

Peningkatan Pemahaman Konsep STEAM dan Kompetensi Abad ke-21 melalui Sosialisasi Partisipatif

Ela Suryani^{*1}, Sri Mujiono², Ari Pardi³

¹Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Universitas Ngudi Waluyo, Indonesia

²Teknik Informatika, Universitas Ngudi Waluyo, Indonesia

³Pendidikan Guru Pendidikan Anak Usia Dini, Universitas Ngudi Waluyo, Indonesia

e-mail: ^{*1}ela.suryani16@gmail.com, ²mujiyn80@gmail.com, ³apardi44@gmail.com

Abstrak

Rendahnya pemahaman siswa terhadap konsep STEAM serta lemahnya kemampuan mengaitkan antar disiplin ilmu, berpikir kritis, pemecahan masalah, dan pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran. Kondisi tersebut berdampak pada kurang optimalnya penguasaan kompetensi abad ke-21 yang menjadi tuntutan utama dalam pembelajaran modern. Oleh karena itu, topik ini dipilih karena pendekatan STEAM dinilai relevan dalam meningkatkan integrasi pengetahuan lintas bidang sekaligus memperkuat keterampilan kognitif dan nonkognitif siswa. Tujuan kegiatan ini adalah untuk meningkatkan pemahaman konsep STEAM, kemampuan berpikir kritis, keterampilan pemecahan masalah, literasi teknologi, serta keterampilan abad ke-21 siswa melalui pembelajaran berbasis integrasi disiplin ilmu. Metode pengabdian dilakukan melalui pelatihan dan pendampingan berbasis aktivitas interaktif dengan pendekatan partisipatif. Mitra kegiatan adalah siswa sekolah menengah dengan jumlah peserta sebanyak 22 orang. Hasil kegiatan menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada seluruh indikator yang diukur, dengan rata-rata skor meningkat dari 54,96 menjadi 82,74 atau meningkat sebesar 50,55%. Peningkatan tertinggi terjadi pada indikator keterkaitan antardisiplin ilmu sebesar 32,65 poin, disertai peningkatan soft skill berupa kemampuan berpikir kritis, keberanian berpendapat, dan partisipasi aktif, serta penguatan hardskill berupa literasi teknologi dasar. Temuan ini menunjukkan bahwa implementasi pembelajaran STEAM efektif dalam meningkatkan kompetensi siswa secara holistik dan penting untuk dikembangkan secara berkelanjutan dalam pembelajaran berbasis proyek di masa mendatang.

Kata kunci: Kompetensi Abad 21, Pemahaman Konsep, Sosialisasi Partisipatif, STEAM

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi, globalisasi, dan transformasi digital telah mengubah tuntutan kompetensi yang harus dimiliki oleh siswa pada abad ke-21. Pendidikan tidak lagi berorientasi pada penguasaan pengetahuan semata, melainkan pada pengembangan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, komunikasi, kolaborasi, serta literasi digital yang memungkinkan individu beradaptasi terhadap perubahan yang cepat dan kompleks [1]. Berbagai kerangka internasional menempatkan kompetensi tersebut sebagai fondasi utama dalam mempersiapkan generasi muda menghadapi tantangan kehidupan dan dunia kerja masa depan.

Laporan OECD menegaskan bahwa sistem pendidikan abad ke-21 harus mengintegrasikan kompetensi lintas disiplin, kemampuan memecahkan masalah kompleks, dan pemanfaatan teknologi dalam proses pembelajaran [2]. Pergeseran paradigma ini menunjukkan bahwa keberhasilan pendidikan tidak lagi diukur dari kemampuan menghafal informasi, melainkan dari kemampuan siswa dalam mengaplikasikan pengetahuan secara kreatif dan kolaboratif untuk menyelesaikan permasalahan nyata.

Meskipun urgensi kompetensi abad ke-21 semakin meningkat, pemahaman siswa sekolah menengah tentang konsep STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) masih relatif terbatas. Hasil observasi awal pada mitra menunjukkan bahwa sebagian besar siswa belum memahami keterkaitan antara disiplin ilmu sains, teknologi, teknik, seni, dan matematika dalam menyelesaikan permasalahan nyata. Selain itu, kemampuan berpikir kritis, pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran, serta pemahaman mengenai pentingnya kompetensi abad ke-21 masih perlu diperkuat [2]–[4]. Banyak siswa masih memandang sains, teknologi, teknik, seni, dan matematika sebagai disiplin ilmu yang terpisah sehingga belum memahami hubungan antardisiplin tersebut dalam konteks penyelesaian masalah nyata. Selain itu, kemampuan berpikir kritis, pemanfaatan teknologi untuk pembelajaran, dan kesadaran akan pentingnya kompetensi abad ke-21 masih memerlukan penguatan melalui intervensi pendidikan yang lebih kontekstual dan partisipatif [5], [6]. Kondisi tersebut menunjukkan adanya kesenjangan antara tuntutan pendidikan abad ke-21 dan tingkat literasi STEAM yang dimiliki oleh siswa.

STEAM telah banyak dilaporkan memberikan dampak positif terhadap pengembangan kompetensi siswa. Penelitian yang dilakukan oleh Perignat dan Katz-Buonincontro menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis STEAM mampu meningkatkan kreativitas, keterampilan berpikir kritis, dan kemampuan pemecahan masalah melalui integrasi berbagai disiplin ilmu dalam konteks pembelajaran yang autentik [7]. Demikian pula, kajian yang dilakukan oleh Sánchez-Caballé et al. menemukan bahwa pengembangan kompetensi abad ke-21 memerlukan pendekatan pembelajaran yang bersifat interdisipliner, kolaboratif, dan berorientasi pada pemecahan masalah nyata. Penelitian lain menunjukkan bahwa implementasi STEAM tidak hanya berdampak pada aspek kognitif, tetapi juga meningkatkan motivasi belajar, kemampuan berkolaborasi, dan literasi teknologi siswa [8]. Namun, sebagian besar penelitian terdahulu berfokus pada implementasi pembelajaran STEAM di dalam kelas formal, sedangkan upaya penguatan pemahaman konsep STEAM melalui kegiatan edukatif di luar pembelajaran formal, khususnya melalui pendekatan sosialisasi partisipatif, masih relatif terbatas. Sebagian besar penelitian terdahulu berfokus pada implementasi pembelajaran STEAM di dalam kelas formal, sedangkan upaya penguatan pemahaman konsep STEAM melalui kegiatan edukatif di luar pembelajaran formal, khususnya melalui pendekatan sosialisasi partisipatif, masih relatif terbatas.

Kondisi tersebut menunjukkan adanya kesenjangan antara tuntutan pendidikan abad ke-21 dan tingkat pemahaman siswa terhadap pendekatan STEAM. Apabila tidak segera diatasi, kesenjangan ini berpotensi menghambat kesiapan siswa dalam menghadapi perubahan sosial, ekonomi, dan teknologi yang semakin dinamis [5]. Oleh karena itu, diperlukan suatu upaya edukatif yang tidak hanya memberikan informasi, tetapi juga mendorong keterlibatan aktif siswa dalam proses konstruksi pengetahuan. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah sosialisasi partisipatif. Pendekatan ini menempatkan peserta sebagai subjek aktif melalui kegiatan diskusi, refleksi, kerja kelompok, dan pemecahan masalah secara kolaboratif. Pendekatan partisipatif diyakini mampu meningkatkan pemahaman, keterlibatan, dan motivasi belajar karena peserta memperoleh kesempatan untuk menghubungkan pengetahuan baru dengan pengalaman yang dimilikinya. Kegiatan dilaksanakan melalui penyampaian materi interaktif, diskusi kelompok, tanya jawab, refleksi, serta pemberian contoh penerapan STEAM dalam kehidupan sehari-hari. Pendekatan partisipatif dipilih karena memungkinkan siswa terlibat secara aktif dalam mengonstruksi pengetahuan, memahami keterkaitan antar disiplin ilmu, serta meningkatkan kesadaran mengenai pentingnya kompetensi abad ke-21.

Meskipun implementasi pembelajaran berbasis STEAM telah banyak dikaji dalam konteks pembelajaran formal di kelas, studi yang mengkaji sosialisasi partisipatif sebagai strategi penguatan pemahaman konsep STEAM dan kompetensi abad ke-21 pada siswa sekolah menengah masih relatif terbatas. Dengan demikian, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini menawarkan kontribusi praktis berupa model sosialisasi partisipatif yang dapat digunakan sebagai alternatif strategi penguatan literasi STEAM di lingkungan pendidikan menengah.

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman siswa sekolah menengah mengenai konsep dasar STEAM, keterkaitan antar disiplin ilmu, kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah, pemanfaatan teknologi untuk

pembelajaran, serta pemahaman mengenai pentingnya kompetensi abad ke-21 melalui kegiatan sosialisasi partisipatif. Selain itu, kegiatan ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas metode sosialisasi partisipatif sebagai strategi penguatan literasi STEAM dan kompetensi abad ke-21 pada siswa sekolah menengah.

2. METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan menggunakan pendekatan sosialisasi partisipatif yang dipadukan dengan penyuluhan edukatif dan diskusi interaktif. Metode ini dipilih untuk memberikan pemahaman konseptual sekaligus mendorong keterlibatan aktif peserta dalam proses pembelajaran. Adapun bentuk kegiatan meliputi: (1) Sosialisasi, yaitu penyampaian materi mengenai konsep dasar STEAM dan kompetensi abad ke-21; (2) Penyuluhan edukatif, berupa penjelasan keterkaitan antar disiplin ilmu dalam pendekatan STEAM; (3) Diskusi partisipatif, yang melibatkan siswa dalam tanya jawab, studi kasus sederhana, dan refleksi; dan (4) Pre-test dan post-test, untuk mengukur peningkatan pemahaman peserta sebelum dan sesudah kegiatan.

Mitra dalam kegiatan pengabdian ini adalah siswa SMA negeriyang berada pada salah satu institusi pendidikan di Kabupaten Semarang. Kegiatan dilaksanakan di lingkungan sekolah mitra dengan dukungan pihak sekolah sebagai fasilitator kegiatan. Jumlah peserta yang terlibat dalam kegiatan ini adalah 22 siswa yang berasal dari kelas XII SMA negeri. Selain siswa, kegiatan juga melibatkan guru pendamping sebagai observer sekaligus pendukung pelaksanaan kegiatan di lapangan.

Pelaksanaan kegiatan pengabdian ini dilakukan melalui tiga tahapan utama, yaitu pra-kegiatan, pelaksanaan kegiatan, serta monitoring dan evaluasi. Tahap pra-kegiatan meliputi koordinasi dengan pihak sekolah mitra, observasi awal terkait kebutuhan siswa, penyusunan materi sosialisasi STEAM, penyusunan instrumen pre-test dan post-test, dan penentuan jadwal kegiatan. Tahap pelaksanaan kegiatan dilaksanakan dalam bentuk sosialisasi partisipatif yaitu sebagai berikut.

- a) Ceramah Interaktif, tim pengabdian menyampaikan materi mengenai konsep dan urgensi STEAM; kompetensi abad ke-21; tantangan era revolusi industri 4.0 dan society 5.0; dan pentingnya berpikir multidisiplin dan inovatif.
- b) Diskusi Kelompok, peserta dibagi ke dalam beberapa kelompok kecil untuk mendiskusikan permasalahan kontekstual yang membutuhkan pendekatan lintas disiplin dalam penyelesaiannya.
- c) Simulasi dan Studi Kasus, peserta diberikan studi kasus sederhana yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari dan diminta menyelesaikannya dengan mengintegrasikan unsur sains, teknologi, rekayasa, seni, dan matematika.
- d) Proyek Sederhana berbasis STEAM, peserta melaksanakan kegiatan proyek sederhana secara berkelompok untuk menghasilkan solusi atau produk kreatif berdasarkan konsep STEAM.

Tahap monitoring dan evaluasi dilakukan untuk mengukur efektivitas kegiatan pengabdian terhadap peningkatan pemahaman peserta. Instrumen yang digunakan meliputi: pre-test dan post-test, untuk mengukur perubahan pemahaman konsep STEAM dan kompetensi abad ke-21, Angket/kuesioner, untuk mengetahui respon dan persepsi siswa terhadap kegiatan, observasi langsung, untuk melihat keterlibatan aktif siswa selama kegiatan berlangsung, dan wawancara singkat, dengan beberapa siswa dan guru untuk memperoleh data kualitatif terkait manfaat kegiatan.

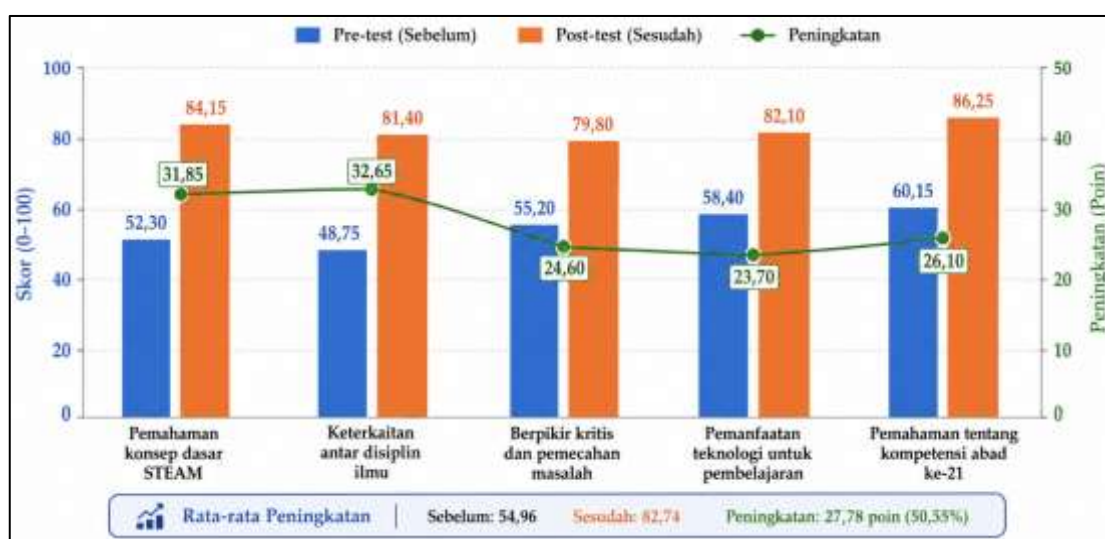
Data kuantitatif dari pre-test dan post-test dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan nilai sebelum dan sesudah kegiatan. Sementara itu, data kualitatif dari angket, observasi, dan wawancara digunakan untuk memperkuat interpretasi hasil serta menggambarkan dampak kegiatan secara lebih komprehensif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat melalui sosialisasi partisipatif konsep STEAM dan kompetensi abad ke-21 telah dilaksanakan sesuai dengan tahapan yang direncanakan, yaitu pra-kegiatan, pelaksanaan kegiatan, dan evaluasi. Pada tahap pra-kegiatan, tim pelaksana melakukan koordinasi dengan pihak sekolah mitra untuk mengidentifikasi kebutuhan siswa serta menentukan jadwal pelaksanaan kegiatan. Selain itu, dilakukan penyusunan materi sosialisasi, instrumen pre-test dan post-test, serta lembar observasi untuk mendukung proses evaluasi kegiatan.

Tahap pelaksanaan kegiatan diawali dengan pembukaan oleh pihak sekolah dan tim pengabdian, dilanjutkan dengan pelaksanaan pre-test untuk mengukur kemampuan awal siswa terkait konsep STEAM dan kompetensi abad ke-21. Selanjutnya, peserta mengikuti sesi sosialisasi yang mencakup materi konsep dasar STEAM, keterkaitan antar disiplin ilmu, serta pentingnya kompetensi abad ke-21 dalam pembelajaran modern. Kegiatan dilanjutkan dengan diskusi partisipatif, di mana siswa secara aktif berdiskusi, mengajukan pertanyaan, serta menganalisis contoh penerapan STEAM dalam kehidupan sehari-hari. Pada akhir kegiatan, dilakukan post-test untuk mengukur peningkatan pemahaman siswa setelah mengikuti kegiatan sosialisasi. Dokumentasi kegiatan menunjukkan bahwa siswa terlibat aktif selama proses sosialisasi, diskusi kelompok, dan sesi tanya jawab.

Monitoring dilakukan selama kegiatan berlangsung melalui observasi langsung dan wawancara singkat dengan siswa serta guru pendamping. Hasil observasi menunjukkan bahwa siswa menunjukkan tingkat keterlibatan yang tinggi, ditandai dengan partisipasi aktif dalam diskusi, kemampuan menjawab pertanyaan, serta antusiasme dalam mengikuti setiap sesi kegiatan. Evaluasi dilakukan melalui analisis hasil pre-test dan post-test untuk mengukur efektivitas kegiatan sosialisasi partisipatif dalam meningkatkan pemahaman konsep STEAM dan kompetensi abad ke-21. Hasil analisis ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Peningkatan Pemahaman Siswa pada Konsep STEAM dan Kompetensi Abad ke-21

Hasil PkM menunjukkan bahwa sosialisasi partisipatif mampu meningkatkan pemahaman peserta terhadap konsep STEAM dan kompetensi abad ke-21 secara signifikan. Peningkatan rata-rata sebesar 27,78 poin (50,55%) mengindikasikan bahwa keterlibatan aktif peserta dalam proses sosialisasi berkontribusi terhadap penguatan pemahaman konseptual dan kemampuan mengintegrasikan pengetahuan lintas disiplin. Peningkatan tertinggi ditemukan pada indikator keterkaitan antar disiplin ilmu. Temuan ini sejalan dengan karakteristik utama pendekatan STEAM yang menekankan integrasi *Science, Technology, Engineering, Arts, dan Mathematics* dalam penyelesaian masalah autentik [9]. Keberhasilan implementasi STEAM ditentukan oleh kemampuan peserta memahami hubungan antardisiplin sebagai suatu kesatuan yang saling mendukung [10], [11]. Oleh karena itu, peningkatan yang tinggi pada indikator ini

menunjukkan bahwa sosialisasi partisipatif berhasil membantu peserta memahami paradigma pembelajaran yang lebih holistik dibandingkan dengan pendekatan disipliner tradisional.

Selain itu, peningkatan sebesar 31,85 poin pada indikator pemahaman konsep dasar STEAM menunjukkan bahwa kegiatan sosialisasi berfungsi efektif sebagai sarana transfer dan konstruksi pengetahuan. Hasil ini mendukung temuan Herro dan Quigley yang menyatakan bahwa kegiatan pelatihan dan pembelajaran kolaboratif dapat meningkatkan literasi STEAM guru maupun calon guru karena memungkinkan peserta membangun pemahaman melalui interaksi sosial dan refleksi pengalaman belajar [12].

Pada aspek berpikir kritis dan pemecahan masalah, terjadi peningkatan sebesar 24,60 poin. Hasil ini memperkuat argumentasi bahwa STEAM tidak hanya berfokus pada penguasaan materi, tetapi juga pada pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi (*higher-order thinking skills*). Penelitian Henriksen menunjukkan bahwa integrasi STEAM dapat mendorong peserta didik untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis, kreativitas, dan pemecahan masalah melalui aktivitas berbasis proyek dan investigasi [13], [14]. Dengan demikian, peningkatan yang diperoleh dalam penelitian ini menunjukkan bahwa peserta mulai memahami hubungan antara implementasi STEAM dan pengembangan kemampuan berpikir abad ke-21.

Sementara itu, peningkatan yang relatif lebih rendah pada indikator pemanfaatan teknologi untuk pembelajaran dapat dijelaskan melalui konsep *Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)* [15]. Menurut kerangka TPACK, penguasaan teknologi pendidikan tidak hanya membutuhkan pengetahuan konseptual, tetapi juga pengalaman praktik dalam mengintegrasikan teknologi dengan strategi pedagogik dan materi pembelajaran [16]. Oleh karena itu, meskipun sosialisasi berhasil meningkatkan pemahaman peserta, pengembangan kompetensi teknologi memerlukan pelatihan yang lebih intensif dan berkelanjutan.

Temuan lain menunjukkan peningkatan pada indikator pemahaman kompetensi abad ke-21 sebesar 26,10 poin. Hasil ini relevan dengan kerangka *Partnership for 21st Century Learning (P21)* yang menekankan pentingnya keterampilan 4C, yaitu *critical thinking*, *creativity*, *communication*, dan *collaboration* [17], [18]. Sosialisasi partisipatif yang melibatkan diskusi, kerja kelompok, dan refleksi bersama memungkinkan peserta mengalami secara langsung praktik kolaborasi dan komunikasi yang menjadi inti kompetensi abad ke-21.

Dari perspektif teoritis, temuan penelitian ini dapat dijelaskan melalui teori konstruktivisme sosial Vygotsky yang menegaskan bahwa pembelajaran berlangsung secara optimal melalui interaksi sosial dan kolaborasi [19]. Model sosialisasi partisipatif memberikan ruang bagi peserta untuk berdiskusi, bertukar pengalaman, dan membangun pengetahuan secara kolektif. Dengan demikian, peningkatan yang terjadi tidak hanya berasal dari penyampaian informasi, tetapi juga dari proses negosiasi makna yang terjadi selama kegiatan berlangsung. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini memperkuat temuan sebelumnya bahwa pendekatan partisipatif merupakan strategi yang efektif dalam meningkatkan literasi STEAM dan kesiapan menghadapi tuntutan pendidikan abad ke-21. Namun demikian, aspek pemanfaatan teknologi masih memerlukan penguatan melalui program pendampingan yang berorientasi pada praktik implementasi di kelas [20]. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya dapat mengkaji efektivitas kombinasi antara sosialisasi partisipatif dan pelatihan berbasis proyek (*project-based STEAM training*) dalam meningkatkan kompetensi pedagogik dan teknologi secara lebih komprehensif.

Selama pelaksanaan kegiatan, terdapat beberapa kendala, antara lain perbedaan tingkat pemahaman awal siswa yang cukup beragam. Hal ini menyebabkan sebagian siswa membutuhkan penjelasan tambahan pada sesi diskusi. Untuk mengatasi hal tersebut, tim pengabdian menerapkan pendekatan diferensiasi dengan memberikan penjelasan tambahan secara personal dan menggunakan contoh yang lebih kontekstual. Selain itu, keterbatasan waktu dalam sesi diskusi membuat beberapa pertanyaan siswa belum dapat dibahas secara mendalam. Sebagai solusi, tim menyediakan sesi tanya jawab lanjutan melalui media komunikasi daring setelah kegiatan selesai.

Permasalahan lain yang ditemukan adalah masih rendahnya kepercayaan diri sebagian siswa dalam mengemukakan pendapat pada forum diskusi. Hal ini menunjukkan bahwa selain aspek kognitif, aspek afektif seperti keberanian berpendapat juga perlu diperkuat dalam kegiatan pembelajaran. Untuk pengembangan ke depan, kegiatan serupa disarankan untuk tidak

hanya bersifat sosialisasi, tetapi dikembangkan menjadi workshop berbasis proyek (*project-based STEAM activity*) agar siswa dapat lebih banyak terlibat dalam praktik langsung. Selain itu, penggunaan media digital interaktif juga dapat ditingkatkan untuk memperkuat literasi teknologi siswa dalam konteks pembelajaran abad ke-21.

4. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian ini berhasil mencapai tujuan utama, yaitu meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep STEAM, keterkaitan antar disiplin ilmu, kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah, pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran, serta pemahaman mengenai kompetensi abad ke-21. Terdapat peningkatan signifikan pada seluruh indikator yang diukur, dengan rata-rata skor meningkat dari 54,96 (sebelum kegiatan) menjadi 82,74 (sesudah kegiatan) atau mengalami peningkatan sebesar 27,78 poin (50,55%). Peningkatan tertinggi terdapat pada indikator keterkaitan antar disiplin ilmu sebesar 32,65 poin, yang menunjukkan meningkatnya pemahaman siswa terhadap sifat interdisipliner dalam pendekatan STEAM. Secara umum, kegiatan ini tidak hanya meningkatkan aspek kognitif (pemahaman konsep), tetapi juga memberikan dampak pada softskill siswa, seperti peningkatan kemampuan berpikir kritis, keberanian menyampaikan pendapat, serta keterlibatan aktif dalam diskusi. Selain itu, terdapat penguatan hardskill berupa peningkatan literasi teknologi dasar dalam konteks pembelajaran. Secara umum, kegiatan ini tidak hanya meningkatkan aspek kognitif (pemahaman konsep), tetapi juga memberikan dampak pada softskill siswa, seperti peningkatan kemampuan berpikir kritis, keberanian menyampaikan pendapat, serta keterlibatan aktif dalam diskusi. Selain itu, terdapat penguatan hardskill berupa peningkatan literasi teknologi dasar dalam konteks pembelajaran. Keterbatasan yang ditemukan antara lain perbedaan tingkat pemahaman awal siswa yang cukup beragam, serta keterbatasan waktu dalam pendalaman diskusi sehingga beberapa topik belum dapat dibahas secara lebih mendalam. Kegiatan pengabdian ini perlu dikembangkan lebih lanjut menjadi *project-based STEAM activity* agar siswa tidak hanya memahami konsep, tetapi juga mampu menghasilkan produk atau solusi nyata. Selain itu, integrasi media digital interaktif dan pembelajaran berbasis teknologi dapat meningkatkan efektivitas penguatan kompetensi abad ke-21 di masa mendatang.

5. SARAN

Saran untuk pengabdian selanjutnya diarahkan pada penguatan aktivitas yang lebih aplikatif dan berkelanjutan, khususnya dengan *project-based STEAM activity* agar peserta tidak hanya memahami konsep, tetapi juga mampu menghasilkan produk atau solusi nyata yang relevan dengan permasalahan di lingkungan sekitar. Selain itu, perlu dilakukan pengelompokan peserta berdasarkan tingkat kemampuan awal agar proses pembelajaran lebih terarah dan dapat meminimalkan kesenjangan pemahaman antar peserta. Penggunaan media digital interaktif juga disarankan untuk diperluas guna meningkatkan efektivitas penyampaian materi serta memperkuat literasi teknologi dalam proses pembelajaran. Dari sisi pelaksanaan, waktu kegiatan perlu diperpanjang atau dibuat dalam beberapa tahap agar pendalaman materi dan praktik dapat dilakukan secara lebih optimal. Selanjutnya, kegiatan monitoring dan pendampingan pascapelaksanaan juga penting untuk memastikan keberlanjutan dampak program, terutama dalam penguatan soft skill dan hard skill yang telah diperoleh. Dengan demikian, pengabdian berikutnya diharapkan tidak hanya bersifat peningkatan pemahaman, tetapi juga menghasilkan dampak yang lebih nyata, terukur, dan berkelanjutan bagi peserta..

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Ngudi Waluyo yang telah memberi dukungan finansial dan memberikan kontribusi lainnya terhadap kegiatan pengabdian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Suryani, Z. K. Prasetyo, K. Y. Purwanti, and Hermanto, "A Comparative Study of Inquiry , STEAM , and STEAM-Based Guided Inquiry (GI-STEAM)," vol. 10, no. 1, pp. 1–12, 2025.
- [2] K. Ananiadou and M. Claro, *21st Century Skills and Competences for New Millennium Learners in OECD Countries*, no. 41. Paris: OECD Publishing, 2009. doi: Katerina Ananiadou, Magdalean Claro <https://dx.doi.org/10.1787/218525261154>.
- [3] M. A. Fajarwati, W. L. Yuhanna, and J. Widiyanto, "Implementation of a STEAM Approach Integrated with Wordwall to Improve Students' Digital Literacy on Environmental Change Topics," 2024, doi: 10.37301/esabi.v6i2.82.
- [4] G. Ozkan and U. U. Topsakal, "Exploring the Effectiveness of STEAM Design Processes on Middle School Students' Creativity," *Int. J. Technol. Des. Educ.*, vol. 31, no. 1, pp. 95–116, 2019, doi: 10.1007/s10798-019-09547-z.
- [5] OECD, *What Students Learn Matters: Towards A 21st Century Curriculum*. Paris: OECD Publishing, 2023.
- [6] E. Suryani, Z. Kun, and H. Haryanto, "The Implementation of STEM Approach (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) on Science Learning at Elementary School," *Proc. Ser. Soc. Sci. Humanit.*, vol. 12, pp. 315–322, 2023, doi: 10.30595/pssh.v12i.814.
- [7] E. Perignat and J. Katz-Buonincontro, "STEAM in practice and research: An integrative literature review," *Think. Ski. Creat.*, vol. 31, pp. 31–43, 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.10.002>.
- [8] C. M. Agudelo-rodriguez, "STEM Conceptions and Competencies : Diagnostic Analysis of In-service Teachers in Intermediate Urban Settings," vol. 10, no. 1, pp. 1–16, 2025.
- [9] G. Yakman and H. Lee, "Exploring the Exemplary STEAM Education in the U.S. as a Practical Educational Framework for Korea," *J. Korea Assoc. Sci. Educ.*, vol. 32, no. 6, pp. 1072–1086, 2012.
- [10] L. Mardhiyatirrahmah, Muchlas, and Marhayati, "Dampak Positif dan Faktor-faktor yang Mempengaruhi Penerapan Pendekatan STEM pada Pembelajaran Matematika di Sekolah," *J. Pendidik. Mat.*, vol. 6, pp. 78–88, 2020.
- [11] A. Muttaqin, "Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) pada Pembelajaran IPA Untuk Melatih Keterampilan Abad 21," *J. Pendidik. MIPA*, vol. 13, pp. 34–45, 2023, doi: 10.37630/jpm.v13i1.819.
- [12] D. Herro and C. Quigley, "Exploring Teachers' Perceptions of STEAM Teaching Through Professional Development: Implications for Teacher Educators," *Prof. Dev. Educ.*, vol. 43, no. 3, pp. 416–438, 2016, doi: 10.1080/19415257.2016.1205507.
- [13] T. T. S. Strat, E. K. Henriksen, and K. M. Jegstad, "Inquiry-based science education in science teacher education: a systematic review," *Stud. Sci. Educ.*, vol. 60, no. 2, pp. 191–249, 2024, doi: 10.1080/03057267.2023.2207148.
- [14] E. Suryani, Z. K. Prasetyo, and Hermanto, *Model Pembelajaran GI-STEAM & Implementasinya*. Ungaran: CV Beranda Ilmu, 2025.
- [15] Irdalisa, Paidi, and Djukri, "Implementation of Technology-based Guided Inquiry to Improve TPACK among Prospective Biology Teachers," *Int. J. Instr.*, vol. 13, no. 2, pp. 33–44, 2020, doi: 10.29333/iji.2020.1323a.
- [16] E. P. Mariana and Y. D. Kristanto, "Integrating STEAM Education and Computational Thinking: Analysis of Students' Critical and Creative Thinking Skills in an Innovative Teaching and Learning," *Southeast Asia Math. Educ. J.*, vol. 13, no. 1, pp. 1–18, 2023.
- [17] P21, "Framework for 21st century learning," United States of America, 2019.
- [18] N. Foster and M. Piacentini, *Innovating Assessments to Measure and Support Complex*

Skills.

- [19] K. H. Cattaneo, "Telling Active Learning Pedagogies Apart : from theory to practice," vol. 6, no. 2, pp. 144–152, 2017, doi: 10.7821/naer.2017.7.237.
- [20] C. Deak and B. Kumar, "Education Sciences A Systematic Review of STEAM Education ' s Role in Nurturing Digital Competencies for Sustainable Innovations," *Educ. Sci.*, vol. 14, p. 226, 2024, doi: <https://doi.org/10.3390/educsci14030226>.