

## Penggunaan Kecerdasan Buatan Generatif bagi Peningkatan Kompetensi Guru IPA dalam Penyusunan LKPD

<sup>1</sup>Surya Gumilar, <sup>2</sup>Irma Fitria Amalia, <sup>3</sup>De Budi Irwan Taofik, <sup>4</sup>Iing Mustain\*

\*Coresponding Author

<sup>1,2</sup>Prodi Pendidikan Fisika, Institut Pendidikan Indonesia Garut

<sup>3</sup>Prodi Pendidikan Biologi, Institut Pendidikan Indonesia Garut

<sup>4</sup>Prodi Teknik, Akademi Maritim Suaka Bahari Cirebon

email: <sup>1</sup>ayrusgumilar@gmail.com, <sup>2</sup>irma.f3a@gmail.com, <sup>3</sup>debudi@institutpendidikan.ac.id,

<sup>4</sup>iing.mustain@gmail.com

### Abstract

*Generative Artificial Intelligence (Gen AI) has experienced rapid development in the field of education and learning. The use of Gen AI by teachers, especially science teachers, can improve Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) competencies that are currently demanded by teachers. This study aims to develop Student Worksheets (LKPD) based on Gen AI to evaluate the assessment of student abilities by science teachers in the context of science education. A qualitative study design was chosen to explore science teachers' experiences of using Gen AI in preparing LKPD. A total of 30 teachers were given an understanding of the use of the Gen AI application through training activities and coaching visits that were part of the lecturer community service activities. The main objective was to analyze several characteristics of the material and the preparation of LKPD with generative artificial intelligence. The preparation of LKPD GenAI is based on four main activities: (1) hypothesis formation, (2) asking GenAI, (3) discussion, and (4) reflection. All stages are linked to the scientific literacy framework and TPACK aspects. The results of the program showed that respondents agreed with the use of GenAI such as ChatGPT for current learning activities. Science teachers' TPACK competencies can improve during the process of developing student worksheets (LKPD) through group discussions. Teachers are able to select statements from ChatGPT based on concepts they already understand. Teachers also gain new knowledge from ChatGPT statements about the concepts they are asking about. Therefore, Gen AI can be used by teachers to optimize the learning process.*

**Keyword:** generative artificial intelligence, GenAI, literacy, science education, TPACK.

### Abstrak

Kecerdasan Buatan Generatif (Gen AI) telah mengalami perkembangan pesat pada bidang pendidikan dan pembelajaran. Penggunaan Gen AI oleh guru khususnya guru IPA dapat memberikan peningkatan kompetensi Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) yang menjadi tuntutan guru saat ini. Studi ini bertujuan untuk menyusun Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berdasarkan Gen AI untuk mengevaluasi penilaian kemampuan siswa oleh guru IPA dalam konteks pendidikan sains. Desain studi kualitatif dipilih untuk mengeksplorasi pengalaman guru IPA tentang penggunaan Gen AI dalam penyusunan LKPD. Sebanyak 30 guru diberikan pemahaman tentang penggunaan aplikasi Gen AI melalui kegiatan diklat dan kunjungan pembinaan yang menjadi bagian dari kegiatan pengabdian dosen. Tujuan utamanya adalah untuk menganalisis beberapa karakteristik materi dan penyusunan LKPD dengan kecerdasan buatan generatif. Penyusunan LKPD GenAI didasarkan pada empat aktivitas utama: (1) pembuatan hipotesis, (2) bertanya kepada GenAI, (3) diskusi, dan (4) refleksi. Seluruh tahapan dikaitkan dengan kerangka literasi sains dan aspek TPACK. Hasil program menunjukkan bahwa responden setuju penggunaan GenAI seperti ChatGPT untuk kegiatan pembelajaran saat ini. Kompetensi TPACK guru IPA dapat mengalami peningkatan selama proses penyusunan LKPD melalui proses diskusi kelompok. Guru mampu menyeleksi pernyataan dari ChatGPT dengan konsep yang telah mereka pahami. Guru juga mendapatkan pengetahuan baru dari pernyataan ChatGPT tentang konsep-konsep yang mereka tanyakan. Sehingga, Gen AI dapat digunakan oleh guru untuk mengoptimalkan proses pembelajaran.

**Kata kunci:** Generatif Kecerdasan Buatan, GenAI, literasi, pendidikan sains, TPACK.

---

## 1. Pendahuluan

Kecerdasan Buatan Generatif (Gen AI) berkembang pesat dari teknologi canggih ke semua bidang (Dwihadiah et al., 2024; Kohnke et al., 2023; Abou Hashish & Alnajjar, 2024; Sisepahputra et al., 2024), tidak terkecuali di bidang pendidikan dan pembelajaran (Almogren et al., 2024; Dwihadiah et al., 2024; Ja'faruddin et al., 2024). Generatif AI menggunakan *Large Language Models* (LLM) seperti Google Gemini dan ChatGPT (Bustos & Soria, 2024; Sulianta, 2024). ChatGPT menggunakan LLM yang khusus dalam memproses dan menghasilkan bahasa manusia (Dermawan & Herdianto, 2024; Sulianta, 2024). Aksesibilitas dan kemudahan penggunaan LLM ini telah banyak digunakan secara luas (Bick et al., 2024; Manuaba et al., 2024) termasuk dalam pendidikan di semua tingkatan sekolah dan perguruan tinggi (Diktiristek, 2024; Putra et al., 2025; Tiwari et al., 2024).

Pendidikan sains mengalami tantangan dan permasalahan pada aspek literasi sains yang mengacu kepada capaian TIMSS dan PISA yang masih rendah (Suparya et al., 2022). Terdapat 3 aspek bidang utama yaitu matematika, kemampuan membaca, dan sains (Abidin et al., 2021). Siswa di Indonesia memperoleh nilai di bawah rata-rata OECD dalam matematika, membaca, dan sains. Data OECD menunjukkan bahwa Proporsi siswa di Indonesia yang berprestasi tinggi (Level 5 atau 6) dalam setidaknya satu mata pelajaran lebih kecil daripada rata-rata di seluruh negara OECD. Pada saat yang sama, proporsi siswa yang mencapai tingkat kemahiran minimum (Level 2 atau lebih tinggi) dalam ketiga mata pelajaran tersebut lebih kecil daripada rata-rata di seluruh negara OECD (OECD, 2023).

Permasalahan pada guru sains anggota Perkumpulan Pendidik Sains Indonesia (PPSI) di Kabupaten Garut yang mengajarkan literasi sains pada siswa tingkat SMP dan SMA memiliki hal yang sama. Pada pembelajaran sains guru sains anggota PPSI bertujuan untuk meningkatkan literasi ilmiah (Pratiwi et al., 2019; Roberts & Bybee, 2014; States, 2013), di mana guru sains khususnya dapat menjadi sumber utama bagi siswa untuk belajar menilai secara kritis kualitas dan keandalan informasi (P. S. Dewi, 2016; Holbrook & Rannikmae, 2007). Meskipun versi awal Gen AI memberikan jawaban yang tidak andal, terdapat salah, dan tidak konsisten untuk pertanyaan-pertanyaan dalam fisika, Gen AI yang lebih baru dan lebih canggih menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam memberikan jawaban dan penjelasan yang benar dalam domain sains (Polverini & Gregorcic, 2024). Penggunaan Gen AI yang andal harus dimasukkan dalam keterampilan literasi sains, karena keandalan informasi yang diberikannya dapat diterima oleh pengguna yang kurang pengetahuan dan pengalaman.

Gen AI memungkinkan pengalaman belajar yang dipersonalisasi dengan menyesuaikan konten untuk memenuhi beragam kebutuhan siswa dan guru, sehingga meningkatkan asesmen, hasil belajar, dan kegiatan evaluasi. Gen AI mendukung pengembangan keterampilan melalui konten adaptif dan pembelajaran berbasis pengalaman, mempersiapkan siswa dalam memenuhi tuntutan dunia kerja di masa depan (Noviandy et al., 2024), seiring semakin terintegrasinya teknologi Gen AI ke dalam praktik Pendidikan (Ikhlis et al., 2025; Ulpiana, 2025). Dalam pendidikan sains, di mana kedalaman konseptual dan pedagogi berbasis TPACK sangat penting (Rahayu, 2017), sehingga teknologi GenAI memiliki potensi alat bantu teknologi khususnya bagi calon guru atau guru yang sering menghadapi kesulitan dalam merencanakan pelajaran (Ernawati & Safitri, 2017), seperti pembelajaran berorientasi pada inkuiri (Lee & Zhai, 2024).

Oleh karena itu, pelatihan guru perlu memasukkan tentang penggunaan Gen AI dalam keterampilan teknologi untuk adaptasi guru di masa depan (Fajriati et al., 2024), serta menyesuaikan aspek pelatihan itu sendiri dengan berkembang Gen AI (Taufik & Rindaningsih, 2024). Pelatihan diperlukan di bidang ini untuk menentukan bagaimana AI dapat digunakan untuk mendukung pembelajaran guru. Berdasarkan hasil pandangan para guru sains tentang perkembangan Gen AI dapat menjadi titik awal untuk mendesain ulang pelatihan bagi guru, pekerjaan calon guru sains, yang diterapkan dalam pengajaran di kelas sains masa depan.

Studi-studi sebelumnya sebagian besar berfokus pada evaluasi keakuratan konten sains yang dihasilkan AI atau survei persepsi pengguna tanpa menyelidiki aspek prosedural dan reflektif interaksi guru-AI selama perancangan pelajaran (Ishmuradova et al., 2025; Powell & Courchesne, 2024). Studi-studi terbaru mulai mendokumentasikan bagaimana guru menggunakan ChatGPT untuk mendukung pengembangan pelajaran sains (H. R. Dewi et al., 2024; Sudrajat et al., 2023). Studi-studi ini

menggarisbawahi pentingnya komunitas guru IPA dalam menyusun modul, LKPD sebagai alat evaluasi, dan mampu melakukan penyaringan kontekstual ketika menggunakan AI sebagai sumber informasi (Chen, 2024; Sedyono et al., 2022; Sudrajat et al., 2023). Namun, penelitian yang lebih berpusat pada praktik diperlukan untuk mengetahui bagaimana guru IPA memodifikasi, mengadopsi, dan terkadang menolak hasil AI saat mereka merancang pelajaran dalam kebutuhan data otentik.

Dalam Pengembangan model AI, yang dimulai dengan karya para pionir awal seperti Alan Turing antara tahun 1950 dan 1980, berpusat pada sistem berbasis aturan dan sistem pakar (Akpan et al., 2025). Sistem AI tersebut bergantung pada aturan dan basis pengetahuan yang telah ditentukan sebelumnya untuk mengambil keputusan. Pada tahun 1980-an, gagasan pertama tentang koneksionisme menekankan penggunaan jaringan saraf untuk memodelkan proses kognitif (Bozinovski, 2020).

AI sebagian besar hanyalah istilah populer dan terutama didorong oleh pembelajaran mesin. Pembelajaran mesin mencakup serangkaian teknologi yang luas dengan beragam aplikasi, tujuan, dan penggunaan, termasuk pemrosesan bahasa alami, jaringan saraf, dan jaringan adversarial generatif. Model bahasa besar (*Learning Learning Models-LLM*) sebagian besar berada di bawah payung pembelajaran mesin yang dipopulerkan oleh komunitas pemrosesan bahasa alami, dan model GenAI, seperti chatbot AI, dibangun di atas LLM.

Munculnya teknologi Gen AI telah memperkenalkan kemungkinan baru untuk pembuatan konten, penyampaian umpan balik, dan pembelajaran interaktif dalam pendidikan. Alat-alat seperti ChatGPT, Claude, dan Gemini, yang berbasis pada LLM, dapat menghasilkan respons yang lancar, mensimulasikan interaksi seperti manusia, dan membantu dalam tugas-tugas desain instruksional (Manuaba et al., 2024). Kemampuan aplikasi ini telah menarik perhatian karena potensinya untuk mendukung proses pengajaran dan pembelajaran (Yang et al., 2024).

Gen AI didedikasikan untuk menciptakan konten baru, termasuk teks, gambar, audio, video, dan bahkan kode. “Istilah generatif mengacu pada kemampuan AI untuk menghasilkan keluaran baru daripada sekadar mereplikasi, mengurutkan, memproses, atau menganalisis masukan yang diberikan” (Chan & Colloton, 2024, hlm. 9). Aplikasi Gen AI adalah dalam dukungan penulisan, di mana ia menawarkan umpan balik waktu nyata, saran penyusunan ulang, dan perluasan konten (Diktiristek, 2024; Manuaba et al., 2024). Aplikasi GenAI juga digunakan untuk menghasilkan pertanyaan penilaian, membuat contoh soal yang dikerjakan, dan menghasilkan penjelasan instruksional yang disesuaikan dengan kebutuhan peserta didik.

Bagi guru, Gen AI dapat mengurangi waktu perencanaan dengan mengotomatiskan tugas-tugas rutin dan mendukung pembelajaran berdiferensiasi. Gen AI dapat menghasilkan beragam ide pelajaran, mensimulasikan dialog, dan memberikan analogi atau petunjuk berbasis kasus (Kohnke et al., 2023; Mondal et al., 2023). Kemampuan tersebut sangat berguna bagi calon guru atau guru pemula yang mungkin kesulitan dengan struktur pelajaran dan aspek pedagogis (Choi & Chung, 2025; Verma et al., 2023). Gen AI telah membuka jalan baru bagi guru untuk memfasilitasi motivasi, dengan LLM digunakan, misalnya, untuk memberikan rekomendasi sumber belajar yang dipersonalisasi dan dukungan khusus bagi peserta didik.

Dalam lingkup Pendidikan sekolah, integrasi teknologi Gen AI mengubah cara pengajaran dan pembelajaran dikonseptualisasikan dalam pendidikan formal. Alat-alat seperti ChatGPT, Claude, dan Bing AI semakin banyak digunakan untuk mendukung perencanaan pembelajaran, memberikan bantuan kepada peserta didik, dan meningkatkan keterlibatan melalui interaksi responsif secara real-time (Indriani et al., 2024; Peliza, 2024). Di ruang kelas, baik guru maupun siswa mulai mengeksplorasi praktik pembelajaran baru melalui penggunaan GenAI (Sitorus & Murti, 2024; Subiyantoro et al., 2023).

Bagi para guru, Gen AI menawarkan dukungan dalam mengembangkan materi pelajaran (Peliza, 2024), menyarankan contoh, menyusun penjelasan, dan bahkan mengatur alur pembelajaran. Studi menunjukkan bahwa para pendidik menggunakan ChatGPT untuk menghasilkan analogi, menyederhanakan konsep sains yang kompleks, dan mempersonalisasi pembelajaran untuk beragam jenis pembelajar. Para guru sains khususnya dapat memanfaatkan kerangka kerja (*frame work*) yang disediakan oleh Gen AI, terutama ketika mereka menghadapi kendala waktu atau keterbatasan dalam perencanaan pembelajaran (Dimas et al., 2025). Kemampuan teknologi ini untuk mensimulasikan interaksi atau memberikan kerangka instruksional menjadikannya membantu bagi pendidik pemula

yang membutuhkan panduan selama perancangan pembelajaran (Sirait & Dewi, 2024; Yasin et al., 2024).

Dalam merancang pelajaran sains praktis tidak hanya membutuhkan pengetahuan konten tetapi juga kemampuan pedagogis, pemahaman kurikulum, dan kompetensi untuk mendukung pembelajaran (Diktiristek, 2024). Bagi guru, proses menerjemahkan konsep ilmiah abstrak ke dalam aktivitas kelas yang menarik dapat menjadi tantangan tersendiri. Sebagai respons, alat Gen AI seperti ChatGPT telah muncul sebagai dukungan potensial dalam proses desain pembelajaran, menawarkan saran langsung, penjelasan konseptual, dan panduan struktural (Dwihadiah et al., 2024; Kohnke et al., 2023).

Desain pembelajaran yang didukung Gen AI menawarkan cara yang efektif (Nisa, 2025). Hal ini memungkinkan calon guru untuk bereksperimen dengan model pengajaran, memvisualisasikan urutan pengajaran alternatif, dan mengembangkan penilaian pedagogis mereka dalam lingkungan yang tidak terlalu menekan. Jika dibimbing dengan tepat, teknologi AI dapat mendorong praktik reflektif dan memperkuat keterampilan desain pembelajaran. Namun demikian, kualitas integrasi AI sangat bergantung pada peran guru, yaitu kemampuan untuk secara kritis menilai, menyesuaikan, dan memediasi konten dalam konteks pembelajaran siswa.

Gen AI telah menjadi alat yang ampuh karena kemampuannya untuk menghasilkan teks dari basis data yang sangat besar. Melalui perintah baris perintah, pengguna dapat memanfaatkan Gen AI untuk menghasilkan konten, termasuk teks, gambar, audio, video, dan model 3D. Dalam konteks pendidikan, Gen AI dapat diterapkan pada empat elemen utama: pembelajaran, pengajaran, penilaian, dan pekerjaan administratif. Dalam proses pembelajaran, Gen AI dapat menyediakan pembelajaran yang dipersonalisasi untuk setiap siswa. Misalnya, ketika siswa menghadapi masalah, mereka dapat berinteraksi dengan membaca respons dari Gen AI (misalnya, ChatGPT). Jika respons tersebut tidak sesuai dengan pemahaman siswa tentang suatu konsep, mereka dapat mengajukan pertanyaan lanjutan hingga menerima respons yang sesuai (Chiu, 2024).

Sejalan dengan perannya dalam pendidikan global, peran Gen AI juga dapat dianalisis dalam pendidikan sains. Pemanfaatan Gen AI dalam pembelajaran personalisasi dalam pengajaran sains tampaknya layak karena Gen AI dapat memberikan berbagai jenis keluaran, seperti teks, gambar, dan konten video, untuk menjawab pertanyaan apa pun yang diajukan (Giannakos et al., 2025). Namun, siswa perlu diajarkan cara membuat pertanyaan yang tepat, karena tanpa pengetahuan ini, respons Gen AI dapat menyesatkan. Ketika siswa baru tidak memahami konsep-konsep ini, mereka mungkin menerima respons yang salah dan salah mengartikannya sebagai konsep ilmiah. Aspek ini merupakan pertimbangan penting bagi guru. Saat menerapkan Gen AI dalam pembelajaran personalisasi, guru harus memastikan siswa dapat membuat pertanyaan yang efektif atau menyediakan sumber daya lain, seperti buku teks, untuk mendukung kegiatan ini.

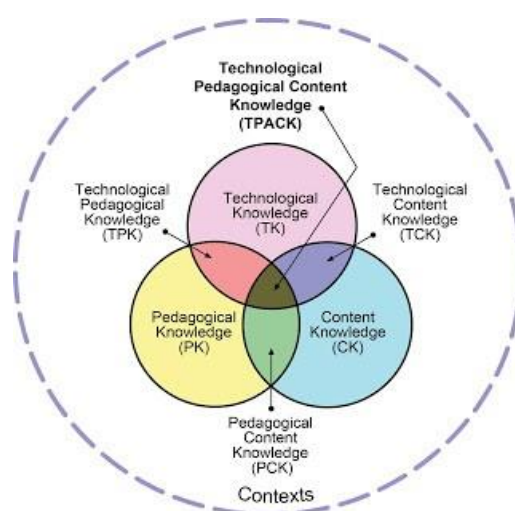
Dalam konteks proses pengajaran yang melibatkan program pelatihan guru, Gen AI dapat membantu guru berinteraksi dengannya untuk memperoleh pemahaman yang lebih dalam tentang konsep sains tertentu; ini dapat menjadi bagian dari dampak positif pembelajaran personalisasi bagi guru. Namun, Laak et al., (2024) menemukan bahwa personalisasi tidak selalu merupakan aspek yang berharga dalam pengajaran dan pembelajaran, karena penggunaan Gen AI yang sembarangan berisiko menyamakan kinerja peserta didik, sehingga membatasi potensi individu. Akibatnya, guru dapat meningkatkan pengetahuan konten mereka, elemen penting dalam mendukung pengajaran sains di kelas.

Hanya sedikit penelitian yang berfokus secara khusus pada eksplorasi persepsi guru tentang manfaat penggunaan Gen AI dalam pengajaran di kelas (Arantes, 2024). Persepsi lain tentang Gen AI di kalangan guru sains adalah bahwa AI dapat memainkan peran penting dalam mendorong penyelidikan di kelas, mendukung otonomi pembelajar, dan mengakomodasi kebutuhan individu selama pengajaran berbasis penyelidikan (Ramnarain, 2024). GenAI memiliki peran penting dalam pendidikan sains, khususnya dalam membantu guru dengan tugas-tugas administratif, seperti menghasilkan teks untuk perencanaan pelajaran. Tren terkini berfokus pada pelatihan model pada kumpulan data besar dan penyempurnaan model untuk tujuan tertentu, seperti ChatGPT. Teknik ini telah menghasilkan solusi mutakhir dalam beberapa tugas pembelajaran.

Konsep *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) bagi guru menuntut kemampuan guru dalam mengajarkan materi dengan teknologi untuk mengefektifkan proses kegiatan belajar mengajar. Melalui TPACK dalam proses kegiatan belajar mengajar terdapat kompleksitas

aktivitas yang bervariasi (Mishra & Koehler, 2008), sehingga dengan pemanfaatan teknologi dapat membantu guru untuk dapat menyampaikan materi yang dapat diterima siswa. TPACK dikenalkan oleh Shulman, (1986) menjelaskan tentang pengetahuan pedagogik dan konten pada pendidik yang terpadu saling berkaitan. Guru harus mampu membuat siswa untuk memahami materi dan menguasai interaksi dengan siswa melalui strategi pembelajaran yang menggabungkan antara pedagogi dan konten (Koehler et al. 2013). Guru harus mampu menggunakan teknologi yang dipadukan dengan kemampuan pedagogi, dan konten. Penggunaan teknologi pada proses pembelajaran secara fleksibel dilakukan dengan kerangka kerja yang sudah ditetapkan. Sehingga integrasi teknologi mampu secara efektif dipadukan dengan pendekatan pedagogis dan konten tentang materi yang diajarkan.

Gambar 1 menunjukkan diagram TPACK yang terdiri atas tiga aspek inti yaitu *Pedagogical Knowledge* (PK) yang merupakan pengetahuan tentang proses pembelajaran dan kegiatan praktik atau metode pengajaran dan pembelajaran, *Content Knowledge* (CK) merupakan pengetahuan tentang materi pelajaran yang harus dipelajari atau diajarkan, dan *Technological Knowledge* (TK) merupakan pengetahuan tentang teknologi standar dan keterampilan yang dibutuhkan untuk mengoperasikan teknologi.



Gambar 1. Diagram TPACK (Koehler & Mishra, 2009)

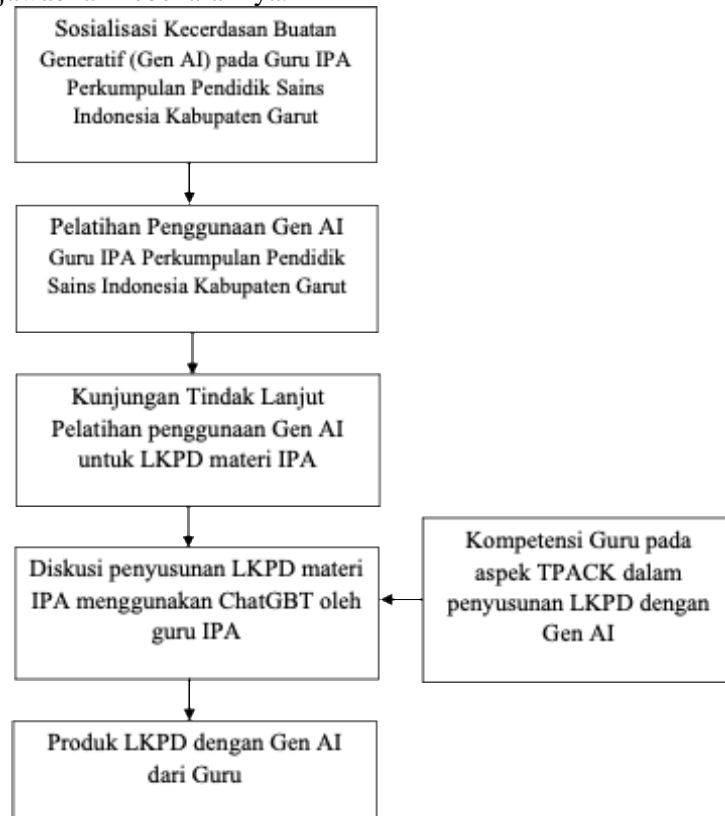
Dalam proses pengajaran, dapatkah Gen AI meningkatkan pengembangan kompetensi TPACK guru? Hingga saat ini, belum ada bukti empiris yang mendukung pendekatan ini. Namun, program pengembangan guru dapat menggabungkan Gen AI sebagai alat untuk meningkatkan pengetahuan TPACK guru. Lebih penting lagi, dalam konteks pekerjaan administratif, Gen AI dapat membantu guru dengan menghasilkan teks sesuai kebutuhan. Misalnya, alat Gen AI telah berhasil diuji untuk mendukung desain rencana pembelajaran. Moundridou et al., (2024) mengklasifikasikan alat Gen AI menurut setiap fase kerangka pembelajaran berbasis inkuiri menunjukkan peran mereka dalam mencapai tujuan setiap fase, namun belum pada aspek TPACK guru. Dalam penulisan ini menawarkan kebaruan tentang pengembangan kompetensi TPACK guru dalam penggunaan Gen AI dalam menyusun LKPD pada materi IPA yang digunakan oleh guru sains khususnya pada anggota PPSI Kabupaten Garut dengan empat aktivitas utama yaitu membuat hipotesis, bertanya kepada Gen AI, berdiskusi, dan merefleksikan.

## 2. Metode

Desain studi kualitatif dipilih untuk mengeksplorasi pengalaman guru IPA tentang penggunaan Gen AI dalam penyusunan LKPD. Peserta yang mengikuti program diklat dengan jumlah 30 peserta yang tergabung dalam Perkumpulan Pendidik Sains Indonesia (PPSI) Kabupaten Garut. Pelaksanaan program dilakukan di kampus Institut Pendidikan Indonesia (IPI) Garut. Gambar 2 menunjukkan alur kegiatan program pengabdian kepada masyarakat yang telah dilakukan.

Kegiatan dimulai dengan memberikan sosialisasi tentang penggunaan Gen AI untuk pembelajaran pada materi IPA oleh guru IPA yang tergabung dalam PPSI Kabupaten Garut. Tim melakukan kunjungan awal kepada perwakilan guru IPA anggota PPSI Kabupaten Garut di sekolahnya

masing-masing. Langkah selanjutnya tim melakukan pelatihan penggunaan Gen AI dalam menyusun LKPD mata pelajaran IPA yang dapat dikembangkan di sekolah yang dikaitkan dengan komponen TPACK guru IPA sehingga dapat meningkatkan kompetensi TPACK guru IPA yang tergabung dalam PPSI Kabupaten Garut. Setelah itu, tim melakukan kunjungan monitoring kepada perwakilan peserta Pelatihan dari guru IPA yang tergabung dalam PPSI Kabupaten Garut ke sekolah untuk melakukan tindak lanjut penyusunan LKPD mata pelajaran IPA sehingga produk LKPD dapat digunakan oleh guru IPA sebagai alat instrumen evaluasi siswa. Pada saat kegiatan, peserta melakukan uji coba dalam penggunaan LKPD mencakup tugas pembuatan hipotesis dari masalah yang dituangkan dalam LKPD dan menggunakan akun ChatGPT untuk menambah pemahaman dan pengecekan kebenaran dari hipotesis yang disusun, menguji kebenaran konsep yang disampaikan oleh aplikasi ChatGPT sehingga dapat dipertanggungjawabkan kebenarannya.



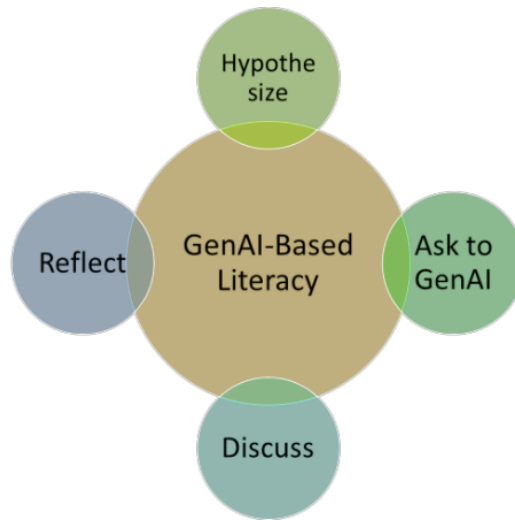
Gambar 2. Alur kegiatan program.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Kegiatan sosialisasi dilakukan kepada guru IPA yang tergabung dalam PPSI Kabupaten Garut. Tahapan kegiatan dimulai dari persiapan program melalui *Forum Discussion Group* (FGD) dilakukan oleh tim pelaksana. FGD dilakukan dalam menentukan langkah program, waktu pelaksanaan, rencana kegiatan pelatihan bagi guru IPA anggota PPSI di Kabupaten Garut. Tim pelaksana melakukan FGD di prodi Pendidikan Fisika IPI Garut.

Pelaksanaan pelatihan dilaksanakan pada tanggal 14 Agustus 2025 bertempat di Smart Class Room IPI Garut dengan dihadiri oleh 30 orang guru IPA anggota PPSI Kabupaten Garut. Dalam pelatihan guru diberikan materi tentang pemahaman konsep TPACK pada Pendidikan sains dan aplikasi Gen AI digunakan untuk Pendidikan khususnya Pendidikan Sains, serta bagaimana Gen AI tumbuh dan berkembang dalam aspek teknologi dan digunakan oleh para pengguna. Pada sesi pelatihan guru diberikan kesempatan dalam menyampaikan pertanyaan dan diskusi tentang materi yang disampaikan sehingga melengkapi pemahaman peserta yang akan diimplementasikan pada kegiatan penyusunan LKPD Gen AI. Kerangka LKPD Gen AI dibangun di atas empat aktivitas utama yaitu pengembangan

hipotesis, bertanya kepada Gen AI, proses diskusi, dan proses refleksi. Kerangka ini terlihat pada Gambar 3. Penjelasan mengenai keempat aktivitas tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 3. GenAI Berbasis Literasi

Tabel 1. Penjelasan tahapan Literasi Berbasis GenAI

<b>Panggung</b>	<b>Aktivitas</b>
Mengadakan hipotesa	Peserta didik menanggapi masalah awal (isu sosio-ilmiah) yang terkait dengan konsep fisika tertentu.
Tanyakan pada GenAI	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pra-bacaan (bertanya): Menanggapi pernyataan konseptual spesifik (sulit, seringkali salah paham, konsep kunci) untuk setiap topik fisika.</li> <li>2. Selama membaca (bertanya): Membuat petunjuk (perintah/pertanyaan) yang berkaitan dengan pernyataan yang disajikan.</li> <li>3. Pasca-membaca (bertanya): Menulis bukti dan menanggapi pernyataan berdasarkan proses pemahaman selama interaksi dengan GenAI.</li> </ol>
Membahas	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bekerja dalam kelompok kecil untuk mengkonsolidasikan hasil interaksi dengan GenAI.</li> <li>2. Berinteraksi dengan kelompok lain dan guru untuk mendiskusikan kesepakatan yang dicapai dalam kelompok kecil.</li> </ol>
Mencerminkan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kritikilah hipotesis yang diajukan di awal.</li> <li>2. Menyelesaikan masalah baru yang berkaitan dengan konsep yang telah dipelajari.</li> </ol>

Gambar 4 menunjukkan contoh LKPD dengan pendekatan berbasis Gen AI pada topik: Hukum pertama termodinamika (proses isothermal dan adiabatik). Proses penyusunan LKPD disusun untuk contoh bagi guru dalam mengembangkan materi lain dengan format LKPD yang sama seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Guru IPA yang bekerja secara berkelompok mengamati dan mencoba mengerjakan LKPD sebagai uji coba sebelum disampaikan kepada peserta didik. Hasil ini menunjukkan bahwa tahapan proses evaluasi dapat dilakukan dengan baik namun ada beberapa materi yang masih terdapat miskonsepsi ketika menjawab pertanyaan. Guru merasa bahwa proses pengerjaan LKPD untuk siswa dapat dilakukan namun perlu adanya penyesuaian materi pada aspek konsep tergantung pada indikator capaian pembelajaran.

Contoh LKPD dengan Pendekatan Literacy-Based GenAI

Materi: Hukum I Termodinamika (Proses Isotermal dan Adiabatik)

1. Hypothesis (berhipotesis)

**Masalah:** seorang siswa sedang belajar hukum I termodinamika, dia melihat manusia sebagai sebuah sistem terbuka termodinamika. Dia berpikir bahwa ketika seseorang makan (dalam keadaan diam/duduk), sebenarnya seseorang tersebut hanya sedang menaikkan energi tubuhnya. Apakah Anda setuju dengan apa yang dipikirkan siswa tersebut?

Hipotesis:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. Read (Membaca)

a. Siswa membaca dengan melibatkan GenAI seperti ChatGPT dan Gemini

**Reading-Based GenAI**

Petunjuk:

Aktivitas Membaca ini terbagi dalam tiga kegiatan utama: *pre-reading, Asking to GenAI, and post/after reading.*

*Pre-reading (What I think)*

Berikan tanda (T) untuk setiap pernyataan yang dirasakan benar dan tanda (F) untuk pernyataan yang dirasakan salah. Kegiatan ini dilakukan sebelum kalian berinteraksi dengan ChatGPT

*Asking to GenAI (What the text say)*

Berinteraksilah dengan GenAI dengan fokus pada pernyataan yang diberikan. Berikan tanda (T) jika pernyataan memiliki makna sama dengan GenAI, dan tanda (F) jika pernyataan bertentangan dengan GenAI.

*After reading (Evidence)*

Tuliskan setiap kalimat yang memiliki makna sama atau bertentangan dalam kolom "evidence".

	Proses adiabatik ditunjukkan dengan AB dan proses isotermis ditunjukkan dengan proses AC.		
11	Pada proses adiabatik, usaha yang diberikan pada sistem seluruhnya akan diubah menjadi perubahan energi dalam sistem (-W=ΔU).	(T)	(F)

b. Bekerja dengan ChatGPT, untuk memastikan apakah pernyataan di atas benar atau salah

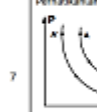
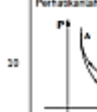
No	Prompt (pertanyaan)	GenAI	Evidence
1		(T) (F)	
2		(T) (F)	
3		(T) (F)	
4		(T) (F)	
5		(T) (F)	
6		(T) (F)	
7		(T) (F)	
8		(T) (F)	
9		(T) (F)	

**HUKUM I TERMODINAMIKA**

• **Hukum I Termodinamika**

No	Pernyataan	What I Think
1	Pernamaan matematis (rumus fisika) yang menyatakan hukum I termodinamika dituliskan: $Q = \Delta U + W$ Dimana Q = kalor yang ditambahkan ke sistem; ΔU=perubahan energi dalam sistem tersebut; dan W kerja yang dilakukan oleh sistem.	(T) (F)
2	Pada hukum I termodinamika, Q positif jika kalor meninggalkan sistem, dan W negatif jika kerja dilakukan oleh sistem.	(T) (F)
3	Hukum I termodinamika merupakan hukum kekekalan energi, dan hanya berlaku untuk sistem tertutup.	(T) (F)
4	Ketap, kalot, dan energi dalam merupakan sifat sistem	(T) (F)

• **Hukum I Termodinamika pada proses isotermal dan adiabatik**

No	Pernyataan	What I Think
6	Pada proses isotermis, suhu (T) dan perubahan suhu (ΔT) bernilai nol, sehingga perubahan energi (W) dalam sistem akan sama dengan nol. Perhatikanlah grafik isotermal pada diagram PV di bawah ini.	(T) (F)
7	 Proses A → B memiliki suhu yang lebih rendah daripada proses A' → B'; sehingga energi dalam AB lebih rendah daripada energi dalam A'B'.	(T) (F)
8	Penerapan hukum I termodinamika pada proses isotermal dapat ditunjukkan bahwa kalor yang diberikan pada sistem akan diubah sepenuhnya menjadi usaha (Q=W).	(T) (F)
9	Proses adiabatik berlaku pada sistem terbuka atau tertutup sehingga kalor (Q) pada sistem bernilai nol.	(T) (F)
10	 Perhatikanlah grafik pada diagram PV di bawah ini.	(T) (F)

10		(T)	(F)
11		(T)	(F)

3. Discuss (Mendiskusikan)

a. Diskusikan Bersama teman Anda dalam kelompok kecil (2 atau tiga orang), dari 11 pernyataan tersebut, manakah pernyataan yang berbeda dengan teman lainnya. Diskusikan untuk mencari kesepakatan jawaban untuk perbedaan tersebut!

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

b. Diskusikan Bersama dosen untuk ke-11 pernyataan tersebut

4. Reflect (Merefleksikan)

a. Koreksi hipotesis Anda untuk masalah awal diberikan.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

b. Jika sistem gas tertutup diberikan kalor dari luar (dipanaskan) saat sistem berada dalam keadaan isotermal, laju partikel gas akan semakin tinggi. Apakah Anda setuju dengan pernyataan tersebut? Jelaskan!

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Gambar 4. Penyusunan LKPD materi termodinamika

3.1. Penggunaan LKPD

Penggunaan LKPD oleh guru IPA dilakukan pada saat kunjungan ke sekolah yang telah dipilih berdasarkan kluster yaitu pada SMPN 1 Kadungora, SMPN 2 Garut, dan SMPN 1 Cilawu. Adapun hasil dari kegiatan kunjungan di SMPN 1 Kadungora dan peserta guru IPA sebagai ditunjukkan pada Gambar 5.a, 5.b., 5.c dan 5.d.



Gambar 5.a  
Pembahasan LKPD Gen-AI materi pada Termodinamika



Gambar 5.b  
Pembahasan LKPD Gen-AI melalui aplikasi ChatGPT



Gambar 5.c  
Penggunaan LKPD Gen-AI sebagai hasil penyusunan kegiatan PkM



Gambar 5.d  
Photo bersama peserta pada kegiatan kunjungan sekolah dan guru peserta PkM

Pada Gambar 5.a ditunjukkan bahwa guru mulai melakukan pembahasan masalah termodinamika dan menyampaikan hipotesa dari jawaban permasalahan yang diungkapkan dalam diskusi. Pada gambar 5.b menunjukkan guru membuka aplikasi ChatGPT untuk mencari jawaban masalah melalui aplikasi ChatGPT dari akunnya masing-masing. Kemudian salah satu guru membacakan hasil jawaban dari ChatGPT pada peserta lain untuk bahan diskusi sehingga dihasilkan suatu kesimpulan dari jawaban ChatGPT. Gambar 5.c menunjukkan Guru memberikan refleksi materi atas hasil LKPD sehingga dapat memberikan pemahaman baik dari materi dan penggunaan LKPD Gen-AI. Gambar 5.d menunjukkan peserta guru IPA yang mengikuti terdiri dari SMPN 1 Kandongora, SMPN 1 Leles, SMP 3 Muhamadiyah Kadungora, SMPN 2 Lewigoong, MTS Muhamdiah Cisaat Kadungora.

Kunjungan sekolah kedua dilakukan di SMPN 2 Garut yang diikuti oleh 8 peserta guru IPA sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5.e, 5.f., 5.g dan 5.h. Gambar 5.e materi tentang penggunaan ChatGPT untuk aktivasi akun masing-masing dan penggunaannya dalam pembelajaran dilakukan oleh guru model dengan diikuti oleh peserta lainnya. Gambar 5.f – 5.h menunjukkan proses oleh guru dengan berdasarkan alur proses pada LKPD yaitu mulai mengamati soal/permasalahan kemudian melakukan hypothesis, menggunakan aplikasi ChatGPT untuk memeriksa jawaban dari pertanyaan soal/permasalahan, dan di akhir melakukan refleksi terhadap materi yang dibahas.



Gambar 5.e  
Pembahasan LKPD Gen-AI materi pada Termodinamika



Gambar 5.f  
Pembahasan LKPD Gen-AI melalui aplikasi ChatGPT



Gambar 5.g  
Penggunaan LKPD Gen-AI sebagai hasil penyusunan kegiatan PkM



Gambar 5.h  
Photo bersama peserta pada kegiatan kunjungan sekolah dan guru peserta PkM

Sementara pada kunjungan sekolah ketiga dilaksanakan di SMPN 1 Cilawu yang diikuti oleh 7 orang guru IPA sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5.i.



Gambar 5.i  
Penggunaan LKPD Gen-AI oleh guru IPA

### **3.2. Pembahasan Respon Guru Terhadap Penggunaan Gen AI pada Penyusunan LKPD untuk Materi IPA**

Sebagian besar responden setuju bahwa respons yang memadai dari program pendidikan guru terhadap munculnya Gen AI sangat penting dan mendesak. Terdapat beberapa gagasan konkret dalam pembelajaran IPA. Sehingga program pendidikan guru memiliki tanggung jawab untuk mempersiapkan guru untuk sistem pendidikan di mana peserta didik belajar bagaimana menggunakan Gen AI secara tepat, memadai, dan bertanggung jawab. Terdapat juga beberapa gagasan berdasarkan pengalaman

tentang bagaimana hal itu dapat dicapai sehingga mereka dapat menggunakan ChatGPT dan lainnya secara efektif.

Penggunaan Gen AI bermanfaat bagi guru sains anggota PPSI Kabupaten Garut yang mengikuti kegiatan pengabdian. Sebelumnya para guru menggunakan Gen AI seperti ChatGPT untuk mencari informasi dan materi untuk diri guru sendiri, mereka tidak menggunakan sebagai alat bantu atau instrumen dalam melakukan asesmen. Setelah kegiatan pengabdian para guru menemukan cara tentang bagaimana Gen AI seperti ChatGPT dapat digunakan sebagai membuat instrumen asesmen dan bahkan mampu membuat LKPD untuk materi lain sebagaimana yang dicontohkan pada materi termodinamika. Namun kekurangan dari hasil guru sains pada penggunaan Gen AI ini adalah masih kurang maksimal dalam pengaturan waktu dan kemampuan teknologi yang belum terbiasa dalam menyesuaikan untuk kebutuhan instrumen. Adapun keterbatasan pada penggunaan ChatGPT pada materi ini adalah guru harus memiliki akun yang premium agar dapat mendapatkan fitur-fitur maksimal dibandingkan akun yang gratis.

Temuan dari pengabdian ini menunjukkan peran Gen AI membantu manusia dalam mengevaluasi respons siswa terhadap konsep sains tertentu. Gen AI dikenal mampu menghasilkan teks yang ekstensif sebagai respons terhadap pertanyaan atau instruksi. Secara bersamaan, ketika diberikan masukan seperti pedoman evaluasi atau kriteria rubrik, Gen AI diharapkan dapat meniru evaluasi manusia. Namun, kemampuan Gen AI dalam konteks ini belum sepenuhnya dimanfaatkan secara optimal (Andriyani et al., 2024), karena manusia masih perlu menyediakan semua sumber daya yang terkait dengan indikator evaluasi atau rubrik, serta materi yang dievaluasi. Meskipun demikian, jika kriteria dan indikator dirancang dengan benar dan diberikan sebagai masukan kepada Gen AI, alat ini dapat melakukan evaluasi seperti manusia.

Beberapa pendidik guru berpendapat bahwa dalam bidang studi sekolah mereka, seperti pendidikan matematika atau fisika, GenAI kurang relevan dibandingkan, misalnya, ilmu humaniora, dan respons terhadapnya kurang mendesak. Menurut pengalaman mereka, GenAI tidak dapat melakukan 'matematika' atau 'perhitungan yang dibutuhkan', dan mereka memperkirakan akan ada lebih banyak kekhawatiran untuk bidang bahasa, di mana GenAI akan bagus dalam menghasilkan pekerjaan rumah atau penilaian yang dibutuhkan.

Pada saat penelitian dilakukan, banyak peserta hanya memiliki kesadaran terbatas tentang apa sebenarnya GenAI, GenAI apa yang tersedia, dan apa yang dapat mereka capai (dalam pendidikan guru sains). Penggunaan GenAI yang sebenarnya dan potensial, atau yang dibayangkan, dalam pendidikan guru, seperti yang ditemukan dalam kumpulan data yang dikurangi, dapat diringkas dalam empat kategori: 'Persiapan dan perencanaan pelajaran', 'Pengetahuan konten pedagogis', 'Menulis laporan', dan 'Penggunaan umum dan pendidikan lainnya'. Pertama-tama, penggunaan aktual disajikan, diikuti oleh penggunaan potensial atau peluang untuk penerapan GenAI.

#### **4. Simpulan**

Kecerdasan Buatan Generatif (Gen AI) berkembang pesat dalam pembelajaran sains, karena tujuan utama pendidikan sains adalah untuk meningkatkan literasi ilmiah. Mayoritas responden setuju bahwa respons yang memadai dari program pendidikan guru terhadap munculnya GenAI penting dan mendesak untuk meningkatkan TPAK guru. Kerangka literasi berbasis GenAI dibangun di atas empat aktivitas utama: Membuat hipotesis, bertanya kepada GenAI, Mendiskusikan, dan Merefleksikan

#### **5. Ucapan Terima Kasih**

Ucapan terima kasih kepada Lembaga Pengabdian Masyarakat IPI Garut dan DPPM Kemdiktisaintek atas pendanaan program hibah Pelayanan Masyarakat untuk tahun fiskal 2025.

#### **6. Referensi**

- Abidin, Y., Mulyati, T., & Yunansah, H. (2021). *Pembelajaran literasi: Strategi meningkatkan kemampuan literasi matematika, sains, membaca, dan menulis*. Bumi Aksara.
- Abou Hashish, E. A., & Alnajjar, H. (2024). Digital proficiency: assessing knowledge, attitudes, and skills in digital transformation, health literacy, and artificial intelligence among university nursing students. *BMC Medical Education*, 24(1), 508.
- Akpan, I. J., Kobara, Y. M., Owolabi, J., Akpan, A. A., & Offodile, O. F. (2025).

- Conversational and generative artificial intelligence and human–chatbot interaction in education and research. *International Transactions in Operational Research*, 32(3), 1251–1281.
- Almogren, A. S., Al-Rahmi, W. M., & Dahri, N. A. (2024). Integrated technological approaches to academic success: Mobile learning, social media, and AI in higher education. *IEEE Access*.
- Andriyani, W., Natsir, F., Asri, Y. N., Hidayat, M. S., Yati, Y., Afandi, I. R., Diningrat, M. S. M., Rahmatulloh, A., Akbari, F., & Wahyuningtyas, I. (2024). *Ai Generatif Dan Mutu Pendidikan*. Penerbit Widina.
- Arantes, J. (2024). Understanding Intersections Between GenAI and Pre-Service Teacher Education: What Do We Need to Understand About the Changing Face of Truth in Science Education? *Journal of Science Education and Technology*, 1–12.
- Bick, A., Blandin, A., & Deming, D. J. (2024). *The rapid adoption of generative AI*. National Bureau of Economic Research.
- Bozinovski, S. (2020). Reminder of the first paper on transfer learning in neural networks, 1976. *Informatica*, 44(3).
- Bustos, J. P., & Soria, L. L. (2024). *Generative AI Application Integration Patterns: Integrate large language models into your applications*. Packt Publishing Ltd.
- Chan, C. K. Y., & Colloton, T. (2024). *Generative AI in higher education: The ChatGPT effect*. Taylor & Francis.
- Chen, C. (2024). *Lanyu: leverage generative artificial intelligence in assisting foreign language learning*.
- Chiu, T. K. F. (2024). The impact of Generative AI (GenAI) on practices, policies and research direction in education: A case of ChatGPT and Midjourney. *Interactive Learning Environments*, 32(10), 6187–6203.
- Choi, Y.-S., & Chung, J.-I. (2025). Analysis of practical characteristics in simulated elementary science lessons earth and space using ChatGPT. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 46(1), 78–95.
- Dermawan, R. D., & Herdianto, H. (2024). Meningkatkan Kinerja Output ChatGPT Melalui Teknik Prompt Engineering Yang Dapat Dikustomisasi. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 4(1), 10646–10664.
- Dewi, H. R., Qudratuddarsi, H., Ningthias, D. P., & Cinthami, R. D. D. (2024). The Current Update of ChatGPT Roles in Science Experiment: A Systemic Literature Review. *Saqbe: Jurnal Sains Dan Pembelajarannya*, 1(2), 74–85.
- Dewi, P. S. (2016). Perspektif guru sebagai implementasi pembelajaran inkuiri terbuka dan inkuiri terbimbing terhadap sikap ilmiah dalam pembelajaran sains. *Tadris: Jurnal Keguruan Dan Ilmu Tarbiyah*, 1(2), 179–186.
- Diktiristek, D. (2024). *Panduan penggunaan generative artificial intelligence (genai) pada pembelajaran di perguruan tinggi*.
- Dimas, D., Alvindi, A., Khoirunnisa, T., Yani, R., Pardamean, P., & Simanjuntak, K. (2025). Exploring Pre-Service Teachers' Difficulties of ChatGPT as a Tool for Planning The Learning Process. *Innovative: Journal of Social Science Research*, 5(1), 5906–5922.
- Dwihadiah, D., Gerungan, A., & Purba, H. (2024). Penggunaan ChatGPT di kalangan mahasiswa dan dosen perguruan tinggi Indonesia. *CoverAge: Journal of Strategic Communication*, 14(2), 130–145.
- Ernawati, E., & Safitri, R. (2017). Analisis kesulitan guru dalam merancang rencana pelaksanaan pembelajaran mata pelajaran fisika berdasarkan kurikulum 2013 di kota Banda Aceh. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 5(2), 49–56.
- Fajriati, A., Wisroni, W., & Handrianto, C. (2024). Pemanfaatan teknologi Artificial

- Intelligence (AI) dalam pembelajaran berbasis peserta didik di era digital. *WAHANA PEDAGOGIKA: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dan Pembelajaran*, 6(2), 71–85.
- Giannakos, M., Azevedo, R., Brusilovsky, P., Cukurova, M., Dimitriadis, Y., Hernandez-Leo, D., Järvelä, S., Mavrikis, M., & Rienties, B. (2025). The promise and challenges of generative AI in education. *Behaviour & Information Technology*, 44(11), 2518–2544.
- Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2007). The nature of science education for enhancing scientific literacy. *International Journal of Science Education*, 29(11), 1347–1362.
- Ikhlās, M., Yasmin, L., & Muharramah, D. (2025). Mempersiapkan Pendidik Masa Depan di Era Kecerdasan Buatan: Pengalaman Calon Guru Sekolah Dasar dengan Aplikasi Generatif AI: Penelitian. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Dan Riset Pendidikan*, 3(4), 5190–5199.
- Indriani, A., Trisnawati, R., Asriani, R. W., & Ningsih, R. (2024). Analisis potensi chat gpt dalam mendukung pembelajaran pai: perspektif kajian literatur. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 4(3), 11598–11608.
- Ishmuradova, I. I., Zhdanov, S. P., Kondrashev, S. V., Erokhova, N. S., Grishnova, E. E., & Volosova, N. Y. (2025). Pre-service science teachers' perception on using generative artificial intelligence in science education. *Contemporary Educational Technology*, 17(3), ep579.
- Ja'faruddin, J., Nasrullah, N., Ashari, N. W., Khaerati, K., & Putri, F. (2024). Generative Artificial Intelligence (Gen-AI) dalam Pembelajaran pada Guru-Guru Di Kabupaten Sidrap. *Jurnal Hasil-Hasil Pengabdian Dan Pemberdayaan Masyarakat*, 3(2), 330–336.
- Koehler, M., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60–70.
- Kohnke, L., Moorhouse, B. L., & Zou, D. (2023). ChatGPT for language teaching and learning. *Relc Journal*, 54(2), 537–550.
- Laak, K.-J., Abdelghani, R., & Aru, J. (2024). Personalisation is not guaranteed: The challenges of using generative AI for personalised learning. *International Conference on Innovative Technologies and Learning*, 40–49.
- Lee, G.-G., & Zhai, X. (2024). Using ChatGPT for science learning: A study on pre-service teachers' lesson planning. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 17, 1643–1660.
- Manuaba, I. B. K., Erwanto, D., Judijanto, L., Harto, B., Sa'dianoor, H., Supartha, I. K. D. G., Wahyudi, F., Pandia, M., & Kelvin, K. (2024). *TEKNOLOGI ChatGPT: Pengetahuan Dasar dan Pemanfaatan kombinasi keahlian dengan ChatGPT di berbagai Bidang*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2008). Introducing technological pedagogical content knowledge. *Annual Meeting of the American Educational Research Association*, 1(1), 1–16.
- Mondal, H., Marndi, G., Behera, J. K., & Mondal, S. (2023). ChatGPT for teachers: Practical examples for utilizing artificial intelligence for educational purposes. *Indian Journal of Vascular and Endovascular Surgery*, 10(3), 200–205.
- Moundridou, M., Matzakos, N., & Doukakis, S. (2024). Generative AI tools as educators' assistants: Designing and implementing inquiry-based lesson plans. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 7, 100277.
- Nisa, Z. (2025). Optimalisasi Media Pembelajaran Berbasis Artificial Intelligence untuk Meningkatkan Efektivitas dan Hasil Belajar. *Novara: Nusantara Education and Innovation Journal*, 2(2), 97–109.
- Noviandy, T. R., Maulana, A., Idroes, G. M., Zahriah, Z., Paristiowati, M., Emran, T. Bin, Ilyas, M., & Idroes, R. (2024). Embrace, don't avoid: Reimagining higher education with generative artificial intelligence. *Journal of Educational Management and Learning*, 2(2),

81–90.

- OECD. (2023). PISA 2022 Results Factsheets Indonesia. *OECD (Organisation for Economic Co-Operation and Development) Publication*, 1–9. [https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2022-results-volume-i-and-ii-country-notes\\_ed6fbcc5-en/indonesia\\_c2e1ae0e-en.html](https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2022-results-volume-i-and-ii-country-notes_ed6fbcc5-en/indonesia_c2e1ae0e-en.html)
- Peliza, R. (2024). Analisis Penggunaan ChatGPT sebagai Alat Pembelajaran dalam Meningkatkan Pemahaman Materi Mahasiswa. *REMIK: Riset Dan E-Jurnal Manajemen Informatika Komputer*, 8(4), 1220–1229.
- Polverini, G., & Gregorcic, B. (2024). How understanding large language models can inform the use of ChatGPT in physics education. *European Journal of Physics*, 45(2), 25701.
- Powell, W., & Courchesne, S. (2024). Opportunities and risks involved in using ChatGPT to create first grade science lesson plans. *PloS One*, 19(6), e0305337.
- Pratiwi, S. N., Cari, C., & Aminah, N. S. (2019). Pembelajaran IPA abad 21 dengan literasi sains siswa. *Jurnal Materi Dan Pembelajaran Fisika*, 9(1), 34–42.
- Putra, M. R. J. H., Caska, M. S., Gimin, M. P., & Henny Indrawati, S. P. (2025). *Implementasi Artificial Intelligence Dalam Meningkatkan Pembelajaran Disatuan Pendidikan*. PT. Nas Media Indonesia.
- Rahayu, S. (2017). Technological pedagogical content knowledge (TPACK): Integrasi ICT dalam Pembelajaran IPA Abad 21. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA IX*, 9, 1–14.
- Ramnarain, U. (2024). Pedagogical beliefs of South African physics teachers for inquiry approaches. *Journal of Physics: Conference Series*, 2727(1), 12029.
- Roberts, D. A., & Bybee, R. W. (2014). Scientific literacy, science literacy, and science education. In *Handbook of research on science education, Volume II* (pp. 545–558). Routledge.
- Sedyono, E., Hasibuan, Z. A., Setyawan, I., Harahap, E. P., & Darmawan, A. (2022). Analisa sistematis manajemen pengetahuan digital aplikasi berbasis kecerdasan buatan di universitas. *ADI Bisnis Digital Interdisiplin Jurnal*, 3(2), 97–109.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14.
- Sirait, R. A., & Dewi, E. Y. (2024). Peran teknologi pembelajaran pada desain pembelajaran. *Jurnal Budi Pekerti Agama Kristen Dan Katolik*, 2(4), 232–242.
- Sisephaputra, B., Judijanto, L., Apriyanto, A., Lukman, L., Migunani, M., Umar, N., Sepriano, S., Khairunnisa, K., & Wati, D. C. (2024). *Generative Artificial Intelligence (GenAI): Pengetahuan Dasar GenAI Beserta Penerapannya*. PT. Green Pustaka Indonesia.
- Sitorus, M., & Murti, M. D. F. (2024). Analisis pengaruh penggunaan artificial intelligence pada pembelajaran di cyber university. *Innotech: Jurnal Ilmu Komputer, Sistem Informasi Dan Teknologi Informasi*, 1(2), 90–101.
- States, N. L. (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. National Academies Press.
- Subiyantoro, S., Degeng, I. N. S., Kuswandi, D., & Ulfa, S. (2023). Exploring the impact of ai-powered chatbots (chat gpt) on education: A qualitative study on benefits and drawbacks. *Jurnal Pekommas*, 8(2), 157–168.
- Sudrajat, D., Permatasari, R. D., Wijaya, I. M. S., Setyawan, A. E., & Rahayu, N. (2023). Pemanfaatan kecerdasan buatan sebagai upaya pengembangan media pembelajaran berbasis multimedia. *Jurnal Kridatama Sains Dan Teknologi*, 5(02), 590–598.
- Sulianta, F. (2024). *Chat GPT-Memberdayakan Large Language Model untuk Berbagai Kebutuhan*. Feri Sulianta.
- Suparya, I. K., Suastra, I. W., & Arnyana, I. B. P. (2022). Rendahnya literasi sains: faktor

- penyebab dan alternatif solusinya. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Citra Bakti*, 9(1), 153–166.
- Taufik, I., & Rindaningsih, I. (2024). Pelatihan dan Pengembangan Guru Sebagai Sumber Daya Manusia Bidang Pendidikan di Era Kecerdasan Buatan (AI). *Management of Education: Jurnal Manajemen Pendidikan Islam*, 10(1), 63–69.
- Tiwari, C. K., Bhat, M., Khan, S. T., Subramaniam, R., & Khan, M. A. I. (2024). What drives students toward ChatGPT? An investigation of the factors influencing adoption and usage of ChatGPT. *Interactive Technology and Smart Education*, 21(3), 333–355.
- Ulpiana, T. (2025). Penerapan Kecerdasan Buatan dalam Teknologi Pendidikan: Tren dan Inovasi Terbaru. *Al-Kamal: Journal of Artificial Intelligence & Technology*, 1(1), 10–27.
- Verma, G., Campbell, T., Melville, W., & Park, B.-Y. (2023). Navigating opportunities and challenges of artificial intelligence: ChatGPT and generative models in science teacher education. *Journal of Science Teacher Education*, 34(8), 793–798.
- Yang, X., Wang, Q., & Lyu, J. (2024). Assessing ChatGPT's educational capabilities and application potential. *ECNU Review of Education*, 7(3), 699–713.
- Yasin, M., Judijanto, L., Andriani, V. S., Patriasih, R., Hutami, T. S., Hasni, H., Arisa, M. F., Asriningsih, T. M., Saifuddin, M., & Hariyono, H. (2024). *Model Pembelajaran Berbasis Teknologi: Teori dan Implementasi*. PT. Green Pustaka Indonesia.