

Pengembangan E-Modul Fisika Berbasis *Problem-Based Collaborative Learning* Untuk Meningkatkan Sikap Ilmiah dan Prestasi Belajar Siswa

I N. Widya Artha*, I Gde Wawan Sudatha, I Kadek Suartama, I Made Tegeh,
I Wayan Sukra Warpala
Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja, Indonesia
*widya.artha@student.undiksha.ac.id

Abstract

*This study aimed to develop a PBCL-based CoLearn Physics E-Module integrated with PhET simulation on Projectile Motion and to evaluate its validity, practicality, and effectiveness in improving students' scientific attitudes and learning achievement. The study employed a Research and Development (R&D) method using the ADDIE model, which consists of the analysis, design, development, implementation, and evaluation stages. The participants included two subject matter experts, two instructional media experts, two instructional design experts, two physics teachers, and 36 eleventh-grade students of SMAK Harapan. Data were collected using validation sheets, practicality questionnaires, scientific attitude questionnaires, and learning achievement tests. Product effectiveness was examined using a one-group pretest-posttest design and analyzed through paired sample *t*-test, *N*-gain, and Cohen's *d*. The results indicated that the developed E-Module achieved a very good category based on expert validation, with scores of 81% from subject matter experts, 92% from instructional media experts, and 94% from instructional design experts. The practicality test showed that the E-Module was categorized as highly practical based on teacher assessment (90.00%), individual trials (86.00%), small-group trials (87.80%), and large-group trials (88.72%). The paired sample *t*-test revealed significant differences between pretest and posttest scores in scientific attitudes ($t(35) = -18.260$; $p < 0.001$) and learning achievement ($t(35) = -10.051$; $p < 0.001$). The *N*-gain values were in the moderate category for scientific attitudes (0.33) and learning achievement (0.51), while Cohen's *d* indicated large effect sizes for scientific attitudes (1.15) and learning achievement (2.46). Therefore, the PBCL-based CoLearn Physics E-Module integrated with PhET simulation is considered valid, highly practical, and effective for supporting physics learning on Projectile Motion.*

Keywords: *Physics E-Module; Problem-Based Collaborative Learning; PhET Simulation; Scientific Attitude; Learning Achievement*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan E-Modul *CoLearn Physics* berbasis *Problem-Based Collaborative Learning* (PBCL) terintegrasi simulasi PhET pada materi Gerak Parabola serta menguji validitas, kepraktisan, dan efektivitasnya dalam meningkatkan sikap ilmiah dan prestasi belajar peserta didik. Penelitian menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE yang meliputi tahap *analysis, design, development, implementation, dan evaluation*. Subjek penelitian terdiri atas dua ahli materi, dua ahli media pembelajaran, dua ahli desain pembelajaran, dua guru fisika, dan 36 peserta didik kelas XI SMAK Harapan. Data dikumpulkan menggunakan lembar validasi, angket kepraktisan, angket sikap ilmiah, dan tes prestasi belajar. Efektivitas produk diuji menggunakan desain *one-group pretest-posttest* dan dianalisis

menggunakan *paired sample t-test*, *N-gain*, dan *Cohen's d*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa E-Modul yang dikembangkan memperoleh kategori sangat baik berdasarkan validasi ahli materi (81%), ahli media pembelajaran (92%), dan ahli desain pembelajaran (94%). Uji kepraktisan menunjukkan bahwa E-Modul berada pada kategori sangat praktis berdasarkan penilaian guru (90,00%), uji perorangan (86,00%), uji kelompok kecil (87,80%), dan uji kelompok besar (88,72%). Hasil *paired sample t-test* menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara skor *pretest* dan *posttest* pada sikap ilmiah ($t(35) = -18,260$; $p < 0,001$) dan prestasi belajar ($t(35) = -10,051$; $p < 0,001$). Nilai *N-gain* berada pada kategori sedang untuk sikap ilmiah (0,33) dan prestasi belajar (0,51), sedangkan nilai *Cohen's d* menunjukkan ukuran pengaruh besar pada sikap ilmiah (1,15) dan prestasi belajar (2,46). Dengan demikian, E-Modul *CoLearn Physics* berbasis PBCL terintegrasi simulasi PhET dinyatakan valid, sangat praktis, dan efektif untuk mendukung pembelajaran fisika pada materi Gerak Parabola.

Kata Kunci: E-Modul Fisika; *Problem-Based Collaborative Learning*; Simulasi PhET; Sikap Ilmiah; Prestasi Belajar

Pendahuluan

Pendidikan abad ke-21 menuntut peserta didik tidak hanya menguasai pengetahuan faktual, tetapi juga memiliki keterampilan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikatif (4C) sebagai bekal menghadapi tantangan global yang semakin kompleks. *Framework for 21st Century Learning* menegaskan bahwa penguasaan keterampilan tersebut merupakan kompetensi esensial yang perlu dikembangkan melalui pembelajaran yang aktif, kontekstual, dan berpusat pada peserta didik (Barokah et al., 2025).

Namun, berbagai indikator internasional menunjukkan bahwa kualitas pembelajaran sains di Indonesia masih memerlukan perhatian serius. Hasil *Programme for International Student Assessment* (PISA) tahun 2022 menunjukkan bahwa skor literasi sains Indonesia hanya mencapai 383, masih berada di bawah rata-rata OECD sebesar 485 (Mauladhani et al., 2023). Selain itu, hanya sebagian kecil peserta didik Indonesia yang mampu mencapai kompetensi minimum literasi sains, yang mengindikasikan bahwa kemampuan memahami, menalar, dan menerapkan konsep sains dalam konteks kehidupan nyata belum berkembang secara optimal (Alfaruqi & Nurwahidah, 2025).

Rendahnya capaian literasi sains menunjukkan perlunya pembelajaran yang mampu mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi sekaligus membangun sikap ilmiah peserta didik. Dalam konteks tersebut, fisika memiliki peran strategis karena tidak hanya berorientasi pada penguasaan konsep dan hukum-hukum alam, tetapi juga pada pengembangan kemampuan analisis dan pemecahan masalah (Neswary et al., 2023). Selain itu, pembelajaran fisika berperan dalam melatih peserta didik untuk mengambil keputusan berdasarkan bukti empiris melalui proses penyelidikan dan penalaran ilmiah (Kotsis, 2025).

Pembelajaran fisika yang efektif seharusnya memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengamati fenomena, melakukan penyelidikan, menguji hipotesis, dan menarik kesimpulan berdasarkan data yang diperoleh. Melalui proses tersebut, peserta didik dapat membangun pemahaman konseptual sekaligus mengembangkan sikap ilmiah seperti rasa ingin tahu, objektivitas, keterbukaan terhadap bukti, dan tanggung jawab ilmiah (Turdaliyevich, 2025). Meskipun demikian, berbagai penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran fisika di sekolah masih menghadapi sejumlah permasalahan.

Proses pembelajaran cenderung didominasi oleh penyampaian materi secara langsung oleh guru sehingga peserta didik kurang memperoleh kesempatan untuk membangun pengetahuan melalui pengalaman belajar yang bermakna (Hayat, 2024). Kondisi tersebut menyebabkan peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep fisika yang bersifat abstrak dan kompleks, terutama ketika konsep tersebut tidak dikaitkan dengan fenomena yang dekat dengan kehidupan sehari-hari (Verawati & Nisrina, 2025).

Akibatnya, fisika sering dipersepsikan sebagai mata pelajaran yang sulit sehingga berdampak pada rendahnya motivasi belajar, keterlibatan peserta didik, dan hasil belajar yang diperoleh (Usman et al., 2024). Permasalahan tersebut juga ditemukan di SMAK Harapan berdasarkan studi pendahuluan yang dilakukan melalui observasi pembelajaran fisika pada kelas XI, wawancara dengan guru mata pelajaran fisika, serta analisis dokumen hasil belajar peserta didik. Kelas yang menjadi objek observasi terdiri atas 36 peserta didik.

Hasil observasi menunjukkan bahwa proses pembelajaran masih didominasi metode ceramah dan berpusat pada guru sehingga keterlibatan aktif peserta didik dalam kegiatan pembelajaran belum optimal. Selain itu, indikator sikap ilmiah, seperti rasa ingin tahu, keterbukaan terhadap data dan fakta, keberanian mengemukakan pendapat berdasarkan bukti, serta partisipasi dalam diskusi ilmiah, masih menunjukkan kecenderungan rendah. Analisis hasil belajar menunjukkan bahwa hanya sekitar 45% peserta didik yang mencapai nilai di atas Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM).

Di sisi lain, keterbatasan fasilitas laboratorium menyebabkan kegiatan praktikum fisika belum dapat dilaksanakan secara optimal sehingga kesempatan peserta didik untuk memperoleh pengalaman belajar berbasis penyelidikan masih terbatas. Temuan tersebut menunjukkan bahwa rendahnya kualitas pembelajaran fisika tidak hanya dipengaruhi oleh model pembelajaran yang digunakan, tetapi juga berkaitan dengan berbagai aspek dalam kawasan teknologi pendidikan. Pada aspek desain, pembelajaran belum sepenuhnya mengintegrasikan aktivitas pemecahan masalah, kolaborasi, dan pemanfaatan teknologi secara sistematis.

Pada aspek pengembangan, ketersediaan sumber belajar digital yang sesuai dengan karakteristik peserta didik masih terbatas (Nurqualbiah et al., 2024). Selain itu, pada aspek pemanfaatan, penggunaan media pembelajaran interaktif belum optimal dalam mendukung pembelajaran mandiri dan eksploratif. Keterbatasan sarana praktikum juga menunjukkan perlunya pengelolaan pembelajaran yang lebih adaptif, sementara evaluasi pembelajaran masih cenderung berfokus pada aspek kognitif dibandingkan pengukuran sikap ilmiah secara komprehensif (Haryanto et al., 2024).

Kondisi tersebut menunjukkan perlunya solusi pembelajaran yang mampu mengintegrasikan aspek desain, pengembangan, pemanfaatan, pengelolaan, dan evaluasi secara terpadu. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya solusi pembelajaran yang mampu mengintegrasikan aspek desain, pengembangan, pemanfaatan, pengelolaan, dan evaluasi secara terpadu. Salah satu pendekatan yang dinilai relevan untuk menjawab kebutuhan tersebut adalah *Problem-Based Collaborative Learning* (PBCL). PBCL mengintegrasikan karakteristik pembelajaran berbasis masalah dengan aktivitas kolaboratif sehingga peserta didik didorong untuk menyelesaikan permasalahan autentik melalui diskusi, investigasi, pertukaran ide, dan pengambilan keputusan secara bersama-sama.

Pendekatan ini memungkinkan peserta didik membangun pemahaman konseptual yang lebih mendalam sekaligus mengembangkan kemampuan berpikir kritis, komunikasi, dan kolaborasi yang menjadi tuntutan pembelajaran abad ke-21 (Hidayah et al., 2021). Penelitian Oktavia et al., (2024) menunjukkan bahwa PBCL mampu meningkatkan

keterampilan berpikir kritis dan kolaborasi peserta didik dengan nilai *N-Gain* sebesar 0,68, sedangkan Nadila & Alwi (2024) melaporkan bahwa penerapan PBCL berkontribusi positif terhadap peningkatan sikap ilmiah dan hasil belajar peserta didik. Untuk mendukung implementasi PBCL secara optimal dalam pembelajaran fisika, diperlukan pemanfaatan teknologi pembelajaran yang mampu menghadirkan pengalaman belajar yang interaktif dan eksploratif. Salah satu media yang dapat digunakan adalah simulasi PhET (*Physics Education Technology*) yang memungkinkan peserta didik melakukan eksperimen virtual melalui manipulasi variabel dan pengamatan fenomena secara langsung dalam lingkungan digital (Price et al., 2019).

Simulasi PhET terbukti efektif dalam membantu visualisasi konsep-konsep fisika yang abstrak sehingga meningkatkan pemahaman konseptual peserta didik (Tuyizere & Yadav, 2023). Selain itu, penggunaan simulasi virtual dapat menjadi alternatif yang relevan dalam mengatasi keterbatasan fasilitas laboratorium karena peserta didik tetap memperoleh pengalaman investigatif meskipun tidak melakukan praktikum secara langsung (Niko et al., 2024). Integrasi PBCL dan simulasi PhET memerlukan sumber belajar yang mampu mengorganisasi aktivitas pembelajaran secara sistematis agar peserta didik dapat belajar secara mandiri maupun kolaboratif.

Dalam konteks tersebut, E-Modul merupakan salah satu sumber belajar digital yang potensial karena mampu mengintegrasikan materi pembelajaran, aktivitas pemecahan masalah, simulasi virtual, lembar kerja, dan evaluasi dalam satu kesatuan yang terstruktur. Penggunaan E-Modul memberikan fleksibilitas bagi peserta didik untuk belajar sesuai dengan kecepatan dan kebutuhan masing-masing, sekaligus mendorong keterlibatan aktif dalam proses pembelajaran. Penelitian Manggala et al., (2024) menunjukkan bahwa penggunaan E-Modul mampu meningkatkan kemandirian belajar peserta didik dibandingkan sumber belajar konvensional.

Sementara itu, Lestari et al., (2022) melaporkan bahwa E-Modul interaktif berbasis masalah berkontribusi terhadap peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan pemahaman konsep fisika peserta didik. Berbagai penelitian terdahulu telah melaporkan efektivitas PBCL, simulasi PhET, maupun E-Modul dalam meningkatkan kualitas pembelajaran fisika. Namun, sebagian besar penelitian masih mengkaji ketiga komponen tersebut secara terpisah atau hanya mengintegrasikan sebagian di antaranya. Selain itu, fokus penelitian umumnya terbatas pada peningkatan hasil belajar kognitif, kemampuan berpikir kritis, atau motivasi belajar.

Kajian yang mengintegrasikan PBCL, E-Modul, dan simulasi PhET dalam satu produk pembelajaran untuk meningkatkan sikap ilmiah dan prestasi belajar peserta didik secara simultan masih relatif terbatas. Penelitian yang mengimplementasikan integrasi tersebut pada konteks SMA berbasis agama dengan karakteristik keterbatasan sarana pembelajaran juga belum banyak dilaporkan. Kondisi ini menunjukkan adanya celah penelitian yang perlu dikaji lebih lanjut. Kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan E-Modul fisika yang mengintegrasikan PBCL dan simulasi PhET dalam satu produk pembelajaran berbasis model ADDIE.

Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya hanya meninjau aspek kognitif, penelitian ini mengevaluasi efektivitas produk terhadap peningkatan sikap ilmiah dan prestasi belajar peserta didik. Selain itu, penelitian dilaksanakan pada konteks SMA berbasis agama yang memiliki karakteristik dan keterbatasan sarana pembelajaran yang khas sehingga memberikan kontribusi empiris yang berbeda dari penelitian terdahulu. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menghasilkan produk pembelajaran digital, tetapi juga memperluas kajian pengembangan sumber belajar fisika yang mengintegrasikan aspek pedagogis, kolaboratif, dan teknologi pembelajaran dalam satu kesatuan yang terstruktur. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengembangkan E-

Modul fisika berbasis PBCL terintegrasi simulasi PhET pada materi Gerak Parabola; (2) mengetahui tingkat validitas E-Modul yang dikembangkan; (3) mengetahui tingkat kepraktisan E-Modul berdasarkan respons pengguna; dan (4) mengetahui efektivitas E-Modul dalam meningkatkan sikap ilmiah dan prestasi belajar peserta didik kelas XI SMAK Harapan.

Metode

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model *ADDIE* (*Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation*) untuk mengembangkan E-Modul Fisika berbasis *Problem-Based Collaborative Learning* (PBCL) terintegrasi simulasi PhET pada materi gerak parabola. Penelitian dilaksanakan di SMAK Harapan, Denpasar, Bali pada semester genap Tahun Pelajaran 2025/2026 dengan melibatkan dua ahli materi, dua ahli media, dua ahli desain pembelajaran, dua guru fisika, dan 36 peserta didik kelas XI SMAK Harapan sebagai subjek penelitian. Tahap *analysis* dilakukan melalui observasi, wawancara, dan analisis kebutuhan pembelajaran, tahap *design* meliputi perancangan struktur E-Modul, aktivitas pembelajaran berbasis PBCL, serta instrumen penelitian, tahap *development* mencakup pengembangan produk dan validasi oleh ahli, tahap *implementation* dilakukan melalui uji coba produk untuk memperoleh data kepraktisan dan efektivitas, sedangkan tahap *evaluation* dilakukan secara formatif dan sumatif untuk penyempurnaan produk. Data penelitian dikumpulkan menggunakan teknik tes dan non-tes yang meliputi observasi, wawancara, angket validasi ahli, angket kepraktisan guru dan peserta didik, angket sikap ilmiah, serta tes prestasi belajar. Validitas instrumen dianalisis menggunakan validitas isi *Gregory* dan reliabilitas instrumen menggunakan koefisien *Alpha Cronbach*. Data validitas dan kepraktisan dianalisis secara deskriptif kuantitatif menggunakan konversi skala lima. Uji efektivitas menggunakan desain *One-Group Pretest-Posttest Design* (O_1 - X - O_2), dengan O_1 sebagai *pretest*, X sebagai pembelajaran menggunakan E-Modul berbasis PBCL terintegrasi simulasi PhET, dan O_2 sebagai *posttest*. Desain ini digunakan untuk mengetahui perubahan sikap ilmiah dan prestasi belajar peserta didik sebelum dan sesudah penggunaan E-Modul yang dikembangkan. Efektivitas produk ditinjau berdasarkan peningkatan sikap ilmiah dan prestasi belajar peserta didik yang dianalisis menggunakan uji *paired sample t-test* berbantuan SPSS versi 26 pada taraf signifikansi 0,05.

Hasil dan Pembahasan

1. Rancang Bangun E-Modul *CoLearn Physics* Berbasis PBCL

E-Modul yang dikembangkan dalam penelitian ini diberi nama *CoLearn Physics* dan dirancang menggunakan model *ADDIE* (*Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation*) pada materi Gerak Parabola untuk peserta didik kelas XI SMAK Harapan. Pengembangan produk didasarkan pada hasil analisis kebutuhan yang menunjukkan bahwa pembelajaran fisika masih didominasi metode ceramah dan penggunaan buku paket sebagai sumber belajar utama.

Selain itu, keterbatasan fasilitas laboratorium menyebabkan kegiatan praktikum belum dapat dilaksanakan secara optimal sehingga peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep fisika yang bersifat abstrak. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya pengembangan bahan ajar digital yang mampu memfasilitasi pembelajaran yang lebih interaktif, kontekstual, dan berpusat pada peserta didik. Oleh karena itu, *CoLearn Physics* dikembangkan sebagai sumber belajar digital yang mengintegrasikan model *Problem-Based Collaborative Learning* (PBCL), simulasi PhET, video pembelajaran, aktivitas kolaboratif, dan evaluasi interaktif yang disesuaikan dengan karakteristik materi gerak parabola dan kebutuhan pembelajaran peserta didik.

a. Tahap Analisis (*Analysis*)

Tahap *analysis* dilakukan melalui observasi pembelajaran fisika, wawancara dengan guru mata pelajaran, dan analisis kebutuhan peserta didik kelas XI SMAK Harapan. Hasil analisis menunjukkan bahwa pembelajaran fisika masih didominasi oleh pendekatan yang berpusat pada guru dengan pemanfaatan media pembelajaran yang terbatas. Selain itu, keterbatasan fasilitas laboratorium menyebabkan peserta didik jarang memperoleh pengalaman praktikum yang dapat membantu memvisualisasikan konsep fisika secara konkret.

Guru juga mengidentifikasi kebutuhan akan sumber belajar yang mampu mendukung pembelajaran aktif, memfasilitasi keterlibatan peserta didik, serta mengintegrasikan aktivitas pemecahan masalah dan kolaborasi dalam proses pembelajaran. Analisis kebutuhan peserta didik menunjukkan bahwa peserta didik memerlukan sumber belajar yang mudah diakses, memiliki tampilan menarik, menyediakan visualisasi konsep fisika yang abstrak, serta mendukung pembelajaran mandiri maupun kolaboratif. Temuan tersebut mengindikasikan adanya kesenjangan antara karakteristik pembelajaran yang diharapkan dengan sumber belajar yang tersedia di sekolah. Oleh karena itu, E-Modul CoLearn Physics dirancang dengan mengintegrasikan sintaks *Problem-Based Collaborative Learning* (PBCL), simulasi PhET, aktivitas investigasi, diskusi kelompok, dan refleksi pembelajaran untuk menjawab kebutuhan yang teridentifikasi pada tahap analisis. Menurut Branch (2009) tahap analisis berfungsi sebagai landasan dalam menentukan spesifikasi produk agar sesuai dengan karakteristik pengguna dan konteks pembelajaran. Oleh karena itu, hasil analisis kebutuhan menjadi dasar dalam pengembangan E-Modul serta perancangan aktivitas pembelajaran yang aktif, kontekstual, dan bermakna bagi peserta didik (Sholeha, 2026).

Tabel 1. Hasil Analisis Kebutuhan dan Implikasi Pengembangan E-Modul

Hasil Analisis Kebutuhan	Implikasi Pengembangan
Pembelajaran masih berpusat pada guru	Integrasi sintaks PBCL
Keterbatasan kegiatan praktikum	Integrasi simulasi PhET
Kesulitan memahami konsep abstrak	Penyediaan visualisasi konsep
Kebutuhan sumber belajar yang fleksibel	Pengembangan E-Modul digital
Kebutuhan pembelajaran berbasis masalah dan kolaborasi	Aktivitas diskusi dan pemecahan masalah
Perlunya pengembangan sikap ilmiah dan prestasi belajar	Aktivitas investigasi dan evaluasi

Berdasarkan tabel 1, setiap kebutuhan yang teridentifikasi pada tahap analisis diterjemahkan ke dalam fitur dan aktivitas pembelajaran yang terintegrasi dalam E-Modul *CoLearn Physics*. Kesesuaian antara hasil analisis kebutuhan dan karakteristik produk yang dikembangkan menunjukkan bahwa E-Modul dirancang secara sistematis untuk menjawab permasalahan pembelajaran yang ditemukan di lapangan. Hasil tahap analisis ini selanjutnya menjadi dasar dalam penyusunan struktur, konten, dan aktivitas pembelajaran pada tahap *design*.

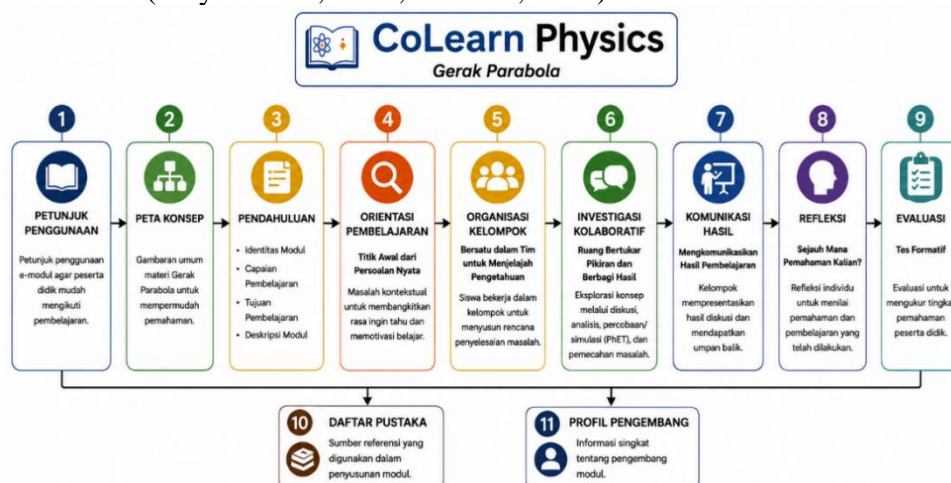
b. Tahap Desain (*Design*)

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, pada tahap *design* disusun rancangan E-Modul *CoLearn Physics* yang mengacu pada sintaks PBCL dan capaian pembelajaran materi gerak parabola. Perancangan meliputi penyusunan struktur E-Modul, desain tampilan, alur navigasi, aktivitas pembelajaran, integrasi simulasi PhET, lembar kerja kolaboratif, serta instrumen evaluasi pembelajaran. Struktur E-Modul dirancang secara sistematis agar peserta didik dapat mengikuti alur pembelajaran mulai dari identifikasi masalah hingga evaluasi hasil belajar.

Tabel 2. Struktur E-Modul *CoLearn Physics*

Bagian E-Modul	Deskripsi
Cover	Menampilkan identitas E-Modul, judul materi, dan ilustrasi gerak parabola
Petunjuk Penggunaan	Panduan penggunaan E-Modul bagi peserta didik dan guru
Capaian Pembelajaran	Kompetensi yang harus dicapai peserta didik
Tujuan Pembelajaran	Tujuan pembelajaran yang menjadi target setiap kegiatan belajar
Kegiatan Belajar	Aktivitas pembelajaran berbasis PBCL
Video Pembelajaran	Materi pendukung berbentuk video
Simulasi PhET	Media eksplorasi virtual konsep gerak parabola
LKPD Kolaboratif	Aktivitas diskusi dan penyelesaian masalah kelompok
Tes Formatif	Evaluasi pada setiap kegiatan belajar
Refleksi Pembelajaran	Evaluasi pengalaman belajar peserta didik
Evaluasi Akhir	Pengukuran ketercapaian tujuan pembelajaran
Daftar Pustaka	Referensi yang digunakan dalam E-Modul

Struktur tersebut dirancang untuk memastikan seluruh aktivitas pembelajaran berlangsung secara sistematis mulai dari identifikasi masalah hingga evaluasi pembelajaran. Tahap desain bertujuan menerjemahkan hasil analisis kebutuhan ke dalam spesifikasi produk pembelajaran yang terstruktur (Branch, 2009). Penyusunan kegiatan belajar mengacu pada sintaks PBCL yang terdiri atas *problem orientation, organization, collaborative problem solving, discussion and presentation, dan evaluation* sehingga aktivitas pembelajaran tersusun secara sistematis sesuai karakteristik pembelajaran berbasis masalah (Ariyati et al., 2021; Sholeha, 2026).



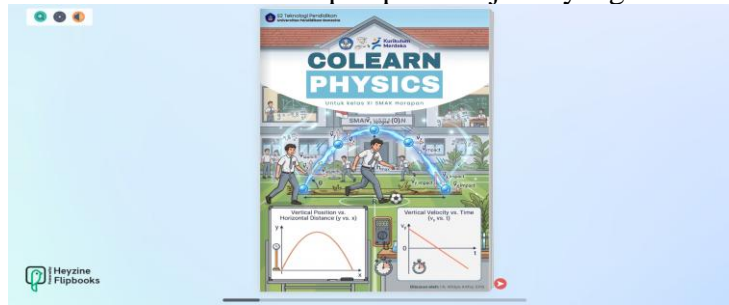
Gambar 1. Struktur Navigasi *CoLearn Physics*

Gambar 1 menunjukkan struktur navigasi *CoLearn Physics* yang dirancang secara berurutan mulai dari orientasi pembelajaran hingga evaluasi. Struktur navigasi yang sistematis memudahkan peserta didik mengikuti alur pembelajaran dan mendukung proses belajar mandiri.

c. Tahap Pengembangan (*Development*)

Pada tahap *development*, rancangan yang telah disusun diwujudkan menjadi produk digital berbentuk *flipbook* menggunakan platform *Heyzine*. Produk dilengkapi dengan video pembelajaran, simulasi PhET, *QR code*, lembar kerja peserta didik, refleksi pembelajaran, serta evaluasi berbasis *Google Form*. Tahap pengembangan merupakan proses mewujudkan rancangan menjadi produk pembelajaran yang siap untuk divalidasi

dan diuji kelayakannya (Branch, 2009). Karakteristik utama *CoLearn Physics* terletak pada integrasi sintaks PBCL ke dalam seluruh aktivitas pembelajaran sehingga seluruh komponen E-Modul tersusun sesuai tahapan pembelajaran yang telah dirancang.



Gambar 2. Tampilan Cover E-Modul *CoLearn Physics*

Cover E-Modul dirancang menggunakan kombinasi ilustrasi, warna, dan elemen visual yang disesuaikan dengan karakteristik peserta didik serta identitas materi gerak parabola. Penggunaan elemen visual dalam bahan ajar digital berperan dalam meningkatkan daya tarik dan keterlibatan peserta didik selama proses pembelajaran (Suriani et al., 2023). Pada tahap *problem orientation*, peserta didik diberikan masalah kontekstual yang berkaitan dengan fenomena gerak parabola dalam kehidupan sehari-hari, seperti lintasan bola basket menuju ring, tendangan sepak bola, dan permainan *Angry Birds*. Penyajian masalah kontekstual bertujuan mengarahkan peserta didik untuk mengidentifikasi permasalahan yang akan dikaji pada kegiatan pembelajaran.



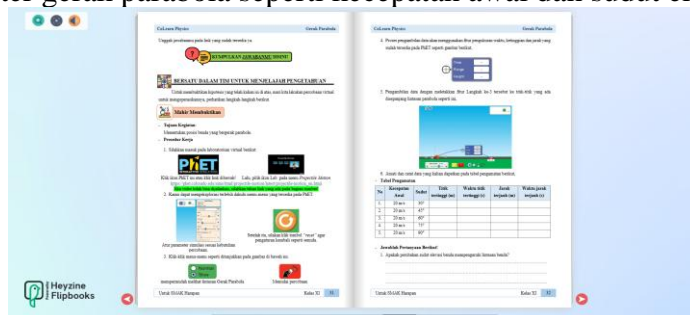
Gambar 3. Contoh Masalah Kontekstual Gerak Parabola

Masalah kontekstual digunakan sebagai pemicu pembelajaran untuk mendorong peserta didik melakukan identifikasi masalah, mengajukan dugaan awal, dan merumuskan solusi berdasarkan konsep fisika yang dipelajari. Masalah kontekstual dipilih dari fenomena yang dekat dengan kehidupan peserta didik agar proses identifikasi masalah dan investigasi dapat dilakukan berdasarkan pengalaman yang familiar bagi peserta didik (Rahmawati et al., 2024; Sholeha, 2026). Pada tahap *organization* dan *collaborative problem solving*, peserta didik bekerja dalam kelompok untuk menganalisis masalah, mengidentifikasi variabel yang terlibat, mengumpulkan informasi, serta menyusun solusi berdasarkan hasil penyelidikan. Aktivitas kolaboratif dilakukan melalui lembar kerja yang tersedia dalam E-Modul sehingga setiap anggota kelompok dapat berpartisipasi dalam proses pembelajaran.



Gambar 4. Aktivitas Kolaboratif dalam E-Modul

Aktivitas kolaboratif dilaksanakan melalui diskusi kelompok, pembagian tugas, analisis hasil investigasi, dan presentasi hasil diskusi. Aktivitas tersebut merupakan karakteristik utama pembelajaran kolaboratif yang menempatkan peserta didik sebagai subjek aktif dalam proses pembelajaran (Damayanti & Budiawanti, 2024; Safitri et al., 2025). Untuk mendukung proses investigasi, E-Modul mengintegrasikan simulasi PhET yang memungkinkan peserta didik melakukan eksperimen virtual dengan memanipulasi berbagai parameter gerak parabola seperti kecepatan awal dan sudut elevasi.



Gambar 5. Integrasi Simulasi PhET Dalam E-Modul

Simulasi PhET digunakan sebagai media eksplorasi virtual untuk memvisualisasikan hubungan antara kecepatan awal, sudut elevasi, waktu tempuh, dan lintasan gerak parabola. Penggunaan simulasi virtual memungkinkan peserta didik mengamati perubahan variabel secara langsung melalui representasi visual interaktif (Price et al., 2019; Zulfikar et al., 2023).

Tabel 3. Integrasi Sintaks PBCL dan Simulasi PhET dalam *CoLearn Physics*

Sintaks PBCL	Implementasi dalam E-Modul	Integrasi PhET
<i>Problem Orientation</i>	Penyajian masalah kontekstual gerak parabola	Menampilkan fenomena awal gerak parabola
<i>Organization</i>	Pembentukan kelompok dan pembagian tugas	Identifikasi variabel yang diamati
<i>Collaborative Problem Solving</i>	Diskusi kelompok dan investigasi	Eksplorasi konsep melalui simulasi
<i>Discussion and Presentation</i>	Presentasi hasil investigasi	Dasar argumentasi hasil diskusi
<i>Evaluation</i>	Refleksi dan tes formatif	Verifikasi hasil dan penguatan konsep

Berdasarkan Tabel 3, setiap sintaks *Problem-Based Collaborative Learning* (PBCL) diimplementasikan dalam aktivitas pembelajaran yang terintegrasi dengan simulasi PhET. Integrasi tersebut memungkinkan peserta didik tidak hanya mempelajari konsep Gerak Parabola secara teoritis, tetapi juga melakukan investigasi virtual untuk mengamati pengaruh variabel-variabel gerak secara langsung. Simulasi PhET berperan sebagai sarana eksplorasi konsep, sedangkan sintaks PBCL memfasilitasi proses pemecahan masalah, kolaborasi, komunikasi ilmiah, dan refleksi pembelajaran.

Karakteristik utama *CoLearn Physics* terletak pada integrasi model PBCL, simulasi PhET, aktivitas kolaboratif, serta evaluasi berbasis digital dalam satu produk pembelajaran. Integrasi tersebut diwujudkan melalui penyajian masalah kontekstual, investigasi virtual, diskusi kelompok, presentasi hasil, refleksi pembelajaran, dan tes formatif yang disusun secara sistematis mengikuti sintaks PBCL. Struktur pembelajaran tersebut dirancang untuk mendukung pengembangan sikap ilmiah dan prestasi belajar peserta didik pada materi Gerak Parabola (Suartama et al., 2024; Tegeh et al., 2022).

2. Validitas E-Modul *CoLearn Physics* Berbasis PBCL

Validitas dilakukan untuk mengetahui tingkat kelayakan E-Modul *CoLearn Physics* sebelum diimplementasikan kepada peserta didik. Validasi mencakup validitas produk dan validitas instrumen penelitian. Validitas produk dilakukan oleh ahli isi materi, ahli media pembelajaran, dan ahli desain pembelajaran untuk memastikan kesesuaian produk dengan tujuan pembelajaran, karakteristik peserta didik, dan prinsip pengembangan bahan ajar digital (Nugroho, 2023). Selain itu, dilakukan validasi isi instrumen penelitian yang meliputi angket sikap ilmiah dan tes prestasi belajar untuk memastikan kesesuaian instrumen dengan indikator yang diukur. Hasil validasi produk dan instrumen penelitian disajikan pada subbagian berikut.

a. Validitas Produk E-Modul

Validitas produk dilakukan untuk mengetahui tingkat kelayakan E-Modul *CoLearn Physics* sebelum digunakan dalam proses pembelajaran. Validasi dilakukan oleh ahli isi materi, ahli media pembelajaran, dan ahli desain pembelajaran. Hasil validasi produk disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Validasi Produk E-Modul *CoLearn Physics*

Validator	Persentase (%)	Kategori
Ahli Isi Materi	81	Sangat Baik
Ahli Media Pembelajaran	92	Sangat Baik
Ahli Desain Pembelajaran	94	Sangat Baik

Berdasarkan tabel 4, seluruh validator memberikan penilaian pada kategori sangat baik. Persentase tertinggi diperoleh pada aspek desain pembelajaran sebesar 94%, diikuti media pembelajaran sebesar 92%, dan isi materi sebesar 81%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa E-Modul *CoLearn Physics* telah memenuhi kriteria kelayakan untuk digunakan pada tahap implementasi setelah dilakukan penyempurnaan berdasarkan masukan validator.

1) Validitas Isi Materi

Validasi isi materi dilakukan untuk mengetahui kesesuaian materi Gerak Parabola yang terdapat dalam E-Modul *CoLearn Physics* dengan capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, karakteristik peserta didik, dan konsep fisika yang berlaku. Validasi dilakukan oleh dua ahli isi yang memiliki kompetensi dalam bidang Pendidikan Fisika. Hasil validasi menunjukkan bahwa E-Modul memperoleh persentase sebesar 81% dengan kategori sangat baik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa materi yang disajikan telah memenuhi aspek ketepatan konsep, kesesuaian dengan tujuan pembelajaran, sistematika penyajian, serta kesesuaian evaluasi pembelajaran.

Materi disusun secara sistematis mulai dari konsep dasar gerak parabola hingga penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu, materi dilengkapi dengan aktivitas pemecahan masalah, simulasi virtual PhET, dan kegiatan kolaboratif yang dirancang sesuai sintaks *Problem-Based Collaborative Learning* (PBCL) sehingga peserta didik dapat membangun pemahaman konsep melalui proses investigasi dan diskusi. Meskipun memperoleh kategori sangat baik, validator memberikan beberapa masukan untuk penyempurnaan produk, meliputi konsistensi penggunaan istilah “siswa” dan “peserta didik”, ketepatan penggunaan kata kerja operasional pada tujuan pembelajaran, konsistensi simbol dan notasi vektor, representasi vektor pada titik tertinggi gerak parabola, serta penambahan penjelasan yang mengintegrasikan konsep Gerak Lurus Beraturan (GLB), Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB), dan Gerak Parabola.

Selain itu, validator merekomendasikan penambahan umpan balik pada latihan dan tes formatif agar peserta didik dapat melakukan evaluasi diri terhadap hasil belajar yang diperoleh. Temuan tersebut menunjukkan bahwa validasi isi tidak hanya berfungsi untuk menilai ketepatan materi, tetapi juga memastikan bahwa materi yang

dikembangkan mampu mendukung proses belajar peserta didik secara optimal. Sholeha (2026) menjelaskan bahwa pembelajaran berbasis masalah memerlukan dukungan berupa petunjuk, umpan balik, dan representasi konsep yang jelas agar peserta didik dapat melakukan investigasi dan membangun pemahaman secara efektif.

Sejalan dengan itu, Tegeh et al., (2022) menegaskan bahwa kualitas bahan ajar dipengaruhi oleh kesesuaian antara materi, tujuan pembelajaran, dan karakteristik peserta didik. Oleh karena itu, seluruh masukan validator digunakan sebagai dasar penyempurnaan materi sehingga E-Modul yang dikembangkan tidak hanya layak secara akademik, tetapi juga relevan dengan kebutuhan pembelajaran fisika di sekolah.

2) Validitas Media Pembelajaran

Validasi media dilakukan untuk mengevaluasi kualitas tampilan, navigasi, interaktivitas, dan kemudahan penggunaan E-Modul *CoLearn Physics* sebagai media pembelajaran digital. Hasil validasi menunjukkan bahwa E-Modul memperoleh persentase sebesar 92% dengan kategori sangat baik. Persentase tersebut menunjukkan bahwa tampilan visual, penggunaan warna, keterbacaan teks, kualitas ilustrasi, serta navigasi yang terdapat dalam E-Modul telah memenuhi karakteristik media pembelajaran digital yang baik.

Penggunaan *flipbook*, video pembelajaran, *QR code*, dan simulasi PhET dinilai mampu mendukung penyajian materi secara lebih interaktif dan menarik sehingga peserta didik dapat mengakses informasi secara lebih mudah dan fleksibel. Validator memberikan beberapa saran untuk penyempurnaan media, antara lain perubahan istilah “kata pengantar” menjadi “prakata”, penyusunan glosarium secara alfabetis, pemberian penomoran pada tujuan pembelajaran, perbaikan tata letak beberapa halaman, serta pembesaran ukuran tabel dan gambar agar lebih mudah dibaca.

Seluruh masukan tersebut digunakan sebagai dasar revisi untuk meningkatkan kualitas tampilan dan keteraturan penyajian informasi dalam E-Modul. Temuan ini sejalan dengan pendapat Suartama et al., (2024) yang menyatakan bahwa media pembelajaran digital yang efektif harus memenuhi aspek visual, navigasi, keterbacaan, dan interaktivitas agar mampu meningkatkan keterlibatan peserta didik selama proses pembelajaran.

Media yang dirancang dengan navigasi yang jelas dan tampilan yang menarik dapat membantu peserta didik memusatkan perhatian pada materi yang dipelajari serta meningkatkan pengalaman belajar secara keseluruhan (LeFebvre et al., 2022). Oleh karena itu, revisi yang dilakukan berdasarkan masukan validator berkontribusi dalam meningkatkan kualitas media sehingga lebih sesuai dengan karakteristik peserta didik dan lingkungan pembelajaran digital.

3) Validitas Desain Pembelajaran

Validasi desain pembelajaran dilakukan untuk mengevaluasi kesesuaian tujuan pembelajaran, strategi pembelajaran, aktivitas pembelajaran, dan evaluasi yang diterapkan dalam E-Modul *CoLearn Physics*. Hasil validasi menunjukkan bahwa E-Modul memperoleh persentase sebesar 94% dengan kategori sangat baik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa desain pembelajaran yang diterapkan telah tersusun secara sistematis dan sesuai dengan karakteristik pembelajaran fisika berbasis *Problem-Based Collaborative Learning* (PBCL). Validator menilai bahwa tujuan pembelajaran, aktivitas pembelajaran, dan evaluasi telah memiliki keterkaitan yang jelas serta mendukung pencapaian kompetensi yang diharapkan.

Validator menyarankan agar seluruh tujuan pembelajaran menggunakan kata kerja operasional yang lebih terukur dan dapat diamati. Selain itu, petunjuk penggunaan media dan kegiatan refleksi pada akhir pembelajaran perlu diperjelas agar peserta didik memperoleh arahan yang lebih sistematis selama menggunakan E-Modul. Sebagai tindak

lanjut, tujuan pembelajaran direvisi menggunakan kata kerja operasional yang sesuai, petunjuk penggunaan media diperjelas, dan kegiatan refleksi ditambahkan pada setiap akhir kegiatan pembelajaran. Tingginya skor validasi desain pembelajaran menunjukkan bahwa implementasi sintaks PBCL dalam E-Modul telah tersusun secara sistematis.

Kesesuaian antara tujuan pembelajaran, aktivitas kolaboratif, investigasi menggunakan simulasi PhET, dan evaluasi pembelajaran menunjukkan adanya *constructive alignment* yang mendukung keterlaksanaan proses pembelajaran secara utuh (Dalilah et al., 2025). Keterpaduan tersebut memungkinkan peserta didik terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran melalui kegiatan pemecahan masalah, investigasi, diskusi, presentasi hasil, dan refleksi pembelajaran yang merupakan karakteristik utama pembelajaran berbasis masalah (Sholeha, 2026).

b. Validitas Instrumen Penelitian

Selain validasi produk, dilakukan validasi isi terhadap instrumen penelitian yang digunakan untuk mengukur sikap ilmiah dan prestasi belajar peserta didik. Validasi dilakukan oleh dua validator ahli untuk memastikan kesesuaian setiap butir instrumen dengan indikator yang diukur. Hasil validitas instrumen penelitian disajikan pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Validitas Instrumen Penelitian

Instrumen	Persentase Validitas (%)	Kategori
Angket Sikap Ilmiah	98,34	Sangat Baik
Tes Prestasi Belajar	94,00	Sangat Baik

Berdasarkan tabel 5, instrumen sikap ilmiah memperoleh persentase validitas sebesar 98,34% dengan kategori sangat baik, sedangkan instrumen prestasi belajar memperoleh persentase sebesar 94,00% dengan kategori sangat baik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa setiap butir instrumen telah sesuai dengan indikator yang diukur sehingga mampu merepresentasikan konstruk penelitian secara memadai. Hasil analisis validitas isi menggunakan koefisien *Gregory* menunjukkan nilai sebesar 1,00 yang termasuk kategori sangat tinggi. Nilai tersebut menunjukkan adanya tingkat kesepakatan yang sangat tinggi antarvalidator dalam menilai kesesuaian butir instrumen dengan indikator yang diukur. *Gregory* menjelaskan bahwa koefisien validitas yang mendekati 1 menunjukkan tingkat kesesuaian isi yang sangat kuat sehingga instrumen memiliki representasi yang baik terhadap konstruk yang diukur. Temuan ini menunjukkan bahwa instrumen sikap ilmiah dan prestasi belajar yang digunakan dalam penelitian telah memenuhi validitas isi dan layak digunakan untuk mengumpulkan data penelitian.

Instrumen yang valid sangat penting untuk memastikan bahwa data yang diperoleh benar-benar mencerminkan perubahan sikap ilmiah dan prestasi belajar peserta didik setelah menggunakan E-Modul *CoLearn Physics*. Menurut Malik & Priyadi (2021) validitas isi menjadi dasar dalam menjamin bahwa instrumen mampu mengukur aspek yang seharusnya diukur sesuai dengan tujuan penelitian. Oleh karena itu, hasil validasi instrumen memberikan landasan yang kuat bagi pelaksanaan pengujian kepraktisan dan efektivitas produk pada tahap berikutnya.

3. Kepraktisan E-Modul *CoLearn Physics*

Kepraktisan E-Modul *CoLearn Physics* dievaluasi untuk mengetahui tingkat kemudahan penggunaan, kejelasan penyajian, konsistensi sistem, dan kebermanfaatan E-Modul dalam mendukung pembelajaran fisika berbasis *Problem-Based Collaborative Learning* (PBCL). Penilaian kepraktisan menggunakan instrumen yang diadaptasi dari *System Usability Scale* (SUS) yang terdiri atas 10 pernyataan dengan skala respons 1-5 (Dewi, 2025). Uji kepraktisan dilakukan secara bertahap melalui penilaian guru, uji perorangan, uji kelompok kecil, dan uji kelompok besar. Hasil uji kepraktisan disajikan pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Kepraktisan E-Modul CoLearn Physics

Tahap Uji	Responden	Total Skor	Persentase (%)	Kategori
Penilaian Guru	2 guru	90	90,00	Sangat Praktis
Uji Perorangan	3 peserta didik	129	86,00	Sangat Praktis
Uji Kelompok Kecil	9 peserta didik	395	87,80	Sangat Praktis
Uji Kelompok Besar	36 peserta didik	1597	88,72	Sangat Praktis

Berdasarkan tabel 6, seluruh tahap pengujian menunjukkan bahwa E-Modul *CoLearn Physics* berada pada kategori sangat praktis dengan rentang persentase antara 86,00% hingga 90,00%. Persentase tertinggi diperoleh pada penilaian guru sebesar 90,00%, sedangkan persentase terendah diperoleh pada uji perorangan sebesar 86,00%. Meskipun demikian, seluruh hasil penilaian berada pada kategori sangat praktis, yang menunjukkan bahwa E-Modul dapat digunakan dengan baik dalam proses pembelajaran fisika.

Tingginya tingkat kepraktisan menunjukkan bahwa E-Modul telah memenuhi aspek kemudahan penggunaan (*usability*), keterbacaan, konsistensi tampilan, dan kemudahan akses terhadap fitur-fitur pembelajaran yang tersedia. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa pengguna dapat mengoperasikan E-Modul tanpa mengalami kesulitan yang berarti selama proses pembelajaran. Aspek kemudahan penggunaan merupakan salah satu indikator penting dalam evaluasi media pembelajaran digital karena berpengaruh terhadap penerimaan pengguna terhadap produk yang dikembangkan (Dewi, 2025; Suartama et al., 2024).

Kepraktisan E-Modul juga didukung oleh integrasi berbagai fitur digital seperti video pembelajaran, *QR code*, simulasi virtual PhET, dan aktivitas pembelajaran berbasis PBCL. Keberadaan fitur-fitur tersebut memungkinkan peserta didik mengakses materi secara lebih fleksibel serta memfasilitasi proses eksplorasi konsep melalui kegiatan pemecahan masalah dan kolaborasi. Dalam pembelajaran berbasis masalah, peserta didik didorong untuk membangun pemahaman melalui proses investigasi, diskusi, dan refleksi terhadap masalah yang diberikan sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna (Sholeha, 2026).

Hasil penilaian guru yang lebih tinggi dibandingkan hasil penilaian peserta didik menunjukkan bahwa guru memiliki tingkat penerimaan yang sangat baik terhadap penggunaan E-Modul sebagai bahan ajar digital dalam pembelajaran fisika. Sementara itu, pada tahap uji perorangan dan kelompok kecil masih ditemukan beberapa peserta didik yang memerlukan proses adaptasi ketika menggunakan simulasi virtual dan mengikuti aktivitas pembelajaran berbasis PBCL. Kondisi tersebut merupakan hal yang wajar mengingat penggunaan media digital dan strategi pembelajaran baru memerlukan waktu bagi peserta didik untuk beradaptasi dengan lingkungan belajar yang berbeda dari pembelajaran konvensional (Tegeh et al., 2022).

Berdasarkan hasil analisis respons pengguna, skor yang relatif lebih rendah ditemukan pada aspek kebutuhan bantuan saat menggunakan sistem dan tingkat kepercayaan diri pengguna ketika pertama kali menggunakan E-Modul. Temuan tersebut menunjukkan bahwa sebagian peserta didik masih memerlukan petunjuk penggunaan yang lebih rinci pada tahap awal penggunaan. Oleh karena itu, dilakukan penyempurnaan pada petunjuk penggunaan, navigasi sistem, dan akses menuju simulasi virtual PhET berdasarkan masukan pengguna pada setiap tahap pengujian.

Proses revisi secara bertahap tersebut sesuai dengan karakteristik penelitian pengembangan yang menekankan penyempurnaan produk melalui evaluasi berkelanjutan sebelum diimplementasikan secara luas (Sholeha, 2026). Temuan penelitian ini sejalan dengan penelitian Suartama et al., (2024) yang menunjukkan bahwa bahan ajar digital

yang memiliki tampilan konsisten, navigasi sederhana, dan integrasi multimedia cenderung memperoleh tingkat kepraktisan yang tinggi. Hasil penelitian ini juga mendukung temuan Tegeh et al., (2022) yang menyatakan bahwa evaluasi bertahap melalui uji pengguna memungkinkan pengembang memperoleh umpan balik yang diperlukan untuk meningkatkan kualitas dan kemudahan penggunaan produk pembelajaran.

Berdasarkan hasil penilaian guru, uji perorangan, uji kelompok kecil, dan uji kelompok besar, E-Modul *CoLearn Physics* memperoleh kategori sangat praktis pada seluruh tahap pengujian. Hasil tersebut menunjukkan bahwa E-Modul mudah digunakan, mudah dipahami, dan mampu mendukung pelaksanaan pembelajaran fisika berbasis PBCL. Dengan demikian, E-Modul *CoLearn Physics* telah memenuhi aspek kepraktisan dan layak digunakan pada tahap pengujian efektivitas. Menurut Nuari et al., (2024) suatu produk pengembangan yang memenuhi kriteria valid dan praktis dapat dilanjutkan pada tahap pengujian efektivitas untuk mengetahui keberhasilan produk dalam mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan.

4. Efektivitas E-Modul *CoLearn Physics*

Efektivitas E-Modul *CoLearn Physics* berbasis *Problem-Based Collaborative Learning* (PBCL) terintegrasi simulasi PhET dianalisis untuk mengetahui perubahan sikap ilmiah dan prestasi belajar peserta didik setelah implementasi produk. Pengukuran dilakukan menggunakan desain *one-group pretest-posttest* terhadap 36 peserta didik kelas XI SMAK Harapan. Efektivitas produk dianalisis menggunakan statistik deskriptif, *paired sample t-test*, *N-gain*, dan *Cohen's d*. Analisis tersebut digunakan untuk mengetahui signifikansi peningkatan, tingkat peningkatan, serta besarnya pengaruh penggunaan E-Modul terhadap sikap ilmiah dan prestasi belajar peserta didik. Hasil analisis efektivitas disajikan pada subbagian berikut.

a. Efektivitas E-Modul *CoLearn Physics* Terhadap Sikap Ilmiah

Efektivitas E-Modul *CoLearn Physics* berbasis *Problem-Based Collaborative Learning* (PBCL) terintegrasi simulasi PhET terhadap sikap ilmiah peserta didik dianalisis menggunakan desain *one-group pretest-posttest*. Pengukuran dilakukan terhadap 36 peserta didik kelas XI SMAK Harapan melalui pemberian angket sikap ilmiah sebelum (*pretest*) dan sesudah (*posttest*) implementasi E-Modul selama empat kali pertemuan. Hasil statistik deskriptif sikap ilmiah disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Statistik Deskriptif Sikap Ilmiah

Statistik	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>
Nilai Tertinggi	83,33	91,33
Nilai Terendah	48,67	56,67
Rata-rata	64,94	76,56
Standar Deviasi	10,27	9,94

Berdasarkan Tabel 7, rata-rata skor sikap ilmiah meningkat dari 64,94 pada *pretest* menjadi 76,56 pada *posttest*. Hasil tersebut menunjukkan adanya peningkatan sikap ilmiah peserta didik setelah implementasi E-Modul *CoLearn Physics* dalam pembelajaran Gerak Parabola. Untuk mengetahui signifikansi peningkatan yang terjadi, dilakukan analisis menggunakan *paired sample t-test*. Hasil analisis disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Analisis *Paired Sample t-Test*, *N-Gain*, dan *Cohen's d* Terhadap Sikap Ilmiah

Variabel	t	df	p-value	<i>N-Gain</i>	Kategori	<i>Cohen's d</i>	Kategori
Sikap Ilmiah	-18,260	35	<0,001	0,33	Sedang	1,15	Besar

Berdasarkan tabel 8, hasil *paired sample t-test* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara skor *pretest* dan *posttest* sikap ilmiah dengan nilai $t(35) = -18,260$ dan $p < 0,001$. Hasil tersebut menunjukkan bahwa setelah implementasi E-Modul *CoLearn Physics* berbasis PBCL terintegrasi simulasi PhET, skor sikap ilmiah peserta didik secara statistik lebih tinggi dibandingkan sebelum implementasi. Hasil analisis *N-gain* menunjukkan nilai sebesar 0,33 yang termasuk kategori sedang. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa peningkatan sikap ilmiah peserta didik terjadi pada tingkat moderat setelah penggunaan E-Modul.

Meskipun demikian, nilai *Cohen's d* sebesar 1,15 menunjukkan ukuran pengaruh yang besar. Dengan demikian, penggunaan E-Modul tidak hanya menghasilkan perbedaan yang signifikan secara statistik, tetapi juga memberikan dampak praktis yang kuat terhadap perkembangan sikap ilmiah peserta didik. Peningkatan sikap ilmiah diduga berkaitan dengan karakteristik PBCL yang menempatkan peserta didik sebagai subjek aktif dalam proses pembelajaran. Melalui kegiatan identifikasi masalah, diskusi kelompok, investigasi berbantuan simulasi PhET, presentasi hasil, dan refleksi pembelajaran, peserta didik memperoleh kesempatan untuk mengembangkan rasa ingin tahu, berpikir kritis, bersikap objektif terhadap data, serta mengemukakan argumen berdasarkan bukti yang diperoleh selama proses pembelajaran.

Karakteristik tersebut merupakan komponen penting dalam pembentukan sikap ilmiah karena peserta didik tidak hanya menerima informasi, tetapi juga terlibat secara aktif dalam proses memperoleh dan memverifikasi pengetahuan (Sholeha, 2026). Temuan penelitian ini sejalan dengan penelitian Nadila & Alwi (2024) yang melaporkan bahwa penerapan PBCL mampu meningkatkan sikap ilmiah peserta didik melalui aktivitas pemecahan masalah yang terstruktur dan kolaboratif. Hasil penelitian ini juga mendukung temuan Oktavia et al., (2024) yang menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis masalah dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis, kerja sama, dan keterlibatan peserta didik selama proses pembelajaran.

Meskipun hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan, interpretasi hasil perlu dilakukan secara proporsional karena penelitian menggunakan desain *one-group pretest-posttest* tanpa kelompok kontrol. Oleh karena itu, hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan E-Modul *CoLearn Physics* berbasis PBCL terintegrasi simulasi PhET berkontribusi positif terhadap peningkatan sikap ilmiah peserta didik.

b. Efektivitas E-Modul *CoLearn Physics* Terhadap Prestasi Belajar

Efektivitas E-Modul *CoLearn Physics* terhadap prestasi belajar dianalisis melalui perbandingan hasil *pretest* dan *posttest* peserta didik pada materi Gerak Parabola. Hasil statistik deskriptif prestasi belajar disajikan pada Tabel 9.

Statistik	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>
Nilai Tertinggi	70,00	96,67
Nilai Terendah	36,67	60,00
Rata-rata	54,82	77,96
Standar Deviasi	9,34	9,43

Berdasarkan tabel 9, rata-rata prestasi belajar meningkat dari 54,82 pada *pretest* menjadi 77,96 pada *posttest*. Hasil tersebut menunjukkan adanya peningkatan penguasaan konsep peserta didik setelah implementasi E-Modul *CoLearn Physics*. Untuk mengetahui signifikansi peningkatan yang terjadi, dilakukan analisis menggunakan *paired sample t-test*. Hasil analisis disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Analisis *Paired Sample t-Test*, *N-Gain*, dan *Cohen's d* terhadap Prestasi Belajar

Variabel	t	df	p-value	N-Gain	Kategori	Cohen's d	Kategori
Prestasi Belajar	-10,051	35	<0,001	0,51	Sedang	2,46	Besar

Berdasarkan tabel 10, hasil *paired sample t-test* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara skor *pretest* dan *posttest* prestasi belajar dengan nilai $t(35) = -10,051$ dan $p < 0,001$. Hasil tersebut menunjukkan bahwa setelah implementasi E-Modul *CoLearn Physics* berbasis PBCL terintegrasi simulasi PhET, skor prestasi belajar peserta didik secara statistik lebih tinggi dibandingkan sebelum implementasi. Hasil analisis *N-gain* menunjukkan nilai sebesar 0,51 yang termasuk kategori sedang. Selain itu, nilai *Cohen's d* sebesar 2,46 menunjukkan ukuran pengaruh yang besar.

Temuan tersebut mengindikasikan bahwa penggunaan E-Modul memberikan peningkatan pembelajaran yang cukup efektif dan memiliki dampak praktis yang kuat terhadap penguasaan konsep Gerak Parabola oleh peserta didik. Peningkatan prestasi belajar diduga berkaitan dengan integrasi aktivitas pemecahan masalah dalam PBCL dan penggunaan simulasi PhET yang memungkinkan peserta didik memvisualisasikan konsep Gerak Parabola secara lebih konkret. Melalui simulasi PhET, peserta didik dapat mengamati hubungan antara sudut elevasi, kecepatan awal, tinggi maksimum, waktu tempuh, dan jangkauan gerak secara langsung. Visualisasi tersebut membantu peserta didik memahami konsep yang bersifat abstrak sehingga mempermudah proses konstruksi pengetahuan dan meningkatkan penguasaan konsep fisika. Selain mendukung visualisasi konsep, aktivitas kolaboratif dalam PBCL memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mendiskusikan hasil pengamatan, menguji hipotesis, dan mengevaluasi solusi yang diperoleh secara bersama-sama. Kombinasi antara investigasi berbantuan simulasi dan diskusi kolaboratif memungkinkan peserta didik memperoleh pengalaman belajar yang lebih bermakna dibandingkan pembelajaran yang hanya berfokus pada penyampaian materi secara teoritis.

Temuan penelitian ini sejalan dengan penelitian Price et al., (2019) yang menyatakan bahwa penggunaan simulasi PhET mampu meningkatkan pemahaman konseptual peserta didik melalui representasi visual yang interaktif. Hasil penelitian ini juga mendukung temuan Ouimoyog et al., (2025) yang menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis simulasi PhET berkontribusi terhadap peningkatan motivasi dan prestasi belajar peserta didik. Selain itu, penelitian Oktavia et al., (2024) melaporkan bahwa penerapan PBCL efektif dalam meningkatkan hasil belajar melalui aktivitas pemecahan masalah yang terstruktur dan kolaboratif. Sebagaimana pada variabel sikap ilmiah, interpretasi hasil penelitian perlu mempertimbangkan keterbatasan desain penelitian yang tidak menggunakan kelompok kontrol. Oleh karena itu, hasil yang diperoleh menunjukkan adanya asosiasi positif antara penggunaan E-Modul *CoLearn Physics* berbasis PBCL terintegrasi simulasi PhET dengan peningkatan prestasi belajar peserta didik, namun tidak dapat digunakan untuk menyimpulkan hubungan sebab-akibat secara mutlak.

Berdasarkan hasil analisis statistik deskriptif, *paired sample t-test*, *N-gain*, dan *Cohen's d*, E-Modul *CoLearn Physics* menunjukkan potensi yang baik dalam mendukung peningkatan sikap ilmiah dan prestasi belajar peserta didik pada materi Gerak Parabola. Hasil tersebut melengkapi temuan validitas dan kepraktisan yang telah diperoleh sebelumnya sehingga menunjukkan bahwa produk yang dikembangkan memenuhi karakteristik produk pembelajaran yang berkualitas dan layak digunakan dalam pembelajaran fisika.

Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan E-Modul *CoLearn Physics* berbasis *Problem-Based Collaborative Learning* (PBCL) terintegrasi simulasi PhET pada materi Gerak Parabola untuk peserta didik kelas XI SMAK Harapan menggunakan model ADDIE. Hasil penelitian menunjukkan bahwa E-Modul yang dikembangkan memenuhi kriteria valid berdasarkan penilaian ahli isi materi, ahli media pembelajaran, dan ahli desain pembelajaran, serta didukung oleh instrumen penelitian yang memiliki validitas isi sangat tinggi. Selain itu, hasil uji kepraktisan menunjukkan bahwa E-Modul berada pada kategori sangat praktis berdasarkan penilaian guru, uji perorangan, uji kelompok kecil, dan uji kelompok besar. Hasil analisis menggunakan *paired sample t-test* menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara skor *pretest* dan *posttest* pada sikap ilmiah dan prestasi belajar peserta didik. Temuan tersebut didukung oleh nilai *N-gain* kategori sedang dan *Cohen's d* kategori besar, yang menunjukkan adanya asosiasi positif antara penggunaan E-Modul *CoLearn Physics* dan peningkatan sikap ilmiah serta prestasi belajar peserta didik pada materi Gerak Parabola. Dengan demikian, E-Modul *CoLearn Physics* berbasis PBCL terintegrasi simulasi PhET dinyatakan valid, sangat praktis, dan efektif sehingga dapat digunakan sebagai alternatif sumber belajar digital untuk mendukung pembelajaran fisika di tingkat SMA.

Daftar Pustaka

- Alfaruqi, A. Z., & Nurwahidah, N. (2025). Reflection on Indonesia's PISA Scores And The 2024 Madrasah Teacher Competency Assessment Results: Challenges in Enhancing Teacher Competence. *Jurnal Pendidikan IPS*, 15(1), 11-19.
- Ariyati, P., Sukrawarpala, I. W., & Santyasa, I. W. (2021). Problem Based E-Learning Dalam Pembelajaran Kimia Di SMA. *Kwangsan: Jurnal Teknologi Pendidikan*, 9(1), 70-89.
- Barokah, N., Suhermi, L., & Kamal, R. (2025). Learning Strategies In The 21st Century: Opportunities And Challenges. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Pendidikan*, 4(2), 161-172.
- Branch, R. M. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach*. Berlin: Springer Science & Business Media.
- Dalilah, D., Erlina, E., Mayasari, E., & Salam, S. (2025). Developing A Problem-Based Learning E-Module To Enhance Students' Understanding Of Elements, Compounds And Mixtures In Chemistry. *JUPI (Jurnal IPA dan Pembelajaran IPA)*, 9(3), 855-871.
- Damayanti, I. S., & Budiawanti, S. (2024). Pengembangan E-Modul Fisika Berbasis PBL Untuk Meningkatkan Keterampilan Kolaborasi Peserta Didik. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 13(3), 136-142.
- Dewi, M. A. (2025). Usability Evaluation of SIFOSA Using The System Usability Scale (SUS) Method. *Asia-Pacific Journal of Information Technology and Multimedia*, 14(2), 463-471
- Haryanto, H., Supriyono, S., & Rahayuningsih, S. (2025). Media Pembelajaran Terpadu Berbasis It Peluang Meningkatkan Kualitas Pembelajaran. *Jurnal Visi Ilmu Pendidikan Ypedumenu: Tanjungpura University*, 16(3), 364-371.
- Hayat, N. (2024). Pengaruh Pendekatan STEM Terhadap Peningkatan Pemahaman Konsep Fisika Di Sekolah Menengah Atas. *Jurnal Ilmiah IPA dan Matematika*, 2(2), 34-38.
- Hidayah, R., Fajaroh, F., & Narestifuri, R. E. (2021). Pengembangan Model Pembelajaran Collaborative Problem Based Learning Dalam Pembelajaran Kimia Di Perguruan Tinggi. *QALAMUNA: Jurnal Pendidikan, Sosial, dan Agama*, 13(2), 503-520.

- Kotsis, K. T. (2025). From Theory to Practice: Exploring Students' Everyday Use of Physics Knowledge. *European Journal of Contemporary Education and E-Learning*, 3(5), 59-76.
- LeFebvre, L., Parsons, M., Entwistle, C., Boyd, R. L., & Allen, M. (2022). Rethinking Powerpoint Slide Design For Multimedia Learning. *Journal of Educational Technology Systems*, 50(4), 503-520.
- Lestari, A. P., Wasis, W., & Madlazim, M. (2022). Identifikasi Miskonsepsi Siswa SMA Pada Materi Listrik Magnet Menggunakan Tes Diagnostik Three-Tier. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*, 11(3), 160-169.
- Malik, M. S., & Priyadi, M. S. (2021). Analysis Of Instrument Validity Assessment Items For Student Learning Achievement. *Jurnal Ilmiah Didaktika: Media Ilmiah Pendidikan Dan Pengajaran*, 21(2), 127-139.
- Manggala, M. A., Nyanasuryanadi, P., & Suherman, H. (2024). Innovative Learning Using E-Modules. *JETISH: Journal of Education Technology Information Social Sciences and Health*, 3(1), 550-557.
- Mauladhani, A. E., Safitri, I. A., Fakhira, A. A., Rohman, M. F., Mahardika, I. K., & Baktiarso, S. (2023). Profil Peningkatan Literasi Sains Peserta Didik Pada Pembelajaran Fisika Di Sekolah Menengah Pertama. *Jurnal Fisika Papua*, 2(1), 51-54.
- Nadila, Y., & Alwi, N. A. (2024). Analisis Pengaruh Model Pembelajaran Kolaboratif Berbasis Masalah Terhadap Hasil Belajar Peserta Didik Sekolah Dasar. *Jurnal Sadewa: Publikasi Ilmu Pendidikan, Pembelajaran dan Ilmu Sosial*, 2(3), 152-159.
- Neswary, S. B. A., Prahani, B. K., Marianus, M., Wibowo, F. C., & Uulaa, R. F. R. (2023). A Profile Of Senior High School Student's Critical Thinking Skills In Physics Learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 2623(1), 1-5.
- Niko, S., Odja, A. H., & Payu, C. S. (2024). Enhancing Problem-Solving Skills In Elasticity And Hooke's Law Through Problem-Based Learning With PhET Media And Mechanics Kits. *Physics Education Research Journal*, 6(2), 59-64.
- Nuari, H., Zen, Z., Hidayati, A., & Ridwan, R. (2024). Development Of Interactive Video For The Basics Of Educational Technology Course. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(6), 3024-3030.
- Nugroho, B. A. (2023). Mobile Learning Environment System: Pengembangan Media Android Dari Perspektif Validitas. *Biopedagogia*, 5(1), 26-36.
- Nurqualbiah, S., Karim, M., & Karim, A. A. (2024). Integrating Technology In Physics Learning. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 14(8), 649-661.
- Oktavia, S. W., Siburian, J., & Hakim, M. A. R. (2024). Literature Review: The Impact Of Problem-Based Learning (PBL) Model On Students' Collaboration Skills In 21st Century Science Education. *EduFisika: Jurnal Pendidikan Fisika*, 9(3), 306-312.
- Quimoyog, J. K. O., Torres, G. D., & Galay-Limos, J. A. (2025). The effect of Physics Education Technology (PHET) Interactive Simulations On Improving The Science Achievement. *International Journal of Research Studies in Management*, 13(8), 135-142.
- Price, A., Wieman, C., & Perkins, K. (2019). Teachers Use Simulations For Student Motivation, Content Learning, And Engagement In Science Practices. *The Science Teacher*, 46-52.

- Rahmawati, S., Supratman, S., & Lestari, P. (2024). Optimalisasi Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa MTs Melalui Pembelajaran Bermakna Berbasis Masalah. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Matematika Indonesia*, 13(1), 69-78.
- Safitri, L., Hidayati, N., & Suryanti, S. (2025). Integrating Problem-Based Learning into E-Modules: A Development Study with Validation and Student Response Analysis. *Jurnal Kependidikan: Jurnal Hasil Penelitian dan Kajian Kepustakaan di Bidang Pendidikan, Pengajaran, dan Pembelajaran*, 11(1), 397-409.
- Sholeha, M. (2026). Needs Analysis Of The Development Of Self-Directed Learning E-Module For The Scientific Writing Course. *Educational Journal of Learning Technology*, 3(2), 167-181.
- Suartama, I. K., Sudarma, I. K., Sudatha, I. G. W., Sukmana, A. I. W. I. Y., & Susiani, K. (2024). Student Engagement And Academic Achievement: The Effect Of Gamification On Case And Project-Based Online Learning. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 18(3), 976-990.
- Suriani, N. M., Agustini, K., Sudhata, I. G. W., & Dantes, G. R. (2023). The Effectiveness Of E-Book In Learning Process. *International Journal of Social Sciences*, 6(2), 43-50.
- Tegeh, I. M., Santyasa, I. W., Agustini, K., Santyadiputra, G. S., & Juniantari, M. (2022). Group Investigation Flipped Learning In Achieving Of Students' Critical And Creative Thinking Viewed From Their Cognitive Engagement In Learning Physics. *Journal of Education Technology*, 6(2), 350-362.
- Turdaliyevich, R. V. (2025). The Importance Of Advanced Pedagogical Innovative Technologies In Teaching Physics In Higher Education. *International Journal of Pedagogics*, 5(6), 65-67.
- Tuyizere, G., & Yadav, L. L. (2023). Effect Of Interactive Computer Simulations On Academic Performance And Learning Motivation Of Rwandan Students In Atomic Physics. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 12(1), 252-259.
- Usman, A., Agustina, L., & Bahri, A. (2024). Enhancing Critical Thinking And Academic Achievement Through Different Learning. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 13(6), 4271-4278.
- Verawati, N. N. S. P., & Nisrina, N. (2025). Reimagining Physics Education: Addressing Student Engagement, Curriculum Reform, And Technology Integration For Learning. *International Journal of Ethnoscience and Technology in Education*, 2(1), 158-181.
- Zulfikar, T., Taufiq, T., & Saputra, H. (2023). Peningkatan Kemampuan Koneksi Matematis Siswa SMA Dengan Menggunakan Model Pembelajaran Cooperative-Meaningful Instructional Design (MID). *Education Enthusiast: Jurnal Pendidikan dan Keguruan*, 3(4), 24-27.