

Pengembangan Laboratorium Virtual Matematika pada Materi Bangun Datar Kelas VII MTsS NW Sepit

Wais Al Qorni^{1*}, Sudi Prayitno², Ratna Yulis Tyaningsih²

¹ Mahasiswa Pendidikan Matematika, FKIP, Universitas Mataram, Mataram

² Pendidikan Matematika, FKIP, Universitas Mataram, Mataram

waisaqzs1702@gmail.com

Diterima: 18-05-26; Direvisi: 28-06-26; Dipublikasi: 30-06-26

Abstract

Rapid technological advancements have brought about changes in the world of education, including their application in mathematics instruction. This study aims to develop a virtual mathematics laboratory focused on plane geometry and to determine its feasibility and practicality. The research design employed is Research and Development (R&D) using the ADDIE model, which includes the stages of analysis, design, development, implementation, and evaluation. The research subjects consisted of 18 seventh-grade students at MTsS NW Sepit. Data collection techniques included interviews, expert validation regarding the media and content, and a student practicality questionnaire. The results showed that the feasibility rating from the media expert was 87.33% and from the content expert was 84.28%, with an average of 85.51% in the “highly feasible” category. The students’ practicality level reached 88.75%, falling into the “very good” category. Thus, the developed virtual laboratory is deemed feasible and practical and has the potential to enhance students’ conceptual understanding interactively. Furthermore, the development of this virtual laboratory has a positive impact on the learning process, namely by increasing students’ engagement, interest, and motivation in studying plane geometry through more engaging and interactive technology-based learning.

Keywords: virtual laboratory; plane geometry; ADDIE; feasibility; practicality

Abstrak

Perkembangan teknologi yang pesat telah membawa perubahan dalam dunia pendidikan, termasuk pemanfaatannya dalam pembelajaran matematika. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan laboratorium virtual matematika pada materi bangun datar dan mengetahui tingkat kelayakan dan kepraktisannya. Jenis penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan model ADDIE yang meliputi tahap analysis, design, development, implementation, dan evaluation. Subjek penelitian terdiri dari 18 siswa kelas VII MTsS NW Sepit. Teknik pengumpulan data meliputi wawancara, validasi ahli terkait media, materi, dan angket kepraktisan siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kelayakan dari ahli media sebesar 87,33% dan ahli materi sebesar 84,28%, dengan rata-rata 85,51% dalam kategori sangat layak. Tingkat kepraktisan siswa mencapai 88,75% dengan kategori sangat baik. Dengan demikian, laboratorium virtual yang dikembangkan dinyatakan layak dan praktis serta berpotensi meningkatkan pemahaman konsep siswa secara interaktif. Selain itu, pengembangan laboratorium virtual ini memberikan dampak positif terhadap proses pembelajaran, yaitu meningkatkan keterlibatan, minat, dan motivasi siswa dalam mempelajari materi bangun datar melalui pembelajaran berbasis teknologi yang lebih menarik dan interaktif.

Kata Kunci: laboratorium virtual; bangun datar; ADDIE; kelayakan; kepraktisan

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah mendorong transformasi dalam dunia pendidikan, termasuk dalam pembelajaran matematika. Pemanfaatan teknologi memungkinkan terciptanya proses pembelajaran yang lebih interaktif, adaptif, fleksibel, dan berpusat pada peserta didik sehingga mampu meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses belajar. Penggunaan media pembelajaran berbasis teknologi juga memberikan pengalaman belajar yang lebih dinamis dan interaktif sehingga dapat mendukung peningkatan pemahaman konsep serta hasil belajar (Setyowati, Rochmat, & Nugroho, 2023). Namun demikian, kemampuan matematika peserta didik di Indonesia masih memerlukan perhatian. Hasil *Programme for International Student Assessment (PISA) 2022* menunjukkan bahwa capaian matematika peserta didik Indonesia masih berada di bawah rata-rata negara anggota OECD. Hanya sekitar 18% peserta didik Indonesia yang mencapai minimal Level 2 kompetensi matematika, sedangkan rata-rata negara OECD mencapai 69%. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar peserta didik masih mengalami kesulitan dalam memahami dan menerapkan konsep matematika pada berbagai situasi sehingga diperlukan inovasi pembelajaran yang mampu membantu peserta didik memahami konsep secara lebih efektif.

Salah satu inovasi yang dapat diterapkan adalah laboratorium virtual, yaitu lingkungan pembelajaran interaktif yang menyediakan objek eksperimen digital dan simulasi sehingga memungkinkan peserta didik melakukan eksplorasi konsep secara mandiri maupun terbimbing (Ramadhani, Farma, Fuadiyah, & Yogica, 2021). Dalam pembelajaran matematika, khususnya pada materi bangun datar di tingkat SMP/MTs, penggunaan laboratorium virtual menjadi penting karena konsep geometri bersifat abstrak dan memerlukan visualisasi serta representasi yang konkret agar lebih mudah dipahami. Hal ini sejalan dengan teori konstruktivisme yang menyatakan bahwa pengetahuan dibangun secara aktif oleh peserta didik melalui pengalaman belajar dan interaksi dengan lingkungannya. Laboratorium virtual memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengeksplorasi, memanipulasi, dan mengamati objek geometri secara langsung sehingga konsep yang bersifat abstrak dapat divisualisasikan menjadi lebih konkret dan bermakna.

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan guru matematika di MTsS NW Sepit, pembelajaran matematika masih didominasi oleh metode ceramah dengan penggunaan buku paket sebagai sumber belajar utama, sedangkan pemanfaatan media pembelajaran berbasis teknologi masih sangat terbatas. Guru juga menyampaikan bahwa peserta didik masih mengalami kesulitan dalam mengidentifikasi sifat-sifat bangun datar serta menentukan rumus luas dan keliling secara tepat. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya pengembangan media pembelajaran inovatif yang mampu mendukung siswa belajar secara aktif dan mandiri, khususnya pada materi bangun datar.

Sejumlah penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa laboratorium virtual memiliki potensi besar dalam meningkatkan kualitas pembelajaran matematika. Quraisy et al. (2023) menyatakan bahwa pemanfaatan laboratorium virtual dapat meningkatkan hasil belajar matematika secara umum. Mu'minah (2022) menemukan adanya peningkatan hasil belajar siswa melalui penggunaan virtual lab berbasis Olabs dibandingkan metode konvensional. Rahma (2021) juga melaporkan bahwa penggunaan Virtual Lab PhET efektif meningkatkan hasil belajar siswa dibandingkan pembelajaran biasa. Selain itu, Arimbawa et al. (2024) berhasil mengembangkan virtual lab yang layak dan praktis untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi bangun ruang. Sejalan dengan itu, Sukma et al. (2022) menyatakan bahwa media pembelajaran berbasis augmented reality efektif meningkatkan hasil belajar peserta didik. Temuan-temuan tersebut menunjukkan bahwa laboratorium virtual merupakan media pembelajaran yang potensial untuk dikembangkan lebih lanjut dalam pembelajaran matematika.

Meskipun demikian, masih terdapat beberapa kesenjangan dalam penelitian sebelumnya. Quraisy et al. (2023) menyatakan bahwa pemanfaatan laboratorium virtual dapat meningkatkan hasil belajar matematika secara umum. Sedangkan pada penelitian ini, laboratorium virtual dikembangkan secara khusus pada materi bangun datar dengan fokus pada penyediaan media pembelajaran yang layak dan praktis untuk membantu siswa memahami konsep geometri. Mu'minah (2022) menemukan adanya peningkatan hasil belajar siswa melalui penggunaan virtual lab berbasis Olabs dibandingkan metode konvensional. Berbeda dengan penelitian tersebut yang berorientasi pada peningkatan hasil belajar, penelitian ini menitikberatkan pada pengembangan media pembelajaran yang mendukung pemahaman konsep bangun datar melalui visualisasi dan interaksi secara langsung. Rahma (2021) juga melaporkan bahwa penggunaan laboratorium virtual memberikan dampak positif terhadap hasil belajar matematika dalam pembelajaran berbasis online. Sedangkan pada penelitian ini, laboratorium virtual dirancang untuk digunakan dalam pembelajaran tatap muka (offline) sehingga dapat menjadi alternatif media pembelajaran yang tetap interaktif meskipun diterapkan pada kondisi dengan keterbatasan akses internet. Penelitian Arimbawa et al. (2024) mengembangkan laboratorium virtual pada materi bangun ruang dan memperoleh hasil yang valid serta praktis digunakan dalam pembelajaran. Sedangkan pada penelitian ini, pengembangan difokuskan pada materi bangun datar yang merupakan kompetensi dasar geometri dan menjadi fondasi bagi pembelajaran materi geometri yang lebih kompleks. Demikian pula, Sukma et al. (2022) mengembangkan media pembelajaran berbasis laboratorium virtual pada materi bangun ruang. Berbeda dengan penelitian tersebut, penelitian ini mengembangkan laboratorium virtual pada materi bangun datar serta mengevaluasi kelayakan dan kepraktisannya sebagai media pembelajaran untuk mendukung pemahaman konsep siswa. Rendahnya pemahaman konsep siswa pada materi ini dapat menghambat kemampuan mereka dalam memahami hubungan antar konsep dan menyelesaikan permasalahan geometri. Oleh karena itu, diperlukan media

pembelajaran yang mampu memvisualisasikan konsep secara konkret, interaktif, dan mudah diakses untuk membantu siswa membangun pemahaman yang lebih mendalam. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini mengembangkan laboratorium virtual matematika pada materi bangun datar untuk menghasilkan media pembelajaran yang layak dan praktis digunakan dalam proses pembelajaran.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan laboratorium virtual berbasis web yang secara khusus dirancang untuk materi bangun datar kelas VII MTs dengan mengintegrasikan fitur visualisasi, simulasi, dan eksplorasi konsep secara interaktif. Media yang dikembangkan tidak hanya berorientasi pada peningkatan hasil belajar, tetapi juga dirancang untuk memenuhi aspek kelayakan dan kepraktisan sebagai media pembelajaran matematika.

Berdasarkan uraian tersebut, rumusan masalah penelitian ini adalah:

1. Bagaimana mengembangkan laboratorium virtual pada materi bangun datar untuk peserta didik kelas VII MTsS NW Sepit?
2. Bagaimana tingkat kelayakan laboratorium virtual yang dikembangkan sebagai media pembelajaran?
3. Bagaimana tingkat kepraktisan laboratorium virtual yang dikembangkan dalam pembelajaran matematika?

Dengan demikian, berdasarkan uraian permasalahan, hasil observasi di sekolah, serta kajian dari penelitian-penelitian sebelumnya, peneliti tertarik untuk mengembangkan laboratorium virtual matematika pada materi bangun datar sebagai media pembelajaran yang interaktif, layak, dan praktis digunakan. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah menghasilkan produk berupa laboratorium virtual pada materi bangun datar, serta mengetahui tingkat kelayakan dan kepraktisan media tersebut dalam pembelajaran matematika kelas VII MTsS NW Sepit.

2. METODE PELAKSANAAN

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian *Research and Development* (R&D) yang bertujuan untuk menghasilkan produk berupa laboratorium virtual pada materi bangun datar serta menguji kelayakan dan kepraktisannya dalam pembelajaran. Desain pengembangan yang digunakan adalah model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) karena memberikan prosedur yang sistematis dan berkelanjutan dalam pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi.

Penelitian dilaksanakan di MTsS NW Sepit yang berlokasi di Desa Sepit, Kecamatan Keruak, Kabupaten Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat pada semester genap tahun ajaran 2025/2026. Subjek penelitian ini adalah siswa kelas VII yang berjumlah 18 orang yang dipilih secara purposive, yaitu kelas yang sedang mempelajari materi bangun datar. Selain itu, penelitian ini juga melibatkan dua ahli materi dan dua

ahli media sebagai validator, serta guru matematika sebagai pendamping dalam pelaksanaan uji coba.

Prosedur penelitian mengikuti tahapan model ADDIE yang terdiri dari lima tahap. Tahap analisis (*analysis*) dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan pembelajaran dan kebutuhan media melalui wawancara dengan guru dan siswa. Tahap desain (*design*) meliputi perancangan materi, tampilan, serta penyusunan instrumen penelitian. Tahap pengembangan (*development*) dilakukan dengan membuat produk laboratorium virtual kemudian divalidasi oleh ahli materi dan ahli media, serta direvisi berdasarkan masukan. Tahap implementasi (*implementation*) berupa uji coba terbatas kepada siswa untuk mengetahui respon dan kepraktisan penggunaan media. Tahap evaluasi (*evaluation*) dilakukan secara formatif dan sumatif untuk menilai kualitas produk secara keseluruhan.

Langkah-langkah pengembangan meliputi: (1) analisis kebutuhan, karakteristik siswa, kurikulum, dan sarana prasarana; (2) perancangan materi dan tampilan laboratorium virtual serta penyusunan instrumen; (3) pengembangan produk dan validasi ahli; (4) uji coba produk kepada siswa serta pengumpulan data respon; dan (5) evaluasi serta penyempurnaan produk berdasarkan hasil uji coba. Tahapan pengembangan model ADDIE pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Langkah-Langkah Pengembangan Model ADDIE

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini meliputi wawancara, validasi ahli, angket kepraktisan, dan dokumentasi. Wawancara dilakukan untuk memperoleh informasi awal terkait kebutuhan pembelajaran. Validasi ahli digunakan untuk menilai kelayakan produk dari aspek materi dan media. Angket kepraktisan diberikan kepada

siswa untuk mengetahui kemudahan penggunaan laboratorium virtual. Dokumentasi digunakan sebagai data pendukung selama penelitian.

Instrumen penelitian yang digunakan berupa lembar validasi ahli dan angket kepraktisan media. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis deskriptif kualitatif dan kuantitatif. Analisis kualitatif digunakan untuk mengolah saran dan masukan dari validator, sedangkan analisis kuantitatif digunakan untuk menghitung tingkat kelayakan dan kepraktisan media menggunakan skala Likert. Hasil analisis dinyatakan dalam bentuk persentase dan dikategorikan ke dalam kriteria kelayakan untuk menentukan kualitas produk yang dikembangkan.

Aspek kelayakan laboratorium virtual dalam penelitian ini meliputi kualitas teknis dan rekayasa perangkat lunak, kemudahan penggunaan (usability), serta tampilan dan desain visual antarmuka yang mendukung pembelajaran, dengan kerangka yang dikembangkan berdasarkan penelitian pengembangan laboratorium virtual berbasis web (Murdoko, Akhlis, & Linuwih, 2017), kajian kelayakan media pembelajaran laboratorium virtual (Dzikro & Dwiningsih, 2021), implementasi laboratorium virtual berbasis animasi interaktif (Hendra et al., 2023), prinsip desain media pembelajaran Daryanto, Hartinah, & Suriswo. (2026). serta pedoman skala pengukuran kelayakan (Septiani, & Okmarisa, 2023). Selain itu, untuk validasi ahli materi, aspek kelayakan dikembangkan berdasarkan kriteria kelayakan isi dan tujuan pembelajaran menurut Satrianawati (2017), panduan pengembangan bahan ajar Depdiknas (2008), serta capaian pembelajaran dan pendekatan kontekstual dalam Kurikulum Merdeka menurut Kemendikbud (2022). Aspek-aspek tersebut meliputi kesesuaian materi dan pembelajaran, isi dan penyajian materi, bahasa, serta pembelajaran interaktif dalam konteks laboratorium virtual matematika. Persentase hasil penilaian dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Presentase} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100$$

Kelayakan media yang dikembangkan ditentukan berdasarkan kriteria penilaian sebagaimana disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kriteria Kelayakan Media

Kriteria Kelayakan	Klasifikasi
100% - 81%	Sangat Layak
80% - 61%	Layak
60% - 41%	Cukup Layak
40% - 21%	Tidak Layak
20% - 0%	Sangat Tidak Layak

Sumber: (Sugiyono, 2019)

Penilaian respon siswa terhadap kepraktisan media dilakukan menggunakan skala Likert lima tingkat. Skala ini digunakan untuk mengetahui tingkat kepraktisan laboratorium virtual berdasarkan tanggapan siswa setelah menggunakan media pembelajaran. Adapun skala penilaian yang digunakan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Panduan Penilaian Angket Kepraktisan Media

Kategori	Singkatan	Penilaian (Skor)
Sangat Baik	SB	5
Baik	B	4
Cukup Baik	CB	3
Kurang	K	2
Sangat Kurang	SK	1

Berdasarkan pada Tabel 2 tersebut, setiap kategori penilaian memiliki skor tertentu yang digunakan untuk menghitung tingkat kepraktisan media berdasarkan respon siswa. Semakin tinggi skor yang diperoleh, maka semakin baik tingkat kepraktisan laboratorium virtual yang dikembangkan.

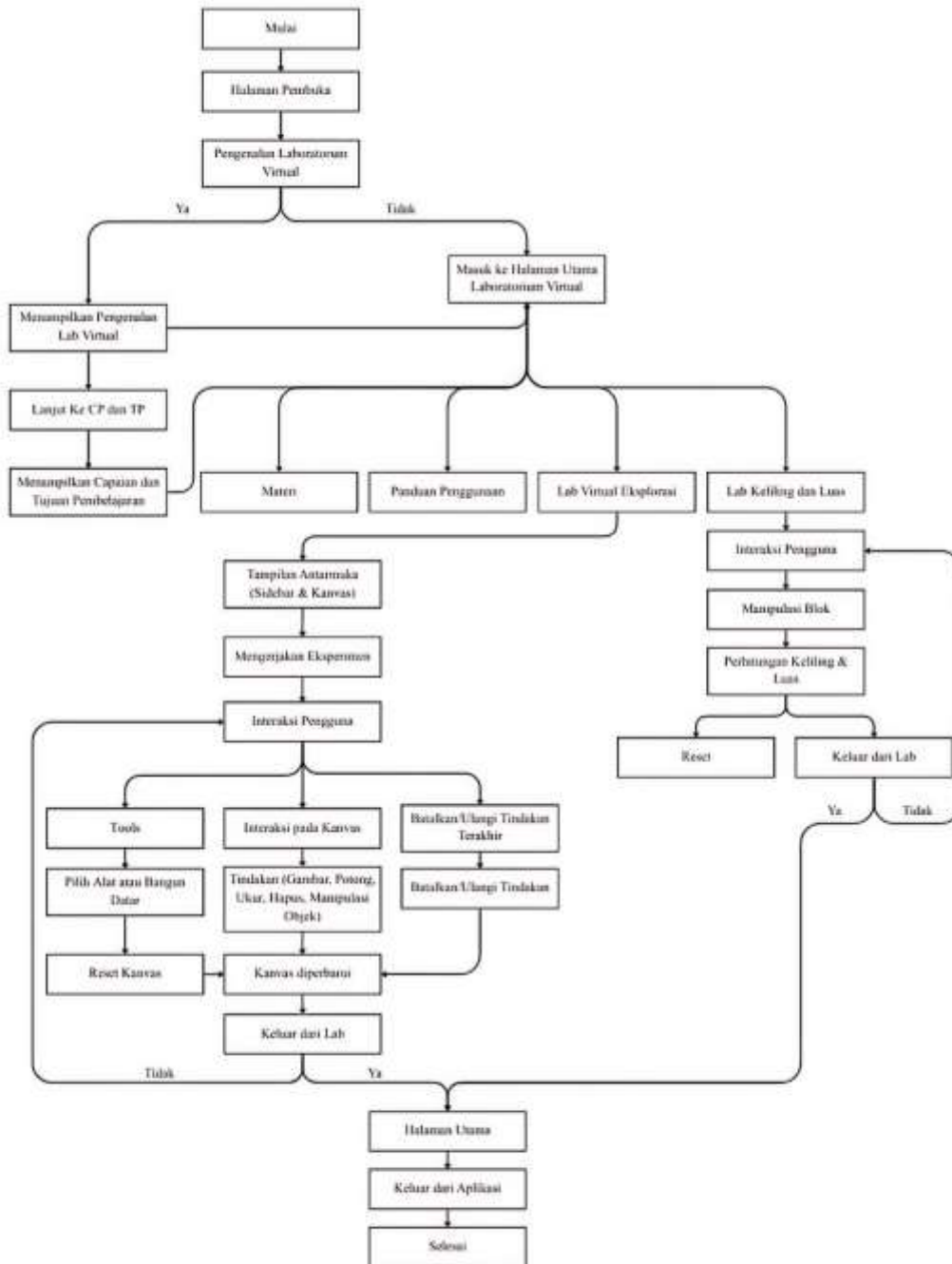
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Penelitian

Proses pengembangan laboratorium virtual ini mengacu pada model ADDIE yang meliputi lima tahapan, yaitu *analysis*, *design*, *development*, *implementation*, dan *evaluation*.

1. Tahap *analysis* dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran melalui observasi, wawancara, serta analisis kurikulum, karakteristik siswa, dan sarana prasarana. Hasilnya menunjukkan bahwa siswa masih kesulitan memahami konsep bangun datar karena pembelajaran yang kurang interaktif, sementara materi menuntut kemampuan visualisasi. Selain itu, siswa lebih tertarik pada pembelajaran berbasis teknologi dan didukung oleh ketersediaan perangkat serta akses internet. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan laboratorium virtual sebagai media pembelajaran yang sesuai.
2. Tahap *design* dilakukan untuk merancang bentuk awal laboratorium virtual yang meliputi penyusunan materi, desain tampilan, dan instrumen penelitian. Materi bangun datar disusun berdasarkan CP dan TP kelas VII secara sistematis dari konsep dasar hingga penerapan. Selain itu, dirancang struktur tampilan yang mencakup halaman utama, materi, petunjuk penggunaan, serta ruang laboratorium virtual untuk eksplorasi siswa. Pada tahap ini juga disusun instrumen penelitian berupa lembar validasi ahli materi, lembar validasi ahli media, dan angket respon siswa untuk mengukur kelayakan media dari aspek rekayasa perangkat lunak, kemudahan penggunaan, tampilan dan desain visual, kesesuaian materi, bahasa, serta

interaktivitas pembelajaran. Untuk *Flowchart* laboratorium virtual yang dikembangkan ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Flowchart Laboratorium Virtual

3. Tahap *development*, dilakukan pembuatan produk laboratorium virtual yang kemudian divalidasi oleh ahli media dan ahli materi menggunakan angket yang telah disusun sebelumnya.

1. Pengembangan Laboratorium Virtual

Pada tahap Pengembangan, dilakukan realisasi desain menjadi produk laboratorium virtual, di mana media dikembangkan sesuai dengan rancangan yang telah dibuat, baik dari segi konten materi, tampilan antarmuka, maupun fitur pendukung pembelajaran.

Tampilan halaman utama laboratorium virtual yang dikembangkan dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 3. Halaman utama dirancang dengan tampilan yang interaktif dan mudah digunakan untuk memudahkan siswa dalam mengakses materi serta fitur-fitur pembelajaran yang tersedia.



Gambar 3. Halaman Utama Laboratorium Virtual

Pada halaman utama laboratorium virtual, disediakan empat bagian utama untuk mempermudah akses terhadap fitur-fitur pendukung pembelajaran, yaitu laboratorium virtual, capaian dan tujuan pembelajaran, materi, serta panduan penggunaan yang dapat diakses melalui tombol pada header seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Perancangan ini bertujuan agar pengguna dapat menjangkau seluruh informasi penting secara cepat tanpa mengganggu area utama eksperimen laboratorium.

Tampilan halaman keunggulan dan manfaat laboratorium virtual yang dikembangkan dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 4. Halaman ini memuat informasi mengenai keunggulan serta manfaat penggunaan laboratorium virtual dalam mendukung proses pembelajaran matematika agar lebih interaktif, fleksibel, dan mudah dipahami oleh siswa.



Gambar 4. Tampilan Halaman Keunggulan dan Manfaat Laboratorium Virtual

Keunggulan dan manfaat laboratorium virtual dirancang dalam 25 poin utama yang dilengkapi dengan tombol interaktif. Desain ini memberikan fleksibilitas bagi pengguna untuk menampilkan maupun menyembunyikan informasi yang relatif panjang, sehingga tampilan antarmuka tetap ringkas, terstruktur, serta memudahkan pengguna dalam memahami setiap keunggulan dan manfaat yang disajikan sebagaimana yang ditampilkan pada Gambar 4.

Tampilan halaman Capaian Pembelajaran (CP) dan Tujuan Pembelajaran (TP) pada laboratorium virtual yang dikembangkan dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 5. Halaman ini memuat capaian dan tujuan pembelajaran yang menjadi acuan dalam proses pembelajaran materi bangun datar sehingga siswa dapat memahami target pembelajaran yang ingin dicapai.



Gambar 5. Tampilan Halaman CP dan TP

Sebagaimana yang disajikan pada Gambar 5, capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran berfungsi untuk menampilkan kompetensi yang harus dicapai siswa setelah mengikuti pembelajaran pada materi bangun datar. Capaian pembelajaran memberikan gambaran umum mengenai kemampuan yang diharapkan,

sedangkan tujuan pembelajaran disajikan secara lebih spesifik dan terukur dalam bentuk pernyataan operasional. Melalui bagian ini, siswa dapat memahami arah, target, serta kemampuan yang harus dikuasai setelah menggunakan laboratorium virtual.

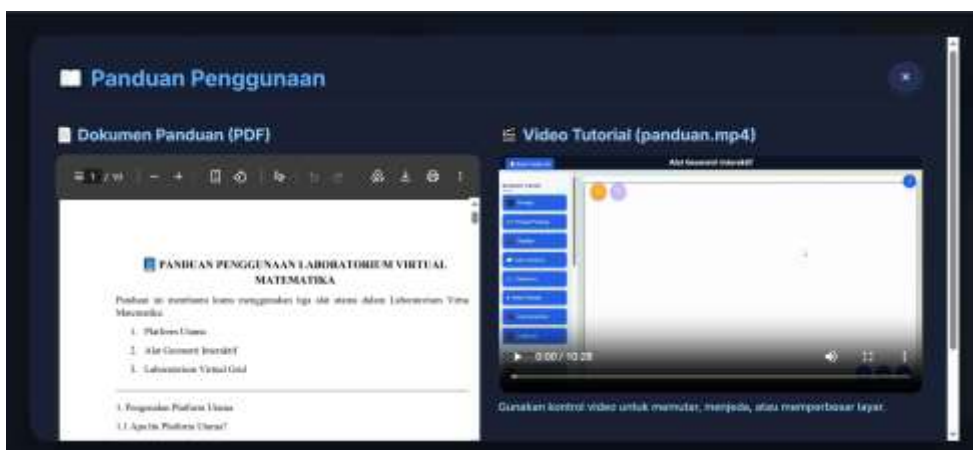
Tampilan halaman materi pada laboratorium virtual yang dikembangkan dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 6. Halaman ini berisi materi pembelajaran bangun datar yang disajikan secara sistematis dan interaktif untuk membantu siswa memahami konsep dengan lebih mudah.



Gambar 6. Tampilan Halaman Materi

Halaman materi bangun datar dirancang secara komprehensif dan terstruktur, di mana setiap jenis bangun datar disajikan secara terpisah yang mencakup pengertian, ilustrasi, sifat-sifat, rumus, contoh soal, serta penerapan dalam kehidupan sehari-hari seperti yang ditampilkan pada Gambar 6. Pada bagian ini, ketika menu contoh soal dan kehidupan sehari-hari dipilih, sistem akan menampilkan contoh soal yang tersedia serta contoh penerapan bangun datar dalam konteks kehidupan sehari-hari.

Tampilan halaman panduan penggunaan laboratorium virtual yang dikembangkan dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 7. Halaman ini memuat petunjuk penggunaan fitur-fitur laboratorium virtual untuk membantu siswa dan guru dalam mengoperasikan media pembelajaran dengan mudah dan efektif.



Gambar 7. Tampilan Halaman Panduan Penggunaan Laboratorium Virtual
 Sebagaimana yang disajikan pada Gambar 7, laboratorium virtual dilengkapi dengan halaman panduan penggunaan yang terdiri atas dua komponen utama, yaitu dokumen panduan (PDF) dan video tutorial. Dokumen panduan menyajikan penjelasan tertulis mengenai langkah-langkah penggunaan, sedangkan video tutorial memberikan demonstrasi langsung terkait pemanfaatan fitur-fitur yang tersedia. Penambahan video tutorial ini merupakan tindak lanjut atas saran validator ahli media, yang bertujuan untuk meningkatkan kejelasan instruksi serta membantu pengguna memahami penggunaan laboratorium virtual secara lebih efektif dan menarik.

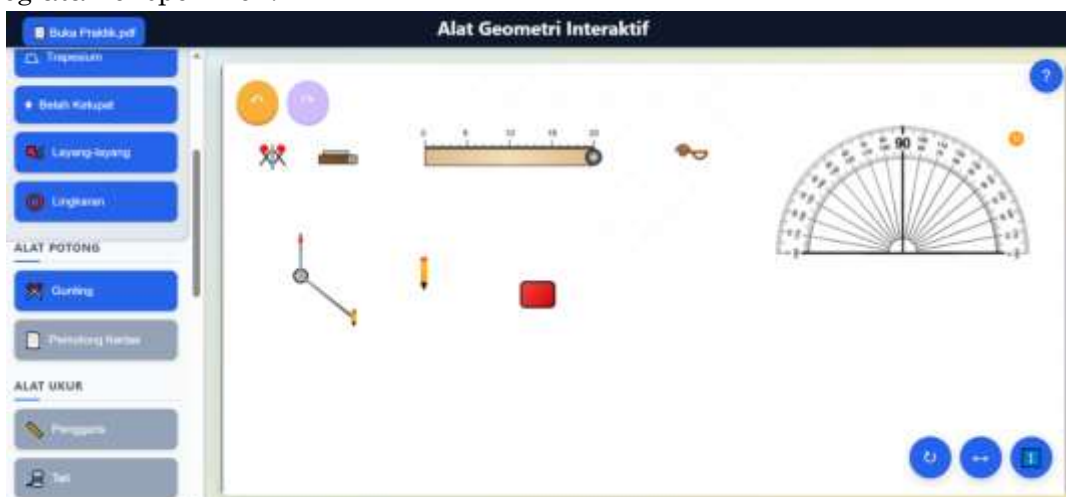
Tampilan halaman antarmuka pengguna pada laboratorium virtual eksplorasi bangun datar yang dikembangkan dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 8. Halaman ini dirancang dengan tampilan interaktif yang memungkinkan siswa melakukan eksplorasi konsep bangun datar secara visual dan lebih mudah dipahami.



Gambar 8. Tampilan Halaman Antarmuka Pengguna Pada Laboratorium Virtual Eksplorasi Bangun Datar

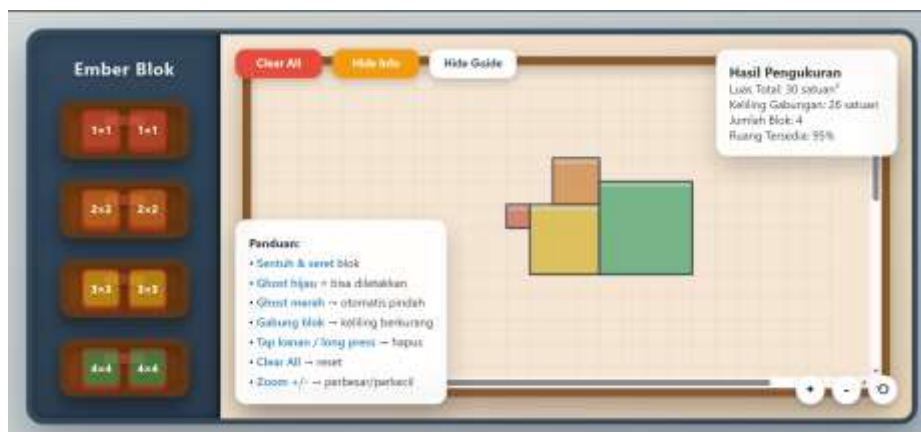
Halaman antarmuka pengguna (user interface) dikembangkan untuk mendukung eksplorasi bangun datar. Seperti yang ditampilkan pada Gambar 9, arsitektur laboratorium virtual ini dibagi ke dalam tiga area utama, yaitu panel alat (sidebar)

di sisi kiri yang berfungsi sebagai pusat pemilihan bangun datar serta berbagai alat seperti gunting, alat pemotong kertas, penggaris, tali, busur derajat, jangka, pensil, dan penghapus. Area kanvas (workspace) di bagian tengah sebagai ruang utama interaksi pengguna sekaligus media visualisasi objek geometri; serta panel kontrol tambahan yang berfungsi menampilkan bantuan dan dokumen PDF untuk kegiatan eksperimen.



Gambar 9. Alat Eksperimen Laboratorium Virtual

Tampilan halaman laboratorium virtual untuk materi keliling dan luas yang dikembangkan dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 10. Halaman ini memuat fitur pembelajaran interaktif yang membantu siswa memahami konsep serta perhitungan keliling dan luas bangun datar secara lebih visual dan mudah dipahami.



Gambar 10. Tampilan Halaman Laboratorium Virtual Untuk Keliling dan Luas

Sebagaimana yang disajikan pada Gambar 10, laboratorium virtual untuk eksplorasi keliling dan luas dikembangkan menggunakan kanvas grid berukuran 25×25 sebagai sistem koordinat sekaligus alat bantu visual dalam menyusun blok secara teratur. Antarmuka dirancang dengan metafora meja laboratorium sebagai area kerja dan ember sebagai tempat penyimpanan blok, sehingga menciptakan suasana belajar yang konkret dan menarik. Blok berukuran 1×1 hingga 4×4

ditampilkan secara semi-transparan dengan efek tiga dimensi agar garis grid dan tumpang tindih tetap terlihat. Penghapusan blok dapat dilakukan melalui tombol *Clear All* atau secara individual dengan klik kanan atau *long press*. Fitur *zoom* dan *panning* disediakan untuk memudahkan navigasi. Selain itu, perhitungan luas total, keliling gabungan, dan sisa ruang kosong ditampilkan secara otomatis dan diperbarui secara *real time* setiap terjadi perubahan. Blok juga dapat ditumpuk sebagai sarana eksplorasi untuk membandingkan bentuk dan luas antarbangun.

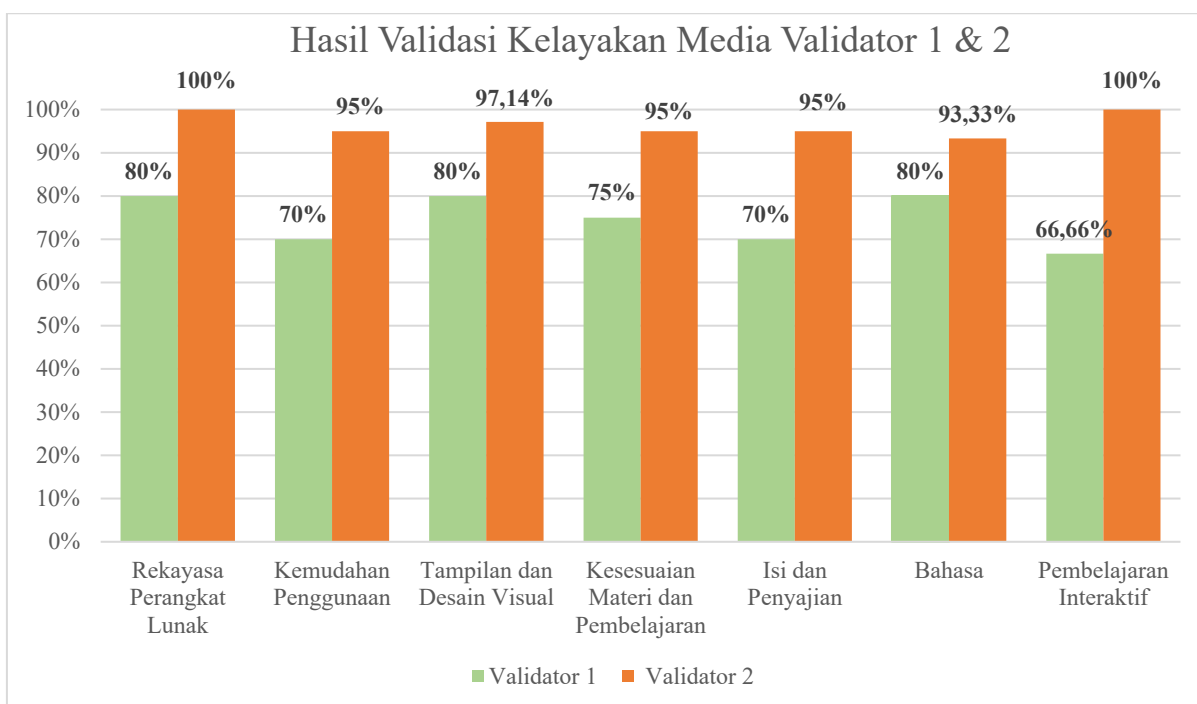
2. Validasi Ahli

Validasi dilakukan oleh dua validator yang merupakan dosen Program Studi Pendidikan Matematika Universitas Mataram. Masukan dan saran dari para ahli dijadikan dasar dalam melakukan revisi produk pada bagian yang dinilai masih perlu perbaikan, baik dari aspek materi maupun tampilan. Hasil validasi menjadi dasar pelaksanaan revisi sesuai masukan para ahli, sehingga diperoleh laboratorium virtual yang memenuhi kriteria valid dan layak untuk diujicobakan. Rincian hasil validasi ahli media dan ahli materi terhadap produk yang dikembangkan disajikan pada Tabel 3, yang mencakup penilaian pada masing-masing aspek kelayakan.

Tabel 3. Hasil Penilaian Ahli

Aspek	Validator Ahli	
	Validator 1	Validator 2
Rekayasa Perangkat Lunak	80%	100%
Kemudahan Penggunaan	70%	95%
Tampilan dan Desain Visual	80%	97,14%
Kesesuaian Materi dan Pembelajaran	75%	95%
Isi dan Penyajian	70%	95%
Bahasa	80%	93,33%
Pembelajaran Interaktif	66,66%	100%
Rata-rata per Validator	74,52%	96,50%
Rata-rata Keseluruhan	85,51%	
Kategori	Sangat Layak	

Berdasarkan hasil penilaian pada Tabel 3, diperoleh rata-rata persentase penilaian dari validator pertama sebesar 74,52% dan validator kedua sebesar 96,50%, dengan rata-rata keseluruhan sebesar 85,51% yang termasuk dalam kategori sangat layak. Hasil persentase penilaian ahli tersebut disajikan dalam bentuk diagram pada Gambar 11.



Gambar 11. Hasil Penilaian Ahli

Seperti yang disajikan pada Gambar 11, hasil tersebut menunjukkan bahwa laboratorium virtual yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan ditinjau dari aspek rekayasa perangkat lunak, kemudahan penggunaan, tampilan dan desain visual, kesesuaian materi dan pembelajaran, isi dan penyajian, bahasa, serta pembelajaran interaktif. Dengan demikian, laboratorium virtual ini dinyatakan sangat layak digunakan sebagai media pembelajaran pada materi bangun datar kelas VII MTsS NW Sepit.

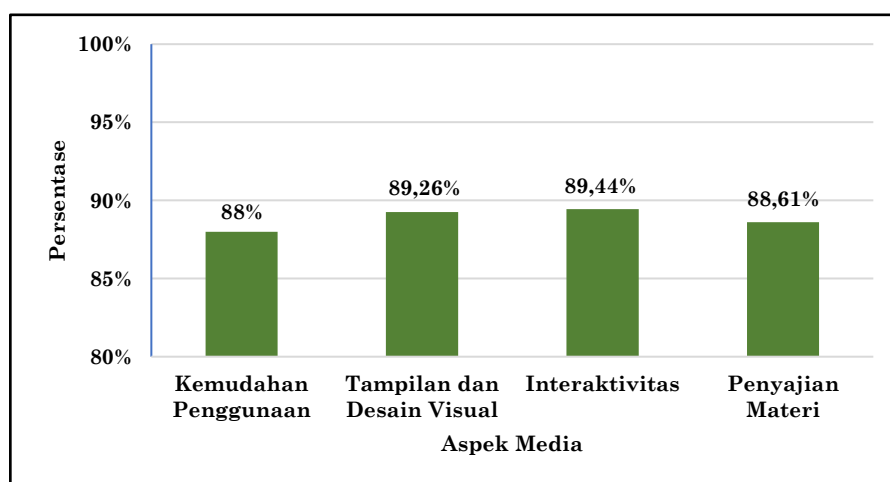
4. Tahap implementasi dilakukan dengan mengujicobakan laboratorium virtual yang telah divalidasi kepada siswa kelas VII MTsS NW Sepit pada tanggal 9–12 Februari 2026 dalam pembelajaran materi bangun datar. Siswa menggunakan laboratorium virtual berbasis web secara langsung tanpa instalasi tambahan untuk mengeksplorasi konsep melalui fitur interaktif. Setelah pembelajaran, siswa mengisi angket respon berbasis skala Likert (1–5) yang mencakup aspek kemudahan penggunaan, tampilan, interaktivitas, dan penyajian materi.

Tabel 4. Hasil Penilaian Respon Siswa

No	Aspek Penilaian	Persentase
1.	Kemudahan Penggunaan	88,00%
2.	Tampilan dan Desain Visual	89,26%
3.	Interaktivitas	89,44%
4.	Penyajian Materi	88,61%

Rata-rata	88,83%
Kategori	Sangat Baik

Berdasarkan Tabel 4, diperoleh rata-rata persentase sebesar 88,83% dengan kategori sangat baik. Hasil ini menunjukkan bahwa laboratorium virtual yang dikembangkan memiliki tingkat kepraktisan yang tinggi dan mudah digunakan dalam pembelajaran. Data pada Tabel 4 selanjutnya divisualisasikan dalam bentuk diagram pada Gambar 12 guna memperjelas distribusi persentase respon siswa pada masing-masing aspek penilaian.



Gambar 12. Hasil Penilaian Respon Siswa

5. Tahap *evaluation* dilakukan untuk menilai keseluruhan proses dan hasil pengembangan sebagai dasar penyempurnaan produk. Tahap evaluasi dalam model ADDIE berfungsi untuk menilai kualitas produk yang dikembangkan secara menyeluruh dan dilakukan secara berkelanjutan pada setiap tahapan. Evaluasi tidak hanya dilakukan pada tahap akhir, tetapi telah terintegrasi sejak tahap analisis hingga implementasi untuk memastikan kesesuaian produk dengan kebutuhan, tujuan pembelajaran, dan standar kelayakan.

Pada tahap *analysis* dan *design*, evaluasi dilakukan dengan mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran, karakteristik siswa, serta menelaah kesesuaian rancangan media dengan indikator pembelajaran. Pada tahap *development*, evaluasi diwujudkan melalui validasi ahli materi dan ahli media serta revisi produk berdasarkan masukan yang diberikan. Selanjutnya, pada tahap *implementation*, evaluasi dilakukan melalui uji coba terbatas kepada siswa untuk menilai kepraktisan penggunaan media.

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa laboratorium virtual yang dikembangkan memenuhi kriteria layak dan praktis, dengan tingkat kelayakan sebesar 85,51% (kategori sangat layak) sedangkan tingkat kepraktisan sebesar 88,75% (kategori sangat baik). Melalui evaluasi yang berkelanjutan, produk mengalami

penyempurnaan baik dari aspek materi maupun media sehingga layak digunakan sebagai media pembelajaran matematika pada materi bangun datar

3.2 Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan laboratorium virtual pada materi bangun datar yang memenuhi kriteria layak dan praktis untuk pembelajaran matematika kelas VII MTsS NW Sepit. Pengembangan dilakukan menggunakan model ADDIE yang meliputi tahap *analysis*, *design*, *development*, *implementation*, dan *evaluation*, karena bersifat sistematis serta memungkinkan evaluasi berkelanjutan pada setiap tahap (Syahid, Istiqomah, & Azwary, 2024).

Produk yang dihasilkan berupa laboratorium virtual berbasis web yang mendukung pemahaman konsep secara visual, interaktif, dan mandiri melalui fitur eksplorasi dan simulasi. Hal ini sejalan dengan penelitian Junaidi, Tyaningsih, dan Sripatmi (2024) yang menunjukkan bahwa media berbasis web dapat meningkatkan kualitas pembelajaran. Proses pengembangan selanjutnya dilaksanakan secara sistematis sesuai tahapan model ADDIE untuk memastikan produk yang dihasilkan memenuhi kriteria layak dan praktis.

1. *Analysis*

Tahap *analysis* menunjukkan bahwa siswa masih mengalami kesulitan dalam memahami konsep bangun datar karena materi bersifat abstrak dan pembelajaran masih didominasi metode konvensional. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya media pembelajaran yang mampu menyajikan konsep secara lebih visual dan interaktif. Temuan ini sejalan dengan penelitian Junaidi, Tyaningsih, dan Sripatmi (2024) yang menunjukkan bahwa keterbatasan sumber belajar berdampak pada rendahnya motivasi dan pemahaman siswa.

Analisis kurikulum menunjukkan bahwa materi bangun datar merupakan konsep fundamental dalam pembelajaran matematika kelas VII, sehingga diperlukan penyajian yang tepat untuk menghindari miskonsepsi. Sementara itu, analisis karakteristik siswa menunjukkan kecenderungan minat pada pembelajaran berbasis teknologi dan visual interaktif. Hal ini sejalan dengan tuntutan era Society 5.0 yang menekankan integrasi teknologi dalam pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah (Saputra, Utami, & Purwanti, 2023). Selain itu, ketersediaan perangkat dan akses internet di MTsS NW Sepit mendukung penerapan laboratorium virtual berbasis web.

2. *Design*

Tahap *design* menghasilkan rancangan laboratorium virtual yang disusun berdasarkan capaian pembelajaran Kurikulum Merdeka dengan mengutamakan aspek kemudahan penggunaan, visualisasi, dan interaktivitas. Perancangan tersebut menjadi dasar dalam menghasilkan media yang sesuai dengan karakteristik siswa sehingga mampu mendukung proses pembelajaran yang lebih aktif. Selain itu,

disusun instrumen penelitian berupa lembar validasi ahli dan angket respon siswa untuk mengukur kelayakan dan kepraktisan. Tahap ini sejalan dengan prinsip ADDIE yang menekankan perancangan prototipe sebelum pengembangan lebih lanjut (Branch, 2009; Dick, Carey, & Carey, 2015).

3. *Development*

Tahap pengembangan menghasilkan produk awal berupa laboratorium virtual yang selanjutnya divalidasi oleh ahli materi dan ahli media. Indikator penilaian mengacu pada berbagai kajian dan penelitian terdahulu, antara lain Murdoko, Akhlis, dan Linuwih (2017), Dzikro dan Dwiningsih (2021). Selain itu, kriteria kelayakan media juga didasarkan pada Daryanto et al (2026) dan Septiani et al (2023) terkait penilaian kelayakan media, kelayakan isi dan tujuan pembelajaran menurut Satrianawati (2017), panduan pengembangan bahan ajar oleh Hayati et al (2025), serta kesesuaian dengan capaian pembelajaran dan pendekatan kontekstual dalam Kurikulum Merdeka sebagaimana diatur oleh Kemendikbud (2022).

Masukan, kritik, dan saran dari para validator dianalisis secara sistematis dan dijadikan dasar dalam melakukan revisi serta penyempurnaan produk. Revisi dilakukan baik pada aspek materi, seperti perbaikan ketepatan konsep dan kejelasan penyajian, maupun pada aspek teknis dan tampilan, seperti penyempurnaan navigasi, interaktivitas, dan desain visual, sehingga media yang dikembangkan menjadi lebih optimal, valid, dan layak digunakan dalam proses pembelajaran.

Proses revisi dan penyempurnaan ini tidak hanya bertujuan untuk memenuhi kriteria kelayakan, tetapi juga untuk meningkatkan kualitas penggunaan media dalam pembelajaran. Hal ini sejalan dengan penelitian Quraisy, Muzaini, Ilhamsyah, dan Gaffar (2023) yang menyatakan bahwa pemanfaatan laboratorium virtual yang dirancang secara baik dan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran mampu meningkatkan kualitas proses belajar serta memberikan dampak positif terhadap efektivitas pembelajaran matematika.

Hasil pengembangan menunjukkan bahwa laboratorium virtual memperoleh kategori sangat layak berdasarkan penilaian ahli. Temuan ini mengindikasikan bahwa laboratorium virtual yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan untuk digunakan sebagai media pembelajaran. Dalam penelitian pengembangan, suatu media dinyatakan valid apabila telah melalui proses penilaian oleh para ahli yang kompeten pada bidangnya, sehingga hasil penilaian tersebut dapat dijadikan dasar dalam menentukan kualitas dan kelayakan produk (Sugiyono, 2013).

Penelitian ini juga sejalan dengan temuan penelitian sebelumnya terkait pengembangan laboratorium virtual sebagai media pembelajaran. Penelitian Tatli dan Ayas (2013) menunjukkan bahwa laboratorium virtual dapat menjadi alternatif media yang efektif karena mampu membantu siswa memahami konsep secara lebih visual dan interaktif. Selain itu, Makransky, Terkildsen, dan Mayer (2019) juga menemukan bahwa laboratorium virtual dapat meningkatkan pemahaman konsep melalui kesempatan eksplorasi dan eksperimen mandiri dalam lingkungan digital.

4. *Implementation*

Tahap *implementation* menunjukkan bahwa laboratorium virtual memperoleh kategori sangat praktis berdasarkan respons siswa. Tingkat kepraktisan tersebut menunjukkan bahwa media mudah digunakan, memiliki tampilan yang menarik, serta membantu siswa memahami konsep bangun datar secara lebih konkret melalui fitur visualisasi dan simulasi. Temuan ini sejalan dengan Munawir, Rofiqoh, dan Khairani (2024) yang menyatakan bahwa media pembelajaran interaktif mampu menyediakan berbagai sarana yang memungkinkan siswa belajar secara aktif dan terlibat dalam proses pembelajaran. Temuan ini juga didukung oleh Junaidi, Tyaningsih, dan Sripatmi (2024) yang menjelaskan bahwa media berbasis web dapat meningkatkan kualitas pembelajaran melalui penyajian materi yang lebih menarik dan mudah diakses. Selain itu, Ibáñez dan Delgado-Kloos (2018) menjelaskan bahwa visualisasi interaktif mampu membantu peserta didik memahami konsep abstrak. Selama kegiatan berlangsung, siswa menunjukkan antusiasme dan keterlibatan yang lebih tinggi dibandingkan pembelajaran konvensional. Penelitian dari Samaras, Adkins, dan White (2022) juga menegaskan bahwa unsur simulasi mampu melibatkan peserta didik secara aktif melalui pengalaman belajar yang mendorong konseptualisasi abstrak, eksperimen, dan refleksi.

5. *Evaluation*

Tahap evaluasi dalam penelitian ini dilakukan secara formatif, yaitu evaluasi yang dilaksanakan pada setiap tahap pengembangan untuk memastikan kualitas produk sebelum digunakan secara lebih luas. Pendekatan ini sejalan dengan Ulfah, Darmansyah, dan Rehani (2025) yang menyatakan bahwa evaluasi formatif bertujuan untuk memperbaiki instrumen atau produk selama proses pengembangan berlangsung. Oleh karena itu, evaluasi dalam penelitian ini diarahkan untuk mengidentifikasi kekurangan, kelemahan, serta kendala yang muncul selama proses pengembangan agar dapat segera dilakukan perbaikan secara tepat dan terarah.

Evaluasi formatif dalam penelitian ini tidak hanya berfungsi sebagai tahap akhir, tetapi juga sebagai proses penyempurnaan berkelanjutan yang terintegrasi pada setiap tahapan pengembangan. Hal ini sejalan dengan Waruwu (2024) yang menyatakan bahwa setiap tahapan dalam pengembangan saling berkaitan. Dengan demikian, meskipun evaluasi berada pada tahap akhir, proses ini tetap digunakan untuk menilai dan memperbaiki tahapan sebelumnya, mulai dari analisis, perancangan, pengembangan, hingga implementasi.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, pengembangan laboratorium virtual pada materi bangun datar kelas VII MTsS NW Sepit menggunakan model ADDIE berhasil menghasilkan media pembelajaran yang sistematis, sesuai dengan kebutuhan siswa dan kurikulum. Media yang dikembangkan memperoleh rata-rata persentase validasi sebesar 85,51% dengan kategori "Sangat Layak" dan persentase kepraktisan sebesar 88,75% dengan kategori "Sangat Baik". Hasil tersebut menunjukkan bahwa laboratorium virtual layak,

praktis, mudah digunakan, serta mampu mendukung pembelajaran matematika yang lebih interaktif, meningkatkan keterlibatan siswa, dan membantu pemahaman konsep bangun datar.

5. REKOMENDASI

Pengembangan laboratorium virtual pada materi bangun datar masih menghadapi beberapa hambatan, terutama keterbatasan perangkat dan kualitas jaringan internet yang memengaruhi optimalisasi penggunaannya dalam pembelajaran. Selain itu, implementasi media yang masih terbatas menyebabkan pemanfaatan fitur-fitur interaktif belum berjalan secara maksimal. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan laboratorium virtual yang lebih interaktif dan adaptif, mengukur keefektifitasan media terhadap hasil belajar dan pemahaman konsep siswa, memperluas cakupan penelitian dengan jumlah sampel yang lebih besar, serta menerapkan strategi pembelajaran yang lebih variatif agar implementasi laboratorium virtual dapat berlangsung secara lebih optimal.

7. REFERENSI

- Arimbawa, G. P. A., Ariawan, I. P. W., & Parwati, N. N. (2024). Pengembangan Virtual Lab Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Smp Kelas Viii Pada Mata Pelajaran Matematika. *Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*, 7(1), 46-57. <http://dx.doi.org/10.17977/um038v7i12024p046>
- Branch, R.M. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach*. Boston, MA: Springer US.
- Dick, W., Carey, L., & Carey, J. O. (2015). *The Systematic Design of Instruction* (8th ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson.
- Dzikro, A. Z. T., & Dwiningsih, K. (2021). Kelayakan media pembelajaran berbasis laboratorium virtual pada sub materi kimia unsur periode ketiga. *Chemistry Education Practice*, 4(2), 160-170. <https://doi.org/10.29303/cep.v4i2.2389>
- Ibáñez, M. B., & Delgado-Kloos, C. (2018). Augmented reality for STEM learning: A systematic review. *Computers & Education*, 123, 109-123. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.002>
- Junaidi, J., Tyaningsih, R. Y., & Sripatmi, S. (2024). Pusat Sumber Belajar Matematika Berbasis Website Untuk Meningkatkan Mutu Proses Pembelajaran Matematika. *Mandalika Mathematics and Educations Journal*, 6(2), 699-711. <http://dx.doi.org/10.29303/jm.v6i2.8247>
- Makransky, G., Terkildsen, T. S., & Mayer, R. E. (2019). Adding immersive virtual reality to a science lab simulation causes more presence but less learning. *Learning and instruction*, 60, 225-236. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2017.12.007>
- Mu'minah, I. H. (2022). Pengaruh Penggunaan Aplikasi Praktikum Virtual Lab Berbasis Olabs (Online Laboratory) Terhadap Hasil Belajar Siswauh Penggunaan Aplikasi Praktikum Virtual Lab Berbasis Olabs (Online Laboratory) Terhadap Hasil Belajar Siswa. *Indonesian Journal Of Community Service*, 2(1), 99-107. <https://ijocs.rcipublisher.org/index.php/ijocs/article/view/222>
- Munawir, M., Rofiqoh, A., & Khairani, I. (2024). Peran media interaktif dalam meningkatkan motivasi belajar siswa pada mata pelajaran SKI di Madrasah Ibtidaiyah. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Humaniora*, 9(1), 63-71. <http://dx.doi.org/10.36722/sh.v9i1.2828>
- Murdoko, E., Akhlis, I., & Linuwih, S. (2017). Pengembangan media pembelajaran alat ukur panjang mikrometer sekrup dan jangka sorong untuk siswa sma dengan perangkat lunak construct 2. *UPEJ Unnes Physics Education Journal*, 6(3), 73-79. <https://doi.org/10.15294/upej.v6i3.19265>

- Quraisy, A., Muzaini, M., Ilhamsyah, I., & Gaffar, A. (2023). Pemanfaatan laboratorium virtual dalam pembelajaran matematika. *Jurnal Abdimas Indonesia*, 3(3), 280-288. <https://doi.org/10.53769/jai.v3i3.514>
- Rahma, A. A. (2021). Efektivitas penggunaan virtual lab phet sebagai media pembelajaran fisika terhadap hasil belajar siswa. *Pedagogy: Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 8(2), 47-51. <https://doi.org/10.51747/jp.v8i2>
- Samaras, S. A., Adkins, C. L., & White, C. D. (2022). Developing critical thinking skills: Simulations vs. cases. *Journal of Education for Business*, 97(4), 270-276. <https://doi.org/10.1080/08832323.2021.1932703>
- Saputra, H., Utami, L. F., & Purwanti, R. D. (2023). Era baru pembelajaran matematika: menyongsong society 5.0. *Indiktika: Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika*, 5(2), 146-157. <https://doi.org/10.31851/indiktika.v5i2.11155>
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sukma, L. R. G., Prayitno, S., Baidowi, B., & Amrullah, A. (2022). Pengembangan Aplikasi Augmented Reality sebagai Media Pembelajaran Materi Bangun Ruang Sisi Datar Kelas VIII SMP Negeri 13 Mataram. *PALAPA*, 10(2), 198-216. <https://doi.org/10.36088/palapa.v10i2.1897>
- Syahid, I. M., Istiqomah, N. A., & Azwary, K. (2024). Model ADDIE dan ASSURE dalam pengembangan media pembelajaran. *Journal of International Multidisciplinary Research*, 2(5). <https://doi.org/10.62504/jimr469>
- Ulfah, M., Darmansyah, D., & Rehani, R. (2025). Instrumen Pengujian Produk Pembelajaran (Pengujian Validitas, Praktikalitas, Efektivitas). *At-Tarbiyah: Jurnal Penelitian Dan Pendidikan Agama Islam*, 3(1), 43-51. <https://journal.staittd.ac.id/index.php/at/article/view/466>.
- Waruwu, M. (2024). Metode penelitian dan pengembangan (R&D): konsep, jenis, tahapan dan kelebihan. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 9(2), 1220-1230. <https://doi.org/10.29303/jipp.v9i2.2141>
- Setyowati, R. R., Rochmat, S., Aman, & Nugroho, A. N. P. (2023). Virtual Reality on Contextual Learning during Covid-19 to Improve Students' Learning Outcomes and Participation. *International Journal of Instruction*, 16(1), 173-190. <https://doi.org/10.29333/iji.2023.16110a>
- Ramadhani, P., Fuadiyah, S., & Yogica, R. (2021, September). Laboratorium Virtual sebagai Langkah Memaksimalkan Skill Keterampilan Siswa. In *Prosiding Seminar Nasional Biologi* (Vol. 1, No. 1, pp. 791-798). <https://doi.org/10.24036/prosemnasbio/vol1/102>
- Hayati, R., Ersani, E., Darwiyanti, A., Akbar, S., Hadikusumo, R. A., Hamda, E. F., Simanungkalit, L. N., Missouri, R., Winarsih, S., Priyanti, N. Y., Syarifah, T., Suyitno, M., Wardoyo, T. H., Hatiningsih, N., Ariantara, R. G., Nurdini, Isminarti, Talindong, A., & Azizah, H. N. (2025). Pengembangan bahan ajar. Sada Kurnia Pustaka. <https://repository.sadapenerbit.com/index.php/books/catalog/book/215>
- Septiani, B. D., & Okmarisa, H. (2023). Pengembangan media pembelajaran menggunakan construct 2 dengan pendekatan scaffolding pada materi laju reaksi. *Journal of Research and Education Chemistry*, 5(1), 12-12. [https://doi.org/10.25299/jrec.2023.vol5\(1\).12548](https://doi.org/10.25299/jrec.2023.vol5(1).12548)
- Daryanto, Hartinah, S. ., & Suriswo. (2026). Kelayakan Media Pembelajaran Blog Interaktif Berbasis Discovery Learning untuk Pembelajaran IPAS Sekolah Dasar . *Didaktika: Jurnal Kependidikan*, 15(1 Februari), 433-450. <https://doi.org/10.58230/27454312.3651>