



Tersedia online di EDUSAINS
Website: <http://journal.uinjkt.ac.id/index.php/edusains>
EDUSAINS,13(2), 2021, 138-152



Research Artikel

PERKEMBANGAN PENELITIAN PEMBELAJARAN FISIKA DENGAN PENDEKATAN STEM DI INDONESIA: SUATU ANALISIS ISI

THE DEVELOPMENT OF PHYSICS LEARNING RESEARCH WITH STEM APPROACH IN INDONESIA: A CONTENT ANALYSIS

Dewi Fairuz Zulaikha^{1*}, Jumadi², Annisaa' Mardiani³, Baiq Armita Lutfia⁴

^{1,2,3,4} Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia
dewifairuz.2020@student.uny.ac.id

Abstract

This study aims to provide an overview of physics learning research with the STEM approach in Indonesia. This study used a thematic content analysis method which aims to determine the depth of the study using a certain matrix so that a conclusion can be presented based on similarities and differences. This study analyzed SINTA indexed scientific articles published from 2016-2020. The results of the search were obtained as many as 51 scientific articles according to the scope of the research. Research that is mostly done is experiments. The most widely used number of samples was 11-30 and the type of sample that was most studied was students in class XI in Senior High School. The most widely used data collection instrument is the test instrument. The most popular physics material is temperature and heat material, while the most measured research variable is students' understanding of concepts. The product that is mostly developed in learning with the STEM approach is students' worksheets, while the learning model that is most often integrated with the STEM approach is Project-Based Learning (PjBL). In the future, research should examine the effects of learning physics using the STEM approach on variables that are still rarely studied, such as students' representational abilities. In addition, it is necessary to apply a STEM learning approach to other materials that are still rarely used. Thus, it can be concluded that this study has provided preliminary information for further research and policy determination on the STEM approach in physics learning.

Keywords: STEM; physics learning; content analysis; research trends; 21st century learning.

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk memberikan tinjauan umum terkait penelitian pembelajaran fisika dengan pendekatan STEM di Indonesia. Penelitian ini menggunakan metode *thematic content analysis* yang bertujuan untuk menentukan kedalaman penelitian dengan menggunakan matriks tertentu sehingga dapat disajikan suatu kesimpulan berdasarkan kesamaan dan perbedaan. Penelitian ini menganalisis artikel ilmiah terindeks SINTA yang dipublikasikan dari 2016-2020. Hasil dari pencarian diperoleh sebanyak 51 artikel ilmiah yang sesuai dengan lingkup penelitian. Penelitian yang banyak dilakukan adalah penelitian eksperimen. Jumlah sampel yang paling banyak digunakan adalah sebanyak 11-30 dan jenis sampel yang paling banyak diteliti adalah peserta didik di kelas XI SMA/MA. Instrumen pengumpulan data yang paling banyak digunakan adalah instrumen tes. Materi fisika yang paling diminati adalah materi Suhu dan Kalor, sedangkan variabel penelitian yang paling banyak diukur adalah pemahaman konsep peserta didik. Produk yang paling banyak dikembangkan dalam pembelajaran dengan pendekatan STEM adalah LKPD, sementara model pembelajaran yang paling sering diintegrasikan dengan pendekatan STEM adalah *Project Based Learning* (PjBL). Ke depannya penelitian sebaiknya mengkaji efek pembelajaran fisika dengan menggunakan pendekatan STEM terhadap variabel yang masih jarang diteliti, seperti kemampuan representasi peserta didik. Selain itu, perlu diterapkan pendekatan pembelajaran STEM pada materi lain yang masih jarang digunakan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini telah memberikan informasi awal untuk penelitian dan penentuan kebijakan lebih lanjut tentang pendekatan STEM dalam pembelajaran fisika.

Kata Kunci: STEM; pembelajaran fisika; analisis isi; perkembangan penelitian; pembelajaran abad 21.

Permalink/DOI: <http://doi.org/10.15408/es.v13i2.18766>

*Corresponding author

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/>)

PENDAHULUAN

Ilmu pengetahuan dan teknologi telah berkembang dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk pendidikan (Listiana et al., 2019). Indonesia sebagai negara yang kaya akan sumber daya alam dan sumber daya manusia harus berperan serta dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (Yulianti & Anjani, 2020). Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah melalui pendidikan. Pendidikan harus dapat menyesuaikan perkembangan teknologi untuk menciptakan manusia yang dapat bersaing dalam dunia global (Adwiyah & Kartika, 2020). Pembelajaran di abad ke-21 harus membentuk manusia yang dapat bertahan mengikuti perkembangan teknologi (Padliyyah et al., 2020) dan terintegrasi dengan kehidupan nyata (Sagala et al., 2019).

Salah satu alternatif pendekatan pembelajaran yang dapat diaplikasikan untuk mengembangkan kompetensi peserta didik di abad ke-21 adalah pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) (Ormanci, 2020; Abdurrahman et al., 2019; Parmin & Sajidan, 2019; Bashooir & Supahar, 2018; Yusuf, 2018). STEM adalah suatu pendekatan lintas disiplin yang mengintegrasikan secara bersama komponen sains, teknologi, teknik, dan matematika untuk meningkatkan minat peserta didik, keterampilan pemecahan masalah, dan keterampilan berpikir kritis (*National STEM School Education Strategy*, 2015). Melalui pembelajaran dengan pendekatan STEM, peserta didik tidak hanya sekedar menghafal konsep, tetapi juga memahami konsep sains dalam kaitannya dengan kehidupan nyata sehingga memberikan kebermaknaan dalam pembelajaran (Alatas & Yakin, 2021; Ibnah & Rosidin, 2018). Tujuan dari pembelajaran dengan pendekatan STEM adalah peserta didik memiliki kemampuan literasi sains dan teknologi yang terlihat dari kegiatan membaca, menulis dan mengobservasi sehingga mereka dapat mengembangkan kompetensinya (Jannah et al., 2021).

Penelitian terdahulu telah menunjukkan bahwa pendekatan STEM dapat meningkatkan berbagai aspek seperti literasi STEM, kreativitas, keterampilan berpikir kritis, penalaran kausal

(Nugroho et al., 2019), kemampuan pemecahan masalah (Alatas & Yakin, 2021), kemampuan berpikir tingkat tinggi (*high order thinking skills*) (Rosidin et al., 2019), pemahaman konsep peserta didik (Sagala et al., 2019) dan lainnya. Pendekatan STEM membantu peserta didik dalam belajar sesuai dengan aplikasi dalam kehidupan sehari-hari (Yasin et al., 2018) dan aktivitasnya dapat berupa pembelajaran berbasis *hands-on* atau *minds-on* (Parmin & Sajidan, 2019). Melalui pendekatan STEM, peserta didik tidak hanya memperoleh materi pelajaran, tapi juga terlibat langsung secara aktif melalui kegiatan praktik (Sagala et al., 2019).

Penelitian menunjukkan bahwa 72,0% guru merasa senang dan berpandangan bahwa STEM penting untuk diterapkan pada pembelajaran (Abdurrahman et al., 2019). Namun, survei menunjukkan bahwa lebih dari 50% guru merasa hanya memiliki pengetahuan yang terbatas dalam mengintegrasikan sains, teknologi, teknik, dan matematika dalam pembelajaran. Padahal, pengetahuan guru tentang STEM adalah kebutuhan yang mutlak untuk menyajikan ilmu pengetahuan dalam cara yang terintegrasi dan berorientasi masa depan (Parmin et al., 2020).

Pendekatan STEM saat ini sedang diimplementasikan oleh berbagai negara dan menjadi salah satu tren utama dalam perkembangan pendidikan dunia termasuk Indonesia melalui kolaborasi dengan *United States Agency for International Development* (USAID) (Nugroho et al., 2019). Namun, publikasi ilmiah tentang pendekatan STEM di Indonesia masih kurang dan perlu untuk ditingkatkan (Parmin et al., 2020). Penelitian yang berkaitan dengan kesesuaian pendekatan STEM di Indonesia menjadi penting agar menambah wawasan peneliti (Nugroho et al., 2019). Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis terhadap berbagai hasil penelitian, interpretasi penemuan dan pembuatan kesimpulan dari berbagai kajian untuk menentukan langkah awal peneliti dalam melakukan penelitian yang lebih lanjut (Ormanci, 2020).

Salah satu pelajaran yang cocok untuk diaplikasikan dengan pendekatan STEM adalah fisika karena sesuai dengan karakteristik dari

pelajaran sains (Puspitasari et al., 2020). Fisika merupakan salah satu bidang ilmu dalam rumpun sains eksakta yang mendasari perkembangan teknologi (Bashooir & Supahar, 2018). Mata pelajaran dalam rumpun sains identik dengan metode saintifik seperti observasi dan eksperimen yang menuntut penerapan sikap ilmiah (Ramli et al., 2020). Namun kenyataannya, peserta didik menganggap bahwa fisika merupakan pelajaran yang sulit, penuh dengan rumus dan membosankan sehingga mereka tidak memiliki *self efficacy* yang tinggi (Ibnah & Rosidin, 2018). Hal tersebut dapat disebabkan karena pembelajaran yang berlangsung masih cenderung satu arah dan tidak memperhatikan keterlibatan aktif peserta didik atau masih cenderung berpusat pada guru (Madyani et al., 2019). *Teacher-centered learning* mengharuskan peserta didik untuk mengingat informasi dan mengumpulkan berbagai macam informasi tanpa mengaitkannya dengan kehidupan nyata (Zulaikha et al., 2021; Afifah, 2019). Padahal, fisika merupakan ilmu yang mempelajari alam dan interaksinya sehingga pembelajaran fisika harus dapat konsisten dalam menggali keterampilan-keterampilan yang dibutuhkan di abad 21 (Idawati et al., 2019).

Penelitian sebelumnya tentang analisis konten artikel ilmiah berkaitan dengan STEM sudah pernah dilakukan. Khotimah (2021) memetakan 27 artikel penelitian tentang pendekatan STEM dengan menganalisis model pembelajaran yang diintegrasikan, tingkat pendidikan, dan efeknya pada peserta didik. Setyaningsih (2021) menganalisis 28 artikel tentang pendekatan pembelajaran STEM pada lingkup ilmu sains (matematika, fisika, kimia, dan biologi) dengan meninjau artikel berdasarkan subjek penelitian, media yang digunakan dan strategi penelitian. Belum terdapat penelitian yang secara eksplisit fokus memetakan artikel berkaitan dengan penelitian pembelajaran fisika dengan pendekatan STEM di Indonesia. Selain itu, penelitian serupa tentang analisis konten belum ada yang meninjau artikel berdasarkan saran dan rekomendasi peneliti terkait penelitian selanjutnya. Padahal, saran penelitian sangat penting sebagai informasi awal tentang penelitian yang sebaiknya dilakukan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan tinjauan umum terkait perkembangan penelitian pembelajaran fisika yang menggunakan pendekatan STEM di Indonesia. Penelitian ini telah memberikan informasi awal dengan memberikan pemahaman yang komprehensif tentang topik yang sebelumnya pernah diteliti. Hal ini penting untuk memberi arahan dalam melakukan penelitian, penyempurnaan, dan penentuan kebijakan lebih lanjut tentang jenis penelitian yang sebaiknya dilakukan selanjutnya serta bidang yang mungkin memerlukan perhatian khusus. Informasi ini perlu diketahui untuk melihat topik penelitian dari perspektif yang lebih luas.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode *thematic content analysis* yang bertujuan untuk menentukan kedalaman penelitian dengan menggunakan matriks tertentu sehingga dapat disajikan suatu kesimpulan berdasarkan kesamaan dan perbedaan (Güngör & Aydın, 2019). Prosedur penelitian yang digunakan adalah dengan teknik analisis artikel lima langkah yang meliputi: (1) penentuan kata kunci pencarian; (2) perolehan hasil pencarian awal; (3) penyempurnaan hasil pencarian; (4) penyusunan statistik data berdasarkan tema; dan (5) analisis data (Hudha et al., 2020). Penelitian ini menganalisis artikel ilmiah terindeks SINTA yang dipublikasikan dari 2016-2020. Standar akreditasi SINTA dipilih karena penelitian ini fokus untuk meninjau artikel ilmiah yang diterbitkan di jurnal nasional yang sudah dinilai oleh Akreditasi Jurnal Nasional (ARJUNA). Pencarian artikel ilmiah dilakukan dengan menuliskan kata “Pembelajaran Fisika dengan Pendekatan STEM”; “*Science, Technology, Engineering, Mathematics in Physics Learning*”; dan “*Physics Learning with STEM Approach*” pada situs website resmi SINTA dan melalui Google Scholar. Hasil dari pencarian diperoleh sebanyak 51 artikel ilmiah yang sesuai dengan lingkup penelitian. Artikel-artikel tersebut berasal dari 30 jurnal ilmiah nasional dengan indeks jurnal Sinta 1 (1 artikel), Sinta 2 (19 artikel), Sinta 3 (21 artikel), Sinta 4 (5 artikel), dan Sinta 5 (5 artikel). Artikel-artikel yang

dianalisis dicantumkan di dalam daftar pustaka dengan tanda bintang (*).

Analisis isi yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan matriks yang dikembangkan oleh Ormanci (2020) dengan melakukan adaptasi sesuai dengan tujuan penelitian. Matriks yang digunakan meliputi: tahun terbit, jenis penelitian, jumlah dan jenis subjek penelitian yang digunakan, instrumen pengumpulan data, materi fisika yang dipelajari, variabel penelitian yang diukur, produk yang dikembangkan, model/teknik pembelajaran yang diintegrasikan, dan saran penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebaran artikel secara keseluruhan berdasarkan *metrics* ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Informasi Umum Artikel Berkaitan dengan Data *Metrics*

Data <i>metrics</i>	Hasil
Tahun publikasi	2016-2020
Jumlah artikel	51
Total sitasi	560
Rerata sitasi/tahun	46,67
Rerata sitasi/artikel	10,98
Rerata jumlah penulis/artikel	2,92
<i>h-index</i>	12
<i>g-index</i>	13

Tabel 1 memberikan informasi umum terkait dengan data *metrics* dari keseluruhan artikel. Tingkat sitasi artikel cukup tinggi dengan rerata sitasi 10,98 tiap tahun. Sebagian besar artikel ditulis secara berkelompok antara 2 sampai 5 orang dengan rerata jumlah penulis di keseluruhan artikel sebesar 2,92.

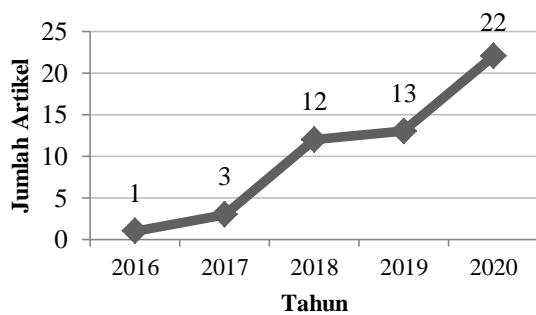
Terdapat 5 artikel dengan tingkat sitasi tertinggi yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Daftar Lima Artikel dengan Tingkat Sitasi Tertinggi

No	Tahun Publikasi	Judul Artikel	Nama Penulis	Jumlah Sitasi
1.	2018	Mengembangkan Literasi Informasi Melalui Belajar Berbasis Kehidupan Terintegrasi STEM untuk Menyiapkan Calon Guru Sains dalam Menghadapi Era Revolusi Industri 4.0: Review Literatur	Subekti et al.	81
2.	2018	Implementasi LKS dengan Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa	Lestari et al.	53
3.	2017	Pengembangan STEM-A (Science, Technology, Engineering, Mathematic and Animation) Berbasis Kearifan Lokal dalam Pembelajaran Fisika	Utami et al.	48
4.	2018	Validitas dan Reliabilitas Instrumen Asesmen Kinerja Literasi Sains Pembelajaran Fisika Berbasis STEM	Bashooir & Supahar	42
5.	2018	Keefektifan Pembelajaran Fisika dengan Pendekatan STEM untuk Meningkatkan Kreativitas Mahasiswa	Siswanto	39

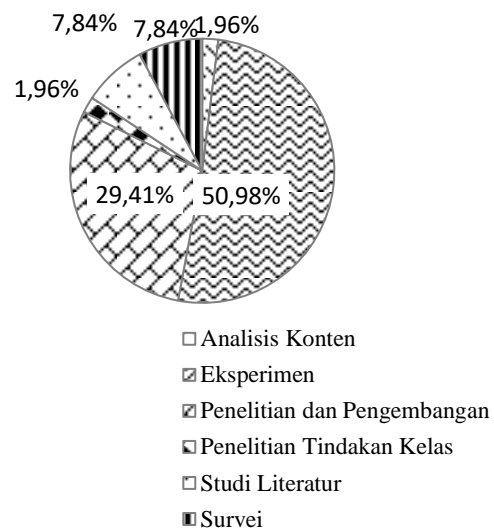
Tabel 2 menunjukkan bahwa, artikel dengan jumlah sitasi tertinggi ditulis oleh Hasan Subekti pada tahun 2018. Artikel tersebut mengkaji secara mendalam tentang literasi informasi, keterampilan riset, belajar berbasis kehidupan, pembelajaran terintegrasi STEM, kapabilitas calon guru sains dan era revolusi industri 4.0 (Subekti et al., 2018). Artikel dengan jumlah sitasi tinggi lainnya ditulis oleh Lestari et al. (2018) tentang penelitian eksperimen untuk menguji Lembar Kerja Siswa (LKS) dengan pendekatan STEM melalui pembelajaran berbasis praktikum dan proyek untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

Distribusi artikel berdasarkan tahun terbit ditunjukkan pada Gambar 1. Jumlah artikel ilmiah yang dipublikasikan bertambah setiap tahunnya hingga tahun 2020 sebanyak 22 artikel. Hal ini menunjukkan peningkatan ketertarikan peneliti terhadap pembelajaran STEM dalam pelajaran fisika di Indonesia.



Gambar 1. Distribusi Artikel Berdasarkan Tahun Terbit

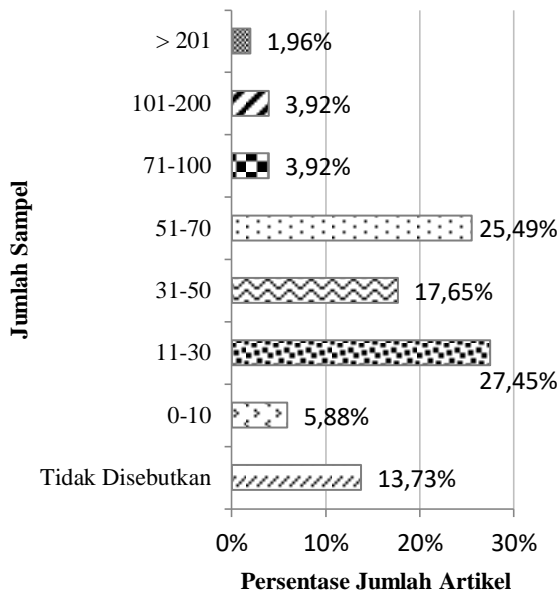
Distribusi artikel ditinjau dari jenis penelitian yang digunakan seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Distribusi Artikel Berdasarkan Jenis Penelitian

Gambar 2 menunjukkan bahwa, penelitian eksperimen adalah penelitian yang paling sering dilakukan. Penelitian eksperimen yang banyak dilakukan meneliti tentang pengaruh (hubungan sebab akibat) pemberian pembelajaran STEM pada peserta didik. Penelitian eksperimen memiliki cakupan yang begitu luas dan tingkat variasi yang cukup kompleks namun hanya mencakup tema tertentu saja (Triana et al., 2020; Siswanto, 2018). Berbeda dengan studi literatur yang cakupannya relatif sempit namun pembahasannya cukup mendalam (Astuti et al., 2020). Adapun penelitian quasi eksperimen merupakan jenis penelitian eksperimen yang paling sering dilakukan dalam pendidikan karena peneliti tidak harus memilih sampel secara benar-benar acak seperti pada *true experiment* (Sumarni et al., 2020).

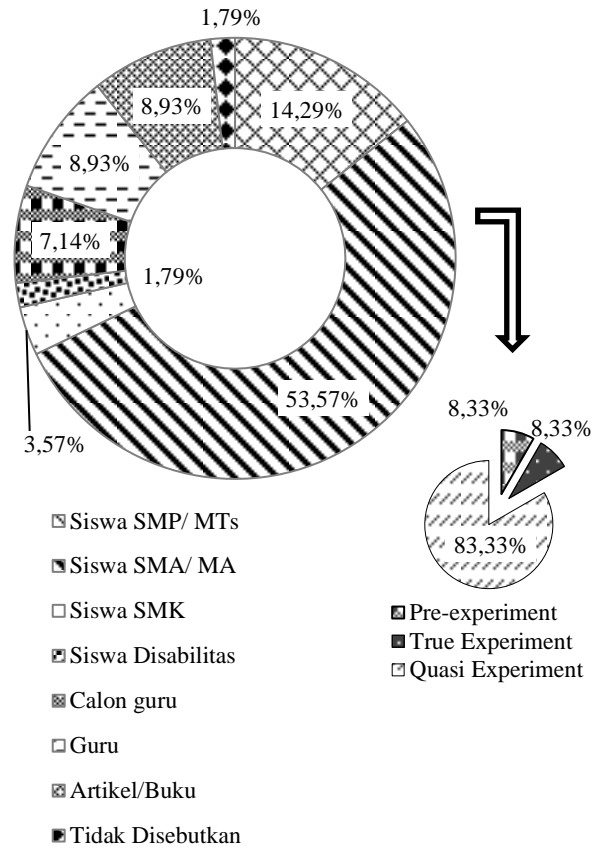
Distribusi artikel ilmiah berdasarkan jumlah sampel penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Distribusi Artikel Berdasarkan Jumlah Sampel Penelitian

Gambar 3 menunjukkan bahwa, jumlah sampel penelitian yang paling sering digunakan yaitu jumlah sampel skala kecil yaitu berkisar antara 11-30 sampel. Hal tersebut terjadi karena sebagian besar penelitian menggunakan 1 kelas sebagai uji coba. Penelitian dengan jumlah sampel sebanyak 51-70 juga banyak dilakukan karena menggunakan 2 kelas yang terdiri dari kelas eksperimen dan kontrol. Terdapat 1 penelitian yang menggunakan sampel lebih dari 200 karena menggunakan analisis secara modern (Teori Respon Butir) (Bashooir & Supahar, 2018). Beberapa artikel tidak menyebutkan jumlah sampel karena merupakan jenis penelitian studi literatur.

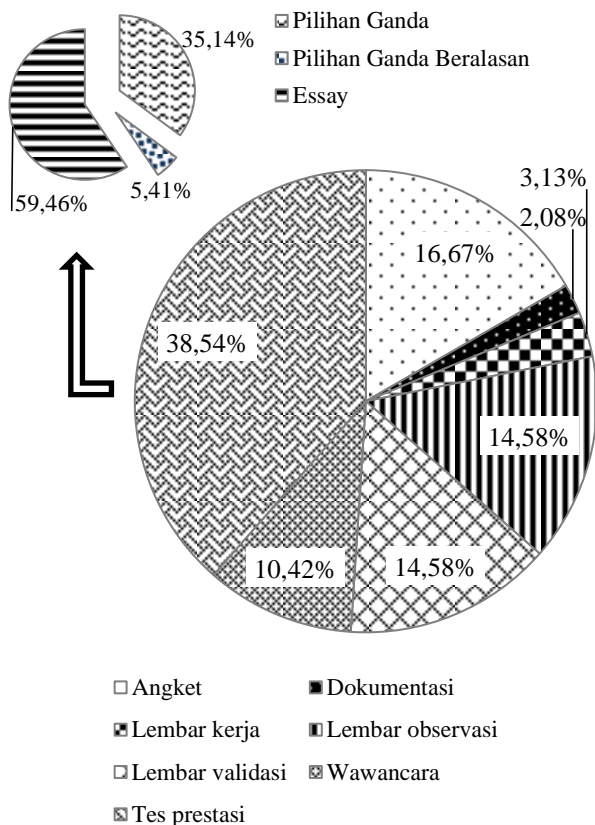
Distribusi artikel ilmiah berdasarkan jenis subjek penelitian ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Distribusi Artikel Berdasarkan Jenis Subjek Penelitian

Gambar 4 menunjukkan bahwa, sebagian besar penelitian menggunakan peserta didik sebagai subjek penelitian. Hal ini mengindikasikan bahwa peneliti memiliki minat yang besar dalam mengeksplorasi aktivitas pembelajaran peserta didik di kelas. Peneliti menyadari bahwa peserta didik adalah subjek utama dari program pendidikan yang diterapkan oleh pemerintah. Sampel penelitian yang paling banyak digunakan adalah peserta didik di tingkat Sekolah Menengah Atas/ Madrasah Aliyah (SMA/MA) yaitu sebanyak 53,57% dimana kelas XI adalah yang terbanyak dipilih.

Distribusi artikel berdasarkan instrumen pengumpulan data ditunjukkan pada Gambar 5.

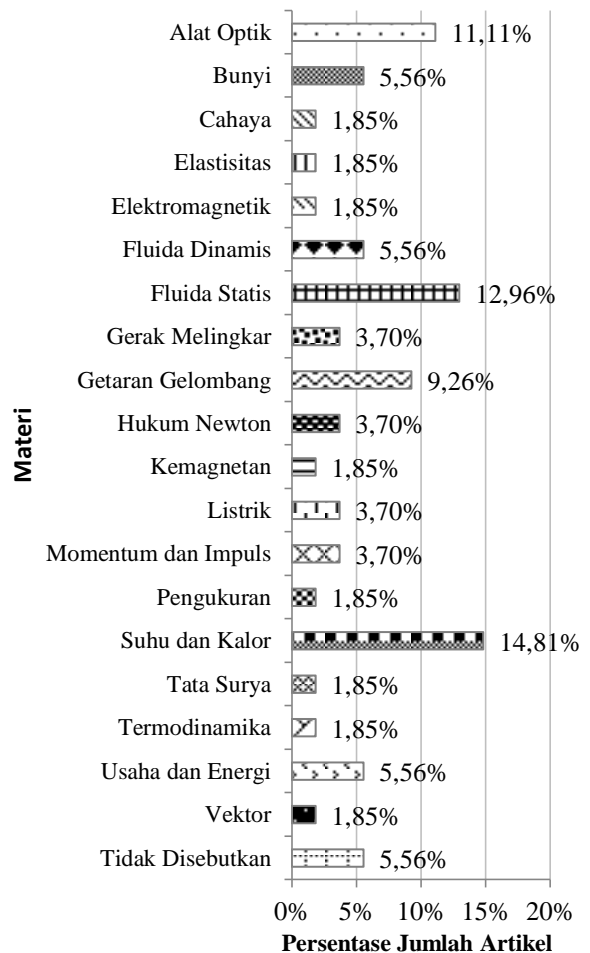


Gambar 5. Distribusi Artikel Berdasarkan Instrumen Pengumpulan Data

Gambar 5 menunjukkan bahwa, terdapat berbagai macam instrumen pengumpulan data yang digunakan. Jenis soal tes prestasi bentuk essay merupakan yang paling sering digunakan. Hal tersebut disebabkan karena soal essay memiliki ciri-ciri jawaban yang bebas dan bertujuan untuk memaksimalkan kemampuan yang dimiliki dalam bentuk penugasan tulisan dengan berbagai sudut pandang dan pendekatan (Istiyono, 2020).

Sebagian besar penelitian yang dianalisis menggunakan lebih dari satu instrumen pengumpulan data. Hal tersebut merupakan pilihan yang tepat ditinjau dari aspek kebermanfaatan penelitian dan menunjukkan bahwa peneliti memperhatikan aspek originalitas melalui validitas dan reliabilitas dengan berbagai teknik pengambilan data (Ormanci, 2020).

Distribusi artikel ilmiah berdasarkan materi fisika yang diterapkan dalam pembelajaran dapat dilihat pada Gambar 6.

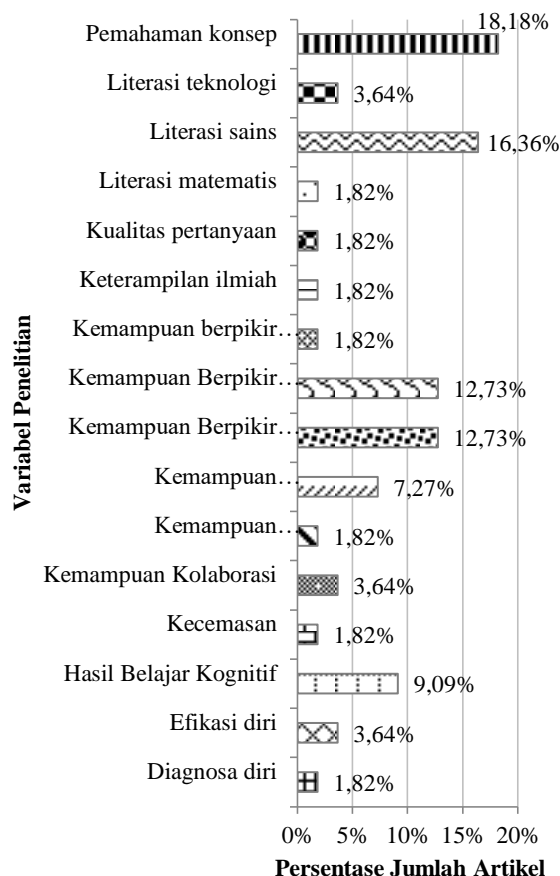


Gambar 6. Distribusi Artikel Berdasarkan Materi Fisika

Gambar 6 menunjukkan bahwa, materi fisika yang paling sering dipelajari dalam pembelajaran dengan pendekatan STEM antara lain suhu dan kalor serta fluida statis yang keduanya diajarkan di kelas XI. Banyak yang berminat untuk meneliti pada materi suhu dan kalor dapat disebabkan karena terdapat banyak konsep dalam materi tersebut (Sudarsono et al., 2020; Arinillah et al., 2016), namun pemahaman peserta didik masih tumpang tindih dan memunculkan miskonsepsi (Sumardiana et al., 2019). Pada materi fluida, penguasaan konsep peserta didik masih rendah sehingga perlu diterapkan pendekatan STEM (Irma et al., 2020; Khotimah et al., 2020; Nisa et al., 2020; Rivai & Yuliati, 2018). Terdapat beberapa materi fisika yang belum pernah diteliti diantaranya gerak parabola, kesetimbangan benda tegar, teori kinetik gas, dan pemanasan global. Materi-materi tersebut

berpeluang untuk diteliti dalam pembelajaran fisika dengan pendekatan STEM.

Distribusi artikel ilmiah berdasarkan variabel yang diukur dalam penelitian dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Distribusi Artikel Berdasarkan Variabel yang Diukur

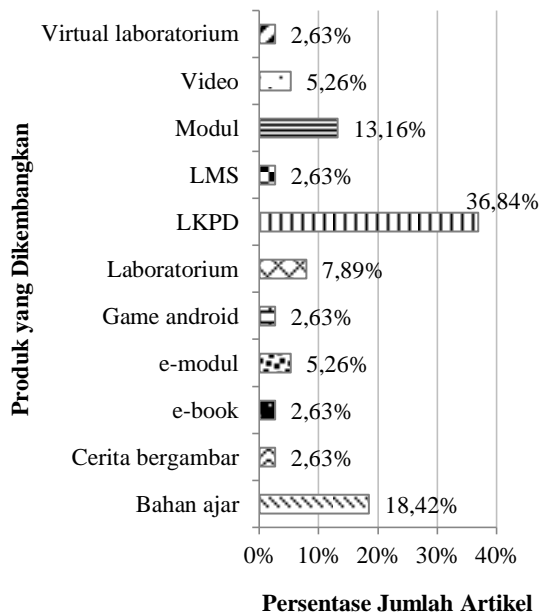
Gambar 7 menunjukkan bahwa, terdapat beberapa variabel penelitian yang diteliti. Seluruh penelitian eksperimen yang dikaji memberikan pengaruh positif terhadap variabel yang diukur. Hal tersebut menunjukkan bahwa pendekatan STEM berpengaruh positif pada berbagai macam variabel penelitian dan berbagai materi fisika sehingga sangat direkomendasikan untuk diterapkan di dalam pembelajaran fisika di kelas. Selain itu, terdapat keterkaitan antara variabel satu dengan yang lainnya. Misalnya, peserta didik yang memiliki kemampuan memecahkan masalah yang tinggi adalah peserta didik yang memiliki literasi tinggi (Idawati et al., 2019).

Terdapat beberapa variabel yang sering diteliti. Meskipun ada banyak variabel yang perlu

dikaji terkait dengan efeknya dengan pembelajaran STEM, namun terlalu seringnya suatu variabel diteliti dapat menimbulkan masalah pada originalitas dari suatu riset (Ormanci, 2020). Beberapa variabel penelitian yang digunakan dihubungkan dengan literasi (literasi sains, teknologi, matematis) dan kompetensi abad ke-21 (meliputi kemampuan berpikir kritis, kemampuan berpikir kreatif, kemampuan memecahkan masalah, kemampuan komunikasi, dan kemampuan kolaborasi).

Beberapa variabel penelitian yang masih jarang digunakan antara lain literasi matematis, kualitas pertanyaan, keterampilan ilmiah, kemampuan komunikasi, kecemasan, dan diagnosa diri. Hal tersebut disebabkan karena sulitnya menentukan indikator penelitian jika dikaitkan dengan pembelajaran fisika (Dockett & Mestre, 2014). Variabel kemampuan berpikir tingkat tinggi (*high order thinking skills/HOTS*) juga jarang diteliti disebabkan karena sulitnya mengaplikasikan pendekatan STEM secara bersamaan dengan menilai capaian peserta didik dengan instrumen berbasis HOTS (Chania et al., 2020). Belum ada penelitian yang mengkaji efek pembelajaran fisika dengan pendekatan STEM terhadap kemampuan representasi peserta didik. Padahal, fisika berisikan konsep-konsep dalam bentuk representasi, meliputi representasi verbal, vektor, grafis dan matematis (Kuswanto, 2018). Representasi dalam fisika berperan sebagai jembatan yang menghubungkan konsep yang abstrak dengan konteks kehidupan sehari-hari (Samsuddin & Retnawati, 2018).

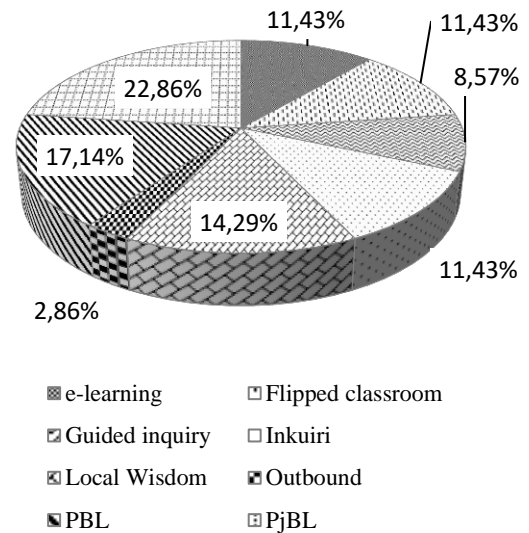
Distribusi artikel ilmiah berdasarkan produk yang digunakan dalam pembelajaran dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Distribusi Artikel Berdasarkan Produk yang Dikembangkan dalam Penelitian

Gambar 8 menunjukkan bahwa terdapat berbagai produk yang dikembangkan. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) merupakan produk yang paling sering digunakan (36,84%). LKPD dengan pendekatan STEM merangsang peserta didik untuk menemukan konsep (*science*), aplikasi teknologi dengan integrasi materi (*technology*), perancangan alat (*engineering*) dan formulasi persamaan matematis (*mathematics*) (Lestari et al., 2018; Aldila et al., 2017; Pertiwi et al., 2017). Penggunaan bahan ajar berbasis STEM juga perlu dilakukan karena dapat memacu kemampuan berpikir peserta didik (Agnezi et al., 2019; Rusyati et al., 2019). Selain itu, banyak peneliti yang memanfaatkan teknologi untuk mengembangkan produk. Penggunaan media pembelajaran berbasis digital dapat menjadi solusi untuk menghemat penggunaan kertas dan mendukung pembelajaran jarak jauh (Puspitasari et al., 2020; A'yun et al., 2019;).

Distribusi artikel ilmiah berdasarkan integrasinya dengan model/teknik pembelajaran dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Distribusi Artikel Berdasarkan Integrasinya dengan Model/Teknik Pembelajaran

Gambar 9 menunjukkan bahwa terdapat berbagai model/teknik pembelajaran yang diintegrasikan dengan pendekatan STEM. Pada pembelajaran fisika dengan STEM-PjBL, peserta didik mengajukan solusi, memilih solusi yang terbaik serta membuat *prototype* dari proyek dan mengujinya melalui permasalahan dalam dunia nyata sehingga membentuk kedalaman berpikir mereka (Rosyidah et al., 2020). Integrasi STEM-PjBL dalam pembelajaran fisika juga dapat mengasah kemampuan berkomunikasi peserta didik melalui kegiatan yang dilakukan secara berkelompok, meningkatkan efikasi diri (Hasbullah et al., 2020), mendorong peserta didik untuk mencari sumber referensi belajar secara mandiri dan lebih aktif dalam pembelajaran sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna (Alifiyah et al., 2020; Ananingtyas, 2020). Namun, pembelajaran berbasis proyek memerlukan persiapan yang matang serta biaya dan waktu yang banyak (Nurramadhani & Permana, 2020).

Integrasi STEM dengan PBL dapat menstimulasi partisipasi aktif peserta didik dalam mengembangkan pengetahuan berbasis masalah yang ditemukan dalam kehidupan sehari-hari dan antar disiplin ilmu seperti sains, teknologi, teknik, dan matematika (Madyani et al., 2019) sehingga dapat menambah relevansi dari materi (Sarnita et al., 2019). Pendekatan STEM sesuai dengan tahapan proses pemecahan masalah karena

pendekatan STEM dirancang dalam bentuk pembelajaran kontekstual (Alatas & Yakin, 2021). Integrasi STEM dengan model pembelajaran inkuiri melalui kegiatan diskusi, percobaan, dan penyelidikan dapat mendorong peserta didik untuk menemukan konsep yang baru sehingga dapat meningkatkan pemahaman konsep peserta didik (Saputri et al., 2020; Nurbaya & Yuliati, 2019; Pranita et al., 2019). Integrasi STEM dengan kearifan lokal (*local wisdom*) dapat meningkatkan minat, pemahaman konsep (Utami et al., 2020) dan kemampuan berpikir kreatif peserta didik karena materi yang diajarkan dekat dengan kehidupan sehari-hari (Almuharomah et al., 2019; Artobatama, 2019).

Integrasi STEM dengan model/teknik pembelajaran menerapkan *student-centered learning* yang mendorong peserta didik untuk berperan aktif dan guru menjadi pemandu dalam pembelajaran (Khoiri et al., 2019). Integrasi STEM juga mendukung pengembangan keterampilan abad 21 yang sebaiknya diaplikasikan dalam pembelajaran sekarang ini (Sudirman et al., 2018).

Distribusi artikel ilmiah berdasarkan saran penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Distribusi Artikel Berdasarkan Saran Penelitian

Kategori	Saran	f
Penelitian yang sebaiknya dilakukan	Pengembangan e-modul yang dilengkapi fenomena fisika dengan konten berupa animasi, gambar, pertanyaan praktik, materi singkat, instruksi pembelajaran, dan simulasi	1
	Mengintegrasikan dengan model pembelajaran inovatif yang lain	3
	Menguji pembelajaran STEM pada materi yang lain	6
	Mengukur keterampilan yang lain	3
	Pengembangan perangkat pembelajaran dengan pendekatan STEM dan elearning dengan berbagai aktivitas fisik dan literasi digital	1
	Menguji keefektifan pembelajaran STEM	3
	Pengukuran detail pada domain suatu variabel	1

Saran teknik penelitian	Penggalian pengetahuan awal peserta didik secara mendalam tentang permasalahan dalam kehidupan sehari-hari	3
	Memperbanyak kegiatan demonstrasi	1
	Instrumen tes sebaiknya lebih banyak dan beragam	5
	Persiapan pembelajaran yang matang	3
	Memahami kondisi internal dan melatih sikap mental peserta didik	3
	Memperhatikan kegiatan peserta didik dalam berkelompok	2
Saran untuk guru	Tidak perlu memaksakan materi pembelajaran untuk dikaitkan dengan pembelajaran STEM	1
	Penerapan pembelajaran STEM untuk mengembangkan pemahaman konsep di kelas	3
	Penggunaan teknologi dalam pembelajaran	1

Tabel 3 menunjukkan bahwa, peneliti paling banyak memberi saran agar pembelajaran STEM diujikan pada materi yang lain (Afifah, 2019; Wibowo, 2019; Widayoko et al., 2018). Selain itu, menyusun instrumen tes yang banyak dan beragam juga penting untuk menghindari ketidakterwakilan suatu indikator jika salah satu butir gugur dalam proses validasi (Bashoor & Supahar, 2018); agar dapat lebih memperdalam penguasaan konsep peserta didik (Chania et al., 2020; Nurbaya & Yuliati, 2019); serta agar peserta didik dapat lebih tanggap dan inovatif dalam menyelesaikan persoalan secara mandiri (Alfika et al., 2019).

PENUTUP

Penelitian pembelajaran fisika dengan pendekatan STEM di Indonesia terus mengalami peningkatan dalam 5 tahun terakhir. Kecenderungan penelitian yang dilakukan menggunakan: (a) jenis penelitian eksperimen; (b) jumlah sampel sebanyak 11-30; (c) sampel peserta didik kelas XI SMA/MA; (d) tes sebagai instrumen utama pengumpulan data; (e) materi Suhu dan Kalor; (f) variabel pemahaman konsep; (g) mengembangkan LKPD; (h) mengintegrasikan STEM dengan PjBL; serta (i) menyarankan untuk

menguji pendekatan STEM pada materi lain dan menggunakan instrumen yang banyak dan beragam.

Penelitian ini telah memberikan informasi tentang jenis penelitian dan penentuan kebijakan yang sebaiknya dilakukan. Topik penelitian tentang pengaruh pembelajaran fisika dengan pendekatan STEM pada variabel seperti kemampuan representasi peserta didik perlu untuk dilakukan. Pengujian pendekatan STEM untuk materi yang belum pernah diteliti sebelumnya seperti gerak parabola, kesetimbangan benda tegar, teori kinetik gas, dan pemanasan global juga perlu dikaji lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- *A'yun, Q., Rusilowati, A., & Lisdiana, L. (2019). Improving Students' Critical Thinking Skills through the STEM Digital Book. *Journal of Innovative Science Education, 10*(3), 237–243.
- Abdurrahman, Ariyani, F., Maulina, H., & Nurulsari, N. (2019). Design and validation of inquiry-based STEM learning strategy as a powerful alternative solution to facilitate gifted students facing 21st century challenging. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists, 7*(1), 33–56.
- Adwaiyah, R., & Kartika, I. (2020). Pengembangan Ensiklopedia IPA Berbasis Integrasi-Interkoneksi Islam-Sains sebagai Sumber Belajar Mandiri Peserta Didik Madrasah Tsanawiyah. *EDUSAINS, 13*(1), 34–44.
<https://doi.org/http://doi.org/10.15408/es.v13i1.12970>
- *Afifah, R. (2019). Student Cognitive Profile with STEM Based Teaching Material on the Subject of Vibrations and Waves. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pendidikan Fisika, 5*(2), 217–226.
- *Agnezi, L. A., Khair, N., & Yolanda, S. (2019). Analisis Sajian Buku Ajar Fisika SMA Kelas X Semester 1 Terkait Komponen Science, Technology, Engineering, Mathematics (STEM). *Jurnal Eksakta Pendidikan, 3*(2), 167-175.
<https://doi.org/10.24036/jep/vol3-iss2/388>
- Alatas, F., & Yakin, N. A. (2021). The Effect of Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Learning on Students' Problem Solving Skill. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika), 6*(1), 1–9.
<https://doi.org/10.26737/jipf.v6i1.1829>
- *Aldila, C., Abdurrahman, A., & Sesunan, F. (2017). Pengembangan LKPD Berbasis STEM untuk Menumbuhkan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa. *Jurnal Pembelajaran Fisika Universitas Lampung, 5*(4), 11-23.
- *Alfika, Z. A., Mayasari, T., Kurniadi, E., Studi, P., & Fisika, P. (2019). Modul STEM Berbasis Pemecahan Masalah dengan Tema Rumah Dome. *Jurnal Pendidikan Fisika, 7*(1), 93–105.
- *Alifiyah, C. N., Parno, & Kusairi, S. (2020). Efektivitas Penggunaan UKBM Terhadap Literasi Sains Materi Alat Optik dalam Model PjBL-STEM Dengan Asesmen Formatif Pada Siswa Kelas XI MIA SMA Negeri 9 Malang 1. *BRILIANT: Jurnal Riset dan Konseptual, 5*(4), 679–686.
- *Almuharomah, F. A., Mayasari, T., & Kurniadi, E. (2019). Pengembangan Modul Fisika STEM Terintegrasi Kearifan Lokal “Beduk” untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa SMP. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika, 7*(1), 1–10.
- *Ananingtyas, R. S. A. (2020). Analisis Uji Keterbacaan Modul Fisika Berbasis STEM Education Materi Usaha dan Energi. *BRILIANT: Jurnal Riset dan Konseptual, 5*(4), 796–801.
- *Arinillah, G. A., Abdurrahman, A., & Rosidin, U. (2016). Pengembangan Buku Siswa dengan Pendekatan Terpadu STEM Berbasis Inkuiri Terbimbing pada Materi Kalor. *Jurnal Pembelajaran Fisika, 4*(3).
- *Artobatama, I. (2019). Pembelajaran STEM Berbasis Outbound Permainan Tradisional. *Indonesian Journal of Primary Education,*

- 2(2), 40-47.
<https://doi.org/10.17509/ijpe.v2i2.15099>
- *Astuti, N. H., Rusilowati, A., & Subali, B. (2020). STEM-Based Learning Analysis to Improve Students' Problem Solving Abilities in Science Subject: a Literature Review. *Journal of Innovative Science Education*, 9(3), 79–86.
<https://doi.org/10.15294/jise.v9i2.38505>
- *Bashooir, K., & Supahar. (2018). Validitas dan Reliabilitas Instrumen Asesmen Kinerja Literasi Sains Pelajaran Fisika Berbasis STEM. *Jurnal Penelitian Dan Evaluasi Pendidikan*, 22(2), 219–230.
- *Chania, D. M. P., Medriati, R., & Mayub, A. (2020). Pengembangan Bahan Ajar Fisika Melalui Pendekatan STEM Berorientasi HOTS pada Materi Usaha dan Energi. *Jurnal Kumparan Fisika*, 3(2), 109–120.
- Docktor, J. L., & Mestre, J. P. (2014). Synthesis of Discipline-based Education Research in Physics. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 10(2), 1–58.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.10.020119>
- Education Council. (2015). *National STEM School Education Strategy*. Australian Education Ministers.
- Güngör, S. K., & Aydın, G. (2019). The Evaluation of Instructional Leadership Researches Between 2002 and 2017 in Turkey*. *European Journal of Educational Research*, 8(1), 49–62.
<https://doi.org/10.12973/eu-jer.8.1.49>
- *Hasbullah, A. H., Parno, & Sunaryono. (2020). Efikasi Diri Siswa dalam Pembelajaran Proyek Berbasis STEM pada Materi Termodinamika. *Pendidikan*, 5, 421–426.
- Hudha, M. N., Hamidah, I., Permanasari, A., Abdullah, A. G., Rachman, I., & Matsumoto, T. (2020). Low Carbon Education: A Review and Bibliometric Analysis. *European Journal of Educational Research*, 9(1), 319–329.
<https://doi.org/10.12973/eu-jer.9.1.319>
- *Ibnah, I., & Rosidin, U. (2018). The Effectiveness of Applying STEM Approach to Self-Efficacy and Student Learning Outcomes for Teaching Newton's Law. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pendidikan Fisika*, 4(1), 11–18.
- *Idawati, I., Muhardjito, M., & Yuliati, L. (2019). Authentic Learning Berbasis Inquiry dalam Program STEM Terhadap Literasi Saintifik Siswa Berdasarkan Tingkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, & Pengembangan*, 4(9), 1024–1029.
- *Irma, Z. U., Kusairi, S., & Yuliati, L. (2020). Penguasaan Konsep Siswa pada Materi Fluida Statis Dalam Pembelajaran STEM Disertai E-Formative Assessment. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian & Pengembangan*, 5(6), 822–827.
<http://journal.um.ac.id/index.php/jptpp/article/view/13638>
- Istiyono, E. (2020). *Pengembangan Instrumen Penilaian dan Analisis Hasil Belajar Fisika dengan Teori Tes Klasik dan Modern*. Yogyakarta: UNY Press.
- Jannah, M., Oviana, W., & Nurhaliza, I. (2021). Pengembangan Modul IPA Berbasis Islamic Science Technology Engineering and Mathematics pada Materi Hukum Newton. *EDUSAINS*, 13(1), 83–94.
<https://doi.org/http://doi.org/10.15408/es.v13i1.13805>
- *Khoiri, A., Nulngafan, N., Sunarno, W., & Sajidan, S. (2019). How is Students' Creative Thinking Skills? An Ethnoscience Learning Implementation. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 8(2), 153–163.
<https://doi.org/10.24042/jipfalbiruni.v0i0.4559>
- *Khotimah, K., Supriana, E., & Parno, P. (2020). Pengaruh Inkuiri Terbimbing Berbasis Science, Technology, Engineering, Math (STEM) terhadap Penguasaan Konsep Siswa SMA pada Materi Fluida Statis.

Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan, 5(7), 896-891.
<https://doi.org/10.17977/jptpp.v5i7.13706>

- Khotimah, R. P., Adnan, M., Ahmad, C. N. C., & Murtiyasa, B. (2021). Science, Mathematics, Engineering, and Mathematics (STEM) Education in Indonesia: A Literature Review. *Journal of Physics: Conference Series*, 1776(1).
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1776/1/012028>
- Kuswanto, H. (2018). Strategi Inovatif Membangun Budaya Riset dalam Bidang Pendidikan Fisika di Era Desruptif. *Seminar Nasional Pendidikan*, 1–5.
- *Lestari, D. A. B., Astuti, B., & Darsono, T. (2018). Implementasi LKS dengan Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 4(2), 202–207.
- *Listiana, Suyatna, A., & Nuangchalerm, P. (2019). The Effect of Newtonian Dynamics STEM-Integrated Learning Strategy to Increase Scientific Literacy of Senior High School Students. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-BiRuNi*, 8(1), 43–52.
- *Madyani, I., Yamtinah, S., & Utomo, S. B. (2019). The Implementation of PBL Integrated With STEM in the Material of Temperature and Its Changes to the Improvement of Students' Creative Thinking Skills and Learning Results. *Journal of Educational Science and Technology*, 5(3), 260–267.
- *Nisa, I. K., Yuliati, L., & Hidayat, A. (2020). Analisis Penguasaan Konsep Melalui Pembelajaran Guided Inquiry Berbantuan Modul Terintegrasi STEM pada Materi Fluida Dinamis. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 5(6), 809–897.
<https://doi.org/10.17977/jptpp.v5i6.13627>
- *Nugroho, O. F., Permasari, A., & Firman, H. (2019). The Movement of STEM Education in Indonesia: Science Teachers' Perspective. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(3), 417–425.
- *Nurbaya, C. B., & Yuliati, L. (2019). Penguasaan Konsep Fluida Dinamis Siswa melalui Pembelajaran Berbasis Inkuiri dalam STEM. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 4(4), 510–515.
- *Nurramadhani, A., & Permana, I. (2020). Students' Generated Question Quality Through STEM Based Project Learning in Science Activity. *Journal of Humanity and Social Studies*, 4(2), 86–90.
- Ormanci, Ü. (2020). Thematic Content Analysis of Doctoral Theses in STEM Education: Turkey Context. *Journal of Turkish Science Education*, 17(1), 126–146.
- *Padliyyah, S. H., Suwarma, I. R., & Jauhari, A. (2020). Integration of Self-diagnosis in Pascal Law Learning Using STEM Approach. *DINAMIKA: Jurnal Ilmiah Pendidikan*. 12(2), 1-8.
- Parmin, P., Saregar, A., Deta, U. A., & El Islami, R. A. Z. (2020). Indonesian Science Teachers' Views on Attitude, Knowledge, and Application of STEM. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 8(1), 17–31.
- Parmin, & Sajidan. (2019). The Application of STEM Education in Science Learning at Schools in Industrial Areas. *Journal of Turkish Science Education*, 16(2), 278–289.
- *Parno, L. Y., Hermanto, F. M., & Ali, M. (2020). A Case Study on Comparison of High School Students' with Different Methods: PBL-STEM Education, PBL, and Conventional Learning. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(2), 159–168.
- *Pertiwi, R. S., Abdurrahman, & Rosidin, U. (2017). Efektivitas LKS STEM untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 1, 11–19.

- *Pranita, M. Y., Wisodo, H., & Yuliati, L. (2019). Penguasaan Konsep Peserta Didik pada Materi Usaha dan Energi melalui Pembelajaran Authentic Berbasis Inquiry for STEM Education. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 4(4), 720–725.
- *Puspitasari, R. D., Herlina, K., & Suyatna, A. (2020). A Need Analysis of STEM-integrated Flipped Classroom E-module to Improve Critical Thinking Skills. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 3(2), 178–184. <https://doi.org/10.24042/ij sme.v3i2.6121>
- *Ramli, R., Yohandri, Y., Sari, Y. S., & Selisne, M. (2020). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Fisika Berbasis Pendekatan Science, Technology, Engineering, and Mathematics untuk Meningkatkan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Jurnal Eksakta Pendidikan (Jep)*, 4(1), 10. <https://doi.org/10.24036/jep/vol4-iss1/405>
- *Rivai, H. P., & Yuliati, L. (2018). Penguasaan Konsep dengan Pembelajaran STEM Berbasis Masalah Materi Fluida Dinamis pada Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 3(8), 1080–1088.
- Rosidin, U., Suyatna, A., & Abdurrahman, A. (2019). A combined HOTS-based assessment/STEM learning model to improve secondary students' thinking skills: A development and evaluation study. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 7(3), 435–448.
- *Rosyidah, F. U. N., Parno, & Zulaikah, S. (2020). Senter Faraday sebagai Proyek Inovasi dalam Pembelajaran Elektromagnetik Project Based Learning berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematic. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian Dan Pengembangan*, 5(4), 565–571.
- *Rusyati, R., Permasari, A., & Ardianto, D. (2019). Rekonstruksi Bahan Ajar Berbasis STEM Untuk Meningkatkan Literasi Sains dan Teknologi Siswa Pada Konsep Kemagnetan. *Journal of Science Education and Practice*, 2(2), 10–22. <https://doi.org/10.33751/jsep.v2i2.1395>
- Sagala, R., Umam, R., Thahir, A., Saregar, A., & Wardani, I. (2019). The Effectiveness of STEM-based on Gender Differences: The Impact of Physics Concept Understanding. *European Journal of Educational Research*, 8(3), 753–761.
- Samsuddin, A. F., & Retnawati, H. (2018). Mathematical representation: The roles, challenges and implication on instruction. *Journal of Physics: Conference Series*, 1097. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1097/1/012152>
- *Saputri, A. Y., Suyatna, A., & Belajar, H. (2020). Implementasi Pendekatan STEM Berbasis Inquiry Based Learning terhadap Hasil Belajar dan Kecemasan Kognitif Peserta Didik. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*, 7(1), 118–128.
- *Sarnita, F., Fitriani, A., & Widia. (2019). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model PBL Berbasis STEM untuk Melatih Keterampilan Berfikir Kreatif Siswa Tuna Netra. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 9(1), 38–44. <https://doi.org/10.37630/jpm.v9i1.180>
- Setyaningsih, E., Adnan, M., Ahmad, C. N. C., & Anif, S. (2021). Literature Review: Development of STEM Learning in Indonesia Based on Variation of Subjects, Media, and Strategy of Study from 2015 to 2019. *Review of International Geographical Education Online*, 11(4), 1023–1033. <https://doi.org/10.33403/rigeo.8006816>
- *Siswanto, J. (2018). Keefektifan Pembelajaran Fisika dengan Pendekatan STEM untuk Meningkatkan Kreativitas Mahasiswa. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 9(2), 133–137. <https://doi.org/10.26877/jp2f.v9i2.3183>
- *Subekti, H., Taufiq, M., Susilo, H., Ibrohim, I., & Suwono, H. (2018). Mengembangkan Literasi Informasi Melalui Belajar Berbasis

- Kehidupan Terintegrasi STEM Untuk Menyiapkan Calon Guru Sains Dalam Menghadapi Era Revolusi Industri 4.0: Review Literatur. *Education and Human Development Journal*, 3(1), 81–90. <https://doi.org/10.33086/ehdj.v3i1.90>
- *Sudarsono, S., Abdurrahman, A., & Rosidin, U. (2020). Pengembangan Cerita Bergambar Fisika Berbasis STEM untuk Menumbuhkan Literasi Sains pada Siswa SMP. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(1), 11. <https://doi.org/10.24127/jpf.v8i1.2202>
- *Sudirman, Kistiono, & Taufiq. (2018). Pengembangan Modul Mata Kuliah Gelombang Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) pada Program Studi Pendidikan Fisika. *Jurnal Inovasi Dan Pembelajaran Fisika (JIPF)*, 5(2), 134–140.
- *Sumardiana, Hidayat, A., & Parno. (2019). Kemampuan Berpikir Kritis pada Model Project Based Learning Disertai STEM Siswa SMA pada Suhu dan Kalor. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 4(7), 874–879.
- *Sumarni, R. A., Bhakti, Y. B., Astuti, I. A. D., Sulisworo, D., & Toifur, M. (2020). Analisis Kebutuhan Guru SMP Mengenai Metode Pembelajaran Flipped Classroom. *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 6(2), 236-242. <https://doi.org/10.31764/orbita.v6i2.3168>
- *Triana, D., Anggraito, Y. U., & Ridlo, S. (2020). *Journal of Innovative Science Education Effectiveness of Environmental Change Learning Tools Based on STEM-PjBL Towards 4C Skills of Students*. 9(37), 181–187.
- *Utami, I. S., Septiyanto, R. F., Wibowo, F. C., & Suryana, A. (2017). Pengembangan STEM-A (Science, Technology, Engineering, Mathematic and Animation) Berbasis Kearifan Lokal dalam Pembelajaran Fisika. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-BiRuNi*, 6(1), 67–73.
- *Utami, I. S., Vitasari, M., Langitasari, I., Sugihartono, I., & Rahmawati, Y. (2020). The Local Wisdom-Based STEM Worksheet to Enhance the Conceptual Understanding of Pre-service Physics Teacher. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 6(1), 97–104.
- *Wibowo, I. G. A. W. (2019). Peningkatan Keterampilan Ilmiah Peserta Didik dalam Pembelajaran Fisika Melalui Penerapan Pendekatan STEM dan E- Learning. *Journal of Education Action Research*, 2(4), 315–321.
- *Widayoko, A., Latifah, E., & Yuliati, L. (2018). Peningkatan Kompetensi Literasi Saintifik Siswa SMA dengan Bahan Ajar Terintegrasi STEM pada Materi Impuls dan Momentum. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan IPA*, 3(11), 1463–1467.
- *Yasin, A. I., Prima, E. C., & Sholihin, H. (2018). Learning Electricity using Arduino-Android based Game to Improve STEM Literacy. *Journal of Science Learning*, 1(3), 77. <https://doi.org/10.17509/jsl.v1i3.11789>
- *Yulianti, D., & Anjani, D. (2020). Implementing Physical Learning Based On Momentum and Impulse Stem Materials to Develop Collaboration Skills. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 25(1), 27-35.
- Yusuf, I. (2018). Implementation of E-learning based-STEM on Quantum Physics Subject to Student HOTS Ability. *Journal of Turkish Science Education*, 15(4), 67–75.
- Zulaikha, D. F., Pujiyanto, P., & Wiyatmo, Y. (2021). Learning Activities in Physics Using Students Worksheet Based on Predict-Observe-Explain. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, 6(3), 208–215.