

Pengembangan multimedia pembelajaran interaktif matematika berbasis simulasi menggunakan Adobe Flash Professional CS6 pada bangun datar

Agung Tralisno*, Serly Siti Aisah, Elsa Salsabila, Fitria Wulandari

Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Adiwangsa Jambi, Jambi, Indonesia

*Korespondensi: tralisno@gmail.com

© Tralisno dkk., 2025

Abstract

The development carried out in this study aimed to create a new product in the form of interactive mathematics learning multimedia focused on the concept of plane figures, utilizing the Adobe Flash Professional CS6 application in a simulation-based format. This multimedia was intended to serve as a feasible learning medium and to be effective in enhancing students' understanding of geometric concepts related to plane figures. The target subjects for this development were 29 seventh-grade students from class VII E at SMPN 16 Jambi City. The development procedure implemented in this study followed the ADDIE model, which includes the stages of analysis, design, development, implementation, and evaluation. The instruments used in this study included a validation questionnaire, problem-solving test items, and an interview guide. Based on the feasibility tests conducted by a multimedia development expert and a subject-matter expert in mathematics education, the simulation-based multimedia was deemed appropriate and valid for use in classroom learning activities. This conclusion was drawn from the average score given by the media validator, which was 4.7, and the material validator, which was 4.4 both falling into the high category, indicating a high level of validity. The results of the problem-solving test showed an improvement in the average pre-test score from 67.69 to a post-test score of 90.24, with an average normalized gain score of 0.71, categorized as high. This indicated that the simulation-based mathematics learning multimedia was effective in improving students' conceptual understanding of plane figures.

Keywords: Learning multimedia, Interactive, Simulation, Flat building

Abstrak

Pengembangan yang dilakukan pada penelitian ini bertujuan untuk menciptakan produk baru dalam bentuk multimedia pembelajaran interaktif matematika yang berfokus pada konsep bangun datar dengan memanfaatkan aplikasi Adobe Flash Professional CS6 berbasis simulasi, serta layak digunakan sebagai media pembelajaran dan efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep geometri bangun datar peserta didik. Subjek uji coba dalam pengembangan ini ditujukan kepada peserta didik kelas VII E di SMPN 16 Kota Jambi yang terdiri dari 29 orang peserta didik. Prosedur pengembangan yang diaplikasikan dalam penelitian ini yaitu menerapkan model pengembangan ADDIE, yang telah melalui tahapan menganalisis, mendesain, mengembangkan, melaksanakan, dan mengevaluasi. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, angket validasi, soal pemecahan masalah dan

panduan wawancara. Dari hasil uji kelayakan yang dilakukan oleh seorang ahli di bidang pengembangan multimedia dan seorang ahli di bidang pembelajaran dan matematika, multimedia simulasi dinyatakan layak dan valid untuk digunakan dalam kegiatan belajar di kelas. Hasil tersebut didasarkan pada perolehan skor rata-rata penilaian oleh validator media 4,7 dan skor rata-rata validator materi 4,4 yang menunjukkan kriteria tinggi dengan tingkat validitas yang valid. Hasil tes pemecahan masalah menunjukkan peningkatan rata-rata nilai *pre-test* dari 67,69 menjadi nilai *post-test* 90,24 dengan rata-rata *gain score* 0,71 pada kategori tinggi, yang artinya multimedia pembelajaran matematika berbasis simulasi efektif digunakan dalam meningkatkan pemahaman konsep peserta didik pada materi bangun datar.

Kata kunci: Multimedia pembelajaran, Interaktif, Simulasi, Bangun datar

How to Cite: Tralisno, A., Aisah, S. S., Salsabila, E., & Wulandari, F. (2025). Pengembangan multimedia pembelajaran interaktif matematika berbasis simulasi menggunakan Adobe Flash Professional CS6 pada bangun datar. *Primatika: Jurnal Pendidikan Matematika*, 14(1), 73–90. <https://doi.org/10.30872/primatika.v14i1.4379>

PENDAHULUAN

Pembelajaran matematika khususnya pada materi geometri memiliki banyak konsep yang bersifat abstrak. Secara mendasar, dibandingkan dengan cabang matematika lainnya konsep geometri berpeluang dapat dipahami dengan lebih baik, dikarenakan konsep-konsep seperti garis, bidang, dan ruang dalam geometri telah dikenal kepada peserta didik sebelum mereka memulai pendidikan formal (Sari dkk., 2024; Susanto & Mahmudi, 2021; Nugraha & Muhtadi, 2015). Pernyataan tersebut menunjukkan bahwa konsep-konsep geometri yang telah dikenal sejak dini oleh peserta didik memberikan keuntungan dalam pemahaman mereka dibandingkan dengan cabang matematika lainnya. Agar kemampuan pemahaman konsep geometri peserta didik dapat berkembang dengan baik sehingga memperoleh keberhasilan dari hasil pembelajaran yang diharapkan, maka diperlukan peran serta para pendidik untuk terlibat langsung dalam pembelajaran.

Ketepatan dalam menentukan media pembelajaran yang efektif merupakan satu dari beberapa cara yang dapat dilakukan dalam mempelajari materi geometri guna meningkatkan minat belajar peserta didik. Dengan menggunakan teknologi secara efisien, para pendidik mampu membangun suasana belajar yang aktif dan interaktif yang mendukung pemahaman yang lebih mendalam, pemikiran analitis, serta peningkatan kemampuan matematika (Yusufjanovna, 2023). Selain itu, Armiznah & Rismawati (2023) dalam penelitiannya menyatakan bahwa diperlukannya media belajar menyenangkan yang dapat menarik perhatian peserta didik agar dapat meningkatkan minat belajar peserta didik. Hal serupa juga disampaikan oleh Manik dkk. (2024) bahwa penggunaan media visual tidak hanya meningkatkan pemahaman konseptual peserta didik secara substantif, tetapi juga mampu membangkitkan minat, antusiasme, dan keterlibatan aktif mereka dalam mempelajari geometri. Pernyataan-

pernyataan itu menegaskan betapa krusialnya memilih media pengajaran yang tepat untuk meningkatkan antusiasme dan pemahaman siswa mengenai materi geometri.

Namun dalam praktik pembelajarannya di kelas, penggunaan multimedia pembelajaran yang efektif masih belum banyak diterapkan oleh para pendidik, khususnya di SMPN 16 Kota Jambi. Informasi tersebut diperoleh berdasarkan hasil wawancara peneliti bersama sebagian pendidik matematika di SMPN16 Kota Jambi, yang dilaksanakan pada tanggal 20 Februari Tahun 2024. Dari hasil wawancara tersebut, diperoleh informasi bahwa para pendidik di SMPN16 Kota Jambi masih jarang menerapkan penggunaan multimedia pembelajaran interaktif yang efektif dan memadai dalam kegiatan pembelajaran untuk membantu peserta didik mempelajari konsep yang dipahami khususnya pada materi geometri. Media yang tidak jarang digunakan saat pembelajaranpun masih sederhana, sebagaimana terlihat dari proses pembelajaran para pendidik masih menggunakan buku teks, papan tulis, video animasi sederhana dan media PowerPoint untuk menampilkan bentuk-bentuk geometri. Hal tersebut menyebabkan konsep-konsep geometri sulit untuk pahami oleh peserta didik dalam pembelajaran, karena para peserta didik tidak dilibatkan dalam berinteraksi secara langsung dengan media yang digunakan pada saat memvisualisasikan objek-objek geometri. Terbatasnya keterampilan peserta didik dalam memvisualisasikan objek-objek geometri yang bersifat abstrak, membuat peserta didik kesulitan dalam memahami konsep geometri dengan lebih baik (Tralisno, 2021). Informasi tersebut juga didukung dengan hasil ulangan peserta didik kelas VII sebelumnya pada materi geometri bangun datar. Informasi yang diperoleh dari seorang pendidik mata pelajaran matematika kelas VII, bahwa nilai rata-rata ulangan yang diperoleh yaitu 74,6 dan nilai rata-rata yang diperoleh masih di bawah rata-rata KKM yang ditargetkan yaitu 80.

Penerapan multimedia dalam pembelajaran tentunya dapat membantu pendidik saat memberikan penjelasan materi dengan berbagai contoh yang sifatnya konkret, sehingga peserta didik dapat memahami konsep-konsep geometri dengan baik. Berdasarkan penelitian yang dihasilkan oleh Pratini & Prihatini (2020), menunjukkan bahwa multimedia yang dikembangkan dapat memberikan peningkatan bagi peserta didik dalam memahami konsep geometri. Saputra dkk. (2019), hasil penelitiannya menunjukkan bahwa multimedia dapat digunakan pada kegiatan pembelajaran secara praktis, sehingga memberi kemudahan bagi peserta didik dalam menggunakannya, untuk membantu memperoleh pemahaman materi dengan baik, dan memberikan ketertarikan bagi peserta didik menggunakannya. Selain itu, penelitian lainnya juga menyatakan bahwa media yang dikembangkan mendapatkan respon dari pendidik dengan kriteria sangat positif dan respon peserta didik dengan kriteria positif (Abdullah dkk., 2021; Irsan, 2023).

Salah satu aplikasi yang dapat digunakan dalam pembuatan multimedia pembelajaran yaitu Adobe Flash Professional CS6. Adobe Flash Professional CS6 merupakan perangkat lunak yang dinamis dan serbaguna untuk pembelajaran dan pengajaran matematika bagi peserta didik sekolah menengah yang dikembangkan oleh Adobe Flash (Asnan, 2024). Sebagai aplikasi yang dapat digunakan dalam

pembuatan multimedia pembelajaran, Adobe Flash Professional CS6 memiliki beberapa keunggulan yang dapat membantu pendidik dalam memvisualisasikan materi yang akan disampaikan. Adapun keunggulan dari Adobe Flash Professional CS6 diantaranya yaitu, dapat membuat tombol interaktif dengan sebuah *movie*, dapat membuat perubahan animasi dari suatu bentuk ke bentuk lain, dapat membuat animasi transformasi 3D, dan dapat membuat gerakan animasi dengan mengikuti alur yang telah ditetapkan (Madcom, 2012). Selain keunggulan yang terdapat pada aplikasi tersebut, namun Adobe Flash Professional CS6 juga memiliki kekurangan dalam penggunaannya khususnya bagi para pemula, yaitu memiliki tampilan menu yang tidak *user friendly*, pembuatan animasi 3D cukup sulit, belum memiliki *template* yang dapat mempermudah pengguna, dan menggunakan bahasa pemrograman yang sedikit rumit (Irsyad, 2020).

Berdasarkan keunggulan dan kekurangan yang terdapat pada aplikasi Adobe Flash Professional CS6, hal ini membuat para peneliti tertarik untuk mempelajari dan menggunakannya sebagai aplikasi dalam mengembangkan multimedia pembelajaran yang dapat menampilkan visualisasi konsep materi pembelajaran. Hasil dari pengembangan sebelumnya yang relevan terhadap pengembangan yang akan dilakukan, menunjukkan bahwa multimedia yang dikembangkan menggunakan Adobe Flash Professional CS6 untuk diterapkan pada kegiatan belajar matematika terhadap materi geometri memenuhi kelayakan dengan penilaian sangat baik (Tambunan dkk., 2021). Kemampuan spasial matematis siswa dalam pembelajaran geometri meningkat secara efektif dengan kriteria sedang. Berdasarkan indeks *gain* yang dinormalisasi, di dalam percobaan yang pertama, terdapat kenaikan nilai yang tergolong rendah dengan skor 0,28 ($N\text{-Gain} \leq 0,3$) dan pada percobaan yang kedua, terjadi peningkatan nilai dengan kategori sedang dengan skor 0,42 ($0,3 < N\text{-Gain} \leq 0,7$) (Tambunan dkk., 2021). Penelitian serupa dilakukan juga oleh Pratini dan Prihatini (2020), hasil dari penelitiannya menunjukkan bahwa kualitas media pembelajaran yang telah dilakukan pengembangan memperoleh penilaian dengan kategori "Sangat Baik" dan presentase ideal 86,36%. *Pre-test* dan *post-test* juga menunjukkan bahwa, penerapan multimedia pembelajaran tersebut efektif meningkatkan hasil belajar peserta didik sebesar 67,31%.

Saputra dkk. (2019), juga menyampaikan hasil penelitiannya yang bertujuan untuk menghasilkan media pembelajaran yang praktis dan valid. Hasil dari penelitiannya menunjukkan, bahwa multimedia pembelajaran yang telah diperoleh dinyatakan valid dan praktis, serta dapat memberi bantuan kepada peserta didik pada saat memahami materi dan menarik untuk digunakan. Selanjutnya pengembangan yang dilakukan oleh Irsan (2023), Penelitiannya menunjukkan bahwa tahapan-tahapan pengembangan yang mengikuti model ADDIE memperoleh respon positif dari guru sebesar 92,68%, yang tergolong kategori sangat positif. Disisi lain, respon peserta didik memperoleh capaian 78,82%, yang tergolong kategori positif. Dari hasil beberapa pengembangan sebelumnya yang telah diuraikan, menunjukkan multimedia pembelajaran interaktif tersebut efektif untuk digunakan dalam kegiatan belajar peserta didik. Hal tersebut didapatkan dari ketercapaian hasil yang dinilai positif,

dimana terdapat peningkatan hasil pembelajaran peserta didik dari pengembangan tersebut. Akan tetapi, multimedia yang dilakukan pengembangan sebelumnya belum memberikan pengalaman bagi peserta didik dalam pemahaman konsep geometri secara simulasi melalui media yang digunakan.

Multimedia yang dikembangkan hanya terfokus dengan tampilan materi serta video yang akan menarik perhatian peserta didik. Namun, dalam konsep geometri juga membutuhkan pengalaman belajar melalui kegiatan simulasi, agar peserta didik dapat membangun kembali makna dan konsep geometri dalam bentuk yang lebih konkrit secara efektif (Tralisno, 2018). Metode simulasi didesain untuk melatih kemampuan profesionalisme, merekonstruksi suatu konsep, melatih penyelesaian masalah, serta menumbuhkan partisipasi peserta didik (Alfi & Tralisno, 2025). Simulasi interaktif dapat memfasilitasi penggunaan berbagai representasi, mendukung upaya peserta didik dalam membangun pengetahuan mereka sendiri, memfokuskan perhatian peserta didik pada konsep-konsep utama dan memberikan umpan balik langsung (Findley dkk., 2017). Konten yang dikembangkan pada multimedia sebelumnya menampilkan konsep-konsep materi yang disampaikan dengan memberikan contoh soal dan latihan. Namun, media yang dikembangkan tidak memungkinkan peserta didik untuk melakukan praktik simulasi menggunakan media tersebut. Sehingga, pemahaman konsep peserta didik terhadap materi geometri kurang efektif jika ditinjau dari segi pengalaman belajarnya.

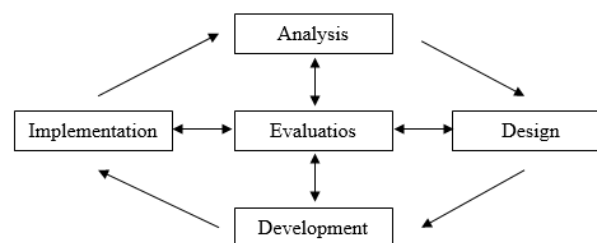
Penelitian terkait simulasi interaktif yang dilakukan oleh Koparan (2022) dan Mikeska dkk. (2021), yang mengeksplorasi bagaimana simulasi yang bersifat interaktif dapat meningkatkan pemahaman konsep peserta didik mengenai materi yang sedang mereka pelajari dan mendukung perkembangan proses pembelajaran mereka selama eksperimen. Temuan dari studi yang telah dilaksanakan menunjukkan bahwa aktivitas simulasi dapat mendukung peserta didik dalam mengembangkan pemahaman mereka melalui keterlibatan langsung dengan konsep matematika, selain itu simulasi juga menyediakan ruang belajar responsif dimana peserta didik dapat melatih praktik instruksional kritis atau keterampilan spesifik yang esensial.

Berdasarkan kajian dari beberapa pengembangan tersebut memberikan ketertarikan bagi peneliti untuk mengembangkan multimedia pembelajaran interaktif matematika berbasis simulasi menggunakan Adobe Flash Professional CS6. Multimedia pembelajaran interaktif matematika yang akan dibuat melalui pengembangan ini dilengkapi dengan animasi interaktif dalam bentuk simulasi. Kegiatan simulasi yang disajikan dalam multimedia ini berupa simulasi *puzzle* yang dapat dimainkan oleh peserta didik dalam merekonstruksi konsep keliling dan luas geometri bangun datar secara interaktif. Fitur ini diharapkan dapat membantu peserta didik melakukan praktik simulasi dengan multimedia tersebut, sehingga mereka dapat lebih terampil dalam menemukan dan mempelajari konsep-konsep geometri bangun datar. Selain itu, penyajian simulasi yang terdapat pada multimedia juga disajikan dalam bentuk pemecahan masalah yang bersifat kontekstual. Penyajian simulasi interaktif ini juga diharapkan efektif memberikan peningkatan terhadap keaktifan peserta didik dan meningkatkan pengalaman belajar mereka dalam pemecahan

masalah geometri secara kontekstual. Hal tersebut ditujukan agar aktivitas belajar menjadi lebih kondusif dan dipenuhi dengan interaksi dua arah.

METODE

Metode riset yang diterapkan pada penelitian ini yaitu metode pengembangan. Tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu untuk menghasilkan multimedia pembelajaran interaktif matematika berbasis simulasi menggunakan Adobe Flash Profesional CS6 yang layak digunakan sebagai media pembelajaran dan efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep geometri bangun datar peserta didik. Prosedur pengembangan yang diaplikasikan dalam penelitian ini yaitu desain model pengembangan ADDIE. ADDIE merupakan singkatan dari urutan pada tiap-tiap tahapan dalam pengembangan ini yang meliputi, tahapan *analysis, design, development or production, implementation or delivery and evaluations*. Adapun tahapan-tahapan pengembangan multimedia berdasarkan model ADDIE terdapat pada Gambar 1 (Astri dkk., 2022).



Gambar 1. Model pengembangan ADDIE

Tahapan analisis pada pengembangan ini meliputi, studi terhadap literatur, survei lokasi penelitian, menganalisis karakteristik peserta didik dan sumber daya yang tersedia. Selanjutnya, informasi dan data dari hasil analisis yang telah dikumpulkan akan dievaluasi untuk dijadikan sebagai acuan dalam perancangan multimedia yang akan dikembangkan. Tahapan berikutnya yaitu desain produk multimedia yang melingkupi penyusunan elemen-elemen seperti diagram alur, *storyboard*, dan animasi atau elemen gambar (Sutirman, 2013). Sementara itu, desain pembelajaran mencakup komponen-komponen seperti identitas, kompetensi inti dan kompetensi dasar, pokok materi, strategi pembelajaran, desain evaluasi, dan sumber bahan. Multimedia yang telah dirancang kemudian dibuat dengan menggunakan *software* Adobe Flash Professional CS6. Selanjutnya, media yang telah dibuat akan dievaluasi untuk ditinjau apakah rancangan multimedia yang telah dibuat sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik peserta didik. Setelah rancangan multimedia dinyatakan sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik peserta didik, maka multimedia yang telah dibuat akan dilanjutkan pada tahap pengembangan. Tahapan yang biasanya diterapkan pada kegiatan ini yaitu, uji perorangan dan uji kelompok kecil (Fitriani, 2024). Dari hasil uji perorangan dan uji kelompok kecil selanjutnya multimedia dievaluasi dan direvisi kembali untuk dinilai apakah multimedia yang

telah dirancang dan dibuat dapat dinyatakan valid dan layak untuk diterapkan dalam kegiatan pembelajaran di kelas.

Multimedia pembelajaran berbasis simulasi yang telah dinyatakan valid dan layak untuk diterapkan dalam kegiatan pembelajaran di kelas, berikutnya akan dilanjutkan pada tahap implementasi yang dilaksanakan dalam kegiatan pembelajaran. Adapun kegiatan-kegiatan yang diterapkan dalam pembelajaran yaitu kegiatan pendahuluan, dalam kegiatan ini peneliti menginformasikan kompetensi inti, kompetensi dasar, tujuan pembelajaran dan pengetahuan awal pada bahasan geometri serta menjelaskan alur dari multimedia pembelajaran. Kegiatan selanjutnya yaitu kegiatan inti, pada kegiatan inti peserta didik diberikan kesempatan menggunakan multimedia pembelajaran dalam menemukan konsep geometri bangun datar. Pada kegiatan penutup yaitu tahap evaluasi, dalam kegiatan evaluasi peserta didik akan diberikan soal *pre-test* dan *post-test* dalam bentuk pemecahan masalah. Selain itu, terhadap beberapa perwakilan dari peserta didik juga akan diwawancarai.

Melalui tahapan pengembangan model ADDIE yang telah dijelaskan, peneliti akan mengumpulkan data-data penelitian yang dilakukan melalui beberapa tahapan, diantaranya yaitu tahap persiapan, pada tahap ini peneliti akan menentukan kelompok sampel dan mempersiapkan instrument. Tahap pelaksanaan, pada tahap ini peneliti akan memperoleh serta mengelompokkan data hasil uji perorangan, hasil uji kelompok kecil, mengumpulkan data *pre-test* dan *post-test* pemecahan masalah yang dilakukan sebelum dan sesudah pembelajaran dengan menggunakan multimedia, serta memperoleh data informasi melalui wawancara kepada beberapa peserta didik. Tahap Akhir, pada tahapan ini data yang telah diperoleh dan dikelompokkan selanjutnya akan dianalisis. Adapun data-data yang akan dianalisis yaitu data hasil validasi media dan materi. Validitas multimedia pembelajaran dinilai oleh validator materi dan validator media. Data dianalisis dengan menghitung rata-rata masing-masing kriteria, dan selanjutnya data yang diperoleh kemudian dikonversikan menjadi kriteria seperti Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Validitas Media dan Materi

Interval rata-rata	Kriteria
$4,2 < \bar{x} \leq 5,0$	Sangat Setuju
$3,4 < \bar{x} \leq 4,2$	Setuju
$2,6 < \bar{x} \leq 3,4$	Kurang Setuju
$1,8 < \bar{x} \leq 2,6$	Tidak Setuju
$0,1 < \bar{x} \leq 1,8$	Sangat Tidak Setuju

Data berikutnya yang dianalisis merupakan data hasil penilaian pemecahan masalah. Diukur melalui perhitungan peningkatan skor peserta didik sebelum dan sesudah kegiatan belajar menggunakan analisis *N-Gain*. *Gain* ternormalisasi memiliki ekspresi pada Persamaan 1 berikut.

$$(g) = \frac{(S_{post}) - (S_{pre})}{Skor\ Max - (S_{pre})} \quad (1)$$

Perolehan nilai dari hasil analisis *gain*, selanjutnya diinterpretasikan menurut pengelompokan indeks *N-gain* dari Hake (Armianti dkk., 2016). Interpretasi *N-Gain* menunjukkan peningkatan hasil belajar peserta didik setelah mendapatkan perlakuan, sehingga perlakuan yang diberikan kepada peserta didik dalam kegiatan pembelajaran dinyatakan efektif. Berdasarkan Tabel 2 peningkatan hasil belajar dikategorikan dalam 3 tingkatan yaitu kategori rendah, sedang dan tinggi. Namun, jika hasil belajar yang diperoleh melalui analisis *gain* dengan skor 0 maka dapat dikatakan tidak ada peningkatan hasil belajar dan jika $g < 0$ dapat dikatakan terjadinya penurunan hasil belajar, sehingga perlakuan yang diberikan tidak efektif dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik.

Tabel 2. Kategori Tingkat Normalitas *Gain*

Rentang nilai	Kategori penilaian
$g \geq 0,7$	Tinggi
$0,3 < g < 0,7$	Sedang
$g \leq 0,3$	Rendah

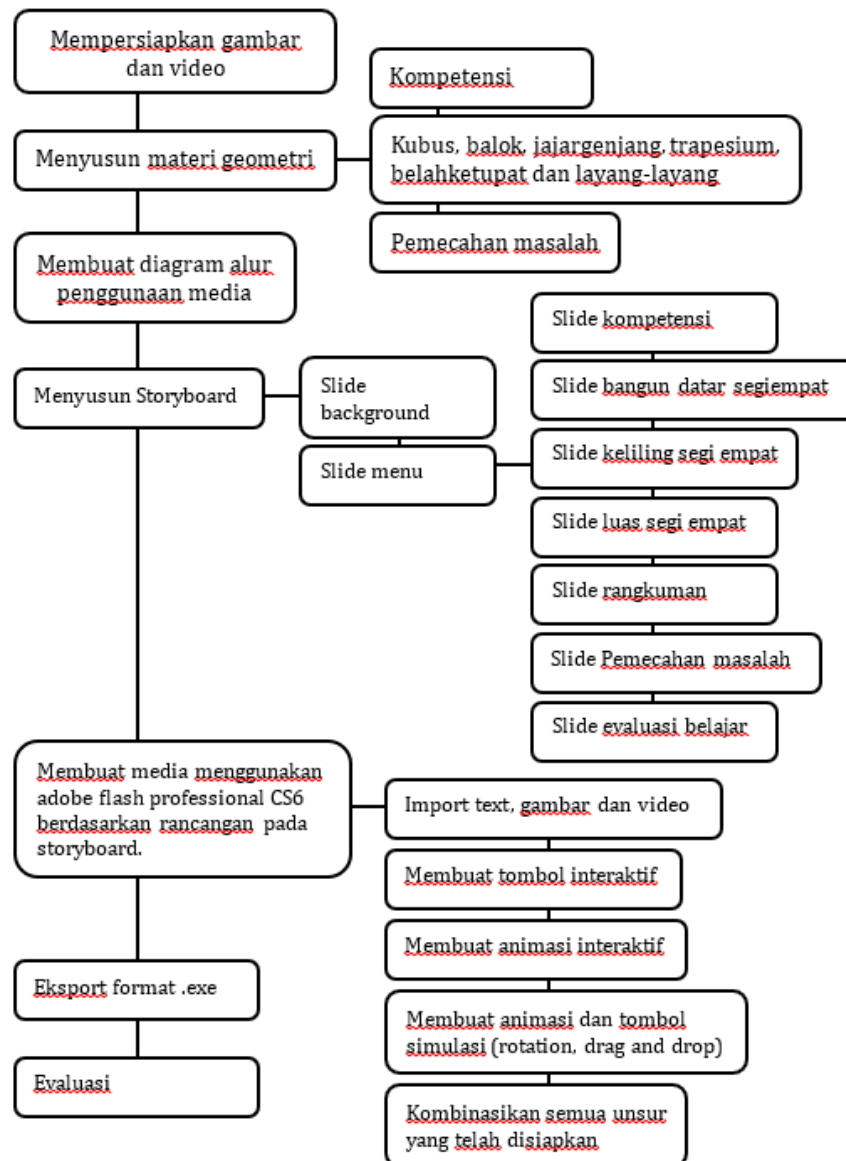
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian pengembangan yang dilakukan telah mendapatkan hasil berupa produk multimedia pembelajaran interaktif matematika berbasis simulasi dengan aplikasi Adobe Flash Professional CS6 terhadap konsep bangun datar. Multimedia pembelajaran yang diperoleh, telah melewati tahapan penilaian oleh validator materi dan validator media dalam mendapatkan validitas media dan telah diuji keefektifan penggunaannya dalam kegiatan pembelajaran di kelas. Adapun hasil validitas dan efektifitas penggunaan multimedia pembelajaran diperoleh melalui tahapan pengembangan multimedia dengan menerapkan model ADDIE.

Tahap Analisis (*Analyze*)

Hasil analisis dari kajian literatur diperoleh bahwa, terdapat banyak penelitian dan pengembangan media pembelajaran yang telah dilakukan dengan menggunakan aplikasi Adobe Flash Professional CS6 dalam bidang matematika khususnya geometri. Media yang telah dikembangkan sebelumnya dinilai layak untuk digunakan dalam kegiatan pembelajaran di kelas. Namun, dalam pengembangan media sebelumnya tidak dilengkapi dengan fitur simulasi yang dapat memberikan pengalaman praktik sambil bermain kepada peserta didik untuk menemukan konsep geometri itu sendiri. Dimana dari hasil analisis karakteristik peserta didik juga diperoleh informasi bahwa para peserta didik di tingkat menengah pertama khususnya di SMPN 16 Kota Jambi cenderung lebih senang bermain dari pada fokus dalam materi pembelajaran. Hampir semua peserta didik yang diwawancarai lebih memilih untuk bermain *game* baik menggunakan komputer maupun *smartphone* pada saat mereka libur atau di luar jam sekolah. Selain itu, dari hasil survei lapangan yang diperoleh, metode pembelajaran yang diterapkan para pendidik lebih terfokus pada penyajian materi yang bersifat

konvensional. Media pembelajaran yang digunakan tidak memberikan kesempatan bagi peserta didik dalam berinteraksi langsung dengan media tersebut. Media yang disajikan oleh pendidik hanya dengan menggunakan tampilan infokus, sehingga peserta didik hanya diberikan kesempatan untuk melihat dan mendengarkan saja. Dari hasil survei lapangan juga diperoleh informasi bahwa SMPN 16 Kota Jambi memiliki laboratorium komputer yang sangat baik, namun fasilitas tersebut hanya digunakan pada saat praktik mata pelajaran TIK. Hal ini tentu kurang efektif jika fasilitas tersebut tidak digunakan pada mata pelajaran lainnya khususnya matematika.



Gambar 2. Tahapan desain multimedia

Dari hasil analisis yang diperoleh, peneliti melakukan evaluasi pada tahap ini untuk tindak lanjut dari pengembangan yang akan dilakukan. Berdasarkan hasil evaluasi yang telah dilakukan, pengembangan multimedia pembelajaran interaktif matematika berbasis simulasi menggunakan Adobe Flash Professional CS6 pada

bangun datar perlu dilakukan untuk menambah referensi media pembelajaran yang efektif bagi para pendidik bidang matematika di SMPN 16 Kota Jambi.

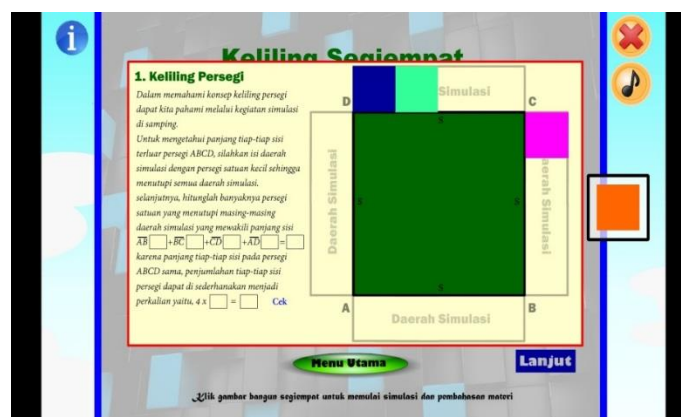
Tahap Desain (*Design*)

Setelah melalui tahap analisis selanjutnya peneliti melanjutkan pada tahap desain multimedia pembelajaran. Pada tahap desain multimedia, peneliti telah mempersiapkan gambar dan video, menyusun materi, membuat diagram alur, menyusun *storyboard*, membuat media serta melakukan evaluasi untuk memastikan kesesuaian media, tahapan tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.

Setelah dilakukan perancangan dan pembuatan multimedia pembelajaran interaktif matematika berbasis simulasi menggunakan Adobe Flash Profesional CS6. Selanjutnya, multimedia pembelajaran tersebut dievaluasi guna memastikan multimedia pembelajaran berfungsi dengan baik dalam menyampaikan materi kepada peserta didik. Berdasarkan hasil evaluasi tersebut semua tombol, animasi, video serta *picture* simulasi dapat berfungsi dengan baik dan sesuai rancangan yang telah dibuat.

Tahap Pengembangan (*Development*)

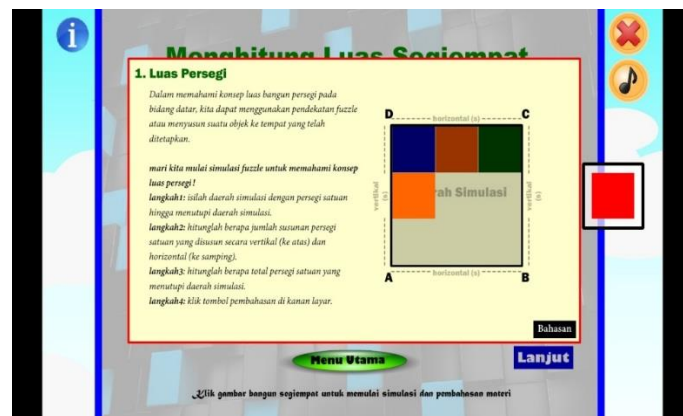
Produk yang dikembangkan pada tahapan pengembangan ini sesuai dengan desain awal yang telah dievaluasi. Tampilan materi yang disajikan dalam multimedia pembelajaran berupa, video, teks dan simulasi dalam menemukan konsep keliling dan luas bangun datar. Beberapa contoh tampilan *frame* pada multimedia interaktif matematika berbasis simulasi yang dapat ditinjau pada Gambar 3, Gambar 4 dan Gambar 5.



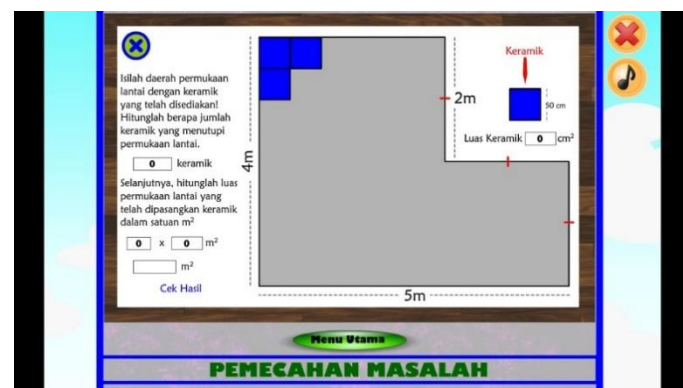
Gambar 3. Tampilan simulasi pemahaman konsep keliling segiempat

Gambar 3 merupakan salah satu tampilan simulasi mencari konsep keliling bangun datar. Pada materi menemukan konsep keliling bangun datar, terdapat 6 kegiatan simulasi yang diberikan yaitu simulasi keliling persegi, simulasi keliling persegi panjang, simulasi keliling trapesium, simulasi keliling jajargenjang, simulasi keliling layang-layang dan simulasi keliling belah ketupat. Gambar 4 merupakan salah satu tampilan simulasi mencari konsep luas bidang datar. Pada materi menemukan konsep luas bidang datar, terdapat 6 kegiatan simulasi yang diberikan yaitu simulasi luas persegi, simulasi luas persegi panjang, simulasi luas trapesium, simulasi luas

jajargenjang, simulasi luas layang-layang dan simulasi luas belah ketupat. Pada *slide* pemahaman materi yang disajikan tersebut, peserta didik tidak hanya diberikan materi dalam bentuk konsep berupa teks dan video yang disertai contoh soal yang telah ada. Namun, peserta didik diberikan kesempatan untuk melakukan kegiatan simulasi dalam bentuk penyusunan *puzzle* terlebih dahulu, dengan tujuan untuk menemukan konsep-konsep keliling dan luas bangun datar secara mandiri. Selanjutnya pada Gambar 5 yang merupakan tampilan simulasi pemecahan masalah materi bangun datar. Pada *slide* tersebut peserta didik diberikan kesempatan untuk melakukan kegiatan pemecahan masalah yang dilakukan dengan kegiatan simulasi.



Gambar 4. Tampilan simulasi pemahaman konsep luas persegi



Gambar 5. Tampilan simulasi pemecahan masalah

Sebelum diuji ke lapangan, multimedia pembelajaran interaktif berbasis simulasi, terlebih dahulu akan dievaluasi untuk memperbaiki atau menyempurnakan produk sebelum final. Tahap evaluasi ini dinilai berdasarkan hasil validasi yang dilakukan oleh seorang ahli media yang berpengalaman dalam bidang pengembangan media pembelajaran, serta berprofesi sebagai dosen pendidikan matematika yang mengampu mata kuliah multimedia dan aplikasi komputer matematika. Selain itu, multimedia pembelajaran ini juga dinilai oleh seorang ahli materi yang juga merupakan seorang dosen pendidikan matematika dengan keahlian di bidang pembelajaran dan matematika. Tujuan evaluasi ini dilakukan untuk memperoleh hasil kelayakan penggunaan multimedia pembelajaran. Adapun hasil uji kelayakan produk

terdapat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Hasil Penilaian Validator Media

Aspek penilaian	Skor rata-rata	Kriteria
Aspek media	4,6	Sangat setuju
Aspek tampilan program	4,6	Sangat setuju
Aspek kualitas teknis, keefektifan program	4,8	Sangat setuju
Skor rata-rata	4,7	Sangat setuju

Tabel 4. Hasil Penilaian Validator Materi

Aspek penilaian	Skor rata-rata	Kriteria
Aspek isi	4,6	Sangat setuju
Aspek tampilan ketepatan materi	4,1	Setuju
Skor rata-rata	4,4	Setuju

Penilaian oleh validator media pada Tabel 3, menyatakan bahwa multimedia pembelajaran matematika interaktif berbasis simulasi layak dan valid untuk diterapkan dalam kegiatan pembelajaran dengan perolehan rata-rata skor 4,7. Sedangkan untuk perolehan skor rata-rata penilaian oleh validator materi pada Tabel 4 yaitu 4,4, yang menunjukkan materi pada multimedia baik, valid dan layak dimuatkan dalam media pembelajaran.

Selanjutnya tahap evaluasi ini juga dilakukan pada uji kelompok kecil yang berjumlah 8 orang peserta didik kelas VII D SMPN 16 Kota Jambi. Pada kegiatan ini peserta didik diberikan multimedia pembelajaran yang terdapat pada dua buah laptop dan dibentuk dalam dua kelompok belajar. Setelah kegiatan pembelajaran kelompok kecil dilaksanakan, selanjutnya peneliti melakukan wawancara terhadap dua orang peserta didik sebagai perwakilan tiap-tiap kelompok untuk memperoleh penilaian dan saran terhadap multimedia yang dikembangkan. Berdasarkan penilaian dan saran dari peserta didik, selanjutnya multimedia pembelajaran direvisi sesuai saran dan tanggapan tersebut.

Tahap Pelaksanaan (*Implementation*)

Implementasi multimedia interaktif berbasis simulasi diterapkan pada kelompok besar peserta didik kelas VII E SMPN 16 Kota Jambi yang terdiri dari 29 orang peserta didik. Pada tahap implementasi, multimedia interaktif berbasis simulasi yang telah dikembangkan, selanjutnya diterapkan dalam kegiatan pembelajaran di kelas. Kegiatan pembelajaran ini dilakukan dalam ruang laboratorium komputer di SMPN 16 Kota Jambi. Adapun jumlah perangkat komputer yang dapat digunakan untuk kegiatan pembelajaran disaat tahapan implementasi ini dilaksanakan, yaitu berjumlah 12 unit. Keterbatasan jumlah perangkat komputer yang dapat digunakan membuat kegiatan pembelajaran dibagi menjadi 12 kelompok belajar, yang masing-masing kelompok terdiri dari 2 sampai 3 orang peserta didik. Pada tahapan implementasi ini juga dilakukan evaluasi untuk menilai multimedia interaktif berbasis simulasi yang telah dikembangkan efektif dan efisien untuk digunakan dalam kegiatan pembelajaran di kelas. Pada evaluasi ini peneliti akan menilai sejauh mana multimedia interaktif

berbasis simulasi ini efektif dalam meningkatkan kemampuan pemahaman peserta didik dalam pembelajaran geometri bangun datar, yang diperoleh sebelum dan setelah kegiatan pembelajaran.

Untuk memperoleh kemampuan peserta didik sebelum pembelajaran dilaksanakan dengan menggunakan multimedia pembelajaran, dilakukan *pre-test* terlebih dahulu. Dengan memberikan soal *pre-test* pemecahan masalah bangun datar sebanyak 4 buah soal pada 29 responden. Hasil *pre-test* menunjukkan perolehan nilai rata-rata pemahaman peserta didik pada konsep bangun datar masih rendah yaitu dengan skor rata-rata 67,69. Setelah kemampuan awal peserta didik diketahui, selanjutnya melaksanakan tahapan pembelajaran dengan menggunakan multimedia interaktif matematika berbasis simulasi. Setelah proses pembelajaran menggunakan media simulasi selesai. Berikutnya diberikan *post-test* terhadap peserta didik untuk memperoleh hasil akhir pembelajaran dengan menerapkan media simulasi. Hasil akhir *post-test* peserta didik menunjukkan meningkatnya perolehan rata-rata skor 90,24, skor ini lebih tinggi dibandingkan skor rata-rata *pre-test* sebelumnya. Dengan uji normalitas *gain* didapatkan *gain score*nya 0,71 dengan kategori tinggi sehingga multimedia interaktif matematika berbasis simulasi dikatakan efektif digunakan untuk meningkatkan pengalaman dan pemahaman konsep peserta didik pada materi bangun datar. Perbandingan peningkatan nilai *pre-test* dan *post-test* yang telah dianalisis terdapat pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai Rata-rata *Pre-test*, *Post-test* dan *N-gain*

Rata-rata <i>pre-test</i>	Rata-rata <i>post-test</i>	<i>N-gain</i>	Kriteria
67,69	90,24	0,71	Tinggi

Hasil dari penelitian pengembangan multimedia pembelajaran yang telah dinyatakan efektif, didukung oleh penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Irsan (2023) dan Pratini & Prihatini (2020) yang mana dari hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa, berdasarkan hasil *pre-test* dan *post-test* uji multimedia dalam kegiatan pembelajaran yang telah dianalisis dan memperoleh *N-Gain Score* 0,70 ke atas dinyatakan efektif dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik dengan kriteria peningkatan yang tinggi. Selain uji *pre-test* dan *post-test* yang diberikan kepada peserta didik, peneliti juga melakukan wawancara terbuka kepada 5 orang perwakilan peserta didik yang dilakukan setelah pembelajaran menggunakan multimedia simulasi selesai dilaksanakan.

Dari hasil wawancara terhadap kelima peserta didik tersebut dapat diidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi peningkatan hasil uji *N-Gain*. Beberapa faktor tersebut yaitu, (1) Melalui simulasi interaktif, peserta didik dapat merasakan eksperimen langsung dengan konsep bangun datar, sehingga meningkatkan pemahaman secara konseptual dan praktis. Hasil tersebut didukung oleh penelitian Koparan (2022) dan Mikeska dkk. (2021) yang menunjukkan bahwa aktivitas simulasi dapat mendukung peserta didik dalam mengembangkan pemahaman mereka melalui keterlibatan langsung dengan konsep matematika. (2) Melalui simulasi interaktif

peserta didik dapat langsung melihat hasil dari simulasi yang mereka lakukan, sehingga peserta didik lebih aktif dalam memahami materi. Hasil tersebut didukung oleh penelitian Faira & Nurhastuti (2022) yang menunjukkan bahwa melalui kegiatan eksperimen langsung dengan simulasi akan mendorong peserta didik menjadi lebih aktif dan termotivasi ketika dapat melihat langsung hasil dari simulasi yang mereka lakukan. (3) Penggunaan *feedback* interaktif dalam simulasi dapat membantu peserta didik memahami kesalahan mereka dan memperbaikinya secara langsung. Hasil tersebut didukung oleh penelitian Astri dkk. (2022) yang menunjukkan bahwa melalui umpan balik langsung dalam kegiatan simulasi dapat membantu peserta didik memahami dan memperbaiki kesalahan mereka selama proses pembelajaran. (4) Pembelajaran dengan menggunakan multimedia simulasi interaktif dapat memfasilitasi peserta didik untuk belajar secara mandiri dan mengulangi materi sesuai kebutuhan mereka. Ini juga dapat dilihat selama proses pembelajaran, dimana ada beberapa kelompok peserta didik yang menyelesaikan simulasi lebih cepat, mereka justru memilih untuk mengulang simulasi tersebut. Hasil tersebut didukung oleh penelitian Ziatdinov & Valles (2022) yang menunjukkan bahwa melalui kegiatan simulasi dapat mendorong peserta didik belajar secara mandiri dan mengulangi materi sesuai kebutuhan mereka, yang terbukti meningkatkan hasil belajar. (5) Selain bersimulasi dalam memahami konsep, para peserta didik juga berkesempatan untuk melakukan latihan soal dalam bentuk simulasi interaktif, mereka lebih mudah memahami pola soal dan konsep yang diajarkan. Dengan pembelajaran berbasis praktik simulasi seperti ini memungkinkan peserta didik untuk menguji pemahaman mereka dalam konteks nyata, sehingga melalui simulasi interaktif yang ditampilkan dapat mengunggah minat peserta didik mempelajari materi bangun datar. Hasil tersebut juga didukung oleh penelitian Ziatdinov & Valles (2022) yang menunjukkan bahwa melalui latihan soal dalam bentuk simulasi, peserta didik lebih mudah memahami konsep dan pola soal yang dikerjakan, serta meningkatkan minat mereka dalam mempelajari materi.

Tahap Evaluasi (*Evaluations*)

Hasil evaluasi pada tahap implementasi menunjukkan bahwa multimedia pembelajaran interaktif matematika berbasis simulasi yang telah dikembangkan efektif digunakan dalam kegiatan pembelajaran di kelas, selain itu hasil evaluasi juga menunjukkan keunggulan dari multimedia pembelajaran interaktif matematika berbasis simulasi yang dikembangkan. Keunggulan utama dari multimedia ini terletak pada penggunaan simulasi interaktif yang memungkinkan peserta didik untuk memperoleh pengalaman dalam merekonstruksi konsep geometri secara langsung. Melalui simulasi ini, peserta didik tidak hanya mengerti konsep secara teori, tetapi juga dapat mengamati aplikasi nyata dari konsep tersebut. Ini membantu mereka dalam meningkatkan kemampuan analisis dan keterampilan memecahkan masalah. Selain itu, fitur interaktif dalam multimedia ini memberikan umpan balik langsung, yang membantu peserta didik mengoreksi kesalahan dan memperbaiki pemahaman mereka secara mandiri. Selain aspek kognitif, penggunaan multimedia interaktif berbasis

simulasi berdampak positif terhadap motivasi dan keterlibatan peserta dalam pembelajaran. Peserta didik menunjukkan minat yang lebih besar dan semangat yang tinggi saat mengikuti materi karena mereka dapat belajar melalui pengalaman dan praktik secara langsung. Keterlibatan aktif ini berkontribusi pada peningkatan hasil belajar yang lebih baik.

KESIMPULAN

Pengembangan ini telah mendapatkan hasil berupa produk multimedia pembelajaran interaktif matematika berbasis simulasi yang dirancang menggunakan *software* Adobe Flash Professional CS6. Tahapan pengembangan multimedia pembelajaran ini menerapkan model pengembangan ADDIE yang telah melalui prosesnya. Tahapan yang pertama yaitu berdasarkan hasil analisis bahwa kebutuhan akan multimedia pembelajaran sangat penting untuk membantu pendidik dalam meningkatkan kualitas pembelajaran yang sesuai dengan karakter dari peserta didik. Tahapan yang kedua yaitu multimedia dirancang dengan menerapkan kegiatan simulasi yang dapat dilakukan langsung oleh peserta didik melalui multimedia dalam membangun pemahaman konsep geometri bangun datar, selanjutnya multimedia dibuat dengan menggunakan *software* Adobe Flash Professional CS6 dan telah dievaluasi pada tahapan tersebut. Tahapan yang ketiga yaitu produk multimedia yang telah dievaluasi pada tahap kedua, juga telah dikembangkan melalui uji validitas multimedia. Produk multimedia ini dinilai telah memenuhi uji validitas dan kelayakan dari tim ahli. Hal ini ditunjukkan dari skor rata-rata penilaian ahli media yaitu 4,7 pada kategori sangat setuju dan skor rata-rata ahli materi 4,4 pada kategori setuju sehingga dinyatakan layak dan valid untuk digunakan. Selain itu, multimedia juga telah melalui proses evaluasi dan revisi pada tahap ini. Tahapan yang keempat yaitu multimedia telah diimplementasikan dalam kegiatan pembelajaran di kelas dan juga telah dilakukan evaluasi dari hasil pembelajaran peserta didik dengan menggunakan multimedia pembelajaran matematika berbasis simulasi pada materi geometri bangun datar. Hasil pembelajaran peserta didik dengan menerapkan multimedia yang telah dikembangkan menunjukkan peningkatan hasil *post-test* peserta didik dengan nilai rata-rata 90,24 dibandingkan hasil awal *pre-test* yang hanya 67,69. Sehingga diperoleh nilai *N-gain* sebesar 0,71 dalam kategori tinggi, yang artinya multimedia simulasi efektif digunakan dalam meningkatkan pemahaman konsep peserta didik pada materi geometri bangun datar.

Adapun rekomendasi bagi pendidik dan peneliti berikutnya yaitu (1) Pendidik dapat menerapkan multimedia pembelajaran interaktif matematika berbasis simulasi dalam pembelajaran, dengan menyesuaikan ketersediaan perangkat komputer atau laptop yang sama dengan jumlah peserta didiknya; (2) Berikan kesempatan bagi peserta didik dalam merekonstruksi pemahaman konsep geometri bangun datar secara mandiri melalui simulasi langsung dengan multimedia, sebelum pendidik menjelaskan konsep tersebut lebih lanjut; (3) Penelitian ini dapat diperluas dengan mengembangkan multimedia serupa dalam bentuk *mobile learning*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A., Achmad, A., & Sahibu, S. (2021). Media pembelajaran interaktif mata kuliah pemrograman web berbasis Android. *Inspiration: Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 11(1), 45–54. <https://doi.org/10.35585/inspir.v11i1.2626>
- Alfi, S., & Tralisno, A. (2025). Pengembangan media simulasi fisika Android. *MAGNETON: Jurnal Inovasi Pembelajaran Fisika*, 3(1), 58–71. <https://doi.org/10.30822/magneton.v3i1.3945>
- Armianti, A., Wildan, D. N., Robiansyah, R., Trissiana, O., & Prahmana, R. C. I. (2016). Peningkatan kemampuan pemahaman matematis siswa menggunakan pembelajaran matematika GASING (Gampang, ASyIk, dan menyenaNGkan). *Jurnal Elemen*, 2(1), 27–38. <https://doi.org/10.29408/jel.v2i1.152>
- Armiznah, D., & Rismawati. (2023). Penggunaan media Geogebra dalam meningkatkan minat belajar siswa pada materi geometri ruang. *PERISAI: Jurnal Pendidikan Dan Riset Ilmu Sains*, 2(2), 225–234. <https://doi.org/10.32672/perisai.v2i2.255>
- Asnan, H. (2024). Development of learning media using Adobe Flash Professional CS6 software to enhance problem-solving skills in Mts Nurul Hikmah Aek Gerger School. *Journal of Science and Social Research*, 7(1), 186–196. <https://doi.org/10.54314/jssr.v7i1.1731>
- Astri, N. K. D., Wiarta, I. W., & Wulandari, I. G. A. A. (2022). Pengembangan multimedia interaktif berbasis pendekatan kontekstual pada mata pelajaran matematika pokok bahasan bangun datar. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling*, 4(3), 575–585.
- Faira, Y., & Nurhastuti. (2022). Efektifitas penggunaan multimedia interaktif dalam meningkatkan pembelajaran bangun datar bagi siswa tunadaksa. *Jurnal Penelitian Pendidikan Kebutuhan Khusus*, 10(2), 7–14. <https://ejournal.unp.ac.id/index.php/jupekhu/article/view/117052/106771>
- Findley, K., Whitacre, I., & Hensberry, K. (2017). Integrating interactive simulations into the mathematics classroom: Supplementing, enhancing, or driving? *Proceedings of the 39th Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 1, 1297–1304.
- Fitriani, D. (2024). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis inkuiri terbimbing pada materi segitiga untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. *Jurnal Edukasi Patriot*, 1, 19–36.
- Irsan, M. (2023). Pengembangan media pembelajaran matematika berbasis Adobe Flash Professional CS 6 pada materi segitiga dan segiempat. *INTEL: Indonesian Journal of Teaching and Learning*, 2(1), 123–136.
- Irsyad, M. (2020). Media interaktif Adobe Flash CS6 dengan model DART dalam pembelajaran bahasa arab di era Pandemi Covid-19. *Thawalib: Jurnal Pendidikan Islam*, 1(2), 103–130. <https://doi.org/10.35695/1946-000-020-015>
- Koparan, T. (2022). How does simulation contribute to prospective mathematics teachers' learning experiences and results? *Education Sciences*, 12(9), 624. <https://doi.org/10.3390/educsci12090624>

- Madcom. (2012). *Adobe Flash Professional CS6 untuk Pemula*. Penerbit ANDI.
- Manik, S. A. R., Humairoh, A. P., Annisa, S., Mailani, E., & Ketaren, M. A. (2024). Peran media visual dalam meningkatkan pemahaman geometri siswa Sekolah Dasar. *AR RUMMAN: Journal of Education and Learning Evaluation*, 1(2), 759–763. <https://doi.org/https://doi.org/10.57235/arrumman.v1i2.4425>
- Mikeska, J., Howell, H., Dieker, L., & Hynes, M. (2021). Understanding the role of simulations in K-12 mathematics and science teacher education: Outcomes from a teacher education simulation conference. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 21(3), 781–812.
- Nugraha, A. N. C., & Muhtadi, A. (2015). Pengembangan multimedia pembelajaran matematika pada materi bangun ruang sisi datar untuk siswa SMP Kelas VIII. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 2(1), 16–31. <https://doi.org/10.21831/tp.v2i1.5201>
- Pratini, H. S., & Prihatini, E. Y. R. (2020). Pengembangan media pembelajaran bangun ruang sisi datar berbasis Adobe Flash Professional CS5. *Delta: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 8(1), 121–132. <https://doi.org/10.31941/delta.v8i1.971>
- Saputra, R., Thalia, S., & Gustiningsi, T. (2019). Pengembangan media pembelajaran berbasis komputer dengan Adobe Flash Pro CS6 pada materi luas bangun datar. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 14(1), 67–80. <https://doi.org/10.22342/jpm.14.1.6794.67-80>
- Sari, A. K., Sagala, A. A., & Simanjuntak, G. C. (2024). Analisis kesulitan siswa dalam pembelajaran materi bangun geometri dan sifat sifatnya. *Jurnal Lingkaran Pembelajaran Inovatif*, 5(6), 99–104. <https://oaj.jurnalhst.com/index.php/jlpi/article/view/295>
- Susanto, S., & Mahmudi, A. (2021). Tahap berpikir geometri siswa SMP berdasarkan teori Van Hiele ditinjau dari keterampilan geometri. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 8(1), 106–116. <https://doi.org/10.21831/jrpm.v8i1.17044>
- Sutirman. (2013). *Media dan model-model pembelajaran inovatif*. Graha Ilmu.
- Tambunan, D. R. U., Syahputra, E., & Simanjorang, M. M. (2021). Development of interactive learning media based on Adobe Flash CS6 to improve spatial abilities students in geometry transformation. *Journal of Education and Practice*, 12(8), 65–70. <https://doi.org/10.7176/jep/12-8-09>
- Tralisno, A. (2018). Pengembangan media pembelajaran matematika berbasis multimedia simulasi menggunakan Adobe Flash Professional CS6 pada kosep fuzzle geometri Kelas VIII SMP. *Jurnal Inovasi Edukasi*, 1(2), 48–79. <https://doi.org/10.35141/jie.v1i2.700>
- Tralisno, A. (2021). Media origami dalam mengatasi problematika pembelajaran matematika pada konsep geometri di sekolah. *Jurnal Inovasi Edukasi*, 4(2), 86–94. <https://doi.org/10.35141/jie.v4i2.720>
- Yusufjanovna, U. M. (2023). Interactive methods in teaching mathematics: enhancing engagement and learning outcomes. *Journal of Pedagogical Inventions and Practices*, 21, 5–9.

Ziatdinov, R., & Valles, J. R. (2022). Synthesis of modeling, visualization, and programming in geogebra as an effective approach for teaching and learning STEM topics. *Mathematics*, 10(3), 398. <https://doi.org/10.3390/math10030398>