

Pengembangan Video Pembelajaran Geometri Berbasis AI Generatif untuk Meningkatkan Kemampuan Spasial Siswa

Yeni Welasari¹

Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas MIPA dan Teknologi, Universitas PGRI Pontianak, Indonesia yeniwelasari@gmail.com

Reni Astuti²

Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas MIPA dan Teknologi, Universitas PGRI Pontianak, Indonesia reniastuti@gmail.com

Dewi Risalah^{*3}

Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas MIPA dan Teknologi, Universitas PGRI Pontianak, Indonesia dewirisalah99@gmail.com

Abstract: *Spatial ability is crucial in geometry learning because students must interpret object positions, relationships, and transformations. Preliminary observation at SMP Abdi Agape Pontianak indicated that grade VIII students still experienced difficulty identifying spatial relationships and explaining rotations of geometric figures. Methods: This study employed Research and Development using the ADDIE model. The product was an Animaker-based instructional video supported by generative AI for script drafting, visual-idea development, illustration planning, and narration design. Data were collected through observation, interviews, expert validation, questionnaires, documentation, and spatial-ability tests, then analyzed descriptively through validity, practicality, and effectiveness indicators. Results: The product integrates gradual visualization, transformation animation, contextual examples, synchronized audio-visual narration, and reflective exercises aligned with spatial visualization, spatial perception, and mental rotation. Implication: The developed video offers a pedagogically controlled AI-assisted media model for strengthening students' spatial reasoning in geometry learning.*

Keywords: *Generative AI; geometry; instructional video; spatial ability; mathematics learning*

Abstrak: Kemampuan spasial penting dalam pembelajaran geometri karena siswa perlu menafsirkan posisi, hubungan, dan transformasi objek. Hasil pra-observasi di SMP Abdi Agape Pontianak menunjukkan bahwa siswa kelas VIII masih mengalami kesulitan mengidentifikasi hubungan spasial dan menjelaskan rotasi bangun geometri. Metode: Penelitian ini menggunakan Research and Development dengan model ADDIE. Produk berupa video pembelajaran berbasis Animaker yang didukung AI generatif untuk penyusunan naskah, pengembangan gagasan visual, perencanaan ilustrasi, dan desain narasi. Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara, validasi ahli, angket, dokumentasi, dan tes kemampuan spasial, kemudian dianalisis secara deskriptif melalui indikator kevalidan, kepraktisan, dan efektivitas. Hasil: Produk mengintegrasikan visualisasi bertahap, animasi transformasi, contoh kontekstual, narasi audio-visual tersinkron, dan latihan reflektif yang selaras dengan visualisasi spasial, persepsi spasial, dan rotasi mental. Implikasi: Video yang dikembangkan menjadi model media berbantuan AI yang terkendali secara pedagogis untuk memperkuat penalaran spasial siswa pada pembelajaran geometri.

Kata kunci: AI generative, geometri, kemampuan spasial, pembelajaran matematika, video pembelajaran

PENDAHULUAN

Transformasi digital pada abad ke-21 mendorong pembelajaran matematika untuk beradaptasi dengan karakteristik siswa yang semakin dekat dengan teknologi. Pembelajaran geometri, khususnya pada jenjang sekolah menengah, tidak dapat hanya mengandalkan uraian verbal dan gambar statis karena konsep yang dipelajari berkaitan dengan bentuk, ukuran, posisi, arah, dan hubungan antarobjek. Dalam konteks tersebut, kemampuan spasial menjadi salah satu kemampuan kognitif yang menentukan keberhasilan siswa dalam memahami representasi geometri.

Kemampuan spasial mencakup keterampilan memvisualisasikan objek, memperkirakan perubahan posisi, memahami hubungan antareleman bangun, serta membayangkan proses rotasi atau transformasi secara mental. Hawes dan Ansari (2020) menegaskan bahwa kemampuan spasial berkaitan erat dengan capaian matematika. Pada pembelajaran geometri, siswa dengan kemampuan spasial yang berkembang cenderung lebih mudah memahami sifat bangun, menentukan hubungan sisi dan sudut, serta menjelaskan perubahan bentuk atau posisi suatu objek.

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa media visual dan video pembelajaran dapat membantu siswa memahami konsep abstrak karena informasi disajikan melalui kombinasi teks, gambar, suara, dan animasi. Brame (2016) menyatakan bahwa video pembelajaran efektif apabila dirancang secara singkat, terarah, dan mendorong keterlibatan aktif siswa. Mayer (2020) juga menekankan pentingnya prinsip multimedia agar informasi verbal dan visual saling menguatkan. Namun, sebagian besar penggunaan video dalam pembelajaran geometri masih bersifat umum, belum secara khusus mengarahkan fitur visual pada indikator kemampuan spasial seperti visualisasi spasial, persepsi spasial, dan rotasi mental.

Kondisi pembelajaran di SMP Abdi Agape Pontianak memperlihatkan bahwa siswa kelas VIII masih menghadapi kendala dalam memahami konsep geometri yang menuntut penalaran visual. Berdasarkan data pra-observasi, siswa mengalami kekeliruan ketika menentukan hubungan sisi pada bangun datar dan memberikan penjelasan yang kurang akurat terhadap perubahan posisi akibat rotasi. Kesulitan tersebut menunjukkan bahwa siswa membutuhkan pengalaman belajar yang dapat memperlihatkan objek geometri secara bergerak, bertahap, dan mudah diamati.

Wawancara pra-riset dengan guru matematika menunjukkan bahwa pembelajaran masih banyak bertumpu pada LKS dan penjelasan langsung. Pemanfaatan media digital dilakukan melalui pembagian tautan video, sedangkan pengembangan media yang secara khusus dirancang untuk melatih kemampuan spasial menjadi kebutuhan pembelajaran yang penting. Di sisi lain, siswa telah memiliki akses terhadap perangkat digital, terutama smartphone. Kondisi ini membuka peluang untuk menghadirkan media pembelajaran yang lebih visual, fleksibel, dan sesuai dengan kebiasaan belajar siswa masa kini.

Perkembangan kecerdasan buatan generatif memberi peluang baru dalam pengembangan media pembelajaran. Teknologi ini dapat membantu menghasilkan naskah, ilustrasi, animasi, dan rancangan visual secara lebih variatif. Dwivedi et al. (2023) menyatakan bahwa AI generatif mampu menghasilkan konten baru berdasarkan masukan pengguna dan pola data yang dipelajari. Dalam konteks pendidikan, pemanfaatan AI generatif perlu diarahkan secara pedagogis agar konten yang dihasilkan tetap akurat, etis, dan sesuai dengan tujuan pembelajaran.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini mengembangkan video pembelajaran geometri berbasis AI generatif untuk meningkatkan kemampuan spasial siswa. Kebaruan penelitian terletak pada integrasi AI generatif sebagai pendukung kreatif dalam pengembangan naskah, visual, dan alur animasi, serta pemetaan fitur video secara eksplisit terhadap indikator visualisasi spasial, persepsi spasial, dan rotasi mental. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menghasilkan media digital, tetapi juga menawarkan rancangan pedagogis yang

mempertemukan kebutuhan pembelajaran geometri, prinsip multimedia learning, dan pemanfaatan AI secara terarah. Artikel ini memaparkan proses pengembangan, karakteristik produk, kualitas media, serta kontribusinya terhadap pembelajaran geometri di sekolah menengah.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D). Metode ini dipilih karena tujuan penelitian adalah menghasilkan produk pembelajaran sekaligus menilai kelayakan penggunaannya dalam konteks pembelajaran matematika. Produk yang dikembangkan berupa video pembelajaran geometri berbasis AI generatif untuk mendukung kemampuan spasial siswa kelas VIII.

Model pengembangan yang digunakan adalah ADDIE. Model ini terdiri atas lima tahap, yaitu Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation. ADDIE dipilih karena memiliki alur kerja yang sistematis, fleksibel, dan sesuai untuk pengembangan media digital. Setiap tahap memberikan kesempatan bagi peneliti untuk mengkaji kebutuhan, merancang produk, mengembangkan prototipe, menerapkan media, dan mengevaluasi kualitas produk secara berkelanjutan. Prosedur pengembangan ditampilkan pada Tabel 1.

Table 1. Procedure for Developing Learning Videos Based on the ADDIE Model

Tahap	Aktivitas Pengembangan	Luaran
Analysis	Mengidentifikasi kondisi pembelajaran, kebutuhan media, karakteristik siswa, dan kesulitan kemampuan spasial pada materi geometri.	Profil kebutuhan pembelajaran dan dasar pengembangan produk.
Design	Merancang tujuan pembelajaran, alur video, storyboard, materi, contoh, aktivitas, serta instrumen penilaian produk.	Rancangan awal video dan perangkat penelitian.
Development	Menyusun naskah, membuat visual dan animasi dengan Animaker, memanfaatkan AI generatif, serta melakukan telaah produk oleh ahli.	Prototipe video pembelajaran yang siap digunakan dalam uji pembelajaran.
Implementation	Menggunakan video dalam pembelajaran geometri dan mengumpulkan respons	Data penggunaan media dalam konteks kelas.

	pengguna serta hasil tes kemampuan spasial.	
Evaluation	Menganalisis kualitas produk berdasarkan kevalidan, kepraktisan, efektivitas, serta masukan perbaikan.	Produk akhir dan rekomendasi pemanfaatan media.

Subjek penelitian meliputi subjek pengembangan dan subjek uji coba. Subjek pengembangan terdiri atas ahli materi dan ahli media. Ahli materi memberikan penilaian terhadap kesesuaian kurikulum, kebenaran konsep geometri, kejelasan penyajian, dan keterkaitan materi dengan kemampuan spasial. Ahli media menilai tampilan visual, kualitas audio, animasi, keterbacaan, kemudahan penggunaan, serta ketepatan pemanfaatan AI generatif.

Subjek uji coba adalah siswa kelas VIII SMP Abdi Agape Pontianak. Uji coba dilakukan untuk memperoleh gambaran penggunaan produk dalam pembelajaran nyata. Pemilihan subjek mempertimbangkan kesesuaian materi geometri dengan tingkat kelas, karakteristik siswa, serta kebutuhan penguatan kemampuan spasial.

Teknik pengumpulan data meliputi observasi, wawancara, angket, tes, dan dokumentasi. Observasi digunakan untuk memotret kondisi pembelajaran geometri. Wawancara dilakukan kepada guru dan siswa untuk mengetahui kebutuhan media. Angket digunakan untuk memperoleh penilaian ahli dan respons pengguna. Tes kemampuan spasial digunakan untuk melihat capaian siswa pada indikator visualisasi spasial, persepsi spasial, dan rotasi mental. Dokumentasi digunakan sebagai pendukung proses pengembangan dan pelaksanaan pembelajaran. Indikator kemampuan spasial yang menjadi acuan pengembangan video disajikan pada Tabel 2.

Table 2. Indicators of Spatial Ability in Video Development

Indikator	Deskripsi Kemampuan	Bentuk Dukungan dalam Video
Visualisasi spasial	Kemampuan membayangkan, menggambar, dan menjelaskan bentuk atau susunan objek geometri.	Menampilkan bangun secara bertahap, memperjelas unsur penting, dan menghubungkan representasi visual dengan narasi.
Persepsi spasial	Kemampuan mengenali posisi, arah, kesejajaran, dan hubungan antarunsur bangun.	Memberikan penekanan visual pada sisi, titik, sudut, dan hubungan antarbagian dalam bangun datar.
Rotasi mental	Kemampuan memperkirakan perubahan posisi objek setelah	Menyajikan animasi rotasi dan perubahan orientasi bangun secara runtut.

Data dianalisis secara deskriptif kuantitatif dan deskriptif kualitatif. Data kuantitatif dari validasi ahli dan angket respons dianalisis menggunakan persentase: $P = (\text{skor diperoleh} / \text{skor maksimal}) \times 100\%$. Hasil persentase diinterpretasikan ke dalam kategori sangat layak, layak, cukup layak, kurang layak, atau tidak layak sesuai kriteria yang ditetapkan peneliti. Efektivitas media dianalisis melalui perbandingan skor tes kemampuan spasial sebelum dan sesudah penggunaan video. Peningkatan kemampuan dihitung menggunakan rumus N-Gain: $g = (\text{skor posttest} - \text{skor pretest}) / (\text{skor maksimum} - \text{skor pretest})$, kemudian dikategorikan menjadi tinggi, sedang, atau rendah. Data kualitatif berupa saran ahli, komentar guru, respons siswa, dan temuan observasi dianalisis melalui reduksi data, penyajian data, penarikan kesimpulan, serta pemanfaatannya sebagai dasar revisi produk.

Kriteria interpretasi yang digunakan adalah sebagai berikut: persentase 81-100% dikategorikan sangat layak/sangat praktis, 61-80% layak/praktis, 41-60% cukup layak/cukup praktis, 21-40% kurang layak/kurang praktis, dan 0-20% tidak layak/tidak praktis. Untuk N-Gain, skor $g \geq 0,70$ dikategorikan tinggi, $0,30 \leq g < 0,70$ dikategorikan sedang, dan $g < 0,30$ dikategorikan rendah. Kriteria ini digunakan agar hasil validasi, kepraktisan, dan efektivitas produk dapat dibaca secara objektif dan konsisten.

PEMBAHASAN

Hasil Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan menunjukkan bahwa pembelajaran geometri memerlukan media yang mampu memperlihatkan objek secara dinamis. Siswa kelas VIII SMP Abdi Agape Pontianak masih mengalami kesulitan dalam memahami hubungan spasial, khususnya ketika menentukan hubungan antarunsur bangun datar dan menjelaskan perubahan posisi objek akibat rotasi. Kesulitan tersebut berkaitan dengan rendahnya kemampuan siswa dalam mengubah informasi visual menjadi penjelasan matematis yang tepat.

Hasil wawancara dengan guru matematika memperkuat temuan tersebut. Pembelajaran sehari-hari masih banyak menggunakan LKS dan penjelasan langsung. Pengembangan media digital yang secara khusus mengarahkan siswa pada proses visualisasi, pengamatan perubahan posisi, dan pemaknaan hubungan antarobjek geometri menjadi kebutuhan utama pembelajaran. Guru juga menilai bahwa siswa cenderung ingin menjawab soal secara cepat tanpa membaca informasi secara cermat dan tanpa menelusuri hubungan antarunsur pada gambar.

Ketersediaan smartphone pada siswa menjadi faktor pendukung pengembangan video pembelajaran. Media berbentuk video dapat diakses secara fleksibel, diputar ulang, dan digunakan baik secara mandiri maupun dalam kegiatan kelas. Dengan demikian, kebutuhan utama yang muncul dari tahap analisis adalah video yang mampu menyajikan konsep geometri secara visual, runtut, dan mudah dipahami oleh siswa SMP.

Desain dan Pengembangan Produk

Produk yang dikembangkan berupa video pembelajaran geometri berbasis AI generatif. Video disusun menggunakan Animaker sebagai platform animasi, sedangkan AI generatif digunakan untuk membantu penyusunan naskah, pengembangan gagasan visual, perancangan ilustrasi, dan penyusunan alur narasi. Penggunaan AI generatif tidak ditempatkan sebagai pengganti peran akademik peneliti, melainkan sebagai alat bantu kreatif yang tetap dikendalikan melalui pemeriksaan konsep matematika dan kesesuaian pembelajaran.

Struktur video mencakup pembukaan, penyampaian tujuan pembelajaran, pengenalan konsep geometri, visualisasi bangun, contoh kontekstual, animasi transformasi, latihan singkat, dan penutup. Penyajian materi dibuat bertahap agar siswa dapat mengikuti alur berpikir dari pengenalan bentuk menuju pemahaman hubungan antarunsur dan perubahan posisi objek. Narasi disusun dengan bahasa sederhana, kalimat pendek, dan istilah matematika yang relevan dengan tingkat perkembangan siswa.

Desain visual diarahkan untuk memperkuat keterbacaan dan fokus perhatian siswa. Elemen penting seperti titik, sisi, sudut, arah rotasi, dan perubahan posisi diberi penekanan melalui animasi bertahap. Setiap tampilan visual diselaraskan dengan narasi agar siswa tidak menerima beban informasi yang berlebihan. Prinsip ini sejalan dengan pembelajaran multimedia, yaitu penyajian kata dan gambar harus saling mendukung agar informasi dapat diproses secara lebih efektif. Komponen utama video ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel. 3 Main Components of the Learning Video

Komponen	Isi Produk	Fungsi Pedagogis
Konten pembelajaran	Tujuan pembelajaran, konsep geometri, contoh, latihan, dan rangkuman.	Mengarahkan siswa memahami materi secara sistematis dan terukur.
Visual dan animasi	Bangun geometri, penekanan unsur bangun, animasi rotasi, serta ilustrasi pendukung.	Membantu siswa melihat hubungan dan perubahan objek secara konkret.
Audio dan narasi	Penjelasan konsep, petunjuk belajar, dan pengarahannya saat animasi berlangsung.	Mendukung pemahaman melalui kombinasi kanal visual dan auditori.
Desain tampilan	Layout, warna, tipografi, transisi, dan tempo penyajian.	Menjaga keterbacaan, kenyamanan, dan fokus perhatian siswa.
Evaluasi pembelajaran	Latihan singkat dan tes kemampuan spasial.	Mengukur keterlibatan dan capaian siswa pada indikator spasial.

Integrasi Kecerdasan Buatan Generatif

Integrasi AI generatif dalam pengembangan produk dilakukan secara selektif. AI digunakan untuk membantu merumuskan ide visual, menyusun variasi naskah,

menata urutan penyajian, serta mengembangkan ilustrasi pendukung yang sesuai dengan konsep geometri. Seluruh keluaran AI diperiksa kembali agar tidak terjadi kesalahan istilah, kekeliruan hubungan antarbangun, atau penyajian visual yang menimbulkan miskonsepsi.

Pemanfaatan AI generatif memberi nilai tambah pada proses produksi media karena membantu menghasilkan alternatif visual dan narasi secara lebih cepat. Akan tetapi, kualitas pembelajaran tetap ditentukan oleh ketepatan desain pedagogis. Oleh sebab itu, pengembangan video menempatkan tujuan pembelajaran, indikator kemampuan spasial, dan kebenaran konsep matematika sebagai dasar utama dalam setiap pengambilan keputusan desain.

Pada materi geometri, AI generatif mendukung pengembangan visual yang lebih variatif, sementara Animaker menyediakan ruang untuk menyusun gerak objek secara runtut. Kombinasi tersebut menghasilkan media yang mampu memperlihatkan transformasi bangun secara bertahap. Hal ini penting karena siswa tidak hanya melihat hasil akhir suatu rotasi, tetapi juga mengikuti proses perubahan posisi dari awal hingga akhir.

Karakteristik Produk terhadap Kemampuan Spasial

Karakteristik utama produk adalah orientasinya pada kemampuan spasial. Video tidak hanya menyampaikan definisi dan rumus, tetapi juga memperlihatkan bagaimana unsur-unsur geometri saling berhubungan. Siswa diarahkan untuk mengamati posisi titik, garis, sisi, dan sudut sebelum menarik kesimpulan. Alur ini membantu siswa membangun pemahaman dari pengamatan visual menuju penalaran matematis.

Pada indikator visualisasi spasial, video menyajikan bentuk bangun secara bertahap dan menampilkan hubungan antara representasi gambar dengan penjelasan verbal. Pada indikator persepsi spasial, video menonjolkan posisi dan arah suatu unsur bangun sehingga siswa dapat membedakan hubungan sejajar, berpotongan, berhadapan, atau berdekatan. Pada indikator rotasi mental, video menyajikan animasi perubahan orientasi objek agar siswa dapat memperkirakan hasil transformasi secara lebih akurat.

Kehadiran latihan singkat dalam video juga memberi kesempatan kepada siswa untuk memeriksa pemahamannya. Latihan disusun dalam bentuk pertanyaan yang meminta siswa mengamati gambar, menentukan hubungan antarunsur, dan menjelaskan perubahan posisi. Dengan demikian, video tidak hanya berfungsi sebagai media penyampai informasi, tetapi juga sebagai sarana stimulasi penalaran spasial. Hubungan fitur video dengan indikator kemampuan spasial disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Relationship Between Video Features and Spatial Ability Indicators

Fitur Video	Indikator yang Didukung	Bentuk Aktivitas Siswa
Visualisasi bangun secara bertahap	Visualisasi spasial	Mengamati bentuk, mengidentifikasi unsur,

		dan menjelaskan susunan bangun.
Penekanan warna atau gerak pada sisi dan sudut	Persepsi spasial	Menentukan posisi, arah, kesejajaran, dan hubungan antarunsur.
Animasi rotasi objek	Rotasi mental	Memprediksi arah perubahan dan menjelaskan posisi akhir bangun.
Contoh kontekstual	Visualisasi dan persepsispasial	Menghubungkan objek geometri dengan situasi yang dekat dengan kehidupan siswa.
Latihan reflektif	Seluruh indikator	Menuliskan alasan, membandingkan jawaban, dan mengevaluasi pemahaman.

Ringkasan Kevalidan, Kepraktisan, dan Efektivitas Produk

Kualitas produk perlu dilaporkan melalui tiga aspek utama, yaitu kevalidan, kepraktisan, dan efektivitas. Kevalidan diperoleh dari penilaian ahli materi dan ahli media, kepraktisan diperoleh dari respons guru dan siswa, sedangkan efektivitas diperoleh dari perbandingan hasil tes kemampuan spasial sebelum dan sesudah penggunaan video. Ringkasan data kuantitatif disajikan pada Tabel 5 agar pembaca dapat melihat bukti empirik pengembangan produk secara lebih jelas.

Tabel 5. Summary of Product Validity, Practicality, and Effectiveness

Aspek	Sumber Data	Hasil/Persentase	Kategori	Makna Temuan
Kevalidan materi	Ahli materi	[isi skor/%]	[isi kategori]	Menunjukkan kesesuaian isi, konsep geometri, dan indikator kemampuan spasial.
Kevalidan media	Ahli media	[isi skor/%]	[isi kategori]	Menunjukkan kelayakan tampilan, audio, animasi, keterbacaan, dan integrasi AI.
Kepraktisan	Guru dan siswa	[isi skor/%]	[isi kategori]	Menunjukkan kemudahan penggunaan, daya tarik, dan kebermanfaatan video.
Efektivitas	Pretest-posttest	[isi N-Gain]	[isi kategori]	Menunjukkan peningkatan kemampuan spasial setelah penggunaan video.

Berdasarkan Tabel 5, artikel perlu menampilkan angka final sesuai data asli penelitian. Angka tersebut menjadi dasar untuk menyatakan bahwa produk valid,

praktis, dan efektif. Apabila data menunjukkan kategori sangat layak atau layak, maka video dapat direkomendasikan sebagai media pembelajaran geometri. Apabila nilai N-Gain berada pada kategori sedang atau tinggi, maka video dapat dinyatakan memberi kontribusi terhadap peningkatan kemampuan spasial siswa.

Diskusi Temuan, Kesenjangan, dan Kontribusi

Hasil pengembangan menunjukkan bahwa video pembelajaran berbasis AI generatif dapat dirancang sebagai alternatif media untuk mengatasi keterbatasan pembelajaran geometri yang masih bertumpu pada gambar statis. Kualitas produk ditinjau dari kevalidan, kepraktisan, dan efektivitas. Penilaian ahli diperlukan untuk memastikan bahwa konsep geometri, urutan materi, tampilan visual, audio, animasi, dan penggunaan AI telah sesuai dengan tujuan pembelajaran. Sementara itu, respons guru dan siswa penting untuk menunjukkan apakah video mudah digunakan, menarik, dan membantu siswa memahami hubungan spasial secara lebih konkret.

Temuan analisis kebutuhan memperlihatkan bahwa kesulitan siswa tidak hanya berkaitan dengan penguasaan rumus, tetapi juga dengan kemampuan membaca dan menafsirkan representasi visual. Ketika siswa keliru menentukan hubungan sisi atau tidak mampu menjelaskan arah rotasi, masalah yang tampak adalah lemahnya pemrosesan informasi spasial. Hasil ini mendukung pandangan Hawes dan Ansari (2020) serta Uttal et al. (2013) bahwa kemampuan spasial dapat dikembangkan melalui pengalaman visual yang terarah dan berulang.

Dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang menekankan efektivitas video secara umum, penelitian ini memberi kontribusi pada desain media geometri yang memetakan setiap fitur video ke indikator kemampuan spasial. Visualisasi bertahap diarahkan pada visualisasi spasial, penekanan warna atau gerak pada sisi dan sudut diarahkan pada persepsi spasial, sedangkan animasi rotasi diarahkan pada rotasi mental. Pemetaan ini memperjelas fungsi pedagogis video, sehingga produk tidak hanya menarik secara visual, tetapi juga memiliki dasar pembelajaran yang terukur.

Penggunaan AI generatif dalam produk ini memberi kontribusi pada sisi kreativitas dan efisiensi pengembangan media. AI membantu menyediakan alternatif naskah dan visual, sedangkan peneliti menentukan kesesuaian konten dengan tujuan pembelajaran. Pola kerja ini memperlihatkan bahwa AI generatif dapat menjadi mitra produksi media pembelajaran, asalkan pemanfaatannya dikawal oleh literasi pedagogis dan literasi matematika yang memadai.

Desain video yang dikembangkan juga mendukung prinsip pembelajaran mandiri. Siswa dapat memutar ulang bagian yang sulit, menghentikan video saat mengerjakan latihan, dan mengamati kembali proses perubahan posisi objek. Fleksibilitas ini penting karena kemampuan spasial berkembang melalui pengalaman mengamati dan memanipulasi representasi secara berulang. Guru pun dapat menggunakan video sebagai apersepsi, penguatan konsep, atau bahan pengayaan dalam pembelajaran kelas.

Secara teoretis, produk ini memperkuat gagasan bahwa media visual dinamis dapat membantu pembelajaran geometri karena siswa memperoleh dukungan visual dan verbal secara terpadu. Secara praktis, video berbasis AI generatif dapat menjadi pilihan bagi guru yang ingin menghadirkan media menarik tanpa harus memiliki

keterampilan animasi yang kompleks. Namun, pemanfaatan AI tetap perlu dikawal melalui validasi materi, validasi media, dan pemeriksaan etis agar keluaran AI tidak menimbulkan miskonsepsi, bias visual, atau ketidaksesuaian dengan kurikulum. Dengan demikian, kontribusi utama penelitian ini terletak pada pengembangan media geometri yang menggabungkan kreativitas AI dengan kontrol pedagogis guru dan peneliti.

KESIMPULAN

Pengembangan video pembelajaran geometri berbasis AI generatif dilandasi oleh kebutuhan siswa terhadap media visual yang mampu menjelaskan hubungan spasial dan rotasi bangun secara dinamis. Produk dikembangkan menggunakan model ADDIE melalui tahapan analisis kebutuhan, perancangan, pengembangan prototipe, implementasi pembelajaran, dan evaluasi kualitas produk. Tahapan tersebut memungkinkan peneliti menghubungkan kebutuhan lapangan, rancangan media, validasi ahli, respons pengguna, dan capaian kemampuan spasial secara sistematis.

Video yang dihasilkan memiliki karakteristik utama berupa penyajian konsep geometri secara bertahap, animasi transformasi, visualisasi unsur bangun, narasi audio-visual yang tersinkron, contoh kontekstual, dan latihan yang diarahkan pada indikator kemampuan spasial. Pemanfaatan AI generatif berperan sebagai pendukung kreatif dalam penyusunan naskah, ilustrasi, dan gagasan animasi, sedangkan akurasi materi tetap dikendalikan melalui prinsip pedagogis dan konsep matematika. Hasil validasi, respons pengguna, dan data pretest-posttest perlu dilaporkan sebagai bukti empirik bahwa produk memenuhi aspek valid, praktis, dan efektif.

Produk ini dapat digunakan sebagai alternatif media pembelajaran geometri untuk membantu siswa memahami objek, posisi, hubungan antarunsur, dan perubahan orientasi bangun. Guru dapat memanfaatkannya dalam kegiatan pembelajaran kelas maupun sebagai bahan belajar mandiri. Pengembangan media serupa dapat diperluas pada materi matematika lain yang membutuhkan visualisasi, seperti bangun ruang, transformasi geometri, dan representasi tiga dimensi. Penelitian lanjutan disarankan menggunakan sampel yang lebih luas, membandingkan penggunaan video dengan strategi pembelajaran lain, serta menguji keberlanjutan peningkatan kemampuan spasial siswa.

REFERENSI

- Brame, C. J. (2016). Effective educational videos: Principles and guidelines for maximizing student learning from video content. *CBE-Life Sciences Education*, 15(4), es6. <https://doi.org/10.1187/cbe.16-03-0125>
- Cheng, Y. L., & Mix, K. S. (2014). Spatial training improves children's mathematics ability. *Journal of Cognition and Development*, 15(1), 2-11. <https://doi.org/10.1080/15248372.2012.725186>
- Clark, R. C., & Mayer, R. E. (2016). *E-learning and the science of instruction: Proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning* (4th ed.). Wiley.

- Dwivedi, Y. K., Kshetri, N., Hughes, L., Slade, E. L., Jeyaraj, A., Kar, A. K., et al. (2023). So what if ChatGPT wrote it? Multidisciplinary perspectives on opportunities, challenges and implications of generative conversational AI for research, practice and policy. *International Journal of Information Management*, 71, 102642. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2023.102642>
- Hawes, Z., & Ansari, D. (2020). What explains the relationship between spatial and mathematical skills? A review of evidence from brain and behavior. *Psychonomic Bulletin & Review*, 27, 465-482. <https://doi.org/10.3758/s13423-019-01694-7>
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2022). Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning. Center for Curriculum Redesign.
- Lestari, K. E., & Yudhanegara, M. R. (2021). *Penelitian pendidikan matematika*. Refika Aditama.
- Mayer, R. E. (2020). *Multimedia learning* (3rd ed.). Cambridge University Press.
- Moreno, R., & Mayer, R. (2007). Interactive multimodal learning environments. *Educational Psychology Review*, 19, 309-326. <https://doi.org/10.1007/s10648-007-9047-2>
- Pribadi, B. A. (2017). *Media dan teknologi dalam pembelajaran*. Kencana.
- Rayanto, Y. H., & Sugianti. (2020). *Penelitian pengembangan model ADDIE dan R2D2: Teori dan praktik*. Lembaga Academic & Research Institute.
- Setyosari, P. (2021). *Metode penelitian pendidikan dan pengembangan*. Prenadamedia Group.
- Sugiyono. (2019). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Sweller, J. (2011). Cognitive load theory. *Psychology of Learning and Motivation*, 55, 37-76. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387691-1.00002-8>
- Uttal, D. H., Meadow, N. G., Tipton, E., Hand, L. L., Alden, A. R., Warren, C., & Newcombe, N. S. (2013). The malleability of spatial skills: A meta-analysis of training studies. *Psychological Bulletin*, 139(2), 352-402. <https://doi.org/10.1037/a0028446>
- Widoyoko, E. P. (2018). *Teknik penyusunan instrumen penelitian*. Pustaka Pelajar.