

## **Building Teacher Capacity For ESD: Implementing Kids' STEAM Pixel Art For Quality Early Childhood Education (SDG4)**

**Sri Maryanti<sup>1\*</sup>, Dede Trie Kurniawan<sup>2</sup>, Imelda Helsy<sup>3</sup>, dan Fadilla Ayuningtyas<sup>4</sup>**

*<sup>1</sup>Prodi Pendidikan Biologi, UIN Sunan Gunung Djati Bandung  
Jl. Soekarno Hatta, Kecamatan Gedebage, Kota Bandung, Jawa Barat, Indonesia*

*<sup>2</sup>Prodi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Universitas Pendidikan Indonesia Kampus Cibiru  
Jl. Raya Cibiru KM 15, Kecamatan Cileunyi, Kabupaten Bandung, Jawa Barat, Indonesia*

*<sup>3</sup>Prodi Pendidikan Kimia, UIN Sunan Gunung Djati Bandung  
Jl. Soekarno Hatta, Kecamatan Gedebage Kota Bandung, Jawa Barat, Indonesia*

*<sup>4</sup>Jurusan Pendidikan Islam Anak Usia Dini, UIN Sunan Gunung Djati Bandung  
Jl. Soekarno Hatta, Kecamatan Gedebage Kota Bandung, Jawa Barat, Indonesia*

*\*sri.maryanti@uinsgd.ac.id*

Received: 30 Oktober 2025 ; Accepted: 02 Desember 2025 ; Published: 05 Desember 2025

Doi: 10.15575/ja.v11i2.52038

### **Abstrak**

Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD) memainkan peran vital dalam membangun fondasi yang sejalan dengan *Sustainable Development Goals* (SDG) 4 tentang kualitas pendidikan. Program ini bertujuan untuk meningkatkan kapasitas guru dalam mengintegrasikan pendekatan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) dengan *pixel art* untuk menciptakan pengalaman pembelajaran yang berkualitas bagi anak usia dini. Program pengabdian ini menggunakan metode **Participatory Action Research** dan **Service Learning** untuk melibatkan guru secara aktif dalam proses pengembangan kompetensi. Implementasi program mencakup asesmen kebutuhan bersama mitra, workshop STEAM dan *pixel art* kepada guru dan siswa, evaluasi kemajuan melalui asesmen guru dan portofolio siswa, serta berbagi hasil melalui sumber terbuka dan jaringan profesional. Pixel art diperkenalkan melalui berbagai metode termasuk berbasis kertas, mainan impor dengan harga terjangkau, alat digital, serta lembar kerja untuk mendukung keterampilan berpikir tingkat tinggi. Hasil penelitian menunjukkan respons positif dari peserta khususnya guru dengan tingkat kepuasan terhadap metode penyampaian sebesar 92%, kemampuan memotivasi 82%, relevansi dengan bidang 83%, kemampuan menjawab pertanyaan 75%, dan tampilan slide yang digunakan 63% sedangkan kepada siswa anak usia dini dijangar melalui wawancara dengan hasil dan jawaban menyenangkan melakukan aktivitas steam *pixel art*. Temuan ini mengindikasikan bahwa integrasi STEAM dan *pixel art* efektif dalam meningkatkan kompetensi guru PAUD.

**Kata kunci:** *Education for Sustainable Development*, Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD), Pixel art, SDG 4, STEAM

#### Abstract

*Early Childhood Education (PAUD) plays a vital role in building a foundation that is in line with Sustainable Development Goal (SDG) 4 on quality education. This program aims to improve teachers' capacity to integrate the STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) approach with pixel art to create a quality learning experience for early childhood. This community service program uses the methods of **Participatory Action Research** and **Service Learning** to actively involve teachers in the competency development process. Program implementation includes joint needs assessment with partners, STEAM and pixel art workshops for teachers and students, progress evaluation through teacher assessments and student portfolios, and sharing results through open sources and professional networks. Pixel art is introduced through various methods, including paper-based, affordable imported toys, digital tools, and worksheets to support higher-order thinking skills. The results of the study show positive responses from participants, especially teachers, with a satisfaction rate of 92% for the delivery method, 82% for motivational skills, 83% for relevance to the field, 75% for the ability to answer questions, and 63% for the appearance of the slides used. Meanwhile, early childhood students were surveyed through interviews, with the results showing that they enjoyed doing STEAM pixel art activities. These findings indicate that the integration of STEAM and pixel art is effective in improving the competence of early childhood education teachers.*

**Keywords:** *Education for Sustainable Development*, Early Childhood Education (PAUD), Pixel art, SDG 4, STEAM

## 1. PENDAHULUAN

Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD) merupakan fondasi penting dalam pembentukan karakter dan kemampuan kognitif anak yang akan berdampak jangka panjang terhadap perkembangan mereka di masa depan (UNESCO, 2017). Dalam konteks global, pendidikan berkualitas menjadi salah satu prioritas utama yang tertuang dalam *Sustainable Development Goals (SDG)* ke-4, yang menekankan pentingnya memastikan pendidikan yang inklusif, berkualitas, dan merata untuk semua (United Nations, 2015). Namun, kenyataan di seluruh dunia menunjukkan beberapa masalah penting dalam menerapkan PAUD berkualitas tinggi. Lebih dari 175 juta anak usia dini di negara berpenghasilan rendah dan menengah tidak memiliki akses ke layanan PAUD, menurut data UNICEF (2021). Ada perbedaan yang mencolok antara negara maju dan berkembang. Pandemi COVID-19 menyebabkan sekolah di seluruh dunia ditutup, memengaruhi lebih dari 167 juta anak usia dini dan mengancam kemunduran pencapaian pembelajaran selama sepuluh tahun, memperparah ketimpangan ini (World Bank, 2021). Selain itu, kesenjangan digital muncul selama pandemi, anak-anak dari keluarga miskin dan daerah terpencil tidak memiliki akses ke pendidikan karena kekurangan konektivitas internet dan teknologi yang terbatas (OECD, 2020). Untuk mencapai tujuan tersebut, *Education for Sustainable Development (ESD)* menjadi kerangka kerja penting yang mengintegrasikan nilai-nilai keberlanjutan dalam praktik pendidikan sejak usia dini.

Pendekatan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) telah terbukti efektif dalam mengembangkan keterampilan abad ke-21 pada anak usia dini, termasuk kreativitas, pemecahan masalah, dan berpikir kritis (Maeda, 2013; Yakman & Lee, 2012). Integrasi seni dalam pembelajaran STEM tidak hanya meningkatkan keterlibatan siswa tetapi juga memfasilitasi pemahaman konsep yang lebih mendalam melalui eksplorasi kreatif (Quigley & Herro, 2016). *Pixel art*, sebagai salah satu bentuk ekspresi visual digital, menawarkan medium yang menarik dan

*accessible* untuk memperkenalkan konsep STEAM kepada anak usia dini dengan cara yang menyenangkan dan bermakna. Integrasi pendidikan STEAM ke dalam program pendidikan anak usia dini, terutama melalui media kreatif seperti seni piksel, dapat secara signifikan meningkatkan keterampilan kognitif dan kreatif anak-anak. Pendekatan ini mendorong pemahaman konsep sains dan matematika sambil mengembangkan kreativitas dan kemampuan pemecahan masalah pada anak-anak. Penelitian menunjukkan bahwa pengintegrasian pendidikan STEAM dapat secara efektif mengembangkan keterampilan berpikir kritis pada anak usia dini (Bureekhampun & Mungmee, 2020; Jaya et al., 2025). Berpartisipasi dalam aktivitas STEAM mendorong anak-anak untuk menjelajahi, menciptakan, dan menganalisis, yang mengarah pada pemahaman dan retensi konsep-konsep kompleks yang lebih mendalam (Munawar et al., 2020; Ma, 2023). Misalnya, aktivitas seperti membuat seni piksel dapat berfungsi sebagai platform yang kuat untuk memperkenalkan konsep-konsep pemrograman dasar dan pemikiran komputasional, yang esensial dalam dunia yang didorong oleh teknologi (Hasibuan et al., 2022). Namun demikian, implementasi pendekatan STEAM dalam konteks PAUD menghadapi berbagai tantangan, terutama terkait dengan kapasitas dan kompetensi guru. Banyak guru PAUD yang belum memiliki pemahaman yang memadai tentang bagaimana mengintegrasikan STEAM dalam pembelajaran sehari-hari (MacDonald et al., 2020). Oleh karena itu, pengembangan kapasitas guru menjadi kunci utama dalam memastikan keberhasilan implementasi pendekatan STEAM untuk mendukung pendidikan berkelanjutan yang berkualitas.

Program peningkatan kapasitas guru dalam mengintegrasikan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) dan pixel art untuk Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD) ini merupakan inovasi pedagogis yang merespons kebutuhan mendesak akan transformasi pembelajaran di era digital. Program ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengimplementasikan peningkatan kapasitas guru dalam mengintegrasikan STEAM dan pixel art untuk pendidikan anak usia dini yang berkualitas, inklusif, dan berkelanjutan. Berbeda dengan program pelatihan guru konvensional yang cenderung bersifat top-down dan teoretis, program ini didesain dengan pendekatan partisipatif berbasis co-creation yang melibatkan guru secara aktif sebagai agen perubahan dalam proses pembelajaran, pengembangan sumber daya pembelajaran, dan inovasi kurikulum (Darling-Hammond et al., 2017). Melalui kombinasi workshop intensif, dukungan pendampingan kelas (*classroom coaching*), refleksi kolaboratif, dan evaluasi berkelanjutan berbasis bukti (*evidence-based evaluation*), program ini berupaya untuk membekali guru dengan pengetahuan pedagogis, keterampilan teknis, mindset inovatif, dan sumber daya yang diperlukan untuk menciptakan pengalaman pembelajaran STEAM yang bermakna, kontekstual, dan developmentally appropriate bagi anak didik mereka.

Novelty utama program ini terletak pada integrasi *pixel art* sebagai medium pembelajaran STEAM yang unik dan belum banyak dieksplorasi dalam konteks PAUD, terutama di negara-negara berkembang seperti Indonesia. Pixel art, sebagai bentuk seni digital yang menggunakan grid atau kotak-kotak kecil berwarna untuk menciptakan gambar, menawarkan jembatan yang ideal antara pembelajaran abstrak STEAM dengan pengalaman konkret dan visual yang sesuai dengan karakteristik perkembangan kognitif anak usia dini (Piaget, 1952; Vygotsky, 1978). Melalui pixel art, anak-anak dapat mengeksplorasi konsep matematika seperti pola, simetri, geometri, dan koordinat kartesius secara visual dan manipulatif, mengembangkan pemikiran komputasional (*computational thinking*) melalui proses perencanaan, sequencing, dan *problem-solving*, melatih keterampilan motorik halus melalui aktivitas mewarnai dan menempel, serta mengekspresikan kreativitas artistik mereka dalam format digital yang relevan dengan kehidupan abad ke-21 (Brennan & Resnick, 2012; Resnick, 2017). Berbeda dengan coding atau robotika yang memerlukan perangkat teknologi canggih dan mahal, pixel art dapat diimplementasikan dengan sumber daya minimal menggunakan kertas

grid, krayon, stiker, atau aplikasi gratis seperti Piskel, sehingga sangat sesuai untuk konteks sekolah dengan keterbatasan infrastruktur teknologi.

## 2. Metode Penelitian

### Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan **Participatory Action Research (PAR)** yang dikombinasikan dengan Service Learning sebagai metode utama. PAR dipilih karena sifatnya yang kolaboratif dan memberdayakan, memungkinkan guru sebagai partisipan untuk terlibat aktif dalam seluruh proses penelitian mulai dari identifikasi masalah, perencanaan intervensi, implementasi, hingga refleksi dan evaluasi (Kemmis et al., 2014). Pendekatan Service Learning mengintegrasikan tujuan akademik dengan layanan masyarakat, sehingga program ini tidak hanya berfokus pada peningkatan pengetahuan teoritis tetapi juga pada aplikasi praktis dalam konteks nyata pembelajaran PAUD (Jacoby, 2015). Selain dilakukan kepada guru, setelah mengalami workshop dan pendampingan kepada guru maka dilakukan kepada siswa untuk pembelajaran mendalam dan bermakna.

### Komponen Implementasi Program

Program ini dirancang dengan komponen-komponen kunci yang terintegrasi untuk memastikan implementasi yang efektif dan berkelanjutan. Komponen-komponen tersebut meliputi:

- a. **Asesmen Kebutuhan Bersama Mitra:** Tahap awal program melibatkan asesmen mendalam tentang kebutuhan, kapasitas, dan konteks spesifik masing-masing lembaga PAUD mitra. Asesmen ini dilakukan secara kolaboratif dengan guru dan pengelola lembaga untuk memastikan program sesuai dengan kebutuhan nyata di lapangan.
- b. **Workshop STEAM dan Pixel art:** Serangkaian workshop dirancang untuk membekali guru dengan pemahaman konseptual dan keterampilan praktis dalam mengintegrasikan STEAM dan pixel art. Workshop mencakup teori pembelajaran STEAM, pengenalan pixel art sebagai medium pembelajaran, serta praktik langsung pembuatan aktivitas pembelajaran.
- c. **Dukungan Kelas:** Tim peneliti memberikan dukungan langsung kepada guru dalam implementasi aktivitas STEAM dan pixel art di kelas. Dukungan ini mencakup pendampingan, observasi, dan umpan balik konstruktif untuk membantu guru mengoptimalkan praktik pembelajaran mereka.
- d. **Evaluasi Kemajuan:** Evaluasi dilakukan secara berkelanjutan melalui asesmen terhadap guru dan portofolio siswa. Asesmen guru mencakup evaluasi pemahaman konsep, keterampilan implementasi, dan refleksi praktik. Portofolio siswa mendokumentasikan perkembangan keterampilan dan pemahaman anak melalui karya-karya yang dihasilkan.
- e. **Berbagi Hasil Melalui Sumber Terbuka dan Jaringan Profesional:** Hasil program didiseminasikan melalui berbagai platform terbuka dan jaringan profesional untuk memastikan keberlanjutan dan dampak yang lebih luas. Sumber daya pembelajaran yang dikembangkan dibagikan secara terbuka untuk dapat dimanfaatkan oleh komunitas pendidik yang lebih luas.

### Metode Pengenalan Pixel art

Pixel art diperkenalkan kepada anak usia dini melalui berbagai metode yang disesuaikan dengan tahap perkembangan dan aksesibilitas. Metode-metode tersebut meliputi:

- a. **Metode Berbasis Kertas:** Menggunakan lembar kerja dengan grid yang memungkinkan anak untuk membuat desain pixel secara manual dengan mewarnai kotak-kotak. Metode ini paling *accessible* dan tidak memerlukan teknologi khusus, sehingga dapat diterapkan di berbagai setting.



**Gambar. 1** *pixel art* menggunakan kertas (dok. Pribadi)

Pada gambar 1, siswa dapat menggambar secara manual dengan warna yang disukai sesuai dengan pola dan urutan yang kemudaiian dapat menghasilkan. Berbagai pola dan urutan dari steam ini yang melatihnkan anak usia dini dengan baik.

- b. **Mainan Impor dengan Harga Terjangkau:** Menggunakan blok pixel atau mainan konstruksi yang memungkinkan anak untuk membuat desain tiga dimensi. Mainan ini dipilih dengan mempertimbangkan aksesibilitas harga sehingga dapat dijangkau oleh berbagai lembaga PAUD.



**Gambar 2.** Mainan impor untuk melakukan aktivitas steam *pixel art*

- c. **Alat Digital:** Untuk lembaga yang memiliki akses teknologi, pixel art diperkenalkan melalui aplikasi dan perangkat lunak sederhana yang ramah anak. Pendekatan digital ini memperkenalkan anak pada literasi teknologi dasar sambil mengembangkan kreativitas mereka. Aplikasi digital dapat memanfaatkan web dengan url : <https://www.pixilart.com>
- d. **Lembar Kerja dan Rubrik Penilaian:** Dikembangkan lembar kerja terstruktur dan rubrik penilaian yang mendukung pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Instrumen ini membantu guru dalam memfasilitasi pembelajaran yang tidak hanya fokus pada produk akhir tetapi juga pada proses berpikir dan kreativitas anak.

### **Partisipan dan Setting Penelitian**

Program ini melibatkan guru-guru PAUD dari lembaga mitra di wilayah Kab. Bandung. Partisipan dipilih berdasarkan kesediaan untuk terlibat aktif dalam program pengembangan kapasitas dan komitmen untuk mengimplementasikan pendekatan STEAM dalam pembelajaran. Setting penelitian mencakup berbagai konteks aktivitas dan kemudian didampingi untuk implentasi pelaksanaan kepada siswa anak usia dini.

### **Instrumen dan Teknik Pengumpulan Data**

Data dikumpulkan melalui berbagai instrumen untuk memastikan triangulasi dan validitas. Instrumen yang digunakan meliputi kuesioner untuk mengukur persepsi dan kepuasan peserta terhadap berbagai aspek program, observasi kelas untuk mendokumentasikan praktik pembelajaran, portofolio siswa untuk menilai perkembangan keterampilan anak, dan refleksi guru untuk menangkap pembelajaran dan perubahan praktik. Khusus untuk evaluasi program, dikembangkan kuesioner dengan skala Likert untuk mengukur lima dimensi kualitas program yaitu

metode penyampaian, kemampuan memotivasi, relevansi dengan bidang, kemampuan menjawab pertanyaan, dan kualitas tampilan presentasi. Teknik wawancara dilakukan saat pelaksanaan implementasi kepada siswa.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### Pelaksanaan

Pelaksanaan dilakukan oleh beberapa orang praktisi yang memberikan materi dan pelatihan kepada guru guru. Berikut gambar 3 merupakan Kumpulan gambar dalam satu frame untuk memvisualisasikan proses aktivitas steam pixel art pada guru.



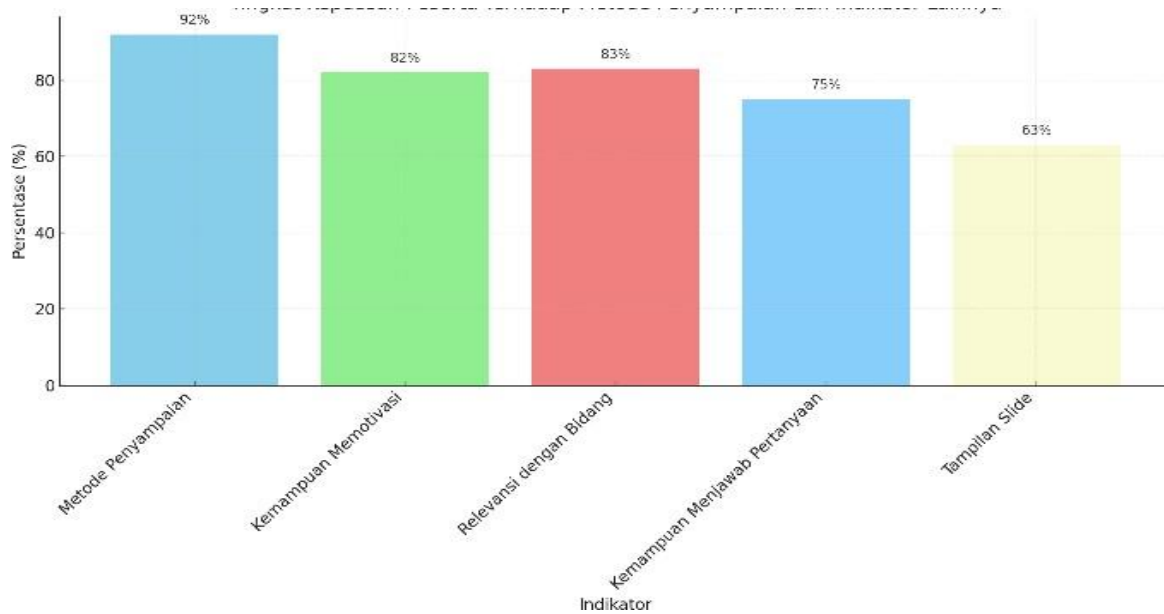
**Gambar 3.** Aktivitas guru dalam melaksanakan STEAM *pixel art*

Pada Gambar 3. Foto menunjukkan proses *hands-on* dimana peserta membuat karya pixel art menggunakan kertas berwarna. Workshop ini berhasil mengintegrasikan konsep STEAM dengan metode yang menyenangkan dan aplikatif untuk pendidikan anak usia dini. Hal ini merupakan bagian dari pembelajaran abad 21 yang memadukan teknologi dan seni dengan cara yang sangat sesuai untuk anak usia dini - konkret, visual, dan menyenangkan.

#### Hasil dan Pembahasan Pengabdian Kepada Masyarakat

Evaluasi program menunjukkan hasil yang sangat positif dengan tingkat kepuasan yang tinggi dari peserta pada berbagai aspek program. Berikut Gambar 4 merupakan tingkat kepuasan terhadap metode penyampaian beserta indikator, sebagai berikut:





**Gambar 4.** Charta Tingkat kepuasan peserta workshop (guru) terhadap metode aktivitas yang dilakukan pada workshop steam *pixel art*

Hasil evaluasi secara rinci adalah sebagai berikut: (1) Metode penyampaian materi mencapai tingkat kepuasan 92%, menunjukkan bahwa pendekatan workshop yang interaktif dan hands-on sangat efektif dalam memfasilitasi pembelajaran guru; (2) Kemampuan program dalam memotivasi peserta mencapai 82%, mengindikasikan bahwa program berhasil membangkitkan antusiasme dan motivasi guru untuk mengimplementasikan pendekatan STEAM; (3) Relevansi materi program dengan bidang kerja peserta mencapai 83%, menunjukkan bahwa konten program sangat sesuai dengan kebutuhan praktis guru PAUD; (4) Kemampuan fasilitator dalam menjawab pertanyaan dan memberikan klarifikasi mencapai 75%, mencerminkan penguasaan materi yang baik meskipun masih ada ruang untuk peningkatan; dan (5) Kualitas tampilan slide dan media presentasi yang digunakan mencapai 63%, menunjukkan aspek ini masih dapat ditingkatkan untuk mendukung penyampaian materi yang lebih efektif.

Adapun beberapa pekan setelah melakukan workshop kepada guru maka dilanjutkan kepada siswa usia dini yang merupakan siswa dari Pendidikan anak usia dini.



(a)



(b)

**Gambar 5.** (a) steam pixel art melalui : Grid Paper & Pensil, (b) siswa sedang melakukan aktivitas dengan balok pixel 3D

Berdasarkan Gambar 5 Pembelajaran Pixel Art STEAM dapat dilakukan dengan berbagai media, yang masing-masing memiliki fitur dan manfaat pedagogis yang unik. Dari dokumentasi kegiatan, dua pendekatan utama yang ditemukan untuk pembelajaran pixel art untuk anak usia dini. (a) Aktivitas menggunakan **kertas bergaris kotak (grid paper)** sebagai media pembelajaran, dimana anak-anak mewarnai kotak-kotak pada kertas sesuai pola yang telah ditentukan menggunakan pensil warna atau crayon. Dalam aktivitas ini, guru mendampingi secara langsung dan membimbing anak dalam proses mewarnai setiap pixel secara bertahap. Metode ini sejalan dengan pendekatan konstruktivisme dalam pembelajaran anak usia dini yang menekankan pentingnya scaffolding dari guru dalam membantu anak membangun pemahaman konsep secara bertahap (Vygotsky, 1978). Penggunaan grid paper memberikan struktur visual yang jelas bagi anak untuk memahami konsep koordinat dan pola, sekaligus melatih kemampuan motorik halus melalui aktivitas mewarnai dalam batas-batas kotak yang telah ditentukan. Metode ini juga memungkinkan hasil karya anak menjadi permanen dan dapat dijadikan sebagai portofolio perkembangan anak. (b) menggunakan **balok kubus warna-warni (pixel blocks/mosaic cubes)** yang merupakan manipulatif tiga dimensi. Dalam aktivitas ini, anak menyusun balok-balok kecil berwarna sesuai pola template yang disediakan untuk membentuk gambar pixel art secara tiga dimensi. Papert (1980) dalam teorinya tentang konstruksionisme menekankan bahwa anak belajar paling efektif ketika mereka secara aktif membangun sesuatu yang bermakna bagi mereka, dan manipulatif konkret seperti balok pixel memberikan pengalaman belajar yang kaya akan eksplorasi sensorimotor. Metode ini memberikan fleksibilitas yang lebih tinggi karena balok dapat dibongkar-pasang berulang kali, memungkinkan anak untuk melakukan trial and error tanpa rasa takut membuat kesalahan, yang menurut Dweck (2006) merupakan aspek penting dalam mengembangkan growth mindset pada anak.

Integrasi kedua metode dalam pembelajaran STEAM Pixel Art dapat memberikan pengalaman belajar yang optimal dan komprehensif bagi anak usia dini. Pembelajaran dapat dirancang secara bertahap, dimulai dengan eksplorasi bebas menggunakan balok pixel untuk membangun familiaritas dan kepercayaan diri anak, dilanjutkan dengan aktivitas grid paper untuk melatih presisi dan dokumentasi hasil karya, dan dapat diperluas ke aplikasi digital pixel art untuk pengenalan teknologi. Pendekatan multi-modal ini mendukung prinsip Universal Design for Learning (CAST, 2018) yang menekankan pentingnya menyediakan multiple means of representation, expression, dan engagement dalam pembelajaran untuk mengakomodasi keberagaman gaya belajar anak.

### **Pembahasan**

Tingginya tingkat kepuasan terhadap metode penyampaian (92%) mengkonfirmasi pentingnya pendekatan pembelajaran aktif dan experiential learning dalam pengembangan profesional guru (Kolb, 2014). Pendekatan workshop yang tidak hanya bersifat teoretis tetapi juga memberikan kesempatan praktik langsung terbukti efektif dalam memfasilitasi pembelajaran bermakna. Hal ini sejalan dengan prinsip-prinsip andragogi yang menekankan pentingnya relevansi, pengalaman, dan aplikasi praktis dalam pembelajaran orang dewasa (Knowles et al., 2015).

Kemampuan program dalam memotivasi peserta (82%) dan tingginya relevansi materi (83%) menunjukkan bahwa program berhasil memenuhi kebutuhan nyata guru di lapangan. Motivasi merupakan faktor kunci dalam perubahan praktik pembelajaran, dan temuan ini mengindikasikan



bahwa guru melihat nilai praktis dari pendekatan STEAM dan pixel art dalam konteks pembelajaran mereka (Ryan & Deci, 2000). Integrasi seni dalam STEM tidak hanya membuat pembelajaran lebih menarik tetapi juga lebih relevan dengan karakteristik pembelajaran anak usia dini yang holistik dan bermain (Henriksen, 2017).

Aspek kemampuan menjawab pertanyaan (75%) dan tampilan slide (63%) menunjukkan area yang perlu ditingkatkan dalam iterasi program berikutnya. Meskipun masih dalam kategori baik, peningkatan dalam aspek-aspek ini dapat lebih mengoptimalkan pengalaman belajar peserta. Perbaikan dalam desain visual presentasi dan pengembangan kapasitas fasilitator dalam merespons pertanyaan yang lebih kompleks perlu menjadi fokus pengembangan program berkelanjutan.

Penggunaan berbagai metode pengenalan pixel art (berbasis kertas, mainan, digital, dan lembar kerja) memungkinkan adaptasi program sesuai dengan konteks dan sumber daya yang tersedia di masing-masing lembaga. Fleksibilitas ini penting untuk memastikan inklusivitas dan keberlanjutan program, terutama mengingat keragaman kondisi lembaga PAUD di Indonesia (Hapsari et al., 2020). Pendekatan multi-modal ini juga mendukung pembelajaran yang diferensiasi dan responsif terhadap keberagaman gaya belajar anak.

Integrasi rubrik penilaian dan lembar kerja yang mendukung keterampilan berpikir tingkat tinggi mencerminkan komitmen program terhadap pembelajaran yang tidak hanya fokus pada keterampilan teknis tetapi juga pada pengembangan kognitif yang lebih mendalam. Hal ini sejalan dengan kerangka Bloom yang menekankan pentingnya mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi seperti menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta sejak usia dini (Anderson & Krathwohl, 2001).

Pendekatan *Participatory Action Research* dan *Service Learning* yang digunakan dalam program ini terbukti efektif dalam menciptakan pembelajaran yang bermakna dan berkelanjutan. Keterlibatan aktif guru dalam seluruh proses, dari identifikasi kebutuhan hingga refleksi dan evaluasi, menciptakan sense of ownership yang penting untuk keberlanjutan implementasi (Kindon et al., 2007). Lebih lanjut, pendekatan ini juga memfasilitasi pembangunan komunitas praktik di antara guru-guru PAUD yang berpartisipasi, yang dapat menjadi sumber dukungan berkelanjutan dalam implementasi pendekatan STEAM.

Dalam konteks yang lebih luas, program ini memberikan kontribusi signifikan terhadap pencapaian SDG 4 tentang pendidikan berkualitas dengan membekali guru dengan kompetensi yang diperlukan untuk menciptakan pengalaman pembelajaran yang inovatif, inklusif, dan bermakna. Integrasi perspektif ESD dalam program juga memastikan bahwa pembelajaran tidak hanya fokus pada penguasaan konten tetapi juga pada pengembangan nilai-nilai dan keterampilan yang diperlukan untuk pembangunan berkelanjutan (UNESCO, 2017).

#### **4. Simpulan**

Program pengembangan kapasitas guru dalam mengintegrasikan STEAM dan pixel art untuk pendidikan anak usia dini yang berkualitas telah menunjukkan hasil yang sangat positif. Tingginya tingkat kepuasan peserta terhadap berbagai aspek program, khususnya metode penyampaian (92%), kemampuan memotivasi (82%), dan relevansi materi (83%), mengindikasikan bahwa program berhasil memenuhi kebutuhan guru dan efektif dalam meningkatkan kapasitas mereka. Pendekatan

Participatory Action Research dan Service Learning terbukti tepat dalam menciptakan pembelajaran yang bermakna, kolaboratif, dan berkelanjutan.

Penggunaan *pixel art* sebagai medium untuk mengintegrasikan STEAM dalam pembelajaran anak usia dini menawarkan pendekatan yang inovatif, accessible, dan menarik. Fleksibilitas metode implementasi, dari berbasis kertas hingga digital, memungkinkan adaptasi program dalam berbagai konteks dan sumber daya, sehingga meningkatkan inklusivitas dan keberlanjutan. Integrasi rubrik penilaian dan lembar kerja yang mendukung keterampilan berpikir tingkat tinggi memastikan bahwa pembelajaran tidak hanya fokus pada aspek teknis tetapi juga pada pengembangan kognitif yang mendalam. Hasil penelitian ini memiliki implikasi praktis yang signifikan untuk pengembangan profesional guru PAUD. Pertama, pendekatan workshop yang interaktif dan *hands-on* harus menjadi model standar dalam program pengembangan guru. Kedua, pentingnya menyediakan beragam metode dan sumber daya yang dapat diadaptasi sesuai konteks lokal untuk memastikan inklusivitas. Ketiga, perlunya membangun sistem dukungan berkelanjutan melalui komunitas praktik dan jaringan profesional untuk memfasilitasi implementasi jangka panjang.

### Rekomendasi

Berdasarkan temuan penelitian, beberapa rekomendasi diajukan untuk pengembangan program ke depan:

- a. Peningkatan kualitas desain visual presentasi dan media pembelajaran untuk mendukung penyampaian materi yang lebih efektif.
- b. Pengembangan kapasitas fasilitator dalam merespons pertanyaan kompleks dan memfasilitasi diskusi mendalam.
- c. Perluasan program ke lebih banyak lembaga PAUD untuk meningkatkan dampak dan kontribusi terhadap pencapaian SDG 4.
- d. Pengembangan platform berbagi sumber daya terbuka yang lebih terstruktur untuk memfasilitasi diseminasi dan kolaborasi yang lebih luas.
- e. Pelaksanaan studi longitudinal untuk mengevaluasi dampak jangka panjang program terhadap praktik pembelajaran guru dan perkembangan anak.

Program ini menunjukkan bahwa dengan dukungan yang tepat, guru PAUD dapat menjadi agen perubahan yang efektif dalam mengimplementasikan pendekatan pembelajaran inovatif yang mendukung pendidikan berkelanjutan yang berkualitas. Komitmen berkelanjutan dari berbagai pemangku kepentingan diperlukan untuk memastikan keberlanjutan dan perluasan dampak program ini.

### Referensi

- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. New York: Longman.
- Bureekhampun, S. and MUNGMEE, T. (2020). Steam education for preschool students: patterns, activity designs and effects. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 8(3), 1201-1212. <https://doi.org/10.17478/jegys.775835>
- Bers, M. U. (2018). *Coding as a Playground: Programming and Computational Thinking in the Early Childhood Classroom*. Routledge.
- Brennan, K., & Resnick, M. (2012). *New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking*. Paper presented at the 2012 Annual Meeting of the American Educational Research Association, Vancouver, Canada. <http://scratched.gse.harvard.edu/ct/files/AERA2012.pdf>

- CAST. (2018). *Universal Design for Learning Guidelines version 2.2*. Retrieved from <http://udlguidelines.cast.org>
- Darling-Hammond, L., Hyler, M. E., & Gardner, M. (2017). *Effective teacher professional development*. Learning Policy Institute. <https://doi.org/10.54300/122.311>
- Dweck, C. S. (2006). *Mindset: The new psychology of success*. New York: Random House.
- Hapsari, H. H., Wibowo, U. B., & Lukas, S. (2020). Challenges in implementing quality early childhood education in Indonesia. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 9(3), 654-661.
- Hasibuan, R., Fitri, R., & Dewi, U. (2022). Steam-based learning media: assisting in developing children's skills. *Jurnal Obsesi : Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 6(6), 6863-6876. <https://doi.org/10.31004/obsesi.v6i6.3560>
- Henriksen, D. (2017). Creating STEAM with design thinking: Beyond STEM and arts integration. *The STEAM Journal*, 3(1), 1-11.
- Jacoby, B. (2015). *Service-learning essentials: Questions, answers, and lessons learned*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Jaya, A. F., Marli'ah, S., & Apriliyan, F. N. (2025). Implementasi pembelajaran steam dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis pada anak usia dini. *At-THUFULY : Jurnal Pendidikan Islam Anak Usia Dini*, 5(1), 1-6. <https://doi.org/10.37812/atthufuly.v5i1.1589>
- Kemendikbudristek. (2022). *Capain Pembelajaran Anak Usia Dini*.
- Kemmis, S., McTaggart, R., & Nixon, R. (2014). *The action research planner: Doing critical participatory action research*. Singapore: Springer.
- Kindon, S., Pain, R., & Kesby, M. (2007). *Participatory action research approaches and methods: Connecting people, participation and place*. London: Routledge.
- Knowles, M. S., Holton III, E. F., & Swanson, R. A. (2015). *The adult learner: The definitive classic in adult education and human resource development* (8th ed.). London: Routledge.
- Kolb, D. A. (2014). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development* (2nd ed.). New Jersey: Pearson Education.
- Ma, G. (2023). Curriculum development of future kindergarten science education integration based on steam concept. *Curriculum and Teaching Methodology*, 6(21). <https://doi.org/10.23977/curtm.2023.062108>
- MacDonald, A., Huser, C., Sikder, S., & Danaia, L. (2020). Effective early childhood STEM education: Findings from the Little Scientists evaluation. *Early Childhood Education Journal*, 48(3), 353-363.
- Maeda, J. (2013). STEM and Art = STEAM. *The STEAM Journal*, 1(1), 1-3.
- Munawar, M., Roshayanti, F., & Sugiyanti, S. (2020). Steam-based learning through magnetic book: efforts to introduce science inquiry for early children. *Proceedings of the 2nd International Conference on Education and Social Science Research (ICESRE 2019)*. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.200318.032>
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. Basic Books.
- Piaget, J. (1952). *The origins of intelligence in children*. International Universities Press. <https://doi.org/10.1037/11494-000>
- Quigley, C. F., & Herro, D. (2016). Finding the joy in the unknown: Implementation of STEAM teaching practices in middle school science and math classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(3), 410-426.
- Resnick, M. (2017). *Lifelong kindergarten: Cultivating creativity through projects, passion, peers, and play*. MIT Press.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68-78.
- UNESCO. (2017). *Education for Sustainable Development Goals: Learning objectives*. Paris: UNESCO.
- United Nations. (2015). *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development*. New York: United Nations.

- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press.
- World Bank. (2021). *COVID-19 impact on early childhood education: Learning losses and recovery strategies*. World Bank Group. <https://www.worldbank.org/en/topic/education>
- Yakman, G., & Lee, H. (2012). Exploring the exemplary STEAM education in the U.S. as a practical educational framework for Korea. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(6), 1072-1086.