

INTEGRASI DIGITAL PADA E-LKPD BERBASIS RME UNTUK MENGOPTIMALKAN PEMECAHAN MASALAH ALJABAR

Prima Yudhi¹⁾, Tuty Indra Wahyuni. T²⁾

^{1,2}Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat
email: primayudhi@ymail.com

Abstract

The abstraction of algebraic concepts presents a significant barrier to students' mathematical problem-solving proficiency. While Realistic Mathematics Education (RME) offers a pedagogical bridge by grounding mathematics in reality, its integration with digital media remains underexplored. This study aims to develop and critically analyze the mechanism of action of an Electronic Student Worksheet (E-LKPD) based on RME to optimize algebraic problem-solving skills. Utilizing the Research and Development (R&D) methodology with the ADDIE framework, the study involved expert validation, practicality testing, and effectiveness assessment. Data analysis reveals a pedagogical alignment: the product achieved high validity scores (Material 87.5%, Media 80%, Language 86.67%) and practicality (88.17%). Crucially, the mechanism of action identified demonstrates that the E-LKPD's digital affordances successfully scaffold the mathematization process, transforming abstract symbols into tangible problem-solving tools. Consequently, student mastery increased significantly from an initial average of 26.92% to a post-intervention average of 91.15%, with 84.37% of students achieving classical mastery. This study confirms that the synergy between RME context and digital interactivity is a potent catalyst for mathematical understanding.

Keywords: E-LKPD, Realistic Mathematics Education, Algebraic Problem Solving.

Abstrak

Abstraksi konsep aljabar menjadi penghalang signifikan bagi kecakapan pemecahan masalah matematis peserta didik. Meskipun Realistic Mathematics Education (RME) menawarkan jembatan pedagogis dengan menancapkan matematika pada realitas, integrasinya dengan media digital masih jarang dieksplorasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menganalisis secara kritis mekanisme aksi dari Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) berbasis RME untuk mengoptimalkan keterampilan pemecahan masalah aljabar. Menggunakan metodologi Research and Development (R&D) dengan kerangka kerja ADDIE, penelitian ini melibatkan validasi ahli, uji praktikalitas, dan penilaian efektivitas. Analisis data mengungkapkan adanya keselarasan pedagogis: produk mencapai skor validitas yang tinggi (Materi 87,5%, Media 80%, Bahasa 86,67%) dan praktikalitas (88,17%). Secara krusial, mekanisme aksi yang diidentifikasi menunjukkan bahwa fitur digital E-LKPD berhasil melakukan scaffolding pada proses matematisasi, mengubah simbol abstrak menjadi alat pemecahan masalah yang konkret. Akibatnya, penguasaan peserta didik meningkat secara signifikan dari rata-rata awal 26,92% menjadi rata-rata pasca-intervensi 91,15%, dengan 84,37% peserta didik mencapai penguasaan klasikal. Studi ini mengonfirmasi bahwa sinergi antara konteks RME dan interaktivitas digital adalah katalis yang kuat untuk pemahaman matematika.

Keywords: *E-LKPD, Realistic Mathematics Education, Pemecahan Masalah Aljabar.*

PENDAHULUAN

Matematika sering kali dipersepsikan sebagai disiplin ilmu yang rigid dan abstrak, menciptakan kesenjangan antara konsep formal dan pemahaman intuitif siswa (Schoenfeld, 2016). Salah satu tujuan utama pembelajaran matematika adalah pengembangan kemampuan pemecahan masalah yang memungkinkan siswa memahami masalah, membangun model matematis, dan menafsirkan solusi. Namun, kenyataan di lapangan menunjukkan paradoks yang tajam. Berdasarkan wawancara awal dengan pendidik di SMP Negeri 5 Padang Panjang, peserta didik kelas VIII menunjukkan kemampuan pemecahan masalah yang rendah, dengan skor rata-rata tes awal hanya 26,92%.

Kesulitan ini berakar pada dua faktor utama: pertama, sifat abstrak materi bentuk aljabar yang menuntut kemampuan operasional variabel (Kieran, 2007); dan kedua, pendekatan pembelajaran yang masih didominasi metode konvensional dan rutin (Stacey, 2005). Polya (1945) mendefinisikan pemecahan masalah sebagai prosedur untuk mengatasi tantangan melalui langkah-langkah tidak biasa. Namun, jika bahan ajar tidak merangsang kemampuan berpikir tingkat tinggi (Anderson & Krathwohl, 2001), maka proses matematisasi ini gagal terjadi.

Untuk menjembatani kesenjangan ini, pendekatan *Realistic Mathematics Education* (RME) menjadi relevan. Menurut (Gravemeijer, 1999), keunggulan RME terletak pada kemampuannya menjadikan matematika bermakna melalui konteks nyata, memberi ruang bagi siswa menemukan konsep (*guided reinvention*), dan mendorong pengalaman belajar autentik. Pendekatan ini sangat cocok untuk materi aljabar yang relevan dengan kehidupan sehari-hari namun sering dianggap sulit secara konseptual.

Perkembangan teknologi informasi menawarkan kesempatan untuk memperkaya implementasi RME melalui E-LKPD. Berbeda dengan LKPD cetak yang bersifat statis, E-LKPD memfasilitasi interaktivitas, aksesibilitas, dan representasi visual dinamis (Clark & Mayer, 2016). Studi ini bertujuan untuk menginvestigasi pengembangan dan efektivitas E-LKPD berbasis RME, serta mengeksplorasi secara mendalam bagaimana sinergi antara prinsip RME dan fitur digital mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik.

METODOLOGI

Penelitian ini mengadopsi metode Research and Development (R&D) dengan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) (Branch, 2009). Model ini dipilih karena strukturnya yang sistematis namun memungkinkan reiterasi (siklus umpan balik) yang krusial untuk validasi instrumen dan produk.

Tahapan yang dilakukan meliputi: (1) *Analysis*, menganalisis kebutuhan dan hambatan pembelajaran aljabar; (2) *Design*, menyusun *storyboard* dan struktur E-LKPD yang selaras dengan karakteristik RME; (3) *Development*, memproduksi E-LKPD menggunakan aplikasi Canva dan melakukan validasi oleh ahli; (4) *Implementation*, uji coba lapangan kepada peserta didik; dan (5) *Evaluation*, analisis komprehensif terhadap validitas, praktikalitas, dan efektivitas produk.

Data dikumpulkan menggunakan instrumen yang valid dan reliabel, meliputi lembar validasi ahli (materi, media, bahasa), angket praktikalitas siswa, dan tes hasil belajar pemecahan masalah. Analisis data kuantitatif dilakukan dengan bantuan aplikasi SPSS, sementara analisis kualitatif digunakan untuk menginterpretasi mekanisme pedagogis yang terjadi selama pembelajaran.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Analisis Validitas Produk: Keselarasan Konten dan Digital

Proses validasi bukan sekadar penilaian teknis, melainkan verifikasi keselarasan antara materi pedagogis (RME) dan media penyampaian. Hasil validasi oleh ahli menunjukkan bahwa E-LKPD ini memenuhi kriteria kelayakan yang tinggi.

Tabel 1. Hasil Validasi Ahli terhadap E-LKPD Berbasis RME

Aspek	Skor Rataan (%)	Interpretasi
Materi	87,50	Validitas Konseptual: Ahli materi menegaskan bahwa konteks yang digunakan telah memenuhi prinsip matematisasi horizontal. Soal tidak lagi menghafal rumus, tetapi memerlukan proses pemodelan.
Media	80,00	Validitas Teknopedagogis: Tampilan digital dinilai mendukung prinsip RME melalui visualisasi. Tata letak yang user-friendly meminimalkan beban kognitif ekstraneus. (Sweller, Ayres, & Kalyuga, 2011)
Bahasa	86,67	Validitas Komunikatif: Penggunaan bahasa baku yang menstimulasi kemandirian peserta didik. Instruksi dalam E-LKPD berperan sebagai fasilitator (<i>scaffolding</i>) tertulis.
Total	84,72	Sangat Valid

Analisis mendalam terhadap skor materi (87,5%) mengindikasikan bahwa integrasi konteks budaya sehari-hari ke dalam soal-soal aljabar (seperti perhitungan harga dan modelisasi barang), telah diterima secara akademis. Hal ini mengonfirmasi pernyataan (Gravemeijer, 1999) bahwa RME menjadikan matematika bermakna. Ahli media menyoroti bahwa penggunaan fitur link ke video pembelajaran dan gambar interaktif dalam E-LKPD bukan sekadar hiasan, melainkan alat bantu kognitif yang memvisualisasikan masalah abstrak menjadi konkret (Mayer, 2009).

2. Analisis Praktikalitas: Efisiensi Kognitif dan Motivasi

Praktikalitas sebuah media pembelajaran mencerminkan kemudahan pemanfaatan dan efisiensi dalam proses pembelajaran. Hasil uji coba lapangan mengungkapkan respons positif yang signifikan dari peserta didik.

Tabel 2. Respon Peserta Didik terhadap Praktikalitas E-LKPD

Aspek	Skor Rataan (%)	Interpretasi
Kemudahan Penggunaan	88,50	Efisiensi Navigasi: Peserta didik tidak mengalami hambatan teknis. Antarmuka E-LKPD yang intuitif memungkinkan siswa fokus sepenuhnya pada pemrosesan matematis, bukan pada cara menggunakan aplikasi.
Kemenarikan	90,25	Motivasi Intrinsik: Kombinasi warna, animasi sederhana, dan konteks nyata mengubah persepsi matematika dari "menakutkan" menjadi "menarik". Ini membangkitkan rasa ingin tahu (<i>curiosity</i>) siswa (Ryan & Deci, 2000).
Efisiensi Waktu	85,75	Aksesibilitas Informasi: Peserta didik dapat mengakses materi, menonton video ulang, dan menyelesaikan latihan tanpa keterbatasan ruang dan waktu (fleksibilitas).
Total	88,17	Sangat Praktis

Skor rata-rata 88,17% menandakan bahwa E-LKPD ini bukan hanya layak digunakan, tetapi benar-benar mengurangi friksi dalam proses belajar. Dari perspektif kognitif, praktikalitas ini membebaskan *working memory* peserta didik dari beban memahami format bahan ajar, sehingga kapasitas kognitif dapat dialihkan sepenuhnya untuk proses pemecahan masalah, sebuah prinsip yang selaras dengan teori *Cognitive Load Theory* (Sweller et al., 2011).

3. Analisis Efektivitas dan Sinergitas

Peningkatan hasil belajar adalah hasil akhir dari proses internalisasi konsep. Perbandingan nilai sebelum dan sesudah intervensi menunjukkan lompatan kinerja yang luar biasa.

Tabel 3. Peningkatan Kinerja Pemecahan Masalah Matematis

Statistik	Nilai Awal	Nilai Akhir	Peningkatan
Rata-rata	26,92%	91,15%	+64,23%
Ketuntasan Klasikal	0%	84,37%	Sangat Efektif

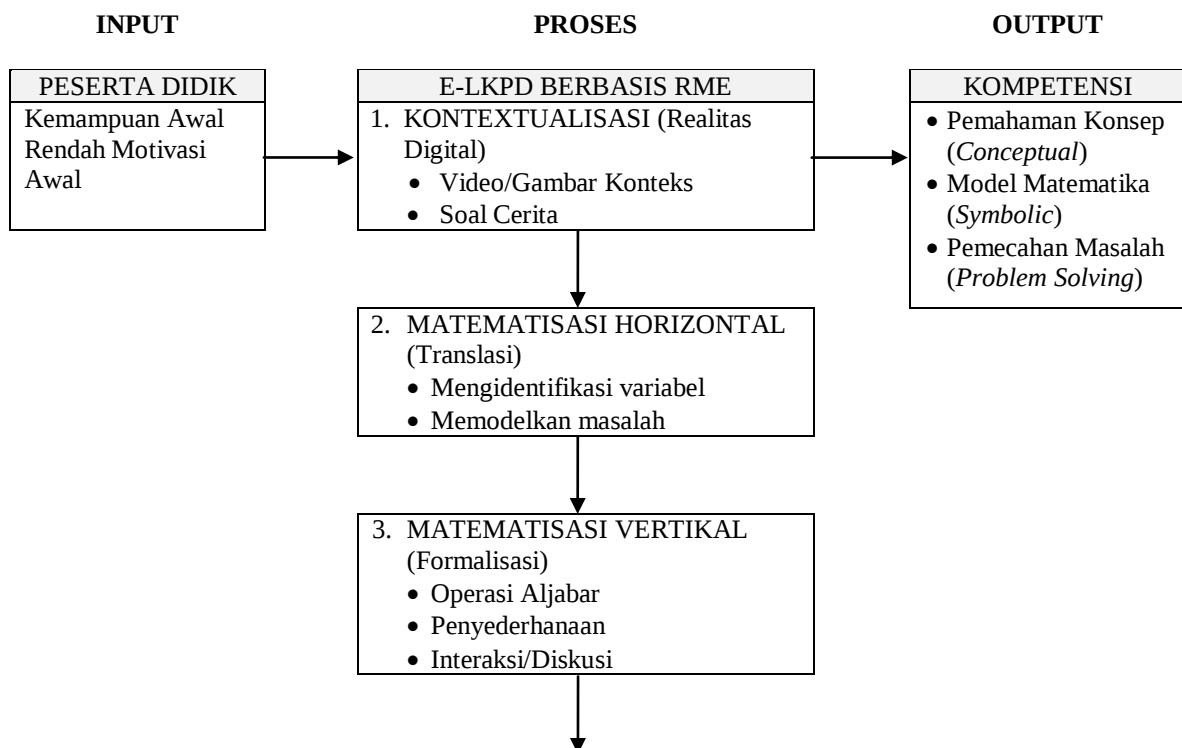
Data ini membuktikan bahwa intervensi E-LKPD berbasis RME mampu mengatasi kesenjangan pemahaman aljabar. Namun, angka 84,37% ketuntasan klasikal tidak terjadi secara ajaib. Peningkatan ini dihasilkan oleh mekanisme kerja spesifik yang terjadi selama pembelajaran.

Sinergi RME dan *Digital Scaffolding*

Penelitian ini menjelaskan bagaimana E-LKPD memfasilitasi proses matematisasi secara lebih efektif dibandingkan media konvensional. Mekanisme aksi tersebut adalah sebagai berikut:

1. **Fase Kontekstualisasi Digital (*Scaffolding Visual*):** E-LKPD memanfaatkan media digital untuk menyajikan konteks yang imersif. Berbeda dengan teks hitam-putih di buku, E-LKPD menggunakan gambar dan video untuk merepresentasikan masalah nyata (misalnya transaksi jual-beli). Ini mengurangi beban abstraksi, memungkinkan peserta didik secara intuitif melihat relevansi matematika (prinsip RME: *using reality*) (Treffers, 1987).
2. **Matematisasi Horizontal (Translasi Konstruk):** Pada tahap ini, E-LKPD memandu siswa membangun jembatan antara dunia nyata dan dunia simbol. Pertanyaan-pertanyaan terarah pada E-LKPD mengarahkan siswa untuk menentukan apa yang diketahui (konstanta) dan apa yang dicari (variabel). Ini adalah proses kunci yang sering terlewat pada pembelajaran tradisional (Van Den Heuvel-Panhuizen, 2003).
3. **Matematisasi Vertikal (Abstraksi & Formalisasi):** Setelah model terbentuk, siswa diajak melakukan manipulasi aljabar (penjumlahan, pengurangan, faktorisasi). Keunggulan E-LKPD terletak pada kemampuannya memberikan *feedback* instan pada latihan tertentu, serta menyediakan akses ke materi penunjang jika siswa mengalami kesulitan. Ini menciptakan lingkungan belajar yang aman untuk bereksperimen (Hattie & Timperley, 2007)
4. **Internalisasi (Retensi):** Integrasi antara konteks nyata dan simulasi digital memperkuat jalur neuron (engram) dalam memori jangka panjang. Peserta didik tidak lagi menghafal rumus $a+b=c$, melainkan memahami struktur sistem di baliknya (Roediger & Butler, 2011).

Proses ini dapat dirumuskan melalui diagram berikut:



4. INTERNALISASI

- Umpan balik otomatis
- Latihan terstruktur

Diagram 1. Mekanisme E-LKPD Berbasis RME dalam Meningkatkan Pemecahan Masalah.

Dengan demikian, kenaikan nilai akhir menjadi 91,15% bukan sekadar hasil dari menghafal, melainkan manifestasi dari pemahaman konseptual yang mendalam melalui mekanisme pembelajaran yang terstruktur secara digital-pedagogis.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini mengonfirmasi bahwa pengembangan E-LKPD berbasis *Realistic Mathematics Education* (RME) melalui model ADDIE menghasilkan produk yang sangat valid (84,72%), sangat praktis (88,17%), dan sangat efektif (84,37% ketuntasan klasikal). Analisis mendalam menunjukkan bahwa efektivitas produk ini tidak lepas dari kemampuan digital E-LKPD untuk melakukan *scaffolding* proses matematisasi, mengubah konsep aljabar yang abstrak menjadi representasi visual yang intuitif dan proses pembelajaran yang interaktif.

Bagi pendidik dan praktisi, E-LKPD ini merekomendasikan pergeseran paradigma dari pengajaran berbasis hafalan menuju pembelajaran berbasis pengalaman nyata yang dimediasi teknologi. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan uji coba dengan skala lebih besar (multilokasi) serta mengembangkan fitur adaptif (*adaptive learning*) di dalam E-LKPD agar personalisasi pembelajaran dapat berjalan lebih optimal (Shute & Rahimi, 2017).

DAFTAR PUSTAKA

- Branch, R. M. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach*. Boston, MA: Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-09506-6>
- Clark, R. C., & Mayer, R. E. (Eds.). (2016). *e-Learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning* (1st ed.). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119239086>
- Gravemeijer, K. (1999). How Emergent Models May Foster the Constitution of Formal Mathematics. *Mathematical Thinking and Learning*, 1(2), 155–177. https://doi.org/10.1207/s15327833mtl0102_4
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81–112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>

- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning* (2nd ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511811678>
- Roediger, H. L., & Butler, A. C. (2011). The critical role of retrieval practice in long-term retention. *Trends in Cognitive Sciences*, 15(1), 20–27. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2010.09.003>
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 54–67. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1020>
- Schoenfeld, A. H. (2016). Learning to Think Mathematically: Problem Solving, Metacognition, and Sense Making in Mathematics (Reprint). *Journal of Education*, 196(2), 1–38. <https://doi.org/10.1177/002205741619600202>
- Shute, V. J., & Rahimi, S. (2017). Review of computer-based assessment for learning in elementary and secondary education. *Journal of Computer Assisted Learning*, 33(1), 1–19. <https://doi.org/10.1111/jcal.12172>
- Stacey, K. (2005). The place of problem solving in contemporary mathematics curriculum documents. *The Journal of Mathematical Behavior*, 24(3–4), 341–350. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2005.09.004>
- Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive Load Theory*. New York, NY: Springer New York. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8126-4>
- Treffers, A. (1987). *Three Dimensions*. Dordrecht: Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-94-009-3707-9>
- Van Den Heuvel-Panhuizen, M. (2003). The didactical use of models in realistic mathematics education: An example from a longitudinal trajectory on percentage. *Educational Studies in Mathematics*, 54(1), 9–35. <https://doi.org/10.1023/B:EDUC.00000005212.03219.dc>