

PENGEMBANGAN SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, ARTS AND MATHEMATICS (STEAM) EDUCATION CORNER DI SEKOLAH DASAR

Fera Anggraini¹, Irmawati², Yudi Yunika Putra³, Imam Fitri Rahmadi^{4*}

^{1,2} Sekolah Dasar STKIP Muhammadiyah Bangka Belitung, Bangka Tengah, Kepulauan Bangka Belitung

³ Pendidikan Matematika, Universitas Muhammadiyah Bangka Belitung, Kepulauan Bangka Belitung

⁴ Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Universitas Muhammadiyah Bangka Belitung, Kepulauan Bangka Belitung

*e-mail: imam.fitrirahmadi@unmuhbabel.ac.id

Abstract: Interdisciplinary learning involving the disciplines of science, technology, engineering, arts and mathematics (STEAM) is increasingly popular worldwide. Since it represents real-world context, the STEAM approach promotes an enjoyable and meaningful understanding of science, technology, engineering, arts, and mathematics. Facilitation of interdisciplinary learning can be started by creating a STEAM education corner in schools. The present study aimed to develop a STEAM Education Corner at an elementary school (SD) STKIP Muhammadiyah Bangka Belitung. The development applies the educational design research method and involves 120 students as respondents. The results of the first iteration of the study are presented in this article, focusing on the conceptualisation, variety of activities, utilisation, and student responses to the STEAM Education Corner. Reflective discussions are presented to encourage critical thinking about the innovations and pedagogical practices, leading to the continuous development of this STEAM Education Corner in the future.

Keywords: educational innovation; STEAM education; elementary school

Abstrak: Pembelajaran interdisipliner melibatkan disiplin ilmu *science, technology, engineering, arts and mathematics* (STEAM) semakin populer dalam dunia pendidikan internasional. Pendekatan STEAM mempromosikan pembelajaran sains, teknologi, rekayasa, seni, dan matematika yang lebih menyenangkan dan bermakna karena merepresentasikan kehidupan dunia nyata. Fasilitasi pembelajaran interdisipliner dapat dimulai dengan langkah awal salah satunya membuat sebuah pojok pendidikan STEAM di sekolah. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan STEAM *Education Corner* di sekolah dasar (SD) STKIP Muhammadiyah Bangka Belitung. Pengembangan menerapkan metode penelitian desain pendidikan (*educational design research*) dan melibatkan 120 siswa sebagai responden. Hasil iterasi pertama penelitian disajikan dalam artikel, berfokus pada konseptualisasi, ragam aktivitas, pemanfaatan, dan respon siswa terhadap STEAM *Education Corner*. Diskusi reflektif disajikan untuk mendorong pemikiran kritis terhadap inovasi dan praktik pedagogis yang telah diterapkan sehingga membuka peluang untuk mengembangkan STEAM *Education Corner* secara berkelanjutan di masa mendatang.

Kata kunci: inovasi pembelajaran; pendidikan STEAM; sekolah dasar

Diterima: 23 November 2024

Disetujui: 17 Desember 2024

Dipublikasi: 19 Februari 2025



© 2025 FKIP Universitas Terbuka

This work is licensed under a CC-BY license

PENDAHULUAN

Pembelajaran interdisipliner yang mengintegrasikan bidang sains, teknologi, teknik, seni, dan matematika (STEAM) kini menjadi tren pendidikan di tingkat global. Pendekatan STEAM memungkinkan siswa berinteraksi dengan guru dan sumber belajar secara menyenangkan dan bermakna melalui aktivitas berbasis proyek dan pengalaman langsung (Boice et al., 2021; Liao, 2016). Pendekatan ini membuat pembelajaran lebih relevan dengan kehidupan sehari-hari, bukan sekadar menghafal konsep tanpa banyak penerapan.

Pendidikan STEAM mulai mendapatkan perhatian di Indonesia. Kompetensi dalam bidang sains, teknologi, teknik, seni, dan matematika menjadi fokus pembelajaran di jenjang pendidikan dasar dan menengah. Hal ini ditegaskan dalam Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 008/H/Kr/2022 mengenai Capaian Pembelajaran pada Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar, dan Menengah dalam Kurikulum Merdeka. Kurikulum Merdeka secara eksplisit menetapkan implementasi pembelajaran berbasis STEAM sebagai bagian dari arah kebijakan pendidikan.

Meskipun mulai diterapkan, fasilitas untuk pembelajaran STEAM masih tergolong kurang memadai. Pelaksanaan pembelajaran interdisipliner berbasis proyek membutuhkan berbagai jenis material dan ruang yang mendukung kegiatan berkreasi (Diego-Mantecon et al., 2021; Duban et al., 2018). Sebagai langkah awal, SD STKIP Muhammadiyah Bangka Belitung mendirikan pojok pendidikan STEAM atau *STEAM Education Corner* untuk mendukung guru dan siswa dalam melaksanakan pembelajaran inovatif yang mengintegrasikan sains, teknologi, rekayasa, seni, dan matematika. Fasilitas ini dimanfaatkan untuk pengembangan proyek seperti kirigami, teselasi, dan robotika edukatif. Pojok STEAM berfungsi sebagai ruang belajar berbasis pengalaman (Kolb et al., 2001) yang dapat diakses secara terbimbing bersama guru atau secara mandiri oleh siswa.

Pengembangan *STEAM Education Corner* di SD STKIP Muhammadiyah Bangka Belitung merupakan sebuah inovasi yang dilakukan sekolah berbasis penelitian dan pengembangan (*research and development*) menggunakan metode penelitian desain pendidikan (*educational design research*). Kebaruan penelitian terletak pada pengembangan pojok belajar, yang bukan sebatas pojok baca, tetapi lebih berkemajuan mengarah pada pojok pembelajaran interdisipliner yang sedang menjadi tren global. Penelitian berkontribusi pada konseptualisasi dan aplikasi pojok pendidikan STEAM di sekolah dasar.

Artikel ini mendeskripsikan pengembangan *STEAM Education Corner* di SD STKIP Muhammadiyah Bangka Belitung sebagai salah satu inovasi dan praktik baik dalam pembelajaran di sekolah. Berbagai inovasi pedagogis (Rahmadi & Lavicza, 2021) dan praktik baik dalam pembelajaran mendorong difusi inovasi (Rogers, 2003) oleh guru dan sekolah lain. Empat pertanyaan utama berusaha dijawab dalam artikel, meliputi:

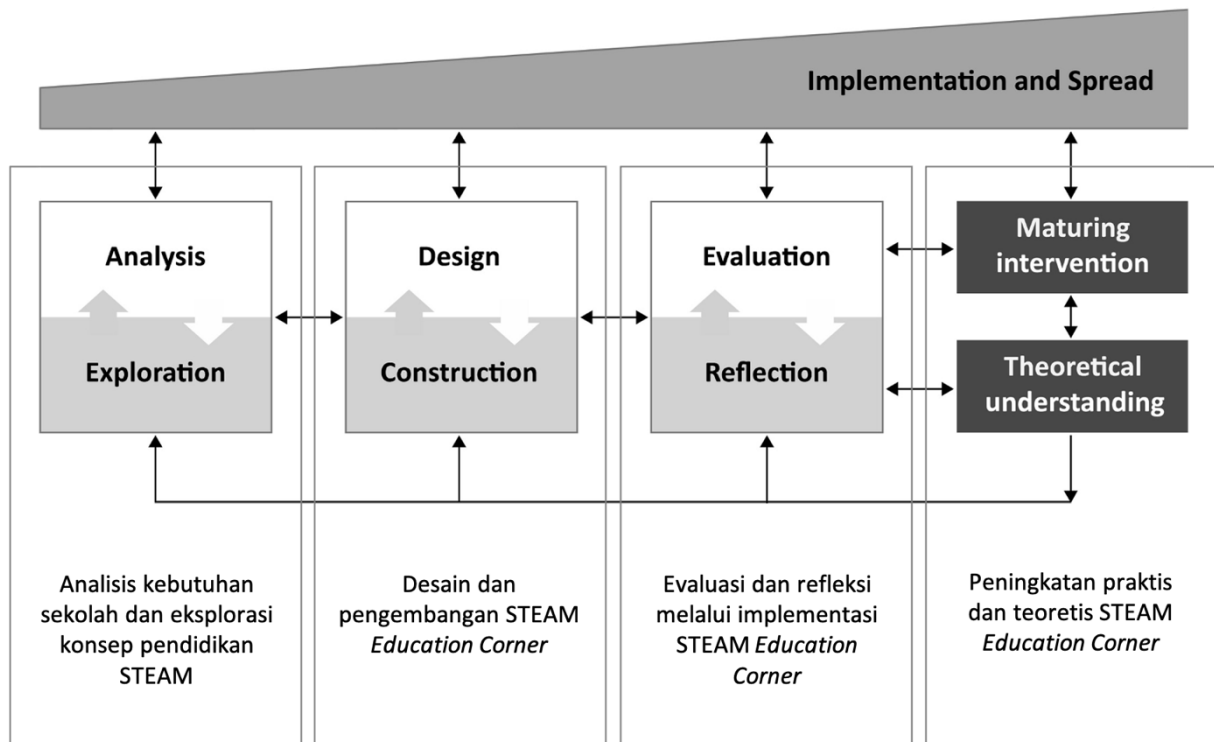
1. Bagaimana konsep *STEAM Education Corner*?
2. Apa saja aktivitas dalam *STEAM Education Corner*?

3. Bagaimana pemanfaatan *STEAM Education Corner*?
4. Bagaimana tanggapan siswa terhadap *STEAM Education Corner*?

Setelah bagian pendahuluan, artikel berlanjut dengan paparan mengenai metode penelitian yang digunakan. Selanjutnya, bagian hasil dan pembahasan menyajikan deskripsi sekaligus analisis reflektif pengembangan *STEAM Education Corner*. Sebagai penutup, kesimpulan disampaikan di bagian akhir.

METODE

Pengembangan *STEAM Education Corner* di SD STKIP Muhammadiyah Bangka Belitung dilakukan berbasis riset dengan pendekatan metodologis penelitian desain pendidikan (*educational design research*). Penelitian desain dalam dunia pendidikan dimaknai sebagai upaya sistematis memperbaiki praktik dan meningkatkan pemahaman teoretis pada suatu permasalahan pembelajaran (Bakker, 2018). Penelitian desain pendidikan digunakan dalam penelitian ini untuk mengembangkan *STEAM Education Corner* demi fasilitasi pembelajaran interdisipliner di sekolah dan untuk meningkatkan pemahaman teoretis terhadap konsep pendidikan dan pembelajaran STEAM di sekolah dasar. Pendekatan metodologis ini dipilih karena mendukung proses pengembangan secara lebih kontekstual, langsung pada lingkungan persekolahan, tidak seperti metode pengembangan lain yang cenderung terpisah dari praktik pedagogis rutin di sekolah.



Gambar 1. Prosedur Penelitian

Gambar 1 menunjukkan rangkai penelitian diadaptasi dari McKenney & Reeves (2021). Proses pengembangan terdiri dari tiga kegiatan utama, yaitu 1) *analysis* &

exploration: analisis kebutuhan sekolah dan eksplorasi konsep pendidikan STEAM; 2) *design & construction*: desain dan pengembangan STEAM Education Corner; dan 3) *evaluation & reflection*: evaluasi dan refleksi melalui implementasi STEAM Education Corner. Peningkatan praktis dan teoretis STEAM Education Corner menjadi tujuan akhir dari penelitian secara keseluruhan.

Penelitian desain bersifat iteratif atau berulang pada rangkaian tahapannya untuk mendapatkan hasil yang kuat. Pengembangan yang dituliskan dalam artikel ini merupakan iterasi pertama penelitian desain. Melalui metode deskriptif (Holcomb, 2016), artikel berfokus pada elaborasi konsep, aktivitas, pemanfaatan, dan tanggapan siswa terhadap STEAM Education Corner. Penggunaan metode deskriptif mendukung penjelasan rinci inovasi (Sundler et al., 2019) mulai dari konsep dasar, ragam aktivitas, dan pemanfaatan hingga respon siswa. Tanggapan siswa dikumpulkan melalui kuesioner. Terdapat 120 siswa dari kelas I hingga VI yang mengisi kuesioner dengan lengkap.

Hasil pengembangan ini didiskusikan secara reflektif. Pendekatan diskusi reflektif (Postholm, 2018) bertujuan untuk mendorong pemikiran kritis terhadap inovasi dan praktik pedagogis yang telah diterapkan. Diskusi semacam ini memiliki manfaat dalam mengidentifikasi peluang untuk meningkatkan inovasi di masa mendatang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

STEAM Education Corner telah dikembangkan di SD STKIP Muhammadiyah Bangka Belitung melalui iterasi pertama penelitian desain pendidikan. Hasil pengembangan dideskripsikan dalam empat topik, meliputi: 1) konsep STEAM Education Corner, 2) aktivitas STEAM Education Corner, 3) pemanfaatan STEAM Education Corner, dan 4) tanggapan siswa terhadap STEAM Education Corner. Bentuk STEAM Education Corner terlihat pada Gambar 2.



Gambar2. Pojok Pendidikan STEAM

Gambar 2 menunjukkan *STEAM Education Corner* di SD STKIP Muhammadiyah Bangka Belitung. Pojok tersebut diletakkan dan menjadi bagian dari perpustakaan sekolah. Terdapat aneka material tersimpan rapih di dalam kotak penyimpanan barang.

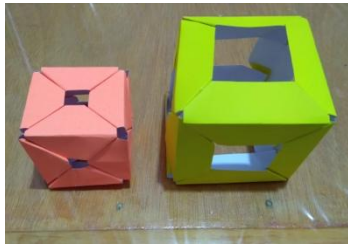
Konsep *STEAM Education Corner*

Pengembangan *STEAM Education Corner* dilandasi tiga teori utama, yaitu pembelajaran STEAM, pembelajaran berbasis proyek, dan pembelajaran berbasis pengalaman. Pendekatan STEAM menggabungkan lima disiplin ilmu, yaitu *science* (sains), *technology* (teknologi), *engineering* (rekayasa), *arts* (seni), dan *mathematics* (matematika) dalam proses interaksi antara siswa, guru, dan sumber belajar (Lavicza et al., 2018; Liao, 2016). Sains berfokus pada fenomena alam melalui eksperimen, observasi, dan pengujian hipotesis untuk memahami cara kerja alam semesta. Teknologi mencakup penggunaan alat-alat untuk mendorong inovasi dan menciptakan solusi. Rekayasa melibatkan kegiatan merancang, membangun, dan menyempurnakan struktur atau sistem. Seni mendorong imajinasi dan pemikiran kreatif sehingga menambahkan elemen desain, kreativitas, dan ekspresi dalam proses pembelajaran. Matematika mengeksplorasi konsep-konsep numerik untuk memahami pola, melakukan perhitungan, dan menyelesaikan masalah secara kuantitatif. Sebagai pendekatan pembelajaran interdisipliner, pendidikan STEAM mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu secara kontekstual dan saling berhubungan.

Project-based learning atau pembelajaran berbasis proyek adalah model pembelajaran yang melibatkan siswa secara aktif dalam mengeksplorasi, memahami, dan menyelesaikan masalah melalui pembuatan proyek yang terkait dengan dunia nyata (Kokotsaki et al., 2016). Model ini sangat sesuai untuk diterapkan dalam proses pembelajaran dengan pendekatan STEAM. Sementara itu, *experiential learning* atau pembelajaran berbasis pengalaman menekankan pada proses belajar melalui pengalaman langsung (Kolb, 2015; Morris, 2020). Dalam model ini, siswa didorong untuk aktif berpartisipasi dalam kegiatan yang memungkinkan mereka belajar melalui praktik nyata, bukan sekadar dari teori atau pembelajaran pasif. Model ini memfasilitasi keterlibatan siswa, refleksi, dan penerapan pengetahuan dalam konteks dunia nyata sehingga sejalan dengan pendekatan STEAM. Demikian, *STEAM Education Corner* berfungsi sebagai ruang belajar berbasis pengalaman di lingkungan sekolah dasar.

Aktivitas *STEAM Education Corner*

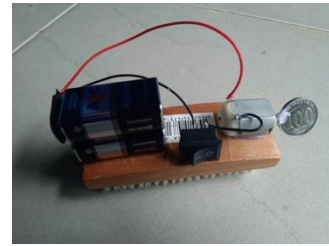
STEAM Education Corner menawarkan tiga aktivitas utama, yaitu kirigami, teselasi, dan robotika edukatif. Gambar 3 menunjukkan bentuk dari ketiga aktivitas tersebut.



Kirigami



Teselasi



Robotika Edukatif

Gambar 3. Contoh Aktivitas Kirigami, Teselasi, dan Robotika Edukatif

Kirigami berasal dari seni tradisional Jepang yang menggunakan teknik memotong dan melipat kertas untuk menghasilkan bentuk atau pola tertentu. Berbeda dengan origami, yang hanya melibatkan pelipatan, kirigami menggabungkan teknik pemotongan dan pelipatan untuk menciptakan karya yang lebih kompleks dan bersifat tiga dimensi (Park et al., 2019). Istilah kirigami sendiri berasal dari bahasa Jepang, di mana *kiri* berarti memotong dan *gami* berarti kertas. Awalnya, kirigami digunakan sebagai elemen dekorasi untuk rumah dan acara tradisional. Namun, seiring perkembangannya, kirigami kini banyak dimanfaatkan sebagai media pembelajaran dalam bidang matematika dan seni.

Teselasi adalah proses menyusun bentuk-bentuk geometris sedemikian rupa sehingga dapat menutupi sebuah bidang secara sempurna tanpa meninggalkan celah atau saling tumpang tindih. Bentuk-bentuk geometris tersebut, yang dikenal sebagai ubin atau *tile*, disusun dalam pola berulang yang teratur hingga seluruh bidang tertutup (Laksmiwati et al., 2023). Dalam istilah sederhana, teselasi sering disebut sebagai pengubinan. Contoh teselasi dapat dilihat pada pola keramik lantai, *wallpaper*, atau *mozaik*. Aktivitas teselasi melibatkan berbagai disiplin ilmu, seperti matematika, seni, sains, dan rekayasa. Dalam matematika khususnya, mempelajari teselasi dapat membantu memahami konsep simetri, pola, dan ruang dimensi.

Robotika edukatif merupakan proyek perakitan robot menggunakan material sederhana yang mudah ditemukan dalam kehidupan sehari-hari. Bahan-bahan tersebut bisa berupa dinamo, baterai, roda dari tutup botol, sikat cuci, piringan CD, stik es krim, dan material serupa lainnya. Robotika edukatif bertujuan mengenalkan konsep-konsep dasar, seperti penggerak, sensor, kontrol sederhana, dan pemrograman dasar (Barros et al., 2021). Aktivitas perakitan ini termasuk dalam kegiatan *hands-on* yang melibatkan motorik halus sehingga sangat sesuai untuk mendukung pembelajaran STEAM di tingkat sekolah dasar (Ching et al., 2019). Meskipun sederhana, robotika edukatif dipandang mampu memfasilitasi pembelajaran interdisipliner yang mencakup sains, teknologi, rekayasa, seni, dan matematika.

Pemanfaatan STEAM Education Corner

STEAM Education Corner dapat dimanfaatkan secara terintegrasi (*integrated*) maupun mandiri (*independent*). Pemanfaatan terintegrasi (Drake & Reid, 2018) berarti bahwa kegiatan yang dilakukan menjadi bagian dari kurikulum atau proses

pembelajaran yang dirancang oleh guru. *STEAM Education Corner* berfungsi untuk mendukung dan memfasilitasi guru dalam menerapkan pembelajaran inovatif yang bersifat interdisipliner dengan pendekatan STEAM. Sementara itu, pemanfaatan secara mandiri (Hockings et al., 2018; Moore, 1973) memungkinkan siswa mengakses *STEAM Education Corner* untuk mengeksplorasi minat dan mengembangkan kreativitas mereka tanpa terikat oleh kurikulum formal. Aktivitas mandiri ini membantu siswa meningkatkan kemandirian, inisiatif, dan rasa ingin tahu yang lebih mendalam. Pemanfaatan *STEAM Education Corner* terintegrasi ditunjukkan pada Gambar 4.

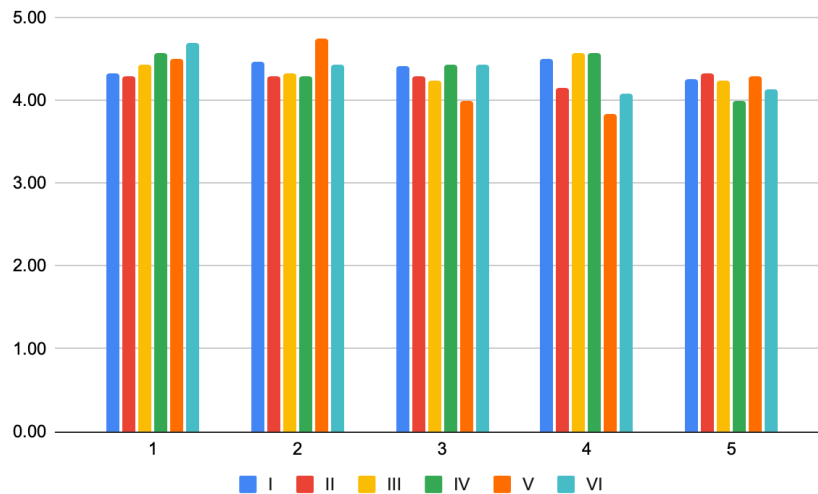


Gambar 4. Pemanfaatan *STEAM Education Corner* secara Terintegrasi

STEAM Education Corner menawarkan berbagai peluang bagi guru dan siswa untuk melakukan beragam kegiatan. Guru dapat memulai proyek kolaboratif yang melibatkan beberapa mata pelajaran. Sebagai contoh, guru dapat mengintegrasikan sains, matematika, seni, dan teknologi dalam satu proyek, seperti membangun robot sederhana dengan menggunakan stik es krim sebagai rangkanya. Guru juga dapat merancang eksperimen terpadu yang sesuai dengan materi pembelajaran di kelas. Misalnya, saat mempelajari energi terbarukan, siswa bisa memanfaatkan pojok STEAM untuk membuat model turbin angin atau panel surya mini. Selain itu, guru dapat mengajak siswa untuk memecahkan masalah nyata yang membutuhkan pendekatan interdisipliner, seperti mengembangkan filter udara mini sebagai solusi untuk mengatasi polusi udara.

Tanggapan Siswa terhadap *STEAM Education Corner*

Sebagai bagian dari evaluasi dan refleksi hasil pengembangan, penelitian ini menggali respon siswa terhadap keberadaan *STEAM Education Corner* di sekolah. Lima item pernyataan disampaikan pada kuesioner, meliputi; 1) saya tahu bahwa ada STEAM Corner di perpustakaan sekolah, 2) saya tertarik dengan STEAM Corner yang ada di perpustakaan sekolah, 3) saya tertarik untuk membuat kirigami, 4) saya tertarik untuk membuat teselasi, dan 5) saya tertarik untuk membuat robot sederhana. Siswa memilih jawaban dengan skala Likert; 1) sangat tidak setuju, 2) tidak setuju, 3) netral, 4) setuju, dan 5) sangat setuju. Hasil kuesioner tersaji pada Gambar 5.



Gambar 5. Respon Siswa terhadap *STEAM Education Corner*

Gambar 5 menunjukkan tanggapan siswa terhadap *STEAM Education Corner*. Berdasarkan data tersebut, dapat dikatakan bahwa siswa dari setiap kelas familiar dengan keberadaan *STEAM Education Corner* di sekolah. Familiaritas siswa kelas tinggi (IV-VI) lebih tinggi dibanding dengan siswa kelas rendah (I-III). Siswa menunjukkan ketertarikan pada *STEAM Education Corner*, terutama terlihat pada kelas I, V, dan VI. Berkaitan dengan respon spesifik terhadap aktivitas pada *STEAM Education Corner*, siswa kelas V tampak kurang tertarik dengan kirigami dan teselasi, namun memiliki ketertarikan yang tinggi pada robotika edukatif. Hal tersebut berbanding terbalik dengan siswa kelas VI yang tampak lebih tertarik dengan pembuatan kirigami. Siswa kelas I menunjukkan ketertarikan lebih pada kirigami dan teselasi, namun sedikit kurang pada perakitan robotika edukatif. Siswa kelas II memiliki ketertarikan lebih pada pembuatan kirigami dan perakitan robotika, sementara siswa kelas III tampak memiliki minat yang menonjol pada teselasi. Secara keseluruhan, data menunjukkan bahwa minat pada kirigami, teselasi, dan robotika menyebar pada setiap kelas.

Pengembangan *STEAM Education Corner* mencerminkan upaya menemukan metode baru (Aksela, 2019) guna mendukung pembelajaran interdisipliner berbasis proyek dan pengalaman langsung secara lebih optimal. Pendidikan STEAM sebagai pendekatan pembelajaran memerlukan penerapan model pembelajaran tertentu untuk mendukung implementasinya (Hong, 2017). Konsep pojok pendidikan STEAM dirancang berdasarkan model pembelajaran berbasis proyek dan pengalaman agar penggunaannya lebih terarah. Pemilihan kedua model ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang telah menunjukkan efektivitasnya dalam mendukung pelaksanaan pembelajaran berbasis STEAM (Houghton et al., 2022; Thibaut et al., 2018). Inovasi ini difokuskan pada penyediaan berbagai aktivitas langsung (*hands-on activities*) yang memungkinkan siswa sekolah dasar melatih motorik halus. Aktivitas seperti pembuatan kirigami, teselasi, dan robotika menggunakan material sederhana sehingga dapat mengurangi durasi interaksi siswa dengan layar (*screen time*). Beragam aktivitas tersebut dianggap lebih sesuai untuk anak-anak usia sekolah dasar.

SIMPULAN

STEAM *Education Corner* telah dirintis di SD STKIP Muhammadiyah Bangka Belitung dengan menyediakan aktivitas kirigami, teselasi, dan robotika. Ketiga macam proyek edukatif tersebut ditawarkan guna mendukung pembelajaran interdisipliner, terutama pada bidang sains, teknologi, rekayasa, seni, dan matematika. STEAM *Education Corner* dapat dikembangkan secara berkelanjutan dengan menawarkan lebih banyak aktivitas praktikal (*hands-on activities*). Selain itu, pojok STEAM yang sudah ada dapat dilengkapi dengan komputer yang terhubung ke sumber pembelajaran digital, seperti tutorial coding, panduan proyek *Do-It-Yourself* (DIY), atau perangkat lunak simulasi sains. Dengan tambahan ini, siswa memiliki kesempatan untuk belajar secara mandiri melalui modul yang tersedia atau mencoba proyek baru berdasarkan inspirasi dari berbagai sumber belajar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pengembangan STEAM *Education Corner* di SD STKIP Muhammadiyah Bangka Belitung merupakan keberlanjutan dari program pengabdian kepada masyarakat (PKM) yang dilaksanakan oleh tim dosen Universitas Muhammadiyah Bangka Belitung (Unmuh Babel). Penulis mengapresiasi keterlibatan aktif guru dan siswa selama proses perintisan STEAM *Education Corner* di sekolah.

REFERENSI

- Aksela, M. (2019). Towards student-centred solutions and pedagogical innovations in science education through co-design approach within design-based research. *Lumat: International Journal of Math, Science and Technology Education*, 7(3), 113–139. <https://doi.org/10.31129/LUMAT.7.3.421>
- Bakker, A. (2018). What is design research in education? In *Design Research in Education* (pp. 3–22). Routledge.
- Barros, G., Motta, B., Teixeira, V., Gravatá, A., Silva Júnior, S., de Sá, L., Amaral, M., & Almeida, L. (2021). Learning Interactions: Robotics Supporting the Classroom. In Stephanidis C., Antona M., & Ntoa S. (Eds.), *Commun. Comput. Info. Sci.* (Vol. 1421, p. 10). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH; Scopus. https://doi.org/10.1007/978-3-030-78645-8_1
- Boice, K. L., Jackson, J. R., Alemdar, M., Rao, A. E., Grossman, S., & Usselman, M. (2021). Supporting Teachers on Their STEAM Journey: A Collaborative STEAM Teacher Training Program. *Education Sciences*, 11(3), 105. <https://doi.org/10.3390/educsci11030105>
- Ching, Y.-H., Yang, D., Wang, S., Baek, Y., Swanson, S., & Chittoori, B. (2019). Elementary School Student Development of STEM Attitudes and Perceived Learning in a STEM Integrated Robotics Curriculum. *TechTrends*, 63(5), 590–601. <https://doi.org/10.1007/s11528-019-00388-0>
- Diego-Mantecon, J.-M., Prodromou, T., Lavicza, Z., Blanco, T. F., & Ortiz-Laso, Z. (2021). An attempt to evaluate STEAM project-based instruction from a school

- mathematics perspective. *ZDM – Mathematics Education*, 53(5), 1137–1148.
<https://doi.org/10.1007/s11858-021-01303-9>
- Drake, S., & Reid, J. (2018). Integrated Curriculum as an Effective Way to Teach 21st Century Capabilities. *Asia Pacific Journal of Educational Research*, 1(1), 31–50. <https://doi.org/10.30777/APJER.2018.1.1.03>
- Duban, N., Aydoğdu, B., & Kolsuz, S. (2018). STEAM Implementations for Elementary School Students in Turkey. *Journal of STEM Arts, Crafts, and Constructions*, 3(2), 41–58.
- Hockings, C., Thomas, L., Ottaway, J., & Jones, R. (2018). Independent learning – what we do when you're not there. *Teaching in Higher Education*, 23(2), 145–161. <https://doi.org/10.1080/13562517.2017.1332031>
- Holcomb, Z. C. (2016). *Fundamentals of descriptive statistics*. Routledge.
- Hong, O. (2017). STEAM education in Korea: Current policies and future directions. *Science and Technology Trends Policy Trajectories and Initiatives in STEM Education*, 8(2), 92–102.
- Houghton, T., Lavicza, Z., Rahmadi, I. F., Diego-Mantecón, J.-M., Fenyvesi, K., Weinhandl, R., & Ortiz-Laso, Z. (2022). STEAMTEACH Austria: Towards a STEAM Professional Development Program. *International Journal of Research in Education and Science*, 8(3), Article 3. <https://doi.org/10.46328/ijres.2747>
- Kokotsaki, D., Menzies, V., & Wiggins, A. (2016). Project-based learning: A review of the literature. *Improving Schools*, 19(3), 267–277. <https://doi.org/10.1177/1365480216659733>
- Kolb, D. A. (2015). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development* (Second edition). Pearson Education, Inc.
- Kolb, D. A., Boyatzis, R. E., & Mainemelis, C. (2001). Experiential Learning Theory: Previous Research and New Directions. In *Perspectives on Thinking, Learning, and Cognitive Styles*. Routledge.
- Laksmiwati, P. A., Hidayah, M., Schmidthaler, E., Prahmana, R. C. I., Sabitzer, B., & Lavicza, Z. (2023). Linking diversity in learning Geometry: Exploring tessellation in techno-based mathematical tasks. *Journal on Mathematics Education*, 14(3), 585–602. <https://doi.org/10.22342/jme.v14i3.pp585-602>
- 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 Transdisciplinary STEAM Approaches. *East Asia Regional Conference on Mathematics Education*. East Asia Regional Conference on Mathematics Education.
- Liao, C. (2016). From Interdisciplinary to Transdisciplinary: An Arts-Integrated Approach to STEAM Education. *Art Education*, 69(6), 44–49. <https://doi.org/10.1080/00043125.2016.1224873>

- McKenney, S., & Reeves, T. C. (2021). Educational design research: Portraying, conducting, and enhancing productive scholarship. *Medical Education*, 55(1), 82–92. <https://doi.org/10.1111/medu.14280>
- Moore, M. G. (1973). Toward a Theory of Independent Learning and Teaching. *The Journal of Higher Education*, 44(9), 661–679. <https://doi.org/10.1080/00221546.1973.11776906>
- Morris, T. H. (2020). Experiential learning – a systematic review and revision of Kolb’s model. *Interactive Learning Environments*, 28(8), 1064–1077. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1570279>
- Park, J. J., Won, P., & Ko, S. H. (2019). A Review on Hierarchical Origami and Kirigami Structure for Engineering Applications. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology*, 6(1), 147–161. <https://doi.org/10.1007/s40684-019-00027-2>
- Postholm, M. B. (2018). Reflective thinking in educational settings: An approach to theory and research on reflection. *Educational Research*, 60(4), 427–444. <https://doi.org/10.1080/00131881.2018.1530947>
- Rahmadi, I. F., & Lavicza, Z. (2021). Pedagogical Innovations in Elementary Mathematics Instructions: Future Learning and Research Directions. *International Journal on Social and Education Sciences*, 3(2), 360–378.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5th ed). Free Press.
- Sundler, A. J., Lindberg, E., Nilsson, C., & Palmér, L. (2019). Qualitative thematic analysis based on descriptive phenomenology. *Nursing Open*, nop2.275. <https://doi.org/10.1002/nop2.275>
- Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A., Boeve-de Pauw, J., Dehaene, W., Deprez, J., De Cock, M., Hellinckx, L., Knipprath, H., Langie, G., Struyven, K., Van de Velde, D., Van Petegem, P., & Depaepe, F. (2018). Integrated STEM Education: A Systematic Review of Instructional Practices in Secondary Education. *European Journal of STEM Education*, 3(1), 1–12. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/85525>