

Inovasi Pengembangan E-Modul Interaktif Termodinamika Berbasis *Collaborative Teamwork Learning* Menggunakan Quiziz untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa

¹Mesi Loviya*, ¹Sri Purwaningsih, ¹Nizel Huda

¹ Program Studi Magister Pendidikan IPA, Universitas Negeri Jambi, Jambi, Indonesia

INFO ARTIKEL

Article History:

Submitted: 05-07-2025

Revised : 16-10-2025

Accepted : 17-12-2025

Published: 24-12-2025

Keywords:

Interactive e-module;
 Collaborative Teamwork Learning;
 Flip PDF Professional;
 Learning Outcomes;
 Thermodynamics

Kata Kunci:

E-modul interaktif;
 Collaborative teamwork learning;
 Flip pdf professional;
 Hasil belajar;
 Termodinamika;

ABSTRACT

The low student learning outcomes in Thermodynamics indicate the need for innovative, interactive learning media that promote collaboration in the learning process. This study aims to develop an interactive e-module based on the Collaborative Teamwork Learning model, integrated with Quizizz and created using the Flip PDF Professional application, to improve student learning outcomes in Thermodynamics. The research method used is Research and Development (R&D) with the ADDIE development model (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). The subjects of this study were 11th-grade students at MAN 3 Muaro Jambi. The instruments used included expert validation sheets for content and media, practitioner validation sheets, student response questionnaires to assess feasibility using a Likert scale, and learning outcome tests analyzed using the N-gain test to measure effectiveness. Validation results showed that the developed e-module met the criteria of being highly valid in terms of both content and media. Student responses indicated a very good category, meaning the e-module was engaging and easy to use. In addition, there was a significant improvement in student learning outcomes after using the e-module. Therefore, the interactive e-module based on Collaborative Teamwork Learning using Quizizz and supported by Flip PDF Professional is effective as a learning medium for Thermodynamics. This research serves as a reference for developing innovative interactive learning media that support increased student engagement and learning outcomes.

ABSTRAK

Rendahnya hasil belajar siswa pada materi Termodinamika menunjukkan perlunya inovasi media pembelajaran yang interaktif dan mendorong kerja sama dalam proses belajar. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan e-modul interaktif berbasis model *Collaborative Teamwork Learning* yang dilengkapi dengan quiziz menggunakan aplikasi Flip PDF Professional untuk meningkatkan hasil belajar siswa pada materi Termodinamika. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). Subjek dalam penelitian ini adalah siswa kelas XI di MAN 3 Muaro Jambi. Instrumen yang digunakan meliputi lembar validasi ahli materi dan media, validasi ahli praktisi, angket respons siswa untuk mengukur kelayakan dengan menggunakan skala likert serta tes hasil belajar untuk melihat efektivitas dengan menggunakan uji N-gain. Hasil validasi menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan memenuhi kriteria sangat valid dari segi materi dan media. Respons siswa terhadap e-modul menunjukkan kategori sangat baik, yang berarti e-modul menarik dan mudah digunakan. Selain itu, terdapat peningkatan signifikan dalam hasil belajar siswa setelah menggunakan e-modul ini. Dengan demikian, e-modul interaktif berbasis *Collaborative Teamwork Learning* menggunakan quiziz berbantuan Flip PDF Professional efektif digunakan sebagai media pembelajaran pada materi Termodinamika. Penelitian ini bermanfaat sebagai acuan dalam pengembangan media pembelajaran interaktif yang inovatif dan mendukung peningkatan keterlibatan serta hasil belajar siswa.



© 2025 the author(s)

*Corresponding Author

E-mail Adress: mesiloviya@gmail.com

PENDAHULUAN

Pendidikan adalah salah satu hal yang dinilai penting terhadap perkembangan suatu negara. Pendidikan adalah faktor yang paling penting dalam kemajuan suatu negara, karena sebuah negara akan berkembang dengan sistem pendidikan yang kuat. Pendidikan adalah proses yang berusaha mengubah sikap dan perilaku seseorang melalui proses pembelajaran, yang pada akhirnya membuat siswa secara aktif mengembangkan potensi yang telah ada di dalam dirinya. Pendidikan secara intrinsik terkait dengan pembelajaran. Penekanan dalam pendidikan sains ditempatkan pada penyediaan pengalaman langsung untuk mengembangkan kapasitas siswa dalam mempelajari dan memahami dunia alami dari perspektif ilmiah (Sutrisna, 2021).

Pendidikan IPA, khususnya fisika, berkaitan dengan fenomena alam yang dapat diamati dan diukur. Fisika sering dianggap menantang karena menuntut kemampuan matematika dan penalaran. Kesulitan siswa dalam memahami konsep fisika sering disebabkan oleh pendekatan pembelajaran yang kurang tepat. Oleh karena itu, guru perlu mengubah persepsi siswa dari melihat fisika sebagai pelajaran sulit menjadi menarik, agar meningkatkan keterlibatan dan pemahaman siswa secara menyeluruh. Berdasarkan hasil observasi di MAN 3 Muaro Jambi, diketahui bahwa modul pembelajaran fisika memang ada, tetapi hanya dimiliki oleh guru dan tidak dibagikan kepada siswa. Guru fisika di sekolah tersebut menggunakan bahan ajar seperti buku teks dan video dari YouTube. Namun, dari hasil wawancara, guru menyatakan bahwa bahan ajar yang baik adalah yang bisa membantu siswa membayangkan proses belajar, misalnya melalui gambar, video, atau animasi agar lebih menarik dan tidak membosankan. Dalam pembelajaran sehari-hari, guru biasanya menggunakan metode ceramah, diskusi, atau demonstrasi, tergantung pada materi yang diajarkan. Sayangnya, metode yang kurang bervariasi membuat siswa cepat bosan dan kurang semangat belajar. Berdasarkan pengalaman guru, hasil belajar siswa pada materi termodinamika tergolong rendah. Hal ini karena materi tersebut cukup sulit dan abstrak, seperti konsep sistem terbuka, tertutup, dan

terisolasi, yang sulit dibayangkan siswa. Selain itu, banyak siswa juga mengalami kesulitan karena kemampuan dasar matematikanya masih lemah, sehingga sering salah saat mengerjakan soal. Dengan begitu dibutuhkan inovasi dalam proses pembelajaran salah satunya yaitu dengan bantuan media pembelajaran.

Alat bantu pengajaran yaitu bahan ajar diperlukan untuk mendukung keberhasilan proses pengajaran dalam pembelajaran fisika, karena mata pelajaran ini saat ini diajarkan di sekolah menengah sebagai mata pelajaran yang abstrak dan kurang menarik. Meskipun demikian, berbagai penulis memastikan bahwa kegiatan pengajaran dan pembelajaran akan lebih menarik, praktis, realistis, dan interaktif ketika bahan ajar digunakan secara tepat, efektif, dan efisien dalam situasi pengajaran di kelas. Hal ini juga mendukung perhatian siswa untuk pembelajaran yang lebih efektif (Michael *et al.*, 2024). Menurut Putra *et al.*, (2021) dengan menggunakan bahan ajar yang menarik, proses pembelajaran akan menjadi lebih menyenangkan dan akan memudahkan siswa dalam memahami konsep tanpa adanya batas ruang dan waktu

Pembelajaran yang semakin menarik dan terdapat banyak variasi teknik penyampaian materi kepada peserta didik dapat membuat pembelajaran menjadi lebih menyenangkan. Untuk membuat variasi dalam melaksanakan pembelajaran dapat dilakukan dengan menggunakan bahan ajar yang menarik (Riayah & Fakhriyana, 2021). Contoh bahan ajar berupa media interaktif yang dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik menurut peneliti-peneliti sebelumnya ialah berupa e-book, e-modul dan e-LKPD. Metode pembelajaran telah mengalami metamorfosis yang mencolok. Aplikasi edukasi, simulasi, dan permainan pembelajaran memperkaya pengalaman belajar, mengubah pendekatan yang dulunya linier menjadi dinamis. Siswa tidak hanya menjadi penonton pasif; mereka menjadi pembuat, penggali konsep-konsep rumit dengan cara yang lebih menyenangkan dan interaktif. Ini menciptakan atmosfer belajar yang merangsang kreativitas dan inovasi (Hasnida *et al.*, 2023)

Penggunaan model pembelajaran merupakan pilihan bagi para pendidik untuk menyegarkan lingkungan kelas, model pembelajaran yang berinovasi sangat penting untuk meningkatkan hasil belajar siswa. Model pembelajaran adalah kerangka kerja pedagogis yang digunakan oleh pendidik selama pembelajaran untuk memastikan bahwa ide-ide yang disajikan dapat disesuaikan dengan kebutuhan siswa. Salah satu paradigma pembelajaran yang efektif adalah penerapan model Collaborative Teamwork Learning. Collaborative Teamwork Learning (CTL) adalah suatu proses pembelajaran yang dilakukan dalam kelompok, di mana setiap anggota saling berbagi ide, pendapat, pandangan, pengetahuan, informasi, dan keterampilan yang dimiliki untuk saling membantu dalam memahami materi, sehingga semua siswa mampu menguasai pembelajaran yang disampaikan. (Harahap, 2020). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Pratiwi et al., (2023) ia menemukan bahwa penggunaan model Collaborative Teamwork Learning (CTL) dapat meningkatkan keterampilan kolaborasi dan meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi, sehingga berpengaruh baik untuk hasil belajar siswa. Model ini juga berhasil diterapkan disekolah berdasarkan hasil penelitian penuntun praktikum IPA berbasis Collaborative Teamwork Learning (CTL) yang dikembangkan oleh Syamsu (2024) efektif digunakan dalam pembelajaran karena mampu mendorong partisipasi aktif siswa selama proses praktikum. Penuntun ini tidak hanya memenuhi kriteria valid dan sangat praktis, tetapi juga memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan keterlibatan siswa secara aktif, baik dalam diskusi kelompok maupun pelaksanaan kegiatan praktikum. Partisipasi aktif tersebut berdampak positif terhadap pemahaman konsep dan pengembangan keterampilan proses sains siswa.

Penggunaan model pembelajaran Collaborative Teamwork Learning (CTL) memiliki dampak yang menguntungkan bagi siswa dan pendidik. Penerapan model pembelajaran Collaborative Teamwork Learning (CTL) bertujuan untuk mendukung proses pembelajaran melalui aktivitas diskusi dalam kelompok. Efek yang menguntungkan bagi siswa adalah peningkatan

kemampuan pemecahan masalah dan pemahaman mereka terhadap materi pelajaran, yang kemudian meningkatkan prestasi akademik. Selain itu, efek yang menguntungkan bagi pendidik adalah kemampuan mereka untuk meningkatkan pemahaman siswa, sehingga memfasilitasi pencapaian hasil pembelajaran yang diinginkan.

Model pembelajaran Collaborative Teamwork Learning sangat relevan dengan tantangan abad 21 karena mampu mendukung pengembangan keterampilan penting seperti kolaborasi, komunikasi, berpikir kritis, pemecahan masalah, kreativitas, dan inovasi. Dalam dunia yang semakin global dan kompleks, kemampuan untuk bekerja dalam tim yang beragam dan berbagi tanggung jawab menjadi kebutuhan utama. Model ini memungkinkan siswa memecahkan masalah kontekstual dan relevan dengan kehidupan nyata. Selain itu, teknologi digital yang berkembang pesat dapat diintegrasikan dalam pembelajaran kolaboratif untuk mendukung interaksi yang lebih efektif. Menurut Maneewan (2024) Pengembangan aktivitas belajar yang menekankan pada komunikasi, kerja sama, dan pemecahan masalah terbukti memberikan pengaruh positif terhadap keterlibatan siswa dan kemampuan mereka untuk bekerja dalam tim. Penilaian dari para ahli serta proses perbaikan yang dilakukan secara bertahap juga mendukung hasil bahwa pendekatan ini dapat membantu siswa lebih siap menghadapi dunia kerja di masa depan. Melalui penerapan yang tepat, model ini tidak hanya melatih siswa untuk bekerja sama dalam menyelesaikan tugas, tetapi juga mempersiapkan mereka untuk menjadi pembelajar seumur hidup yang mampu menghadapi masalah global dan tantangan lintas disiplin. Dengan bimbingan guru yang baik dan lingkungan belajar yang mendukung, Collaborative Teamwork Learning menjadi strategi pembelajaran yang sangat cocok untuk membangun kompetensi abad 21.

Selain itu, memadukan metode kuis dalam proses pembelajaran dapat mendorong keaktifan dan semangat siswa untuk belajar. Metode ini mampu menarik minat siswa sekaligus menciptakan suasana belajar yang lebih menyenangkan dan interaktif. Kuis memberikan tantangan yang memotivasi siswa

untuk lebih fokus, berpikir cepat, dan terlibat secara aktif dalam pembelajaran. Dengan adanya elemen kompetisi yang sehat, siswa merasa terdorong untuk meningkatkan pemahaman mereka terhadap materi yang dipelajari. Metode ini juga dapat digunakan sebagai alat evaluasi yang ringan namun efektif, membantu guru dalam mengidentifikasi pemahaman siswa tanpa memberikan tekanan berlebih. Sejalan dengan yang disampaikan oleh Iskrenović-Momčilović (2020) penggunaan pembelajaran yang disandingkan dengan kuis memiliki kegunaan praktis dalam mengajar, memungkinkan pengembangan kognitif, motivasional, emosional, dan sosial siswa. Hal ini juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Hernanz et al., (2024) ia menegaskan bahwa penggunaan Quizizz sebagai media pembelajaran berbasis gamifikasi memberikan dampak positif terhadap motivasi, efikasi diri, kepuasan belajar, dan kinerja akademik mahasiswa. Dengan mengintegrasikan elemen permainan dalam proses belajar, Quizizz mampu meningkatkan keterlibatan siswa secara aktif. Mahasiswa program studi Pendidikan menunjukkan persepsi paling positif terhadap penggunaan Quizizz, yang menunjukkan bahwa platform ini efektif dalam mendukung proses pembelajaran, khususnya pada program yang bersifat praktis dan partisipatif. Dengan begitu, kombinasi antara *Collaborative Teamwork Learning* dan metode kuis menciptakan lingkungan belajar yang dinamis, di mana siswa tidak hanya belajar bersama dalam tim, tetapi juga menikmati proses belajar melalui tantangan yang menarik.

Selain menggunakan model pembelajaran untuk meningkatkan hasil belajar siswa, perlu adanya alternatif lain seperti media pembelajaran yang digunakan untuk menyampaikan materi. Dalam ranah pendidikan, media diartikan sebagai alat dan bahan yang dirancang untuk membantu siswa dalam mencapai tujuan pembelajaran dengan menyampaikan informasi atau materi pembelajaran. Salah satunya adalah kumpulan modul yang berfungsi sebagai bahan ajar. Modul merupakan salah satu jenis bahan ajar yang disusun secara terorganisir dan dirancang secara komprehensif. Modul terdiri dari alat

bantu belajar yang secara khusus ditujukan untuk membantu siswa dalam proses pembelajaran (Marwahi & Eliza, 2020). Hal ini juga sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Yolana et al., (2023) menunjukkan bahwa e-modul interaktif fisika berbasis Android yang dikembangkan merupakan media pembelajaran yang efektif dan layak digunakan. E-modul ini memiliki tingkat validitas yang tinggi baik dari segi materi maupun media, serta mampu meningkatkan minat belajar siswa secara signifikan. Penggunaan e-modul ini memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik, interaktif, dan mampu mendorong keterlibatan siswa dalam memahami materi pemanasan global. Selain itu Menurut penelitian yang dilakukan oleh Baring & Berame (2022) e-modul yang dikembangkan memudahkan proses pembelajaran secara sistematis. Guru dapat dengan mudah mengelola proses pembelajaran dalam waktu yang lebih singkat dengan hasil belajar yang maksimal.

Di era teknologi saat ini, siswa menghadapi berbagai tantangan dalam pembelajaran dan dituntut untuk menyelaraskan pengetahuan, keterampilan, teknologi, dan karakter. Untuk mendukung hal tersebut, diperlukan bahan ajar yang mampu membantu proses belajar. Teknologi dapat dimanfaatkan sebagai solusi dalam pendidikan, salah satunya melalui e-modul. Menurut Zhao & Ma (2024), penambahan elemen interaktif seperti kuis dan simulasi dapat meningkatkan kualitas materi dan keterlibatan siswa. Logan et al., (2021) juga menekankan bahwa e-modul yang disusun secara mandiri dapat mendorong pembelajaran aktif, meningkatkan motivasi, dan hasil belajar siswa.

Habidah & Sudarwanto (2020) menyatakan bahwa e-modul merupakan salah satu bahan belajar mandiri yang menggunakan teknologi informasi dengan penyusunannya yang terstruktur dan menarik. Sedangkan menurut Elvarita et al., (2020) e-modul ialah sebuah sarana dalam proses belajar yang mencakup metode, materi dan penilaian yang tersusun secara sistematis dan juga mampu mengatasi masalah dalam proses belajar menuju ketercapaian kompetensi yang diharapkan.

Selain itu, menurut Andermi & Eliza (2021) e-modul merupakan digitalisasi dari

modul biasa yang ditampilkan menggunakan media elektronik yang bertujuan untuk memberikan kesempatan belajar secara mandiri kepada peserta didik sehingga dapat meningkatkan motivasi, minat, dan pemahaman dalam belajar. Menurut Gufran dan Mataya (2020), e-modul memiliki karakteristik khas yang membedakannya dari bahan ajar konvensional, yaitu: bersifat *self instructional* (dapat dipelajari secara mandiri), *self contained* (memuat seluruh materi dalam satu unit kompetensi), dan *stand alone* (dapat digunakan tanpa media lain). E-modul juga harus adaptif terhadap perkembangan IPTEK, *user friendly*, serta konsisten dalam desain. Disampaikan melalui media elektronik seperti komputer atau smartphone, e-modul memanfaatkan multimedia dan perangkat lunak interaktif untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran. Oleh karena itu, desain e-modul perlu dibuat secara cermat agar pembelajaran menjadi optimal dan menyenangkan.

Fauzi & Usmeldi, (2020) menegaskan bahwa modul yang efektif dapat meningkatkan hasil belajar siswa dan menawarkan dukungan melalui pelatihan mandiri yang menumbuhkan keterlibatan siswa, sehingga secara positif mempengaruhi hasil belajar yang optimal. Selain itu, modul-modul ini harus dikembangkan menjadi e-modul pembelajaran yang layak dan efisien untuk tujuan pendidikan.

Sehingga, perangkat pembelajaran dalam proses belajar dan mengajar berupa modul kini dapat dikembangkan dalam bentuk digital dengan memanfaatkan beberapa software yang dapat digunakan untuk mengembangkan media digital (Rhilmanidar et al., 2020). Salah satu software yang digunakan dalam penyusunan modul kedalam bentuk digital yaitu *flip pdf professional*. Kelebihan Pada *flip pdf professional* ialah dapat menambahkan gambar, audio, video, animasi, kuis, tombol-tombol, dan lainnya, sehingga membuat tampilannya menjadi menarik dan interaktif (Cahyani Agustin et al., 2021). Selain itu, e-modul yang dihasilkan dari software ini juga mudah diakses dimanapun dan kapanpun. Siswa dapat mengakses lewat smartphone mereka masing-masing, jadi siswa tidak perlu lagi membawa dalam bentuk cetak.

Penggunaan teknologi yang diintegrasikan dalam dunia pendidikan salah satunya ialah perkembangan teknologi pada modul pembelajaran atau yang dikenal dengan sebutan e-modul, E-modul yang dikemas dengan banyaknya kreativitas dan berbagai macam inovasi yang dibuat agar modul tampak menarik perhatian siswa. Pada dasarnya guru dituntut kreatif dalam membuat bahan ajar untuk mengajar. E-modul ialah kumpulan bahan ajar digital dan non cetak yang disusun secara sistematis untuk belajar mandiri, yang memungkinkan siswa untuk mengatasi tantangan secara mandiri. Biasanya modul diproduksi dalam format cetak, namun modul cetak memiliki beberapa kelemahan terkait estetika, karena hanya mencakup teks dan grafik. E-modul memberikan manfaat dengan memasukkan informasi seperti video, animasi, dan simulasi yang dapat meningkatkan hasil belajar siswa terkait topik yang dipelajari.

E-modul merupakan salah satu perangkat pembelajaran yang mempunyai banyak kelebihan, salah satu kelebihan e-modul ialah lebih praktis dan bisa diakses dengan mudah kapanpun dan dimanapun. Selain itu juga e-modul lebih hemat biaya jika dibandingkan dengan modul cetak. Dengan begitu, e-modul akan membuat peserta didik tertarik dan lebih mudah dalam belajar. Fujiarti et al., (2024) melakukan studi literatur yang menunjukkan bahwa e-modul secara signifikan berdampak pada proses pembelajaran, terutama hasil belajar siswa, seperti yang ditunjukkan oleh berbagai penelitian sebelumnya. Penelitian ini menggunakan penilaian literatur dari penelitian sebelumnya yang diterbitkan dalam publikasi Google Scholar dari tahun 2019 hingga 2023. Temuan ini menunjukkan bahwa e-modul secara positif mempengaruhi hasil belajar siswa, yang ditunjukkan oleh validitas, kepraktisan, dan kemanjurannya, yang menegaskan kelayakannya sebagai media pembelajaran untuk meningkatkan kinerja siswa.

Menurut Wang et al (2024) pendekatan berbasis teknologi membantu menciptakan tim yang lebih seimbang dan dinamis dengan memperhatikan karakteristik individu siswa, sehingga memperkuat komunikasi, kolaborasi, dan sinergi antar anggota tim. Hasilnya, keterampilan kerja tim siswa meningkat, yang

tidak hanya meningkatkan hasil pembelajaran, tetapi juga mempersiapkan mereka lebih baik untuk tantangan kerja sama di dunia profesional yang semakin kompleks dan terhubung.

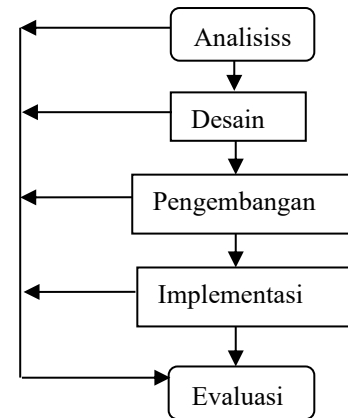
Meskipun beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan e-modul dan menerapkan pendekatan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) maupun media evaluasi berbasis digital seperti Quizizz, namun belum ada studi yang secara khusus mengintegrasikan pendekatan CTL dengan penggunaan Quizizz pada materi Termodinamika di tingkat sekolah menengah. Kekosongan riset ini menunjukkan bahwa belum ada kajian yang mengevaluasi bagaimana integrasi kedua komponen tersebut dapat meningkatkan pemahaman konsep maupun hasil belajar siswa pada materi yang bersifat abstrak seperti Termodinamika. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengisi celah tersebut dan memberikan kontribusi baru dalam pengembangan pembelajaran berbasis teknologi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan e-modul berbasis *Contextual Teaching and Learning* (CTL) yang terintegrasi dengan platform Quizizz pada materi Termodinamika, serta menguji kelayakan, kemenarikan, dan efektivitas e-modul tersebut dalam meningkatkan pemahaman konsep dan hasil belajar siswa. Tujuan ini diharapkan memberikan gambaran yang jelas mengenai fokus penelitian sekaligus menunjukkan kontribusi yang ingin dicapai dalam upaya meningkatkan kualitas pembelajaran fisika. Dengan begitu diharapkan pembelajaran dengan tipe ini mampu meningkatkan hasil belajar siswa pada materi termodinamika

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metodologi penelitian dan pengembangan yang disebut sebagai R&D (Research and Development) (Sugiyono, 2017). Penelitian dan Pengembangan (R&D) adalah sebuah proses yang menghasilkan sebuah produk dan mengevaluasi keefektifannya. Penelitian ini menggunakan paradigma ADDIE, Branch (2009) menegaskan bahwa kerangka kerja ADDIE merupakan

pendekatan yang sistematis dan berurutan untuk mengorganisasikan serangkaian kegiatan penelitian pengembangan desain. ADDIE memiliki beberapa tahapan: Analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi, dan Evaluasi. Berikut merupakan diagram alir penelitian ADDIE:



Gambar 1. Diagram Alir ADDIE

1. Tahap Analisis

Tahap ini meliputi penggambaran kebutuhan siswa, alat pembelajaran yang digunakan oleh siswa, model pembelajaran yang diterapkan, evaluasi kurikulum, dan pemeriksaan karakteristik siswa. Tahap ini bertujuan untuk mengumpulkan informasi tentang kebutuhan pengembangan. Analisis dilakukan dengan melakukan wawancara kepada guru fisika tentang sumber daya dan media pembelajaran yang dibutuhkan oleh siswa. Studi tentang karakteristik siswa dilakukan dengan memberikan angket kepada siswa, bersamaan dengan analisis silabus, dengan tujuan untuk mengidentifikasi materi untuk mengembangkan media pembelajaran.

2. Tahap Desain

Kegiatan yang dilakukan pada tahap desain yaitu dimulai dengan perancangan E-Modul yang akan dikembangkan sesuai dengan hasil pada tahap analisis yang telah dilakukan. Pada tahap desain akan menentukan tim pengembang, penyusunan jadwal pengembangan, penentuan struktur materi, menentukan spesifikasi produk, pembuatan *storyboard*, dan *prototype* produk.

3. Tahap Pengembangan

Hal yang dilakukan pada tahap pengembangan yaitu tahap yang akan dilakukan setelah mendesain yakni

mengembangkan produk. Prototipe produk yang telah didesain kemudian akan dikembangkan dengan cara penelitian atau validasi dari ahli dan praktisi sehingga mendapatkan produk e-modul berbasis pembelajaran *collaborative teamwork learning* menggunakan *quiz*.

4. Tahap Implementasi

Tahap ini melibatkan pengujian produk, yang dilakukan pada uji coba satu-satu (*one-to-one trial*) yang akan dilakukan pada 3 orang siswa yang mewakili tingkat kemampuan rendah, sedang, dan tinggi. Selanjutnya dilakukan uji coba kelompok kecil (*small group trial*) yang terdiri dari 6-9 siswa yang dipilih dari kelas yang sama namun belum pernah mengikuti uji satu-satu. Uji ini bertujuan untuk mengevaluasi keefektifan penggunaan e-modul dalam konteks kelompok kecil. Terakhir yaitu uji coba lapangan (*field trial*) adalah uji coba lapangan yang dilakukan dalam kondisi kelas sebenarnya, melibatkan satu kelas penuh sebagai subjek penelitian. Uji ini bertujuan untuk menilai efektivitas, kepraktisan, dan kelayakan e-modul dalam meningkatkan hasil belajar siswa serta keterampilan berpikir kritis dalam konteks pembelajaran yang sesungguhnya.

5. Tahap Evaluasi

Tahap evaluasi pada penelitian ini merupakan tahap akhir dalam proses pengembangan produk, yang bertujuan untuk menilai keberhasilan e-modul sesuai dengan tujuan dan harapan yang telah ditetapkan. Penilaian dilakukan oleh tim ahli yang terdiri dari ahli media dan ahli materi. Setelah proses desain dan pengembangan produk selesai, dilakukan validasi oleh para ahli untuk memperoleh masukan dan rekomendasi guna penyempurnaan produk. Berdasarkan masukan dari tim ahli, produk akan direvisi hingga mencapai kualitas yang dinilai layak dan memuaskan untuk diujicobakan. Setelah proses uji coba selesai, umpan balik dari siswa dan guru juga akan dikumpulkan. Umpan balik ini digunakan untuk mengevaluasi aspek kelayakan, kepraktisan, dan efektivitas e-modul, serta untuk perbaikan lebih lanjut sebelum produk digunakan secara lebih luas.

Pada penelitian ini daya yang akan diperoleh berupa data kualitatif dan kuantitatif.

Teknik deskriptif digunakan untuk memperoleh data kualitatif dari hasil wawancara, serta saran dan komentar dari para validator. Data kuantitatif diperoleh dari analisis angket, angket validasi media, angket validasi materi, angket penilaian praktisi, dan angket siswa, serta *pre-test* dan *post-test*.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini ialah instrumen validasi ahli materi, ahli media dan instrumen validasi ahli praktisi. Selain itu juga terdapat instrumen respon siswa dan instrumen tes soal yang berisi 15 butir soal yang akan diuji validitas, reabilitas, tingkat kesukaran dan daya beda soal. Berikut merupakan kisi-kisi dari instrument yang digunakan beserta skala likert yang digunakan

Tabel 1. Kisi-kisi instrument validasi ahli materi

Variabel	Kriteria
E-Modul Interaktif Berbasis Model	Relevansi dengan modul ajar
<i>Collaborative Teamwork Learning</i> Menggunakan <i>Quiziz</i>	Layout
	Kebahasaan
	Estetika

Sumber : Fauziah et al., (2022)

Tabel 2. Kisi-kisi instrument validasi media

Variabel	Aspek
E-Modul Interaktif Berbasis Model	Tampilan
<i>Collaborative Teamwork Learning</i> Menggunakan <i>Quiziz</i>	Kemudahan penggunaan
	Konsistensi
	Karakteristik e-modul
	Kualitas

Sumber : Fauziah et al., (2022)

Tabel 3. Kisi-kisi instrument validasi praktisi

Variabel	Aspek
E-Modul Interaktif Berbasis Model	Aspek kualitas isi
<i>Collaborative Teamwork Learning</i> Menggunakan <i>Quiziz</i>	Aspek kualitas instruksional
	Aspek kualitas teknis

Sumber : Ramadanti et al., (2021)

Tabel 4. Kisi-kisi instrument respon siswa

Variabel	Aspek
E-Modul Interaktif Berbasis Model	Aspek desain
<i>Collaborative Teamwork Learning</i> dengan Metode <i>Quiz</i>	Aspek isi
	Aspek kebahasaan

Sumber : Ramadanti et al., (2021)

Penelitian ini menggunakan data kuantitatif untuk menganalisis hasil validasi materi dan media, serta angket respon guru dan siswa dengan skala Likert. Sugiyono (2018) mengatakan bahwa skala likert digunakan untuk mengukur sikap, persepsi dan pendapat seseorang maupun kelompok mengenai sebuah kasus. Skala likert menjadi alternatif jawaban dari soal instrumen. Berikut kategori dari pilihan jawaban yang diberikan oleh responden pada tabel berikut:

Tabel 5. Kategori Pilihan Jawaban

Skala Nilai	Tingkat Validasi
1	Sangat Kurang
2	Tidak
3	Cukup
4	Baik
5	Sangat Baik

Berikut rumus menghitung persentase kelayakan:

$$\% \text{ kelayakan} = \frac{\Sigma \text{Total Skor}}{\Sigma \text{Skor Yang Diharapkan}} \times 100\% \quad (1)$$

Persentase kelayakan yang didapatkan digunakan untuk memberikan jawaban kelayakan dari aspek yang diteliti. Kategori kelayakan terdiri dari lima skala yaitu Sangat baik, baik, cukup, tidak dan sangat kurang. Berikut merupakan tabel pembangian rentang kategori kelayakan:

Tabel 6. Skala Nilai dan Tingkat Validasi

Skala	Skala Nilai	Tingkat Validasi
1	$0\% \leq n < 21\%$	Sangat Tidak Layak
2	$21\% \leq n < 40\%$	Tidak Layak
3	$41\% \leq n < 60\%$	Cukup Layak
4	$61\% \leq n < 80\%$	Layak
5	$81\% \leq n \leq 100\%$	Sangat Layak

Tabel 7. Kategori Uji N-Gain

Nilai N-gain	Kategori
$0,00 \leq n < 0,30$	Rendah
$0,30 \leq n < 0,70$	Sedang
$0,70 \leq n \leq 1,00$	Tinggi

Sumber: Karinaningsih (2010) dalam Oktavia et al., (2019)

Instrumen yang digunakan untuk melihat efektivitas penggunaan e-modul yaitu menggunakan tes soal pretest dan posttest yang kemudian akan dianalisis menggunakan unu n-gain.

Berisi jenis penelitian, waktu dan tempat penelitian, target/sasaran, subjek penelitian, prosedur, instrumen dan teknik analisis data serta hal-hal lain yang berkaitan dengan cara penelitiannya. target/sasaran, subjek penelitian, prosedur, data dan instrumen, dan teknik pengumpulan data, serta teknik analisis data serta hal-hal lain yang berkaitan dengan cara penelitiannya dapat ditulis dalam sub-subbab, dengan sub-subheading. Sub-subjudul tidak perlu diberi notasi, namun ditulis dengan huruf kecil berawalkan huruf kapital, TNR-10 unbold, rata kiri.

Khususnya untuk penelitian kualitatif, waktu dan tempat penelitian perlu dituliskan secara jelas (untuk penelitian kuantitatif, juga perlu). Target/subjek penelitian (untuk penelitian kualitatif) atau populasi-sampel (untuk penelitian kuantitatif) perlu diurai dengan jelas dalam bagian ini. Perlu juga dituliskan teknik memperoleh subjek (penelitian kualitatif) dan atau teknik samplingnya (penelitian kuantitatif).

Prosedur perlu dijabarkan menurut tipe penelitiannya. Bagaimana penelitian dilakukan dan data akan diperoleh, perlu diuraikan dalam bagian ini. Untuk penelitian eksperimental, jenis rancangan (*experimental design*) yang digunakan sebaiknya dituliskan di bagian ini. Macam data, bagaimana data dikumpulkan, dengan instrumen yang mana data dikumpulkan, dan bagaimana teknis pengumpulannya, perlu diuraikan secara jelas dalam bagian ini.

Bagaimana memaknakan data yang diperoleh, kaitannya dengan permasalahan dan tujuan penelitian, perlu dijabarkan dengan jelas. (Catatan: Sub-subbab bisa berbeda, menurut jenis atau pendekatan penelitian yang digunakan. Jika ada prosedur atau langkah yang sifatnya sekuensial, dapat diberi notasi (angka atau huruf) sesuai posisinya).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Tahap Analisis

Pada tahapan ini terdiri dari analisis kebutuhan, analisis materi, dan analisis karakteristik siswa. Analisis kebutuhan dilakukan dengan cara wawancara kepada guru dan siswa, hasil wawancara yang diberikan kepada guru menunjukkan bahwa pembelajaran

yang diterapkan disekolah menggunakan kurikulum merdeka. Adapun materi yang dianggap sulit bagi siswa oleh guru adalah pada materi termodinamika dikarenakan pembahasannya yang banyak dan materi yang abstrak hingga membuat siswa sulit untuk membayangkan proses-proses yang terdapat pada materi termodinamika. Selain itu, bahan ajar yang digunakan yaitu buku pelajaran dan LKS yang mana LKS hanya dimiliki oleh guru mata pelajaran fisika saja tidak disediakan untuk siswa.

Adapun harapan guru dan siswa terkait mata pelajaran fisika ialah guru mengharapkan adanya alternatif yang dapat mempermudah siswa dalam mempelajari materi yang disampaikan oleh guru dan alternatif yang dapat membuat siswa tersebut tertarik dan aktif dalam belajar. Hal ini menjadi pedoman peneliti untuk memberikan solusi berupa pengembangan e-modul interaktif yang disetujui oleh guru karena dapat membantu dalam proses pembelajaran. Mengingat siswa tidak disediakan LKS dengan adanya e-modul interaktif setiap siswa dapat memilikinya. Selain itu, dengan keunikan dari e-modul interaktif tersebut diharapkan siswa tertarik sehingga siswa aktif dalam proses pembelajaran.

Berdasarkan hasil analisis materi, langkah awal yang dilakukan adalah mengumpulkan dokumen berupa silabus mata pelajaran Fisika untuk fase F serta berbagai literatur yang relevan dengan topik termodinamika. Setelah seluruh sumber tersebut terkumpul, e-modul interaktif dapat dikembangkan dengan mengacu pada silabus dan literatur yang telah sesuai.

Pada analisis karakteristik siswa, ditemukan bahwa sebagian besar siswa cenderung menyukai gaya belajar berbasis audio visual, termasuk penggunaan gambar dan warna yang menarik. Sejalan dengan temuan Zahrah & Agustin (2025) yang menyatakan bahwa gaya belajar visual lebih mengandalkan indra penglihatan dalam memahami informasi. Siswa dengan gaya ini cenderung menyukai gambar, grafik, warna, dan peta konsep. Mereka belajar lebih efektif ketika disuguhkan materi dalam bentuk visual yang menarik Hal ini disebabkan oleh kebiasaan mereka dalam mengakses materi pembelajaran melalui internet. Siswa merasa

lebih mudah memperoleh informasi melalui media daring, yang didukung oleh kepemilikan perangkat Android pribadi oleh masing-masing siswa.

2. Tahap Desain

Adapun spesifikasi produk yang akan dikembangkan ialah e-modul interaktif berbasis model *Collaborative teamwork learning* menggunakan *quiz* adalah sebagai berikut:

- a) Pengembangan e-modul interaktif berbasis model *Collaborative teamwork learning* menggunakan *quiz* dengan desain menggunakan canva dan hasil akhir berupa flipbook dengan bantuan flip pdf professional
- b) Materi e-modul interaktif berbasis model *Collaborative teamwork learning* menggunakan *quiz* adalah materi termodinamika
- c) Materi yang dibuat sesuai dengan CP, TP, ITP pada silabus kurikulum merdeka yang digunakan di MAN 3 Muaro Jambi
- d) Tahapan pembelajaran disesuaikan dengan sintak model *Collaborative teamwork learning* menggunakan *quiz*
- e) Produk yang dihasilkan memuat CP, TP, ITP, materi, teks, gambar, video, simulasi, LKPD, *quiz* dan soal uji kompetensi
- f) Produk yang dihasilkan berupa e-modul interaktif dalam bentuk flipbook

Adapun kerangka e-modul berbasis *collaborative teamwork learning* menggunakan *quiz* yang akan dikembangkan yaitu sebagai berikut:

Tabel 8. Kerangka E-modul

No.	Komponen E-Modul	Deskripsi
1.	Pendahuluan	Memuat pengantar materi, tujuan pembelajaran, manfaat pembelajaran, dan pemetaan KD yang dikaitkan dengan aktivitas pembelajaran.
2.	Petunjuk Penggunaan E-Modul	Menjelaskan cara penggunaan e-modul, pembelajaran kolaboratif, dan langkah-langkah mengikuti kuis di Quizizz.
3.	Materi Pembelajaran	Disajikan sesuai sintaks model <i>Collaborative Teamwork Learning</i> , meliputi: identifikasi

No.	Komponen E-Modul	Deskripsi
		masalah, diskusi kelompok, eksplorasi konsep, penyajian hasil, dan klarifikasi.
4.	Latihan Soal dan Aktivitas Kolaboratif	Terdiri atas soal latihan interaktif melalui Quizizz, tugas kolaboratif, dan pemecahan masalah berbasis tim.
5.	Penilaian dan Refleksi	Evaluasi menggunakan Quizizz, penilaian antar teman (peer assessment), serta refleksi individu terhadap proses dan hasil pembelajaran.
6.	Rangkuman dan Penguatan Konsep	Menyediakan ringkasan materi berbentuk visual (infografis, peta konsep) untuk memperkuat pemahaman siswa.
7.	Daftar Pustaka dan Sumber Belajar	Menyertakan referensi buku, artikel, video pembelajaran, serta tautan Quizizz yang relevan.

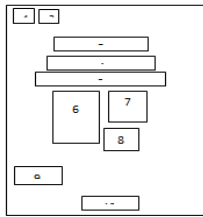
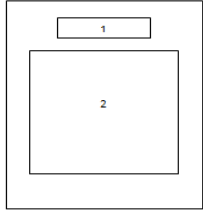
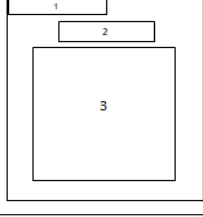
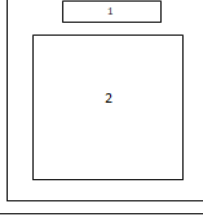
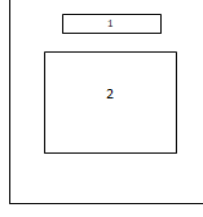
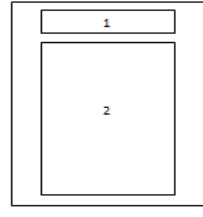
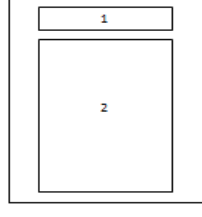
Berdasarkan spesifikasi produk yang telah didesain kemudian akan dilanjutkan dengan pembuatan storyboard, tujuan pembuatan storyboard ialah untuk memastikan bahwa setiap lembar tampilan dapat menyampaikan pesan efisien dan efektif. Storyboard dapat dilihat pada Tabel 9.

3. Tahap Pengembangan

Tahap pengembangan merupakan proses pembuatan produk yang mengacu pada rancangan yang telah disusun sebelumnya, hingga menghasilkan sebuah prototipe e-modul interaktif. Prototipe ini belum menjadi produk akhir yang siap digunakan, melainkan merupakan versi awal hasil rancangan dan pengembangan. Prototipe tersebut masih memerlukan penyempurnaan dari berbagai aspek, seperti konsep, fungsi, teknis, teknologi, dan nilai isi.

Bentuk awal dari e-modul interaktif ini mencakup desain sampul depan dan belakang, kata pengantar, daftar isi, panduan penggunaan modul, deskripsi mata pelajaran fisika, manfaat mata pelajaran, kompetensi inti, tujuan pembelajaran, serta petunjuk dan strategi pemecahan masalah fisika.

Tabel 9. Storyboard e-modul interaktif berbasis collaborative teamwork learning menggunakan quizizz

No	Rancangan Halaman	Keterangan
1.		1 = logo unja 2 = logo tutwuri handayani 3 = berisi tulisan "E-Modul Pembelajaran" 4 = berisi tulisan "Berbasis Model Collaborative Teamwork Learning" 5 = berisi tulisan "Termodinamika" 6 = gambar termometer 7 = gambar termos 8 = gambar panci berisi air mendidih 9 = nama penulis 10 = berisi tulisan "SMA/MA Kelas XI"
	Petunjuk penggunaan e-modul 	1 = judul "petunjuk penggunaan e-modul" 2 = berisi langkah-langkah petunjuk penggunaan e-modul
	Materi pembelajaran 	1 = memuat tulisan "kegiatan pembelajaran I/II/III" 2 = memuat sub judul 3 = memuat isi materi (memuat tahapan pembelajaran Collaborative Teamwork Learning)
	Latihan Soal dan Aktivitas Kolaboratif 	1 = sub judul 2 = LKPD beserta link tempat pengisian LKPD (memuat tahapan pembelajaran Collaborative Teamwork Learning)
	Penilaian dan Refleksi 	1 = sub judul 2 = memuat uji kompetensi beserta link pengisiannya
	Rangkuman dan Penguatan Konsep 	1 = memuat tulisan "E-LKPD Kegiatan Pembelajaran" 2 = berisi perintah/petunjuk percobaan siswa (memuat tahapan pembelajaran Collaborative Teamwork Learning)
	Daftar Pustaka dan Sumber Belajar 	1 = tulisan judul "daftar pustaka" 2 = daftar sumber

Materi dan tugas yang disajikan dalam e-modul ini disusun berdasarkan silabus yang telah dianalisis sebelumnya oleh pengembang.

E-modul interaktif ini memuat materi pembelajaran yang dibagi ke dalam tiga subbab utama, yaitu: konsep dasar termodinamika, hukum pertama termodinamika dan mesin kalor, serta hukum kedua termodinamika dan entropi. Untuk menunjang pembelajaran, e-modul juga dilengkapi dengan ilustrasi, video pembelajaran, dan simulasi PhET yang menarik dan sesuai dengan materi.

Setiap subbab disertai dengan E-LKPD yang memandu praktikum sederhana. Selain itu, di akhir setiap bab terdapat tautan kuis berisi lima soal sebagai alat evaluasi untuk mengukur pemahaman siswa terhadap materi yang telah dipelajari. Pada bagian akhir modul, disediakan pula refleksi diri berupa uji kompetensi yang dapat dikerjakan di rumah maupun di sekolah, karena e-modul ini mendukung format PDF yang bisa diedit dan disimpan secara mandiri oleh siswa.

E-modul interaktif yang dikembangkan didesain menggunakan aplikasi canva kemudian hasil akhirnya berupa flipbook menggunakan bantuan aplikasi flip pdf professional yang mana nantinya fitur-fitur interaktif dapat berjalan secara online menggunakan aplikasi tersebut, hasil akhirnya dapat diakses oleh siswa menggunakan link web atau barcode yang dibagikan. Tampilan awal dari e-modul interaktif yaitu pada cover, cover didesain menggunakan warna dan ilustrasi semenarik dan seunik mungkin untuk menarik perhatian siswa, berikut merupakan gambar cover e-modul interatif yang telah didesain:



Gambar 1. Cover E-modul

Pada tahap desain dibuatlah prototype dari e-modul interaktif yang terdiri dari kata pengantar, daftar isi, peta konsep



Gambar 2. Tampilan kata pengantar, daftar isi, dan peta konsep

Berikut merupakan hasil dari validasi ahli media, ahli materi dan ahli praktisi

Tabel 10. Hasil Validasi

Aspek	Ahli Media	Ahli Materi		Ahli Praktisi	
	Rata-rata skor	Aspek	Rata-rata skor	Aspek	Rata-rata skor
Relevansi dengan modul ajar	14	Aspek kelayakan isi	24	Aspek kualitas isi	14
Lay out	19	Aspek kelayakan penyajian	25	Aspek kualitas instruksional	10
Kebahasaan	10	Aspek kelayakan Bahasa	22	Aspek kualitas teknis	15
Estetika	15				
Skor Rata-rata	58		71		39
Persentase	96,7 %		94,7%		97,5%

Berdasarkan hasil validasi yang ditampilkan dalam Tabel 1, diketahui bahwa persentase ang diperoleh dari validator masing-

masing adalah 96,7%, 94,7% dan 97,5%. Berdasarkan kriteria kelayakan persentase tersebut termasuk dalam kategori "sangat valid" menurut skala penilaian yang digunakan. Kategori ini menunjukkan bahwa modul telah memenuhi hampir seluruh aspek penilaian dengan sangat baik, mulai dari kesesuaian materi dengan kurikulum, kualitas penyajian, tampilan media, hingga keterbacaan bahasa. Dengan demikian, modul dapat dinyatakan layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran. Meskipun terdapat beberapa saran dari para validator, masukan tersebut bersifat minor dan lebih ditujukan untuk penyempurnaan teknis atau estetika modul, bukan menyangkut substansi isi. Oleh karena itu, modul ini dianggap siap digunakan dengan hanya memerlukan sedikit revisi. Rangkuman saran dan rekomendasi dari para validator disajikan dalam Tabel 11 berikut.

Tabel 11. Saran validator ahli media, materi dan praktisi

Ahli Media	Ahli Materi	Ahli Praktisi
Layak untuk diuji cobakan sesuai revisi. Dengan revisi yaitu: memberi nomor halaman sesuai dengan daftar isi	Layak untuk diuji cobakan sesuai dengan revisi yaitu: menambahkan keterangan pada setiap video	Layak untuk diuji cobakan tanpa revisi

Modul ini telah diperbaiki berdasarkan saran yang diberikan oleh ketiga validator. Perbaikan yang dilakukan meliputi: perbaikan nomor halaman dengan daftar isi, dan menambahkan keterangan pada setiap video.

Selain itu soal test pretest dan posttest yang digunakan diuji kelayakan terlebih dahulu sebelum digunakan. yang mana pada uji test soal ini di lakukan pada siswa yang telah mempelajari materi termodinamika yaitu dengan sampel 22 siswa. Adapun jumlah soal yang akan dilakukan uji validitas, uji reabilitas, uji tingkat kesukaran, dan uji daya beda soal sebanyak 20 butir soal menggunakan bantuan aplikasi SPSS.

Berdasarkan hasil uji validitas terhadap instrumen soal yang telah dikembangkan, diperoleh bahwa dari 20 butir soal yang dianalisis menggunakan teknik *Pearson Correlation*, sebanyak 15 butir soal termasuk dalam kategori valid, sedangkan 5 butir soal tergolong tidak valid. Analisis dilakukan dengan menghitung nilai korelasi antara skor masing-masing butir soal dengan skor total. Suatu butir soal dinyatakan valid apabila nilai koefisien korelasi (r hitung) lebih besar dari r tabel pada taraf signifikansi tertentu.

Hasil ini menunjukkan bahwa sebagian besar soal telah mampu mengukur kompetensi siswa secara tepat sesuai dengan indikator pembelajaran. Oleh karena itu, 15 butir soal yang valid digunakan dalam instrumen akhir, sedangkan 5 butir soal yang tidak valid tidak digunakan karena tidak memenuhi kriteria validitas. Penghapusan butir yang tidak valid dimaksudkan untuk menjaga kualitas instrumen agar hasil evaluasi yang diperoleh lebih akurat dan dapat dipercaya.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa instrumen soal memiliki tingkat validitas yang baik secara keseluruhan. Rincian hasil uji validitas setiap butir soal disajikan pada Tabel 12 berikut.

Tabel 12. Uji Validitas soal test

No Item	<i>Pearson Correlation</i>	Kategori
Soal 1	-0,373	Tidak valid
Soal 2	0,431	Valid
Soal 3	0,854	Valid
Soal 4	0,559	Valid
Soal 5	0,854	Valid
Soal 6	0,222	Tidak valid
Soal 7	0,618	Valid
Soal 8	0,559	Valid
Soal 9	0,854	Valid
Soal 10	0,602	Valid
Soal 11	0,854	Valid
Soal 12	0,618	Valid
Soal 13	0,602	Valid
Soal 14	0,242	Tidak valid
Soal 15	0,559	Valid
Soal 16	0,486	Valid
Soal 17	0,688	Valid
Soal 18	0,009	Tidak valid
Soal 19	0,431	Valid
Soal 20	0,222	Tidak valid

Selanjutnya akan dilakukan uji reabilitas pada 20 butir soal tersebut. Berikut tabel hasil uji reabilitas:

Tabel 13. Uji Reabilitas

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.716	20

Uji reliabilitas dilakukan untuk menilai sejauh mana instrumen penelitian dapat menghasilkan data yang konsisten dan dapat dipercaya ketika digunakan dalam kondisi yang relatif sama. Salah satu teknik yang umum digunakan untuk menguji reliabilitas instrumen, khususnya instrumen berupa tes atau angket, adalah perhitungan koefisien *Cronbach's Alpha*. Nilai *Cronbach's Alpha* menunjukkan derajat konsistensi internal antarbutir soal dalam suatu instrumen.

Dalam penelitian ini, hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai *Cronbach's Alpha* sebesar 0,716 dari total 20 butir soal. Berdasarkan kriteria umum interpretasi nilai *Cronbach's Alpha*, nilai antara 0,70 hingga 0,799 termasuk dalam kategori "cukup" atau "memadai". Ini berarti bahwa instrumen yang digunakan telah memenuhi standar minimum reliabilitas yang dapat diterima dalam penelitian pendidikan dan sosial.

Nilai 0,716 menunjukkan bahwa antarbutir soal memiliki keterkaitan atau konsistensi yang relatif stabil. Semakin tinggi nilai *Cronbach's Alpha* (maksimal 1,00), maka semakin tinggi pula keandalan suatu instrumen. Meskipun tidak tergolong sangat tinggi, nilai ini tetap menunjukkan bahwa instrumen telah mampu mengukur konstruk yang dimaksud secara konsisten.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa instrumen memiliki tingkat reliabilitas yang memadai, dan layak digunakan sebagai alat ukur dalam penelitian ini. Hasil ini memberikan keyakinan bahwa data yang dikumpulkan melalui instrumen tersebut dapat digunakan untuk menarik kesimpulan yang valid. Setelah itu, analisis dilanjutkan dengan uji tingkat kesukaran terhadap soal tes. Berikut adalah hasil dari uji tersebut.

Tabel 14. Uji tingkat kesukaran soal test

No Item	Mean	Kategori
Soal2	0,68	Sedang
Soal3	0,36	Sedang
Soal4	0,36	Sedang
Soal5	0,36	Sedang
Soal7	0,23	Sukar
Soal8	0,36	Sedang
Soal9	0,36	Sedang
Soal10	0,41	Sedang
Soal11	0,36	Sedang
Soal12	0,23	Sukar
Soal13	0,41	Sedang
Soal15	0,36	Sedang
Soal16	0,36	Sedang
Soal17	0,36	Sedang
Soal19	0,68	Sedang

Berdasarkan hasil dari uji tingkat kesukaran soal didapatkan bahwa 13 butir soal termasuk dalam kategori sedang (nilai P antara 0,31-0,70) yaitu soal nomor 2,3,4,5,8,9,10,11,13,15,16,17,19 dan juga 2 soal termasuk dalam kategori sukar (nilai P < 0,30) yaitu soal nomor 7 dan 12. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa **sebagian besar soal berada pada kategori sedang**, yang berarti tingkat kesukaran soal secara keseluruhan sudah cukup baik dan seimbang. Berikutnya akan dilanjutkan ketahap uji daya beda soal, berikut merupakan hasil dari uji tersebut:

Tabel 15. Uji Daya Beda Soal Test

No. Item	Corrected Item-Total Correlation	Kategori
soal2	.396	Baik
soal3	.881	Sangat Baik
soal4	.520	Sangat Baik
soal5	.881	Sangat Baik
soal7	.586	Sangat Baik
soal8	.520	Sangat Baik
soal9	.881	Sangat Baik
soal10	.534	Sangat Baik
soal11	.881	Sangat Baik
soal12	.586	Sangat Baik
soal13	.534	Sangat Baik
soal15	.581	Sangat Baik
soal16	.510	Sangat Baik
soal17	.663	Sangat Baik
soal19	.396	Baik

Uji daya beda dilakukan untuk mengetahui sejauh mana sebuah butir soal

mampu membedakan antara peserta didik yang memiliki tingkat penguasaan materi tinggi dan rendah. Uji ini merupakan bagian penting dalam analisis kualitas instrumen tes, karena butir soal yang baik harus dapat menunjukkan perbedaan hasil antara siswa berkemampuan tinggi dan rendah secara jelas.

Berdasarkan hasil analisis yang ditampilkan dalam Tabel 15, diketahui bahwa seluruh butir soal memiliki nilai *Corrected Item-Total Correlation* di atas 0,300. Berdasarkan kriteria umum, nilai tersebut menunjukkan bahwa seluruh butir soal tergolong dalam kategori baik hingga sangat baik. Dari total 14 butir soal yang dianalisis, sebanyak 13 butir soal memiliki daya beda dalam kategori sangat baik (nilai korelasi $\geq 0,500$), di antaranya soal nomor 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, dan 17. Sementara itu, 2 butir soal lainnya, yaitu soal nomor 2 dan 19, termasuk dalam kategori baik, dengan nilai korelasi sebesar 0,396.

Hasil ini menunjukkan bahwa seluruh butir soal yang dianalisis mampu membedakan dengan baik antara peserta didik yang memiliki kemampuan tinggi dan rendah. Dengan kata lain, tidak terdapat butir soal yang berkategori rendah atau negatif, sehingga tidak ada butir soal yang perlu direvisi atau dieliminasi berdasarkan uji daya beda.

Secara keseluruhan, hasil uji daya beda mengindikasikan bahwa instrumen tes layak digunakan untuk mengukur kemampuan siswa secara valid dan akurat, karena telah memenuhi kriteria kualitas soal dalam aspek kemampuan diskriminatifnya.

4. Tahap Implementasi

Pada tahap implementasi dilakukan uji coba produk e-modul interaktif berbasis *collaborative teamwork learning* menggunakan *quiz* kepada siswa MAN 3 Muaro Jambi. Uji coba yang dilakukan yaitu terdiri dari uji coba satu-satu, uji coba kelompok kecil dan uji coba kelompok besar.

a) Uji coba satu-satu (one-to-one trial)

Uji coba satu-satu dilakukan kepada tiga orang siswa kelas XI di MAN 3 Muaro Jambi. Adapun hasil dari uji coba satu-satu ini yaitu sebagai berikut:

Tabel 16. Uji coba satu-satu (one-to-one trial)

	Responden		
	Siswa A	Siswa B	Siswa C
Jumlah Skor	61	63	62
Rata-rata setiap responden	4,69	4,85	4,77
Rata-rata keseluruhan	4,77		
Total skor	186		
Persentase	95,4 %		
Kategori	Sangat Baik		

Berdasarkan tabel di atas, diketahui rata-rata skor 4,56 artinya ketiga siswa memiliki persepsi yang baik dalam memberikan respon terhadap modul interaktif berbasis *collaborative teamwork learning* menggunakan *quiz*. Selain itu, diketahui juga jumlah keseluruhan jawaban responden adalah 186, jumlah pertanyaan dalam angket yaitu 13 jumlah responden sebanyak 3 orang dan jumlah skor tertinggi dalam angket adalah 5. Dari data tersebut diperoleh hasil persentase:

$$k = \frac{186}{5 \times 13 \times 3} = 95,4\% \quad (2)$$

Berdasarkan hasil perhitungan pada uji coba satu-satu, diperoleh persentase penilaian sebesar 95,4%, yang berada pada interval 81–100 dengan kriteria “sangat baik.” Hal ini menunjukkan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan dinilai sangat layak dan efektif digunakan dalam proses pembelajaran, khususnya pada materi Termodinamika. Penilaian ini mencakup aspek kemudahan penggunaan, kejelasan materi, tampilan media, dan daya tarik secara keseluruhan. Tanggapan peserta didik menunjukkan bahwa media yang digunakan telah membantu mereka dalam memahami konsep dengan lebih mudah dan menyenangkan. Selain itu, tampilan yang menarik dan navigasi yang jelas menjadikan media ini mudah digunakan tanpa membingungkan siswa. Dengan demikian, hasil uji coba satu-satu ini memberikan gambaran bahwa media pembelajaran yang dikembangkan telah memenuhi standar kelayakan dan dapat digunakan untuk tahap pembelajaran berikutnya atau untuk uji coba kelompok yang lebih luas.

b) Uji coba kelompok kecil (small group trial)

Uji coba selanjutnya yaitu uji coba kelompok kecil kepada 10 orang siswa kelas XI di MAN 3 Muaro Jambi. Berikut ini adalah hasil uji coba kelompok kecil yang telah dilakukan:

Tabel 17. Uji Coba Kelompok Kecil (*Small Group Trial*)

siswa	Total skor	Rata-rata keseluruhan	Total skor	persentase	kategori
S1	61				
S2	62				
S3	61				
S4	62				
S5	62				
S6	63	4,78	622	95,7%	Sangat Baik
S7	62				
S8	62				
S9	64				
S10	63				

Berdasarkan tabel di atas, diketahui rata-rata skor 4,78. Hal ini berarti kesepuluh siswa memiliki persepsi yang baik dalam menilai e-modul interaktif berbasis collaborative teamwork learning menggunakan quiz. Sementara itu, diketahui juga jumlah skor total yaitu sebesar 622, skor tertinggi dalam angket adalah 5, jumlah pertanyaan yaitu 13 dan jumlah responden adalah 10. Dari data tersebut, maka diperoleh hasil persentase sebagai berikut:

$$k = \frac{622}{5 \times 13 \times 10} = 95,7\% \quad (3)$$

Berdasarkan hasil perhitungan pada tahap uji coba, diperoleh persentase penilaian sebesar 97,2%, yang berada pada interval 81-100 dengan kriteria "sangat baik." Persentase ini menunjukkan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan dinilai sangat layak dan efektif untuk digunakan dalam kegiatan pembelajaran, khususnya pada materi Termodinamika. Tingginya skor ini mencerminkan bahwa media tersebut telah memenuhi berbagai aspek kelayakan, seperti kesesuaian isi dengan kompetensi dasar, kejelasan penyampaian materi, daya tarik visual, kemudahan penggunaan, serta manfaatnya dalam mendukung proses belajar siswa. Dengan kata lain, siswa merasa terbantu dalam memahami materi melalui penggunaan media ini, sehingga berpotensi memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan hasil belajar. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa media

pembelajaran yang dikembangkan sangat baik digunakan sebagai sarana bantu dalam pembelajaran Termodinamika dan layak diterapkan dalam skala lebih luas.

c) Uji coba kelompok besar (field trial)

Setelah uji coba kelompok kecil, selanjutnya dilakukan uji coba kelompok besar kepada 24 orang siswa kelas XI MIPA 4 MAN 3 Muaro Jambi. Siswa diminta mengisi angket untuk mengetahui respon siswa terhadap e-modul yang dikembangkan. Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 18. Uji Coba Kelompok Besar (*Field Trial*)

Responden	Rata-rata keseluruhan	4,86
	Total skor	1516
24 siswa	Persentase	97,2%
	kategori	Sangat baik

Berdasarkan tabel tersebut, diketahui rata-rata skor sebesar 4,87, artinya 24 siswa memiliki persepsi yang baik dalam memberikan respon terhadap e-modul berbasis collaborative teamwork learning menggunakan quiz. Diketahui juga jumlah skor total yaitu 1516, skor tertinggi dalam angket adalah 5, jumlah pertanyaan 13, jumlah responden 24. Dari data tersebut maka diperoleh hasil persentase:

$$k = \frac{1516}{5 \times 13 \times 24} = 97,2\% \quad (4)$$

Berdasarkan hasil perhitungan pada uji kelayakan media, diperoleh persentase sebesar 97,2%, yang berada pada interval 81-100 dengan kriteria "sangat baik." Persentase ini menunjukkan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan telah memenuhi hampir seluruh aspek penilaian secara optimal, baik dari segi isi materi, penyajian, tampilan, interaktivitas, maupun kemudahan penggunaan. Nilai ini mencerminkan penilaian sangat positif dari responden atau validator terhadap media, yang berarti media tersebut sangat layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Dalam konteks materi Termodinamika, media yang dikembangkan mampu memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan menarik bagi siswa, sehingga dapat memfasilitasi pemahaman konsep secara lebih mendalam. Selain itu, penyajian materi yang sistematis dan fitur evaluatif seperti kuis

interaktif turut mendorong keterlibatan siswa dalam proses belajar. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran ini sangat efektif dan layak digunakan untuk membantu meningkatkan hasil belajar siswa, khususnya pada materi Termodinamika..

5. Tahap Evaluasi

Evaluasi merupakan proses untuk meninjau kembali apakah produk yang dikembangkan sesuai dengan harapan awal atau tidak. Evaluasi pada penelitian ini bersifat formatif dan sumatif. Evaluasi formatif dilakukan di setiap tahap, baik tahap analisis, desain, pengembangan dan tahap implementasi untuk kebutuhan revisi atau perbaikan sehingga diperoleh produk yang layak. Evaluasi sumatif untuk melihat pengaruh e-modul interaktif terhadap hasil belajar siswa.

Berdasarkan hasil validasi yang dilakukan oleh ahli materi, ahli media dan ahli praktisi diperoleh hasil bahwa produk yang dikembangkan sudah sangat baik dan layak untuk diuji cobakan di sekolah. Kemudian dari hasil respon siswa serta komentar dan saran yang diberikan diketahui bahwa siswa tertarik dan menyukai e-modul interaktif berbasis *collaborative teamwork learning* menggunakan *quiz* dengan memberikan respon yang sangat baik yaitu sebesar 97,2%.

Untuk melihat dampak e-modul interaktif berbasis *collaborative teamwork learning* menggunakan *quiz* terhadap peningkatan hasil belajar siswa, peneliti melaksanakan pembelajaran di kelas XI MIPA 4 dengan menggunakan e-modul interaktif berbasis *collaborative teamwork learning* menggunakan *quiz*. Untuk mengetahui ada tidaknya peningkatan hasil belajar siswa, peneliti meminta siswa untuk menjawab soal pretest yang diberikan sebelum pembelajaran dan soal posttest setelah pembelajaran. Untuk perbandingan rata-rata nilai pretest dan posttest dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 19. perbandingan rata-rata nilai pretest dan posttest

Data	Nilai		Indeks gain	Persentase gain	kriteria
	pretest	posttest			
total	442,2	1922,9			
Rata-rata	18,425	80,121	0,7183	71,8319	Tinggi

Berdasarkan hasil uji N-Gain yang ditampilkan pada tabel sebelumnya, diperoleh nilai N-Gain sebesar 71,83%, yang termasuk dalam kategori tinggi. Hasil ini menunjukkan bahwa terdapat peningkatan hasil belajar yang signifikan setelah siswa menggunakan e-modul interaktif berbasis Collaborative Teamwork Learning dengan dukungan Quizizz sebagai alat evaluasi. Kategori tinggi pada skor N-Gain mengindikasikan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan sangat efektif dalam membantu siswa memahami materi, dalam hal ini materi Termodinamika. Efektivitas ini dapat dijelaskan dari beberapa faktor. Pertama, pendekatan collaborative teamwork learning mendorong siswa untuk saling berdiskusi, berbagi pemahaman, dan membangun pengetahuan secara aktif, sehingga meningkatkan keterlibatan dan retensi informasi. Kedua, penggunaan media interaktif dan evaluasi berbasis quiz memberikan pengalaman belajar yang menarik dan memberikan umpan balik langsung, sehingga siswa dapat mengetahui tingkat penguasaan mereka terhadap materi. Ketiga, format e-modul yang fleksibel memungkinkan siswa untuk belajar sesuai kecepatan masing-masing, yang turut mendukung pencapaian hasil belajar yang optimal. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa e-modul interaktif yang dikembangkan efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa, dan layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran IPA, khususnya pada materi Termodinamika.

Temuan penelitian ini menegaskan bahwa integrasi pendekatan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) dengan media evaluasi Quizizz dalam pengembangan e-modul Termodinamika belum pernah dikaji secara khusus pada konteks pembelajaran sekolah menengah atas di Indonesia. Kebaruan ini menunjukkan bahwa penelitian yang dilakukan tidak hanya memberikan kontribusi praktis bagi pengembangan media pembelajaran, tetapi juga memperkaya kajian ilmiah terkait inovasi penggunaan teknologi dalam pembelajaran fisika. Dengan demikian, penelitian ini memiliki posisi yang jelas dalam mengisi kekosongan riset serta memperluas pemahaman mengenai efektivitas integrasi CTL dan Quizizz pada

materi yang bersifat abstrak seperti Termodinamika.

Berdasarkan hasil diatas, hal ini sejalan dengan temuan yang dilakukan oleh Idiong & Nsit (2024) Penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi pendidikan digital mampu menciptakan lingkungan belajar yang lebih interaktif dan mendukung keterlibatan siswa secara aktif dalam proses pembelajaran. Dengan demikian, pemanfaatan sarana digital dalam pembelajaran terbukti efektif dalam meningkatkan kualitas interaksi antar siswa sekaligus hasil belajar mereka. Selain itu menurut Menurut penelitian meta-analisis yang telah dilakukan Korayem et al., (2024) bahwa dibandingkan dengan pengajaran tradisional, pembelajaran berbasis tim menunjukkan kinerja peserta yang lebih baik dalam pendidikan, meskipun tidak signifikan secara statistik. Meta-analisis ini mendukung penggunaan pembelajaran berbasis tim dalam berbagai pembelajaran.

Banyak strategi pendidikan yang dapat mendorong siswa untuk terlibat dalam pemikiran yang positif dan kreatif sambil mengatasi tantangan dalam studi mereka. Menurut Steenkamp & Brink (2024) Strategi pembelajaran kolaboratif dapat meningkatkan keterlibatan peserta dalam pendidikan, memperbaiki pembelajaran, dan mengembangkan keterampilan kerja. peserta merasa pembelajaran sejawat mendukung keterlibatan sosial, kognitif, dan kolaboratif. Forum diskusi membantu keterampilan komunikasi dan kebersamaan, sementara ulasan sejawat memberikan umpan balik awal dan melatih keterampilan menerima kritik. Kerja kelompok meningkatkan kemampuan kerja sama dan kolaborasi, hal ini menekankan manfaat pembelajaran sejawat dalam pendidikan untuk meningkatkan keterlibatan dan kesiapan peserta.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengembangan menggunakan tahapan ADDIE, media yang dihasilkan dinyatakan layak untuk diujicobakan berdasarkan penilaian validator media, materi, dan praktisi. Hasil uji coba pada tahap uji coba satu-satu, kelompok kecil, hingga kelompok

besar menunjukkan kategori respons yang sangat baik. Selain itu, hasil belajar siswa juga mengalami peningkatan yang signifikan berdasarkan perbandingan nilai pretest dan posttest. Dengan demikian, secara ilmiah dapat disimpulkan bahwa e-modul interaktif berbasis *collaborative teamwork learning* yang terintegrasi dengan Quizizz efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa pada materi Termodinamika.

Secara praktis, temuan ini memberikan rekomendasi bagi guru dan pengembang media untuk memanfaatkan e-modul tersebut sebagai alternatif sumber belajar yang interaktif, menarik, serta sesuai dengan kebutuhan siswa. Guru juga disarankan untuk mengintegrasikan aktivitas kolaboratif dan evaluasi digital dalam pembelajaran agar keterlibatan siswa meningkat dan pemahaman konsep dapat diperkuat secara lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Andermi, A. D., & Eliza, F. (2021). Pengembangan E-Modul Pembelajaran Instalasi Penerangan Listrik di Sekolah Menengah Kejuruan. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 2(2), 24-27. <https://doi.org/10.24036/jpte.v2i2.101>
- Baring, J. J. A., & Berame, J. S. (2022). Supporting Conceptual Comprehension of Newton's Laws of Motion of Grade 8 Students through Kotobee Interactive E-Module. *Indonesian Journal on Learning and Advanced Education (IJOLAE)*, 4(3), 209-232. <https://doi.org/10.23917/ijolae.v4i3.18790>
- Branch, R. M. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach*. Springer.
- Cahyani Agustin, E., Dwi Kusumajanto, D., Dian Wahyudi, H., & Hidayat, R. (2021). Pengembangan E-modul berbantuan aplikasi Flip Builder pada mata pelajaran marketing (studi pada kelas X bisnis daring dan pemasaran SMKN 1 Turen). *Jurnal Ekonomi, Bisnis Dan Pendidikan*, 1(2), 163-171.
- Elvarita, A., Iriani, T., & Handoyo, S. S. (2020). Pengembangan Bahan Ajar Mekanika Tanah Berbasis E-Modul Pada Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, Universitas Negeri Jakarta. *Jurnal PenSil*, 9(1), 1-7.

- <https://doi.org/10.21009/jpensil.v9i1.11987>
- Fauzi, R. M., & Usmeldi, U. (2020). Pengembangan E-Modul Pembelajaran Instalasi Motor Listrik dengan Metode Example Non Example. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 1(1), 87-90. <https://doi.org/10.24036/jpte.v1i1.41>
- Fujiarti, A., Meilania, D. K., Angraeni, M., & Umah, R. N. (2024). Literatur Review : Pengaruh Penggunaan E-Modul Terhadap Hasil Belajar Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Jendela Pendidikan*, 4(01), 83-89. <https://doi.org/10.57008/jjp.v4i01.694>
- Habidah, M., & Sudarwanto, T. (2020). Pengembangan e-Modul berbasis pendekatan saintifik pada mata pelajaran marketing kompetensi dasar menganalisis segmentasi pasar di Kelas x SMK Negeri 1 Jombang. *Jurnal Pendidikan Tata Niaga (JPTN)*, 8(3), 972-978. <https://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/jptn/article/view/35983>
- HARAHAP, M. F. (2020). Pengaruh Model Pembelajaran Collaborative Teamwork Learning (CTL) Berbantu Media Crossword Puzzle Terhadap Hasil Belajar IPS Siswa Kelas IV SDN 200112 Padangsidempuan. *SKRIPSI*, 2507(February), 1-9.
- Hernanz, V., Latorre-Coscolluela, C., Suárez, C., & Lanchares-Sancho, E. (2024). Revitalising learning in three university contexts: Unleashing the power of the Quizizz app to increase self-efficacy, intrinsic motivation, satisfaction and performance. *Education and Information Technologies*, 29(17), 23917-23935. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12779-9>
- Idiong, S. P., & Nsit, A. (2024). Enhancing Collaborative Teamwork to Improve Learning Through Digital Education in Secondary Schools. *International Journal of Education and Evaluation (IJEE)*, 10(4). <https://doi.org/10.56201/ijee.v10.no4.2024.pg132.140>
- Iskrenović-Momčilović, O. (2020). Quiz-enhanced learning in elementary school. *Croatian Journal of Education*, 22(3), 913-933. <https://doi.org/10.15516/cje.v22i3.3620>
- Korayem, G. B., Alghamdi, A. A., Aljuhani, O., Ivy, D., Alhubaishi, A. A., & Alkofide, H. (2024). Team-based learning versus traditional teaching effect on pharmacy Students' Performance: A systematic review and Meta-Analysis. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 32(4), 102017. <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2024.102017>
- Logan, R. M., Johnson, C. E., & Worsham, J. W. (2021). Development Of An E-learning module to facilitate Student Learning And Outcomes. *Teaching and Learning in Nursing*, 16(2), 139-142.
- Maneewan, C. (2024). Design Thinking for Innovative Learning: Crafting a Collaborative Activity Package to Enhance Teamwork Skills in Science Education To cite this article : Maneewan , C ., Hemtasin , C ., & Thongsuk , T . (2024). Design thinking for innovative Design Thi. *International Journal on Social and Education Sciences (IJonSES) Competencies*, 6(4).
- Marwahi, M. I., & Eliza, F. (2020). Pengembangan Modul Pembelajaran Pekerjaan Dasar Elektromekanik Berbasis Problem Based Learning di SMK. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional)*, 6(2), 302-306. <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/jtev/article/view/109315>
- Michael, F. B., Uwaechia, F. C., Omowumi, O. E., Chinenye, E. C., & Temitope, O. F. (2024). Impact of Inadequate Instructional Materials on the Effective Teaching and Learning of Physics In Bwari Area Council of Nigeria Federal Capital, Abuja Implication for Preparing Future Engineers. *International Journal of Humanities Social Science and Management*, 4(3), 1511-1518.
- Oktavia, M., Prasasty, A. T., & Isroyati. (2019). Uji Normalitas Gain untuk Pemantapan dan Modul dengan One Group Pre and Post Test. *Simposium Nasional Ilmiah Dengan Tema: (Peningkatan Kualitas Publikasi Ilmiah Melalui Hasil Riset Dan Pengabdian Kepada Masyarakat)*, November, 596-601. <https://doi.org/10.30998/simponi.v0i0.439>
- Pratiwi, U., Anggita, G., Sari, K., & Luthfia, A. (2023). Penguatan Materi Fisika Fluida Statis " Hukum Archimedes " Learning) Pada Siswa Kelas X Jurusan Teknik Otomotif Smk N 1 Purworejo

- Reinforcement Of Static Fluid. *Jurnal PEDAMAS (Pengabdian Kepada Masyarakat) Volume 1 , Nomor 1 , Mei 2023 ISSN : 2986-7819*, 1, 42-51.
- Putra, A. K., Islam, M. N., & Prasetyo, E. B. (2021). Pengembangan Bahan Ajar Digital Mobilitas Penduduk dan Ketenagakerjaan Berbasis STEM. *ASANKA: Journal of Social Science And Education*, 2(2), 149-159. <https://doi.org/10.21154/asanka.v2i2.3178>
- Rhilmanidar, R., Ramli, M., & Ansari, B. I. (2020). Efektivitas Modul Pembelajaran Berbantuan Software GeoGebra pada Materi Bangun Ruang Sisi Datar. *Jurnal Didaktik Matematika*, 7(2), 142-155. <https://doi.org/10.24815/jdm.v7i2.17915>
- Riyah, S., & Fakhriyana, D. (2021). Optimalisasi Pembelajaran dalam Jaringan (Daring) dengan Media Pembelajaran Video Interaktif Terhadap Pemahaman Matematis Siswa. *Jurnal Pendidikan Matematika (Kudus)*, 4(1), 19. <https://doi.org/10.21043/jmtk.v4i1.10147>
- Sindi Septia Hasnida, Ridho Adrian, & Nico Aditia Siagian. (2023). Tranformasi Pendidikan Di Era Digital. *Jurnal Bintang Pendidikan Indonesia*, 2(1), 110-116. <https://doi.org/10.55606/jubpi.v2i1.2488>
- Steenkamp, G., & Brink, S. M. (2024). Students' experiences of peer learning in an accounting research module: Discussion forums, peer review and group work. *International Journal of Management Education*, 22(3), 101057. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2024.101057>
- Sugiyono. (2017). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. CV. Alfabeta.
- Sutrisna, N. (2021). Analisis Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik SMA di Kota Sungai Penuh. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 1(12), 2683.
- Syamsu, F. D. (2024). Pengembangan Penuntun Praktikum IPA Berbasis Collaborative Teamwork Learning (CTL) Untuk Siswa SMP Negeri Meulaboh. *Journal BIONatural*, 11(2), 20-26.
- Wang, X., Song, G., & Ghannam, R. (2024). Enhancing Teamwork and Collaboration: A Systematic Review of Algorithm-Supported Pedagogical Methods. *Education Sciences*, 14(6). <https://doi.org/10.3390/educsci14060675>
- Yolan, F., Firdaus, T., Widayanti, & Sinensis, A. R. (2023). Pengembangan E-Modul Interaktif Fisika Berbasis Android Materi Pemanasan Global Di Kelas Xi Untuk Membangun Minat Belajar Siswa. *Prosiding Seminar Nasional OPPSI*, 2, 218-225.
- Zahrah, A., & Agustin, D. (2025). Analysis Of Differences In Learning Outcomes Of Junior. *JlIC: Jurnal Intelek Insan Cendikia*, 2(5), 9862-9867.
- Zhao, X., & Ma, C. (2024). *Exploring the Influence of Infiltrating The History of Physics in Physics Teaching on Students*. 7(3), 32-42. <https://doi.org/10.6918/IJOSSER.202403>