



Research Artikel

PERKEMBANGAN PENELITIAN PENDEKATAN STEAM PADA PEMBELAJARAN FISIKA DI INDONESIA: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

Trisonia Fitria¹, Heru Kuswanto², Wipsar Sunu Brams Dwandaru³, Jumadi Jumadi⁴,
Dian Puspita Eka Putri⁵, Adiella Zakky Juneid⁶

^{1,2,3,4} Program Studi Magister Pendidikan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

⁵ Program Studi Teknologi Pembelajaran, Fakultas Tarbiyah, IAIN Syaikh Abdurrahman Siddik Bangka Belitung, Indonesia

⁶ Program Studi Magister Pendidikan Fisika, FKIP, Universitas Riau, Indonesia

trisoniafitria.2022@student.uny.ac.id^{1*}

Abstract

The impact of the STEAM approach in education can help students have 21st Century skills. This study aims to review the development of STEAM approach research on physics learning in Indonesia. Systematic literature review research with the content analysis method was used to review articles published from 2018-2022. The analysis techniques carried out are identification, screening and analysis. Assessment of article inclusion and quality is done to avoid bias in research. There were 28 articles that were in accordance with the focus of this study. The results of the study are the most widely used type of experimental research, the subject of research is at the junior high school level students grade VII and VIII with a sample number of 20-45 students. Test research instruments are widely used by examining light and optical materials. The variable that is often measured is creative thinking skills. Learning media integrated with the PjBL-STEAM model is the most widely used choice. Therefore, research variables that have not been measured are representation skills and higher-order thinking skills aspects of problem solving and physical materials that have never been used for testing are rigid body equilibrium, work and energy, temperature and heat, newton's laws, electromagnetic, electrical and parabolic motion, so further study is needed on its implementation with the STEAM approach.

Keywords: STEAM; 21st century learning; research trends; physics learning; systematic review.

Abstrak

Dampak pendekatan STEAM dalam pendidikan dapat membantu siswa memiliki keterampilan Abad ke-21. Penelitian ini bertujuan meninjau perkembangan penelitian pendekatan STEAM pada pembelajaran fisika di Indonesia. Penelitian systematic literature review dengan metode konten analisis digunakan meninjau artikel yang terbit dari tahun 2018-2022. Teknik analisis yang dilakukan adalah identifikasi, screening dan analisis. Penilaian inklusi dan kualitas artikel dilakukan untuk menghindari bias pada penelitian. Didapatkan 28 artikel yang memiliki kesesuaian dengan fokus penelitian ini. Hasil penelitian adalah jenis penelitian eksperimen paling banyak digunakan, subjek penelitiannya pada siswa tingkat SMP kelas VII dan VIII dengan jumlah sampelnya 20-45 siswa. Instrumen penelitian tes banyak digunakan dengan meneliti materi cahaya dan optik. Variabel yang sering diukur adalah keterampilan berpikir kreatif. Media pembelajaran yang terintegrasi model PjBL-STEAM menjadi pilihan paling banyak digunakan. Oleh karena itu, variabel penelitian yang belum diukur adalah keterampilan representasi dan keterampilan berpikir tingkat tinggi aspek pemecahan masalah dan materi fisika yang belum pernah digunakan untuk pengujian adalah kesetimbangan benda tegar, usaha dan energi, suhu dan kalor, hukum newton, elektromagnetik, kelistrikan dan gerak parabola, sehingga hal tersebut diperlukannya kajian lebih lanjut mengenai implementasinya dengan pendekatan STEAM.

Keywords: STEAM; pembelajaran abad 21; perkembangan penelitian; pembelajaran fisika; systematic literature review.

Permalink/DOI: <http://doi.org/10.15408/es.v13i2.29929>

*Corresponding author

Received: 25 Desember 2022; Revised: 26 July 2023; Accepted: 24 August 2023

EDUSAINS, p-ISSN 1979-7281 e-ISSN 2443-1281

This is an open access article under CC-BY-SA license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

How To Cite: Fitria, T., Kuswanto, H, Dwandaru, W. S. B., Jumadi, J., Putri, D.P.E., Juneid, A.Z. (2023). Perkembangan penelitian pendekatan STEAM pada pembelajaran fisika di indonesia: a systematic literature review. *EDUSAINS*, 15 (1): 1-17.

PENDAHULUAN

Ilmu Pengetahuan dan teknologi adalah dua hal yang saling berkaitan. Penguasaan teknologi diperlukannya peran pengetahuan, begitu juga sebaliknya. Ilmu pengetahuan dan teknologi di Indonesia sangat penting dalam memenuhi tuntutan abad ke-21 (Redhana, 2019). Tuntutan abad ke-21 bisa dipenuhi melalui pendidikan. Pendidikan merupakan usaha untuk mempersiapkan peserta didik menjadi lulusan yang mampu bersaing dengan teknologi pada abad ke-21 (Asrizal et al., 2018). Maraknya media dan alat digital yang dikenalkan kepada guru dan peserta didik sebagai pendekatan atau model yang digunakan dalam pembelajaran, sehingga meningkatnya penggunaan teknologi dalam beberapa tahun terakhir ini (Chu et al., 2019) untuk alasan sebagai praktik pendidikan yang fokusnya pada disiplin ilmu yang terkait dengan *Science, Technology, Engineering, Art, and, Mathematics* (STEAM) (Dolgopolovas & Dagienė, 2021; Lin & Tsai, 2021; Webb & LoFaro, 2020).

STEAM merupakan pendekatan yang terintegrasi pada disiplin ilmu sains, teknologi, teknik, seni dan matematika sebagai sarana dalam mengembangkan keterampilan dan inkuiri peserta didik selama pembelajaran. Menurut Kang (2019) dan Ozkan & Umdu Topsakal (2021) pembelajaran dengan STEAM dapat melibatkan peserta didik secara penuh dalam mengeksplorasi dan memahami materi pelajaran saat ini. Melibatkan guru sebagai fasilitator dan peserta didik yang berekplorasi dikelas dengan cara berkolaborasi dalam memahami konsep materi pelajarannya (Nurhasanah & MS, 2021; van Leeuwen et al., 2015), sehingga menerapkan pendekatan STEAM pada pembelajaran dapat memicu peningkatan kemampuan peserta didik pada abad ke-21 (Suganda et al., 2021).

Kemampuan peserta didik yang meningkat dapat memudahkannya dalam bersaing di abad ke-21. Adapun kemampuan yang dapat ditingkatkan dengan menerapkan pendekatan STEAM adalah kemampuan berpikir kreatif (Budiyono et al., 2020; Harris & de Bruin, 2018; Putri et al., 2023; Sulman et al., 2022), berpikir kritis (Bassachs et al., 2020; Putri et al., 2023; Rahmawati et al., 2021), berpikir tingkat tinggi (Adlina, 2022), keterampilan proses sains (Anekawati et al., 2021; Sakdiah et al., 2022), memecahkan masalah (Anindya & Wusqo, 2020), dan masih banyak kemampuan abad ke-21 lainnya (Bin Amiruddin et al., 2022; Hadinugrahaningsih et al., 2017). Pendekatan STEAM salah satu pengembangan ilmu dari pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM). Penambangan *art* sebagai pelengkap dari STEM yang memiliki makna luas pada bidang seni (Colucci-Gray et al., 2019).

Penerapan pendekatan STEAM dapat digunakan pada pembelajaran fisika dengan tujuan peserta didik dapat merefleksikan pembelajaran di sekolah yang mulanya hanya terfokus pada teori pendidikan menjadi praktik yang didukung dari aspek-aspek STEAM (Bin Amiruddin et al., 2022; Burnard & Colucci-Gray, 2020; Henriksen et al., 2019; Hong, 2017). Fisika terkenal sebagai mata pelajaran yang banyak menggunakan rumus matematis. Rumus matematis tersebut membuat peserta didik menjadikan mata pelajaran fisika hal yang menakutkan, sehingga mengakibatkan peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami pelajaran fisika. Terlebih lagi dengan cara mengajar guru yang monoton, hanya terfokus pada rumus (Boyaci et al., 2017; Istiyono et al., 2020; Putranta et al., 2021).

Implementasi pendekatan STEAM di Indonesia masih sangat sedikit, padahal berdasarkan penelitian survei di Surabaya, Sidoarjo dan beberapa daerah sekitarnya yang dilakukan

oleh Kismawardani et.al (2022) menyatakan dari 25 guru yang mengisi kuesioner terdapat 72% guru sudah mengetahui dan memahami pendekatan STEAM, namun dalam praktinya hanya 50% guru yang mampu menerapkan pendekatan STEAM dalam pembelajaran fisika. Guru yang memiliki kesulitan dalam menerapkan pendekatan STEAM dikarenakan mayoritas dari guru tidak cukup tahu tentang mengintegrasikan STEAM ke pembelajaran mereka (Cook & Bush, 2018) dan minimnya artikel terkait pendekatan STEAM (Kismawardani et al., 2022), seharusnya pengetahuan STEAM sudah menjadi kebutuhan absolut bagi guru dalam menyajikan pembelajaran yang orientasinya ke masa depan (Ley et al., 2022).

Penelitian *study literature* pendekatan STEAM sebelumnya telah dilakukan oleh Bin Amiruddin et.al (2022) tentang kontribusi STEAM terhadap pembelajaran fisika di Indonesia, cara yang dilakukannya adalah dengan membandingkan pendekatan STEAM di Indonesia dengan di dunia (internasional), fokus analisis artikel yang dilakukan berdasarkan pada pengaruh pendekatan STEAM yang telah diterapkan. Marín-Marín et.al (2021) menganalisis 1116 artikel dengan fokus analisis artikelnya berdasarkan gender, pengaruh terhadap berbagai ras dari peserta didik, keterampilan yang dapat dikembangkan dari STEAM, dan ide-ide pelatihan pendekatan STEAM untuk guru, kemudian dikaitkan dengan pemikiran komputasional. Wu et.al (2022) menganalisis artikel pendekatan STEAM berdasarkan domain sikap, motivasi dan kognitif peserta didik. Belum adanya penelitian yang dilakukan dengan analisis artikel pendekatan STEAM pada pembelajaran fisika di Indonesia secara komprehensif dengan fokus analisis artikel berdasarkan jenis penelitiannya, subjek penelitiannya, instrumen penelitiannya, materi fisikanya, variabel penelitiannya, model pembelajarannya, upaya yang dikembangkan, hasil penelitiannya dan saran penelitiannya.

Pentingnya dilakukan penelitian pendekatan STEAM agar memberikan informasi kepada guru bahwasanya pendekatan STEAM memiliki dampak yang positif dalam pendidikan terutama kemajuan peserta didik, sekaligus memberikan tata

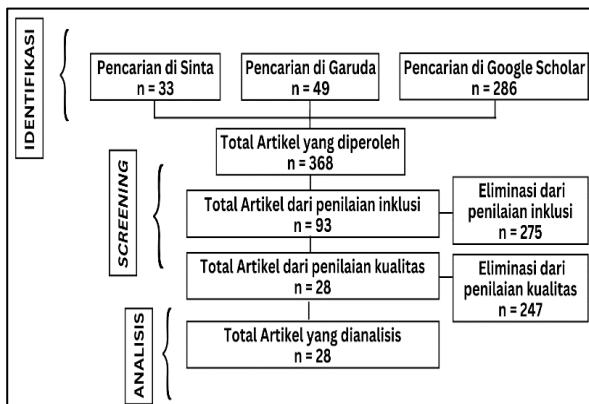
cara ataupun bagaimana rangkaian untuk mengimplementasikan pendekatan STEAM kepada guru. Dampak positif menerapkan pendekatan STEAM dalam pendidikan dirasakan pada peserta didik (Bedewy & Lavicza, 2023; Hadi et al., 2023). Menurut Bin Amiruddin et al., (2022), Kusmiarti et al., (2021 dan Rahmawati et al., (2019) dampak positif menerapkan pendekatan STEAM di Indonesia dapat meningkatkan keterampilan pada abad ke-21, mendorong partisipasi, motivasi dan berinovasi, persiapan untuk tantangan masa depan, pemahaman ilmu pengetahuan dilakukan secara kontekstual, meningkatkan daya ingat dan pemahaman. Oleh karena penelitian pendekatan STEAM sangat pentik dalam pendidikan di Indonesia teruma pada mata pelajaran fisika.

Penelitian ini bertujuan untuk meninjau perkembangan penelitian pendekatan STEAM pada pembelajaran fisika di Indonesia. Penelitian ini telah memberikan informasi terkait hal-hal yang sering digunakan dalam penelitian pendekatan STEAM pada pembelajaran fisika di Indonesia. Hal-hal tersebut diantaranya jenis penelitian, subjek penelitian, instrumen penelitian, materi fisika, variabel yang diukur, media pembelajaran yang digunakan, hasil penelitian serta saran penelitian. Hal tersebut sangat penting dalam mengarahkan, menyempurnakan dan menentukan kebijakan peneliti selanjutnya, terkait jenis penelitian yang sebaiknya dilakukan, bidang yang memerlukan perhatian khusus, serta produk yang hendak dikembangkan pada pembelajaran fisika dengan pendekatan STEAM.

METODE

Penelitian merupakan penelitian *systematic literature review* dengan menggunakan metode analisis data yaitu konten analisis. Penggunaan metode tersebut dikarenakan dapat menafsirkan kumpulan data yang kompleks dengan memilahnya menjadi kumpulan data yang elementer, sehingga makna analisisnya dapat disimpulkan secara koheren (Lune & Berg, 2017). Tahapan penelitian dari metode ini terdapat tiga tahap teknik analisis artikel, yaitu identifikasi, *screening* atau penyaringan artikel, dan analisis artikel (Heo et al.,

2022; I. R. Lee et al., 2022; Marín-Marín et al., 2021). Adapun proses tahapan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses Tahapan Penelitian

Identifikasi dari penelitian ini adalah artikel-artikel yang terindeks *science and technology index* (Sinta) dan garba rujukan digital (Garuda) dengan pencarian dilakukan melalui situs resmi Sinta, Garuda dan Google Scholar dengan menggunakan kata kunci “*Physics learning with STEAM approach in Indonesian*”; “*STEAM in physics learning Indonesian*”; “Pembelajaran fisika dengan pendekatan STEAM”; dan “Implementasi pendekatan STEAM pada pembelajaran fisika”. Didapatlah 368 artikel pada tahap identifikasi ini.

Screening dilakukan setelah langkah identifikasi. Pada tahap ini menggunakan penilaian inklusi dan penilaian kualitas artikel untuk menghindari bias pada saat melakukan penyaringan artikel. Dalam menghindari bias pada penilaian inklusi mengacu pada Zawacki-Richter et al. (2020) dengan kriteria yang digunakan adalah artikel yang pilih untuk dianalisis berkaitan dengan pendekatan STEAM pada pembelajaran fisika di Indonesia, terindeks nasional dan internasional. Artikel terindeks nasional yaitu pada Sinta dan Garuda. Artikel teindeks internasional yaitu pada jurnal *International Journal of Evaluation and Research in Education* dengan periode terbit dari tahun 2018-2022. Didapatlah 93 artikel dari penilaian ini. Kemudian 93 artikel ini akan dilakukan penilaian kualitas menggunakan bantuan *The Joanna Briggs Institue (JBI) critical appraisal tools* dengan melakukan pengecualian untuk artikel yang memiliki skor dibawah 50%. Didapatlah sebanyak 28 artikel yang memiliki kualitas diatas

50% dan kesesuaian dengan fokus penelitian ini yaitu pendekatan STEAM pada pembelajaran fisika di Indonesia.

Analisis artikel yang dilakukan dalam penelitian ini merupakan artikel dari jurnal yang sudah terindeks nasional dengan rincinya adalah Sinta 1 terdapat dua artikel, Sinta 2 terdapat enam artikel, Sinta 3, terdapat lima artikel, Sinta 4 terdapat tujuh artikel, Sinta 5 terdapat tiga artikel dan Garuda terdapat lima artikel, kemudian pada daftar pustaka artikel ini dilampirkan dengan pemberian tanda pangkat bintang (*)

Metode Analisis artikel yang digunakan konten analisis dari Barnard et.al (2022), Marín-Marín et.al (2021), dan Marín et.al (2018) yang dimodifikasi demi kesuaian tujuan penelitian. Modifikasi yang dilakukan dengan sintesis dan replikasi antara ketiga metode tersebut, yakni dengan menganalisis tahun terbit, jenis penelitian, subjek penelitian, instrumen penelitian, materi fisika, variabel pebelitian, model pembelajaran, upaya yang dikembangkan, hasil penelitian dan saran penelitian yang digunakan pada artikel ilmiah tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penerapan pendekatan STEAM pada pembelajaran fisika di Indonesia masih sangat minim. Hal tersebut dikarenakan guru masih mengalami kesulitan dalam menerapkan proyek pendekatan STEAM. Beberapa studi terkait pembelajaran fisika dengan mengimplementasikan pendekatan STEAM, aspek-aspeknya telah terpenuhi. Harapannya hal tersebut bisa menjadi acuan bagi guru dalam menerapkannya.

Berdasarkan hasil kajian yang telah dilakukan, penerapan pendekatan STEAM merupakan pengembangan dari pendekatan STEM (Webb & LoFaro, 2020). Pendekatan STEAM memiliki aspek tambahan yaitu *art*. Fungsi *art* untuk melatih kreativitas peserta didik. Melalui kreativitas inilah peserta didik mampu memecahkan permasalahan dan memahami konsep fisika (Fitria et al., 2023).

Sebagaimana penelitian yang dilakukan oleh Budiyono et al. (2020) *art* diintegrasikan dengan cara guru memberikan permasalahan materi alat

optik terlebih dahulu, kemudian peserta didik diminta mendesain sebuah proyek kaca pembesar, lalu guru membimbing peserta didik dalam memecahkan pemasalahan materi tersebut, sehingga peserta didik mampu menemukan solusi dengan menggunakan proyek yang telah dibuat serta mampu memodelkan persamaan matematis pada kaca pembesar. Hal yang sama dilakukan oleh Nuraini et al. (2023) untuk mengintegrasikan *art* pada pendekatan STEAM. Selain itu, pada penelitian yang dilakukan oleh Anekawati et al. (2021) *art* diintegrasikan dengan cara pembuatan proyek gitar sederhana oleh peserta didik, tujuannya agar peserta didik mengetahui hubungan tegangan tali dengan frekuensi.

Melalui proyek yang dilakukan dengan pendekatan STEAM aspek *science* terletak pada proses pembuatan proyek yang menerapkan konsep-konsep materi fisika (Harris & de Bruin, 2018). Aspek Aspek *technology* terletak pada alat dan bahan yang dihunakan oleh peserta didik selama proses pembuatan proyek (Ndoa & Jumadi, 2022). Aspek *engineering* terletak pada hasil dari proyek yang telah dilakukan (H. Lee et al., 2022). Hasil dari proyek pada aspek *engineering* berupa produk terapan yang bernilai ekonomis. Aspek *art* terletak pada seni kreativitas peserta didik dalam membuat proyek (Anekawati et al., 2021; Budiyono et al., 2020). Kemudian aspek *mathematics* tertelak pada pembuatan proyek dengan menerapkan konsep-konsep fisika yang diimbangi dengan analisis *mathematics*, sehingga peserta didik mampu memahami persamaan matematis pada konsep fisika serta merepresentasikannya (Evagorou et al., 2015; Putri et al., 2023)

Integrasi pendekatan STEAM melalui pemberian proyek-proyek tersebut membuat peserta didik mampu menemukan solusi dari permasalahan yang diberikan oleh guru, kemudian kemampuan peserta didik dalam menciptakan ide kreatif dan inovatif sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi akan berkembang.

Penelitian konten analisis yang menganalisis artikel pendekatan STEAM pada pembelajaran fisika di Indonesia dan pada Tabel 1 disajikan informasi dasar dari artikel yang di analisis.

Tabel 1. Informasi Dasar Artikel Format Tabel

Data	Hasil
Tahun terbit	2018-2022
Total artikel	28
Situs keseluruhan	168
Rata-rata sitasi <i>per-artikel</i>	6
Rata-rata sitasi <i>per-tahun</i>	10
Rata-rata penulis <i>per-artikel</i>	2,71

Tabel 1 merupakan informasi dasar artikel yang dianalisis secara keseluruhan. Kebanyakan artikel pendekatan STEAM ditulis dengan berkelompok, mulai dari 2-5 penulis, rata-rata penulis secara keseluruhan artikel adalah 2,71. Sitasi artikel juga cukup tinggi dengan rata-rata sitasinya 10 tiap tahunnya dan 6 tiap artikelnya. Dari keseluruhan artikel terdapat lima artikel yang memiliki sitasi paling tinggi, ditunjukkan pada Tabel 2.

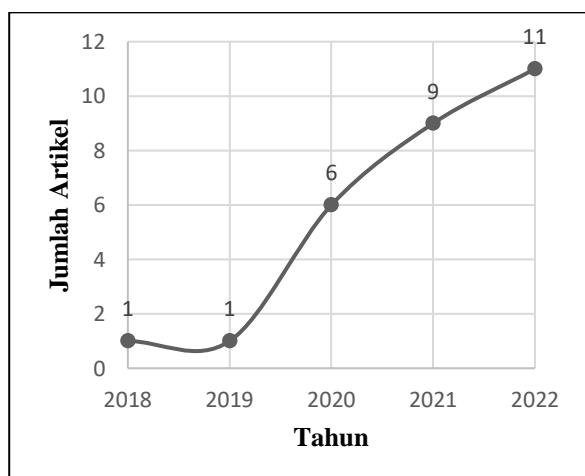
Tabel 2. Daftar Artikel Sitasi Paling Tinggi

No	Judul Artikel	Penulis	Total Sitasi
1	The effect of STEAM-Based learning on students' concept mastery and creativity in learning light and optics	Wandari et al., 2018	31
2	Implementasi (Scientific, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) dalam pembelajaran abad 21	Mu'mina h & Suryaningsih, 2020	31
3	Aplication of PjBL with Brain-Based STEAM approach to improve learning achievement of student	Badriyah et al., 2020	12
4	Improving students critical thinking through STEAM-PjBL learning	Priantari et al., 2020	12

No	Judul Artikel	Penulis	Total Sitasi
5	Model problem based learning terintegrasi STEAM terhadap kecerdasan emosional dan kemampuan berpikir kritis siswa berbasis nomenclatur	Diana & Saputri, 2021	12

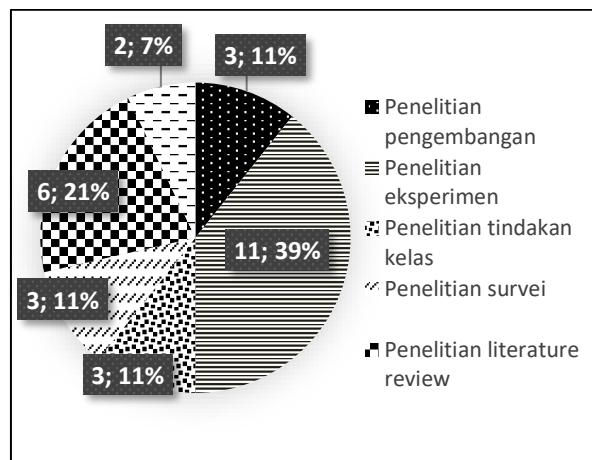
Tabel 2 memperlihatkan penelitian yang dilakukan oleh Gita Ayu Wandari pada tahun 2018 dan Iim Halimatul Mu'minah pada tahun 2020 memiliki sitasi artikel yang paling tinggi. Artikel dari Gita Ayu wandari meneliti dampak dari pendekatan STEAM yang diterapkan pada materi cahaya dan optik terhadap penguasaan konsep dan keterampilan berpikir kreatif siswa (Wandari et al., 2018), sedangkan penelitian dari Iim Halimatul Mu'minah adalah penelitian studi literatur mengenai implementasi dari pendekatan STEAM pada pembelajaran di abad ke-21 (Mu'minah & Suryaningsih, 2020).

Publikasi artikel terkait pendekatan STEAM pada pembelajaran fisika tiap tahunnya mengalami peningkatan. Hal itu menunjukkan hingga tahun 2022 ketertarikan terhadap pendekatan STEAM pada pembelajaran fisika di Indonesia sangat tinggi. 11 artikel terpublikasi di tahun 2022. Gambar 2 memperlihatkan sebaran publikasi artikel dari tahun 2018-2022.



Gambar 2. Publikasi Artikel Tahun 2018-2022

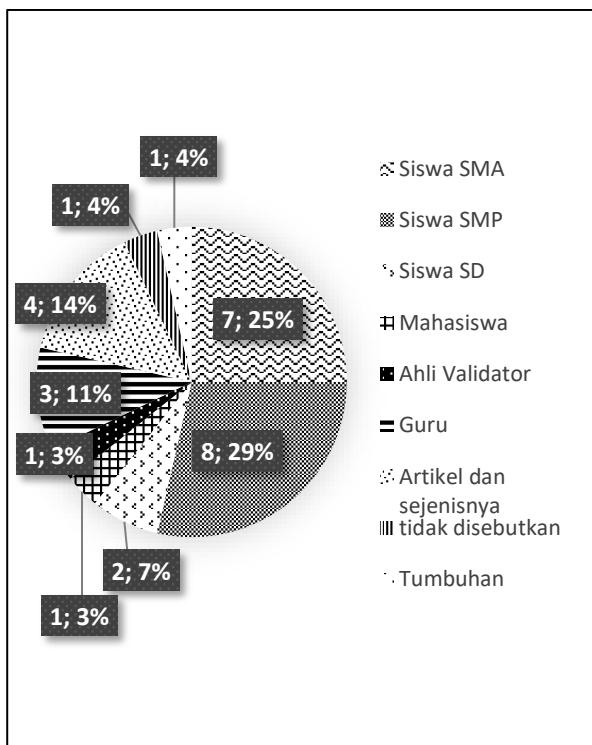
Jenis penelitian yang digunakan pada artikel yang diteliti dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Analisis Jenis Penelitian pada Artikel

Gambar 3 memperlihatkan bahwa, jenis penelitian eksperimen yang paling banyak digunakan. terdapat sebelas artikel yang menggunakan jenis penelitian tersebut, hal itu dikarenakan banyak peneliti menguji efektifitas dan implementasi pendekatan STEAM kepada peserta didik. Menurut Borror (2002) dan Sugiyono (2022) penelitian eksperimen yang cakupannya sangat luas, sehingga bisa memvariasikan dengan kompleks variabel penelitian, tapi dengan penelitian eksperimen cakupannya hanya bisa pada topik-topik tertentu. Lain halnya dengan penelitian *literature review* cakupannya sangat mendalam dan komprehensif (Kiger & Varpio, 2020).

Subjek penelitian yang digunakan pada artikel yang diteliti dapat dilihat pada Gambar 4.

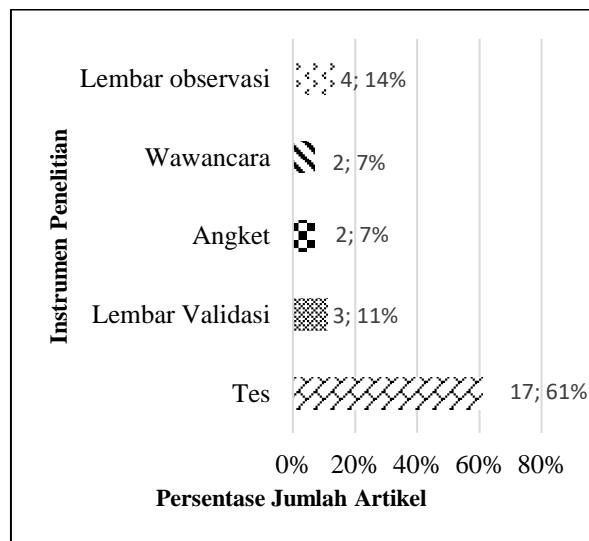


Gambar 4. Analisis Subjek Penelitian pada Artikel

Gambar 4 memperlihatkan peserta didik menjadi subjek penelitian paling banyak. Terdapat 18 artikel yang subjek penelitiannya peserta didik, diantaranya tingkat mahasiswa, SMA, SMPA, SD, dan mahasiswa. Diantara keempat tingkat tersebut, siswa SMP penggunaan yang paling banyak, yaitu sebesar 29% dengan 8 artikel terdapat di kelas VII dan VIII, setelah itu siswa SMA sebesar 25% dengan 7 artikel terdapat di kelas XI. Hal itu mengindikasi peneliti lebih tertarik untuk meneliti pembelajaran dikelas pada peserta didik.

Dari subjek penelitian tersebut total sampel yang digunakan berkisar 20-45 sampel digunakan pada skala kecil, karena hanya menggunakan satu kelas dalam penelitiannya. Terdapat juga 50-75 sampel kerena terdapat dua kelas yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Berapa dari artikel tidak menyebutkan subjek penelitiannya dikarenakan jenis penelitian *literature review*. Terdapat satu artikel yang menjadikan tumbuhan sebagai subjek penelitian, hal tersebut karena penelitian pengembangan dengan membuat tumbuhan sebagai alat peredam suara untuk media pembelajaran berbasis *project-based learning* (PjBL)-STEAM (M. H. Rohman et al., 2022).

Instrumen yang digunakan pada artikel yang diteliti dapat dilihat pada Gambar 5.



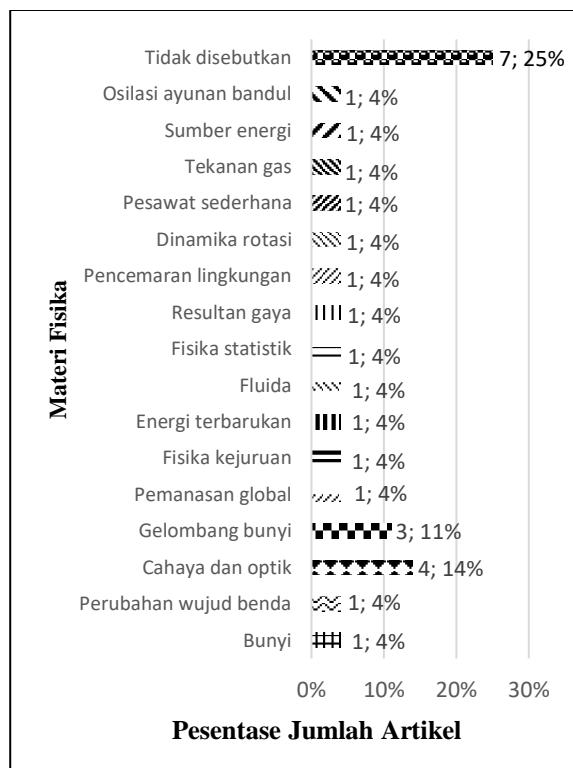
Gambar 5. Analisis Instrumen Penelitian pada Artikel

Gambar 5 memperlihatkan instrumen tes yang paling banyak digunakan oleh peneliti, sebesar 61% dengan 17 artikel. Jenis soal yang digunakan dengan format pilihan ganda dan juga essay. Soal essay digunakan untuk menguji dari taraf variabel penelitian, sedangkan soal pilihan ganda digunakan untuk menguji taraf pemahaman konsep dan hasil belajar peserta didik (Budiyono et al., 2020; Rohman et al., 2021; Lumbantobing & Azzahra, 2021; Syukri et al., 2022). Lembar validasi banyak digunakan pada jenis penelitian pengembangan, dan wawancara, angket, dan lembar observasi digunakan untuk jenis penelitian survei dan *literature review*.

Instrumen tes paling banyak digunakan karena peneliti menggunakan jenis penelitian eksperimen dengan mengimplementasikan pendekatan STEAM pada pembelajaran. Tujuannya untuk mengukur pengaruh dari pendekatan STEAM terhadap variabel yang akan diukur. Hal yang sama diungkapkan oleh Pahmi et al. (2022) pada studi literturnya tentang pendekatan STEAM pada pelajaran matematika yaitu instrumen yang paling banyak digunakan pada implementasi pendekatan STEAM adalah instrumen tes. Hal ini juga memiliki keterkaitan dengan penelitian yang dilakukan oleh H. Lee et al. (2022) tentang tren penelitian pendekatan STEAM

di Korea Selatan yaitu jenis penelitian pengembangan dan penerapan paling banyak digunakan, mengakibatkan instrumen tes menjadi tren yang digunakan pada penelitian tersebut.

Materi fisika yang digunakan pada artikel yang diteliti dapat dilihat pada Gambar 6.

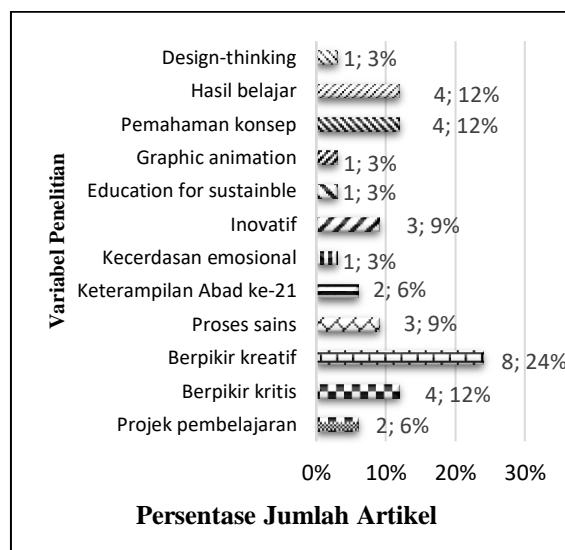


Gambar 6. Analisis Materi Fisika pada Artikel

Gambar 6 memperlihatkan terdapat materi fisika yang tidak disebutkan dalam artikelnnya, dikarenakan peneliti menggunakan jenis penelitian *literature review* dan survei. Sebanyak 21 artikel yang menyebutkan materi fisika dalam penelitiannya, dan materi yang paling banyak digunakan adalah materi cahaya dan optik, karena terdapat beberapa konsep yang sulit dipahami oleh siswa (Budiyono et al., 2020; Nasrah et al., 2021; Safriana, 2022; Wandari et al., 2018). Materi Gelombang bunyi banyak persamaan matematis yang sering membuat siswa miskonsepsi, sehingga materi tersebut juga menarik perhatian penelitian (Anekawati et al., 2021; Badriyah et al., 2020; Lestari, 2021), sehingga (M. H. Rohman et al., 2022) mengembangkan media pembelajaran dari tumbuhan sebagai media peredam suara, agar siswa dapat memahami mengenai konsep materi tersebut.

Beberapa materi fisika yang belum pernah diteliti menggunakan pendekatan STEAM, sehingga sangat perlu materi lain tersebut untuk diterapkan dengan pendekatan STEAM (Hafsah Adha Diana & Veni Saputri, 2021; Widarti & Roshayanti, 2021), adapun materinya adalah kesetimbangan benda tegar, suhu dan kalor, hukum newton, elektromagnetik, kelistrikan, dan gerak parabola, sebab peluang materi tersebut sangat besar untuk diteliti dengan pendekatan STEAM.

Variabel penelitian yang digunakan pada artikel yang diteliti dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Analisis Variabel Penelitian pada Artikel

Gambar 7 memperlihatkan peneliti lebih tertarik untuk mengukur kemampuan kreatif siswa dengan menggunakan pendekatan STEAM, sebesar 28% dengan 8 artikel, disebabkan dengan adanya perpaduan seni dan sanis kreativitas siswa akan jauh lebih tinggi (Putri et al., 2023; Salsabila & Muhib, 2021; Sukarno, 2019; Sulman et al., 2022), hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian Allina (2018) yang mempertegasan bahwa dengan pendekatan STEAM peserta didik akan lebih leluasa mengembangkan kreativitasnya sehingga siswa bisa mengeksplorasi pemebelajaran insterdisipliner dengan detail dan lebih baik. Sebagaimana kreativitas termasuk kedalam keterampilan abad ke-21 (Angga, 2022).

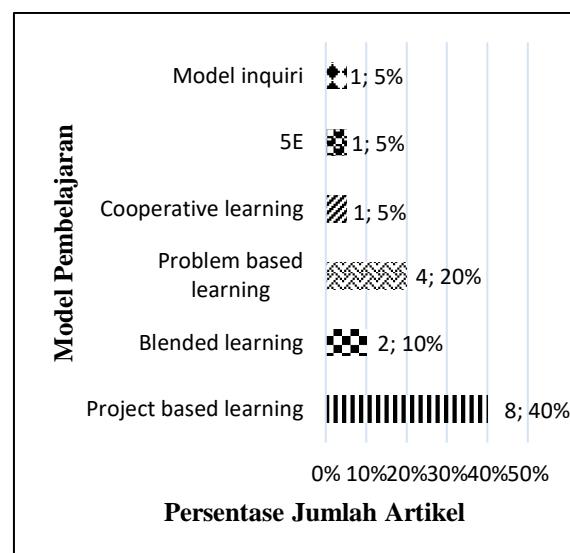
Beragamnya variabel penelitian bahkan terdapat lebih dari satu variabel yang diukur oleh peneliti, hal tersebut sangat ideal dan dari segi

keasliannya juga akurat. Analisis artikel dari penelitian eksperimen yang mengukur variabel pada Gambar 6 memberikan dampak yang positif, artinya pendekatan STEAM sangat berpengaruh pada variabel penelitian tersebut. Terdapat beberapa variabel penelitian yang sulit jika dikaitkan dengan pembelajaran fisika, dikarenakan susah untuk menetapkan indikatornya (Perrin et al., 2022), diantara variabel tersebut adalah hubungan konsep diri, *self-diagnosis*, metakognisi, penalaran ilmiah, kualitas pertanyaan dan efikasi diri sains.

Variabel penelitian yang belum diukur dengan menggunakan *treatment* pendekatan STEAM adalah keterampilan respresentasi dan keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik pada aspek pemecahan masalah. Menurut Docktor et al. (2015) materi fisika menuntut peserta didik memiliki kemampuan pemecahan masalah yang baik, karena diperlukan dalam menganalisa permasalahan fisika yang ada. Hal tersebut diperkuat oleh Istiyono et al. (2019) pada penelitiannya menyatakan bahwa kemampuan pemecahan masalah wajib dimiliki oleh peserta didik yang berfungsi untuk menemukan solusi dari permasalahan fisika yang diberikan oleh guru.

Menurut Martín-Páez et.al (2019) dalam penelitiannya keterampilan tingkat tinggi dan sikap siswa sangat lazim pada pendekatan STEAM. Keterampilan tingkat tinggi juga dapat mewakili nilai pendidikan yang lebih tinggi, oleh karena itu menumbuhkan keterampilan berpikir tingkat tinggi dalam fisika menjadi perhatian khusus bagi lembaga pendidikan, terutama pendidikan yang mengutamakan teknologi (Liao et al., 2022; Sun et al., 2022). Keterampilan representasi peserta didik dalam fisika memiliki peran menghubungkan dan menginterpretasikan konsep yang masih abstrak secara kontekstual (Samsuddin & Retnawati, 2018). Representasi yang dapat berperan pada pembelajaran fisika merupakan representasi matematis, grafik, diagram, verbal dan visual (Docktor & Mestre, 2014; Meltzer, 2005)

Model pembelajaran yang digunakan pada artikel yang diteliti dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Analisis Model Pembelajaran pada Artikel

Gambar 8 memperlihatkan berbagai model pembelajaran yang digunakan oleh peneliti saat menerapkan pendekatan STEAM kepada peserta didik. Terdapat model *project-based learning* (PjBL) yang paling banyak digunakan sebesar 40% dengan 8 artikel, sebabnya pada pendekatan STEAM terdapat *art*, salah satu penilaian dari seni adalah kreativitas (Conradty & Bogner, 2020) dan dapat dihasilkan dari *project* yang telah dikerjakan oleh siswa (Priantari et al., 2020; M. H. Rohman et al., 2022; Sakdiah et al., 2022), mengintegrasikan model pembelajaran dalam pendekatan STEAM merupakan salah satu pembelajaran yang inovatif dan mendapatkan respon yang positif dari siswa ataupun guru (Adlina, 2022; Darmadi et al., 2022; Nurhasanah & MS, 2021). Terdapat 8 artikel yang tidak menyebutkan model pembelajaran yang digunakan ataupun yang dianalisis.

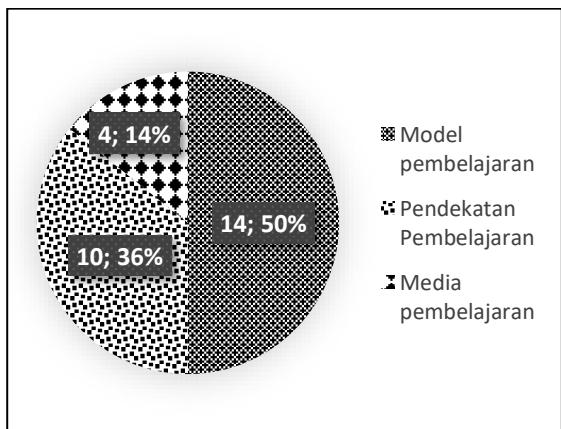
Mengintegrasikan model PjBL pada pendekatan STEAM memiliki dampak yang positif dalam pembelajaran fisika, yakni dapat meningkatkan keterampilan proses siswa (Anekawati et al., 2021; Badriyah et al., 2020; Sakdiah et al., 2022) dengan tingkat proses sains siswa tinggi maka hasil belajar siswa juga akan tinggi (Badriyah et al., 2020), serta meningkatkan sikap ilmiah siswa (Sakdiah et al., 2022), keterampilan berpikir kritis (Priantari et al., 2020) dan keterampilan berpikir kreatif, dengan meningkatnya kreativitas siswa, maka pemahaman

konsep siswa juga akan meningkat (M. H. Rohman et al., 2022), selain itu dengan mengkontruksikan pembelajaran STEAM ke *design thinking* juga cocok di terapkan dengan model pembelajaran PjBL (Febriansari et al., 2022).

Mengintegrasikan model *Problem-Based Learning* (PBL) pada pendekatan STEAM memiliki dampak positif dalam pembelajaran fisika, yakni dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa dan pemahaman konsep (Budiyono et al., 2020), keterampilan berpikir kritis dan kecerdasan emosional siswa (Hafsa Diana & Veni Saputri, 2021) dan kemampuan 4C (*creativity, collaboration, critical thinking and communication*) (Angga, 2022; Widarti & Roshayanti, 2021).

Mengintegrasikan model inkuiiri pada pendekatan STEAM memiliki dampak positif dalam pembelajaran STEAM. Menurut Andriani (2020) inkuiiri merupakan strategi yang efektif untuk meningkatkan penguasaan konsep siswa, karena pembelajarannya memberikan pengalaman belajar dari aspek pengetahuan, keterampilan dan sikap secara sepaket, serta menempatkan siswa sebagai pembelajar yang aktif.

Upaya yang dikembangkan pada artikel yang diteliti dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Analisis Upaya yang Dikembangkan pada Penelitian

Gambar 9 memperlihatkan upaya pengembangan dari peneliti dalam pendekatan STEAM. Setengah dari artikel yang dianalisis model pembelajaran yang menjadi ketertarikan paling tinggi bagi para peneliti untuk

mengintegrasikannya dengan pendekatan STEAM. Selanjutnya terdapat pengembangan pendekatan pembelajaran sebanyak 36% dengan 10 artikel, yakni dengan cara mengkombinasikan STEAM bersama pendekatan inovatif dan 4C (*creativity, collaboration, critical thinking and communication*). Media pembelajaran yang dikembangkan terdapat media video pembelajaran, video *stop motion graphic animation*, media peredam suara, dan media alarm gempa yang terbuat dari bandul (Andriani, 2020; Darmadi et al., 2022; Puspita & Raida, 2021; M. H. Rohman et al., 2022).

Belum terdapat penelitian penerapan pendekatan STEAM dalam pembelajaran fisika dengan menggunakan teknologi pembelajaran yang canggih, seperti modul elektronik, *learning management system*, laboratorium virtual, *smartphone*, dan lainnya. Menurut Ley et.al (2022) dengan mengintegrasikan teknologi yang lebih canggih akan mempermudah guru dalam mengajar dan akan menjadi efektif bagi siswa dalam memahami materi yang masih abstrak. Apalagi kalangan pelajar sudah banyak yang memiliki *smarphone*, penggunaan *smartphone* pada pembelajaran akan mengasikkan bagi siswa, sehingga siswa tidak cepat bosan terhadap materi yang diajarkan, serta dari *smartphone* siswa juga bisa lebih mendapatkan informasi pelajaran secara luas dan cepat (Marín-Marín et al., 2021; Putranta et al., 2021)

Sebaran artikel terkait saran pada penelitian, terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Analisis Saran Penelitian

Bidang	Saran	Total
Saran untuk penelitian selanjutnya	Melakukan pengujian STEAM dengan model pembelajaran yang lainnya	3
	Melakukan pengukuran keterampilan yang lainnya secara komprehensif	3
	Melakukan pengujian STEAM dengan materi fisika lainnya	1
	Mengambangkan perencanaan pembelajaran STEAM secara kolaboratif dengan teman	2

Bidang	Saran	Total
	sejawat untuk menghasilkan pembelajaran yang efektif dan efisien sekaligus sebagai acuan di sekolah Mengukur efektivitas model PjBL berbasis STEAM terhadap pemahaman konsep siswa dalam ranah kognitif yang lainnya Mengembangkan media dan desain pembelajaran berbasis STEAM Mengukur bahan ajar dan perangkat ajar yang telah dikembangkan untuk pendekatan STEAM	1 1 1
Saran untuk teknik penelitian selanjutnya	Memperbanyak responden, dengan menggunakan lebih dari satu sekolah. Menggunakan perbandingan antar beberapa kelas, tidak hanya menggunakan satu kelas saja	1 1
Saran untuk guru	Menerapkan media pembelajaran yang sudah dikembangkan Menerapkan model pembelajaran yang sudah dikembangkan Pendidik harus memahami komponen dan langkah-langkah pendekatan STEAM dengan benar dan detail Menerapkan pendekatan STEAM ke peserta didik, khususnya pada pelajaran fisika Menerapkan PBL berbasis STEAM dalam fisika lebih baik diterapkan pada KD-4, agar guru dan siswa lebih mudah untuk menetapkan projek yang akan dilaksanakan Penerapan model PBL terintegrasi STEAM membutuhkan waktu yang lama, jadi pendidik harus	4 3 2 1 1 1

Bidang	Saran	Total
	mengalokasikan waktu dengan baik saat pembelajaran Penerapan pendekatan STEAM dengan model PjBL harus disesuaikan dengan materi dan indikator pada masing-masing KD Pendidik harus melakukan refleksi yang mendalam untuk mengoptimalkan keberhasilan pendekatan STEAM untuk mencapai tujuan pembelajaran	1
		1

Tabel 3 memperlihatkan bahwa peneliti memberikan saran paling banyak kepada guru, yaitu terdapat 14 artikel dan 4 artikel diantaranya menyarankan agar menerapkan media pembelajaran yang mengintegrasikan pendekatan STEAM dalam pembelajaran fisika (Andriani, 2020; Darmadi et al., 2022; Puspita & Raida, 2021; M. H. Rohman et al., 2022). Sebelum pendidik menerapkan pendekatan STEAM kepada siswa tentunya pendidik harus memahami komponen dan langkah-langkah pendekatan STEAM dengan benar dan detail terlebih dahulu (Hafsa Adha Diana & Veni Saputri, 2021) sehingga penerapan pendekatan STEAM dapat mengoptimalkan keberhasilan tujuan pembelajaran yang diinginkan (Darmadi et al., 2022).

PENUTUP

Hasil analisis systematic literature review didapat sejak tahun 2018 hingga 2022 perkembangan penelitian pendekatan STEAM pada pembelajaran fisika di Indonesia meningkat secara signifikan. Hal tersebut dikarenakan minat dan kepedulian para peneliti terhadap pendekatan STEAM. Implikasi yang sering digunakan pada hasil systematic literature review adalah jenis penelitiannya penelitian eksperimen, subjek penelitiannya peserta didik SMP kelas VII dan VIII dengan jumlah sampel yang digunakan 20-45 peserta didik, instrumen penelitian berupa tes, materi fisika cahaya dan optik, variabel yang diukur keterampilan berpikir kreatif siswa dengan mengambangkan media pembelajaran yang diintegrasikan dengan model PjBL-STEAM, hal

tersebut menghasilkan peningkatan pada keterampilan berpikir kreatif peserta didik, serta saran yang sering muncul adalah agar guru menerapkan media pembelajaran yang sudah dikembangkan. Analisis konten telah dilakukan secara ketat namun masih terdapat keterbatasan pada penelitian ini, karena hanya meninjau perkembangan di Indonesia saja. Adapun rekomendasi yang diberikan untuk penelitian mendatang adalah variabel keterampilan representasi peserta didik dan keterampilan berpikir tingkat tinggi pada aspek pemecahan masalah perlu diukur sebagai variabel penelitian untuk mengetahui pengaruh dari pendekatan STEAM. Materi fisika yang belum pernah digunakan untuk pengujian adalah materi kesetimbangan benda tegar, usaha dan energi, suhu dan kalor, hukum newton, elektromagnetik, kelistrikan dan gerak parabola, sehingga hal-hal tersebut diperlukannya kajian lebih lanjut mengenai implementasinya dengan pendekatan STEAM.

DAFTAR PUSTAKA

- *Adlina, N. (2022). Inovasi Pembelajaran di Masa Pandemi COVID-19 dengan Pendekatan STEAM di Era Society 5.0. *Jurnal Syntax Imperatif: Jurnal Ilmu Sosial Dan Pendidikan*, 2(6), 120. <https://doi.org/10.36418/syntax-imperatif.v2i6.134>
- Allina, B. (2018). The development of STEAM educational policy to promote student creativity and social empowerment. *Arts Education Policy Review*, 119(2), 77–87. <https://doi.org/10.1080/10632913.2017.1296392>
- *Andriani, A. (2020). Bandul si Alarm Gempa Produk Implementasi STEAM dalam Pembelajaran Fisika Berbasis Inquiry Pada kelas XI MIA 4 di SMAN 4 Kejuruan Muda Tp 2019/2020. *GRAVITASI: Jurnal Pendidikan Fisika Dan Sains*, 3(01), 6–11. <https://doi.org/10.33059/gravitasi.jpfs.v3i01.2312>
- *Anekawati, A., Hidayat, J. N., Abdullah, N., & Matlubah, H. (2021). Structural Equation Modeling Multi-group of Science Process Skills and Cognitive in PjBL Integrated STEAM Learning. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 9(3), 512–527. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v9i3.20447>
- *Angga, A. (2022). Penerapan Problem Based Learning Terintegrasi STEAM untuk Meningkatkan Kemampuan 4C Siswa. *Jurnal Didaktika Pendidikan Dasar*, 6(1), 281–294. <https://doi.org/10.26811/didaktika.v6i1.541>
- Anindya, F. A. U., & Wusqo, I. U. (2020). The Influence of PjBL-STEAM model toward students' problem-solving skills on light and optical instruments topic. *Journal of Physics: Conference Series*, 1567(4), 042054. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1567/4/042054>
- Asrizal, Amran, A., Ananda, A., Festiyed, F., & Sumarmin, R. (2018). The development of integrated science instructional materials to improve students' digital literacy in scientific approach. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(4), 442–450. <https://doi.org/10.15294/jpii.v7i4.13613>
- *Badriyah, N. L., Anekawati, A., & Azizah, L. F. (2020). Application of PjBL with brain-based STEAM approach to improve learning achievement of students. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 6(1), 88–100. <https://doi.org/10.21831/jipi.v6i1.29884>
- Barnard, J., Betteney, M., & Lambirth, A. (2022). Beginner teachers and classroom communities: a thematic analysis of UK beginner teachers' experiences in initial teacher education and beyond. *Teaching and Teacher Education*, 119, 103871. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tate.2022.103871>
- Bassachs, M., Cañabate, D., Nogué, L., Serra, T., Bubnys, R., & Colomer, J. (2020). Fostering Critical Reflection in Primary Education through STEAM Approaches. *Education Sciences*, 10(12), 384. <https://doi.org/10.3390/educsci10120384>
- Bedewy, S. El, & Lavicza, Z. (2023). STEAM + X - Extending the transdisciplinary of STEAM-based educational approaches: A theoretical contribution. *Thinking Skills and Creativity*, 48(January), 101299. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101299>
- Bin Amiruddin, M. Z., Magfiroh, D. R., Savitri, I., & Binti Rahman, S. M. I. (2022). Analysis of The Application of The STEAM Approach to Learning In Indonesia: Contributions to

- Physics Education. *International Journal of Current Educational Research*, 1(1), 1–17. <https://doi.org/10.53621/ijocer.v1i1.139>
- Borror, C. M. (2002). An Introduction to Statistical Methods and Data Analysis, 5th Ed. In *Journal of Quality Technology* (Vol. 34, Issue 2). <https://doi.org/10.1080/00224065.2002.11980152>
- Boyaci, Z., Sahin, S., Merve, H., & Kilic, A. (2017). Student Centered Education Scale: A Validity and Reliability Study. *European Journal of Educational Research*, 6(1), 93–103. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.6.1.93>
- *Budiyono, A., Husna, H., & Wildani, A. (2020). Pengaruh Penerapan Model Pbl Terintegrasi Steam Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Ditinjau Dari Pemahaman Konsep Siswa. *Edusains*, 12(2), 166–176. <https://doi.org/10.15408/es.v12i2.13248>
- Burnard, P., & Colucci-Gray, L. (2020). *Why Science and Art Creativities Matter*. BRILL. <https://doi.org/10.1163/9789004421585>
- Chu, H.-E., Martin, S. N., & Park, J. (2019). A Theoretical Framework for Developing an Intercultural STEAM Program for Australian and Korean Students to Enhance Science Teaching and Learning. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(7), 1251–1266. <https://doi.org/10.1007/s10763-018-9922-y>
- Colucci-Gray, L., Burnard, P., Gray, D., & Cooke, C. (2019). A Critical Review of STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics). In *Oxford Research Encyclopedia of Education*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190264093.013.398>
- Conradty, C., & Bogner, F. X. (2020). STEAM teaching professional development works: effects on students' creativity and motivation. *Smart Learning Environments*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/s40561-020-00132-9>
- Cook, K. L., & Bush, S. B. (2018). Design thinking in integrated STEAM learning: Surveying the landscape and exploring exemplars in elementary grades. *School Science and Mathematics*, 118(3–4), 93–103. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/ssm.12268>
- *Darmadi, Budiono, & M. Rifai. (2022). Pembelajaran STEAM Sebagai Pembelajaran Inovatif. *Jurnal Multidisiplin Madani*, 2(8), 3469–3474. <https://doi.org/10.55927/mudima.v2i8.924>
- Docktor, J. L., & Mestre, J. P. (2014). Synthesis of discipline-based education research in physics. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 10(2), 020119. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.10.020119>
- Docktor, J. L., Strand, N. E., Mestre, J. P., & Ross, B. H. (2015). Conceptual problem solving in high school physics. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 11(2), 1–13. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.11.020106>
- Dolgopolovas, V., & Dagienė, V. (2021). Computational thinking: Enhancing STEAM and engineering education, from theory to practice. *Computer Applications in Engineering Education*, 29(1), 5–11. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/cae.22382>
- Evagorou, M., Erduran, S., & Mäntylä, T. (2015). The role of visual representations in scientific practices: from conceptual understanding and knowledge generation to ‘seeing’ how science works. *International Journal of STEM Education*, 2(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s40594-015-0024-x>
- *Febriansari, D., Sarwanto, S., & Yamtinah, S. (2022). Konstruksi Model Pembelajaran STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) dengan Pendekatan Design Thinking pada Materi Energi Terbarukan. *JINoP (Jurnal Inovasi Pembelajaran)*, 8(2), 614. <https://doi.org/10.22219/jinop.v8i2.22456>
- Fitria, T., Dwandaru, W. S. B., Warsono, Sari, R. Y. A., Putri, D. P. E., & Juneid, A. Z. (2023). Application Of Inverted Pendulum in Laplace Transformation of Mathematics Physics. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(7), 5446–5452. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i7.2953>
- Hadi, K., Sofiyanita, & Ardiansyah. (2023). *Implementation of Practice-Based Learning model using STREAM approach in Madrasah Aliyah, Pekanbaru City, Indonesia*. 080006. <https://doi.org/10.1063/5.0122805>

- Hadinugrahaningsih, T., Rahmawati, Y., & Ridwan, A. (2017). Developing 21st century skills in chemistry classrooms: Opportunities and challenges of STEAM integration. *AIP Conference Proceedings*, 1868(August). <https://doi.org/10.1063/1.4995107>
- *Hafsah Adha Diana, & Veni Saputri. (2021). Model Projct Based Learning Terintegrasi STEAM terhadap Kecerdasan Emosional dan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Berbasis Soal Numerasi. *Numeracy*, 8(2), 113–127. <https://doi.org/10.46244/numeracy.v8i2.1609>
- Harris, A., & de Bruin, L. R. (2018). Secondary school creativity, teacher practice and STEAM education: An international study. *Journal of Educational Change*, 19(2), 153–179. <https://doi.org/10.1007/s10833-017-9311-2>
- Henriksen, D., Mehta, R., & Mehta, S. (2019). Design Thinking Gives STEAM to Teaching: A Framework That Breaks Disciplinary Boundaries. In M. S. Khine & S. Areepattamannil (Eds.), *STEAM Education* (pp. 57–78). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-04003-1_4
- Heo, S., Chan, A. Y., Diaz Peralta, P., Jin, L., Pereira Nunes, C. R., & Bell, M. L. (2022). Impacts of the COVID-19 pandemic on scientists' productivity in science, technology, engineering, mathematics (STEM), and medicine fields. *Humanities and Social Sciences Communications*, 9(1), 1–11. <https://doi.org/10.1057/s41599-022-01466-0>
- Hong, O. (2017). STEAM Education in Korea: Current Policies and Future Directions Science and Technology Trends Policy Trajectories and Initiatives in STEM Education STEAM Education in Korea: Current Policies and Future Directions. *Science and Technology Trends*, October, 92–102. <https://www.researchgate.net/publication/328202165>
- Istiyono, E., Dwandaru, W. S. B., Setiawan, R., & Megawati, I. (2020). Developing of computerized adaptive testing to measure physics higher order thinking skills of senior high school students and its feasibility of use. *European Journal of Educational Research*, 9(1), 91–101. <https://doi.org/10.12973/ejer.9.1.91>
- Istiyono, E., Mustakim, S. S., Widihastuti, Suranto, & Mukti, T. S. (2019). Measurement of physics problem-solving skills in female and male students by phystepross. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(2), 170–176. <https://doi.org/10.15294/jpii.v8i2.17640>
- Kang, N.-H. (2019). A review of the effect of integrated STEM or STEAM (science, technology, engineering, arts, and mathematics) education in South Korea. *Asia-Pacific Science Education*, 5(1), 6. <https://doi.org/10.1186/s41029-019-0034-y>
- Kiger, M. E., & Varpio, L. (2020). Thematic analysis of qualitative data: AMEE Guide No. 131. *Medical Teacher*, 42(8), 846–854. <https://doi.org/10.1080/0142159X.2020.1755030>
- *Kismawardani, A., Tukiran, & Hariyono, E. (2022). Science Technology Engineering Arts Mathematics (STEAM) Approach for Learning Science in Junior High School. *Studies in Learning and Teaching*, 3(1), 55–61. <https://doi.org/10.46627/silet.v3i1.101>
- Kusmiarti, R., Sapri, J., & Ariesta, R. (2021). *The Need for the Development of Indonesian Language Syntax Teaching Materials Based on STEAM Approach*. 532, 385–390.
- Lee, H., Ham, H., & Kwon, H. (2022). Research trends of integrative technology education in South Korea: a literature review of journal papers. *International Journal of Technology and Design Education*, 32(2), 791–804. <https://doi.org/10.1007/s10798-020-09625-7>
- Lee, I. R., Jung, H., Lee, Y., Shin, J. Il, & An, S. (2022). An analysis of student essays on medical leadership and its educational implications in South Korea. *Scientific Reports*, 12(1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-09617-8>
- *Lestari, S. (2021). Pengembangan Orientasi Keterampilan Abad 21 pada Pembelajaran Fisika melalui Pembelajaran PjBL-STEAM Berbantuan Spectra-Plus. *Ideguru: Jurnal Karya Ilmiah Guru*, 6(3), 272–279. <https://doi.org/10.51169/ideguru.v6i3.243>
- Ley, T., Tammets, K., Sarmiento-Márquez, E. M., Leoste, J., Hallik, M., & Poom-Valickis, K. (2022). Adopting technology in schools: modelling, measuring and supporting

- knowledge appropriation. *European Journal of Teacher Education*, 45(4), 548–571. <https://doi.org/10.1080/02619768.2021.1937113>
- Liao, X., Luo, H., Xiao, Y., Ma, L., Li, J., & Zhu, M. (2022). Learning Patterns in STEAM Education: A Comparison of Three Learner Profiles. *Education Sciences*, 12(9), 614. <https://doi.org/10.3390/educsci12090614>
- Lin, C.-L., & Tsai, C.-Y. (2021). The Effect of a Pedagogical STEAM Model on Students' Project Competence and Learning Motivation. *Journal of Science Education and Technology*, 30(1), 112–124. <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09885-x>
- *Lumbantobing, S. S., & Azzahra, F. S. (2021). Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Dalam Menghadapi Revolusi Industri 4.0 Melalui Penerapan Pendekatan Steam (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics). *Jurnal Dinamika Pendidikan*, 14(1), 196–203. <https://doi.org/10.33541/jdp.v12i3.1295>
- Lune, H., & Berg, B. L. (2017). *Methods for the Social Sciences Global Edition*.
- Marín-Marín, J. A., Moreno-Guerrero, A. J., Dúo-Terrón, P., & López-Belmonte, J. (2021). STEAM in education: a bibliometric analysis of performance and co-words in Web of Science. *International Journal of STEM Education*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00296-x>
- Marín, V. I., Duart, J. M., Galvis, A. H., & Zawacki-Richter, O. (2018). Thematic analysis of the international journal of educational Technology in Higher Education (ETHE) between 2004 and 2017. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 15(1). <https://doi.org/10.1186/s41239-018-0089-y>
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., & Válchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799–822. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/sce.21522>
- Meltzer, D. E. (2005). Relation between students' problem-solving performance and representational format. *American Journal of Physics*, 73(5), 463–478.
- https://doi.org/10.1119/1.1862636
- *Mu'minah, I. H., & Suryaningsih, Y.. (2020). Implementasi STEAM (Science, Technology, Engineering, Art AND Mathematics) dalam Pembelajaran Abad 21. *BIO EDUCATIO : (The Journal of Science and Biology Education)*, 5(1), 65–73. <https://doi.org/10.31949/be.v5i1.2105>
- *Nasrah, Humairah Amir, R., & Yuliana Purwanti, R. (2021). Efektivitas Model Pembelajaran Steam (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics) Pada Siswa Kelas IV SD. *JKPD (Jurnal Kajian Pendidikan Dasar)*, 6(1), 1–13. <https://doi.org/https://doi.org/10.26618/jkpd.v6i1.4166>
- Ndoa, Y., & Jumadi, J. (2022). *Physics E-Book based on STEM Integrated Modelling Instruction in Circular Motion*. 6(4), 711–721.
- Nuraini, N., Asri, I. H., & Fajri, N. (2023). Development of Project Based Learning with STEAM Approach Model Integrated Science Literacy in Improving Student Learning Outcomes. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(4), 1632–1640. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i4.2987>
- *Nurhasanah, A., & MS, Z. (2021). Penerapan Pembelajaran Inovatif STEAM di Sekolah Dasar. *JIKAP PGSD: Jurnal Ilmiah Ilmu Kependidikan*, 5(2), 204. <https://doi.org/10.26858/jkp.v5i2.20309>
- Ozkan, G., & Umdu Topsakal, U. (2021). Exploring the effectiveness of STEAM design processes on middle school students' creativity. *International Journal of Technology and Design Education*, 31(1), 95–116. <https://doi.org/10.1007/s10798-019-09547-z>
- Pahmi, S., Juandi, D., & Sugiarni, R. (2022). The Effect of STEAM in Mathematics Learning on 21st Century Skills: A Systematic Literature Reviews. *Prisma*, 11(1), 93. <https://doi.org/10.35194/jp.v11i1.2039>
- Perrin, R., Miller-Perrin, C., Bayston, L., & Song, J. (2022). Changing Physical Punishment Attitudes Using the Alternative Biblical Interpretation Intervention (ABII) Among First-generation Korean Protestants. *International Journal on Child Maltreatment: Research, Policy and*

- Practice. <https://doi.org/10.1007/s42448-022-00140-x>
- *Priantari, I., Prafitasari, A. N., Kusumawardhani, D. R., & Susanti, S. (2020). Improving Students Critical Thinking through STEAM-PjBL Learning Pembelajaran STEAM-PjBL untuk Peningkatan Berpikir Kritis. *Bioeducation Journal*, 4(2), 94–102. <https://doi.org/10.24036/bioedu.v4i2.283>.
- *Puspita, I., & Raida, S. A. (2021). Development of Video Stop Motion Graphic Animation Oriented STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, And Mathematics) on Global Warming Materials in Junior High School. *Thabiea : Journal of Natural Science Teaching*, 4(2), 198. <https://doi.org/10.21043/thabiea.v4i2.11895>
- Putranta, H., Setiyatna, H., Supahar, & Rukiyati. (2021). The Effect of Smartphones Usability on High School Students' Science Literacy Ability in Physics Learning . *European Journal of Educational Research*, 10(3), 1383–1396. <https://doi.org/10.12973/ejer.10.3.1383>
- *Putri, A. S., Prasetyo, Z. K., Purwastuti, L. A., Prodjosantoso, A. K., & Putranta, H. (2023). Effectiveness of STEAM-based blended learning on students' critical and creative thinking skills. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 12(1), 44–52. <https://doi.org/10.11591/ijere.v12i1.22506>
- Rahmawati, Y., Adriyawati, Utomo, E., & Mardiah, A. (2021). The integration of STEAM-project-based learning to train students critical thinking skills in science learning through electrical bell project. *Journal of Physics: Conference Series*, 2098(1), 012040. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2098/1/012040>
- Rahmawati, Y., Ridwan, A., Hadinugrahaningsih, T., & Soeprijanto. (2019). Developing critical and creative thinking skills through STEAM integration in chemistry learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1156(1), 0–7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1156/1/012033>
- Redhana, I. W. (2019). Mengembangkan Keterampilan Abad Ke-21 Dalam Pembelajaran Kimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 13(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.15294/jipk.v13i1.17824>.
- *Rohman, A., Husna, H., & Kunci, K. (2021). Pengaruh Penerapan Model Project Based Learning Terintegrasi STEAM Terhadap Berpikir Kreatif Ditinjau dari Pemahaman Konsep Fisika Siswa SMA pada Materi Dinamika Rotasi. *Jpft*, 9(1), 15–21. <https://doi.org/https://doi.org/10.22487/jpft.v9i1.784>
- *Rohman, M. H., Marwoto, P., & Priatmoko, S. (2022). A Study of Sound Materials of Water Hyacinth (Eichhornia Crassipes) as Alternative STEAM Integrated Project-Based Learning Model (PjBL). *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 8(1), 11–22. <https://doi.org/10.21009/1.08102>
- *Safriana, F. W. G. dan K. (2022). Pengaruh Model Project Based Learning Berbasis STEAM terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa pada Materi Alat-Alat Optik di SMA Negeri 1 Dewantara. *Jurnal Dedikasi Pendidikan*, 6(1), 127–136. <https://doi.org/https://doi.org/10.3061/dedikasi.v6i1.2315>
- *Sakdiah, H., Ginting, F. W., Rejeki, N. S., & Miranda, A. (2022). Pembelajaran STEAM Terhadap Keterampilan Proses Sains Ditinjau dari Sikap Ilmiah Mahasiswa pada Mata Kuliah Kajian Fisika Kejuruan. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(5), 2531–2536. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i5.2313>
- *Salsabila, N., & Muhib, A. (2021). Efektivitas Pendekatan STEAM Berbasis Parental Support untuk Meningkatkan Kreativitas Anak Belajar Dari Rumah selama masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 6(2), 247–253. <https://doi.org/10.29303/jipp.v6i2.194>
- Samsuddin, A. F., & Retnawati, H. (2018). Mathematical representation: the roles, challenges and implication on instruction. *Journal of Physics: Conference Series*, 1097, 012152. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1097/1/012152>

- Suganda, E., Latifah, S., Irwandani, Sari, P. M., Rahmayanti, H., Ichsan, I. Z., & Mehadhi Rahman, M. (2021). STEAM and Environment on students' creative-thinking skills: A meta-analysis study. *Journal of Physics: Conference Series*, 1796(1), 012101. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012101>
- Sugiyono. (2022). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. CV. Alfabeta.
- *Sukarno, F. M. (2019). Penggunaan Model 5E Berbasis Steam Untuk Meningkatkan Kreativitas Dan Hasil Belajar Siswa. *GTK Dikdas*, 3(2), 477–498.
- *Sulman, F., Yuliati, L., Purnama, B. Y., & Arief, M. R. (2022). *Creativity in Deriving The Fermi-Dirac Equation Through STEAM Approaches*. 10(3). <https://doi.org/10.20527/bipf.v10i3.13182>
- Sun, H., Xie, Y., & Lavonen, J. (2022). Exploring the structure of students' scientific higher order thinking in science education. *Thinking Skills and Creativity*, 43, 100999. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.100999>
- *Syukri, M., Ukhaira, Z., Zainuddin, Z., Herliana, F., & Arsad, N. M. (2022). The Influence of STEAM-Based Learning Application on Students' Critical Thinking Ability. *Asian Journal of Science Education*, 4(2), 37–45. <https://doi.org/10.24815/ajse.v4i2.28272>
- van Leeuwen, A., Janssen, J., Erkens, G., & Brekelmans, M. (2015). Teacher regulation of cognitive activities during student collaboration: Effects of learning analytics. *Computers & Education*, 90, 80–94. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.09.006>
- *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), 26. <https://doi.org/10.17509/jsl.v2i1.12878>
- Webb, D. L., & LoFaro, K. P. (2020). Sources of engineering teaching self-efficacy in a STEAM methods course for elementary preservice teachers. *School Science and Mathematics*, 120(4), 209–219. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/ssm.12403>.
- *Widarti, R., & Roshayanti, F. (2021). Potensi Implementasi STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematic) berorientasi ESD (Education for Sustainable Development) dalam Pembelajaran Fluida. *Unnes Physics Education Journal*, 10(3), 291–295. <https://doi.org/https://doi.org/10.15294/upej.v10i3.55702>
- Wu, C. H., Liu, C. H., & Huang, Y. M. (2022). The exploration of continuous learning intention in STEAM education through attitude, motivation, and cognitive load. *International Journal of STEM Education*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00346-y>
- Zawacki-Richter, O., Kerres, M., Bedenlier, S., & Buntins, K. (2020). Systematic Reviews in Educational Research. In *Springer*. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-27602-7>