

Penerapan Model Pembelajaran Mendalam Berbantuan Generative AI untuk Meningkatkan Pemahaman Algoritma Pemrograman Mata Pelajaran Informatika Siswa Kelas XI SMA Negeri 9 Pekanbaru

Ramadani Sinta¹, Alrian Rahmad², Ismanto Edi³

Pendidikan Informatika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Riau, Indonesia

ramadanisinta802@gmail.com¹, rahmadalrian@umri.ac.id², edi.ismanto@umri.ac.id³

Kata Kunci:

Pembelajaran Mendalam, Generative AI, Algoritma Pemrograman, Informatika.

Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh rendahnya pemahaman algoritma pemrograman siswa kelas XI SMA Negeri 9 Pekanbaru yang ditunjukkan oleh kesulitan dalam menganalisis masalah dan menyusun langkah-langkah algoritmik secara sistematis. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan penerapan model pembelajaran mendalam berbantuan Generative AI, mengetahui tingkat pemahaman algoritma pemrograman siswa sebelum dan sesudah penerapan model, serta menganalisis peningkatan pemahaman algoritma pemrograman siswa. Metode yang digunakan adalah penelitian pre-eksperimen dengan desain *One Group Pretest–Posttest Design* yang melibatkan 37 siswa kelas XI 5 SMA Negeri 9 Pekanbaru. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran mendalam berbantuan Generative AI terlaksana dengan baik melalui aspek *meaningful learning*, *mindful learning*, dan *joyful learning*. Nilai rata-rata *pretest* siswa sebesar 54,05 meningkat menjadi 92,16 pada *posttest*. Hasil uji N-Gain sebesar 0,8520 berada pada kategori tinggi dan hasil uji *Wilcoxon* menunjukkan nilai signifikansi $0,000 < 0,05$. Disimpulkan bahwa penerapan model pembelajaran mendalam berbantuan Generative AI efektif dalam meningkatkan pemahaman algoritma pemrograman siswa pada mata pelajaran Informatika.

Abstract

Keyword:

Deep Learning, Generative AI, Programming Algorithms, Informatics

This research is motivated by the low understanding of programming algorithms among 11th-grade students at SMA Negeri 9 Pekanbaru, as evidenced by difficulties in analyzing problems and systematically developing algorithmic steps. This study aims to describe the implementation of a Generative AI-assisted deep learning model, determine the level of students' understanding of programming algorithms before and after the model's implementation, and analyze the improvement in students' understanding of programming algorithms. The method used was a pre-experimental study with a *One Group Pretest–Posttest Design* involving 37 11th-grade students at SMA Negeri 9 Pekanbaru. The results showed that the implementation of the Generative AI-assisted deep learning model was successful through aspects of *meaningful learning*, *attentive learning*, and *enjoyable learning*. The students' average pretest score of 54.05 increased to 92.16 in the posttest. The N-Gain test result of 0.8520 is in the high category, and the Wilcoxon test results showed a significance value of $0.000 < 0.05$. It was concluded that the implementation of the Generative AI-assisted deep learning model was effective in improving students' understanding of programming algorithms in Informatics.

Information Production:

© 2026 by the authors of this article. This work is licensed under an Attribution-ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA 4.0)



PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital pada era Revolusi Industri 4.0 dan Society 5.0 telah membawa perubahan mendasar dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk bidang pendidikan. Pendidikan tidak lagi hanya berfokus pada penguasaan pengetahuan faktual, tetapi juga pada pengembangan keterampilan abad ke-21 seperti berpikir kritis, pemecahan masalah, kreativitas, kolaborasi, dan literasi digital. Salah satu keterampilan kunci yang menjadi fondasi penguasaan teknologi adalah kemampuan berpikir komputasional, yang didalamnya mencakup pemahaman algoritma pemrograman sebagai proses penyusunan langkah-langkah logis dan sistematis untuk menyelesaikan suatu permasalahan.(Alifah & Widodo, 2024)

Algoritma pemrograman memiliki peran strategis dalam pembelajaran informatika karena tidak hanya mengajarkan cara menulis kode, tetapi juga melatih siswa untuk berpikir terstruktur, menganalisis masalah, dan merancang solusi secara rasional. Pemahaman algoritma yang baik akan membantu siswa mentransfer kemampuan berpikir logis ke berbagai konteks kehidupan nyata, seperti pengambilan keputusan, analisis data, dan penyelesaian masalah sehari-hari. Berdasarkan pernyataan tersebut, penguasaan algoritma pemrograman menjadi salah satu indikator penting keberhasilan pembelajaran informatika di jenjang pendidikan menengah.

Namun demikian, berbagai laporan internasional menunjukkan bahwa kemampuan siswa dalam aspek penalaran logis dan pemecahan masalah masih tergolong rendah, khususnya di negara berkembang. Hasil *Programme for International Student Assessment (PISA)* 2022 yang dirilis oleh *Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)* menunjukkan bahwa skor rata-rata kemampuan matematika siswa Indonesia berada pada angka 366, jauh di bawah rata-rata OECD sebesar 472 (*PISA 2022 Results (Volume I)*, 2023). Kemampuan matematika dan pemecahan masalah ini memiliki keterkaitan yang erat dengan pemahaman algoritma, sehingga rendahnya capaian PISA tersebut mengindikasikan lemahnya fondasi berpikir algoritmik siswa Indonesia secara umum.

Di tingkat nasional, tantangan tersebut juga tercermin dalam praktik pembelajaran informatika di sekolah. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (Kemdikbudristek) melalui Kurikulum Merdeka menetapkan mata pelajaran Informatika sebagai mata pelajaran wajib di jenjang SMA, termasuk kelas XI, dengan tujuan membekali siswa kemampuan berpikir komputasional, literasi digital, serta pemahaman algoritma dan pemrograman (Kemdikbudristek, 2023). Materi algoritma dasar seperti pseudocode, struktur kontrol, dan pemecahan masalah berbasis algoritma menjadi kompetensi inti yang harus dikuasai siswa.

Meskipun demikian, berbagai penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran algoritma di sekolah masih menghadapi banyak kendala. Proses pembelajaran cenderung didominasi metode ceramah dan latihan soal yang berfokus pada hasil akhir, sehingga siswa lebih banyak menghafal sintaks program dibandingkan memahami alur logika algoritma secara mendalam (Nugroho Sihananto et al., 2024). Akibatnya, siswa mengalami kesulitan ketika dihadapkan pada permasalahan baru yang membutuhkan penalaran dan adaptasi algoritmik.

Kondisi tersebut semakin diperparah oleh dampak pandemi COVID-19 yang menyebabkan terjadinya *learning loss* diberbagai satuan pendidikan. Laporan resmi Kemdikbudristek menunjukkan adanya penurunan capaian belajar siswa, khususnya pada mata pelajaran yang menuntut kemampuan berpikir tingkat tinggi seperti matematika dan informatika (Kemdikbudristek, 2022). Dalam konteks pembelajaran pemrograman, pembelajaran jarak jauh membuat interaksi guru dan siswa menjadi terbatas, sehingga proses pembimbingan berpikir algoritmik tidak berjalan optimal.

Seiring dengan perkembangan teknologi digital, kemunculan *Generative Artificial Intelligence* (Generative AI) seperti ChatGPT menghadirkan peluang baru dalam dunia pendidikan. Generative AI mampu menghasilkan teks, kode, dan penjelasan secara otomatis berdasarkan perintah pengguna, sehingga berpotensi berperan sebagai asisten belajar yang memberikan umpan balik instan dan personal (Tlili et al., 2023). Beberapa studi melaporkan bahwa pemanfaatan Generative AI dalam pembelajaran pemrograman dapat membantu siswa memahami konsep algoritma, mendeteksi kesalahan logika, serta meningkatkan efisiensi belajar secara signifikan.

Meskipun demikian, pemanfaatan Generative AI dalam pendidikan tidak dapat dilepaskan dari pendekatan pedagogis yang tepat. Tanpa model pembelajaran yang terarah, penggunaan AI berisiko membuat siswa menjadi pasif dan bergantung pada teknologi. Menurut Ismanto dkk. (2025), edukasi Generative AI di lingkungan pendidikan perlu diarahkan pada peningkatan literasi teknologi serta penggunaan AI secara etis dan produktif, sehingga teknologi berfungsi sebagai sarana pengembangan kompetensi berpikir tingkat tinggi, bukan sekadar alat bantu instan (Ismanto et al., 2025). Temuan tersebut memperkuat urgensi integrasi AI dalam pembelajaran informatika untuk membangun kesiapan siswa menghadapi transformasi digital pada era Society 5.0. Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan integrasi Generative AI dengan model pembelajaran yang menekankan keterlibatan aktif dan pemahaman konseptual siswa. Salah satu pendekatan yang relevan adalah model pembelajaran mendalam (*deep learning pedagogy*), yang menekankan pembelajaran bermakna (*meaningful learning*), kesadaran dalam proses belajar (*mindful learning*), dan pengalaman belajar yang menyenangkan (*joyful learning*) Relmasira, S. C. (2025).

Pembelajaran mendalam terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep abstrak karena siswa tidak hanya menerima informasi, tetapi juga aktif membangun pengetahuannya sendiri melalui eksplorasi, diskusi, dan refleksi. Penelitian di Indonesia menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran mendalam mampu meningkatkan literasi dan pemahaman konsep hingga 40% pada mata pelajaran berbasis logika dan analisis (Kurmalasari et al., 2025). Penelitian Ismanto, Vitriani, dan Safitri (2024) juga menunjukkan bahwa penerapan sistem berbasis Artificial Intelligence dalam konteks pendidikan mampu membantu proses analisis kebutuhan belajar siswa secara lebih adaptif dan personal (Ismanto & Safitri, 2024). Hal ini mengindikasikan bahwa integrasi AI dengan pendekatan pembelajaran mendalam berpotensi menciptakan pembelajaran yang lebih kontekstual, personal, dan efektif dalam membantu siswa memahami konsep abstrak seperti algoritma pemrograman. Berdasarkan hal tersebut integrasi pembelajaran mendalam dengan bantuan Generative AI

dipandang sebagai pendekatan yang saling melengkapi, di mana AI berfungsi sebagai fasilitator belajar, bukan sebagai pengganti proses berpikir siswa.

Berdasarkan hasil observasi awal, pembelajaran algoritma pemrograman pada mata pelajaran Informatika di SMA Negeri 9 Pekanbaru masih didominasi oleh metode konvensional yang berfokus pada penyampaian materi secara teoritis dan contoh penyelesaian yang bersifat langsung. Kondisi ini menyebabkan pemahaman siswa kelas XI terhadap konsep algoritma pemrograman, khususnya dalam berpikir algoritmik, masih tergolong rendah. Kemampuan berpikir algoritmik yang mencakup analisis masalah, serta penyusunan langkah-langkah logis secara sistematis belum berkembang secara optimal. Meskipun sebagian siswa terlihat aktif dengan mengajukan pertanyaan, mereka cenderung mengalami kesulitan ketika dihadapkan pada permasalahan yang menuntut penalaran logis bertahap. Sebagai contoh, ketika siswa diberikan tugas untuk merancang langkah-langkah penyelesaian dari suatu permasalahan sederhana, seperti menentukan nilai akhir siswa berdasarkan beberapa kriteria, sebagian besar belum mampu menguraikan masalah ke dalam langkah-langkah yang runtut dan terstruktur. Hal ini menunjukkan bahwa pemahaman konseptual terhadap algoritma masih terbatas, sehingga solusi yang dihasilkan sering kali tidak sesuai dengan permasalahan yang diberikan. Permasalahan ini diperparah oleh keterbatasan fasilitas pembelajaran, yaitu rasio penggunaan satu perangkat komputer untuk dua hingga tiga siswa, yang mengakibatkan kesempatan latihan mandiri menjadi terbatas dan proses pembelajaran algoritma pemrograman belum berjalan secara optimal.

Kondisi tersebut tercermin pula pada hasil evaluasi pembelajaran. Pada ulangan harian materi algoritma pemrograman, sebanyak sekitar 54% siswa kelas XI belum mampu mencapai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yang ditetapkan, yaitu 80. Hasil ini menunjukkan bahwa sebagian besar siswa masih mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soal-soal yang menuntut analisis masalah serta penyusunan langkah algoritmik secara sistematis. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa pemahaman konseptual dan keterampilan berpikir algoritmik siswa belum berkembang secara optimal, sehingga diperlukan upaya perbaikan dalam proses pembelajaran algoritma pemrograman.

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan suatu inovasi pembelajaran yang mampu menjembatani keterbatasan fasilitas sekaligus meningkatkan kualitas pemahaman siswa. Integrasi model pembelajaran mendalam berbantuan Generative AI dipandang sebagai solusi yang potensial karena mampu menghadirkan pembelajaran yang interaktif, adaptif, dan kontekstual. Generative AI dapat dimanfaatkan sebagai alat bantu non-asesmen untuk memberikan penjelasan algoritma, contoh pseudocode, serta visualisasi proses berpikir, sementara model pembelajaran mendalam memastikan siswa tetap aktif, reflektif, dan bertanggung jawab terhadap proses belajarnya. (Nurjaini et al., 2026)

Dengan demikian, penelitian mengenai penerapan model pembelajaran mendalam berbantuan Generative AI untuk meningkatkan pemahaman algoritma pemrograman pada mata pelajaran Informatika siswa kelas XI SMA Negeri 9 Pekanbaru menjadi penting untuk dilakukan. Penelitian ini diharapkan tidak hanya memberikan kontribusi praktis bagi guru dalam merancang pembelajaran informatika yang bermakna, tetapi juga memberikan kontribusi teoretis terhadap pengembangan kajian pembelajaran informatika berbasis teknologi kecerdasan buatan di tingkat pendidikan menengah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode pre-eksperimen dan desain One Group Pretest–Posttest Design. Desain ini melibatkan satu kelompok yang diberikan tes awal (*pretest*), kemudian memperoleh perlakuan berupa penerapan model pembelajaran mendalam berbantuan Generative AI, dan diakhiri dengan tes akhir (*posttest*) untuk mengukur perubahan pemahaman algoritma pemrograman siswa. Penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 9 Pekanbaru dengan subjek penelitian sebanyak 37 siswa kelas XI 5 yang dipilih menggunakan teknik total sampling, sehingga seluruh anggota populasi dijadikan sebagai sampel penelitian. Pemilihan subjek didasarkan pada kesesuaian materi algoritma pemrograman dengan tujuan penelitian.

Prosedur penelitian terdiri atas tiga tahap, yaitu tahap persiapan, pelaksanaan, dan akhir. Pada tahap persiapan dilakukan penyusunan perangkat pembelajaran, penyusunan serta pengujian instrumen penelitian, dan penentuan jadwal penelitian. Tahap pelaksanaan diawali dengan pemberian *pretest*, dilanjutkan dengan penerapan model pembelajaran mendalam berbantuan Generative AI melalui tahapan *meaningful learning*, *mindful learning*, dan *joyful learning*, kemudian diakhiri dengan pemberian *posttest*. Tahap akhir meliputi pengolahan data, analisis statistik, dan penarikan kesimpulan.

Pengumpulan data dilakukan menggunakan tes dan observasi. Instrumen utama berupa tes pemahaman algoritma pemrograman berbentuk pilihan ganda berbasis studi kasus yang mengukur kemampuan memahami konsep algoritma, menganalisis permasalahan menggunakan pendekatan *input–process–output* (IPO),

menyusun algoritma secara sistematis, menganalisis logika algoritma, dan mengevaluasi strategi penyelesaian masalah. Sebelum digunakan, instrumen diuji validitas menggunakan korelasi Product Moment Pearson dan reliabilitas menggunakan koefisien Alpha Cronbach melalui bantuan IBM SPSS Statistics.

Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif yang meliputi nilai rata-rata, nilai maksimum, nilai minimum, dan standar deviasi. Uji normalitas dilakukan menggunakan uji Shapiro–Wilk. Karena data penelitian tidak berdistribusi normal, pengujian hipotesis dilakukan menggunakan uji Wilcoxon Signed-Rank Test pada taraf signifikansi 0,05. Efektivitas penerapan model pembelajaran dianalisis menggunakan nilai Normalized Gain (N-Gain) untuk mengetahui tingkat peningkatan pemahaman algoritma pemrograman siswa setelah diberikan perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penerapan model pembelajaran mendalam berbantuan Generative AI terhadap pemahaman algoritma pemrograman siswa kelas XI 5 SMA Negeri 9 Pekanbaru. Proses pembelajaran dilaksanakan dalam dua kali pertemuan dengan mengintegrasikan tiga karakteristik utama pembelajaran mendalam, yaitu *meaningful learning*, *mindful learning*, dan *joyful learning*. Pada tahap *meaningful learning*, siswa mengaitkan konsep algoritma dengan permasalahan kontekstual menggunakan pendekatan *Input–Process–Output* (IPO). Pada tahap *mindful learning*, siswa menganalisis, menyusun, dan mengevaluasi algoritma secara sistematis dengan dukungan teknik *prompting* pada Generative AI. Selanjutnya, tahap *joyful learning* diwujudkan melalui diskusi kelompok, presentasi, eksplorasi ChatGPT, dan evaluasi menggunakan Quizizz sehingga menciptakan pembelajaran yang aktif dan menyenangkan.

Penelitian dilaksanakan pada 37 siswa kelas XI 5 SMA Negeri 9 Pekanbaru untuk mengetahui peningkatan pemahaman algoritma pemrograman setelah penerapan model pembelajaran mendalam berbantuan *Generative AI*. Sebelum digunakan, instrumen penelitian telah memenuhi kriteria valid dan reliabel sehingga layak digunakan sebagai alat pengumpulan data.

Hasil analisis deskriptif menunjukkan adanya peningkatan nilai pemahaman algoritma pemrograman siswa setelah diberikan perlakuan. Rata-rata nilai pretest sebesar 54,05, sedangkan rata-rata nilai posttest meningkat menjadi 92,16. Ringkasan hasil deskriptif disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Statistik Deskriptif

Variabel	N	Minimum	Maksimum	Mean	Standar Deviasi
Pretest	37	0	80	54,05	17,394
Posttest	37	50	100	92,16	10,836

Hasil pengujian hipotesis menggunakan uji Wilcoxon menunjukkan nilai Asymp. Sig. (2-tailed) = 0,000 (< 0,05). Hasil tersebut menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara nilai pretest dan posttest setelah penerapan model pembelajaran mendalam berbantuan *Generative AI*. Selain itu, hasil analisis peningkatan menggunakan N-Gain memperoleh nilai rata-rata sebesar 0,852 dengan kategori tinggi. Nilai tersebut menunjukkan bahwa peningkatan pemahaman algoritma pemrograman siswa berada pada kategori tinggi setelah mengikuti pembelajaran. Ringkasan hasil N-Gain disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis N-Gain

N	Minimum	Maksimum	Mean	Kategori
37	0,38	1,00	0,852	Tinggi

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran mendalam berbantuan *Generative AI* berpengaruh signifikan terhadap peningkatan pemahaman algoritma pemrograman siswa kelas XI 5 SMA Negeri 9 Pekanbaru. Peningkatan nilai rata-rata dari 54,05 pada *pretest* menjadi 92,16 pada *posttest*, didukung oleh nilai *N-Gain* sebesar 0,852 (kategori tinggi), mengindikasikan bahwa model pembelajaran yang diterapkan efektif dalam membantu siswa memahami konsep algoritma pemrograman. Temuan ini menjawab rumusan masalah penelitian bahwa integrasi model pembelajaran mendalam dengan *Generative AI* mampu meningkatkan pemahaman algoritma pemrograman secara signifikan.

Peningkatan tersebut dapat dijelaskan melalui karakteristik model pembelajaran mendalam yang menekankan tiga dimensi utama, yaitu *meaningful learning*, *mindful learning*, dan *joyful learning*. Pada tahap *meaningful learning*, siswa menghubungkan konsep algoritma dengan permasalahan nyata sehingga konsep tidak hanya dipahami sebagai teori, tetapi juga sebagai strategi penyelesaian masalah. Pada tahap *mindful learning*, siswa dilatih untuk menganalisis permasalahan, menyusun langkah-langkah algoritma secara sistematis, serta mengevaluasi solusi yang dihasilkan. Selanjutnya, *joyful learning* menciptakan suasana

belajar yang aktif, kolaboratif, dan menyenangkan melalui diskusi kelompok, presentasi, eksplorasi *Generative AI*, dan kuis interaktif. Kombinasi ketiga aspek tersebut memungkinkan siswa membangun pemahaman konseptual yang lebih mendalam sekaligus mengembangkan kemampuan berpikir algoritmik.

Pemanfaatan *Generative AI* dalam penelitian ini juga memberikan kontribusi penting terhadap proses pembelajaran. AI tidak digunakan sebagai sumber jawaban semata, tetapi sebagai *learning support tool* yang membantu siswa mengeksplorasi konsep, memperoleh umpan balik, serta merefleksikan langkah-langkah penyelesaian masalah melalui strategi *zero-shot prompting*, *few-shot prompting*, *chain-of-thought prompting*, dan *role-based prompting*. Pendekatan tersebut mendorong siswa untuk memahami alasan di balik setiap langkah penyelesaian algoritma, sehingga proses belajar tidak berhenti pada memperoleh jawaban yang benar, tetapi juga membangun kemampuan berpikir logis, sistematis, dan reflektif. Dengan demikian, peran guru tetap menjadi fasilitator utama yang mengarahkan penggunaan AI agar mendukung tercapainya tujuan pembelajaran.

Temuan penelitian ini sejalan dengan penelitian Chang (2025) yang menyatakan bahwa pemanfaatan *Generative AI* dalam pembelajaran pemrograman dapat meningkatkan efektivitas belajar, kepercayaan diri siswa, dan kemampuan menyelesaikan permasalahan algoritmik. Namun, penelitian ini menunjukkan capaian peningkatan yang lebih tinggi. Perbedaan tersebut diduga disebabkan oleh integrasi *Generative AI* dengan model pembelajaran mendalam sehingga teknologi tidak hanya dimanfaatkan untuk menghasilkan solusi, tetapi juga menjadi sarana bagi siswa untuk membangun pemahaman konseptual melalui proses belajar yang bermakna, reflektif, dan menyenangkan.

Hasil penelitian ini juga mendukung temuan Hasanah et al. (2025) yang menyatakan bahwa pembelajaran mendalam mampu meningkatkan keterlibatan siswa, kemampuan berpikir kritis, dan pemahaman konsep. Pada penelitian ini, peningkatan tersebut tampak ketika siswa mampu mengidentifikasi komponen *input-process-output* (IPO), menyusun algoritma secara runtut, menganalisis kesalahan logika, serta mengevaluasi alternatif penyelesaian masalah dengan memanfaatkan *Generative AI* sebagai pendukung proses berpikir. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran mendalam tidak hanya meningkatkan hasil belajar, tetapi juga memperkuat kemampuan berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills*) yang menjadi salah satu tujuan utama pembelajaran informatika.

Berdasarkan temuan tersebut, penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan pembelajaran informatika dengan menunjukkan bahwa efektivitas *Generative AI* akan lebih optimal apabila diintegrasikan dengan pendekatan pedagogis yang tepat. Integrasi model pembelajaran mendalam dan *Generative AI* membentuk lingkungan belajar yang berpusat pada siswa, mendorong eksplorasi, refleksi, dan penyelesaian masalah secara sistematis. Dengan demikian, temuan ini memperkuat pandangan bahwa pemanfaatan teknologi kecerdasan buatan dalam pendidikan sebaiknya tidak diposisikan sebagai pengganti guru, melainkan sebagai alat yang mendukung proses konstruksi pengetahuan dan pengembangan kemampuan berpikir komputasional siswa.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa penerapan model pembelajaran mendalam berbantuan *Generative AI* berpengaruh signifikan terhadap peningkatan pemahaman algoritma pemrograman siswa kelas XI 5 SMA Negeri 9 Pekanbaru. Penerapan model pembelajaran yang mengintegrasikan aspek *meaningful learning*, *mindful learning*, dan *joyful learning* mampu meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran sekaligus membantu mereka memahami konsep algoritma secara lebih sistematis dan bermakna. Peningkatan pemahaman tersebut ditunjukkan oleh kenaikan nilai rata-rata dari 54,05 pada *pretest* menjadi 92,16 pada *posttest*, nilai *N-Gain* sebesar 0,852 yang termasuk kategori tinggi, serta hasil uji Wilcoxon dengan nilai signifikansi 0,000 ($< 0,05$), sehingga menunjukkan bahwa model pembelajaran mendalam berbantuan *Generative AI* efektif dalam meningkatkan pemahaman algoritma pemrograman. Berdasarkan temuan tersebut, guru Informatika disarankan memanfaatkan *Generative AI* sebagai alat bantu pembelajaran yang terintegrasi dengan strategi pembelajaran mendalam agar siswa tidak hanya memperoleh jawaban, tetapi juga memahami proses berpikir algoritmik. Sekolah diharapkan mendukung pemanfaatan teknologi AI melalui penyediaan fasilitas dan pelatihan bagi guru, sedangkan peneliti selanjutnya disarankan menerapkan desain penelitian yang melibatkan kelompok kontrol atau cakupan sampel yang lebih luas untuk memperoleh bukti empiris yang lebih kuat mengenai efektivitas model pembelajaran ini.

DAFTAR REFERENSI

Adi Saputro, A., Asty Andreana, P., & Puspitasari, N. (2024). Seminar Nasional Amikom Surakarta (Semnasa) 2024 Analisis Penerapan Pembelajaran Berbasis Ai Sebagai Tutor Virtual Dalam Optimalisasi

Kurikulum Pendidikan.

- Alifah, A. H., & Widodo, S. (2024a). Membuka Kemampuan Computational Thinking Sebagai 21 Century Skills Disiplin Stem. *Faktor: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 11(1), 100–108.
- Alifah, A. H., & Widodo, S. (2024b). Membuka Kemampuan Computational Thinking Sebagai 21 Century Skills Disiplin Stem. *Jurnal Ilmiah Kependidikan*, (1), 100–108. <https://doi.org/10.30998/fjik.v11i1.21962>
- Anwar, M., & Sodik, H. (2025). Tafhīm Al-'Ilmi : Jurnal Pendidikan Dan Pemikiran Islam Kerangka Konseptual Pembelajaran Mendalam (Deep Learning) Dan Implementasinya Dalam Pendidikan Di Indonesia (Vol. 17, Number 1).
- Apriliyana, N. P. (2025). Transforming Education Through Deep Learning Design: Integrating Four Key Elements In School Practice. In Nur Pangesti Apriliyana (Vol. 03).
- Assulamy, H., Disma, D. R. I., Sulistiyaningrum, F., Aunurrahman, A., & Warneri, W. (2024). Mata Pelajaran Informatika Dalam Kurikulum Merdeka Pada Pendidikan Kesetaraan. *Jurnal Review Pendidikan Dan Pengajaran (Jrpp)*, 7(2), 4301–4308.
- Astutik, S., Witria Ningsih, A., & Anjani, P. (2024). Manfaat Strategi Algoritma Pemrograman Dalam Kurikulum Merdeka. In *Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini Dan Kewarganegaraan* (Vol. 1, Number 3).
- Baihaqi, M. A., Prayitno, H. J., Ishartono, N., Hamranani, S. S. T., Putra, C. A., & Nizaar, M. (2025). Reimagining 21st-Century Higher Education: A Literature-Based Exploration Of Deep Learning For Cognitive, Social, And Emotional Skill Development. *Journal Of Deep Learning*, 139–168.
- Brasoveanu, A., Moodie, M., & Agrawal, R. (2021). Textual Evidence For The Perfunctoriness Of Independent Medical Reviews. *Ceur Workshop Proceedings*, 2657, 1–9. <https://doi.org/10.1145/Nnnnnnn.Nnnnnnn>
- Chang, C.-C. (2025). Evaluating The Impact Of Generative Ai Tools On Learning Outcomes, Motivation, And Cooperation In Programming-Related Courses. In *International Journal Of Education And Research* (Vol. 13, Number 2). www.ijern.com
- Clarke-Midura, J., Lee, V. R., Shumway, J. F., Silvis, D., Kozlowski, J. S., & Peterson, R. (2023). Designing Formative Assessments Of Early Childhood Computational Thinking. *Early Childhood Research Quarterly*, 65, 68–80. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2023.05.013>
- Dodi Yudo Setyawan1, L. R. N. M. G. S. (2023a). Pelatihan Algoritma Dan Pemrograman Untuk Kompetisi Sains Nasional (Osn) Di Sman 1 Metro. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2, 6255–6260.
- Dodi Yudo Setyawan1, L. R. N. M. G. S. (2023b). Pelatihan Algoritma Dan Pemrograman Untuk Kompetisi Sains Nasional (Osn) Di Sman 1 Metro.
- Elsayed, S. (2023). Towards Mitigating Chatgpt's Negative Impact On Education: Optimizing Question Design Through Bloom's Taxonomy. <http://arxiv.org/abs/2304.08176>
- Feri, M., Ismiati, N., Al-Nur, W. R., & Akbar, F. N. (2025). Implementing Deep Learning Approaches In Primary Education: A Literature Review. *Jurnal Varidika*, 178–195.
- García-López, I. M., Ramírez-Montoya, M. S., & Molina-Espinosa, J. M. (2025a). Generative Artificial Intelligence In Education: A Systematic Analysis Of Opportunities, Challenges, And Responses. *Interactive Learning Environments*, 1–24.
- García-López, I. M., Ramírez-Montoya, M. S., & Molina-Espinosa, J. M. (2025b). Generative Artificial Intelligence In Education: A Systematic Analysis Of Opportunities, Challenges, And Responses. *Interactive Learning Environments*, 1–24. <https://doi.org/10.1080/10494820.2025.2519133>
- Grizioti, M. (2025). Computational Thinking Beyond Coding: Exploring Student Computational Practices While Playing And Modifying A Socio-Scientific Simulation Game With Integrated Computational Tools. *Educational Technology Research And Development*, 73(4), 2251–2278. <https://doi.org/10.1007/S11423-025-10477-Y>
- Hamidah, S., Arista, R., Hakim, E. A., & Ariani, N. (2025). Deep Learning Pedagogy To Boost Motivation And Early Numeracy–Literacy In Indonesian Early Childhood Education. *Research And Development In Education (Raden)*, 5(2), 922–937.
- Hapizah, H., Mulyono, B., & Cahyawati, D. (2026). Fostering Students' Computational Thinking: Student Worksheets On Integer Material. *Infinity Journal*, 15(1), 19–36. <https://doi.org/10.22460/infinity.v15i1.p19-36>
- Hasanah, U., Prastiwi S, R., Arya W, L., & Yulian, D. (2025). International Journal Of Educational Technology And Society Implementation Of Deep Learning Approach In Indonesian Education. <https://doi.org/10.61132/ijets.v2i2.358>
- Hidayat, J. J., Amin, M. D. I., Fitri, E. K., Anggraini, A. N., Werdana, A. P., & Setyowati, C. (2025).

- Implementasi Model Efficientnetb0 Pada Pembuatan Aplikasi Desktop Untuk Identifikasi Hama Tanaman Sawi Berbasis Deep Learning. *Jurnal Teknologi Informasi Digital*, 1(2), 82–89.
- Idris, T., Ferazona, S., & Safitri, H. (2021). Profile Of The Ability Of Prospective Biology Teachers In Making Question Instruments Using Bloom's Taxonomy. *Reid (Research And Evaluation In Education)*, 7(2), 177–185. <https://doi.org/10.21831/Reid.V7i2.44903>
- Ilham, M. Z. (2025). Peningkatan Hasil Belajar Siswa Algoritma Pemrograman Dengan Metode Demonstrasi Di Kelas Xii Sma Negeri 5 Makassar. 8(1).
- _Implementasi+Pembelajaran+Mendalam+Untuk+Meningkatkan+Litera. (N.D.).
- Ismanto, E., Al Rian, R., Novalia, M., & Herlandy, P. B. (2025). Pengenalan Dan Edukasi Kecerdasan Artifisial Generatif Untuk Siswa Sekolah Al-Amin Terengganu, Malaysia. *Jurnal Pengabdian Untukmu Negeri*, 9(2), 194–199.
- Ismanto, E., & Safitri, A. (2024). Sosialisasi & Edukasi: Optimalisasi Bakat Dan Minat Siswa Berbasis Sistem Pakar Dengan Pendekatan Artificial Intelligence. *Jurnal Pengabdian Untukmu Negeri*, 8(3), 307–312.
- Junaedi, Suprih Widodo, Ulva Elviani, & Siti Sripatimah. (2025). Generative Ai As A Learning Companion For Student Autonomy In Secondary Education: A Self-Regulated Learning-Based Conceptual Framework. *Buletin Pengembangan Perangkat Pembelajaran*, 7(2), 259–269. <https://doi.org/10.23917/Bppp.V7i2.14787>
- Khadijah, & Mulbar, U. (2025). Analisis Kesalahan Mahasiswa Dalam Menyusun Flowchart Metode Posisi Palsu Berdasarkan Teori Rittle-Johnson Dan Alibali. *Equals: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 8(2), 159–171. <https://doi.org/10.46918/Equals.V8i2.3015>
- Khasanah, U., & Anistyasari, Y. (N.D.). Rancang Bangun Media Pembelajaran Algoritma Dan Pemrograman Berbasis Website Dengan Model Pembelajaran Pjbl Untuk Meningkatkan Kompetensi Siswa Kelas X Teknik Komputer Dan Jaringan.
- Kloos, C. D., & Alario-Hoyos, C. (2021). Educational Pyramids Aligned: Bloom's Taxonomy, The Digcompedu Framework And Instructional Designs. 2021 World Engineering Education Forum/Global Engineering Deans Council (Weef/Gedc), 110–117. <https://doi.org/10.1109/Weef/Gedc53299.2021.9657335>
- Kong, S.-C., & Lai, M. (2022). Validating A Computational Thinking Concepts Test For Primary Education Using Item Response Theory: An Analysis Of Students' Responses. *Computers & Education*, 187, 104562. <https://doi.org/10.1016/J.Compedu.2022.104562>
- Kurmalasari, T., Hidayat, T., Al Rasyid, M., Nuzulia, R., Hakim, Y., & Ali, R. (2025). The Application Of The Deeplearning Approach Assisted By The Augmented Reality Application Canva Ai In Indonesian Language Learning In Elementary Schools (Vol. 1, Number 1).
- Lee, S. J., Francom, G. M., & Nuatomue, J. (2022). Computer Science Education And K-12 Students' Computational Thinking: A Systematic Review. *International Journal Of Educational Research*, 114, 102008. <https://doi.org/10.1016/J.Ijer.2022.102008>
- Lehmann, T. H. (2025). Examining The Interaction Of Computational Thinking Skills And Heuristics In Mathematical Problem Solving. *Research In Mathematics Education*, 27(2), 269–290. <https://doi.org/10.1080/14794802.2025.2460460>
- Lestari, E., & Hidayati, S. N. (2023). Bahan Ajar Berbantuan Smart Apps Creator Untuk Peningkatan Hasil Belajar Peserta Didik. 11(2), 138–142. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/pensa>
- Mardeli, M., Sari, J. P., Setyaningsih, K., Fauzi, M., Fitri, E., & Ballianie, N. (2025). Generative Ai In Personalized Learning: A Systematic Review Of Implementation In Indonesia. *Edukasia Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 6(2), 989–1002. <https://doi.org/10.62775/Edukasia.V6i2.1672>
- Maria, E., Winarso Martyas Edi, S., Suharyadi, Christianito, E., & Purwanto. (2023). Peningkatan Kompetensi Algoritma Pemrograman Untuk Guru Smk Negeri 1 Salatiga. *Warta Lpm*, 245–255. <https://doi.org/10.23917/Warta.V26i3.1701>
- Masayu Andayanie, L., Syahriandi Adhantoro, M., Purnomo, E., & Tribuana Kurniaji, G. (2025). Implementation Of Deep Learning In Education: Towards Mindful, Meaningful, And Joyful Learning Experiences *Journal Of Deep Learning Implementation Of Deep Learning In Education: Towards Mindful, Meaningful, And Joyful Learning Experiences*. In *Journal Of Deep Learning | E* (Vol. 1, Number 1). <https://journals2.ums.ac.id/index.php/jdl>
- Matore, M. E. E. M. (2021). Rasch Model Assessment For Bloom Digital Taxonomy Applications. *Computers, Materials And Continua*, 68(1), 1235–1253. <https://doi.org/10.32604/Cmc.2021.016143>
- Mills, Kathy A, Cope, Jen, Scholes, Laura, & Rowe, Luke. (2024). Coding And Computational Thinking

- Across The Curriculum: A Review Of Educational Outcomes. *Review Of Educational Research*, 95(3), 581–618. <https://doi.org/10.3102/00346543241241327>
- Monteyne, S., Struyve, C., Gesquière, N., Neutens, T., Wyffels, F., Van Braak, J., & Aesaert, K. (2025). Teachers' Computational Thinking Content Knowledge: Development Of A Measurement Instrument. *Computers & Education*, 225, 105181. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105181>
- Montuori, C., Gambarota, F., Altoé, G., & Arfé, B. (2024). The Cognitive Effects Of Computational Thinking: A Systematic Review And Meta-Analytic Study. *Computers & Education*, 210, 104961. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104961>
- My, H. D. T., Tuan, T. Le, Dinh, B. N., & Huu, S. N. (2025). Ai-Integrated Personalized Learning For High School Students. *World Journal Of Engineering And Technology*, 13(02), 147–165. <https://doi.org/10.4236/wjet.2025.132010>
- Nafiati, D. A. (2021). Revisi Taksonomi Bloom: Kognitif, Afektif, Dan Psikomotorik. *Humanika*, 21(2), 151–172. <https://doi.org/10.21831/Hum.V21i2.29252>
- Nasukha, M., & Pancasakti Tegal, U. (N.D.). 2024, Pages 6503-6511 *Journal Of Education Research*. In *Journal Of Education Research* (Vol. 5, Number 4).
- Nugroho Sihananto, A., Wirya Atmaja, P., Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur, U., & Rungkut Madya, J. (N.D.). Andreas Nugroho Sihananto, Pratama Wirya Atmaja 8 Pemanfaatan Ai Dalam Pembelajaran Pemrograman Untuk Mahasiswa.
- Nurjaini, A., Nurjaini, L. R., Fajriah, Y. N., Khoerunnisa Nurjaini, A., & Firdaus, H. A. (2026). Integrating Generative Artificial Intelligence (Ai)-Based Multimodal ... | 72. *Asean Journal Of Educational Research And Technology*, 5(1), 71–88.
- Nushaibah, A., & Sofyan, D. (N.D.). An Analysis Of Teaching And Learning Variations Based On Bloom's Taxonomy.
- Olyan, W., Wara Prabawa, H., & Septem Riza, L. (N.D.). Game Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Smk Pada Pembelajaran Algoritma Pengurutan Dengan Metode Drill.
- Pisa 2022 Results (Volume I). (2023). Oecd Publishing. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- Politeknik, R., Padang, N., Amir, F., Negeri, P., Fadli, P., Politeknik, F., Oriyasmi, F., Fazrol, P., Politeknik, R., Tri, D., Politeknik, L., Efendi, N., Alamat, P., Kampus, J., Manis, L., & Barat, P.-S. (2025). Pelatihan Flowgorithm Untuk Meningkatkan Kemampuan Dasar Pemrograman Siswa Smk Negeri 1 Pangkalan Kerinci. *Jurnal Akademik Pengabdian Masyarakat*, 3(5). <https://doi.org/10.61722/japm.V3i5.6520>
- Pradana, A. K. A., Mardiyah, S., & Yulianingsih, W. (2024). Analysis Of Generative Ai Adoption In Self-Directed Learning Student At Skb Sidoarjo. *Jppm (Jurnal Pendidikan Dan Pemberdayaan Masyarakat)*, 11(2), 144–157. <https://doi.org/10.21831/jppm.V11i2.82969>
- Prof.Dr.Sugiyono. (2010). Metode Penelitian Pendidikan(Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D).
- Purba, H. (2023). Konsep_Dasar_Pemahaman_Algoritma_Pemrograman. *Jurnal Arjuna : Publikasi Ilmu Pendidikan, Bahasa Dan Matematika*.
- Putra, S. D., Aryani, D., & Syofyan, H. (2022). Penerapan Konsep Computational Thinking Dengan Block-Based Programming Bagi Guru Smpit Insan Rabbani. *Tridharmadimas: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Jayakarta*, 2(2), 101. <https://doi.org/10.52362/tridharmadimas.V2i2.981>
- Putri, R. (2024a). Inovasi Pendidikan Dengan Menggunakan Model Deep Learning Di Indonesia. *Jurnal Pendidikan Kewarganegaraan Dan Politik*, 2(2), 69–77.
- Putri, R. (2024b). Inovasi Pendidikan Dengan Menggunakan Model Deep Learning Di Indonesia. *Jurnal Pendidikan Kewarganegaraan Dan Politik (Jpkp)*, 2(2), 69–77.
- Rahmandani, F., Rifqi Hamzah, M., Handayani, T., Wahyu Kurniawan, M., Raya Tlogomas No, J., Lowokwaru, K., Malang, K., & Timur, J. (2025). Inovasi : Jurnal Sosial Humaniora Dan Pendidikan Integrasi Pembelajaran Mendalam (Deep Learning) Dalam Mewujudkan Pembelajaran Yang Bermutu Dan Bermakna Bagi Peserta Didik. <https://doi.org/10.55606/inovasi.V4i2.4896>
- Ramadhani, N., Prasetyo, D., Supartha, I. K. D. G., & Judijanto, L. (2025). Report Writing: Teknik Menulis Laporan Dengan Bantuan Ai. Pt. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Rezky, Y., & Ismail. (2025). Pembelajaran Mendalam Sebagai Proses Eksistensial Dalam Mewujudkan Keorientan Dan Refleksi Diri Peserta Didik. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*.
- Ridwan, A., Wibowo, A. A., Widiyanti, W., Nurhadi, D., & Isnandar, I. (2024). The Concept Directions Of Development 21st Century Vocational Education. *The Eurasia Proceedings Of Educational And Social Sciences*, 39, 80–92.
- Rizal, R., Surahman, S., Asriani, A., Putriwanti, P., Rahmawati, D., & Pratama, R. A. (2025). Praktik

- Manajemen Kelas Dalam Pembelajaran Deep Learning Keterampilan Guru Abad 21 Yang Kreatif Dan Inovatif. *Jurnal Altifani Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(6), 1525–1535.
- Robles, G., Pons, G., Escobar-Morales, D., Hartevelde, C., & Troiano, G. M. (2025). Dr. Scratch 2.0 (Ct4all): Advanced Modes And Rubrics For Assessing Computational Thinking In Scratch Projects. *Softwarex*, 32, 102359. <https://doi.org/10.1016/j.softx.2025.102359>
- Rosario, M., Arief, M., Sutoyo, H., Siswanto, A., Pratama, Y., & Feranika, A. (2024). Pembimbingan Intensif Materi Algoritma Dan Pemograman Dasar Terhadap Peserta Olimpiade Sains Nasional Bidang Informatika Tingkat Kota Pada Sma Negeri 2 Kota Jambi. Oktober, 3(2), 70. <https://doi.org/10.33998/jpmu.v3i2>
- Rumapea, H., Manalu, D. R., & Rumapea, Y. Y. P. (2025). Interpretable Deep Learning For Enhanced Ai Trust And Clarity. *Journal Of Artificial Intelligence And Technology*, 5, 345–353.
- Rusli Akhmad Junaedi. (2025). Strategi Komunikasi Pendidikan Berbasis Generative Ai Dalam Membangun Pembelajaran Di Perguruan Tinggi. *Jurnal Inovasi Komunikasi*, 1–7. <https://doi.org/10.29313/jikom.v3i1.6119>
- Salaki, N. V., Togas, P. V., & Modeong, M. (2025). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Mata Pelajaran Informatika Pada Siswa Kelas X Di Sma Negeri 2 Tondano. *EduTik: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 5(5), 1625–1636.
- Sari, N., Putra, I., Supriadi, S., Wahyuni, S., & Siregar, D. R. (2025). Pemanfaatan Artificial Intelligence Untuk Meningkatkan Kompetensi Pedagogik Guru Di Smkn 6 Muaro Jambi. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Khatulistiwa*, 8(2), 220–228.
- Selinda, P., Mangiri, H. S., & Trisetiyanto, A. N. (2025). Problematika Dalam Mengimplemetasikan Kurikulum Merdeka Belajar Pada Pelajaran Informatika. *Journal Of System Information Technology And Electronics Engineering (J-Sitee)*, 3(2), 14–20.
- Setiani, D., Abdul, M., & Dirgantoro Ajar. (2025). Persepsi Guru Penggerak Terhadap Pendekatan Deep Learning Dalam Transformasi Pembelajaran. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*.
- Sigayret, K., Tricot, A., & Blanc, N. (2025). Mesurer L'acquisition De La Pensée Informatique : Conception Et Validation De Deux Instruments. *European Review Of Applied Psychology*, 75(6), 101116. <https://doi.org/10.1016/j.erap.2025.101116>
- Sobral, S. R. (2021). Bloom's Taxonomy To Improve Teaching-Learning In Introduction To Programming. *International Journal Of Information And Education Technology*, 11(3), 148–153. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2021.11.3.1504>
- Stringer, J. K., Santen, S. A., Lee, E., Rawls, M., Bailey, J., Richards, A., Perera, R. A., & Biskobing, D. (2021). Examining Bloom's Taxonomy In Multiple Choice Questions: Students' Approach To Questions. *Medical Science Educator*, 31(4), 1311–1317. <https://doi.org/10.1007/S40670-021-01305-Y>
- Sulistyawati, W. (2025). Utilizing Social Media As A Collaborative Learning Platform In Early Childhood Education: Opportunities And Challenges. *Journal Of Educational Technology And Innovation*, 8(1), 31–39.
- Tata, T. S., Heri, H. S., & Kurniawan. (2025). Navigating The Generative Ai Revolution In Education: A Systematic Review Of Applications, Ethical Considerations, And Future Directions. *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika (Janapati)*, 14(2), 374–384. <https://doi.org/10.23887/Janapati.V14i2.90367>
- Theresiawati, Hidayanto, A. N., Seta, H. B., Widyatmoko, A. M., Muhammad, M. A., Said, M. F. A., & Adifai, S. R. (2025). Analysis Of Factors Influencing Students' Adoption Of Generative Ai As A Programming Learning Resource. *Interactive Learning Environments*, 1–18. <https://doi.org/10.1080/10494820.2025.2546630>
- Tlili, A., Shehata, B., Adarkwah, M. A., Bozkurt, A., Hickey, D. T., Huang, R., & Agyemang, B. (2023). What If The Devil Is My Guardian Angel: Chatgpt As A Case Study Of Using Chatbots In Education. *Smart Learning Environments*, 10(1), 15. <https://doi.org/10.1186/S40561-023-00237-X>
- Tsai, C. C., Chung, C. C., Cheng, Y. M., & Lou, S. J. (2022). Deep Learning Course Development And Evaluation Of Artificial Intelligence In Vocational Senior High Schools. *Frontiers In Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.965926>
- Tsarava, K., Moeller, K., Román-González, M., Golle, J., Leifheit, L., Butz, M. V., & Ninaus, M. (2022). A Cognitive Definition Of Computational Thinking In Primary Education. *Computers & Education*, 179, 104425. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104425>
- Vourletsis, I., & Politis, P. (2022). Exploring The Effect Of Remixing Stories And Games On The

- Development Of Students' Computational Thinking. *Computers And Education Open*, 3, 100069. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2021.100069>
- Waheed, A., Goyal, M., Mittal, N., Gupta, D., Khanna, A., & Sharma, M. (2021). Bloomnet: A Robust Transformer Based Model For Bloom's Learning Outcome Classification. <http://arxiv.org/abs/2108.07249>
- Wahidin Ashari, N., Farnesyia Putri, Dan, Matematika, J., & Negeri Makassar, U. (N.D.). Generative Artificial Intelligence (Gen-Ai) Dalam Pembelajaran Pada Guru-Guru Di Kabupaten Sidrap. <https://doi.org/10.35880/jhp2m.v3i2.5037>
- Wardani, F. P., & Hadiningrat, K. P. S. S. (2025). Urgency Of Coding Basic Learning For Pre-School Participant: Roadmap For Preparing Golden Indonesia 2045. *Jipower: Journal Of Intellectual Power*, 2(1), 1–15.
- Widodo, S., Elviani, U., & Sripatimah, S. (2025). Generative Ai As A Learning Companion For Student Autonomy In Secondary Education: A Self-Regulated Learning-Based Conceptual Framework. *Buletin Pengembangan Perangkat Pembelajaran*, 7(2), 259–269.
- Wiranata, D., Widiana, I. W., & Bayu, G. W. (2021). The Effectiveness Of Learning Activities Based On Revised Bloom Taxonomy On Problem-Solving Ability. *Indonesian Journal Of Educational Research And Review*, 4(2), 289. <https://doi.org/10.23887/ijerr.v4i2.37370>
- Wowor, C. E. P., Rianto, I., & Kaparang, D. R. (2025). Pengembangan Modul Pembelajaran Informatika Di Sma Berbasis Video Interaktif. *Edutik: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 5(3), 542–554.
- Yang, S., Zhu, S., & Qin, W. (2025). Enhancing Computational Thinking Assessment: A Multimodal Cognitive Diagnostic Approach. *Thinking Skills And Creativity*, 56, 101752. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2025.101752>
- Yuana, R. A., Sajidan, S., Wiranto, W., & Nizam, M. (2025). Strategies For Integrating Computational Thinking And Scientific Approaches In Programming Education: A Systematic Literature Review. In *Discover Education* (Vol. 4, Number 1). Discover. <https://doi.org/10.1007/S44217-025-00834-7>