

Pelatihan Pembelajaran STEM di Sekolah SMA Muhammadiyah Kota Sukabumi untuk Memfasilitasi Deep Learning

(STEM Learning Training at Muhammadiyah Senior High School in Sukabumi to Facilitate Deep Learning)

Setiono Setiono^{1*}, Aa Juhanda²

Universitas Muhammadiyah Sukabumi, Sukabumi, Indonesia^{1,2}

setiono84@ummi.ac.id^{1*}, aajuhanda@ummi.ac.id²



Article History

Received on 12 April 2026

1st Revision on 16 April 2026

2nd Revision on 07 August 2026

3rd Revision on 18 August 2026

Accepted on 19 August 2026

Abstract

Purpose: This study aims to improve the competence of teachers at SMA Muhammadiyah Kota Sukabumi in designing and implementing Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM)-based learning to facilitate deep learning.

Research Methodology: This community service used in-service training involving theoretical presentation, modeling, simulation, and feedback for approximately 10 teachers. Data from pre- and post-tests, observations, and product assessments were analyzed descriptively using quantitative and qualitative techniques.

Results: The results showed a significant improvement in teachers' understanding of STEM and deep learning concepts, indicated by an increase in the average score from 58 to 84. Teachers were also able to develop STEM-based learning tools, such as teaching modules and student worksheets, categorized as good to very good. In addition, participant engagement was very high, with full attendance and active involvement during the training activities.

Conclusions: The STEM-based training using the in-service training model is effective in enhancing teachers' conceptual understanding and practical skills in implementing deep learning-oriented instruction.

Limitations: The study was limited by a short training duration and the small number of participants, which may affect the generalizability of the results.

Contributions: This study contributes to the field of STEM education and teacher professional development by providing an effective training model to support deep learning implementation. It is particularly beneficial for teachers, schools, and educational institutions aiming to improve 21st-century learning practices.

Keywords: *Deep Learning, Instructional Design, Professional Development, STEM Learning, Teacher Training*

How to Cite: Setiono, S., & Juhanda, A. (2026). Pelatihan Pembelajaran STEM di Sekolah SMA Muhammadiyah Kota Sukabumi untuk Memfasilitasi Deep Learning. *Yumary: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 7(1), 29-38.

1. Pendahuluan

Perkembangan abad ke-21 menuntut sistem pendidikan untuk menghasilkan sumber daya manusia yang memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi, kreatif, kolaboratif, serta mampu memecahkan masalah secara kontekstual. Salah satu pendekatan yang relevan untuk menjawab tuntutan tersebut adalah pembelajaran yang mengarah pada deep learning, yaitu proses pembelajaran yang tidak hanya menekankan pada penguasaan konsep secara dangkal, tetapi juga pada kemampuan memahami, mengaitkan, serta mengaplikasikan pengetahuan dalam berbagai situasi kehidupan nyata. Pembelajaran yang memfasilitasi deep learning diharapkan mampu membentuk murid yang adaptif dan memiliki daya saing global.

Pembelajaran Sains, Teknologi, Teknik, dan Matematika (STEM) menjadi salah satu solusi yang strategis untuk menciptakan pengalaman belajar mendala. Pembelajaran STEM mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu untuk menyelesaikan permasalahan nyata melalui aktivitas yang menuntut keterampilan berpikir kritis, kreatif, komunikasi, dan kolaborasi ([Sofyan, Firman, & Saudagar, 2021](#); [Susiloningsih, Fathurohman, Maharani, Fathurohman, & Nurani, 2025](#)). Pembelajaran STEM juga dapat membekalkan banyak kemampuan penting lainnya yang dibutuhkan murid ([Purwianingsih, Widodo, Riandi, Sriyati, & Solihat, 2025](#)). Pembelajaran STEM memiliki karakteristik integratif, kontekstual, dan berorientasi pada pemecahan masalah nyata. STEM menggabungkan sains, teknologi, rekayasa, dan matematika secara terpadu sehingga peserta didik tidak belajar secara terpisah, tetapi memahami keterkaitan antar konsep ([Halawa, Lin, & Hsu, 2024](#); [Ruhana, Rochmah, Pada, Suryani, & Rizki, 2024](#); [Wu, Yang, Zhou, Xia, & Liao, 2024](#)). Selain itu, pembelajaran STEM menekankan pada aktivitas berbasis proyek dan inquiry yang mendorong berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikatif ([Aka, Setyosari, & Purwaningsih, 2025](#)). Karakteristik lainnya adalah penggunaan konteks kehidupan sehari-hari agar pembelajaran menjadi bermakna (meaningful learning) ([Rahmawati et al., 2025](#); [Syahfitri & Herlina, 2026](#); [Yupelmi & Yulastri, 2026](#)). STEM juga memfasilitasi deep learning melalui eksplorasi, refleksi, dan penerapan konsep dalam situasi baru, sehingga peserta didik mampu mentransfer pengetahuan secara fleksibel dan adaptif ([Martawijaya, Rahmadhanningsih, Swandi, Hasyim, & Sujiono, 2023](#)).

Namun demikian, implementasi pembelajaran berbasis STEM masih menghadapi berbagai tantangan. Praktik pembelajaran di kelas umumnya masih bersifat konvensional dan berpusat pada guru, sehingga belum mampu mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi murid secara optimal. Selain itu, integrasi antar disiplin ilmu dalam pembelajaran masih jarang dilakukan, sehingga pembelajaran cenderung bersifat parsial dan kurang kontekstual. Kondisi ini berdampak pada rendahnya kemampuan murid dalam menghubungkan konsep dengan permasalahan nyata serta keterbatasan dalam mengembangkan kreativitas dan kemampuan pemecahan masalah. Permasalahan tersebut juga ditemukan di SMA Muhammadiyah Kota Sukabumi. Berdasarkan hasil observasi awal dan diskusi dengan guru, diketahui bahwa 80% guru masih mengalami kesulitan dalam merancang pembelajaran berbasis STEM yang terintegrasi dan berorientasi pada deep learning. Pembelajaran yang dilakukan masih didominasi oleh penggunaan metode ceramah dan penugasan berbasis buku teks, sehingga belum memberikan pengalaman belajar yang bermakna bagi murid. Selain itu, guru juga belum memiliki pemahaman yang memadai terkait konsep dan implementasi STEM dalam pembelajaran, termasuk dalam merancang perangkat pembelajaran seperti modul ajar berbasis STEM.

Keterbatasan tersebut salah satunya disebabkan oleh minimnya pelatihan yang secara khusus membahas implementasi STEM dalam konteks pembelajaran di kelas. Guru cenderung belum memiliki pengalaman praktis dalam mengintegrasikan unsur STEM secara sistematis dalam kegiatan pembelajaran. Padahal, pelatihan profesional bagi guru merupakan salah satu faktor penting dalam meningkatkan kompetensi pedagogik dan profesional, khususnya dalam menghadapi tuntutan pembelajaran abad ke-21 ([Gabut et al., 2026](#); [Oanh & Dang, 2025](#); [Septiadevana, Safniyeti, & Mufida, 2026](#)). Program pelatihan yang dirancang secara sistematis dan berkelanjutan dapat membantu guru dalam memahami konsep, mengembangkan keterampilan, serta mengimplementasikan inovasi pembelajaran secara efektif.

Berbagai studi pengabdian sebelumnya menunjukkan bahwa pelatihan pembelajaran berbasis STEM mampu meningkatkan pengetahuan dan keterampilan guru dalam merancang serta melaksanakan pembelajaran yang lebih inovatif ([Imanda, Unaida, Fakhrah, & Rahmi, 2025](#)). Program pelatihan yang

mengombinasikan antara pemahaman teori dan praktik langsung, seperti melalui model in-service training, terbukti efektif dalam meningkatkan kompetensi guru. Pendekatan pelatihan yang melibatkan tahapan presentasi teori, pemodelan, praktik simulasi, dan pemberian umpan balik memungkinkan guru untuk tidak hanya memahami konsep, tetapi juga mengaplikasikannya secara langsung dalam konteks pembelajaran.

Meskipun demikian, sebagian besar program pelatihan yang telah dilakukan masih berfokus pada pengembangan perangkat pembelajaran atau peningkatan pemahaman konsep STEM secara umum, dan belum secara spesifik mengintegrasikan pendekatan STEM dengan konsep deep learning. Selain itu, konteks implementasi di tingkat sekolah menengah, khususnya di lingkungan SMA Muhammadiyah, masih relatif terbatas. Oleh karena itu, diperlukan suatu program pengabdian yang tidak hanya meningkatkan pemahaman guru tentang STEM, tetapi juga secara eksplisit mengarahkan pembelajaran untuk memfasilitasi deep learning melalui aktivitas yang kontekstual dan berbasis pemecahan masalah.

Berdasarkan uraian tersebut, kegiatan pengabdian ini dirancang dalam bentuk pelatihan pembelajaran berbasis STEM bagi guru SMA Muhammadiyah Kota Sukabumi. Program ini menekankan pada pengembangan kompetensi guru dalam merancang, mengimplementasikan, dan mengevaluasi pembelajaran yang mengintegrasikan prinsip-prinsip STEM dengan pendekatan deep learning. Pelatihan dilaksanakan menggunakan model in-service training yang melibatkan tahapan presentasi teori, pemodelan, praktik simulasi, serta pemberian umpan balik secara konstruktif. Tujuan dari kegiatan pengabdian ini adalah untuk meningkatkan kompetensi guru dalam merancang dan melaksanakan pembelajaran berbasis STEM yang mampu memfasilitasi deep learning. Selain itu, kegiatan ini juga diharapkan dapat menghasilkan perangkat pembelajaran yang inovatif serta mendorong terbentuknya komunitas belajar guru yang berkelanjutan. Dengan demikian, program ini tidak hanya memberikan dampak pada peningkatan kapasitas individu guru, tetapi juga berkontribusi terhadap peningkatan kualitas pembelajaran di sekolah secara keseluruhan.

2. Metodologi Penelitian

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini menggunakan pendekatan pelatihan (*training-based community service*) yang bertujuan untuk meningkatkan kompetensi guru dalam merancang dan mengimplementasikan pembelajaran STEM yang berorientasi pada deep learning. Model pelatihan yang digunakan adalah in-service training yang mengacu pada model ([Purwianingsih et al., 2025](#); [Sofyan et al., 2021](#)), yang meliputi tahapan presentasi teori, pemodelan, praktik simulasi, dan pemberian umpan balik ([Fanaqi, Jufri, Rahman, Al-Ghifari, & Faisal, 2025](#); [Masnia, Saputri, Kamsurya, & Tuhu, 2025](#); [Rahmawati et al., 2025](#); [Rohman & Kurniawan, 2024](#); [Susilowati, Trisnani, Rooiqoh, & Rokhaniyah, 2025](#)). Subjek kegiatan ini adalah guru SMA Muhammadiyah Kota Sukabumi yang berjumlah sekitar 10 orang dan dilaksanakan dalam bentuk workshop tatap muka.

Tahap pelaksanaan kegiatan diawali dengan tahap persiapan yang meliputi identifikasi kebutuhan mitra melalui observasi dan wawancara, penyusunan materi pelatihan, serta pengembangan instrumen evaluasi ([Fanaqi et al., 2025](#); [Masnia et al., 2025](#)). Selanjutnya, pada tahap pelaksanaan dilakukan penyampaian materi terkait konsep STEM dan deep learning, dilanjutkan dengan pemodelan pembelajaran oleh fasilitator. Peserta kemudian melakukan praktik dalam bentuk penyusunan perangkat pembelajaran berbasis STEM dan simulasi pembelajaran secara berkelompok. Tahap akhir berupa pemberian umpan balik melalui diskusi reflektif terhadap hasil simulasi yang telah dilakukan.

Pengumpulan data dilakukan melalui tes pemahaman STEM dan deep learning, observasi serta penilaian produk. Tes digunakan untuk mengukur peningkatan pemahaman peserta sebelum dan sesudah pelatihan, observasi digunakan untuk menilai partisipasi dan keterlibatan peserta selama kegiatan, sedangkan penilaian produk digunakan untuk mengevaluasi kualitas perangkat pembelajaran yang dihasilkan. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif kuantitatif dan kualitatif dengan menghitung rata-rata peningkatan skor serta mendeskripsikan aktivitas dan hasil kerja peserta. Evaluasi kegiatan mencakup aspek program, partisipasi, dan kompetensi peserta, yang dinyatakan berhasil apabila seluruh indikator mencapai kategori minimal baik. Luaran kegiatan ini berupa peningkatan kompetensi guru, produk perangkat pembelajaran berbasis STEM, serta publikasi artikel ilmiah.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Kegiatan Pengabdian

Bagian ini menjelaskan terkait hasil pelaksanaan kegiatan pengabdian pada Masyarakat yang dilaksanakan di SMA Muhammadiyah Kota Sukabumi. Pelaksanaan kegiatan pengabdian ini dilaksanakan mulai dari bulan Januari 2026. Berdasarkan permasalahan prioritas yang telah diidentifikasi, solusi yang ditawarkan dalam program ini dirancang secara sistematis dan terstruktur untuk meningkatkan kapasitas guru dalam menerapkan pembelajaran STEM yang memfasilitasi pembelajaran mendalam. Solusi ini tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan keterampilan guru, tetapi juga untuk memperbaiki sistem pembelajaran yang berkelanjutan. Rincian solusi yang diusulkan adalah sebagai berikut: 1) Pelatihan pembelajaran STEM untuk memfasilitasi pembelajaran mendalam, 2) Penyediaan alat peraga dan media pembelajaran, dan 3) Pengembangan perangkat pembelajaran STEM yang memfasilitasi deep learning.

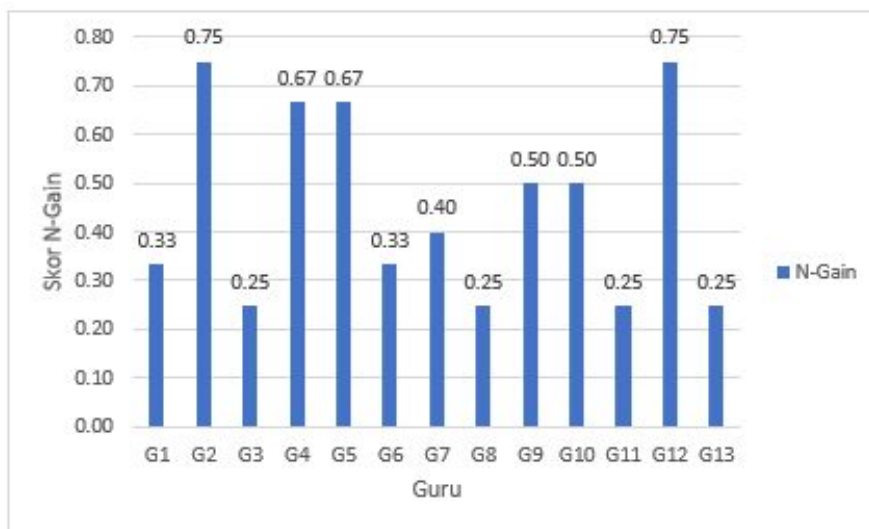
Sebelum melakukan kegiatan pengabdian tim melakukan koordinasi dengan pihak sekolah SMA Muhammadiyah Kota Sukabumi. Kegiatan ini dilakukan untuk membicarakan konsep pelatihan yang akan dilaksanakan. Konsep pelatihan ini perlu didiskusikan untuk mengantisipasi hambatan-hambatan yang mungkin terjadi pada saat kegiatan pelatihan. Pelaksanaan kegiatan pengabdian berupa pelatihan dan pemodelan pembelajaran berbasis STEM untuk memfasilitasi deep learning di SMA Muhammadiyah Kota Sukabumi. Hasil kegiatan pelatihan menunjukkan hasil yang positif pada beberapa aspek, yaitu partisipasi peserta, peningkatan pemahaman terhadap pembelajaran STEM yang memfasilitasi deep learning, serta keterampilan dalam merancang pembelajaran khususnya dalam pembelajaran dengan pendekatan STEM untuk memfasilitasi pembelajaran mendalam bagi murid, Gambar 1 menunjukkan pelaksanaan kegiatan pelatihan yang dilakukan. Kegiatan diawali dengan pelatihan untuk memberikan pemahaman konsep terkait pembelajaran STEM kemudian dilanjutkan dengan pemodelan atau simulasi pembelajaran STEM untuk memberikan penguatan pemahaman pada guru. Pada aspek partisipasi, seluruh peserta menunjukkan tingkat kehadiran yang sangat baik dengan persentase mencapai 100% selama kegiatan pelatihan berlangsung. Selain itu, peserta juga menunjukkan antusiasme tinggi yang ditandai dengan keaktifan dalam diskusi dan, keterlibatan dalam kegiatan kelompok, serta partisipasi dalam sesi simulasi pembelajaran. Hal ini menunjukkan bahwa program pelatihan yang dilaksanakan mampu menarik minat dan memberikan pengalaman belajar yang bermakna bagi guru.



Gambar 1. Aktivitas kegiatan pelatihan pembelajaran STEM dan pembelajaran mendalam

Pada aspek pemahaman, hasil analisis data menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan terhadap pemahaman guru mengenai konsep STEM dan *deep learning*. Berdasarkan hasil tes pemahaman terhadap konsep pembelajaran STEM dan konsep deep learning, nilai rata-rata pemahaman peserta sebelum mengikuti pelatihan berada pada kategori cukup, yaitu sebesar 58.

Setelah mengikuti pelatihan, nilai rata-rata meningkat menjadi 84 dengan kategori baik. Peningkatan ini menunjukkan bahwa pelatihan yang dilaksanakan efektif dalam memperkuat pemahaman konseptual guru terkait integrasi STEM dalam pembelajaran mendalam (Gambar 2).



Gambar 2. Grafik N-gain peningkatan pemahaman guru setelah pelatihan pembelajaran STEM yang memfasilitasi pembelajaran mendalam

Selain peningkatan pemahaman, kegiatan ini juga menghasilkan produk berupa perangkat pembelajaran berbasis STEM yang disusun oleh peserta. Perangkat tersebut meliputi modul ajar dan Lembar Kerja Murid (LKPD) yang dirancang dengan mengintegrasikan unsur STEM dalam satu kesatuan pembelajaran. Berdasarkan hasil penilaian menggunakan rubrik, sebagian besar perangkat pembelajaran yang dihasilkan berada pada kategori baik hingga sangat baik. Hal ini menunjukkan bahwa peserta tidak hanya memahami konsep, tetapi juga mampu mengaplikasikannya dalam bentuk perencanaan pembelajaran.

Hasil simulasi pembelajaran yang dilakukan oleh peserta juga menunjukkan bahwa guru telah mampu menerapkan prinsip-prinsip deep learning, seperti pemberian masalah kontekstual, kegiatan berbasis proyek, serta penguatan kolaborasi dan komunikasi antar murid. Dengan demikian, pelatihan ini tidak hanya berdampak pada peningkatan pengetahuan, tetapi juga keterampilan praktis dalam mengimplementasikan pembelajaran berbasis STEM. Gambar 3 menunjukkan kegiatan pemodelan implementasi pembelajaran STEM di sekolah SMA Muhammadiyah kota Sukabumi.



Gambar 3. Kegiatan pemodelan pembelajaran STEM bagi Guru SMA Muhammadiyah Kota Sukabumi

Pemodelan pembelajaran STEM dilakukan dengan memanfaatkan kit pembelajaran STEM yang telah disediakan dalam kegiatan pelatihan. Kit yang digunakan berupa alat penjernih air dan hidroponik. Kedua kit tersebut dilengkapi dengan lembar kegiatan yang memandu guru melaksanakan dan

mengkondisikan pembelajaran STEM. kit penjernih air dan hidroponik di desain untuk memungkinkan guru mengalami proses rekayasa atau (*engineering process*) yang menjadi salah satu karakteristik dari pembelajaran STEM.

3.2 Pembahasan

Hasil kegiatan pengabdian ini menunjukkan bahwa pelatihan pembelajaran berbasis STEM dengan pendekatan *In-Service Training* (INSET) efektif dalam meningkatkan kompetensi guru. Peningkatan pemahaman peserta dari skor rata-rata 58 menjadi 84 mengindikasikan bahwa pendekatan pelatihan yang mengombinasikan antara teori dan praktik mampu memperkuat pemahaman konseptual sekaligus keterampilan aplikatif guru. Hal ini sejalan dengan temuan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa pelatihan STEM dapat meningkatkan kompetensi guru dalam merancang pembelajaran inovatif. Pengalaman belajar STEM penting posisinya sebagai alternatif pilihan pengalaman belajar untuk mendorong murid memahami konsep secara mendalam. Selain itu pengalaman belajar STEM juga dapat membekalkan kemampuan penting lain seperti keterampilan abad 21 ([Meilinda, Putri, Zulkardi, Inderawati, & Desnita, 2024](#); [Muhammad, Malik, & Malik, 2023](#)) dan keterampilan esensial lainnya. Kemampuan ini menjadi penting dimiliki oleh guru untuk memfasilitasi pengalaman belajar mendalam bagi murid ([Halawa et al., 2024](#)).

Keberhasilan program ini tidak terlepas dari penggunaan model pelatihan yang terdiri atas tahapan presentasi teori, pemodelan, praktik simulasi, dan pemberian umpan balik terhadap produk perangkat yang dikembangkan guru selama pelatihan. Tahapan tersebut memberikan kesempatan kepada guru untuk belajar secara bertahap, mulai dari memahami konsep hingga mengimplementasikannya secara langsung pada kontek pembelajaran yang sesuai dengan bidang studi yang diampu oleh guru ([Busyairi, Rokhmat, & Ardhuha, 2022](#); [Sofyan et al., 2021](#); [Susilowati et al., 2025](#); [Zainil et al., 2023](#)). Pemodelan yang dilakukan oleh fasilitator memberikan gambaran nyata tentang bagaimana pembelajaran STEM dapat diterapkan di kelas, sementara praktik simulasi memungkinkan peserta untuk mengembangkan keterampilan melalui pengalaman langsung. Umpan balik yang diberikan secara konstruktif juga membantu peserta dalam memperbaiki dan menyempurnakan perangkat pembelajaran yang disusun.

Selain itu, peningkatan partisipasi dan antusiasme peserta menunjukkan bahwa pelatihan ini mampu menciptakan lingkungan belajar yang aktif dan kolaboratif bagi para guru. Kondisi ini sangat penting dalam mendukung akuisisi kompetensi oleh guru, karena guru tidak hanya menerima informasi secara pasif, tetapi juga terlibat aktif dalam proses pembelajaran, pemodelan dan simulasi. Keterlibatan aktif ini menjadi salah satu faktor yang berkontribusi terhadap peningkatan hasil belajar guru setelah pelatihan.

Produk perangkat pembelajaran yang dihasilkan oleh guru menunjukkan bahwa integrasi STEM dalam pembelajaran dapat dilakukan secara efektif apabila guru diberikan pendampingan yang tepat. Perangkat pembelajaran yang disusun telah mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu serta mengaitkannya dengan permasalahan kontekstual, sehingga dapat mendorong murid untuk berpikir kritis dan kreatif ([Abdurrahman et al., 2020](#); [Emilia, Mulyana, Permatasari, Rassy, & Mutiara, 2022](#); [Febrian, Wilujeng, & Prasetyo, 2024](#); [Han, Kelley, & Knowles, 2021](#); [Ramlah, Abadi, Aisyah, Lestari, & Yudhanegara, 2023](#); [Septiadevana & Abdullah, 2024](#); [Wahono, Hariyadi, & Subiantoro, 2022](#)). Hal ini sesuai dengan karakteristik *deep learning* yang menekankan pada pemahaman mendalam dan kemampuan mengaplikasikan pengetahuan dalam kehidupan nyata.

Lebih lanjut, hasil simulasi pembelajaran menunjukkan bahwa guru telah mampu menerapkan strategi pembelajaran STEM yang memfasilitasi *deep learning*, seperti penggunaan model pembelajaran proyek (*project-based learning*) dan penyajian masalah kontekstual ([Abdurrahman et al., 2020](#); [Ramlah et al., 2023](#); [Septiadevana & Abdullah, 2024](#); [Wahono et al., 2022](#)). Strategi ini terbukti efektif dalam meningkatkan keterlibatan murid serta mendorong mereka untuk berpikir secara analitis dan kolaboratif. Dengan demikian, pelatihan ini memberikan kontribusi nyata dalam meningkatkan kualitas pembelajaran di kelas yang pada akhirnya dapat meningkatkan kemampuan murid.

Namun demikian, terdapat beberapa kendala yang dihadapi selama pelaksanaan kegiatan, antara lain keterbatasan waktu pelatihan serta perbedaan latar belakang kemampuan peserta. Beberapa peserta masih memerlukan pendampingan lebih lanjut dalam mengintegrasikan komponen STEM secara

optimal dalam pembelajaran. Oleh karena itu, diperlukan tindak lanjut berupa pendampingan berkelanjutan serta penguatan komunitas belajar guru agar implementasi pembelajaran berbasis STEM dapat berjalan secara konsisten. Secara keseluruhan, hasil kegiatan ini menunjukkan bahwa pelatihan pembelajaran STEM yang memfasilitasi *deep learning* merupakan strategi yang efektif dalam meningkatkan kompetensi guru. Program ini tidak hanya meningkatkan pemahaman dan keterampilan guru, tetapi juga mendorong perubahan praktik pembelajaran ke arah yang lebih inovatif dan bermakna. Dengan demikian, pelatihan ini memiliki potensi besar untuk diimplementasikan secara lebih luas dalam upaya meningkatkan kualitas pendidikan, khususnya dalam menghadapi tantangan pembelajaran abad ke-21.

4. Kesimpulan

4.1 Kesimpulan

Kegiatan pelatihan pembelajaran berbasis STEM yang bertujuan memfasilitasi *deep learning* telah berhasil mencapai tujuan yang ditetapkan, yaitu meningkatkan kompetensi guru SMA Muhammadiyah Kota Sukabumi dalam merancang dan mengimplementasikan pembelajaran yang inovatif, kontekstual, dan berpusat pada peserta didik. Hasil kegiatan menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan dalam pemahaman guru mengenai konsep STEM dan *deep learning*. Selain itu, para guru mampu mengintegrasikan unsur sains, teknologi, teknik, dan matematika ke dalam proses pembelajaran serta menyusun perangkat pembelajaran, seperti modul ajar dan lembar kerja peserta didik, yang mendukung keterlibatan aktif dan pemahaman mendalam. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa pelatihan tidak hanya memperkuat pengetahuan konseptual guru, tetapi juga mengembangkan keterampilan praktis dalam merancang pengalaman belajar yang relevan dengan kebutuhan peserta didik.

Penerapan model *in-service training* yang mengombinasikan penyampaian teori, pemodelan, simulasi, praktik, dan pemberian umpan balik terbukti efektif dalam meningkatkan kompetensi pedagogik dan profesional guru. Melalui kegiatan praktik dan diskusi, guru memperoleh kesempatan untuk menguji rancangan pembelajaran, mengevaluasi kelemahannya, dan melakukan perbaikan berdasarkan masukan dari fasilitator dan peserta lainnya. Secara lebih luas, hasil kegiatan ini berkontribusi pada penguatan pembelajaran abad ke-21 yang menekankan keterampilan berpikir tingkat tinggi, kreativitas, kolaborasi, komunikasi, dan pemecahan masalah kontekstual. Oleh karena itu, pelatihan serupa perlu dilaksanakan secara berkelanjutan dengan cakupan peserta yang lebih luas, pendampingan lanjutan, dan evaluasi implementasi di kelas agar dampaknya terhadap kualitas pembelajaran dan hasil belajar peserta didik dapat diketahui secara lebih komprehensif.

4.2 Limitasi Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, di antaranya jumlah peserta yang relatif terbatas dan durasi pelatihan yang singkat, sehingga belum mampu menggambarkan dampak jangka panjang dari pelatihan terhadap praktik pembelajaran di kelas. Selain itu, variasi latar belakang kemampuan peserta juga memengaruhi kecepatan dan kedalaman pemahaman dalam mengintegrasikan STEM secara optimal. Oleh karena itu, diperlukan upaya perbaikan melalui program pelatihan yang lebih berkelanjutan dan terstruktur agar hasil yang diperoleh dapat lebih optimal dan merata.

4.3 Saran dan Studi Lanjutan

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan agar program pelatihan pembelajaran berbasis STEM dilaksanakan secara berkelanjutan dengan pendampingan intensif guna memastikan implementasi *deep learning* di kelas berjalan secara konsisten. Selain itu, penelitian selanjutnya dapat memperluas jumlah dan cakupan subjek, melibatkan berbagai jenjang pendidikan, serta menggunakan metode penelitian yang lebih beragam seperti eksperimen atau longitudinal untuk mengkaji dampak jangka panjang. Penelitian ke depan juga dapat mengeksplorasi faktor-faktor lain yang memengaruhi keberhasilan implementasi STEM, seperti dukungan institusi, kesiapan sarana prasarana, serta budaya sekolah, sehingga diperoleh pemahaman yang lebih komprehensif terhadap pengembangan pembelajaran berbasis STEM.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada LPPM Universitas Muhammadiyah Sukabumi (UMMI) dan Majelis Pendidikan Tinggi Penelitian dan Pengembangan Pimpinan Pusat Muhammadiyah atas dukungan pendanaan dan fasilitasi kegiatan. Apresiasi juga disampaikan kepada pihak SMA Muhammadiyah Kota Sukabumi, seluruh guru peserta pelatihan, serta mahasiswa pendamping atas partisipasi dan kontribusinya dalam mendukung keberhasilan kegiatan ini.

References

- Abdurrahman, Romli, S., Distrik, I. W., Herlina, K., Umam, R., Ramadhani, R., & Sumarni, S. (2020). Development and validation of open ended based on worksheet for growing higher level thinking skills of students. *European Journal of Educational Research*, 9(2), 445-455. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.9.2.445>
- Aka, K. A., Setyosari, P., & Purwaningsih, E. (2025). Meta-analysis of integrated learning on 21st century skills: Is integrated learning still relevant?. *European Journal of Educational Research*, 14(2), 625-643. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.14.2.625>
- Busyairi, A., Rokhmat, J., & Ardhuha, J. (2022). Pelatihan pembelajaran STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) berbasis potensi lokal bagi guru di SMPN 3 Batukliang. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 5(4), 181-187. <https://doi.org/10.29303/jpmipi.v5i4.2215>
- Emilia, E., Mulyana, R., Permatasari, T., Rassy, R. P., & Mutiara, E. (2022). Students' nutrition knowledge and teachers' perceptions of integrating nutrition messages into Junior High School Curriculum. *Jurnal Gizi dan Pangan*, 17(3), 149-156. <https://doi.org/10.25182/jgp.2022.17.3.149-156>
- Fanaqi, C., Jufri, M. T., Rahman, S., Al-Ghifari, F. F., & Faisal, R. G. (2025). Pelatihan pencegahan dan penanganan kekerasan seksual berbasis digital di Pesantren. *Yumary: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 6(2), 513-529. <https://doi.org/10.35912/yumary.v6i2.5511>
- Febrian, A., Wilujeng, I., & Prasetyo, Z. K. (2024). Literature review: Development of science learning based on local wisdom and indigenous knowledge for ESD. *KnE Social Sciences*, 9(13), 704-716. <https://doi.org/10.18502/kss.v9i13.15989>
- Gabut, D. M. P., Rojo, M. E. M., Casas, W. C., C Jr, R., Mahilum, R. M., & Mutya, R. C. (2026). Comparing surface and deep learning strategies and their relationship to high school students' academic performance in science. *European Journal of Educational Research*, 15(1), 199-210. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.15.1.199>
- Halawa, S., Lin, T.-C., & Hsu, Y.-S. (2024). Exploring instructional design in K-12 STEM education: A systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 11(1), 1-15. <https://doi.org/10.1186/s40594-024-00503-5>
- Han, J., Kelley, T., & Knowles, J. G. (2021). Factors influencing student STEM learning: Self-efficacy and outcome expectancy, 21st century skills, and career awareness. *Journal for STEM Education Research*, 4(2), 117-137. <https://doi.org/10.1007/s41979-021-00053-3>
- Imanda, R., Unaida, R., Fakhrah, F., & Rahmi, A. (2025). Pendampingan pembelajaran STEM berbasis digital untuk meningkatkan kreativitas siswa SMA. *Jurnal Pengabdian Teknik Industri*, 4(2), 26-32. <https://doi.org/10.37905/jpti.v4i2.37238>
- Martawijaya, M., Rahmadhanningsih, S., Swandi, A., Hasyim, M., & Sujiono, E. (2023). The effect of applying the Ethno-STEM-Project-based learning model on students' higher-order thinking skill and misconception of physics topics related to Lake Tempe, Indonesia. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 12(1), 1-13. <https://doi.org/10.15294/jpii.v12i1.38703>
- Masniah, M., Saputri, V., Kamsurya, R., & Tuhu, D. M. S. (2025). Peningkatan literasi numerasi siswa SMA melalui pembinaan AKM untuk mencapai sekolah berkualitas. *Yumary: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 6(2), 437-449. <https://doi.org/10.35912/yumary.v6i2.3231>
- Meilinda, M., Putri, R., Zulkardi, Z., Inderawati, R., & Desnita, T. (2024). Enhancing teacher competence through collaborative worksheet development: An empirical investigation. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 13(3), 1690-1702. <https://doi.org/10.11591/ijere.v13i3.27266>

- Muhammad, A., Malik, M. A., & Malik, H. A. M. (2023). Inculcating ethical and moral values amongst the e-learners: Proposing a model for e-learning platforms. *European Journal of Educational Research*, 12(1), 455-465. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.12.1.455>
- Oanh, D. T. K., & Dang, T. D. H. (2025). Effect of STEAM project-based learning on engineering students' 21st century skills. *European Journal of Educational Research*, 14(3), 705-721. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.14.3.705>
- Purwianingsih, W., Widodo, A., Riandi, R., Sriyati, S., & Solihat, R. (2025). Pelatihan desain pembelajaran STEM-ESD untuk guru SMA wujudkan hidup berkelanjutan. *Yumary: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 5(4), 843-856. <https://doi.org/10.35912/yumary.v5i4.3658>
- Rahmawati, I. D., A'yun, D. Q., Ningsih, P. R., Nikmah, A., A'la, R., Nifa, M., . . . Apriliyanyani, R. R. (2025). Pelatihan ecoprint sebagai pemberdayaan ekonomi kreatif bagi Ibu-Ibu PKK Desa Padelegan Pamekasan. *Yumary: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 5(4), 819-829. <https://doi.org/10.35912/yumary.v5i4.3680>
- Ramlah, Abadi, A. P., Aisyah, D. S., Lestari, K. E., & Yudhanegara, M. R. (2023). Digital puzzle worksheet for identifying metacognition level of students: A study of gender differences. *European Journal of Educational Research*, 12(2), 795-810. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.12.2.795>
- Rohman, A., & Kurniawan, A. W. (2024). Pelatihan broadcasting siaran langsung bagi siswa jurusan multimedia SMK Al-Hikmah 2 Garut. *Yumary: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 5(2), 399-412. <https://doi.org/10.35912/yumary.v5i2.3474>
- Ruhana, F., Rochmah, E. Y., Pada, A., Suryani, Y., & Rizki, A. M. (2024). Developing creativity and innovation in STEM curriculum: Project-based approach in secondary education. *Educational Administration: Theory and Practice*, 30(5), 7188. <https://doi.org/10.53555/kuey.v30i5.4123>
- Septiadevana, R., & Abdullah, N. (2024). Developing STEM project-based learning module for primary school teachers: A need analysis. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 13(4), 2585-2593. <https://doi.org/10.11591/ijere.v13i4.28894>
- Septiadevana, R., Safniyeti, S., & Mufida, S. N. (2026). Persepsi guru sekolah dasar mengenai implementasi pendekatan pembelajaran STEM di kurikulum merdeka. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 16(1), 198-204. <https://doi.org/10.37630/jpm.v16i1.4125>
- Sofyan, Firman, & Saudagar, F. (2021). Pelatihan perancangan pembelajaran berbasis pendekatan STEM Untuk pencapaian standar kompetensi pedagogik guru. *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2, 1-8.
- Susiloningsih, E., Fathurohman, A., Maharani, S. D., Fathurohman, M. F., & Nurani, D. C. (2025). Integration of STEM approach in science education: Enhancing students' critical thinking, creativity, and engagement in elementary schools in Palembang. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 11(4), 10-19. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i4.10615>
- Susilowati, I., Trisnani, A., Rooiqoh, Q. F., & Rokhaniyah, H. (2025). Pendampingan guru PAUD Brubuh 02 dalam penanaman budaya sadar lingkungan sejak dini. *Yumary: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(4), 709-720. <https://doi.org/10.35912/yumary.v5i4.3026>
- Syahfitri, J., & Herlina, M. (2026). The effectiveness of Ethno-STEM-based e-worksheet with gamification approach to improve critical thinking skills. *European Journal of Educational Research*, 15(2), 563-578. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.15.2.563>
- Wahono, B., Hariyadi, S., & Subiantoro, A. W. (2022). The development of an online STEM teacher professional development package with the DECODE model: An innovative teacher's quality maintenance. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(12), 1-9. <https://doi.org/10.29333/ejmste/12647>
- Wu, X., Yang, Y., Zhou, X., Xia, Y., & Liao, H. (2024). A meta-analysis of interdisciplinary teaching abilities among elementary and secondary school STEM teachers. *International Journal of STEM Education*, 11(1), 1-20. <https://doi.org/10.1186/s40594-024-00500-8>
- Yupelmi, M., & Yulastri, A. (2026). Enhancing entrepreneurial competence in higher education beauty programs through STEAM and student engagement. *European Journal of Educational Research*, 15(1), 1-17. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.15.1.1>

Zainil, M., Kenedi, A. K., Arwin, A., Sylvia, I., Khairat, F., & Oktavia, N. (2023). Pelatihan pengembangan pembelajaran STEM pada kurikulum merdeka untuk guru sekolah dasar. *MONSU'ANI TANO Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 6(2), 354-366. <https://doi.org/10.32529/tano.v6i2.2651>