

## Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) untuk SMA Kelas X Semester Ganjil

F Ardiyanti<sup>1,2</sup>, S Ristanto<sup>1</sup> dan H Nuroso<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Fisika Universitas PGRI Semarang, Jl. Lontar No. 1 Semarang

<sup>2</sup>E-mail: fetiardiyanti@gmail.com

**Abstrak.** Penelitian dan pengembangan ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengetahui kelayakan produk bahan ajar fisika berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) untuk SMA kelas X semester ganjil. Metode penelitian dan pengembangan yang digunakan adalah model ADDIE yang terdiri dari lima tahap meliputi *analysis, design, development, implementation, and evaluation*. Instrumen yang digunakan berupa angket validasi uji ahli dan praktisi. Jenis data yang diperoleh berupa data kuantitatif dan data kualitatif. Analisis data kuantitatif diolah dari hasil perolehan skor angket validasi uji ahli dan praktisi. Sedangkan, analisis data kualitatif berdasarkan saran dan komentar dari validator. Penelitian dan pengembangan ini menghasilkan bahan ajar fisika berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) untuk kelas X semester ganjil. Bahan ajar fisika berbasis STEM ini telah divalidasi oleh validator ahli dengan rata-rata skor dari uji ahli sebesar 84,13% dengan kategori layak. Selanjutnya, hasil validator oleh praktisi sebesar 92,04% dengan kategori sangat layak. Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan ini dapat disimpulkan bahwa pengembangan bahan ajar fisika berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) untuk kelas X semester ganjil ini dalam kategori sangat layak untuk digunakan sebagai sumber belajar.

*Kata kunci: bahan ajar, fisika, STEM.*

**Abstract.** This research and development aim to develop and determine the feasibility of STEM-based physics teaching materials (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) for SMA class X odd semester. The research and development method used is the ADDIE model which consists of five stages including *analysis, design, development, implementation, and evaluation*. The instrument used is a questionnaire validation test of experts and practitioners. Types of data obtained in the form of quantitative data and qualitative data. Quantitative data analysis was processed from the results of the questionnaire score validation test of experts and practitioners. Meanwhile, qualitative data analysis is based on suggestions and comments from the validator. This research and development produce STEM-based physics teaching materials (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) for class X in the odd semester. This STEM-based physics teaching material has been validated by expert validators with an average score of 84.13% from the expert test with a decent category. Furthermore, the validator results from practitioners are 92.04% with a very decent category. Based on the results of this research and development, it can be concluded that the development of STEM-based physics teaching materials (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) for class X odd semesters is in the very appropriate category to be used as a learning resource.

*Keywords: physics, STEM, teaching learning.*

## 1. Pendahuluan

Abad ke-21 merupakan titik perubahan zaman dengan modernisasi yang begitu cepat di berbagai sektor, misalnya dalam sektor pendidikan dan perkembangan teknologi. Hal ini menyebabkan munculnya era baru yaitu revolusi industri 4.0. Era pendidikan dalam revolusi industri 4.0 disebut sebagai pendidikan 4.0. Pendidikan 4.0 adalah program untuk mewujudkan pendidikan cerdas melalui peningkatan pendidikan yang merata, berkualitas, memperluas jaringan, dan relevansi dalam pemanfaatan teknologi untuk terwujudnya pendidikan kelas dunia [1]. Dari pernyataan tersebut menunjukkan bahwa konsep pembelajaran harus dapat membangun keterampilan yang dibutuhkan oleh peserta didik agar berhasil di abad ke-21 yaitu berpikir kritis (*critical thinking*), kreatif (*creativity*), kolaboratif (*collaborative*), dan komunikatif (*communicative*) yang berpotensi menopang perubahan zaman. Kurikulum 2013 merupakan suatu kurikulum yang mengutamakan pemahaman, *skill*, dan pendidikan karakter dimana peserta didik dituntut untuk paham materi, aktif berdiskusi, dan presentasi serta memiliki disiplin yang tinggi.

Sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 32 tahun 2013 tentang perubahan atas Peraturan Pemerintah Nomor 19 tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan, bahwa proses pembelajaran pada satuan pendidikan diselenggarakan secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang, memotivasi peserta didik untuk berpartisipasi aktif serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas, dan kemandirian sesuai dengan bakat, minat, dan perkembangan fisik serta psikologis peserta didik. Faktor penting dalam kegiatan belajar adalah adanya pengembangan modul [2]. Modul yang dikembangkan harus disesuaikan dengan kebutuhan pendidik dan peserta didik untuk meningkatkan kualitas dan mutu pembelajaran.

Menurut Lestari dalam Marta (2021), seperangkat bahan yang terdiri dari materi, metode, dan evaluasi pembelajaran tersusun secara sistematis dan menarik guna mencapai tujuan pembelajaran disebut bahan ajar [1]. Bahan ajar menurut Kelana dalam Fitria (2021) adalah seperangkat alat/bahan yang digunakan pendidik dan tersusun secara sistematis [3]. Menurut Rahmatina (2020), bahan ajar adalah semua bentuk bahan yang digunakan untuk membantu pendidik dalam melaksanakan pembelajaran di kelas baik berupa tertulis maupun tidak tertulis [4]. Bahan ajar yang lazim digunakan di dunia pendidikan masih banyak dalam berbentuk cetak, misalnya buku [5].

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan melalui observasi yang peneliti lakukan di SMA Negeri 1 Bae Kudus terhadap guru fisika dan peserta didik, diperoleh data bahwa bahan ajar yang digunakan masih berupa buku paket yang belum menampilkan pendekatan pembelajaran yang lebih inovatif, guru belum pernah mengembangkan bahan ajar secara mandiri untuk menunjang proses pembelajaran di dalam kelas.

Untuk membekali peserta didik dengan keterampilan abad 21 pada era revolusi industri 4.0 adalah melaksanakan pembelajaran dengan menggunakan pendekatan yang dapat menjadikan peserta didik untuk berpikir kritis (*critical thinking*), kreatif (*creativity*), kolaboratif (*collaborative*), dan komunikatif (*communicative*). Salah satu pembelajaran yang dapat menjawab tantangan tersebut yaitu pembelajaran menggunakan pendekatan STEM. STEM merupakan akronim dari *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* [6]. Pada tahun 1900-an, istilah STEM pertama kali diluncurkan oleh *National Science Foundation* (NSF) Amerika Serikat sebagai tema gerakan reformasi pendidikan untuk menumbuhkan angkatan kerja bidang-bidang STEM, mengembangkan warga negara yang melek STEM, serta meningkatkan daya saing global Amerika Serikat dalam inovasi IPTEK [7]. Pendekatan STEM adalah pendekatan dalam pendidikan di mana sains, teknologi, teknik, dan matematika terintegrasi dengan proses pendidikan yang berfokus pada pemecahan masalah dalam kehidupan sehari-hari secara nyata. Pendidikan STEM menunjukkan kepada peserta didik bagaimana konsep dan prinsip dari sains, teknologi, teknik, dan matematika digunakan secara terintegrasi untuk mengembangkan produk, proses, dan sistem yang bermanfaat bagi kehidupan manusia. Pembelajaran dengan pendekatan STEM adalah mengintegrasikan pembelajaran sains, teknologi, teknik, dan matematika salah satu pendekatan diharapkan dapat membantu kesuksesan meningkatkan keterampilan abad ke-21 [8]. Sebagaimana yang disampaikan oleh Roberts [9] dan Bybee [10] *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) yaitu suatu pendekatan pembelajaran yang menghubungkan empat disiplin ilmu menjadi satu kesatuan yang holistik. Integrasi aspek-aspek STEM dapat mendukung peningkatan hasil belajar peserta didik yang sesuai dengan tuntutan abad 21 [11].

Berdasarkan hasil riset-riset yang telah dilakukan sebelumnya oleh beberapa peneliti, di antaranya Puspitasari (2021) mendapatkan hasil bahwa pengembangan buku ajar berbasis STEM mendapat respons positif dari peserta didik sebesar 90,82% [12]. Penelitian lain oleh Fitria [3], menyatakan bahwa pengembangan bahan ajar elektronik pada materi energi dan momentum terintegrasi STEM efektif digunakan untuk meningkatkan hasil belajar siswa pada aspek sikap, pengetahuan, dan keterampilan [3]. Shabila (2020) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa pengembangan LKPD berbasis STEM ini layak digunakan sebagai media pembelajaran pada materi Hukum Hooke. Berdasarkan hasil riset yang dilakukan sebelumnya bahwa buku ajar, bahan ajar maupun LKPD yang berbasis STEM berfungsi sebagai sumber belajar yang membantu pendidik dan peserta didik dalam mewujudkan proses pembelajaran yang kompatibel dengan sistem perkembangan kurikulum yang berlaku di Indonesia. Sehingga dengan adanya bahan ajar Fisika berbasis STEM yang dikembangkan ini membantu pendidik dalam memanfaatkan sumber belajar yang lebih kreatif dan inovatif. Selain itu, dapat membantu peserta didik dalam memecahkan masalah, menarik kesimpulan, mengaplikasikan, dan menggeneralisasikan ilmu yang diberikan sehingga peserta didik menjadi pribadi yang cakap dan kreatif dalam menghadapi tantangan global [2].

Berdasarkan deskripsi yang telah dijabarkan, maka perlu untuk mengembangkan suatu bahan ajar berbasis STEM dalam pembelajaran Fisika. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan produk berupa bahan ajar Fisika berbasis STEM untuk kelas X semester ganjil yang layak digunakan dalam pembelajaran. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan yang mengadopsi model pengembangan ADDIE (*analysis, design, development, implementation, dan evaluation*). Namun, dalam penelitian dan pengembangan ini hanya dilakukan sampai tahap *development* karena keterbatasan biaya, waktu, dan tenaga.

## 2. Metode

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan atau *Research and Development* (R&D). Prosedur penelitian ini mengadopsi model pengembangan ADDIE yang terdiri dari lima tahap yaitu *analysis* (analisis), *design* (desain), *development* (pengembangan), *implementation* (implementasi), dan *evaluation* (evaluasi). Namun, pada penelitian dan pengembangan ini penulis mengambil tahap sampai pengembangan, dikarenakan keterbatasan biaya, waktu, dan tenaga.

Instrumen pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari lembar angket validasi uji ahli dan praktisi. Validasi bahan ajar fisika berbasis STEM dilakukan oleh dua validator uji ahli dan dua validator praktisi. Validator diminta memberikan penilaian langsung pada setiap aspek yang terdapat pada lembar validasi. Penilaian validasi oleh uji ahli terdiri dari aspek kelayakan isi, kelayakan penyajian, kelayakan bahasa, kajian STEM, dan kelayakan kegrafikan. Sedangkan, penilaian validasi oleh praktisi terdiri dari aspek kelayakan isi, kelayakan penyajian, kelayakan bahasa, dan kajian STEM.

Pengolahan data dihitung dengan persamaan (1).

$$P = \frac{\sum n}{n} \times 100\% \quad (1)$$

Selanjutnya persentase yang diperoleh akan ditafsirkan dalam penetapan kesimpulan berdasarkan kriteria pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Kriteria Tingkat Ketercapaian [14]

Kriteria	Kategori	Keterangan
86% - 100%	Sangat Layak	Implementasi
76% - 85%	Layak	Implementasi
56% - 75%	Cukup Layak	Revisi
<55%	Kurang Layak	Revisi

## 3. Hasil dan Pembahasan

Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini yaitu bahan ajar fisika berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) untuk SMA kelas X semester ganjil. Produk bahan ajar fisika berbasis STEM tersebut dikembangkan agar diketahui kelayakannya untuk dapat digunakan sebagai sumber belajar. Bahan ajar fisika berbasis STEM divalidasi oleh empat validator yang terdiri

dari dua validator uji ahli dan dua validator praktisi. Hasil penilaian kelayakan bahan ajar fisika berbasis STEM oleh uji ahli dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Data Hasil Penilaian Bahan Ajar Fisika oleh Uji Ahli

Aspek Penilaian	Total	Skor Maksimum	Persentase	Kategori
Kelayakan Isi	86	120	71,67%	Cukup Layak
Kelayakan Penyajian	78	88	88,64%	Sangat Layak
Kelayakan Bahasa Kajian STEM	67	72	93,06%	Sangat Layak
Kelayakan Kefrafikan	35	40	87,5%	Sangat Layak
	84	96	87,5%	Sangat Layak

Sedangkan, hasil penilaian kelayakan bahan ajar fisika berbasis STEM oleh praktisi dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Data Hasil Penilaian Bahan Ajar Fisika oleh Praktisi

Aspek Penilaian	Total	Skor Maksimum	Persentase	Kategori
Ketertarikan	29	32	90,62%	Sangat Layak
Tampilan	23	24	95,83%	Sangat Layak
Materi	53	56	94,64%	Sangat Layak
Kebahasaan	23	24	95,83%	Sangat Layak
Kesesuaian dengan Kajian STEM	34	40	85%	Layak

Penelitian dan pengembangan ini bertujuan untuk mengembangkan bahan ajar fisika berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) serta mengujikan kelayakan dari bahan ajar. Model yang digunakan yaitu ADDIE. Model ADDIE terdiri atas lima tahap, yaitu *analysis, design, development, implementation, and evaluation*. Namun, pada pengembangan bahan ajar fisika ini hanya sampai pada tahap *development* karena keterbatasan biaya, waktu, dan tenaga.

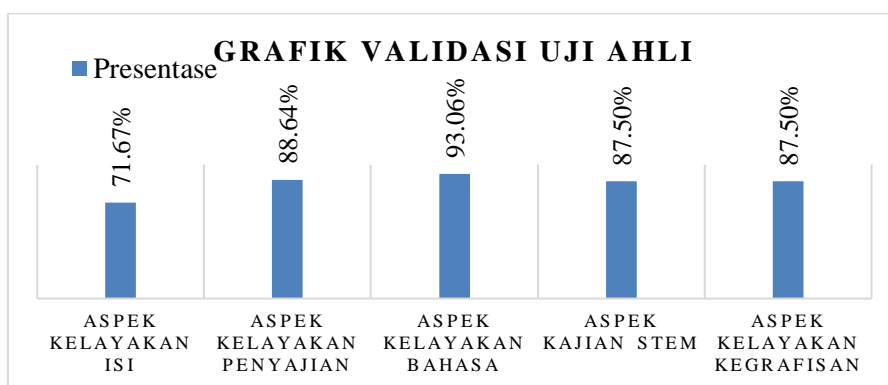
Tahap pertama yang dilakukan yaitu analisis kebutuhan dengan observasi bahan ajar yang digunakan oleh pendidik dan peserta didik. Hasil yang didapat yaitu belum ada yang menggunakan bahan ajar berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). Selain itu, mencari literatur dan referensi terkait pengembangan bahan ajar berbasis STEM dalam bentuk buku, *e-book*, jurnal maupun sumber referensi lainnya.

Tahap berikutnya yaitu perencanaan dilakukan dengan merancang bahan ajar fisika berbasis STEM dengan mempertimbangkan bagaimana cara penyajian materi dalam bahan ajar. Penyajian materi dalam bahan ajar fisika STEM ini menghubungkan ilmu-ilmu fisika yang kontekstual dengan kehidupan sehari-hari. Uraian materi diawali dengan gambaran contoh penerapan yang sering ditemui oleh peserta didik. Di dalam penyajian materi terdapat contoh soal, latihan soal, pertanyaan-pertanyaan singkat beserta penerapannya. Selain itu, bahan ajar dibuat menggunakan *software LaTeX* dan dikemas ke dalam bentuk buku.

Tahap ketiga adalah pengembangan bahan ajar fisika berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). Pada tahap ini peneliti menentukan kompetensi dasar sesuai dengan kurikulum 2013. Selanjutnya, peneliti mulai menyusun draf bahan ajar untuk kelas semester ganjil yang berisi kata pengantar, pertunjuk penggunaan bahan ajar, daftar isi, daftar gambar, kompetensi dasar, peta konsep, materi pembelajaran, aktivitas lab, contoh soal, latihan soal, proyek rekayasa, uji kompetensi, dan daftar pustaka. Bahan ajar fisika berbasis STEM yang telah selesai disusun selanjutnya divalidasi untuk mengetahui kelayakan bahan ajar yang dikembangkan.

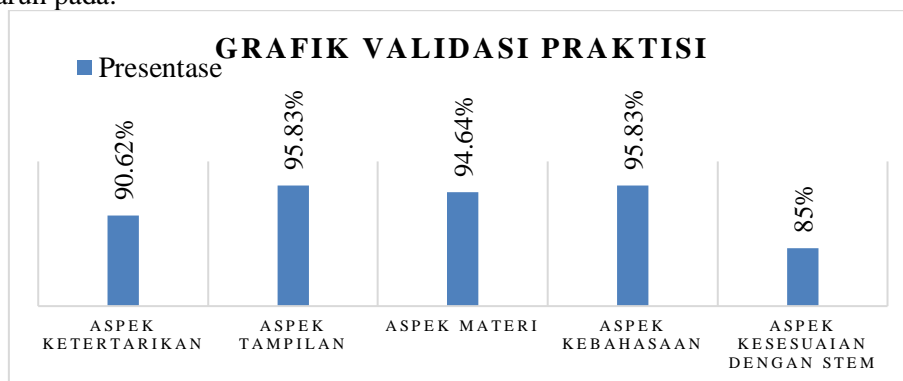
Validasi bahan ajar fisika berbasis STEM dilakukan oleh dua validator uji ahli dan dua validator praktisi. Aspek penilaian produk oleh uji validator terdiri dari aspek penilaian kelayakan isi, kelayakan penyajian, kelayakan bahasan, kajian STEM, dan kelayakan kegrafikan. Aspek penilaian produk oleh praktisi terdiri dari kelayakan isi, kelayakan penyajian, kelayakan bahasa, dan kajian STEM.

Hasil rata-rata validasi bahan ajar fisika berbasis STEM oleh dua uji ahli yaitu sebesar 84,13% dengan kategori layak. Aspek kelayakan isi memperoleh persentase 71,67% dengan kategori cukup layak, aspek kelayakan penyajian memperoleh persentase 88,64% dengan kategori sangat layak, aspek kelayakan bahas memperoleh persentase 93,06% dengan kategori sangat layak, aspek kajian STEM memperoleh persentase 87,50% dengan kategori sangat layak, dan aspek kelayakan kegrafikan memperoleh persentase 87,50% dengan kategori sangat layak. Adapun grafik persentase hasil validasi oleh uji ahli dapat dilihat pada Gambar 1. Dengan adanya hasil komentar dan saran dari para ahli, maka dapat dilakukan perbaikan dan penyempurnaan pada bahan ajar fisika yang dikembangkan. Faktor yang mempengaruhi besarnya persentase kelayakan kurang maksimal berdasarkan uji ahli yaitu perlu ditambahkan contoh-contoh yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari, setiap gambar harus dijelaskan atau ditunjukkan dalam teks, dan perlu ditambahkan glosarium serta rangkuman di setiap akhir bab.



**Gambar 1.** Grafik Hasil Validasi oleh Uji Ahli

Hasil rata-rata validasi bahan ajar fisika berbasis STEM oleh dua praktisi yaitu sebesar 92,04% dengan kategori sangat layak. Aspek kelayakan isi memperoleh persentase 90,62% dengan kategori cukup layak, aspek kelayakan penyajian memperoleh persentase 95,83% dengan kategori sangat layak, aspek kelayakan bahas memperoleh persentase 94,64% dengan kategori sangat layak, aspek kajian STEM memperoleh persentase 95,83% dengan kategori sangat layak, dan aspek kelayakan kegrafikan memperoleh persentase 85% dengan kategori sangat layak. Adapun grafik persentase hasil validasi oleh praktisi dapat dilihat pada Gambar 2. Dengan adanya hasil komentar dan saran dari para ahli, maka dapat dilakukan perbaikan dan penyempurnaan pada bahan ajar fisika yang dikembangkan. Faktor yang mempengaruhi besarnya persentase kelayakan kurang maksimal berdasarkan uji ahli yaitu perlu ditambahkan contoh-contoh lagi agar menambah wawasan peserta didik, gambar-gambar perlu disertakan sumbernya, dan di bagian peta konsep supaya ditambah “hubungan konsep”, misalnya: terdiri dari, berpengaruh pada.



**Gambar 2.** Grafik Hasil Validasi oleh Praktisi

Berdasarkan hasil perolehan dari penilaian para validator terhadap pengembangan bahan ajar fisika berbasis STEM termasuk dalam kategori sangat layak digunakan sebagai bahan ajar yang dapat menunjang proses pembelajaran Fisika. Kajian STEM yang muncul pada bahan ajar yaitu aspek sains disajikan melalui konsep-konsep fisika, aspek teknologi diintegrasikan dalam bentuk penerapan, aspek rekayasa diintegrasikan dalam bentuk proyek sederhana, dan aspek matematis diintegrasikan dalam bentuk persamaan, simbol, besaran, serta operasi matematika. Bahan ajar ini belum diuji coba ke peserta didik sehingga belum diketahui tingkat efektivitasnya.

Penelitian dan pengembangan bahan ajar fisika berbasis STEM sebelumnya juga pernah dilakukan oleh [15]. Dalam penelitian tersebut hasil pengujian kelayakan bahan ajar dinyatakan layak dan dapat digunakan sebagai sumber bahan ajar mandiri oleh siswa. Namun bahan ajar yang dikembangkan tersebut hanya mencakup materi vektor dan kinematika gerak lurus serta untuk mengatasi miskonsepsi pada materi tersebut. Hasil penelitian ini juga sejalan dengan yang dilakukan oleh [16], bahwa pengembangan *e-modul* pada materi suhu dan kalor memenuhi kriteria sangat baik dan layak digunakan dengan perolehan respons siswa mencapai 3,37 dan 3,50. Penelitian lain menyatakan bahwa pengembangan modul listrik dinamis kelas XII berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) telah memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif [17]. Penelitian [18] menyatakan bahwa produk modul memenuhi kriteria layak dan angket persepsi siswa mencapai kriteria sangat baik, yaitu 3,5 sehingga produk modul tersebut layak digunakan. Namun, pada penelitian [18] fokus pada materi elastisitas dan hukum Hooke untuk memahami konsep serta memecahkan soal secara mandiri. Pengembangan bahan ajar fisika berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) untuk SMA kelas X semester ganjil mempunyai beberapa kelebihan, yaitu peserta didik tidak hanya belajar tentang sains, melainkan dapat belajar mengenai teknologi, rekayasa, matematisnya, bahan ajar fisika berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) dapat mendorong peserta didik dalam aspek keterampilannya, pada bagian proyek sederhana, peserta didik dapat terdorong untuk mengembangkan ide-ide yang lebih kreatif, bahan ajar dikembangkan menggunakan *software LaTeX*, dan bahan ajar fisika berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) ini sangat tepat jika digunakan pada implementasi kurikulum merdeka, karena menggunakan pendekatan STEM.

#### 4. Simpulan

Telah dikembangkan bahan ajar fisika berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) untuk kelas X semester ganjil. Pengembangan dilakukan dengan menambahkan kajian STEM, yaitu *science* (sains), *technology* (teknologi), *engineering* (rekayasa), dan *mathematics* (matematis) pada penyajian materi. Bahan ajar fisika yang telah dikembangkan diperoleh hasil validasi oleh uji ahli dengan rata-rata penilaian 84,13% dan hasil validasi oleh praktisi dengan rata-rata penilaian 92,04% sehingga bahan ajar fisika berbasis STEM tersebut layak digunakan sebagai sumber belajar.

#### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam penyusunan artikel ini.

#### Daftar Pustaka

- [1] Marta Y M V dan Ramli R 2021 Analisis Kebutuhan Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika SMA Berbasis Pendekatan STEM *JIPFRI (Jurnal Inov. Pendidik. Fis. dan Ris. Ilmiah)* 5(2) 95–101
- [2] Mustafa A S, Arsyad M, dan Helmi 2020 Pengembangan Modul Fisika Berbasis Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) *Semin. Nas. Fis.* 20–23
- [3] Fitria Y dan Asrizal A 2021 Pengembangan Bahan Ajar Elektronik Energi dan Momentum Terintegrasi STEM Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa SMA *J. Pendidik. Fis. dan Teknol.* 7(2) 119–130
- [4] Rahmatina C A 2020 Pengembangan Bahan Ajar Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) di SMA/MA (Banda Aceh: Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Darussalam)
- [5] Paramita I, Gustina, dan Laratu W 2021 Pengembangan Bahan Ajar Digital Berbasis STEM Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa Pada Materi Fisika Instrumentasi

- J. Pendidik. Fis. Tadulako Online* **9** no. August 1–7
- [6] Pimthong P dan Williams J 2020 Preservice teachers' understanding of STEM education *Kasetsart J. Soc. Sci.* **41**(2) 289–295 doi: 10.1016/j.kjss.2018.07.017.
- [7] Hanover Research 2011 K-12 STEM Education Overview Washington DC
- [8] Beers S Z 2014 21st Century Skills: Preparing Students for Their Future **93**(6) 1–6
- [9] Roberts A 2012 A Justification for STEM Education,” *Technol. Eng. Teach.*, no. June 1–5
- [10] Bybee R W 2013 *The Case for Education: STEM Challenges and Opportunities*, Jennifer H. Arlingtonia, Virginia: NSTA (National Science Teachers Assocation)
- [11] Wahono B, Lin P L, dan Chang C Y 2020 Evidence of STEM Enactment Effectiveness in Asian Student Learning Outcomes *Int. J. STEM Educ.* **7**(1) 1–18
- [12] Puspitasari E, Putra P D A, dan Handayani R D 2021 Pengembangan Buku Ajar Fisika Berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) pada Pokok Bahasan Suhu dan Kalor di SMA *J. Literasi Pendidik. Fis.* **2**(1) 44–52
- [13] Shabila R L, Bhakti Y B, dan Fatahillah F 2020 Pengembangan LKPD Berbasis STEM (Science, Technologym Engineering, Mathmematic) Pada Materi Elastisitas dan Hukum Hooke *Schrödinger* **1**(2) 95–100
- [14] Chania D M P, Medriati R, dan Mayub A 2020 Pengembangan Bahan Ajar Fisika Melalui Pendekatan STEM Berorientasi HOTS pada Materi Usaha dan Energi *J. Kumparan Fis.* **3**(2) 109–120
- [15] Kirana S A, A. H. Permana, dan H. Nasbey 2022 Pengembangan Modul Elektronik dengan Pendekatan STEM pada Materi Vektor dan Kinematika Gerak Lurus Fisika SMA *Pros. Semin. Nas. Fis.* **10** 57–62
- [16] Azriyanti R 2022 Pengmbangan E-Modul Berbasis STEM Menggunakan Flip PDF Professional pada Materi Suhu dan Kalor untuk SMA Kelas XI *J. Univ. Jambi*
- [17] Situmorang N 2022 Pengembangan Modul Listrik Dinamis Berbsis STEM *J. Univ. Negeri Medan* no. 8.5.2017
- [18] Febriana N Y 2022 Pengembangan Modul Elastisistas dan Hukum Hooke Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) pada Android *J. Univ. Jambi*