MAXIMA : Jurnal Pendidikan Matematika https://ejournal.uimsya.ac.id/index.php/maxima/
Volume 04(01) (2026), Pages 1-20 ISSN: 3026-3832 (Media Online)

Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) Liveworksheet Berbasis *Guided Inquiry Learning* Pada Materi Trigonometri

Moh. Abdul Qohar[1], Rikha Warna Aulia[2], Komarudin A[3]

[1,2,3]Tadris Matematika Universitas KH. Mukhtar Syafaat Banyuwangi

Email: mohabdulqohar@iaida.ac.id

ABSTRACT

Students' difficulties in understanding concepts and applying trigonometric formulas highlight the need for learning materials that support a structured process of concept discovery. However, the use of interactive digital learning materials that address these needs remains limited. This study aims to develop an Electronic Student Worksheet (E-LKPD) based on *Guided Inquiry Learning* using Liveworksheet for trigonometry instruction that meets validity and practicality criteria. The study employed a *Research and Development* (R&D) approach using the 4D development model, consisting of the *define, design, develop,* and *disseminate* stages. The research was conducted at MA Al-Amiriyyah Blokagung, Banyuwangi, involving two subject-matter experts, two media experts, and 25 tenth-grade students. Data were collected through observations, interviews, expert validation sheets, student response questionnaires, and documentation. The data were analyzed using quantitative and qualitative descriptive techniques. The validation results showed that the developed E-LKPD received a score of 84% from subject-matter experts and 84.7% from media experts, both of which were classified as valid. Meanwhile, student responses reached 88.8%, indicating a very high level of practicality. The developed E-LKPD incorporates six stages of *Guided Inquiry Learning*: orientation, problem formulation, hypothesis formulation, data collection, hypothesis testing, and conclusion drawing. These findings indicate that the E-LKPD meets the established validity and practicality criteria, making it a suitable alternative learning resource for trigonometry instruction. Further research is recommended to improve the functionality of its interactive features and examine its effectiveness in enhancing students' mathematical conceptual understanding through experimental or quasi-experimental designs.

Keywords: Electronic Student Worksheet (E-LKPD); Guided Inquiry Learning; Liveworksheet; Research and Development; Trigonometry

ABSTRAK

Kesulitan peserta didik dalam memahami konsep dan menerapkan rumus trigonometri menunjukkan perlunya bahan ajar yang mampu memfasilitasi proses penemuan konsep secara terarah. Namun, penggunaan bahan ajar digital interaktif yang mendukung kebutuhan tersebut masih terbatas. Penelitian ini bertujuan mengembangkan E-LKPD berbasis *Guided Inquiry Learning* berbantuan Liveworksheet pada materi trigonometri yang memenuhi kriteria valid dan praktis. Penelitian menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model 4D, meliputi tahap *define, design, develop,* dan *disseminate*. Penelitian dilaksanakan di MA Al-Amiriyyah Blokagung Banyuwangi dengan melibatkan dua ahli materi, dua ahli media, dan 25 peserta didik kelas X. Data diperoleh melalui observasi, wawancara, lembar validasi, angket respons peserta didik, serta dokumentasi. Seluruh data dianalisis menggunakan teknik deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Hasil validasi menunjukkan bahwa E-LKPD memperoleh penilaian

sebesar 84% dari ahli materi dan 84,7% dari ahli media, yang keduanya termasuk kategori valid. Sementara itu, respons peserta didik mencapai 88,8% dengan kategori sangat praktis. E-LKPD yang dikembangkan memuat enam tahapan *Guided Inquiry Learning*, mulai dari orientasi, perumusan masalah, penyusunan hipotesis, pengumpulan data, pengujian hipotesis, hingga penarikan kesimpulan. Berdasarkan hasil tersebut, E-LKPD dinyatakan valid dan sangat praktis sehingga dapat digunakan sebagai alternatif bahan ajar trigonometri. Penelitian lanjutan disarankan untuk menyempurnakan fungsi fitur interaktif dan menguji efektivitas produk terhadap pemahaman konsep matematika melalui desain eksperimen atau kuasi-eksperimen.

Kata Kunci: E-LKPD; *Guided Inquiry Learning*; Liveworksheet; penelitian pengembangan; trigonometri

PENDAHULUAN

Pendidikan di Indonesia saat ini sedang berada dalam fase perubahan yang signifikan seiring dengan perkembangan zaman dan teknologi informasi(Delia Maharani & Latifah Meynawati, 2023). Menurut (Mhlanga, 2024) proses pembelajaran kini tidak sepenuhnya mengandalkan metode tradisional seperti pertemuan tatap muka dan penggunaan buku cetak, melainkan mulai memanfaatkan beragam inovasi berbasis teknologi digital. Transformasi tersebut memberikan kesempatan untuk menciptakan pembelajaran yang lebih hidup, atraktif, dan interaktif, sehingga kemungkinan siswa merasa jenuh dapat ditekan dan motivasi belajarnya dapat meningkat.

Hasil studi yang dilakukan oleh (Rajagukguk et al., 2024) mengungkapkan bahwa cara orang menggunakan internet di Indonesia sangat dipengaruhi oleh aspek demografi dan sosial-ekonomi, di mana individu yang berusia muda, memiliki pendidikan tinggi, serta tinggal di daerah perkotaan cenderung menggunakan internet lebih sering. Sementara itu, (Ilham & Siti Rohmani, 2024) menemukan bahwa meskipun siswa menghabiskan banyak waktu bermain di media sosial, kegiatan ini tidak memberikan pengaruh besar terhadap kemampuan literasi, sebaliknya, jika digunakan untuk belajar dan berkomunikasi, kegiatan tersebut memiliki efek yang lebih positif. Selain itu, laporan (UNICEF, 2021) menunjukkan adanya ketimpangan digital dan hambatan lain dalam pemanfaatan pembelajaran digital meskipun akses internet semakin luas, seperti rendahnya kepemilikan perangkat dan kualitas koneksi di rumah, yang memperkuat argumen bahwa meski akses internet tinggi, tidak menjamin penggunaan yang produktif dalam bidang pendidikan.

Di sisi lain, pada bidang pendidikan matematika, khususnya materi trigonometri, konsep-konsep yang dipelajari kerap bersifat abstrak sehingga sulit dipahami oleh sebagian besar siswa. Apabila proses pembelajaran trigonometri masih mengandalkan metode tradisional seperti ceramah, penggunaan LKS cetak, dan latihan soal yang monoton, siswa berpotensi menjadi kurang aktif, cepat merasa jenuh, serta kehilangan motivasi belajar. Meskipun berbagai media dan teknik pembelajaran sudah diterapkan di dalam kelas, para siswa tetap menghadapi tantangan dalam menghubungkan konsep-konsep matematika dengan konteks permasalahan yang ada, sehingga diperlukan media pembelajaran yang lebih efisien(Azizah, 2024).

Studi yang dilakukan oleh (Susanti & Asnawi, 2025), juga mengungkapkan bahwa para siswa menghadapi beragam tantangan dalam kemampuan berpikir kritis mereka ketika mengerjakan soal suku banyak. Hal ini menandakan bahwa diperlukan pendekatan pembelajaran yang lebih terencana untuk memperbaiki kemampuan analisis matematika mereka. Oleh karena itu diperlukan strategi pembelajaran yang efektif, salah satunya dengan menginovasi media pembelajaran yang lebih interaktif dan mampu mendorong

keterlibatan siswa secara aktif.

Landasan hukum untuk pengembangan media pembelajaran yang inovatif ini sejalan dengan isi dari Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 mengeai Sistem Pendidikan Nasional, terutama dalam Pasal 40 Ayat (2) yang menyatakan bahwa para pendidik dan tenaga kependidikan perlu untuk menciptakan suasana pendidikan yang berarti, menyenangkan, kreatif, dinamis, dan dialogis. Selain itu, Sebagai tindak lanjut dari arah kebijakan pendidikan nasional, Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2022, yang merupakan revisi atas Peraturan Pemerintah Nomor 57 Tahun 2021, kembali menegaskan pentingnya pemenuhan Standar Nasional Pendidikan sebagai dasar dalam penyelenggaraan proses pembelajaran di satuan pendidikan. Ketentuan ini dijabarkan lebih rinci melalui Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (Permendikbudristek) Nomor 16 Tahun 2022 tentang Standar Proses, yang mengatur bahwa kegiatan pembelajaran harus dilaksanakan dalam suasana yang interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang, dan mampu mendorong partisipasi aktif peserta didik, serta memberikan kesempatan bagi mereka untuk mengembangkan prakarsa, kreativitas, dan kemandirian. Dengan demikian, Pengembangan LKPD yang berbasis digital adalah salah satu contoh nyata dari pemenuhan amanat undang-undang ini untuk menciptakan pembelajaran yang berorientasi pada siswa dan sesuai dengan tuntutan era saat ini.

Relevansi pengembangan media ini semakin diperkuat dengan penerapan Kurikulum Merdeka yang fokus pada konsep pembelajaran diferensiasi, di mana siswa diberikan kebebasan untuk belajar sesuai dengan kebutuhan, minat, dan kecepatan mereka. Kurikulum Merdeka menekankan pengembangan karakter Pelajar Pancasila yang memiliki kemampuan berpikir kritis, kreatif, mandiri, dan kolaboratif(Syahnur et al., 2024). Salah satu media yang dapat dimanfaatkan dalam pembelajaran matematika adalah LKPD interaktif karena sangat cocok dengan prinsip Kurikulum Merdeka, karena dibuat untuk membantu siswa menjelajahi konsep secara mandiri tetapi tetap terorganisir, sehingga dapat mendukung diferensiasi pembelajaran serta mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan kemandirian dalam belajar yang merupakan salah satu ciri khas Pelajar Pancasila(Fitriasari & Yuliani, 2021).

Dalam dunia pendidikan, memang diperlukan media yang mampu membantu peserta didik memahami materi secara runtut dan sistematis sehingga kompetensi yang diharapkan dapat tercapai secara menyeluruh. Selama ini, media pembelajaran seperti LKPD konvensional memang menyajikan materi yang cukup lengkap, namun aktivitas dan tugas yang ada di dalamnya sering kali kurang menekankan pada keaktifan serta Antusiasme siswa dalam belajar. Bahkan, banyak LKPD hanya berisi soal-soal yang bisa diselesaikan dengan melihat ringkasan materi, sehingga belum mendorong keterampilan berpikir mendalam maupun membangun konsep yang kuat(Hidayah & Kuntjoro, 2022; Qohar et al., 2025). Kondisi tersebut berpotensi menyebabkan pemahaman siswa terhadap materi tidak berkembang secara maksimal. Karena itu, diperlukan suatu model pembelajaran yang dapat meningkatkan perhatian serta keterlibatan aktif peserta didik sehingga proses belajar menjadi lebih bermakna.

Sejalan dengan perkembangan teknologi, media digital menjadi alternatif yang relevan untuk mendukung proses pembelajaran. Salah satu bentuk inovasi yang dapat digunakan adalah Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD). Berbeda dengan LKPD cetak, E-LKPD adalah alat bantu pembelajaran interaktif yang berbasis digital, dirancang untuk membantu proses belajar siswa baik secara sendiri maupun dengan bimbingan(Haryana Putri et al., 2025). E-LKPD yang saat ini sedang dalam proses pengembangan tersedia dalam bentuk digital yang memungkinkan siswa untuk mengakses materi, instruksi, dan

latihan melalui perangkat elektronik seperti tablet, komputer, atau smartphone yang menyajikan konten dengan cara yang lebih interaktif melalui kombinasi teks, animasi, gambar, video, serta simulasi yang dikemas dengan panduan sehingga pengguna menjadi lebih tertarik dan terlibat(Sari et al., 2025). Fitur-fitur ini dipercaya dapat meningkatkan antusiasme siswa dalam belajar dan memberikan efek positif terhadap hasil belajar mereka. Di samping itu, E-LKPD lebih mudah digunakan, lebih efisien, dan dapat diakses kapan saja, sedangkan guru bisa mengawasi kemajuan siswa secara langsung melalui sistem yang memberikan umpan balik segera. Oleh karena itu, E-LKPD memiliki potensi untuk menjadi sarana pembelajaran digital yang efektif untuk meningkatkan pendidikan peserta didik.

Salah satu platform yang dapat digunakan untuk membuat E-LKPD ini ialah LiveWorksheet karena Platform Liveworksheets dipilih untuk mengembangkan E-LKPD karena terbukti valid dan praktis dalam meningkatkan minat serta hasil belajar matematika, serta kemampuan berpikir kritis siswa. Validitas produk berada di kisaran 80 %, dengan respons pengguna yang tinggi dari guru dan siswa (≥ 95 %) (Zhalila et al., 2024a). Liveworksheets adalah sebuah platform daring yang menyediakan fasilitas pembuatan e-worksheet atau lembar kerja digital, sehingga memudahkan guru dalam merancang perangkat pembelajaran interaktif(Chodijah et al., 2025). Lembar kerja ini dapat dikerjakan langsung secara online dengan tampilan yang menarik dan penggunaan yang sederhana(Nirmayani, 2022). Melalui Liveworksheets, guru dapat menyusun materi serta LKPD interaktif dengan memanfaatkan berbagai fitur seperti penyematan video, gambar, maupun teks. Keunggulannya, lembar kerja tersebut bisa diakses kapan saja melalui laptop maupun ponsel, sehingga membantu peserta didik memahami materi lebih mudah sekaligus menumbuhkan minat mereka untuk belajar(Aulia & Aji, 2024).

Penggunaan E-LKPD juga dapat membuat peserta didik lebih aktif dan terlatih dalam berpikir kritis ketika memecahkan suatu permasalahan, yang berdampak positif bagi perkembangan kemampuan kognitif dan kualitas belajar(Sukmawati & Ghofur, 2023). Salah satu model pembelajaran yang dapat mendorong peserta didik aktif dalam proses belajar ialah model pembelajaran guided inquiry learning(Cahaya et al., 2024).

Pendekatan Guided Inquiry Learning dipilih karena mendorong siswa untuk terlibat aktif dalam proses penyelidikan, berpikir kritis, menganalisis data, serta menarik kesimpulan berdasarkan bukti, bukan sekadar menerima informasi secara pasif. Melalui bimbingan guru yang bersifat mengarahkan, bukan menggurui, siswa belajar merumuskan pertanyaan, mencari dan mengolah informasi, hingga menyusun kesimpulan secara mandiri. Cara ini menumbuhkan motivasi intrinsik serta rasa tanggung jawab terhadap pembelajaran mereka. Sementara itu guru berperan sebagai fasilitator yang membantu siswa menghindari miskonsepsi dan menuntun mereka mencapai pemahaman yang benar(Utari et al., 2022).

Model *Guided Inquiry Learning* tidak hanya mengembangkan keterampilan penting seperti berpikir kritis dan kemandirian, tetapi juga memiliki karakter yang fleksibel serta interaktif sehingga sesuai dengan gaya belajar Siswa yang hidup di era teknologi (Wandira & Gumay, 2024). Generasi ini cenderung menyukai interaksi, umpan balik yang cepat, dan pembelajaran yang memberi ruang untuk inisiatif, sehingga cocok dengan pendekatan inkuiri terbimbing(Kang, 2022). Melalui model ini, peserta didik didorong untuk belajar secara aktif, kolaboratif, dan berbasis pengalaman, sejalan dengan preferensi cara belajar Peserta didik masa kini yang lebih tertarik pada materi singkat, visual, dan interaktif karena rentang perhatian mereka relatif pendek. Dalam praktiknya, guru berperan mengarahkan peserta didik melalui tahapan tertentu agar mereka dapat menemukan pengetahuan atau konsep baru(Agustin & Pradana, 2021). Dengan demikian,

model ini efektif dalam melatih kemampuan berpikir kritis, menumbuhkan sikap ilmiah, serta memotivasi peserta didik untuk aktif melakukan penemuan(Trisnani, 2024). Model ini juga menekankan pembelajaran yang berpusat pada peserta didik dan mendorong mereka memanfaatkan berbagai sumber belajar, bukan hanya dari guru(A et al., 2023; Yang Gusti Feriyanti et al., 2025).

Penelitian yang dilakukan oleh Tri Widiyarsih membuktikan bahwa pengembangan E-LKPD berbantu Liveworksheet pada materi Trigonometri dinyatakan sangat valid berdasarkan persentase rata-rata uji validitas sebesar 90,75%, sangat praktis berdasarkan persentase rata-rata uji kepraktisan sebesar 85,7% dan sangat efektif berdasarkan rata-rata nilai hasil belajar peserta didik sebesar 90,16. Namun, belum banyak penelitian yang secara spesifik berfokus pada pengembangan E-LKPD yang menerapkan model Guided Inquiry Learning pada materi trigonometri. Melalui pemanfaatan platform Liveworksheet, E-LKPD yang dihasilkan dirancang lebih interaktif dan komprehensif dalam menyajikan materi Trigonometri, sehingga mampu mendukung peserta didik dalam memahami konsep secara lebih mendalam dan meningkatkan efektivitas proses pembelajaran di kelas.

Maka dari itu penelitian ini bertujuan mengembangkan produk pembelajaran E-LKPD berbasis Guided Inquiry Learning menggunakan platform Liveworksheet pada materi Trigonometri yang valid dan praktis, dan bagaimana Kelayakan produk yang dilihat berdasarkan sejauh mana E-LKPD memenuhi standar tertentu, termasuk kecocokan materi dengan konsep dan kompetensi yang dituju. Untuk menilai kelayakan tersebut, dilakukan proses validasi melalui angket yang disusun sesuai tujuan penelitian. Angket validasi ahli media diberikan kepada validator untuk menilai aspek kelayakan media dalam E-LKPD interaktif. Hasil validasi kemudian digunakan sebagai dasar perbaikan, sehingga produk akhir dapat sesuai dengan tujuan pengembangan. Selain itu, penelitian ini juga mengukur respon peserta didik terhadap E-LKPD yang dikembangkan.

Berdasarkan penjelasan mengenai latar belakang dan masalah yang telah disampaikan, maka rumusan masalah penelitian ini adalah, Bagaimana mengembangkan E-LKPD berbasis Guided Inquiry Learning menggunakan Liveworksheet pada materi trigonometri yang valid dan praktis? Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan produk E-LKPD yang didasarkan pada Guided Inquiry Learning dengan memanfaatkan Liveworksheet untuk materi trigonometri, yang memiliki tingkat kevalidan dan kepraktisan dalam proses pembelajaran.

METODE

Penelitian ini menerapkan metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development* atau R&D) dengan model 4D yang terdiri atas tahap *define, design, develop,* dan *disseminate* (Thiagarajan et al., 1974). Penelitian dilakukan di MA Al-Amiriyyah Blokagung, Banyuwangi, dengan fokus pengembangan E-LKPD berbasis *Guided Inquiry Learning* berbantuan Liveworksheet pada materi trigonometri. Uji coba produk melibatkan 25 peserta didik kelas X yang dipilih menggunakan teknik *purposive sampling*. Sementara itu, penilaian kelayakan produk dilakukan oleh empat validator, yang terdiri atas dua ahli materi dan dua ahli media. Proses pengembangan dimulai dari tahap *define* untuk mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran, karakteristik peserta didik, cakupan materi, dan tujuan pembelajaran. Pada tahap *design*, peneliti menyusun rancangan E-LKPD dengan mengintegrasikan enam langkah *Guided Inquiry Learning*. Tahap *develop* mencakup pembuatan produk, validasi ahli, perbaikan berdasarkan masukan validator, dan uji coba terbatas kepada peserta didik. Selanjutnya, tahap *disseminate* dilakukan

dengan mendistribusikan produk secara terbatas di lingkungan sekolah dan menyediakan akses melalui tautan Liveworksheet.

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, angket validasi ahli, angket respons peserta didik, serta dokumentasi. Lembar validasi digunakan untuk menilai kesesuaian materi dan kualitas media, sedangkan angket respons peserta didik digunakan untuk mengetahui tingkat kepraktisan E-LKPD. Data kuantitatif dianalisis menggunakan statistik deskriptif melalui perhitungan rata-rata dan persentase dengan rumus:

$$P = \frac{\sum X}{\sum X_{\text{maks}}} \times 100\%$$

Keterangan: (P) adalah persentase penilaian, $\sum X$ merupakan jumlah skor yang diperoleh, dan $\sum X_{\text{maks}}$ merupakan jumlah skor maksimum. Data kualitatif dari observasi, wawancara, dan masukan validator dianalisis secara deskriptif sebagai dasar penyempurnaan produk.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pengembangan E-LKPD Berbasis Guided Inquiry Learning

Penelitian ini menghasilkan produk berupa Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) berbasis *Guided Inquiry Learning* berbantuan Liveworksheet untuk pembelajaran trigonometri kelas X Madrasah Aliyah. Pengembangan produk menggunakan model 4D yang meliputi tahap *define*, *design*, *develop*, dan *disseminate*. Produk dikembangkan berdasarkan analisis kebutuhan pembelajaran, kesesuaian materi trigonometri dengan tujuan pembelajaran, serta kebutuhan aktivitas belajar yang memungkinkan peserta didik menemukan konsep matematika melalui kegiatan inkuiri terbimbing.

1.1 Tahap Pendefinisian (*Define*)

Tahap pendefinisian dilakukan melalui analisis kondisi pembelajaran, karakteristik peserta didik, materi, tugas, dan tujuan pembelajaran. Hasil wawancara serta analisis kebutuhan di MA Al-Amiriyyah menunjukkan bahwa pembelajaran trigonometri menghadapi kendala berupa kesulitan peserta didik memahami hubungan sudut dan sisi segitiga, menentukan perbandingan trigonometri, serta menerapkan konsep pada masalah kontekstual. Pembelajaran juga masih didominasi penjelasan guru dan belum didukung penggunaan lembar kerja digital interaktif secara optimal.

Tabel 1. Hasil analisis kebutuhan pengembangan E-LKPD

Aspek analisis	Temuan penelitian	Implikasi pengembangan
Karakteristik peserta didik	Siswa mengalami kejenuhan terhadap pembelajaran konvensional	Penyediaan bahan ajar digital
Kebutuhan pembelajaran	Siswa membutuhkan aktivitas pembelajaran interaktif	Pengembangan aktivitas interaktif pada Liveworksheet

Karakteristik materi	Konsep trigonometri memerlukan visualisasi	Penggunaan diagram, ilustrasi, dan representasi matematis

Hasil analisis tersebut menjadi dasar pemilihan Liveworksheet sebagai platform pengembangan E-LKPD. Materi yang dikembangkan mencakup perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku, sudut-sudut istimewa, perbandingan trigonometri pada berbagai kuadran, dan penerapannya dalam menyelesaikan masalah kontekstual.

1.2 Tahap Perancangan (*Design*)

Pada tahap ini dilakukan penyusunan tes acuan patokan yang bertujuan untuk mengukur pencapaian kompetensi peserta didik sesuai dengan indikator pembelajaran yang telah dirumuskan. Penyusunan tes diawali dengan pembuatan kisi-kisi soal berdasarkan tujuan pembelajaran, kemudian dilanjutkan dengan penyusunan butir soal dalam bentuk uraian. Instrumen tes yang disusun digunakan untuk memperoleh data mengenai tingkat penguasaan materi oleh peserta didik.

Tabel 2. Kisi-kisi soal

No	Indikator	Materi	Soal	Level
1.	Menentukan nilai perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku	Sin, Cos, Tan	1 - 2	C3
2.	Menentukan nilai trigonometri sudut istimewa	Sudut istimewa	3 - 4	C3
3.	Menentukan nilai trigonometri pada kuadran	Kuadran	5 - 6	C4
4.	Menyelesaikan masalah kontekstual trigonometri	Aplikasi trigonometri	7 - 8	C4

Merujuk pada kisi-kisi yang telah dirancang tahap berikutnya adalah pengembangan perangkat pembelajaran, serta rancangan aktivitas E-LKPD. Kegiatan pembelajaran disusun berdasarkan enam tahapan *Guided Inquiry Learning*, yaitu orientasi, perumusan masalah, penyusunan hipotesis, pengumpulan data, pengujian hipotesis, dan penarikan kesimpulan. Setiap tahap dihubungkan dengan aktivitas digital yang memungkinkan peserta didik melakukan pengamatan, mengisi jawaban, menelaah informasi, dan menyusun kesimpulan.

Tabel 3. Integrasi tahapan Guided Inquiry Learning dalam E-LKPD

Tahapan inkuiri	Bentuk aktivitas pada E-LKPD
Orientasi	Mengamati ilustrasi atau permasalahan kontekstual trigonometri
Merumuskan masalah	Mengidentifikasi persoalan tentang hubungan sudut dan sisi segitiga
Menyusun hipotesis	Menuliskan dugaan awal mengenai hubungan perbandingan trigonometri

Mengumpulkan data	Mengumpulkan informasi melalui materi, gambar, dan tautan yang disediakan
Menguji hipotesis	Melakukan perhitungan serta membandingkan hasil dengan dugaan awal
Menarik kesimpulan	Merumuskan hasil penemuan konsep berdasarkan kegiatan sebelumnya

Produk dirancang dengan menggabungkan petunjuk penggunaan, materi pembelajaran, ilustrasi, pertanyaan penuntun, dan latihan interaktif. Penggunaan fitur digital diarahkan untuk mendukung aktivitas inkuiri, terutama ketika peserta didik mengidentifikasi masalah, menguji jawaban, dan menghubungkan representasi visual dengan konsep matematika.

1.3 Tahap Pengembangan (*Develop*)

Tahap pengembangan menghasilkan prototipe E-LKPD yang kemudian dievaluasi melalui penilaian dua ahli materi dan dua ahli media. Proses validasi menghasilkan sejumlah masukan mengenai kesesuaian materi, kejelasan penyajian, struktur aktivitas inkuiri, tampilan media, dan fungsi fitur interaktif.

Revisi produk dilakukan berdasarkan masukan validator sebelum uji coba kepada peserta didik. Perbaikan mencakup penyesuaian capaian dan alur tujuan pembelajaran, pemisahan paparan materi dan bagian orientasi, penambahan masalah kontekstual, penyusunan panduan penyelesaian, pengaturan penempatan rumus, dan perbaikan kolom jawaban interaktif. Berikut sebagian hasil revisinya, antara lain:

a) Cover

Bagian cover E-LKPD memuat judul kegiatan, identitas siswa (nama, kelas/semester), mata pelajaran, serta waktu pengerjaan.

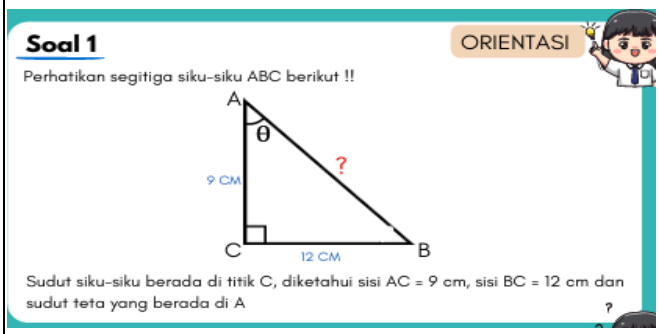


Gambar 1. Cover E-LKPD

b) Perbaikan Penempatan Materi dan Orientasi

Tabel 4, Revisi isi

Sebelum revisi

Sesudah revisi
 

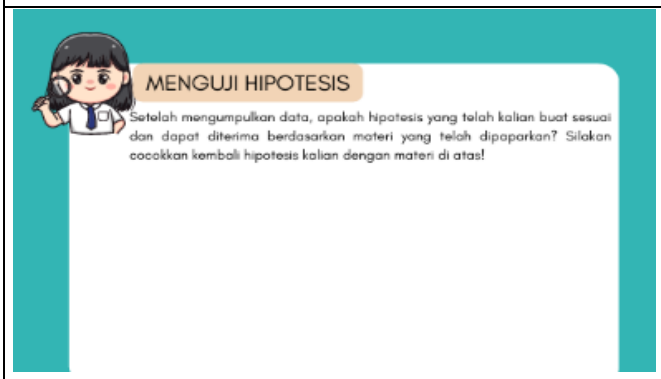
Hasil revisi ditunjukkan pada tabel 4 Sebelum direvisi, bagian materi masih menjadi satu dengan tahap *guided inquiry learning*, terutama pada fase orientasi. Setelah diperbaiki, materi dan tahap orientasi telah dipisahkan, sehingga materi

sekarang disajikan sebagai bagian yang terpisah dan tidak lagi dimasukkan dalam tahap *guided inquiry learning*.

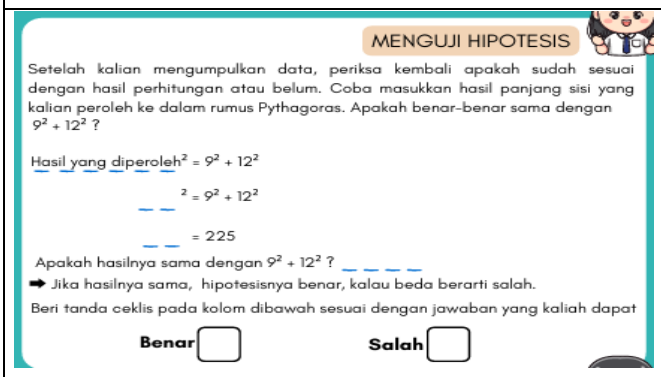
c) Penambahan Panduan Penyelesaian

Tabel 5 Penambahan Panduan Penyelesaian

Sebelum revisi



Sesudah revisi



Dapat dilihat dari tabel 5 sebelum revisi, pada fase pengujian hipotesis tidak terdapat petunjuk yang spesifik. Setelah dilakukan perbaikan, ditambah informasi arahan untuk membantu siswa dalam membuktikan hipotesis yang telah mereka buat, sehingga proses pembelajaran menjadi lebih terfokus dan terarah. Berikut tabel hasil revisi produk berdasarkan masukan ahli:

Tabel 6. Hasil revisi produk berdasarkan masukan ahli

Komponen	Masukan validator	Perbaikan produk
Identitas dan perangkat pembelajaran	Kesalahan penulisan serta perlunya penyesuaian CP dan ATP	Perbaikan penulisan dan penyesuaian perangkat

Struktur pembelajaran	Paparan materi perlu dipisahkan dari tahap orientasi	Penataan ulang bagian materi dan orientasi
Masalah matematis	Orientasi perlu dilengkapi masalah kontekstual	Penambahan masalah kontekstual trigonometri
Dukungan belajar	Panduan penyelesaian perlu diperjelas	Penambahan petunjuk penyelesaian
Penyajian rumus	Rumus pada materi perbandingan trigonometri perlu dipisahkan	Perbaikan tata letak rumus
Fitur interaktif	Kolom hipotesis pada materi sudut istimewa tidak dapat diisi	Perbaikan fungsi kolom jawaban

1.4 Tahap Penyebaran (*Disseminate*)

Penyebaran produk dilakukan setelah proses pengembangan, validasi, revisi, dan uji coba terbatas. Produk akhir E-LKPD didistribusikan melalui tautan Liveworksheet serta disediakan pada komputer laboratorium MA Al-Amiriyyah. Tahap ini menunjukkan bahwa produk telah didistribusikan untuk penggunaan pembelajaran, sedangkan data mengenai jumlah pengguna atau penerapan di sekolah lain belum dilaporkan.

2. Hasil Uji Validitas E-LKPD

Validasi produk melibatkan empat validator yang terdiri atas dua ahli materi dan dua ahli media. Penilaian dilakukan menggunakan instrumen skala Likert lima tingkat. Validasi ahli materi mencakup kelayakan isi, penyajian, dan bahasa, sedangkan validasi ahli media mencakup tampilan, interaktivitas, dan kesesuaian media dengan pembelajaran.

Tabel 7. Hasil validasi ahli materi dan ahli media

Jenis validasi	**Validator I**	**Validator II**	**Rata-rata**
Ahli materi	80,0%	88,0%	84,0%
Ahli media	85,3%	84,0%	84,7%*

Hasil validasi ahli materi menunjukkan bahwa E-LKPD memperoleh skor total 60 dari validator pertama dan 66 dari validator kedua, dengan rata-rata 63 dari skor maksimum 75. Persentase keseluruhan sebesar 84,0% menempatkan produk dalam kategori valid. Pada penilaian per butir, kesesuaian CP dan ATP dengan materi serta keruntutan penyajian berdasarkan *Guided Inquiry Learning* memperoleh rata-rata 4,5 dari skala 5. Sementara itu, kedalaman materi dan dukungan terhadap pengembangan strategi penyelesaian masalah masing-masing memperoleh rata-rata 3,5.

Validasi ahli media menghasilkan skor 64 dari validator pertama dan 63 dari validator kedua, dengan rata-rata 63,5 dari skor maksimum 75. Persentase yang dihitung dari skor tersebut adalah 84,67%. Kesesuaian warna dan tata letak serta kesesuaian media dengan tujuan *Guided Inquiry Learning* masing-masing memperoleh skor rata-rata 5,0. Sebaliknya, aspek fungsi fitur interaktif memperoleh skor rata-rata 3,0, sedangkan kerapian desain halaman memperoleh 3,5. Temuan ini memperlihatkan bahwa penilaian

media secara umum telah memenuhi kategori valid, tetapi beberapa komponen teknis masih memerlukan penyempurnaan.

3. Hasil Uji Kepraktisan E-LKPD

Uji kepraktisan dilakukan kepada 25 peserta didik kelas X MA Al-Amiriyyah setelah menggunakan E-LKPD pada pembelajaran trigonometri. Penilaian dilakukan melalui angket respons peserta didik yang terdiri atas 15 indikator dalam tiga aspek, yaitu pembelajaran, bahasa, dan konstruksi media.

Tabel 8. Hasil penilaian kepraktisan berdasarkan aspek

Aspek penilaian	Jumlah indikator	Persentase hasil perhitungan
Pembelajaran	7	89,3%
Bahasa	3	85,6%
Konstruksi media	5	92,0%
Keseluruhan	15	89,4%*

Aspek pembelajaran memperoleh rata-rata 89,3%. Indikator kemudahan penggunaan E-LKPD mencapai 93,6%, sedangkan kemudahan memahami instruksi *Guided Inquiry Learning* memperoleh 90,4%. Penilaian terhadap bantuan aktivitas E-LKPD dalam memahami materi trigonometri memperoleh 88,8%. Hasil ini menggambarkan respons positif peserta didik terhadap penggunaan produk sebagai bahan ajar digital.

Aspek bahasa memperoleh rata-rata 85,6%. Indikator kemudahan memahami bahasa mencapai 86,4%, penggunaan bahasa dan istilah yang komunikatif memperoleh 84,8%, dan kejelasan bahasa agar tidak membingungkan memperoleh 85,6%.

Aspek konstruksi media memperoleh rata-rata 92,0%, tertinggi di antara ketiga aspek penilaian. Daya tarik tampilan dan kenyamanan tata letak masing-masing memperoleh 97,6%. Namun, indikator bantuan fitur interaktif dalam memahami materi hanya memperoleh 83,2%, yang merupakan skor terendah dari seluruh indikator.

Perbedaan antarskor tersebut menunjukkan bahwa peserta didik memberikan penilaian sangat baik terhadap tampilan visual dan tata letak produk, sementara manfaat fitur interaktif masih memperoleh penilaian yang lebih rendah secara relatif.

4. Hasil Belajar Peserta Didik dalam Uji Coba Terbatas

Selain mengumpulkan data respons pengguna, penelitian juga mendokumentasikan hasil belajar 25 peserta didik setelah menggunakan E-LKPD. Penilaian dilakukan pada materi perbandingan trigonometri, sudut istimewa, kuadran, dan aplikasi trigonometri.

Tabel 9. Deskripsi hasil belajar peserta didik

Indikator	Hasil
Jumlah peserta didik	25
Nilai minimum	53,71
Nilai maksimum	98,41

Nilai rata-rata	87,99
Nilai median	91,06
Kriteria ketuntasan	75
Peserta didik tuntas	23 (92%)
Peserta didik belum tuntas	2 (8%)

Hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata nilai peserta didik mencapai 87,99, dengan nilai tertinggi 98,41 dan nilai terendah 53,71. Sebanyak 23 peserta didik atau 92% memenuhi batas ketuntasan 75, sedangkan dua peserta didik atau 8% belum mencapai ketuntasan.

Temuan tersebut memberikan gambaran deskriptif mengenai capaian belajar peserta didik dalam uji coba produk. Namun, karena penelitian tidak menyajikan perbandingan nilai sebelum dan sesudah pembelajaran maupun kelompok pembanding, data ini belum dapat digunakan untuk menyimpulkan adanya peningkatan hasil belajar yang disebabkan oleh penggunaan E-LKPD.

5. Pembahasan

Pengembangan E-LKPD berbasis *Guided Inquiry Learning* berbantuan Liveworksheet pada materi trigonometri menghasilkan bahan ajar digital yang memenuhi kriteria valid dan sangat praktis. Penilaian ahli materi memperoleh persentase 84%, sedangkan ahli media memberikan penilaian sekitar 84,7%. Respons peserta didik juga menunjukkan hasil positif dengan tingkat kepraktisan sebesar 88,8%. Hasil ini memperlihatkan bahwa E-LKPD telah memenuhi kriteria kelayakan berdasarkan aspek isi, penyajian, desain media, dan kemudahan penggunaan. Kualitas produk tersebut diperoleh melalui serangkaian kegiatan pengembangan, mulai dari analisis kebutuhan, perancangan aktivitas inkuiri, validasi ahli, hingga revisi produk. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menghasilkan bahan ajar digital yang layak digunakan, tetapi juga menawarkan rancangan pembelajaran yang menghubungkan tahapan inkuiri terbimbing dengan aktivitas trigonometri.

Hasil pengembangan tersebut berkaitan dengan prinsip konstruktivisme yang mendasari pembelajaran *Guided Inquiry Learning*. Dalam pandangan konstruktivistik, peserta didik membangun pemahaman melalui keterlibatan langsung dalam kegiatan belajar, bukan sekadar menerima informasi dari guru. Prinsip ini diterapkan melalui enam tahapan pembelajaran, yaitu orientasi, perumusan masalah, penyusunan hipotesis, pengumpulan data, pengujian hipotesis, dan penarikan kesimpulan. Pada pembelajaran trigonometri, tahapan tersebut diwujudkan melalui kegiatan mengenali sisi-sisi segitiga, mengamati hubungan antara sudut dan panjang sisi, serta menguji penggunaan perbandingan sinus, cosinus, dan tangen. Susunan aktivitas ini memberi kesempatan kepada peserta didik untuk menelusuri dasar suatu konsep sebelum menerapkannya dalam penyelesaian soal. Meskipun demikian, hasil validasi dan respons pengguna belum cukup untuk membuktikan adanya peningkatan pemahaman konseptual peserta didik.

Penerapan tahapan inkuiri dalam E-LKPD juga berkaitan dengan konsep *scaffolding*, yaitu bantuan belajar yang diberikan secara bertahap sesuai kebutuhan peserta didik. Dalam produk yang dikembangkan, bantuan tersebut disediakan melalui pertanyaan penuntun,

petunjuk penyelesaian, ilustrasi visual, dan kolom jawaban. Komponen-komponen ini dirancang untuk membantu peserta didik mengikuti proses penyelidikan dan menyusun kesimpulan berdasarkan informasi yang diperoleh. Lazonder dan Harmsen (2016), melalui meta-analisis terhadap 72 penelitian, menemukan bahwa pemberian bimbingan dalam pembelajaran berbasis inkuiri berkaitan dengan hasil yang lebih baik pada aktivitas belajar, penyelesaian tugas, dan capaian pembelajaran. Temuan tersebut mendukung penggunaan bantuan terstruktur dalam perancangan E-LKPD. Namun, penelitian ini belum menguji secara khusus pengaruh *scaffolding* terhadap hasil belajar. Oleh karena itu, kontribusi yang dapat ditunjukkan adalah penerapan bantuan bertahap dalam desain aktivitas pembelajaran trigonometri.

Penilaian ahli materi menunjukkan bahwa struktur pembelajaran telah memperoleh hasil yang baik, meskipun beberapa komponen masih membutuhkan penyempurnaan. Kesesuaian capaian pembelajaran dengan materi dan keruntutan penyajian berdasarkan *Guided Inquiry Learning* masing-masing memperoleh skor rata-rata 4,5 dari skala lima. Sebaliknya, kedalaman materi dan dukungan terhadap pengembangan strategi penyelesaian masalah memperoleh skor 3,5. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa penyajian materi yang sistematis belum tentu diikuti oleh aktivitas yang menuntut penalaran matematis secara mendalam. Pada materi trigonometri, peserta didik perlu diberi kesempatan untuk menjelaskan alasan penggunaan suatu perbandingan, menghubungkan gambar dengan simbol matematika, serta memeriksa ketepatan strategi penyelesaian. Dengan demikian, pengembangan E-LKPD perlu memperhatikan kualitas tugas matematis, bukan hanya urutan penyajian materi.

Penilaian ahli media memperlihatkan kecenderungan yang hampir sama. Aspek kesesuaian warna dan tata letak serta keselarasan media dengan tujuan *Guided Inquiry Learning* memperoleh skor rata-rata 5,0. Namun, fungsi fitur interaktif hanya memperoleh skor 3,0, sedangkan kerapian desain halaman memperoleh 3,5. Temuan ini menunjukkan bahwa tampilan yang baik belum selalu disertai fungsi teknis yang optimal. Kondisi tersebut terlihat ketika validator menemukan kolom jawaban pada tahap penyusunan hipotesis yang belum dapat diisi oleh peserta didik. Perbaikan pada bagian ini menjadi penting karena kolom jawaban merupakan sarana bagi peserta didik untuk menyampaikan dugaan awal sebelum melakukan pengujian. Apabila fitur tersebut tidak berfungsi, alur kegiatan inkuiri dapat terganggu. Oleh sebab itu, pemeriksaan fungsi setiap komponen interaktif perlu dilakukan sebelum E-LKPD digunakan dalam pembelajaran.

Perbedaan antara kualitas tampilan dan manfaat interaktivitas juga terlihat dalam respons peserta didik. Aspek tampilan dan kenyamanan tata letak masing-masing memperoleh penilaian 97,6%, sedangkan indikator bantuan fitur interaktif dalam memahami materi mencapai 83,2%. Data tersebut memperlihatkan bahwa peserta didik memberikan penilaian lebih tinggi terhadap unsur visual dibandingkan manfaat fitur interaktif. Dalam konteks pembelajaran matematika, hasil ini menunjukkan bahwa daya tarik tampilan perlu dibedakan dari kemampuan media dalam mendukung aktivitas belajar. E-LKPD yang menarik secara visual belum tentu memberikan bantuan yang memadai untuk memahami hubungan matematis. Oleh karena itu, evaluasi bahan ajar digital perlu mempertimbangkan sejauh mana fitur yang digunakan dapat membantu

peserta didik mengamati, mengolah informasi, menguji jawaban, dan menyimpulkan konsep. Meski demikian, perbedaan skor tersebut tidak dapat digunakan untuk menyatakan adanya hubungan sebab-akibat antara desain visual dan pemahaman matematika.

Hasil penelitian ini memiliki kesamaan dengan penelitian Widiyarsih et al. (2023) mengenai pengembangan E-LKPD berbantuan Liveworksheet pada materi trigonometri. Penelitian tersebut melaporkan kevalidan sebesar 90,75%, kepraktisan 85,7%, dan rata-rata hasil tes 90,16. Kedua penelitian menunjukkan bahwa Liveworksheet dapat dimanfaatkan untuk mengembangkan bahan ajar trigonometri yang memperoleh penilaian positif dari ahli dan pengguna. Perbedaannya terletak pada prosedur pengembangan dan rancangan pembelajaran. Widiyarsih et al. menggunakan model ADDIE, sedangkan penelitian ini menerapkan model 4D dengan mengintegrasikan enam tahapan *Guided Inquiry Learning*. Selain itu, penelitian Widiyarsih et al. mencakup evaluasi efektivitas, sementara penelitian ini berfokus pada validitas dan kepraktisan produk. Perbedaan desain, subjek, dan instrumen penelitian menyebabkan hasil persentase keduanya tidak dapat dibandingkan secara langsung untuk menentukan produk yang lebih unggul.

Temuan penelitian juga sejalan dengan Zhalila et al. (2024b) yang mengembangkan E-LKPD berbantuan Liveworksheets untuk memfasilitasi minat belajar matematika peserta didik kelas VII. Kedua penelitian menggunakan platform yang sama untuk menyediakan bahan ajar digital interaktif dan melibatkan penilaian pengguna dalam mengevaluasi kualitas produk. Namun, fokus pengembangannya berbeda. Zhalila et al. menempatkan minat belajar matematika sebagai sasaran pengembangan, sedangkan penelitian ini berorientasi pada penyusunan aktivitas inkuiri terbimbing dalam pembelajaran trigonometri di Madrasah Aliyah. Perbedaan tersebut memperlihatkan bahwa penggunaan Liveworksheet dapat diarahkan pada kebutuhan pembelajaran yang beragam. Dengan demikian, kualitas E-LKPD tidak cukup dinilai berdasarkan platform yang digunakan, tetapi juga perlu dikaitkan dengan karakteristik materi dan tujuan pembelajaran.

Perbandingan dengan penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pengembangan E-LKPD perlu memperhatikan kesesuaian antara teknologi dan pendekatan pedagogis. Liveworksheet menyediakan fasilitas untuk menyusun aktivitas digital, sedangkan *Guided Inquiry Learning* memberikan struktur pembelajaran yang mengarahkan peserta didik melakukan penyelidikan matematis. Dalam penelitian ini, keduanya dipadukan agar aktivitas tidak berhenti pada penyajian materi dan latihan soal, tetapi juga mencakup perumusan masalah, penyusunan dugaan, pengujian, dan penarikan kesimpulan. Integrasi tersebut merupakan karakteristik rancangan produk yang dikembangkan. Namun, penelitian ini tidak membandingkan *Guided Inquiry Learning* dengan model pembelajaran lain sehingga belum dapat menyatakan bahwa pendekatan tersebut lebih efektif. Kontribusi penelitian terletak pada rancangan E-LKPD yang menghubungkan fitur digital dengan tahapan inkuiri pada materi trigonometri.

Dalam konteks pembelajaran matematika di Madrasah Aliyah, E-LKPD yang dikembangkan dapat menjadi alternatif untuk memperluas variasi aktivitas belajar. Hasil analisis kebutuhan menunjukkan bahwa peserta didik masih mengalami kesulitan dalam

memahami hubungan sudut dan sisi segitiga serta menerapkan rumus pada persoalan kontekstual. Produk ini dirancang untuk merespons kesulitan tersebut melalui visualisasi konsep, pertanyaan penuntun, dan aktivitas penemuan secara bertahap. Pendekatan ini sesuai dengan karakteristik trigonometri yang memerlukan hubungan antara representasi geometris, numerik, dan simbolik. Namun, penerapannya tetap bergantung pada ketersediaan perangkat, akses internet, kesiapan guru, dan alokasi waktu pembelajaran. Oleh karena itu, hasil kepraktisan yang diperoleh dari MA Al-Amiriyyah belum dapat digeneralisasikan ke sekolah dengan kondisi dan karakteristik peserta didik yang berbeda.

Penelitian ini juga mencatat hasil belajar 25 peserta didik dengan nilai rata-rata sekitar 87,99 dan tingkat ketuntasan 92% berdasarkan batas nilai 75. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar peserta didik mencapai kriteria ketuntasan pada saat uji coba produk. Akan tetapi, data tersebut belum membuktikan bahwa penggunaan E-LKPD menyebabkan peningkatan hasil belajar. Penelitian ini tidak menggunakan kelompok pembanding atau pengukuran kemampuan awal yang dapat dijadikan dasar untuk menilai perubahan hasil belajar. Oleh karena itu, nilai peserta didik lebih tepat digunakan sebagai gambaran capaian belajar selama uji coba, bukan sebagai bukti efektivitas produk. Pembedaan ini diperlukan agar kesimpulan penelitian tetap sesuai dengan tujuan dan desain pengembangannya.

Hasil penelitian membuka kemungkinan pengembangan E-LKPD untuk kebutuhan pembelajaran yang lebih beragam. Apabila aktivitas inkuiri, kedalaman materi, dan fungsi interaktif terus diperbaiki, produk ini berpotensi mendukung pembelajaran yang memberikan ruang lebih luas bagi peserta didik untuk mengemukakan pemikiran matematis. Namun, kemungkinan tersebut masih memerlukan pengujian lebih lanjut. Perbedaan kemampuan awal peserta didik juga perlu menjadi pertimbangan dalam pengembangan berikutnya. Peserta didik yang telah menguasai konsep dasar dapat diberikan tugas dengan tingkat kesulitan lebih tinggi, sedangkan peserta didik yang masih mengalami kesulitan memerlukan petunjuk, ilustrasi, dan pertanyaan penuntun yang lebih terarah. Dengan demikian, bentuk dan intensitas bimbingan dalam E-LKPD perlu disesuaikan dengan kebutuhan belajar peserta didik.

Secara praktis, penelitian ini menunjukkan pentingnya menjadikan tujuan pembelajaran sebagai dasar pemilihan fitur digital. Guru dapat menggunakan tahapan *Guided Inquiry Learning* untuk menyusun aktivitas eksplorasi konsep, kemudian memilih fitur Liveworksheet yang sesuai dengan kebutuhan setiap tahap. Pada tahap orientasi, peserta didik dapat diberikan masalah kontekstual yang berkaitan dengan pengukuran jarak atau ketinggian. Tahap pengujian hipotesis perlu menyediakan ruang bagi peserta didik untuk menuliskan langkah perhitungan beserta alasan matematisnya. Selanjutnya, tahap penarikan kesimpulan diarahkan agar peserta didik dapat menjelaskan hubungan yang ditemukan melalui kegiatan penyelidikan. Dengan rancangan tersebut, penggunaan teknologi tidak hanya berfungsi memperindah tampilan bahan ajar, tetapi juga mendukung keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran matematika.

Berdasarkan keseluruhan temuan, pengembangan E-LKPD berikutnya perlu diarahkan pada penguatan aktivitas penalaran matematis, perbaikan fungsi fitur interaktif, dan penyesuaian bimbingan dengan kemampuan peserta didik. Pengujian pada kelas dan

sekolah yang berbeda juga diperlukan untuk mengetahui konsistensi kepraktisan produk dalam kondisi pembelajaran yang lebih beragam. Selain itu, penelitian lanjutan dapat menggunakan desain *pretest–posttest* dengan kelompok pembanding untuk menguji efektivitas E-LKPD terhadap pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah trigonometri. Penelitian ini memberikan kontribusi berupa rancangan E-LKPD berbasis inkuiri terbimbing yang memenuhi kriteria valid dan sangat praktis. Temuan tersebut sekaligus menegaskan bahwa pengembangan bahan ajar digital perlu memperhatikan keterkaitan antara kualitas materi, struktur aktivitas pembelajaran, fungsi teknologi, dan kebutuhan peserta didik.

KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan E-LKPD berbasis *Guided Inquiry Learning* berbantuan Liveworksheet pada materi trigonometri dengan menerapkan model pengembangan 4D, yaitu *define, design, develop,* dan *disseminate*. Hasil penilaian ahli menunjukkan bahwa produk memperoleh tingkat kevalidan sebesar 84% dari ahli materi dan 84,7% dari ahli media, yang keduanya berada pada kategori valid. Adapun respons peserta didik mencapai 88,8% dengan kategori sangat praktis. Hasil tersebut menunjukkan bahwa E-LKPD telah memenuhi kriteria validitas dan kepraktisan untuk digunakan sebagai bahan ajar alternatif. Produk ini juga mengintegrasikan tahapan inkuiri terbimbing ke dalam aktivitas digital yang dirancang untuk membantu peserta didik mempelajari konsep trigonometri secara bertahap.

Dari sisi teoretis, penelitian ini memberikan gambaran penerapan prinsip konstruktivisme melalui perpaduan *Guided Inquiry Learning* dan teknologi pembelajaran digital. Integrasi tersebut menunjukkan bagaimana aktivitas penemuan konsep matematika dapat dirancang secara terstruktur dalam E-LKPD. Dari sisi praktis, produk yang dikembangkan dapat dimanfaatkan guru sebagai alternatif bahan ajar trigonometri melalui penyajian visual, latihan interaktif, dan pertanyaan penuntun. Agar penggunaannya sesuai dengan kebutuhan pembelajaran, guru perlu memastikan bahwa setiap aktivitas mendukung tujuan pembelajaran, seluruh fitur interaktif berfungsi dengan baik, dan bimbingan yang diberikan sesuai dengan kemampuan peserta didik.

Penelitian ini masih terbatas pada uji coba terhadap 25 peserta didik di satu sekolah, dengan penilaian yang difokuskan pada validitas dan kepraktisan produk. Oleh karena itu, hasil yang diperoleh belum dapat dijadikan dasar untuk menyatakan bahwa penggunaan E-LKPD meningkatkan hasil belajar matematika. Penelitian berikutnya perlu melibatkan peserta didik dari beberapa sekolah dengan karakteristik berbeda serta menggunakan desain eksperimen atau kuasi-eksperimen untuk menguji efektivitas produk. Kajian lebih lanjut juga perlu diarahkan pada proses berpikir, strategi penyelesaian masalah, dan pemahaman konseptual peserta didik selama mengikuti pembelajaran berbasis *Guided Inquiry Learning*.

REFERENCES

A, K., Qohar, M. A., & Ayubi, S. A. (2023). Lesson Study Kaitannya dengan Peningkatan Kompetensi dalam Pembelajaran. *Jurnal Axioma : Jurnal Matematika Dan Pembelajaran*, *8*(2), Article 2. https://doi.org/10.56013/axi.v8i2.2058

Agustin, N., & Pradana, A. A. (2021). Implementation of Guided Inquiry Model with Multimedia to Improve Student Learning Outcomes of Class V MI. *Madrosatuna:*

Journal of Islamic Elementary School, *5*(2), 37–49. https://doi.org/10.21070/madrosatuna.v5i2.1531

Aulia, A. T., & Aji, A. (2024). Hubungan Antara Literasi Lingkungan Dengan Kemampuan Memecahkan Masalah Lingkungan Pada Peserta Didik di Sekolah Adiwiyata SMA N 4 Semarang. *Edu Geography*, *11*(3), 1–9. https://doi.org/10.15294/edugeo.v11i2.69710

Azizah, S. N. (2024). *ANALISIS KEBUTUHAN MEDIA PEMBELAJARAN DALAM*. *2*(1), 43–50.

Cahaya, E., Made, N., Suryaningsih, A., Membuat, S., & Parwata, Y. (2024). *Jurnal Pengembangan Pendidikan Indonesia (JEPI) PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN INKUIRI TERBIMBING TERHADAP PENINGKATAN KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF SISWA : STUDI META-ANALISIS*. *5*(2011), 376–384.

Chodijah, S., Rosdiana, R., Fahira, D. A., Lestari, L. Y., Language, I., & Education, L. (2025). *Teachers ' Understanding in Implementing Liveworksheets in Learning*. *3*(01), 47–55.

Delia Maharani, & Latifah Meynawati. (2023). Sisi Terang dan Gelap: Digitalisasi pada Perkembangan Pendidikan Indonesia. *Sinar Dunia: Jurnal Riset Sosial Humaniora Dan Ilmu Pendidikan*, *3*(1), 89–98. https://doi.org/10.58192/sidu.v3i1.1771

Fitriasari, D. N. M., & Yuliani, Y. (2021). Pengembangan Lembar Kegiatan Peserta Didik-Elektronik (E-LKPD) Berbasis Guided Discovery untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains Terintegrasi pada Materi Fotosintesis Kelas XII SMA. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, *10*(3), 510–522. https://doi.org/10.26740/bioedu.v10n3.p510-522

Haryana Putri, A. C., Sulistyaningsih, D., & Suprayitno, I. J. (2025). Respon Guru dan Peserta Didik Terhadap Media Pembelajaran E-LKPD Berbasis Auditory, Intellectually, Repetition dengan Pendekatan Etnomatematika. *Proximal: Jurnal Penelitian Matematika Dan Pendidikan Matematika*, *8*(1), 286–297. https://doi.org/10.30605/proximal.v8i1.5197

Hidayah, I. N., & Kuntjoro, S. (2022). Pengembangan E-LKPD Perubahan Lingkungan Berbasis Science Literacy untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Kelas X SMA. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, *11*(2), 384–393. https://doi.org/10.26740/bioedu.v11n2.p384-393

Ilham, I., & Siti Rohmani. (2024). Intensity of Social Media Use and Literacy Skills in Students: A Study in the Context of Learning, Entertainment, and Communication. *Global Synthesis in Education Journal*, *2*(1), 12–20. https://doi.org/10.61667/7vpeh143

Kang, J. (2022). Interrelationship Between Inquiry-Based Learning and Instructional Quality in Predicting Science Literacy. *Research in Science Education*, *52*(1), 339–355. https://doi.org/10.1007/s11165-020-09946-6

Lazonder, A. W., & Harmsen, R. (2016). Meta-Analysis of Inquiry-Based Learning: Effects of Guidance. *Review of Educational Research*, *86*(3), 681–718. https://doi.org/10.3102/0034654315627366

Mhlanga, D. (2024). Digital transformation of education, the limitations and prospects of introducing the fourth industrial revolution asynchronous online learning in emerging markets. *Discover Education*, *3*(1). https://doi.org/10.1007/s44217-024-00115-9

Nirmayani, L. H. (2022). Kegunaan Aplikasi Liveworksheet Sebagai LKPD Interaktif Bagi Guru-Guru SD di Masa Pembelajaran Daring Pandemi Covid 19. *Edukasi: Jurnal Pendidikan Dasar*, *3*(1), 9. https://doi.org/10.55115/edukasi.v3i1.2295

Qohar, M. A., Susanti, N. I., & Wahyu, R. (2025). Developing Mathematic Learning Devices Oriented Problem Based Learning to improve Students' High Order Thinking Skill. *Jurnal Pendidikan Matematika (Kudus)*, *8*(1), Article 1. https://doi.org/10.21043/jpmk.v8i1.31373

Rajagukguk, W., Adolf, B. H., & Medyawanti, P. (2024). Demographic and Socioeconomic Determinants Affecting Uses of the Internet in Indonesia. *Population and Economics*, *8*(2), 82–96. https://doi.org/10.3897/popecon.8.e108914

Sari, Komala, T., Merliana, A., & Nuryadin, A. (2025). Analisis Kebutuhan Peserta Didik Terhadap E-LKPD Interaktif Berbasis Inquiry Learning Pembelajaran IPAS Kelas V. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, *10*(2), 335–348.

Sukmawati, I., & Ghofur, M. A. (2023). Pengembangan E-LKPD Berbasis Problem Based Learning Terintegrasi Keterampilan 4C untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Mata Pelajaran Ekonomi. *Jurnal Paedagogy*, *10*(4), 1020. https://doi.org/10.33394/jp.v10i4.8626

Susanti, N. I., & Asnawi, M. H. (2025). *Analisis kesulitan siswa dalam kemampuan berpikir kritis untuk menyelesaikan soal suku banyak*. *2*(2), 20–31.

Syahnur, F., Satryanti, C. S., Pratama, A. J., Kusuma, H. P., & Gibson, D. (2024). Implementasi Profil Pelajar Pancasila Dalam Kurikulum Merdeka Belajar Di Kelas 4B Sd Negeri 01 Kota Jambi. *Jurnal Pendidikan Dasar Flobamorata*, *5*(3), 443–449. https://doi.org/10.51494/jpdf.v5i3.1413

Thiagarajan, S., Semmel, D. S., & Semmel, M. I. (1974). *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children: A Sourcebook*. Leadership Training Institute/Special Education, University of Minnesota. https://eric.ed.gov/?id=ED090725

Trisnani, E. E. (2024). Strategi Pembelajaran Inkuiri Terhadap Hasil Belajar IPS Siswa Madrasah Ibtidaiyyah. *Jurnal Studi Pendidikan Dasar*, *2*(1), 60–80.

UNICEF, . (2021). Situational Analysis on Digital Learning Landscape in Indonesia. *UNICEF Indonesia Country Office*.

Utari, W., Hikmawati, V. Y., & Gaffar, A. A. (2022). Pembelajaran Guided Inquiry Berbasis Google Classroom Terhadap Berpikir Kritis Siswa. *Mirabilis : Journal of Biology Education*, *1*(1), 11–28. https://doi.org/10.56916/jm.v1i1.44

Wandira, A., & Gumay, O. P. U. (2024). EFEKTIVITAS MODEL PEMBELAJARAN INKUIRI TERBIMBING PADA PEMBELAJARAN FISIKA SISWA KELAS VII SMP IT ANNAJIYAH. *Karst: Jurnal Pendidikan Fisika Dan Terapannya*, *7*(2), 83–90. https://doi.org/10.46918/karst.v7i2.2529

Widiyarsih, T., Farida, N., & Sudarman, S. W. (2023). Pengembangan E-LKPD Berbantu Liveworksheet Materi Trigonometri. *EMTEKA: Jurnal Pendidikan Matematika*, *4*(1), 96–113.

Yang Gusti Feriyanti, Paramina Indra Yani, & Muhammad Arsyad. (2025). PENGGUNAAN MODEL PEMBELAJARAN INKUIRI UNTUK MENDORONG KEAKTIFAN SISWA DALAM PROSES BELAJAR. *Ahsani Taqwim: Jurnal Pendidikan Dan Keguruan*, *2*(1), 159–178. https://doi.org/10.63424/ahsanitaqwim.v2i1.202

Zhalila, Z., Rusdi, R., Aniswita, A., & Medika, G. H. (2024a). Pengembangan Elektronik Lembar Kerja Peserta Didik (E-LKPD) Berbantuan Liveworksheets untuk Memfasilitasi Pencapaian Minat Belajar Matematika Peserta Didik di Kelas VII SMPN 3 Ampek Angkek. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, *8*(3), 2424–2437. https://doi.org/10.31004/cendekia.v8i3.3624

Zhalila, Z., Rusdi, R., Aniswita, A., & Medika, G. H. (2024b). Pengembangan Elektronik Lembar Kerja Peserta Didik (E-LKPD) Berbantuan Liveworksheets untuk

Memfasilitasi Pencapaian Minat Belajar Matematika Peserta Didik di Kelas VII SMPN 3 Ampek Angkek. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, *8*(3), 2424–2437. https://doi.org/10.31004/cendekia.v8i3.3624