

Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Digital Berbasis *Deep Learning* untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA

Gevi Meilla Sari¹, Rina Dwi Setyawati², Irkham Ulil Albab³

^{1,2,3}Universitas PGRI Semarang

1gevimeillasari53@gmail.com

ABSTRAK

Pembelajaran matematika di sekolah masih sering didominasi oleh metode konvensional yang menyebabkan keterlibatan siswa dalam proses belajar kurang optimal dan kemampuan berpikir kritis siswa belum berkembang secara maksimal. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah melalui pengembangan media pembelajaran interaktif yang mampu mendorong keterlibatan aktif siswa dalam proses belajar. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran interaktif digital berbasis *deep learning* yang valid, praktis, dan efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMA pada materi persamaan dan fungsi kuadrat. Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan dengan menggunakan model ADDIE yang meliputi tahap analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Produk yang dikembangkan berupa e-modul interaktif menggunakan Flip PDF Professional yang dilengkapi dengan aktivitas interaktif berbasis GeoGebra dan Wordwall. Subjek penelitian terdiri dari siswa kelas X SMA yang terdiri dari kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media yang dikembangkan memenuhi kriteria valid berdasarkan validasi ahli dengan persentase sebesar 96,36% dari ahli media dan 90% dari ahli materi, praktis berdasarkan respon siswa dengan persentase sebesar 84,18%, serta efektif berdasarkan hasil uji coba hipotesis yang menunjukkan nilai signifikansi $0,000 < 0,05$, nilai N-gain kelas eksperimen sebesar 0,6823 lebih tinggi dari kelas kontrol sebesar 0,5353, serta ketuntasan belajar klasikal pada kelas eksperimen mencapai 81,25%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa e-modul interaktif berbasis *deep learning* dapat menjadi alternatif media pembelajaran yang mendukung peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran matematika.

Kata Kunci: *Deep Learning*; E-modul; Kemampuan Berpikir Kritis; Media Interaktif; Pembelajaran Matematika

ABSTRACT

Mathematics instruction in schools is still often dominated by conventional methods, which result in suboptimal student engagement in the learning process and prevent students' critical thinking skills from developing to their full potential. One approach to addressing this issue is the development of interactive learning media capable of fostering active student engagement in the learning process. This study aims to develop valid, practical, and effective digital interactive learning media based on deep learning to improve high school students' critical thinking skills regarding quadratic equations and functions. This is a development study using the ADDIE model, which includes the analysis, design, development, implementation, and evaluation stages. The product developed is an interactive e-module using Flip PDF Professional, equipped with interactive activities based on GeoGebra and Wordwall. The research subjects consisted of 10th-grade high school students, comprising an experimental class and a control class. The results indicate that the developed media meets validity criteria based on expert validation, with a 96.36% approval rate from media experts and 90% from content experts; it is practical based on student responses, with an 84.18% approval rate; and it is effective based on hypothesis testing results showing a significance value of $0.000 < 0.05$, and the N-gain value for the experimental class of 0.7336 was higher than that of the control class at 0.5353, and classical learning completeness in experimental class reaching 81.25%. These findings indicate that the deep learning-based interactive e-module can serve as an alternative learning media to support the improvement of students critical thinking skills in mathematics learning.

Keywords: Deep Learning, E-modules; Critical Thinking Skills; Interactive Media; Mathematics Learning

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi memberikan peluang yang besar dalam mendukung inovasi pembelajaran di sekolah. Media merupakan alat bantu mengajar guna mencapai tujuan pembelajaran yang efektif dan efisien (Nurfadhillah, 2021). Pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu penyampaian materi, tetapi juga sebagai sarana yang dapat meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses belajar. Amatullah & Sutrisno (2022) menyatakan bahwa media interaktif merupakan alat perantara atau penghubung berbasis teknologi informasi dan komunikasi yang dapat digunakan untuk menyampaikan isi materi ajar dari sumber belajar ke pembelajar dan dilengkapi dengan alat pengontrol yang dapat dioperasikan oleh pengguna, sehingga pengguna dapat memilih apa yang dikehendaki untuk proses selanjutnya. Dalam pembelajaran matematika, media digital seperti e-modul interaktif dinilai lebih unggul dibanding modul cetak karena memadukan teks, gambar, video, animasi, dan latihan interaktif sehingga mampu meningkatkan perhatian, motivasi, serta kedalaman pemahaman peserta didik (Hutahaean dkk., 2019). E-modul interaktif merupakan produk yang cukup ideal sekarang ini, karena mendukung keterpaduan audio-visual berbentuk video, interaktivitas yang tinggi dan pembelajaran multi sumber dengan koneksi jaringan internet, sehingga dapat melengkapi kekurangan-kekurangan yang ada pada buku teks (Sidiq & Najuah, 2020). Namun pada praktiknya, sebagian besar media yang tersedia kurang inovatif dan belum mampu menumbuhkan kemampuan berpikir kritis siswa secara optimal (Juwanda dkk., 2025).

Kemampuan berpikir kritis merupakan salah satu keterampilan penting yang perlu dikembangkan dalam pembelajaran matematika. (N. Fitriani dkk., 2021) mendefinisikan berpikir kritis adalah suatu aktivitas berpikir aktif yang tergolong dalam keterampilan berpikir tingkat tinggi untuk mengkonstruksi suatu pengetahuan berdasarkan fakta-fakta yang ada atau untuk memecahkan masalah, melalui beberapa tahapan seperti menganalisis, mensintesis, mengenal dan memahami masalah, menyimpulkan dan mengevaluasi. Sejalan dengan hal itu, Hasanah dkk. (2023) menyatakan seseorang sangat memerlukan keterampilan berpikir kritis karena seseorang yang berpikir kritis akan mampu berpikir logis, menjawab permasalahan-permasalahan dengan baik dan dapat mengambil keputusan rasional tentang apa yang harus dilakukan atau apa yang diyakini. Menurut Rahmawati dkk. (2023) berpikir kritis merupakan kemampuan seseorang untuk menginterpretasi, menganalisis, dan mengevaluasi sehingga informasi yang diperoleh atau dihasilkan dapat dijadikan dasar dalam pengambilan keputusan atau pemecahan masalah. Oleh karena itu, diperlukan inovasi pembelajaran yang dapat mendorong siswa untuk lebih aktif mengeksplorasi konsep dan mengembangkan kemampuan berpikir kritis secara optimal.

Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah pendekatan *deep learning*, yaitu pendekatan pembelajaran yang mendorong siswa untuk menggali pengetahuan lebih dalam, berbeda dengan sekadar pembelajaran hafalan serta berorientasi pada pembelajaran aktif, kolaboratif, dan berkelanjutan (Adnyana, 2024). Tujuan utama dari pendekatan *deep learning* adalah memastikan siswa tidak hanya memahami inti dari sebuah konsep, tetapi juga mampu menghubungkannya dengan konteks praktis yang relevan dalam kehidupan nyata (Fitriani & Santiani, 2025). Pembelajaran mendalam (*deep learning*) adalah suatu pendekatan menekankan pentingnya menciptakan suasana belajar yang sadar (*mindful*), bermakna (*meaningful*), dan menggembirakan (*joyful*) (Maharani dkk., 2025). Melalui pendekatan ini,

peserta didik tidak hanya berupaya menemukan jawaban dari suatu permasalahan, tetapi juga dilatih untuk mengajukan pertanyaan kritis, menilai argumen, dan membangun alasan logis sebelum mengambil keputusan (Nurdiana dkk., 2024).

Penggunaan media pembelajaran interaktif berbasis teknologi dapat menjadi salah satu solusi untuk mendukung penerapan pendekatan *deep learning* dalam pembelajaran matematika. Barokah & Zalukhu (2025) menyatakan bahwa media pembelajaran digital, seperti aplikasi interaktif, video edukatif, dan platform pembelajaran online, dapat menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik dan efektif. Penggunaan media digital memungkinkan peserta didik terlibat aktif, meningkatkan interaksi, dan memperluas akses sumber belajar sehingga mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis mereka. Menurut Pradipta (2017) media interaktif adalah suatu media yang dilengkapi dengan alat pengontrol yang dapat dioperasikan oleh pengguna, sehingga memungkinkan terjadinya interaksi dalam proses pembelajaran. Media interaktif memberikan kesempatan kepada siswa untuk melakukan eksplorasi mandiri, mengakses berbagai sumber daya pembelajaran dari internet, dan bekerja dalam proyek kolaboratif melalui platform digital (Hirzi & Ibrahim, 2025). Dalam konteks pembelajaran matematika, media interaktif dapat dikembangkan dalam bentuk e-modul digital yang memadukan berbagai unsur multimedia seperti teks, gambar, animasi, serta aktivitas interaktif untuk membantu siswa memahami konsep secara mendalam. Mayer (2022) menegaskan bahwa pembelajaran berbasis multimedia dapat meningkatkan pemahaman konseptual siswa karena informasi disajikan melalui teks, visual, dan audio secara terintegrasi. Selain itu, Mahmudah dkk. (2022) mengungkapkan bahwa e-modul interaktif pada pembelajaran mampu membantu siswa memfokuskan perhatian, memahami konsep secara lebih komprehensif, dan mengembangkan kemampuan berpikir kritis secara signifikan.

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran interaktif memiliki potensi dalam meningkatkan kualitas pembelajaran. Penelitian oleh Pujiastuti & Sumaryati (2025) menunjukkan bahwa penggunaan e-modul berbasis pemecahan masalah dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa secara signifikan melalui keterlibatan aktif dalam proses pembelajaran. Penelitian lain yang dilakukan oleh Frisilia (2025) menunjukkan bahwa pengembangan e-modul interaktif berbasis *deep learning* menggunakan model ADDIE dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa. Selain itu, penelitian oleh Katrina dkk. (2025) juga menunjukkan bahwa penggunaan e-modul interaktif yang dipadukan dengan pendekatan *deep learning* mampu meningkatkan hasil belajar siswa serta memberikan respon positif terhadap proses pembelajaran.

Pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis *deep learning* yang secara khusus dirancang untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi persamaan dan fungsi kuadrat masih relatif terbatas. Selain itu, integrasi berbagai media interaktif seperti e-modul yang dilengkapi dengan aktivitas berbasis GeoGebra dan Wordwall juga belum banyak dikaji dalam penelitian sebelumnya. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang mengembangkan media pembelajaran interaktif digital berbasis *deep learning* yang tidak hanya layak digunakan, tetapi juga mampu mendukung peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran matematika.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengembangkan media pembelajaran interaktif berbasis e-modul dengan pendekatan *deep learning* yang memenuhi kriteria valid untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMA.

2. Mengetahui kepraktisan media pembelajaran interaktif digital berbasis *deep learning* yang digunakan dalam pembelajaran di SMA.
3. Mengetahui keefektifan media pembelajaran interaktif digital berbasis *deep learning* dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMA.

METODE PENELITIAN

Subjek Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 1 Kayen Pati pada semester genap tahun ajaran 2025/2026. Subjek penelitian terdiri dari dua kelas X yang dipilih sebagai sampel penelitian, yaitu kelas X-E3 sebagai kelas eksperimen dan X-E4 sebagai kelas kontrol, dengan masing-masing kelas berjumlah 32 siswa. Kelas eksperimen menggunakan media pembelajaran interaktif digital berbasis *deep learning*, sedangkan kelas kontrol menggunakan pembelajaran konvensional dengan media LKS sekolah. Selain itu, penelitian ini juga melibatkan dua validator yang terdiri atas ahli media dan ahli materi untuk menilai kelayakan produk yang dikembangkan. Uji coba instrument tes kemampuan berpikir kritis dilakukan pada kelas XII-F5 yang berjumlah 28 siswa untuk memastikan validitas dan reliabilitas instrumen sebelum digunakan dalam penelitian.

Alat dan Bahan

Media pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini berupa e-modul interaktif yang dibuat dengan menggunakan aplikasi Flip PDF Professional. Media tersebut dilengkapi dengan aktivitas interaktif berbasis GeoGebra dan Wordwall untuk mendukung eksplorasi konsep matematika oleh siswa. Instrumen penilaian yang digunakan meliputi lembar validasi ahli materi dan ahli media untuk menilai kelayakan media, instrument tes kemampuan berpikir kritis berupa soal uraian, serta angket respon siswa untuk mengetahui kepraktisan media yang dikembangkan.

Prosedur Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan (Research and Deelopment) yang merupakan metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut (Sugiyono, 2017). Model yang digunakan adalah model ADDIE yang terdiri dari lima tahap, yaitu analisis (*analysis*), desain (*design*), pengembangan (*development*), implementasi (*implementation*), dan evaluasi (*evaluation*) (Branch, 2009). Tahap analisis dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran melalui wawancara dengan guru matematika. Tahap desain meliputi perancangan struktur materi, tampilan media, serta penyusunan instrumen penelitian. Tahap pengembangan dilakukan dengan membuat e-modul interaktif menggunakan Flip PDF Professional yang kemudian divalidasi oleh ahli media dan ahli mater. Impelementasi menggunakan desain *pretest-posttest control group design* untuk membandingkan peningkatan kemampuan berpikir kritis antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Tahap implementasi dilakukan melalui penerapan media pada kelas eksperimen, sedangkan kelas kontrol menggunakan pembelajaran konvensional. Tahap evaluasi dilakukan untuk menilai kelayakan, kepraktisan, dan efektivitas dari media yang dikembangkan berdasarkan hasil analisis data penelitian.

Teknik dan Analisis Data

Data penelitian dianalisis menggunakan analisis deskriptif dan analisis statistik. Analisis deskriptif digunakan untuk menilai kelayakan media berdasarkan hasil validasi ahli serta kepraktisan media berdasarkan angket respon siswa. Analisis statistik digunakan untuk mengetahui efektivitas media dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Analisis tersebut meliputi uji normalitas dan uji homogenitas sebagai uji prasyarat, uji t dua pihak untuk mengetahui kesetaraan kemampuan berpikir kritis awal siswa, uji t satu pihak untuk mengetahui perbedaan hasil belajar atau kemampuan berpikir kritis antara kelas

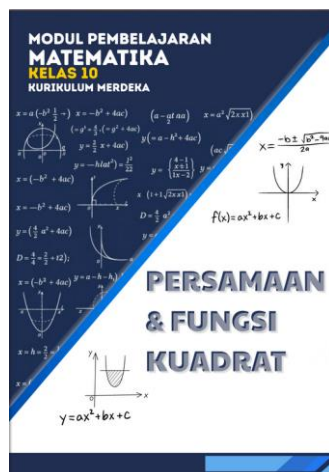
eksperimen dan kelas kontrol setelah perlakuan, serta perhitungan N-gain untuk mengetahui peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa. Selain itu, dilakukan analisis ketuntasan belajar klasikal untuk mengetahui persentase siswa yang mencapai ketuntasan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang bertujuan untuk menghasilkan produk berupa media pembelajaran interaktif digital berbasis *deep learning* untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis pada materi persamaan dan fungsi kuadrat. Pengembangan media dilakukan menggunakan model ADDIE yang meliputi tahap analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Proses pengembangan dilakukan secara sistematis agar media yang dihasilkan dapat memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif dalam pembelajaran matematika. Produk yang telah dikembangkan kemudian melalui proses validasi oleh ahli media dan ahli materi untuk mengetahui kelayakan media sebelum diimplementasikan dalam pembelajaran.

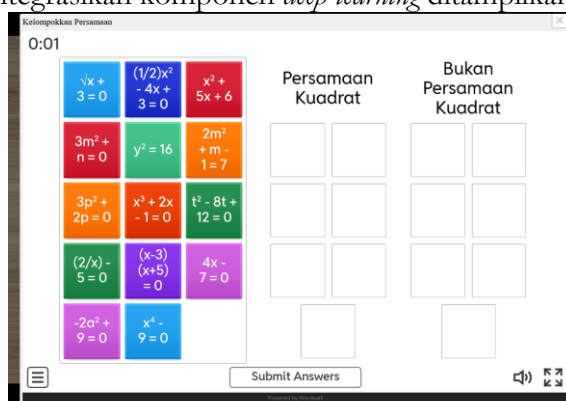
Tahap analisis dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran melalui observasi dan wawancara dengan guru matematika di SMA Negeri 1 Kayen Pati. Hasil analisis menunjukkan bahwa proses pembelajaran masih didominasi oleh penggunaan buku teks dan metode ceramah sehingga siswa kurang aktif dalam kegiatan belajar. Kemampuan berpikir kritis siswa juga masih rendah karena siswa cenderung mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soal yang menuntut analisis konsep khususnya pada materi persamaan dan fungsi kuadrat. Analisis kebutuhan peserta didik juga menunjukkan bahwa siswa memerlukan media pembelajaran yang mampu membantu memahami konsep secara visual dan interaktif. Media pembelajaran berbasis teknologi dinilai mampu memfasilitasi proses pembelajaran yang lebih menarik dan mendorong siswa untuk melakukan eksplorasi konsep secara mandiri. Penggunaan media interaktif memungkinkan siswa untuk berinteraksi langsung dengan materi pembelajaran sehingga proses belajar menjadi lebih aktif dan bermakna.

Tahap perancangan dilakukan dengan menyusun struktur materi, tampilan media pembelajaran, serta aktivitas pembelajaran berbasis *deep learning*. Materi disusun berdasarkan capaian pembelajaran Kurikulum Merdeka pada materi persamaan dan fungsi kuadrat yang menekankan pada pemahaman konsep serta kemampuan analisis dalam menyelesaikan masalah. Rancangan media pembelajaran diwujudkan dalam bentuk e-modul interaktif digital yang dikembangkan menggunakan aplikasi Flip PDF Professional. E-modul interaktif yang dikembangkan menggunakan aplikasi Flip PDF Professional memadukan berbagai unsur multimedia seperti teks, gambar, animasi, video, dan aktivitas interaktif. Aktivitas pembelajaran juga dilengkapi dengan integrasi GeoGebra dan Wordwall. Rancangan awal media pembelajaran ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tampilan E-modul Interaktif

Rancangan e-modul interaktif yang telah disusun juga mengintegrasikan pendekatan *deep learning* melalui tiga komponen utama, yaitu meaningful learning, mindful learning, dan joyful learning. Komponen meaningful learning diwujudkan melalui penyajian materi yang mengaitkan konsep persamaan dan fungsi kuadrat dengan permasalahan kontekstual sehingga siswa dapat memahami keterkaitan antar konsep secara lebih bermakna. Selanjutnya, komponen mindful learning diimplementasikan melalui aktivitas eksplorasi dan analisis yang mendorong siswa untuk berpikir secara reflektif, misalnya melalui penggunaan GeoGebra untuk mengamati perubahan bentuk grafik fungsi kuadrat berdasarkan variasi koefisien. Sementara itu, komponen joyful learning diwujudkan melalui penyajian tampilan e-modul yang menarik serta penyediaan aktivitas interaktif berbasis Wordwall yang dikemas dalam bentuk kuis dan permainan edukatif sehingga dapat meningkatkan keterlibatan dan motivasi belajar siswa. Dengan demikian, e-modul interaktif yang dikembangkan tidak hanya berfungsi sebagai media penyampaian materi, tetapi juga sebagai sarana pembelajaran yang mampu mendorong pemahaman konseptual yang lebih mendalam melalui pengalaman belajar aktif, reflektif, dan menyenangkan. Contoh tampilan aktivitas pembelajaran yang mengintegrasikan komponen *deep learning* ditampilkan pada gambar 2.



Gambar 2. Tampilan Aktivitas Interaktif E-modul

Tahap pengembangan dilakukan dengan merealisasikan media pembelajaran menjadi produk e-modul interaktif yang siap digunakan dalam proses pembelajaran. Produk yang telah dikembangkan kemudian divalidasi oleh ahli media dan ahli materi untuk mengetahui kelayakan media pembelajaran yang dihasilkan. Proses validasi dilakukan untuk menilai aspek isi materi, tampilan media, serta kesesuaian media dengan tujuan

pembelajaran. Hasil validasi menunjukkan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan memperoleh kategori sangat baik sehingga layak digunakan.

Penilaian dari validasi ahli media memperoleh persentase sebesar 93,36%, sedangkan validasi ahli materi memperoleh persentase sebesar 90%. Selain itu, instrumen tes kemampuan berpikir kritis yang digunakan dalam penelitian juga telah divalidasi dengan persentase sebesar 92% yang termasuk kategori sangat baik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa media pembelajaran dan instrumen penelitian yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan sehingga dapat digunakan dalam proses pembelajaran.

Tabel 1. Validasi Ahli

Aspek Validasi	Persentase	Kategori
Ahli Media	93,36%	Sangat Baik
Ahli Materi	90%	Sangat Baik
Instrumen Tes	92%	Sangat Baik

Tingginya persentase hasil validasi menunjukkan bahwa e-modul interaktif yang dikembangkan telah memenuhi aspek kelayakan dari segi isi, penyajian, dan tampilan media. Persentase validasi yang berada pada kategori sangat baik menunjukkan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan untuk digunakan dalam pembelajaran (Sugiyono, 2017). Proses pengembangan media juga melibatkan tahap revisi berdasarkan saran yang diberikan validator. Revisi yang dilakukan meliputi penyesuaian ukuran huruf agar lebih nyaman dibaca oleh siswa, serta dilakukan juga penambahan ilustrasi berupa tabel dan grafik agar penyajian materi menjadi lebih jelas dan tidak terlalu bersifat simbolik. Hasil revisi menghasilkan media pembelajaran yang lebih sistematis, menarik, dan mudah dipahami oleh siswa.

Instrumen tes kemampuan berpikir kritis siswa diuji cobakan dahulu sebelum digunakan dalam penelitian. Uji coba instrumen dilakukan pada 28 siswa diluar kelas penelitian untuk mengetahui kualitas butir soal yang digunakan dalam pretest dan posttest. Instrumens tes terdiri dari 5 soal uraian yang dianalisis berdasarkan validitas, reliabilitas, taraf kesukaran, dan daya pembeda. Analisis ini dilakukan untuk memastikan bahwa instrument yang digunakan benar-benar mampu mengukur kemampuan berpikir kritis siswa secara tepat. Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh butir soal dinyatakan valid dengan nilai $r_{xy} \geq r_{tabel}$. Koefisien reliabilitas yang diperoleh sebesar 0,877 yang termasuk dalam kategori sangat tinggi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa instrumen tes memiliki tingkat konsistensi yang baik sehingga layak digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir kritis siswa dalam penelitian ini.

Tahap implementasi dilakukan dengan menerapkan media pembelajaran yang telah dikembangkan dalam proses pembelajaran di kelas. Penelitian ini melibatkan dua kelas yaitu kelas eksperimen yang menggunakan e-modul interaktif berbasis *deep learning* dan kelas kontrol yang menggunakan pembelajaran konvensional dengan sumber belajar berupa buku teks dan LKS. Kedua kelas terlebih dahulu diberikan pretest untuk mengetahui kemampuan awal berpikir kritis siswa sebelum diberi perlakuan.

Data pretest dianalisis menggunakan uji normalitas, uji homogenitas, dan uji t dua pihak. Hasil analisis menunjukkan bahwa data pretest berdistribusi normal dan homogen sehingga memenuhi prasyarat untuk dilakukan uji hipotesis. Hasil analisis prasyarat data pretest disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Prasyarat Data Pretest

Uji	Kelas	Sig.	Kesimpulan
Normalitas	Eksperimen	0,190	Berdistribusi Normal
Normalitas	Kontrol	0,354	Berdistribusi Normal
Homogenitas	-	0,555	Homogen

Setelah memenuhi prasyarat analisis, dilakukan uji t dua pihak untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan kemampuan berpikir kritis awal antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hasil uji t dua pihak menunjukkan nilai 0,286 yang lebih besar dari 0,05 sehingga disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kemampuan berpikir kritis awal siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Tabel 3. Hasil Uji t Dua Pihak

Kelas	n	Sig. (2-tailed)	Kesimpulan
Eksperimen	32	0,286	Kemampuan berpikir kritis kelas eksperimen dan kelas kontrol sama
Kontrol	32		

Pembelajaran menggunakan e-modul interaktif berbasis *deep learning* kemudian diterapkan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dengan masing-masing lima kali pertemuan dengan materi yang sama. Setelah seluruh rangkaian pembelajaran selesai, dilakukan posttest untuk melihat kemampuan berpikir kritis siswa setelah pembelajaran selesai dilaksanakan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hasil analisis data posttest menunjukkan bahwa data berdistribusi normal dan homogen yang disajikan pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Prasyarat Data Posttest

Uji	Kelas	Sig.	Kesimpulan
Normalitas	Eksperimen	0,077	Berdistribusi Normal
Normalitas	Kontrol	0,087	Berdistribusi Normal
Homogenitas	-	0,284	Homogen

Setelah dilakukan uji prasyarat serta memenuhi kriteria normal dan homogen maka dilanjutkan untuk uji t satu pihak, untuk mengetahui perbedaan kemampuan berpikir kritis akhir siswa setelah perlakuan. Hasil uji t satu pihak menunjukkan nilai signifikan sebesar 0,000 yang lebih kecil dari 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Uji t pihak kanan disajikan pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji t Dua Sampel Pihak Kanan Data Posttest

Kelas	n	Sig. (1-tailed)	Kesimpulan
Eksperimen	32	0,000	Rerata Kelas Eksperimen lebih baik
Kontrol	32		

Setelah dilakukan uji t dua sampel pihak kanan dan diperoleh bahwa rerata nilai kelas eksperimen lebih baik dari kelas kontrol selanjutnya dilakukan uji t satu sampel pihak kanan untuk mengetahui apakah rerata nilai kelas eksperimen mencapai kriteria ketuntasan minimal (KKM). Uji t satu sampel dilakukan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol untuk melihat ketercapiannya ketuntasan kedua kelas. Hasil uji t satu sampel menunjukkan nilai signifikan kelas eksperimen 0,000 yang lebih kecil dari 0,05 dan nilai signifikan 0,106 untuk kelas kontrol yang lebih besar dari 0,05. Sehingga dapat disimpulkan rerata hasil belajar atau nilai posttest kelas eksperimen mencapai atau melampaui KKM, sedangkan untuk kelas kontrol tidak mencapai nilai KKM.

Tabel 6. Hasil Uji t Satu Sampel Pihak Kanan Data Posttest

Kelas	n	Sig.	Kesimpulan
Eksperimen	32	0,000	Rerata hasil posttest mencapai KKM
Kontrol	32	0,106	Rerata hasil posttest tidak mencapai KKM

Peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa dianalisis menggunakan perhitungan N-gain berdasarkan nilai pretest dan posttest. Nilai N-gain pada kelas eksperimen sebesar 0,7336 dengan kategori tinggi, dan nilai N-gain pada kelas kontrol sebesar 0,5353 dengan kategori sedang. Hasil perhitungan N-gain disajikan pada tabel 6.

Tabel 7. Hasil Perhitungan N-gain

Kelas	N-gain Score	Kategori
Eksperimen	0,7336	Tinggi
Kontrol	0,5353	Sedang

Analisis efektivitas media pembelajaran juga dilihat dari ketuntasan belajar klasikal. Hasil analisis menunjukkan bahwa 81,25% siswa pada kelas eksperimen mencapai ketuntasan belajar, sedangkan pada kelas kontrol hanya sebesar 50%. Persentase tersebut menunjukkan bahwa kelas eksperimen telah mencapai ketuntasan belajar klasikal karena lebih dari 80% siswa mencapai ketuntasan minimal. Indikator efektivitas pembelajaran dapat dilihat dari pencapaian ketuntasan belajar, peningkatan hasil belajar, serta perbandingan hasil belajar kelas eksperimen dan kelas kontrol (Clark, Guskey, & Benniga, 1983; Dwijayanti, 2014).

Penelitian ini juga menganalisis kepraktisan media pembelajaran berdasarkan respon siswa setelah menggunakan e-modul interaktif dalam proses pembelajaran. Penilaian respon siswa meliputi beberapa aspek, yaitu tampilan media, kemudahan penggunaan, penyajian materi, dan manfaat media dalam pembelajaran. Hasil analisis angket respon siswa menunjukkan bahwa e-modul interaktif yang dikembangkan memperoleh persentase rata-rata sebesar 84,14% dengan kategori sangat baik. Hasil penilaian respon siswa disajikan pada tabel 7.

Tabel 8. Hasil Penilaian Angket Respon Siswa

Aspek Penilaian	Persentase
Tampilan Media	85,31%
Kemudahan Penggunaan	80,20%
Penyajian	87,08%
Manfaat	83,95%
Rata-rata	84,14%

Persentase tersebut menunjukkan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan mudah digunakan oleh siswa serta mampu membantu siswa memahami materi pembelajaran dengan lebih baik. Media pembelajaran interaktif memungkinkan siswa untuk belajar secara mandiri melalui aktivitas eksplorasi, latihan interaktif, serta penyajian materi yang lebih menarik. Temuan ini sejalan dengan pendapat Sidiq dan Najuah (2020) yang menyatakan bahwa e-modul interaktif mampu memadukan berbagai unsur multimedia sehingga meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran.

Penggunaan media pembelajaran interaktif dalam penelitian ini menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan mampu mendukung keterlibatan siswa secara lebih aktif dalam proses pembelajaran. Integrasi berbagai unsur multimedia seperti teks, gambar, animasi, serta aktivitas interaktif melalui GeoGebra dan Wordwall memungkinkan siswa melakukan eksplorasi secara mandiri. Kondisi tersebut membantu siswa memahami konsep persamaan dan fungsi kuadrat secara lebih visual dan sistematis sehingga mempermudah proses analisis dalam menyelesaikan permasalahan matematika. Teknologi interaktif juga memberikan kesempatan kepada siswa untuk memperoleh umpan balik secara langsung terhadap aktivitas belajar yang dilakukan sehingga proses pembelajaran menjadi lebih efektif.

Penerapan pendekatan *deep learning* dalam e-modul interaktif juga memberikan kontribusi terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa. Aktivitas pembelajaran yang dirancang dalam e-modul menuntut siswa menganalisis konsep, menghubungkan berbagai informasi, serta menyelesaikan permasalahan secara sistematis. Proses pembelajaran tersebut mendorong siswa tidak hanya memahami prosedur penyelesaian soal, tetapi juga memahami konsep matematika secara mendalam. Hal ini sejalan dengan

pendapat Maharani dkk. (2025) bahwa pembelajaran mendalam menekankan terciptanya proses belajar yang sadar, bermakna, dan menyenangkan sehingga siswa dapat membangun pemahaman konsep secara lebih komprehensif.

Hasil penelitian ini juga diperkuat oleh penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa penggunaan e-modul interaktif dapat meningkatkan kualitas proses pembelajaran serta kemampuan berpikir kritis siswa. Pujiastuti dan Sumaryanti (2025) menunjukkan bahwa penggunaan e-modul berbasis pemecahan masalah mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa melalui keterlibatan aktif dalam kegiatan pembelajaran. Temuan tersebut sejalan dengan hasil penelitian ini yang menunjukkan bahwa penggunaan e-modul interaktif berbasis *deep learning* memberikan dampak positif terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran matematika.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa media pembelajaran berupa e-modul interaktif berbasis *deep learning* yang dikembangkan telah memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif untuk digunakan dalam pembelajaran matematika. Validitas media ditunjukkan melalui hasil penilaian ahli media dan ahli materi yang berada pada kategori sangat baik sehingga media dinyatakan layak digunakan dalam proses pembelajaran. Kepraktisan media terlihat dari respon positif siswa terhadap penggunaan e-modul interaktif yang membantu mereka memahami konsep secara jelas serta membuat pembelajaran menjadi lebih menarik. Efektivitas media ditunjukkan melalui peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa pada kelas eksperimen yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol, yang diperkuat dengan hasil uji statistik, nilai N-gain yang lebih tinggi, serta pencapaian ketuntasan belajar secara klasikal pada kelas eksperimen. Temuan tersebut menunjukkan bahwa integrasi media interaktif dengan pendekatan *deep learning* mampu menciptakan pembelajaran yang lebih aktif, bermakna, dan mendukung pengembangan kemampuan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran matematika

PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan media pembelajaran interaktif digital berbasis *deep learning* pada materi persamaan dan fungsi kuadrat, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Media pembelajaran interaktif digital berbasis *deep learning* yang dikembangkan menggunakan model ADDIE dinyatakan valid berdasarkan hasil validasi ahli materi dan ahli media dengan kategori sangat baik, sehingga layak digunakan dalam pembelajaran.
2. Media pembelajaran yang dikembangkan dinyatakan praktis, ditunjukkan oleh hasil angket respon siswa yang menunjukkan bahwa e-modul interaktif mudah digunakan serta membantu siswa dalam memahami materi pembelajaran.
3. Media pembelajaran yang dikembangkan terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, yang ditunjukkan oleh hasil uji t satu pihak yang signifikan, nilai N-gain kelas eksperimen yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol, serta pencapaian ketuntasan belajar klasikal sebesar 81,25%.

Dengan demikian, media pembelajaran interaktif digital berbasis *deep learning* dapat digunakan sebagai alternatif media pembelajaran matematika untuk mendukung peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa. Berdasarkan hasil penelitian, disarankan agar media pembelajaran interaktif digital berbasis *deep learning* dapat digunakan oleh guru sebagai alternatif dalam pembelajaran matematika, serta dikembangkan lebih lanjut pada materi lain dan dengan fitur yang lebih inovatif guna meningkatkan kualitas pembelajaran.

UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti menyampaikan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dan terlibat dalam pelaksanaan penelitian ini, mulai dari dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama proses penelitian, validator ahli media dan ahli materi yang telah memberikan penilaian serta masukan terhadap produk yang dikembangkan, siswa SMA Negeri 1 Kayen khususnya kelas X-E3 dan X-E4 yang telah berpartisipasi dalam penelitian, guru mata pelajaran matematika yang telah memberikan izin dan membantu pelaksanaan penelitian di kelas, serta Kepala SMA Negeri 1 Kayen yang telah memberikan kesempatan dan dukungan sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

REFERENSI

- Adnyana, I. K. S. (2024). Implementasi Pendekatan Deep Learning dalam Pembelajaran Bahasa Indonesia. *Jurnal Retorika*, 5(1), 1–14.
- Amatullah, D. C., & Sutrisno, J. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Pada Materi Bangun Ruang Sisi Datar Kelas VIII SMP Al-Azhar 3 Bandar Lampung Tahun Pelajaran 2021/2022. *Lentera: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 15(1).
- Barokah, A., & Zalukhu, M. (2025). Peran Media Pembelajaran Digital dalam Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa di Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 9(4848–4852).
- Branch, R. M. (2009). *Intructional design: The ADDIE approach* (Vol. 722). Springer Science & Business Media.
- Dwijayanti, I. (2014). *EFEKTIVITAS KELAS HUMANISTIK DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA TERHADAP KARAKTERISTIK PESERTA DIDIK*.
- Fitriani, A., & Santiani. (2025). Analisis Literatur: Pendekatan Pembelajaran Deep Learning Dalam Pendidikan. *Jurnal Ilmiah Nusantara (JINU)*, 2(3), 50–57.
- Fitriani, N., Syaikhu, A., & Rahmad, I. N. (2021). Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Melalui Model Pembelajaran Kooperatif Pada Materi Suhu Dan Kalor. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan STKIP Kusuma Negara III*, 261–269.
- Frisilia, F. (2025). *Pengembangan E-Modul dengan software lumi education melalui pendekatan Deep Learning untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa* [Other, UIN Sunan Gunung Djati Bandung]. <https://doi.org/10/DAFTAR%252520PUSTAKA.pdf>
- Hasanah, M., Silangit, S. Z. P., Jamil, R. P., & Amanda, W. N. (2023). ANALISIS TINGKAT KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA SMA NURUL IMAN TANJUNG MORAWA. *Pedagogi: Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 9(1), 16–22. <https://doi.org/10.47662/pedagogi.v9i1.540>
- Hirzi, N., & Ibrahim, M. M. (2025). INOVASI MEDIA PEMBELAJARAN DALAM MENINGKATKAN KETERLIBATAN SISWA DENGAN TEKNOLOGI INTERAKTIF DI SEKOLAH. *Proceeding International Seminar on Islamic Studies*, 6(1).
- Hutahaean, L. A., Siswandari, & Harini. (2019). PEMANFAATAN E-MODULE INTERAKTIF SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN DI ERA DIGITAL. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pendidikan Pascasarjana UNIMED*, 298–305.
- Juwanda, K. A., Mariono, A., & Sumarno, A. (2025). Meta Analisis Pengembangan Multimedia Interaktif untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 6(1), 181–192. <https://doi.org/10.59141/japendi.v6i1.6830>
- Katrina, A., Syabila, R. F., Simbolon, I. M., Tampubolon, R., & Siregar, B. H. (2025). Pengaruh Pendekatan Pembelajaran Mendalam Berbantuan E-Modul Interaktif

- Berbasis Desmos terhadap Pemahaman Konsep Turunan. *JURNAL PENDIDIKAN MIPA*, 15(2), 862–870. <https://doi.org/10.37630/jpm.v15i2.2955>
- Maharani, L., Riyadi, A. R., & Maulida, N. (2025). DEEP LEARNING DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA DI SD. *Pendas : Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 10(2), 125–133. <https://doi.org/10.23969/jp.v10i2.25442>
- Mahmudah, S., Noer, T. K. M. S., & Rahayu, Y. S. (2022, Juli 4). *View of Profile of Students' Critical Thinking Ability: Implementation of E-Modul Based On Problem-Based Learning*. <https://journal.ia-education.com/index.php/ijorer/article/view/231/216>
- Mayer, R. E. (2022). The Future of Multimedia Learning. *The Journal of Applied Instructional Design*, 11(4), 69–77. <https://doi.org/10.59668/423.10349>
- Nurdiana, A., Zulianti, H., Ciciria, D., Fitria, N., & Kirana, A. R. (2024). Practical Applications of Deep Learning in Mathematics to Enhance Student Engagement and Conceptual Mastery. *JTAM (Jurnal Teori Dan Aplikasi Matematika)*, 8(4), 1361–1373. <https://doi.org/10.31764/jtam.v8i4.33102>
- Nurfadhillah, S. (2021). *MEDIA PEMBELAJARAN Pengertian Media Pembelajaran, Landasan, Fungsi, Manfaat, Jenis-Jenis Media Pembelajaran, dan Cara Penggunaan Kedudukan Media Pembelajaran*. CV Jejak (Jejak Publisher).
- Pradipta, K. A. (2017). PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF BERBASIS ADOBE FLASH PADA MATA PELAJARAN PRAKARYA DAN KEWIRUSAHAAN MATERI ELEKTRO LISTRIK UNTUK KELAS XI MIPA DAN IPS DI SMA Negeri 3 SINGARAJA. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 14(2). <https://doi.org/10.23887/jptk-undiksha.v14i2.11107>
- Pujiastuti, R., & Sumaryati, S. (2025). Penggunaan E-Modul Berbasis Pemecahan Masalah sebagai Upaya Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Mata Pelajaran Akuntansi Kelas XI AKL 3 SMK Negeri Jenawi. *Pubmedia Jurnal Penelitian Tindakan Kelas Indonesia*, 2(2), 11. <https://doi.org/10.47134/ptk.v2i2.1395>
- Rahmawati, H., Pujiastuti, P., & Cahyaningtyas, A. P. (2023). Kategorisasi Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas Empat Sekolah Dasar di SD se-Gugus II Kapanewon Playen, Gunung Kidul. *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 8(1), 88–104. <https://doi.org/10.24832/jpnk.v8i1.3338>
- Sidiq, R. & Najuah. (2020). Pengembangan E-Modul Interaktif Berbasis Android pada Mata Kuliah Strategi Belajar Mengajar. *Jurnal Pendidikan Sejarah*, 9(1), 1–14. <https://doi.org/10.21009/JPS.091.01>
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, R&D*. PT Alfabeta.