

TRANSFORMASI PEMBELAJARAN KIMIA DAN MATEMATIKA BERBASIS AI MELALUI PENDAMPINGAN GURU UNTUK MEWUJUDKAN PENDIDIKAN BERKELANJUTAN

Sudarto M. Abukasim^{*1}, Jafar Dahlan²

¹Universitas Muhammadiyah Maluku Utara, Indonesia

²Universitas Bumi Hijrah, Indonesia

*e-mail: sudartoabukasim21@gmail.com

Abstrak

Integrasi *Artificial Intelligence* (AI) dalam pendidikan sains dan matematika menjadi kebutuhan esensial dalam mendukung *Sustainable Development Goal 4* (Pendidikan Berkualitas). Namun, banyak guru di tingkat sekolah menengah masih menghadapi kendala literasi digital dalam memanfaatkan perangkat berbasis kecerdasan buatan untuk menyusun skenario pembelajaran yang interaktif dan kontekstual. Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini bertujuan untuk meningkatkan kompetensi pedagogik digital guru Kimia dan Matematika melalui pelatihan dan pendampingan intensif pemanfaatan AI (antara lain *prompt engineering*, visualisasi konsep abstrak kimia, dan kalkulator aljabar cerdas). Metode pelaksanaan menggunakan pendekatan *Participatory Action Learning* yang mencakup 4 tahapan: analisis kebutuhan, *workshop* interaktif, pendampingan/klinik modul ajar, serta evaluasi hasil. Kegiatan ini melibatkan 35 guru mata pelajaran Kimia dan Matematika tingkat SMA/SMK mitra. Evaluasi dilakukan melalui analisis *pre-test* dan *post-test* instrumen Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) serta rubrik penilaian produk ajar berbasis AI. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan rata-rata pemahaman dan keterampilan praktis guru sebesar 42,8% ($p < 0,05$). Sebanyak 88,5% peserta berhasil menyusun modul ajar interaktif terintegrasi AI yang relevan dengan Kurikulum Merdeka. Program ini terbukti efektif mengakselerasi transformasi digital guru menuju ekosistem pembelajaran yang adaptif dan berkelanjutan.

Kata kunci: *Artificial Intelligence*; Matematika; Pembelajaran Kimia; Pendampingan Guru; Pendidikan Berkelanjutan.

Abstract

The integration of *Artificial Intelligence* (AI) in science and mathematics education is essential to support *Sustainable Development Goal 4* (Quality Education). However, many secondary school teachers still face digital literacy barriers in utilizing AI-based tools to design interactive and contextual learning scenarios. This Community Service (PkM) program aims to enhance the digital pedagogical competence of Chemistry and Mathematics teachers through intensive training and mentoring in AI utilization (including *prompt engineering*, chemical concept visualization, and intelligent algebraic solvers). The program employed a *Participatory Action Learning* approach consisting of four stages: needs analysis, interactive workshops, instructional module clinical mentoring, and evaluation. A total of 35 high school/vocational school Chemistry and Mathematics teachers participated in this program. Evaluation was conducted through *pre-test* and *post-test* TPACK instruments and an AI-integrated module assessment rubric. The results demonstrated a significant increase in teachers' practical skills and theoretical understanding by 42.8% ($p < 0.05$). Furthermore, 88.5% of the participants successfully developed AI-integrated instructional modules aligned with the Kurikulum Merdeka. This initiative proves effective in accelerating teachers' digital transformation toward an adaptive and sustainable educational ecosystem.

Keywords: *Artificial Intelligence*; Chemistry Learning; Mathematics; Sustainable Education; Teacher Mentoring.

1. PENDAHULUAN

Pendidikan berkelanjutan (*sustainable education*) sebagaimana diamanatkan dalam *Sustainable Development Goal* ke-4 (SDG 4) menuntut transformasi proses belajar-mengajar agar adaptif terhadap perkembangan teknologi mutakhir. Kimia dan Matematika merupakan mata pelajaran sains dasar yang kerap dianggap sulit oleh peserta didik karena karakteristik materinya yang sarat representasi abstrak, algoritma matematis yang kompleks, serta pemodelan molekuler mikroskopis (Setiawan et al., 2023). Kesenjangan antara sifat materi yang abstrak dan ketersediaan media

visualisasi interaktif di kelas sering kali menyebabkan miskonsepsi dan rendahnya motivasi belajar siswa.

Kehadiran teknologi *Artificial Intelligence* (AI) generatif dan komputasi adaptif seperti Large Language Models (LLM), *AI-assisted graphing tools*, dan pemodel 3D molekuler memberikan peluang besar untuk menjembatani kendala tersebut. AI dapat difungsikan guru sebagai asisten pedagogik untuk diferensiasi pembelajaran, simulasi fenomena reaksi kimia, penyusunan bank soal kontekstual, hingga visualisasi kalkulus/aljabar dinamis (Rahman & Hidayat, 2023).

Kendati potensi teknologi ini sangat luas, observasi awal pada Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) mitra menunjukkan beberapa permasalahan utama:

- Rendahnya literasi *prompting* dan etika AI: Guru belum mampu menyusun instruksi terarah (*prompt engineering*) untuk menghasilkan materi ajar yang valid dan bebas halusinasi AI.
- Keterbatasan visualisasi materi abstrak: Guru Kimia masih kesulitan memodelkan geometri molekul secara digital, sedangkan guru Matematika belum optimal memanfaatkan AI analitik untuk penyelesaian studi kasus numerik.
- Ketiadaan modul ajar berbasis AI: Belum adanya panduan taktis integrasi AI ke dalam Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) / Modul Ajar Kurikulum Merdeka.

Sebagai wujud implementasi Tri Dharma Perguruan Tinggi, tim pengabdian melaksanakan program pengabdian bertajuk "*Transformasi Pembelajaran Kimia dan Matematika Berbasis Artificial Intelligence (AI) melalui Pendampingan Guru untuk Menuju Pendidikan Berkelanjutan*". Program ini dirancang untuk memberikan solusi aplikatif berupa pelatihan terstruktur, klinik pembuatan modul ajar, dan pendampingan implementasi kelas guna mendorong kemandirian guru dalam menciptakan ekosistem belajar digital yang berkelanjutan.

2. METODE

Kegiatan pengabdian ini menggunakan pendekatan *Participatory Action Learning* yang melibatkan peran aktif peserta mulai dari perumusan masalah hingga evaluasi karya. Mitra sasaran program adalah 35 guru Kimia dan Matematika jenjang SMA/SMK di wilayah mitra.

Tahapan pelaksanaan kegiatan dibagi ke dalam 4 fase terstruktur:



Gambar 1. Alur Kerja Metode Pengabdian melalui Pendampingan AI

Rincian Tahapan Pelaksanaan:

- a. Analisis Kebutuhan dan *Pre-Test*: Pemetaan profil digital guru, pemahaman awal seputar AI, serta penyebaran kuesioner awal berbasis kerangka *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK).
- b. Pelatihan Terfokus (*Workshop Synchronous*):
 - *Sesi Umum*: Konsep dasar AI, etika akademik, mitigasi bias/halusinasi data, dan teknik *prompt engineering* pedagogik.
 - *Sesi Khusus Kimia*: Pemanfaatan AI untuk visualisasi struktur molekuler (e.g., MolView/ChemSketch terintegrasi AI), simulasi reaksi kimia, dan penyusunan panduan praktikum virtual.
 - *Sesi Khusus Matematika*: Integrasi AI komputasional (*smart solver*, GeoGebra AI, Wolfram Alpha) untuk pemecahan masalah kalkulus, statistika, dan geometri.
- c. Klinik dan Pendampingan Asinkron (*Mentoring*): Pendampingan intensif selama 3 pekan via grup komunikasi dan sesi penelaahan modul ajar perorangan (*one-on-one review*).
- d. Evaluasi dan Diseminasi: Pengukuran peningkatan kompetensi melalui *post-test*, penilaian rubrik modul ajar, dan survei kepuasan mitra.

3. HASIL PENELITIAN

Bagian ini memuat data empiris, temuan deskriptif, kuantitatif, dan fakta keterlaksanaan kegiatan di lapangan tanpa interpretasi analitis yang mendalam.



Gambar 2. Pelaksanaan sosialisasi pemanfaatan Artificial Intelligence (AI) dalam pembelajaran Kimia dan Matematika



Gambar 3. Praktik penggunaan AI oleh guru dalam mengembangkan pembelajaran Kimia dan Matematika.



Gambar 4. Foto bersama tim pengabdian dan peserta kegiatan sosialisasi dan pendampingan pemanfaatan AI.

a. Keterlaksanaan Kegiatan dan Luaran Produk

- Tingkat Partisipasi: Kegiatan workshop tatap muka di laboratorium komputer mitra dihadiri oleh 35 guru (100% kehadiran) yang terdiri dari 17 guru Kimia dan 18 guru Matematika.
- Aktivitas Sesi Mata Pelajaran:
 - Sesi Kimia: Guru mempraktikkan penyusunan instruksi AI terstruktur untuk merepresentasikan konsep sub-mikroskopis, makroskopis, dan simbolik.
 - Sesi Matematika: Guru melakukan pengujian validitas langkah penyelesaian soal tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills / HOTS*) berbasis AI analitis.
- Luaran Produk Modul Ajar:
 - Seluruh peserta (35 guru) berhasil menyusun Modul Ajar Kurikulum Merdeka yang mengintegrasikan minimal dua *tools* AI interaktif.
 - Modul Kimia: 17 modul interaktif dikembangkan pada materi Ikatan Kimia, Termokimia, dan Larutan Asam-Basa yang dilengkapi LKPD berbasis eksperimen virtual.
 - Modul Matematika: 18 skenario pembelajaran terdiferensiasi dikembangkan pada materi Aljabar, Trigonometri, dan Peluang berbasis studi kasus kontekstual hasil generasi AI.
 - Penilaian Produk: Berdasarkan rubrik penilaian ahli, 31 guru (88,5%) mencapai predikat *Sangat Baik* (skor ≥ 80), dan 4 guru (11,5%) mencapai predikat *Baik* (skor 70–79).
- Keberlanjutan Program: Diformalkan pembentukan *Komunitas Belajar Pendidik Digital* di tingkat MGMP sebagai forum berbagi *best practices*, pembaruan repositori modul ajar digital, serta evaluasi pemanfaatan AI secara berkala.

b. Data Peningkatan Kompetensi Guru (Analisis TPACK)

Evaluasi ketercapaian program diukur melalui *pre-test* dan *post-test* pada empat indikator utama (skala 100):

Indikator Penilaian	Nilai Rata-rata Pre-Test	Nilai Rata-rata Post-Test	Peningkatan Rata-rata (%)
Pemahaman Dasar & Etika AI (TK)	52,4	86,2	+64,5%
Integrasi AI pada Konten Kimia & Matematika (TCK)	48,6	78,5	+61,5%
Desain Pembelajaran Aktif Berbasis AI (TPK)	56,0	83,4	+48,9%
Keterampilan <i>Prompt Engineering</i> Pedagogik	41,2	82,0	+99,0%
Rata-rata Keseluruhan	49,55	82,52	+66,5%

- Hasil Uji Statistik: Uji *paired sample t-test* menunjukkan nilai signifikansi $p < 0,05$, yang membuktikan adanya perbedaan yang signifikan secara statistik antara nilai *pre-test* dan *post-test*.

4. DISKUSI

Bagian ini menyajikan interpretasi makna dari hasil yang diperoleh, keterkaitannya dengan kerangka TPACK, serta dampaknya terhadap pendidikan berkelanjutan.

a. Efektifitas Pendampingan terhadap Transformasi Kompetensi TPACK Guru

Peningkatan rata-rata kompetensi sebesar 66,5% menunjukkan bahwa model pendampingan terstruktur berbasis praktik langsung (*hands-on*) efektif mentransformasi kerangka berpikir pedagogis guru.

- Lonjakan Keterampilan *Prompt Engineering* (+99,0%): Peningkatan paling signifikan terjadi pada dimensi *Prompt Engineering*. Hal ini mengindikasikan bahwa hambatan utama guru sebelumnya bukanlah penolakan terhadap teknologi, melainkan ketidaktahuan teknik berkomunikasi secara efektif dengan model AI. Pelatihan instruksi terstruktur berhasil mengubah AI dari sekadar mesin pencari menjadi "asisten pedagogis".
- Visualisasi Konsep Abstrak (TCK - +61,5%): Pada mata pelajaran Kimia dan Matematika, AI mempermudah jembatan konseptual. Karakteristik materi Kimia yang bersifat sub-mikroskopis serta Matematika yang bersifat abstrak sering kali menjadi hambatan belajar. Penggunaan AI memungkinkan penyusunan representasi molekuler dan pemecahan masalah HOTS secara lebih kontekstual dan interaktif.

b. Analisis Kualitas Luaran Modul Ajar dan Pembelajaran Diferensiasi

Pencapaian 88,5% predikat Sangat Baik pada produk Modul Ajar membuktikan bahwa integrasi AI tidak hanya meningkatkan pemahaman teoritis, tetapi juga menghasilkan produk konkret yang siap diimplementasikan di kelas. Pemanfaatan AI dalam menggenerasi studi kasus dan soal HOTS membantu guru memfasilitasi *pembelajaran terdiferensiasi* (sejalan dengan tuntutan Kurikulum Merdeka) tanpa menambah beban administrasi secara berlebihan.

c. Implikasi Keberlanjutan (*Sustainability*) dan Mitigasi Risiko

Keberhasilan pengabdian ini tidak berhenti pada peningkatan skor evaluasi jangka pendek. Pembentukan *Komunitas Belajar Pendidik Digital* di tingkat MGMP menjadi instrumen krusial dalam menjaga ekosistem pendidikan berkelanjutan (*sustainable education*).

Komunitas ini berfungsi ganda:

- Pencegahan Ketergantungan Pasif: Memastikan bahwa guru tetap berperan sebagai verifikator utama (pemeriksa kebenaran konten) untuk memitigasi risiko bias atau halusinasi informasi AI.
- Pengembangan Kolektif: Mendorong pertukaran *prompt* dan bahan ajar secara berkala sehingga inovasi pembelajaran dapat terus bertransformasi seiring perkembangan teknologi.

5. KESIMPULAN

Program Pengabdian kepada Masyarakat ini berhasil meningkatkan literasi digital dan keterampilan integrasi *Artificial Intelligence* (AI) bagi 35 guru Kimia dan Matematika. Peningkatan rata-rata kompetensi peserta tercatat sebesar 66,5% berdasarkan uji TPACK, dengan 88,5% guru sukses menyusun modul ajar sains interaktif. Pendampingan ini membuktikan bahwa pemanfaatan AI yang terarah dan beretika mampu mentransformasi pola pembelajaran sains-matematika menjadi lebih adaptif, kontekstual, dan mendukung visi pendidikan berkelanjutan. Disarankan bagi program PkM berikutnya untuk memperluas cakupan pada integrasi AI dalam asesmen adaptif berbasis proyek (*project-based learning*).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Muhammadiyah Maluku Utara atas pendanaan melalui skema Hibah Pengabdian kepada Masyarakat Tahun Anggaran 2025/2026. Terima kasih juga kami sampaikan kepada Kepala Sekolah dan segenap pengurus MGMP Kimia dan Matematika Maluku Utara atas kerja sama dan partisipasi aktif selama kegiatan berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Z., & Wijaya, M. (2023). Penguatan Literasi Digital Guru melalui Pemanfaatan Teknologi AI dalam Pembelajaran Sains. *Jurnal Pengabdian Pendidikan Nasional*, 4(2), 112–121.
- Chai, C. S., Lin, P. Y., Jong, M. S. Y., & Dai, Y. (2021). Perceptions of AI and its pedagogical applications among secondary school teachers. *Journal of Educational Technology & Society*, 24(3), 89–103.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054.
- Nurhasanah, A., & Suryadi, D. (2024). Transformasi Pembelajaran Matematika Kontekstual Berbantuan Generative Artificial Intelligence. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(1), 345–358.

- Rahman, A., & Hidayat, T. (2023). Integrasi Prompt Engineering dalam Pengembangan Bahan Ajar Kimia SMA Kurikulum Merdeka. *Jurnal Pengabdian Sains dan Teknologi*, 2(3), 201–210.
- Setiawan, B., Lestari, N., & Prasetyo, K. (2023). Mengatasi Miskonsepsi Kimia dan Matematika Tingkat Menengah melalui Visualisasi Digital Interaktif. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 9(2), 140–152.
- UNESCO. (2021). *AI and education: Guidance for policy-makers*. UNESCO Publishing.