

Transformasi Digital Pembelajaran Kimia: Pendampingan Perancangan Perangkat Pembelajaran Terintegrasi STEM-AI bagi Guru Kimia di Ponorogo***(Digital Transformation in Chemistry Education: Professional Development for Chemistry Teachers in Designing STEM-AI-Integrated Instructional Materials in Ponorogo)***Erfan Priyambodo^{1*}, Metridewi Primastuti², Yunilia Nur Pratiwi³^{1,2,3}Program Studi Pendidikan Kimia, Departemen Pendidikan Kimia, Universitas Negeri YogyakartaCorresponding Author. Email: erfan@uny.ac.id**Abstrak**

Transformasi pembelajaran kimia di era digital menuntut guru untuk mampu mengembangkan pembelajaran yang kontekstual sekaligus memanfaatkan teknologi secara tepat. Integrasi *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) dan *Artificial Intelligence* (AI) menjadi salah satu alternatif untuk mendukung perancangan pembelajaran kimia yang aplikatif dan relevan dengan kebutuhan peserta didik. Namun, guru masih memerlukan pendampingan dalam mengintegrasikan STEM dan AI ke dalam perangkat pembelajaran. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan memberikan pemahaman dan pengalaman kepada guru kimia dalam merancang perangkat pembelajaran terintegrasi STEM-AI. Kegiatan dilaksanakan melalui pelatihan, praktik pemanfaatan AI, dan pendampingan penyusunan Modul Ajar/RPP, LKPD, serta instrumen asesmen bagi 39 guru kimia SMA yang tergabung dalam MGMP Kimia Kabupaten Ponorogo, Jawa Timur. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa peserta telah menghasilkan perangkat pembelajaran terintegrasi STEM-AI pada berbagai materi kimia dan memperoleh pengalaman dalam memanfaatkan AI sebagai alat bantu pedagogis. Hasil evaluasi melalui angket respons menunjukkan bahwa 100% peserta menyatakan materi konsep dasar STEM dan AI mudah dipahami, 100% peserta termotivasi untuk merancang pembelajaran kimia terintegrasi STEM-AI, dan 100% peserta menyatakan ingin mengimplementasikan hasil pelatihan dalam pembelajaran di kelas. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kegiatan dapat diterima dengan baik dan memberikan pengalaman yang relevan bagi guru dalam merancang pembelajaran kimia terintegrasi STEM-AI. Sebagai tindak lanjut, perangkat yang telah dikembangkan perlu diimplementasikan dan direfleksikan di kelas untuk penyempurnaan melalui forum MGMP.

Kata kunci: STEM, kecerdasan artifisial, perangkat pembelajaran Kimia, pendampingan guru**Abstract**

Chemistry teachers play a strategic role in preparing students to face global challenges through meaningful, contextual learning based on real-world problem-solving. Not all schools have fully integrated cross-disciplinary approaches such as STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics). Artificial Intelligence (AI) presents significant opportunities in education, particularly in supporting learning planning, implementation, and evaluation. The use of AI in science education also has the potential to improve teacher efficiency and learning quality when used ethically. This situation highlights the need for a structured mentoring program to enable chemistry teachers to synergistically integrate STEM and AI into learning tools. Through this activity, teachers receive direct support in designing learning tools that integrate contextual issues, STEM project activities, and the use of AI as a pedagogical tool. Through training and mentoring for high school chemistry teachers in Ponorogo Regency, East Java, all participants (N=39) teachers who participated stated that the results of this community service activity produced new knowledge for teachers to create learning devices with Artificial Intelligence (AI) as well as an understanding of STEM integration in chemistry learning, some of which are on acid-base materials, redox reactions, and stoichiometry. As a follow-up, it is recommended that teachers implement it in their respective classes so that the direct impact of the devices that have been prepared on student learning outcomes can be seen.

Keywords: *STEM, artificial intelligence, chemistry instructional materials, teacher professional development*

PENDAHULUAN

Pembelajaran kimia di era digital menuntut transformasi pedagogis yang tidak hanya berfokus pada penguasaan konsep abstrak, tetapi juga pada pengembangan keterampilan abad ke-21. Pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) dapat digunakan untuk mengontekstualisasikan konsep kimia melalui pemecahan masalah dan aktivitas yang berkaitan dengan kehidupan nyata (Fitriyana et al., 2024; Massalimova et al., 2026). Integrasi STEM dalam pembelajaran kimia juga memberikan peluang bagi peserta didik untuk mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi melalui kegiatan yang melibatkan pemecahan masalah, perancangan, dan penerapan konsep secara kontekstual (Afriana et al., 2016; Windasari et al., 2020; Anwar et al., 2025). Di sisi lain, perkembangan *Artificial Intelligence* (AI) menghadirkan peluang baru dalam mendukung proses pembelajaran, mulai dari penyusunan bahan ajar dan aktivitas pembelajaran hingga pengembangan asesmen dan pemberian umpan balik (Side & Alqadri, 2026). Oleh karena itu, guru kimia perlu memiliki pemahaman dan keterampilan untuk memanfaatkan AI secara tepat sebagai bagian dari proses pedagogis serta mengintegrasikannya dengan pendekatan pembelajaran yang relevan.

Dalam konteks MGMP Kimia Kabupaten Ponorogo sebagai mitra kegiatan, kebutuhan terhadap penguatan kompetensi tersebut terlihat dari perlunya pendampingan dalam merancang perangkat pembelajaran yang mengintegrasikan STEM dan AI. Berdasarkan hasil koordinasi dengan mitra dan kebutuhan yang teridentifikasi selama persiapan kegiatan, guru memerlukan dukungan dalam mengembangkan perangkat pembelajaran yang tidak hanya memuat konsep kimia, tetapi juga mengaitkannya dengan konteks permasalahan nyata serta aktivitas yang melibatkan unsur *engineering* dan matematika. Hal ini sejalan dengan temuan bahwa implementasi STEM dalam pembelajaran kimia masih menghadapi berbagai tantangan, antara lain pemahaman guru terhadap integrasi antardisiplin, kompleksitas perancangan pembelajaran, keterbatasan waktu, serta kebutuhan akan dukungan dalam mengembangkan aktivitas STEM yang sesuai dengan karakteristik materi kimia (Fitriyana et al., 2024; Massalimova et al., 2026). Pada saat yang sama, pemanfaatan

AI dalam pembelajaran kimia memerlukan pemahaman pedagogis agar teknologi tersebut dapat digunakan untuk mendukung pembelajaran, bukan sekadar menghasilkan materi atau menyelesaikan pekerjaan administratif (Side & Alqadri, 2026). Kondisi tersebut menunjukkan perlunya pendampingan yang bersifat praktis dan aplikatif bagi guru kimia dalam merancang perangkat pembelajaran terintegrasi STEM-AI.

Berdasarkan kondisi dan kebutuhan tersebut, terdapat tiga permasalahan prioritas yang menjadi fokus kegiatan. Pertama, penguatan kompetensi pedagogi digital dan AI, khususnya kemampuan guru dalam memanfaatkan AI sebagai alat bantu untuk merancang aktivitas pembelajaran, bahan ajar, dan asesmen secara tepat. Integrasi teknologi digital dalam pembelajaran perlu disertai dengan pertimbangan pedagogis agar teknologi yang digunakan dapat mendukung tercapainya tujuan pembelajaran (Side & Alqadri, 2026; Dewi et al., 2025). Kedua, kompleksitas integrasi STEM dalam pembelajaran kimia. Karakteristik konsep kimia yang melibatkan representasi makroskopik, mikroskopik, dan simbolik memerlukan perancangan aktivitas yang mampu menghubungkan konsep dengan permasalahan dan aplikasi nyata. Pendekatan STEM dan pembelajaran berbasis proyek dapat memberikan ruang bagi peserta didik untuk menerapkan konsep dalam pemecahan masalah dan menghasilkan rancangan atau produk tertentu (Afriana et al., 2016; Dwynda & Effendi, 2020; Windasari et al., 2020; Suparwati et al., 2023; Chonkaew et al., 2016). Ketiga, kebutuhan efisiensi dalam penyusunan perangkat pembelajaran. Modul ajar/RPP, LKPD, dan instrumen asesmen perlu dirancang secara terpadu agar pembelajaran dapat berlangsung secara sistematis, kontekstual, dan sesuai dengan kebutuhan peserta didik. Pemanfaatan teknologi digital dan AI berpotensi membantu guru dalam proses perancangan tersebut apabila digunakan secara terarah dan tetap berada dalam kendali pedagogis guru (Side & Alqadri, 2026; Dewi et al., 2025).

Berdasarkan permasalahan tersebut, kegiatan Pendampingan Penyusunan Perangkat Pembelajaran Kimia Terintegrasi STEM dan Kecerdasan Artifisial bagi Guru Kimia dilaksanakan untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan guru dalam (1) memahami konsep dasar STEM, (2) memahami potensi

dan pemanfaatan AI dalam pembelajaran, serta (3) merancang perangkat pembelajaran kimia yang mengintegrasikan STEM dan AI. Melalui kegiatan pelatihan dan pendampingan, guru tidak hanya memperoleh pemahaman konseptual, tetapi juga berlatih menyusun Modul Ajar/RPP, LKPD, dan instrumen asesmen yang memanfaatkan AI sebagai alat bantu pedagogis dan mengintegrasikan aktivitas STEM sesuai dengan karakteristik materi kimia.

SOLUSI/TEKNOLOGI

Ruang lingkup kegiatan pengabdian ini berfokus pada pendampingan guru dalam menyusun perangkat pembelajaran berupa Modul Ajar/RPP, Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), dan instrumen untuk asesmen pembelajaran kimia terintegrasi STEM-AI. Peserta pelatihan yang menjadi sasaran dalam kegiatan Pendampingan Penyusunan Perangkat Pembelajaran Kimia terintegrasi STEM dan Kecerdasan Artifisial bagi Guru Kimia adalah guru mata pelajaran kimia SMA di Kabupaten Ponorogo, Jawa Timur. Rincian peserta yang menjadi sasaran dalam kegiatan pelatihan ini sejumlah 30 guru kimia SMA yang berasal sekolah negeri maupun swasta di Kabupaten Ponorogo sebagai mitra dari kegiatan ini.

Kegiatan pengabdian masyarakat ini dilaksanakan melalui tiga tahapan sistematis, yaitu persiapan (*planning*) berupa sosialisasi konsep STEM-AI, pelaksanaan (*acting*) melalui tahapan, pelatihan terstruktur, praktik penyusunan perangkat pembelajaran, dan refleksi (*reflecting*). Secara detail, metode kegiatan dijelaskan sebagai berikut.

1. Pada tahap persiapan, tim pengabdian melakukan koordinasi dengan mitra untuk melakukan analisis kebutuhan dan memetakan sejauh mana pemahaman awal guru terhadap STEM dan AI. Adapun cakupan tahap *planning* ini diantaranya penyusunan instrument evaluasi dan persiapan teknis pelaksanaan.
2. Pada tahap pelaksanaan dilakukan pertemuan secara luring antara tim pengabdian dengan mitra di Kabupaten Ponorogo, Jawa Timur. Tim pengabdian menyampaikan informasi mengenai konsep STEM dalam pembelajaran kimia serta praktik langsung (*hands-on experience*) penggunaan *generative AI* seperti ChatGPT dan Gemini untuk menyusun draf perangkat pembelajaran kimia.

3. Setelah diskusi dan praktik, guru mendapatkan tugas untuk membuat modul ajar, LKPD, dan instrumen asesmen pembelajaran kimia terintegrasi STEM-AI sebagai bagian dari tahap evaluasi dan refleksi. Selain dilakukan dengan pengumpulan perangkat pembelajaran sebagai evaluasi pelatihan dan pendampingan, guru perlu mengisi angket respon tentang pelaksanaan kegiatan. Angket ini terdiri dari kemudahan memahami materi yang disampaikan, motivasi untuk mengembangkan pembelajaran kimia terintegrasi STEM-AI dan saran tindak lanjut pelatihan atau pendampingan berikutnya.

Seluruh proses dirancang berbasis kebutuhan nyata guru kimia dan selaras dengan kurikulum yang berlaku.

HASIL DAN DISKUSI

Hasil penelusuran penelitian tentang implementasi pembelajaran kimia dengan STEM di publisher jurnal ilmiah seperti Scopus menunjukkan belum optimalnya integrasi pendekatan pembelajaran tersebut di SMA. Padahal, karakteristik ilmu kimia yang menjembatani dunia makroskopik, mikroskopik, dan simbolik untuk menjelaskan fenomena ilmiah menjadi salah satu tolok ukur pentingnya integrasi STEM dan kecerdasan artifisial dalam pelaksanaan kegiatan belajar kimia di sekolah. Oleh karena itu, tim pengabdian melakukan pendampingan penyusunan perangkat pembelajaran kimia terintegrasi STEM dan kecerdasan artifisial bagi guru. Pengabdian ini telah terlaksana bersama MGMP Kimia Kabupaten Ponorogo, Jawa Timur. Kegiatan dilaksanakan pada 07 Juni 2026 secara luring di Aula SMA N 1 Ponorogo dengan peserta sebanyak 39 orang guru kimia SMA.

Program Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini menerapkan inovasi ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEKS) berupa pendampingan penyusunan perangkat pembelajaran kimia terintegrasi STEM dan AI bagi guru kimia SMA. IPTEK yang diterapkan memadukan pendekatan pedagogik, teknologi digital, dan kebutuhan pembelajaran kimia abad ke-21 secara aplikatif dan kontekstual [5][6]. Secara keilmuan, program ini mengintegrasikan pendekatan STEM dalam pembelajaran kimia untuk mendorong kemampuan berpikir dan literasi sains peserta didik [7][8]. Integrasi STEM diwujudkan melalui perancangan

Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)/ Modul Ajar, Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), serta instrumen asesmen yang berbasis masalah nyata (*real-world problems*). Adapun dari aspek teknologi, program ini mengadopsi kecerdasan artifisial (AI) dalam pengembangan perangkat pembelajaran. Guru didampingi untuk memanfaatkan AI berbasis web (seperti ChatGPT, Gemini, dan generator, untuk alat bantu visualisasi konsep kimia).

Pada pertemuan pertama, kegiatan difokuskan pada penguatan pemahaman dan wawasan tentang STEM dan kecerdasan artifisial. Penyampaian materi ini dilakukan dengan tujuan untuk menjawab permasalahan utama yaitu guru masih mengalami kecemasan teknologi dan kesulitan dalam merumuskan perangkat pembelajaran yang memadukan STEM dan AI. Pada kesempatan ini, guru mendapat kesempatan untuk berlatih dengan cara praktik langsung menggunakan *prompt* atau perintah kredibel untuk AI, dan menggunakan fitur-fitur yang tersedia pada AI. Hasil yang diperoleh dari pertemuan ini diantaranya: 1) merancang pembelajaran yang adaptif, 2) mengembangkan perangkat pembelajaran dan pemecahan masalah, 3) menyusun asesmen formatif dan sumatif yang bervariasi, dan 4) menyediakan umpan balik pembelajaran yang cepat dan personal.

Pada pelatihan ini, guru diberikan pemahaman untuk tidak menempatkan AI sebagai pengganti peran guru, melainkan sebagai alat bantu cerdas yang mendukung pengambilan keputusan pedagogik. Guru tetap berperan sebagai pengendali utama proses pembelajaran, sekaligus fasilitator pembelajaran bermakna.



Gambar 1. Dokumentasi Kegiatan

Beberapa manfaat telah diungkapkan oleh peserta PkM diantaranya adalah tumbuhnya pemahaman dan gambaran tentang pembelajaran STEM yang jika diimplementasikan akan membantu peserta didik untuk tidak hanya menghafal konsep tetapi juga dapat mengintegrasikan pengetahuan konsep tersebut dalam proyek [11]. Implementasi tersebut diharapkan akan membantu kemampuan analitis dan berpikir kritis peserta didik sebab peserta didik terlibat langsung dalam pemecahan masalah kontekstual melalui pengalaman aktif [9][12]. Sejalan dengan hasil penelitian yang telah ada, integrasi STEM dengan pembelajaran proyek memberikan kesempatan pengalaman belajar riil bagi peserta didik [10]. Melalui pemaparan materi STEM ini, beberapa peserta PkM telah mengungkapkan ide dan gagasannya untuk pelaksanaan kegiatan pembelajaran kimia. Salah satu contoh implementasi pembelajaran kimia berbasis STEM yaitu pada salahsatu topik pembelajaran stoikiometri, dengan sub bahasan persamaan kimia, peserta didik melakukan percobaan reaksi kimia antara timbal(II) nitrat dan kalium iodide dengan memberikan variasi konsentrasi. Hasil percobaan menunjukkan, bahwa iodide(II) yang nampak berkilau. Akan tetapi, hasil dari percobaan yang dilakukan tidak begitu saja dibuang, guru dapat mengajak peserta didik

untuk menggunakan hasil percobaan tersebut dalam pengembangan produk yang bermanfaat [13]. Kegiatan pembelajaran ini memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berpikir bagaimana merancang ide produk yang akan mereka buat, bahan dan ala tapa yang dibutuhkan, merancang keamanan produk yang dihasilkan dan hitungan matematis untuk menghasilkan produk yang ideal.

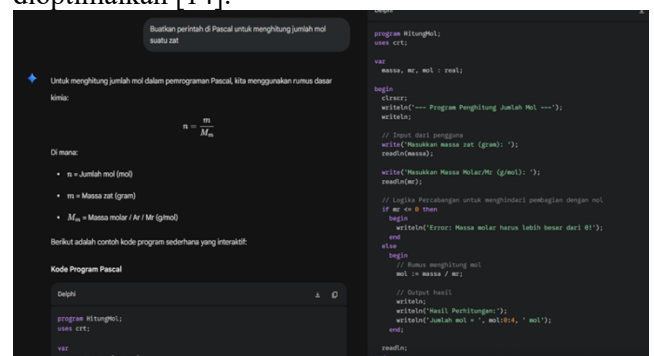
Setelah materi STEM disampaikan, kegiatan dilanjutkan dengan pematerian tentang membuat perangkat pembelajaran dengan kecerdasan artifisial. Adapun kecerdasan artifisial yang digunakan dalam pelatihan ini adalah *Canva AI Artificial Generator*. Peserta mendapat pelatihan untuk membuat perintah dan *prompt* untuk merancang aktivitas pembelajaran kimia. Berikut merupakan hasil tugas dari peserta pelatihan yaitu modul ajar dan LKPD dari *Canva AI Artificial Generator*.



Gambar 2. Modul Ajar dan LKPD Hasil Pekerjaan Peserta

Selain materi stoikiometri dan asam basa, peserta juga telah mengembangkan perangkat pembelajaran untuk materi kimia yang lain yaitu sel elektrokimia, persamaan reaksi kimia, buffer, molaritas, pengenceran, titrasi hidrolisis garam, dan koloid.

Pelatihan terakhir berupa integrasi AI untuk aktivitas belajar siswa berupa penyusunan asesmen untuk mengukur hasil belajar siswa. Menggunakan salahsatu fitur dari Gemini yaitu Pembelajaran Terpandu, Menggunakan fitur tersebut, peserta didik dapat memahami materi, dan langkah demi langkah penyelesaian soal dengan menggunakan analogi sederhana. Peserta didik tidak akan mendapatkan jawaban instan, dan akan mendapatkan umpan balik secara interaktif sesuai kecepatan belajar mereka. Dari pelatihan ini, penguatan kompetensi teknologi berupa Pembelajaran Terpandu dapat berdampak signifikan terhadap kualitas pembelajaran dan motivasi belajar peserta didik jika dapat dioptimalkan [14].



Gambar 3. Contoh *prompt* untuk asesmen pembelajaran kimia menggunakan fitur AI

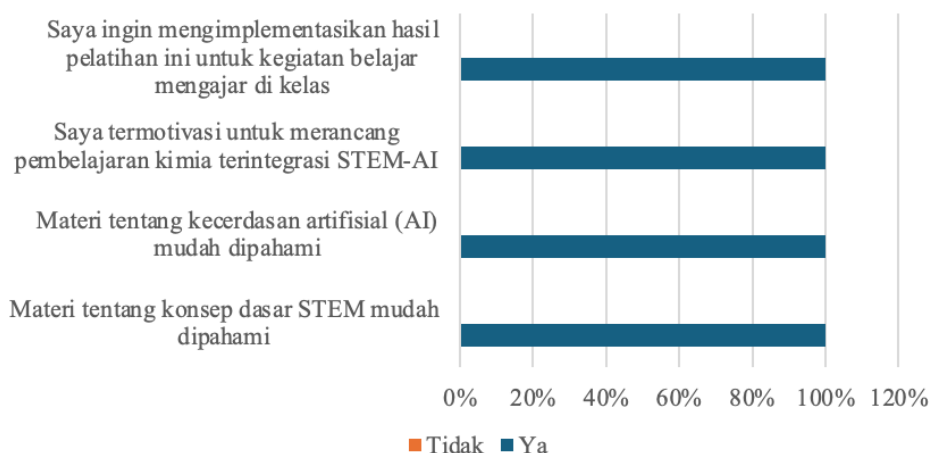
Pada pertemuan kedua, guru-guru menyampaikan hasil penugasan berupa penyusunan modul ajar, LKPD, dan asesmen

yang telah dibuat dengan memanfaatkan AI. Ini penting untuk dievaluasi dan direfleksikan karena kemampuan ini merupakan kompetensi kunci yang harus dimiliki oleh pendidik dalam menghadapi era transformasi digital [15]. Hasil pengabdian berupa penugasan untuk guru kimia sebagai peserta kegiatan menunjukkan kualitas perangkat pembelajaran yang disusun oleh guru, terutama pada aspek keterpaduan antarkomponen STEM dan pemanfaatan AI sebagai asisten pedagogis. Sebelum pendampingan, guru cenderung kesulitan merumuskan unsur *engineering* (rekayasa) dalam materi kimia seperti elektrokimia atau laju reaksi. Setelah diberikan pendampingan taktis mengenai pembuatan *prompt* (perintah) yang efektif pada *generative AI*. Ini menunjukkan bahwa pelatihan ini berhasil memberikan pemahaman dan motivasi kepada guru untuk mampu mengeksplorasi ide proyek STEM yang relevan secara cepat. Selain itu, guru berhasil menggunakan AI untuk menyusun teks wacana kontekstual bertema lingkungan, membuat rubrik penilaian

performa proyek, hingga merancang LKPD interaktif. Integrasi AI dalam proses ini terbukti mereduksi beban administratif guru, sehingga mereka dapat mengalokasikan lebih banyak waktu untuk merancang strategi interaksi dan diferensiasi pembelajaran di kelas. Setelah mengikuti kegiatan ini, peserta PPM diharapkan memiliki persepsi yang baik agar termotivasi untuk mengimplementasikan pembelajaran STEM-AI karena kesadaran akan kebermanfaatan inovasi pembelajaran.

Evaluasi Pelaksanaan Kegiatan

Indikator keberhasilan program ini yakni apabila berdasarkan angket terbuka sejumlah minimal 75% peserta memiliki peningkatan pengetahuan dan keterampilan tentang (1) konsep dasar STEM, (2) kecerdasan artifisial atau AI, dan (3) merancang pembelajaran kimia berbasis STEM-AI. Berikut merupakan grafik hasil pemahaman peserta tentang pelaksanaan kegiatan pelatihan yang telah mereka ikuti.



Gambar 3. Hasil Evaluasi berdasarkan Angket Pelaksanaan Kegiatan

Berdasarkan hasil evaluasi melalui angket respons peserta, seluruh indikator memperoleh respons positif sebesar 100%. Seluruh peserta menyatakan bahwa materi tentang konsep dasar STEM dan kecerdasan artifisial (AI) mudah dipahami. Selain itu, seluruh peserta menyatakan termotivasi untuk merancang pembelajaran kimia terintegrasi STEM-AI dan berminat mengimplementasikan hasil pelatihan dalam kegiatan pembelajaran di kelas. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kegiatan pelatihan dapat diterima dengan baik dan memberikan pengalaman belajar yang

relevan bagi peserta dalam memahami konsep STEM dan pemanfaatan AI untuk mendukung perancangan pembelajaran kimia. Respons positif pada aspek motivasi dan rencana implementasi juga menunjukkan adanya potensi keberlanjutan pemanfaatan hasil pelatihan dalam pembelajaran di sekolah masing-masing.

Hasil implementasi tersebut selanjutnya dapat menjadi bahan untuk melakukan penyempurnaan perangkat pembelajaran melalui forum MGMP Kimia Kabupaten Ponorogo. Guru dapat saling berbagi

pengalaman, kendala, dan contoh praktik penggunaan AI sebagai alat bantu pedagogis dalam merancang maupun melaksanakan pembelajaran kimia. Dengan demikian, kegiatan tidak berhenti pada tahap pelatihan dan penyusunan perangkat, tetapi berlanjut pada pengembangan dan berbagi praktik pembelajaran STEM-AI yang sesuai dengan kebutuhan sekolah.

Pada tahap berikutnya, evaluasi dapat diarahkan pada kualitas perangkat yang telah dikembangkan dan pengalaman guru selama implementasi, termasuk keterpaduan unsur STEM, kesesuaian pemanfaatan AI dengan tujuan pembelajaran, serta keterlaksanaan aktivitas pembelajaran di kelas. Evaluasi terhadap respons dan pengalaman peserta didik juga dapat dilakukan untuk memperoleh gambaran awal mengenai kebermanfaatan perangkat yang dikembangkan. Hasil evaluasi tersebut diharapkan menjadi dasar untuk memperbaiki perangkat pembelajaran dan merancang kegiatan pendampingan lanjutan yang lebih sesuai dengan kebutuhan guru kimia.

KESIMPULAN

Program pendampingan penyusunan perangkat pembelajaran kimia terintegrasi STEM-AI bagi guru kimia SMA di Kabupaten Ponorogo telah terlaksana melalui pelatihan, praktik, dan pendampingan penyusunan Modul Ajar/RPP, LKPD, serta instrumen asesmen. Seluruh peserta (100%) memberikan respons positif terhadap kemudahan memahami materi STEM dan AI, termotivasi merancang pembelajaran terintegrasi STEM-AI, serta menyatakan keinginan mengimplementasikan hasil pelatihan di kelas. Kegiatan ini memberikan pengalaman bagi guru dalam memanfaatkan AI sebagai alat bantu pedagogis dan mengembangkan pembelajaran kimia yang lebih kontekstual. Sebagai tindak lanjut, perangkat yang telah dikembangkan perlu diimplementasikan dan direfleksikan di kelas untuk penyempurnaan melalui forum MGMP.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada Universitas Negeri Yogyakarta yang telah membiayai kegiatan ini dengan pembiayaan oleh DRPM UNY dengan nomor kontrak 77.609/DST/UN34.9/T/PT.01.03.2026 tanggal 18 Februari 2026 berdasarkan Surat Keputusan Rektor Universitas Negeri Yogyakarta nomor

2.18/UN34/II/2026 tentang Penetapan Pengabdian kepada Masyarakat Penugasan Guru Besar dan Tenaga Dosen Struktural Universitas Negeri Yogyakarta Tahun 2026.

DAFTAR PUSTAKA

- Afiana, J., Permanasari, A., Fitriani, A. (2016). Project-based Learning integrated to STEM to enhance elementary schools' students scientific literacy. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia* 5(2), 261-267.
- Anwar, S. J., Lukum, A., Thayban, T., Pikoli, M., Kurniawati, E. (2025) Efektivitas model inkuiri terbimbing berbasis STEM untuk meningkatkan kemampuar berpikir kritis siswa pada materi laju reaksi: literarure review. *Jurnal Pendidikan Kimia, Fisika, dan Biologi*, 1(3). <https://doi.org/10.61132/jupenki.fb.v1i1.3.305>
- Chonkaew, P., Sukhummek, B., Faikhamta, C. (2016). Development of analytical thinking ability and attitudes towards science learning of grade-11 students through science technology engineering and mathematics (STEM education) in the study of stoichiometry. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 17, 842. <http://dx.doi.org.10.1039/c6rp00074f>
- Dewi, S. H., Lavenia, C., Prasetya, A. T., Susatyo, E. B., Haryani, S., Wardani, S. (2025). Integration of TPACK and education for sustainable development in digital green chemistry worksheets: efforts to enhance student creativity through contextual learning. *Pedagogia*, 28(2). 257-265. <https://doi.org/10.20961/paedagogia.v28i2.102493>
- Dwynda, I & Effendi. (2020). Pengembangan LKPD terintegrasi STEM-PjBL (Science, Technology, Engineering, and Mathematics-Project based Learning) pada materi minyak bumi. *Edukimia* 2(3), 100-105.
- Fitriyana, N., Wiyarsi, A., Pratomo, H., & Marfuatun, M. (2024). The importance of integrated STEM learning in chemistry lesson: Perspectives from high school and vocational school chemistry

- teachers. *Journal of Technology and Science Education*, 14(2), 418-437. <https://doi.org/10.3926/jotse.2356>
- Harini, B., Aswasualasikin, Raharjo, M., Susanto, I. A., Budiansyah. (2025). Pelatihan pembuatan dan penggunaan media pembelajaran dengan teknologi AR (*Augmented Reality*) bagi guru-guru SD di Desa Meranjat Kabupaten Ogan Ilir. *Publikan: Jurnal Publikasi Pendidikan*, 16(1). 35-40. <https://doi.org/10.70713/publikan.v16i1.81107>
- Naingolan, E. E., Raihana, N., Agustina, P., Satria, B., Fernando, A., Susanti, Amelia, A. (2026). Pelatihan penyusunan asesmen dan rencana pembelajaran mendalam untuk mendukung SDGs 4: pendidikan berkualitas. *Publikan: Jurnal Publikasi Pendidikan*, 16(2).
- Massalimova B, Darmenbayeva A, Afanasenkova I, Dautova Z, Zhurkhabaeva L, Zhanaliyeva R, Imangaliyeva B, Shaikhova B, Ungarbayeva A, Kabylbekova A, Almuratova K and Askarova M (2026) Integration of STEM technologies in chemistry education: opportunities, challenges, and future directions. *Front. Educ.* 11:1823241. <https://doi.org/10.3389/educ.2026.1823241>
- Risdalina, Rosmalinda, D., Pamela, I. S., Putri, A. G. E., Sastrawati, E. (2026). Pelatihan integrasi augmented reality dalam pembelajaran IPA untuk memvisualisasikan materi abstrak bagi guru Sekolah Dasar. *Publikan: Jurnal Publikasi Pendidikan*, 16(1). 28-34. <https://doi.org/10.70713/publikan.v16i1.77524>
- Rosilawati, L. & Abidin, Z. (2025). Pembelajaran STEM untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. *Sosains*, 5(7). 1985-1993. 750-765.
- Side, S., Alqadri, Z. (2026). Pembelajaran kimia berbasis artificial intelligence: tinjauan literatur sistematis tentang intervensi pedagogis, konteks implementasi, dan hasil pembelajaran. *Edukimbiosis: Jurnal Pendidikan IPA*, 4(2). <https://doi.org/10.35905/edukimbiosis.v4i2.16779>
- Siroj, O & Wahyuni, S. (2026). The implementation of Project based Learning through two stay two stray technique to promote students creative thinking skill in procedure text. *Eduvest: Journal of Universal Studies*, 6(1). 562-577.
- Suparwati, N. M. A., Suja, I. W., Tika, I. N. (2023). E-LKPD kimia berbasis STEM dengan muatan etnosains untuk meningkatkan model mental kimia pada materi laju reaksi. *Jurnal Pendidikan Kimia Undiksha*, 7(1). 1-10.
- Windasari, N.S., Yamtinah, S., Susanti, E. (2020) Pengaruh model Project-based Learning terintegrasi STEM (PjBL-STEM) terhadap kemampuan berpikir Tingkat tinggi pada materi asam dan bas akelas XI di SMA Negeri 3 Surakarta tahun pelajaran 2018/2019. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 9(1),47-53.