

Pemahaman Mahasiswa Pendidikan Fisika Terhadap Pembelajaran Berbasis STEM Melalui Kompetensi 4C

Niken Nila Dewi^{1*}, Friscela Yona Nagifea², Naziroh Faiqohtul Herlia³, Nilta Wahyuni⁴, Rif'ati Dina Handayani⁵, Pramudya Dwi Aristya Putra⁶

¹²³⁴⁵⁶ Universitas Jember

Article History:

Received: 16 Juni 2023

Accepted: 8 Juli 2023

Published: 9 Juli 2023

Kata Kunci:

Kompetensi 4C,
Mahasiswa,
Pembelajaran STEM

Keywords:

Competency 4C,
Students, STEM
Learning

A B S T R A K

Pada abad 21 ini keterampilan 4C (*Communication, Collaboration, Critical Thinking and Problem Solving, dan Creativity dan Innovation*) sangat dibutuhkan. Kompetensi 4C dalam hal ini yaitu komunikasi, kolaborasi, berfikir kritis dan pemecahan masalah, serta kreativitas dan inovasi merupakan kemampuan untuk menjalani kurikulum 2013. Pendidikan saat ini juga menekankan pada sains, teknologi, teknik, dan matematika (STEM). Tujuan survey yang digunakan dalam penelitian ini adalah untuk memberikan gambaran secara luas tentang pengetahuan mahasiswa Pendidikan Fisika sebagai calon guru terkait dengan pembelajaran berbasis STEM. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan lebih dari 90% mahasiswa pendidikan fisika dalam konsep pembelajaran berbasis STEM sebagai dasar memahami implementasi keterampilan 4C pada abad 21. Dapat disimpulkan bahwa mahasiswa mendapatkan

pengetahuan secara konsep dasar mengenai pemahaman STEM ketika menempuh mata kuliah yang berkaitan dengan pembelajaran.

A B S T R A C T

In the 21st century, the 4C skills (Communication, Collaboration, Critical Thinking and Problem Solving, and Creativity and Innovation) are in high demand. The 4C competencies in this case, namely communication, collaboration, critical thinking and problem solving, as well as creativity and innovation are skills that must be possessed in carrying out the 2013 Curriculum. Current education also emphasizes science, technology, engineering, and mathematics (STEM). The purpose of the survey used in this study was to provide a broad picture of the knowledge of Physics Education students as prospective teachers regarding STEM-based learning. Based on the results of the research, it shows that more than 90% of physics education students have the concept of STEM-based learning as a basis for understanding the application of 4C skills in the 21st century. It can be concluded that students acquire basic conceptual knowledge of STEM understanding when taking courses related to learning.

Copyright © 2023 Niken Nila Dewi, Friscela Yona Nagifea, Naziroh Faiqohtul Herlia, Nilta Wahyuni, Rif'ati Dina Handayani, Pramudya Dwi Aristya Putra

Citation: Dewi, N. N., dkk (2023). Pemahaman Mahasiswa Pendidikan Fisika terhadap Pembelajaran Berbasis STEM Jurnal Tarbiyah dan Ilmu Keguruan Borneo, 4(3), 289-297. <https://doi.org/10.21093/jtikborneo.v4i2.6763>

A. Pendahuluan

Pembelajaran merupakan suatu usaha untuk membantu peserta didik dalam kegiatan belajar mengajar agar dapat berkembang dengan baik. Proses pembelajaran yang di maksud tidak hanya didominasi oleh pendidik, tetapi adanya aktifitas siswa yang secara aktif dan kreatif mengembangkan pembelajaran secara mandiri. Pada dasarnya kegiatan belajar merupakan kegiatan terencana yang merangsang seseorang agar dapat belajar dengan baik. Kegiatan pembelajaran yang sering terjadi dalam kegiatan sehari-hari berpusat dalam dua kegiatan pokok, yaitu bagaimana seseorang dapat mengubah tingkah laku serta bagaimana seseorang merangsang/menyimpan ilmu yang telah mereka dapat dalam kegiatan belajar (Dewi & Hamdu. 2020).

Tujuan utama dalam dunia pendidikan ialah kegiatan belajar mengajar yang mempermudah penyampaian materi serta tugas yang diberikan kepada siswa dalam kegiatan belajar mengajar. Guru dan peserta didik memiliki peran yang sangat penting dalam keberhasilan proses pembelajaran. Keberhasilan tersebut akan menciptakan generasi muda yang kompeten serta memiliki kemampuan dan skill yang tinggi. Tingkat keberhasilan dalam kegiatan belajar mengajar, dapat ditandai dengan tercapainya indikator/tujuan dari pembelajaran tersebut. Salah satu yang dapat menjadi indikator dalam keberhasilan tersebut di antaranya ialah kompetensi guru (Nopriyanti dkk., 2022). Oleh karena itu, Mahasiswa Pendidikan Fisika yang akan menjadi calon guru di era Abad ke-21 ini harus bisa menjadi seorang guru yang dapat menciptakan suatu inovasi yang menunjang keberhasilan belajar di kelas. Dengan demikian dibutuhkan strategi pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik serta kondisi yang ada dalam lingkungan tersebut.

Sebagai calon tenaga pendidik di abad-21 banyak sekali pendekatan pembelajaran yang telah berkembang. Dimana mahasiswa yang akan menjadi calon tenaga pendidik mengerti dan menciptakan iklim pembelajaran yang dapat menunjang kegiatan yang ada di kelas. Mahasiswa di abad ke-21 ini masih belum sepenuhnya memahami secara mendalam mengenai potensi apa saja yang harus dimiliki calon tenaga pendidik agar bisa mengembangkan penguasaan keterampilan 4C dalam pendekatan STEM. Selain itu, mahasiswa masih belum memahami mengenai optimalisasi dan efektivitas untuk menjadi seorang tenaga pendidik yang menciptakan suasana kelas pembelajaran lebih efisien dengan begitu diterapkannya strategi pembelajaran yang nantinya dapat mengoptimalkan keberhasilan suatu pembelajaran tertentu.

Pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Susanti dan Arista (2019) dibahas mengenai analisis tingkat pengetahuan pendidik terhadap kompetensi 4C. Pada penelitian tersebut difokuskan pada penerapan model pembelajaran *Project Based Learning (PJBL)* dan *Problem Based Learning (PBL)*. Penerapan model pembelajaran tersebut bertujuan untuk melatih kemampuan berpikir kritis peserta didik. Dalam penelitian tersebut diperoleh mayoritas guru memiliki pengetahuan sedang mengenai kompetensi 4c dengan kompetensi komunikasi yang paling tinggi.

Selain itu, ada pula penelitian yang dilakukan oleh Artobratama (2020) dengan judul "Analisis Desain Pembelajaran STEM berdasarkan Kemampuan 4C di SD" juga relevan dengan penelitian ini. Tujuan penelitian tersebut ialah untuk mengetahui pembelajaran STEM berdasarkan kemampuan 4C di SD serta menganalisis tingkat pembelajaran STEM berdasarkan kemampuan 4C. Penelitian yang dilakukan oleh Artobratama (2020) ini menggunakan pendekatan kualitatif. Selanjutnya, Prameswari, Sulanjari, dan Alfiah (2021) juga melakukan penelitian yang relevan dengan judul "Kemampuan Guru Bahasa Jawa SMP Negeri 1 Kedungtuban Blora Mengintegrasikan 4 C dalam RPP Semester Gasal Tahun 2020/2021" dengan hasil yang diperoleh yaitu analisis mengenai kemampuan guru dalam mengintegrasikan unsur 4C yang dicermati melalui pengembangan indikator pada unsur kolaborasi, berpikir kritis, dan kreativitas. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode deskriptif.

Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu tersebut, dapat diketahui bahwa penelitian mengenai pemahaman mahasiswa mengenai pembelajaran yang berbasis

STEM dengan berfokus pada kompetensi 4C ini belum pernah dilakukan. Oleh karena itu, dalam hal ini, penulis mengusung judul penelitian “Pemahaman Mahasiswa Pendidikan Fisika terhadap Pembelajaran Berbasis STEM”. Dalam hal ini, pendekatan STEM yang dilakukan upaya peningkatan profesionalisme tenaga pendidik dalam mengembangkan penguasaan keterampilan abad 21 berupa kompetensi 4C (*Communication, Collaboration, Critical thinking and Problem Solving, Creativity and Innovation*) sangat dibutuhkan bagi mahasiswa khusus pendidikan fisika yang akan menjadi tenaga pendidik nantinya.

Metha Lubis (2019) dalam jurnalnya juga menyatakan bahwa di era 4.0 ini peserta didik Indonesia dituntut untuk memiliki kemampuan yang terampil dalam bidang teknologi mencakup mencari, mengelola serta menyampaikan informasi. Berdasarkan hal tersebut, pengukuran pemahaman konsep STEM yang sebagai dasar memahami implementasi keterampilan 4C pada abad 21, Metrik berdasarkan tingkat pemahaman siswa dapat berfungsi sebagai tolok ukur untuk menilai keefektifan guru, yang mengarah ke pelajaran yang lebih menyeluruh dan lengkap.

B. Tinjauan Pustaka

1. Pembelajaran STEM

Dibutuhkan setidaknya satu dekade untuk sepenuhnya menerapkan pendidikan STEM, yang dibagi menjadi tiga tahap: (1) merancang, mengembangkan, dan menerapkan model unit pembelajaran STEM; (2) mengintegrasikan pendidikan STEM ke dalam kurikulum; dan (3) memperkuat kapasitas sekolah untuk peningkatan berkelanjutan pendidikan STEM. Untuk meningkatkan pendidikan STEM, sangat penting untuk mengatasi masalah mendasar yang mencegah adopsi dan pemahamannya secara luas. (Mustika et al.,2022).

Gerakan Reformasi Pendidikan mengambil tema promosi pendidikan STEM (Sains, Teknologi, Teknik, dan Matematika) dan penanaman warga yang melek STEM (Rahmana et al., 2022). Pendidikan STEM adalah pendekatan pedagogis yang menggabungkan studi sains dan matematika dengan studi teknologi mesin. Karena dibutuhkan keempatnya untuk memecahkan masalah, metode ini dapat mendorong pembelajaran aktif. Kemampuan siswa untuk mengintegrasikan berbagai aspek topik yang kompleks ditunjukkan oleh jawaban mereka (Khairiyah.2019).

2. Pembelajaran Abad ke-21 dan Keterampilan 4C

Pada abad ke-21 ini diperlukan keterampilan 4C yaitu komunikasi, kolaborasi, berpikir kritis dan pemecahan masalah, serta kreativitas dan inovasi atau yang lebih dikenal dengan STEM (Science, Technology, Engineering, and Math), yang mengikat sense of daya saing global dalam inovasi sains dan teknologi hingga revolusi industri yang saat ini kita alami dalam Pendidikan Fisika. Menjadi kolaboratif berarti dapat bekerja dengan baik dengan orang lain sambil menghormati sudut pandang unik mereka dan berkontribusi pada tujuan bersama. Bernalar, memahami dan membuat keputusan yang sulit, memahami hubungan antar sistem, dan menyusun, mengungkapkan, menganalisis, dan memecahkan masalah adalah contoh berpikir kritis. Kemampuan untuk menghasilkan, melaksanakan, dan mengkomunikasikan ide-ide baru adalah kreativitas jenis keempat (Handini et, al.,2023).

Pembelajaran abad 21 merupakan hal yang terpenting dalam suatu proses literasi dengan kecakapan pengetahuan, keterampilan dan sikap, serta penguasaan terhadap teknologi. Dengan begitu siswa dapat menerapkan literasi secara maksimal dimana penguasaan teknologi yang dilakukan setiap masing-masing siswa. Guru dan pendidik memainkan peran penting dalam mendorong keterlibatan siswa karena hal ini. Sebagai instruktur yang menginspirasi, mendorong, mengarahkan, memimpin, dan pada akhirnya menjadi teladan bagi siswanya. Kemajuan guru menuju profesionalisme dapat diukur dengan seberapa baik mereka memahami peran dan tanggung jawab mereka di kelas. Kemampuan berpikir tingkat tinggi sangat penting untuk abad ke-21 dan melatih siswa untuk memenuhi tuntutan dunia global (Sudirman et al.,2023). Adanya tenaga pendidik

yang profesional di abad 21 ini seorang guru mengetahui yang mengenai 4C yakni *creativity, critical thinking, collaboration, dan communication*. Namun, mengajarkan empat C (komunikasi, pemikiran kritis, dan kreativitas) kepada anak-anak itu sulit, oleh karena itu diperlukan rencana untuk membantu sekolah mengajarkan kemampuan ini kepada murid-murid mereka (Partono et, al., 2021).

C. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kajian berbasis survei untuk mendapatkan gambaran pengetahuan mahasiswa jurusan Pendidikan Fisika sebagai calon pendidik dalam ranah sains, teknologi, teknik, dan matematika. Populasi dalam penelitian ini yaitu mahasiswa angkatan 2021 pada program Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember. Sampel dalam penelitian ini yaitu seluruh mahasiswa yang berjumlah 112. Teknik analisis data yang dilakukan yaitu dengan menyebarkan kuesioner untuk mengumpulkan data untuk penelitian ini. Instrumen, kuesioner, dibuat dengan ide metode STEM, yang dibagi menjadi dua bagian: pengetahuan dan pemahaman. Indikator, deskripsi, kualitas penjas, dan tujuan yang dinyatakan adalah bagian dari komponen pengetahuan. Beberapa penanda pemahaman secara bersamaan disempurnakan: interpretasi, penjelasan aplikasi, deskripsi komponen STEM, penjelasan kesimpulan, pengembangan ide, dan bukti konsep. Untuk menghemat waktu siswa, kami membagikan kuesioner menggunakan program WhatsApp Group (WAG). Peserta WAG menyelesaikan kuesioner Formulir Google. Kuesioner terdiri dari 5 pertanyaan pilihan ganda, masing-masing dengan 5 kemungkinan jawaban.

D. Hasil Penelitian

Hasil Dua jenis informasi, termasuk informasi demografis dan tanggapan survei, diperoleh dari mahasiswa Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Angkatan 2021 yang berpartisipasi dalam survei. Tabel 1 di bawah menampilkan informasi tentang demografi sampel penelitian dan detail pribadi lainnya.

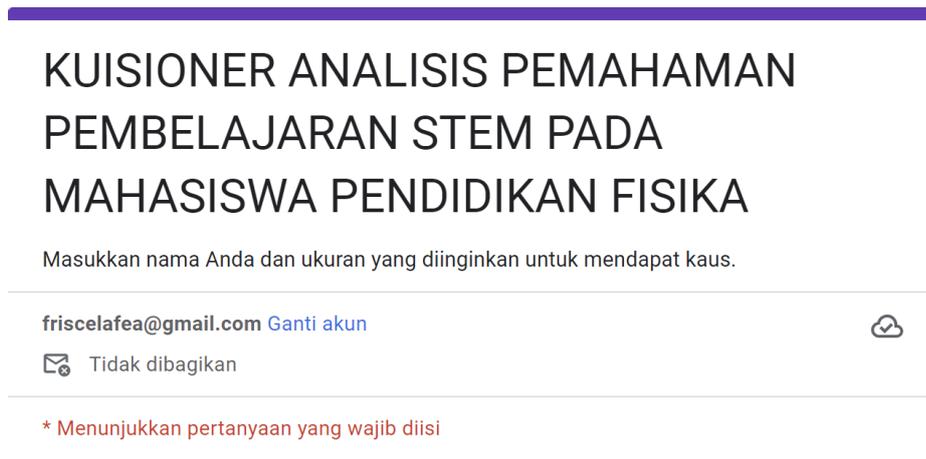
Tabel 1.
Karakteristik Responden

Variabel	Kategori	n	Presentase (%)
Usia	19	21	18,8%
	20	72	64,2%
	21	19	17%
Jenis Kelamin	Perempuan	72	64,3%
	Laki-Laki	40	35,7%
Pendidikan	S1	112	100%

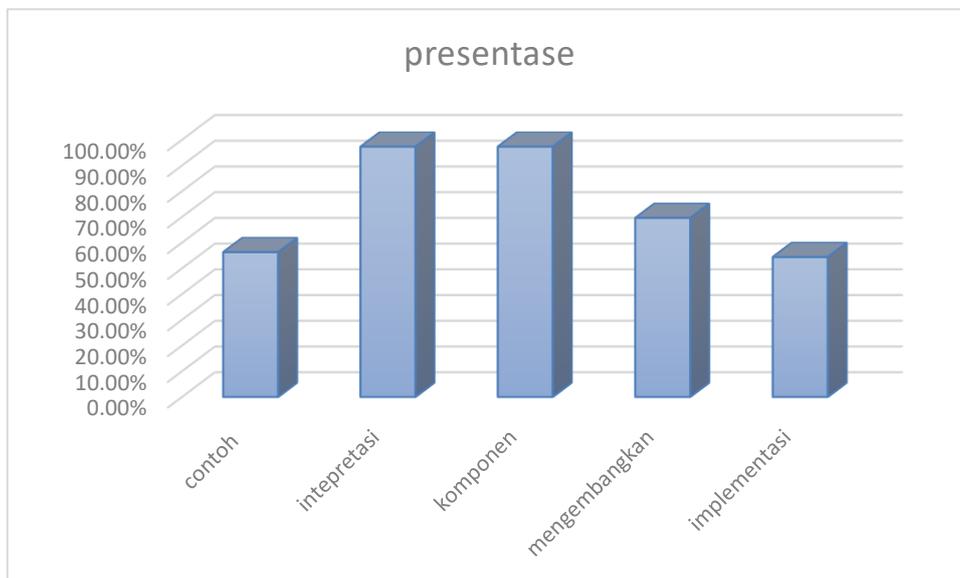
Mahasiswa memperoleh pengetahuan secara konsep dasar mengenai pemahaman STEM pada saat menempuh mata kuliah yang berkaitan dengan pembelajaran. Selain itu, mahasiswa juga memperoleh pengetahuan mengenai STEM melalui berbagai literatur baik secara daring maupun luring. Proses pengambilan data dilakukan 100% metode daring melalui platform google form. Untuk gambaran platform google form dapat dilihat melalui gambar 1.

Hasil kuesioner yang berkaitan dengan pemahaman STEM pada mahasiswa Pendidikan Fisika diperoleh data bahwa tingkat pemahaman yang tergolong tinggi dalam konsep pembelajaran berbasis STEM. Hal tersebut dapat dilihat dari mahasiswa yang mampu secara tepat menjawab pertanyaan yang berkaitan dengan interpretasi STEM dalam pembelajaran, memberikan contoh dari metode pembelajaran STEM yang tepat, menyebutkan komponen-komponen yang berkaitan dengan pembelajaran STEM, menjelaskan tujuan dikembangkannya pembelajaran STEM, dan mengembangkan implementasi pembelajaran STEM di dalam kehidupan sehari-hari. Diagram hasil

kuesioner secara umum terkait pemahaman mahasiswa Pendidikan Fisika sebagai calon guru terhadap pembelajaran berbasis STEM ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 1. Platform Google Form Kuesioner Analisis Pemahaman Siswa



Gambar 2. Diagram Batang Pemahaman Pembelajaran Berbasis STEM

E. Pembahasan

Berdasarkan diagram batang di atas, dapat diketahui bahwa mayoritas di atas 90% responden sangat memahami mengenai interpretasi dan komponen terkait pembelajaran berbasis STEM, sedangkan 10% sisanya masih kurang memahami mengenai interpretasi dan komponen pembelajaran berbasis STEM. Hal tersebut dikarenakan 10% responden masih beranggapan bahwa pembelajaran STEM tidak ada perbedaan dengan pembelajaran klasik. Selain itu, responden yang kurang memahami pembelajaran berbasis STEM masih salah mengartikan pembelajaran STEM dengan pembelajarannya lainnya seperti PBL atau PjBL. Rata-rata responden sebesar 60% ke atas memahami dengan baik mengenai tujuan dikembangkannya pembelajaran berbasis STEM yaitu untuk meningkatkan pemahaman dan pengetahuan peserta didik mengenai *science, technology, engineering, dan mathematics* guna menyelesaikan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari. Sedangkan 40% sisanya lebih memahami bahwa pembelajaran STEM hanya meningkatkan kemampuan siswa dalam memecahkan

masalah berbasis proyek. Kemudian, sekitar 50% responden sudah memahami dengan baik mengenai contoh dan implementasi dari pembelajaran berbasis STEM.

Pembelajaran STEM sendiri akan efektif apabila diterapkan bersamaan dengan keterampilan abad 21 yaitu kompetensi 4C. Pembelajaran STEM yang diterapkan ini akan mendorong keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah (*Critical Thinking and Problem Solving*), berkomunikasi (*Communication*), berkolaborasi (*Collaboration*), dan keterampilan berpikir kreatif serta inovatif (*Creativity and Innovation*). Dalam hal ini mahasiswa Pendidikan Fisika sebagai calon guru dituntut untuk mengembangkan keterampilan baik *hard skill* maupun *soft skill* pada anak didiknya nanti. Hal tersebut bertujuan untuk membentuk karakter anak pada abad 21 karena di abad ini penuh akan tantangan serta teknologi yang semakin berkembang. Oleh karena itu, pentingnya mahasiswa sebagai calon guru memahami pembelajaran berbasis STEM serta kompetensi 4C guna meningkatkan kualitas tenaga pendidik profesional.

Terdapat beberapa perbedaan yang membedakan penelitian ini dengan penelitian-penelitian sebelumnya. Pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Susanti dan Arista (2019) dibahas mengenai analisis tingkat pengetahuan pendidik terhadap kompetensi 4C. Pada penelitian tersebut difokuskan pada penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) dan *Problem Based Learning* (PBL). Penerapan model pembelajaran tersebut bertujuan untuk melatih kemampuan berpikir kritis peserta didik. Dalam penelitian tersebut diperoleh mayoritas guru memiliki pengetahuan sedang mengenai kompetensi 4C dengan kompetensi komunikasi yang paling tinggi.

Selain itu, ada pula penelitian yang dilakukan oleh Artobratama (2020) dengan judul "Analisis Desain Pembelajaran STEM berdasarkan Kemampuan 4C di SD" juga relevan dengan penelitian ini. Tujuan penelitian tersebut ialah untuk mengetahui pembelajaran STEM berdasarkan kemampuan 4C di SD serta menganalisis tingkat pembelajaran STEM berdasarkan kemampuan 4C. Penelitian yang dilakukan oleh Artobratama (2020) ini menggunakan pendekatan kualitatif. Selanjutnya, Prameswari, Sulanjari, dan Alfiah (2021) juga melakukan penelitian yang relevan dengan judul "Kemampuan Guru Bahasa Jawa SMP Negeri 1 Kedungtuban Blora Mengintegrasikan 4 C dalam RPP Semester Gasal Tahun 2020/2021" dengan hasil yang diperoleh yaitu analisis mengenai kemampuan guru dalam mengintegrasikan unsur 4C yang dicermati melalui pengembangan indikator pada unsur kolaborasi, berpikir kritis, dan kreativitas. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode deskriptif.

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya tersebut, dapat diketahui bahwa penelitian mengenai pemahaman mahasiswa mengenai pembelajaran yang berbasis STEM dengan berfokus pada kompetensi 4C ini belum pernah dilakukan. Oleh karena itu, dalam hal ini, penulis berupaya dalam meneliti tingkat kepehaman mahasiswa yang berfokus pada program studi Pendidikan Fisika terhadap pembelajaran berbasis STEM. Hal yang membedakan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya juga terletak pada metode yang digunakan, dalam penelitian ini berfokus pada metode survei sehingga hasil yang diperoleh berdasarkan jawaban-jawaban responden yang telah mengisi kuisioner. Berdasarkan hasil jawaban responden dapat diketahui bahwa mayoritas responden telah memahami pembelajaran berbasis STEM. Dalam hal ini, pendekatan STEM yang dilakukan upaya peningkatan profesionalisme tenaga pendidik dalam mengembangkan penguasaan keterampilan abad 21 berupa kompetensi 4C (*Communication, Collaboration, Critical thinking and Problem Solving, Creativity and Innovation*) sangat dibutuhkan bagi mahasiswa khusus pendidikan fisika yang akan menjadi tenaga pendidik nantinya.

F. Simpulan

Pendekatan STEM yang dilakukan merupakan upaya peningkatan profesionalisme tenaga pendidik dalam mengembangkan penguasaan keterampilan abad 21 berupa kompetensi 4C (*Communication, Collaboration, Critical thinking and Problem*

Solving, Creativity and Innovation) sangat dibutuhkan bagi mahasiswa khusus pendidikan fisika yang akan menjadi tenaga pendidik nantinya. Pembelajaran STEM yang diterapkan akan mendorong keterampilan berpikir kritis dan memecahkan masalah terhadap siswa-siswa SMA. Mahasiswa memperoleh pengetahuan secara konsep dasar mengenai pemahaman STEM pada saat menempuh mata kuliah yang berkaitan dengan pembelajaran. Selain itu, mahasiswa juga memperoleh pengetahuan mengenai STEM melalui berbagai literatur baik secara daring maupun luring. Dari penelitian yang dilakukan mendapatkan hasil pemahaman STEM pada mahasiswa pendidikan fisika bahwa tingkat pemahaman yang tergolong tinggi dalam konsep pembelajaran berbasis STEM. Jika pemahaman mahasiswa mengenai kompetensi 4C ini telah baik, maka nantinya sebagai calon guru mahasiswa dapat menerapkan kompetensi 4C pada peserta didik untuk meningkatkan keterampilan pada peserta didik. Diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat membahas mengenai model pembelajaran yang lain dengan metode yang berbeda pula.

Referensi

- Arnyana, I. B. P. (2017). Pembelajaran Untuk Meningkatkan Kompetensi 4c(Communication, Collaboration, Critical Thinking Dancreative Thinking) Untuk Menyongsong Era Abad 21. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 5(3), 461–482. <https://doi.org/10.1007/s10763-006-9048-5>.
- Artobatama, I., Hamdu, G., & Giyartini, R. (2020). Analisis Desain Pembelajaran STEM berdasarkan Kemampuan 4C di SD. *Indonesian Journal of Primary Education*, 4(1), 76–86. <https://doi.org/10.17509/ijpe.v4i1.24530>
- Dewi, N., & Hamdu, G. (2020). Lks Pembelajaran Stem Berdasarkan Kemampuan 4C Dengan Media Lightning Tamiya Car. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dan Pembelajaran*, 4(2), 369–378. <https://doi.org/10.23887/ijpp.v4i2.25312>
- Furqoniyah, Q., Subiki, S., & Maryani, M. (2022). Pengembangan Lkpd Berbasis Stem (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) Dalam Pembelajaran Fisika Pemanasan Global Di Sma. *Jurnal Inovasi Dan Pembelajaran Fisika*, 9(1), 76–84. <https://doi.org/10.36706/jjpf.v9i1.15539>
- Idrus, S. W. Al. (2022). Implementasi STEM Terintegrasi Etnosains (Etno- STEM) di Indonesia: Tinjauan Meta Analisis. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7(4), 2370–2376. <https://doi.org/10.29303/ijpp.v7i4.879>.
- Izzah, N., Asrizal, A., & Festiyed, F. (2021). Meta Analisis Effect Size Pengaruh Bahan Ajar IPA dan Fisika Berbasis STEM Terhadap Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 9(1), 114. <https://doi.org/10.24127/jpf.v9i1.3495>.
- Lestari, I. F. (2023). Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa pada Topik Hukum Archimedes Menggunakan Pendekatan STEM. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains*. 6(1), 8–13. <https://doi.org/10.52188/jpfs.v6i1.325>.
- Lubis, M. (2020). Peran guru pada era pendidikan 4.0. *EDUKA: Jurnal Pendidikan, Hukum, Dan Bisnis*, 4(2), 0-5.
- Mahjatia, N., Susilowati, E., & Miriam,S. (2021). Pengembangan LKPD Berbasis STEM untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains Siswa Melalui Inkuiri Terbimbing. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 4(3), 139. <https://doi.org/10.20527/jjpf.v4i3.2055>.
- Marta, Y. M. V., & Ramli, R. (2021). Analisis Kebutuhan Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika SMA Berbasis Pendekatan STEM. *JIPFRI (Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika Dan Riset Ilmiah)*, 5(2), 95–101. <https://doi.org/10.30599/jipfri.v5i2.918>.
- Mustika, D., & Hasby, H. (2022). Pelatihan Integrasi STEM dalam Pembelajaran Pada Kelompok MGMP Fisika SMA Kota Langsa. *Abdi: Jurnal Pengabdian Dan*

- Pemberdayaan Masyarakat*, 4(2013), 426–432. <http://abdi.ppj.unp.ac.id/index.php/abdi/article/view/350><http://abdi.ppj.unp.ac.id/index.php/abdi/article/download/350/142>
- Oktapiani, N., & Hamdu, G. (2020). Desain pembelajaran STEM berdasarkan kemampuan 4C di sekolah dasar. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 7(2), 99-108. <http://dx.doi.org/10.30659/pendas.7.2.99-108>
- Partono, P., Wardhani, H. N., Setyowati, N. I., Tsalitsa, A., & Putri, S. N. (2021). Strategi Meningkatkan Kompetensi 4C (Critical Thinking, Creativity, Communication, & Collaborative). *Jurnal Penelitian Ilmu Pendidikan*, 14(1), 41–52. <https://doi.org/10.21831/jpipip.v14i1.35810>
- Pramadanti, M., Subiki, S., & Harijanto, A. (2021). Media Pembelajaran Fisika Menggunakan Smartphone Dengan Pendekatan Stem (Science, Technology, Engineering, and Mathematics). *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 7(2), 318. <https://doi.org/10.31764/orbita.v7i2.5842>.
- Prameswari, E. M., Sulanjari, B., & Alfiah, A. (2022). Kemampuan Guru Bahasa Jawa SMP Negeri 1 Kedungtuban Blora Mengintegrasikan 4 C dalam RPP Semester Gasal Tahun 2020/2021. *JISABDA: Jurnal Ilmiah Sastra Dan Bahasa Daerah, Serta Pengajarannya*, 3(2), 61–69. <https://doi.org/10.26877/jisabda.v3i2.12206>
- Pramudyani, A. V. R., & Indratno, T. K. (2022). Pemahaman Science, Technology, Engineering, Art dan Mathematic (STEAM) pada Calon Guru PAUD. *Jurnal Obsesi: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 6(5), 4077–4088. <https://doi.org/10.31004/obsesi.v6i5.2261>
- Putri, M. A., Wulandari, C., & Febriastuti, A. R. (2021). Implementasi Pendekatan Pembelajaran Steam Berbahan Loose Parts Dalam Mengembangkan Ketrampilan Abad 21 Pada Anak Usia Dini. *ABNA: Journal of Islamic Early Childhood Education*, 2(2), 118–130.
- Rahmana, L. H. A., Zuhdi, M., & Sutrio, S. (2022). Pengaruh Pembelajaran STEM Berbasis Masalah Terhadap Penguasaan Konsep Fisika Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 8(SpecialIssue), 38–42. <https://doi.org/10.29303/jpft.v8ispecialissue.3520>
- Rusdinal, R., Rusli, R., & Meizatri, R. (2022). Pelatihan Penyusunan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Science, Technology, Engineering, Mathematic (STEM) dan Karakter Bagi Guru Sekolah Dasar Kecamatan Batang Kapas Kabupaten Pesisir Selatan. *Abdi: Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat*, 4(1), 132-141. <https://doi.org/10.24036/abdi.v4i1.206>
- Sapitri, N. K. I., Ardana, I. M., & Gunamantha, I. M. (2022). Pengembangan LKPD Berbasis Pemecahan Masalah Dengan Pendekatan 4C Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *PENDASI: Jurnal Pendidikan Dasar Indonesia*, 6(1), 24-32. https://doi.org/10.23887/jurnal_pendas.v6i1.537
- Susanti, E., & Arista, A. (2019). Analisa Tingkat Pengetahuan Guru terhadap Kompetensi 4C. *Prosiding Seminar Nasional Ilmu Sosial Dan Teknologi (SNISTEK)*, (2), 73–78. Retrieved from <https://ejournal.upbatam.ac.id/index.php/prosiding/article/view/1509>
- Tingggi, B. (2022). Pelatihan pembuatan media pembelajaran elektronik untuk guru SMK Lingua Prima. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(2), 459-466. Artobatama, I., Hamdu, G., & Giyartini, R. (2020). Analisis Desain Pembelajaran STEM berdasarkan Kemampuan 4C di SD. *Indonesian Journal of Primary Education*, 4(1), 76–86. <https://doi.org/10.17509/ijpe.v4i1.24530>.

- Yanti, A., & Rochmah, D. (2018). Penerapan Keterampilan 4C Abad 21 Dalam Pembelajaran Pendidikan Dasar Di SDN Sunyaragi 1 Kota Cirebon. *E-Journal.Umc.Ac.Id*, 9–13. <https://www.e-journal.umc.ac.id/index.php/pro/article/view/3489%0Ahttps://www.e-journal.umc.ac.id/index.php/pro/article/view/3489/1776>
- Zulfa, R. N., Masykuri, M., & Maridi, M. (2022). Efektivitas Perangkat Pembelajaran Terintegrasi STEM terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *SAP (Susunan Artikel Pendidikan)*, 7(1), 43-49. <http://dx.doi.org/10.30998/sap.v7i1.13001>
- Zulfawati, Z., & Mayasari, T. (2021). Profil Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Dengan Integrasi Stem. *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 7(1), 12. <https://doi.org/10.31764/orbita.v7i1.4164>.