

DOI: doi.org/10.21009/03.1102.PF04

MODUL DIGITAL FLUIDA BERBASIS *STEM* (*MD-FISTEM*) SEBAGAI BAHAN AJAR FISIKA

Dea Amelia^{a)}, Firmanul Catur Wibowo^{b)}, Lari Andres Sanjaya^{c)}

Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta, Jakarta Timur, Jakarta 13220, Indonesia

Email: ^{a)}dheaamelia282@gmail.com, ^{b)}fcwibowo@unj.ac.id, ^{c)}lari@unj.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran fisika berupa modul digital fluida berbasis *STEM* (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) sebagai bahan ajar. Modul digital yang dikembangkan berisi materi fluida dinamis. Konten dalam modul digital ini didukung dengan gambar, video, animasi, praktikum dan proyek sederhana, serta evaluasi pembelajaran yang dapat menunjang pembelajaran peserta didik secara mandiri. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Research and Development (RnD)* dengan model *ADDIE* (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*). Langkah-langkahnya adalah melakukan analisis kebutuhan, merancang media, menghasilkan dan memvalidasi media, mempersiapkan lingkungan belajar dan menilai kualitas instruksional media. Berdasarkan hasil analisis kebutuhan menggunakan studi literatur tentang ketersediaan bahan ajar didapatkan hasil bahwa ketersediaan bahan ajar modul digital berbasis *STEM* pada materi fluida ketersediaannya kurang banyak. Selain itu, hasil dari angket kuisioner diperoleh sebanyak 82,5% siswa membutuhkan bahan ajar yang dapat mengatasi kesulitan dalam memahami materi fluida. Uji kelayakan materi dan media menggunakan angket uji validasi yang dilakukan oleh ahli materi dan media serta uji coba dilakukan kepada siswa SMA.

Kata-kata kunci: modul digital, fluida dinamis, *STEM*

Abstract

This study aims to develop physics learning media in the form of *STEM*-based fluid digital modules (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) as teaching materials. The developed digital module contains dynamic fluid matter. The content in this digital module is supported by images, videos, animations, practicums, and simple projects, as well as learning evaluations that can support student learning independently. The method used in this study is *Research and Development (RnD)* with the *ADDIE* (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) model. The steps are to perform a needs analysis, design a medium, produce and validate the media, prepare the learning environment and assess the instructional quality of the media. Based on the results of the needs analysis using a literature study on the availability of teaching materials, the results of the availability of *STEM*-based digital module teaching materials in fluid materials are less available. In addition, the results of the questionnaire obtained as many as 82.5% of students needed teaching materials that could overcome difficulties in understanding fluid materials. The feasibility test of materials and media uses validation test questionnaires carried out by material and media experts, and trials are carried out on high school students.

Keywords: digital module, dynamic fluid, *STEM*

PENDAHULUAN

Proses pelatihan untuk industri 4.0 merupakan masalah yang mendesak karena saat ini laju perkembangan teknologi beberapa kali lebih cepat dari laju perubahan sistem pendidikan [1]. Perkembangan teknologi yang terjadi di era 4.0 juga membuat guru perlu memiliki keahlian beradaptasi dengan teknologi baru untuk membantu guru dalam menghasilkan *output* yang dapat mengikuti perkembangan zaman. Fisika dan teknologi merupakan dua hal yang saling terkait satu sama lain. Berkembangnya teknologi saat ini merupakan hasil dari penelitian yang dilakukan di bidang fisika. Oleh karena itu, pemahaman konsep, teori dan hukum-hukum fisika merupakan dasar untuk mengembangkan keterampilan di bidang teknologi [2]. Kondisi saat ini mengingatkan bahwa pembelajaran masih kurang efektif akibat masa pandemi berbeda dengan masa normal, permasalahan yang terjadi dalam dunia pendidikan di Indonesia adalah kurangnya minat siswa dalam melaksanakan proses pembelajaran [3]. Oleh karena itu, siswa dan guru sama-sama mencari solusi untuk dapat melaksanakan pembelajaran secara efektif.

Proses kegiatan belajar fisika masih terkesan sulit untuk dipahami karena memiliki konsep yang abstrak dan tidak mudah dihubungkan dengan kejadian sehari-hari dalam kehidupan manusia. Hal ini dibuktikan dari pengamatan dan pengalaman langsung peneliti selama Pelatihan Keterampilan Mengajar (PKM) di sebuah sekolah SMA di Jakarta, didapatkan bahwa hasil angket kuisioner diperoleh sebanyak 73,33% peserta didik mengalami kesulitan memahami materi fluida terutama fluida dinamis dan sebanyak 82,5% siswa membutuhkan bahan ajar yang dapat mengatasi kesulitan dalam memahami materi fluida. Sehingga diperlukan suatu inovasi pembelajaran dalam menyusun sumber belajar yang dapat menjadi solusi dalam menunjang pembelajaran jarak jauh [4]. Hal ini menuntut para pendidik untuk kreatif dalam mengembangkan media pembelajaran agar siswa dapat lebih tertarik dalam mempelajari fisika dan materi yang disampaikan dapat mudah dimengerti oleh peserta didik.

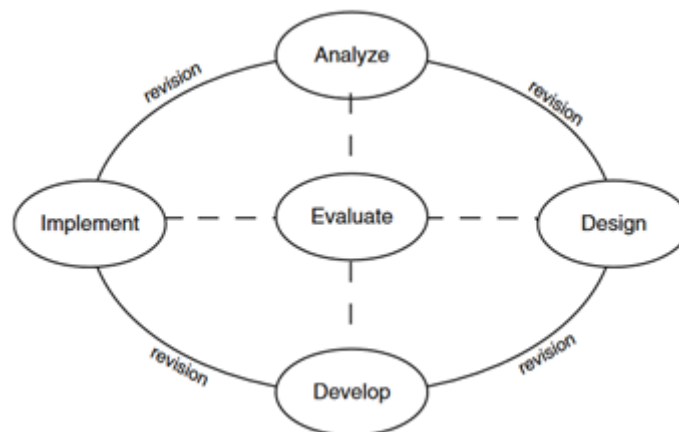
Salah satu sumber belajar yang dapat menunjang peserta didik dalam belajar mandiri yaitu modul digital. Modul digital adalah salah satu media pembelajaran berbentuk multimedia yang mengandung informasi atau materi pelajaran dan terintegrasi antara teks bacaan, gambar, video maupun animasi dan dalam penggunaannya memanfaatkan teknologi komputer [5]. Modul digital juga dapat mengatasi berbagai tingkat pembelajaran yang berbeda, mulai dari tujuan yang lebih mendasar menuju ke tujuan yang memerlukan tingkat abstraksi yang lebih tinggi [6]. Oleh karena itu, dalam penyusunan modul digital, hal yang diperlukan adalah model pembelajaran yang tepat dan mampu mendukung peserta didik dalam memecahkan masalah. Salah satunya ialah model pembelajaran *STEM* yang merupakan akronim dari *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* [7]. Pembelajaran *STEM* dapat dilihat dengan perspektif yang luas dan inklusif untuk memasukkan pembelajaran *STEM* dalam disiplin ilmu, seperti pembelajaran sains, teknologi, teknik dan matematika serta kombinasi lintas disiplin ilmu yang sangat penting bagi siswa [8]. Model *STEM* juga mampu mengajak para siswa untuk mengintegrasikan mata pelajaran dan menghubungkannya dengan kehidupan sehari-hari. Sehingga siswa tidak hanya mampu memahami materinya saja, tetapi juga dapat mengaplikasikan dalam kehidupan nyata. Dengan pembelajaran *STEM*, siswa juga mendapatkan pelatihan terkait dengan keterampilan proses sainsnya. Keterampilan proses sains terdiri dari lima bagian penting, yaitu: (1) pengamatan (*observing*), (2) membandingkan (*comparing*), (3) mengklasifikasikan (*classifying*), (4) mengukur (*measuring*), dan (5) mengkomunikasikan (*communicating*) [9].

Menurut Syarah, Syahiddah (2021) dalam penelitiannya bahwa e-modul atau modul digital fisika berbasis *STEM* pada materi bunyi ini merupakan bahan ajar yang menjadi alternatif bagi guru dan siswa selama proses pembelajaran [10]. Modul ini dapat mempermudah siswa dalam memecahkan permasalahan yang ada dalam kehidupan sehari-hari, karena modul ini terintegrasi dengan empat bidang *STEM*. Selanjutnya, menurut Handayani (2021) dalam penelitian yang serupa bahwa e-modul fisika terintegrasi *STEM* pada materi termodinamika ini mampu meningkatkan keterampilan berfikir kritis siswa untuk bersaing dalam revolusi industri 4.0 [11]. Namun, e-modul perlu dilengkapi dengan kuis dan pertanyaan lain untuk meningkatkan keterampilan berfikir kritis siswa tingkat tinggi sehingga siswa dapat melakukan evaluasi diri dan mampu menindaklanjuti hasil evaluasi diri.

Berdasarkan paparan di atas, peneliti mengembangkan media pembelajaran berupa modul digital berbasis fluida berbasis *STEM (MD-FISTEM)* sebagai bahan ajar fisika dengan tujuan untuk menghasilkan modul digital berbasis *STEM* yang valid digunakan sebagai bahan ajar pembelajaran fisika.

METODOLOGI

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah Penelitian dan Pengembangan (*Research & Development*) yaitu penelitian dengan tahapan sistematis yang telah direncanakan untuk menghasilkan produk baru maupun pengembangan suatu produk agar menjadi lebih efektif. Penelitian dan pengembangan media ini mengacu pada model pengembangan *ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation)*. Model *ADDIE* adalah model penelitian yang terstruktur secara sistematis dan memiliki proses yang terorganisir dengan beberapa tahap. Menurut Branch (2009), bagan dan model penelitian *ADDIE* [12] sebagai berikut:



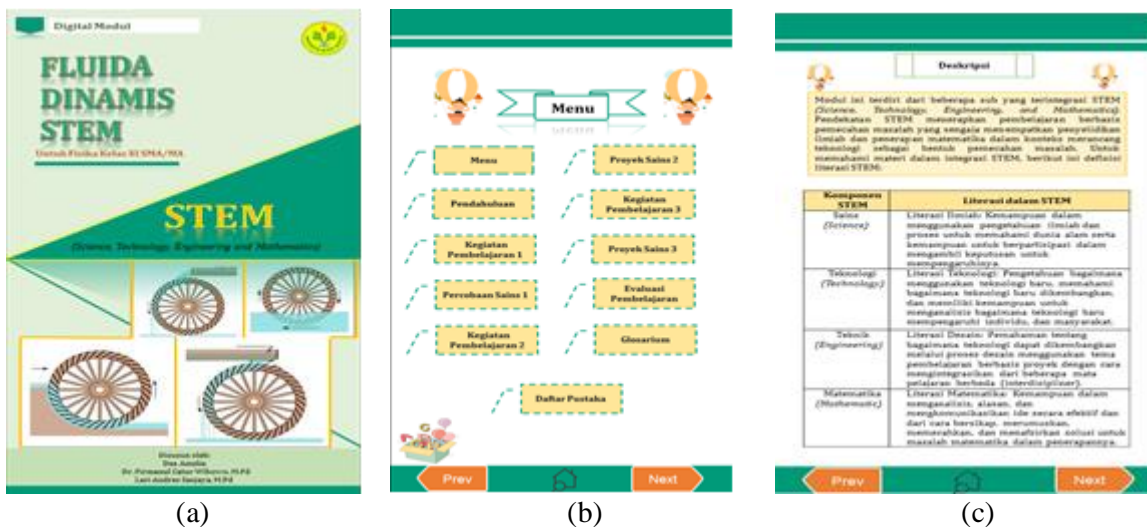
GAMBAR 1. Konsep *ADDIE* menurut Branch (2009)

Berdasarkan gambar di atas, langkah-langkah penelitian yang akan dilakukan yaitu sebagai berikut :

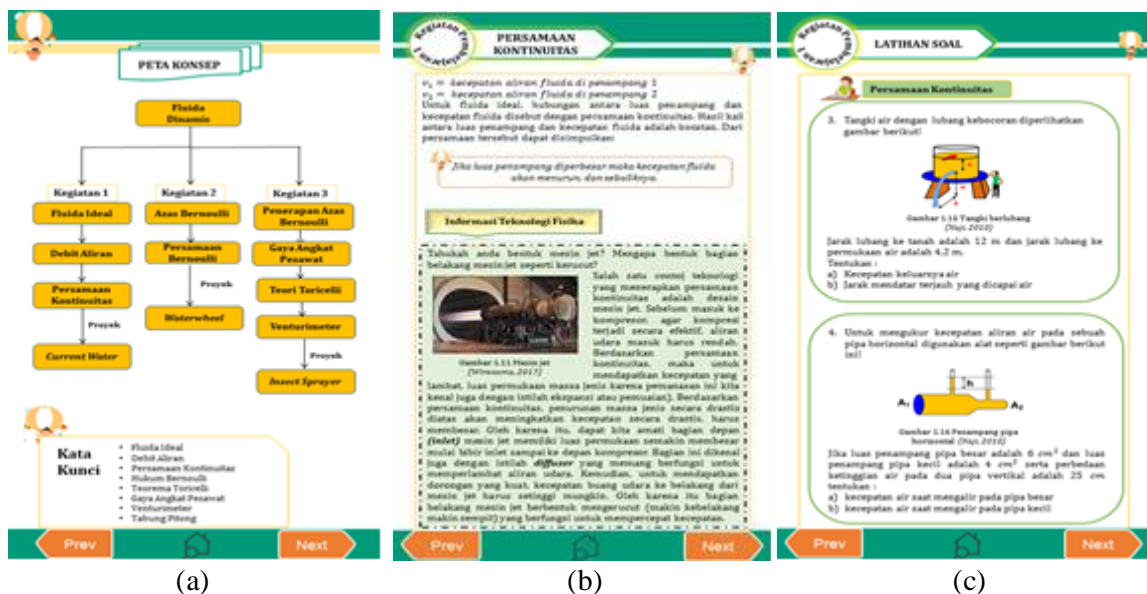
1. *Analyze* (Analisis)
Analisis kebutuhan dilakukan dengan terlebih dahulu menganalisis keadaan bahan ajar sebagai informasi utama dalam pembelajaran serta ketersediaan bahan ajar yang mendukung terlaksananya suatu pembelajaran. Analisis kebutuhan ini dilakukan dengan kajian literatur, pertanyaan kuisioner terhadap siswa di salah satu SMA.
2. *Design* (Desain)
Tahap desain yaitu pembuatan rancangan pengembangan produk berdasarkan analisis kebutuhan.
3. *Development* (Pengembangan)
Tahap pengembangan yaitu setelah membuat rancangan, seluruh rancangan direalisasikan menjadi modul digital fluida berbasis *STEM (MD-FISTEM)*. Setelah proses pembuatan media modul digital selesai maka akan dilakukan uji validasi oleh ahli media, materi dan pembelajaran untuk mengetahui valid atau tidaknya untuk diujicobakan.
4. *Implementation* (Implementasi)
Tahap implementasi yaitu melakukan uji coba produk oleh siswa kelas XI dan guru fisika di SMA. Kemudian guru dan peserta didik diberi angket untuk menentukan validitas media pembelajaran yang dikembangkan.
5. *Evaluation* (Evaluasi)
Tahap evaluasi yaitu tahap perbaikan yang apabila ditemukan kekurangan pada setiap tahapan, diantaranya pada tahap analisis, tahap desain, tahap pengembangan dan tahap implementasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

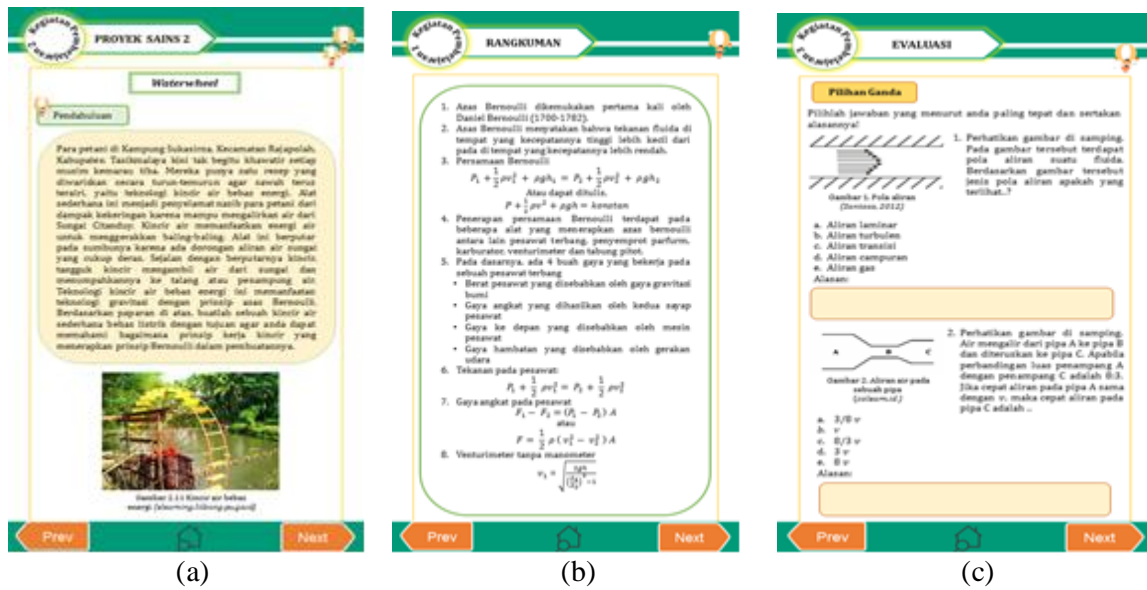
Hasil dari penelitian ini berupa modul digital fluida berbasis *STEM (MD-FISTEM)* sebagai bahan ajar fisika. Modul digital fluida (*MD-FISTEM*) merupakan media pembelajaran yang membahas materi fluida dinamis dengan mengintegrasikan model pendekatan *STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics)* yang bertujuan untuk menambah pemahaman siswa terhadap konsep fluida dinamis dan membuat proses pembelajaran lebih mudah. Modul digital ini disajikan dalam bentuk *link HTML* sehingga dapat diakses melalui berbagai macam perangkat elektronik *handphone* maupun laptop dengan tampilan yang menarik peserta didik. Komponen bahan ajar modul digital ini terdiri dari capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, komponen *STEM*, petunjuk penggunaan modul, materi, informasi teknologi, praktikum, tugas proyek, latihan soal, evaluasi, serta petunjuk belajar guru dan siswa. Berikut beberapa tampilan dari modul digital yang dikembangkan:



GAMBAR 2. (a). Tampilan Cover, (b). Tampilan Menu dan (c). Tampilan Pendahuluan



GAMBAR 3. (a). Tampilan Peta Konsep, (b). Tampilan Materi Sains dan (c). Tampilan Latihan Soal



GAMBAR 4. (a). Tampilan Proyek Sains, (b). Tampilan Rangkuman dan (c). Tampilan Evaluasi

Modul digital fluida berbasis STEM (*MD-FISTEM*) dapat dijadikan sebagai media pembelajaran yang dapat memotivasi peserta didik dalam belajar fisika. Materi yang disajikan dalam modul digital ini disusun berdasarkan pendekatan STEM, maka materi yang disajikan mengkombinasikan empat bidang ilmu yaitu *science, technology, engineering, mathematics* yang dapat melatih siswa dalam mengidentifikasi dan memecahkan masalah yang terjadi di dunia nyata. Berikut salah satu materi yang disajikan dengan menerapkan pendekatan *STEM* pada modul digital:

TABEL 1. Aktivitas belajar pada materi fluida dinamis

Aspek	Aktivitas
	Waterwheel
<i>Science</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa diberikan pertanyaan yang berkaitan dengan teknologi pengairan berupa waterwheel - Disajikan materi untuk memverifikasi jawaban siswa apakah sudah sesuai dengan teori yang ada
<i>Technology</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Menghubungkan teori dengan aplikasi teknologi yang menerapkan konsep Hukum <i>Bernoulli</i>, salah satunya teknologi kincir air bebas energi atau <i>waterwheel</i>
<i>Engineering</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa diminta membuat sebuah tugas proyek sederhana berupa <i>waterwheel</i> dengan menggunakan prinsip Hukum <i>Bernoulli</i> - Dalam mengerjakan tugas proyek siswa diminta mulai dari perencanaan, perancangan alat yang akan dibuat sampai alat tersebut selesai dibuat.
<i>Mathematics</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa diberikan soal latihan dengan menerapkan rumus matematis yang terdapat pada konsep Hukum <i>Bernoulli</i>.

Konten yang disajikan dalam modul digital ini terdiri dari pendahuluan yang berisi capaian pembelajaran, tabel literasi *STEM* dan petunjuk penggunaan modul. Materi pada modul digital ini juga dikemas dalam beberapa unit kegiatan pembelajaran yang berisi materi sains, informasi teknologi, proyek sains setiap kegiatan pembelajaran, latihan soal dan soal evaluasi. Sehingga peserta didik dapat memahami materi dari yang mendasar hingga ke tingkat yang lebih sulit. Modul digital ini juga dilengkapi gambar dan video yang dapat membantu kejelasan materi yang disajikan sehingga peserta didik dapat dengan mudah belajar fisika secara mandiri.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Syarah, Syahiddah (2021) dalam penelitiannya bahwa e-modul atau modul digital fisika berbasis *STEM* pada materi bunyi ini merupakan bahan ajar yang menjadi alternatif bagi guru dan siswa selama proses pembelajaran. Modul ini dapat mempermudah siswa dalam memecahkan permasalahan yang ada dalam kehidupan sehari-hari, karena modul ini terintegrasi dengan empat bidang *STEM*. Selanjutnya menurut Handayani (2021), dalam penelitian

yang serupa bahwa e-modul fisika terintegrasi *STEM* pada materi termodinamika ini mampu meningkatkan keterampilan berfikir kritis siswa untuk bersaing dalam revolusi industri 4.0. Tidak hanya itu tetapi juga meningkatkan kemampuan berkomunikasi siswa [13]. Namun, e-modul perlu dilengkapi dengan kuis dan pertanyaan lain untuk meningkatkan keterampilan berfikir kritis siswa tingkat tinggi sehingga siswa dapat melakukan sendiri evaluasi diri dan mampu menindaklanjuti hasil evaluasi diri. Dengan ini, modul digital fluida berbasis *STEM* dapat digunakan sebagai bahan penunjang pembelajaran fisika di SMA.

SIMPULAN

Modul digital fluida berbasis *STEM (MD-FISTEM)* ini dikembangkan sebagai bahan ajar pembelajaran fisika di SMA dengan tujuan untuk mengatasi kesulitan peserta didik dalam memahami materi fluida dinamis. Modul digital ini dikembangkan dengan menggunakan metode Penelitian dan Pengembangan (*Research & Development*) dengan model penelitian *ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation)*. Hasil dari modul digital ini disajikan dalam bentuk link HTML sehingga dapat diakses melalui berbagai macam perangkat elektronik. Modul digital ini disusun berdasarkan pendekatan *STEM* sehingga disajikan dengan mengintegrasikan beberapa komponen yakni *science, technology, engineering, and mathematics*. Penelitian ini masih membutuhkan penelitian lebih lanjut terkait validasi media pembelajaran modul digital fluida berbasis *STEM (MD-FISTEM)* hingga akhirnya media tersebut valid digunakan oleh guru dan peserta didik dalam proses pembelajaran.

UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Firmanul Catur Wibowo, M.Pd selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Lari Andres Sanjaya, M.Pd selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing dan memberikan saran-saran terbaik dalam membantu peneliti menyelesaikan produk pengembangan bahan ajar modul digital ini

REFERENSI

- [1] Aleksankov, "The Fourth industrial revolution and modernization of education: international experience," *Strategic priorities*, vol. 1, no. 13, pp. 53-69, 2017.
- [2] N. Fratiwi, "Strategi POE Berbantuan Media Interaktif Refutational Text Hukum Newton Berorientasi Konstruksi Konsepsi dan Model Mental," *Tesis*, 2020.
- [3] Y. Guntara, I. S. Utami, "Implementation of Augmented Physics Animation Integrated Crosscutting Concept COVID 19 in Facilitating Problem Solving Skills and Disaster Preparedness," *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, vol. 7, no. 1, pp. 43-52, 2021.
- [4] P. Adam, "Peningkatan Kompetensi Guru-Guru SMA / SMK di Kota Kendari Melalui Pembuatan Media Pembelajaran Web Blog dan e-Modul Untuk Mendukung Pembelajaran Online," vol. 2, no. 2, pp. 196-204, 2020.
- [5] R. Rahmawati, "Pengembangan Modul Digital Pembelajaran Bahasa Jerman Berbasis Android," *Jurnal Teknologi Pendidikan*, vol. 9, no. 2, 2020, <http://ejournal.uika-bogor.ac.id/index.php/TEK>.
- [6] V. M. Maggioni, "Building an Online Learning Module for Satellite Remote Sensing Applications in Hydrologic Science," *Remote Sens. MDPI*, pp. 3-16, 2020.
- [7] O. Shatunova, "STEAM as an Innovative Educational Technology," *Journal of Social Studies Education Research*, pp. 131-144, 2019.
- [8] L. Li, "Education supply chain in the era of Industry 4.0," *Syst Res Behav Sci*, pp. 1-14, 2020.

- [9] S. L. Handayani, "Comparison of Basic Science Process Skills for Students on Electrical Materials with the Rasch Model Analysis," *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, vol. 7, no. 1, pp. 73-82, 2021.
- [10] D. Syarah Syahiddah, "Pengembangan E-Modul Fisika Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) Pada Materi Bunyi di SMA/MA," *Jurnal Literasi Pendidikan Fisika*, vol. 2, no. 1, pp. 1-8, 2021.
- [11] E. Y. Sari Handayani, "Development of STEM-integrated physics e-module to train critical thinking skills: The perspective of preservice teachers," *Journal of Physics: Conference Series*, pp. 1-6, 2021.
- [12] R. M. Branch, "Instructional Design-The ADDIE Approach," New York: Springer, 2009.
- [13] K. Wiyono, K. Sury, R. N. Hidayah, N. Nazhifah, I. Ismet, S. Sudirman, "STEM-based E-learning: Implementation and Effect on Communication and Collaboration Skills on Wave Topic," *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, vol. 8, no. 2, pp. 259-270, 2022.

