



Alternatif Steam untuk Pembelajaran Matematika di SD Abad Ke-21

Teguh Handoyo^{1*}, Umi Mahmudah²

^{1,2} Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan

Email : teguhhandoyo319c@gmail.com¹, umimahmudah@uingusdur.ac.id²

Alamat: Kampus I Jalan Kusuma Bangsa No.9 Kota Pekalongan

Korespondensi penulis: teguhhandoyo319c@gmail.com

Abstract. *Mastery of science and technology is a must in facing the era of globalization. This requires various parties to be able to develop capabilities related to the development of capabilities in the field of technology. In the field of education, one of the educational breakthroughs in Indonesia that seeks to develop humans who can create a science and technology-based economy is STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) learning. This study aims to describe STEAM as an alternative to learning mathematics in SD in the 21st century. This study uses a literature review method. The library study method is a critical study of the discussion of a topic that has been written by researchers or scientists in various sources in the form of books, journals, ebooks, or other scientific articles. The results of this study indicate that it is very important to use learning methods and media in the world of education to support teaching and learning activities, especially at the SD level. STEAM is one of the methods that can be used in learning but it is undeniable that this method cannot be applied in all school circles. Schools that have been able to use this method are those that are well-coordinated. Therefore, we really hope that this STEAM method can be implemented in all school circles which also indicates that our education is developing to be better every day.*

Keywords: *mathematical learning, primary school, STEAM*

Abstrak. Penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi merupakan suatu keharusan dalam menghadapi era globalisasi. Hal ini menuntut berbagai pihak untuk dapat mengembangkan kemampuan yang berkaitan dengan pengembangan kemampuan di bidang teknologi. Dalam bidang pendidikan, salah satu terobosan pendidikan di Indonesia yang berupaya untuk mengembangkan manusia yang dapat menciptakan ekonomi berbasis ilmu pengetahuan dan teknologi adalah pembelajaran STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics). Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan STEAM sebagai alternatif pembelajaran matematika di SD pada abad ke-21. Penelitian ini menggunakan metode studi pustaka. Metode kajian pustaka merupakan kajian kritis terhadap pembahasan suatu topik yang telah ditulis oleh para peneliti atau ilmuwan dalam berbagai sumber baik berupa buku, jurnal, ebook, atau artikel ilmiah lainnya. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sangat penting penggunaan metode dan media pembelajaran dalam dunia pendidikan untuk menunjang kegiatan belajar mengajar khususnya di tingkat SD. STEAM merupakan salah satu metode yang dapat digunakan dalam pembelajaran namun tidak dapat dipungkiri bahwa metode ini tidak dapat diterapkan di semua kalangan sekolah. Sekolah yang sudah mampu menggunakan metode ini adalah sekolah yang sudah terkoordinasi dengan baik. Oleh karena itu, kami sangat berharap metode STEAM ini dapat diterapkan di semua kalangan sekolah yang juga menandakan bahwa pendidikan kita semakin hari semakin berkembang menjadi lebih baik.

Kata kunci: *pembelajaran matematika, sekolah dasar, STEAM*

1. LATAR BELAKANG

Aktivitas kehidupan telah didominasi oleh produk-produk berteknologi tinggi di era modern ini. Tidak sedikit dari kita yang tidak bisa hidup tanpa teknologi. Hal ini menandakan bahwa perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang begitu pesat tidak dapat dihindari melainkan harus dihadapi dan dikuasai. Dalam menghadapi era globalisasi, penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi menjadi suatu keharusan. Hal ini menuntut berbagai pihak untuk dapat mengembangkan kemampuan yang berkaitan dengan pengembangan kemampuan di bidang teknologi.

Pengembangan kemampuan peserta didik dalam bidang pendidikan dalam penguasaan teknologi telah diupayakan dalam setiap pembaharuan kurikulum yang dilakukan oleh pemerintah guna mendapatkan generasi bangsa yang siap dan handal dalam menghadapi era globalisasi (Andrusova et al., 2020). Salah satu terobosan pendidikan di Indonesia yang berupaya mengembangkan manusia yang dapat menciptakan ekonomi berbasis sains dan teknologi adalah pembelajaran STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics).

Sekolah Dasar (SD) merupakan masa dimana siswa diajarkan beberapa mata pelajaran dan salah satunya adalah matematika. Matematika merupakan mata pelajaran yang jarang diminati oleh anak-anak karena adanya tanggapan bahwa pelajaran ini merupakan pelajaran yang sulit dan rumit untuk dipahami karena menyajikan banyak rumus yang sulit untuk dihafalkan. Oleh karena itu, pemilihan metode yang tepat sangat diperlukan agar siswa dapat memahami dan mengerti lebih dalam tentang matematika (Ferland & Kaszap, 2019).

Pembelajaran STEAM merupakan integrasi dari berbagai disiplin ilmu, yaitu sains, teknologi, teknik, seni, dan matematika yang berada dalam satu kesatuan pendekatan pembelajaran. (Girdzijauskienė & Šmitienė, 2020). Mendefinisikan STEAM sebagai integrasi disiplin ilmu seni dalam kurikulum dan pembelajaran di bidang sains, teknologi, teknik, dan matematika yang sebelumnya dikenal sebagai STEM. STEAM merupakan meta-disiplin ilmu yang mengintegrasikan sains, teknologi, rekayasa, seni dan Matematika menjadi pendekatan terpadu yang dapat diimplementasikan dalam pembelajaran di sekolah dasar.

STEAM sebagai pendekatan pembelajaran merupakan sarana bagi siswa untuk menciptakan ide-ide berbasis sains dan teknologi melalui kegiatan berpikir dan bereksplorasi dalam memecahkan masalah berdasarkan lima disiplin ilmu yang terintegrasi (Pitcher et al., 2016). Jika pemecahan masalah dilakukan berdasarkan beberapa disiplin ilmu, maka akan menghasilkan solusi yang sangat tepat, tidak hanya menyelesaikan masalah matematika saja tetapi berdasarkan konsep-konsep yang berkaitan dengan disiplin ilmu lain sehingga pemecahan masalah akan sangat menarik, efektif dan efisien.

Menyatakan bahwa akibat dari penerapan industri 4.0, ketimpangan semakin besar, sehingga dua aspek penting yang harus diperhatikan oleh guru adalah kreativitas dan berpikir kritis (Ruiz-Rico Ruiz & Ruiz-Rico Ruiz, 2019). Oleh karena itu, dalam upaya mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi sekaligus mengembangkan kreativitas, implementasi STEAM dalam pembelajaran sangat diperlukan, khususnya dalam pembelajaran matematika di sekolah.

Implementasi merupakan suatu proses penerapan ide, konsep, kebijakan atau inovasi dalam suatu tindakan praktis sehingga memberikan dampak, baik berupa perubahan pengetahuan, keterampilan, maupun nilai dan sikap. Implementasi pendekatan pembelajaran adalah proses penerapan ide dan konsep suatu pendekatan dalam pembelajaran yang akan mempengaruhi dan meningkatkan pendidikan ke arah yang lebih baik. Implementasi STEAM dalam pembelajaran merupakan suatu proses penerapan ide, gagasan dan konsep yang terdapat dalam meta-disiplin ilmu dalam suatu pembelajaran yang diharapkan dapat meningkatkan kemampuan baik dalam aspek kognitif, afektif dan psikomotorik siswa dalam menghadapi kemajuan teknologi (Wandari dkk, 2018).

Penelitian ini akan membahas bagaimana implementasi STEAM dalam pembelajaran di sekolah dasar, khususnya pada pembelajaran matematika (Navas-Anguita et al., 2020). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode tinjauan literatur. Metode kajian literatur merupakan kajian kritis terhadap pembahasan suatu topik yang telah ditulis oleh para peneliti atau ilmuwan dalam berbagai sumber (Isniah et al., 2020). Sumber informasi dapat berupa buku, jurnal, ebook, atau artikel ilmiah lainnya. Langkah-langkah penulisan yang dilakukan adalah: a) mengumpulkan data mengenai STEAM dan bagaimana implementasinya dalam pembelajaran di sekolah dasar serta keterkaitan STEAM dengan kemampuan abad ke-21, b) menganalisis data yang diperoleh berdasarkan pemikiran penulis, dan c) menyimpulkan hasil analisis tinjauan pustaka. Konsep dan prinsip apa saja yang dapat digunakan dalam mengimplementasikan STEAM pada pembelajaran matematika dan bagaimana contoh penerapannya serta hubungan STEAM dengan kemampuan abad 21 yang akan dikaji dalam penelitian ini. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat pengetahuan terkait STEAM dan implementasinya dalam pembelajaran matematika di sekolah dasar, baik bagi guru sebagai fasilitator pembelajaran maupun bagi siswa.

2. KAJIAN TEORITIS

Implementasi pembelajaran STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) dalam pendidikan matematika di Sekolah Dasar (SD). Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan yang pesat menuntut generasi muda untuk menguasai keterampilan yang relevan dengan kebutuhan abad ke-21 (Andrusova et al., 2020). Pembelajaran STEAM diharapkan dapat mengatasi tantangan ini dengan mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu, sehingga siswa tidak hanya belajar teori, tetapi juga dapat menerapkannya dalam konteks nyata.

Ferland & Kaszap (2019) menekankan pentingnya pemilihan metode yang tepat dalam pembelajaran matematika, mengingat banyak siswa yang menganggap matematika sebagai pelajaran yang sulit. Oleh karena itu, pendekatan STEAM yang mengintegrasikan seni dan kreativitas dalam pembelajaran matematika dapat membantu siswa untuk lebih memahami dan menikmati pelajaran tersebut. Girdzijauskienė & Šmitienė (2020) juga menyoroti bahwa STEAM sebagai pendekatan pembelajaran dapat meningkatkan keterlibatan siswa dan mendorong mereka untuk berpikir kritis dan kreatif.

Dalam konteks pendidikan di Indonesia, pembelajaran STEAM sejalan dengan kurikulum 2013 yang mengedepankan pembelajaran tematik integratif (Ulumudin et al., 2020). Hal ini menunjukkan bahwa STEAM dapat diimplementasikan dengan baik di SD, di mana berbagai mata pelajaran diajarkan secara tematik. Selain itu, penelitian oleh Ruiz-Rico Ruiz & Ruiz-Rico Ruiz (2019) menunjukkan bahwa dalam menghadapi era industri 4.0, kreativitas dan berpikir kritis menjadi dua aspek penting yang harus diperhatikan dalam pendidikan.

3. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode tinjauan literatur. Metode ini melibatkan kajian kritis terhadap berbagai sumber yang relevan, termasuk buku, jurnal, dan artikel ilmiah, untuk mengumpulkan informasi mengenai STEAM dan implementasinya dalam pembelajaran di sekolah dasar. Langkah-langkah yang diambil dalam penelitian ini meliputi, Pengumpulan Data, mengumpulkan informasi mengenai STEAM, implementasinya dalam pembelajaran di SD, serta keterkaitannya dengan kemampuan abad ke-21. Analisis Data, menganalisis data yang diperoleh berdasarkan pemikiran penulis dan mengidentifikasi konsep serta prinsip yang dapat digunakan dalam implementasi STEAM pada pembelajaran matematika. Dengan menggunakan metode tinjauan literatur, penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang mendalam mengenai STEAM dan bagaimana pendekatan ini dapat meningkatkan kualitas pendidikan, khususnya dalam pembelajaran matematika di sekolah dasar.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN STEAM

STEAM didefinisikan secara berbeda oleh setiap ahli. Namun, semua definisi tersebut mengacu pada sebuah kesimpulan bahwa STEAM merupakan sebuah meta-disiplin ilmu yang mengintegrasikan sains, teknologi, rekayasa, seni dan matematika menjadi sebuah pendekatan terpadu yang dapat diimplementasikan dalam pembelajaran di sekolah (Farwati dkk, 2021).

STEAM yang merupakan singkatan dari istilah Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics merupakan sebuah terobosan baru dalam dunia pendidikan yang mengintegrasikan beberapa unsur ilmu pengetahuan menjadi satu kesatuan konsep pembelajaran. STEAM lahir dan berperan setelah konsep STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) pertama kali didefinisikan. STEAM lahir dan muncul setelah adanya penambahan disiplin ilmu seni yang terintegrasi ke dalam STEM (Muñoz-Rujas et al., 2018). Mendefinisikan STEAM sebagai integrasi disiplin seni ke dalam kurikulum dan pembelajaran di bidang sains, teknologi, teknik, dan matematika (STEM). Elemen-elemen seni diintegrasikan ke dalam STEM sebagai dasar untuk kebutuhan lain yang lebih baik dan menarik untuk hasil atau produk yang lebih baik. Hasil dari pembelajaran berbasis STEAM mengandung unsur seni yang tentunya akan memberikan pengaruh positif bagi siapa saja yang menikmatinya.

Integrasi unsur seni dalam STEAM dapat memberikan kreativitas dan daya cipta siswa dalam bentuk kreativitas seni yang diintegrasikan ke dalam hasil pembelajaran (Garner et al., 2018). Produk STEAM tidak hanya mengandung aspek kognitif saja, tetapi akan mengandung beberapa aspek lain yaitu afektif dan psikomotorik yang dapat dikembangkan secara umum oleh peserta didik dalam menghadapi era revolusi industri 4.0. Kompleksitas abad ke-21 saat ini menuntut kemampuan yang beragam dan pembelajaran berbasis STEAM dapat menjadi persiapan dan latihan untuk itu semua. Oleh karena itu, kemampuan kognitif dan kreativitas harus terus dikembangkan dalam berbagai bentuk, salah satunya melalui pembelajaran berbasis STEAM yang mengintegrasikan desain, kreativitas, dan inovasi dalam disiplin ilmu sains, teknologi, teknik, dan matematika sehingga dapat mengembangkan keterampilan yang dibutuhkan untuk menghadapi dan mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi (Doiron & Asselin, 2021).

Implementasi STEAM dalam Pembelajaran Matematika di SD

Pembelajaran berbasis STEAM merupakan terobosan baru dalam dunia pendidikan di Indonesia (Alic, 2017). Belum terlalu banyak guru yang mengimplementasikan STEAM dalam pembelajaran di sekolah. Perubahan kurikulum di Indonesia menjadi kurikulum 2013 mengindikasikan adanya perbaikan pendidikan yang dilakukan pemerintah. Kurikulum 2013 yang mengintegrasikan pembelajaran tematik sangat cocok dipadukan dengan pembelajaran berbasis STEAM. Disebutkan bahwa sekolah dasar dan sekolah menengah pertama merupakan jenjang satuan pendidikan yang cocok untuk menerapkan pembelajaran berbasis STEAM. Hal ini dikarenakan pada jenjang ini setiap mata pelajaran diajarkan secara tematik integratif.

Setiap mata pelajaran diajarkan berdasarkan tema pada jenjang sekolah dasar (Ulumudin et al., 2020). Setiap tema dapat memuat beberapa konsep kajian keilmuan, antara lain: matematika, IPA, IPS, Bahasa Indonesia, teknologi, dan lain sebagainya. Sehingga pembelajaran berdasarkan tema-tema tersebut dapat diimplementasikan dengan pembelajaran berbasis STEAM. Di akhir pembelajaran, siswa dapat menciptakan hasil belajar yang berkaitan dengan disiplin ilmu yang terdapat dalam STEAM.

Dalam pembelajaran berbasis STEAM, seorang guru akan menghadapi tantangan bagaimana mendorong siswa untuk dapat menggunakan pemahaman dan logikanya secara aktif, berpikir kritis dan kreatif serta menggunakan keterampilan dalam memecahkan masalah (Et al., 2021). Guru tidak hanya sebagai fasilitator, guru harus ikut serta dalam membangun pemahaman untuk membuat hubungan antar disiplin ilmu yang terdapat dalam STEAM. Dalam pembelajaran kelompok STEAM, guru dapat berganti-ganti kelompok untuk mengamati, memberikan rangsangan berupa pertanyaan, pendapat dan saran serta memberikan nilai terhadap produk yang dihasilkan. Sementara itu, siswa dan kelompok belajarnya membangun pemahaman tentang konsep yang sedang dibahas dan belajar bagaimana membuat hubungan terintegrasi antar disiplin ilmu dalam STEAM, mereka harus dapat mengembangkan konsep tersebut dalam disiplin ilmu lain (Andresen et al., 2020).

Contoh penerapan STEAM dalam matematika, misalnya siswa dihadapkan pada konsep bangun ruang, mereka harus dapat mengembangkan konsep tersebut dalam disiplin ilmu lain (May, 2019). Ruang bangunan dapat dibuat dan didesain dengan teknik yang berbeda. Setiap ruang bangunan juga dapat didesain dengan menambahkan unsur seni pada setiap kreasinya, misalnya menambahkan warna pada setiap sisi bangunan. Pembuatan dan pembelajaran bangun ruang dapat dilakukan dengan menggunakan teknologi perangkat lunak matematika, salah satunya adalah Geogebra. Implementasi STEAM dalam pembelajaran dapat menghasilkan produk pembelajaran yang kompleks dan sempurna dalam meningkatkan kualitas pendidikan.

Hubungan STEAM dengan Kemampuan Abad 21

Pembelajaran STEAM mendukung tujuan Industri 4.0 dengan kemampuan abad ke-21. Model ini juga menunjukkan bahwa pembelajaran STEAM harus ditingkatkan agar masyarakat siap memiliki industri yang berkualitas tinggi. Keterampilan abad ke-21 dan tujuan pembelajaran STEAM sangat penting agar suatu bangsa dapat menghadapi perkembangan zaman dalam revolusi industri 4.0 (Azis et al., 2020). Indikator penting lainnya adalah pentingnya mengaitkan tujuan pembelajaran STEAM dan dengan keterampilan abad ke-21 yang sangat dibutuhkan, sehingga pembelajaran STEAM dapat mendukung industri 4.0

STEAM dirancang untuk mengembangkan keterampilan abad ke-21 yang dapat digunakan di semua bidang kehidupan sehari-hari, seperti penalaran, pemecahan masalah, berpikir kritis, keterampilan kreatif dan investigasi, pembelajaran mandiri, literasi teknologi, kerja sama tim dan kolaborasi, dan banyak keterampilan lainnya (Doğan & Batdı, 2021). Pembelajaran STEAM dimaksudkan untuk mengintegrasikan berbagai mata pelajaran ke dalam kurikulum yang terintegrasi. Melalui pembelajaran STEAM, jika diimplementasikan dengan baik dan dirancang dalam pembelajaran yang tepat, siswa lebih mampu memecahkan masalah sehari-hari. Siswa dapat mempelajari proses desain teknik, di mana mereka mengidentifikasi dan mendefinisikan masalah, melakukan penelitian, mengembangkan beberapa ide untuk solusi, dan sampai pada satu ide yang mereka prototipe. Mahasiswa kemudian dapat menguji prototipe, merencanakan dan mengevaluasi desain, dan mendesain ulang untuk melakukan perbaikan (Rivera-Chang, 2021). Melalui proses ini, siswa dapat mempelajari banyak keterampilan sosial, kolaboratif, kerja tim, dan kepemimpinan.

Untuk mencapai keberhasilan implementasi pembelajaran STEAM, diperlukan lebih dari sekadar perbaikan dalam pedagogi dan kurikulum. Perubahan diperlukan dalam berbagai cara termasuk pengembangan profesional untuk guru, kesempatan pendampingan untuk guru dan siswa. Menstimulasi kreativitas dalam pembelajaran STEAM diperlukan untuk meningkatkan pemikiran siswa agar lebih mandiri dan fleksibel, serta efikasi diri yang kreatif dan keterampilan pemecahan masalah yang kreatif (Golding & Batiibwe, 2020). Penelitian telah menunjukkan bahwa kreativitas dapat dipelajari melalui contoh dan praktik. Oleh karena itu, guru diharapkan dapat memberikan contoh nilai dan perilaku kreativitas dengan tetap menjaga suasana kelas yang mendukung (Suroso et al., 2021). Kreativitas juga dapat dikembangkan melalui lingkungan yang mendukung di mana siswa merasa terdorong untuk berpikir secara mandiri, bereksplorasi dan bermain, mengamati dan merefleksikan, serta mengajukan pertanyaan yang tidak biasa. Kreativitas juga dapat ditumbuhkan melalui contoh dan praktik, oleh karena itu guru harus mencontohkan perilaku kreatif dan membangun kemandirian siswa yang kreatif melalui umpan balik yang mendukung dan mendorong proses kreatif (Steinhagen & Said, 2021).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penggunaan metode dan media pembelajaran dalam dunia pendidikan sangatlah penting untuk menunjang kegiatan belajar mengajar, khususnya di tingkat SD. STEAM merupakan salah satu metode yang dapat digunakan dalam pembelajaran namun tidak dapat dipungkiri bahwa metode ini tidak dapat diterapkan di semua sekolah. Sekolah yang sudah bisa

menggunakan metode ini adalah sekolah yang sudah terkoordinasi dengan baik. Oleh karena itu, kami sangat berharap metode STEAM ini dapat diterapkan di semua sekolah yang juga menandakan bahwa pendidikan kita semakin hari semakin berkembang menjadi lebih baik.

DAFTAR REFERENSI

- Alic, J. A. (2017). Energy Innovation and Policy. In *Oxford Research Encyclopedia of Climate Science*.
- Andresen, M., Brewster, C., & Suutari, V. (2020). Self-initiated expatriates in context: Recognizing space, time, and institutions. In *Self-Initiated Expatriates in Context: Recognizing Space, Time, and Institutions*.
- Andrusova, I. V., Smirnova, Z. V., Chelnokova, E. A., Nikeitseva, O. N., & Tsaregorodtseva, A. N. (2020). Health-saving technologies in teacher's activity. *Revista de La Universidad Del Zulia*, 11(31).
- Azis, A., Komalasari, K., & Masyitoh, I. S. (2020). Strengthening Young Generation Characters In The Disruption Era Through The Internalization Of Wayang Golek Values. *Sosiohumaniora*, 22(3).
- Doğan, Y., & Batdı, V. (2021). Revisiting brainstorming within an educational context: A meta-thematic analysis. *Journal of Learning for Development*, 8(3).
- Doiron, R., & Asselin, M. (2021). Confronting the 'Crisis of Significance' in 21st Century School Libraries. *IASL Annual Conference Proceedings*.
- Et al., I. N. S. D. (2021). The Effect of PBL-based STEAM Approach on The Cognitive and Affective Learning Outcomes of Primary School. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 12(6).
- Farwati, R., Metafisika, K., Sari, I., Sitinjak, D. S., Solikha, D. F., & Solfarina, S. (2021). STEM Education Implementation in Indonesia: A Scoping Review. *International Journal of STEM Education for Sustainability*, 1(1).
- Ferland, Y., & Kaszap, M. (2019). Geoliteracy, cartology, and a mobile serious game. *Abstracts of the ICA*, 1.
- Garner, P. W., Gabitova, N., Gupta, A., & Wood, T. (2018). Innovations in science education: infusing social emotional principles into early STEM learning. *Cultural Studies of Science Education*, 13(4).
- Girdzijauskienė, R., & Šmitienė, G. (2020). Integration Of Arts In Steam Projects: Experience Of Primary School Teachers. *Gamtamokslinis Ugdyimas / Natural Science Education*, 17(2).
- Golding, J., & Batiibwe, M. S. K. (2020). A design approach to mathematics teacher educator development in East Africa. *JRAMathEdu (Journal of Research and Advances in Mathematics Education)*, 6(1).

- Isniah, S., Hardi Purba, H., & Debora, F. (2020). Plan do check action (PDCA) method: literature review and research issues. *Jurnal Sistem Dan Manajemen Industri*, 4(1).
- Malik*, A., & Ubaidillah, M. (2021). The Use of Smartphone Applications in Laboratory Activities in Developing Scientific Communication Skills of Students. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 9(1).
- May, B. N. (2019). Full STEAM Ahead With a Space-Age Sound Artist. *General Music Today*, 33(1).
- Muñoz-Rujas, N., Díez-Ojeda, M., Greca, I. M., & Montero, E. A. (2018). APplication Of Educational Robot To Solve Engineering Problems As Case Study Within The Frame Of Steam Education. *EDULEARN18 Proceedings*, 1.
- Navas-Anguita, Z., García-Gusano, D., & Iribarren, D. (2020). Long-term production technology mix of alternative fuels for road transport: A focus on Spain. *Energy Conversion and Management*, 226.
- Pitcher, M. T., Espinoza, P. A., Gomez, H., Anaya, R. H., Nevarez, H. E. L., Hemmitt, H., & Perez, O. A. (2016). The building blocks for a successful STEAM camp: How to utilize learning blocks to make engagement happen (evaluation). *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings, 2016-June*.
- Rivera-Chang, J. (2021). Case Study: How Industrial Design Students Develop Videos to Connect with Potential Investors and Promote Their Ideas. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 260.
- Ruiz-Rico Ruiz, G. J., & Ruiz-Rico Ruiz, G. (2019). Legislative guidelines for the future social policies in the new sport act of Andalusia. *REVISTA DE ESTUDIOS REGIONALES*, 115.
- Steinhagen, T. G., & Said, F. (2021). “We should not bury our language by our hands”: Crafting creative translanguaging spaces in higher education in the UAE. In *Applied Linguistics Research and Good Practices for Multicultural and Multilingual Classrooms*.
- Suroso, J., Indrawati, Sutarto, S., Mudakir, I., & Chotib, M. (2021). Analysis of high school students’ skills in solving science problems in the environment. *AIP Conference Proceedings*, 2330.
- Ulumudin, I., Aisha, A., & Widiputera, F. (2020). The Implementation of Knowledge Assessment In Curriculum 2013 in Elementary Schools. *Technium Social Sciences Journal*, 7.
- Wandari, G. A., Wijaya, A. F. C., & Agustin, R. R. (2018). The Effect of STEAM-based Learning on Students’ Concept Mastery and Creativity in Learning Light And Optics. *Journal of Science Learning*, 2(1).