

INVESTIGASI PERSEPSI MAHASISWA CALON GURU MATEMATIKA TERHADAP PENERAPAN PEMBELAJARAN STEAM DI SEKOLAH

Muhammad Ammar Naufal *)

Asdar

Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Negeri Makassar

Email: *)*ammar.naufal@unm.ac.id*

ABSTRAK

Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics (STEAM) saat ini diakui dan banyak digunakan sebagai metadisiplin yang menjembatani berbagai disiplin ilmu untuk menciptakan pengetahuan secara keseluruhan. Pembelajaran STEAM berperan penting dalam menghasilkan sebuah produk dengan mengintegrasikan lima disiplin ilmu. Namun, pembelajaran STEAM di Indonesia belum banyak diterapkan untuk mempelajari matematika dengan menghasilkan sebuah produk STEAM. Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi persepsi calon guru matematika terhadap pembelajaran STEAM melalui proyek *Straw Bridge* (Jembatan dari Sedotan Plastik) yang diterapkan di sekolah. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif kualitatif. Data dikumpulkan melalui angket tertutup yang terdiri dari empat item pertanyaan. Subjek penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah 15 mahasiswa calon guru matematika yang sebelumnya telah terlibat langsung dalam pembelajaran STEAM. Analisis deskriptif dilakukan untuk mengetahui persepsi mahasiswa calon guru matematika terhadap proyek *Straw Bridge* (Jembatan dari Sedotan Plastik) yang diterapkan di sekolah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa melalui pembelajaran STEAM, mahasiswa calon guru matematika berkeyakinan mampu meningkatkan keaktifan, kreativitas, dan konsentrasi belajar peserta didik sehingga peserta didik dapat menemukan dan mengembangkan ide-ide baru dalam mendesain dan menyelesaikan proyek STEAM-*Straw Bridge* (Jembatan dari Sedotan).

Kata kunci: Persepsi Mahasiswa Calon Guru Matematika, *Straw Bridge*, Pembelajaran STEAM, Pendidikan Matematika.

ABSTRACT

Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics (STEAM) is widely used as a meta-discipline that integrates scientific disciplines to create knowledge. STEAM learning integrates five disciplines to manufacture products. However, STEAM learning in Indonesia has not been widely applied to learning mathematics by producing a STEAM product. This study examines prospective mathematics teachers' perception on STEAM learning through the *Straw Bridge* project. This study used descriptive qualitative. This study involved prospective mathematics teachers who had participated in STEAM learning. Descriptive analysis was used to assess prospective mathematics teachers' perception on the *Straw Bridge* project implemented in school. The result

indicated that through STEAM learning, prospective mathematics teachers' students believe they can increase the activeness, creativity, and concentration of students' learning so that students can explore and develop new ideas in designing and completing the STEAM-Straw Bridge project.

Keywords: Prospective Teacher Student's Perception, *Straw Bridge*, STEAM Learning, Mathematics Education.

PENDAHULUAN

Para guru dan juga calon guru diyakini belum secara komprehensif memahami implementasi penyempurnaan kurikulum akibat dari pesatnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (Ahmad dkk., 2020). Pembelajaran matematika kini perlu berorientasi pada masa depan dan tidak lagi menekankan pada mengingat konsep semata (Astriani, 2020). Untuk memasuki dunia kerja yang semakin kompetitif, Kampus harus mampu mempersiapkan alumninya dengan proses pembelajaran yang sesuai (Ahmad dkk., 2020). Dalam melakukan proses pembelajaran terdapat interaksi dua arah yang dilakukan oleh guru dan peserta didik (Priyanto & Kock, 2021). Dapat dimengerti bahwa ini adalah hasil dari proses pembelajaran yang dilakukan dan perubahan perilaku siswa.

Dengan memberikan pembelajaran yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif siswa merupakan salah satu hal yang dapat dilakukan perguruan tinggi (Furi dkk., 2018). Pembelajaran STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) adalah salah satu pendekatan pembelajaran berbasis proyek yang mengintegrasikan bidang-bidang STEAM yang dapat diterapkan di dalam kelas (Nurfaijah dkk., 2021). Pendekatan pembelajaran yang menekankan pada

hubungan antara pengetahuan dan keterampilan sains, teknologi, seni, dan matematika merupakan pembelajaran berbasis STEAM yang dapat menyelesaikan masalah dalam kehidupan nyata.

Dalam tantangan pembelajaran abad ke 21, orang-orang dituntut untuk mampu berinovasi, memiliki informasi, berkarir dan memiliki wawasan global serta karakter agar memenuhi ekspektasi pasar tentang produk berbasis sains dan kemampuan teknologi. Pembelajaran STEAM dianggap mampu menjawab tantangan tersebut.

STEAM memiliki tujuan khusus yang meliputi (Amelia & Marini, 2022): (1) Sains, artinya STEAM mengajarkan peserta didik agar mampu menerapkan pendekatan saintifik di kehidupan nyata, (2) Teknologi, artinya peserta didik harus mampu menggunakan teknologi secara tepat, (3) *Engineering* (Teknik), artinya peserta didik harus mampu merancang, menerapkan, dan mengolaborasikan hasil pengetahuan dan penemuannya, (4) *Arts* atau seni, untuk mendorong peserta didik bertindak dan berpikir secara kreatif, dan (5) Matematika, artinya peserta didik mampu menangkap simbol-simbol dalam matematika dan menyelesaikan masalah matematika di kehidupan nyata.

Akan tetapi permasalahan dalam implementasi STEAM salah satunya ialah

bagaimana menyatukan kelima bidang ini (STEAM) dalam pengembangan proyek yang menarik bagi peserta didik serta penerapan dalam pembelajaran STEAM di mana kesulitan peserta didik untuk menilai komponen-komponen *Science, Technology, Engineering, Arts, dan Mathematics* berdasarkan bagian-bagian yang terlibat pada konsep yang ditargetkan dalam sebuah proyek yang akan dibuat (Azhari dkk., 2022).

Salah satu studi sebelumnya terkait STEAM yang dilakukan oleh (Khairani dkk., 2018) menunjukkan bahwa integrasi sains, teknologi, dan teknik menjadikan pembelajaran kalkulus lebih adaptif dan memungkinkan digunakan dalam fungsi masing-masing bagian (Khairani dkk., 2018). Studi tentang STEAM juga pernah dilakukan oleh Ulfa dkk. (2019) bahwa STEAM yang dipadukan dengan PjBL dapat meningkatkan minat peserta didik sehingga pembelajaran lebih bermakna dan meningkatkan pemecahan masalah peserta didik dan menantang serta memotivasi peserta didik, karena meningkatkan kreativitas peserta didik (Ulfa dkk., 2019).

Dari beberapa penelitian sebelumnya, peneliti dapat menyimpulkan bahwa pembelajaran berbasis STEAM berpengaruh positif terhadap perkembangan kompetensi peserta didik. Selain itu, beberapa penelitian sebelumnya juga telah meneliti lebih mendalam tentang STEAM dengan subjek penelitian biasanya pada peserta didik sekolah menengah (Khairani dkk., 2018; Ulfa dkk., 2019).

Namun begitu, belum banyak dari kalangan guru dan calon guru matematika di Indonesia, khususnya di Makassar,

yang mencoba menerapkan pembelajaran STEAM dalam mempelajari matematika. Banyak bentuk proyek yang bisa digunakan, salah satunya adalah *Straw Bridge* (Jembatan dari sedotan Plastik). Konsep STEAM berperan penting untuk membuat desain jembatan (Richardo dkk., 2021). Salah satu faktor yang membuat desain jembatan kokoh, selain material yang digunakan, adalah desain tiang penopang. Para insinyur membuat berbagai desain jembatan dan penyangganya yang dapat berdiri kokoh. Dalam proyek ini, peserta didik diajak dalam merancang dan membangun jembatan yang kuat dan kokoh dengan menggunakan sedotan dan lem dengan menerapkan konsep STEAM (Anggraeni dkk., 2020). Peserta didik akan menjadi lebih aktif dalam proses pembelajaran dan berusaha mengintegrasikan pengetahuan yang dimilikinya (sains, teknologi, teknik, seni, dan matematika) untuk menghasilkan jembatan yang kokoh. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi persepsi calon guru matematika terhadap proyek STEAM yaitu *Straw Bridge* (Jembatan dari Sedotan Plastik) dalam Penerapan Pembelajaran STEAM di sekolah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif kuantitatif (Creswell & Creswell, 2018). Penelitian ini dilakukan pada semester genap tahun 2022 melibatkan 15 responden mahasiswa calon guru matematika yang dipilih secara acak. Mereka nantinya diproyeksikan akan menjadi seorang guru yang mengajar di sekolah dan telah memiliki wawasan terkait peserta didik dan kualifikasi yang

diharapkan dari peserta didik. Instrumen dalam penelitian ini berupa angket tertutup, terdiri dari empat item pertanyaan, 1) pembelajaran STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) membuat saya lebih aktif dalam belajar; 2) saya lebih mudah konsentrasi mengikuti pembelajaran dalam pembelajaran STEAM; 3) pembelajaran STEAM mendorong saya untuk menemukan ide-ide baru dalam membuat jembatan dari sedotan plastik; 4) Belajar matematika dengan menggunakan pembelajaran STEAM membuat saya terampil mendesain jembatan yang kokoh dari sedotan. Angket tersebut menggunakan skala *Likert* yang telah disediakan alternatif-alternatif jawaban instrumen pernyataan skala dengan pilihan jawaban Sangat Tidak Setuju (STS) dengan skor 1, Tidak Setuju (TS) dengan skor 2, Setuju (S) dengan skor 3 dan Sangat Setuju (SS) dengan skor 4. Instrumen divalidasi oleh beberapa ahli seperti dosen matematika, sains, dan teknik yang telah ditentukan sebelumnya untuk melakukan penilaian dengan hasil baik dan dapat digunakan.

Data primer digunakan dalam penelitian ini berupa persepsi calon guru matematika terhadap *Straw Bridge* (Jembatan dari Sedotan) dalam penerapan Pembelajaran STEAM. Pertanyaan-pertanyaan dalam angket disusun melalui *google form* kemudian disebarluaskan melalui *WhatsApp* dan diisi oleh responden dengan mengisi alternatif jawaban yang sudah tersedia. Kemudian, peneliti melangkah ke tahap berikutnya yaitu menganalisis data di mana teknik analisis data ini berdasarkan pada tujuan penelitian yaitu menginvestigasi persepsi

calon guru matematika terhadap *Straw Bridge* (Jembatan dari Sedotan) dalam penerapan Pembelajaran STEAM. Oleh karena itu, teknik analisis data deskriptif digunakan dalam penelitian ini.

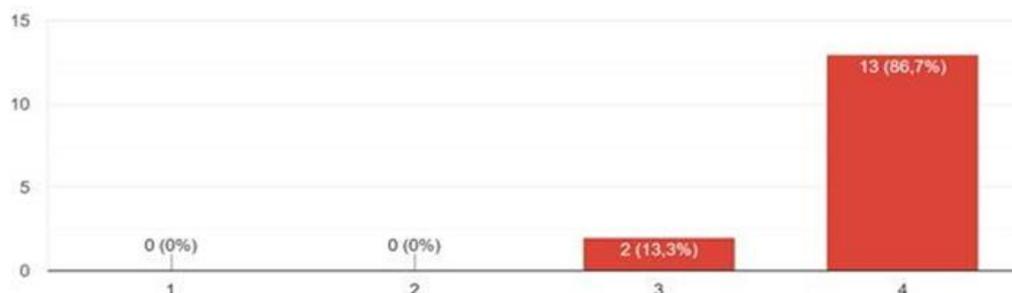
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil

Ringkasan jawaban subjek terhadap pernyataan “Pembelajaran STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) membuat saya lebih aktif dalam belajar” disajikan dalam Gambar 1. Mayoritas responden berpendapat bahwa dengan pembelajaran STEAM dapat membangun keaktifan belajar di dalam kelas. Hal ini dapat dilihat dari 15 responden yang mengisi angket, persentase responden yang sangat setuju sebesar 86,7% atau sebanyak 13 responden yang memilih sangat setuju dan persentase responden yang setuju sebesar 13,3 % atau sebanyak 2 responden yang memilih setuju. Ini mengindikasikan bahwa dengan pembelajaran STEAM dapat meningkatkan keaktifan peserta didik dalam proses belajar di kelas.

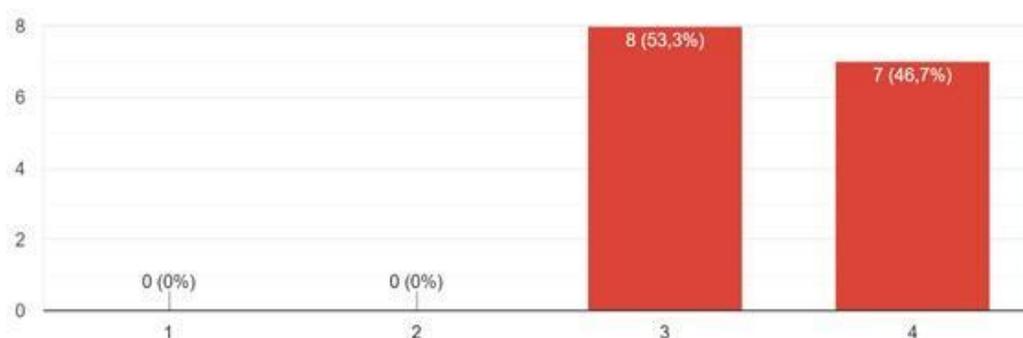
Adapun ringkasan jawaban subjek terhadap pernyataan “Saya lebih mudah konsentrasi mengikuti pembelajaran dalam pembelajaran STEAM” disajikan dalam Gambar 2. Hasil survei menunjukkan bahwa pendapat dari para responden mengenai pembelajaran STEAM membuat mereka lebih mudah untuk berkonsentrasi dalam mengikuti pembelajaran di kelas (Gambar 2). Hal ini dapat dilihat dari persentase yang

Pembelajaran STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics) membuat saya lebih aktif dalam belajar
15 jawaban



Gambar 1. Pendapat subjek terhadap keaktifan belajar dengan pembelajaran STEAM

Saya lebih mudah konsentrasi mengikuti pembelajaran dalam pembelajaran STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics)
15 jawaban



Gambar 2. Pendapat subjek tentang konsentrasi belajar dalam pembelajaran STEAM

diberikan responden, di mana yang sangat setuju yaitu sebesar 46,7% dan persentase responden yang setuju sebesar 53,3%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa responden setuju tentang pembelajaran STEAM dapat membuat siswa lebih mudah untuk memfokuskan perhatiannya selama berlangsungnya proses pembelajaran.

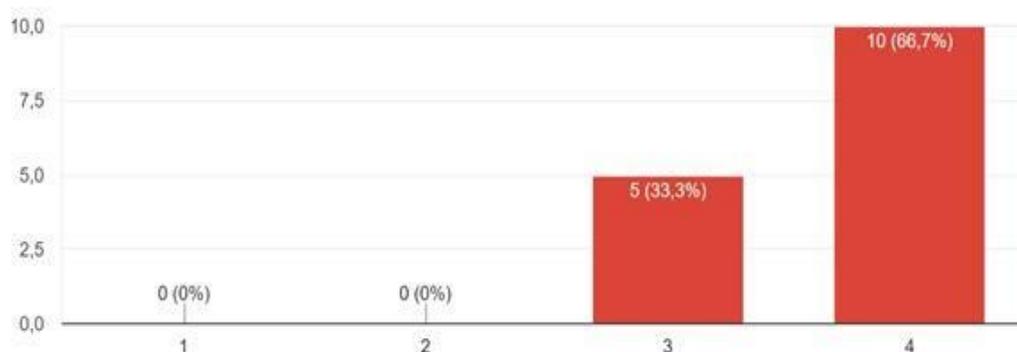
Kemudian ringkasan jawaban subjek terhadap pernyataan

“Pembelajaran STEAM mendorong saya untuk menemukan ide-ide baru dalam membuat jembatan dari sedotan plastik” disajikan dalam Gambar 3.

Mayoritas responden berpendapat bahwa pembelajaran STEAM dapat mendorong mereka untuk menemukan ide ide baru dalam membuat proyek yang ditugaskan yaitu *Straw Bridge* (jembatan dari sedotan) (Gambar 3). Dari 15 responden yang mengisi angket, sebanyak

Pembelajaran STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics) mendorong saya untuk menemukan ide-ide baru dalam membuat jembatan dari sedotan plastic

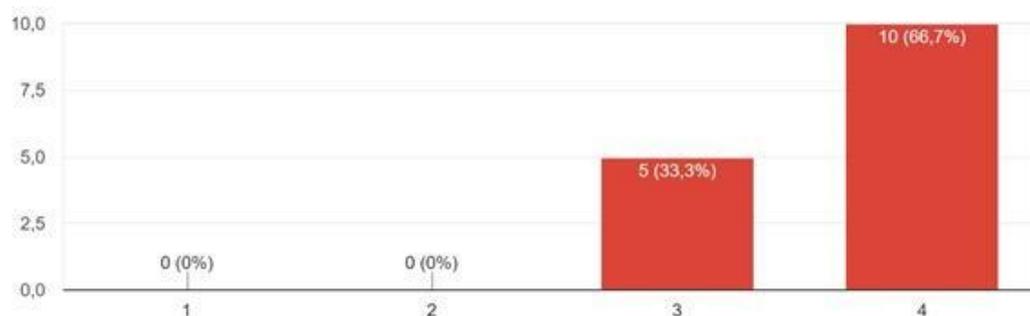
15 jawaban



Gambar 3. Pendapat subjek terhadap kreativitas dalam pembelajaran STEAM

Belajar matematika dengan menggunakan pembelajaran STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics) membuat saya ...pilih mendesign jembatan yang kokoh dari sedotan

15 jawaban



Gambar 4. Pendapat subjek tentang keterampilan mendesain dalam pembelajaran STEAM

10 responden atau 66,7% berpendapat sangat setuju dan responden lainnya yang setuju sebanyak 5 orang atau sebesar 33,3%.

Selanjutnya ringkasan jawaban subjek terhadap pernyataan “Belajar matematika dengan menggunakan pembelajaran STEAM membuat saya

terampil mendesain jembatan yang kokoh dari sedotan” disajikan dalam Gambar 4. Belajar dengan menggunakan pembelajaran STEAM dapat meningkatkan keterampilan mendesain jembatan yang kokoh dari sedotan plastik. Berdasarkan Gambar 4 menunjukkan bahwa persentase responden setuju bahwa

belajar matematika dengan menggunakan pembelajaran STEAM membuat terampil mendesain jembatan yang kokoh dari sedotan plastik sebesar 33,3% (5 responden), dan responden yang sangat setuju sebesar 60,7% (10 responden). Ini mengindikasikan bahwa dalam belajar dengan menggunakan pembelajaran STEAM dapat meningkatkan keterampilan dalam mendesain jembatan kokoh dari sedotan plastik.

Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian, mengindikasikan bahwa dengan pembelajaran STEAM dapat meningkatkan keaktifan peserta didik dalam proses belajar di kelas. Kegiatan dimaksud dalam arti keaktifan adalah keaktifan peserta didik yang berkaitan dengan proses pembelajaran, yang meliputi keberanian bertanya, mengemukakan pendapat, menjawab pertanyaan, bekerja sama dengan peserta didik lain, dan mengerjakan tugas yang diberikan. Hasil penelitian ini mengkonfirmasi apa yang telah diungkapkan oleh penelitian terdahulu bahwa penerapan pendekatan STEAM berbasis proyek dalam pembelajaran, khususnya matematika, dapat meningkatkan keaktifan siswa (Nurfaijah dkk., 2021; Sulistiyono dkk., 2021; Suroto, 2021; Yanni, 2018). Selain itu, hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian terdahulu bahwa dengan menerapkan pembelajaran STEAM berbasis proyek dapat meningkatkan aktivitas belajar siswa (Kanza dkk., 2020).

Oleh sebab itu, dapat disimpulkan bahwa dalam proses pembelajaran,

penggunaan pendekatan pembelajaran STEAM dapat meningkatkan aktivitas siswa dalam proses pembelajaran. Kelima aspek pembelajaran STEAM bidang sains, teknologi, teknik, seni, dan matematika membentuk pasangan yang serasi, mampu menciptakan sistem pembelajaran yang kohesif dan aktif, karena kelima aspek ini membutuhkan keselarasan untuk menyelesaikan permasalahan.

Di samping itu, penelitian sebelumnya mengungkapkan bahwa matematika merupakan salah satu mata pelajaran yang perlu fokus belajar yang tinggi. Akan tetapi, fakta di lapangan menunjukkan bahwa tidak sedikit peserta didik kesulitan dalam belajar matematika karena mereka belum bisa berkonsentrasi dengan baik (Hardani, 2020).

Untuk mengatasi kasus tersebut, setiap calon guru harus mempersiapkan strategi yang tepat agar peserta didik bisa lebih berkonsentrasi pada saat proses pembelajaran. Model pembelajaran STEAM menjadi alternatif model belajar yang bisa digunakan untuk meningkatkan konsentrasi belajar siswa dalam mengajarkan matematika. Hasil ini mendukung penelitian sebelumnya yang mengatakan “Saya lebih mudah konsentrasi mengikuti pembelajaran dengan menggunakan model *discovery learning* berbasis STEAM dengan kategori baik” (Fadlina dkk., 2021).

Oleh karena itu, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dalam proses pembelajaran, penggunaan metode pembelajaran STEAM dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan dapat meningkatkan kemampuan

konsentrasi peserta didik selama proses pembelajaran.

Pembelajaran STEAM yang dapat mendorong untuk menemukan ide-ide baru atau dapat meningkatkan kreativitas peserta didik juga didukung oleh penelitian-penelitian terdahulu. Berdasarkan penelitian Agry & Kartono (2021) bahwa implementasi STEAM dalam pembelajaran membantu untuk menghilangkan penghambat ide-ide salah satunya karena adanya komponen seni yang ada dalam pembelajaran STEAM sehingga peserta didik dapat berkreasi sebebaskan mungkin. Menurut Nurinayah dkk. (2021), menerapkan pembelajaran STEAM melalui pengembangan proyek dapat memperkuat pemikiran kritis peserta didik, menginspirasi mereka untuk memecahkan masalah dan menjadi lebih kreatif. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Fitriyah & Ramadani (2021) bahwa pembelajaran STEAM berbasis *Project Based Learning* (PjBL) berpengaruh signifikan terhadap kemampuan berpikir kreatif peserta didik karena dapat menjadi inovasi pembelajaran yang dapat menghasilkan ide dan solusi kritis dan kreatif, sehingga memudahkan dalam menyelesaikan suatu masalah.

Selanjutnya, berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan di atas, hasil tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran STEAM dapat meningkatkan kreativitas peserta didik atau dapat mendorong peserta didik untuk memunculkan ide-ide baru dan juga dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif dan kritis peserta didik karena melibatkan langsung peserta didik dalam memecahkan masalah yang relevan dalam

kehidupan sehari-hari. Salah satu contohnya yaitu dalam proyek pembuatan *Straw Bridge* (Jembatan dari Sedotan) (Richardo dkk., 2021)

Ini mengindikasikan bahwa dalam belajar dengan menggunakan pembelajaran STEAM dapat meningkatkan keterampilan dalam mendesain jembatan kokoh dari sedotan plastik. Adanya *Engineering Design Process* (EDP) atau proses mendesain sebuah karya atau mesin yang digunakan untuk mengintegrasikan sains, teknologi, teknik, seni, dan matematika dalam menyelesaikan salah satu produk STEAM yakni, *Straw Bridge* (Jembatan dari Sedotan) merupakan salah satu ciri pembelajaran STEAM. Secara umum EDP memiliki tahapan-tahapan antara lain (Winarno dkk., 2020): 1) Definisi masalah, 2) *Brainstorming*, 3) *Design*, 4) Membangun (*Build/construct*), 5) *Test* atau ujicoba, 6) *Evaluate* atau revisi, dan 7) Berbagi solusi/komunikasi. Menurut *Accreditation Board for Engineering and Technology* (ABET), pembelajaran sains berdasarkan *Engineering Design Process* (EDP) merupakan pembelajaran yang bisa melatih kemampuan berpikir siswa dengan lebih baik. EDP merupakan proses merancang suatu sistem, komponen atau proses untuk memenuhi suatu kebutuhan yang diinginkan. Selain itu, EDP melibatkan proses pengambilan keputusan untuk menemukan solusi optimal untuk mencapai tujuan, di mana konsep dasar sains, teknik, dan matematika diterapkan dan dikembangkan (Hafiz & Ayop, 2019).

Dengan berpartisipasi dalam kegiatan pembelajaran berbasis konstruksi, siswa dapat mengumpulkan informasi yang relevan, menganalisis

situasi, mengidentifikasi masalah, secara kreatif menghasilkan dan mengevaluasi ide-ide, mengembangkan ide-ide untuk secara efektif menyelesaikan masalah, dan meningkatkan serta mengevaluasi solusi. Hasil penelitian oleh Mifa (2017) telah menunjukkan bahwa pembelajaran EDP dapat membantu peserta didik meningkatkan kemampuan mereka untuk mengidentifikasi masalah, menemukan solusi permasalahan, merancang prototipe, membuat model prototipe alat memecahkan masalah dalam kategori yang benar. Penelitian Berland (2013) yang dilakukan di sekolah menengah di Amerika Serikat mengenai penerapan dan sains dan matematika, ditemukan bahwa EDP dapat meningkatkan pemecahan masalah dan memberikan solusi peserta didik, di mana hal tersebut merupakan hasil dari kemampuan proses berpikir peserta didik sendiri. Sedangkan penelitian Syukri dkk. (2021), menyimpulkan bahwa dampak proses EDP terhadap pengajaran dan pembelajaran bisa meningkatkan penyelesaian masalah peserta didik.

KESIMPULAN

Dari studi ini dapat disimpulkan bahwa penerapan pembelajaran STEAM berbasis proyek dengan mengintegrasikan lima disiplin ilmu dalam STEAM, mendapatkan respon yang positif dari calon guru matematika. Ini berdasarkan hasil angket yang dikumpulkan menunjukkan bahwa mayoritas responden setuju bahwa melalui pembelajaran STEAM mampu meningkatkan keaktifan, kreativitas, dan konsentrasi belajar peserta didik sehingga peserta didik dapat menemukan dan mengembangkan ide-ide

baru dalam mendesain dan menyelesaikan proyek STEAM.

DAFTAR PUSTAKA

- Agry, F. P. & Kartono. (2021). Implementasi untuk Model STEAM (Sains, Technology, Engineering, Art, and Mathematic): Pembelajaran Matematika untuk Mahasiswa Pendidikan Guru Sekolah Dasar. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana (PROSNAMPAS)*, 4(1), 126-129. <https://doi.org/10.31932/j-pimat.v1i2.506>
- Ahmad, D. N., Astriani, M. M., & Alfahnum, M. (2020). Analisis Mengukur Kemampuan Berpikir Kritis Melalui Pembelajaran Menggunakan Metode STEAM-PjBL. *Prosiding Seminar Nasional dan Diskusi Panel Nasional Pendidikan Matematika Universitas Indraprasta PGRI*, 6(1), 331-336.
- Amelia, W., & Marini, A. (2022). Urgensi Model Pembelajaran Science, Technology, Engineering, Arts, And Math (STEAM) Untuk Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Cakrawala Pendas*, 8(1), 1233-1246. <https://doi.org/10.31949/jcp.v8i1.1947>
- Anggraeni, G., Sagita, L., & Endang, M. M. (2020). *Buku Panduan Aktivitas STEAM*. Universitas PGRI Yogyakarta. http://repository.upy.ac.id/3262/1/Buku_Panduan_Aktivitas_STEAM.pdf
- Astriani, M. M. (2020). Upaya Mengembangkan Kreativitas Mahasiswa Melalui Pembelajaran Model Project Based Learning. *PETIK : Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi Dan*

- Komunikasi*, 6(1), 36-40.
<https://doi.org/10.31980/jpetik.v6i1.738>
- Azhari, B. M., Puteri, H. A., Azizah, I., Kamila, N., Nazwa, H. A., & Andriatna, R. (2022). Upaya Meningkatkan Kemampuan Literasi Membaca dan Numerasi Anak Usia Sekolah Dasar di Desa Jeron melalui Lembar Kerja Komik Berbasis STEAM dan MIKiR. *To Maega : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(2), 250-262.
<https://doi.org/10.35914/tomaega.v5i2.1058>
- Berland, L. K. (2013). Designing for STEM Integration. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 3(1), 22-31.
<https://doi.org/10.7771/2157-9288.1078>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (5th edition). SAGE Publications, Inc.
- Fadlina, Artika, W., Khairil, Nurmaliyah, C., & Abdullah. (2021). Penerapan Model Discovery Learning Berbasis STEM pada Materi Sistem Gerak Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)*, 9(1), 99-107.
<https://doi.org/10.24815/jpsi.v9i1.18591>
- Fitriyah, A., & Ramadani, S. D. (2021). Pengaruh Pembelajaran STEAM Berbasis PJBL (Project-Based Learning) Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Dan Berpikir Kritis. *Jurnal Inspiratif Pendidikan*, 10(1), 209-226.
<https://doi.org/10.24252/ip.v10i1.17642>
- Furi, L. M. I., Handayani, S., & Maharani, S. (2018). Eksperimen Model Pembelajaran Project Based Learning Dan Project Based Learning Terintegrasi STEM Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Dan Kreativitas Siswa Pada Kompetensi Dasar Teknologi Pengolahan Susu. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 35(1), 49-60.
<https://doi.org/10.15294/jpp.v35i1.13886>
- Hafiz, N. R. M., & Ayop, S. K. (2019). Engineering Design Process in Stem Education: A Systematic Review. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 9(5), 676-697.
<http://dx.doi.org/10.6007/IJARBS/v9-i5/5998>
- Hardani. (2020). Pembelajaran Matematika Berbasis STEM: Implementasi Variasi Pengembangan Model Pembelajaran STEM di Sekolah Dasar. *Idealmathedu: Indonesian Digital Journal of Mathematics and Education*, 7(2), 98-106.
<https://doi.org/10.53717/idealmathedu.v7i2.223>
- Kanza, N. R. F., Lesmono, A. D., & Widodo, H. M. (2020). Analisis Keaktifan Belajar Siswa Menggunakan Model Project Based Learning Dengan Pendekatan STEM Pada Pembelajaran Fisika Materi Elastisitas Di Kelas XI MIPA 5 SMA Negeri 2 Jember. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 9(2), 71-77.
<https://doi.org/10.19184/jpf.v9i1.17955>
- Khairani, K., Mukhni, M., & Aini, F. Q. (2018). Pembelajaran Berbasis STEM Dalam Perkuliahan Kalkulus Di Perguruan Tinggi. *UJMES*

- (Uninus Journal of Mathematics Education and Science), 3(2), 104-111.
<https://doi.org/10.30999/ujmes.v3i2.544>
- Mifa, M. (2017). *Kemampuan Siswa Dalam Merancang Pemecahan Masalah Pencemaran Lingkungan Melalui Engineering Design Process (EDP)* [Skripsi]. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Nurfaijah, S., Sumarni, W., Sumarti, S. S., & Kurniawan, C. (2021). Pengaruh Project Based Learning Terintegrasi STEM Pada Pembelajaran Hidrolisis Garam Terhadap Keaktifan Siswa. *Chemistry in Education*, 10(2), 33-41.
<https://doi.org/10.15294/chemined.v10i2.42710>
- Nurinayah, A. Y., Nurhayati, S., & Wulansuci, G. (2021). Penerapan Pembelajaran STEAM Melalui Metode Proyek dalam Meningkatkan Kreativitas Anak Usia Dini di TK Pelita. *CERIA (Cerdas Energik Responsif Inovatif Adaptif)*, 4(5), 504-511.
<https://doi.org/10.22460/ceria.v4i5.p%p>
- Prijanto, J. H., & Kock, F. de. (2021). Peran Guru Dalam Upaya Meningkatkan Keaktifan Siswa Dengan Menerapkan Metode Tanya Jawab Pada Pembelajaran Online. *Scholaria: Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 11(3), 238-251.
- Richardo, R., Eliana, H. U., Anisah, N. K., Aisyah, N. A., & Halimatussa'diyah. (2021). Pendampingan Guru-Guru SD Krapyak Wetan dalam Menerapkan Pembelajaran Tematik dengan Pendekatan STEM | JPM (Jurnal Pemberdayaan Masyarakat). *JPM: Jurnal Pemberdayaan Masyarakat*, 6(1), 599–605.
<https://doi.org/10.21067/jpm.v6i1.4960>
- Sulistiyono, E., Pangestu, W. T., & Wana, P. R. (2021). Efektivitas Pembelajaran STEM (Science, Technology, Engineering And Mathematic) Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa di Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Educatio FKIP UNMA*, 7(3), 791-795.
<https://doi.org/10.31949/educatio.v7i3.1207>
- Suroto. (2021). Penerapan Metode STEM Berbasis Proyek untuk Meningkatkan Hasil dan Keaktifan Belajar Mata Pelajaran Sistem Kontrol Terprogram. *Jurnal Edukasi Elektro*, 5(2), 120-130.
<https://doi.org/10.21831/jee.v5i2.39412>
- Syukri, M., Maghfirah, S., Halim, A., & Herliana, F. (2021). Student responses toward worksheets based on stem approach through project-based learning model. *Journal of Physics: Conference Series*, 1882(1), 012031.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1882/1/012031>
- Ulfa, F. M., Asikin, M., & Dwidayati, N. K. (2019). Membangun Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa dengan Pembelajaran PjBL terintegrasi Pendekatan STEM. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana (PROSNAMPAS)*, 2(1), 612-617.
- Winarno, N., Rusdiana, D., Samsudin, A., Susilowati, E., Ahmad, N. J., & Afifah, R. M. A. (2020). The steps of the Engineering Design Process (EDP) in science education: A systematic literature review. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 8(4), 1345–1360.

Yanni, M. H. (2018). Meningkatkan Aktivitas dan Hasil Belajar Matematika Melalui Strategi Pembelajaran TAPPS Berbasis Pendekatan (STEM). *Jurnal Pendidikan Matematika:Judika Education*, 1(2), 117-125. <https://doi.org/10.31539/judika.v1i2.373>