

Reducing Software Dependency in Digital Mapping Education through Open-Source GIS and AI-Assisted Learning

Novfirman^a, Dyah Puspita Sari^b

^{a,b} Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh, Sumatera Barat

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi: 16 June 26

Revisi Akhir: 16 September 26

Diterbitkan Online: 12 Oktober 26

KATA KUNCI

Open Source GIS; Generative AI; Digital Learning Ecosystem; Software Dependency; Digital Adaptability

KORESPONDENSI

Novfirman

Pengelolaan Perkebunan

Novfirman@politanipyk.ac.id

ABSTRACT

Transformasi digital dalam pendidikan tinggi meningkatkan pemanfaatan berbagai aplikasi pembelajaran, namun juga berpotensi menimbulkan ketergantungan terhadap perangkat lunak tertentu. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi efektivitas pembelajaran berbasis ekosistem digital terbuka yang mengintegrasikan QGIS, Google Workspace, dan kecerdasan buatan generatif untuk meningkatkan kompetensi digital mahasiswa serta mengurangi ketergantungan perangkat lunak. Penelitian menggunakan desain kuasi-eksperimen pada mata kuliah pemetaan berbasis proyek di Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh. Data dikumpulkan melalui pretest, posttest, penilaian proyek, dan kuesioner, kemudian dianalisis menggunakan statistik deskriptif dan *normalized gain*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelompok eksperimen memperoleh peningkatan pemahaman konsep yang lebih tinggi, ditunjukkan oleh nilai *normalized gain* sebesar 0,62 dibandingkan kelompok kontrol sebesar 0,41. Selain itu, kelompok eksperimen juga menunjukkan kualitas proyek yang lebih baik pada aspek visualisasi, kolaborasi, dan inovasi.

DOI: 10.46961/jommit.v10i1.2163

1. PENDAHULUAN

Transformasi digital telah mendorong perubahan signifikan dalam penyelenggaraan pendidikan tinggi, terutama dalam metode pembelajaran, akses terhadap sumber belajar, dan pemanfaatan teknologi dalam kegiatan akademik (Sari, Purba & Hasibuan, 2019; Kambau, 2024; Kusuma et al., 2025). Salah satu bidang yang turut mengalami perkembangan pesat adalah teknologi geospasial, di mana kemampuan mengelola, menganalisis, dan memvisualisasikan data spasial melalui Geographic Information System (GIS) menjadi kompetensi yang semakin dibutuhkan di dunia kerja maupun penelitian (Surdia et al., 2022; Syarief & Febriandi, 2024). Seiring meningkatnya pemanfaatan GIS dalam berbagai sektor, pembelajaran geospasial di perguruan tinggi dituntut tidak hanya menghasilkan lulusan yang mampu mengoperasikan perangkat lunak, tetapi juga memahami konsep, metode, dan alur kerja geospasial secara komprehensif.

Meskipun demikian, praktik pembelajaran GIS masih banyak bergantung pada perangkat lunak proprietary seperti ArcGIS karena didukung fitur yang lengkap, dokumentasi yang luas, dan ekosistem pengguna yang kuat. Dominasi ESRI dalam industri geospasial turut memperkuat persepsi bahwa penguasaan GIS

identik dengan penguasaan platform tertentu (Atteneder & Rodriguez-Amat, 2024). Padahal, perkembangan *Open Source GIS* telah menyediakan berbagai alternatif yang semakin matang dan mampu mendukung seluruh tahapan pengelolaan data spasial (Geng et al., 2026). Ketergantungan pada satu platform berpotensi menimbulkan *learning lock-in*, yaitu kondisi ketika mahasiswa lebih terampil menggunakan aplikasi tertentu dibandingkan memahami konsep geospasial yang bersifat universal, sehingga kemampuan adaptasi terhadap perkembangan teknologi menjadi terbatas.

Sebagai alternatif, perangkat lunak sumber terbuka (*open-source software*) menawarkan lingkungan pembelajaran yang lebih fleksibel, berkelanjutan, dan mudah diakses. Berbagai aplikasi *Open Source GIS* telah berkembang dengan kemampuan analisis dan visualisasi spasial yang semakin komprehensif serta banyak dimanfaatkan dalam penelitian, pendidikan, dan pengelolaan sumber daya berbasis spasial (Steiniger & Bocher, 2009; Geng et al., 2026). Selain itu, pemanfaatan *Open Source GIS* terbukti mampu meningkatkan pengetahuan, keterampilan, dan kebiasaan spasial pengguna melalui berbagai kegiatan pelatihan dan pembelajaran (Ismail et al., 2022). Perkembangan teknologi digital juga memungkinkan integrasi GIS dengan platform

kolaborasi berbasis *cloud* yang mendukung pengelolaan data dan kerja tim secara lebih efektif (Jan, 2018). Integrasi tersebut semakin relevan dengan hadirnya *Generative Artificial Intelligence* (AI) yang dapat berfungsi sebagai asisten pembelajaran untuk membantu analisis, interpretasi data, dan pemecahan masalah geospasial (Febrita, 2025).

Meskipun penelitian mengenai GIS, *Open Source GIS*, dan kecerdasan buatan dalam pendidikan telah banyak dilakukan, kajian yang mengintegrasikan ketiganya dalam suatu ekosistem pembelajaran yang tidak bergantung pada satu platform masih relatif terbatas. Sebagian besar penelitian masih berfokus pada penggunaan aplikasi tertentu atau peningkatan keterampilan teknis mahasiswa. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengevaluasi efektivitas ekosistem pembelajaran digital yang mengintegrasikan *Open Source GIS*, layanan kolaborasi berbasis *cloud*, dan *Generative AI* dalam pembelajaran pemetaan berbasis proyek. Fokus penelitian diarahkan pada pengaruh pendekatan tersebut terhadap pemahaman konseptual, kemampuan adaptasi digital, kesadaran etis penggunaan teknologi, serta tingkat ketergantungan perangkat lunak mahasiswa.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Digital Learning Ecosystem

Ekosistem pembelajaran digital (*digital learning ecosystem*) merupakan lingkungan belajar yang mengintegrasikan berbagai teknologi, platform, sumber belajar, dan pengguna dalam satu sistem yang saling terhubung untuk mendukung proses pembelajaran yang efektif dan fleksibel. Interaksi antar komponen dalam ekosistem ini berperan penting dalam meningkatkan kualitas pembelajaran, memperluas akses terhadap sumber belajar, serta mendukung kolaborasi dan pertukaran pengetahuan di lingkungan pendidikan (Nguyen & Tuamsuk, 2022). Seiring transformasi digital di perguruan tinggi, proses pembelajaran semakin memanfaatkan berbagai layanan digital yang terintegrasi sehingga tidak lagi bergantung pada satu aplikasi atau media tertentu (Kambau, 2024; Kusuma et al., 2025).

Dalam implementasinya, ekosistem pembelajaran digital memanfaatkan *Learning Management System* (LMS), layanan komputasi awan (*cloud learning*), dan platform kolaborasi daring untuk mendukung pengelolaan materi, komunikasi, penyimpanan data, serta kerja sama tim. Pada bidang geospasial, integrasi teknologi digital dan GIS dapat meningkatkan kemampuan berpikir spasial, pemecahan masalah, dan pengambilan keputusan berbasis data (Kerski, 2008). Oleh karena itu, pengembangan ekosistem pembelajaran yang terintegrasi menjadi penting untuk mendukung pembelajaran GIS yang kolaboratif, adaptif, dan berorientasi pada penguasaan konsep.

2.2 Open Source GIS and Generative AI

Perkembangan perangkat lunak sumber terbuka (*Open Source Geographic Information System*) telah menghadirkan alternatif yang semakin kompetitif terhadap perangkat lunak proprietary dalam pengelolaan dan analisis data geospasial. *Open Source GIS* memungkinkan pengguna untuk menggunakan, mempelajari, memodifikasi, dan mendistribusikan perangkat lunak secara bebas sehingga mendukung transparansi, aksesibilitas, dan keberlanjutan dalam pembelajaran maupun penelitian geospasial (Löwe et al., 2022). Berbagai perangkat lunak seperti QGIS, GRASS GIS, dan SAGA GIS menyediakan kemampuan analisis, pemodelan, serta visualisasi spasial yang komprehensif dan telah banyak digunakan dalam lingkungan akademik maupun profesional. Di antara berbagai platform tersebut, QGIS menjadi salah satu *Open Source GIS* yang paling

populer karena didukung komunitas yang aktif, pengembangan berbasis plugin, serta tingkat adopsi yang terus meningkat dalam berbagai publikasi ilmiah dan kegiatan penelitian (Maurya, Ohri & Mishra, 2015; Rosas-Chavoya, 2022).

Seiring perkembangan kecerdasan buatan, teknologi *Generative Artificial Intelligence* (AI) mulai terintegrasi dengan ekosistem GIS untuk mendukung analisis spasial yang lebih efisien dan mudah diakses. Model bahasa besar (*Large Language Models*) seperti ChatGPT dan Gemini mampu membantu pengguna dalam memahami konsep, menyusun alur kerja analisis, menghasilkan kode, serta memberikan rekomendasi penyelesaian masalah berbasis data geospasial. Integrasi AI dengan GIS bahkan telah mengarah pada konsep *Autonomous GIS*, yaitu sistem yang mampu membantu proses pengumpulan data, analisis, visualisasi, hingga pengambilan keputusan berbasis bahasa alami (Li & Ning, 2023). Penelitian terbaru juga menunjukkan bahwa integrasi AI dalam platform GIS melalui konsep *GIS Copilot* dapat membantu pengguna menjalankan berbagai tugas analisis spasial secara lebih mudah tanpa memerlukan penguasaan teknis yang mendalam (Akinboyewa et al., 2025). Oleh karena itu, kombinasi *Open Source GIS* dan *Generative AI* berpotensi menciptakan lingkungan pembelajaran yang lebih adaptif, kolaboratif, dan berorientasi pada penguasaan konsep dibandingkan penguasaan aplikasi tertentu.

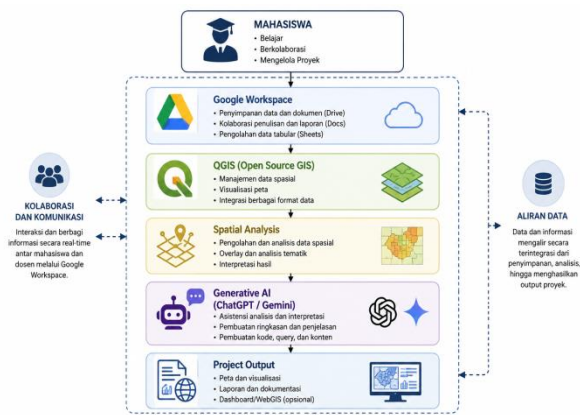
2.3 Technology Dependency

Technology dependency merupakan kondisi ketika pengguna terlalu bergantung pada teknologi atau perangkat lunak tertentu sehingga sulit beradaptasi dengan platform lain. Dalam pendidikan tinggi, kondisi ini dapat muncul dalam bentuk *vendor lock-in* dan *software dependency*, yaitu ketika mahasiswa lebih menguasai penggunaan aplikasi dibandingkan konsep yang mendasarinya. Meskipun teknologi dan AI generatif dapat meningkatkan efisiensi dan kepercayaan diri belajar, penggunaan yang berlebihan berpotensi mengurangi kemandirian belajar dan kemampuan berpikir kritis (Zhang & Xu, 2025; Miller, 2026). Oleh karena itu, pembelajaran perlu diarahkan pada peningkatan *digital adaptability*, yaitu kemampuan untuk memahami konsep dan memanfaatkan berbagai teknologi secara fleksibel sesuai kebutuhan.

3. KONSEP PERANCANGAN

3.1 Arsitektur Learning Ecosystem

Penelitian ini menerapkan ekosistem pembelajaran digital yang mengintegrasikan Google Workspace, QGIS, dan Generative AI. Google Workspace digunakan untuk penyimpanan data, dokumentasi, dan kolaborasi kelompok, sedangkan QGIS digunakan untuk pengolahan dan analisis data spasial. Selanjutnya, ChatGPT atau Gemini dimanfaatkan sebagai pendukung pembelajaran untuk membantu memahami konsep, menyelesaikan permasalahan, dan menyusun laporan proyek. Integrasi ketiga platform tersebut menghasilkan luaran berupa peta, laporan, dan presentasi berbasis proyek.

Gambar 1. Proses alur *Project Based Learning*

3.2 Desain Eksperimen

Penelitian menggunakan metode kuasi-eksperimen dengan dua kelompok. Kelompok kontrol mengikuti pembelajaran menggunakan perangkat lunak GIS proprietary, sedangkan kelompok eksperimen menggunakan QGIS yang didukung Google Workspace dan Generative AI.

Tabel 1. Desain Kelompok

Kelompok	Jumlah
Kontrol	18
Eksperimen	19
Total	37

3.3 Variabel Penelitian

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah platform pembelajaran yang digunakan, yaitu GIS proprietary pada kelompok kontrol dan *Open Source GIS* yang dipadukan dengan AI pada kelompok eksperimen. Variabel terikat meliputi pemahaman konsep, ketergantungan perangkat lunak, kemampuan adaptasi digital, kesadaran etika teknologi, dan hasil proyek. Variabel penelitian ditetapkan berdasarkan sumber dan fungsi pengukurannya. *Conceptual Understanding* diturunkan dari capaian pembelajaran (CPL) yang menargetkan kemampuan memahami konsep GIS. *Software Dependency*, *Digital Adaptability*, dan *Ethical Awareness* ditetapkan berdasarkan konstruk teoritis yang relevan dengan penggunaan teknologi digital dan AI dalam pembelajaran. Sementara itu, *Project Score* diperoleh dari penilaian terhadap proyek yang dikerjakan mahasiswa menggunakan rubrik yang telah ditentukan. Dengan demikian, setiap variabel memiliki dasar pengukuran yang sesuai dengan tujuan penelitian.

Tabel 2. Variabel Penelitian

Variabel Bebas	Variabel Terikat
Proprietary GIS	Conceptual Understanding
Open Source GIS + AI	Software Dependency
	Digital Adaptability
	Ethical Awareness
	Project Score

3.4 Instrumen Penelitian

Data penelitian dikumpulkan menggunakan *pretest* dan *posttest* masing-masing sebanyak 20 soal untuk mengukur pemahaman konsep. Selain itu, digunakan kuesioner skala Likert 1–5 untuk mengukur tingkat ketergantungan perangkat lunak, kemampuan adaptasi digital, dan kesadaran etika teknologi. Skala Likert 1–5 dipilih karena menyediakan gradasi respons yang jelas dari

sangat positif hingga sangat negatif, sehingga sesuai untuk mengukur persepsi dan sikap responden secara bertingkat. Skala ini menggunakan lima kategori respons, yaitu sangat baik, baik, cukup, kurang, dan tidak baik (Mawardi, 2019). Kinerja proyek dinilai menggunakan rubrik yang mencakup aspek ketepatan analisis spasial, visualisasi, kolaborasi, dan inovasi.

Instrumen	Keterangan
Pretest	20 soal
Posttest	20 soal
Kuesioner	Skala Likert 1–5
Rubrik Proyek	Spatial Accuracy
Rubrik Proyek	Visualization
Rubrik Proyek	Collaboration
Rubrik Proyek	Innovation

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

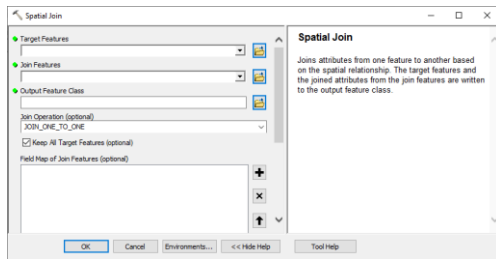
4.1 Implementasi Ekosistem Pembelajaran Digital

Ekosistem pembelajaran yang dikembangkan mengintegrasikan Google Workspace, QGIS, dan *Generative AI* dalam satu alur kerja berbasis proyek. Mahasiswa memanfaatkan Google Drive sebagai media penyimpanan data dan berbagi dokumen, Google Docs untuk penyusunan laporan secara kolaboratif, serta Google Sheets untuk pengelolaan data atribut. Seluruh aktivitas tersebut dilakukan secara daring sehingga memungkinkan kolaborasi yang lebih fleksibel antaranggota kelompok.

No	Nama	Link Data
1	Diki alqurniawan	https://drive.google.com/file/d/1-H9_Slqa
2	Diva Ridho Saputra	https://drive.google.com/drive/folders/1a
3	Ficky Padjri	https://drive.google.com/folderview?id=1
4	Gusmelasari	https://drive.google.com/drive/folders/15
5	Habellawra Virani Indri	https://drive.google.com/drive/folders/1x
6	Nur Ihsan Sholihin	https://drive.google.com/drive/folders/1f
7	Priangga Alkahfi	https://drive.google.com/file/d/1Dh-NRxx
8	Putra pratama pohan	https://drive.google.com/drive/folders/1a
9	Ehud Yosafat Panggabean	https://drive.google.com/drive/folders/1C
10	Winda febriani	https://drive.google.com/file/d/1-H9_Slqa
11	wahyu hidayat	https://drive.google.com/drive/folders/1a
12	Muhammad Ridho	https://drive.google.com/file/d/1hMuV-K
13	Yandra Syahputra	https://drive.google.com/folderview?id=1

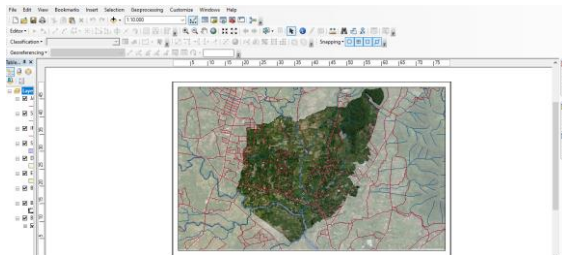
Gambar 2. Pengelolaan Data dan Dokumen Proyek Menggunakan Google Workspace

Tahap berikutnya dilakukan menggunakan QGIS sebagai perangkat lunak utama untuk pengolahan dan analisis data spasial. Mahasiswa melakukan impor data, digitasi, pengolahan atribut, simbolisasi peta, dan analisis spasial sesuai dengan kebutuhan proyek. Pemanfaatan QGIS memungkinkan mahasiswa memahami konsep GIS tanpa bergantung pada perangkat lunak proprietary.



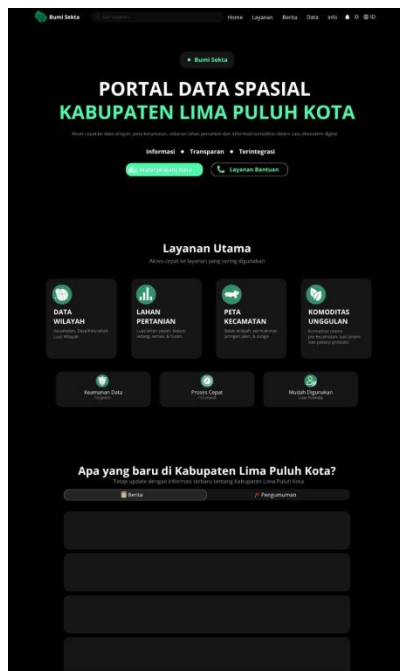
Gambar 3. Perbedaan Analisa Pengolahan Data Spasial GIS proprietary (atas) dan Menggunakan QGIS-Open Source (bawah)

Setelah proses analisis selesai, mahasiswa menyusun layout peta yang memuat unsur-unsur kartografi seperti judul peta, legenda, arah utara, dan skala peta. Layout yang dihasilkan digunakan sebagai luaran utama proyek pemetaan.



Gambar 4. Penyusunan Layout Peta Tematik Menggunakan GIS proprietary (atas) dan QGIS (Bawah)

Selain perangkat lunak GIS, mahasiswa juga memanfaatkan *Generative AI* seperti ChatGPT dan Gemini sebagai pendukung pembelajaran. AI digunakan untuk membantu memahami konsep geospasial, memberikan alternatif penyelesaian masalah, membantu interpretasi hasil analisis, serta mendukung penyusunan laporan proyek.



Gambar 5. Pemanfaatan Generative AI dan WEBGIS dalam Pembelajaran GIS (Bumi Sekta)

Integrasi berbagai platform tersebut menghasilkan luaran berupa peta tematik, laporan analisis, dan presentasi proyek yang menunjukkan penerapan konsep GIS secara komprehensif.

4.2 Peningkatan Pemahaman Konseptual

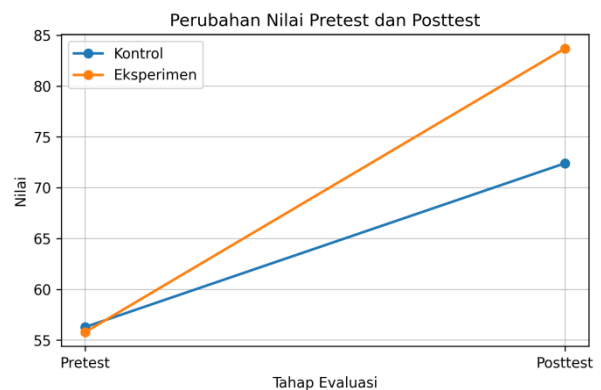
Evaluasi hasil belajar dilakukan melalui pretest dan posttest untuk mengukur peningkatan pemahaman konsep mahasiswa. Hasil pretest menunjukkan bahwa kemampuan awal kedua kelompok relatif setara, dengan nilai rata-rata 56,3 pada kelompok kontrol dan 55,8 pada kelompok eksperimen. Setelah proses pembelajaran berlangsung, kedua kelompok mengalami peningkatan nilai, namun kelompok eksperimen menunjukkan peningkatan yang lebih tinggi.

Tabel 4. Hasil Pretest, Posttest, dan N-Gain

Variabel	Kontrol	Eksperimen
Pretest	56,3	55,8
Posttest	72,4	83,7
N-Gain	0,41	0,62

Nilai *normalized gain* sebesar 0,62 pada kelompok eksperimen menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis *Open Source GIS* dan *Generative AI* lebih efektif dalam meningkatkan pemahaman konseptual dibandingkan pendekatan pembelajaran yang berpusat pada satu perangkat lunak GIS.

Selisih capaian tersebut membuktikan bahwa intervensi pedagogis pada kelompok eksperimen memiliki daya ungkit yang superior terhadap optimalisasi pemahaman konsep peserta didik dibandingkan dengan pendekatan pada kelompok kontrol.



Gambar 7. Perbandingan Nilai N-Gain Kelompok Kontrol dan Eksperimen

4.3 Kinerja Proyek Mahasiswa

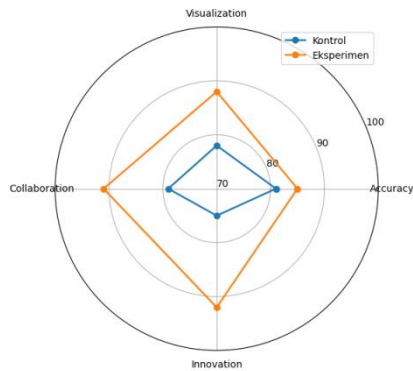
Penilaian proyek dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan mahasiswa dalam menerapkan konsep GIS pada penyelesaian kasus nyata. Hasil menunjukkan bahwa kelompok eksperimen memperoleh skor yang lebih tinggi pada seluruh aspek penilaian.

Tabel 5. Hasil Penilaian Proyek

Aspek	Kontrol	Eksperimen
Accuracy	81	85
Visualization	78	88
Collaboration	79	91
Innovation	75	92

Peningkatan terbesar terlihat pada aspek visualisasi, kolaborasi, dan inovasi. Hasil ini menunjukkan bahwa integrasi *Open Source GIS* dengan layanan kolaborasi berbasis *cloud* dan AI mampu meningkatkan kreativitas mahasiswa dalam menghasilkan luaran proyek yang lebih berkualitas. Konsistensi keunggulan kelompok eksperimen di setiap aspek menegaskan efektivitas intervensi perlakuan yang diberikan dalam proses pembelajaran. Selisih skor pada aspek *Accuracy* yang relatif

sempit mengindikasikan bahwa penguasaan teknis dasar materi GIS antara kedua kelompok sebenarnya berada pada basis kompetensi yang cukup seimbang. Sebaliknya, disparitas skor yang sangat mencolok pada aspek *Visualization*, *Collaboration*, dan *Innovation* membuktikan bahwa integrasi *Open Source GIS* dengan platform kolaborasi berbasis *cloud* dan kecerdasan buatan memberikan daya ungkit yang signifikan. Lingkungan pembelajaran berbasis digital tersebut secara efektif memfasilitasi koordinasi tim, memperluas eksplorasi visual, serta menstimulasi kreativitas peserta didik untuk menghasilkan luaran proyek yang lebih komprehensif dan berkualitas tinggi.



Gambar 8. Radar Chart Perbandingan Kinerja Proyek

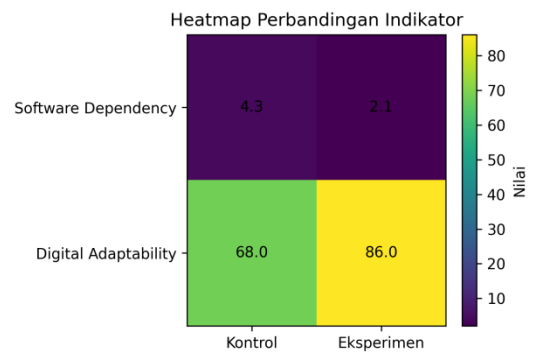
4.4 Adaptabilitas Digital dan Ketergantungan Perangkat Lunak

Salah satu tujuan utama penelitian ini adalah mengurangi ketergantungan mahasiswa terhadap perangkat lunak tertentu. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kelompok eksperimen memiliki tingkat ketergantungan perangkat lunak yang lebih rendah dibandingkan kelompok kontrol.

Tabel 6. Adaptabilitas Digital dan Ketergantungan Perangkat Lunak

Indikator	Kontrol	Eksperimen
Software Dependency	4,3	2,1
Digital Adaptability	68	86

Hasil tersebut menunjukkan bahwa penggunaan berbagai platform dalam satu ekosistem pembelajaran mampu meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam beradaptasi terhadap teknologi baru sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap satu aplikasi tertentu. Penurunan skor *software dependency* pada kelompok eksperimen membuktikan bahwa ekosistem multi-platform berhasil melatih mahasiswa untuk tidak bergantung secara kaku pada satu aplikasi tertentu. Kenaikan skor *digital adaptability* secara simultan mengonfirmasi bahwa keragaman perangkat tersebut memperluas fleksibilitas kognitif mahasiswa dalam menguasai teknologi baru dengan cepat.



Gambar 9. Heatmap Performa Mahasiswa Berdasarkan Indikator Penelitian

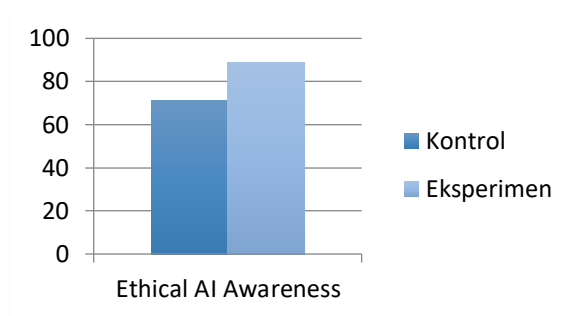
4.5 Kesadaran Etika Penggunaan AI

Selain meningkatkan hasil belajar, integrasi AI generatif juga memberikan dampak terhadap kesadaran etika penggunaan teknologi. Kelompok eksperimen memperoleh skor kesadaran etika sebesar 89, lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol yang memperoleh skor 71.

Tabel 7. Ethical AI Awareness

Kelompok	Nilai
Kontrol	71
Eksperimen	89

Hasil ini menunjukkan bahwa pemanfaatan AI yang disertai pendampingan dan arahan yang tepat dapat membantu mahasiswa memahami pentingnya validasi informasi, sitasi sumber, serta penggunaan teknologi secara bertanggung jawab dalam kegiatan akademik.



Gambar 10. Perbandingan Tingkat Kesadaran Etika AI

4.6 Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis ekosistem digital terbuka mampu menghasilkan peningkatan pemahaman konsep, kualitas proyek, kemampuan adaptasi digital, dan kesadaran etika penggunaan teknologi. Integrasi QGIS, Google Workspace, dan *Generative AI* memberikan pengalaman belajar yang lebih fleksibel dibandingkan pembelajaran yang berpusat pada satu perangkat lunak proprietary. Mahasiswa tidak hanya mempelajari cara menggunakan aplikasi, tetapi juga memahami konsep, alur kerja, dan strategi pemecahan masalah yang dapat diterapkan pada berbagai platform.

Temuan ini menunjukkan bahwa pendekatan *platform-independent learning* berpotensi menjadi alternatif model pembelajaran yang relevan dengan kebutuhan transformasi digital pendidikan tinggi. Penguasaan konsep, kemampuan

beradaptasi terhadap teknologi baru, serta pemanfaatan AI secara bertanggung jawab menjadi kompetensi penting yang perlu dikembangkan untuk menghadapi dinamika dunia kerja dan perkembangan teknologi geospasial yang terus berubah.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis ekosistem digital terbuka yang mengintegrasikan *Open Source GIS*, layanan kolaborasi berbasis *cloud*, dan *Generative AI* mampu meningkatkan kualitas pembelajaran pemetaan dibandingkan pendekatan yang berfokus pada satu perangkat lunak GIS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelompok eksperimen memperoleh peningkatan pemahaman konsep yang lebih tinggi, ditunjukkan oleh nilai *normalized gain* sebesar 0,62 dibandingkan kelompok kontrol sebesar 0,41. Selain itu, kelompok eksperimen juga menunjukkan kualitas proyek yang lebih baik pada aspek visualisasi, kolaborasi, dan inovasi.

Peningkatan pemahaman konsep yang lebih tinggi pada kelompok eksperimen terutama didorong oleh dua faktor utama. Pertama, penggunaan platform kolaborasi berbasis *cloud* yang memfasilitasi *co-construction of knowledge* melalui koordinasi tim yang intensif dan transparan. Kedua, integrasi kecerdasan buatan (*AI*) dan *Open Source GIS* yang bertindak sebagai peningkatan kognitif, membantu mahasiswa memvisualisasikan data spasial yang kompleks secara dinamis dan menjembatani materi teoretis abstrak menjadi pemahaman aplikatif yang konkret.

Dari aspek kompetensi digital, penggunaan berbagai platform pembelajaran terbukti mampu menurunkan tingkat ketergantungan terhadap perangkat lunak tertentu, meningkatkan kemampuan adaptasi digital, serta memperkuat kesadaran etika dalam pemanfaatan teknologi dan kecerdasan buatan. Temuan ini mengindikasikan bahwa pendekatan pembelajaran yang menekankan penguasaan konsep, alur kerja, dan pemecahan masalah lebih relevan dalam menghadapi perkembangan teknologi yang dinamis dibandingkan pendekatan yang berorientasi pada penguasaan satu aplikasi tertentu.

5.2 Saran

Perguruan tinggi disarankan untuk mulai mengembangkan ekosistem pembelajaran digital yang memadukan perangkat lunak sumber terbuka, layanan kolaborasi berbasis *cloud*, dan kecerdasan buatan sebagai pendukung proses pembelajaran. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan aksesibilitas dan efisiensi pembelajaran, tetapi juga membantu mahasiswa mengembangkan kompetensi digital yang lebih adaptif dan berkelanjutan. Selain itu, diperlukan pengembangan indikator kompetensi yang mengacu pada standar industri dan profesi geospasial sehingga capaian pembelajaran dapat dibandingkan dengan kebutuhan dunia kerja. Dengan demikian, proyek yang dikerjakan mahasiswa tidak hanya berorientasi pada penyelesaian tugas akademik, tetapi juga mampu menghadirkan pengalaman kerja profesional melalui penerapan standar kualitas, dokumentasi, kolaborasi, dan penyelesaian masalah yang relevan.

Penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan jumlah responden yang lebih besar, melibatkan berbagai mata kuliah atau institusi pendidikan yang berbeda, serta menguji pengaruh penggunaan *Generative AI* terhadap kemampuan berpikir kritis, kreativitas, dan kesiapan kerja mahasiswa. Selain itu, pengembangan model

pembelajaran berbasis ekosistem digital terbuka pada bidang ilmu lain perlu dilakukan untuk memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai efektivitas pendekatan ini dalam mendukung transformasi digital pendidikan tinggi. Perlu diperhatikan bahwa pada tahap pembelajaran rentang nilai penilaian cenderung lebih besar karena proses belajar dan pengembangan kompetensi menjadi fokus utama, sedangkan pada lingkungan profesional penilaian lebih menekankan konsistensi hasil, efisiensi kerja, dan pencapaian standar kinerja yang terukur.

DAFTAR PUSTAKA

- Abraham, I., & Supriyati, Y. 2022. Desain kuasi eksperimen dalam pendidikan: Literatur review. *Jurnal Ilmiah Mandala Education*, 8(3), 2476–2482. <https://doi.org/10.58258/jime.v8i3.3800>
- Kambau, R.A., 2024. Proses transformasi digital pada perguruan tinggi di Indonesia. *Jurnal Rekayasa Sistem Informasi dan Teknologi*, 1(3), pp.126–136. Available at: <https://doi.org/10.59407/jrsit.v1i3.481>
- Kusuma, A.E., Saputra, D.S., Dianawati, E., Nasrullah, A., Kamza, M. & Tupamahu, P.Z., 2025. *E-Learning dan Transformasi Digital dalam Pendidikan Tinggi*. Majalengka: CV. Edupedia Publisher.
- Sari, D.C., Purba, D.W. & Hasibuan, M.S., 2019. Inovasi pendidikan lewat transformasi digital. *Yayasan Kita Menulis*, 2(1), pp.17–25.
- Surdia, R.M., Pirngadi, B.H., Raharja, A.B. & Sutansyah, L., 2022. Inisiasi pemanfaatan teknologi informasi geospasial dalam penyusunan peta desa berbasis partisipatif masyarakat. *E-Dimas: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 13(2), pp.312–317. Available at: <https://doi.org/10.26877/e-dimas.v13i2.5724>
- Syarief, A. & Febriandi, F., 2024. Pengembangan sistem informasi kampung berbasis teknologi informasi geospasial di Nagari Anduring Kabupaten Padang Pariaman. *Abdi: Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat*, 6(4), pp.665–671. Available at: <https://doi.org/10.24036/abdi.v6i4.792>
- Geng, Q., Yao, X., Sun, J., Jia, S., Xu, F., Zhang, L. and Li, G., 2026. Open-source GIS software and tools: a systematic review. *Big Earth Data*, pp.1–48. <https://doi.org/10.1080/20964471.2026.2666947>
- Atteneader, H. and Rodriguez-Amat, J.R. (2024) 'Ideologies in Geospatial Futurism: A Computational and Critical Discourse Inquiry into the ArcGIS and ESRI Blogs', *Media and Communication*, 12, pp. 1–15. <https://doi.org/10.17645/mac.9066>
- Febrita, D. 2025. 'Evaluating AI-Driven Automated Map Digitization in QGIS', *arXiv preprint*, arXiv:2504.18777.
- Geng, Q., Yao, X., Sun, J., Jia, S., Xu, F., Zhang, L. and Li, G. 2026. 'Open-source GIS software and tools: a systematic review', *Big Earth Data*, pp. 1–48. Available at: <https://doi.org/10.1080/20964471.2026.2666947>.
- Ismail, A., Widiawaty, M.A., Jupri, J., Setiawan, I., Sugito, N.T. and Dede, M. (2022) 'The influence of Free and Open-Source Software-Geographic Information

System online training on spatial habits, knowledge and skills', *Geografia*, 18(1), pp. 118–130.

- Jan, J.F. (2018) 'Application of open-source software in community heritage resources management', *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 7(11), p. 426. Available at: <https://doi.org/10.3390/ijgi7110426>.
- Steiniger, S. and Bocher, E. 2009. 'An overview on current free and open source desktop GIS developments', *International Journal of Geographical Information Science*, 23(10), pp. 1345–1370. Available at: <https://doi.org/10.1080/13658810802634956>.
- Kerski, J.J. 2008. 'The role of GIS in Digital Earth education', *International Journal of Digital Earth*, 1(4), pp. 326–346. <https://doi.org/10.1080/17538940802420879>.
- Nguyen, L.T. and Tuamsuk, K. (2022) 'Digital learning ecosystem at educational institutions: A content analysis of scholarly discourse', *Cogent Education*, 9(1). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2022.2111033>
- Mawardi, M. (2019). Rambu-rambu penyusunan skala sikap model Likert untuk mengukur sikap siswa. *Scholaria: Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 9(3), 292–304.
- Miller, A.D., 2026. 'The impact of technology dependency in higher education: A critical examination of cognitive, behavioural and societal outcomes', *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 29(3), pp. 1974–1991. Available at: <https://doi.org/10.30574/wjarr.2026.29.3.0738>.
- Zhang, L. and Xu, J., 2025. 'The paradox of self-efficacy and technological dependence: Unraveling generative AI's impact on university students' task completion', *The Internet and Higher Education*, 65, p.100978. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2024.100978>.