




## Training on STEAM learning design through kirigami, tessellation and simple robotics

Imam Fitri Rahmadi<sup>✉</sup>, Yudi Yunika Putra, Suprayuandi Pratama

Universitas Muhammadiyah Bangka Belitung, Pangkal Pinang, Indonesia

<sup>✉</sup> [imam.fitrirahmadi@unmuhbabel.ac.id](mailto:imam.fitrirahmadi@unmuhbabel.ac.id)

 <https://doi.org/10.31603/ce.12339>

### Abstract

Pedagogical and content-related issues are the main challenges in implementing Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics (STEAM) learning. Moreover, teachers have not fully understood the concept of the STEAM approach. Therefore, it is necessary to enhance their skills in designing and implementing project-based learning, as well as ensuring that learning content is connected to real-life contexts and integrated across disciplines. This community service program aims to develop STEAM learning innovations through project-based and experiential learning models using kirigami, tessellation, and simple robotics. The method is designed based on a partnership concept, grounded in pedagogical co-designing activities, consisting of four stages: pre-activity, socialization, training, and evaluation. The results indicate an improvement in teachers' understanding of the STEAM approach. Additionally, teachers successfully enhanced their skills in designing STEAM learning using kirigami, tessellation, and simple robotics.

**Keywords:** Kirigami; Tessellation; Simple robotics; STEAM learning

## *Pelatihan perancangan pembelajaran STEAM melalui kirigami, teselasi, dan robotika sederhana*

### Abstrak

Permasalahan pedagogis dan konten menjadi kendala utama dalam implementasi pembelajaran science, technology, engineering, arts, and mathematics (STEAM). Terlebih, guru belum sepenuhnya memahami konsep pendekatan STEAM, karenanya dibutuhkan peningkatan keterampilan mendesain dan implementasi pembelajaran berbasis proyek, serta konten pembelajaran perlu dikaitkan dengan kehidupan nyata dan terintegrasi lintas keilmuan. Pengabdian ini bertujuan untuk mengembangkan inovasi pembelajaran STEAM melalui model pembelajaran project-based dan experiential learning dengan menggunakan kirigami, teselasi, dan robotika sederhana. Metode pengabdian dirancang dengan konsep partnership, berlandaskan konsep pedagogical co-designing activities yang terdiri dari 4 tahap kegiatan, yakni pra kegiatan, sosialisasi, pelatihan, dan evaluasi. Hasil pengabdian menunjukkan peningkatan pemahaman guru terkait dengan pendekatan STEAM. Selain itu, para guru juga berhasil meningkatkan keterampilan dalam perancangan pembelajaran STEAM menggunakan kirigami, teselasi, dan robotika sederhana.

**Kata Kunci:** Kirigami; Teselasi; Robotika sederhana; Pembelajaran STEAM

Contributions to  
SDGs



### Article History

Received: 19/09/24

Revised: 22/12/24

Accepted: 03/01/25

# 1. Pendahuluan

---

Pembelajaran dengan pendekatan *science, technology, engineering, arts and mathematics* (STEAM) sedang menjadi perhatian utama dunia pendidikan global. Pendekatan tersebut mempromosikan pembelajaran interdisipliner (Liao, 2016), melibatkan minimal dua bidang keilmuan dalam proses belajar berbasis proyek atau *project-based learning* (Diego-Mantecon et al., 2021; Thibaut et al., 2018). Pembelajaran yang dilakukan dengan pendekatan STEAM lebih bermakna karena terkoneksi kuat dengan kehidupan nyata.

Sekolah Dasar (SD) Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan (STKIP) Muhammadiyah Bangka Belitung telah berupaya mengimplementasikan pembelajaran dengan pendekatan STEAM. Namun, terdapat berbagai kendala baik secara pedagogis, maupun konten. Permasalahan pedagogis termasuk *first order barriers* (Ertmer 2009) atau masalah paling pertama yang lebih radikal dan harus segera diselesaikan dalam mendukung kesuksesan integrasi teknologi dan adopsi suatu inovasi (Tawfik et al., 2021). Secara pedagogis seperti para guru belum sepenuhnya memahami konsep pendekatan STEAM dalam pembelajaran, para guru memiliki keterampilan terbatas dalam mendesain pembelajaran terpadu lintas keilmuan berbasis proyek, serta para guru belum menguasai strategi implementasi pembelajaran terpadu lintas keilmuan berbasis proyek.

Permasalahan konten termasuk *second order barriers* (Ertmer, 1999) atau masalah kedua yang harus segera diatasi. Secara konten, materi ajar pada buku paket dan lembar kerja siswa kurang memiliki kaitan dengan kehidupan nyata dan organisasi konten masih berdasarkan mata pelajaran, belum terintegrasi lintas keilmuan. Materi ajar yang masih terorganisir secara konvensional menuntut kreativitas guru dalam mendesain dan mengimplementasikan pembelajaran terintegrasi lintas keilmuan (Fitria, 2018). Integrasi konten pada pembelajaran di SD Indonesia saat ini masih sebatas berbasis tema (Nahak et al., 2019). Para guru perlu berinovasi lebih lanjut untuk mengintegrasikan konten berbasis proyek lintas keilmuan.

Kedua permasalahan utama tersebut di atas, pedagogis dan konten dalam implementasi pembelajaran berbasis STEAM akan diatasi dengan pelatihan peningkatan profesionalisme guru terkait konsep dasar dan perancangan skenario pembelajaran dengan pendekatan STEAM melalui *project-based learning* dengan menggunakan kirigami, teselasi, dan robotika sederhana. Para guru perlu memiliki pengetahuan dan keterampilan yang baik terkait pendekatan STEAM dalam pembelajaran dan untuk mengimplementasikan pembelajaran berbasis STEAM (Perignat & Katz-Buonincontro, 2019). Demikian, pelatihan yang dilakukan dapat mengatasi dua kendala utama dalam upaya mengimplementasikan pembelajaran dengan pendekatan STEAM di SD STKIP Muhammadiyah Bangka Belitung.

Kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk lebih memperkenalkan pendidikan STEAM di kalangan guru SD STKIP Muhammadiyah Bangka Belitung melalui model pembelajaran *project-based learning* dengan menggunakan kirigami, teselasi, dan robotika sederhana. Berbagai aktivitas pembelajaran berbasis STEAM akan disajikan dan dapat dicoba oleh para guru, berdampak pada peningkatan keterampilan guru dalam mengajar menggunakan pendekatan STEAM sehingga meningkatkan minat dan talenta siswa dalam bidang STEAM.

Pengabdian masyarakat dengan perancangan pembelajaran *science, technology, engineering, arts, and mathematics* (STEAM) telah dilakukan oleh beberapa tim pengabdian, seperti [Atmojo et al. \(2020\)](#) Implementasi pembelajaran berbasis STEAM untuk meningkatkan kompetensi pedagogik dan profesional guru SD melalui metode *lesson study*, kegiatan ini adanya peningkatan pengetahuan dan pemahaman guru dalam mengimplementasikan pembelajaran STEAM. [Irdalisa et al. \(2022\)](#) melakukan pelatihan pengembangan perangkat pembelajaran berbasis STEAM bagi guru IPA. Hasil kegiatannya menambah wawasan para guru tentang STEAM dan memotivasi guru dalam mendesain perangkat pembelajaran berbasis STEAM. Serta, [Choirunnisa et al. \(2023\)](#) melakukan kegiatan pengembangan pembelajaran berbasis STEAM bagi guru sekolah dasar. Hasil dari pelatihan peserta mendapatkan pengetahuan baru dalam membuat modul berbasis STEAM, dan mampu mengimplementasikan dalam pembelajaran. Namun, dari beberapa kegiatan yang dilakukan masih sedikit dalam perancangan pembelajaran berbasis STEAM menggunakan model pembelajaran *project-based learning* dengan menggunakan kirigami, teselasi, dan robotika sederhana.

Kebaruan pengabdian ini terletak pada perancangan pembelajaran STEAM menggunakan kirigami, teselasi, dan robotika sederhana yang dilandasi teori *project-based* dan *experiential learning*. Pengabdian berkontribusi terhadap peningkatan keterampilan guru dalam merancang dan mengimplementasikan pembelajaran interdisipliner.

## 2. Metode

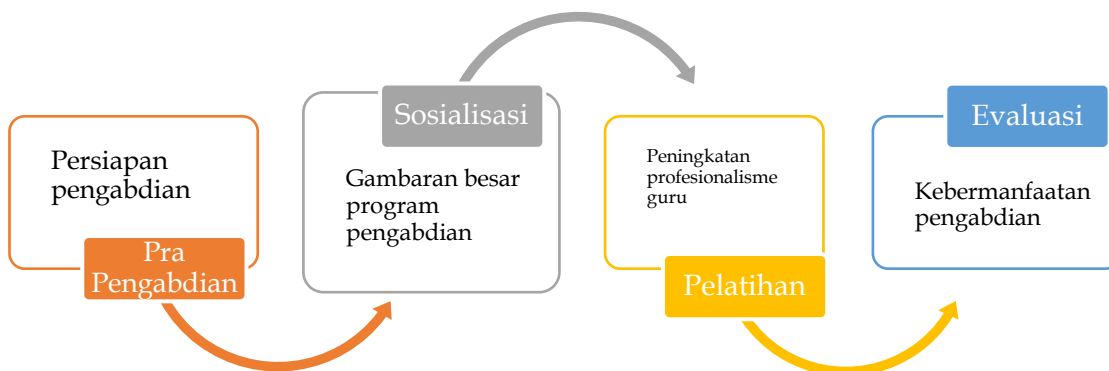
---

Pengabdian ini dilaksanakan pada tanggal 06 Agustus 2024 pada tahap sosialisasi dan tahap pelatihan dilaksanakan pada tanggal 13 Agustus 2024 di SD STKIP Muhammadiyah Bangka Belitung yang terletak di Kecamatan Pangkalanbaru, Bangka Tengah, Bangka Belitung. Adapun peserta pelatihan ini adalah guru kelas SD STKIP Muhammadiyah Bangka Belitung yang berjumlah 5 orang. Pemilihan kelima peserta berdasarkan diskusi antara tim pengabdian dengan kepala sekolah.

Pengabdian ini dirancang dalam konsep *partnership* ([Juuti et al., 2021](#)) antara sekolah dan guru dengan akademisi sebagai pengabdian. Pelatihan perancangan skenario dan pendampingan praktik pembelajaran dengan pendekatan STEAM dilakukan dengan landasan konsep *pedagogical co-designing activities* ([Mäkelä et al., 2022](#)), yaitu aktivitas mendesain pembelajaran secara kolaboratif antara guru dengan teman sejawat maupun dengan tim pengabdian.

Aktualisasi pengabdian dilakukan dalam 4 tahap terdiri dari : 1) Tahap pra kegiatan, 2) Sosialisasi, 3) Pelatihan, dan 4) Evaluasi ([Gambar 1](#)). *Pertama*, persiapan pengabdian yang dilakukan oleh tim pengabdian dalam menyusun rencana kegiatan dan kesepakatan antara tim pengabdian dan sekolah mitra dalam melaksanakan kegiatan. *Kedua*, sosialisasi dilakukan kepada Guru SD STKIP Muhammadiyah Bangka Belitung terkait gambaran besar program pengabdian terutama terkait dengan perancangan pembelajaran *science, technology, engineering, arts, and mathematics* (STEAM) melalui kirigami, teselasi, dan robotika sederhana. *Ketiga*, pelatihan peningkatan profesionalisme guru terkait konsep dasar dan perancangan skenario pembelajaran dengan pendekatan STEAM melalui *project-based learning* dilakukan untuk mengatasi permasalahan pedagogis. *Keempat*, evaluasi dilakukan untuk mengetahui persepsi peserta terkait dengan kebermanfaatannya. Teknik evaluasi menggunakan

angket dan pertanyaan *pre-test - post-test* yang dianalisis secara deskriptif kualitatif. Selanjutnya peserta diberikan angket persepsi setelah melakukan kegiatan seperti Tabel 1.



Gambar 1. Tahapan pengabdian

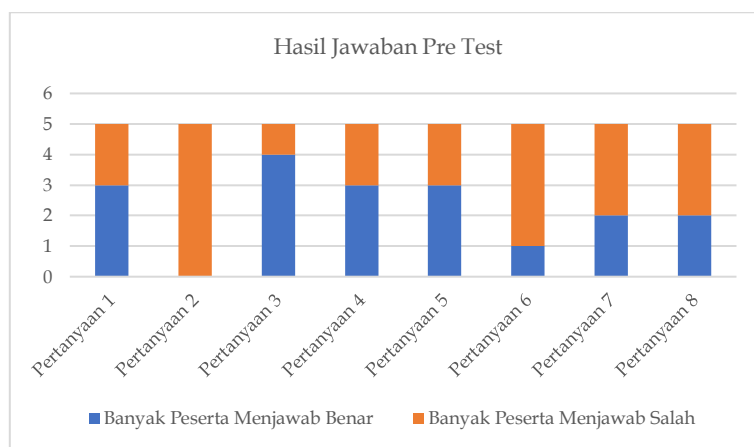
Tabel 1. Angket persepsi peserta kegiatan

Pernyataan
1. Saya merasa tertarik melaksanakan pembelajaran STEAM
2. Saya merasa pembelajaran interdisipliner lebih menarik dari pada monodisipliner
3. Saya merasa pembelajaran STEAM menarik dilakukan
4. Pembelajaran STEAM penting untuk pengembangan talenta siswa
5. Integrasi <i>Arts</i> (seni) ke dalam STEAM memperkaya pengalaman belajar
6. Pembelajaran STEAM meningkatkan literasi matematika siswa
7. Saya berencana memasukkan aktivitas STEAM dalam pembelajaran
8. Saya ingin mendapat lebih banyak pelatihan pembelajaran STEAM
9. Saya akan mendorong guru lain mencoba pembelajaran STEAM

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Sosialisasi pembelajaran STEAM

Tahap sosialisasi dilaksanakan pada tanggal 06 Agustus 2024. Sebelum melakukan sosialisasi peserta diberikan *pre-test* terkait pengetahuannya berdasarkan pembelajaran STEAM.



Gambar 2. Diagram hasil jawaban *pre-test*

Jumlah soal yang diberikan pada *pre-test* berjumlah 8 buah yang mengukur terkait dengan pembelajaran STEAM yang terdiri dari kirigami, teselasi, dan robotika sederhana yang akan diterapkan dalam pelatihan. Berdasarkan pada [Gambar 2](#) didapatkan bahwa dari kedelapan pertanyaan yang diberikan tidak ada satu pun pertanyaan yang dijawab benar keseluruhan oleh semua peserta. Bahkan ada satu pertanyaan yang tidak ada satu pun peserta menjawab benar. Mereka belum mengetahui bahwa STEAM merupakan pendekatan dalam pembelajaran.

Selain itu, peserta diberikan kuesioner pernyataan terkait dengan pendekatan STEAM. Didapatkan data bahwa kelima guru tersebut belum pernah melaksanakan pembelajaran STEAM di kelas dan belum pernah melakukan pelatihan terkait dengan pembelajaran STEAM. Selain itu dari kelima peserta tersebut ada 3 guru yang tidak terlalu familiar dengan pembelajaran STEAM dan 2 guru sama sekali tidak familiar. Ini menunjukkan bahwa guru di SD STKIP Muhammadiyah Bangka Belitung belum melakukan kegiatan pembelajaran di kelas dengan menggunakan pendekatan STEAM.

Sosialisasi pertama disampaikan oleh Imam Fitri Rahmadi terkait dengan pendekatan STEAM yang akan diimplementasikan dalam menyusun skenario pembelajaran. Dalam sosialisasi disampaikan bahwa STEAM merupakan suatu pendekatan pembelajaran interdisipliner keilmuan yang mencakup sains, teknologi, rekayasa, seni, dan matematika. Sehingga dapat disimpulkan bahwa STEAM bukan metode, model, teknik atau taktik pembelajaran ([Decorte & Vlieghe, 2024](#); [Duong et al., 2024](#); [Henriksen et al., 2019](#); [Rodrigues-Silva & Alsina, 2023](#); [Salas-Pilco, 2024](#); [Segarra-Morales & Juca-Aulestia, 2024](#); [Silva-Hormazábal & Alsina, 2023](#); [Zhou & Liu, 2023](#)).

Konsep pembelajaran STEAM cocok diterapkan dengan metode pembelajaran *project based learning* atau *experiential learning*. Dalam penggunaan STEAM corner dapat berupa *experiential learning space* atau ruang berkreasi siswa untuk memfasilitasi pembelajaran secara terintegrasi atau mandiri. Selanjutnya kegiatan sosialisasi dilanjutkan oleh Yudi Yunika Putra dan Suprayuandi Pratama yang membahas tentang kirigami, teselasi, dan robotika sederhana ([El-Dosuky, 2023](#); [Kalaitzidou & Pachidis, 2023](#); [Maryati & Ridlo, 2023](#)). [Gambar 3](#) merupakan penyampaian materi terkait dengan aktivitas STEAM dalam pembelajaran.



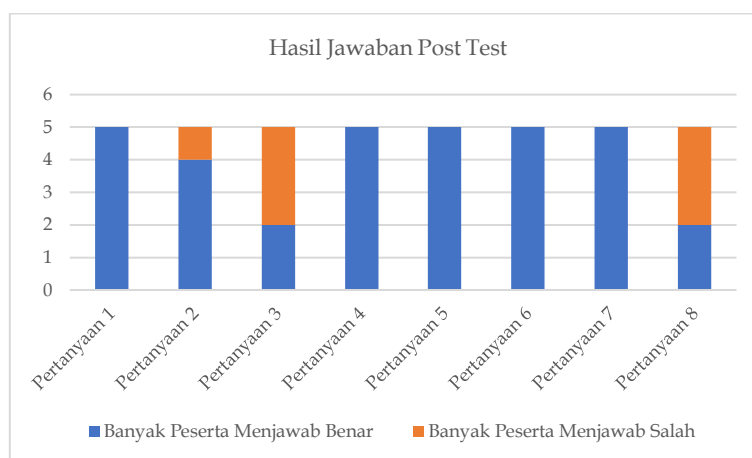
**Gambar 3. Sosialisasi materi tentang STEAM**

Kirigami merupakan pemotongan dan pelipatan kertas untuk menghasilkan karya seni yang menarik dapat berupa geometris, figuratif, tiga dimensi (3D), fungsional, kontemporer. Kompleksitas aktivitas kirigami dapat disesuaikan dengan pembuat. Sedangkan teselasi atau pengubinan yang merupakan pelapisan suatu bidang menggunakan satu atau lebih bentuk geometris tanpa tumpang tindih dan celah dapat ditemukan diberbagai bidang seperti matematika, seni, arsitektur, dan alam. Selanjutnya tentang robotika sederhana merupakan sebuah aktivitas perakitan robot

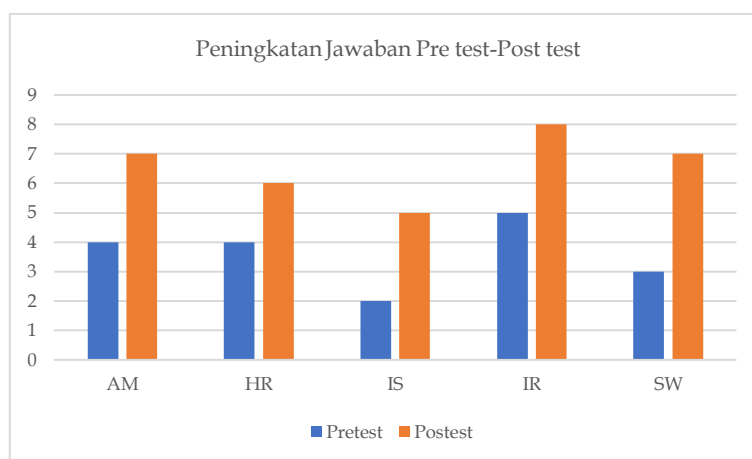


menggunakan material sederhana yang dikaitkan dengan *socio-scientific issues* dan berorientasi pada peningkatan literasi matematis.

Pelaksanaan *post-test* dilakukan sebelum pelatihan dilaksanakan. Seluruh peserta diberikan *post-test* yang bertujuan untuk mengukur pemahaman peserta setelah diberikan materi. Berdasarkan [Gambar 4](#) terlihat bahwa pemahaman guru terkait dengan STEAM dalam pembelajaran meningkat. Bahkan 5 dari 8 pertanyaan yang diberikan dapat dijawab benar oleh seluruh peserta. Selain itu, masing-masing peserta juga mengalami peningkatan dari *pre-test* dan *post-test* seperti pada [Gambar 5](#).



Gambar 4. Diagram hasil *post-test*



Gambar 5. Diagram hasil peningkatan *pre-test* dan *post-test*

Selama proses sosialisasi, para guru peserta pengabdian antusias menyimak materi dan mengikuti kegiatan secara keseluruhan. Tim pengabdian melakukan mini *interview* dengan para guru. Salah satu guru menyampaikan bahwa sudah beberapa kali mendengar informasi tentang STEAM, namun masih belum memahami bagaimana implementasinya.

*"Saya sudah sempat mendengar tentang STEAM, terdengar cukup menarik. Namun, sejauh ini kami belum mengetahui secara jelas cara melakukan pendekatan pembelajaran itu di dalam kelas"* (guru IR).

Guru lain menyatakan pengabdian ini sejalan dengan ekstrakurikuler yang baru dibuka di sekolah, yaitu robotika.

*"Pada semester ini mulai ada ekskul baru namanya robotika. Robotika edukatif yang disampaikan dalam kegiatan ini sejalan dengan apa yang kita lakukan dan sangat menarik. Terlebih robotika di sini digunakan sebagai proyek pembelajaran STEAM" (guru HR).*

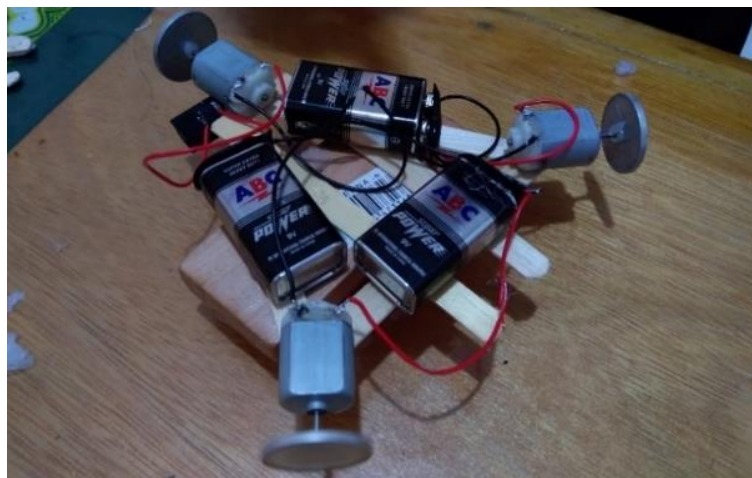
Respons guru menunjukkan keselarasan program pengabdian dengan kebutuhan sekolah. Guru memerlukan bimbingan untuk mendesain dan mengimplementasikan pembelajaran STEAM di dalam kelas.

### 3.2. Pelatihan STEAM

Kegiatan pelatihan dilaksanakan pada tanggal 13 Agustus 2024. Pelatihan perancangan pembelajaran STEAM dengan menggunakan alat yang telah disiapkan terkait dengan kirigami, teslasi, dan robotika sederhana ([Gambar 6](#)). Mereka sangat tertarik dan antusias melakukan perancangan. [Gambar 7](#) merupakan salah satu hasil pelatihan perancangan robotika sederhana. Dalam waktu yang sama, peserta lainnya juga menghasilkan rancangan skenario pembelajaran dengan menggunakan kirigami ([Gambar 8](#)). Perancangan pembelajaran menggunakan teslasi juga berhasil dilakukan oleh peserta seperti pada [Gambar 9](#).



Gambar 6. Suasana pelatihan STEAM



Gambar 7. Hasil perancangan robotika sederhana



Gambar 8. Hasil perancangan kirigami



Gambar 9. Hasil perancangan teslasi

### 3.3. Evaluasi

Evaluasi dilakukan dengan memberikan angket kepada peserta terkait dengan pengalaman selama kegiatan dilakukan. Dari hasil angket yang diberikan pada [Tabel 2](#) terlihat bahwa seluruh peserta menyatakan sangat setuju terkait dengan persepsi pendekatan STEAM diterapkan dalam pembelajaran di kelas, dengan skor rata-rata total mencapai 5,7 yang mengindikasikan peserta sangat setuju.

Selanjutnya seluruh peserta diberikan pertanyaan terkait dengan persiapannya ketika sekolah akan melakukan uji coba pembelajaran STEAM, didapatkan data bahwa 80% peserta langsung mempersiapkan diri untuk melaksanakan pembelajaran STEAM ketika uji coba dimulai, dan 20% menyatakan sudah siap melaksanakan pembelajaran STEAM sebelum uji coba dimulai. Hal ini menandakan bahwa guru SD STKIP Muhammadiyah Bangka Belitung tampak antusias dalam menerapkan pendekatan STEAM dalam pembelajaran.

Program pengabdian kepada masyarakat yang memberikan pelatihan terkait pendekatan STEAM sangat bermanfaat bagi guru dan sekolah. Pelatihan pembelajaran STEAM membuka wawasan guru dalam merancang dan menerapkan aktivitas STEAM dalam pembelajaran. Keterampilan guru dalam merancang pembelajaran interdisipliner meningkat ([Atmojo et al., 2020](#)). Meski perancangan pembelajaran STEAM lebih



kompleks dari pada perancangan pembelajaran monodisiplin, guru tampak antusias dan berupaya menyelesaikan desain pembelajaran STEAM eksperiensial berbasis pembuatan proyek edukatif. Pengabdian ini menawarkan terobosan pedagogis proses pembelajaran sains dan matematika yang lebih menyenangkan.

Tabel 2. Hasil angket persepsi peserta kegiatan

Peserta	Pern 1	Pern 2	Pern 3	Pern 4	Pern 5	Pern 6	Pern 7	Pern 8	Pern 9	Jumlah
AM	6	6	6	6	5	6	6	6	6	53
HR	6	6	6	6	6	6	6	6	6	54
IS	5	5	5	5	5	5	5	5	5	45
IR	6	6	6	6	6	6	6	6	6	54
SW	6	5	6	6	6	6	5	6	5	51
<b>Rata-rata</b>	<b>5,8</b>	<b>5,6</b>	<b>5,8</b>	<b>5,8</b>	<b>5,6</b>	<b>5,8</b>	<b>5,6</b>	<b>5,8</b>	<b>5,6</b>	<b>5,7</b>

## 4. Kesimpulan

Kegiatan perancangan pembelajaran STEAM melalui kirigami, teselasi, dan robotika sederhana berdampak positif untuk menyelesaikan permasalahan pedagogis guru dalam implementasi pembelajaran berbasis proyek melalui model pembelajaran *project-based learning*. Selain itu permasalahan konten pembelajaran yang selama ini menjadi hambatan dalam pembelajaran teratasi dengan mengaitkan kirigami, teselasi, dan robotika sederhana dalam pembelajaran di kelas melalui pendekatan STEAM.

## Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Universitas Muhammadiyah Bangka Belitung yang telah mendukung dari awal perencanaan sampai akhir pelaporan, serta kepada sekolah SD STKIP Muhammadiyah Bangka Belitung yang bersedia bekerja sama dalam pelaksanaan pengabdian ini sehingga berjalan dengan baik.

## Kontribusi Penulis

Perancang kegiatan: IFR, YYP, SY; Pelaksana kegiatan: IFR, YYP, SY; Penyusunan laporan dan artikel: IFR, YYP, SY.

## Konflik Kepentingan

Seluruh penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan finansial atau non-finansial yang terkait dengan artikel ini.

## Pendanaan

Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi yang telah mendanai kegiatan pengabdian dengan

nomor kontrak 124/E5/PG.02.00/PM.BARU/2024, 1152 /LL2/KP/PM/2024, dan 072/MOU/LPPM/IV/F/2024.

## Daftar Pustaka

- Atmojo, I. R. W., Ardiansyah, H. M. R., & Adi, D. Y. S. F. P. (2020). Implementasi Pembelajaran Berbasis Science, Technology, Engenering, Art And Mathematich (STEAM) untuk Meningkatkan Kompetensi Paedagogik dan Profesional Guru SD Melalui Metode Lesson Study. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 8(2), 119–123.
- Choirunnisa, N. L., Suryanti, Istianah, F., MintoHari, & Julianto. (2023). Pengembangan Pembelajaran Berbasis STEAM Bagi Guru Sekolah Dasar History Article. *CARADDE: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(1), 1–8. <https://doi.org/10.31960/caradde.v6i1.1860>
- Decorte, B., & Vlieghe, J. (2024). Towards a pedagogical conception of imagination in STEAM education. *Ethics and Education*, 19(2), 218–232. <https://doi.org/10.1080/17449642.2024.2361560>
- 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>
- Duong, N. H., Nam, N. H., & Trung, T. T. (2024). Factors affecting the implementation of STEAM education among primary school teachers in various countries and Vietnamese educators: comparative analysis. *Education* 3-13. <https://doi.org/10.1080/03004279.2024.2318239>
- El-Dosuky, A. E. (2023). Benefiting from the Art of Japanese Kirigami in Creating Contemporary Children`s wear. *Journal of the Textile Association*, 83(6), 377–383. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85171336048&partnerID=40&md5=64da6e9866c5820d2aff57953f2ad323>
- Ertmer, P. A. (1999). Addressing First- and Second-Order Barriers to Change: Strategies for Technology Integration. *Education Technology Research and Development*, 47(1), 47–61. <https://doi.org/10.1007/BF02299597>
- Fitria, Y. (2018). Perubahan Belajar Sains Siswa Dasar Pada Pembelajaran Terintegrasi (terpadu) melalui Model Discovery Learning. *Jurnal Inovasi Dan Pendidikan Sekolah Dasar*, 2(2), 52–63. <https://doi.org/10.24036/jippsd.v2i2.102705>
- Henriksen, D., Mehta, R., & Mehta, S. (2019). Design Thinking Gives STEAM to Teaching: A Framework That Breaks Disciplinary Boundaries. In *STEAM Education: Theory and Practice* (pp. 62–83). [https://doi.org/10.1007/978-3-030-04003-1\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-030-04003-1_4)
- Irdalisa, I., Amirullah, G., & Dirza, A. F. (2022). Pelatihan Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Steam Bagi Guru IPA. *JMM: Jurnal Masyarakat Mandiri*, 6(2), 1393–1401.
- Juuti, K., Lavonen, J., Salonen, V., Salmela-Aro, K., Schneider, B., & Krajcik, J. (2021). A Teacher–Researcher Partnership for Professional Learning: Co-Designing Project-Based Learning Units to Increase Student Engagement in Science Classes. *Journal of Science Teacher Education*, 32(6), 625–641. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2021.1872207>
- Kalaitzidou, M., & Pachidis, T. P. (2023). Recent Robots in STEAM Education. *Education Sciences*, 13(3). <https://doi.org/10.3390/educsci13030272>

- Liao, C. (2016). From Interdisciplinary to Transdisciplinary: An Arts-Integrated Approach to STEAM Education. *Art Education*, 69(1), 44-49. <https://doi.org/10.1080/00043125.2016.1224873>
- Mäkelä, T., Fenyvesi, K., Kankaanranta, M., Pnevmatikos, D., & Christodoulou, P. (2022). Co-Designing a Pedagogical Framework and Principles for a Hybrid STEM Learning Environment Design. *Educational Technology Research and Development*, 70(4), 1329-1357. <https://doi.org/10.1007/s11423-022-10114-y>
- Maryati, T. K., & Ridlo, Z. R. (2023). The analysis of the implementation of RBL-STEM learning materials in improving student's meta-literacy ability to solve wallpaper decoration problems using local antimagic graph coloring techniques. *Heliyon*, 9(6). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17433>
- Nahak, K. E. N., Degeng, I. N. S., & Widiati, U. (2019). Pembelajaran Tematik di Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 4(6), 785. <https://doi.org/10.17977/jptpp.v4i6.12527>
- Perignat, E., & Katz-Buonincontro, J. (2019). STEAM in Practice and Research: An Integrative Literature Review. *Thinking Skills and Creativity*, 31(1), 31-43. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.10.002>
- Rodrigues-Silva, J., & Alsina, Á. (2023). Conceptualising and framing STEAM education: what is (and what is not) this educational approach? *Texto Livre*, 16. <https://doi.org/10.1590/1983-3652.2023.44946>
- Salas-Pilco, S. Z. (2024). K-12 STEAM Education in Latin America: A Systematic Review. *EDUNINE 2024 - 8th IEEE World Engineering Education Conference: Empowering Engineering Education: Breaking Barriers through Research and Innovation, Proceedings*. <https://doi.org/10.1109/EDUNINE60625.2024.10500534>
- Segarra-Morales, A. K., & Juca-Aulestia, M. (2024). Strategies and Skills in STEAM Education Systematic Review of the Literature. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 932 LNNS, 398-411. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-54235-0\\_36](https://doi.org/10.1007/978-3-031-54235-0_36)
- Silva-Hormazábal, M., & Alsina, Á. (2023). Exploring the Impact of Integrated STEAM Education in Early Childhood and Primary Education Teachers. *Education Sciences*, 13(8). <https://doi.org/10.3390/educsci13080842>
- Tawfik, A. A., Shepherd, C. E., Gatewood, J., & Gish-Lieberman, J. J. (2021). First and Second Order Barriers to Teaching in K-12 Online Learning. *TechTrends*, 65(6), 925-938. <https://doi.org/10.1007/s11528-021-00648-y>
- 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). Entegre STEM eğitimi: Orta öğretimdeki öğretim uygulamalarının sistematik bir incelemesi. *STEM Education*, 3(1), 2.
- Zhou, Y., & Liu, Y. (2023). Discussion on Development Strategy of STEAM Education and Information Integration. *ACM International Conference Proceeding Series*, 29-34. <https://doi.org/10.1145/3591139.3591146>



This work is licensed under a Creative Commons Attribution Non-Commercial 4.0 International License