

Pengembangan E-LKPD Berbasis Konsep Pembelajaran Mendalam Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Trigonometri

I Gusti Shri Agung Indiragany Jayaningrat^{a,*}, I Gusti Putu Suharta^b, I Gusti Nyoman Yudi Hartawan^c

^{a,b,c} Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Pendidikan Ganesha

*email: shri@student.undiksha.ac.id

Abstrak. Kemampuan pemecahan masalah matematis merupakan salah satu kompetensi penting yang harus dimiliki peserta didik dalam pembelajaran matematika. Namun, dalam proses pembelajaran di sekolah, masih terbatas bahan ajar yang mampu melatih kemampuan tersebut secara optimal, khususnya yang berbasis konsep pembelajaran mendalam. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan Lembar Kegiatan Peserta Didik (E-LKPD) berbasis konsep pembelajaran mendalam pada materi trigonometri kelas X SMA. Pengembangan E-LKPD menggunakan model ADDIE dengan berbantuan aplikasi *Heyzine*. Uji validitas isi/materi dilakukan dengan uji pakar dan dianalisis menggunakan formula *Aiken's V*, uji kelayakan dilakukan dengan angket penilaian LORI, uji efektivitas dilakukan dengan penilaian tes ketuntasan, dan uji kepraktisan dilakukan dengan angket *User Experience Questionnaire (UEQ)*. Uji validitas isi/materi mendapatkan rata-rata nilai *V* sebesar 0,92 yang berada pada kriteria sangat tinggi. Selanjutnya, uji kelayakan media mendapatkan rata-rata nilai sebesar 4,63 yang dikategorikan sangat tinggi. Melalui uji coba yang dilakukan kepada 39 peserta didik, didapatkan hasil angket respon guru dan peserta didik pada aspek kejelasan dan aspek efisiensi kedalam kategori baik, sedangkan aspek daya tarik, aspek ketepatan, aspek stimulasi dan aspek kebaruan termasuk kedalam kategori unggul. Pada proses uji coba, didapatkan juga bahwa E-LKPD memiliki keefektifan sangat baik dengan persentase ketuntasan sebesar 85%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa E-LKPD yang dikembangkan efektif dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik pada materi trigonometri. Dengan demikian, E-LKPD berbasis konsep pembelajaran mendalam yang dikembangkan tidak hanya membantu peserta didik dalam memahami materi, tetapi juga melatih kemampuan berpikir kritis, analitis, dan sistematis dalam menyelesaikan permasalahan matematis.

Kata Kunci: E-LKPD, Pembelajaran Mendalam, Pemecahan Masalah Matematis, Trigonometri, ADDIE.

PENDAHULUAN

Matematika merupakan salah satu mata pelajaran yang memiliki peranan penting dalam mengembangkan kemampuan berpikir logis, kritis, analitis, dan sistematis peserta didik. Dalam pembelajaran matematika, kemampuan pemecahan masalah matematis menjadi salah satu kompetensi penting yang harus dimiliki peserta didik karena kemampuan tersebut membantu peserta didik dalam memahami masalah, menentukan strategi penyelesaian, melaksanakan penyelesaian, serta mengevaluasi hasil yang diperoleh. Namun, kondisi di lapangan menunjukkan bahwa kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik masih tergolong rendah. Peserta didik cenderung mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soal nonrutin dan soal kontekstual karena terbiasa menyelesaikan soal secara prosedural tanpa memahami konsep

secara mendalam. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Amam (2017) dan Sumartini (2016) yang menyatakan bahwa kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik masih rendah, terutama dalam memahami masalah dan menentukan strategi penyelesaian.

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan guru matematika di SMA Negeri 1 Kuta Utara, diketahui bahwa proses pembelajaran masih didominasi penggunaan bahan ajar konvensional dan kurang memanfaatkan media pembelajaran interaktif berbasis teknologi. Pembelajaran cenderung berpusat pada guru sehingga peserta didik kurang aktif dalam mengeksplorasi konsep secara mandiri. Salah satu materi yang sering dianggap sulit oleh peserta didik adalah trigonometri karena memiliki konsep yang bersifat abstrak dan membutuhkan pemahaman konsep yang kuat. Oleh karena itu, diperlukan bahan ajar yang mampu membantu peserta didik memahami konsep trigonometri secara lebih konkret, interaktif, dan bermakna.

Salah satu alternatif solusi yang dapat digunakan adalah pengembangan E-LKPD berbasis konsep pembelajaran mendalam. Pembelajaran mendalam merupakan konsep pembelajaran yang berfokus pada pengembangan pemahaman konseptual yang bermakna melalui keterlibatan aktif peserta didik dalam proses belajar yang kolaboratif, reflektif, dan kontekstual (Fullan, Quinn, & McEachen, 2018). Penggunaan E-LKPD dalam pembelajaran matematika dapat membantu peserta didik belajar secara mandiri, interaktif, dan sistematis melalui aktivitas pembelajaran yang terstruktur.

E-LKPD yang dikembangkan terdiri atas enam kegiatan pembelajaran utama yang dirancang untuk mendukung penerapan konsep pembelajaran mendalam, yaitu Ayo Menggali Informasi, Ayo Berlatih, Ayo Menalar, Ayo Diskusi, Ayo Menyimpulkan, dan Ayo Berefleksi. Setiap kegiatan disusun secara sistematis untuk mengarahkan peserta didik dari tahap eksplorasi konsep hingga refleksi terhadap proses berpikir yang telah dilakukan.

Pada kegiatan Ayo Menggali Informasi, peserta didik diarahkan untuk mengidentifikasi dan memahami informasi awal sebagai dasar dalam membangun konsep. Kegiatan Ayo Berlatih memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menerapkan konsep dasar melalui soal-soal latihan yang terstruktur. Selanjutnya, pada kegiatan Ayo Menalar, peserta didik dilatih untuk mengembangkan kemampuan berpikir logis dan analitis dalam menghubungkan konsep matematika dengan permasalahan kontekstual. Kegiatan Ayo Diskusi memberikan ruang bagi peserta didik untuk berkolaborasi, bertukar ide, dan membandingkan strategi penyelesaian dalam kelompok. Setelah itu, pada kegiatan Ayo Menyimpulkan, peserta didik diarahkan untuk merumuskan kembali konsep yang telah dipelajari secara mandiri maupun bersama. Terakhir, kegiatan Ayo Berefleksi bertujuan untuk mengembangkan kesadaran metakognitif peserta didik melalui evaluasi terhadap proses berpikir dan strategi penyelesaian yang telah dilakukan.

Dengan demikian, keenam kegiatan tersebut tidak hanya berorientasi pada penguasaan prosedural, tetapi juga mendukung pengembangan pemahaman konseptual yang bermakna, keterampilan berpikir tingkat tinggi, serta kesadaran reflektif peserta didik sesuai dengan karakteristik konsep pembelajaran mendalam.

Selain itu, integrasi teknologi seperti *GeoGebra*, *Quizizz*, *Lumi*, dan *chatbot* dalam E-LKPD mampu memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik serta membantu visualisasi konsep matematika yang abstrak. Penelitian oleh Jayanti, Ardana, dan Suryawan (2019) menunjukkan bahwa penggunaan pembelajaran yang melibatkan aktivitas pemecahan masalah dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik. Penelitian

Sariani dan Suarjana (2022) juga menunjukkan bahwa penggunaan E-LKPD interaktif mampu meningkatkan keterlibatan dan hasil belajar peserta didik, sedangkan Wahyuni, Astawa, dan Suharta (2024) menyatakan bahwa pengembangan E-LKPD interaktif dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik melalui aktivitas pembelajaran yang lebih aktif dan terstruktur. Selain itu, Hartawan dkk. (2024) menyatakan bahwa kemampuan pemecahan masalah matematis dapat ditingkatkan melalui pengembangan yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berpikir kritis dan aktif dalam proses pembelajaran.

Selain itu, penggunaan bahan ajar interaktif juga mampu membantu peserta didik membangun pemahaman konsep matematika secara lebih sistematis melalui aktivitas pembelajaran yang terstruktur. Penelitian Prastyani, Ariawan, dan Suharta (2019) menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran matematika berbantuan LKPD terstruktur mampu meningkatkan pemahaman konsep matematika peserta didik secara signifikan. Di sisi lain, penelitian Indriaswuri, Gading, Suranata, dan Suarni (2023) menjelaskan bahwa keterlibatan dan kesadaran belajar peserta didik memiliki pengaruh terhadap performa akademik sehingga pembelajaran yang memberikan pengalaman belajar bermakna sangat diperlukan dalam proses pembelajaran abad ke-21.

Penelitian ini memiliki keunikan pada pengembangan E-LKPD yang tidak hanya memanfaatkan teknologi digital, tetapi juga mengintegrasikan konsep pembelajaran mendalam dalam setiap aktivitas pembelajaran. E-LKPD dikembangkan dengan memadukan berbagai media interaktif seperti *GeoGebra*, *Quizizz*, *Lumi*, dan *chatbot* untuk mendukung kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik pada materi trigonometri. Berdasarkan uraian tersebut, masih diperlukan pengembangan bahan ajar berbasis teknologi yang mampu mengintegrasikan konsep pembelajaran mendalam dengan aktivitas pembelajaran interaktif untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan E-LKPD berbasis konsep pembelajaran mendalam pada materi trigonometri kelas X SMA yang valid, praktis, dan efektif untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*Research and Development*) yang bertujuan untuk menghasilkan produk berupa E-LKPD berbasis konsep pembelajaran mendalam pada materi trigonometri kelas X SMA. Penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 1 Kuta Utara pada semester genap tahun ajaran 2025/2026. Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah model ADDIE yang terdiri atas lima tahap, yaitu *analysis, design, development, implementation, and evaluation*. Model ADDIE dipilih karena memiliki langkah pengembangan yang sistematis dan sesuai digunakan dalam pengembangan bahan ajar berbasis teknologi. Menurut Branch (2009), model ADDIE mampu membantu proses pengembangan produk pembelajaran secara terstruktur sehingga produk yang dihasilkan dapat memenuhi kebutuhan pembelajaran.

Pada tahap *analysis*, dilakukan analisis kebutuhan melalui observasi dan wawancara dengan guru matematika untuk mengetahui kondisi pembelajaran, karakteristik peserta didik, serta permasalahan yang dihadapi dalam pembelajaran matematika, khususnya pada materi trigonometri. Tahap *design* dilakukan dengan merancang struktur E-LKPD, menyusun materi, aktivitas pembelajaran, instrumen penelitian, serta tampilan media pembelajaran yang

disesuaikan dengan konsep pembelajaran mendalam. Selanjutnya, pada tahap *development*, dilakukan pengembangan produk E-LKPD menggunakan aplikasi *Heyzine* dengan memadukan berbagai media interaktif seperti *GeoGebra*, *Quizizz*, *Lumi*, dan *chatbot*. Pengembangan E-LKPD interaktif dalam pembelajaran matematika didukung oleh penelitian oleh Sariyani dan Suarjana (2022) yang menunjukkan bahwa E-LKPD interaktif mampu meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran matematika. Selain itu, penelitian Kertiani, Suharta, dan Ardana (2024) juga menyatakan bahwa pengembangan E-LKPD berbasis teknologi dapat membantu peserta didik memahami konsep matematika secara lebih bermakna dan sistematis. Hal tersebut didukung oleh penelitian Hartawan dkk. (2024) yang menyatakan bahwa kemampuan pemecahan masalah matematis dapat berkembang secara optimal apabila peserta didik diberikan kesempatan untuk berpikir kritis, aktif, dan terlibat langsung dalam proses pembelajaran. Keberadaan E-LKPD sebagai sumber belajar utama juga berkontribusi dalam meningkatkan pemecahan masalah matematis siswa melalui penyajian materi yang sistematis, interaktif, dan mudah diakses (Purnamawati, dkk., 2024).

Tahap *implementation* dilakukan melalui uji coba produk kepada peserta didik kelas X SMA Negeri 1 Kuta Utara berjumlah 39 orang. Pada tahap ini, peserta didik menggunakan E-LKPD dalam proses pembelajaran trigonometri untuk mengetahui tingkat kepraktisan dan efektivitas produk yang dikembangkan. Selanjutnya, tahap *evaluation* dilakukan untuk mengevaluasi seluruh proses pengembangan dan hasil uji coba produk guna mengetahui kelebihan serta kekurangan E-LKPD yang telah dikembangkan. Penelitian oleh Wahyuni, Astawa, dan Suharta (2024) menunjukkan bahwa penggunaan E-LKPD interaktif mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik melalui aktivitas pembelajaran yang lebih aktif dan terstruktur.

Data dalam penelitian ini diperoleh melalui lembar validasi ahli, angket respon guru dan peserta didik, serta tes kemampuan pemecahan masalah matematis. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, penyebaran angket, dan pemberian tes. Instrumen validasi digunakan untuk mengetahui validitas isi dan media E-LKPD, sedangkan angket digunakan untuk mengetahui tingkat kepraktisan produk berdasarkan respon guru dan peserta didik. Tes kemampuan pemecahan masalah matematis digunakan untuk mengetahui efektivitas penggunaan E-LKPD dalam pembelajaran.

Teknik analisis data yang digunakan meliputi analisis validitas, kepraktisan, dan efektivitas produk. Validitas isi dianalisis menggunakan formula *Aiken's V* untuk mengetahui tingkat kesesuaian isi E-LKPD berdasarkan penilaian ahli. Penilaian kelayakan media dianalisis menggunakan instrumen *Learning Object Review Instrument (LORI)*, sedangkan tingkat kepraktisan dianalisis menggunakan *User Experience Questionnaire (UEQ)*. Efektivitas produk dianalisis berdasarkan persentase ketuntasan hasil tes kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik. Produk dinyatakan efektif apabila persentase ketuntasan belajar peserta didik mencapai minimal 80%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Penelitian ini menghasilkan produk berupa E-LKPD berbasis konsep pembelajaran mendalam pada materi trigonometri kelas X SMA yang dikembangkan menggunakan model ADDIE, yaitu *analysis*, *design*, *development*, *implementation*, dan *evaluation*. E-LKPD

dikembangkan menggunakan aplikasi *Heyzine* dengan integrasi media pembelajaran interaktif berupa *GeoGebra*, *Quizizz*, *Lumi*, dan *chatbot* asisten trigonometri. Produk yang dikembangkan dirancang untuk membantu peserta didik meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis melalui pembelajaran yang aktif, interaktif, dan bermakna.

Pada tahap *analysis* dilakukan analisis kebutuhan melalui observasi dan wawancara dengan guru matematika di SMA Negeri 1 Kuta Utara. Hasil analisis menunjukkan bahwa peserta didik masih mengalami kesulitan dalam memahami konsep trigonometri, khususnya dalam menyelesaikan soal kontekstual yang membutuhkan kemampuan analisis dan penalaran. Selain itu, bahan ajar yang digunakan masih bersifat konvensional dan belum memanfaatkan media pembelajaran digital secara optimal.

Tahap *design* dilakukan dengan merancang struktur E-LKPD berbasis konsep pembelajaran mendalam yang terdiri atas enam kegiatan utama, yaitu Ayo Menggali Informasi, Ayo Berlatih, Ayo Menalar, Ayo Diskusi, Ayo Menyimpulkan, dan Ayo Berefleksi. Selanjutnya, pada tahap *development* dilakukan pengembangan produk serta validasi oleh ahli materi dan ahli media untuk mengetahui tingkat validitas dan kelayakan produk.

Hasil uji validitas isi/materi dianalisis menggunakan formula *Aiken's V* dengan rumus sebagai berikut.

$$V = \frac{\sum s}{n(c - 1)}$$

Berdasarkan hasil penilaian validator, diperoleh rata-rata nilai validitas sebesar 0,92 dengan kategori sangat tinggi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa E-LKPD yang dikembangkan telah sesuai dengan indikator pembelajaran, karakteristik materi, serta kebutuhan peserta didik.

Tabel 1. Hasil Uji Validitas Isi/Materi

No.	Aspek Penilaian	Nilai V	Kategori
1	Keseuaian Materi	0,93	Sangat Tinggi
2	Penyajian Materi	0,91	Sangat Tinggi
3	Kebahasaan	0,92	Sangat Tinggi
4	Kesesuaian Pembelajaran	0,92	Sangat Tinggi
	Rata-rata	0,92	Sangat Tinggi

Selain uji validitas isi/materi, dilakukan pula uji kelayakan media menggunakan instrumen *Learning Object Review Instrument* (LORI). Hasil penilaian menunjukkan bahwa E-LKPD memperoleh rata-rata skor sebesar 4,63 dengan kategori sangat tinggi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa E-LKPD memiliki kualitas media yang baik dari segi tampilan, interaktivitas, kemudahan penggunaan, dan kualitas penyajian materi.

Tabel 2. Hasil Uji Kelayakan Media

No.	Aspek Penilaian	Skor Rata-rata	Kategori
1	Tampilan Media	4,70	Sangat Tinggi
2	Interaktivitas	4,60	Sangat Tinggi
3	Kemudahan Penggunaan	4,58	Sangat Tinggi
4	Kualitas Penyajian	4,64	Sangat Tinggi
	Rata-rata	4,63	Sangat Tinggi

Tahap *implementation* dilakukan melalui uji coba produk kepada 39 peserta didik kelas X SMA Negeri 1 Kuta Utara. Uji coba dilakukan untuk mengetahui tingkat kepraktisan dan efektivitas E-LKPD dalam pembelajaran matematika. Hasil uji kepraktisan diperoleh melalui angket *User Experience Questionnaire* (UEQ) yang diberikan kepada guru dan peserta didik setelah penggunaan E-LKPD.

Tabel 3. Hasil Uji Kepraktisan E-LKPD

No.	Aspek UEQ	Kategori
1	Kejelasan	Baik
2	Efisiensi	Baik
3	Daya Tarik	Unggul
4	Ketepatan	Unggul
5	Stimulasi	Unggul
6	Kebaruan	Unggul

Berdasarkan hasil uji kepraktisan, diketahui bahwa aspek kejelasan dan efisiensi berada pada kategori baik, sedangkan aspek daya tarik, ketepatan, stimulasi, dan kebaruan berada pada kategori unggul. Hasil tersebut menunjukkan bahwa E-LKPD mudah digunakan, memiliki tampilan yang menarik, dan mampu memberikan pengalaman belajar yang interaktif bagi peserta didik.

Selanjutnya, uji efektivitas dilakukan melalui tes kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik. Persentase ketuntasan belajar peserta didik dihitung menggunakan rumus berikut.

$$P = \frac{\text{Jumlah peserta didik tuntas}}{\text{Jumlah seluruh peserta didik}} \times 100$$

Hasil uji efektivitas menunjukkan bahwa persentase ketuntasan belajar peserta didik mencapai 85% dengan kategori sangat baik.

Tabel 4. Hasil Uji Efektivitas E-LKPD

No.	Jumlah Peserta Didik	Persentase Ketuntasan	Kategori
1	39	85%	Sangat Baik

Hasil tersebut menunjukkan bahwa E-LKPD berbasis konsep pembelajaran mendalam efektif digunakan untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik pada materi trigonometri.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa E-LKPD berbasis konsep pembelajaran mendalam yang dikembangkan telah memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif untuk digunakan dalam pembelajaran matematika pada materi trigonometri. Tingginya hasil validitas isi/materi menunjukkan bahwa komponen pembelajaran dalam E-LKPD telah sesuai dengan tujuan pembelajaran, karakteristik peserta didik, serta materi yang dipelajari. Selain itu, hasil uji kelayakan media yang memperoleh kategori sangat tinggi menunjukkan bahwa E-LKPD memiliki tampilan yang menarik, mudah digunakan, dan mampu mendukung proses pembelajaran secara interaktif. Namun, tingginya hasil validitas dan kelayakan media tersebut tidak hanya menunjukkan bahwa E-LKPD layak digunakan, tetapi juga menunjukkan bahwa

pengintegrasian konsep pembelajaran mendalam dalam E-LKPD mampu menciptakan proses pembelajaran yang lebih bermakna, aktif, dan sistematis bagi peserta didik.

Efektivitas E-LKPD dalam penelitian ini dipengaruhi oleh aktivitas pembelajaran yang dirancang secara eksploratif, analitis, dan reflektif sehingga peserta didik tidak hanya menerima informasi secara pasif, tetapi terlibat langsung dalam proses membangun pemahaman konsep trigonometri. Hal ini terlihat pada kegiatan “Ayo Menggali Informasi” dan “Ayo Menalar” yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menghubungkan konsep trigonometri dengan permasalahan kontekstual serta pengalaman belajar sebelumnya. Kondisi tersebut sejalan dengan teori konstruktivisme yang menyatakan bahwa pengetahuan dibangun secara aktif melalui pengalaman dan interaksi peserta didik dengan lingkungan belajar (Sugrah, 2019). Dengan demikian, peserta didik tidak hanya menghafal rumus trigonometri, tetapi memahami makna konsep dan penerapannya dalam penyelesaian masalah matematis.

Penggunaan media interaktif seperti GeoGebra, Quizizz, Lumi, dan chatbot memberikan pengaruh positif terhadap keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran. GeoGebra membantu peserta didik memahami konsep trigonometri yang bersifat abstrak melalui visualisasi dinamis sehingga hubungan antar konsep menjadi lebih mudah dipahami. Selain itu, penggunaan Quizizz dan Lumi mampu menciptakan pembelajaran yang lebih menarik dan menyenangkan melalui aktivitas interaktif dan umpan balik langsung. Amir (2014) menyatakan bahwa media pembelajaran yang interaktif dapat membantu memperjelas materi dan meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran. Oleh karena itu, tingginya hasil efektivitas dalam penelitian ini tidak hanya dipengaruhi oleh tampilan media yang menarik, tetapi juga karena media mampu membantu peserta didik membangun pemahaman konseptual secara lebih mendalam.

Penggunaan GeoGebra dalam E-LKPD juga berperan dalam membantu representasi matematis peserta didik. Melalui visualisasi dinamis, peserta didik dapat mengamati hubungan antar sudut, perubahan grafik, dan konsep perbandingan trigonometri secara lebih konkret. Visualisasi tersebut membantu peserta didik menghubungkan representasi simbolik, visual, dan konsep matematis secara bersamaan sehingga konsep yang abstrak menjadi lebih mudah dipahami. Dengan demikian, peserta didik tidak hanya memahami rumus secara prosedural, tetapi juga memahami makna dan hubungan antar konsep trigonometri. Oleh karena itu, penggunaan GeoGebra menjadi salah satu aspek yang paling berpengaruh dalam membantu peserta didik membangun representasi matematis dan memahami konsep trigonometri secara mendalam.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Wahyuni, Astawa, dan Suharta (2024) yang menyatakan bahwa penggunaan E-LKPD interaktif berbasis liveworksheet mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika peserta didik melalui pembelajaran yang lebih aktif, interaktif, dan sistematis. Penelitian Jayanti, Ardana, dan Suryawan (2019) juga menunjukkan bahwa pembelajaran yang berorientasi pada pemecahan masalah mampu meningkatkan kemampuan berpikir matematis peserta didik. Selain itu, pembelajaran mendalam yang diterapkan dalam E-LKPD membantu peserta didik membangun keterkaitan antar konsep, memahami makna dari setiap prosedur matematika, serta menerapkannya dalam konteks kehidupan nyata. Hal ini sejalan dengan pendapat Sutarto dkk. (2021) yang menyatakan bahwa pembelajaran mendalam menekankan pembelajaran yang bermakna, reflektif, dan

berkesadaran sehingga peserta didik mampu memahami konsep secara lebih mendalam dan berkelanjutan.

Pembelajaran mendalam dalam penelitian ini tidak hanya menekankan penguasaan materi secara kognitif, tetapi juga mendorong peserta didik untuk membangun pemahaman konseptual melalui proses eksplorasi, refleksi, kolaborasi, dan pemecahan masalah secara aktif. Karakteristik tersebut terlihat pada setiap aktivitas dalam E-LKPD, seperti kegiatan “Ayo Menggali Informasi”, “Ayo Menalar”, “Ayo Diskusi”, dan “Ayo Berefleksi” yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengaitkan konsep trigonometri dengan pengalaman belajar serta situasi kontekstual. Melalui proses tersebut, peserta didik tidak hanya belajar memahami rumus, tetapi juga membangun makna dari konsep yang dipelajari dan menerapkannya dalam penyelesaian masalah matematis. Menurut Fullan, Quinn, dan McEachen (2018), pembelajaran mendalam merupakan proses pembelajaran yang mendorong peserta didik berpikir kritis, berkolaborasi, merefleksi pembelajaran, serta mampu menerapkan pengetahuan dalam konteks nyata. Oleh karena itu, penerapan konsep pembelajaran mendalam dalam E-LKPD membantu menciptakan pembelajaran matematika yang lebih bermakna, aktif, dan berpusat pada peserta didik.

Keberadaan chatbot asisten trigonometri menjadi salah satu kebaruan dalam penelitian ini karena memungkinkan peserta didik melakukan diskusi secara mandiri dan memperoleh bantuan belajar secara cepat ketika mengalami kesulitan memahami materi. Integrasi chatbot menjadikan E-LKPD tidak hanya berfungsi sebagai bahan ajar digital, tetapi juga sebagai media pembelajaran interaktif yang adaptif terhadap kebutuhan peserta didik. Selain itu, penggunaan chatbot dan kegiatan “Ayo Diskusi” memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk bertukar ide, mengamati strategi penyelesaian masalah, serta memperoleh umpan balik secara langsung. Hal tersebut sejalan dengan teori belajar sosial Bandura yang menyatakan bahwa pembelajaran dapat terjadi melalui observasi dan interaksi sosial (Warini dkk., 2023). Dengan adanya interaksi tersebut, peserta didik menjadi lebih aktif dalam mengembangkan strategi penyelesaian masalah dan membangun pemahaman konsep secara kolaboratif.

Selain berfungsi sebagai media diskusi, chatbot dalam E-LKPD juga berperan sebagai scaffolding atau bantuan belajar bagi peserta didik selama proses pembelajaran. Chatbot memberikan bantuan secara bertahap melalui arahan, petunjuk, dan respons terhadap pertanyaan peserta didik ketika mengalami kesulitan memahami materi maupun menyelesaikan masalah matematis. Bantuan tersebut membantu peserta didik tetap mampu melanjutkan proses belajar secara mandiri tanpa bergantung sepenuhnya pada guru. Dengan adanya scaffolding melalui chatbot, peserta didik memperoleh dukungan belajar yang sesuai dengan kebutuhannya sehingga proses pemecahan masalah dapat berlangsung secara lebih efektif. Hal tersebut menunjukkan bahwa penggunaan teknologi digital dalam pembelajaran matematika dapat menciptakan lingkungan belajar yang lebih fleksibel, interaktif, dan berpusat pada peserta didik sesuai dengan karakteristik pembelajaran abad ke-21.

Hasil uji efektivitas menunjukkan bahwa persentase ketuntasan belajar peserta didik mencapai 85% dengan kategori sangat baik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa E-LKPD berbasis konsep pembelajaran mendalam mampu membantu peserta didik memahami konsep trigonometri secara lebih mendalam sekaligus meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis. Namun, efektivitas tersebut tidak hanya terlihat dari tingginya hasil ketuntasan belajar, tetapi juga dari proses pembelajaran yang mendorong peserta didik berpikir secara

kritis, reflektif, dan sistematis dalam menyelesaikan masalah matematis. Peserta didik tidak hanya memahami konsep secara prosedural, tetapi juga mampu menganalisis masalah, menentukan strategi penyelesaian, melaksanakan penyelesaian, dan mengevaluasi hasil yang diperoleh.

Peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik juga terlihat dari proses penyelesaian soal yang dilakukan selama penggunaan E-LKPD. Berdasarkan hasil pengerjaan peserta didik, sebagian besar peserta didik telah mampu memenuhi indikator kemampuan pemecahan masalah matematis, yaitu memahami masalah, merencanakan strategi penyelesaian, melaksanakan penyelesaian, dan memeriksa kembali hasil yang diperoleh. Indikator tersebut sejalan dengan langkah pemecahan masalah menurut Polya yang meliputi memahami masalah, menyusun rencana, melaksanakan rencana, dan melakukan pengecekan kembali terhadap solusi yang diperoleh (Polya, 1973). Pada tahap memahami masalah, peserta didik mampu mengidentifikasi informasi yang diketahui dan ditanyakan pada permasalahan trigonometri yang diberikan. Selanjutnya, pada tahap merencanakan penyelesaian, peserta didik mulai mampu menentukan konsep dan rumus trigonometri yang sesuai untuk digunakan dalam penyelesaian masalah.

Setelah menggunakan E-LKPD berbasis konsep pembelajaran mendalam, strategi penyelesaian peserta didik terlihat lebih sistematis dibandingkan sebelumnya karena peserta didik tidak langsung menggunakan rumus, tetapi terlebih dahulu menganalisis hubungan antar konsep yang relevan dengan permasalahan yang diberikan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran mendalam membantu peserta didik membangun pemahaman konseptual dan kemampuan berpikir matematis secara lebih terstruktur. Hasil ini sejalan dengan penelitian Suharta, Ardana, dan Sudiarta (2017) yang menyatakan bahwa pembelajaran matematika yang menekankan pemahaman konsep dan aktivitas pemecahan masalah mampu meningkatkan kemampuan berpikir matematis peserta didik secara lebih mendalam.

Selain itu, peserta didik juga mulai menunjukkan kemampuan dalam memeriksa kembali hasil penyelesaian yang diperoleh melalui kegiatan refleksi pada E-LKPD. Hal tersebut terlihat dari kemampuan peserta didik dalam memberikan alasan terhadap langkah penyelesaian yang digunakan serta mengevaluasi kesesuaian jawaban dengan permasalahan yang diberikan. Aktivitas refleksi tersebut membantu peserta didik memperbaiki strategi penyelesaian dan membangun kesadaran terhadap proses berpikir yang dilakukan selama menyelesaikan masalah matematis. Menurut Widiana, Suastra, dan Suwatra (2020), aktivitas reflektif dalam pembelajaran dapat membantu peserta didik mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan kemampuan pemecahan masalah secara lebih optimal.

Aktivitas reflektif yang terdapat pada kegiatan “Ayo Berefleksi” membantu peserta didik meninjau kembali proses berpikir dan strategi penyelesaian yang digunakan sehingga pemahaman konsep menjadi lebih kuat dan bermakna. Melalui aktivitas refleksi, peserta didik dapat menyadari hubungan antara konsep yang dipelajari dengan strategi penyelesaian yang digunakan serta mengevaluasi kesalahan yang masih dilakukan selama proses pembelajaran. Proses tersebut membantu peserta didik memperbaiki pemahaman dan menentukan strategi penyelesaian yang lebih tepat pada permasalahan berikutnya. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran mendalam tidak hanya berorientasi pada hasil akhir, tetapi juga pada proses berpikir peserta didik selama menyelesaikan masalah matematis. Dengan demikian, E-LKPD yang dikembangkan mampu menciptakan pembelajaran matematika yang aktif,

bermakna, reflektif, dan efektif dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa E-LKPD berbasis konsep pembelajaran mendalam pada materi trigonometri kelas X SMA berhasil dikembangkan menggunakan model ADDIE dengan bantuan aplikasi *Heyzine* serta integrasi media interaktif berupa *GeoGebra*, *Quizizz*, *Lumi*, dan *chatbot* asisten trigonometri. E-LKPD yang dikembangkan telah memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif untuk digunakan dalam proses pembelajaran matematika. Pengintegrasian konsep pembelajaran mendalam melalui kegiatan pembelajaran yang aktif, interaktif, dan bermakna mampu membantu peserta didik memahami konsep trigonometri secara lebih mendalam serta meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis. Selain itu, penggunaan media interaktif dalam E-LKPD juga mampu meningkatkan keterlibatan dan motivasi peserta didik dalam pembelajaran sehingga proses belajar menjadi lebih menarik dan berpusat pada peserta didik.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, disarankan agar E-LKPD berbasis konsep pembelajaran mendalam dapat digunakan sebagai alternatif bahan ajar digital dalam pembelajaran matematika, khususnya pada materi trigonometri. Guru diharapkan dapat memanfaatkan E-LKPD secara optimal untuk menciptakan pembelajaran yang lebih aktif, interaktif, dan bermakna bagi peserta didik. Selain itu, pengembangan E-LKPD serupa dapat dilakukan pada materi matematika lainnya dengan menambahkan fitur dan media pembelajaran yang lebih inovatif agar dapat mendukung peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik secara lebih luas. Penelitian selanjutnya juga diharapkan dapat mengembangkan E-LKPD dengan cakupan subjek yang lebih besar sehingga efektivitas produk dapat diuji secara lebih mendalam dan menyeluruh.

DAFTAR PUSTAKA

- Amam, A. (2017). Penilaian kemampuan pemecahan masalah matematis siswa SMP. *Teorema: Teori dan Riset Matematika*, 2(1), 39–46.
- Amir, A. (2014). Pembelajaran matematika SD dengan menggunakan media manipulatif. *Forum Paedagogik*, 6(1), 72–89.
- August, F. M., & Ramlah, R. (2021). Analisis kemampuan pemecahan masalah matematis siswa berdasarkan prosedur Polya. *JIPMat*, 6(1), 43–59. <https://doi.org/10.26877/jipmat.v6i1.8080>
- Branch, R. M. (2009). *Instructional design: The ADDIE approach*. Springer.
- Cahirati, P. E. P., Makur, A. P., & Fedi, S. (2020). Analisis kesulitan belajar siswa dalam pembelajaran matematika yang menggunakan pendekatan PMRI. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 9(2), 227–238.
- Fullan, M., Quinn, J., & McEachen, J. (2018). *Deep Learning: Engage the World Change the World*. Corwin Press.

- Hartawan, I. G. N. Y., Suharta, I. G. P., Sudiarta, I. G. P., & Pujawan, I. G. N. (2024). Student problem solving ability in mathematics learning: Systematic literature review. *International Journal of Religion*, 5(11), 3030–3037.
- Indriaswuri, R., Gading, I. K., Suranata, K., & Suarni, N. K. (2023). Mindfulness and academic performance: A literature review. *Migration Letters*, 20(9), 341–358.
- Jayanti, N. P. S., Ardana, I. M., & Suryawan, I. P. P. (2019). Pengaruh model pembelajaran improve berbantuan masalah terbuka terhadap kemampuan pemecahan masalah matematika siswa kelas VIII SMP Laboratorium Undiksha. *Jurnal Pendidikan Matematika Undiksha*, 10(2), 9–18.
- Kertiani, W., Suharta, I. G. P., & Ardana, I. M. (2024). Development of E-LKPD based on ethnomathematics for geometry materials of elementary school. *AgEcon Search*, 2(5), 77–83.
- Ni Putu Widya Purnamawati, I Made Sugiarta, & Ni Made Sri Mertasari. (2024). Canva-Based E-Modules And Test Forms For Enchancing Critical Thinking Abilities In Class VIII Students. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dan Pembelajaran*, 8(2), 235–243. <https://doi.org/10.23887/jipp.v8i2.66075>
- Polya, G. (1973). *How to Solve It: A New Aspect of Mathematical Method* (2nd ed.). Princeton University Press.
- Prastyani, N. W. A., Ariawan, I. P. W., & Suharta, I. G. P. (2019). Peningkatan pemahaman konsep matematika siswa kelas X MIPA 2 SMA Negeri 1 Kediri melalui penerapan model pembelajaran realistik dengan setting kooperatif berbantuan LKS terstruktur. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Matematika Indonesia*, 8(2), 19–29.
- Sariani, L. D., & Suarjana, I. M. (2022). Upaya meningkatkan hasil belajar matematika melalui E-LKPD interaktif muatan matematika materi simetri lipat dan simetri putar. *MIMBAR PGSD Undiksha*, 10(1), 164–173.
- Sugrah, N. (2019). Implementasi teori belajar konstruktivisme dalam pembelajaran sains. *Humanika*, 19(2), 121–138.
- Suharta, I. G. P., Ardana, I. M., & Sudiarta, I. G. P. (2017). Pengembangan pembelajaran matematika berbasis pemecahan masalah untuk meningkatkan kemampuan berpikir matematis siswa. *Jurnal Pendidikan dan Pengajaran*, 50(2), 75–84.
- Sumartini, T. S. (2016). Peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa melalui pembelajaran berbasis masalah. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(2), 148–158.
- Sutarto, S., Sari, D. P., & Fathurrochman, I. (2021). Teacher strategies in online learning to increase students' interest in learning during COVID-19 pandemic. *Jurnal Konseling dan Pendidikan*, 9(3), 129–137.
- Wahyuni, I. A. G. S., Astawa, I. W. P., & Suharta, I. G. P. (2024). Pengembangan E-LKPD interaktif berbasis liveworksheet untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika siswa pada materi persamaan dan pertidaksamaan linear. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 14(2).
- Warini, N. M., Putra, I. K. A., & Widiana, I. W. (2023). Implementasi teori belajar sosial Bandura dalam pembelajaran abad ke-21. *Jurnal Pedagogi dan Pembelajaran*, 6(2), 210–219.

Widiana, I. W., Suastra, I. W., & Suwatra, I. I. W. (2020). Pengaruh pembelajaran reflektif terhadap kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah siswa. *Jurnal Ilmiah Pendidikan dan Pembelajaran*, 4(3), 456–465.