

Peran *Artificial Intelligence* dalam Mendukung Pembelajaran Aktif Berbasis Masalah di Pendidikan Menengah

Ellen Sintya Dewi*, Taat Wulandari
Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

*Corresponding Author: ellensintya.2025@student.uny.ac.id

Article history

Dikirim:

30-05-2026

Direvisi:

17-06-2026

Diterima:

20-06-2026

Key words:

Artificial Intelligence;
ChatGPT; *Problem-Based Learning*;
pembelajaran aktif;
Pendidikan menengah;
systematic literature review.

Abstrak: Perkembangan *Artificial Intelligence* (AI), khususnya ChatGPT dan teknologi AI generative, telah membawa perubahan penting dalam praktik pembelajaran di sekolah menengah. Namun pemanfaatan AI dalam pembelajaran tidak cukup hanya dilihat sebagai inovasi teknologi, melainkan perlu dianalisis secara pedagogis agar benar-benar mendukung pembelajaran aktif, kritis, dan bermakna. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara sistematis peran *Artificial Intelligence* (AI) dalam mendukung pembelajaran aktif berbasis masalah di pendidikan menengah. Metode yang digunakan adalah *Systematic Literature Review* (SLR) dengan mengacu pada protokol PRISMA. Artikel diperoleh melalui penelusuran Google Scholar dengan mempertimbangkan sumber dari database ilmiah seperti Scopus, ERIC, ScienceDirect, SpringerLink, Taylor & Francis, Garuda, dan Sinta. Hasil kajian menunjukkan bahwa AI berperan sebagai *digital scaffolding* yang membantu siswa memahami masalah, mencari informasi, memperoleh umpan balik, mengembangkan solusi, dan merefleksikan proses belajar. Integrasi AI dalam PBL umumnya berdampak positif terhadap hasil belajar, berpikir kritis, pemecahan masalah, minat belajar, dan *self-regulated learning*. Namun, efektivitasnya dipengaruhi oleh desain pembelajaran, kesiapan guru, literasi AI siswa, dan etika penggunaan teknologi. Berdasarkan temuan tersebut, penelitian selanjutnya direkomendasikan untuk menguji model PBL berbantuan AI melalui desain eksperimen yang lebih kuat, melibatkan sampel yang lebih luas pada berbagai mata pelajaran dan jenjang pendidikan menengah, serta mengkaji secara lebih mendalam aspek etika, literasi AI, dan peran guru dalam mengarahkan penggunaan AI secara kritis dan bertanggung jawab.

PENDAHULUAN

Perkembangan *Artificial Intelligence* (AI) telah mendorong transformasi penting dalam praktik pendidikan, terutama dalam cara guru merancang pengalaman belajar yang lebih personal, interaktif, dan responsif terhadap kebutuhan peserta didik. Dalam konteks pendidikan modern, AI tidak lagi hanya dipahami sebagai teknologi administratif atau sistem otomatisasi, tetapi mulai digunakan sebagai alat pedagogis untuk membantu peserta didik memahami konsep, memperoleh umpan balik, mengeksplorasi informasi, dan mengembangkan solusi atas masalah pembelajaran. Kajian (Zawacki-richter et al., 2019) menunjukkan bahwa pemanfaatan AI dalam pendidikan berkembang dalam berbagai bentuk, seperti

intelligent tutoring system, learning analytics, adaptive learning, dan sistem rekomendasi pembelajaran. Perkembangan ini semakin menguat setelah hadirnya *generative AI* seperti ChatGPT, yang membuka peluang baru bagi siswa dan guru untuk membangun interaksi belajar berbasis dialog, eksplorasi, dan pemecahan masalah.

Perkembangan AI dalam pendidikan perlu dipahami tidak hanya sebagai inovasi teknologi, tetapi juga sebagai perubahan dalam ekosistem pedagogis. (Hwang et al., 2020) menjelaskan bahwa AI dalam pendidikan memiliki beberapa peran penting, antara lain sebagai tutor cerdas, alat diagnosis pembelajaran, sistem rekomendasi, dan pendukung pengambilan keputusan pembelajaran. Sejalan dengan itu, (Chiu et al., 2023) menegaskan bahwa AI membuka peluang untuk personalisasi pembelajaran, pemberian umpan balik otomatis, dan dukungan terhadap proses belajar yang lebih adaptif, tetapi tetap membutuhkan kesiapan guru dan regulasi pedagogis yang jelas. UNESCO melalui (Miao & Holmes, 2023) juga menekankan bahwa penggunaan *generative AI* dalam pendidikan harus diarahkan pada visi yang berpusat pada manusia, bukan sekadar efisiensi teknologi.

Di sisi lain, pendidikan abad ke-21 menuntut pembelajaran yang tidak hanya berorientasi pada penguasaan materi, tetapi juga pada pengembangan kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, kolaborasi, kreativitas, dan kemandirian belajar. Salah satu pendekatan yang relevan dengan kebutuhan tersebut adalah *Problem-Based Learning* (PBL). PBL menempatkan masalah autentik sebagai titik awal pembelajaran sehingga peserta didik terdorong untuk melakukan investigasi, berdiskusi, mengembangkan hipotesis, mencari informasi, menyusun solusi, dan merefleksikan proses berpikirnya. (Hmelo-Silver, 2004) menjelaskan bahwa PBL merupakan metode pembelajaran yang memungkinkan peserta didik belajar melalui proses pemecahan masalah yang difasilitasi, sehingga proses belajar tidak hanya menghasilkan pengetahuan konseptual, tetapi juga keterampilan berpikir dan regulasi diri. Dengan karakter tersebut, PBL memiliki kedekatan kuat dengan prinsip pembelajaran aktif karena peserta didik diposisikan sebagai subjek utama dalam membangun pengetahuan.

Secara teoritis, PBL memiliki kedekatan kuat dengan prinsip pembelajaran aktif karena menempatkan peserta didik sebagai aktor utama dalam membangun pengetahuan melalui pemecahan masalah. (Savery, 2006) menjelaskan bahwa PBL berangkat dari masalah autentik yang mendorong peserta didik melakukan investigasi, menyusun hipotesis, mencari informasi, dan merefleksikan solusi. Dalam kerangka pembelajaran aktif, (Freeman et al., 2014) menunjukkan bahwa strategi pembelajaran yang melibatkan partisipasi aktif peserta didik cenderung menghasilkan capaian akademik yang lebih baik dibanding pembelajaran ceramah tradisional. (Theobald et al., 2020) juga menemukan bahwa pembelajaran aktif dapat mempersempit kesenjangan capaian belajar, terutama ketika siswa diberi kesempatan untuk terlibat secara bermakna dalam proses belajar.

Integrasi AI ke dalam PBL menjadi isu penting karena keduanya memiliki potensi saling melengkapi. AI dapat berfungsi sebagai *scaffolding* digital yang membantu peserta didik merumuskan pertanyaan, mencari informasi, membandingkan alternatif solusi, memperoleh umpan balik, dan merefleksikan proses belajar. Dalam konteks pendidikan menengah, potensi ini sangat relevan karena siswa SMP, SMA, dan SMK berada pada tahap perkembangan kognitif yang

membutuhkan pengalaman belajar terarah, kontekstual, dan menantang. Namun, penggunaan AI dalam pembelajaran tidak dapat dilepaskan dari berbagai tantangan. (Kasneci et al., 2023) menegaskan bahwa *generative AI* dalam pendidikan membawa peluang sekaligus risiko, termasuk persoalan akurasi informasi, ketergantungan siswa, bias, privasi, dan integritas akademik. (Tlili et al., 2023) juga menunjukkan bahwa ChatGPT dalam pendidikan menimbulkan respons ganda: di satu sisi membantu pembelajaran karena mampu memberikan jawaban cepat dan interaktif, tetapi di sisi lain menimbulkan kekhawatiran terkait akurasi, etika, dan ketergantungan pengguna. (Lo, 2023) dalam *rapid review* tentang ChatGPT di pendidikan menegaskan bahwa penggunaan ChatGPT memerlukan literasi AI, pengawasan guru, dan desain asesmen yang mampu membedakan antara bantuan teknologi dan pemahaman autentik siswa.

Meskipun penelitian tentang AI dalam pendidikan berkembang pesat, masih terdapat celah kajian yang perlu dianalisis secara sistematis. Pertama, banyak kajian AI in education masih membahas AI secara umum, belum secara khusus mengaitkannya dengan strategi pembelajaran aktif berbasis masalah. Kedua, sebagian penelitian berfokus pada pendidikan tinggi, sementara kajian yang secara spesifik menelaah pendidikan menengah masih relatif terbatas. Ketiga, hasil penelitian empiris tentang integrasi AI dalam PBL menunjukkan temuan yang belum sepenuhnya konsisten: sebagian studi melaporkan peningkatan hasil belajar, kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, minat belajar, dan *self-regulated learning*, sementara studi lain menunjukkan pengaruh yang tidak signifikan. Kondisi ini menunjukkan perlunya kajian SLR yang tidak hanya merangkum hasil penelitian, tetapi juga memetakan strategi integrasi, dampak pembelajaran, serta tantangan pedagogis dan etis dalam penerapan AI pada PBL di pendidikan menengah.

Berdasarkan uraian tersebut, Penelitian ini penting dilakukan karena penggunaan AI dalam pendidikan menengah semakin berkembang, tetapi belum selalu disertai pemahaman pedagogis yang memadai, khususnya dalam pembelajaran aktif berbasis masalah. AI seperti ChatGPT dapat membantu siswa memperoleh informasi, umpan balik, dan alternatif solusi, tetapi juga berisiko menimbulkan ketergantungan, lemahnya verifikasi informasi, dan persoalan etika akademik. Keunikan penelitian ini terletak pada fokusnya yang secara spesifik menghubungkan *Artificial Intelligence*, *Problem-Based Learning*, dan pendidikan menengah, berbeda dari kajian sebelumnya yang masih banyak membahas AI dalam pendidikan secara umum atau berfokus pada pendidikan tinggi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis secara sistematis peran AI dalam mendukung PBL di SMP, SMA, dan SMK, meliputi strategi integrasi, dampak terhadap hasil belajar dan keterampilan berpikir siswa, serta tantangan pedagogis dan etis dalam penerapannya.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) dengan mengacu pada protokol PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*). Pendekatan SLR dipilih karena penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi, menyeleksi, mengevaluasi, dan menyintesis temuan-temuan empiris terkait peran *Artificial Intelligence* (AI), khususnya ChatGPT dan teknologi AI sejenis, dalam mendukung pembelajaran aktif berbasis masalah di pendidikan menengah. PRISMA digunakan sebagai pedoman pelaporan karena menyediakan



alur yang sistematis dan transparan dalam proses identifikasi, penyaringan, penilaian kelayakan, serta penetapan artikel akhir yang dianalisis. (Page et al., 2021) menegaskan bahwa PRISMA dapat digunakan untuk berbagai jenis *systematic review*, termasuk kajian yang mengevaluasi intervensi sosial dan pendidikan.

Dalam penelitian pendidikan, *systematic literature review* digunakan untuk memetakan, mengevaluasi, dan menyintesis temuan-temuan penelitian terdahulu secara sistematis sehingga dapat menghasilkan pemahaman yang lebih utuh terhadap suatu fenomena pembelajaran. (Zawacki-richter et al., 2020) menekankan bahwa SLR dalam pendidikan tidak hanya berfungsi merangkum hasil penelitian, tetapi juga mengidentifikasi tren, kesenjangan penelitian, dan arah kajian lanjutan. Oleh karena itu, penggunaan PRISMA dalam penelitian ini dipandang relevan karena membantu peneliti menyusun proses seleksi artikel secara transparan, mulai dari identifikasi, skrining, kelayakan, hingga penetapan artikel akhir.

Fokus kajian diarahkan pada artikel empiris yang membahas hubungan antara AI dan PBL dalam konteks pendidikan menengah, yaitu SMP, SMA, dan SMK. Kajian ini tidak diarahkan untuk membahas AI secara umum dalam pendidikan, melainkan secara lebih spesifik menelaah bagaimana AI digunakan sebagai alat bantu pedagogis dalam pembelajaran berbasis masalah. Aspek yang dianalisis meliputi strategi integrasi AI dalam PBL, dampak terhadap hasil belajar, kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, minat belajar, *self-regulated learning*, serta tantangan pedagogis dan etis dalam penerapannya.

Sumber data dalam penelitian ini diperoleh melalui penelusuran artikel pada *Google Scholar* dengan mempertimbangkan rujukan dari database dan penerbit ilmiah bereputasi seperti Scopus, ERIC, ScienceDirect, SpringerLink, Taylor & Francis, Garuda, dan Sinta apabila artikel yang ditemukan melalui *Google Scholar* terindeks atau terhubung dengan sumber-sumber tersebut. Rentang tahun publikasi dibatasi pada 2021–2026 untuk memastikan bahwa artikel yang dianalisis merepresentasikan perkembangan terbaru pemanfaatan AI dalam pembelajaran, terutama setelah meningkatnya penggunaan *generative AI* dalam konteks pendidikan. Pembatasan tahun ini juga dimaksudkan agar hasil review relevan dengan dinamika aktual pendidikan digital dan AI in education.

Proses seleksi artikel dilakukan melalui empat tahapan PRISMA, yaitu identifikasi, skrining, kelayakan, dan inklusi. Pada tahap identifikasi, peneliti melakukan pencarian artikel melalui *Google Scholar* menggunakan kombinasi kata kunci yang telah ditetapkan. Dari proses pencarian tersebut ditemukan sebanyak 96 artikel. Pada tahap skrining, dilakukan pemeriksaan duplikasi berdasarkan kesamaan judul, nama penulis, tahun, jurnal/prosiding, dan tautan publikasi. Sebanyak 21 artikel dihapus karena teridentifikasi sebagai duplikasi, sehingga tersisa 75 artikel untuk skrining judul dan abstrak. Pada tahap ini, sebanyak 52 artikel dikeluarkan karena tidak memenuhi fokus kajian, yaitu tidak membahas AI secara eksplisit, tidak menggunakan PBL, bukan jenjang pendidikan menengah, atau bukan penelitian empiris.

Pada tahap kelayakan, sebanyak 23 artikel *full-text* dinilai berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi. Penilaian dilakukan terhadap beberapa aspek, yaitu kejelasan desain penelitian, kesesuaian jenjang pendidikan, bentuk AI yang digunakan, kejelasan penerapan PBL, variabel atau dampak pembelajaran yang dikaji, serta kelengkapan data hasil penelitian. Dari 23 artikel *full-text* yang dinilai, sebanyak 12



artikel dikeluarkan. Alasan eksklusi meliputi 4 artikel bukan jenjang pendidikan menengah, 3 artikel tidak secara eksplisit menggunakan PBL, 2 artikel tidak menempatkan AI sebagai bagian dari desain pembelajaran, 2 artikel merupakan review atau meta-analisis, dan 1 artikel memiliki metode penelitian yang tidak memadai. Setelah seluruh proses seleksi dilakukan, diperoleh 11 artikel akhir yang dinyatakan layak untuk dianalisis dalam kajian ini.

Tabel 1. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

No	Kriteria Inklusi	Kriteria Eksklusi
1	Diterbitkan dalam rentang tahun 2021-2026	Diterbitkan di luar rentang tahun 2021-2026
2	Artikel merupakan jurnal ilmiah bereputasi dengan struktur jelas	Artikel bukan merupakan jurnal ilmiah bereputasi
3	Merupakan penelitian empiris seperti eksperimen, mixed method	Artikel bukan penelitian empiris seperti literatur review,
4	Membahas penggunaan AI seperti ChatGPT, generative AI, dan bentuk AI lain yang relevan	Tidak membahas AI secara eksplisit
5	Secara eksplisit membahas PBL atau pembelajaran berbasis masalah	Tidak mengaitkan pembelajaran dengan PBL
6	Konteks Pendidikan menengah yaitu SMP, SMA, SMK	Dilakukan pada jenjang PAUD, SD, Perguruan tinggi.
7	Penulis artikel Adalah penulis Indonesia	Bukan merupakan penulis Indonesia
8	Artikel dapat diakses full text	Tidak tersedia dalam bentuk full text

Sintesis data dilakukan secara naratif-tematik. Setiap artikel akhir dianalisis berdasarkan beberapa komponen utama, yaitu identitas artikel, tahun publikasi, jenjang pendidikan, mata pelajaran, jenis teknologi AI yang digunakan, desain pembelajaran berbasis masalah, metode penelitian, variabel yang diukur, hasil temuan utama, serta keterbatasan penelitian. Analisis tematik digunakan untuk mengelompokkan temuan ke dalam beberapa tema besar, yaitu strategi penggunaan AI dalam PBL, dampak AI terhadap hasil belajar dan keterlibatan siswa, kontribusi AI terhadap kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah, serta tantangan etis dan pedagogis dalam implementasi AI di pendidikan menengah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan proses seleksi literatur dengan protokol PRISMA, diperoleh 11 artikel empiris yang memenuhi kriteria untuk dianalisis dalam kajian ini. Artikel-artikel tersebut tidak hanya dibatasi pada publikasi terindeks Sinta, tetapi mencakup publikasi ilmiah yang lebih luas seperti Scopus, ERIC, ScienceDirect, SpringerLink, Taylor & Francis dan Garuda. Pemilihan artikel didasarkan pada kesesuaian substansi dengan focus kajian yaitu integrasi AI, terutama ChatGPT atau teknologi AI dalam pembelajaran aktif berbasis masalah atau PBL pada jenjang pendidikan menengah, yaitu SMP, SMA, dan SMK. Sebagian besar artikel menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain eksperimen, *quasi-experiment*, *pre-experimental*, maupun penelitian tindakan kelas. Variabel yang paling banyak dikaji adalah hasil belajar, kemampuan berpikir kritis, kemampuan pemecahan masalah, minat belajar, dan *self-regulated learning*.

Temuan umum menunjukkan bahwa AI memiliki potensi besar dalam mendukung PBL, tetapi efektivitasnya tidak bersifat otomatis. Keberhasilan integrasi

AI sangat bergantung pada desain pembelajaran, kesiapan siswa, peran guru sebagai fasilitator, serta cara AI digunakan dalam proses pemecahan masalah. Ringkasan kesebelas artikel tersebut beserta temuan utamanya disajikan dalam tabel berikut ini:

Tabel 2. Rangkuman Temuan Penelitian

No	Penulis, Tahun	Judul Artikel	Metode Penelitian	Jenjang Pendidikan	Temuan Utama
1	(Silaban et al., 2025)	Pengaruh Model Pembelajaran Problem-Based Learning (PBL) Berbantuan ChatGPT terhadap Hasil Belajar Ekonomi Siswa Kelas X SMA Negeri 6 Medan	Kuantitatif, quasi-experiment, desain nonequivalent control group	SMA kelas X	PBL berbantuan ChatGPT berpengaruh terhadap hasil belajar ekonomi siswa.
2	(Dianta & Rizkianto, 2025)	Pengaruh Penggunaan ChatGPT dengan Model Problem Based Learning dalam Pembelajaran Matematika terhadap Hasil Belajar Peserta Didik Sekolah Menengah Atas	Kuantitatif, quasi-experiment, pretest-posttest, uji independent samples t-test	SMA kelas X	Penggunaan ChatGPT dalam PBL matematika tidak berpengaruh signifikan terhadap hasil belajar dibanding PBL tanpa ChatGPT.
3	(Aisyah et al., 2025)	The Effect of Using The PBL (Problem Based Learning) Model Assisted by ChatGPT on Student Learning Outcomes in The Reaction Rate Material	Kuantitatif, quasi-experimental, non-equivalent control group design	SMA kelas XI	Kelas eksperimen yang menggunakan PBL berbantuan ChatGPT memperoleh peningkatan hasil belajar lebih tinggi dibanding kelas kontrol. Uji-t menunjukkan perbedaan signifikan dengan nilai $p = 0,001 < 0,05$.
4	(Zogara et al., 2025)	Pengaruh Pembelajaran Berbasis Masalah dengan Bantuan ChatGPT terhadap Hasil Belajar Biologi Siswa	Kuantitatif, pra-eksperimen, one group pre-test and post-test	SMA kelas XI	PBL berbantuan ChatGPT meningkatkan hasil belajar biologi secara signifikan. ChatGPT berperan mempercepat akses informasi, memberi umpan balik, dan membantu siswa memahami masalah biologis secara lebih aktif.
5	(Faladi et al., 2023)	ChatGPT: Improving Biology Learning Outcomes Problem-Based Learning Assisted Artificial	Empiris kuantitatif	Pendidikan menengah/kont eks biologi	Studi ini menunjukkan bahwa ChatGPT yang dipadukan dengan PBL dapat mendukung peningkatan hasil belajar biologi.



		Intelligence			
6	(Lanio et al., 2025)	The Effect of Problem-Based Learning Integrated with Artificial Intelligence on Self-Regulated Learning Tendencies	Kuantitatif empiris	SMP / junior high school	Integrasi AI dalam PBL diarahkan untuk mengembangkan kecenderungan self-regulated learning siswa, seperti perencanaan, monitoring, regulasi strategi, refleksi, dan motivasi belajar.
7	(Dodo et al., 2023)	Implementasi Artificial Intelligence ChatGPT melalui Pembelajaran Problem Based Learning dengan Pendekatan TaRL dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa	Penelitian tindakan kelas, tiga tahap: pra-siklus, siklus I, dan siklus II	SMP kelas IX	Penerapan ChatGPT dalam PBL dengan pendekatan TaRL meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Pada pra-siklus hanya 45,2% siswa mencapai KKM, kemudian meningkat pada siklus berikutnya.
8	(Amelia & Fajar, 2026)	Pengaruh Model Problem Based Learning Berbantuan Artificial Intelligence (AI) terhadap Berpikir Kritis Siswa dalam Mata Pelajaran Sejarah di Kelas X SMK IPIEMS Surabaya	Kuantitatif, quasi-experiment, pretest-posttest control group	SMK kelas X	PBL berbantuan AI berpengaruh positif dan signifikan terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. Rata-rata post-test kelas eksperimen lebih tinggi daripada kelas kontrol, dan nilai signifikansi uji-t adalah $0,001 < 0,05$.
9	(Kurniasari et al., 2025)	Pengaruh Implementasi Problem-Based Learning berbantuan ChatGPT dan GitHub terhadap Hasil Belajar dan Kemampuan Pemecahan Masalah	Weak experiment, static-group pretest-posttest design	SMK, Program Keahlian PPLG	Implementasi PBL berbantuan ChatGPT dan GitHub tidak berpengaruh signifikan terhadap hasil belajar maupun kemampuan pemecahan masalah siswa.
10	(Qurohman, 2024)	Enhancing High School Students' Problem Solving Ability in Algebra through Artificial Intelligence Based Learning	Eksperimen, desain faktorial 2×2 , analisis two-way ANOVA	SMA kelas XI	Pembelajaran berbasis AI meningkatkan kemampuan pemecahan masalah aljabar dibanding pembelajaran konvensional. Siswa dengan kemandirian belajar tinggi memperoleh kemampuan pemecahan masalah lebih baik.
11	(Hasanah	Pengaruh	Kuantitatif,	SMK kelas X	PBL berbasis ChatGPT



& Pramana, 2026)	Pembelajaran Problem Based Learning Berbasis ChatGPT terhadap Hasil Belajar melalui Minat Belajar di SMKS Budi Agung Medan T.A 2025/2026	pre- experimental, one-group pretest- posttest, analisis SmartPLS	berpengaruh terhadap hasil belajar siswa, dengan minat belajar sebagai variabel intervening. Uji Wilcoxon menunjukkan signifikansi 0,001 < 0,05 dan N-Gain berada pada kategori sedang.
------------------------	--	---	---

Pembahasan

Strategi Integrasi AI dalam *Problem-Based Learning*

Hasil kajian menunjukkan bahwa AI, khususnya ChatGPT, paling banyak digunakan sebagai alat bantu kognitif dalam tahapan pembelajaran berbasis masalah. Dalam beberapa artikel, ChatGPT dimanfaatkan untuk membantu siswa memahami masalah, mencari informasi awal, mengembangkan alternatif solusi, mengklarifikasi konsep, dan memperoleh umpan balik cepat. Misalnya, penelitian (Aisyah et al., 2025), (Silaban et al., 2025), serta (Zogara et al., 2025) menunjukkan bahwa AI digunakan sebagai pendukung proses eksplorasi dalam PBL, bukan sebagai pengganti peran guru. Hal ini menunjukkan bahwa posisi AI dalam PBL lebih tepat dipahami sebagai *digital scaffolding*, yaitu alat bantu yang memperluas kemampuan siswa untuk mengakses informasi, menguji gagasan, dan memperdalam pemahaman terhadap masalah pembelajaran.

Strategi integrasi AI dalam PBL juga tampak dalam penelitian yang menggabungkan ChatGPT dengan pendekatan lain, seperti *Teaching at the Right Level* (TaRL) dan penggunaan platform digital pendukung seperti GitHub. Penelitian (Dodo et al., 2023), misalnya, memperlihatkan bahwa ChatGPT dapat dipadukan dengan PBL dan pendekatan TaRL untuk membantu siswa membangun kemampuan berpikir kritis secara bertahap. Sementara itu, (Kurniasari et al., 2025) mengintegrasikan ChatGPT dan GitHub dalam PBL pada konteks SMK. Meskipun hasilnya tidak signifikan, studi ini penting karena menunjukkan bahwa integrasi AI dalam PBL tidak cukup hanya dengan menghadirkan teknologi. AI perlu dirancang sebagai bagian dari skenario pembelajaran yang jelas, terstruktur, dan sesuai dengan karakteristik siswa serta tujuan pembelajaran.

Temuan ini sejalan dengan (Hwang et al., 2020), yang menyatakan bahwa AI dapat berperan sebagai mitra belajar adaptif yang membantu peserta didik memperoleh umpan balik dan dukungan belajar sesuai kebutuhannya. Dalam konteks PBL, peran AI menjadi penting karena siswa membutuhkan bantuan untuk memahami masalah, mengorganisasi informasi, dan mengevaluasi alternatif solusi. Namun, sebagaimana ditegaskan (Miao & Holmes, 2023), penggunaan AI dalam pendidikan harus tetap berada dalam kerangka pedagogis yang berpusat pada manusia, sehingga guru tetap menjadi pengarah utama dalam proses pembelajaran.

Dari temuan tersebut dapat dipahami bahwa AI berperan paling optimal ketika digunakan untuk mendukung tahapan inti PBL, yaitu orientasi masalah, investigasi mandiri atau kelompok, pengembangan solusi, presentasi hasil, dan refleksi. AI dapat memperkuat proses pembelajaran aktif apabila siswa tidak hanya menggunakan AI untuk memperoleh jawaban cepat, tetapi diarahkan untuk mengajukan pertanyaan, membandingkan informasi, mengevaluasi alternatif jawaban, dan merefleksikan proses berpikirnya. Dengan demikian, integrasi AI dalam PBL perlu dikendalikan

melalui desain pedagogis yang kuat agar pembelajaran tetap berpusat pada aktivitas berpikir siswa, bukan pada ketergantungan terhadap keluaran teknologi.

Dampak AI terhadap Hasil Belajar Siswa

Sebagian besar artikel menunjukkan bahwa penggunaan AI dalam PBL berdampak positif terhadap peningkatan hasil belajar. Penelitian (Aisyah et al., 2025) pada materi laju reaksi di SMA menunjukkan bahwa kelas yang menggunakan PBL berbantuan ChatGPT memperoleh hasil belajar yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Temuan serupa juga tampak pada penelitian (Silaban et al., 2025) dalam pembelajaran ekonomi, (Zogara et al., 2025) dalam pembelajaran biologi, serta (Hasanah & Pramana, 2026) pada konteks SMK. Secara umum, artikel-artikel tersebut menunjukkan bahwa AI dapat membantu siswa memahami konsep, mempercepat akses terhadap informasi, serta mendukung proses belajar yang lebih mandiri dan aktif.

Namun, tidak semua penelitian menunjukkan hasil yang positif secara signifikan. Penelitian (Dianta & Rizkianto, 2025) dalam pembelajaran matematika SMA menemukan bahwa penggunaan ChatGPT dengan model PBL tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap hasil belajar siswa dibandingkan PBL tanpa ChatGPT. Temuan serupa juga ditemukan pada penelitian (Kurniasari et al., 2025), yang menunjukkan bahwa PBL berbantuan ChatGPT dan GitHub tidak berpengaruh signifikan terhadap hasil belajar maupun kemampuan pemecahan masalah siswa SMK. Temuan ini penting karena menunjukkan bahwa AI bukan faktor tunggal yang menentukan keberhasilan pembelajaran. AI hanya akan berdampak kuat apabila dipadukan dengan perencanaan pembelajaran yang matang, instruksi yang jelas, pengawasan guru, dan kesiapan siswa dalam menggunakan teknologi secara kritis.

Dengan demikian, dampak AI terhadap hasil belajar dalam PBL dapat dikatakan bersifat kondisional. Pada satu sisi, AI dapat memperkuat pemahaman siswa karena menyediakan informasi yang cepat, interaktif, dan responsif terhadap pertanyaan siswa. Pada sisi lain, penggunaan AI yang tidak terarah dapat membuat siswa hanya menyalin jawaban, kurang melakukan elaborasi konsep, atau tidak mengalami proses pemecahan masalah secara mendalam. Oleh karena itu, peningkatan hasil belajar tidak semata-mata disebabkan oleh kehadiran AI, melainkan oleh kualitas interaksi antara AI, siswa, guru, materi, dan desain PBL yang digunakan.

AI sebagai Pendukung Berpikir Kritis dan Pemecahan Masalah

Tema ketiga menunjukkan bahwa AI memiliki potensi penting dalam mendukung kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah, dua kompetensi utama dalam pembelajaran berbasis masalah. Penelitian (Dodo et al., 2023) menunjukkan bahwa implementasi ChatGPT melalui PBL dengan pendekatan TaRL dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMP. Penelitian (Amelia & Fajar, 2026) juga menemukan bahwa PBL berbantuan AI berpengaruh positif terhadap kemampuan berpikir kritis siswa SMK dalam mata pelajaran sejarah. Temuan ini memperlihatkan bahwa AI dapat membantu siswa membangun argumen, mengevaluasi informasi, menyusun solusi, dan menghubungkan konsep dengan konteks masalah yang sedang dipelajari.

Dalam konteks kemampuan pemecahan masalah, penelitian (Qurohman, 2024) menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis AI dapat meningkatkan kemampuan



pemecahan masalah aljabar siswa SMA. Hasil ini menunjukkan bahwa AI berpotensi membantu siswa memahami langkah-langkah penyelesaian masalah, mengeksplorasi strategi alternatif, dan membandingkan berbagai pendekatan dalam menyelesaikan soal atau kasus. Pada pembelajaran berbasis masalah, proses seperti ini sangat penting karena siswa tidak hanya dituntut menemukan jawaban, tetapi juga memahami alasan, prosedur, dan argumentasi di balik solusi yang mereka pilih.

Dukungan AI terhadap berpikir kritis perlu dilihat sebagai proses mediasi, bukan substitusi. AI dapat membantu siswa memperoleh alternatif penjelasan dan memperluas sumber informasi, tetapi kemampuan berpikir kritis tetap terbentuk ketika siswa diminta membandingkan, mengevaluasi, dan mempertanggungjawabkan informasi tersebut. Hal ini sejalan dengan pandangan (Savery, 2006) bahwa inti PBL bukan sekadar menemukan jawaban, melainkan membangun proses berpikir melalui investigasi masalah, kolaborasi, refleksi, dan pengambilan keputusan.

Namun demikian, efektivitas AI dalam meningkatkan berpikir kritis dan pemecahan masalah tetap memerlukan kontrol pedagogis. AI dapat membantu menghasilkan ide, tetapi guru perlu mengarahkan siswa untuk menguji kebenaran informasi, menilai kelayakan solusi, dan membandingkan jawaban AI dengan sumber lain. Tanpa arahan tersebut, siswa berisiko menerima jawaban AI secara pasif. Oleh karena itu, AI sebaiknya digunakan sebagai alat untuk memancing pertanyaan, memperluas sudut pandang, dan memperdalam analisis, bukan sebagai sumber jawaban final. Dalam PBL, nilai utama AI terletak pada kemampuannya memperkaya proses berpikir siswa, bukan sekadar mempercepat penyelesaian tugas.

AI, Minat Belajar, dan Self-Regulated Learning

Tema keempat berkaitan dengan kontribusi AI terhadap minat belajar dan *self-regulated learning*. Penelitian (Hasanah & Pramana, 2026) menunjukkan bahwa PBL berbasis ChatGPT berpengaruh terhadap hasil belajar melalui minat belajar sebagai variabel intervening. Temuan ini menunjukkan bahwa AI dapat meningkatkan ketertarikan siswa terhadap pembelajaran karena menghadirkan pengalaman belajar yang lebih interaktif, responsif, dan dekat dengan dunia digital siswa. Dalam pembelajaran berbasis masalah, minat belajar menjadi aspek penting karena siswa perlu terlibat aktif dalam memahami masalah, mencari informasi, berdiskusi, dan menyusun solusi.

Sementara itu, penelitian (Lanio et al., 2025) memperluas pembahasan dengan menunjukkan bahwa PBL yang terintegrasi dengan AI dapat mendukung kecenderungan *self-regulated learning* siswa. *Self-regulated learning* mencakup kemampuan siswa dalam merencanakan belajar, menetapkan tujuan, memantau kemajuan, memilih strategi, merefleksikan hasil, dan menjaga motivasi. Dalam konteks ini, AI dapat berfungsi sebagai mitra belajar yang membantu siswa memperoleh umpan balik, menguji pemahaman, dan mengatur proses belajar secara lebih mandiri. Temuan ini penting karena PBL menuntut siswa untuk menjadi pembelajar aktif, bukan hanya penerima informasi.

Meskipun demikian, penguatan *self-regulated learning* melalui AI juga memiliki tantangan. Siswa yang belum memiliki literasi digital dan literasi AI yang memadai dapat menggunakan AI secara kurang reflektif, misalnya hanya mencari jawaban instan tanpa memahami prosesnya. Oleh karena itu, guru perlu membimbing siswa untuk menggunakan AI sebagai alat refleksi dan eksplorasi, bukan sebagai jalan pintas akademik. Dengan demikian, AI dapat mendukung kemandirian belajar

apabila penggunaannya disertai pembiasaan metakognitif, seperti meminta siswa menjelaskan alasan memilih jawaban, membandingkan hasil dari AI dengan sumber lain, dan menuliskan refleksi atas proses belajar mereka.

Ketidakkonsistenan Temuan dan Faktor yang Mempengaruhi Efektivitas AI

Tema kelima yang penting dalam kajian ini adalah adanya ketidakkonsistenan temuan antar artikel. Sebagian besar penelitian menunjukkan pengaruh positif AI terhadap hasil belajar, berpikir kritis, pemecahan masalah, dan minat belajar. Namun, beberapa penelitian menunjukkan hasil yang tidak signifikan. Perbedaan temuan ini menunjukkan bahwa integrasi AI dalam PBL tidak dapat dipahami sebagai intervensi tunggal yang selalu menghasilkan dampak positif. Efektivitas AI sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti mata pelajaran, durasi intervensi, kesiapan siswa, kompetensi guru, desain masalah, kualitas pertanyaan yang diberikan kepada AI, serta mekanisme evaluasi pembelajaran.

Pada mata pelajaran tertentu, seperti kimia, biologi, ekonomi, dan sejarah, AI tampak membantu siswa dalam memahami konsep, mengaitkan informasi, dan membangun argumentasi. Namun, pada matematika atau pemrograman, penggunaan AI mungkin memerlukan desain yang lebih hati-hati karena siswa perlu memahami prosedur, logika, dan struktur penyelesaian masalah secara bertahap. Apabila siswa terlalu bergantung pada jawaban AI, proses penalaran matematis atau algoritmik justru dapat melemah. Hal ini menjelaskan mengapa studi (Dianta & Rizkianto, 2025) serta (Kurniasari et al., 2025) tidak menemukan pengaruh signifikan. Dengan kata lain, keberhasilan AI dalam PBL sangat bergantung pada apakah AI digunakan untuk membangun proses berpikir atau hanya untuk menghasilkan jawaban akhir.

Ketidakkonsistenan temuan ini justru menjadi kontribusi penting bagi artikel SLR. Kajian ini tidak hanya menunjukkan bahwa AI dapat mendukung PBL, tetapi juga menegaskan bahwa teknologi tidak pernah netral secara pedagogis. AI dapat menjadi alat pemberdayaan belajar apabila digunakan dengan desain yang tepat, tetapi dapat menjadi alat pasif apabila hanya ditempatkan sebagai mesin pencari jawaban. Oleh karena itu, integrasi AI dalam PBL harus disertai dengan literasi AI, etika akademik, penguatan peran guru, dan desain aktivitas yang menuntut siswa berpikir kritis.

Tantangan Pedagogis dan Etis dalam Integrasi AI pada PBL

Tema keenam berkaitan dengan tantangan pedagogis dan etis. Meskipun sebagian besar artikel yang dianalisis berfokus pada dampak pembelajaran, catatan analisis menunjukkan adanya beberapa isu penting yang perlu diperhatikan. Tantangan pertama adalah ketergantungan siswa terhadap AI. Dalam PBL, siswa seharusnya aktif mengidentifikasi masalah, mencari informasi, berdiskusi, dan menyusun solusi. Namun, apabila AI digunakan tanpa kontrol, siswa dapat langsung mengambil jawaban dari ChatGPT tanpa melalui proses berpikir yang memadai. Hal ini dapat mengurangi kedalaman belajar dan melemahkan tujuan utama pembelajaran berbasis masalah.

Tantangan kedua berkaitan dengan akurasi informasi dan validitas jawaban AI. ChatGPT dan teknologi *generative AI* dapat menghasilkan jawaban yang tampak meyakinkan, tetapi belum tentu benar secara konseptual. Dalam pembelajaran sains, matematika, sejarah, atau ekonomi, kesalahan informasi dapat berdampak pada miskonsepsi siswa. Oleh karena itu, guru perlu membiasakan siswa untuk melakukan verifikasi sumber, membandingkan informasi, dan menggunakan AI sebagai titik



awal eksplorasi, bukan sebagai rujukan tunggal. Dalam konteks akademik, penggunaan AI juga harus dikaitkan dengan nilai kejujuran, tanggung jawab, dan integritas belajar.

Tantangan etis dalam penggunaan AI perlu memperoleh perhatian khusus karena *generative AI* dapat menghasilkan informasi yang tampak meyakinkan, tetapi tidak selalu akurat. (Tlili et al., 2023) menegaskan bahwa penggunaan ChatGPT dalam pendidikan menuntut kehati-hatian karena potensi bias, kesalahan informasi, dan ketergantungan siswa terhadap jawaban otomatis. Oleh sebab itu, guru perlu membangun budaya verifikasi, dialog kritis, dan integritas akademik ketika AI digunakan dalam PBL.

Tantangan ketiga adalah kesiapan guru dan kesenjangan literasi AI. Tidak semua guru memiliki pemahaman yang memadai tentang cara mengintegrasikan AI ke dalam PBL. Jika guru hanya memperkenalkan ChatGPT sebagai alat bantu mencari jawaban, maka pembelajaran berpotensi menjadi dangkal. Sebaliknya, jika guru mampu merancang pertanyaan pemantik, skenario masalah, instruksi penggunaan AI, rubrik penilaian, dan kegiatan refleksi, maka AI dapat memperkaya kualitas pembelajaran aktif. Dengan demikian, pengembangan kompetensi guru dalam literasi AI menjadi prasyarat penting agar integrasi AI dalam PBL benar-benar mendukung pembelajaran bermakna.

Implikasi Temuan terhadap Pembelajaran Aktif Berbasis Masalah di Pendidikan Menengah

Secara keseluruhan, hasil sintesis menunjukkan bahwa AI memiliki peran strategis dalam mendukung pembelajaran aktif berbasis masalah di pendidikan menengah. Peran tersebut terlihat dalam empat aspek utama: membantu siswa memahami masalah, memperkaya sumber informasi, memberikan umpan balik cepat, dan mendukung proses refleksi belajar. Namun, AI tidak dapat menggantikan peran guru sebagai perancang pembelajaran, fasilitator diskusi, pengarah etika penggunaan teknologi, dan penilai proses berpikir siswa. Dalam PBL, guru tetap menjadi aktor pedagogis utama yang memastikan bahwa teknologi digunakan untuk memperdalam proses belajar, bukan sekadar mempercepat penyelesaian tugas.

Temuan kajian ini juga menunjukkan bahwa integrasi AI dalam PBL perlu diarahkan pada pembelajaran yang aktif, kritis, kolaboratif, dan reflektif. Siswa perlu dilatih menggunakan AI untuk mengembangkan pertanyaan, membandingkan argumen, menyusun alternatif solusi, mengevaluasi informasi, dan merefleksikan proses berpikir. Dengan demikian, AI tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu teknis, tetapi menjadi bagian dari ekosistem pembelajaran yang mendorong siswa menjadi pembelajar mandiri dan pemecah masalah. Untuk konteks SMP, SMA, dan SMK, pendekatan ini sangat relevan karena siswa berada pada tahap perkembangan yang membutuhkan bimbingan dalam berpikir abstrak, mengambil keputusan, dan menggunakan teknologi secara bertanggung jawab.

KESIMPULAN

Berdasarkan telaah sistematis terhadap 11 artikel empiris, dapat disimpulkan bahwa Artificial Intelligence (AI), khususnya ChatGPT dan teknologi AI sejenis, berperan penting dalam mendukung Problem-Based Learning (PBL) pada pendidikan menengah. AI dapat berfungsi sebagai *digital scaffolding* yang

membantu siswa memahami masalah, mencari informasi, memperoleh umpan balik cepat, mengembangkan alternatif solusi, dan merefleksikan proses belajar. Secara umum, integrasi AI dalam PBL berdampak positif terhadap hasil belajar, berpikir kritis, pemecahan masalah, minat belajar, dan *self-regulated learning*.

Namun, efektivitas AI dalam PBL tidak bersifat otomatis. Beberapa temuan menunjukkan bahwa penggunaan AI tidak selalu menghasilkan pengaruh signifikan apabila tidak didukung oleh desain pembelajaran yang jelas, kesiapan guru, literasi AI siswa, serta pengawasan etis dalam penggunaannya. Oleh karena itu, integrasi AI dalam pembelajaran aktif berbasis masalah perlu dipahami sebagai inovasi pedagogis, bukan sekadar pemanfaatan teknologi. Guru tetap berperan utama sebagai perancang, fasilitator, pengarah etika, dan pembimbing refleksi agar AI benar-benar memperkuat pembelajaran yang aktif, kritis, kolaboratif, dan bermakna.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, S. N., Sihalohe, M., Tangio, J. S., Lukum, A., & Munandar, H. (2025). *The Effect of Using The PBL (Problem Based Learning) Learning Model Assisted by ChatGPT on Student Learning Outcomes in The Reaction Rate Material*. 7(2).
- Amelia, D. S., & Fajar, A. (2026). *Pengaruh Model Problem Based Learning Berbantuan Artificial Intelligence (AI) Terhadap Berpikir Kritis Siswa dalam Mata Pelajaran Sejarah di Kelas X SMK IPIEMS Surabaya*. 1(1).
- Chiu, T. K. F., Xia, Q., Zhou, X., Sing, C., & Cheng, M. (2023). Computers and Education : Artificial Intelligence Systematic literature review on opportunities , challenges , and future research recommendations of artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4(December 2022), 100118. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100118>
- Dianta, R. F., & Rizkianto, I. (2025). *Pengaruh Penggunaan ChatGPT Dengan Model Problem Based Learning Dalam Pembelajaran Matematika Terhadap Hasil Belajar Peserta Didik Sekolah Menengah Atas*. 11, 149–156.
- Dodo, M., In, A., Zukhrufurrohmah, Z., & Ernawati, S. (2023). *Implementasi artificial intellegence ChatGPT melalui pembelajaran problem based learning dengan pendekatan TARL dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa*. 0066, 97–107.
- Faldi, M. R. R., Prafitasari, A. N., & Soelfiah, A. (2023). *Chat Gpt : Improving Biology Learning Outcomes Problem-Based*. 14(2), 217–225. <https://doi.org/10.24042/b>
- Freeman, S., Eddy, S. L., Mcdonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Pat, M. (2014). *Active learning increases student performance in science , engineering , and mathematics*. 111(23), 8410–8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Hasanah, N., & Pramana, D. (2026). *Pengaruh Pembelajaran Problem Based Learning Berbasis ChatGPT Terhadap Hasil Belajar Melalui Minat Belajar Di SMKS Budi Agung Medan T . A 2025 / 2026*. 10(September 2025), 290–299.



- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235–266. <http://www.jstor.org/stable/23363859>
- 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/https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100001>
- Kasneji, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., Gasser, U., Groh, G., Günemann, S., Hüllermeier, E., Krusche, S., Kutyniok, G., Michaeli, T., Nerdel, C., Pfeffer, J., Poquet, O., Sailer, M., Schmidt, A., Seidel, T., ... Kasneji, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences*, 103, 102274. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>
- Kurniasari, S. D., Herlambang, A. D., & Wijoyo, S. H. (2025). Pengaruh Implementasi Problem-based Learning berbantuan ChatGPT dan Github terhadap Hasil Belajar dan Kemampuan Pemecahan Masalah. 9(3), 1–9.
- Lanio, A. R., Odja, A. H., Amali, L. M. K., Latjompoh, M., Fathan, S., & Ali, R. R. (2025). THE EFFECT OF PROBLEM-BASED LEARNING INTEGRATED WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON SELF-REGULATED LEARNING. 14(4), 4771–4785.
- Lo, C. K. (2023). *education sciences What Is the Impact of ChatGPT on Education ? A Rapid Review of the Literature*. November 2022.
- Miao, F., & Holmes, W. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*.
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). *The PRISMA 2020 statement : an updated guideline for reporting systematic reviews Systematic reviews and Meta-Analyses*. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Qurohman, M. T. (2024). Enhancing High School Students Problem Solving Ability in Algebra through Artificial Intelligence Based Learning. 7(4), 9–17.
- Savery, J. R. (2006). *Overview of Problem-based Learning: Definitions and Distinctions*. 1(1).
- Silaban, H. B., Kemala, P., & Lubis, D. (2025). Pengaruh Model Pembelajaran Problem-Based Learning (PBL) Berbantuan ChatGPT terhadap Hasil Belajar Ekonomi Siswa Kelas X SMA Negeri 6 Medan. 3, 1125–1141.
- Theobald, E. J., Laboy, D., Cooper, J. D., Dunster, G., Grummer, J. A., Hennessey, K., Hsiao, J., Iranon, N., Jones, L., Jordt, H., Keller, M., Lacey, M. E., Littlefield, C. E., Lowe, A., Newman, S., Okolo, V., Olroyd, S., Peacock, B. R., & Pickett, S. B. (2020). *Active learning narrows achievement gaps for*



underrepresented students in undergraduate science , technology , engineering , and math. 117(12). <https://doi.org/10.1073/pnas.1916903117>

- Tlili, A., Shehata, B., Adarkwah, M. A., Bozkurt, A., & Hickey, D. T. (2023). What if the devil is my guardian angel : ChatGPT as a case study of using chatbots in education. *Smart Learning Environments*. <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00237-x>
- Zawacki-richter, Kerres, M., & Bedenlier, S. (2020). *Systematic Reviews in Educational*.
- Zawacki-richter, O., Marín, V. I., & Bond, M. (2019). *Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators ?*
- Zogara, J. L., Putu, S., Surata, K., Agung, A., & Paraniti, I. (2025). *Pengaruh pembelajaran berbasis masalah dengan bantuan chatgpt terhadap hasil belajar biologi siswa.* 15.

