

Virtualisasi Pembelajaran melalui Integrasi Spatial Data Science Untuk Meningkatkan Geokapabilitas Mahasiswa PPG IPS

Purwanto*, Didik Sukriono, Reza Hudiyanto, Erisa Elvada,
Alfariz Maulana Yusuf, Mayang Eka Israni

Universitas Negeri Malang, Indonesia

*purwanto.fis@um.ac.id

Abstract

The development of virtual technology encourages the innovation of learning media that is more interactive and contextual. The limitation of existing learning media in integrating spatial aspects creates an opportunity to develop media that meets learning needs. The objective of this research is to develop virtual learning media integrated with Spatial Data Science to enhance the geocapability of students in the Social Sciences Teacher Professional Program (PPG IPS). The development was carried out by utilizing Microsoft Power BI as a virtual dashboard development application capable of visualizing spatial data. The research employed a Research and Development (R&D) approach using the ADDIE development model (Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation). Data were collected through three main types of instruments: validation sheets, a closed user trial questionnaire, and a user response questionnaire. Validation sheets were addressed to material, language, and media experts to obtain feasibility scores, comments, and suggestions for product improvement before the trial. The user trial questionnaire consisted of a closed multiple-choice questionnaire using a Likert scale and a user response questionnaire. The collected data were analyzed using quantitative analysis and qualitative analysis techniques. Quantitative data, which contained feasibility scores, were presented in tables, while qualitative data were presented through descriptive narratives. The research findings indicate that the developed learning media obtained an "excellent" feasibility score from both experts and users. Direct classroom implementation has not yet been carried out, so its effectiveness cannot be measured. Further research is recommended to test the media's implementation in a real learning situation to obtain a more comprehensive picture of its impact on improving the geocapability of PPG IPS students.

Keywords: *Virtualization; Spatial Data Science; Geocapability*

Abstrak

Perkembangan teknologi virtual mendorong inovasi media pembelajaran yang lebih interaktif dan kontekstual. Keterbatasan media pembelajaran yang ada dalam mengintegrasikan aspek spasial menjadi peluang untuk mengembangkan media yang memenuhi kebutuhan pembelajaran. Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan media pembelajaran virtual terintegrasi *Spatial Data Science* untuk meningkatkan geokapabilitas mahasiswa PPG IPS. Pengembangan dilakukan dengan memanfaatkan *Microsoft Power BI* sebagai aplikasi pengembang *dashboard* virtual yang dapat memvisualkan data spasial. Penelitian menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) dengan model pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation*). Data dikumpulkan melalui tiga jenis instrumen utama, yaitu lembar validasi, angket uji coba pengguna tertutup dan angket tanggapan pengguna. Lembar validasi ditunjukkan kepada ahli materi, bahasa dan media untuk memperoleh skor kelayakan, komentar, dan saran perbaikan produk sebelum diuji coba. Angket uji coba pengguna terdiri dari angket tertutup pilihan ganda yang

menggunakan skala linkert dan angket tanggapan pengguna. Data yang terkumpul dianalisis menggunakan teknik analisis kuantitatif dan analisis kualitatif. Data kuantitatif disajikan dalam bentuk tabel yang berisi skor kelayakan dan data kualitatif disajikan melalui narasi deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan memperoleh skor kelayakan yang sangat baik dari para ahli dan pengguna. Implementasi secara langsung di kelas belum dilakukan, sehingga efektivitasnya belum dapat diukur. Penelitian lanjutan disarankan untuk menguji implementasi media pada situasi pembelajaran nyata guna memperoleh gambaran yang lebih komperhensif mengenai dampaknya terhadap peningkatan geokapabilitas mahasiswa PPG IPS.

Kata Kunci: Virtualisasi; Spatial Data Science; Geokapabilitas

Pendahuluan

Transformasi virtual dalam pendidikan telah membuka peluang baru untuk merancang pembelajaran yang lebih dinamis dan berbasis data. Teknologi bukan hanya berfungsi sebagai alat bantu, melainkan bagian dari strategi pembelajaran yang menuntut calon pendidik adaptif terhadap tuntutan zaman (Maulana, Rahma, Mahfirah, Alfarizi, & Darlis, 2023). Virtualisasi dalam pembelajaran memungkinkan pendidik menciptakan lingkungan belajar yang mendalam dan eksploratif (Fahrni, Hascher, & Prasse, 2025). Virtualisasi telah menjadi pilar penting dalam pengembangan pendidikan modern, termasuk pada Program Pendidikan Profesi Guru (PPG). Dalam konteks PPG, virtualisasi pembelajaran berperan strategis dalam menyiapkan pendidik yang mampu mengintegrasikan data, visualisasi dan interaktivitas ke dalam proses mengajar. Mahasiswa PPG memerlukan pengalaman pembelajaran yang kontekstual dan interaktif dalam memahami isu-isu sosial spasial (Nika & Rahayu, 2024). Hal ini sejalan dengan tuntutan pendidikan abad ke-21 yang menekankan keterampilan berpikir kritis dan literasi teknologi sebagai bekal profesionalisme guru. (Purwanto et al., 2024). Oleh karena itu, virtualisasi menjadi kebutuhan mendasar dalam pendidikan profesi guru (Ficko, Sarkki, Gultekin, Egli, & Hiedanpää, 2025).

Meskipun potensi penggunaan teknologi besar, pembelajaran di lingkungan PPG IPS masih dominan bersifat konvensional dan kurang responsif terhadap perkembangan media spasial. Sebagian besar aktivitas pembelajaran masih berbasis ceramah, presentasi statis dan minim eksplorasi media spasial (Handayani, Muliastri, & Suardipa, 2021). Mahasiswa belum terbiasa mengolah data dan memvisualisasikan informasi keruangan dalam proses belajar mengajar (Maruta, 2023). Penggunaan media berbasis data spasial masih jarang ditemukan (Celik, Dokuz, Ecemis, & Erdogmus, 2025). Hal ini berdampak pada terhambatnya kemampuan mahasiswa dalam mengaitkan fenomena sosial dengan konteks wilayah (Kache et al., 2023). Mahasiswa belum memiliki cukup pengalaman menggunakan teknologi analisis modern dalam pembelajaran (Chuang et al., 2022). Kondisi tersebut menunjukkan adanya kebutuhan pengembangan media yang lebih kontekstual dan berbasis pendekatan spasial.

Integrasi *Spatial Data Science* ke dalam pembelajaran dapat menjadi salah satu upaya dalam meningkatkan kualitas pembelajaran pada mahasiswa PPG IPS. *Spasial Data Science* (SDS) hadir sebagai pendekatan baru yang potensial dalam pendidikan untuk meningkatkan keterampilan analisis spasial berbasis data (Melis et al., 2025). SDS menghubungkan prinsip geografi, statistik ilmu data, dan teknologi pemetaan digital dalam satu sistem analisis berbasis lokasi (López & Couturier, 2023). Dengan memanfaatkan berbagai data spasial seperti citra satelit, data sensus, dan informasi lingkungan, pendekatan ini dapat digunakan untuk memahami dan memecahkan berbagai persoalan sosial maupun ekologis (Kache et al., 2023). Selain menekankan pada aspek visual SDS juga memiliki kemampuan dalam menganalisis pola-pola spasial secara

kuantitatif. Implementasi SDS dalam pendidikan memungkinkan proses eksplorasi data menjadi lebih hidup dan bermakna (Brunsdon, 2021). Hal ini relevan untuk diterapkan dalam pendidikan IPS yang sarat akan keterkaitan antar ruang dan fenomena sosial (Solari, Demirci, & van der Schee, 2015). Mahasiswa akan terdorong untuk berpikir kritis dan kreatif dalam menggunakan teknologi spasial untuk mendukung pembelajaran. Langkah ini dinilai penting agar lulusan PPG mampu berinovasi pada proses pembelajaran di kelas (Schoder & Bucker, 2025). Penggabungan ruang virtual dan *Spatial Data Science* akan menciptakan pengalaman belajar yang lebih relevan dengan kebutuhan dunia pendidikan saat ini (Hildebrand, Kim, & Sakas, 2000).

Penggabungan kedua aspek tersebut memanfaatkan *Microsoft Power BI* sebagai platform utama dalam merancang *dashboard* virtual yang mengintegrasikan *Spatial Data Science*. *Power BI* merupakan aplikasi analisis data dan visualisasi interaktif yang memungkinkan pengguna menyusun visual dinamis dari berbagai sumber data (Becker & Gould, 2019). Aplikasi ini menyajikan fitur *ArcGIS map visual*, *geo location plotting*, dan *data drill down* yang berguna dalam analisis spasial. Melalui *ArcGIS Maps for Power BI*, mahasiswa dapat melakukan eksplorasi data spasial dengan pendekatan berbasis lokasi. Penggunaan *Power BI* dalam media pembelajaran memiliki keunggulan utama, yaitu memungkinkan mahasiswa mengembangkan kemampuan berpikir analitis terhadap pola-pola keruangan (Li, Dong, & Ai, 2025). *Dashboard* yang dirancang dapat diakses secara virtual dan disesuaikan dengan skenario pembelajaran. Proses virtualisasi memperkuat elemen interaktivitas dalam pembelajaran, sehingga dapat meningkatkan motivasi dan partisipasi mahasiswa. Dengan demikian *dashboard* ini berfungsi sebagai media pembelajaran berbasis data yang memperkuat keterampilan geospasial calon guru (Belghith, Ben Ammar, Elloumi, & Hachicha, 2024).

Beberapa penelitian terdahulu telah menunjukkan efektivitas integrasi teknologi dalam pembelajaran, penelitian oleh Purwanto et al., (2020) menemukan bahwa pemanfaatan media virtual *Spatial.io* dapat mendukung multiskill mahasiswa PPG IPS. Studi oleh Pramesti et al., (2022) dan Tsaqib et al., (2022) menunjukkan hasil bahwa pemanfaatan *Virtual Reality (VR)* berdampak positif terhadap pemahaman konsep wilayah. Namun pendekatan yang digunakan masih sebatas teknologi tanpa penguatan analisis spasial. Belum ditemukan penelitian yang menggabungkan media virtual berbasis SDS secara sistematis dalam ruang lingkup mahasiswa pendidikan profesi IPS. Sehingga penelitian ini menawarkan kebaruan melalui integrasi *Spatial Data Science* dalam media.

Berbeda dari penelitian sebelumnya, media yang dikembangkan menggabungkan pemrosesan data spasial berbasis platform virtual. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran virtual terintegrasi *Spatial Data Science* dalam meningkatkan geokapabilitas mahasiswa PPG IPS. Geokapabilitas dimaknai sebagai kemampuan untuk memahami dan menganalisis fenomena keruangan dalam konteks pendidikan IPS (Ikhsan, Utaya, Bachri, Sugiarto, & Sejati, 2024). Proses pengembangan tidak hanya berfokus pada tampilan media, tetapi juga pada fungsi pedagogis yang mendalam. Mahasiswa diajak untuk aktif mengeksplorasi data, dan menerapkan ke dalam desain pembelajaran. Dengan pendekatan ini, pembelajaran menjadi lebih berorientasi pada pemecahan masalah nyata dan pengambilan keputusan berbasis ruang (Uggla & Horemuz, 2018). Produk yang dikembangkan diharapkan dapat digunakan secara fleksibel baik dalam skenario daring maupun luring.

Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) dengan mengadaptasi model pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation*). Model ADDIE dipilih karena memiliki tahapan terstruktur yang mempermudah peneliti dalam merancang dan mengevaluasi efektivitas

keberhasilan produk. Tahapan *analysis* berfokus pada analisis kebutuhan mahasiswa PPG untuk mengidentifikasi kesenjangan dan peluang pengembangan media spasial dalam meningkatkan geokapabilitas. Pada tahap *design* dilaksanakan perancangan konsep media, kerangka *dashboard* virtual, struktur materi, antarmuka pengguna dan skenario pembelajaran. Pengembangan *dashboard* menggunakan *Microsoft Power BI* dilaksanakan pada tahap *development*. Pada tahap ini dilaksanakan validasi oleh para ahli materi, bahasa dan media untuk menilai kualitas produk. *Implementation* dirancang untuk menguji tanggapan awal mengenai kelayakan dan manfaat produk. Tahap *evaluation* dilaksanakan pada setiap langkah pengembangan, agar produk yang dikembangkan benar-benar relevan dengan kebutuhan pengguna dan kontekstual terhadap lingkungan pembelajaran. Subjek dalam penelitian ini adalah mahasiswa Pendidikan Profesi Guru (PPG) IPS. Data dikumpulkan melalui tiga jenis instrumen utama, yaitu lembar validasi, angket uji coba pengguna tertutup dan angket komentar dan tanggapan pengguna. Lembar validasi ditunjukkan kepada ahli materi, bahasa dan media untuk memperoleh data kuantitatif berupa skor kelayakan dan kualitatif berupa komentar dan saran perbaikan mengenai kelayakan produk sebelum diuji coba. Angket uji coba pengguna terdiri dari angket tertutup pilihan ganda yang menggunakan skala likert untuk mengumpulkan data kuantitatif mengenai tingkat kelayakan media dari perspektif pengguna. Angket tanggapan pengguna berfungsi mengumpulkan data kualitatif berupa saran dan komentar terbuka dari pengguna. Data yang dikumpulkan dianalisis menggunakan dua teknik, yaitu analisis kuantitatif dan analisis kualitatif. Hasil analisis data disajikan dalam bentuk tabel dan narasi deskriptif. Data kuantitatif disajikan dalam bentuk tabel yang berisi skor kelayakan dari ahli dan pengguna untuk menentukan skor akhir kelayakan media. Data kualitatif disajikan melalui narasi deskriptif untuk mengetahui saran dan tanggapan dari pengguna.

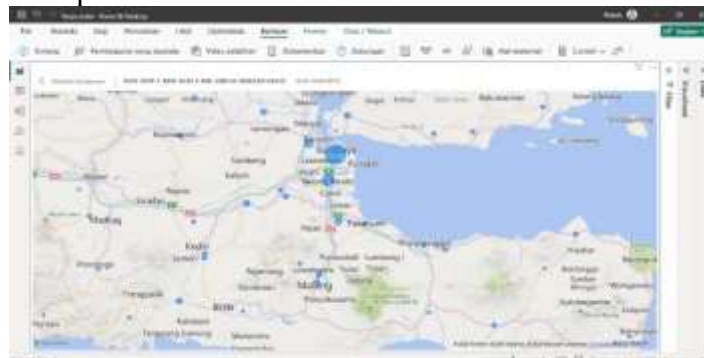
Hasil dan Pembahasan

Penelitian dilaksanakan menggunakan metode *Research and development* (R&D). Hasil penelitian disusun berdasarkan tahapan pengembangan media pembelajaran dengan menggunakan model ADDIE. Model ini memiliki alur pengembangan yang sistematis, sehingga memudahkan peneliti mengidentifikasi kebutuhan, merancang solusi dan menguji kelayakan produk (Kamnardsiri, Kumfu, Munkhetvit, Boripuntakul, & Sungkarat, 2024). Setiap tahapan ADDIE dilaksanakan secara berurutan, dengan mempertimbangkan aspek pedagogis dan teknis produk. Proses penelitian difokuskan pada pembuatan *dashboard* menggunakan *Microsoft Power BI*. Data yang diperoleh selama proses pengembangan digunakan untuk memperbaiki kualitas media secara bertahap.

Tahap awal dimulai dengan mengidentifikasi kebutuhan dan kesenjangan media pembelajaran pada mahasiswa PPG IPS. Analisis yang dilaksanakan berupa studi literatur dan observasi lapangan. Studi literatur dilakukan untuk menganalisis kurikulum dan capaian pembelajaran (Zhang, Luo, & Huang, 2024). Observasi lapangan dilaksanakan dengan mengamati kegiatan pembelajaran secara langsung dan melakukan wawancara kepada pengajar serta mahasiswa. Hasil studi literatur menunjukkan bahwa mahasiswa PPG IPS memerlukan media interaktif virtual terintegrasi data spasial. Kebutuhan ini diperkuat dengan analisis kurikulum yang memuat materi peta tematik pada analisis ruang (Wang, Zhao, & Li, 2025). Fakta di lapangan menunjukkan bahwa media interaktif terintegrasi data spasial sangat minim. Peneliti oleh Young et al., (2021) mengungkapkan bahwa keterbatasan akses terhadap data spasial dapat mempengaruhi kemampuan berpikir keruangan. Hasil analisis yang diperoleh menjadi dasar dalam menentukan isi konten, format, dan fitur media yang harus mengatasi keterbatasan literasi teknologi dan akses data spasial pada mahasiswa PPG (Osborne, van de Gevel, Eck, & Sugg, 2020).

Proses perancangan menghasilkan kerangka kerja media pembelajaran yang memuat alur penyajian informasi, navigasi dan tampilan visual. Desain media memanfaatkan aplikasi *Power BI* sebagai platform utama. Disusun untuk memungkinkan mahasiswa dapat mengakses dan menginterpretasikan data spasial secara interaktif. Sketsa antarmuka mempertimbangkan prinsip keterbacaan peta, kejelasan simbol, serta pemilihan warna yang sesuai dengan standar kartografi. Konten yang disusun mengacu pada indikator capaian pembelajaran yang telah diidentifikasi pada tahap sebelumnya. Hasil desain ini menjadi acuan dalam tahap pengembangan prototipe media.

Tahap ini berfokus pada pembuatan prototipe *dashboard Power BI* sesuai rancangan yang telah disetujui dan validasi oleh tim ahli. Diawali dengan pengumpulan dan pengolahan data spasial dari sumber terpercaya. Kemudian dilakukan *input* data ke dalam sistem visualisasi. Setiap komponen diuji secara internal untuk memastikan fungsi berjalan dengan baik, termasuk interaktivitas peta, filter data dan analisis sederhana. Evaluasi selalu dilaksanakan dalam setiap tahap melalui rekan sejawat, agar media semakin sesuai sebelum divalidasi oleh ahli. Prototipe yang telah dikembangkan, disajikan pada gambar 1 kemudian diserahkan kepada tim validator untuk dinilai dari aspek materi, bahasa dan media. Validasi menjadi tahap akhir sebelum media diimplementasikan kepada mahasiswa PPG.



Gambar 1. Prototipe *Dashboard Power BI*

Dashboard pertama yang dikembangkan menggunakan visualisasi peta berbasis area atau *filled map*. Visualisasi ini menampilkan distribusi data spasial menggunakan gradasi warna sesuai intensitas nilai di setiap wilayah. Fungsi utama dari *dashboard* ini adalah memberikan gambaran komperhensif mengenai sebaran fenomena geografis dan sosial pada skala wilayah yang diinginkan sehingga pola spasial dapat lebih mudah diidentifikasi. Kemampuan visualisasi dalam menyajikan perbedaan nilai antarwilayah secara jelas dan intuitif menjadi suatu keunggulan, yang dapat dimanfaatkan oleh pengguna untuk dapat dengan cepat memahami kecenderungan suatu daerah dengan tingkat intensitas tertentu (Osborne et al., 2020). Sebagai pelengkap dan variasi lain dari visualisasi peta berbasis area, *dashboard* kedua dikembangkan dalam bentuk peta yang dipadukan dengan diagram batang pada gambar 2.



Gambar 2. Prototipe 2 *Dashboard Power BI*

Dashboard kedua akan menampilkan data spasial dalam bentuk peta, namun pada setiap wilayah akan dipadukan dengan diagram batang yang merepresentasikan nilai kuantitatif secara lebih detail. Visualisasi berfungsi untuk memungkinkan analisis perbandingan antarwilayah sekaligus mendalami nilai numerik pada setiap unit spasial tanpa kehilangan konteks geografisnya. Kelebihan utama dari bentuk visualisasi ini adalah kombinasi antara pemetaan spasial dengan representasi statistik, sehingga tidak hanya menampilkan distribusi tetapi juga memperlihatkan variasi data secara lebih presisi (Celik et al., 2025). Dengan demikian, *dashboard* ini dapat efektif digunakan dalam penelitian maupun pengambilan keputusan yang memerlukan integrasi antara dimensi spasial dan dimensi kuantitatif (Akbar, Sukmawati, & Katsirin, 2023).

Tabel 1. Validasi Materi oleh Ahli

Aspek Penilaian	Skor	Presentase	Kriteria
Kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran	4,2	84%	Valid
Kelengkapan konten	4,4	88%	Valid
Keakuratan data	5	100%	Sangat Valid
Kemutakhiran informasi	3,8	76%	Valid
Relevansi contoh dan kasus	4	80%	Valid

Hasil validasi materi menunjukkan bahwa media telah memuat konten yang relevan dan akurat. Validator menilai keakuratan data berada pada kategori sangat valid, dengan persentase 100%. Hal ini menjadi keunggulan dari *dashboard* yang telah dikembangkan bahwa data yang di *inputkan* akan berpengaruh terhadap hasil visual. Beberapa masukan terkait kelengkapan konten diarahkan pada penambahan ilustrasi pendukung. Kemutakhiran informasi juga mendapat perhatian, sehingga peneliti melakukan pembaruan data sebelum tahap akhir. Aspek relevansi contoh dinilai valid, namun disarankan untuk memperbanyak variasi kasus. Secara keseluruhan, materi yang disajikan telah memenuhi kriteria kelayakan untuk tahap pengembangan. Hasil ini memperkuat bahwa konten telah sesuai dengan capaian pembelajaran yang ditetapkan (Alves et al., 2023).

Tabel 2. Validasi Bahasa oleh Ahli

Aspek Penilaian	Skor	Presentase	Kriteria
Kejelasan kalimat	4	80%	Valid
Ketepatan Istilah	5	100%	Sangat Valid
Konsistensi gaya bahasa	3,5	70%	Valid
Keterbacaan teks	4,5	90%	Sangat Valid
Tata bahasa dan ejaan	3,8	76%	Valid

Validasi bahasa menegaskan bahwa media telah menggunakan kalimat yang jelas dan mudah dipahami. Istilah teknis dinilai sangat tepat oleh validator, terutama pada bagian yang memuat konsep geospasial. Konsistensi gaya bahasa yang digunakan sudah valid, meskipun perlu sedikit perbaikan pada penempatan tanda baca. Tingkat keterbacaan teks sudah memadai untuk pembaca sasaran yaitu mahasiswa PPG IPS. Tata bahasa dan ejaan sebagian besar telah sesuai dengan kaidah PUEBI. Perbaikan minor akan dilakukan untuk menunjang kualitas bahasa di seluruh bagian media. Hal ini menjadikan media layak digunakan dari sisi kebahasaan (Marie & AlSwaiti, 2024).

Tabel 3. Validasi Media oleh Ahli

Aspek Penilaian	Skor	Presentase	Kriteria
Tampilan visual	5	100%	Sangat Valid
Kemudahan navigasi	4,2	84%	Valid
Kecepatan akses	4	80%	Valid

Keseuaian warna dan simbol	5	100%	Sangat Valid
Interaktivitas	4,5	90%	Valid

Hasil validasi media menunjukkan bahwa aspek tampilan visual dan kesesuaian warna dan simbol memperoleh penilaian sangat baik dengan persentase 100%. Navigasi dinilai mudah digunakan meskipun disarankan penambahan ikon petunjuk. Kecepatan akses relatif baik, namun masih perlu optimasi pada ukuran file. Warna dan simbol peta dinilai sesuai dengan kaidah kartografi, sehingga memudahkan interpretasi. Interaktivitas media sudah mendukung aktivitas pembelajaran, walaupun ada peluang untuk menambahkan fitur analisis sederhana. Secara keseluruhan, media layak digunakan pada tahap uji coba. Penilaian ini memperkuat kualitas teknis media yang dihasilkan.

Tabel 4. Tanggapan Siswa terhadap Kelayakan Media

Aspek Penilaian	Skor	Persentase	Kriteria
Kualitas Tampilan (desain, warna, grafis)	4,5	90%	Sangat Layak
Kemudahan Penggunaan (user friendly)	4,3	86%	Layak
Kesesuaian Materi dengan Kurikulum	4,4	88%	Layak
Kejelasan Penyajian Informasi	4,2	84%	Layak
Manfaat Media terhadap Pemahaman Siswa	4,6	92%	Sangat Layak

Secara umum hasil uji coba menunjukkan bahwa mahasiswa PPG IPS memberikan respon yang positif terhadap media. Berdasarkan data kuantitatif media ini memperoleh rata-rata keseluruhan 4,4 dengan kategori “layak” untuk diimplementasikan. Aspek dengan skor tertinggi terdapat pada indikator manfaat media terhadap pemahaman siswa dengan rata-rata 4,6. Hal ini menunjukkan bahwa media pembelajaran ini efektif membantu siswa memahami materi secara lebih mendalam terutama melibatkan data dan pola spasial. Mahasiswa merasa bahwa visualisasi data spasial yang interaktif memudahkan mereka dalam menginterpretasikan hubungan sebab-akibat dan distribusi fenomena. Sementara itu, aspek dengan skor terendah terdapat pada indikator kemudahan penggunaan dengan rata-rata 4,2, yang masih berada dalam kategori layak. Mahasiswa merasa bahwa media ini masih baru bagi mereka, sehingga dalam penggunaan masih perlu penyesuaian. Secara umum hasil uji coba media yang telah dilaksanakan tidak hanya menarik secara visual, tetapi juga fungsional dalam mendukung geokapabilitas. Sehingga media ini layak untuk diimplementasikan secara lebih luas dalam konteks pembelajaran pada mahasiswa PPG IPS.

Penerapan pendekatan ADDIE dalam penelitian ini menunjukkan keterkaitan erat antar tahap, terutama dari tahap analisis ke tahap pengembangan. Setiap keputusan desain didasarkan pada analisis awal, sehingga media yang dikembangkan benar-benar relevan dengan kebutuhan pengguna (Adeoye, Wirawan, Pradnyani, & Septiarni, 2024). Proses desain memberi gambaran visual yang konkret bagi pengembang dan meminimalkan risiko kesalahan di tahap pembuatan. Hasil pengembangan menjadi tolak ukur keberhasilan desain dan kesiapan media untuk diimplementasikan (Hintermann, Bergmeister, & Kessel, 2020). Alur kerja yang digunakan memastikan proses akhir tidak hanya menarik tetapi juga fungsional dan mendukung pencapaian tujuan pembelajaran. Sinergi antar tahap menjadikan proses pengembangan lebih terarah (Yu, Hsueh, Sun, & Liu, 2021). Dengan demikian, produk yang dihasilkan memiliki kualitas yang teruji secara konseptual sebelum diuji di lapangan.

Penelitian ini mengungkapkan bahwa integrasi *spatial data science* dalam media pembelajaran memiliki potensi signifikan untuk meningkatkan geokapabilitas mahasiswa PPG IPS. Pendekatan ini memberikan pengalaman belajar lebih eksploratif yang memungkinkan pengguna dapat berinteraksi secara langsung dengan peta dan data yang sejalan dengan penemuan Kulbayeva, Rakhmetulayeva, Bolshibayeva, & Yasar, (2024).

Media ini mempermudah pendidik dalam menyampaikan konsep spasial abstrak, seperti fenomena distribusi menjadi visual yang konkrit (Nickell, Schwebke, & Goldwater, 2023). Media juga mempermudah pendidik dalam menyampaikan konsep abstrak menjadi lebih konkret (Fadilah, Rizki Nurzakiyah, Atha Kanya, & Setiawan, 2023). Kemampuan mengelompokkan data membantu mahasiswa lebih mudah memahami pola dan hubungan spasial dengan lebih baik. Integrasi antara aspek teknis pemetaan dan interpretasi data kuantitatif berpotensi memperluas keterampilan geokapabilitas mahasiswa melampaui pemahaman peta dasar menuju analisis dan pengambilan keputusan berbasis data spasial (Meadows, 2020). Meskipun hasil pengembangan menunjukkan skor kelayakan yang baik, penelitian ini memiliki keterbatasan utama pada tahap implementasi yang belum dilaksanakan, sehingga efektivitas media dalam pembelajaran secara langsung di kelas belum dapat diukur secara empiris. Hal ini memungkinkan hasil penelitian hanya sebatas pada kualitas desain dan kelayakan media berdasarkan validasi para ahli dan uji coba. Selain itu, terdapat beberapa masukan dari validator yang belum sepenuhnya diakomodasi dalam revisi, terkait penyesuaian detail visual dan penyederhanaan navigasi menu. Perbaikan ini masih memerlukan waktu untuk diselesaikan agar media dapat berfungsi optimal saat digunakan.

Kesimpulan

Penelitian ini berhasil menghasilkan media pembelajaran virtual terintegrasi *Spatial Data Science* melalui proses pengembangan sesuai model ADDIE dan dinyatakan layak oleh para ahli berdasarkan hasil validasi dan uji coba. Media telah memenuhi aspek kelayakan isi, desain, dan kemudahan penggunaan sehingga berpotensi mendukung proses pembelajaran secara efektif dan berpotensi secara signifikan untuk meningkatkan geokapabilitas mahasiswa PPG IPS. Untuk menjawab keterbatasan penelitian ini, penelitian lanjutan akan difokuskan pada uji coba lapangan yang melibatkan mahasiswa PPG IPS secara langsung. Evaluasi pasca implementasi diharapkan memberikan data kuantitatif dan kualitatif mengenai dampak media terhadap ketercapaian tujuan pembelajaran, sehingga hasilnya dapat menjadi dasar perbaikan berkelanjutan serta memperkuat bukti efektivitas media dalam praktik pendidikan.

Daftar Pustaka

- Adeoye, M. A., Wirawan, K. A. S. I., Pradnyani, M. S. S., & Septiarini, N. I. (2024). Revolutionizing Education: Unleashing the Power of the ADDIE Model for Effective Teaching and Learning. *JPI (Jurnal Pendidikan Indonesia)*, 13(1), 202–209.
- Akbar, R., Sukmawati, U. S., & Katsirin, K. (2023). Analisis Data Penelitian Kuantitatif: Pengujian Hipotesis Asosiatif Korelasi. *Jurnal Pelita Nusantara*, 1(3), 430–448.
- Alves, S. A. A., Abreu, L. C. de, Cunha, N. das C. P., Almeida Júnior, Á. D. de, Abreu, C. I. P. O., Meirelles, A. C. A., ... Bezerra, I. M. P. (2023). Description of the Scientific Method for the Preparation and Validation of Educational Technologies in Digital Format: A Methodological Study. *Journal of Human Growth and Development*, 33(2), 299–309.
- Becker, L. T., & Gould, E. M. (2019). Microsoft Power BI: Extending Excel to Manipulate, Analyze, and Visualize Diverse Data. *Serials Review*, 45(3), 184–188.
- Belghith, M., Ben Ammar, H., Elloumi, A., & Hachicha, W. (2024). A New Rolling Forecasting Framework Using Microsoft Power BI for Data Visualization: A Case Study in a Pharmaceutical Industry. *Annales Pharmaceutiques Françaises*, 82(3), 493–506.

- Celik, M., Dokuz, A. S., Ecemis, A., & Erdogmus, E. (2025). Discovering Temporal, Spatial, and Contextual Anomalous Social Activities From Streaming Social Media Datasets. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 64, 102006.
- Chuang, C. S., Chen, Y. W., Zeng, B. Y., Hung, C. M., Tu, Y. K., Tai, Y. C., ... Tsai, C. H. (2022). Effects of Modern Technology (Exergame and Virtual Reality) Assisted Rehabilitation vs Conventional Rehabilitation in Patients With Parkinson's Disease: A Network Meta-Analysis of Randomised Controlled Trials. *Physiotherapy*, 117, 35–42.
- Fadilah, A. D., Nurzakiah, K. D. R., Kanya, N. D. A., & Setiawan, U. (2023). Pengertian Media, Tujuan, Fungsi, Manfaat, dan Urgensi Media Pembelajaran. *Journal of Student Research*, 1(2), 01–17.
- Fahrni, D. D. D., Hascher, T., & Prasse, D. (2025). Promoting Metacognitive Strategies With Educational Technology: Primary Teachers' Beliefs and Practices. *Learning in Context*, 2(1–2), 100007.
- Ficko, A., Sarkki, S., Gultekin, Y. S., Egli, A., & Hiedanpää, J. (2025). Reflective Thinking Meets Artificial Intelligence: Synthesizing Sustainability Transition Knowledge in Left-Behind Mountain Regions. *Geography and Sustainability*, 6(1), 100257.
- Handayani, N. N. L., Muliastri, N. K. E., & Suardipa, I. P. (2021). Pendidikan Profesi Guru Dalam Kaitannya Dengan Peningkatan Profesionalisme Guru. *Sang Acharya: Jurnal Profesi Guru*, 2(1), 1.
- Hildebrand, A., Kim, M. H., & Sakas, G. (2000). C&G Special Issue Advanced and Dynamic Medical Visualization. *Computers & Graphics*, 24(5), 657–659.
- Hintermann, C., Bergmeister, F. M., & Kessel, V. A. (2020). Critical Geographic Media Literacy in Geography Education: Findings From the MiDENTITY Project in Austria. *Journal of Geography*, 119(4), 115–126.
- Ikhsan, F. A., Utaya, S., Bachri, S., Sugiarto, A., & Sejati, A. E. (2024). Paradigma Filsafat Geografi Kontemporer: Kajian Ontologi, Epistemologi, Aksiologi, dan Keterampilan Saintifik. *Majalah Geografi Indonesia*.
- Kache, P. A., Bron, G. M., Zapata-Ramirez, S., Tsao, J. I., Bartholomay, L. C., Paskewitz, S. M., ... Fernandez, M. del P. (2023). Evaluating Spatial and Temporal Patterns of Tick Exposure in the United States Using Community Science Data Submitted Through a Smartphone Application. *Ticks and Tick-Borne Diseases*, 14(4), 102163.
- Kamnardsiri, T., Kumfu, S., Munkhetvit, P., Boripuntakul, S., & Sungkarat, S. (2024). Home-Based, Low-Intensity, Gamification-Based, Interactive Physical–Cognitive Training for Older Adults Using the ADDIE Model: Design, Development, and Evaluation of User Experience. *JMIR Serious Games*, 12.
- Kulbayeva, A. K., Rakhmetulayeva, S. B., Bolshibayeva, A. K., & Yasar, A. U. H. (2024). Data Processing Methods for Financing Terrorism: The Role of Microsoft Power BI in Money Laundering Detection. *Procedia Computer Science*, 238, 528–535.
- Li, X., Dong, Y., & Ai, Z. (2025). Path to Intelligent Evaluation: Utilizing Power BI for Enhanced Performance Insights. *Computers and Education Open*, 9, 100271.
- López, M., & Couturier, S. (2023). System Design for a Near Real-Time Caribbean Sargassum Monitoring Platform in the National Laboratory for Earth Observation (LANOT), Mexico: Implementing Spatial Data Science Tools. *Procedia Computer Science*, 221, 292–299.
- Marie, B., & AlSwaiti, F. (2024). Validity and Validation in Language Testing: Current State and Future Guidelines in Aphasiology. *Aphasiology*, 38(9), 1568–1588.

- Maruta, A. (2023). (Invited) Brief Analysis of the Impact of Hasegawa-Nyu's Work "Eigenvalue Communication" on Modern Optical Communication Technologies. *Optik*, 287, 171036.
- Maulana, I., Rahma, N. A., Mahfirah, N. F., Alfarizi, W., & Darlis, A. (2023). Meningkatkan Profesional Guru Dengan Program Pendidikan Profesi Guru (PPG). *Journal on Education*, 5(2), 2158–2167.
- Meadows, M. E. (2020). Geography Education for Sustainable Development. *Geography and Sustainability*, 1(1), 88–92.
- Melis, R., Malavasi, M., Bazzichetto, M., Caria, M. C., Rivieccio, G., Denaro, A., ... Bagella, S. (2025). Unravelling Bias: A Sardinian Perspective on Taxonomic, Spatial, and Temporal Biases in Vascular Plant Biodiversity Data From GBIF. *Ecological Informatics*, 90, 103289.
- Nickell, E. B., Schwebke, J., & Goldwater, P. (2023). An Introductory Audit Data Analytics Case Study: Using Microsoft Power BI and Benford's Law to Detect Accounting Irregularities. *Journal of Accounting Education*, 64, 100855.
- Nika, S. S., & Rahayu, N. (2024). Pengembangan Profesionalitas Guru Melalui Pendidikan Profesi Guru (PPG) Dalam Peningkatan Mutu Pendidikan Indonesia. *Nizhamiyah*, 14(1), 81–98.
- Osborne, Z. M., van de Gevel, S. L., Eck, M. A., & Sugg, M. (2020). An Assessment of Geospatial Technology Integration in K–12 Education. *Journal of Geography*, 119(1), 12–21.
- Pramesti, A. A., Sitompul, R. P., Sopiya, N., & Fitroh. (2022). Systematic Literature Review: Pemanfaatan Virtual Reality (VR) Sebagai Alternatif Media Pembelajaran. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 19(2), 105–117.
- Purwanto, Hamdan, A., Putra, A. K., Aripriharta, Tan, I., & Farihah, S. N. (2024). Geo-Virtual Reality (GVR): The Creative Materials to Construct Spatial Thinking Skills Using Virtual Learning Based Metaverse Technology. *Thinking Skills and Creativity*, 54, 101664.
- Purwanto, Utaya, S., Handoyo, B., & Bachri, S. (2020). Transformation of Geospatial Technology Knowledge in Pre-Service and Experienced Geography Teachers as Pedagogical Tools in the Technological-Pedagogical-Content Knowledge Framework. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 19(9), 58–76.
- Schoder, J., & Bucker, H. M. (2025). Exploring Data Science Workflows: A Practice-Oriented Approach to Teaching Processing of Massive Datasets. *Journal of Parallel and Distributed Computing*, 200, 105043.
- Solari, O. M., Demirci, A., & van der Schee, J. (2015). Geospatial Technologies and Geography Education in a Changing World: Geospatial Practices and Lessons Learned. *Geospatial Technologies and Geography Education in a Changing World: Geospatial Practices and Lessons Learned*, 1–221.
- Tsaaqib, A., Buchori, A., & Endahwuri, D. (2022). Efektivitas Penggunaan Media Pembelajaran Virtual Reality (VR) Pada Materi Trigonometri Terhadap Motivasi dan Hasil Belajar Matematika Siswa SMA. *JIPMat*, 7(1), 11–19.
- Uggla, G., & Horemuz, M. (2018). Geographic Capabilities and Limitations of Industry Foundation Classes. *Automation in Construction*, 96, 554–566.
- Wang, T., Zhao, X., & Li, X. (2025). Geographical Influences, Media Attention and Enterprise Digital Transformation. *Technological Forecasting and Social Change*, 210, 123853.

- Young, S. G., Datta, J., Kar, B., Huang, X., Williamson, M. D., Tullis, J. A., & Cothren, J. (2021). Challenges and Limitations of Geospatial Data and Analyses in the Context of COVID-19. 137–167.
- Yu, S. J., Hsueh, Y. L., Sun, J. C. Y., & Liu, H. Z. (2021). Developing an Intelligent Virtual Reality Interactive System Based on the ADDIE Model for Learning Pour-Over Coffee Brewing. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100030.
- Zhang, M., Luo, X., & Huang, N. (2024). Integrating Neighborhood Geographic Distribution and Social Structure Influence for Social Media User Geolocation. *CMES – Computer Modeling in Engineering and Sciences*, 140(3), 2513–2532.