

PENGEMBANGAN DESAIN *VIRTUAL MANIPULATIVE MATH* PADA MATERI BANGUN DATAR UNTUK PEMBELAJARAN MATEMATIKA SEKOLAH DASAR

M.G. Mayoni¹, E.M. Mursidik², R.P. Kurniawati³

¹²³Pendidikan Guru Sekolah Dasar
Universitas PGRI Madiun
Jawa Timur, Indonesia

e-mail: mutia_2202101059@mhs.unipma.ac.id¹, ellys@unipma.ac.id²,
rissa@unipma.ac.id³

Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh rendahnya hasil belajar matematika siswa kelas IV SDN Kertobanyon serta keterbatasan media pembelajaran matematika. Penelitian ini bertujuan mengembangkan media pembelajaran *Virtual Manipulative Math* berbasis RME dan mengetahui kelayakan media. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) model ADDIE. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi, angket, validasi ahli, serta tes *pretest* dan *posttest*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media memperoleh validasi ahli media sebesar 100% dan ahli materi sebesar 95% dengan kategori "Sangat Layak", serta ahli bahasa sebesar 80% dengan kategori "Layak". Respons guru mencapai 84% dengan kategori "Sangat Layak" dan respons siswa 88,15% dengan kategori "Sangat Menarik". Hasil belajar siswa meningkat dari rata-rata 54,33 menjadi 80,33. Dengan demikian, media *Virtual Manipulative Math* berbasis RME dinyatakan layak digunakan dalam pembelajaran matematika siswa kelas IV SDN Kertobanyon.

Kata Kunci: Matematika; *Realistic Mathematics Education*; *Virtual Manipulative Math*

Abstract

This study was motivated by the low mathematics learning outcomes of fourth-grade students at SDN Kertobanyon and the limited availability of mathematics learning media. The study aimed to develop RME-based Virtual Manipulative Math learning media and to determine its feasibility. The Research and Development (R&D) method with the ADDIE model was employed. Data were collected through observations, questionnaires, expert validation, and pretest and posttest. The results showed that the media obtained validation scores of 100% from the media expert and 95% from the content expert, both categorized as "Highly Feasible," and 80% from the language expert, categorized as "Feasible." The teacher response reached 84% ("Highly Feasible"), and the student response reached 88.15% ("Highly Interesting"). Students' learning outcomes increased from a mean score of 54.33 to 80.33. Therefore, the RME-based Virtual Manipulative Math media was declared feasible for use in mathematics learning for fourth-grade students at SDN Kertobanyon.

Keywords: Mathematics; *Realistic Mathematics Education*; *Virtual Manipulative Math*

PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran (Rahman et al., 2022). Salah satu komponen fundamental yang membentuk pola pikir logis, analitis, dan sistematis peserta didik ialah matematika (Hodiyanto, 2020). Matematika juga mendasari perkembangan teknologi (Romadhoni & Hasanudin, 2023; Siregar & Dewi, 2022) membekali peserta didik untuk berpikir kritis, inovatif, dan kreatif (Mutmainah & Karlimah, 2024).

Berdasarkan hasil observasi di SD Negeri Kertobanyon, Kecamatan Geger, Kabupaten Madiun, diketahui bahwa pembelajaran matematika di kelas IV didominasi metode ceramah. Media yang digunakan hanya benda konkret seadanya di sekitar ruang kelas, disertai penjelasan melalui gambar di papan tulis. Media tersebut tidak dirancang khusus untuk

pembelajaran matematika dan jumlahnya tidak mencukupi untuk digunakan secara merata. Akibatnya, siswa cenderung pasif, bermain sendiri, dan tidak memperoleh kesempatan bereksplorasi. Kondisi ini tercermin pada hasil ulangan harian, yaitu hanya 6 dari 15 siswa yang memperoleh nilai di atas KKM, sedangkan 9 siswa lainnya belum mencapai KKM. Oleh karena itu, diperlukan media berbasis teknologi yang dapat meningkatkan pemahaman dan motivasi belajar siswa.

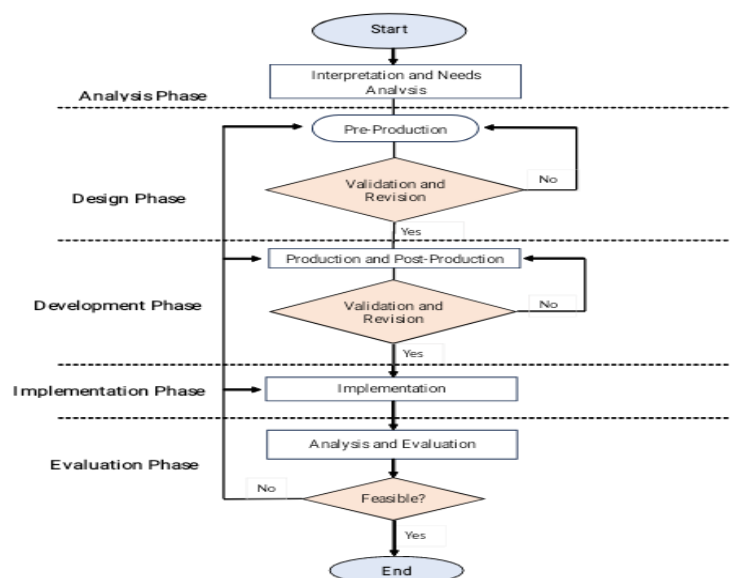
Media *Virtual Manipulative Math* merupakan representasi visual interaktif berbasis digital dari objek manipulatif yang dapat dimanipulasi secara langsung melalui komputer atau gawai (Kania, 2016). Media ini menjembatani konsep matematika yang abstrak dengan pengalaman belajar yang konkret dan visual (Cahyono et al., 2024), serta memfasilitasi eksplorasi mandiri dalam pembelajaran konstruktivistik (Wiryanto & Veronica, 2024). Manfaatnya mencakup peningkatan pemahaman konsep, minat, motivasi, dan hasil belajar (Murni et al., 2022). Karakteristik tersebut relevan dipadukan dengan pendekatan *Realistic Mathematics Education* (RME).

RME merupakan pendekatan yang menggunakan masalah, situasi, dan objek nyata sebagai titik awal penemuan konsep matematika secara terbimbing (Yunianingsih et al., 2024). Pendekatan ini mendekatkan matematika dengan kehidupan sehari-hari siswa (Apriyanti & Fauzi, 2023) dan meningkatkan pemahaman konsep karena pembelajaran dikaitkan dengan situasi yang mudah dibayangkan (Widana, 2021).

Penelitian terdahulu menyajikan *Virtual Manipulative Math* dalam bentuk animasi yang mengonkretkan gagasan abstrak (Altiparmak, 2025), aplikasi dengan fitur petunjuk dan umpan balik waktu nyata (Siller & Ahmad, 2024), serta karakter dan kisi yang dimanipulasi langsung oleh siswa (Mazo, 2024). Media pada penelitian ini berbeda karena sintaks RME diintegrasikan ke dalam alur aktivitas media berbasis web yang memuat konteks kehidupan sehari-hari, animasi, efek suara, fitur pengukuran interaktif, dan fitur *drag and drop* untuk materi bangun datar. Tujuan penelitian ialah mengembangkan dan mendeskripsikan kelayakan media *Virtual Manipulative Math* berbasis RME untuk pembelajaran matematika kelas IV sekolah dasar.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE yang terdiri atas lima tahap, yaitu *Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation* (Safitri & Aziz, 2022), sebagaimana disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Langkah-langkah Model Pengembangan ADDIE (Harja et al., 2025)

Tahap *Analysis* dilaksanakan pada 6 April 2026 melalui wawancara dan observasi pembelajaran. Tahap *Design* meliputi penentuan produk, penyusunan modul ajar dua pertemuan (3 JP per pertemuan), penyusunan produk, dan penyusunan angket validasi. Pada tahap *Development*, media diwujudkan menjadi produk berbasis web. Canva digunakan untuk merancang aset visual, yaitu karakter ilustrasi, tombol navigasi, dan tata letak halaman, sedangkan bahasa pemrograman HTML digunakan sebagai kerangka dan fitur interaktif, dan platform Vercel digunakan untuk publikasi daring tanpa instalasi aplikasi. Tahap *Implementation* mencakup validasi ahli dan uji coba, sedangkan tahap *Evaluation* dilakukan melalui *pretest* dan *posttest*.

Penelitian dilaksanakan di SD Negeri Kertobanyon, Kecamatan Geger, Kabupaten Madiun. Subjek penelitian ialah seluruh siswa kelas IV yang berjumlah 15 siswa (4 laki-laki dan 11 perempuan). Validasi dilakukan pada 21 Mei 2026 oleh tiga dosen Universitas PGRI Madiun, yaitu ahli media, ahli materi, dan ahli bahasa. Uji coba dilaksanakan pada 18, 22, 25, dan 26 Mei 2026. *Pretest* diberikan pada 18 Mei, pembelajaran dengan media dilaksanakan dalam dua pertemuan (22 dan 25 Mei), serta *posttest* dan angket respons siswa dan guru kelas diberikan pada 26 Mei. Seluruh siswa mengikuti *pretest* dan *posttest*. Tes berupa 20 soal pilihan ganda tentang sifat dan komposisi bangun datar, dengan soal *posttest* yang setara dengan *pretest*.

Data primer berupa angket validasi ahli, angket respons guru dan siswa, serta nilai *pretest* dan *posttest*, sedangkan data sekunder berupa catatan lapangan dan dokumentasi foto (Okpatrioka, 2023). Teknik pengumpulan data meliputi angket, tes, dan dokumentasi (Sugiyono, 2023). Data angket dianalisis menggunakan skala Likert tiga tingkat (Tabel 1) dengan rumus berikut.

Tabel 1. Penilaian Skala Likert

Penilaian	Skor
Sangat Setuju	3
Setuju	2
Tidak Setuju	1

(Ashari & Puspasari, 2024)

Persentase kelayakan = (skor yang diperoleh / skor maksimal) × 100%
(Ashari & Puspasari, 2024)

Hasil perhitungan diinterpretasikan berdasarkan kriteria pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Interpretasi Persentase Kelayakan

Skala Persentase	Tingkat Validitas
81%– 100%	Sangat Baik
61%– 80%	Baik
41%– 60%	Cukup
21% – 40%	Kurang
0% – 20%	Kurang Sekali

(Ashari & Puspasari, 2024)

Peningkatan hasil belajar dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan nilai rata-rata *pretest* dan *posttest* serta persentase peningkatan setiap siswa, yaitu selisih nilai *posttest* dan *pretest* dibagi nilai *pretest* dikalikan 100%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini memaparkan desain produk, hasil validasi ahli, respons guru dan siswa, serta hasil belajar, kemudian membahasnya berdasarkan teori dan penelitian terdahulu. Media dirancang dalam dua pertemuan, yaitu ciri-ciri bangun datar (pertemuan 1) serta komposisi

dan dekomposisi bangun datar (pertemuan 2). Tampilan media disajikan pada Gambar 2 sampai Gambar 9.



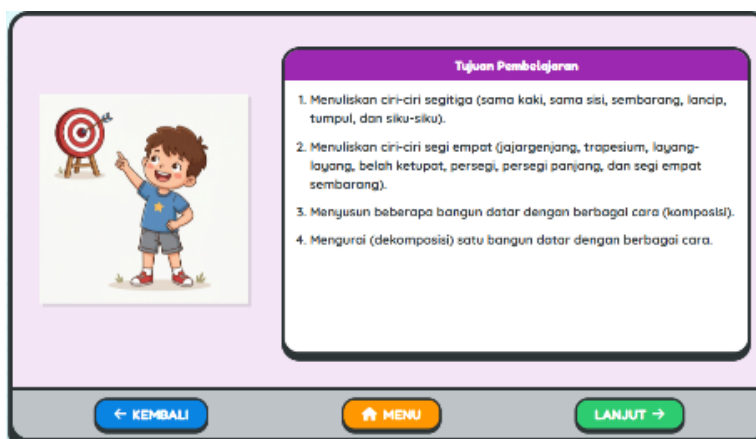
Gambar 2. Tampilan Awal

Gambar 2 menampilkan halaman awal media dengan latar suasana taman bermain, judul media, dan tombol navigasi *start* untuk memulai pembelajaran. Tampilan ini berfungsi menarik perhatian siswa sejak awal serta memberikan akses cepat menuju menu pembelajaran ciri-ciri, komposisi, dan dekomposisi bangun datar (Ningsih et al., 2025). Tombol navigasi pada halaman pembuka dirancang untuk memberikan kemudahan dan kenyamanan pengguna dalam mengoperasikan media secara mandiri (Kusumawati et al., 2021).



Gambar 3. Tampilan Petunjuk Penggunaan

Gambar 3 menampilkan tiga tombol utama beserta fungsinya, yaitu kembali, *home/menu*, dan lanjut. Halaman ini memastikan siswa dapat mengoperasikan seluruh aktivitas eksplorasi bangun datar secara mandiri tanpa kebingungan (Amatullah & Sutrisno, 2022). Hal ini sejalan dengan prinsip kemudahan navigasi, bahwa media pembelajaran harus dirancang sesederhana mungkin dan bentuk tombol atau ikon dibuat secara komunikatif dan jelas (Surjono, 2017).



Gambar 4. Tampilan Tujuan Pembelajaran

Gambar 4 menampilkan tujuan pembelajaran mengenai ciri-ciri, komposisi, dan dekomposisi bangun datar segitiga dan segiempat. Tujuan ditampilkan di awal agar siswa mengetahui capaian yang harus dikuasai sebelum memulai materi (Amalia et al., 2024).



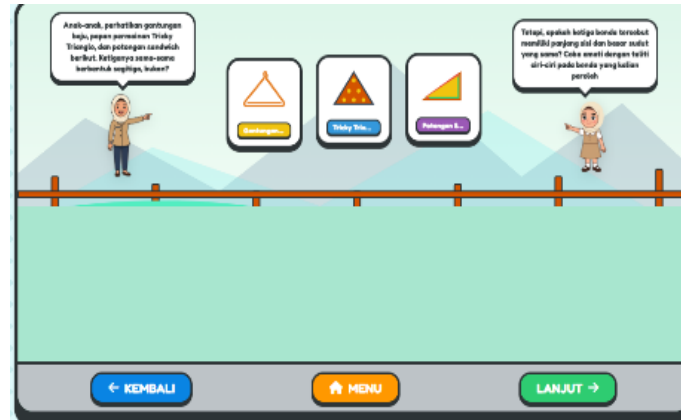
Gambar 5. Tampilan Menu

Gambar 5 menampilkan menu utama berisi pertemuan 1 (ciri-ciri bangun datar) dan pertemuan 2 (komposisi dan dekomposisi bangun datar). Penyusunan yang terstruktur memungkinkan siswa mengakses materi sesuai urutan pembelajaran (Kusumawati et al., 2021) sehingga belajar lebih terarah dan menyenangkan (Dilson et al., 2022).



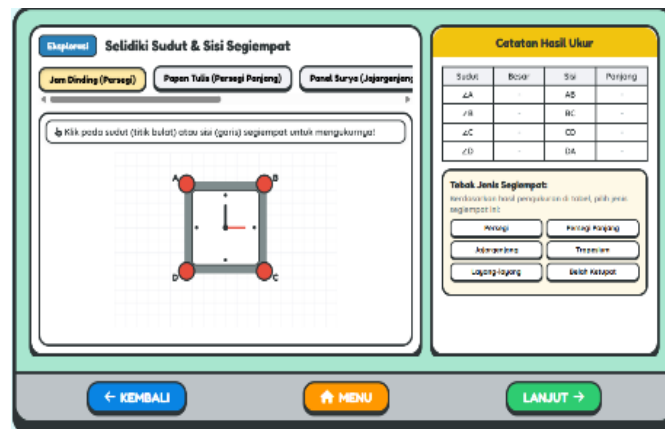
Gambar 6. Halaman Awal Pertemuan 1

Gambar 6 menampilkan gambaran materi ciri-ciri bangun datar segitiga dan segiempat yang akan dipelajari sehingga siswa memiliki arah belajar yang jelas (Wulandari et al., 2023). Penyajian gambaran awal materi juga merangsang minat dan motivasi siswa untuk mengikuti pembelajaran secara aktif (Amalia et al., 2024).



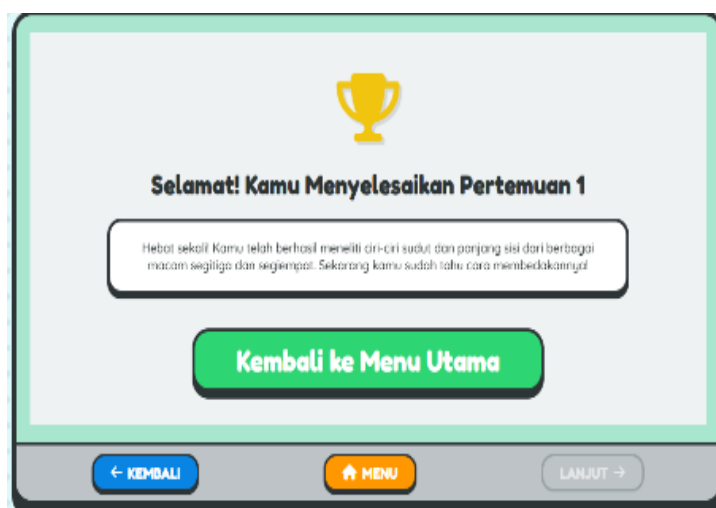
Gambar 7. Penyajian Permasalahan Kontekstual

Gambar 7 menampilkan percakapan yang menggiring siswa pada permasalahan kontekstual berupa benda sehari-hari berbentuk segitiga dan segiempat, seperti gantungan baju dan potongan sandwich. Gambar ini menerapkan sintaks pertama dan kedua RME, yaitu memahami dan menjelaskan masalah kontekstual, dengan masalah nyata sebagai titik awal memahami konsep sisi dan sudut (Apriyanti & Fauzi, 2023).



Gambar 8. Penyelesaian Masalah

Gambar 8 menampilkan aktivitas siswa secara berkelompok mengeksplorasi objek di sekitar mereka untuk mengidentifikasi ciri-ciri segitiga dan segiempat melalui media, mencatat hasil pengukuran sisi dan sudut, lalu mendiskusikan dan menyimpulkannya bersama guru (Anitra, 2021; Apriyanti & Fauzi, 2023). Aktivitas ini menerapkan sintaks ketiga sampai kelima RME, yaitu menyelesaikan masalah, membandingkan dan mendiskusikan jawaban, serta menyimpulkan hasil pembelajaran.



Gambar 9. Halaman Apresiasi

Gambar 9 menampilkan halaman apresiasi yang muncul setelah siswa berhasil menyimpulkan ciri-ciri bangun datar, berfungsi memberikan penghargaan dan menguatkan pemahaman konsep yang baru dipelajari (Usman et al., 2024). Penghargaan yang tepat dan relevan juga memperkuat fondasi pembelajaran dan membangkitkan minat positif siswa terhadap materi (Alfazuri, 2024).

Kelayakan media ditentukan berdasarkan data ahli media, ahli materi, dan ahli bahasa yang diolah menggunakan Microsoft Excel dan dikategorikan menurut Ashari & Puspasari, (2024). Hasil validasi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Validasi Kelayakan

Aspek Penilaian	Persentase Rata-rata	Kategori Validasi
Materi	95%	Sangat Layak
Media	100%	Sangat Layak
Bahasa	80%	Layak
Rata-rata skor	92%	Sangat Layak

Media memperoleh rata-rata persentase 92% dengan kategori sangat layak. Ahli media menyatakan media layak digunakan tanpa revisi karena seluruh indikator memperoleh skor maksimal. Ahli materi memberikan skor 2 pada indikator kemudahan materi dipahami siswa dan kejelasan petunjuk pengerjaan soal, serta menyarankan penyempurnaan fitur *drag and drop*. Saran tersebut ditindaklanjuti dengan memperbaiki mekanisme pemindahan dan penempatan objek sehingga fitur lebih responsif. Ahli bahasa memberikan skor terendah pada ejaan dan tanda baca, serta nilai yang lebih rendah pada kesesuaian bahasa dengan tingkat perkembangan siswa, kesederhanaan kalimat, dan kejelasan instruksi. Saran perbaikan sesuai Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia (PUEBI) ditindaklanjuti dengan merevisi penempatan tanda baca pada media. Revisi dengan demikian dilakukan berdasarkan saran ahli materi dan ahli bahasa, setelah itu media dinyatakan layak dan dilanjutkan ke uji coba.

Respons diperoleh setelah dua pertemuan pembelajaran dengan media dan dirangkum pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Respons Guru dan Siswa

Responden	Skor yang Diperoleh	Skor Maksimal	Persentase	Kategori
Guru kelas IV (1 orang)	38	45	84%	Sangat Layak
Siswa (15 orang)	595	675	88,15%	Sangat Menarik

Guru menilai tertinggi aspek kesesuaian materi dengan capaian dan tujuan pembelajaran, kesesuaian materi dengan indikator, keterbacaan informasi, relevansi gambar dengan kehidupan peserta didik, kemudahan akses melalui berbagai perangkat, dan kemudahan belajar tanpa dibatasi tempat. Siswa terlihat antusias dan aktif mencoba media, dan sebagian besar menyatakan media menarik serta memudahkan pemahaman materi bangun datar.

Hasil belajar siswa diukur melalui *pretest* sebelum dan *posttest* sesudah penggunaan media, dengan hasil pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil *Pretest* dan *Posttest* (n = 15)

Data	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>
Rata-rata	54,33	80,33
Nilai tertinggi	60	90
Nilai terendah	40	70
Rata-rata persentase peningkatan	49,42%	
Rentang peningkatan per siswa	25,00%–87,50%	

Seluruh siswa mengalami peningkatan nilai dari *pretest* ke *posttest* tanpa terkecuali. Skor 100% pada aspek media menunjukkan bahwa tampilan, navigasi, dan aksesibilitas media telah sesuai dengan kebutuhan pengguna. Hal ini sejalan dengan prinsip bahwa media interaktif harus sederhana dan komunikatif (Surjono, 2017). Skor 95% pada aspek materi menunjukkan bahwa penyajian materi sesuai dengan capaian pembelajaran dan konsep yang disajikan benar. Pendekatan RME diwujudkan melalui urutan masalah kontekstual, eksplorasi objek, diskusi kelompok, dan penyimpulan. Konteks yang dekat dengan siswa, seperti permainan engklek, kapal mainan, dan rumah, selaras dengan pandangan bahwa matematika perlu dihubungkan dengan pengalaman sehari-hari siswa (Endriani et al., 2025). Kegiatan menyusun dan menguraikan bangun melalui *drag and drop* memberikan pengalaman langsung dalam komposisi dan dekomposisi (Sulistia & Ritonga, 2025). Skor 80% pada aspek bahasa disebabkan oleh ketidaktepatan ejaan dan tanda baca yang telah diperbaiki, sehingga instruksi lebih jelas bagi siswa sekolah dasar.

Respons guru dan siswa yang tinggi menunjukkan bahwa media dinilai menarik, mudah diakses, dan relevan dengan kehidupan siswa. Peningkatan rata-rata hasil belajar dari 54,33 menjadi 80,33 sejalan dengan temuan bahwa media manipulatif dapat meningkatkan pemahaman konsep geometri siswa sekolah dasar (Mailani et al., 2025). Peningkatan tersebut didukung oleh kemampuan *Virtual Manipulative Math* memvisualisasikan konsep abstrak (Cahyono et al., 2024) dan oleh RME yang membangun pemahaman secara bertahap (Widana, 2021). Pada *posttest*, siswa terlihat lebih percaya diri dibandingkan *pretest*.

Meskipun demikian, efektivitas media belum dapat disimpulkan secara kuat karena penelitian menggunakan desain *pretest-posttest* tanpa kelompok kontrol dan tanpa uji statistik. Keterbatasan lain ialah jumlah subjek yang terbatas (15 siswa), cakupan materi yang hanya meliputi bangun datar, kebutuhan akses internet, serta belum tersedianya dukungan bagi siswa dengan hambatan penglihatan atau pendengaran.

PENUTUP

Media pembelajaran *Virtual Manipulative Math* berbasis RME berhasil dikembangkan menggunakan model ADDIE. Berdasarkan validasi ahli media, ahli materi, dan ahli bahasa, media memperoleh rata-rata kelayakan 92% dengan kategori sangat layak. Media juga memperoleh respons positif dari guru (84%) dan siswa (88,15%) serta menunjukkan

peningkatan hasil belajar pada materi bangun datar kelas IV. Dengan demikian, tujuan penelitian telah tercapai.

Bagi guru, disarankan mengembangkan media sejenis pada materi matematika lain selain bangun datar. Bagi siswa, disarankan memanfaatkan media ini secara mandiri di sekolah maupun di rumah melalui gawai yang terhubung internet. Bagi penelitian selanjutnya, disarankan menguji efektivitas media menggunakan desain eksperimen, mengembangkan media pada materi dan jenjang berbeda dengan platform yang lebih sederhana seperti Scratch, serta merancang penerapan RME yang lebih efisien dari segi waktu.

DAFTAR RUJUKAN

- Alfazuri, N. (2024). Pengaruh pemberian reward terhadap motivasi belajar siswa dalam pembelajaran PPKn di sekolah dasar. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Sekolah Dasar*, 2(3), 1–10. <https://doi.org/10.46368/jppsd.v2i3.2764>
- Altiparmak, K., & Ercan, P. E. (2025). The impact of virtual manipulatives in online learning on 4th grade students' learning. *Journal of Online Learning Research*, 11(1), 9–33. <https://doi.org/10.70725/587834lpsxhp>
- Amalia, R. E. A., Yuanta, F. Y., Juwariyah, S. J. J., & Sudiartini, R. (2024). Peningkatan hasil belajar peserta didik kelas IV pada materi komposisi dan dekomposisi bangun datar matematika melalui pembelajaran berdiferensiasi. *Trapsila: Jurnal Pendidikan Dasar*, 6(1), 38–51. <https://doi.org/10.30742/tpd.v6i1.3806>
- Amatullah, D. C., & Sutrisno, J. (2022). Pengembangan media pembelajaran interaktif pada materi bangun ruang sisi datar kelas VIII SMP Al-Azhar 3 Bandar Lampung tahun pelajaran 2021/2022. *Lentera: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 15(1), 243–250. <https://doi.org/10.52217/lentera.v15i1.775>
- Anitra, R. (2021). Pembelajaran kooperatif tipe jigsaw dalam pembelajaran matematika di sekolah dasar. *JPDI (Jurnal Pendidikan Dasar Indonesia)*, 6(1), 8–12. <https://doi.org/10.26737/jpdi.v6i1.2311>
- Apriyanti, E., & Fauzi, A. (2023). Model pembelajaran Realistic Mathematics Education dalam meningkatkan pemahaman konsep matematika siswa sekolah dasar. *Jurnal Educatio*, 9(4), 1978–1986. <https://doi.org/10.31949/educatio.v9i4.5940>
- Ashari, L. S., & Puspasari, D. (2024). Pengembangan e-modul berbasis Heyzine Flipbook pada mata pelajaran otomatisasi humas dan keprotokolan di SMKN 2 Buduran Sidoarjo. *Journal of Social Science Research*, 4(1), 2565–2576. <https://doi.org/10.31004/innovative.v4i1.8126>
- Cahyono, B., Karoso, S., Sugito, & Baso, R. S. (2024). Implementasi media manipulatif untuk pemahaman siswa dalam pembelajaran matematika. *Indonesian Journal of Learning and Instructional Innovation*, 2(1), 1–6. <https://doi.org/10.20961/ijolii.v2i01.1303>
- Dilson, Yunita, R., & Arimadona, S. (2022). Media pembelajaran matematika interaktif kelas 3 sekolah dasar berbasis mobile. *Jurnal SIMTIKA*, 7(1), 6–13. <https://ejournal.undhari.ac.id/index.php/simtika/issue/view/49>
- Endriani, D., Sari, Y. R., & Ulhusna, M. (2025). Analisis kuantitatif permainan engklek dalam pembelajaran bangun datar dan kekongruenan di sekolah dasar. *Edusaintek: Jurnal Pendidikan, Sains dan Teknologi*, 12(1), 491–504. <https://doi.org/10.47668/edusaintek.v12i1.1638>
- Harja, S. L., Nuranisa, S., & Hasbiyalloh, T. (2025). Development of video-based learning media using the ADDIE model to enhance students' understanding of OHS: A study at Universitas Pendidikan Indonesia. *Jurnal Pendidikan Multimedia (EDSENCE)*, 7(1), 49–60. <https://doi.org/10.17509/edsence.v7i1.84845>
- Hodiyanto. (2020). Kemampuan komunikasi matematis dalam pembelajaran matematika.

- Jurnal Edukasi: Kajian Ilmu Pendidikan*, 5(1), 77–86. <https://doi.org/10.51836/je.v5i1.116>
- Kania, N. (2016). Efektivitas penggunaan alat peraga maya (*virtual manipulative*) terhadap peningkatan *visual thinking* siswa. *Jurnal THEOREMS (The Original Research of Mathematics)*, 1(1), 58–74. <https://doi.org/10.31949/th.v1i2.350>
- Kusumawati, L. D., Sugito, & Mustadi, A. (2021). Kelayakan multimedia pembelajaran interaktif dalam memotivasi siswa belajar matematika. *Kwangsan: Jurnal Teknologi Pendidikan*, 9(1), 31–51. <https://doi.org/10.31800/jtp.kw.v9n1.p31--51>
- Mailani, E., Ketaren, M. A., Hasibuan, A. M., Purba, N. H., Sinaga, N. A., & Damanik, P. A. B. (2025). Panduan belajar bangun datar: Bentuk, sifat, dan contohnya di kehidupan sehari-hari. *Journal of Humanities Education Management Accounting and Transportation*, 2(1), 23–33. <https://doi.org/10.57235/hemat.v2i1.4531>
- Mazo, J. C. (2024). Virtual manipulative: Its effects as an instructional tool in teaching mathematics. *Educational Development*, 03(04), 15–35. <https://doi.org/10.5281/zenodo.13217026>
- Murni, F., Marjo, H. K., & Wahyuningrum, E. (2022). Pengaruh penggunaan media manipulatif pada pembelajaran matematika dan kepercayaan diri terhadap hasil belajar siswa kelas III sekolah dasar. *ELSE (Elementary School Education Journal): Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Sekolah Dasar*, 6(2), 438–459. <https://doi.org/10.30651/else.v6i2.13434>
- Mutmainah, R., & Karlimah. (2024). Model pembelajaran Realistic Mathematics Education (RME) dalam pembelajaran matematika di sekolah dasar. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 24(1), 64–75. <https://doi.org/10.17509/jpp.v24i1.69278>
- Ningsih, I. A. A., Susilowati, D., & Madani, M. (2025). Pengembangan multimedia pembelajaran interaktif berbasis desktop untuk mata pelajaran IPA sekolah dasar. *UPGRADE: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, 3(1), 11–21. <https://doi.org/10.30812/284wgt46>
- Okpatrioka. (2023). Research and development (R&D): Penelitian yang inovatif dalam pendidikan. *Dharma Acarya Nusantara*, 1(1), 86–100. <https://doi.org/10.47861/jdan.v1i1.154>
- Rahman, A., Munandar, S. A., Fitriyani, A., & Karlina, Y. (2022). Pengertian pendidikan, ilmu pendidikan dan unsur-unsur pendidikan. *Jurnal Al Urwatul Wutsqa: Kajian Pendidikan Islam*, 2(1), 1–8.
- Romadhoni, R. D., & Hasanudin, C. (2023). Peran matematika dalam perkembangan teknologi di era digital. *Seminar Nasional Daring: Jurnalistik sebagai Sumber Data yang Diselenggarakan oleh UKM Jurnalistik Sinergi, IKIP PGRI Bojonegoro*, 1(1), 1820–1826. <https://prosiding.ikipgribojonegoro.ac.id/index.php/SND/article/view/1820>
- Safitri, M., & Aziz, M. R. (2022). ADDIE, sebuah model untuk pengembangan multimedia learning. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 3(2), 50–58. <http://jurnal.umpwr.ac.id/index.php/jpd/article/view/2237>
- Siller, H. S., & Ahmad, S. (2024). The effect of concrete and virtual manipulative blended instruction on mathematical achievement for elementary school students. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 24(2), 229–266. <https://doi.org/10.1007/s42330-024-00336-y>
- Siregar, R. M. R., & Dewi, I. (2022). Peran matematika dalam kehidupan masyarakat. *Jurnal Pendidikan Islam dan Multikulturalisme*, 4(3), 77–89. <https://doi.org/10.37680/scaffolding.v4i3.1888>
- Sugiyono. (2023). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D* (edisi ke-2, cetakan ke-5). Alfabeta.

- Sulistia, A. F., & Ritonga, R. (2025). Pengembangan media puzzle akrilik untuk meningkatkan kreativitas siswa kelas IV SDN Jembatan Lima 03 Jakarta pada materi bangun datar. *Academy of Education Journal*, 16(2), 264–280. <https://doi.org/10.47200/aoej.v16i2.3100>
- Surjono, H. D. (2017). *Multimedia pembelajaran interaktif*. UNY Press.
- Usman, T., Nengsi, W., & Wahyuni, S. (2024). Meningkatkan minat belajar melalui pemberian apresiasi dan penguatan positif pada peserta didik di kelas IV UPT SPF SD Negeri Parang Tambung 1. *Cokroaminoto Journal of Primary Education*, 7(2), 529–540. <https://doi.org/10.30605/cjpe.722024.4734>
- Widana, I. W. (2021). Realistic Mathematics Education (RME) untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa di Indonesia. *Jurnal Elemen*, 7(2), 450–462. <https://doi.org/10.29408/jel.v7i2.3744>
- Wiryanto, & Veronica, A. R. (2024). Pelatihan penerapan pembelajaran berdiferensiasi berbantuan media online virtual manipulative mathematical modelling bagi guru sekolah dasar. *Jurnal Pengabdian pada Masyarakat (JPPM)*, 9(2), 527–533. <https://doi.org/10.30653/jppm.v9i2.778>
- Wulandari, A. P., Salsabila, A. A., Cahyani, K., Nurazizah, T. S., & Ulfiah, Z. (2023). Pentingnya media pembelajaran dalam proses belajar mengajar. *Journal on Education*, 5(2), 3928–3936. <https://doi.org/10.31004/joe.v5i2.1074>
- Yunianingsih, E., Meiliasari, & Jaya, I. (2024). Analisis pendekatan Realistic Mathematic Education (RME) dalam pembelajaran matematika di SD. *Prosiding MAHASENDIKA III Tahun 2024*, 3(1), 150–164. <https://ejournal.unmas.ac.id/index.php/Proseminaspmatematika/article/view/8856>