

ANALISIS KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS DAN KOLABORASI SISWA: FONDASI PEMANFAATAN AI SECARA BIJAK DI ERA DIGITAL

Najwa Hamidah¹

¹Universitas Negeri Semarang, Kota Semarang

najwahamidah2@students.unnes.ac.id

ABSTRAK

Pesatnya perkembangan kecerdasan buatan (AI) dalam dunia pendidikan menuntut kemampuan kognitif dan sosial siswa untuk dapat memanfaatkannya secara bijak. Pemerintah Indonesia merespons hal ini dengan wacana pengintegrasian AI ke dalam kurikulum sekolah dan penerapan Kurikulum Merdeka yang menekankan penguatan keterampilan abad ke-21, terutama berpikir kritis dan kolaborasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat kemampuan siswa dalam dua keterampilan tersebut sebagai fondasi integrasi AI dalam pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) di tingkat SMP. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan instrumen angket skala Likert empat tingkat yang terdiri dari 11 butir untuk aspek berpikir kritis dan 9 butir untuk kolaborasi. Subjek penelitian adalah siswa kelas VIII di SMP Islam Pekalongan, dengan total 100 responden. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan Microsoft Excel dengan menghitung rata-rata skor yang dikonversi ke dalam bentuk persentase. Hasilnya kemampuan berpikir kritis siswa berada dalam kategori “Cukup” (71%), sementara kemampuan kolaborasi berada dalam kategori “Tinggi” (83%). Temuan ini menunjukkan bahwa meskipun keterampilan kolaboratif telah terbentuk dengan baik, aspek berpikir kritis masih perlu diperkuat. Oleh karena itu, sebelum AI diterapkan secara luas dalam pembelajaran IPA, penguatan kemampuan berpikir kritis perlu lebih difokuskan lagi agar pemanfaatan kecerdasan buatan (AI) dalam pendidikan khususnya dalam pembelajaran IPA nantinya tidak hanya sekadar bersifat pasif, tetapi mampu mendukung proses belajar aktif, reflektif, dan bermakna.

Kata kunci: AI; kolaborasi; keterampilan abad ke-21; pembelajaran IPA; berpikir kritis

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital mendorong terjadinya banyak perubahan dalam dunia pendidikan. Salah satu bentuk perubahan yang menunjukkan adanya kemajuan dalam dunia pendidikan adalah integrasi kecerdasan buatan (AI) ke dalam proses pembelajaran yang memungkinkan terjadinya personalisasi materi, otomatisasi dalam penilaian, dan interaksi belajar yang lebih adaptif. Pemerintah Indonesia merespons perubahan ini dengan menyusun strategi besar melalui digitalisasi pendidikan dan penguatan Kurikulum Merdeka. Wacana Wakil Presiden Gibran yang mengusulkan pengintegrasian AI ke dalam kurikulum sekolah dasar dan menengah menjadi langkah konkret untuk menyiapkan generasi muda Indonesia dalam menghadapi pesatnya laju perkembangan teknologi digital. Pelajar Indonesia diharapkan dapat bersaing dengan negara-negara maju yang saat ini tengah berlomba-lomba memanfaatkan AI dengan langkah tersebut (Chaterine & Prabowo, 2025). Sejalan dengan itu, Kurikulum Merdeka tidak hanya terfokus pada pemberian informasi, tetapi juga menekankan pentingnya keterampilan abad ke-21. Kemampuan dalam berpikir kritis dan kolaborasi termasuk dalam cakupan keterampilan abad ke-21 yang dianggap sebagai kemampuan dasar yang harus dimiliki siswa dalam menghadapi kompleksitas dunia modern (Sabil & Pujiastuti, 2023). Keterampilan ini menjadi landasan agar siswa tidak hanya sekadar menjadi pengguna teknologi kecerdasan buatan (AI), tetapi juga mampu mengelola, mengevaluasi, dan menggunakannya secara bijak. Jika siswa tidak memiliki kemampuan yang cukup, maka integrasi AI tersebut akan berisiko menjadikan siswa sebagai penerima pasif informasi tanpa terjadinya pemrosesan kognitif yang mendalam.

Pembelajaran IPA di jenjang SMP menjadi ruang lingkup dalam penelitian ini karena dalam proses pembelajarannya menuntut keterampilan berpikir ilmiah dan kerja sama tim. Kegiatan seperti praktikum, diskusi, dan pemecahan masalah menuntut siswa mampu menganalisis data, mengembangkan argumen logis, dan menyampaikan pendapat secara konstruktif. Menurut Timuçin dan Çimer (2022), mengacu pada konsep Paul dan Elder (2014), berpikir kritis adalah keterampilan dalam mengidentifikasi dan menyelesaikan masalah dengan cara yang logis, berdasarkan bukti yang dapat diverifikasi. Ennis (1996) juga menekankan bahwa berpikir kritis mencakup dua hal yaitu untuk menguji argumen secara objektif dan menarik kesimpulan dengan mempertimbangkan berbagai sudut pandang. Sementara itu, kolaborasi menjadi keterampilan penting yang harus dikembangkan dalam pembelajaran IPA karena banyak aktivitasnya dilakukan dalam bentuk kerja kelompok. Sayangnya, menurut laporan TALIS-OECD dan PISA yang dikutip oleh Cherbonnier et al. (2025), kemampuan kolaboratif siswa global masih rendah karena kurangnya pelatihan eksplisit dari sekolah. Padahal, teknologi AI dapat digunakan sebagai sarana untuk meningkatkan keterlibatan dalam kerja sama melalui simulasi digital, forum diskusi daring, dan pembelajaran berbasis proyek.

Beberapa penelitian lain turut memperkuat temuan tersebut. Celik et al. (2024) menyatakan bahwa berpikir kritis dan kolaborasi merupakan bagian dari enam keterampilan utama abad ke-21 yang mendukung daya saing siswa di masa depan. Penelitian oleh Utami et al. (2025) menunjukkan bahwa pemanfaatan AI dalam pembelajaran kolaboratif dapat meningkatkan partisipasi dan pemahaman konsep ilmiah siswa, asalkan keterampilan sosial dan komunikasi dasar telah terbentuk sebelumnya. Namun, bahaya tetap mengintai jika AI digunakan secara pasif tanpa pendampingan pedagogis. Darwin et al. (2024) dan Wu (2024) menekankan bahwa AI yang terlalu otomatis dapat menumpulkan kemampuan berpikir kritis siswa karena sistem AI menyajikan jawaban cepat tanpa adanya kesempatan untuk eksplorasi kognitif. Dalam studi Kim et al. (2024), penggunaan AI seperti ChatGPT berisiko menurunkan kualitas berpikir reflektif dan orisinalitas dalam menyusun gagasan. Hassan & Hanif (2025) juga menemukan bahwa kecerdasan buatan (AI) memengaruhi tindakan dan hubungan sosial pada 53,3% siswa. Sebanyak 40,8% siswa terlalu bergantung pada AI, 24,2% siswa mengalami kecemasan, dan 22,5% siswa merasa tertekan. Oleh karena itu, pemanfaatan AI tidak boleh terlepas dari kemampuan awal siswa dalam berpikir kritis dan berkolaborasi, karena dua aspek

ini merupakan landasan utama agar AI benar-benar menjadi alat bantu belajar yang efektif dan bermakna. Untuk memahami kemampuan tersebut, diperlukan adanya analisis dan pengukuran yang sistematis, yang di mana dalam penelitian ini digunakan instrumen skala Likert dengan indikator keterampilan berpikir kritis dan kolaboratif.

Kebaruan penelitian ini terletak pada pendekatannya yang tidak langsung mengukur dampak AI terhadap hasil belajar, tetapi justru menilai kemampuan awal siswa dalam aspek berpikir kritis dan kolaborasi sebelum AI diterapkan dalam pembelajaran IPA. Fokus ini menjadi penting karena implementasi teknologi kecerdasan buatan (AI) dalam pembelajaran yang dilakukan tanpa adanya analisis kemampuan siswa berpotensi akan menghasilkan ketimpangan dalam proses pembelajaran. Penelitian ini juga berkontribusi dalam konteks penerapan Kurikulum Merdeka yang mengusung prinsip pembelajaran berdiferensiasi dan eksploratif. Dengan memilih ruang lingkup pembelajaran IPA di SMP, penelitian ini menekankan bahwa penerapan AI tidak dapat dipisahkan dari interaksi nyata, diskusi kelompok, dan kerja laboratorium yang khas dalam sains. Pendekatan kuantitatif melalui skala Likert memungkinkan perolehan data yang sistematis dan akurat mengenai persepsi, sikap, dan kebiasaan belajar siswa terkait kedua keterampilan tersebut. Dengan mengukur kemampuan ini secara terstruktur, guru dan pengembang kurikulum dapat menyusun strategi pembelajaran yang lebih efektif, personal, dan kontekstual. Penelitian ini juga memperkaya wacana akademik mengenai literasi digital, kesiapan kognitif, serta pemanfaatan AI secara bijak dan edukatif, sebagaimana juga disorot oleh Ravshanovna & Abdi-Xafizovna (2025) dan Samala et al. (2025) dalam kajian mereka mengenai urgensi reformasi pembelajaran berbasis teknologi.

Sebagaimana yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah pada penelitian ini difokuskan pada tiga aspek utama: (1) Bagaimana kemampuan berpikir kritis siswa dalam menghadapi pembelajaran IPA berbasis teknologi AI? (2) Bagaimana kemampuan kolaborasi siswa dalam konteks pembelajaran IPA berbasis praktikum dan diskusi? (3) Bagaimana hubungan antara kemampuan berpikir kritis dan kolaborasi dengan pemanfaatan teknologi AI secara bijak dalam pembelajaran IPA? Tujuan penelitian ini yaitu untuk: (1) Menganalisis kemampuan berpikir kritis dan kolaborasi siswa SMP dalam pembelajaran IPA berbasis teknologi AI, (2) Menjelaskan keterkaitan antara kemampuan berpikir kritis dan kolaborasi dengan efektivitas pemanfaatan AI dalam mendukung Kurikulum Merdeka, serta (3) Memberikan rekomendasi strategis untuk desain pembelajaran berbasis teknologi AI yang memperkuat kompetensi abad ke-21 secara terintegrasi dan kontekstual. Diharapkan hasil yang diperoleh dapat memberikan kontribusi teoretis dan praktis dalam mengembangkan model pembelajaran sains berbasis teknologi kecerdasan buatan (AI) yang tidak hanya canggih, tetapi juga dapat diterima secara pedagogis dan humanistik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif deskriptif dengan tujuan untuk menganalisis tingkat kemampuan berpikir kritis dan kolaborasi siswa sebagai fondasi pemanfaatan kecerdasan buatan (AI) secara bijak dalam pembelajaran IPA. Metode ini dapat menggambarkan keadaan atau fenomena yang sedang terjadi pada objek yang diteliti (Khaerunnisah, Vitasari, & Suryani, 2022). Subjek penelitian adalah siswa kelas VIII di SMP Islam Pekalongan, terdapat tiga kelas paralel dengan jumlah total 100 siswa yang dipilih berdasarkan kesediaan pihak sekolah. Pengumpulan data dilakukan pada 12 April 2025 secara langsung di dalam kelas.

Instrumen yang digunakan adalah angket dengan skala Likert empat tingkat, yang terdiri atas dua bagian: keterampilan berpikir kritis dan keterampilan kolaborasi sebagai berikut.

Tabel 1. Daftar item pernyataan instrumen kemampuan berpikir kritis dan kolaborasi.

No.	Item Pernyataan Saya yakin dengan kemampuan saya untuk:	Aspek Kemampuan
1.	memperbaiki laporan praktikum dan menjelaskan alasan perbaikannya disertai bukti pendukung	Berpikir Kritis
2.	merumuskan beberapa pertanyaan terkait eksperimen yang akan dilakukan	Berpikir Kritis
3.	merancang percobaan yang baru dan unik	Berpikir Kritis
4.	menuliskan apa yang perlu diketahui untuk menjawab rumusan-rumusan masalah yang sudah saya tetapkan	Berpikir Kritis
5.	menilai apakah alasan dan bukti yang diberikan masuk akal dan kuat untuk mendukung pendapat	Berpikir Kritis
6.	membuat ide-ide yang disesuaikan dengan tujuan pembelajaran IPA	Berpikir Kritis
7.	membuat pertanyaan lanjutan untuk lebih memahami apa yang dibutuhkan saat praktikum	Berpikir Kritis
8.	menggabungkan berbagai bagian atau komponen menjadi sebuah produk, contohnya alat peraga	Berpikir Kritis
9.	mengenali pertanyaan yang mendorong pemikiran yang lebih dalam	Berpikir Kritis
10.	menjelaskan mengapa memilih cara tertentu untuk menilai sesuatu	Berpikir Kritis
11.	mengumpulkan informasi yang diperlukan dari berbagai sumber	Berpikir Kritis
12.	bersikap sopan dan baik pada teman satu tim	Kolaborasi
13.	mengakui dan menghormati pendapat orang lain	Kolaborasi
14.	mengikuti aturan tim	Kolaborasi
15.	memastikan semua ide anggota tim sama-sama dihargai	Kolaborasi
16.	menawarkan bantuan pada teman jika dibutuhkan	Kolaborasi
17.	memperbaiki pekerjaanku jika diberi masukan	Kolaborasi
18.	menggunakan bahasa tubuh yang tepat saat presentasi	Kolaborasi
19.	datang siap secara fisik dan mental setiap hari	Kolaborasi
20.	mengikuti aturan pengambilan keputusan tim	Kolaborasi

Angket tersebut disusun dari jurnal internasional yang disusun oleh Kelley et al. (2019), kemudian diparafrasekan ke dalam bahasa Indonesia dan disesuaikan dengan ruang lingkup pembelajaran IPA jenjang SMP. Aspek berpikir kritis terdiri atas 11 butir pernyataan yang mencerminkan kemampuan merumuskan masalah, merancang eksperimen, mengevaluasi bukti, dan membuat keputusan ilmiah. Sementara itu, aspek kolaborasi terdiri atas 9 butir pernyataan yang menggambarkan kemampuan bekerja sama, menghargai pendapat, mengikuti aturan kelompok, serta memberikan kontribusi aktif dalam diskusi. Instrumen disajikan dalam bentuk lembar soal dan lembar jawaban terpisah guna mempercepat proses pengisian dan pengolahan data. Validasi isi instrumen dilakukan oleh dosen sebelum diujikan kepada siswa untuk memastikan ketepatan dari parafrase yang dilakukan pada setiap butir-butir pernyataan. Angket diisi oleh seluruh siswa dalam waktu maksimal 25 menit.



Gambar 1. Suasana pengisian instrumen kemampuan berpikir kritis dan kolaborasi oleh siswa.

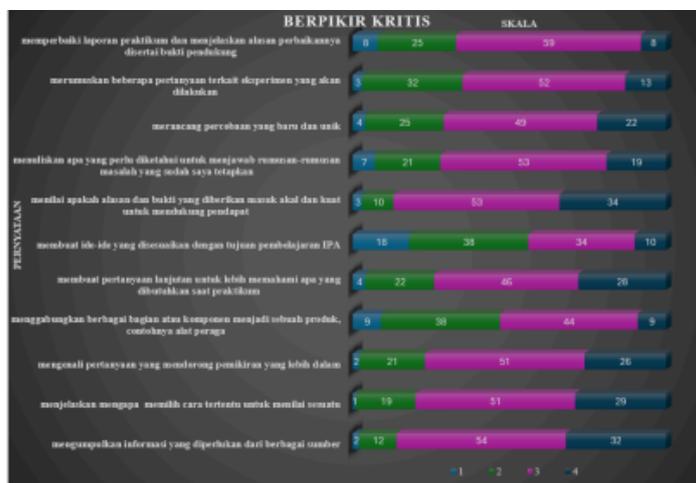
Data yang terkumpul kemudian direkap menggunakan Microsoft Excel. Respon (sangat tidak setuju) diberi skor 1, (tidak setuju) 2, (setuju) 3, dan (sangat setuju) 4. Skor yang diperoleh pada setiap aspek dihitung rata-ratanya, kemudian dikonversikan ke dalam bentuk persentase menggunakan rumus:

$$\text{Skor Persentase} = \frac{\text{Rata-rata Skor}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100\% \quad (1)$$

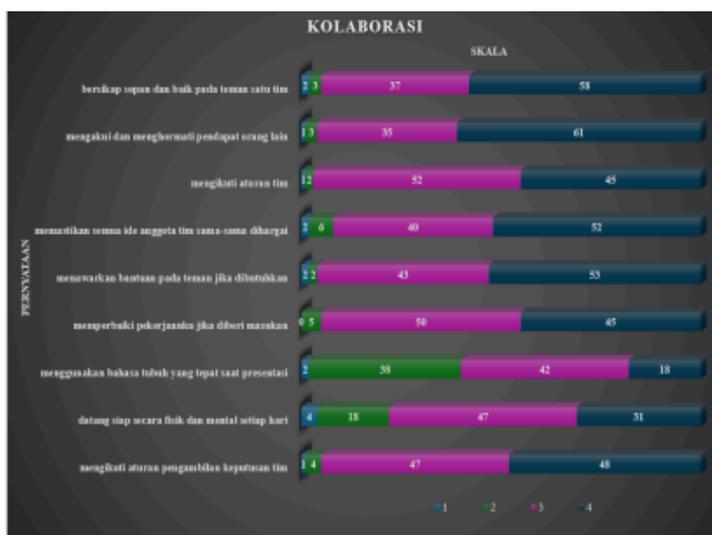
Skor maksimum ditentukan berdasarkan jumlah butir dikalikan skor tertinggi. Selanjutnya, skor persentase diklasifikasikan ke dalam empat kategori tingkat kemampuan, yaitu dengan rentang persentase (0–40%) masuk kategori sangat rendah, (41–60%) rendah, (61–80%) cukup, dan (81–100%) tinggi. Hasil akhir disajikan dalam bentuk tabel ringkasan dan diagram batang untuk menggambarkan distribusi masing-masing keterampilan terhadap kemampuan siswa secara keseluruhan. Penyajian tersebut dipilih karena mampu menggambarkan karakteristik data secara ringkas, jelas, dan komunikatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keseluruhan data yang diperoleh dihitung rata-rata skornya, kemudian diperoleh hasil bahwa tingkat kemampuan siswa dalam berpikir kritis dan kolaborasi berada pada kategori yang berbeda.



Gambar 2. Diagram batang distribusi jawaban siswa dalam aspek berpikir kritis di setiap item pernyataan.



Gambar 3. Diagram batang distribusi jawaban siswa dalam aspek kolaborasi di setiap item pernyataan.



Gambar 4. Diagram batang rata-rata skor aspek berpikir kritis dan kolaborasi siswa pada setiap item pernyataan.

Tabel 2. Persentase rata-rata skor dan kategori kemampuan siswa pada aspek berpikir kritis dan kolaborasi.

Aspek Keterampilan	Persentase Skor Rata-rata	Kategori
Berpikir Kritis	71%	Cukup
Kolaborasi	83%	Tinggi

Gambar 2 dan 3 menunjukkan bahwa siswa cenderung lebih menguasai kemampuan kolaborasi, terlihat dari jumlah siswa yang memilih skala 3 (setuju) & skala 4 (sangat setuju) lebih banyak pada aspek kolaborasi. Gambar 4 memperlihatkan skor rata-rata untuk masing-masing dari 20 item pernyataan. Skor terendah kemampuan berpikir kritis yaitu 2,36 lebih rendah daripada skor terendah kemampuan kolaborasi yaitu sebesar 2,76. Begitu pula dengan skor tertingginya, kemampuan berpikir kritis mencapai 3,18, sedangkan kemampuan kolaborasi mencapai 3,56. Kemampuan berpikir kritis siswa memiliki presentase skor rata-rata sebesar 71%, yang dikategorikan dalam tingkat “Cukup”. Sementara itu, skor rata-rata keterampilan kolaborasi siswa mencapai 83%, yang dikategorikan sebagai “Tinggi”. Data ini

menunjukkan bahwa meskipun siswa sudah memiliki kemampuan dalam kedua aspek, tingkat kemampuan kolaborasi lebih tinggi dibandingkan dengan berpikir kritis. Artinya, meskipun kedua keterampilan sama-sama dibutuhkan, siswa lebih unggul dalam aspek sosial dan kerja tim dibandingkan dengan kemampuan kognitif tingkat tinggi seperti evaluasi bukti dan perumusan strategi ilmiah. Temuan ini secara kuantitatif menunjukkan ketimpangan kecil yang perlu menjadi perhatian pendidik dalam menyusun strategi pembelajaran berbasis AI.

Kemampuan berpikir kritis yang berada dalam kategori "Cukup" menunjukkan bahwa sebagian besar siswa telah memiliki dasar yang baik dalam hal analisis dan penalaran, namun masih perlu dilakukan penguatan seperti dalam evaluasi argumen dan pengambilan keputusan ilmiah. Temuan ini sesuai dengan studi Tashtoush et al. (2025), yang menyebutkan bahwa keterampilan berpikir kritis dapat ditingkatkan secara signifikan melalui pemanfaatan AI apabila didukung oleh pembelajaran yang mendorong refleksi dan eksplorasi. Namun, jika AI hanya digunakan untuk menyajikan informasi instan tanpa tantangan kognitif, maka siswa akan cenderung pasif. Hal ini menjadi tantangan karena berdasarkan hasil ini, siswa belum sepenuhnya siap untuk mengelola kompleksitas informasi berbasis teknologi kecerdasan buatan (AI) secara mandiri. Keterampilan berpikir kritis yang belum optimal bisa jadi disebabkan oleh pola pembelajaran sebelumnya yang masih berorientasi pada hafalan dan jawaban tunggal, bukan eksplorasi dan peng-integrasian pemikiran.

Sementara itu, aspek kemampuan kolaborasi yang dikategorikan "Tinggi" memperlihatkan bahwa siswa telah terbiasa bekerja dalam tim, menghargai pendapat teman, dan aktif berkontribusi dalam diskusi kelompok. Hasil ini mengindikasikan bahwa lingkungan belajar siswa telah memberikan cukup banyak peluang untuk mengembangkan kemampuan sosial. Penelitian Utami et al. (2025) mendukung hal ini dengan menyatakan bahwa pembelajaran kolaboratif yang difasilitasi dengan teknologi AI atau deep learning dapat memperkuat keterlibatan dan kualitas interaksi siswa, sehingga berdampak langsung terhadap peningkatan hasil belajar. Namun demikian, menurut laporan Cherbonnier et al. (2025) dalam survei TALIS dan PISA, kemampuan kolaborasi global siswa masih tergolong rendah dan seringkali tidak dilatih secara eksplisit di sekolah. Hal ini menjadi peringatan bahwa meskipun siswa dalam penelitian ini tergolong sangat siap secara kolaboratif, hasil tersebut mungkin tidak berlaku secara merata di seluruh wilayah Indonesia, itu sebabnya diperlukan adanya penguatan dalam kurikulum nasional yaitu Kurikulum Merdeka.

Dari sudut pandang literasi digital, kolaborasi juga berperan penting sebagai pendorong terbentuknya keterampilan berpikir tingkat tinggi. Samsudin (2025) menyatakan bahwa komunikasi efektif dalam kolaborasi tidak hanya memperkuat pemahaman konsep, tetapi juga mendorong siswa untuk menyampaikan argumen secara logis dan terbuka. Dalam ruang lingkup pembelajaran IPA, komunikasi ilmiah yang dilakukan dalam kelompok menjadi wadah konkret untuk melatih keterampilan tersebut. Oleh karena itu, dari hasil penelitian ini penguatan pembelajaran berbasis kolaboratif perlu dijaga, bahkan ketika teknologi AI mulai banyak digunakan. Samala et al. (2025) menekankan bahwa transformasi pendidikan berbasis AI harus selalu diimbangi dengan peningkatan kompetensi siswa, baik secara kognitif maupun etis, agar teknologi kecerdasan buatan (AI) tidak menjadi substitusi pemikiran, tetapi fasilitator pembelajaran bermakna. Sejalan dengan itu, arah kebijakan pendidikan nasional di era Society 5.0 sebagaimana diuraikan oleh Putra & Wanda (2023) menekankan pentingnya mengintegrasikan teknologi AI dengan nilai-nilai humanistik. Dalam hal ini, kemampuan siswa dalam berpikir kritis dan kolaborasi sangat penting untuk memastikan bahwa integrasi AI ke dalam pembelajaran, khususnya dalam pembelajaran IPA nantinya tidak justru menciptakan ketimpangan baru dalam pendidikan.

Lebih lanjut, Wang et al. (2023) menyatakan bahwa efektivitas penerapan teknologi AI dalam pendidikan tidak hanya diukur dari efisiensi akses atau kecepatan penyampaian informasi, tetapi dari seberapa besar kontribusinya dalam mendorong pembelajaran yang inklusif dan reflektif. Dengan mempertimbangkan tujuan pembangunan berkelanjutan serta

etika penggunaan AI, diperlukan transformasi metode pengajaran yang semula hanya berfokus pada aspek kognitif menjadi lebih kolaboratif dan menumbuhkan kemampuan berpikir kritis. Agar dapat digunakan secara bijak dan bertanggung jawab dalam pendidikan, transparansi dalam algoritma AI juga menjadi hal yang penting (Ruiz et al., 2024). Untuk mengakomodasi temuan ini, guru dapat merancang strategi pembelajaran seperti *Problem Based Learning* berbasis AI yang secara langsung mengintegrasikan tantangan berpikir kritis dan kerja kolaboratif. Sebagai contoh, dalam topik perubahan wujud zat atau ekosistem, siswa dapat diminta merancang eksperimen virtual melalui platform simulasi berbasis AI seperti PhET atau Labster, kemudian mendiskusikan prediksi dan menganalisis hasil secara kelompok. Selama proses ini, siswa dibimbing untuk mengkritisi data, membandingkan hasil temuan, serta menyampaikan argumen ilmiah yang logis secara kolaboratif. Aktivitas semacam ini tidak hanya memperkuat kemampuan berpikir tingkat tinggi, tetapi juga membentuk kebiasaan bekerja sama dalam lingkungan digital secara kontekstual. Dengan demikian, pembelajaran IPA berbasis AI dapat diarahkan untuk mencetak peserta didik yang reflektif, komunikatif, dan adaptif, yang merupakan fondasi penting dalam pendidikan abad ke-21.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa siswa SMP memiliki tingkat kemampuan yang berbeda dalam dua keterampilan utama abad ke-21, yaitu berpikir kritis dan kolaborasi, yang menjadi fondasi penting dalam pemanfaatan kecerdasan buatan (AI) secara bijak dalam pembelajaran IPA. Kemampuan berpikir kritis berada pada kategori “Cukup”, yang menunjukkan adanya kemampuan awal yang cukup dalam analisis dan pengambilan keputusan ilmiah, namun masih membutuhkan penguatan terutama dalam hal evaluasi bukti dan merancang strategi penyelesaian masalah. Sebaliknya, kemampuan kolaborasi berada pada kategori “Tinggi”, yang mencerminkan bahwa siswa telah terbiasa bekerja sama, menghargai pendapat, dan berkontribusi aktif dalam kerja tim. Perbedaan tingkat kemampuan ini menunjukkan bahwa sebelum integrasi AI dilakukan secara luas, perlu ada penguatan kemampuan berpikir kritis siswa agar teknologi dapat benar-benar digunakan secara aktif dan reflektif, bukan hanya sebagai alat pasif. Temuan ini menggarisbawahi pentingnya pengembangan pembelajaran yang tidak hanya berbasis teknologi kecerdasan buatan (AI), tetapi juga berorientasi pada peningkatan kemampuan kognitif dan sosial siswa. Ke depan, hasil yang diperoleh dari penelitian ini dapat menjadi dasar dalam penyusunan model pembelajaran IPA berbasis AI yang lebih adaptif, partisipatif, dan kontekstual, sekaligus mendorong eksplorasi lebih lanjut terhadap faktor-faktor lain yang memengaruhi kemampuan siswa dalam menghadapi tantangan pembelajaran digital.

DAFTAR PUSTAKA

- Chaterine, R. N., & Prabowo, D. (2025, March 12). *Wapres Gibran Akan Minta AI Masuk Pelajaran Sekolah*. KOMPAS.com. Retrieved May 30, 2025, from <https://nasional.kompas.com/read/2025/03/12/13555531/wapres-gibran-akan-minta-ai-masuk-pelajaran-sekolah>
- Celik, I., Gedrimiene, E., Siklander, S., & Muukkonen, H. (2024). The affordances of artificial intelligence-based tools for supporting 21st-century skills: A systematic review of empirical research in higher education. *Australasian Journal of Educational Technology*, 40(3), 19–38.
- Cherbonnier, A., Hémon, B., Michinov, N., Jamet, E., & Michinov, E. (2025). Collaborative skills training using digital tools: A systematic literature review. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 41(7), 4155–4173.
- Darwin, D., Rusdin, D., Mukminatien, N., Suryati, N., Laksmi, E. D., & Marzuki. (2024). Critical thinking in the AI era: An exploration of EFL students' perceptions, benefits,

- and limitations. *Cogent Education*, 11(1), 2290342.
- Hassan, S., & Hanif, S. (2025). Cognitive transformation in the age of AI: Behavioral shifts among university students. *Contemporary Journal of Social Science Review*, 3(1), 408–418.
- Kelley, T. R., Knowles, J. G., Han, J., & Sung, E. (2019). Creating a 21st century skills survey instrument for high school students. *American Journal of Educational Research*, 7(8), 583-590.
- Khaerunnisah, K., Vitasari, M., & Suryani, D. I. (2022). Analisis Pembelajaran IPA Berbasis Praktikum di SMP Negeri se-Kecamatan Pontang Kabupaten Serang. *PENDIPA Journal of Science Education*, 6(2), 346-352.
- Kim, J., Kelly, S., Colón, A. X., Spence, P. R., & Lin, X. (2024). Toward thoughtful integration of AI in education: Mitigating uncritical positivity and dependence on ChatGPT via classroom discussions. *Communication Education*, 73(4), 388–404.
- Putra, W. S., & Wanda, K. (2023). Transformasi pendidikan: Merdeka belajar dalam bingkai pendidikan Indonesia di era Society 5.0. *MODELING: Jurnal Program Studi PGMI*, 10(4), 810–817.
- Ravshanovna, K. L., & Abdi-Xafizovna, K. M. (2025). The role of modern digital technologies in education: Transforming learning environments and enhancing student outcomes. *Modern Educational System and Innovative Teaching Solutions*, 1(5), 160–165.
- Ruiz-Rojas, L. I., Salvador-Ullauri, L., & Acosta-Vargas, P. (2024). Collaborative working and critical thinking: Adoption of generative artificial intelligence tools in higher education. *Sustainability*, 16(13), 5367.
- Sabil, M. A., & Pujiastuti, H. (2023). Kurikulum Merdeka: Tantangan dan peluang di era digital. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 8(3), 5033–5045.
- Samsudin, U. (2025). Exploration of artificial intelligence (AI) in increasing student collaboration in digital-based Islamic education learning. *Al-Hayat: Journal of Islamic Education*, 9(1), 216–230.
- Samala, A. D., Rawas, S., Wang, T., Reed, J. M., Kim, J., Howard, N. J., & Ertz, M. (2025). Unveiling the landscape of generative artificial intelligence in education: A comprehensive taxonomy of applications, challenges, and future prospects. *Education and Information Technologies*, 30(3), 3239–3278.
- Tashtoush, M. A., Qasimi, A. B., Shirawia, N. H., & Hussein, L. A. (2025). The efficacy of utilizing artificial intelligence techniques in developing critical thinking in mathematics among secondary school students and their attitudes toward it. *Iraqi Journal for Computer Science and Mathematics*, 6(1), 3.
- Timuçin, M., & Çimer, A. (2022). A conceptual framework for critical thinking-based implementations. *Journal of Instructional Technologies and Teacher Education*, 11(2), 43–52.
- Utami, S., Nur, J., & Liyong, Y. (2025). The role of deep learning in promoting collaborative learning and critical thinking in future educational systems. *Journal of the American Institute*, 2(3), 449–461.
- Wang, C., Zhang, M., Sesunan, A., & Yolanda, L. (2023). Peran teknologi dalam transformasi pendidikan di Indonesia. *Kemdikbud*, 4(2), 1–7.
- Wu, Y. (2024). Critical thinking pedagogics design in an era of ChatGPT and other AI tools—Shifting from teaching “what” to teaching “why” and “how”. *Journal of Education and Development*, 8(1), 1.