INDONESIAN MATHEMATICS EDUCATION JOURNAL

Indonesian Mathematics Education Journal (2025), Vol 2, No 2
*https://imej.iainponorogo.ac.id*

# TINJAUAN LITERATUR SISTEMATIS: IMPLEMENTASI PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS *STEAM* DENGAN MEDIA *4DFRAME* UNTUK MENINGKATKAN KREATIVITAS SISWA

Muhammad Rizqi Saputra[1], Mega Melinda Ayu Pratiwi[2], Zahra Nugraheni[3*], Fitria Sulistyowati[5]
[1,2,3]UIN Kiai Ageng Muhammad Besari Ponorogo, [4]Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa
m.r.saputra039@gmail.com

***Abstract***

*This study aims to determine the impact of implementing STEAM-based mathematics learning using 4Dframe media on students' creative thinking skills. The method used in this study is a Systematic Literature Review (SLR) to identify, assess, and interpret all available research evidence. From the search strategy using specific keywords, 34 articles were found, which were then selected in stages and systematically through inclusion and exclusion criteria, leaving 7 of the most relevant articles for analysis. The results of this study show that the integration of 4Dframe into the STEAM approach is effective in enhancing students' creativity, as demonstrated by: (1) students becoming more active, enthusiastic, and able to produce diverse product designs such as gates, gardens, robots, and geometric structures, and (2) a significant improvement in learning outcomes, as shown by the increase in average scores and student completion percentages in several case studies.*

***Keywords** : 4Dframe, creativity, math learning, STEAM*

**Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dampak implementasi pembelajaran matematika berbasis STEAM dengan media 4Dframe terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Systematic Literature Review* (SLR) untuk mengidentifikasi, menilai, dan menafsirkan semua bukti penelitian yang tersedia. Dari hasil pencarian menggunakan kata kunci spesifik, ditemukan sebanyak 34 artikel, yang kemudian diseleksi secara bertahap dan sistematis melalui kriteria inklusi dan eksklusi hingga menyisakan tujuh artikel yang paling relevan untuk dianalisis. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi 4Dframe dalam pendekatan STEAM terbukti efektif dalam meningkatkan kreativitas siswa, yang ditunjukkan oleh: (1) siswa menjadi lebih aktif, antusias, dan mampu menghasilkan desain produk yang beragam seperti gerbang, taman, robot, dan struktur geometris, (2) adanya peningkatan hasil belajar secara signifikan, seperti yang ditunjukkan oleh peningkatan rata-rata nilai dan persentase ketuntasan siswa dalam beberapa studi kasus.

**Kata Kunci***:* 4Dframe, kreativitas, pembelajaran matematika, STEAM

## PENDAHULUAN

Di era Revolusi Industri 4.0, penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi menjadi krusial. Sejalan dengan tujuan pendidikan nasional, sebagaimana tercantum dalam

Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional Pasal 3, pendidikan bertujuan untuk mengembangkan potensi siswa agar menjadi manusia yang beriman, bertakwa, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, serta menjadi warga negara yang demokratis dan bertanggung jawab. Pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) telah menjadi tren pendidikan abad ke-21 yang interdisipliner dan penting bagi masa depan bangsa (Gülhan & Sahin, 2018). Namun, STEM sering dianggap membosankan oleh siswa (Stroud & Baines, 2019). Oleh karena itu, penambahan unsur Seni (*Art*) untuk membentuk pendekatan STEAM diyakini dapat membuat pembelajaran lebih menyenangkan. STEAM merupakan pendekatan multidisiplin yang mengintegrasikan seni (mencakup estetika, ergonomi, hingga aspek budaya) untuk menjadikan pembelajaran lebih relevan dengan perkembangan kehidupan manusia yang dinamis (Mu'minah, 2020; Razi & Zhou, 2022).

Pembelajaran dengan pendekatan STEAM melibatkan siswa secara aktif, melibatkan aktivitas praktik, dan diarahkan pada situasi nyata. Selain itu, pembelajaran STEAM dapat mengarahkan siswa untuk mengembangkan kemampuan berpikir kreatif, kemampuan memecahkan masalah, dan kemudahan dalam berkolaborasi (Mufida et al., 2020). Namun demikian, STEAM juga memiliki kelemahan. Salah satu kendala dalam penerapan STEAM adalah minimnya model dan alat pembelajaran berbasis STEAM. Aprilia (2022) menyatakan bahwa masih banyak pendidik yang bingung dalam mengimplementasikan STEAM pada pembelajaran. Oleh karena itu, penelitian ini mengeksplorasi 4Dframe sebagai media pembelajaran berbasis STEAM.

4Dframe, yang diciptakan oleh insinyur Korea Hogul Park, adalah perangkat edukatif yang dirancang untuk mengintegrasikan sains, teknologi, teknik, seni, dan matematika (STEAM) guna membantu siswa mengembangkan kreativitas serta imajinasi (Lavicza et al., 2018). Dapat digunakan baik secara individu maupun kelompok, 4Dframe tidak hanya berfungsi sebagai bahan struktural tetapi juga dapat terhubung dengan perangkat lunak untuk memvisualisasikan model matematika. Hal ini memungkinkan siswa untuk mempelajari berbagai topik interdisipliner, seperti seni, arsitektur, dan isu sosial secara aktif dan menyenangkan melalui pendekatan pembelajaran berbasis fenomena. Pendekatan ini terbukti efektif karena mendorong siswa untuk mengkaji suatu materi dari berbagai sudut pandang disiplin ilmu (Fenyvesi et al., 2016; Howlett et al., 2016; MacLeod & Van Der Veen, 2020).

Di era Revolusi Industri 4.0, penguasaan disiplin ilmu seperti sains dan matematika menjadi fundamental, sehingga sekolah perlu fokus pada topik relevan seperti big data dan TIK (Teknologi Informasi dan Komunikasi). Implikasinya, pendidikan memerlukan pendekatan baru yang berpusat pada siswa untuk mengembangkan kemampuan krusial seperti berpikir kreatif, analitis, dan kolaboratif. Kemampuan berpikir kreatif sangat penting bagi siswa untuk menghasilkan ide-ide inovatif, namun sayangnya berbagai studi menunjukkan bahwa kemampuan ini masih tergolong rendah di Indonesia (Nurhanifah, 2022; Rozi & Afriansyah, 2022; Sari & Afriansyah, 2022). Rendahnya kemampuan ini juga

tecermin dari peringkat performa sains Indonesia yang rendah, yaitu ke-70 dari 78 negara, pada studi PISA 2019 (OECD, 2019).

Data PISA tersebut menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kreatif siswa masih belum optimal. Realita di dunia pendidikan Indonesia memperlihatkan bahwa kemampuan berpikir kreatif siswa masih sangat rendah, yang diyakini disebabkan oleh kurangnya upaya pendidik dalam mengeksplorasi pengetahuan dan pemahaman siswa tentang berpikir kreatif serta tidak memberikan motivasi belajar yang cukup (Purwadhi, 2019). Siswa yang tidak termotivasi untuk belajar karena kesulitan memahami pelajaran dari pendidik akan mengalami penurunan kemampuan berpikir kreatif (Mesra et al., 2023). Penurunan motivasi dan kemampuan berpikir siswa disebabkan oleh proses pembelajaran yang terlalu menekankan pada pemahaman konsep, prinsip, dan teori, tanpa membekali siswa dengan kemampuan berpikir kreatif (Darling-Hammond et al., 2020; Rahmawati et al., 2019).

Berpikir kreatif merupakan kemampuan penting yang harus dimiliki seseorang (Pangestu & Yunianta, 2019; Wulandari et al., 2020). Aspek-aspek yang digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir kreatif meliputi kelancaran (*fluency*), keluwesan (*flexibility*), kebaruan (*originality*), dan elaborasi (Mashitoh et al., 2021; Rohman et al., 2021; Ulinnuha & Rochmad, 2021). Kreativitas adalah bidang riset yang terus berkembang dan kini juga menarik perhatian pembuat kebijakan pendidikan, pemimpin bisnis, dan pejabat pemerintah (Beghetto & Kaufman, 2013). Hal ini karena kreativitas dianggap sebagai salah satu cara terbaik untuk mempersiapkan generasi muda menghadapi masa depan yang tidak pasti, terutama di era digital, sehingga mendorong potensi kreativitas di dunia pendidikan telah menjadi tujuan prioritas yang belum sepenuhnya tercapai (Beghetto & Kaufman, 2014).

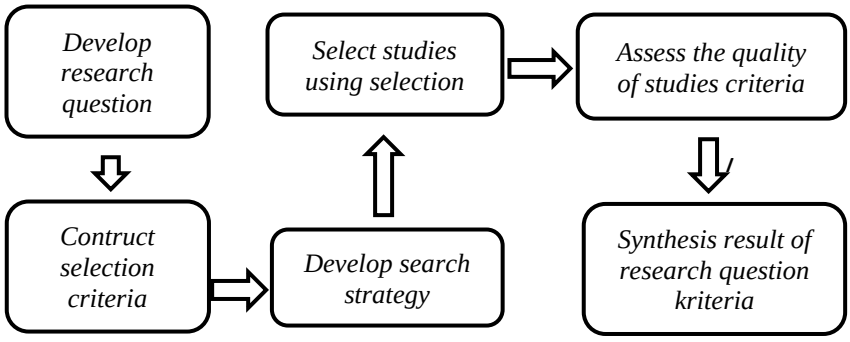
Dalam semangat interaksi ini, Runco & Sakamoto (1999) juga menjelaskan bahwa dimensi perilaku manusia ini tampaknya dipengaruhi oleh berbagai pengalaman perkembangan, sosial, dan pendidikan, yang muncul dalam berbagai bentuk di berbagai domain. Cara lain untuk menafsirkan kreativitas adalah dengan memusatkan perhatian pada tingkat ekspresinya. Dalam hal ini, Beghetto & Kaufman (2013) mengusulkan model "empat C" untuk menggambarkan tingkatan kreativitas, yaitu: (1) *Mini-C* atau kreativitas interpretatif, misalnya saat seorang siswa menyelesaikan soal matematika dengan cara berbeda dari contoh di kelas; (2) *Little-C* atau kreativitas sehari-hari, seperti mengembangkan proyek lokal untuk mengatasi hama ulat bulu; (3) *Pro-C* atau kreativitas profesional, contohnya ide tentang pembelajaran kelas terbalik yang dikembangkan oleh Aaron Sams dan Jonathan Bergmann; dan (4) *Big-C* atau kreativitas legendaris, misalnya pendekatan pendidikan yang pertama kali dikembangkan oleh Maria Montessori.

Berdasarkan pemaparan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dampak implementasi pembelajaran matematika berbasis STEAM dengan media 4Dframe terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa pada pembelajaran matematika. Hasil tinjauan literatur ini diharapkan dapat membantu meningkatkan kualitas pendidikan di Indonesia

dengan menciptakan pembelajaran matematika yang menarik, inovatif, dan berpotensi besar dalam memberdayakan kemampuan berpikir kreatif siswa, khususnya di tingkat sekolah.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metodologi *Systematic Literature Review* (SLR) untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan menginterpretasi bukti riset relevan secara sistematis (Durach et al., 2017). Prosesnya mengikuti tiga tahap utama, diawali dengan perencanaan, di mana protokol tinjauan dirancang untuk menetapkan pertanyaan penelitian, strategi pencarian, serta kriteria inklusi dan eksklusi guna menjaga fokus dan meminimalkan bias. Tahap kedua adalah pelaksanaan, yang meliputi pencarian sistematis pada basis data daring untuk artikel jurnal terkait pembelajaran matematika dengan pendekatan STEAM dan 4Dframe. Artikel yang terpilih kemudian dievaluasi kualitasnya secara cermat sebelum data diekstraksi dan disintesis. Tahap akhir adalah pelaporan, di mana temuan disajikan, diinterpretasikan dalam pembahasan, dan dirangkum dalam kesimpulan.




**Gambar 1.** Prosedur *Systematic Literature Review* (Zawacki-Richter et al., 2020)

### 1. *Research Question (Pertanyaan penelitian)*

Perumusan pertanyaan penelitian (*research question*) dalam kajian ini mengacu pada kerangka kerja PICOC. Kerangka ini, yang merupakan akronim dari *Population* (Populasi), *Intervention* (Intervensi), *Comparison* (Perbandingan), *Outcomes* (Hasil), dan *Context* (Konteks), digunakan sebagai alat bantu untuk memastikan pertanyaan yang dirumuskan bersifat spesifik dan terfokus. Gambar 1. menunjukkan struktur PICOC dari pertanyaan penelitian tentang Tinjauan Literatur Sistematis: Bagaimana dampak implementasi pembelajaran matematika berbasis STEAM dengan media 4Dframe terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa.

### 2. *Study Selection (Pemilihan Studi)*

Studi yang terpilih untuk dianalisis lebih lanjut adalah yang memenuhi keseluruhan kriteria inklusi sebagai berikut:

a. Data yang digunakan hanya berhubungan dengan pembelajaran matematika;

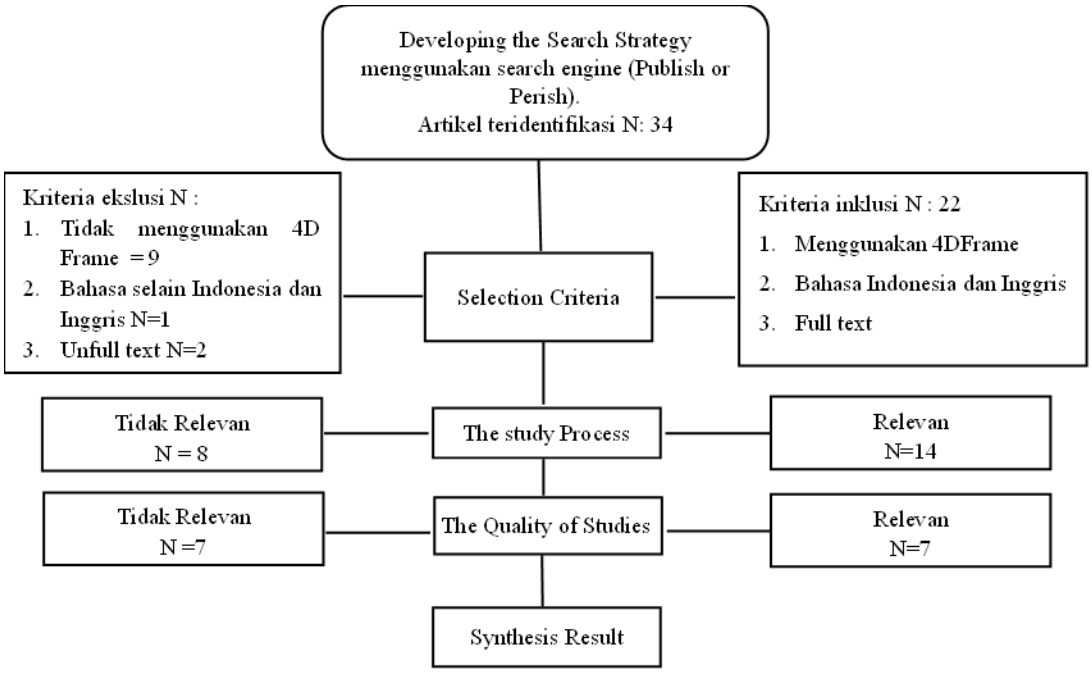
b. Studi yang membahas tentang penggunaan media 4Dframe dalam proses pembelajaran khususnya pada pembelajaran matematika dan STEAM;

c. Menyebutkan hasil belajar terkait kreativitas, berpikir kreatif, inovasi, ide orisinil siswa;

d. Publikasi (2000-2025).

### 3. *Developing the Search Strategy*

Strategi pencarian literatur dalam SLR ini meliputi perumusan *search string* dan pelaksanaan pencarian sistematis. Untuk memastikan cakupan literatur yang luas dan beragam, penelitian ini memanfaatkan basis data *Google Scholar*. Proses pencarian ini dieksekusi dengan bantuan perangkat lunak Publish or Perish untuk mengidentifikasi publikasi relevan secara efisien guna menjawab pertanyaan penelitian (*Research Question*) yang telah dirumuskan.




**Gambar 2.** *Flow Diagram Systematic Literature Review*

### 4. *The Study Selection Process*

Seleksi awal studi dilakukan melalui peninjauan judul dan abstrak dari setiap artikel. Evaluasi pada tahap ini berfokus untuk menentukan relevansi setiap temuan dengan kriteria inklusi yang telah ditetapkan (Zawacki-Richter et al., 2020).

### 5. *Appraising the Quality of Studies*

Kualitas dari setiap studi yang terpilih dalam SLR ini dievaluasi secara sistematis. Evaluasi tersebut didasarkan pada daftar periksa (*checklist*) yang berisi sejumlah pertanyaan penilaian kualitas sebagai berikut:

QA1 : Apakah pada jurnal menuliskan masalah penelitian yang relevan dengan penelitian ini?

QA2 : Apakah pada jurnal menggunakan pendekatan STEAM dengan media 4Dframe tepat digunakan dalam pembelajaran matematika?

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelitian

#### 1. *Developing the Search Strategy*

Proses pencarian artikel dilakukan di *Google Scholar* melalui aplikasi *Publish or Perish* (PoP) dalam dua tahap. Tahap pertama menggunakan kombinasi kata kunci berbahasa Inggris yang mencakup: ("4Dframe" OR "4D Frame") AND ("STEAM education" OR "STEM to STEAM" OR "STEAM approach" OR "STEAM learning") AND ("creativity" OR "student creativity" OR "creative thinking") AND ("math learning" OR "mathematics learning") AND ("integration" OR "implementation" OR "application" OR "use in classroom"). Pencarian ini menghasilkan 30 artikel, namun teridentifikasi bahwa studi yang sangat spesifik masih terbatas. Untuk memperluas cakupan, pencarian kedua dilakukan dengan menambahkan padanan kata kunci dalam Bahasa Indonesia, Adapun kata kunci pada pencarian kedua adalah: ("4Dframe" OR "4D Frame") AND ("pendidikan STEAM" OR "STEM ke STEAM" OR "pendekatan STEAM" OR "pembelajaran STEAM") AND ("kreativitas" OR "kreativitas siswa" OR "berpikir kreatif") AND ("pembelajaran matematika" OR "belajar matematika") AND ("integrasi" OR "implementasi" OR "penerapan" OR "penggunaan di kelas") yang berhasil menambahkan empat artikel, sehingga total terkumpul menjadi 34 artikel. Meskipun demikian, temuan akhir tetap mengindikasikan kelangkaan riset yang secara spesifik menghubungkan STEAM, 4Dframe, dan pembelajaran matematika untuk kreativitas, yang menggarisbawahi relevansi tinjauan ini.

#### 2. *Selection Criteria*

Berdasarkan proses seleksi terhadap 34 artikel, sebanyak 22 artikel berhasil memenuhi kriteria penerimaan (inklusi). Artikel-artikel ini diterima karena membahas topik 4Dframe dalam proses pembelajaran matematika dan STEAM, ditulis dalam Bahasa Indonesia atau Inggris, serta tersedia *full text*. Sementara itu, 12 artikel lainnya ditolak (eksklusi) karena tidak memenuhi syarat, dengan rincian: 9 artikel berada di luar topik yang ditentukan, 1 artikel menggunakan bahasa selain Indonesia atau Inggris, dan 2 artikel tidak tersedia secara utuh (*unfull text*).

#### 3. *The Study Process*

Proses penyaringan awal berdasarkan judul dan abstrak dilakukan terhadap seluruh artikel yang teridentifikasi. Hasil dari tahap ini menunjukkan bahwa 14 artikel dinilai relevan untuk ditinjau lebih lanjut, sementara delapan artikel dieksklusi. Alasan utama eksklusi kedelapan artikel tersebut adalah karena topiknya tidak sesuai dengan ruang lingkup penelitian, yakni tidak membahas penggunaan 4DFrame untuk pembelajaran matematika atau STEAM.

### 4. *The Quality of Studies*

Tahap penilaian kualitas dilakukan terhadap 14 studi yang relevan. Dari jumlah tersebut, tujuh studi dieksklusi karena tidak memenuhi kriteria kualitas metodologis yang diukur melalui pertanyaan kunci (QA1 dan QA2). Dengan demikian, tujuh studi yang tersisa, yang dinilai berkualitas tinggi dan berfokus pada penggunaan 4DFrame dalam pembelajaran matematika dan STEAM terhadap kreativitas siswa, digunakan sebagai dasar untuk sintesis data pada penelitian ini.

### 5. *Synthesis Result*

Berdasarkan hasil review tujuh artikel jurnal mengenai Implementasi Pembelajaran Matematika Berbasis STEAM dengan Media 4DFrame dalam Meningkatkan Kreativitas Siswa secara rinci dijelaskan sebagai berikut.

Artikel pertama ditulis oleh Setio dan Utama (2022) dengan judul *"Students' Creativity Profiles in Constructing Independent Gates Learning Activity Using 4Dframe"*. Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif dengan pendekatan naratif, di mana peneliti mendeskripsikan kejadian selama kegiatan kelas dan mengumpulkan cerita pengalaman siswa dalam bentuk narasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan pendekatan STEAM dan media 4Dframe dalam kegiatan membangun gerbang kemerdekaan mampu meningkatkan profil kreativitas siswa.

**Tabel 1.** *Student Product Creativity Profiles*

| ***Creativity Dimension*** | ***Criteria*** | **Group Score** | | | ***Average*** |
|---|---|---|---|---|---|
| | | I | II | III | |
| *Novelty* | *Germinal* | 2 | 3 | 2 | 2.7 |
| | *Original* | 3 | 3 | 3 | |
| *Resolution* | *Valuable* | 2 | 3 | 2 | 2.2 |
| | *Liseful* | 2 | 2 | 2 | |
| *Elaboration* | *Well Crafted* | 3 | 3 | 3 | 2.7 |
| | *Expressive* | 2 | 3 | 2 | |
| *Total Average* | | 2.3 | 2.8 | 2.3 | |
| | | | 2.46 | | |

Tabel 1 menunjukkan kelompok II memiliki skor kreativitas rata-rata tertinggi (2.8), dibandingkan kelompok I dan III (keduanya 2.3). Dari semua dimensi kreativitas, *Elaboration* (khususnya pada kriteria *Well Crafted*) menjadi yang paling menonjol dengan skor maksimal di semua kelompok, diikuti oleh *Novelty* (rata-rata 2.7) yang menunjukkan siswa mampu menghasilkan ide-ide orisinal. Peningkatan kreativitas ini terlihat dari kualitas produk siswa yang dinilai berdasarkan aspek kebaruan, penyelesaian, dan elaborasi. Hal ini membuktikan bahwa pembelajaran berbasis STEAM dengan 4Dframe efektif dalam mendorong siswa untuk berpikir kreatif dan menghasilkan karya yang bernilai.

Artikel kedua atas nama Zsolt Lavicza, Kristof Fenyvesi, Markus Hohenwarter, dan Theodosia Prodromou (2018) dengan judul "*Mathematics Learning Through Arts, Technology and Robotics: Multi-and Transdiscpilinary STEAM Approaches*" secara komprehensif mengemukakan bahwa pendekatan STEAM merupakan model pedagogis yang efektif dan dapat diskalakan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif serta pemecahan masalah. Inti dari argumen mereka terletak pada mekanisme implementasi

praktis di mana kerangka kerja STEAM dihidupkan melalui instrumen konkret. Secara spesifik, 4D Frame digunakan sebagai alat konstruksi fisik utama yang memungkinkan siswa terlibat dalam aktivitas *hands-on*. Melalui alat ini, siswa tidak hanya merakit, tetapi secara aktif membangun dan memanipulasi model geometris kompleks seperti Kubah Geodesik dan katapel Da Vinci, yang sering kali disinergikan dengan perangkat lunak digital seperti GeoGebra dan elemen robotika. Proses ini secara efektif mentransformasikan konsep matematika yang abstrak menjadi pengalaman nyata yang dapat dieksplorasi secara kreatif. Efektivitas dari mekanisme ini divalidasi melalui metodologi studi kasus bertingkat yang kuat. Bukti pada skala mikro menunjukkan peningkatan signifikan pada pemahaman konseptual dan keterlibatan siswa di dalam kelas. Sementara itu, bukti pada skala makro disajikan melalui keberhasilan proyek *Geomatech* di Hungaria, yang mengonfirmasi kelayakan sistemik dan skalabilitas pendekatan STEAM. Keberhasilan implementasi berskala besar ini didukung oleh indikator kuat seperti program pelatihan yang telah menjangkau ribuan guru. Terakhir, penelitian ini juga menempatkan inovasi tersebut dalam konteks yang lebih luas, dengan menekankan pentingnya pengembangan teknologi pendukung lain seperti *Augmented Reality* dan *3D Printing* untuk terus memperkaya pengalaman belajar interaktif di masa depan.

Artikel ketiga atas nama Eti Herawati (2022) menggunakan metode Penelitian Tindakan Kelas (PTK) yang dilaksanakan melalui dua siklus. Setiap siklusnya, yang mencakup empat kali pertemuan, menerapkan perlakuan berupa model *Project Based Learning* (PjBL) yang terintegrasi dengan pendekatan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics*) dan dibantu oleh media 4Dframe, sesuai dengan alur Rencana Pelaksanaan Pembelajaran. Pembelajaran tidak lagi bersifat abstrak, melainkan diwujudkan dalam tugas merancang taman tersebut, di mana 4DFrame berfungsi sebagai medium utama bagi siswa untuk berekspresi. Bukti pengembangan kreativitas ini terlihat jelas ketika siswa tidak hanya antusias merakit bentuk kubus dan balok sesuai instruksi, tetapi juga secara spontan bereksplorasi membuat bangun lain seperti limas dan prisma, bahkan bertanya untuk membuat produk lain seperti robot dan bunga. Kreativitas siswa semakin terasah saat mereka dihadapkan pada tantangan untuk merancang dan membangun miniatur rak tanaman, sebuah proses yang menuntut mereka untuk berpikir spasial, menerapkan konsep skala, dan memecahkan masalah desain secara mandiri.

**Tabel 2.** Rata-Rata dan Ketuntasan Hasil Belajar Matematika Siswa VIII

| | **Pra Tindakan** | **Siklus 1** | **Siklus 2** |
|---|---|---|---|
| Rata-Rata | 69,06 | 75,31 | 81,25 |
| Ketuntasan | 68,75% | 75,00% | 87,50% |

Tabel 2 memperlihatkan adanya peningkatan signifikan pada rata-rata nilai dan ketuntasan hasil belajar matematika siswa dari tahap Pra Tindakan hingga Siklus 2. Rata-rata nilai siswa meningkat dari 69,06 menjadi 81,25, sementara persentase ketuntasan belajar naik dari 68,75% menjadi 87,50%. Hal ini menunjukkan bahwa implementasi pembelajaran matematika berbasis STEAM dengan bantuan 4Dframe secara bertahap meningkatkan pencapaian akademik siswa, yang mengindikasikan efektivitas pendekatan tersebut dalam meningkatkan hasil belajar matematika.

Artikel keempat atas nama Kristóf Fenyvesi (2016) dengan judul "*Modelling Environmental Problem-Solving through STEAM Activities: 4Dframe's Warka Water Workshop*" penelitian ini menggunakan sebuah model yang berbasis pada lokakarya Warka

Water, mendemonstrasikan bahwa pendekatan STEAM yang difasilitasi oleh 4Dframe berfungsi sebagai platform efektif untuk pemodelan pemecahan masalah yang kompleks dan stimulasi kreativitas siswa. Kerangka kerja pedagogis lokakarya ini secara inheren dirancang untuk menstimulasi kreativitas sejak awal, dengan mengintegrasikan prinsip pembelajaran berbasis inkuiri (*inquiry-based*), permainan (*play-based*), dan pengalaman langsung (*hands-on*). Dalam konteks ini, 4Dframe diposisikan bukan sekadar sebagai alat peraga, melainkan sebagai medium sentral yang memungkinkan siswa melakukan eksplorasi kreatif terhadap pemodelan geometris dan solusi desain, khususnya dalam menghadapi tantangan untuk mereproduksi struktur Menara Warka. Karakteristik *hands-on* dari perangkat ini terbukti mentransformasikan proses pembelajaran menjadi sebuah pengalaman yang aktif dan menarik (*engaging*). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penerapan pendekatan STEAM yang diinstrumentasi oleh 4Dframe dalam pembelajaran matematika merupakan strategi yang efektif untuk meningkatkan kreativitas siswa.

Artikel kelima atas nama Fenyvesi, et al. (2017) dengan judul "*Omnidirectional Robot Construction at the Math Class*". Artikel tersebut menjawab pertanyaan ini dengan menunjukkan bagaimana 4DFrame berfungsi sebagai fondasi struktural yang memungkinkan siswa untuk melampaui aspek teknis dan masuk ke ranah desain estetika dan personalisasi, yang merupakan inti dari pengembangan kreativitas dalam kerangka STEAM. Implementasinya tidak berhenti setelah robot berhasil dibangun dan berfungsi secara mekanis, justru, artikel ini menyoroti Fase 5: Desain Estetika sebagai momen kunci di mana kreativitas siswa didorong secara eksplisit. Dalam fase ini, kerangka robot yang telah dibuat menggunakan 4DFrame menjadi kanvas bagi siswa. Mereka diberi kebebasan untuk mengembangkan "karakter individu" bagi robot mereka dengan menggunakan berbagai bahan tambahan seperti kertas, kardus, atau bahan daur ulang lainnya seperti kotak permen dan yogurt. Proses mendekorasi dengan cara mewarnai, memotong, dan menempel ini secara langsung melatih keterampilan artistik dan kreatif siswa. Jadi, 4DFrame menjadi basis untuk ekspresi artistik, mengubah sebuah proyek teknis menjadi karya seni yang unik dan personal.

**Gambar 3.** Desain karakter individu untuk omnibot

(Sumber : Kristóf Fenyvesi et al., 2017)

Artikel keenam atas nama Salmi, et al. (2021) menggunakan metode kuantitatif dengan desain *pre-test/post-test* pada 392 siswa usia rata-rata 12 tahun dari 11 sekolah di Finlandia. Intervensinya berupa lokakarya *"Math & Art"* selama 140 menit, di mana siswa dalam kelompok kecil diminta merancang struktur geometris menggunakan *toolkit*

4DFrame. Hasil pre-test menunjukkan skor rata-rata kreativitas "*Act*" 2.398, "*Flow*" 2.505, dan preferensi karier 3.575. Setelah intervensi, analisis jalur menunjukkan pengaruh signifikan, dengan model menjelaskan 47% variasi preferensi karier, 42% kreativitas "*Act*", dan 37% kreativitas "*Flow*". Kreativitas diukur dengan skala CREAT, yang mencakup aspek tindakan kreatif dan keterlibatan mendalam (*flow*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan memberikan otonomi tinggi dan peran guru sebagai fasilitator, lingkungan belajar ini terbukti berhasil memicu kreativitas siswa dengan mengubah pembelajaran matematika dari sekadar pengerjaan soal menjadi sebuah arena untuk berimajinasi, bereksperimen, dan berkreasi secara mandiri menggunakan media yang fleksibel.

Artikel 7 atas nama Suhardi dan Utama (2022) dengan judul "*The Effect of Implementing STEAM and 4Dframe Learning in Developing Students' Computational Thinking Skills*" metode penelitian tindakan kelas kualitatif yang dilaksanakan dalam dua siklus terhadap 40 siswa kelas IX. Artikel ini menjawab pertanyaan mengenai hasil belajar dan kreativitas dengan menunjukkan bahwa integrasi 4DFrame dalam pembelajaran STEAM secara efektif menstimulasi imajinasi dan kreativitas siswa melalui proses desain rekayasa yang mencakup tahapan *ask, imagine, plan, create,* dan *improve*. Siswa didorong untuk aktif, mengembangkan ide, dan membuat desain produk seperti menara air, jembatan, dan mesin tanam, di mana 4DFrame menjadi alat yang sangat membantu siswa untuk menghasilkan desain dan melakukan uji coba. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan hasil belajar yang signifikan, di mana persentase siswa yang lulus dengan skor minimum meningkat dari 38% pada pra-tes, menjadi 73% pada pasca-tes siklus pertama, dan akhirnya mencapai 88% pada pasca-tes siklus kedua, sehingga memenuhi indikator keberhasilan penelitian yang telah ditetapkan.

## Pembahasan

### Pertanyaan Penelitian (*Research Question):*

*Bagaimana dampak implementasi pembelajaran matematika berbasis STEAM dengan media 4DFrame dapat mendorong pengembangan kreativitas siswa?*

Hasil kajian terhadap tujuh artikel jurnal menunjukkan dampak positif yang konsisten dari penerapan pembelajaran matematika berbasis STEAM yang mengintegrasikan media 4DFrame terhadap pengembangan kreativitas siswa. Penelitian Setio dan Utama (2022) menunjukkan peningkatan pada aspek elaborasi dan kebaruan ide, ditandai dengan kemampuan siswa menyusun proyek secara terperinci dan menghasilkan gagasan baru. Lavicza et al. (2018) menekankan bahwa integrasi seni, teknologi, dan matematika melalui media manipulatif seperti 4DFrame mampu mendorong keterlibatan aktif siswa dalam aktivitas eksploratif dan pemecahan masalah yang kreatif. Temuan Herawati (2022) juga menunjukkan peningkatan signifikan dalam hasil belajar dan indikator kreativitas melalui proyek berbasis 4DFrame. Sementara itu, Fenyvesi (2016) serta Fenyvesi et al. (2017) memperlihatkan bahwa 4DFrame tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu teknis, tetapi juga sebagai media ekspresi spasial dan artistik yang memperkuat kemampuan desain kreatif siswa, seperti dalam pembuatan robot *omnidirectional*. Penelitian Salmi et al. (2021) menyajikan bukti kuantitatif bahwa lokakarya *Math & Art* berbasis 4DFrame meningkatkan dua aspek utama kreativitas, yaitu *creative action* dan *flow experience*, serta berkontribusi pada pembentukan orientasi karier siswa. Terakhir, Suhardi dan Utama (2022) menunjukkan bahwa pendekatan ini mendukung

perkembangan berpikir komputasional dan eksplorasi kreatif dalam pembelajaran matematika.

Secara umum, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran matematika berbasis STEAM yang memanfaatkan media 4DFrame berkontribusi terhadap pengembangan kreativitas siswa secara multidimensional, meliputi aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik. Kreativitas tidak hanya tercermin dalam kemampuan menghasilkan ide-ide inovatif, tetapi juga dalam ekspresi personal melalui konstruksi artefak matematika yang terstruktur. Media 4DFrame memungkinkan transformasi dari konsep matematika yang abstrak menjadi pengalaman belajar yang konkrit, kolaboratif, dan kontekstual yang pada akhirnya memperkaya proses pembelajaran secara komprehensif.

Implikasi dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan STEAM yang berbasis proyek dan didukung oleh media konkret seperti 4DFrame dapat menjadi strategi pedagogis yang relevan untuk menghadapi tantangan pendidikan abad ke-21. Model pembelajaran ini tidak hanya berorientasi pada pencapaian akademik, tetapi juga pada pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi dan kecakapan hidup. Oleh karena itu, integrasi pendekatan ini perlu dipertimbangkan dalam pengembangan kurikulum dan perencanaan pembelajaran, khususnya untuk jenjang pendidikan dasar dan menengah. Penelitian lanjutan disarankan untuk mengeksplorasi dampak jangka panjang pendekatan ini, serta keterkaitannya dengan faktor-faktor lain seperti gender, konteks sosial-budaya, dan gaya belajar siswa.

## PENUTUP

### Simpulan

Berdasarkan analisis sistematis terhadap tujuh artikel jurnal yang memenuhi kriteria inklusi, dapat disimpulkan bahwa implementasi pembelajaran matematika berbasis pendekatan STEAM dengan pemanfaatan media 4DFrame secara konsisten menunjukkan kontribusi positif terhadap pengembangan kreativitas siswa. Dimensi-dimensi kreativitas yang teridentifikasi meliputi elaborasi, kebaruan (*novelty*), kemampuan pemecahan masalah, ekspresi estetis, serta pengalaman belajar yang mendalam (*flow*). Media 4DFrame berperan sebagai alat representasi konkret yang menjembatani konsep-konsep matematika abstrak dengan aktivitas konstruktif yang menuntut keterlibatan aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik secara terpadu. Temuan ini menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran STEAM dengan dukungan media 4DFrame tidak hanya berimplikasi terhadap peningkatan hasil belajar kognitif, tetapi juga secara signifikan mendorong pengembangan kreativitas siswa melalui proses belajar yang kontekstual, interdisipliner, dan berbasis proyek. Oleh karena itu, direkomendasikan agar model pembelajaran matematika diintegrasikan secara strategis dengan pendekatan STEAM dan media seperti 4DFrame sebagai sarana untuk memperkuat pengembangan kreativitas dan kompetensi abad ke-21.

### Saran

Direkomendasikan agar model pembelajaran matematika diintegrasikan secara strategis dengan pendekatan STEAM dan media seperti 4DFrame sebagai sarana untuk memperkuat pengembangan kreativitas dan kompetensi abad ke-21.

**DAFTAR PUSTAKA**

Aprilia, E. F. (2022). Strategi Guru Pendidikan Anak Usia Dini Dalam Penerapan Pembelajaran STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, And Mathematics) di Kota Malang. *Jurnal Penelitian Anak Usia Dini*, *1*(2), 90–98.

Beghetto, R. A., & Kaufman, J. C. (2013). Fundamentals of creativity. *Educational Leadership*, *70*(5), 10–15.

Beghetto, R. A., & Kaufman, J. C. (2014). Classroom contexts for creativity. *High Ability Studies*, *25*(1), 53–69. https://doi.org/10.1080/13598139.2014.905247

Darling-Hammond, L., Flook, L., Cook-Harvey, C., Barron, B., & Osher, D. (2020). Implications for educational practice of the science of learning and development. *Applied Developmental Science*, *24*(2), 97–140. https://doi.org/10.1080/10888691.2018.1537791

Durach, C. F., Kembro, J., & Wieland, A. (2017). A New Paradigm for Systematic Literature Reviews in Supply Chain Management. *Journal of Supply Chain Management*, *53*(4), 67–85. https://doi.org/10.1111/jscm.12145

Fenyvesi, K., Park, H.-G., Choi, T., Song, K., & Ahn, S. (2016). Modelling Environmental Problem-Solving Through STEAM Activities: 4Dframe's Warka Water Workshop. *Proceedings of the Bridges*, 601–608.

Fenyvesi, K., Vecsei, Á., Lieban, D., Lavicza, Z., Park, H., & Vecsei, G. (2017). Omnidirectional Robot Construction at the Math Class. *Proceedings of Bridges 2017: Mathematics, Art, Music, Architecture, Education, Culture*, 539–546. https://archive.bridgesmathart.org/2017/bridges2017-539.html

Gülhan, F., & Sahin, F. (2018). Activity Implementation Intended for STEAM (STEM+ Art) Education: Mirrors and Light. *Journal of Inquiry Based Activities*, *8*(2), 111–126.

Herawati, E. (2022). Penerapan STEAM Project Based Learning "Taman Mini Imun Booster Digital Berbasis QR Code Berbantuan 4DFrame." *Jurnal Didaktika Pendidikan Dasar*, *6*(3), 1139–1156.

Howlett, C., Ferreira, J.-A., & Blomfield, J. (2016). Teaching sustainable development in higher education: Building critical, reflective thinkers through an interdisciplinary approach. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, *17*(3), 305–321.

Lavicza, Z., Fenyvesi, K., Lieban, D., Park, H., Hohenwarter, M., Mantecon, J. D., & Prodromou, T. (2018). Mathematics learning through Arts, Technology and Robotics: Multi-and transdiscpilinary STEAM approaches. *East Asia Regional Conference on Mathematics Education*.

MacLeod, M., & Van Der Veen, J. T. (2020). Scaffolding interdisciplinary project-based learning: A case study. *European Journal of Engineering Education*, *45*(3), 363–377. https://doi.org/10.1080/03043797.2019.1646210

Mashitoh, N. L. D., Sukestiyarno, Y. L., & Wardono, W. (2021). Creative thinking ability based on self efficacy on an independent learning through google classroom support. *Journal of Primary Education*, *10*(1), 79–88.

Mesra, R., Pangalila, T., Laebe, A., Risal, R., & Rahmawati, N. (2023). Analisis Keterampilan Guru Dalam Menutup Pembelajaran Guna Mencapai Tujuan Pembelajaran dan Membentuk Karakter Siswa di SD Inpres Kema III. *Civic Education: Media Kajian Pancasila Dan Kewarganegaraan*, *7*(1), 28–36.

Mufida, S. N., Sigit, D. V., & Ristanto, R. H. (2020). Integrated project-based e-learning with science, technology, engineering, arts, and mathematics (PjBeL-STEAM): Its effect on science process skills. *Biosfer: Jurnal Pendidikan Biologi*, *13*(2), 183–200.

Mu'minah, I. H. (2020). Implementasi STEAM (science, technology, engineering, art and mathematics) dalam pembelajaran abad 21. *Bio Educatio*, *5*(1), 377702.

Nurhanifah, N. (2022). Kemampuan berpikir kreatif matematis siswa kelas viii smp pada materi geometri. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Matematika: PowerMathEdu*, *1*(2), 161–172.

OECD. (2019). *PISA 2018 Result (Volume I): What Student Know and Can Do*. Paris: OECD Publishing.

Pangestu, N. S., & Yunianta, T. N. (2019). Proses berpikir kreatif matematis siswa extrovert dan introvert SMP kelas VIII berdasarkan tahapan wallas. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, *8*(2), 215–226.

Purwadhi, P. (2019). Pembelajaran inovatif dalam pembentukan karakter siswa. *Mimbar Pendidikan*, *4*(1), 21–34.

Rahmawati, Y., Ridwan, A., Hadinugrahaningsih, T., & Soeprijanto. (2019). Developing critical and creative thinking skills through STEAM integration in chemistry learning. *Journal of Physics: Conference Series*, *1156*, 012033. https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1156/1/012033/meta

Razi, A., & Zhou, G. (2022). STEM, iSTEM, and STEAM: What is next? *International Journal of Technology in Education*, *5*(1), 1.

Rohman, M. A., Utami, R. E., & Indiati, I. (2021). Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa Ditinjau dari Self Concept. *Imajiner: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, *3*(2), 88–98.

Rozi, F. A., & Afriansyah, E. A. (2022). Analisis kemampuan berpikir kreatif matematis berdasarkan disposisi matematis siswa. *Journal of Authentic Research on Mathematics Education (JARME)*, *4*(2), 172–185.

Runco, M. A., & Sakamoto, S. O. (1999). Experimental studies of creativity. *Handbook of Creativity*, *4*, 62–84.

Salmi, H., Thuneberg, H., Bogner, F. X., & Fenyvesi, K. (2021). Individual Creativity and Career Choices of Pre-teens in the Context of a Math-Art Learning Event. *Open Education Studies*, *3*(1), 147–156. https://doi.org/10.1515/edu-2020-0147

Sari, R. F., & Afriansyah, E. A. (2022). Kemampuan berpikir kreatif matematis dan belief siswa pada materi persamaan dan pertidaksamaan linear. *Plusminus: Jurnal Pendidikan Matematika*, *2*(2), 275–288.

Setio, A., & Utama, G. Y. (2022). Students' Creativity Profiles in Constructing Independent Gates Learning Activity Using 4Dframe. *Southeast Asian Math. Educ. J*, *12*, 1–10.

Stroud, A., & Baines, L. (2019). Inquiry, Investigative Processes, Art, and Writing in STEAM. In M. S. Khine & S. Areepattamannil (Eds.), *STEAM Education* (pp. 1–18). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-04003-1_1

Suhardi, R., & Utama, G. (2022). The Effect of Implementing STEAM and 4Dframe Learning in Developing Students' Computational Thinking Skills. *Southeast Asian Mathematics …, Query date: 2025-06-05 21:58:28*. https://scholar.archive.org/work/rqix3yty4nfppg4xrky5cnrl5y/access/wayback/https://journal.qitepinmath.org/index.php/seamej/article/download/138/pdf

Ulinnuha, R., & Rochmad, R. (2021). Creative thinking ability with open-ended problems based on self-efficacy in Gnomio blended learning. *Unnes Journal of Mathematics Education Research*, *10*(A), 20–25.

Wulandari, N. P. R., Dantes, N., & Antara, P. A. (2020). Pendekatan pendidikan matematika realistik berbasis open ended terhadap kemampuan pemecahan masalah matematika siswa. *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, *4*(2), 131–142.

Zawacki-Richter, O., Kerres, M., Bedenlier, S., Bond, M., & Buntins, K. (2020). *Systematic reviews in educational research: Methodology, perspectives and application*. Springer Nature. https://library.oapen.org/handle/20.500.12657/23142