

PENINGKATAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS MATEMATIS MELALUI PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS RME BERBANTUAN GEOGEBRA

Asep Ikin Sugandi^{1*}, Upik Haryono², Rippi Maya³

^{1,2,3} Institut Keguruan dan Ilmu Pendidikan Siliwangi, Cimahi, Indonesia

*Corresponding author: asepikinsugandi@gmail.com

Received 22 October 2025; Revised 11 February 2026; Accepted 27 March 2026

Abstrak

Kemampuan berpikir kritis matematis siswa SMP masih tergolong rendah akibat keterbatasan bahan ajar yang interaktif dan kontekstual. Penelitian ini bertujuan mengembangkan E-LKPD berbasis RME terintegrasi GeoGebra serta menguji efektivitasnya. Metode yang digunakan adalah R&D dengan model Plomp yang disederhanakan, melibatkan siswa kelas VIII SMP Negeri 2 Haurgeulis Indramayu. Instrumen penelitian terdiri atas lembar validasi ahli, angket respons siswa, dan tes berpikir kritis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa E-LKPD dinyatakan sangat valid (ahli materi 86,40%; ahli media 87%), sangat praktis (respons siswa 88%), dan efektif berdasarkan uji statistik yang menunjukkan perbedaan signifikan antara pretest dan posttest ($\text{sig.} < 0,05$). Dengan demikian, E-LKPD berbasis RME berbantuan GeoGebra terbukti valid, praktis, dan efektif sebagai inovasi pembelajaran matematika yang kontekstual, interaktif, dan berorientasi HOTS. Penelitian ini merekomendasikan penggunaan E-LKPD tersebut secara lebih luas di SMP.

Kata kunci: Berpikir Kritis; E-LKPD; Geogebra; RME Berpikir Kritis

Abstract

The mathematical critical thinking skills of junior high school students remain relatively low, largely due to the limited availability of interactive and contextual learning materials. This study aims to develop an RME-based electronic student worksheet (E-LKPD) integrated with GeoGebra and to examine its effectiveness. The research employs a Research and Development (R&D) approach using a simplified Plomp model, involving eighth-grade students at SMP Negeri 2 Haurgeulis, Indramayu. The research instruments include expert validation sheets, student response questionnaires, and a mathematical critical thinking test. The findings indicate that the developed E-LKPD is highly valid (content experts: 86.40%; media experts: 87%), highly practical (student responses: 88%), and effective, as evidenced by statistical testing that reveals a significant difference between pretest and posttest scores ($\text{sig.} < 0.05$). In conclusion, the RME-based E-LKPD assisted by GeoGebra is proven to be valid, practical, and effective as an innovative mathematics learning tool that is contextual, interactive, and oriented toward Higher-Order Thinking Skills (HOTS). This study recommends the broader implementation of the E-LKPD at the junior high school level.

Keywords: E-LKPD; GeoGebra; RME; Critical Thinking



This is an open access article under the [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

PENDAHULUAN

Menghadapi perkembangan yang sangat pesat pada teknologi menuntut penguasaan kemampuan matematika yang optimal. Kemampuan matematis yang kuat tidak hanya menentukan keberhasilan dalam era modernisasi, tetapi juga berkontribusi pada

peningkatan kualitas hidup (OECD, 2016). Kompetensi inti mencakup keterampilan yang sangat penting seperti menganalisis, mencari solusi berkomunikasi, dan berinovasi (Kids, 2019). Pengembangan kompetensi tersebut dalam pembelajaran matematika telah menjadi kebutuhan

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i1.14502>

krusial bagi setiap individu guna menghadapi tantangan era kontemporer.

Di era abad ke-21, sistem pendidikan memikul tanggung jawab besar untuk membekali siswa dengan kompetensi yang sesuai zaman, di mana kecakapan berpikir kritis menjadi landasan fundamentalnya (Koyunlu Ünlü & Dökme, 2022); (Hujjatusnaini et al., 2022; Zetriuslita et al., 2018). Penting bagi pembelajaran matematika di tanah air untuk menjadikan keterampilan abad ke-21 sebagai tujuan utama. Dengan menjadikan berpikir kritis sebagai pusat pengembangan, siswa tidak hanya mahir menggunakan teknologi, tetapi juga memiliki kesiapan mental dan intelektual yang kuat dalam merespons dinamika dunia yang kian kompleks.. Menurut Ennis (Demir, 2022) mendefinisikan berpikir kritis sebagai kemampuan analisis mendalam dalam kerangka berpikir kritis tidak dapat dicapai tanpa didahului oleh pemahaman dasar dan keterampilan membaca, mengingat sifatnya sebagai proses metakognitif yang terstruktur. Sementara itu, Gelder (Demir, 2022) menekankan bahwa berpikir kritis merupakan tahapan integrasi dan penerapan berbagai keterampilan secara tepat dengan orientasi pada tujuan..

Walaupun demikian, temuan di lapangan mengindikasikan bahwa kompetensi berpikir kritis para siswa belum optimal. Hasil studi PISA tahun 2022 yang dirilis oleh OECD mengindikasikan bahwa skor kemampuan siswa Indonesia dalam hal pemecahan masalah dan berpikir kritis berada pada level yang rendah dalam lingkup regional Asia Tenggara. Berdasarkan dokumen tersebut, posisi Indonesia belum melampaui standar rata-rata dari negara-negara OECD. Fakta ini menunjukkan bahwa pengembangan kemampuan bernalar

tingkat tinggi masih menjadi kendala utama dalam sistem pendidikan Indonesia di tengah tuntutan global yang dinamis (De Bortoli et al., 2023).

Untuk menjembatani kesenjangan kompetensi siswa, inovasi bahan ajar menjadi sebuah urgensi. Penelitian ini menawarkan pengembangan E-LKPD sebagai solusi yang adaptif dan interaktif di era digital. Melalui integrasi pendekatan *Realistics Mathematics Education* (RME), materi pembelajaran disusun berbasis konteks kehidupan nyata. Strategi ini dipandang krusial dalam memicu perkembangan kemampuan penalaran serta berpikir kritis peserta didik (Isnaini & Aini, 2024).

Pengembangan ini diperkuat oleh integrasi Geogebra, perangkat lunak matematika dinamis yang efektif dalam memfasilitasi pemahaman konsep dan keterampilan berpikir kritis. Geogebra memungkinkan siswa agar dapat memvisualisasikan konsep abstrak, memanipulasi objek geometris, serta menguji hipotesis secara langsung (Afhami, 2022; Zahra et al. 2025). Dengan demikian, E-LKPD berbasis RME berbantuan Geogebra diharapkan dapat menjadi instrumen pembelajaran yang efektif dalam menjembatani kesenjangan antara tuntutan kurikulum dan rendahnya kemampuan bernalar kritis siswa saat ini.

Kajian Literatur menunjukkan tingginya intensitas riset mengenai pengembangan materi ajar untuk peningkatan berpikir kritis. Secara terpisah, penelitian terdahulu memperkuat bukti efektivitas elemen-elemen utama yang menjadi landasan studi ini : E-LKPD berbasis *Discovery learning* terbukti efektif mendorong penalaran dan pemecahan masalah (Sugandi et al., 2025) pemanfaatan GeoGebra efektif mengoptimalkan

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i1.14502>

kemampuan visualisasi serta berpikir kritis siswa (Anisa et al., 2024; Hikmah, 2020) dan Dibandingkan metode konvensional, E-LKPD digital lebih efektif dalam meningkatkan daya tarik dan motivasi belajar siswa (Zhalila & Medika, 2024).

Meskipun penelitian sebelumnya telah mengkaji berbagai komponen RME, Geogebra, dan E-LKPD secara terpisah, belum ada studi yang secara terintegrasi mengembangkan E-LKPD yang menyinergikan ketiga elemen unggulan tersebut secara simultan. Penelitian yang ada umumnya berfokus pada RME konvensional atau Geogebra yang terpisah dari kerangka RME. Sinergi E-LKPD, RME, dan GeoGebra menjadi *novelty* penelitian ini dalam menciptakan materi ajar kontekstual dan visual-dinamis guna mengoptimalkan kemampuan berpikir kritis

Berdasarkan analisis latar belakang masalah, kesenjangan penelitian (*gap analysis*), dan kerangka solusi yang diajukan, tujuan utama penelitian ini adalah: (1) Menyusun E-LKPD berbasis RME yang diintegrasikan dengan aplikasi GeoGebra dan telah terbukti valid, praktis dan efektif (2) Menganalisis dampak implementasi E-LKPD terhadap pencapaian kemampuan berpikir kritis matematis siswa.

METODE

Penelitian pengembangan ini bertujuan untuk menghasilkan E-LKPD yang mengintegrasikan pendekatan *Realistic Mathematics Education* (RME) berbantuan GeoGebra. Selain berfokus pada pengembangan produk, studi ini juga dilakukan untuk menguji kelayakan bahan ajar tersebut dengan kriteria kevalidan, kepraktisan, dan efektivitas. Metodologi yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan mengikuti kerangka

model yang dikembangkan (Plomp, 2013), dan disederhanakan menjadi tiga langkah utama. Penetapan model Plomp merujuk pada karakteristiknya yang terstruktur dan teruji, yang sangat penting dalam rangka memastikan bahwa kegiatan pengembangan mencakup analisis kebutuhan yang komprehensif dan tahapan validasi yang ketat. Hal ini dimaksudkan untuk menjamin bahwa luaran penelitian memiliki relevansi tinggi serta mampu mencapai tujuan pembelajaran secara optimal. Subyek sampel adalah 35 siswa kelas VIII SMP Negeri 2 Haurgeulis Indramayu,

Instrumen yang digunakan terdiri dari beberapa bagian, antara lain: pertama, untuk menjamin kualitas E-LKPD, digunakan lembar validasi ahli yang mencakup evaluasi terhadap konten materi terutama integrasi pendekatan RME dan alat bantu GeoGebra serta evaluasi terhadap desain instruksional dan visual produk. Kedua, lembar tanggapan Guru dan Siswa berfungsi sebagai instrumen untuk mengevaluasi sejauh mana tingkat kepraktisan E-LKPD selama tahap implementasi pembelajaran. Ketiga, pedoman observasi, ditujukan untuk mendokumentasikan dan mencatat bagaimana keterlaksanaan langkah-langkah pembelajaran RME dan GeoGebra selama proses intervensi. Keempat, tes kemampuan berpikir kritis matematis yang diujikan meliputi tes awal dan tes akhir dengan instrumen berupa 5 soal esai. Tujuan utama dari tes ini adalah memetakan tingkat berpikir kritis peserta didik berdasarkan indikator utama, seperti interpretasi data, menganalisis situasi, penarikan kesimpulan (inferensi), penilaian (evaluasi), dan penyusunan strategi solusi.

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i1.14502>

Prosedur pengembangan produk dalam studi ini berpedoman pada Model Plomp yang direvisi, yang meliputi tiga tahapan utama, yaitu

1. Fase Riset Awal (*Preliminary*)

Fase ini mencakup pengumpulan data melalui analisis kebutuhan, studi literatur, dan penentuan karakteristik siswa serta kurikulum. Data-data ini kemudian digunakan untuk merancang prototipe awal E-LKPD dan memastikan kesesuaian antara media dengan kebutuhan pembelajaran matematika di SMP. Identifikasi Masalah: Merumuskan masalah penelitian dan tujuan pengembangan produk berdasarkan hasil analisis awal.

2. Fase pengembangan ini dimulai dengan konstruksi awal E-LKPD melalui Google Sites berupa langkah-langkah penemuan konsep Bangun Ruang Sisi Datar (BRSD) disesuaikan dengan langkah-langkah RME. Produk awal ini diuji kelayakannya melalui validasi oleh ahli. Revisi dilakukan sesuai dengan umpan balik ahli, dan dilanjutkan dengan uji coba kepraktisan yang melibatkan partisipasi guru dan siswa dalam skala kecil.

3. Fase Evaluasi bertujuan untuk mengukur efektivitas E-LKPD setelah produk divalidasi dan dinyatakan praktis. Pengujian ini melibatkan seluruh partisipan penelitian. Pada fase ini, E-LKPD dinilai kualitasnya melalui tiga tahap: Penilaian ahli (materi dan media) yang bertujuan untuk melakukan verifikasi kesahihan instrumen/ media, tanggapan pengguna (guru dan siswa) untuk mengukur kepraktisan, dan untuk uji efektivitas menggunakan soal berpikir kritis matematis. Analisis data terhadap nilai *pretest* dan *posttest* dilakukan untuk memverifikasi secara

empiris adanya perkembangan pada kemampuan berpikir kritis matematis peserta didik.

Analisis data dalam penelitian ini ditempuh melalui serangkaian tahapan sebagai berikut:

1. Uji kevalidan dilaksanakan dengan menerapkan rumus 1 dan hasil tersebut diinterpretasikan pada Tabel 1.

$$P = \frac{X}{S} \times 100\% \dots 1)$$

Keterangan

P : Persentase

X : Skor yang diperoleh

S : Skor Maksimum

Tabel 1. Kriteria Kevalidan

| Persentase | Kriteria |
|--------------------|---------------------|
| $0 \leq P \leq 20$ | Sangat kurang Valid |
| $20 < P \leq 40$ | Kurang valid |
| $40 < P \leq 60$ | Cukup valid |
| $60 < P \leq 80$ | Valid Praktis |
| $80 < P \leq 100$ | Sangat valid |

2. Untuk melaksanakan uji kepraktisan, digunakan rumus 2 dan hasil tersebut diinterpretasikan pada Tabel 2.

$$P = \frac{X}{S} \times 100\% \dots 2)$$

Keterangan

P : Persentase

X : Skor yang diperoleh

S : Skor Maksimum

Tabel 2. Kriteria Kepraktisan

| Persentase | Kriteria |
|--------------------|-----------------------|
| $0 \leq P \leq 20$ | Sangat kurang praktis |
| $20 < P \leq 40$ | Kurang prakti |
| $40 < P \leq 60$ | Cukup prakti |
| $60 < P \leq 80$ | Praktis/Efektif |
| $80 < P \leq 100$ | Sangat praktis |

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i1.14502>

HASIL DAN PEMBAHASAN

Studi ini menggunakan Model Pengembangan Plomp yang direvisi dan dibagi menjadi tiga fase utama: 1) *Preliminary Investigation* (Investigasi Awal), 2) *Design and Realization* (Perancangan dan Realisasi), dan 3) *Evaluation and Revision* (Evaluasi dan Revisi). Setiap fase dilaksanakan secara sistematis untuk menghasilkan E-LKPD yang teruji dari segi validitasnya, mudah diimplementasikan, dan telah terbukti berhasil dalam upaya mengembangkan kompetensi bernalar kritis siswa.

1. Fase Investigasi Awal

Fase ini mencakup beberapa langkah penting yang dilaksanakan dalam rangka memastikan pengembangan E-LKPD didasarkan pada kebutuhan nyata dan relevansi kurikulum.

a. Analisis Kurikulum

Analisis Kurikulum dilakukan untuk menjamin bahwa E-LKPD yang dikembangkan selaras dengan tuntutan Kurikulum Merdeka di tingkat SMP. Kurikulum ini menekankan pada penguatan kompetensi esensial, pengembangan karakter, dan penerapan pembelajaran berbasis proyek yang relevan dengan dunia kerja. Pada bidang studi matematika terutama materi Bangun Ruang sisi Datar, kemampuan berpikir kritis matematis menjadi fokus utama unsur dalam usaha Pencapaian Pembelajaran (CP).

Kemampuan ini mencakup kegiatan penting seperti interpretasi, melakukan analisis, inferensi, melakukan evaluasi, dan merancang strategi penyelesaian masalah. Selain itu, karena Kurikulum Merdeka mendorong pemanfaatan teknologi, pengembangan E-LKPD berbasis RME berbantuan dianggap sebagai implementasi yang tepat. Strategi ini mendukung pembelajaran yang aktif,

mandiri, dan bermakna guna mencapai peningkatan penalaran matematis siswa SMP.

b. Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan menunjukkan rendahnya kemampuan bernalar kritis siswa pada pokok bahasan bangun ruang sisi datar akibat metode konvensional. Untuk mengatasinya, diperlukan media interaktif yang fleksibel seperti E-LKPD berbasis RME berbantuan GeoGebra. Media ini efektif untuk meningkatkan kemandirian dan berpikir kritis siswa SMP, baik secara daring maupun luring.

c. Analisis Siswa

Siswa SMP umumnya adalah remaja awal yang mempunyai cara belajar aktif, visual, akrab dengan penggunaan beberapa teknologi digital. Meskipun demikian, dalam observasi awal pembelajaran matematika mereka kerap menghadapi hambatan kognitif dalam mengonstruksi konsep yang bersifat abstrak serta kurang optimal dalam mengasah ketajaman berpikir kritis matematis menunjukkan bahwa siswa belum terbiasa interpretasi, melakukan analisis, menginferensi, evaluasi, dan merancang strategi untuk penyelesaian masalah. Selain itu, tingkat keterlibatan siswa dalam proses belajar cenderung rendah. Hal ini disebabkan oleh pendekatan pengajaran yang kurang menstimulasi proses berpikir kritis dan eksploratif. Oleh karena itu, diperlukan suatu media pembelajaran yang selaras dengan karakteristik mereka sebagai generasi *digital native*, sekaligus mampu memfasilitasi pembelajaran yang aktif dan bermakna. Pengembangan E-LKPD berbasis RME berbantuan GeoGebra dipandang sebagai solusi yang mampu memenuhi kebutuhan tersebut di atas.

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i1.14502>

Berdasarkan seluruh temuan dari analisis kurikulum, analisis kebutuhan dan analisis siswa yang telah diuraikan,

hasil dari sintesis dan kesimpulan dirangkum dalam Tabel 3.

Tabel 3. Temuan Analisis Kurikulum, Kebutuhan Siswa dan guru dan Kemampuan Awal

| Komponen Riset Awal | Hasil Temuan | Kesimpulan Kebutuhan |
|-------------------------------|---|---|
| Analisis Kurikulum | Menganalisis materi matematika yang paling sesuai untuk diintegrasikan dengan pendekatan RME dan GeoGebra. 1. Kesesuaian RME: Memilih materi yang memiliki konteks dunia nyata yang kuat (misalnya Statistika, Geometri, atau SPLDV). 2. Kesesuaian GeoGebra: Mengidentifikasi konsep yang memerlukan visualisasi dinamis agar siswa dapat mengeksplorasi sifat-sifat matematis secara mandiri. | Analisis kurikulum menunjukkan materi Bzngun Ruang Sisi Datar sulit bagi siswa, namun potensial dikembangkan melalui strategi RME berbantuan GeoGebra |
| Analisis Kebutuhan Siswa/Guru | Rendahnya motivasi peserta didik dalam mengkoneksikan konsep-konsep matematis yang sifatnya abstrak dengan dunia nyata merupakan isu utama yang menjadi perhatian guru. Hal ini diperburuk oleh media ajar yang kurang menarik (LKPD konvensional) dan menyebabkan siswa kesulitan dalam memvisualisasikan objek geometri tiga dimensi. | Solusinya adalah mengembangkan E-LKPD interaktif dan kontekstual dengan dukungan visualisasi dinamis |
| Analisis Kemampuan Awal | Berdasarkan data empiris yang dihimpun melalui <i>pretest</i> , ditemukan bahwa kompetensi berpikir kritis matematis siswa masih tergolong dalam kualifikasi rendah, dengan perolehan nilai rata-rata sebesar 40,34. | Pengembangan E-LKPD ini didasarkan pada kebutuhan untuk mengatasi kesenjangan yang ada dalam kemampuan berpikir kritis. |

2. Tahap Perancangan dan Realisasi (*Design and Realization*)

Dimulai dengan mendesain struktur dan konten E-LKPD. Desain ini disesuaikan dengan karakteristik RME dan target kompetensi pada pokok bahasan Bangun Ruang Sisi Datar (BRSD). E-LKPD memuat karakteristik RME yang terdiri dari penggunaan konteks, menggunakan model,

kontribusi siswa, dalam pembelajaran, interaktivitas siswa dan intertwining. Selanjutnya, Media ini dibuat dalam format digital berbantuan Geogebra untuk menjamin terjadinya aksesibilitas, interaktivitas, dan pengintegrasian multimedia. Dalam proses realisasi melibatkan konversi konten LKPD menjadi lembar-lembar pembelajaran yang terstruktur, dilengkapi dengan

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i1.14502>

link, video, dan Aktivitas Pembelajaran Responsif. Produk desain ini kemudian disiapkan untuk tahap validasi dan uji kepraktisan. Adapun langkah-langkah pembelajaran *Realistic Mathematics*

Education (RME) berbantuan Geogebra pada pokok bahasan Bangun Ruang Sisi Datar (BRSD) disajikan dalam Gambar 1-4.



Gambar 1. Tahap penggunaan Konteks



Gambar 2. Penggunaan Model



Gambar 3. Kontribusi Siswa



Gambar 4. Interaktivitas dan Interwinning

3. Evaluation and Revision

Setelah melalui fase konstruksi, E-LKPD diuji secara terbatas oleh pakar materi dan media. Penilaian dari ahli materi dimaksudkan untuk memastikan bahwa substansi yang disajikan telah memenuhi standar kualifikasi dari kurikulum dan kompetensi yang berlaku, serta menjamin kebenaran dan Tabel 4. Hasil Validator Ahli Materi

keakuratan materi. Aspek lain yang dinilai dalam validasi ini meliputi konsistensi penerapan model RME, adaptasi terhadap kemampuan siswa, serta kebermaknaan konteks. Adapun rangkuman skor validasi ahli materi dapat dilihat pada Tabel 4.

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i1.14502>

| No. | Indikator | Validator | | Persentase Rerata | Kategori |
|--------------------------------|---------------------------------------|-----------|-----|-------------------|--------------|
| | | 1 | 2 | | |
| 1. | Relevansi Substansi | 89% | 89% | 89% | Sangat valid |
| 2 | Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis | 85% | 85% | 85% | Sangat Valid |
| 3. | Keterpaduan dengan RME | 87% | 89% | 86% | Sangat valid |
| 4. | Kesederhanaan dan Keefektifan Bahasa | 85% | 89% | 87 % | Sangat valid |
| 5. | Integrasi GeoGebra dan Visualisasi | 85% | 85% | 85% | Sangat valid |
| Rata-rata Persentase Kumulatif | | | | 86,40% | Sangat Valid |

Hasil validasi pakar materi, E-LKPD berbasis RME berbantuan *GeoGebra* mencapai persentase rata-rata 86,40%, menempatkannya pada kriteria sangat valid. Dilihat dari aspek Relevansi Substansi memperoleh penilaian sangat tinggi. Ahli materi memberikan respons positif terhadap penggunaan konteks kehidupan nyata dalam kegiatan pembelajaran dan memuji kejelasan alur kegiatan yang efektif memfasilitasi siswa untuk melakukan berpikir kritis dan menyusun kesimpulan secara mandiri. Disamping itu ahli materi memberikan nilai yang positif terhadap kejelasan bahasa dan penyampaian yaitu sebesar 87%, hal ini menunjukkan bahwa E-LKPD mudah

dipahami siswa dalam pembelajaran. Namun, terdapat saran perbaikan untuk menyederhanakan suatu kalimat pada beberapa bagian soal agar lebih sesuai dengan fase perkembangan kognitif siswa SMP Kelas VII dan lebih diperjelas lagi mengenai integrasi dan visualisasi *GeoGebra*, sehingga memudahkan siswa. Selanjutnya E-LKPD yang telah dirancang oleh ahli media Adapun indikator yang dinilai antara lain : kualitas tampilan visual, akses yang lancar dan intuitif, tautan dan media dapat berjalan dengan baik, kesesuaian media dengan materi, kemudahan akses dan kejelasan teks. Rekapitulasi penilaian dari ahli media disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Hasil validator ahli media.

| No. | Indikator | Validator | | Persentase Rata-rata | Kategori |
|--------------------------------|--|-----------|-----|----------------------|--------------|
| | | 1 | 2 | | |
| 1. | Kualitas Tampilan Visual | 88% | 86% | 87% | Sangat valid |
| 2. | Akses yang lancar dan intuitif | 88% | 88% | 88% | Sangat valid |
| 3. | Sifat media yang responsif. | 86% | 86% | 86% | Sangat valid |
| 4 | Tautan dan Media Dapat Berjalan dengan Baik. | 87% | 85% | 86% | Sangat valid |
| 5. | Kesesuaian Media dengan Materi | 85% | 87% | 86% | Sangat valid |
| 6. | Kemudahan Akses dan Kejelasan Teks. | 89% | 89% | 89% | Sangat valis |
| Rata-rata Persentase Komulatif | | | | 87% | Sangat Valid |

Dari Tabel 5, didapat E-LKPD berbasis RME berbantuan *GeoGebra* mencapai persentase rata-rata 87% berada kriteria sangat valid. Aspek

tertinggi didapat pada aspek Kemudahan akses dan Kejelasan Teks. sebesar 89% dan aspek yang terkecil didapat oleh aspek.oleh tiga aspek yaitu

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i1.14502>

Sifat media yang responsif, Tautan dan Media Dapat berjalan dengan baik dan Kesesuaian Media dengan Materi

Ahli Media menyatakan bahwa E-LKPD memiliki desain visual yang seragam dan menarik, dengan susunan elemen yang rapi serta navigasi yang praktis bagi pengguna. Media ini sangat layak digunakan karena seluruh fitur dalam Geogebra dapat berfungsi dengan baik. Meskipun demikian, ahli media menyarankan untuk perbaikan desain tampilan, perbaikan fungsi *toolbar* dalam rangka memudahkan navigasi, memperbaiki petunjuk

penggunaan aplikasi agar memudahkan siswa untuk menggunakan E-LKPD tersebut.

Tingkat kepraktisan E-LKPD pada materi Bangun Ruang Sisi Datar berada pada kategori sangat tinggi. Hal ini didasarkan pada hasil angket respons guru dan siswa yang dikumpulkan pasca-implementasi, dengan rincian data tersedia pada Tabel 6. Data pada Tabel 6 membuktikan kelayakan dan kepraktisan E-LKPD untuk materi BRSD yang ditinjau dari aspek kegunaan, daya tarik, kelancaran dan keterpaduan

Tabel 6. Hasil uji kepraktisan.

| Indikator | Guru | | Siswa | |
|--------------------------------|------------|----------------|------------|----------------|
| | Persentase | Kriteria | Persentase | Kriteria |
| Kegunaan | 89% | Sangat Praktis | 90% | Sangat praktis |
| Daya tarik | 89% | Sangat praktis | 88% | Sangat Praktis |
| Kelancaran: | 89% | Sangat Praktis | 88% | Sangat praktis |
| Keterpaduan | 88% | Sangat praktis | 86% | Sangat praktis |
| Rata-rata Persentase Komulatif | 88,75% | Sangat praktis | 88% | Sangat praktis |

Berdasarkan hasil validasi ujimenunjukkan bahwa E-LKPD mencapai tingkat kepraktisan sangat tinggi, dengan persentase sebesar 88,75% dari guru dan 88% dari siswa. Media ini dinilai sangat efektif dalam mendukung proses pembelajaran berkat keunggulan pada aspek navigasi yang intuitif, integrasi sistematis dari langkah-langkah *Realistic Mathematics Education* (RME), serta desain yang interaktif mampu untuk meningkatkan motivasi belajar siswa. Oleh karena itu, E-LKPD ini disimpulkan sangat layak dan praktis untuk diimplementasikan pada pembelajaran matematika materi BRSD.

Tahap evaluasi terakhir adalah menilai sejauh mana E-LKPD efektif dalam meningkatkan kemampuan

penalaran matematis siswa. Pengujian efektivitas ini dilakukan dengan menggunakan instrumen tes berbentuk soal uraian kemampuan berpikir kritis matematis. Instrumen tes tersebut mengukur beberapa indikator yang diukur adalah kemampuan siswa dalam: interpretasi, melakukan analisis, inferensi, melakukan evaluasi, dan merancang strategi dalam penyelesaian masalah

Keefektifan program atau intervensi diukur dengan cara membandingkan skor yang diperoleh siswa sebelum intervensi (pretest) dan setelah intervensi (posttest). Alat ukur yang digunakan adalah tes kemampuan berpikir kritis matematis. Hasil lengkap dari analisis data statistik deskriptif tersebut disajikan pada Tabel 7.

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i1.14502>

Tabel 7. Deskriptif kemampuan berpikir kritis.

| Jenis Tes | Skor Rata-rata | Simpangan Baku | Kategori |
|-----------------|----------------|----------------|---------------|
| <i>Posttest</i> | 83,06 | 5,90 | Sangat Tinggi |
| <i>Pretest</i> | 40,34 | 6,41 | Cukup Tinggi |
| Peningkatan | 42,34 | | |

Dari Tabel 7 didapat nilai *posttest* didapat rerata sebesar 83,06 (kategori sangat tinggi), sedangkan *pretest* didapat rerata sebesar 40,34 (kategori Cukup tinggi), Hal ini menunjukkan bahwa terdapat peningkatan nilai rata-rata *posttest*

terhadap *pretest* dengan peningkatan sebesar 42,34, Untuk selanjutnya digunakan uji statistik inferensial untuk membuktikan dugaan tersebut, Adapun langkah pertama yaitu uji normalitas, yang hasilnya disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil uji normalitas berpikir kritis.

| Jenis Tes | <i>Kolmogorov Smirnov</i> | | |
|-----------------|---------------------------|-----------|-------------|
| | Statistik | <i>df</i> | <i>Sig.</i> |
| <i>Posttest</i> | 0.114 | 35 | 0.200 |
| <i>Pretest</i> | 0.141 | 35 | 0.077 |

Hasil analisis data, yang disajikan dalam Tabel 8, menunjukkan bahwa (*sig.*) *posttest* sebesar 0,200 dan untuk *pretest* sebesar 0,077, karena kedua nilai sig. lebih besar dari 0,05, disimpulkan bahwa sampel berdistribusi

normal. Setelah memastikan asumsi normalitas ini terpenuhi, langkah analisis statistik selanjutnya adalah melakukan uji homogenitas, yang rincian hasilnya dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil uji homogenitas kemampuan berpikir kritis.

| Nilai | <i>Levene</i> Statistik | <i>df1</i> | <i>df2</i> | <i>Sig</i> |
|----------------------|-------------------------|------------|------------|------------|
| <i>Based on Mean</i> | 0359 | 1 | 68 | 0.551 |

Hasil analisis data menunjukkan bahwa uji homogenitas, yang rinciannya terdapat pada Tabel 9, menghasilkan nilai signifikansi (*sig.*) sebesar 0,551, karena nilai signifikansi ini lebih besar dari 0,05, dapat disimpulkan bahwa kedua varians data adalah homogen.

Oleh karena datanya berdistribusi dan memiliki variansnya homogen, langkah statistik selanjutnya yang dilakukan adalah uji t untuk sampel berpasangan (*paired sample t-test*). Tabel 10 juga menampilkan hasil dari uji t tersebut.

Tabel 10. Hasil uji t kemampuan berpikir kritis.

| | Rata-rata | Standar Deviasi | <i>t</i> | <i>df</i> | <i>Sig</i> |
|-------------------------|-----------|-----------------|----------|-----------|------------|
| <i>Posttest-Pretest</i> | 42,714 | 9,739 | 25,946 | 34 | 0.000 |

Tabel 10 menunjukkan nilai sig 0,00. Karena nilai sig. lebih kecil dari 0,05, maka disimpulkan E-LKPD berbasis RME berbantuan Geogebra efektif dalam upaya meningkatkan

kemampuan berpikir kritis siswa (terjadi peningkatan antara sebelum dan sesudah intervensi, yaitu 40,34 menjadi 83,06).

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i1.14502>

Dari uraian tersebut, didapatkan hasil E-LKPD memenuhi segi kevalidan dengan kategori sangat valid, hal disebabkan Validitas Isi E-LKPD dinilai sangat valid karena E-LKPD mampu mengakomodasi prinsip RME, yaitu penyajian masalah matematika yang faktual dan memiliki relevansinya dengan kehidupan siswa. Temuan ini selaras dengan argumen. Fitriani et al. (2021), yang menyatakan pendekatan RME dalam LKPD mampu meningkatkan abstraksi matematis siswa dengan memulai dari masalah kontekstual, yang merupakan langkah awal dalam interpretasi dan analisis masalah (indikator berpikir kritis). Temuan ini didukung oleh penelitian Erita et al. (2022) yang menunjukkan bahwa penggunaan Lembar Kerja Siswa (LKS) dengan pendekatan Pendidikan Matematika Realistik (PMR) efektif dalam mengasah kemampuan berpikir kritis siswa. Hasibuan et al. (2019) juga menegaskan bahwa adanya perbedaan signifikan pada tingkat berpikir kritis siswa di kelas eksperimen antara sebelum dan sesudah penggunaan bahan ajar berbasis PMR tersebut. Efektivitas ini berakar pada karakteristik PMR yang mengintegrasikan pengalaman dunia nyata ke dalam proses belajar, sehingga matematika menjadi lebih relevan dengan kehidupan nyata siswa (Prahmana et al., 2020; Samura et al., 2022; Susandi & Widyawati, 2022; Zetriuslita et al., 2018).

Disamping itu penggabungan GeoGebra ke dalam format E-LKPD sangat efektif produk tersebut memenuhi aspek validitas konstruk. Hal ini didukung oleh temuan studi literatur Rahmah (2024) yang menunjukkan bahwa Geogebra adalah alat utama untuk konstruksi dan visualisasi yang krusial untuk mengasah penalaran dan evaluasi siswa. Dengan demikian,

integrasi GeoGebra dapat mengubah E-LKPD menjadi media dinamis yang memungkinkan siswa menguji asumsi dan memverifikasi hipotesis secara visual yang pada akhirnya mendukung semua indikator berpikir kritis.

Dari hasil uji kepraktisan, E-LKPD berbasis RME dan berbantuan GeoGebra dikategorikan sangat praktis, Hal ini disebabkan integrasi GeoGebra ke dalam E-LKPD menghilangkan keharusan bagi guru untuk menyiapkan media visual tambahan yang kompleks (seperti alat peraga atau *slide* statis). Dengan menangani aspek visualisasi dan dinamika secara mandiri, GeoGebra meringankan beban persiapan guru, sehingga E-LKPD menjadi jauh lebih praktis untuk digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Pernyataan tersebut didukung hasil penelitian Purba & Rajagukguk (2024), yang menyatakan E-LKPD berorientasi pada RME dan terintegrasi pada GeoGebra dinyatakan sangat praktis oleh validator, guru dan peserta didik. Keterbantuan yang ditawarkan oleh GeoGebra dalam menyajikan konsep matematika secara visual dan interaktif, dikombinasikan dengan kesesuaian langkah-langkah E-LKPD terhadap sintaks RME (dari masalah kontekstual menuju formalisasi konsep) menjadikan E-LKPD ini mudah digunakan oleh siswa dan efektif dalam pembelajaran.

Dipandang dari sisi keefektifan sejumlah penelitian mutakhir yang telah dilaksanakan menginformasikan bahwa kombinasi antara RME dan Geogebra berimplikasi positif pada peningkatan kompetensi berpikir kritis siswa. RME menyediakan konteks dan langkah-langkah pemodelan yang menantang siswa untuk menafsirkan, menganalisis, dan mengevaluasi situasi matematis, sementara GeoGebra memungkinkan

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i1.14502>

mereka memvisualisasikan dan menguji ide-ide tersebut secara interaktif. Lestari et al. (2023), melaporkan bahwa hasil penelitian menunjukkan penerapan model Realistics melalui media LKPD mampu memberikan kontribusi yang lebih besar terhadap penguatan berpikir kritis siswa jika dibandingkan dengan pendekatan kelas tradisional. Sementara itu, penelitian Gurmu et al. (2024) dan Puandi et al. (2024) menyatakan bahwa hasil penelitian mengindikasikan bahwa penggunaan GeoGebra berkontribusi positif terhadap pematapan pemahaman konseptual matematis siswa dan menstimulasi pada pengembangan kompetensi berpikir kritis siswa, yang diindikasikan oleh aspek yaitu analitis, argumentatif, dan reflektif

Selain itu, hasil dari penelitian pengembangan yang memanfaatkan model Plomp maupun ADDIE juga menunjukkan bahwa E-LKPD berbasis RME dan GeoGebra secara konsisten memenuhi tiga aspek utama dalam pengembangan perangkat ajar, yaitu validitas, kepraktisan, dan keefektifan. Hikmah (2023) melaporkan bahwa hasil *expert review* menunjukkan kategori “sangat valid”, sementara hasil uji coba pada kelompok kecil dan pada uji coba lapangan menunjukkan respon positif terhadap kemudahan penggunaan (praktikalitas tinggi) serta peningkatan hasil belajar (efektivitas). Temuan ini menegaskan bahwa pengembangan E-LKPD dengan menggabungkan teori dalam RME dan teknologi efektif GeoGebra merupakan pendekatan yang komprehensif dan teruji untuk membangun Media atau materi ajar yang selain valid secara konsep (teoritis), juga terbukti efektif dan berguna dalam praktik pengajaran.

Berdasarkan keseluruhan temuan-temuan tersebut diatas menegaskan bahwa E-LKPD berbasis RME dan

GeoGebra memiliki kevalidan yang kuat karena berbasis pada konteks nyata, kepraktisan yang tinggi karena dukungan teknologi yang interaktif, serta keefektifan yang terbukti dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis. Kombinasi kedua pendekatan ini membentuk lingkungan belajar yang autentik, dinamis, dan memberdayakan siswa untuk berpikir secara reflektif dan logis sesuai tuntutan pembelajaran abad ke-21.

KESIMPULAN

Penelitian ini membuktikan bahwa E-LKPD yang dikembangkan dengan pendekatan RME dan terintegrasi GeoGebra terbukti valid, praktis, serta mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMP secara efektif. Oleh sebab itu, E-LKPD berbasis RME berbantuan GeoGebra tersebut pantas dijadikan sebagai salah satu alternatif inovasi dalam pembelajaran matematika yang bersifat kontekstual dan interaktif, sekaligus dirancang untuk melatih keterampilan berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills* – HOTS).

DAFTAR PUSTAKA

- Afhami, A. H. (2022). Aplikasi Geogebra Classic terhadap Pemahaman Konsep Matematika Siswa Pada Materi Transformasi Geometri. *Plusminus: Jurnal Pendidikan Matematika*, 2(3), 449–460.
<https://doi.org/10.31980/plusminus.v2i3.1119>
- Anisa, R., Fajriah, N., & Juhairiah, J. (2024). Pengembangan Soal Materi Sistem Persamaan Linear Dua Variabel Berkonteks Lahan Basah untuk Melatih Berpikir Kritis Siswa. *JURMADIKTA*, 4(2), 22–33.
<https://doi.org/10.20527/jurmadikt>

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i1.14502>

- a.v4i2.2206
- De Bortoli, L., Underwood, C., & Thomson, S. (2023). *PISA 2022. Reporting Australia's results. Volume I: Student performance and equity in education*. <https://doi.org/10.33902/JPR.2022.17357>
- Demir, E. (2022). An Examination of High School Students' Critical Thinking Dispositions and Analytical Thinking Skills. *Journal of Pedagogical Research*, 6(4), 190–200. <https://doi.org/10.33902/JPR.2022.17357>
- Erita, S., Utami, E. S. D., & Ningsih, F. (2022). Realistic Mathematic Education-Based Student Worksheet to Improve Students' Mathematical Reasoning on Circle Material. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 5(2), 210–223. <https://doi.org/10.24042/ij sme.v5i2.11249>
- Fitriani, N., Hidayah, I. S., & Nurfauziah, P. (2021). Live Worksheet Realistic Mathematics Education Berbantuan Geogebra: Meningkatkan Abstraksi Matematis Siswa SMP Pada Materi Segiempat. *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)*, 5(1), 37. <https://doi.org/10.33603/jnpm.v5i1.4526>
- Gurmu, F., Tuge, C., & Hunde, A. B. (2024). Effects Of Geogebra-Assisted Instructional Methods on Students' Conceptual Understanding of Geometry. *Cogent Education*, 11(1), 2379745. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2379745>
- Hasibuan, A. M., Saragih, S., & Amry, Z. (2019). Development of Learning Materials Based on Realistic Mathematics Education to Improve Problem Solving Ability and Student Learning Independence. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 14(1), 243–252. <https://doi.org/10.29333/iejme/4000>
- Hikmah, R. (2020). Pengaruh Aplikasi Geogebra Dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa di SMPN Cibinong. *SAP (Susunan Artikel Pendidikan)*, 5(2). <https://doi.org/10.30998/sap.v5i2.6908>
- Hikmah, R. (2023). Validity and Practicality of Geogebra Application-Based Mathematics Learning Tools to Train Visual-Spatial Intelligence. *JDIME: Journal of Development and Innovation in Mathematics Education*, 1(1), 42–53. <https://doi.org/10.32939/jdime.v1i1.2336>
- Hujjatusnaini, N., Corebima, A. D., Prawiro, S. R., & Gofur, A. (2022). The Effect of Blended Project-Based Learning Integrated with 21st-Century Skills on Pre-Service Biology Teachers' Higher-Order Thinking Skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 11(1), 104–118. <https://doi.org/10.15294/jpii.v11i1.27148>
- Isnaini, R. N., & Aini, N. (2024). Efektivitas Realistic Mathematics Education terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dalam Mata Pelajaran Matematika SDN Ploso. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(2), 1462–1471. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v8i2.3279>
- Kids, F. B. (2019). *Framework for 21st*

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i1.14502>

- Century Learning Definitions*. 1–9.
https://static.battelleforkids.org/documents/p21/p21_framework_definitionsbfk.pdf
- Koyunlu Ünlü, Z., & Dökme, İ. (2022). A Systematic Review of 5E Model in Science Education: Proposing a Skill-Based STEM Instructional Model Within The 21-St Century Skills. *International Journal of Science Education*, 44(13), 2110–2130.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2114031>
- Lestari, R., Prahmana, R. C. I., Chong, M. S. F., & Shahrill, M. (2023). Developing Realistic Mathematics Education-Based Worksheets for Improving Students' critical Thinking Skills. *Infinity Journal*, 12(1), 69–84.
<https://doi.org/10.22460/infinity.v12i1.p69-84>
- OECD. (2016). *Ten Questions for Mathematics Teachers... and How PISA Can Help Answer Them*. PISA. OECD Publishing.
<https://doi.org/10.1787/9789264265387-en>
- Plomp, T. (2013). Educational design research: An introduction. *Educational Design Research*, 1, 11–50.
<http://www.fi.uu.nl/publicaties/literatuur/educational-design-research-part-a.pdf#page=12>
- Prahmana, R. C. I., Sagita, L., Hidayat, W., & Utami, N. W. (2020). Two Decades of Realistic Mathematics Education Research In Indonesia: A Survey. *Infinity Journal*, 9(2), 223–246.
<https://doi.org/10.22460/infinity.v9i2.p223-246>
- Puandi, A., Lubis, A., & Mulyono, M. (2024). Development of Problem-Based Student Worksheet Learning Media Using Geogebra to Improve Mathematical Reasoning Skills and Learning Independence. *Jurnal Perspektif*, 8(2), 149–160.
<https://doi.org/10.15575/jp.v8i2.300>
- Purba, N. P., & Rajagukguk, W. (2024). Pengembangan LKPD Berbasis RME (Realistic Mathematic Education) untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa Kelas VIII SMP pada Materi Lingkaran. *SAKOLA-Journal of Sains Cooperative Learning and Law*, 1(2), 483–496.
<https://doi.org/10.57235/sakola.v1i2.3356>
- Rahmah, A. (2024). Studi Literatur: Penggunaan Software GeoGebra untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Komputasi Siswa pada Pembelajaran Matematika. *Journal of Student Research*, 2(4), 24–40.
<https://doi.org/10.55606/jsr.v2i4.3081>
- Samura, A. O., Darhim, Juandi, D., Said, A. M., Nani, K. La, & Tamur, M. (2022). Improving the Critical Thinking Ability of Junior High School Students Through Realistic Mathematics Education Innovation. *AIP Conference Proceedings*, 2577(1), 20057.
<https://doi.org/10.1063/5.0096077>
- Sugandi, A. I., Widianty, D., & Maya, R. (2025). Pengembangan E-Lkpd Berbasis Discovery Learning Berbantuan Google Sites Untuk Meningkatkan Kemampuan Penalaran Matematis Siswa. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 14(4).
<https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i4.13583>
- Susandi, A. D., & Widyawati, S. (2022). Implementation of realistic mathematic education (RME)

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i1.14502>

- learning model in improving critical thinking skills. *Al-Jabar: Jurnal Pendidikan Matematika*, 13(2), 251–260. <https://doi.org/10.24042/ajpm.v13i2.14996>
- Zahra, N. I., Yumiati, Y., & Novianti, I. (2025). Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis dengan Model PBL Berbantuan Geogebra Ditinjau dari Kemampuan Awal Matematis. *PYTHAGORAS: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 14(2), 135-146. <https://doi.org/10.33373/pyth.v14i2.7712>
- Zetriuslita, Z., Wahyudin, W., & Dahlan, J. A. (2018). Association Among Mathematical Critical Thinking Skill, Communication, and Curiosity Attitude as The Impact of Problem-Based Learning and Cognitive Conflict Strategy (PBLCCS) in Number Theory Course. *Infinity Journal*, 7(1), 15–24. <https://doi.org/10.22460/infinity.v7i1.p15-24>
- Zhalila, Z., & Medika, G. H. (2024). 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>