	Rata-Rata (%)	Kriteria
1	Kelayakan Isi dan Tampilan	88%	Sangat Praktis
2	Kebahasaan	86%	Sangat Praktis
3	Kelengkapan Komponen	90%	Sangat Praktis
Rata-rata keseluruhan skor		88%	Sangat Praktis

Hasil kepraktisan E-Modul dalam uji kelompok kecil diperoleh persentase rata-rata sebesar 88% dan termasuk kriteria sangat praktis. Hasil uji kelompok kecil menjadi penguat ke tahap uji kelompok besar.

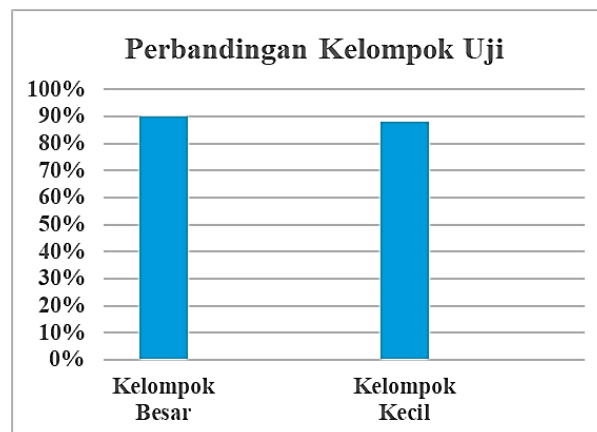
c) Respon Siswa (Kelompok Besar)

Uji kepraktisan dilakukan dengan sampel sebanyak 35 siswa kelas X-4, dapat lebih jelas dilihat pada Tabel 13 berikut:

Tabel 13. Hasil Respon Kelompok Besar

No	Aspek Penilaian	Rata-Rata (%)	Kriteria
1	Kelayakan Isi dan Tampilan	88%	Sangat Praktis
2	Kebahasaan	86%	Sangat Praktis
3	Kelengkapan Komponen	90%	Sangat Praktis
Rata-rata keseluruhan skor		88%	Sangat Praktis

Uji kepraktisan E-Modul yang dilakukan pada kelompok besar memperoleh rata-rata 81%, sehingga tergolong sangat praktis. Perbandingan hasil antara kelompok besar dan kelompok kecil dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Perbandingan Kepraktisan Kelompok Uji

Berdasarkan gambar tersebut menunjukkan bahwa hasil uji kelompok besar dan kelompok kecil terdapat perbedaan yang tidak teralusi signifikan serta terdapat kenaikan hasil pada uji kelompok besar. Ayuardini (2023) menekankan bahwa penyertaan video visual dalam E-Modul memungkinkan siswa belajar lebih menarik dan tidak hanya terbatas pada teori semata.

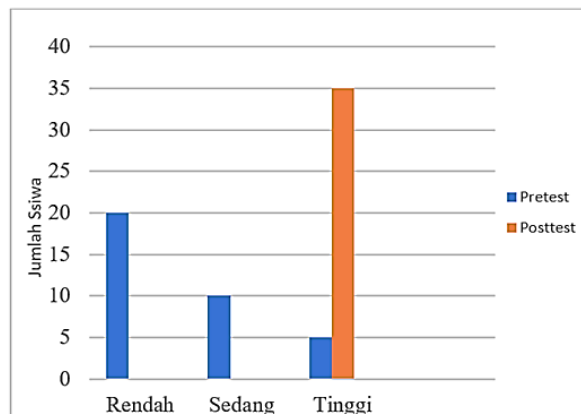
Penelitian Agusti et al., (2021) menunjukkan bahwa respon siswa terhadap E-Modul berbasis 5E Learning Cycle tergolong sangat positif. Siswa menilai tampilan E-Modul menarik dan tidak membosankan, serta materi yang disajikan lebih mudah dipahami karena penjelasannya disusun secara rinci dan jelas. Selain itu, modul ini dinilai bermanfaat sebagai media belajar mandiri. Hal senada juga ditemukan dalam penelitian Darwis et al., (2020) dimana penilaian guru terhadap modul elektronik berbasis 5E Learning Cycle dalam uji coba berskala besar menunjukkan interpretasi rata-rata yang sangat baik, disertai respon positif dari siswa dan guru. Dengan demikian, E-Modul berbasis 5E Learning Cycle pada materi Pengukuran yang dikembangkan terbukti praktis dan menarik untuk digunakan sebagai bahan ajar mandiri siswa.

- *Uji Keefektifan*

Uji keefektifan untuk melihat hasil tes kemampuan pemahaman konsep siswa dalam penggunaan E-Modul dan melihat keefektifan E-Modul dari nilai N-Gain.

a) *Tes Pemahaman Konsep*

Penilaian tes pemahaman konsep terhadap E-Modul berbasis 5E Learning Cycle pada materi pengukuran diketahui berdasarkan hasil tes yang dilakukan terhadap 35 siswa. Tes yang dilakukan berupa 6 soal esai dengan memenuhi indikator pemahaman konsep pada materi pengukuran. Hasil analisis diperoleh berdasarkan hasil tes pemahaman konsep sebesar 86%, sehingga siswa dikategorikan tinggi setelah menggunakan E-Modul. Grafik pada Gambar 2 menunjukkan perbandingan skor pre-test dan post-test.

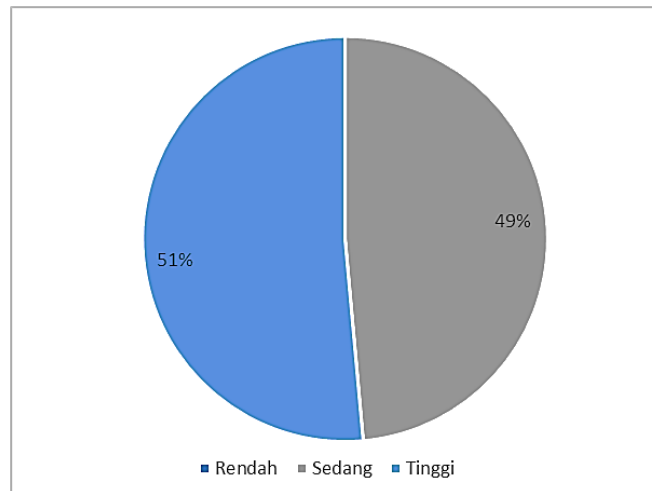


Gambar 2. Hasil Pretest dan Posttest Pemahaman Konsep

b) *N-Gain*

Perolehan nilai N-Gain didasarkan pada perbedaan skor yang dicapai siswa pada pre-test dan post-test. Hasil analisis kedua tes tersebut ditampilkan pada Gambar 3.

Gambar 3 menunjukkan peningkatan rata-rata nilai dari pre-test ke post-test, dengan N-Gain 0,73, termasuk kategori tinggi. Hal ini menegaskan efektivitas E-Modul berbasis 5E Learning Cycle dalam meningkatkan pemahaman konsep siswa, sekaligus memenuhi kriteria kelayakan penggunaannya dalam pembelajaran. Hasil ini sejalan dengan Agusti et al., (2021) yang melaporkan keterpahaman siswa terhadap E-Modul berbasis 5E Learning Cycle sebesar 77,09% (kategori tinggi), serta Kartikasari et al., (2023) yang menemukan rata-rata N-Gain 0,7 dengan kategori sama.



Gambar 3. Hasil N-Gain Siswa

Hasil N-Gain yang tinggi dalam penelitian ini selaras dengan Kartikasari et al. (2023), yang juga melaporkan peningkatan signifikan pada kemampuan berpikir kreatif melalui E-Modul berbasis 5E. Penelitian Sukarelawan et al. (2022) serta Suantari et al. (2018) menegaskan bahwa miskonsepsi fisika terutama listrik statis dan pengukuran dapat diminimalkan melalui penerapan model 5E dan penggunaan media digital yang terstruktur. Secara umum, temuan penelitian ini memperkuat gagasan bahwa E-Modul fisika berbasis 5E adalah strategi efektif untuk pembelajaran konseptual abad 21 (Mahardika, 2025; Melgarejo, 2024). Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa E-Modul berbasis 5E Learning Cycle pada materi pengukuran efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep siswa.

Hasil penelitian mengonfirmasikan efektivitas E-Modul berbasis 5E Learning Cycle dalam memperkuat pemahaman konseptual. Tahapan Engagement dan Exploration mendorong siswa berpikir kritis, sementara Evaluation memberikan umpan balik reflektif. Secara teoritis, temuan ini memperkuat pandangan konstruktivisme Piaget dan Bruner bahwa pembelajaran efektif terjadi melalui proses aktif dan bermakna.

Keterbatasan penelitian yaitu siswa belum memahami cara penggunaan E-Modul dikarenakan siswa belum pernah menggunakan bahan ajar elektronik atau berbasis teknologi sehingga peneliti memberikan petunjuk penggunaan E-Modul dengan jelas sehingga siswa mampu menggunakan E-Modul dengan baik.

Tahap Penyebaran (Disseminate)

Tahap terakhir pengembangan E-Modul berbasis 5E Learning Cycle untuk materi pengukuran adalah penyebaran. E-Modul dibagikan kepada seluruh siswa/i SMA Negeri 1 Percut Sei Tuan sebagai media pembelajaran yang mempermudah pemahaman konsep, dan dapat diakses secara praktis melalui aplikasi.

KESIMPULAN

E-Modul pembelajaran fisika berbasis 5E Learning Cycle untuk meningkatkan pemahaman konsep pada materi pengukuran disusun sesuai dengan karakteristik dan kebutuhan siswa, dikembangkan menggunakan model 4D yang terdiri atas 4 tahap yaitu, Define (pendefinisian), Design (perancangan), Develop (pengembangan), dan Disseminate (penyebaran). Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dipaparkan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

(1) E-Modul berbasis 5E Learning Cycle pada materi pengukuran memiliki tingkat kevalidan yang sangat tinggi. Hal ini terbukti dari hasil validasi ahli materi sebesar 98% serta ahli desain sebesar 80%. (2) Kepraktisan E-Modul ini juga dikategorikan sangat praktis, dengan dukungan data dari angket guru sebesar 80% dan respon siswa yang sangat positif, yakni 88% pada kelompok kecil dan 90% pada kelompok besar. (3) Dari aspek keefektifan, E-Modul ini tergolong sangat efektif untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa. Efektivitas tersebut didukung oleh hasil angket respon siswa sebesar 87%, skor tes pemahaman konsep mencapai 86%, serta nilai N-Gain sebesar 0,73. Temuan ini menguatkan pendekatan konstruktivisme berbasis siklus belajar 5E sebagai strategi efektif dalam pembelajaran digital.

SARAN

Penelitian ini masih banyak keterbatasan, oleh sebab itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap media dengan penggunaan sampel yang lebih luas. Selain itu, alangkah baiknya juga apabila peneliti selanjutnya mengembangkan media dengan model dan materi yang berbeda.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada dosen pembimbing yang sudah banyak memberikan bimbingan dalam proses penelitian. Terimakasih juga disampaikan kepada kepala sekolah, guru dan siswa di SMA Negeri 1 Percut Sei Tuan sudah bersedia memberi izin pelaksanaan penelitian.

REFERENSI

- Adam, M., Abbas, N., & Badu, S. Q. (2024). Uji Kevalidan dan Kepraktisan E-Modul Matematika Berbasis Flipbook. *Jambura Journal of Mathematics Education*, 5(2), 96-103.
- Agusti, M., Ginting, S. M., & Solikhin, F. (2021). Pengembangan E-Modul Kimia Menggunakan EXE-Learning Berbasis Learning Cycle 5E pada Materi Larutan Penyangga. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Kimia*, 5(2), 198-205.
- Alzahrani, M. (2023). Digital learning and constructivism in science education: A systematic review. *International Journal of STEM Education*, 10(4), 58-70. <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00480-9>
- Aspi, M. (2022). Profesional Guru Dalam Menghadapi Tantangan Perkembangan Teknologi Pendidikan. *Adiba: Journal of Education*, 2(1), 64-73.
- Ayuardini, M. (2023). Pengembangan E-Modul Interaktif Berbasis Flipbook pada Pembahasan Biologi. *Faktor Exacta*, 15(4), 259.
- Cylindrica, V. B., Dasna, I. W., & Sumari, S. (2021). Pengaruh Model Pembelajaran Learning Cycle 5E berbantuan E-scaffolding pada Materi Laju Reaksi terhadap Pemahaman Konsep Siswa dengan Motivasi Berprestasi Berbeda. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 6(7), 1115.
- Darwis, D., Fitriani, E., & Styariyani, D. (2020). Pengembangan Modul Elektronik Berbasis Learning Cycle 5E Pada Pembelajaran Kimia Materi Asam-Basa. *JRPK: Jurnal Riset Pendidikan Kimia*, 10(1), 130-138.
- Febriana, F. D., & Sakti, N. C. (2021). Pengembangan E-Modul Berbasis Kontekstual Sebagai Pendukung Pembelajaran Jarak Jauh Kelas X Ips. *Jurnal PROFIT Kajian Pendidikan Ekonomi Dan Ilmu Ekonomi*, 8(1), 47-58.

- Gustiningrum, S. J., Budi, E., & Siswoyo, S. (2019). Pengembangan E-Modul Fisika Phyheart (Physics Heat and Temperature) Berbasis Android Dengan Pendekatan Learning Cycle 5E Pada Materi Suhu Dan Kalor Untuk Siswa Sekolah Menengah Atas. *VIII, SNF2019-PE-299-306*.
- Hakimul Syukra, A. (2019). Pengembangan E-Modul Keseimbangan Kimia Berbasis Inkuiri Terbimbing Terintegrasi Virtual Laboratory untuk SMA/MA. *Ranah Research : Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 1(4), 877-886.
- Hayati, P., & Fauziah, R. N. (2023). Pengembangan E-Modul Eksperimen Fisika Berbasis Project Based Learning. *Journal on Education*, 5(3), 10728-10734.
- Imran, A., Amini, R., & Aliasar, A. (2020). The development of Science learning module use the Learning Cycle 5E for Elementary School student. *RedWhite Press*, 3, 122-126.
- Jumiati, W., & Martini. (2021). Kajian Tentang Model Learning Cycle 5E Terhadap Peningkatan Pemahaman Konsep Dan Keterampilan Proses Sains Siswa. *Pensa E-Jurnal : Pendidikan Sains*, 9(1), 104-109.
- Kartikasari, M., Ismet, I., & Sriyanti, I. (2023). Development of an E-Module Based on the 5E Learning Cycle to Improve the Creative Thinking Abilities of Junior High School Students. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(SpecialIssue), 121-129.
- Krisdiana, A., Puspita, R., & Dwikoranto. (2023). Penerapan Pembelajaran Inovatif (PjBL & PBL) pada Materi Pemanasan Global terhadap Literasi Sains Peserta Didik Kelas X di SMA Negeri 1 Sooko Mojokerto. *PENDIPA Journal of Science Education*, 7(2), 137-142.
- Lai, M., Huang, Y., & Lin, C. (2024). Effectiveness of digital 5E learning modules on conceptual understanding. *Computers & Education*, 210, 105075.
- Mahardika, A. I. (2025). The Impact of Physics Modeling Learning E-Module on Students' Conceptual Understanding. *TEM Journal*, 14(1), 45-53.
- Maulidia, N. C., Hamid, A., & Sholahuddin, A. (2019). Model Learning Cycle 5E Berbantuan Lkpd Berbasis Level Representasi Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Materi Larutan Penyangga dan Kemampuan Berpikir Kritis. *Jurnal Inovasi Pendidikan Sains:QUANTUM*, 10(2), 145-154.
- Marta, Y. M. V. (2025). Development of Physics E-Module Integrated with STEM to Enhance Student Conceptual Understanding. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 21(2), 75-84.
- Melgarejo, T. F. V. (2024). The 5E Instructional Model in the Meaningful Learning of Science and Technology. *Frontiers in Education*, 9, 1452603. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1452603>
- Mirdad, J., & Pd, M. I. (2020). Model-Model Pembelajaran (Empat Rumpun Model Pembelajaran). *Jurnal Sakinah*, 2(1), 14-23.
- Nisa, K. (2022). The Physical Appearance of Physics Module Based on the 5E Learning Cycle. *Al-Ishlah: Jurnal Pendidikan*, 14(3), 2257-2266. <https://doi.org/10.35445/alishlah.v14i3.2357>
- Pristiwanti, D., Badariah, B., Hidayat, S., & Dewi, R. S. (2022). Pengertian Pendidikan. *Jurnal Pendidikan Konseling*, 4(6).
- Ratna, Z. (2025). Development of Android-Based Interactive E-Modules for Physics Learning. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*, 6(1), 18-27.

- Respasari, B. N. (2025). A Systematic Review of the STEAM-Integrated 5E Learning Modules. *Cendekia Education Review*, 7(1), 55-68.
- Suantari, N. M. D. P., Suma, K., & Pujani, N. M. (2018). Development of Three Tier Static Electricity Diagnostic Test to Identify Student Conceptions about Static Electricity. *International Research Journal of Engineering, IT & Scientific Research*, 4(5), 7-16. <https://doi.org/10.21744/irjeis.v4n5.285>
- Sukarelawan, M. I., Sriyanto, & colleagues. (2022). How Elementary Pre-Service Teachers Use Scientific Knowledge to Justify Their Reasoning about Electrification Phenomena by Friction. *Knowledge*, 2(1), 103-115. <https://doi.org/10.3390/knowledge2010006>
- Taşlıdere, E. (2021). Relative Effectiveness of Conceptual Change Texts with Concept Cartoons and the 5E Learning Model with Simulation Activities on Pre-Service Teachers' Conceptual Understanding. *Participatory Educational Research*, 8(2), 17-37. <https://doi.org/10.17275/per.21.25.8.2>
- Thiagarajan, S., Semmel, D. S., & Semmel, M. I. (1974). Instructional development for training teachers of exceptional children: A sourcebook. *Bloomington, IN: Center for Innovation in Teaching the Handicapped (CITH), Indiana University*.
- Yildiz, D., Cagiltay, K., & Ozdemir, S. (2022). Evaluating the 5E model in digital physics learning environments. *Journal of Science Education and Technology*, 31(5), 1123-1138.