

Inovasi Kurikulum dan Pembelajaran Pendidikan Singapore

DOI: <https://doi.org/10.18196/berdikari.v12i1.18875>

ABSTRACT

STEM, the acronym for Science, Technology, Engineering and Mathematics, is several groups of knowledge that are modified in one lesson. Nowadays, STEM learning has a special place in the hearts of every educator as an effort to improve 21st century skills. STEM learning can be combined with the provision of a makerspace. This article discussed the provision of STEM-based makerspaces in the world of education as learning curriculum innovations that can be implemented. This qualitative research applied a case study approach. The research sample consisted of 10 people in early childhood with an age range of 5-6 years. Interviews, observation, and documentation were methods used to make it easier to collect research data, while data analysis techniques were carried out by means of data triangulation starting from the stages of data collection, data reduction and data presentation. Based on the results of the research, information has been obtained that the application of STEM-based makerspaces in the world of education, especially at the preschool level, can stimulate children's development optimally. This is based on children's direct experience when carrying out activities that are more meaningful than just talking. Apart from that, the application of STEM-based makerspaces in the world of education is also believed to be able to increase children's interest and learning outcomes so that in the future, the application of STEM-based makerspaces should be increased further, especially in the 21st century.

Keywords: Makerspace, STEM, Curriculum Innovation

ABSTRAK

STEM akronim dari Science, Technology, Engineering and Mathematics merupakan beberapa rumpun ilmu yang dimodifikasi dalam satu pembelajaran. Dewasa ini, pembelajaran STEM sudah mendapat tempat tersendiri di hati masing-masing pendidik sebagai upaya untuk meningkatkan skill abad 21. Pembelajaran STEM dapat dikombinasikan dengan penyediaan makerspace. Artikel ini akan membahas tentang pengadaan makerspace berbasis STEM dalam dunia pendidikan sebagai inovasi kurikulum pembelajaran yang dapat diterapkan. Penelitian ini bersifat kualitatif dengan pendekatan studi kasus. Sampel penelitian berjumlah 10 orang pada anak usia dini dengan rentang usia 5-6 tahun. Wawancara, observasi, dan dokumentasi merupakan cara yang digunakan untuk memudahkan dalam mengumpulkan data penelitian, sedangkan teknik analisis data ditempuh dengan cara triangulasi data yang dimulai dari tahapan pengumpulan data, reduksi data, dan penyajian data. Berdasarkan hasil

**MAR'ATUN SHOLIHAH¹,
NURHUSNA KAMIL², LILIA
NURRAMADANI³, INDRI
DEWI SAPUTRI⁴**

1,2,3,4 Program Studi Pendidikan Islam
Anak Usia Dini
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
Jalan Laksda Adisucipto, Papringan,
Caturtunggal, Kec. Depok, Kabupaten
Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta
55281
E-mail: husnaoke2@gmail.com

penelitian yang telah dilakukan, didapatkan informasi bahwa penerapan makerspace berbasis STEM dalam dunia pendidikan khususnya jenjang prasekolah dapat menstimulus perkembangan anak secara optimal. Hal ini didasarkan pada pengalaman anak yang secara langsung ketika melakukan kegiatan akan bermakna daripada hanya sekedar berbincang-bincang. Selain itu, penerapan makerspace berbasis STEM dalam dunia pendidikan juga dipercaya mampu meningkatkan minat dan hasil belajar anak sehingga kedepannya, penerapan makerspace berbasis STEM sebaiknya harus ditingkatkan lagi terutama pada abad 21 saat ini.

Kata Kunci: Makerspace, STEM, Inovasi Kurikulum

PENDAHULUAN

Pembelajaran STEM merupakan akronim dari science, technology, engineering, arts, and mathematics yang merupakan himpunan dari berbagai rumpun ilmu yang disatukan dalam satu pembelajaran (Roche et al., 2021). Pembelajaran STEM bertujuan memberikan pengalaman langsung kepada anak untuk berpartisipasi secara aktif dan langsung di setiap kegiatan pembelajaran sehingga pembelajaran akan berpusat kepada anak sebagai pelaku utama (Sung et al., 2023). Selain itu, melalui STEM dibentuk pembelajaran bersifat konstruktivisme yang melibatkan siswa berpartisipasi aktif dalam menciptakan pengetahuan baru (Montés et al., 2023). Adapun dampak signifikannya adalah peningkatan keterlibatan belajar, kognisi, kepercayaan diri serta kemampuan berpikir inovatif (Bui et al., 2023). Pembelajaran STEM sangat efisien jika diimplementasikan pada abad 21 untuk membentuk generasi yang kritis dalam menghadapi berbagai macam permasalahan dengan memiliki pengetahuan yang menjadi dasar dalam berpikir kreatif dan inovatif untuk membangun fondasi masa depan (Alghamdi, 2023).

Faktanya, STEM telah terlebih dahulu diterapkan di negara Singapura. Sebagai negara dengan kualitas pendidikan terbaik, pemerintah Singapura menerapkannya pada setiap aspek bidang tertentu dalam pembelajaran. Berbagai pembelajaran yang berkaitan dengan pendidikan telah menerapkan STEM sebagai salah satu wujud pembelajaran menyenangkan bagi siswa. Beberapa bentuk STEM tidak hanya diterapkan dalam dunia pendidikan, tetapi juga dalam beberapa kecanggihan teknologi pada beberapa fasilitas seperti penyediaan ruangan untuk memudahkan para guru dan siswa secara langsung berkolaborasi dalam menyampaikan ide menjadi sebuah kreativitas dan nilai seni yang disebut dengan makerspace (Gravel & Puckett, 2023a). Secara harfiah, makerspace memberikan ruang kepada suatu anggota dalam kelompok untuk menyalurkan ide menjadi sebuah karya (Mørch et al., 2023). Selain itu, memberikan kemudahan akses dan penggunaan yang signifikan sehingga bentuk makerspace sudah banyak diimplementasikan di Singapura baik dalam dunia pendidikan maupun fasilitas umum.

Pemanfaatan makerspace hendaknya mulai diterapkan di Indonesia dengan penyesuaian Kurikulum Merdeka sehingga memberikan peluang yang besar kepada peserta didik untuk dapat meningkatkan kepercayaan diri, kemampuan berkomunikasi maupun kemampuan untuk bersosialisasi. Salah satu bentuk makerspace yang dapat diterapkan di Indonesia adalah menyediakan ruangan khusus untuk setiap pembelajaran yang berbasis STEM (Mørch et al., 2023). Penerapan makerspace dalam dunia pendidikan berbasis STEM sebagai bentuk inovasi kurikulum dari negara Singapura dapat dijadikan realisasi pada pendidikan di Indonesia.

METODE PELAKSANAAN

Penelitian ini bersifat kualitatif dengan pendekatan studi kasus. Sampel penelitian berjumlah 10 orang dengan kategori usia anak 5-6 tahun pada jenjang pendidikan pra-sekolah. Adapun teknik pengumpulan data menggunakan wawancara, observasi, dan dokumentasi selama kegiatan berlangsung. Analisis data menggunakan teknik triangulasi data melalui tiga tahap yaitu pengumpulan data, reduksi data dan penyajian data (Hardani et al., 2020). Penelitian dilakukan selama 40-50 menit dengan frekuensi 1x pertemuan. Adapun teknik keabsahan data dilakukan dengan cara triangulasi sumber data. Hal tersebut ditempuh dengan cara membandingkan data observasi awal dan wawancara dengan guru sebagai pedoman pada data pretest. Setelah itu, melakukan treatment dan terakhir melihat hasil data posttest setelah treatment dilakukan.

Implementasi pembelajaran dengan pendekatan berbasis STEM memerlukan beberapa langkah yang dapat dilakukan dengan menerapkan makerspace pada pendidikan di Indonesia khususnya di jenjang PAUD. Pertama, dimulai dari strategi evaluasi pelaksanaan, keberhasilan program dalam dunia pendidikan, dan langkah-langkah mengukur keberhasilan kegiatan yang telah dilaksanakan. Upaya atau strategi evaluasi pelaksanaan dapat dimulai dengan mengadakan evaluasi terhadap sekolah-sekolah yang belum sepenuhnya menerapkan pembelajaran ini terutama bagian fasilitas lembaga pendidikan. Hal utama dalam makerspace adalah berkaitan dengan fasilitas. Jika dikaitkan dengan pendidikan, bagian yang akan dibahas terlebih dahulu adalah fasilitas sekolah. Keberhasilan program jika makerspace berbasis STEM telah dilaksanakan dalam pendidikan, yaitu dapat melakukan peninjauan output apa yang telah dilakukan oleh sekolah misalnya dalam meningkatkan minat belajar siswa, meningkatkan prestasi, dan mengembangkan keterampilan berpikir kritis (Yungkeun, 2022). Beberapa langkah yang dapat dilakukan untuk mewujudkan keberhasilan STEM

yaitu dengan cara mempersiapkan lingkungan sekolah yang aman, nyaman, partisipatif, dan komunikatif. Selain itu, memberikan akses belajar yang leluasa kepada peserta didik untuk mengembangkan bakat dan minat yang dimiliki. Upaya tersebut kemudian dapat diukur dengan melihat bagaimana antusiasme siswa ketika mengikuti pembelajaran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kedudukan Makerspace berbasis STEM

Makerspace telah populer sebagai bentuk lokakarya tempat komunitas dalam berbagi ilmu pengetahuan sehingga dianggap sebagai revolusi baru dalam industri dan merupakan salah satu inovasi pendidikan yang paling menarik selama beberapa dekade terakhir (Ottemo et al., 2023). Beberapa negara di berbagai belahan dunia termasuk di antaranya Singapura telah menerapkan makerspace terlebih dahulu dalam pembelajaran pada berbagai jenjang pendidikan. Makerspace menjadi salah satu bentuk kegiatan yang telah populer sejak beberapa tahun terakhir. Selain itu, makerspace merupakan upaya dalam memudahkan peserta didik untuk terus berkembang dan berbenah dalam setiap aktivitas kegiatan belajar sehingga makerspace ini diinovasikan dengan pembelajaran STEM pada setiap kelompok umur dan jenjang pendidikan karena hal ini secara langsung memengaruhi keterampilan kreatif dan berpikir siswa (Soomro et al., 2023). Hal tersebut dapat dikaitkan dengan pembelajaran STEM karena makerspace merupakan tempat di mana setiap siswa dapat saling terlibat secara langsung dengan pengalaman nyata (Gravel & Puckett, 2023a) sehingga berkaitan dengan pembelajaran STEM yang memberikan pengalaman langsung kepada peserta didik untuk selalu terlibat aktif dalam menyelesaikan permasalahan yang dihadapi (Montés et al., 2023).

Pelaksanaan STEM dalam pendidikan dapat dimulai dari pendidikan anak usia dini hingga pendidikan lanjut. Gambaran penerapan makerspace berbasis STEM pada satuan PAUD terlihat pada Gambar 1.

Penerapan yang dilaksanakan membutuhkan waktu sekitar 40-50 menit yang dimulai dari tahapan pengenalan alat dan bahan kepada siswa. Kemudian, pendidik memberikan arahan dan contoh dalam melakukan kegiatan. Selama pelaksanaan berlangsung, ada beberapa kendala yang ditemukan pendidik yaitu siswa yang masih belum dapat sepenuhnya memahami aturan bekerja dan siswa yang belum dapat menggunakan peralatan dengan baik sehingga masih perlu bimbingan serta minimnya penjagaan kebersihan oleh siswa selama pelaksanaan berlangsung. Hal tersebut mengakibatkan

keterlambatan dalam menyelesaikan kegiatan. Namun, dibalik kendala yang ditemui selama kegiatan berlangsung, keberhasilan atau capaian yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar berikut.



Gambar 1. Penerapan makerspace berbasis STEM pada satuan PAUD



Gambar 2. Hasil karya siswa pada kegiatan berbasis STEM

Gambar 2 mengindikasikan bahwa, capaian hasil belajar yang dapat dilihat yaitu siswa sudah dapat mengkreasi sendiri sebuah karya dengan ide dan kreativitas masing-masing. Selain itu, siswa juga sudah mampu menggunakan alat dan bahan selama pembelajaran berlangsung sehingga menghasilkan karya yang luar biasa. Jika diulas lebih dalam, capaian perkembangan yang dapat disimpulkan dari kegiatan ini yaitu melatih setiap aspek perkembangan siswa, melatih kesabaran, meningkatkan kreativitas, dan imajinasi serta pengelolaan dalam menjaga kebersihan diri dan lingkungan.

Penyediaan makerspace sebagai fasilitas berbasis STEM terutama dalam dunia pendidikan merupakan bentuk kepedulian sekolah pada siswa dalam memberikan ruang untuk mengembangkan bakat dan minat yang dimiliki oleh setiap peserta didik sebagai zona penyangga sebelum mereka terjun langsung ke masyarakat. Terakhir, hal yang tidak kalah penting yaitu makerspace diharapkan menjadi ruang utama dalam mengakomodasi peserta didik yang memiliki ide-ide inovatif dalam menggunakan teknologi sehingga lebih mampu mengekspresikan diri pada berbagai karya seni (Wu & Ma, 2023). Selain memberikan keleluasaan bagi peserta didik untuk mengembangkan keterampilan pada abad 21, pengadaan makerspace dalam bidang pendidikan secara signifikan juga menjanjikan secara langsung sebagai jembatan dalam pendidikan formal dan informal (Pijls et al., 2022). Hal lain yang tak kalah pentingnya adalah, makerspace tidak hanya berfungsi sebagai media dalam menyalurkan ide kreatif siswa, tetapi juga tempat dalam memberikan eksplorasi yang menyenangkan kepada peserta didik agar dapat belajar dan berkembang sesuai dengan usianya (Balakrisnan et al., 2023).

Makerspace sebagai Inovasi Kurikulum Pembelajaran STEM

Gagasan menyediakan makerspace dalam pembelajaran sebagai inovasi kurikulum yang berfokus pada STEM merupakan salah satu bentuk upaya dalam mengekstrak informasi berharga dari studi-studi sebelumnya (Balakrisnan et al., 2023) dengan konsep untuk membudayakan siswa abad 21 (Alghamdi, 2023). Makerspace berbasis STEM adalah alternatif lain untuk dijadikan inovasi kurikulum pembelajaran terutama pada pendidikan anak usia dini. Beberapa penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa adanya kesetaraan antara makerspace dan pembelajaran STEM. Setiap pendekatan yang digunakan dalam makerspace bersinggungan erat dengan posisi inkuiri anak sebagai pembelajar aktif yang mengedepankan nilai bermain dalam proses pembelajaran (Johnston et al., 2022). Penelitian yang dilakukan oleh (Susanne & Niklas, 2022) menguraikan bahwa dengan adanya makerspace dalam pendidikan dapat mendukung keterampilan siswa berkolaborasi baik dalam penugasan individu maupun berkelompok karena kesiapan pada keterampilan memilih dan menggunakan tata bahasa sehingga terjalin komunikasi dua arah dalam menyelesaikan sebuah proyek. Senada dengan hal itu, Chiu (2022) telah mengemukakan bahwa makerspace memungkinkan siswa mengeksplorasi konsep melalui pengoperasian yang beresonansi dengan pilihannya dalam metode eksplorasi pendidikan sehingga menghasilkan kreativitas, pemikiran kritis

dan kemampuan pemecahan masalah. Kedua penelitian tersebut cukup menjelaskan secara detail manfaat dan dampak positif yang dirasakan siswa jika makerspace berbasis STEM diterapkan dalam pendidikan.

Manfaat Makerspace sebagai Upaya Inovasi Pembelajaran STEM

Makerspace telah diakui sebagai pembelajaran potensial lingkungan untuk mendorong keterlibatan peserta dalam inovasi praktik dan mengembangkan keterampilan terkait. Selain itu, makerspace telah dikonseptualisasikan sebagai komunitas pembangun pengetahuan baru yang dibagikan secara kolektif. Sebuah penelitian menjelaskan bahwa makerspace merupakan sebuah tempat untuk bertukar ide, informasi, dan sumber daya yang biasanya menyediakan ruangan tertentu untuk menyalurkan dan mempromosikan ide dalam berbagai inovasi karya (Leskinen et al., 2023). Pendapat lain yang menjelaskan manfaat makerspace bagi pembelajaran STEM yaitu memberikan peluang dan kesempatan kepada anak untuk fokus dalam menyelesaikan sebuah proyek (Johnston et al., 2022). Hal yang tidak kalah pentingnya adalah makerspace menawarkan janji untuk senantiasa mendukung pengalaman pendidikan STEM berbasis minat dan individual yang bertujuan meningkatkan peluang bagi anak dalam membuat makna melalui penyelidikan, desain, dan investasi (Gravel & Puckett, 2023).

Pembelajaran STEM yang difasilitasi oleh makerspace mampu memberikan pengalaman nyata kepada anak dalam mengeksplorasi imajinasi pada setiap kegiatan yang dilakukan. Sebagai bentuk tempat lokakarya bagi suatu komunitas, kenyataannya makerspace memegang peranan penting dalam berbagi pengetahuan, sumber daya, dan alat yang digunakan seperti dianggap sebagai revolusi baru dalam industri. Sebagai salah satu inovasi baru dalam dunia pendidikan yang paling menarik dalam beberapa dekade terakhir, makerspace menyediakan lingkungan belajar yang kompleks dan terbuka serta memahami bagaimana anak membentuk komunitas swakelola mandiri dalam antusiasme mereka terhadap teknologi (Ottemo et al., 2023). Tidak hanya itu, makerspace juga dapat meningkatkan kepercayaan diri anak dalam pendidikan terutama yang berbasis STEM dan mampu mengembangkan identitas STEM, khususnya bagi anak usia dini meskipun beberapa studi literatur sebelumnya terbatas pada hal kreativitas (Soomro et al., 2023).

Bentuk Penggunaan Makerspace berbasis STEM dalam Dunia Pendidikan

Penyediaan makerspace bagi suatu instansi cenderung menggunakan bahan dan alat yang kompleks, tetapi pada pendidikan anak usia dini pengadaan terkait kelengkapan alat dan bahan dalam menyanggupi fasilitas makerspace dapat menggunakan bahan sederhana sehingga biasa disebut makerspace basic dengan alat dan bahan berupa pensil, penghapus, penggaris, selotip, komputer, ataupun bahan-bahan yang bersifat masih dapat digunakan kembali (Li et al., 2023). Namun kemudian, pengadaan dan alat ini disesuaikan dengan tujuan pembelajaran yang akan dilakukan. Jika pembelajaran tersebut berkaitan dengan seni, alat dan bahan yang disediakan sebaiknya sesuai dengan aktivitas yang akan dilakukan.

Begitu juga jika pembelajaran bersinggungan erat dengan sains atau teknologi, hal itu juga harus disesuaikan. Akan tetapi, semakin lengkap pengadaan alat dan bahan yang difasilitasi sebuah lembaga dalam makerspace, kondisi itu akan lebih baik karena dapat menstimulasi perkembangan dan pembelajaran yang akan berlangsung secara efektif. Untuk tahapan fasilitas makerspace pada situasi yang lebih kompleks, alat dan bahan yang dapat menjadi referensi selain alat dan bahan yang bersifat sederhana dapat juga berupa komputer, printer 3D, proyektor, osiloskop, pemotong laser, dan lain sebagainya (Ottemo et al., 2023). Berdasarkan pengabdian yang telah dilaksanakan, penerapan pembelajaran dengan pendekatan STEM mampu menstimulus perkembangan peserta didik secara aktif. Berbagai aspek perkembangan pada peserta didik dapat dioptimalkan, baik perkembangan fisik motorik, kognitif, sosial emosional maupun bahasa. Selama kegiatan berlangsung, anak akan melakukan interaksi dan komunikasi baik dengan guru maupun teman lainnya. Hal inilah yang dapat menstimulus segala aspek perkembangan anak dengan baik.

Pelaksanaan pembelajaran dengan pendekatan STEM dilakukan pada satuan pendidikan anak usia dini, melibatkan sekitar 10 orang anak dengan tujuan melihat sejauh mana pengaruh pengadaan makerspace mampu menarik minat dan hasil belajar peserta didik. Selain itu, juga meninjau kendala yang ditemukan selama kegiatan berlangsung. Hal itu menjadi tolok ukur dalam melakukan evaluasi di masa mendatang, baik dari tahapan perencanaan, pelaksanaan kegiatan, hasil kegiatan maupun evaluasi setelah dilaksanakan kegiatan. Setelah pelaksanaan tersebut, terdapat poin penting yang menjadi catatan utama pendidik dalam mengadakan kegiatan yang sama yaitu mempersiapkan perencanaan dengan lebih matang. Selain itu, dapat dimulai dengan mengenalkan alat dan bahan, jenis kegiatan yang akan dilaksanakan, dan bagaimana

kegiatan dilaksanakan jauh sebelum aktivitas dilakukan. Berdasarkan kendala yang telah ditemukan, dapat dilakukan upaya untuk meminimalkan hambatan pada pelaksanaan berikutnya dan diperlukan tindak lanjut yang serius dari semua pihak lembaga pendidikan sehingga pelaksanaannya mendapat hasil yang maksimal.

SIMPULAN

Berdasarkan uraian di atas, terdapat keterkaitan antara penyediaan makerspace terhadap pembelajaran berbasis STEM. Hal tersebut mendasari untuk pelaksanaan pendidikan Indonesia juga sebaiknya lebih banyak menerapkan makerspace karena pendekatan seperti ini telah diimplementasikan oleh Singapura pada berbagai bidang sektor, salah satunya dalam pendidikan. Selain itu, jika makerspace dikaitkan langsung dengan pembelajaran STEM, tentu memberikan dampak yang luar biasa dalam mewujudkan generasi abad 21 yang memiliki keterampilan individu, baik dalam berpikir kritis, pemecahan masalah maupun self esteem.

DAFTAR PUSTAKA

- Adlini, M. N., Dinda, A. H., Yulinda, S., Chotimah, O., & Merliyana, S. J. (2022). Metode Penelitian Kualitatif Studi Pustaka. *EDUMASPUL: Jurnal Pendidikan*, 6(1), 974-980.
- Alghamdi, A. A. (2023). Exploring Early Childhood Teachers' Beliefs About STEAM Education in Saudi Arabia. *Early Childhood Education Journal*, 51(2), 247-256. <https://doi.org/10.1007/s10643-021-01303-0>
- Balakrisnan, V., Kamarudin, N., Ma'rof, A. M., & Hassan, A. (2023). Maker-centred Learning Approach to Craft STEM Education in Primary Schools: A Systematic Literature Review. *ASM Science Journal*, 18. <https://doi.org/10.32802/ASMSJ.2023.1430>
- Bui, T., Tran, T., Nguyen, T., Nguyen-Thi, L., Tran, V.-N., Dang, U. P., Nguyen, M.-T., & Hoang, A.-D. (2023). Dataset of Vietnamese preschool teachers' readiness towards implementing STEAM activities and projects. *Data in Brief*, 46, 108821. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2022.108821>
- Chiu, P. S. (2022). A World Café Approach for Maker Education Context into the Internet of Things Course. *Journal of Internet Technology*, 23(5), 919-925. <https://doi.org/10.53106/160792642022092305001>
- Davidson, C., & Australia, C. R. (2009). Transcription: Imperatives for Qualitative Research. In *International Journal of Qualitative Methods* (Vol. 8, Nomor 2).
- Gravel, B. E., & Puckett, C. (2023a). What shapes implementation of a school-based makerspace? Teachers as multilevel actors in STEM reforms. *International Journal of STEM Education*, 10(1), 7. <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00395-x>
- Gravel, B. E., & Puckett, C. (2023b). What shapes implementation of a school-based makerspace? Teachers as multilevel actors in STEM reforms. *International Journal of STEM Education*, 10(1), 7. <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00395-x>
- Hardani, Auliya, N. H., Andriani, H., Fardani, R. A., Ustiawaty, J., Utami, E. F., Sukmana, D. J., & Istiqomah, R. R. (2020). Metode Penelitian Kualitatif & Kuantitatif. Penerbit Pustaka Ilmu.
- Johnston, K., Kervin, L., & Wyeth, P. (2022). STEM, STEAM and Makerspaces in Early Childhood: A Scoping Review. *Sustainability (Switzerland)*, 14(1353). <https://doi.org/10.3390/su142013533>
- Leskinen, J., Kajamaa, A., & Kumpulainen, K. (2023). Learning to innovate: Students and teachers constructing collective innovation practices in a primary school's makerspace. <https://doi.org/10.3389/educ.2022.936724>
- Li, Y., Li, Y., & Qiu, S. (2023). Analysis on the Effectiveness and Mechanisms of Public Policies to Promote Innovation of High-Tech Startups in Makerspaces. *Sustainability*, 15(9), 7027. <https://doi.org/10.3390/su15097027>
- Montés, N., Zapatera, A., Ruiz, F., Zuccato, L., Rainero, S., Zanetti, A., Gallon, K., Pacheco, G., Mancuso, A., Kofteros, A., & Marathefti, M. (2023). A Novel Methodology to Develop STEAM Projects According

- to National Curricula. *Education Sciences*, 13(2), 169. <https://doi.org/10.3390/educsci13020169>
- Mørch, A. I., Flø, E. E., Litherland, K. T., & Andersen, R. (2023). Makerspace activities in a school setting: Top-down and bottom-up approaches for teachers to leverage pupils' making in science education. *Learning, Culture and Social Interaction*, 39(November 2021), 100697. <https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2023.100697>
- Ottemo, A., Berge, M., Mendick, H., & Silfver, E. (2023). Gender, Passion, and 'Sticky' Technology in a Voluntaristically-Organized Technology Makerspace. *Engineering Studies*, 1-21. <https://doi.org/10.1080/19378629.2023.2203396>
- Pijls, M., van Eijck, T., Kragten, M., & Bredeweg, B. (2022). Activities and Experiences of Children and Makerspace Coaches During After-School and School Programs in a Public Library Makerspace. *Journal for STEM Education Research*, 5(2), 163-186. <https://doi.org/10.1007/s41979-022-00070-w>
- Rahmadi. (2011). Pengantar Metodologi Penelitian. In Antasari Press. [https://idr.uin-antasari.ac.id/10670/1/PENGANTAR METODOLOGI PENELITIAN.pdf](https://idr.uin-antasari.ac.id/10670/1/PENGANTAR%20METODOLOGI%20PENELITIAN.pdf)
- Robinson, A., Gleeson, I., & Ajithkuma, T. (2022). Literature Review Can the use of knowledge-based planning systems improve stereotactic radiotherapy planning? A systematic review. *Journal of Radiotherapy in Practice*, 22(e89), 1-10. <https://doi.org/10.1017/S1460396922000437>
- Roche, J., Bell, L., Martin, I., Mc Loone, F., Mathieson, A., & Sommer, F. (2021). Science Communication Through STEAM: Professional Development and Flipped Classrooms in the Digital Age. *Science Communication*, 43(6), 805-813. <https://doi.org/10.1177/10755470211038506>
- Sari, M., & Asmendri. (2018). Penelitian Kepustakaan (Library Research) dalam Penelitian Pendidikan IPA. *Penelitian Kepustakaan (Library Research) dalam Penelitian Pendidikan IPA*, 2(1), 44. <https://ejournal.uinib.ac.id/jurnal/index.php/naturalscience/article/view/1555/1159>
- Soomro, S. A., Casakin, H., Nanjappan, V., & Georgiev, G. V. (2023). Makerspaces Fostering Creativity: A Systematic Literature Review. *Journal of Science Education and Technology*, 4. <https://doi.org/10.1007/s10956-023-10041-4>
- Sung, J., Lee, J. Y., & Chun, H. Y. (2023). Short-term effects of a classroom-based STEAM program using robotic kits on children in South Korea. *International Journal of STEM Education*, 10(1), 26. <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00417-8>
- Susanne, W., & Niklas, G. (2022). Transferring makerspace activities to the classroom: a tension between two learning cultures. *International Journal of Technology and Design Education*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s10798-022-09799-2>
- Wu, Y., & Ma, Z. (2023). The Power of Makerspaces: Heterotopia and Innovation. *Sustainability (Switzerland)*, 15(1). <https://doi.org/10.3390/su15010629>
- Yungkeun, P. (2022). Analysis of Teachers' Questions in the STEAM Class for Students with Intellectual Disabilities. *Journal of Curriculum and Teaching*, 11(5), 205. <https://doi.org/10.5430/jct.v11n5p205>