Jurnal Transformasi dan Inovasi Pendidikan
E-ISSN :
Vol. 1 | No. 3 | April 2026 | Halaman. 195-225
: https://ejournal.intelearn-insight.com/jtip/article/view/22
: xx.xxxx/jtip.vx.ix.xxxx

Pengembangan Model (PjBL-GeoGAI) Belajar Matematika Berbasis (AI) pada Mata Kuliah Kalkulus Menggunakan GeoGebra dengan Model PjBL

Torang Siregar[1], Yerizon Yerizon[2]
1 Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Negeri Padang
1; torangsiregar966@gmail.com
2 Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Negeri Padang
2; yerizon@fmipa.unp.ac.id

Korespondensi Penulis:
Torang Siregar; email: torangsiregar966@gmail.com

Abstract

Mathematics Education students struggle to understand abstract Calculus concepts and show low engagement because lectures have not optimally utilized technology. This study aimed to develop a valid, practical, and effective PjBL-GeoGAI learning model integrating Project-Based Learning (PjBL), GeoGebra, and Artificial Intelligence (AI). The study employed a Research and Development method using the ADDIE model through Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation stages. The subjects were 60 sixth-semester students from Classes A and B, selected through purposive sampling at UIN Syekh Ali Hasan Ahmad Addary Padangsidimpuan during the even semester of the 2025/2027 academic year over eight meetings. Data were collected through questionnaires, expert validation sheets, observation sheets, pretest-posttest, and interviews, then analyzed using percentages, means, N-Gain, paired-samples t-test, and interactive qualitative analysis. The results showed that the model was highly valid (88.5%), highly practical (4.5 on a 5-point scale; 93% implementation), and effective, with mean scores increasing from 56.7 to 84.3, N-Gain of 0.62 (moderate), and $p = 0.000$. The PjBL-GeoGAI model is feasible for Calculus instruction. Lecturers should provide prompt engineering guidance, while future studies should include control groups.

Keywords: **Project-Based Learning, GeoGebra, Artificial Intelligence, Calculus, Conceptual Understanding**

Abstrak

Mahasiswa Pendidikan Matematika kesulitan memahami konsep Kalkulus yang abstrak dan kurang terlibat aktif karena perkuliahan belum memanfaatkan teknologi secara optimal. Penelitian ini bertujuan mengembangkan model pembelajaran PjBL-GeoGAI

Riwayat Artikel:
Diterima 2026-03-06 | **Direvisi** 2026-03-27 | **Disetujui** 2026-04-03

Jurnal Transformasi dan Inovasi Pendidikan
E-ISSN :
Vol. 1 | No. 3 | April 2026 | Halaman. 195-225
: https://ejournal.intelearn-insight.com/jtip/article/view/22
: xx.xxxx/jtip.vx.ix.xxxx

yang memadukan *Project Based Learning* (PjBL), GeoGebra, dan *Artificial Intelligence* (AI) secara valid, praktis, dan efektif. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* dengan model ADDIE melalui tahap *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluation*. Subjek penelitian adalah 60 mahasiswa semester 6 Kelas A dan B yang dipilih secara *purposive sampling* di UIN Syekh Ali Hasan Ahmad Addary Padangsidimpuan pada semester Genap Tahun Akademik 2025/2027 selama 8 pertemuan. Data dikumpulkan melalui angket, lembar validasi ahli, lembar observasi, tes *pretest-posttest*, dan wawancara, kemudian dianalisis menggunakan persentase, rata-rata, N-Gain, *paired sample t-test*, serta analisis kualitatif interaktif. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa model sangat valid (88,5%), sangat praktis (4,5 dari skala 5; keterlaksanaan 93%), dan efektif, dengan rata-rata nilai meningkat dari 56,7 menjadi 84,3, N-Gain 0,62 (sedang), dan p = 0,000. Model PjBL-GeoGAI layak menjadi alternatif pembelajaran Kalkulus yang inovatif di era digital. Dosen disarankan membekali mahasiswa dengan panduan *prompt engineering*, sedangkan penelitian selanjutnya perlu menggunakan kelas kontrol.

***Kata Kunci: Project Based Learning*, GeoGebra, Kecerdasan Buatan, Kalkulus, Pemahaman Konsep**

*Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi **CC BY-SA 4.0.***

Riwayat Artikel:
Diterima 2026-03-06 | **Direvisi** 2026-03-27 | **Disetujui** 2026-04-03

Jurnal Transformasi dan Inovasi Pendidikan
E-ISSN :
Vol. 1 | No. 3 | April 2026 | Halaman. 195-225
: https://ejournal.intelearn-insight.com/jtip/article/view/22
: xx.xxxx/jtip.vx.ix.xxxx

1. PENDAHULUAN

Kalkulus adalah mata kuliah dasar yang menjadi pintu masuk ke berbagai disiplin dalam rumpun *STEM* (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). Namun, mahasiswa Pendidikan Matematika masih memandangnya sebagai mata kuliah yang sulit dan abstrak. Tingginya angka kegagalan dan rendahnya keterlibatan mahasiswa menjadi tantangan yang membutuhkan solusi inovatif (Adiansha, 2025). Kesulitan ini menyangkut konsep, bukan hanya prosedur. Hong (2024) menemukan bahwa pembelajaran integral tentu lebih menekankan teknik perhitungan daripada makna akumulasi. Meika et al. (2025) mengidentifikasi hambatan ontogenik, epistemologis, dan didaktis pada Kalkulus Diferensial, sehingga sebagian kesulitan justru bersumber dari rancangan pembelajaran. Karena itu, pemecahan masalah perlu menjadi inti perkuliahan (Liljedahl et al., 2016), dan inovasi media berbasis teknologi terbukti meningkatkan hasil belajar serta berpikir kritis mahasiswa (Hamid & Saprudin, 2016).

Mahasiswa memandang Kalkulus sebagai ilmu yang sarat simbol dan prosedur mekanistik. Pandangan ini sering memicu kecemasan matematis (*math anxiety*) yang menghambat kemampuan berpikir tingkat tinggi. Meta-analisis Pelegrina et al. (2026) menunjukkan bahwa kecemasan matematis cenderung menetap dan berkaitan dengan capaian matematika, sehingga perlu ditangani melalui intervensi pembelajaran. Padahal, inti Kalkulus adalah penalaran spasial, laju perubahan, dan akumulasi, yang dapat dieksplorasi secara intuitif melalui representasi dinamis (Indres, 2026). Kemampuan berpindah antara representasi simbolik dan piktorial menjadi kunci pemahaman (Fatqurhohman & Susetyo, 2022). Sayangnya, pembelajaran ekspositoris yang berorientasi pada hafalan rumus belum mampu menjembatani hal tersebut (Fitria, 2025). Untuk itu, evaluasi pembelajaran yang terencana diperlukan agar letak kesulitan mahasiswa dapat didiagnosis secara tepat (Ansya et al., 2024).

Kondisi tersebut menuntut transformasi pedagogik berbasis teknologi. Kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*/AI) mampu menyediakan *scaffolding* adaptif, umpan balik *real-time*, dan lintasan belajar yang disesuaikan dengan profil setiap individu (Dos Santos et al., 2026; Farhood et al., 2025). Long et al. (2026) menemukan bahwa dampak AI terhadap keterlibatan mahasiswa paling kuat ketika AI dipadukan dengan metode interaktif seperti pembelajaran berbasis proyek. Dengan kata lain, AI berperan sebagai mitra pedagogis, bukan pengganti dosen. Peluang ini terlihat pada video pembelajaran dengan instruktur virtual (Leiker et al., 2023), lembar kerja elektronik berbantuan video AI (Agustina et al., 2026), video digital (Julianingsih & Krisnawati, 2020), dan pembelajaran berbasis teknologi

Riwayat Artikel:
Diterima 2026-03-06 | **Direvisi** 2026-03-27 | **Disetujui** 2026-04-03

Jurnal Transformasi dan Inovasi Pendidikan
E-ISSN :
Vol. 1 | No. 3 | April 2026 | Halaman. 195-225
: https://ejournal.intelearn-insight.com/jtip/article/view/22
: xx.xxxx/jtip.vx.ix.xxxx

informasi dan komunikasi (Ansya & Salsabilla, 2025). Arah ini sejalan dengan kebijakan kurikulum nasional (Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan [BSKAP], 2025).

Dalam pendidikan matematika, pemanfaatan AI berkembang pesat seiring hadirnya ChatGPT. Kajian Almarashdi et al. (2024) terhadap 31 penelitian menunjukkan bahwa ChatGPT meningkatkan motivasi dan membantu personalisasi belajar. Meski begitu, ChatGPT masih lemah dalam menyelesaikan masalah kompleks, terutama geometri ruang dan Kalkulus. Su et al. (2026) menegaskan bahwa manfaat ChatGPT bergantung pada desain pedagogis yang jelas. Walkington (2026) juga mengingatkan bahwa fokus pembelajaran perlu bergeser ke kemampuan menalar dan memverifikasi jawaban mesin. Dilling dan Herrmann (2024) menemukan bahwa calon guru cenderung hanya menyalin soal ke ChatGPT dan memahami cara kerjanya secara dangkal. Karena itu, integrasi AI dalam Kalkulus perlu disertai pembekalan cara bertanya yang efektif dan kebiasaan memverifikasi secara kritis.

GeoGebra adalah perangkat lunak matematika dinamis yang telah lama dimanfaatkan di perguruan tinggi (Dikovic, 2009). Fitur *slider*, *trace*, dan animasi parametrik memvisualisasikan perilaku fungsi secara *real-time* sehingga menghubungkan dunia simbolik dan geometris (Siregar, 2026a). Gurmu et al. (2024) membuktikan bahwa pembelajaran berbantuan GeoGebra meningkatkan pemahaman konseptual secara signifikan. Pada Kalkulus, Santos-Trigo et al. (2024) menunjukkan bahwa tugas dengan sistem geometri dinamis membantu mahasiswa memahami turunan sebagai laju perubahan. Dengan menggeser parameter, mahasiswa dapat mengamati limit, turunan, dan integral Riemann sebagai fenomena, bukan sekadar notasi (Cahyani et al., 2024). Eksplorasi semacam ini juga mengembangkan berpikir geometris (Klemer & Rapoport, 2020) dan membentuk intuisi matematis yang kokoh (Siregar, 2025c).

Project Based Learning (PjBL) menempatkan mahasiswa sebagai subjek aktif yang merancang, mengelola, dan mengevaluasi proyek dari masalah nyata (Afiana & Andrijati, 2024). Analisis bibliometrik Hanafi et al. (2025) menunjukkan bahwa penelitian PjBL dalam matematika terus meningkat, dengan Indonesia sebagai salah satu kontributor utama. Tema dominannya meliputi pendidikan *STEM* dan pembelajaran berbantuan teknologi. Nguyen et al. (2024) menemukan bahwa PjBL meningkatkan motivasi dan keterlibatan, sedangkan keberhasilannya ditentukan oleh kompetensi pendidik. Lee dan Lee (2025) memandang PjBL sebagai katalis pembelajaran *STEM* terpadu. Siklus perencanaan, pelaksanaan, dan refleksi dalam PjBL mengembangkan kemampuan metakognitif (Downing et al., 2011), pemecahan masalah (Habuke et al., 2022), berpikir kritis (Andreucci-Annunziata et al.,

Riwayat Artikel:
Diterima 2026-03-06 | **Direvisi** 2026-03-27 | **Disetujui** 2026-04-03

Jurnal Transformasi dan Inovasi Pendidikan
E-ISSN :
Vol. 1 | No. 3 | April 2026 | Halaman. 195-225
: https://ejournal.intelearn-insight.com/jtip/article/view/22
: xx.xxxx/jtip.vx.ix.xxxx

2023), dan berpikir kreatif (Ansya & Salsabilla, 2024). PjBL juga meningkatkan minat dan prestasi belajar (Ansya, 2023).

Integrasi GeoGebra dan AI ke dalam PjBL membentuk sinergi yang saling melengkapi. Kirabo et al. (2024) menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis masalah yang didukung teknologi memperkuat pemahaman dan kesiapan mengajar calon guru matematika. Yunianto et al. (2025) mengembangkan model berpikir komputasional di GeoGebra dengan dukungan ChatGPT, yang membantu menyusun perintah dan mendiagnosis kesalahan. Dalam proyek, AI mempercepat siklus rancang-uji-revisi, sedangkan GeoGebra menjadi wahana untuk memodelkan dan mengomunikasikan temuan (Nugroho, 2022). Perpaduan ini menjadikan proyek wahana penemuan ilmiah yang bermakna (Handayani, 2023; Iffah, 2021) dan menumbuhkan kesadaran metakognitif (Muhtasyam & Novaliyosi, 2023; Munengsih et al., 2021). Model terintegrasi ini juga membentuk kemandirian akademik calon pendidik menuju *digital learning ecosystem* (Siregar, 2025b).

Permasalahan serupa juga ditemukan di Program Studi Pendidikan Matematika UIN Syekh Ali Hasan Ahmad Addary Padangsidimpuan. Observasi awal pada perkuliahan Kalkulus semester 6 (Genap) Tahun Akademik 2025/2027 menunjukkan bahwa mahasiswa Kelas A dan B kesulitan menghubungkan konsep abstrak dengan representasi visual dan penerapan nyata. Mahasiswa cenderung menghafal prosedur tanpa memahami makna simbol. Mereka keliru menentukan langkah awal, memilih rumus, memanipulasi bentuk aljabar, dan menentukan batas integral. Mereka juga kesulitan menggambar kurva atau daerah yang sesuai dengan soal. Pola ini sejalan dengan hambatan yang dilaporkan Meika et al. (2025) dan berdampak pada rendahnya transfer pengetahuan ke masalah kontekstual (Junita & Masrukan, 2025). Di sisi lain, perkuliahan belum memanfaatkan media visual interaktif dan AI secara optimal.

Penelitian terdahulu umumnya mengkaji komponen model ini secara terpisah. PjBL berbantuan GeoGebra terbukti meningkatkan kreativitas (Adiansha, 2025), berpikir kreatif (Junita & Masrukan, 2025), dan kemampuan matematika (Saputra et al., 2025). Namun, penelitian tersebut dilakukan di jenjang sekolah dan belum melibatkan AI. Yunianto et al. (2025) memadukan ChatGPT dan GeoGebra, tetapi tidak dalam kerangka PjBL. Dos Santos et al. (2026) menekankan perlunya verifikasi kritis dalam PjBL berbantuan AI, sedangkan Meika et al. (2025) mengembangkan desain digital Kalkulus yang tidak berbasis proyek. Kajian pemecahan masalah juga masih terbatas pada materi tertentu di sekolah (Imannia et al., 2022). Dengan demikian, model yang memadukan PjBL, GeoGebra, dan AI secara utuh

Riwayat Artikel:
Diterima 2026-03-06 | **Direvisi** 2026-03-27 | **Disetujui** 2026-04-03

Jurnal Transformasi dan Inovasi Pendidikan
E-ISSN :
Vol. 1 | No. 3 | April 2026 | Halaman. 195-225
: https://ejournal.intelearn-insight.com/jtip/article/view/22
: xx.xxxx/jtip.vx.ix.xxxx

pada Kalkulus di perguruan tinggi keagamaan Islam belum banyak dikembangkan dan diuji.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini mengembangkan model PjBL-GeoGAI yang memadukan PjBL, GeoGebra, dan AI dalam perkuliahan Kalkulus melalui model pengembangan ADDIE (Siregar & Rhamayanti, 2025). Penelitian ini bertujuan untuk: (1) menghasilkan model pembelajaran PjBL-GeoGAI yang valid, praktis, dan efektif; (2) mendeskripsikan implementasi model PjBL-GeoGAI dalam pembelajaran Kalkulus; dan (3) menganalisis peningkatan pemahaman konsep Kalkulus mahasiswa setelah mengikuti pembelajaran dengan model PjBL-GeoGAI. Secara teoretis, penelitian ini memperkaya kajian integrasi AI dan perangkat lunak matematika dinamis dalam pembelajaran berbasis proyek. Secara praktis, model ini dapat menjadi alternatif bagi dosen untuk merancang perkuliahan Kalkulus yang bermakna di era digital.

2. METODE

2.1 Jenis dan Model Penelitian

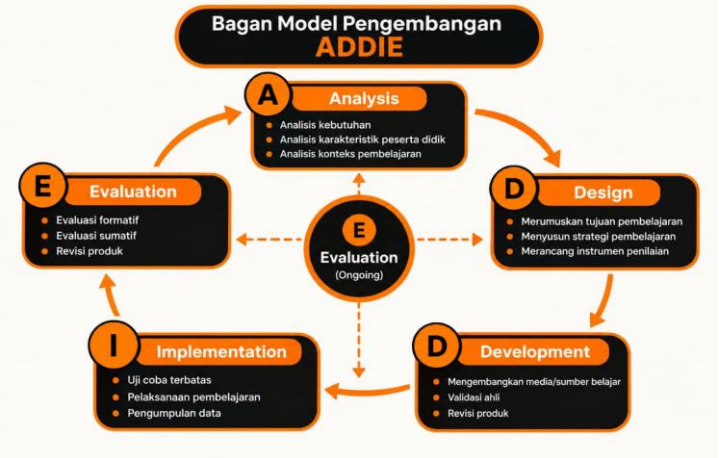
Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*/R&D). Metode ini bertujuan menghasilkan produk pendidikan dan menguji kelayakannya secara empiris. Produk yang dikembangkan adalah model pembelajaran PjBL-GeoGAI beserta perangkat pendukungnya. McKenney dan Reeves (2025) menegaskan bahwa penelitian desain pendidikan tidak berhenti pada pertanyaan apakah suatu intervensi berhasil. Penelitian ini juga harus menghasilkan rancangan yang relevan dengan masalah nyata di kelas sekaligus memperkuat pemahaman teoretis. Pendekatan pengembangan banyak dipakai untuk menghasilkan model pembelajaran matematika yang memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif (Adawiah et al., 2026). Pendekatan serupa juga terbukti menghasilkan bahan ajar digital interaktif yang layak digunakan dalam perkuliahan di perguruan tinggi (Peranginangin et al., 2025).

Pengembangan model mengadaptasi model ADDIE (Siregar & Rhamayanti, 2025), yang terdiri atas lima fase: *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluation* (Branch, 2009). Model ini dipilih karena prosedurnya sistematis tetapi tetap fleksibel. Hasil setiap fase menjadi masukan bagi fase berikutnya, dan evaluasi formatif dapat dilakukan di setiap fase. Fleksibilitas ini relevan karena model yang dikembangkan memadukan teknologi AI. Ussainova et al. (2025) menunjukkan bahwa setiap fase ADDIE dapat diperkaya dengan AI, misalnya untuk memetakan profil pembelajar, menyusun konten,

Riwayat Artikel:
Diterima 2026-03-06 | **Direvisi** 2026-03-27 | **Disetujui** 2026-04-03

Jurnal Transformasi dan Inovasi Pendidikan
E-ISSN :
Vol. 1 | No. 3 | April 2026 | Halaman. 195-225
: https://ejournal.intelearn-insight.com/jtip/article/view/22
: xx.xxxx/jtip.vx.ix.xxxx

menyesuaikan asesmen, dan memberikan umpan balik otomatis. Pendekatan ini juga mendapat dukungan kuat dari para pendidik matematika.



Gambar 1. Bagan Model Pengembangan ADDIE

Gambar 1 menyajikan lima fase pengembangan yang dilalui dalam penelitian ini. Fase *Analysis* mencakup analisis kebutuhan, studi literatur, dan identifikasi karakteristik mahasiswa serta kondisi perkuliahan Kalkulus. Fase *Design* merancang komponen model, yaitu sintaks, sistem sosial, prinsip reaksi, sistem pendukung, serta dampak instruksional dan dampak pengiring. Fase *Development* menghasilkan Rencana Pembelajaran Semester (RPS), Lembar Kerja Mahasiswa (LKM), modul panduan GeoGebra dan AI, serta instrumen evaluasi. Fase *Implementation* menerapkan model untuk menguji kepraktisan dan efektivitasnya. Fase *Evaluation* meliputi validasi ahli, uji coba terbatas, evaluasi formatif dan sumatif, serta revisi produk. Evaluasi terhubung dengan setiap fase sehingga perbaikan dapat dilakukan sejak tahap awal pengembangan.

2.2 Subjek, Waktu, dan Lokasi Penelitian

Subjek penelitian adalah 60 mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika semester 6 (Genap) yang menempuh mata kuliah Kalkulus, terdiri atas 30 mahasiswa Kelas A dan 30 mahasiswa Kelas B. Subjek dipilih dengan teknik *purposive sampling* berdasarkan dua pertimbangan, yaitu keterlibatan aktif dalam pembelajaran dan kebiasaan memanfaatkan teknologi AI. Kriteria ini ditetapkan karena model PjBL-GeoGAI menuntut keterampilan digital dasar agar mahasiswa dapat berinteraksi dengan GeoGebra dan ChatGPT. Selain itu, mahasiswa sebagai calon guru matematika berperan penting dalam menilai kelayakan suatu desain pembelajaran (Sari et al., 2025). Penelitian juga melibatkan

Riwayat Artikel:
Diterima 2026-03-06 | **Direvisi** 2026-03-27 | **Disetujui** 2026-04-03

Jurnal Transformasi dan Inovasi Pendidikan
E-ISSN :
Vol. 1 | No. 3 | April 2026 | Halaman. 195-225
: https://ejournal.intelearn-insight.com/jtip/article/view/22
: xx.xxxx/jtip.vx.ix.xxxx

tiga validator ahli, yaitu ahli materi Kalkulus, ahli media pembelajaran, dan ahli model pembelajaran. Selain itu, 10 mahasiswa dilibatkan dalam uji coba terbatas.

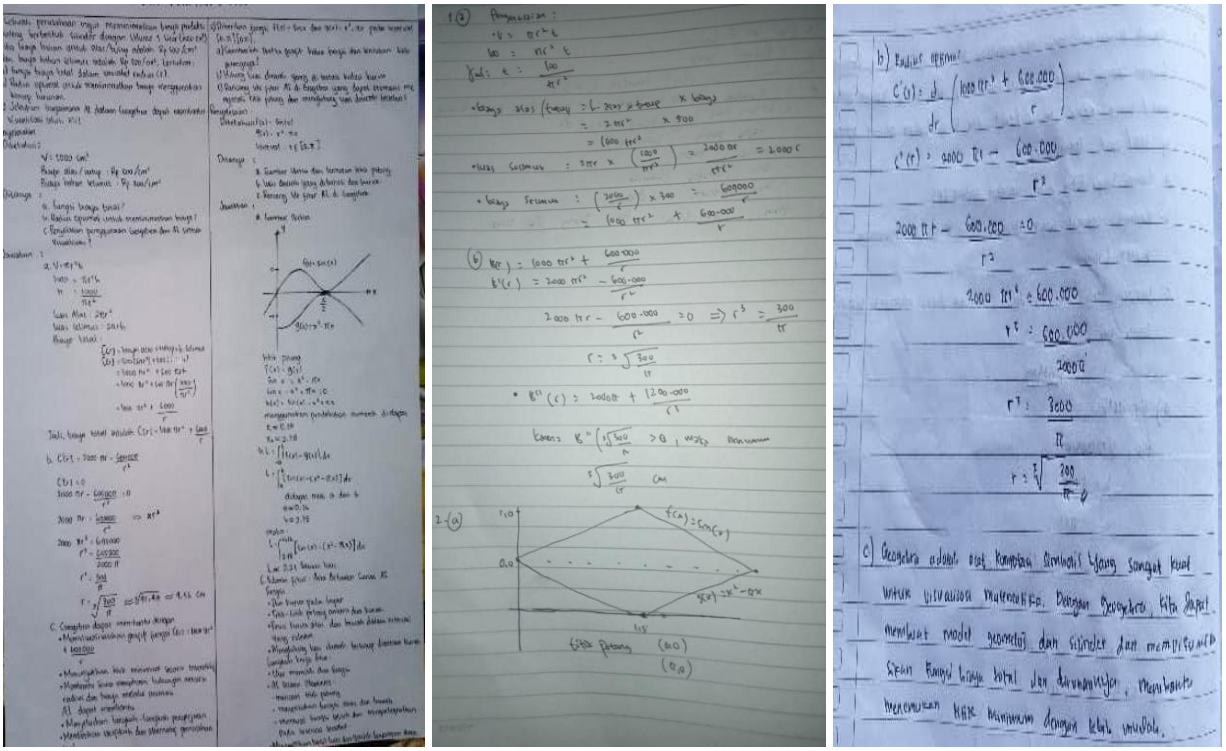
Penelitian dilaksanakan di Program Studi Pendidikan Matematika UIN Syekh Ali Hasan Ahmad Addary Padangsidimpuan, Sumatera Utara, pada semester Genap Tahun Akademik 2025/2027. Implementasi model berlangsung selama 8 pertemuan sesuai jadwal reguler perkuliahan Kalkulus, sehingga pembelajaran tetap berjalan dalam kondisi alamiah. Lokasi ini dipilih karena observasi awal menunjukkan bahwa mahasiswa kesulitan memahami konsep Kalkulus. Di samping itu, kampus sedang bertransformasi menuju ekosistem pembelajaran digital. Integrasi media digital ke dalam jadwal pembelajaran reguler terbukti layak dilakukan dan mampu meningkatkan minat belajar (Ansya & Salsabilla, 2025a).

2.3 Alur Penelitian

Alur penelitian mengikuti lima fase ADDIE (Branch, 2009). Pada fase *Analysis*, peneliti mengobservasi perkuliahan Kalkulus di Kelas A dan B, mewawancarai dosen pengampu, dan menyebarkan angket analisis kebutuhan kepada 60 mahasiswa. Peneliti juga melakukan studi literatur tentang PjBL, GeoGebra, AI, dan model pengembangan. Selain itu, mahasiswa diberi tes analisis kebutuhan untuk memetakan letak kesalahan konseptual dan prosedural mereka. Analisis kesulitan seperti ini penting sebagai dasar merancang intervensi yang tepat sasaran (Samosir et al., 2024). Pada fase *Design*, peneliti merancang sintaks model PjBL-GeoGAI yang memadukan tiga komponen utama. Peneliti juga menyusun *blueprint* RPS dan LKM serta merancang instrumen validasi dan evaluasi.

Riwayat Artikel:
Diterima 2026-03-06 | **Direvisi** 2026-03-27 | **Disetujui** 2026-04-03

Jurnal Transformasi dan Inovasi Pendidikan
E-ISSN :
Vol. 1 | No. 3 | April 2026 | Halaman. 195-225
: https://ejournal.intelearn-insight.com/jtip/article/view/22
: xx.xxxx/jtip.vx.ix.xxxx



Gambar 2. Hasil Tes Analisis Kebutuhan Mahasiswa

Gambar 2 memperlihatkan bahwa mahasiswa masih kesulitan menyelesaikan soal Kalkulus, baik pada hasil akhir maupun pada proses penyelesaiannya. Kesalahan muncul ketika mahasiswa menentukan langkah awal, memilih rumus, memanipulasi bentuk aljabar, menggunakan simbol, dan menentukan batas. Banyak mahasiswa langsung menghitung tanpa terlebih dahulu mengidentifikasi konsep yang relevan. Gambar kurva, posisi titik, dan daerah arsiran yang mereka buat juga sering tidak sesuai dengan kondisi matematis soal. Hal ini menunjukkan bahwa mereka belum mampu menerjemahkan informasi simbolik ke representasi visual. Temuan ini menjadi dasar pengembangan model PjBL-GeoGAI. GeoGebra dipakai untuk memperkuat representasi visual, AI untuk memberikan penjelasan dan umpan balik, dan proyek untuk menghadirkan konteks yang bermakna.

Riwayat Artikel:
Diterima 2026-03-06 | **Direvisi** 2026-03-27 | **Disetujui** 2026-04-03

Jurnal Transformasi dan Inovasi Pendidikan
E-ISSN :
Vol. 1 | No. 3 | April 2026 | Halaman. 195-225
: https://ejournal.intelearn-insight.com/jtip/article/view/22
: xx.xxxx/jtip.vx.ix.xxxx



Gambar 3. Bagan Sintaks Model PjBL-GeoGA*I*

Gambar 3 menyajikan enam tahap sintaks model PjBL-GeoGAI. Tahap pertama adalah orientasi dan pertanyaan dasar. Tahap kedua adalah perencanaan proyek, yang mencakup pemilihan topik limit, turunan, atau integral. Tahap ketiga adalah penyusunan jadwal dengan bimbingan dosen. Tahap keempat adalah eksplorasi dengan GeoGebra dan AI, ketika AI berperan sebagai *scaffolding* kognitif untuk menyusun dan memperbaiki perintah GeoGebra. Tahap kelima adalah pengembangan dan presentasi produk berupa file GeoGebra interaktif, laporan, dan video penjelasan. Tahap keenam adalah evaluasi dan refleksi atas proses, hasil, dan peran AI dalam belajar. Urutan ini memadukan langkah khas PjBL dengan dukungan visualisasi GeoGebra dan pendampingan AI pada setiap tahap.

Pada fase *Development*, peneliti mengembangkan RPS berbasis PjBL-GeoGAI, LKM untuk setiap pertemuan, modul panduan penggunaan GeoGebra dan AI (ChatGPT), serta instrumen tes pemahaman konsep Kalkulus. Produk awal kemudian dievaluasi secara formatif melalui fase *Evaluation*. Tahap ini meliputi validasi oleh tiga ahli, uji coba terbatas pada 10 mahasiswa, dan revisi berdasarkan masukan validator serta peserta uji coba. Produk yang sudah direvisi diterapkan pada fase *Implementation* di Kelas A dan B selama 8 pertemuan. Kepraktisan diukur dengan angket respons mahasiswa dan lembar observasi, sedangkan efektivitas diukur dengan *pretest-posttest*. Evaluasi sumatif dilakukan di akhir untuk menilai efektivitas model secara keseluruhan.

Riwayat Artikel:
Diterima 2026-03-06 | **Direvisi** 2026-03-27 | **Disetujui** 2026-04-03

Jurnal Transformasi dan Inovasi Pendidikan
E-ISSN :
Vol. 1 | No. 3 | April 2026 | Halaman. 195-225
: https://ejournal.intelearn-insight.com/jtip/article/view/22
: xx.xxxx/jtip.vx.ix.xxxx



Gambar 4. Contoh LKM dan Modul Panduan (Modul Ajar Kalkulus, Buku Pegangan Dosen dan Buku Pegangan Mahasiswa)

Gambar 4 menampilkan perangkat yang dihasilkan pada fase *Development*, yaitu Modul Ajar Kalkulus, Buku Pegangan Dosen, dan Buku Pegangan Mahasiswa. Modul Ajar memuat tujuan, kegiatan proyek, dan LKM yang mengarahkan mahasiswa mengeksplorasi limit, turunan, dan integral dengan GeoGebra. Buku Pegangan Dosen berisi panduan langkah sintaks, pengelolaan kelompok, dan rubrik penilaian proyek. Buku Pegangan Mahasiswa berisi petunjuk penggunaan GeoGebra dan panduan berinteraksi dengan ChatGPT. Ketiga perangkat ini saling melengkapi agar model dapat diterapkan secara konsisten oleh dosen dan mahasiswa.

2.4 Teknik Pengumpulan Data

Data dikumpulkan dengan enam instrumen: (1) angket analisis kebutuhan, (2) lembar validasi ahli, (3) angket respons mahasiswa dengan skala 1–5, (4) lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran, (5) tes pemahaman konsep Kalkulus, dan (6) pedoman wawancara serta catatan lapangan. Sebelum digunakan, instrumen ditelaah oleh ahli untuk memastikan kesesuaian isi dan keterbacaannya. Penilaian ahli merupakan cara yang andal untuk membuktikan validitas isi dan validitas tampilan sebuah instrumen (Masuwai et al., 2024). Instrumen penilaian juga harus valid, reliabel, dan objektif, termasuk instrumen yang memanfaatkan teknologi, agar hasilnya mencerminkan kemampuan yang sebenarnya (Gandamana et al., 2025).

Riwayat Artikel:
Diterima 2026-03-06 | **Direvisi** 2026-03-27 | **Disetujui** 2026-04-03

Jurnal Transformasi dan Inovasi Pendidikan
E-ISSN :
Vol. 1 | No. 3 | April 2026 | Halaman. 195-225
: https://ejournal.intelearn-insight.com/jtip/article/view/22
: xx.xxxx/jtip.vx.ix.xxxx

Instrumen tersebut digunakan pada waktu yang berbeda. Angket dan tes analisis kebutuhan diberikan pada fase *Analysis*. Lembar validasi diisi ahli setelah produk awal selesai dikembangkan. Lembar observasi diisi pengamat pada setiap pertemuan untuk mencatat keterlaksanaan sintaks. *Pretest* diberikan sebelum pertemuan pertama dan *posttest* setelah pertemuan kedelapan. Wawancara semiterstruktur dengan mahasiswa dan dosen dilakukan setelah implementasi untuk menggali pengalaman, kendala, dan persepsi mereka terhadap penggunaan GeoGebra dan AI. Wawancara seperti ini efektif untuk mengungkap pandangan pendidik tentang penggunaan media digital dalam pembelajaran (Salsabilla & Ansya, 2025). Data dari berbagai sumber kemudian dibandingkan untuk memperkuat keabsahan temuan.

Tabel 1. Teknik Pengumpulan Data

No	Jenis Data	Instrumen	Sumber Data
1	Data kebutuhan mahasiswa	Angket analisis kebutuhan	Mahasiswa Kelas A dan B
2	Validitas model	Lembar validasi ahli	Ahli
3	Kepraktisan model	Angket respons mahasiswa dan lembar observasi	Mahasiswa dan pengamat
4	Efektivitas model	Tes pemahaman konsep (*pretest-posttest*)	Mahasiswa Kelas A dan B
5	Data kualitatif	Catatan lapangan dan wawancara	Mahasiswa dan dosen

Tabel 1 memetakan lima jenis data beserta instrumen dan sumbernya. Data kebutuhan mahasiswa diperoleh dari angket yang diisi 60 mahasiswa Kelas A dan B, sedangkan validitas model dinilai oleh para ahli melalui lembar validasi. Kepraktisan model diukur dari dua sumber, yaitu angket respons mahasiswa dan lembar observasi oleh pengamat, sehingga penilaian pengguna dapat dibandingkan dengan pengamatan langsung. Efektivitas model diukur dengan tes pemahaman konsep dalam bentuk *pretest-posttest*. Catatan lapangan dan wawancara dengan mahasiswa dan dosen melengkapi data kuantitatif dengan informasi mendalam tentang proses, pengalaman, dan kendala selama implementasi.

2.5 Teknik Analisis Data

Riwayat Artikel:
Diterima 2026-03-06 | **Direvisi** 2026-03-27 | **Disetujui** 2026-04-03

Jurnal Transformasi dan Inovasi Pendidikan
E-ISSN :
Vol. 1 | No. 3 | April 2026 | Halaman. 195-225
: https://ejournal.intelearn-insight.com/jtip/article/view/22
: xx.xxxx/jtip.vx.ix.xxxx

Data kuantitatif dianalisis dengan statistik deskriptif dan inferensial. Validitas model dihitung dengan rumus persentase, yaitu P = (Σ skor yang diperoleh / Σ skor maksimum) × 100%, lalu dikategorikan menurut tingkat kevalidannya. Kepraktisan dianalisis dari rata-rata skor angket respons dengan skala 1–5, dengan kriteria rata-rata ≥ 4 berarti sangat praktis. Persentase keterlaksanaan sintaks dihitung dari lembar observasi. Efektivitas dianalisis dengan N-Gain, yaitu g = (skor *posttest* − skor *pretest*) / (skor maksimum − skor *pretest*). Kategorinya tinggi (g ≥ 0,7), sedang (0,3 ≤ g < 0,7), dan rendah (g < 0,3). Christman et al. (2024) mengingatkan bahwa N-Gain sebaiknya dilengkapi ukuran lain. Karena itu, signifikansi peningkatan diuji dengan *paired sample t-test* pada taraf signifikansi 0,05.

Data kualitatif dari catatan lapangan, wawancara, dan komentar validator dianalisis secara interaktif melalui tiga tahap: reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Pada tahap reduksi, data dipilah dan dikodekan sesuai fokus penelitian, misalnya peran AI, pemanfaatan GeoGebra, dan kendala selama proyek. Data yang sudah dikodekan disajikan dalam bentuk matriks tema, lalu ditarik kesimpulan yang diverifikasi silang dengan data kuantitatif. Analisis isi berbasis kerangka seperti ini terbukti efektif untuk memaknai data wawancara dan dokumen calon guru matematika (Sari et al., 2025). Observasi dan wawancara juga efektif untuk mengungkap keterlibatan dan antusiasme belajar matematika (Ansya et al., 2025). Hasil analisis kualitatif dipakai untuk menjelaskan mengapa dan bagaimana peningkatan pemahaman konsep terjadi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Analisis Kebutuhan (Fase *Analysis*)

Angket analisis kebutuhan diisi oleh 60 mahasiswa Kelas A dan B. Hasilnya, 83% mahasiswa menyatakan kesulitan memahami konsep Kalkulus yang abstrak, terutama limit, turunan, dan integral. Sebanyak 77% mahasiswa menilai media pembelajaran yang digunakan selama ini kurang interaktif dan belum memanfaatkan teknologi secara optimal. Sebanyak 70% mahasiswa menyatakan menginginkan pembelajaran berbasis proyek yang berkaitan dengan kehidupan nyata. Ketiga persentase ini mencerminkan kondisi pembelajaran saat ini sekaligus harapan mahasiswa terhadap perkuliahan Kalkulus.

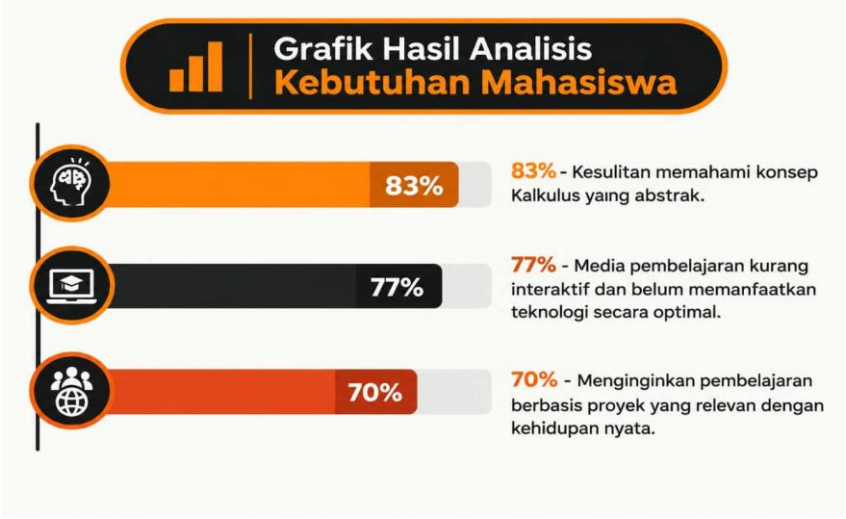
Tes analisis kebutuhan menunjukkan bahwa kesalahan mahasiswa tidak hanya terjadi pada hasil akhir, tetapi juga pada proses penyelesaian. Kesalahan yang paling sering muncul adalah salah menentukan langkah awal, memilih rumus yang tidak tepat, keliru memanipulasi bentuk aljabar, salah menggunakan simbol, dan salah menentukan batas.

Riwayat Artikel:
Diterima 2026-03-06 | **Direvisi** 2026-03-27 | **Disetujui** 2026-04-03

Jurnal Transformasi dan Inovasi Pendidikan
E-ISSN :
Vol. 1 | No. 3 | April 2026 | Halaman. 195-225
: https://ejournal.intelearn-insight.com/jtip/article/view/22
: xx.xxxx/jtip.vx.ix.xxxx

Sebagian mahasiswa langsung menghitung tanpa terlebih dahulu mengidentifikasi konsep yang digunakan. Pada soal yang meminta gambar, bentuk kurva, posisi titik, arah, dan daerah arsiran yang dibuat mahasiswa belum sesuai dengan kondisi matematis soal.

Wawancara dengan dosen pengampu mengungkapkan bahwa kemampuan awal dan gaya belajar mahasiswa Kelas A dan B cukup beragam. Dosen menyampaikan perlunya pendekatan pembelajaran yang dapat mengakomodasi perbedaan individu tersebut. Dosen juga menyebutkan perlunya pengalaman belajar melalui visualisasi dan eksplorasi langsung. Hasil wawancara ini sejalan dengan jawaban mahasiswa pada angket, khususnya tentang kurangnya interaktivitas media dan keinginan belajar melalui proyek.



Gambar 5. Grafik Hasil Analisis Kebutuhan Mahasiswa

Gambar 5 menampilkan tiga indikator kebutuhan mahasiswa dalam bentuk grafik batang. Batang tertinggi adalah kesulitan memahami konsep Kalkulus yang abstrak (83%). Urutan berikutnya adalah penilaian bahwa media pembelajaran kurang interaktif dan belum memanfaatkan teknologi (77%), lalu keinginan mengikuti pembelajaran berbasis proyek yang kontekstual (70%). Selisih antara indikator tertinggi dan terendah sebesar 13 poin persentase. Ketiga indikator berada di atas 70%, yang berarti lebih dari dua pertiga mahasiswa memberikan jawaban yang sama pada setiap indikator.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Analisis Kebutuhan

No	Sumber Data	Aspek	Temuan
1	Angket (n = 60)	Kesulitan memahami konsep abstrak	83% mahasiswa

Riwayat Artikel:
Diterima 2026-03-06 | **Direvisi** 2026-03-27 | **Disetujui** 2026-04-03

Jurnal Transformasi dan Inovasi Pendidikan
E-ISSN :
Vol. 1 | No. 3 | April 2026 | Halaman. 195-225
: https://ejournal.intelearn-insight.com/jtip/article/view/22
: xx.xxxx/jtip.vx.ix.xxxx

2	Angket (n = 60)	Media kurang interaktif dan belum berbasis teknologi	77% mahasiswa
3	Angket (n = 60)	Menginginkan pembelajaran berbasis proyek	70% mahasiswa
4	Tes analisis kebutuhan	Kesalahan prosedural	Langkah awal, pemilihan rumus, manipulasi aljabar, simbol, penentuan batas
5	Tes analisis kebutuhan	Kesalahan representasi visual	Bentuk kurva, posisi titik, arah, dan daerah arsiran
6	Wawancara dosen	Karakteristik mahasiswa	Kemampuan awal dan gaya belajar beragam

Tabel 2 merangkum hasil analisis kebutuhan dari tiga sumber data. Baris 1–3 memuat data angket dalam bentuk persentase mahasiswa yang memilih setiap aspek, yaitu 83%, 77%, dan 70%. Baris 4–5 memuat dua jenis kesalahan yang ditemukan pada lembar jawaban tes. Kesalahan prosedural terjadi pada tahapan perhitungan, sedangkan kesalahan representasi visual terjadi saat mahasiswa menggambar grafik atau daerah. Baris 6 memuat hasil wawancara dosen tentang keragaman kemampuan awal dan gaya belajar mahasiswa. Dengan format ini, data kuantitatif dan kualitatif dari fase *Analysis* dapat dibaca dalam satu tampilan.

3.2 Hasil Desain Model PjBL-GeoGAI (Fase *Design*)

Fase *Design* menghasilkan sintaks model PjBL-GeoGAI yang terdiri atas enam tahap, seperti terlihat pada Gambar 3. Pada Tahap 1, Orientasi dan Pertanyaan Dasar, dosen menyampaikan tujuan pembelajaran dan pertanyaan esensial tentang konsep Kalkulus yang akan dipelajari. Mahasiswa juga dikenalkan pada peran AI (ChatGPT) sebagai asisten belajar dan GeoGebra sebagai alat visualisasi. Pada Tahap 2, Perencanaan Proyek, mahasiswa menyusun rencana proyek. Rencana ini mencakup pemilihan topik (limit, turunan, atau integral), cara memanfaatkan GeoGebra untuk visualisasi, dan cara memanfaatkan AI untuk membantu analisis dan *debugging*.

Pada Tahap 3, Penyusunan Jadwal, mahasiswa menyusun jadwal pelaksanaan proyek dengan bimbingan dosen. AI dimanfaatkan untuk membantu memperkirakan waktu dan mengidentifikasi tahapan kritis proyek. Pada Tahap 4, Eksplorasi dengan GeoGebra dan AI, mahasiswa mengeksplorasi konsep Kalkulus melalui GeoGebra. AI

Riwayat Artikel:
Diterima 2026-03-06 | **Direvisi** 2026-03-27 | **Disetujui** 2026-04-03

Jurnal Transformasi dan Inovasi Pendidikan
E-ISSN :
Vol. 1 | No. 3 | April 2026 | Halaman. 195-225
: https://ejournal.intelearn-insight.com/jtip/article/view/22
: xx.xxxx/jtip.vx.ix.xxxx

membantu mereka menyusun perintah GeoGebra yang tepat dan memperbaiki kesalahan sintaks. Pada tahap ini, AI berfungsi sebagai *scaffolding* kognitif ketika mahasiswa menghadapi kesulitan teknis.

Pada Tahap 5, Pengembangan dan Presentasi Produk, mahasiswa menghasilkan produk proyek berupa file GeoGebra interaktif, laporan, dan video penjelasan, lalu mempresentasikannya di kelas. Pada Tahap 6, Evaluasi dan Refleksi, dosen dan mahasiswa mengevaluasi proses dan hasil proyek. Mahasiswa juga merefleksikan pengalaman belajar mereka dan peran AI dalam membantu pemahaman konsep. Keenam tahap ini kemudian dituangkan ke dalam RPS, LKM, modul panduan GeoGebra dan AI, Buku Pegangan Dosen, dan Buku Pegangan Mahasiswa.

Tabel 3. Rekapitulasi Sintaks Model PjBL-GeoGAI

Tahap	Nama Tahap	Aktivitas Utama	Peran GeoGebra	Peran AI (ChatGPT)
1	Orientasi dan Pertanyaan Dasar	Penyampaian tujuan dan pertanyaan esensial	Dikenalkan sebagai alat visualisasi	Dikenalkan sebagai asisten belajar
2	Perencanaan Proyek	Penentuan topik limit, turunan, atau integral	Direncanakan untuk visualisasi	Direncanakan untuk analisis dan *debugging*
3	Penyusunan Jadwal	Penyusunan jadwal dengan bimbingan dosen	–	Estimasi waktu dan tahapan kritis
4	Eksplorasi	Eksplorasi konsep Kalkulus	Media eksplorasi utama	Penyusunan perintah dan perbaikan sintaks
5	Pengembangan dan Presentasi Produk	Pembuatan file interaktif, laporan, video, dan presentasi	Produk file interaktif	–
6	Evaluasi dan Refleksi	Evaluasi proses dan hasil, refleksi	–	Bahan refleksi atas perannya

Tabel 3 merangkum enam tahap sintaks model PjBL-GeoGAI beserta aktivitas utama dan peran kedua teknologi di setiap tahap. GeoGebra berperan langsung pada Tahap

Riwayat Artikel:
Diterima 2026-03-06 | **Direvisi** 2026-03-27 | **Disetujui** 2026-04-03

Jurnal Transformasi dan Inovasi Pendidikan
E-ISSN :
Vol. 1 | No. 3 | April 2026 | Halaman. 195-225
: https://ejournal.intelearn-insight.com/jtip/article/view/22
: xx.xxxx/jtip.vx.ix.xxxx

1, 2, 4, dan 5, dengan peran paling besar pada Tahap 4 sebagai media eksplorasi utama. AI berperan pada Tahap 1, 2, 3, 4, dan 6. Peran AI paling teknis terdapat pada Tahap 4, yaitu menyusun perintah GeoGebra dan memperbaiki kesalahan sintaks. Tahap 5 berfokus pada produk mahasiswa, sedangkan Tahap 6 menjadikan pengalaman menggunakan AI sebagai bahan refleksi. Tanda "–" menunjukkan bahwa peran teknologi tersebut tidak dirumuskan secara khusus pada tahap itu.

3.3 Hasil Validasi Ahli (Fase *Evaluation*)

Model PjBL-GeoGAI dan perangkatnya divalidasi oleh tiga ahli, yaitu ahli materi Kalkulus, ahli media pembelajaran, dan ahli model pembelajaran. Penilaian mencakup empat aspek: validitas isi, validitas konstruk, validitas media, dan validitas praktis. Validitas konstruk memperoleh rata-rata tertinggi, yaitu 89,33%. Tiga aspek lainnya, yaitu validitas isi, validitas media, dan validitas praktis, masing-masing memperoleh 88,67%. Keempat aspek berada pada kategori sangat valid.

Berdasarkan penilai, Ahli 3 memberikan rata-rata tertinggi (89,5%), diikuti Ahli 1 (89%) dan Ahli 2 (88%). Skor tertinggi per aspek sebesar 91% diberikan Ahli 1 pada validitas isi, Ahli 2 pada validitas media, dan Ahli 3 pada validitas konstruk. Skor terendah sebesar 86% diberikan Ahli 2 pada validitas isi. Rentang seluruh skor validasi adalah 86%–91%, sehingga selisih antara skor tertinggi dan terendah hanya 5 poin persentase.

Selain skor, para ahli memberikan tiga masukan perbaikan. Pertama, perlu ditambahkan panduan *prompt engineering* agar mahasiswa dapat memanfaatkan ChatGPT secara lebih efektif. Kedua, LKM perlu disederhanakan agar lebih terstruktur. Ketiga, perlu ditambahkan rubrik penilaian proyek yang lebih rinci. Ketiga masukan ini sudah ditindaklanjuti dalam revisi produk sebelum uji coba dan implementasi.

Tabel 4. Hasil Validasi Ahli

Aspek Validasi	Ahli 1	Ahli 2	Ahli 3	Rata-rata	Kategori
Validitas Isi	91%	86%	89%	88,67%	Sangat Valid
Validitas Konstruk	89%	88%	91%	89,33%	Sangat Valid
Validitas Media	87%	91%	88%	88,67%	Sangat Valid
Validitas Praktis	89%	87%	90%	88,67%	Sangat Valid
Rata-rata Total	**89%**	**88%**	**89,5%**	**88,5%**	**Sangat Valid**

Tabel 4 menyajikan skor validasi dari tiga ahli untuk empat aspek penilaian. Kolom Ahli 1–3 memuat persentase dari setiap validator, sedangkan kolom rata-rata memuat nilai

Riwayat Artikel:
Diterima 2026-03-06 | **Direvisi** 2026-03-27 | **Disetujui** 2026-04-03

Jurnal Transformasi dan Inovasi Pendidikan
E-ISSN :
Vol. 1 | No. 3 | April 2026 | Halaman. 195-225
: https://ejournal.intelearn-insight.com/jtip/article/view/22
: xx.xxxx/jtip.vx.ix.xxxx

rerata per aspek. Validitas konstruk memiliki rerata tertinggi (89,33%), dan tiga aspek lainnya sama-sama memperoleh 88,67%. Baris rata-rata total menunjukkan skor 89% dari Ahli 1, 88% dari Ahli 2, dan 89,5% dari Ahli 3, dengan rerata keseluruhan 88,5%. Seluruh aspek dan seluruh validator berada pada kategori sangat valid.

3.4 Hasil Uji Kepraktisan (Fase *Implementation*)

Kepraktisan model diukur dengan angket respons mahasiswa berskala 1–5. Kriteria yang digunakan adalah rata-rata ≥ 4 untuk kategori sangat praktis. Aspek kebermanfaatan GeoGebra untuk visualisasi memperoleh skor tertinggi, yaitu 4,7. Skor berikutnya adalah dukungan AI dalam pembelajaran (4,6) dan keterlibatan aktif dalam proyek (4,5). Kejelasan sintaks pembelajaran memperoleh 4,4, dan kemudahan penggunaan model memperoleh skor terendah, yaitu 4,3.

Rata-rata total kepraktisan sebesar 4,5, sehingga berada pada kategori sangat praktis. Kelima aspek memperoleh skor di atas batas kriteria 4. Selisih antara aspek tertinggi (4,7) dan terendah (4,3) sebesar 0,4 poin. Dua aspek yang berkaitan langsung dengan teknologi, yaitu GeoGebra (4,7) dan AI (4,6), memperoleh skor di atas rata-rata total. Dua aspek yang berkaitan dengan prosedur model, yaitu kemudahan penggunaan (4,3) dan kejelasan sintaks (4,4), memperoleh skor di bawah rata-rata total.

Observasi keterlaksanaan selama 8 pertemuan menunjukkan bahwa 93% tahapan sintaks PjBL-GeoGAI terlaksana dengan baik. Pengamat mencatat bahwa mahasiswa aktif berkolaborasi dalam kelompok selama mengerjakan proyek. Mahasiswa juga memanfaatkan AI untuk mengatasi kendala teknis saat menggunakan GeoGebra, terutama saat menyusun perintah dan memperbaiki kesalahan sintaks. Sebanyak 7% tahapan sintaks lainnya tidak terlaksana secara penuh.

Tabel 5. Hasil Uji Kepraktisan

Aspek Kepraktisan	Rata-rata Skor	Kategori
Kemudahan penggunaan model	4,3	Sangat Praktis
Kejelasan sintaks pembelajaran	4,4	Sangat Praktis
Dukungan AI dalam pembelajaran	4,6	Sangat Praktis
Kebermanfaatan GeoGebra untuk visualisasi	4,7	Sangat Praktis
Keterlibatan aktif dalam proyek	4,5	Sangat Praktis
Rata-rata Total	**4,5**	**Sangat Praktis**

Skala: 1–5; ≥ 4 = Sangat Praktis

Riwayat Artikel:
Diterima 2026-03-06 | **Direvisi** 2026-03-27 | **Disetujui** 2026-04-03

Jurnal Transformasi dan Inovasi Pendidikan
E-ISSN :
Vol. 1 | No. 3 | April 2026 | Halaman. 195-225
: https://ejournal.intelearn-insight.com/jtip/article/view/22
: xx.xxxx/jtip.vx.ix.xxxx

Tabel 5 memuat rata-rata skor respons mahasiswa untuk lima aspek kepraktisan. Skor bergerak dari 4,3 untuk kemudahan penggunaan model hingga 4,7 untuk kebermanfaatan GeoGebra dalam visualisasi. Dukungan AI memperoleh skor 4,6, keterlibatan aktif dalam proyek 4,5, dan kejelasan sintaks 4,4. Rata-rata total sebesar 4,5. Semua aspek memenuhi kriteria ≥ 4, sehingga setiap aspek berada pada kategori sangat praktis.

3.5 Hasil Uji Efektivitas

Efektivitas model diukur dengan membandingkan nilai *pretest* dan *posttest* pemahaman konsep Kalkulus dari 60 mahasiswa Kelas A dan B. Rata-rata nilai naik dari 56,7 pada *pretest* menjadi 84,3 pada *posttest*, atau meningkat 27,6 poin. Nilai minimum naik dari 38 menjadi 68 (selisih 30 poin), dan nilai maksimum naik dari 76 menjadi 96 (selisih 20 poin). Nilai minimum *posttest* (68) lebih rendah 8 poin daripada nilai maksimum *pretest* (76).

Standar deviasi turun dari 13,1 pada *pretest* menjadi 8,2 pada *posttest*, sehingga sebaran nilai *posttest* lebih sempit. Rentang nilai juga menyempit, dari 38 poin pada *pretest* (38–76) menjadi 28 poin pada *posttest* (68–96). Nilai N-Gain sebesar 0,62 berada pada kategori sedang menurut kriteria $0,3 \leq g < 0,7$.

Hasil *paired sample t-test* menunjukkan nilai signifikansi 0,000 ($p < 0,05$). Artinya, terdapat perbedaan yang signifikan antara rata-rata nilai *pretest* dan *posttest* pemahaman konsep Kalkulus. Perbedaan tersebut mengarah pada nilai *posttest* yang lebih tinggi. Selain itu, mahasiswa menunjukkan peningkatan kemampuan memvisualisasikan konsep limit, turunan, dan integral dalam produk proyek GeoGebra yang mereka hasilkan.

Tabel 6. Hasil Uji Efektivitas

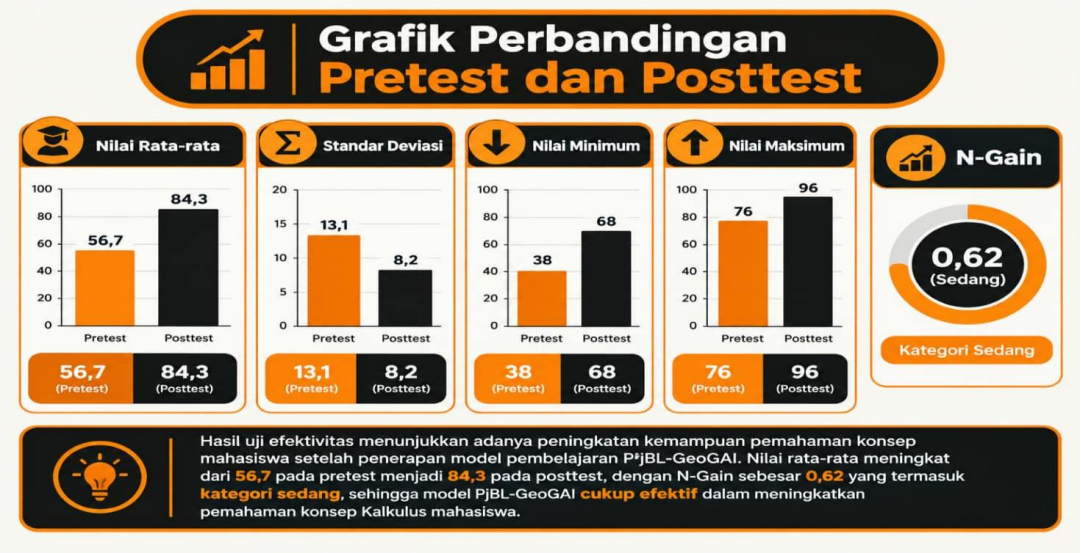
Statistik	***Pretest***	***Posttest***
Rata-rata	56,7	84,3
Standar Deviasi	13,1	8,2
Nilai Minimum	38	68
Nilai Maksimum	76	96
N-Gain	–	**0,62 (Sedang)**

Tabel 6 membandingkan statistik deskriptif nilai *pretest* dan *posttest* dari 60 mahasiswa. Rata-rata naik 27,6 poin, dari 56,7 menjadi 84,3. Standar deviasi turun 4,9 poin, dari 13,1 menjadi 8,2. Nilai minimum naik 30 poin, dari 38 menjadi 68, sedangkan nilai

Riwayat Artikel:
Diterima 2026-03-06 | **Direvisi** 2026-03-27 | **Disetujui** 2026-04-03

Jurnal Transformasi dan Inovasi Pendidikan
E-ISSN :
Vol. 1 | No. 3 | April 2026 | Halaman. 195-225
: https://ejournal.intelearn-insight.com/jtip/article/view/22
: xx.xxxx/jtip.vx.ix.xxxx

maksimum naik 20 poin, dari 76 menjadi 96. Baris terakhir memuat nilai N-Gain sebesar 0,62 yang termasuk kategori sedang.



Gambar 6. Grafik Perbandingan Pretest dan Posttest

Gambar 6 menyajikan perbandingan nilai *pretest* dan *posttest* dalam bentuk grafik batang untuk empat statistik, yaitu rata-rata, standar deviasi, nilai minimum, dan nilai maksimum. Pada rata-rata, nilai minimum, dan nilai maksimum, batang *posttest* lebih tinggi daripada batang *pretest*, dengan selisih terbesar pada nilai minimum (30 poin). Pada standar deviasi, batang *posttest* (8,2) lebih rendah daripada batang *pretest* (13,1). Grafik ini memperlihatkan bahwa nilai *posttest* bergeser ke atas sekaligus sebarannya menyempit.

Tabel 7. Rekapitulasi Hasil Pengembangan Model PjBL-GeoGAI

Kriteria	Indikator	Hasil	Kategori
Validitas	Rata-rata penilaian tiga ahli	88,5%	Sangat Valid
Kepraktisan	Rata-rata respons mahasiswa	4,5 (skala 5)	Sangat Praktis
Kepraktisan	Keterlaksanaan sintaks	93%	Terlaksana
Efektivitas	Rata-rata *pretest* → *posttest*	56,7 → 84,3	Meningkat 27,6 poin
Efektivitas	N-Gain	0,62	Sedang
Efektivitas	*Paired sample t-test*	$p = 0,000$	Signifikan ($p < 0,05$)

Tabel 7 merangkum hasil dari tiga kriteria pengembangan. Kriteria validitas memperoleh skor 88,5% pada kategori sangat valid. Kriteria kepraktisan memiliki dua indikator, yaitu rata-rata respons mahasiswa sebesar 4,5 (sangat praktis) dan keterlaksanaan

Riwayat Artikel:
Diterima 2026-03-06 | **Direvisi** 2026-03-27 | **Disetujui** 2026-04-03

Jurnal Transformasi dan Inovasi Pendidikan
E-ISSN :
Vol. 1 | No. 3 | April 2026 | Halaman. 195-225
: https://ejournal.intelearn-insight.com/jtip/article/view/22
: xx.xxxx/jtip.vx.ix.xxxx

sintaks sebesar 93%. Kriteria efektivitas memiliki tiga indikator, yaitu kenaikan rata-rata dari 56,7 menjadi 84,3, N-Gain 0,62 (sedang), dan hasil *paired sample t-test* p = 0,000 (signifikan).

PEMBAHASAN

Hasil analisis kebutuhan menunjukkan bahwa masalah utama perkuliahan Kalkulus terletak pada pemahaman konsep. Sebanyak 83% mahasiswa kesulitan memahami konsep abstrak, 77% menilai media kurang interaktif, dan 70% menginginkan pembelajaran berbasis proyek. Ketiga angka ini saling berkaitan, karena kesulitan konseptual tumbuh di lingkungan belajar yang minim representasi visual. Pola kesalahan dalam menentukan langkah awal, memilih rumus, memanipulasi aljabar, menentukan batas, dan menggambar kurva sejalan dengan hambatan epistemologis dan didaktis yang ditemukan Meika et al. (2025). Pola ini juga sejalan dengan pemetaan kesalahan konsep dan prosedur oleh B. H. Siregar et al. (2024). Kesulitan serupa ditemukan di sekolah, baik dalam menerjemahkan soal ke model matematika (Musyarofah et al., 2025) maupun dalam pemecahan masalah (Imannia et al., 2022). Artinya, kelemahan ini terbawa hingga perguruan tinggi. Meski begitu, angket bersifat laporan diri, sehingga angka 83% menggambarkan persepsi, bukan hasil pengukuran kemampuan. Kekuatan temuan ini justru terletak pada kesesuaiannya dengan hasil tes dan wawancara dosen. Karena itu, pembelajaran yang melatih langkah penyelesaian secara sistematis menjadi relevan (Riyani & Hadi, 2023).

Sintaks enam tahap menempatkan GeoGebra pada empat tahap dan AI pada lima tahap, sehingga kedua teknologi hadir di hampir seluruh siklus proyek. Rancangan ini membedakan PjBL-GeoGAI dari penelitian terdahulu. Adiansha (2025), Junita dan Masrukan (2025), serta Saputra et al. (2025) menerapkan PjBL berbantuan GeoGebra di jenjang sekolah tanpa AI. Sebaliknya, Yunianto et al. (2025) memadukan ChatGPT dan GeoGebra tanpa kerangka PjBL. Dalam model ini, AI berfungsi sebagai *scaffolding* kognitif pada Tahap 4 dan menjadi bahan refleksi pada Tahap 6. Alurnya sejalan dengan tahapan PjBL berbantuan GeoGebra-AI menurut T. Siregar (2026a) dan pembelajaran berpusat pada mahasiswa yang menghubungkan berbagai representasi (Nurlailiyah et al., 2025). Namun, peran AI pada Tahap 3 baru sebatas memperkirakan waktu, dan perannya pada Tahap 5 belum dirumuskan, padahal tahap ini menghasilkan produk utama proyek.

Rata-rata validasi sebesar 88,5% menempatkan model pada kategori sangat valid. Validitas konstruk memperoleh skor tertinggi (89,33%), sedangkan tiga aspek lainnya masing-masing 88,67%. Rentang skor validator hanya 86%–91%, sehingga penilaian ketiga ahli relatif konsisten. Hasil ini sebanding dengan pengembangan E-LKPD oleh Sarman et al. (2023), yang juga berkategori sangat valid. Meski demikian, metode persentase belum

Riwayat Artikel:
Diterima 2026-03-06 | **Direvisi** 2026-03-27 | **Disetujui** 2026-04-03

Jurnal Transformasi dan Inovasi Pendidikan
E-ISSN :
Vol. 1 | No. 3 | April 2026 | Halaman. 195-225
: https://ejournal.intelearn-insight.com/jtip/article/view/22
: xx.xxxx/jtip.vx.ix.xxxx

mengukur kesepakatan antarvalidator. Selain itu, karena validatornya hanya tiga orang, satu skor rendah seperti 86% cukup memengaruhi rerata. Masukan ahli tentang panduan *prompt engineering* sejalan dengan temuan Dilling dan Herrmann (2024) bahwa calon guru cenderung hanya menyalin soal ke ChatGPT. Masukan ini juga sejalan dengan penekanan Dos Santos et al. (2026) pada verifikasi kritis. Revisi LKM dan rubrik proyek menunjukkan bahwa validasi benar-benar berfungsi memperbaiki produk.

Rata-rata kepraktisan sebesar 4,5 dan keterlaksanaan sintaks sebesar 93% menunjukkan bahwa model dapat diterapkan dalam perkuliahan reguler. Aspek teknologi memperoleh skor tertinggi, yaitu GeoGebra (4,7) dan AI (4,6). Aspek prosedur memperoleh skor terendah, yaitu kejelasan sintaks (4,4) dan kemudahan penggunaan (4,3). Pola ini menunjukkan bahwa mahasiswa merasakan manfaat alatnya, tetapi memadukan tiga komponen menambah beban prosedural. Kemungkinan inilah yang menyebabkan 7% tahapan belum terlaksana penuh. Tingginya skor GeoGebra sejalan dengan temuan Gurmu et al. (2024) dan Afhami (2022) tentang peran visualisasi dinamis. Media visual dan audiovisual juga terbukti mendukung pemahaman konsep (Nasution & Lailia, 2023; Salsabila & Pradipta, 2021; Shahabiah & Dewi, 2024). Kepraktisan ini ditopang oleh Wi-Fi, proyektor, dan Google Sites sebagai pusat materi (T. Siregar, 2025b), sehingga penerapannya akan lebih sulit di kampus dengan infrastruktur terbatas.

Rata-rata nilai naik dari 56,7 menjadi 84,3 (+27,6 poin), dan hasil *paired sample t-test* menunjukkan $p = 0{,}000$ ($p < 0{,}05$). Nilai minimum naik 30 poin (38 menjadi 68), lebih besar daripada kenaikan nilai maksimum yang 20 poin (76 menjadi 96). Standar deviasi juga turun dari 13,1 menjadi 8,2, sehingga kesenjangan antarmahasiswa menyempit. Temuan ini memperluas hasil Adiansha (2025), Junita dan Masrukan (2025), serta Saputra et al. (2025) ke jenjang perkuliahan. Temuan ini juga sejalan dengan Santos-Trigo et al. (2024) tentang peran geometri dinamis dalam memahami turunan. Namun, N-Gain sebesar 0,62 berada pada kategori sedang, sehingga sekitar 38% potensi peningkatan belum tercapai. Desain tanpa kelas kontrol juga belum memisahkan pengaruh model dari faktor lain. Christman et al. (2024) menyarankan agar N-Gain dilengkapi ukuran efek. Meski demikian, kecenderungan positif ini sejalan dengan hasil pembelajaran inovatif lain (Munengsih et al., 2021; Purnomo et al., 2025).

Peran AI perlu dilihat dari dua sisi. Dukungan AI memperoleh skor 4,6, dan mahasiswa memakai ChatGPT untuk menyusun perintah GeoGebra dan memperbaiki sintaks. Hal ini mendukung temuan Yunianto et al. (2025) tentang peran ChatGPT dalam berpikir komputasional. Namun, perintah yang dihasilkan ChatGPT tidak selalu akurat (Yunianto et al., 2025), dan ChatGPT masih lemah pada masalah Kalkulus (Almarashdi et al., 2024). Karena itu, keberhasilan model bergantung pada kebiasaan memverifikasi

Riwayat Artikel:
Diterima 2026-03-06 | **Direvisi** 2026-03-27 | **Disetujui** 2026-04-03

Jurnal Transformasi dan Inovasi Pendidikan
E-ISSN :
Vol. 1 | No. 3 | April 2026 | Halaman. 195-225
: https://ejournal.intelearn-insight.com/jtip/article/view/22
: xx.xxxx/jtip.vx.ix.xxxx

keluaran AI (Dos Santos et al., 2026; Walkington, 2026). Bagi calon guru, pengalaman merancang proyek berbantuan teknologi membentuk pola pikir desain pembelajaran (Riverdale & IDEO, 2011; Maysarah et al., 2026). Secara keseluruhan, temuan ini mengisi kesenjangan yang disebutkan di pendahuluan. Penelitian ini membuktikan bahwa PjBL, GeoGebra, dan AI dapat dipadukan secara utuh pada Kalkulus di perguruan tinggi keagamaan Islam, dengan validitas 88,5%, kepraktisan 4,5, dan N-Gain 0,62.

KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan model pembelajaran PjBL-GeoGAI yang memadukan PjBL, GeoGebra, dan AI dalam enam tahap sintaks untuk perkuliahan Kalkulus. Model ini dinyatakan sangat valid dengan rata-rata penilaian ahli 88,5%. Model ini juga sangat praktis, dengan rata-rata respons mahasiswa 4,5 dari skala 5 dan keterlaksanaan sintaks 93%. Model ini juga efektif meningkatkan pemahaman konsep Kalkulus. Rata-rata nilai naik dari 56,7 (*pretest*) menjadi 84,3 (*posttest*), dengan N-Gain 0,62 (kategori sedang) dan hasil *paired sample t-test* yang signifikan (p = 0,000). GeoGebra memperkuat visualisasi konsep limit, turunan, dan integral, sedangkan AI membantu mahasiswa mengatasi kendala teknis, meskipun keluarannya tetap perlu diverifikasi secara kritis. Berdasarkan temuan ini, dosen disarankan menerapkan model PjBL-GeoGAI dengan membekali mahasiswa panduan *prompt engineering* dan menyederhanakan prosedur sintaks agar lebih mudah dijalankan. Penelitian selanjutnya disarankan memakai desain eksperimen dengan kelas kontrol, melaporkan ukuran efek, dan menguji model ini pada mata kuliah dan perguruan tinggi lain.

Pernyataan Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan.

REFERENSI

Adawiah, R., Arsyad, N., Dassa, A., & Djam'an, N. (2026). Development of a differentiated mathematics learning model based on students' learning style characteristics. *Frontiers in Education, 11*, Article 1815095. https://doi.org/10.3389/feduc.2026.1815095

Adiansha, A. A. (2025). Ethnomathematics-based project-based learning with GeoGebra application support to optimize students' mathematical creativity. *International Journal of Information and Education Technology*, 267–280. https://doi.org/10.24042/ijsme.v5i1.22621

Riwayat Artikel:
Diterima 2026-03-06 | **Direvisi** 2026-03-27 | **Disetujui** 2026-04-03

Jurnal Transformasi dan Inovasi Pendidikan
E-ISSN :
Vol. 1 | No. 3 | April 2026 | Halaman. 195-225
: https://ejournal.intelearn-insight.com/jtip/article/view/22
: xx.xxxx/jtip.vx.ix.xxxx

Afhami, A. H. (2022). The application of GeoGebra Classic to students' understanding of mathematical concepts in geometry transformation materials. *Journal of Mathematics Education, 16*(2), 112–120. https://doi.org/10.47662/jkpm.v3i1.66767

Afiana, V., & Andrijati, N. (2024). Enhancing problem-solving abilities through GeoGebra-assisted discovery learning model for elementary school students. *[Nama jurnal], 7*.

Agustina, M., et al. (2026). Design thinking approach in the development of e-worksheets and AI videos to enhance problem-solving skills of senior high school students. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika, 15*(1), 21–36. https://doi.org/10.31980/mosharafa.v15i1.3517

Almarashdi, H. S., Jarrah, A. M., Abu Khurma, O., & Gningue, S. M. (2024). Unveiling the potential: A systematic review of ChatGPT in transforming mathematics teaching and learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 20*(12), Article em2555. https://doi.org/10.29333/ejmste/15739

Andreucci-Annunziata, P., Riedemann, A., Cortés, S., Mellado, A., del Río, M. T., & Vega-Muñoz, A. (2023). Conceptualizations and instructional strategies on critical thinking in higher education: A systematic review of systematic reviews. *Frontiers in Education, 8*, Article 1141686. https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1141686

Ansya, Y. A. (2023). Upaya meningkatkan minat dan prestasi belajar siswa kelas IV sekolah dasar pada pembelajaran IPA menggunakan strategi PjBL (*project-based learning*). *Jurnal Ilmu Manajemen dan Pendidikan (JIMPIAN), 3*(1), 43–52. https://doi.org/10.30872/jimpian.v3i1.2225

Ansya, Y. A., Alfianita, A., Syahkira, H. P., & Syahrial, S. (2024). Peran evaluasi pembelajaran pada mata pelajaran matematika kelas V sekolah dasar. *Indiktika: Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika, 6*(2), 173–184. https://doi.org/10.31851/indiktika.v6i2.15030

Ansya, Y. A., & Salsabilla, T. (2024). Project based learning sebagai model pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan creative thinking siswa sekolah dasar. *Journal of Contemporary Issue in Elementary Education, 2*(2), 121–128. https://doi.org/10.33830/jciee.v2i2.10069

Ansya, Y. A., & Salsabilla, T. (2025a). Implementasi model *discovery learning* berbantuan Powtoon untuk meningkatkan minat belajar IPAS kelas VI sekolah dasar. *ISLAMIKA:*

Riwayat Artikel:
Diterima 2026-03-06 | **Direvisi** 2026-03-27 | **Disetujui** 2026-04-03

Jurnal Transformasi dan Inovasi Pendidikan
E-ISSN :
Vol. 1 | No. 3 | April 2026 | Halaman. 195-225
: https://ejournal.intelearn-insight.com/jtip/article/view/22
: xx.xxxx/jtip.vx.ix.xxxx

Jurnal Keislaman dan Ilmu Pendidikan, 7(2), 291–308. https://doi.org/10.36088/islamika.v7i2.5603

Ansya, Y. A., & Salsabilla, T. (2025b). Pembelajaran IPA berbasis teknologi informasi dan komunikasi. *Jurnal Dunia Pendidikan, 5*(5), 1858–1877. https://doi.org/10.55081/jurdip.v5i5.3887

Ansya, Y. A., Salsabilla, T., & Mailani, E. (2025). Peran permainan congklak untuk meningkatkan kemampuan berhitung siswa sekolah dasar. *Jurnal Riset Pembelajaran Matematika Sekolah, 9*(1), 1–9. https://doi.org/10.21009/jrpms.091.01

Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan. (2025). *Panduan mata pelajaran matematika fase A–fase F dan fase F tingkat lanjut*. Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah. https://repositori.kemendikdasmen.go.id/33608/

Branch, R. M. (2009). *Instructional design: The ADDIE approach*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-0-387-09506-6

Cahyani, A., Meiliasari, M., Rahayu, W., & Hidajat, F. A. (2024). Studi literatur: Pemilihan media pembelajaran matematika untuk siswa sekolah menengah atas. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika Jakarta, 6*(1), 70–80. https://doi.org/10.21009/jrpmj.v6i1.290238

Christman, E., Miller, P., & Stewart, J. (2024). Beyond normalized gain: Improved comparison of physics educational outcomes. *Physical Review Physics Education Research, 20*(1), Article 010123. https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.20.010123

Dikovic, L. (2009). Implementing dynamic mathematics resources with GeoGebra at the college level. *International Journal of Emerging Technologies in Learning, 4*(3), 51–54. https://doi.org/10.3991/ijet.v4i3.784

Dilling, F., & Herrmann, M. (2024). Using large language models to support pre-service teachers mathematical reasoning: An exploratory study on ChatGPT as an instrument for creating mathematical proofs in geometry. *Frontiers in Artificial Intelligence, 7*, Article 1460337. https://doi.org/10.3389/frai.2024.1460337

Dos Santos, J. M., Silva, J. C., Trocado, A., & Lavicza, Z. (2026). Generative artificial intelligence and project-based learning outputs in technology-enhanced mathematics education. *Acta Scientiae*.

Riwayat Artikel:
Diterima 2026-03-06 | **Direvisi** 2026-03-27 | **Disetujui** 2026-04-03

Jurnal Transformasi dan Inovasi Pendidikan
E-ISSN :
Vol. 1 | No. 3 | April 2026 | Halaman. 195-225
: https://ejournal.intelearn-insight.com/jtip/article/view/22
: xx.xxxx/jtip.vx.ix.xxxx

Downing, K., Ning, F., & Shin, K. (2011). Impact of problem-based learning on student experience and metacognitive development. *Multicultural Education & Technology Journal, 5*(1), 55–69. https://doi.org/10.1108/17504971111121928

Farhood, H., Nyden, M., Beheshti, A., & Muller, S. (2025). Artificial intelligence-based personalised learning in education: A systematic literature review. *Discover Artificial Intelligence, 5*(1), Article 331. https://doi.org/10.1007/s44163-025-00598-x

Fatqurhohman, & Susetyo, A. M. (2022). Transisi representasi simbolik-pictorial dalam menyelesaikan masalah matematika. *Edumatica: Jurnal Pendidikan Matematika, 12*(1), 22–29. https://doi.org/10.22437/edumatica.v12i01.15291

Fitria, J. (2025). *Pengaruh model pembelajaran problem based learning (PBL) berbasis artificial intelligence (AI) terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa pada materi statistika kelas VIII SMP PGRI Pakis* [Skripsi, Universitas Islam Malang]. http://repository.unisma.ac.id/handle/123456789/12878

Gandamana, A., Ansya, Y. A., Lubis, W., Winara, & Pratama, A. (2025). Pendampingan guru sekolah dasar dalam penyusunan instrumen penilaian Pendidikan Pancasila berbasis *smart technology* pada KKG di SDN Kecamatan Deli Tua. *JS (Jurnal Sekolah), 10*(1), 180–196. https://doi.org/10.24114/js.v10i1.71707

Gurmu, F., Tuge, C., & Hunde, A. B. (2024). Effects of GeoGebra-assisted instructional methods on students' conceptual understanding of geometry. *Cogent Education, 11*(1), Article 2379745. https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2379745

Habuke, F., Hulukati, E., & Pauweni, K. A. (2022). Meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika siswa melalui media pembelajaran interaktif Articulate Storyline pada materi peluang. *Euler: Jurnal Ilmiah Matematika, Sains dan Teknologi, 10*(1), 103–110. https://doi.org/10.34312/euler.v10i1.14496

Hamid, I., & Saprudin, S. (2016). Penggunaan hypermedia pada mata kuliah Kalkulus II untuk meningkatkan hasil belajar dan kemampuan berpikir kritis mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Unkhair. *Delta-Pi: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika, 1*(2), 75–80. https://doi.org/10.33387/dpi.v1i2.90

Hanafi, N. H., Zakaria, M. I., Ismail, N., & Suhaimee, N. R. A. (2025). Trends and patterns in project-based learning for mathematics education: A global bibliometric analysis.

Riwayat Artikel:
Diterima 2026-03-06 | **Direvisi** 2026-03-27 | **Disetujui** 2026-04-03

Jurnal Transformasi dan Inovasi Pendidikan
E-ISSN :
Vol. 1 | No. 3 | April 2026 | Halaman. 195-225
: https://ejournal.intelearn-insight.com/jtip/article/view/22
: xx.xxxx/jtip.vx.ix.xxxx

International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology, 13(4), 972–991. https://doi.org/10.46328/ijemst.4876

Handayani, N. N. L. (2023). Determination of realistic mathematics education on problem solving with numeracy literacy covariables. *Jurnal Pendidikan dan Pengajaran, 56*(2), 299–309. https://doi.org/10.23887/jpp.v56i2.63288

Hong, D. S. (2024). How do students learn definite integrals? Exploring students' learning opportunities. *School Science and Mathematics, 124*(1), 32–47. https://doi.org/10.1111/ssm.12605

Iffah, J. D. N. (2021). Pengaruh penggunaan media worksheet terhadap hasil belajar siswa sekolah menengah. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika, 10*(1), 107–116. https://doi.org/10.31980/mosharafa.v10i1.645

Imannia, D., Jumroh, & Destiniar. (2022). Kemampuan pemecahan masalah matematis siswa pada materi program linear. *Inomatika, 4*(1), 19–30. https://doi.org/10.35438/inomatika.v4i1.279

Indres, N. Y. (2026). Effectiveness of the problem based learning model assisted by GeoGebra in elementary school mathematics: (Study of literature). *Tarbiyah Suska Conference Series, 4*(1), 186–201. https://jom.uin-suska.ac.id/index.php/TSCS/article/view/5678

Julianingsih, D., & Krisnawati, E. (2020). Efektivitas video digital storytelling terhadap hasil belajar siswa kelas X materi trigonometri. *Journal of Medives: Journal of Mathematics Education IKIP Veteran Semarang, 4*(1), 129–138. https://doi.org/10.31331/medivesveteran.v4i1.975

Junita, D., & Masrukan. (2025). Penerapan model PjBL berbantuan GeoGebra untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa. *AKSIOMA: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika, 16*(2). https://doi.org/10.26877/25gqc274

Kirabo, E., Batiibwe, M. S. K., Mbulankende, J. S., & Lie, J. (2024). Technology-supported problem-based learning in mathematics education for pre-service teachers: A systematic literature review. *SN Social Sciences, 4*(10), Article 173. https://doi.org/10.1007/s43545-024-00973-y

Riwayat Artikel:
Diterima 2026-03-06 | **Direvisi** 2026-03-27 | **Disetujui** 2026-04-03

Jurnal Transformasi dan Inovasi Pendidikan
E-ISSN :
Vol. 1 | No. 3 | April 2026 | Halaman. 195-225
: https://ejournal.intelearn-insight.com/jtip/article/view/22
: xx.xxxx/jtip.vx.ix.xxxx

Klemer, A., & Rapoport, S. (2020). Origami and GeoGebra activities contribute to geometric thinking in second graders. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 16*(11). https://doi.org/10.29333/ejmste/8537

Lee, M. Y., & Lee, J. S. (2025). Project-based learning as a catalyst for integrated STEM education. *Education Sciences, 15*(7), Article 871. https://doi.org/10.3390/educsci15070871

Leiker, D., Gyllen, A. R., Eldesouky, I., & Cukurova, M. (2023). Generative AI for learning: Investigating the potential of learning videos with synthetic virtual instructors. *Communications in Computer and Information Science, 1831*, 523–529. https://doi.org/10.1007/978-3-031-36336-8_81

Liljedahl, P., Santos-Trigo, M., Malaspina, U., & Bruder, R. (2016). *Problem solving in mathematics education*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-40730-2

Long, D. Y., Wang, S., Rashid, S. M., & Lu, X. T. (2026). Artificial intelligence in higher education: A systematic review of its impact on student engagement and the mediating role of teaching methods. *Frontiers in Education, 10*, Article 1648661. https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1648661

Masuwai, A., Zulkifli, H., & Hamzah, M. I. (2024). Evaluation of content validity and face validity of secondary school Islamic education teacher self-assessment instrument. *Cogent Education, 11*(1), Article 2308410. https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2308410

Maysarah, S., Armanto, D., & Saragih, S. (2026). *Model ethno-project based learning berbantuan GeoGebra: Inovasi pembelajaran matematika untuk penguatan literasi matematis dan keterampilan sosial*. PT Bukuloka Literasi Bangsa.

McKenney, S., & Reeves, T. C. (2025). Educational design research for relevant & robust scholarship. *Journal of Computing in Higher Education, 37*(2), 614–638. https://doi.org/10.1007/s12528-025-09456-2

Meika, I., Sartika, N. S., Sujana, A., Jarinah, J., Hakim, Z., Windiarti, I. S., & Hendra, H. (2025). E-didactics design of differential calculus based on TPACK to overcome learning obstacles for mathematics pre-service teachers. *Infinity Journal, 14*(3), 733–752. https://doi.org/10.22460/infinity.v14i3.p733-752

Riwayat Artikel:
Diterima 2026-03-06 | **Direvisi** 2026-03-27 | **Disetujui** 2026-04-03

Jurnal Transformasi dan Inovasi Pendidikan
E-ISSN :
Vol. 1 | No. 3 | April 2026 | Halaman. 195-225
: https://ejournal.intelearn-insight.com/jtip/article/view/22
: xx.xxxx/jtip.vx.ix.xxxx

Muhtasyam, A., & Novaliyosi. (2023). Systematic literature review: Kemampuan pemecahan masalah matematis dan model pembelajarannya di satuan pendidikan. *Histogram: Jurnal Pendidikan Matematika, 7*(2), 34–45. https://doi.org/10.31100/histogram.v7i2.2995

Munengsih, Safitri, P. T., & Sukmawati, R. (2021). Analisis kemampuan pemecahan masalah matematis siswa SMP pada [judul lengkap]. *Jurnal Imajiner, 3*(4), 312–321. https://doi.org/10.26877/imajiner.v3i4.7267

Musyarofah, G. A., Merlina, A., & Ratnaningsih, N. (2025). Analisis kesulitan siswa menerjemahkan soal cerita ke dalam model matematika pada materi aljabar. *Jurnal Ilmuan Pendidikan, Matematika dan Kebumian, 1*(1), 55–67. https://journal.arimsi.or.id/index.php/Aljabar/article/view/520

Nasution, M., & Lailia, H. (2023). Animated video media: Improved conceptual understanding and solving mathematical problems. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika, 12*(1), 1344–1358. https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i1.6892

Nguyen, H. T. M., Nguyen, G. T. C., Thai, L. T. H., Truong, D. T., & Nguyen, B. N. (2024). Teaching mathematics through project-based learning in K-12 schools: A systematic review of current practices, barriers, and future developments. *TEM Journal, 13*(3), 2054–2064. https://doi.org/10.18421/TEM133-33

Nugroho, D. J. (2022). Inovasi model pembelajaran PjBL dalam pembelajaran matematika berbasis GeoGebra sebagai penguatan nilai keislaman. *Polynom: Journal in Mathematics Education, 2*(3), 152–160. https://doi.org/10.14421/polynom.2022.23.152-160

Nurlailiyah, L., Nugroho, A. A., & Harun, L. (2025). Eksplorasi pembelajaran yang berpihak pada siswa menggunakan design thinking untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah pada bangun ruang sisi lengkung. *Teorema: Teori dan Riset Matematika, 10*(1), 73–82. https://jurnal.unigal.ac.id/teorema/article/view/18178

Pelegrina, S., Toffalini, E., & Martín-Puga, M. E. (2026). Stability of math anxiety and its relation with math performance over time: A meta-analysis of longitudinal studies. *Journal of Educational Psychology, 118*(5), 677–702. https://doi.org/10.1037/edu0001008

Peranginangin, L. M., Tamba, R., Halimatusakkdiah, Manurung, I. F. U., & Ansya, Y. A. (2025). Pengembangan *interactive digital book* berbasis *self regulated learning* terintegrasi

Riwayat Artikel:
Diterima 2026-03-06 | **Direvisi** 2026-03-27 | **Disetujui** 2026-04-03

Jurnal Transformasi dan Inovasi Pendidikan
E-ISSN :
Vol. 1 | No. 3 | April 2026 | Halaman. 195-225
: https://ejournal.intelearn-insight.com/jtip/article/view/22
: xx.xxxx/jtip.vx.ix.xxxx

nilai karakter pada mata kuliah manajemen pendidikan. *JS (Jurnal Sekolah), 10*(1), 210–225. https://doi.org/10.24114/js.v10i1.71710

Purnomo, D. J., Dwijayanti, I., & Nugroho, A. A. (2025). Enhancing trigonometric critical thinking through innovative learning: A design thinking approach. *AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan, 17*(2), 2402–2414. https://doi.org/10.35445/alishlah.v17i2.6891

Riverdale, & IDEO. (2011). *Design thinking for educators* (2nd ed.). IDEO. https://f.hubspotusercontent30.net/hubfs/6474038/Design%20for%20Learning/IDEO_DTEdu_v2_toolkit+workbook.pdf

Riyani, P., & Hadi, M. S. (2023). Upaya meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa dalam pembelajaran matematika dengan pendekatan keterampilan proses. *Jurnal Riset Pembelajaran Matematika Sekolah, 7*(1). https://doi.org/10.21009/jrpms.071.02

Salsabila, A., & Pradipta, T. R. (2021). Mathematical problem solving ability: The impact of mathematics learning videos on an e-learning platform. *Jurnal Pendidikan Matematika, 12*(1), 83–96. https://doi.org/10.24042/ajpm.v12i1.8708

Salsabilla, T., & Ansya, Y. A. (2025). Perspektif guru sekolah dasar terhadap penggunaan media digital dalam proses pembelajaran. *Jurnal Transformasi dan Inovasi Pendidikan, 1*(1), 1–18. https://ejournal.intelearn-insight.com/jtip/article/view/11

Samosir, E. D., Ansya, Y. A., Ade, N. F., Naibaho, Y., Rahmadani, R., & Sitorus, I. (2024). Analisis kesulitan siswa dalam mempelajari materi pengolahan data di sekolah dasar. *JGK (Jurnal Guru Kita), 9*(1), 108–115. https://doi.org/10.24114/jgk.v9i1.64306

Santos-Trigo, M., Camacho-Machín, M., & Barrera-Mora, F. (2024). Focusing on foundational calculus ideas to understand the derivative concept via problem-solving tasks that involve the use of a dynamic geometry system. *ZDM – Mathematics Education, 56*(6), 1287–1301. https://doi.org/10.1007/s11858-024-01607-6

Saputra, D., Choirudin, C., Wawan, W., Setiawan, A., Anwar, M. S., & Ningsih, E. F. (2025). Eksperimentasi model pembelajaran berbasis proyek berbantuan aplikasi GeoGebra terhadap kemampuan matematika siswa. *Ainara Journal (Jurnal Penelitian dan PKM Bidang Ilmu Pendidikan), 6*(2), 323–330. https://doi.org/10.54371/ainj.v6i2.860

Sari, Y. M., Fiangga, S., El Milla, Y. I., Shahrill, M., & Yanti, L. P. (2025). Prospective teachers' iceberg designs in realistic mathematics education approach: Connecting mathematics

Riwayat Artikel:
Diterima 2026-03-06 | **Direvisi** 2026-03-27 | **Disetujui** 2026-04-03

Jurnal Transformasi dan Inovasi Pendidikan
E-ISSN :
Vol. 1 | No. 3 | April 2026 | Halaman. 195-225
: https://ejournal.intelearn-insight.com/jtip/article/view/22
: xx.xxxx/jtip.vx.ix.xxxx

and the SDGs. *Journal on Mathematics Education, 16*(3), 981–1000. https://doi.org/10.22342/jme.v16i3.pp981-1000

Sarman, A. A., Suastika, I. K., & Murniasih, T. R. (2023). Pengembangan E-LKPD untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik pada materi bangun ruang sisi lengkung. *Jurnal Tadris Matematika, 6*(1), 49–66. https://doi.org/10.21274/jtm.2023.6.1.49-66

Shahabiah, S., & Dewi, I. (2024). Upaya meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik SMP kelas VII melalui pendekatan pembelajaran matematika realistik dengan menggunakan media audio visual. *SAKOLA: Journal of Sains Cooperative Learning and Law, 1*(2), 578–592.

Siregar, B. H., Sinaga, S. M., Andini, P., Masita, N., & Fadilla, N. (2024). Analisis kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal HOTS materi sistem pertidaksamaan linear dua variabel: Perspektif teori Kastolan. *[Nama jurnal], 4*(4), 798–807. https://doi.org/10.53299/jagomipa.v4i4.926

Siregar, T. (2025a). *Development of artificial intelligence (AI)-based mathematics learning media in calculus courses using the GeoGebra application with the PjBL learning model*. SSRN.

Siregar, T. (2025b). Literature review: The use of GeoGebra software on mathematical comprehension ability. *Journal of Mathematics in Teaching and Learning, 4*(1), 327–342. https://doi.org/10.56874/jmtl.2025.v3.i2/2639/5

Siregar, T. (2026). Meningkatkan kemampuan pemahaman kalkulus turunan berbantuan GeoGebra. *J-TP MIPA: Jurnal Transformasi Pendidikan MIPA, 1*(1), 1–15.

Siregar, T., & Rhamayanti, Y. (2025). Implementasi pengembangan model ADDIE pada dunia pendidikan. *Jurnal Hasil Penelitian dan Pengembangan (JHPP), 3*(2), 85–100. https://doi.org/10.61116/jhpp.v3i2.561

Su, C. S., Hsu, C. C., & González Campos, J. A. (2026). ChatGPT as a resource to strengthen mathematics teaching and learning: A systematic review. *Journal of Computer Assisted Learning, 42*(3), Article e70241. https://doi.org/10.1002/jcal.70241

Ussainova, G., Seitmuratov, A., Issayeva, G., Shamsudinova, G., & Zhanseitova, L. (2025). Redesigning instructional design with an AI-incorporated ADDIE model for 21st

Riwayat Artikel:
Diterima 2026-03-06 | **Direvisi** 2026-03-27 | **Disetujui** 2026-04-03

Jurnal Transformasi dan Inovasi Pendidikan
E-ISSN :
Vol. 1 | No. 3 | April 2026 | Halaman. 195-225
: https://ejournal.intelearn-insight.com/jtip/article/view/22
: xx.xxxx/jtip.vx.ix.xxxx

century education. *Journal of Curriculum Studies Research, 7*(2), 498–521. https://doi.org/10.46303/jcsr.2025.31

Walkington, C. (2026). The implications of generative artificial intelligence for mathematics education. *School Science and Mathematics, 126*(4), 356–365. https://doi.org/10.1111/ssm.18356

Yunianto, W., Galic, S., Lavicza, Z., & Urhan, S. (2025). A model for computational thinking development in GeoGebra with the support of ChatGPT. *Computers in the Schools*, 1–37.

Riwayat Artikel:
Diterima 2026-03-06 | **Direvisi** 2026-03-27 | **Disetujui** 2026-04-03