PESHUM : Jurnal Pendidikan, Sosial dan Humaniora
Vol.5, No.6, Oktober 2026

Integrasi Media Pembelajaran Berbasis Artificial Intelligence dalam Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah dan Kemandirian Belajar Siswa

Suyuti [1], Abiyasa Eka Saputra [2], Ahmad Wahib [3], Muhammad Arsyad [4]
[1]Fakultas Ilmu Sosial dan Hukum, Universitas Negeri Jakarta
[2]Politeknik Prasetiya Mandiri
[3]Tarbiyah, STAI Ma'arif Magetan
[4]Universitas Halu Oleo
E-mail: yuti@unj.ac.id[1] , abiyasa.dosen@prasetiyamandiri.ac.id[2], ahmadwahib556@gmail.com[3]
muhammadarsyad@uho.ac.id[4]

Article History:
Received: 22 Agustus 2026
Revised: 01 September 2026
Accepted: 01 Oktober 2026

Keywords: *Artificial Intelligence, Kemandirian Belajar, Media Pembelajaran, Pemecahan Masalah, Scaffolding Metakognitif*

Abstract: *Penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas integrasi media pembelajaran berbasis Artificial Intelligence dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan kemandirian belajar siswa pada beberapa sekolah di DKI Jakarta. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain multi-site quasi experiment berbentuk pretest-posttest control group. Sebanyak 356 siswa dari enam sekolah dan 12 kelas terlibat, terdiri atas kelompok eksperimen dan kelompok kontrol dengan jumlah yang seimbang. Perlakuan dilaksanakan selama enam pertemuan dengan menempatkan AI sebagai cognitive dan metacognitive scaffolding melalui tahapan orientasi masalah, upaya mandiri, AI-guided scaffolding, konstruksi solusi, verifikasi, dan refleksi metakognitif. Data dikumpulkan menggunakan tes uraian kemampuan pemecahan masalah dan angket kemandirian belajar, kemudian dianalisis menggunakan MANCOVA dan ANCOVA dengan skor awal sebagai kovariat serta sekolah sebagai faktor kontrol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi media pembelajaran berbasis AI secara signifikan meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan kemandirian belajar siswa. Pengaruh perlakuan lebih kuat terhadap kemampuan pemecahan masalah dibandingkan kemandirian belajar, sedangkan arah efek relatif konsisten pada seluruh sekolah. Temuan ini menunjukkan bahwa AI dapat mendukung perkembangan kemampuan kognitif dan regulasi belajar apabila digunakan sebagai bantuan pedagogis yang terstruktur, tetap mempertahankan usaha mandiri, verifikasi, refleksi, dan tanggung jawab siswa terhadap proses belajar.*

PENDAHULUAN

Transformasi digital telah mengubah penggunaan teknologi pendidikan dari sekadar alat bantu

menjadi sistem yang mampu memberikan dukungan belajar secara adaptif, responsif, dan sesuai kebutuhan peserta didik. Artificial Intelligence (AI) menjadi bagian penting dari perkembangan tersebut melalui kemampuan menyediakan umpan balik otomatis, rekomendasi personal, chatbot generatif, analisis respons, dan bantuan kognitif secara *real time*. Hwang et al. (2020) menjelaskan bahwa *Artificial Intelligence in Education* berkembang menuju pembelajaran yang semakin adaptif dan berpusat pada peserta didik. Namun, keberadaan AI tidak secara otomatis meningkatkan kualitas pembelajaran. Manfaatnya tetap bergantung pada bagaimana teknologi diintegrasikan ke dalam aktivitas yang mempertahankan keterlibatan, penalaran, dan tanggung jawab siswa selama proses belajar.

Permasalahan utama dalam pemanfaatan AI di pendidikan adalah bahwa perkembangan teknologi sering berlangsung lebih cepat dibandingkan pengembangan desain pedagogis yang menjelaskan bagaimana AI seharusnya digunakan. Chen et al. (2020) menunjukkan adanya kesenjangan antara pertumbuhan aplikasi AI dan landasan teoretis yang menjelaskan mekanisme pembelajarannya. Tanpa desain yang tepat, AI berpotensi digunakan hanya untuk memperoleh jawaban, merangkum materi, atau menyelesaikan tugas secara cepat sehingga usaha kognitif siswa justru berkurang. Persoalan ini semakin penting pada pendidikan dasar dan menengah karena siswa masih membentuk strategi belajar, kemampuan metakognitif, disiplin akademik, dan kebiasaan mengambil keputusan secara mandiri. Crompton dan Burke (2022) menunjukkan bahwa keberhasilan penggunaan AI pada pendidikan K-12 berkaitan dengan karakteristik peserta didik, konteks pembelajaran, dan peran guru. Oleh karena itu, integrasi AI perlu diposisikan sebagai intervensi pedagogis yang mengatur tahapan penggunaan, bentuk bantuan, proses verifikasi, serta tanggung jawab siswa.

Salah satu kemampuan yang relevan untuk menilai kualitas integrasi tersebut adalah kemampuan pemecahan masalah. Kemampuan ini mencakup proses memahami masalah, mengidentifikasi informasi yang relevan, merencanakan strategi, menerapkan prosedur, dan mengevaluasi ketepatan solusi. Dalam proses tersebut, AI dapat menyediakan pertanyaan penuntun, klarifikasi konsep, alternatif strategi, dan umpan balik diagnostik tanpa harus memberikan jawaban akhir. Hwang dan Tu (2021) menunjukkan semakin luasnya pemanfaatan AI untuk mendukung proses pembelajaran yang adaptif, termasuk dalam pendidikan matematika. Pada konteks Indonesia, Permatasari dan Yunianta (2021) juga menunjukkan bahwa *e-learning artificial intelligence* dapat digunakan sebagai suplemen dalam proses *metacognitive scaffolding* pada pemecahan masalah. Temuan tersebut menunjukkan bahwa nilai pedagogis AI terutama muncul ketika teknologi membantu siswa mengenali kesulitan, memilih strategi, dan mengevaluasi penyelesaian, bukan ketika AI mengambil alih proses berpikir.

Selain kemampuan pemecahan masalah, integrasi AI perlu mempertimbangkan kemandirian belajar. Kemandirian belajar berkaitan dengan kemampuan siswa menginisiasi kegiatan belajar, menetapkan tujuan, mengelola waktu dan sumber belajar, memilih strategi, memonitor pemahaman, mempertahankan usaha, serta mengevaluasi kemajuan. Konstruk ini memiliki keterkaitan dengan *self-regulated learning*, terutama pada aspek kontrol terhadap tujuan, strategi, monitoring, dan evaluasi proses belajar. Jin et al. (2023) menunjukkan bahwa aplikasi AI dapat mendukung *self-regulated learning* melalui bantuan terhadap proses regulasi belajar. Molenaar et al. (2023) juga menegaskan bahwa AI memungkinkan proses belajar diamati dan didukung secara lebih dinamis. Namun, bantuan yang terlalu mudah dan tidak terstruktur berpotensi mengurangi kebutuhan siswa untuk merencanakan, mencoba, dan mengevaluasi strategi secara mandiri. Karena itu, efektivitas AI perlu dinilai tidak hanya dari hasil tugas, tetapi juga dari kemampuan siswa mempertahankan kontrol terhadap proses belajarnya.

Perkembangan *generative AI* semakin memperkuat kebutuhan terhadap desain penggunaan yang

terarah. Chiu (2024) menjelaskan bahwa *generative AI* dapat mendukung *self-regulated learning* apabila interaksinya disesuaikan dengan kebutuhan regulasi dan motivasi peserta didik. AI karena itu lebih tepat ditempatkan sebagai *scaffolding* daripada sebagai pemberi jawaban. Siswa perlu terlebih dahulu memahami masalah dan menyusun strategi awal, kemudian memanfaatkan AI untuk memperoleh petunjuk, klarifikasi, atau umpan balik, sebelum melakukan verifikasi dan refleksi terhadap solusi yang dihasilkan. Pendekatan ini dapat mempertahankan usaha kognitif sekaligus mendorong tanggung jawab belajar. Zhou et al. (2024) memperkuat argumentasi tersebut dengan menunjukkan bahwa regulasi diri dalam penggunaan *generative AI* berkaitan dengan *critical thinking* dan *problem-solving*. Dengan demikian, kemampuan pemecahan masalah dan kemandirian belajar merupakan dua hasil yang saling berkaitan dalam menilai kualitas integrasi AI.

Literatur terbaru menunjukkan bahwa hubungan antara AI, kemampuan pemecahan masalah, dan regulasi belajar telah mulai diteliti. Putri dan Fathurahman (2026), misalnya, menguji pemanfaatan AI berbasis ChatGPT terhadap kemampuan pemecahan masalah matematis dan *self-regulated learning* siswa SMA. Oleh karena itu, kebaruan penelitian ini tidak terletak pada klaim bahwa pengaruh AI terhadap kedua kemampuan tersebut belum pernah dikaji. Kesenjangan yang lebih substantif terletak pada bagaimana AI diintegrasikan sebagai media pembelajaran yang memiliki tahapan, batas bantuan, proses verifikasi, dan tujuan pedagogis yang eksplisit. Penelitian juga masih perlu menguji apakah dukungan AI yang dirancang sebagai *cognitive* dan *metacognitive scaffolding* dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah sekaligus mempertahankan kemandirian belajar siswa pada beberapa konteks sekolah.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini menempatkan AI bukan sekadar sebagai teknologi yang tersedia bagi siswa, tetapi sebagai media pembelajaran yang diintegrasikan melalui mekanisme *cognitive* dan *metacognitive scaffolding*. Siswa tetap diwajibkan memahami persoalan, membangun strategi awal, menggunakan bantuan AI secara terarah, mengevaluasi umpan balik, memverifikasi penyelesaian, dan melakukan refleksi terhadap proses belajarnya. Dengan pendekatan tersebut, penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas integrasi media pembelajaran berbasis Artificial Intelligence dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan kemandirian belajar siswa. Hasil penelitian diharapkan memberikan dasar empiris bagi guru dan sekolah dalam merancang penggunaan AI yang mendukung proses berpikir dan regulasi belajar tanpa menggantikan tanggung jawab siswa terhadap pembelajarannya.

METODE PENELITIAN

a. Desain Penelitian, Populasi, dan Sampel

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain *multi-site quasi experiment* berbentuk *pretest-posttest control group design*. Desain multisitus digunakan untuk menguji efektivitas integrasi media pembelajaran berbasis Artificial Intelligence (AI) sekaligus melihat konsistensi pengaruh perlakuan pada konteks sekolah yang berbeda. Unit perlakuan adalah kelas, sedangkan unit observasi adalah siswa.

Penelitian dilaksanakan pada enam sekolah menengah di DKI Jakarta yang memiliki kelas paralel, akses perangkat digital, dan kesiapan melaksanakan pembelajaran berbasis AI secara terkontrol. Sampel dipilih menggunakan *purposive multistage sampling*. Pada setiap sekolah dipilih dua kelas paralel dengan karakteristik akademik relatif sebanding berdasarkan tingkat kelas, kurikulum, jumlah siswa, dan capaian akademik sebelumnya. Satu kelas ditetapkan sebagai kelompok eksperimen dan satu kelas sebagai kelompok kontrol. Sebanyak 356 siswa dari 12 kelas terlibat dalam penelitian, terdiri atas 178 siswa kelompok eksperimen dan 178 siswa

kelompok kontrol. Kelompok eksperimen memperoleh pembelajaran dengan integrasi media AI, sedangkan kelompok kontrol mengikuti pembelajaran dengan materi, tujuan, alokasi waktu, dan evaluasi yang setara tanpa integrasi AI.

b. Variabel dan Definisi Operasional

Penelitian melibatkan satu variabel perlakuan dan dua variabel hasil. Variabel perlakuan adalah integrasi media pembelajaran berbasis AI, yaitu penggunaan sistem AI percakapan secara terstruktur sebagai *cognitive* dan *metacognitive scaffolding* selama proses pembelajaran. Integrasi tersebut meliputi orientasi masalah, upaya mandiri, *AI-guided scaffolding*, konstruksi solusi, verifikasi, dan refleksi metakognitif.

Variabel hasil pertama adalah kemampuan pemecahan masalah, yaitu kemampuan siswa memahami masalah, merencanakan strategi, melaksanakan strategi, dan mengevaluasi hasil penyelesaian. Kemampuan ini diukur menggunakan tes uraian dengan rubrik analitik skor 0–4 pada setiap indikator dan selanjutnya dikonversi ke skala 0–100. Variabel hasil kedua adalah kemandirian belajar, yaitu kemampuan siswa menginisiasi, merencanakan, memonitor, mempertahankan, dan mengevaluasi kegiatan belajarnya secara bertanggung jawab. Kemandirian belajar diukur menggunakan angket Likert lima tingkat yang mencakup inisiatif belajar, penetapan tujuan, strategi belajar, manajemen waktu, monitoring, persistensi, pemanfaatan sumber belajar, evaluasi diri, dan tanggung jawab.

c. Pelaksanaan Perlakuan

Perlakuan pada kelompok eksperimen dilaksanakan selama enam pertemuan. Penggunaan AI dirancang agar tidak menggantikan proses berpikir siswa, tetapi memberikan bantuan bertahap selama penyelesaian masalah. Pada tahap pertama, siswa melakukan *problem orientation* dengan mengidentifikasi inti dan tujuan permasalahan tanpa bantuan AI. Tahap kedua berupa *independent attempt*, yaitu siswa menuliskan informasi, dugaan, dan strategi awal secara mandiri. Pada tahap *AI-guided scaffolding*, siswa menggunakan AI untuk memperoleh pertanyaan penuntun, klarifikasi konsep, dan alternatif strategi. Siswa kemudian menyusun penyelesaian menggunakan argumentasi sendiri pada tahap *solution construction*. Tahap selanjutnya adalah *verification*, yaitu siswa memeriksa ketepatan hasil, membandingkan strategi, dan mengevaluasi masukan AI. Proses diakhiri dengan *metacognitive reflection*, ketika siswa mengidentifikasi kesalahan, mengevaluasi strategi yang digunakan, dan merefleksikan keputusan belajarnya.

Konsistensi perlakuan antar sekolah dijaga menggunakan perangkat pembelajaran, lembar aktivitas, pedoman *prompt*, batas penggunaan AI, dan lembar observasi yang sama. Guru memperoleh pengarahan sebelum pelaksanaan intervensi. *Fidelity of implementation* dihitung berdasarkan persentase komponen perlakuan yang terlaksana dibandingkan seluruh komponen yang direncanakan. Perlakuan dinyatakan terlaksana secara memadai apabila mencapai sekurang-kurangnya 80%.

d. Instrumen, Validitas, dan Reliabilitas

Kemampuan pemecahan masalah diukur menggunakan tes uraian yang disusun berdasarkan materi pembelajaran yang sama pada kelompok eksperimen dan kontrol. Penilaian dilakukan menggunakan rubrik analitik yang mencakup kemampuan memahami masalah, merencanakan strategi, melaksanakan strategi, dan memeriksa kembali hasil. Kemandirian belajar diukur menggunakan angket Likert lima kategori berdasarkan indikator inisiatif, tujuan belajar, strategi, pengelolaan waktu, monitoring, persistensi, pemanfaatan sumber belajar, evaluasi diri, dan tanggung jawab belajar.

Validitas isi instrumen diperiksa oleh tiga ahli di bidang pendidikan, evaluasi pembelajaran, dan teknologi pendidikan menggunakan indeks Aiken's V. Butir dengan nilai $V \geq 0{,}80$ dipertahankan, sedangkan butir yang belum memenuhi kriteria diperbaiki berdasarkan masukan ahli. Instrumen kemudian diuji coba pada siswa di luar sampel penelitian yang memiliki karakteristik relatif sebanding. Validitas empiris angket diperiksa melalui korelasi item-total, sedangkan reliabilitas internal dinilai menggunakan Cronbach's alpha dengan kriteria $\alpha \geq 0{,}70$. Pada tes uraian, konsistensi penilaian juga diperiksa melalui reliabilitas antarpenilai.

e. Prosedur Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui lima tahap. Pertama, tahap persiapan meliputi perizinan penelitian, pemilihan sekolah dan kelas, penyamaan perangkat pembelajaran, pengarahan guru, validasi instrumen, serta uji coba prosedur penggunaan AI. Kedua, siswa pada kelompok eksperimen dan kontrol mengikuti *pretest* kemampuan pemecahan masalah dan pengukuran awal kemandirian belajar. Ketiga, kelompok eksperimen mengikuti intervensi berbasis AI selama enam pertemuan, sedangkan kelompok kontrol mengikuti pembelajaran reguler dengan materi dan waktu yang setara.

Keempat, kedua kelompok mengikuti *posttest* menggunakan instrumen dengan konstruk dan tingkat kesulitan yang sepadan dengan pengukuran awal. Kelima, data diperiksa untuk memastikan kelengkapan, pengkodean, keberadaan data hilang, dan *outlier* sebelum dianalisis. Identitas siswa dianonimkan selama pengolahan data dan siswa diarahkan untuk tidak memasukkan informasi pribadi ke dalam platform AI.

f. Teknik Analisis Data

Analisis data diawali dengan statistik deskriptif berupa rerata, standar deviasi, skor minimum-maksimum, serta perubahan skor *pretest-posttest*. Kesetaraan kondisi awal kelompok eksperimen dan kontrol diperiksa berdasarkan skor *pretest*. Sebelum pengujian hipotesis, dilakukan pemeriksaan asumsi yang meliputi normalitas residual, homogenitas varians, homogenitas matriks kovarians, linearitas, serta homogenitas kemiringan regresi.

Efektivitas perlakuan terhadap kemampuan pemecahan masalah dan kemandirian belajar secara simultan diuji menggunakan MANCOVA dengan skor *pretest* sebagai kovariat dan sekolah sebagai faktor kontrol. Apabila efek multivariat signifikan, analisis dilanjutkan dengan ANCOVA untuk masing-masing variabel hasil. Penggunaan ANCOVA memungkinkan perbedaan skor *posttest* antara kelompok eksperimen dan kontrol dianalisis setelah kemampuan awal dan variasi antar sekolah dikendalikan.

Konsistensi pengaruh perlakuan antar sekolah dianalisis melalui interaksi *Treatment* × *School*. Interaksi yang tidak signifikan menunjukkan bahwa arah pengaruh integrasi AI relatif konsisten pada sekolah yang berbeda. Karena perlakuan diberikan pada tingkat kelas, pemeriksaan inferensial juga mempertimbangkan pengelompokan siswa dalam kelas. Besarnya pengaruh perlakuan dilaporkan menggunakan *partial eta squared* (ηp^2), dengan nilai sekitar 0,01, 0,06, dan 0,14 masing-masing menunjukkan efek kecil, sedang, dan besar. Taraf signifikansi ditetapkan pada $\alpha = 0{,}05$.

PESHUM : Jurnal Pendidikan, Sosial dan Humaniora
Vol.5, No.6, Oktober 2026

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1) Karakteristik Sampel dan Kualitas Pelaksanaan Penelitian

Penelitian melibatkan 356 siswa dari 12 kelas pada enam sekolah menengah di DKI Jakarta. Sampel terbagi seimbang antara kelompok eksperimen (n = 178) dan kelompok kontrol (n = 178). Distribusi peserta pada setiap sekolah relatif merata sehingga tidak terdapat satu sekolah yang mendominasi sampel penelitian.

Tabel 1. Distribusi Sampel Penelitian

Sekolah	Eksperimen	Kontrol	Total
Sekolah A	31	30	61
Sekolah B	30	30	60
Sekolah C	29	30	59
Sekolah D	30	29	59
Sekolah E	29	29	58
Sekolah F	29	30	59
Total	**178**	**178**	**356**

Instrumen penelitian menunjukkan kualitas pengukuran yang memadai. Tes kemampuan pemecahan masalah memiliki Aiken's V sebesar 0,86–0,94, reliabilitas internal sebesar 0,88, dan *intraclass correlation coefficient* antarpenilai sebesar 0,91. Angket kemandirian belajar memiliki *corrected item-total correlation* sebesar 0,47–0,78 dan Cronbach's alpha sebesar 0,92. Dengan demikian, instrumen memenuhi kriteria validitas dan reliabilitas untuk digunakan dalam analisis utama.

Keterlaksanaan perlakuan juga berada pada kategori sangat tinggi. *Fidelity of implementation* pada enam sekolah berkisar antara 91,7% dan 96,1%, dengan rerata sebesar 94,1%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tahapan orientasi masalah, upaya mandiri, *AI-guided scaffolding*, konstruksi solusi, verifikasi, dan refleksi metakognitif dapat diterapkan secara relatif konsisten pada seluruh kelompok eksperimen.

2) Statistik Deskriptif dan Kesetaraan Kondisi Awal

Hasil deskriptif menunjukkan bahwa kelompok eksperimen dan kontrol memiliki skor awal yang relatif berdekatan. Setelah enam pertemuan, kedua kelompok mengalami peningkatan, tetapi peningkatan pada kelompok eksperimen lebih besar pada kedua variabel hasil.

Tabel 2. Statistik Deskriptif Pretest dan Posttest

Variabel	Kelompok	n	Pretest M ± SD	Posttest M ± SD	ΔM
Pemecahan masalah	Eksperimen	178	61,82 ± 8,14	79,63 ± 7,36	+17,81
Pemecahan masalah	Kontrol	178	61,37 ± 8,29	69,82 ± 7,91	+8,45
Kemandirian belajar	Eksperimen	178	64,18 ± 7,02	77,06 ± 6,48	+12,88
Kemandirian belajar	Kontrol	178	63,87 ± 7,11	68,31 ± 6,85	+4,44

Tidak terdapat perbedaan kondisi awal yang signifikan antara kelompok eksperimen dan kontrol pada kemampuan pemecahan masalah ($t = 0,48$; $p = 0,632$) maupun kemandirian belajar ($t = 0,56$; $p = 0,578$). Pemeriksaan asumsi juga menunjukkan bahwa analisis dapat dilanjutkan. Normalitas residual terpenuhi untuk kemampuan pemecahan masalah ($W = 0,994$; $p = 0,074$) dan kemandirian belajar ($W = 0,995$; $p = 0,091$). Homogenitas varians juga terpenuhi pada kedua outcome, masing-masing dengan $F = 1,55$; $p = 0,214$ dan $F = 1,74$; $p = 0,187$. Box's M tidak signifikan ($M = 9,84$; $p = 0,083$), sedangkan pengujian homogenitas kemiringan regresi juga tidak menunjukkan pelanggaran pada kemampuan pemecahan masalah ($F = 0,26$; $p = 0,612$) maupun kemandirian belajar ($F = 0,58$; $p = 0,447$).

3) Efektivitas Integrasi Media Pembelajaran Berbasis Artificial Intelligence

Hasil MANCOVA menunjukkan bahwa integrasi media pembelajaran berbasis AI memberikan pengaruh simultan yang signifikan terhadap kemampuan pemecahan masalah dan kemandirian belajar setelah skor awal dan variasi antar sekolah dikendalikan. Efek perlakuan menghasilkan Pillai's Trace sebesar 0,214, $F(2,345) = 46,72$, $p < 0,001$, dengan partial eta squared sebesar 0,213. Hasil ini menunjukkan adanya efek multivariat yang substantif dari perlakuan terhadap kedua hasil belajar.

Analisis ANCOVA menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan terhadap kemampuan pemecahan masalah signifikan, $F(1,344) = 78,64$, $p < 0,001$, $\eta p^2 = 0,185$. Setelah penyesuaian terhadap skor awal dan sekolah, kelompok eksperimen memiliki *adjusted mean* sebesar 79,41, sedangkan kelompok kontrol sebesar 70,02. Nilai ηp^2 menunjukkan efek yang tergolong besar.

Pada kemandirian belajar, pengaruh perlakuan juga signifikan, $F(1,344) = 41,39$, $p < 0,001$, $\eta p^2 = 0,107$. *Adjusted mean* kelompok eksperimen sebesar 76,91, lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol sebesar 68,47. Besaran efek tersebut tergolong sedang menuju besar, tetapi masih lebih rendah dibandingkan pengaruh perlakuan terhadap kemampuan pemecahan masalah.

Tabel 3. Ringkasan Hasil MANCOVA dan ANCOVA

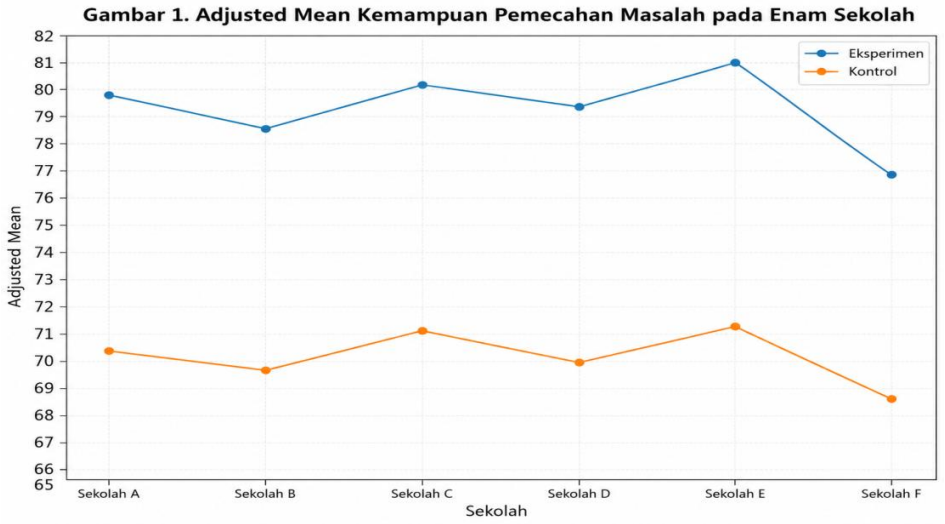
Analisis/Efek	Statistik	df	p-value	ηp^2	Adjusted Mean
MANCOVA: Treatment	Pillai = 0,214; F	2,345	<0,001	0,213	–

	= 46,72				
ANCOVA Y_1:Treatment	F = 78,64	1,344	<0,001	0,185	79,41 vs 70,02
ANCOVA Y_1: School	F = 2,47	5,344	0,032	0,035	–
ANCOVA Y_2:Treatment	F = 41,39	1,344	<0,001	0,107	76,91 vs 68,47
ANCOVA Y_2: School	F = 1,92	5,344	0,090	0,027	–

Efek sekolah terhadap kemampuan pemecahan masalah signifikan tetapi kecil, F(5,344) = 2,47, p = 0,032, ηp^2 = 0,035. Sebaliknya, efek sekolah terhadap kemandirian belajar tidak signifikan, F(5,344) = 1,92, p = 0,090. Hal tersebut menunjukkan bahwa variasi konteks sekolah hanya menjelaskan sebagian kecil perbedaan kemampuan pemecahan masalah dan tidak menghilangkan pengaruh utama perlakuan AI.

4) Konsistensi Efek Antar Sekolah

Pengujian interaksi *Treatment* × *School* menunjukkan bahwa efektivitas integrasi AI relatif konsisten pada seluruh sekolah. Interaksi tidak signifikan terhadap kemampuan pemecahan masalah, F(5,338) = 1,06, p = 0,382, maupun kemandirian belajar, F(5,338) = 0,91, p = 0,474. Dengan demikian, keunggulan kelompok eksperimen tidak hanya berasal dari satu sekolah tertentu.



Gambar 1. Adjusted Mean Kemampuan Pemecahan Masalah pada Enam Sekolah

Gambar 1 menunjukkan bahwa *adjusted mean* kelompok eksperimen berada di atas kelompok kontrol pada seluruh sekolah. Rentang kelompok eksperimen berada antara 76,9 dan 81,0, sedangkan kelompok kontrol antara 68,8 dan 71,3. Pola yang relatif sejajar mendukung hasil pengujian interaksi dan menunjukkan kestabilan arah pengaruh perlakuan antar sekolah.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi media pembelajaran berbasis AI meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan kemandirian belajar. Pengaruh terbesar

ditemukan pada kemampuan pemecahan masalah, sementara efek terhadap kemandirian belajar tetap substantif. Efek perlakuan juga menunjukkan arah yang relatif konsisten pada enam sekolah.

B. Pembahasan

1) Integrasi AI dan Penguatan Kemampuan Pemecahan Masalah

Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi media pembelajaran berbasis Artificial Intelligence secara signifikan meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa. Kelompok eksperimen memperoleh *adjusted mean* sebesar 79,41, lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol sebesar 70,02, dengan $\eta p^2 = 0{,}185$. Besaran efek tersebut menunjukkan bahwa integrasi AI memberikan kontribusi pendidikan yang substantif setelah kemampuan awal siswa dan variasi antar sekolah dikendalikan.

Temuan ini mendukung perkembangan *Artificial Intelligence in Education* yang menempatkan AI sebagai dukungan adaptif terhadap aktivitas kognitif siswa (Hwang et al., 2020). Hwang dan Tu (2021) menunjukkan bahwa AI dapat mendukung pembelajaran melalui pemberian umpan balik, representasi alternatif, dan bantuan yang disesuaikan dengan kebutuhan peserta didik. Temuan serupa dilaporkan Anisyah et al. (2025), yang menunjukkan bahwa integrasi media AI dapat mendukung kemampuan pemecahan masalah matematis, serta Wardat et al. (2023), yang memperlihatkan potensi ChatGPT dalam mendukung pemahaman dan penyelesaian masalah matematika.

Pengaruh yang kuat pada penelitian ini berkaitan dengan penempatan AI sebagai *scaffolding*, bukan sebagai penyedia jawaban akhir. Siswa terlebih dahulu diwajibkan melakukan *independent attempt* untuk memahami masalah dan merumuskan strategi awal. AI baru digunakan untuk memberikan pertanyaan penuntun, klarifikasi konsep, alternatif strategi, dan umpan balik. Pola ini sejalan dengan Permatasari dan Yunianta (2021), yang menunjukkan manfaat AI dalam *metacognitive scaffolding* pemecahan masalah. Putri dan Fathurahman (2026) juga melaporkan pengaruh penggunaan ChatGPT terhadap kemampuan pemecahan masalah matematis siswa SMA.

Tahapan verifikasi dan refleksi yang digunakan dalam penelitian ini menjadi penting karena siswa tidak diarahkan untuk menerima keluaran AI secara langsung. Mereka harus menilai kesesuaian informasi, memeriksa kembali strategi, dan memperbaiki penyelesaian berdasarkan pertimbangan sendiri. Zhou et al. (2024) menunjukkan bahwa regulasi diri dalam penggunaan *generative AI* berkaitan dengan *critical thinking* dan *problem-solving*. Dengan demikian, peningkatan kemampuan pemecahan masalah pada penelitian ini lebih tepat dipahami sebagai hasil interaksi antara dukungan AI dengan aktivitas kognitif dan metakognitif siswa, bukan sebagai akibat dari kemampuan AI menghasilkan jawaban secara instan.

2) Integrasi AI dalam Meningkatkan Kemandirian Belajar

Integrasi AI juga memberikan pengaruh signifikan terhadap kemandirian belajar. Kelompok eksperimen memperoleh *adjusted mean* sebesar 76,91, sedangkan kelompok kontrol sebesar 68,47, dengan $\eta p^2 = 0{,}107$. Temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan AI tidak selalu menghasilkan ketergantungan terhadap teknologi. Ketika bantuan diberikan secara terstruktur dan siswa tetap bertanggung jawab terhadap keputusan belajarnya, AI justru dapat mendukung perkembangan regulasi belajar.

Temuan tersebut konsisten dengan Jin et al. (2023), yang menunjukkan bahwa aplikasi AI dapat mendukung *self-regulated learning*. Molenaar et al. (2023) juga menjelaskan bahwa AI dapat membantu proses perencanaan, monitoring, dan penyesuaian strategi belajar secara lebih dinamis.

Pada konteks *generative AI*, Chiu (2024) menunjukkan bahwa AI dapat digunakan untuk memperkuat regulasi diri ketika bentuk dukungannya disesuaikan dengan kebutuhan peserta didik. Lai (2024) juga menegaskan bahwa munculnya chatbot generatif membutuhkan penyesuaian strategi *self-regulated learning*, terutama dalam proses mencari bantuan dan mengevaluasi informasi.

Dalam penelitian ini, siswa tidak dapat langsung menyerahkan penyelesaian kepada AI. Mereka harus menyusun strategi awal, mengajukan pertanyaan yang relevan, mengevaluasi respons AI, melakukan verifikasi, dan merefleksikan keputusan belajarnya. Mekanisme tersebut sejalan dengan Ouyang et al. (2023), yang menekankan pentingnya *AI-supported regulation of learning*, serta Wu et al. (2024), yang menunjukkan bahwa *self-directed learning* merupakan komponen penting dalam lingkungan pendidikan berbasis AI. Struktur tersebut mempertahankan kontrol belajar pada siswa sehingga AI berfungsi sebagai sumber bantuan, bukan sebagai pengambil keputusan utama.

Efek integrasi AI terhadap kemandirian belajar lebih rendah dibandingkan kemampuan pemecahan masalah. Perbedaan ini dapat dipahami karena kemampuan pemecahan masalah dilatih secara langsung pada setiap tahap intervensi, sedangkan kemandirian belajar merupakan kapasitas regulatif yang berkembang melalui pembiasaan. Chiu (2024) dan Molenaar et al. (2023) menunjukkan bahwa regulasi belajar bersifat kompleks dan dinamis. Oleh karena itu, enam pertemuan dapat menghasilkan perubahan yang terukur, tetapi durasi yang lebih panjang kemungkinan diperlukan untuk memperkuat perubahan regulatif secara lebih mendalam.

3) AI sebagai Cognitive dan Metacognitive Scaffolding

Hasil MANCOVA memperlihatkan bahwa integrasi AI memberikan pengaruh simultan terhadap kemampuan pemecahan masalah dan kemandirian belajar, dengan Pillai's Trace sebesar 0,214 dan ηp^2 sebesar 0,213. Temuan tersebut menunjukkan bahwa desain pembelajaran berbasis AI dapat memperkuat kemampuan kognitif dan regulatif secara bersamaan. Hal ini sekaligus menjawab persoalan yang dikemukakan Chen et al. (2020) mengenai kesenjangan antara perkembangan aplikasi AI dan pemahaman tentang mekanisme pedagogis yang mendasari efektivitasnya.

Mekanisme utama dalam penelitian ini terletak pada urutan bantuan. AI digunakan setelah siswa melakukan usaha awal dan tidak diperkenankan menggantikan pembentukan representasi masalah atau pengambilan keputusan. Pendekatan tersebut sejalan dengan paradigma AI yang semakin berpusat pada peserta didik (Ouyang & Jiao, 2021) dan kerangka Su dan Yang (2023), yang menekankan bahwa kemampuan *generative AI* perlu dihubungkan dengan tujuan pedagogis yang jelas. Pendekatan ini juga penting untuk mengurangi risiko penggunaan ChatGPT yang tidak terstruktur, seperti ketergantungan dan penerimaan informasi tanpa evaluasi kritis (Lo, 2023; Tlili et al., 2023).

Tahap verifikasi semakin memperkuat fungsi tersebut karena siswa harus mengevaluasi kualitas keluaran AI. Ng et al. (2021) menempatkan kemampuan memahami, menggunakan, dan mengevaluasi AI sebagai bagian penting dari *AI literacy*. Chiu et al. (2023) juga menunjukkan bahwa peluang AI dalam pendidikan selalu disertai tantangan yang memerlukan desain pedagogis dan peran guru yang jelas. Dengan demikian, keberhasilan integrasi AI dalam penelitian ini tidak hanya berasal dari kemampuan teknologinya, tetapi dari kombinasi antara aturan penggunaan, tahapan pembelajaran, pengarahan guru, dan aktivitas reflektif siswa.

4) Konsistensi Efek dan Implikasi Implementasi

Tidak signifikannya interaksi *Treatment* × *School* menunjukkan bahwa arah pengaruh integrasi

AI relatif konsisten di enam sekolah. Pada kemampuan pemecahan masalah, interaksi menghasilkan F(5,338) = 1,06, p = 0,382, sedangkan pada kemandirian belajar F(5,338) = 0,91, p = 0,474. Temuan ini diperkuat oleh *fidelity of implementation* yang mencapai rata-rata 94,1%, menunjukkan bahwa prosedur intervensi dapat diterapkan secara konsisten pada seluruh sekolah.

Hasil tersebut sejalan dengan Crompton dan Burke (2022), yang menunjukkan bahwa keberhasilan penggunaan AI pada pendidikan K-12 dipengaruhi oleh desain implementasi, karakteristik siswa, dan keterlibatan guru. Lee dan Kwon (2024) juga menunjukkan adanya variasi strategi dan hasil pembelajaran dalam pendidikan AI pada jenjang K-12. Penelitian ini menambahkan bukti bahwa standardisasi prosedur, materi, durasi, dan panduan penggunaan AI dapat menghasilkan arah efek yang relatif konsisten pada beberapa konteks sekolah.

Temuan multisitus juga penting karena penelitian AI pendidikan sebelumnya banyak dilakukan pada pendidikan tinggi (Zawacki-Richter et al., 2019; Ouyang et al., 2022; Crompton & Burke, 2023). Pada siswa sekolah, struktur penggunaan AI dan supervisi guru menjadi lebih penting karena kebiasaan belajar dan regulasi diri masih berkembang. Meskipun demikian, generalisasi hasil penelitian perlu mempertimbangkan bahwa sekolah dipilih secara purposif berdasarkan kesiapan infrastruktur dan kemampuan melaksanakan intervensi. Durasi enam pertemuan juga belum memungkinkan penilaian terhadap keberlanjutan perubahan dalam jangka panjang. Penelitian selanjutnya dapat memperluas konteks sekolah, menambahkan pengukuran lanjutan, dan menguji apakah manfaat pembelajaran tetap bertahan ketika intensitas *scaffolding* secara bertahap dikurangi.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi media pembelajaran berbasis Artificial Intelligence yang dirancang sebagai *cognitive and metacognitive scaffolding* efektif dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan kemandirian belajar siswa. Kelompok eksperimen menunjukkan hasil yang lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol setelah skor awal dan perbedaan antar sekolah dikendalikan. Pengaruh integrasi AI lebih kuat terhadap kemampuan pemecahan masalah dibandingkan terhadap kemandirian belajar, yang menunjukkan bahwa penggunaan AI secara terstruktur dapat memperkuat proses memahami masalah, merancang strategi, memperoleh umpan balik, melakukan verifikasi, serta mengevaluasi penyelesaian secara lebih sistematis.

Integrasi AI juga terbukti mendukung peningkatan kemandirian belajar ketika penggunaannya tetap menempatkan siswa sebagai pengendali utama proses pembelajaran. Tahapan upaya mandiri, penggunaan AI secara terarah, verifikasi, dan refleksi membantu siswa mempertahankan tanggung jawab terhadap strategi dan keputusan belajarnya. Efek perlakuan yang relatif konsisten pada enam sekolah menunjukkan bahwa pendekatan integrasi AI berbasis scaffolding memiliki potensi untuk diterapkan pada berbagai konteks sekolah sepanjang penggunaannya dirancang secara terstruktur dan tidak menggantikan proses berpikir siswa.

DAFTAR REFERENSI

Anisyah, A., Rohaeti, T., & Lusyana, D. (2025). Integrasi media AI: Strategi inovatif untuk meningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis. *Pedagogy: Jurnal Pendidikan Matematika*, *10*(4), 2469–2479. https://doi.org/10.30605/pedagogy.v10i4.7540

Chen, X., Xie, H., Zou, D., & Hwang, G.-J. (2020). Application and theory gaps during the rise of Artificial Intelligence in Education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*,

1, 100002. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100002

Chiu, T. K. F. (2024). A classification tool to foster self-regulated learning with generative artificial intelligence by applying self-determination theory: A case of ChatGPT. *Educational Technology Research and Development*, *72*, 2401–2416. https://doi.org/10.1007/s11423-024-10366-w

Chiu, T. K. F., Xia, Q., Zhou, X., Chai, C. S., & Cheng, M. (2023). Systematic literature review on opportunities, challenges, and future research recommendations of artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, *4*, 100118. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100118

Crompton, H., & Burke, D. (2022). Artificial intelligence in K-12 education. *SN Social Sciences*, *2*, Article 113. https://doi.org/10.1007/s43545-022-00425-5

Crompton, H., & Burke, D. (2023). Artificial intelligence in higher education: The state of the field. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, *20*, Article 22. https://doi.org/10.1186/s41239-023-00392-8

Hwang, G.-J., & Tu, Y.-F. (2021). Roles and research trends of artificial intelligence in mathematics education: A bibliometric mapping analysis and systematic review. *Mathematics*, *9*(6), 584. https://doi.org/10.3390/math9060584

Hwang, G.-J., Xie, H., Wah, B. W., & Gašević, D. (2020). Vision, challenges, roles and research issues of Artificial Intelligence in Education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, *1*, 100001. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100001

Jin, S.-H., Im, K., Yoo, M., Roll, I., & Seo, K. (2023). Supporting students' self-regulated learning in online learning using artificial intelligence applications. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, *20*, Article 37. https://doi.org/10.1186/s41239-023-00406-5

Lai, J. W. (2024). Adapting self-regulated learning in an age of generative artificial intelligence chatbots. *Future Internet*, *16*(6), 218. https://doi.org/10.3390/fi16060218

Lee, S. J., & Kwon, K. (2024). A systematic review of AI education in K-12 classrooms from 2018 to 2023: Topics, strategies, and learning outcomes. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, *6*, 100211. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100211

Lo, C. K. (2023). What is the impact of ChatGPT on education? A rapid review of the literature. *Education Sciences*, *13*(4), 410. https://doi.org/10.3390/educsci13040410

Molenaar, I., de Mooij, S., Azevedo, R., Bannert, M., Järvelä, S., & Gašević, D. (2023). Measuring self-regulated learning and the role of AI: Five years of research using multimodal multichannel data. *Computers in Human Behavior*, *139*, 107540. https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107540

Ng, D. T. K., Leung, J. K. L., Chu, S. K. W., & Qiao, M. S. (2021). Conceptualizing AI literacy: An exploratory review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, *2*, 100041. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100041

Ouyang, F., & Jiao, P. (2021). Artificial intelligence in education: The three paradigms. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, *2*, 100020. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100020

Ouyang, F., Wu, M., Zhang, L., Xu, W., Zheng, L., & Cukurova, M. (2023). Making strides towards AI-supported regulation of learning in collaborative knowledge construction.

Computers in Human Behavior, *142*, 107650. https://doi.org/10.1016/j.chb.2023.107650

Ouyang, F., Zheng, L., & Jiao, P. (2022). Artificial intelligence in online higher education: A systematic review of empirical research from 2011 to 2020. *Education and Information Technologies*, *27*, 7893–7925. https://doi.org/10.1007/s10639-022-10925-9

Permatasari, C. R. I., & Yunianta, T. N. H. (2021). E-learning artificial intelligence sebagai suplemen dalam proses metacognitive scaffolding pemecahan masalah integral. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, *10*(2), 829–839. https://doi.org/10.24127/ajpm.v10i2.3490

Putri, D. W., & Fathurahman, M. (2026). Pengaruh pemanfaatan artificial intelligence berbasis ChatGPT terhadap kemampuan pemecahan masalah matematis dan self-regulated learning siswa SMA. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, *11*(2). https://doi.org/10.23969/jp.v11i02.48366

Su, J., & Yang, W. (2023). Unlocking the power of ChatGPT: A framework for applying generative AI in education. *ECNU Review of Education*, *6*(3), 355–366. https://doi.org/10.1177/20965311231168423

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*, Article 15. https://doi.org/10.1186/s40561-023-00237-x

Wardat, Y., Tashtoush, M. A., AlAli, R., & Jarrah, A. M. (2023). ChatGPT: A revolutionary tool for teaching and learning mathematics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *19*(7), em2286. https://doi.org/10.29333/ejmste/13272

Wu, D., Zhang, S., Ma, Z., Yue, X.-G., & Dong, R. K. (2024). Unlocking potential: Key factors shaping undergraduate self-directed learning in AI-enhanced educational environments. *Systems*, *12*(9), 332. https://doi.org/10.3390/systems12090332

Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education: Where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, *16*, Article 39. https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0

Zhou, X., Teng, D., & Al-Samarraie, H. (2024). The mediating role of generative AI self-regulation on students' critical thinking and problem-solving. *Education Sciences*, *14*(12), 1302. https://doi.org/10.3390/educsci14121302