



Implementing experiential STEAM projects based on 3D modeling and printing to enhance teachers' techno-pedagogical competencies

Dedy Putranto¹, Ari Juliansyah¹, Adi Saputra¹, Imam Fitri Rahmadi²

¹ Universitas Muhammadiyah Bangka Belitung, Pangkal Pinang, Indonesia

² Universitas Negeri Jakarta, Jakarta Timur, Indonesia

dedy.putranto@unmuhbabel.ac.id

<https://doi.org/10.31603/ce.15420>

Abstract

Learning with an experiential Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics (STEAM) approach has the potential to foster deeper learning processes. However, elementary school teachers generally remain unfamiliar with supporting technologies such as 3D modeling and printing. This community service program aims to enhance teachers' capacity to integrate these technologies into the curriculum. Utilizing a teacher-researcher partnership framework, the program was implemented in five stages: socialization, technical training, technology implementation, mentoring, and evaluation. The evaluation results showed a significant increase in software modeling familiarity, rising from only 4% of teachers (1 person) to 100% of teachers mastering the technical aspects. Although there was a general improvement in pedagogical capabilities, a decrease in understanding was observed regarding complex object components and technical limitations of the equipment. This emphasizes that short-term training must be supported by continuous mentoring to stabilize technology adoption. This program successfully built teachers' confidence in designing interdisciplinary learning innovations relevant to Industry 4.0 requirements.

Keywords: STEAM; 3D modelling and printing; Quality education; Educational innovation

Implementasi proyek STEAM eksperiensial berbasis 3D modelling dan printing untuk meningkatkan kompetensi tekno-pedagogis guru

Abstrak

Pembelajaran dengan pendekatan Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics (STEAM) eksperiensial berpotensi mewujudkan proses belajar yang lebih mendalam (*deeper learning*). Namun, guru sekolah dasar umumnya belum familiar dengan teknologi pendukung seperti 3D modelling and printing. Program pengabdian ini bertujuan meningkatkan kapasitas guru dalam mengintegrasikan teknologi tersebut ke dalam kurikulum. Melalui skema *teacher-researcher partnership*, program dilaksanakan dalam lima tahap: sosialisasi, pelatihan teknis, penerapan teknologi, pendampingan, serta evaluasi. Hasil evaluasi menunjukkan peningkatan signifikan pada familiaritas perangkat lunak pemodelan, dari hanya 4% guru (1 orang) menjadi 100% guru yang mampu menguasai aspek teknis. Meskipun terdapat peningkatan kapabilitas pedagogis secara umum, ditemukan penurunan pemahaman pada aspek komponen objek kompleks dan keterbatasan teknis alat. Hal ini menegaskan bahwa pelatihan singkat perlu didukung dengan pendampingan berkelanjutan untuk menstabilkan adopsi teknologi. Program ini berhasil membangun kepercayaan diri guru dalam merancang inovasi pembelajaran interdisipliner yang relevan dengan kebutuhan industri 4.0.

Kata Kunci: STEAM; Pemodelan dan pencetakan tiga dimensi; Pendidikan berkualitas; Inovasi pendidikan

Contributions to
SDGs



Article History

Received: 24/11/25

Revised: 28/11/25

Accepted: 24/02/26

1. Pendahuluan

Pembelajaran dengan pendekatan *science, technology, engineering, arts and mathematics* (STEAM) eksperiensial berpotensi mewujudkan proses dan hasil belajar lebih mendalam (*deeper learning*). Melalui strategi interdisipliner berbasis proyek dan pengalaman (Diego-Mantecon et al., 2021; Kolb, 2015), siswa mempelajari sains, teknologi, rekayasa, seni, dan matematika secara berkesadaran (*mindful*), bermakna (*meaningful*), dan menggembirakan (*joyful*) karena dilakukan berbasis proyek terkoneksi dengan permasalahan dunia nyata (*real-world problems*). Karakteristik eksperiensial yang disandarkan pada pembelajaran berbasis pengalaman (*experiential learning*) kolb 2013 mendorong siswa merancang, mengembangkan, menguji, dan merefleksi aktivitas belajar. Pemodelan dan pencetakan tiga dimensi atau *3D modelling and printing* mampu memfasilitasi belajar proses berbasis pengalaman dan memperkaya pengalaman belajar (Ng, 2017; Ulbrich et al., 2022). Siswa berinteraksi dengan lingkungan belajar digital ketika melakukan pemodelan dan dengan lingkungan belajar fisik saat mencetak menjadi objek tiga dimensi.

Pada tahun 2024, Sekolah Dasar (SD) Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan (STKIP) Muhammadiyah Bangka Belitung mulai menginisiasi praktik pembelajaran STEAM di lingkungan sekolah. Perpustakaan sekolah memiliki pojok belajar STEAM menawarkan aktivitas *kirigami*, *teselasi*, dan robotika sederhana. Namun, pojok belajar tersebut belum dikelola dengan baik karena rendahnya pengetahuan guru dalam manajemen pusat sumber belajar. Aktivitas yang masih sederhana perlu ditambahkan dengan teknologi modern seperti pemodelan dan pencetakan tiga dimensi (Kiliánová et al., 2024). Para guru membutuhkan pelatihan dan pendampingan dalam implementasi pembelajaran interdisipliner melalui pemanfaatan pojok belajar STEAM yang berada di perpustakaan sekolah. Pojok tersebut dapat menjadi ruang eksperimentasi sains, teknologi, rekayasa, seni dan matematika bermuatan refleksi kritis sebagai salah satu ciri pembelajaran eksperiensial (Rachel Au et al., 2020).

Pelatihan guru dalam pembelajaran STEAM berbasis pengalaman melalui penerapan pemodelan dan pencetakan tiga dimensi menjadi bagian dari kesinambungan program pengabdian yang dijalankan oleh dosen Universitas Muhammadiyah Bangka Belitung (UNMUH Babel) pada tahun 2024 (Putra et al., 2025; Rahmadi et al., 2025). Sebelumnya, telah dilakukan sosialisasi mengenai konsep serta implementasi pembelajaran STEAM berbasis pengalaman, termasuk pengenalan dan pengembangan pojok belajar berorientasi STEAM di sekolah dasar Anggraini. Saat ini, pelatihan difokuskan pada peningkatan keterampilan manajerial dan pengajaran bagi guru. Pendekatan ini diharapkan dapat mengoptimalkan pemanfaatan pojok STEAM di SD STKIP Muhammadiyah Bangka Belitung agar lebih efektif dalam mendukung pembelajaran interdisipliner bagi guru dan siswa, serta berpotensi menjadi fasilitas edukatif yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat luas di masa mendatang.

Pengabdian dalam bentuk pelatihan pemodelan dan pencetakan tiga dimensi sebagai proyek pembelajaran STEAM eksperiensial bertujuan untuk meningkatkan keterampilan mengajar guru secara interdisipliner dan memantapkan kompetensi manajemen pojok STEAM di sekolah. Fokus pengabdian sejalan dengan temuan beberapa penelitian yang menunjukkan bahwa keberhasilan implementasi STEAM tidak hanya bergantung pada materi ajar, tetapi juga pada kesiapan guru dalam mengelola ruang belajar inovatif dan memfasilitasi pengalaman belajar lintas disiplin

(Kim & Na, 2022; Margot & Kettler, 2019). Pelatihan ini dirancang untuk memberikan pengalaman praktik langsung yang memungkinkan guru memahami alur kerja 3D *modelling and printing*, sehingga mereka dapat mengadaptasikannya dalam konteks pembelajaran di sekolah dasar.

Integrasi pemodelan dan pencetakan tiga dimensi dalam pembelajaran STEAM didiseminasikan kepada para guru untuk kemudian dieksplorasi bersama siswa. Studi sebelumnya menegaskan bahwa teknologi 3D *printing* mampu meningkatkan pemahaman konsep abstrak dan memperkuat keterampilan pemecahan masalah karena siswa dapat merepresentasikan ide dalam bentuk (Bjerrum et al., 2013; Trust & Maloy, 2017). Melalui pengabdian ini, guru diharapkan memperoleh perspektif baru tentang bagaimana pembelajaran berbasis proyek dapat meningkatkan kreativitas dan motivasi siswa, terutama ketika teknologi digunakan sebagai alat eksperiensial yang memberi ruang eksplorasi lebih luas.

Pemodelan dan pencetakan tiga dimensi menambah aktivitas baru di pojok STEAM sehingga perpustakaan sekolah tidak hanya berfungsi sebagai ruang membaca, tetapi juga sebagai ruang kolaborasi dan eksperimen ilmiah. Transformasi ruang ini sesuai dengan arah penelitian yang menekankan pentingnya lingkungan belajar fleksibel yang mendukung literasi digital dan literasi desain bagi siswa sejak usia dasar (Kumpulainen et al., 2020; Soomro et al., 2023). Menghadirkan aktivitas 3D *modelling and printing* pada pojok STEAM menjadi daya tarik bagi guru dan siswa untuk lebih sering terlibat dalam kegiatan yang merangsang rasa ingin tahu, eksplorasi, dan inovasi.

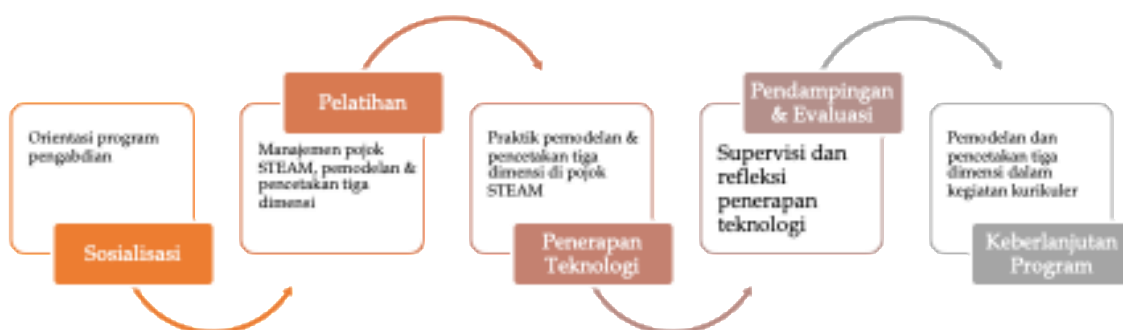
Pengabdian saat ini memberikan kontribusi nyata terhadap pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs) (Mishra et al., 2023). Pada SDG 4 (*Quality Education*), program ini berkontribusi melalui peningkatan kualitas pembelajaran berbasis teknologi dan penguatan kapasitas guru dalam proyek STEAM eksperiensial. Hal ini sejalan dengan literatur yang menegaskan bahwa pengembangan profesional guru berbasis praktik menjadi kunci untuk meningkatkan mutu pendidikan yang inklusif dan relevan dengan kebutuhan abad ke-21. Pengabdian mendukung SDG 9 (*Industry, Innovation, and Infrastructure*) tercermin dari upaya memperkenalkan teknologi 3D *printing* sebagai inovasi pembelajaran yang menghubungkan dunia pendidikan dengan perkembangan industri digital. Pengenalan teknologi ini kepada siswa sekolah dasar diyakini dapat menumbuhkan kesiapan mereka menghadapi ekosistem teknologi masa depan serta memperkuat infrastruktur pembelajaran berbasis inovasi di sekolah.

2. Metode

Program pengabdian dilaksanakan dalam konsep *teacher-researcher partnership* antara sekolah dan guru dengan akademisi sebagai pengabdian pada bulan Agustus 2025 di SD STKIP Muhammadiyah Bangka Belitung. Peserta utama terdiri dari 5 guru yang memiliki tanggung jawab pengimbasan kepada para guru lain di sekolah pada akhir pengabdian. Aktualisasi pengabdian dilakukan dalam lima tahap meliputi sosialisasi, pelatihan, penerapan teknologi, pendampingan dan evaluasi, serta keberlanjutan program yang dilakukan pada bulan Agustus 2025.

Gambar 1 mendeskripsikan penahapan program pengabdian yang terdiri atas lima aktivitas utama. *Pertama*, sosialisasi dilakukan kepada para guru SD STKIP Muhammadiyah Bangka Belitung terkait gambaran besar program pengabdian berupa

pemodelan dan pencetakan tiga dimensi. *Kedua*, pelatihan manajemen pojok STEAM dan keterampilan mengajar interdisipliner melalui aktivitas pemodelan dan pencetakan tiga dimensi. *Ketiga*, penerapan teknologi berupa praktik pemodelan dan pencetakan tiga dimensi di pojok STEAM. *Keempat*, pendampingan dan evaluasi dilakukan sebagai upaya supervisi dan refleksi hasil penerapan teknologi. *Kelima*, keberlanjutan program dijamin dengan menjadikan pemodelan dan pencetakan tiga dimensi bagian dari kegiatan kurikuler sebagai intrakurikuler, kokurikuler, atau ekstrakurikuler dengan memanfaatkan pojok STEAM.



Gambar 1. Tahapan pengabdian

Pengumpulan data dalam pengabdian menggunakan teknik *pre-test* pengetahuan awal dilanjutkan dengan *post-test* pengetahuan setelah mengikuti pengabdian (Tabel 1). Seluruh peserta mengikuti secara intens seluruh rangkaian pengabdian. Tes tersebut mengukur pengetahuan guru berkaitan dengan pemodelan dan pencetakan tiga dimensi untuk pembelajaran STEAM eksperiensial.

Tabel 1. Soal *pre-test* dan *post-test*

Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1. Apa itu 3D modelling?	a. Pembuatan desain di kertas gambar b. Melipat kertas menjadi tiga dimensi c. Pembuatan desain tiga dimensi digital d. Membuat model tiga dimensi dari kardus
2. Apa itu 3D printing?	a. Mencetak kertas bergambar objek dua dimensi b. Mencetak kertas bergambar objek tiga dimensi c. Pengubahan desain 2D menjadi objek fisik d. Pengubahan desain 3D menjadi objek fisik
3. Bukan termasuk software 3D modelling?	a. Canva b. Tinkercad c. Blender d. GeoGebra
4. Apa saja komponen objek tiga dimensi?	a. Panjang, lebar, luas b. Panjang, tinggi, warna c. Panjang, lebar, tinggi d. Panjang, lebar, garis
5. Apa kelemahan utama 3D modelling dan printing untuk pembelajaran?	a. Murid kurang mampu bereksplorasi b. Guru kurang inovatif c. Teknologi berbiaya tinggi d. Membutuhkan waktu lama

Tes awal dan *test* akhir berisi soal yang sama dengan pengacakan pada nomor dan jawaban. Jawaban yang benar terindikasi dengan penebalan pada pilihan huruf. Hasil tes dianalisis secara deskriptif, divisualisasikan dalam bentuk diagram batang, dilengkapi dengan deskripsi yang relevan tersaji pada bagian hasil dan diskusi.

3. Hasil dan Pembahasan

Pengabdian kepada masyarakat ini menawarkan proyek edukatif berupa pemodelan dan pencetakan tiga dimensi untuk pembelajaran STEAM (Di Tore et al., 2022; Ulbrich et al., 2022) sebagai solusi permasalahan manajemen dan pedagogi yang dihadapi oleh SD STKIP Muhammadiyah Bangka Belitung ketika berupaya menerapkan proses belajar interdisipliner.

3.1. Sosialisasi

Sosialisasi dilakukan kepada para peserta untuk memberikan pemahaman yang komprehensif mengenai gambaran besar program pengabdian kepada masyarakat yang berfokus pada pemodelan dan pencetakan tiga dimensi (3D), mulai dari pengenalan konsep dasar, tahapan perancangan desain digital, hingga proses produksi menggunakan teknologi printer 3D. Kegiatan ini bertujuan agar peserta tidak hanya memahami aspek teknis, tetapi juga mampu melihat peluang pemanfaatan teknologi tersebut dalam bidang pendidikan, kewirausahaan, maupun pengembangan kreativitas. Ketua pengabdian, Dedy Putranto, M.Pd. menjadi narasumber utama yang menyampaikan materi secara sistematis dan interaktif, didampingi oleh dua anggota tim pengabdian, yaitu Ari Juliansyah, S.E., M.M., M.H dan Adi Saputra, M.Pd.I, yang turut memberikan penjelasan tambahan serta pendampingan teknis selama sesi diskusi dan tanya jawab berlangsung sehingga kegiatan berjalan efektif, komunikatif, dan memberikan manfaat nyata bagi seluruh peserta.

3.2. Pelatihan

Setelah tahap sosialisasi, dilakukan pelatihan manajemen pojok STEAM dan keterampilan mengajar interdisipliner melalui aktivitas pemodelan dan pencetakan tiga dimensi. Pelatihan dirancang untuk membekali peserta dengan kemampuan merancang, mengelola, dan mengoptimalkan pojok STEAM di sekolah agar dapat menjadi ruang kolaboratif yang mendorong integrasi sains, teknologi, rekayasa, seni, dan matematika dalam satu kesatuan pembelajaran yang bermakna. Pada tahap ini, kegiatan melibatkan narasumber Imam Fitri Rahmadi, Ph.D., akademisi dari Universitas Negeri Jakarta sekaligus salah satu perintis pojok STEAM di sekolah melalui program pengabdian sebelumnya (Rahmadi et al., 2025). Detail pelatihan mencakup strategi perencanaan program, pengelolaan sarana dan prasarana, penyusunan modul ajar berbasis proyek, praktik langsung desain model 3D menggunakan perangkat lunak pemodelan, hingga simulasi pembelajaran interdisipliner yang mengintegrasikan berbagai mata pelajaran melalui produk cetak tiga dimensi, sehingga peserta tidak hanya memahami konsep manajerial, tetapi juga mampu mengimplementasikannya secara aplikatif di lingkungan sekolah.

3.3. Penerapan teknologi

Peserta pengabdian melakukan praktik pemodelan dan pencetakan tiga dimensi di pojok STEAM. Pencetakan tiga dimensi dilakukan dengan mesin pencetakan tiga dimensi, sebagai perangkat inovatif yang memungkinkan siswa mencetak model fisik

dari desain digital, mendorong eksplorasi kreatif dan pemecahan masalah. Teknologi aditif memungkinkan mesin menciptakan objek lapis demi lapis menggunakan berbagai bahan seperti plastik atau resin (Shahrubudin et al., 2019). Mesin pencetakan tiga dimensi membantu siswa memahami konsep abstrak dalam sains dan matematika, merancang prototipe teknik, serta mengekspresikan ide dalam seni dan desain.



Gambar 2. Pengenalan 3D modelling and printing sebagai proyek STEAM eksperiensial

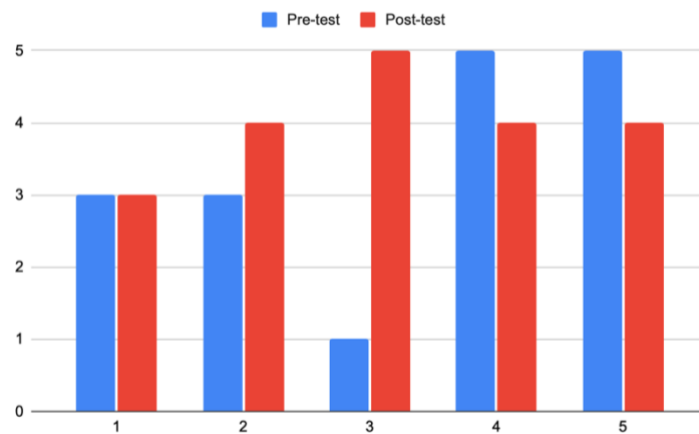


Gambar 3. Praktik 3D modelling and printing pada guru

Gambar 2 menunjukkan dokumentasi pengabdian pengenalan 3D modelling and printing sebagai proyek STEAM eksperiensial. Pada foto bagian atas, menunjukkan tim pengabdian terdiri dari dosen dan mahasiswa UNMUH Babel. Pada Gambar 3, menunjukkan selama pengabdian, para guru tidak hanya mendengarkan penjelasan materi. Mereka memiliki kesempatan untuk mencoba mesin 3D printing untuk mencetak objek tiga dimensi. Substansi materi pengabdian berfokus pada pengenalan 3D modelling and printing untuk memfasilitasi pembelajaran STEAM eksperiensial di pojok STEAM yang telah ada di sekolah. Pemodelan dan pencetakan tiga dimensi dijelaskan dalam perspektif teknologi (*technological knowledge*) dan pedagogis (*pedagogical knowledge*) sebagai inovasi pembelajaran interdisipliner (Koehler & Mishra, 2005; Rahmadi, 2021). Peningkatan kompetensi teknologi dan pedagogis guru diarahkan untuk mendukung manajemen pojok STEAM sehingga tercipta lingkungan belajar mendalam (Murphy et al., 2025). Kegiatan semacam ini mampu memperkuat kapasitas guru dalam mengintegrasikan teknologi secara bermakna ke dalam praktik pembelajaran interdisipliner yang berkelanjutan.

3.4. Pendampingan dan evaluasi

Proses pendampingan dan evaluasi dilakukan sebagai upaya supervisi dan refleksi hasil penerapan teknologi dalam pembelajaran berbasis STEAM di pojok STEAM sekolah. Supervisi dilaksanakan melalui observasi langsung terhadap praktik pembelajaran, peninjauan perencanaan dan perangkat ajar, serta diskusi terarah bersama guru untuk memastikan kesesuaian antara desain pembelajaran, penggunaan teknologi pemodelan dan pencetakan tiga dimensi, serta tujuan capaian belajar yang telah ditetapkan. Sementara itu, refleksi dilakukan secara kolaboratif dengan mengidentifikasi kelebihan, kendala, dan peluang pengembangan yang muncul selama implementasi, sehingga guru dapat melakukan perbaikan berkelanjutan baik dari aspek teknologi maupun pedagogis. Melalui tahapan ini, pendampingan tidak hanya berfungsi sebagai kontrol mutu program, tetapi juga sebagai ruang belajar profesional yang mendorong peningkatan kompetensi dan penguatan praktik pembelajaran interdisipliner secara berkelanjutan.



Gambar 4. Hasil pengukuran pengetahuan guru

Gambar 4 mendeskripsikan pengetahuan guru sebelum dan sesudah mengikuti pengabdian. Item 1 = pengetahuan terkait *3D modelling*, tampak tidak ada perubahan, 3 guru menjawab dengan benar. Item 2 = pengetahuan terkait *3D printing*, tampak terjadi peningkatan dari 3 guru menjadi 4 guru menjawab dengan benar. Item 3 = pengetahuan terkait perangkat lunak untuk melakukan *3D modelling*, terjadi peningkatan signifikan dari 1 guru menjadi semua guru menjawab dengan benar. Item 4 = pengetahuan terkait komponen objek tiga dimensi, terjadi penurunan dari 5 menjadi 4 guru menjawab benar. Item 5 = pengetahuan terkait kelemahan utama *3D modelling and printing* untuk memfasilitasi pembelajaran, terjadi penurunan dari 5 menjadi 4 guru menjawab benar. Penurunan yang ada menunjukkan guru belum secara stabil memahami komponen objek tiga dimensi dan kelemahan utama *3D modelling and printing* dalam pembelajaran.

Pada satu sisi, pengenalan *3D modelling and printing* sebagai proyek STEAM eksperiensial berkontribusi dalam peningkatan pengetahuan dan kapabilitas guru pada aspek teknis dan pedagogis. Guru semakin familier dengan *3D modelling and printing*, terutama terkait perangkat lunak untuk melakukan *3D modelling* yang mengalami peningkatan signifikan. Hasil ini sejalan dengan tinjauan sistematis yang menegaskan potensi kuat *3D modelling and printing* untuk pengembangan kompetensi pendidik bila dikemas dalam program pelatihan berbasis praktik (Tejera et al., 2026). Penelitian Cheng et al. (2020) mengungkapkan bahwa guru yang mengikuti pelatihan *3D modelling & printing* menunjukkan peningkatan *self-efficacy* dan *technological pedagogical and content knowledge*

(TPACK), serta lebih percaya diri mengintegrasikan perangkat lunak desain seperti Tinkercad dalam perencanaan pembelajaran. Guru yang menjadi lebih berdaya dalam menggunakan teknologi mendukung inovasi pembelajaran di sekolah dasar.

Pada sisi lain, penurunan pemahaman guru terkait komponen objek tiga dimensi dan kelemahan utama *3D modelling and printing* untuk memfasilitasi pembelajaran menunjukkan bahwa peningkatan kompetensi melalui pelatihan singkat belum sepenuhnya merata pada seluruh aspek pengetahuan. Kondisi ini menegaskan pentingnya pelatihan atau pendampingan yang dilakukan secara berkelanjutan agar guru tidak hanya mampu menggunakan perangkat lunak dan perangkat 3D, tetapi juga memahami konsep-konsep fundamental yang mendasari penerapannya dalam konteks pembelajaran. Pendampingan yang berkelanjutan memungkinkan guru memperdalam wawasan, mempertahankan pemahaman yang sudah diperoleh, serta mengatasi kesenjangan yang masih muncul setelah mengikuti program pelatihan awal (Geletu, 2026). Keberlanjutan dalam proses pengembangan profesional menjadi kunci untuk memastikan guru benar-benar siap mengintegrasikan teknologi ini secara efektif, konsisten, dan bermakna dalam kegiatan pembelajaran.

3.5. Keberlanjutan program

Upaya keberlanjutan program dijamin dengan mengintegrasikan kegiatan pemodelan dan pencetakan tiga dimensi ke dalam struktur kurikulum sekolah, baik sebagai bagian dari kegiatan intrakurikuler, kokurikuler, maupun ekstrakurikuler, dengan memanfaatkan fasilitas dan sumber daya yang tersedia di pojok STEAM. Integrasi ini memungkinkan teknologi 3D tidak hanya hadir sebagai proyek sesaat, tetapi menjadi bagian dari praktik pembelajaran rutin yang terencana dan berkesinambungan. Melalui skema intrakurikuler, aktivitas 3D dapat dihubungkan langsung dengan capaian pembelajaran pada mata pelajaran tertentu. Pada ranah kokurikuler, kegiatan dapat dikembangkan dalam bentuk proyek penguatan profil pelajar. Sedangkan dalam kegiatan ekstrakurikuler, siswa memiliki ruang eksplorasi kreatif yang lebih fleksibel dan mendalam. Pemanfaatan pojok STEAM sebagai pusat inovasi pembelajaran menjaga keberlangsungan program sekaligus memperkuat budaya belajar berbasis teknologi dan kolaborasi di lingkungan sekolah.

Program pengabdian dalam bentuk pengenalan *3D modelling and printing* sebagai proyek STEAM eksperiensial melengkapi pengabdian sebelumnya, di mana kegiatan terdahulu telah menginisiasi pojok pembelajaran STEAM (Anggraini et al., 2024; Rahmadi et al., 2025) dan pojok literasi numerasi berbasis STEAM di sekolah dasar (Putra et al., 2025). Rangkaian program menunjukkan pentingnya kesinambungan dalam penguatan kompetensi guru dan pengembangan ekosistem pembelajaran berbasis teknologi. Demikian, program pengabdian, pelatihan, dan pendampingan pada bidang STEAM perlu terus dilakukan sebagai upaya memperluas akses guru terhadap inovasi pembelajaran, meningkatkan kapasitas dalam mengintegrasikan teknologi secara efektif, serta memastikan keberlanjutan implementasi STEAM sebagai bagian dari budaya belajar di sekolah dasar.

4. Kesimpulan

Program pengenalan *3D modelling and printing* sebagai proyek STEAM eksperiensial berdampak pada peningkatan sebagian aspek pengetahuan guru, terutama terkait

penggunaan perangkat lunak 3D *modelling*. Penurunan pemahaman terjadi pada aspek objek tiga dimensi dan kelemahan teknologi tiga dimensi menunjukkan bahwa pelatihan singkat belum cukup untuk menguatkan seluruh aspek kompetensi. Hasil tersebut menegaskan pentingnya pelatihan berbasis praktik untuk meningkatkan kemampuan teknis, pedagogis, dan kepercayaan diri guru dalam mengintegrasikan teknologi ke dalam pembelajaran interdisipliner. Pengabdian saat ini melengkapi inisiatif pengembangan ekosistem STEAM yang telah dilakukan di sekolah dasar. Pendampingan berkelanjutan diperlukan agar guru dapat mengadopsi teknologi secara lebih stabil dan efektif. Dukungan konsisten mendukung implementasi STEAM di sekolah dasar menjadi lebih bermakna dan berkelanjutan.

Ucapan Terima Kasih

Para penulis mengucapkan terima kasih kepada para guru dan sekolah yang berpartisipasi dalam program pengabdian masyarakat ini.

Kontribusi Penulis

Pelaksanaan kegiatan: DD, AJ, AS, IFR; Penyusunan artikel: DD, IFR; Analisis dampak layanan: DD, IFR; Presentasi hasil layanan: DD, IFR; Revisi artikel: DD, AJ, AS, IFR.

Konflik Kepentingan

Para penulis menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan dalam publikasi artikel ini.

Pendanaan

Inisiatif ini didanai oleh Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (DPPM) Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi (Kemendiknasaintek). Nomor Kontrak Induk: 119/C3/DT.05.00/PM/2025. Nomor Kontrak Turunan: 201/LL2/DT.05.00/PM/2025 dan 039/MOU/LPPMPP/IV/F/2025.

Daftar Pustaka

- Anggraini, F., Putra, Y. Y., & Rahmadi, I. F. (2024). Pengembangan Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics (Steam) Education Corner di Sekolah Dasar. *Prosiding Temu Ilmiah Nasional Guru XVI*, 571–581.
- Bjerrum, A. S., Hilberg, O., van Gog, T., Charles, P., & Eika, B. (2013). Effects of modelling examples in complex procedural skills training: a randomised study. *Medical Education*, 47(9), 888–898. <https://doi.org/10.1111/medu.12199>
- Cheng, L., Antonenko, P. D., Ritzhaupt, A. D., Dawson, K., Miller, D., MacFadden, B. J., Grant, C., Sheppard, T. D., & Ziegler, M. (2020). Exploring the influence of teachers' beliefs and 3D printing integrated STEM instruction on students'

- STEM motivation. *Computers & Education*, 158, 103983. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103983>
- Di Tore, S., Todino, M. D., & Campitiello, L. (2022). *Lab-H: A Laboratory to Develop 3D Printable Inclusive Open Educational Resources* (pp. 233–247). https://doi.org/10.1007/978-3-030-96060-5_17
- Diego-Mantecon, J. M., Prodromou, T., Lavicza, Z., Blanco, T. F., & Ortiz-Laso, Z. (2021). An Attempt to Evaluate STEAM Project-Based Instruction From a School Mathematics Perspective. *ZDM - Mathematics Education*, 53(5), 1137–1148. <https://doi.org/10.1007/s11858-021-01303-9>
- Geletu, G. M. (2026). The effects of pedagogical mentoring and coaching on primary school teachers' professional development practices and students' learning engagements in classrooms in Oromia regional state: implications for professionalism. *Education* 3-13, 54(1), 186–202. <https://doi.org/10.1080/03004279.2023.2293209>
- Kiliánová, K., Kočková, P., Biernatová, K., Hurný, T., & Kostolányová, K. (2024). *Steam Labs: 3d Printing And Inclusive Education In Primary Schools*. 7670–7675. <https://doi.org/10.21125/edulearn.2024.1803>
- Kim, Y.-H., & Na, S.-I. (2022). Using structural equation modelling for understanding relationships influencing the middle school technology teacher's attitudes toward STEAM education in Korea. *International Journal of Technology and Design Education*, 32(5), 2495–2526. <https://doi.org/10.1007/s10798-021-09708-z>
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2005). What Happens When Teachers Design Educational Technology? The Development of Technological Pedagogical Content Knowledge. *Journal of Educational Computing Research*, 32(2), 131–152. <https://doi.org/10.2190/0EW7-01WB-BKHL-QDYV>
- Kolb, D. (2015). *Experiential Learning: Experience as the source of Learning and Development Second Edition*.
- Kumpulainen, K., Kajamaa, A., Leskinen, J., Byman, J., & Renlund, J. (2020). Mapping Digital Competence: Students' Maker Literacies in a School's Makerspace. *Frontiers in Education*, 5. <https://doi.org/10.3389/feduc.2020.00069>
- Margot, K. C., & Kettler, T. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education: a systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 6(1), 2. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0151-2>
- Mishra, M., Desul, S., Santos, C. A. G., Mishra, S. K., Kamal, A. H. M., Goswami, S., Kalumba, A. M., Biswal, R., da Silva, R. M., dos Santos, C. A. C., & Baral, K. (2023). A bibliometric analysis of sustainable development goals (SDGs): a review of progress, challenges, and opportunities. *Environment, Development and Sustainability*, 26(5), 11101–11143. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-03225-w>
- Murphy, D., Imms, W., & Mahat, M. (2025). Deeper learning by design: secondary pupils' study approaches across innovative and traditional learning spaces. *Learning Environments Research*, 28(3), 773–793. <https://doi.org/10.1007/s10984-025-09546-z>
- Ng, O.-L. (2017). Exploring the use of 3D Computer-Aided Design and 3D Printing for STEAM Learning in Mathematics. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 3(3), 257–263. <https://doi.org/10.1007/s40751-017-0036-x>

- Putra, Y. Y., Hendrik, M., & Rahmadi, I. F. (2025). Introduction of an educational robotics-based numeracy literacy corner. *Community Empowerment*, 10(5), 1135–1142. <https://doi.org/10.31603/ce.12403>
- Rachel Au, Godai, T., & Smith, L. (2020). *Maker Education: How Makerspaces Can Change How Students Interact With Technology*. Foundations of Educational Technology.
- Rahmadi, & Fitri, I. (2021). Teachers' Technology Integration And Distance Learning Adoption Amidst The Covid-19 Crisis: A Reflection For The Optimistic Future. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 26–41. <https://doi.org/10.17718/tojde.906472>
- Rahmadi, I. F., Putra, Y. Y., & Pratama, S. (2025). Training on STEAM learning design through kirigami, tessellation and simple robotics. *Community Empowerment*, 10(2), 309–319. <https://doi.org/10.31603/ce.12339>
- Shahrubudin, N., Lee, T. C., & Ramlan, R. (2019). An Overview on 3D Printing Technology: Technological, Materials, and Applications. *Procedia Manufacturing*, 35, 1286–1296. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.06.089>
- Soomro, S. A., Casakin, H., Nanjappan, V., & Georgiev, G. V. (2023). Makerspaces Fostering Creativity: A Systematic Literature Review. *Journal of Science Education and Technology*, 32(4), 530–548. <https://doi.org/10.1007/s10956-023-10041-4>
- Tejera, M., Galić, S., & Lavicza, Z. (2026). 3D Modelling and Printing in Teacher Education: A Systematic Literature Review. *Journal for STEM Education Research*, 9(1), 1–32. <https://doi.org/10.1007/s41979-025-00147-2>
- Trust, T., & Maloy, R. W. (2017). Why 3D Print? The 21 st -Century Skills Students Develop While Engaging in 3D Printing Projects. *Computers in the Schools*, 34(4), 253–266. <https://doi.org/10.1080/07380569.2017.1384684>
- Ulbrich, E., Andjic, B., & Lavicza, Z. (2022). *Possibilities for STEAM Teachers Using 3D Modelling and 3D Printing* (pp. 163–185). https://doi.org/10.1007/978-3-658-38867-6_8



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution Non-Commercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)