

Research Article



Integrasi STEM Pada E-Modul Fisika: Pengembangan dan Dampaknya Terhadap Hasil Belajar Siswa di SMA

¹ Akum Laksana*, ²Sahyar*, ³Wawan Bunawan*, ⁴Rabiyatul Adawiyah

¹ SMA Negeri 1 Kutacane, Kabupaten Aceh Tenggara, Aceh 24651, Indonesia

^{2,3} Program Studi Magister Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Medan, Medan, Sumatera Utara, 20221, Indonesia

⁴ Pendidikan Biologi, PSDKU Unsyiah Gayo Lues, Kabupaten Aceh Tenggara, Aceh 24651, Indonesia

INFO ARTIKEL

Article History:

Submitted: 02-03-2025

Revised : 15-05-2025

Accepted : 03-06-2025

Published: 30-06-2025

Keywords:

Keyword_1; E-Modules

Keyword_2; STEM

Keyword_3; Fluid

Keyword_4; Learning Outcomes

Kata Kunci:

Kata Kunci_1; E-Modul

Kata Kunci_2; STEM

Kata Kunci_3; Fluida

Kata Kunci_4; Hasil Belajar



© 2025 the author(s)

ABSTRACT

The rapid development of science and technology in the era of Industry 4.0 and Society 5.0 has significantly impacted educational practices, emphasizing the integration of digital learning resources. This literature review explores the potential of STEM-based electronic modules (e-modules) in enhancing students' learning outcomes in physics, particularly in fluid mechanics. The review highlights how STEM integration within digital instructional materials fosters critical thinking, scientific literacy, and conceptual understanding. Studies consistently show that STEM-oriented e-modules offer interactive, contextual, and multimedia-rich learning environments that support self-directed learning. Moreover, the use of digital platforms aligns with students' high ownership of smartphones, ensuring accessibility and engagement. While conventional printed modules are still widely used, they lack interactivity and real-time adaptability. This review identifies a research gap in the comprehensive development and effectiveness testing of STEM-based e-modules for secondary-level fluid mechanics. It concludes that integrating STEM into digital learning modules holds promise for transforming physics education and recommends further empirical investigations to optimize design models for broader educational contexts.

ABSTRAK

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di era Industri 4.0 dan Society 5.0 telah membawa pengaruh besar terhadap praktik pendidikan, khususnya dalam integrasi sumber belajar digital. Artikel literatur review ini membahas potensi penggunaan e-modul fisika berbasis STEM dalam meningkatkan hasil belajar siswa, terutama pada materi fluida. Kajian menunjukkan bahwa integrasi pendekatan STEM dalam bahan ajar digital dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis, literasi sains, dan pemahaman konsep siswa. E-modul yang berbasis STEM mampu menyediakan lingkungan belajar yang interaktif, kontekstual, serta kaya media yang mendukung pembelajaran mandiri. Tingginya kepemilikan smartphone di kalangan siswa menjadikan e-modul sebagai media yang mudah diakses dan menarik. Sementara itu, modul cetak konvensional dinilai kurang interaktif dan tidak responsif terhadap kebutuhan pembelajaran modern. Review ini juga mengidentifikasi adanya kesenjangan penelitian terkait pengembangan dan pengujian efektivitas e-modul berbasis STEM khususnya pada materi fluida di jenjang pendidikan menengah. Dapat disimpulkan bahwa integrasi STEM dalam e-modul memiliki prospek menjanjikan dalam transformasi pembelajaran fisika, dan disarankan adanya studi lanjutan secara empiris untuk mengoptimalkan model desain yang lebih luas.

*Corresponding Author

E-mail Address: akumlaksana@gmail.com

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) di Indonesia dipengaruhi oleh munculnya Industri 4.0 dan Society 5.0. Era Revolusi Industri 4.0 muncul ditandai dengan adopsi teknologi digital dan konektivitas yang besar, sedangkan Society 5.0 didasarkan pada penggunaan alat dan teknologi yang dikembangkan di era Industri 4.0 untuk memberi manfaat bagi manusia. kemunculan Industri 4.0 dan Society 5.0 memberikan dampak yang signifikan terhadap sistem pendidikan di Indonesia. Pendidikan memiliki peranan sangat penting dalam pembangunan suatu negara. Pendidikan merupakan salah satu pilar penting bagi pembangunan suatu negara. Pembangunan berkelanjutan suatu negara membutuhkan generasi unggul berketerampilan tinggi dengan pemahaman IPTEK yang kuat. Proses pembelajaran perlu beradaptasi terhadap perubahan yang menekankan penggunaan teknologi, inovatif, fokus pada humanisasi, mengintegrasikan teknologi dengan pendidikan, dan melakukan penelitian dan pengembangan. Penerapan teknologi sebagai sumber belajar dapat digunakan untuk memberi kemudahan belajar bagi siswa

Menurut data BPS, individu remaja baik siswa dan mahasiswa menjadi proporsi terbesar persentasenya yaitu sebesar 91,82 % dalam kepemilikan telepon pintar (*smartphone*) di Indonesia tahun 2020-2022 (Badan Pusat Statistik, 2023). Data ini menjadi gambaran potensi dan tantangan bagi pendidikan di Indonesia. Integrasi teknologi dengan pendidikan seharusnya dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas dan daya akses pendidikan oleh siswa.

Perkembangan zaman di abad 21 menuntut guru untuk memiliki pengetahuan tentang teknologi dan penggunaannya dalam pembelajaran. Penggunaan teknologi juga telah menjadi bagian integral dari pendidikan modern. Salah satu pengintegrasian teknologi dalam pendidikan adalah pengembangan bahan ajar berbentuk modul kedalam bentuk elektronik dengan menggunakan teknologi internet dan sistem operasi android pada *smartphone*. Bahan ajar adalah sarana pembelajaran yang berisi materi pembelajaran, metode yang ditujukan untuk mencapai standar kompetensi dan

kemampuan dasar, serta tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan. Bahan ajar dapat dikembangkan dalam beragam bentuk sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik materi yang disajikan. Bahan ajar yang dapat dikembangkan salah satunya adalah modul. Modul merupakan format buku teks yang dikemas secara lengkap dan sistematis, yang berisikan serangkaian pengalaman belajar yang dirancang dengan tujuan mempermudah siswa menguasai tujuan pembelajaran tertentu. Modul ini berfungsi sebagai alat belajar mandiri, yang memungkinkan siswa untuk belajar secara mandiri dengan kecepatan mereka sendiri (Daryanto, 2013).

E-modul atau modul elektronik menjadi alternatif yang efisien dan interaktif dalam penyampaian materi pelajaran. E-modul dapat dirancang untuk menggabungkan beberapa konsep fisika dalam konteks nyata, menciptakan lingkungan pembelajaran yang menarik bagi siswa. STEM dan e-modul menawarkan potensi besar untuk meningkatkan hasil belajar siswa dalam pelajaran fisika. Modul yang beredar di kalangan siswa didominasi modul berbentuk cetak yang lebih bersifat informatif, menggambarkan sederhana dan berisi soal-soal latihan saja. Modul berbentuk cetak juga dinilai kurang praktis karena tidak bisa dibawa kemana-mana, tidak bisa memuat video, animasi, dan audio, serta tidak interaktif yang membuat siswa cepat merasa bosan, dan modul cetak juga memerlukan biaya cetak yang besar jika memuat banyak gambar (Puspitasari, 2019).

Pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) dalam pembelajaran fisika sangat penting. Pendekatan STEM dapat membantu meningkatkan keterampilan belajar siswa, seperti berpikir kritis, pemecahan masalah, kolaborasi, penggunaan teknologi, literasi sains, dan kreativitas (Wibowo, 2018). Pendekatan STEM juga membantu meningkatkan relevansi pembelajaran fisika dengan dunia nyata. Siswa dapat melihat bagaimana konsep fisika digunakan dalam teknologi dan rekayasa untuk memecahkan masalah dunia nyata sehingga dapat membantu meningkatkan minat siswa dalam belajar fisika (Waluyo, 2020). Pendekatan STEM juga membantu meningkatkan keterampilan literasi sains siswa, termasuk

kemampuan membaca, menulis, dan berbicara dalam konteks ilmiah. Penggunaan bahan ajar e-modul fisika pendekatan STEM dalam pembelajaran fisika, siswa dapat mengembangkan keterampilan belajar mandiri, meningkatkan relevansi pembelajaran fisika dengan dunia nyata, dan meningkatkan minat siswa dalam belajar fisika. Hal ini membantu mereka menjadi pembelajar yang lebih efektif dan siap menghadapi tantangan di dunia nyata (Anjani, 2019).

Salah satu mata pelajaran yang berperan penting dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap ilmu pengetahuan dan teknologi adalah fisika. Fisika sebagai ilmu dasar memiliki peran sentral dalam memahami berbagai fenomena alam dan teknologi modern. Banyak siswa menghadapi kesulitan dalam memahami konsep fisika yang abstrak dan kompleks, terutama pada materi seperti fluida.

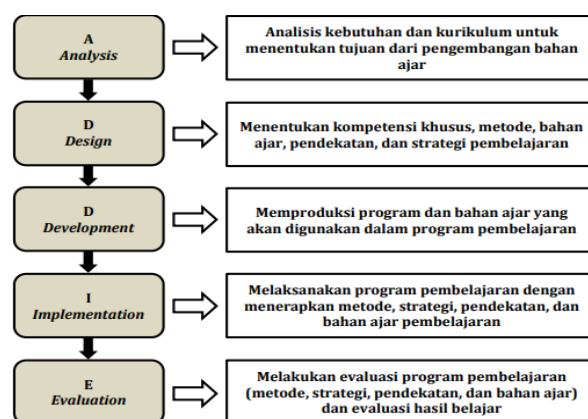
Sebagian besar penelitian tentang pembelajaran pendekatan berbasis STEM masih berfokus pada penerapan atau pengaruh, namun masih kurangnya meneliti mengenai pengembangan dan efektivitas e-modul yang dirancang khusus untuk Fluida. Beberapa penelitian yang telah mengeksplorasi mengenai pengembangan dan efektivitas e-modul yang dirancang khusus untuk Fluida, namun terdapat perbedaan dan perlu dimaksimalkan, seperti jenjang pendidikan yang berbeda, masih berbentuk bahan ajar cetak, aplikasi pembuat e-modul yang berbeda dan desain penelitian yang berbeda. Penelitian pengembangan dan efektivitas e-modul berbasis STEM perlu dilakukan untuk mendapatkan e-modul Fluida yang layak, praktis dan efektif.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di SMA Negeri 1 Kutacane, yang terletak di Jalan Iskandar Muda No. 2, Kecamatan Babel, Kab. Aceh Tenggara, Provinsi Aceh, Kode Pos 24561. Jenis penelitian merupakan pengembangan (*Research & Development*). Populasi uji coba e-modul yang dikembangkan dalam penelitian yaitu seluruh peserta didik kelas XI SMA Negeri 1 Kutacane. Adapun sampel uji coba e-modul yang dikembangkan pada penelitian diambil dari kelas XI-2 SMA Negeri 1 Kutacane.

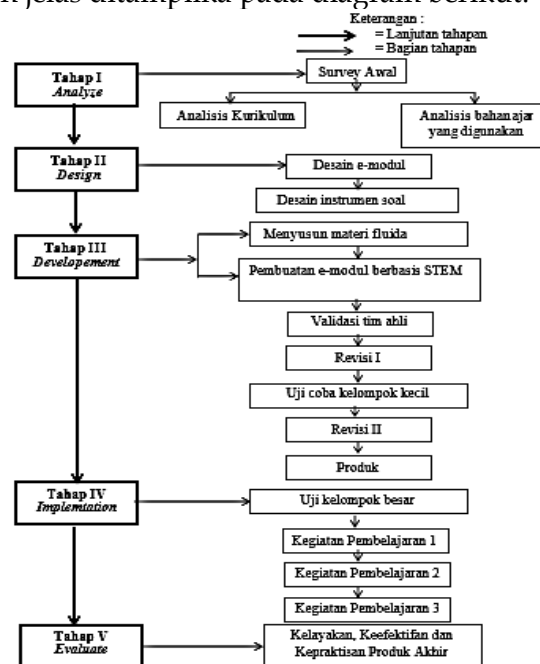
Desain penelitian e-modul fisika berbasis STEM pada materi fluida untuk meningkatkan hasil belajar siswa di SMA dengan model ADDIE. Model pengembangan ADDIE yang terdiri atas lima tahap pengembangan yaitu *Analyze, Design, Develop, Implement, Evaluate*. Pengembangan perangkat pembelajaran menggunakan model ADDIE dengan didasarkan alasan; 1) Tahapan dalam pengembangan produk model ADDIE lebih runtut; 2) Adanya tahap validasi dan uji coba menjadikan draft yang dihasilkan lebih baik.

Pada penelitian pengembangan ini, peneliti mengikuti prosedur pengembangan media model ADDIE (Pribadi, 2009) yang disajikan dalam diagram di bawah ini.



Gambar 1. Model ADDIE

Lebih jelasnya produser penelitiannya lebih jelas ditampilkan pada diagram berikut.



Gambar 2. Prodedur Penelitian

Teknik pengumpul data yang digunakan yakni Wawancara dilakukan sebagai pendahuluan untuk menemukan permasalahan yang terjadi, sehingga selanjutnya ditemukanlah solusi-solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut. Wawancara dilakukan untuk mengetahui tentang penggunaan fasilitas media pembelajaran di sekolah serta menentukan materi terkait yang akan dibuat dalam bahan ajar e-modul berbasis STEM untuk meningkatkan hasil belajar siswa. Kuisisioner merupakan teknik yang dilakukan dengan cara memberikan seperangkat pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada responden (Sugiyono, 2018). Dalam penelitian ini peneliti menggunakan kuisisioner tertutup, karena bertujuan untuk menilai kelayakan bahan ajar e-modul berbasis STEM pada materi fluida untuk meningkatkan hasil belajar siswa di SMA berdasarkan aspek pembelajaran, isi materi, komponen e-model, tampilan dan penyajian dan video simulasi. Terakhir dokumentasi untuk memperoleh foto-foto mengenai pelaksanaan uji coba produk.

Instrumen penelitian merupakan alat ukur fenomena alam maupun sosial (Sugiyono 2018). Instrumen pengumpulan data merupakan alat bantu untuk mengumpulkan data penelitian melalui pengukuran. Instrumen untuk mengumpulkan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

Instrumen Kelayakan, angket kelayakan digunakan untuk menilai serta mengetahui tingkat kelayakan isi dan kelayakan konstruk dari e-modul yang dihasilkan. Berikut instrumen untuk ahli produk yang terdiri dari aspek pembelajaran, isi materi, dan komponen e-modul berbasis STEM pada materi fluida dalam Tabel 1.

Tabel 1. Kisi-kisi Instrumen Uji Kelayakan Dosen Ahli (BSNP, 2008)

Kualitas Penilaian	Kriteria
Kelayakan isi	a. Kesesuaian kurikulum b. Keakuratan materi pembelajaran c. Kejelasan materi pembelajaran d. Ketersediaan soal-soal sesuai indikator dan tingkat kesulitan

Kualitas Penilaian	Kriteria
	e. Ketersajian materi sesuai fakta, konsep, prinsip dan teori f. Kelengkapan konsep materi pada setiap kegiatan pembelajaran g. Kesesuaian pokok bahasan eksperimen dengan kemampuansiswa h. Mengidentifikasi, merumuskan dan menguasai konsep secara mandiri i. E-Modul disusun sesuai perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi j. Pertanyaan soal pada e-modul yang disajikan sesuai dengan indikator soal
Kelayakan Bahasa	a. Bahasa yang komunikatif b. Konsistensi penggunaan istilah c. Kalimat yang efektif
Kelayaan Penyajian	a. Keruntutan serta pendukung penyajian b. Penyajian setiap kegiatan pembelajaran melibatkan keaktifan, interaktif dan partisipatif c. Penyajian memiliki ketertautan dan keutuhan antar kegiatan pembelajaran
Kelayakan Karakteristik E-Modul	a. Kesesuaian struktur materi dengan ketepatan <i>self instruction</i> dan <i>selfcontained</i> b. Kesesuaian kerangka penyusunan dengan stand <i>alone</i> , <i>adaptif</i> dan <i>use friendly</i> .
Kelayakan Kegrafikan	a. Ukuran Buku b. Desain Sampul c. Desain isi e-modul d. Tipografi Isi E-modul e. Karakteristik STEM

Data diambil melalui sebuah angket dengan menggunakan skala *Likert* empat pilihan jawaban yang akan dikonversikan menjadi nilai dengan beberapa skala nilai yang sudah dibuat yakni skor 4 (sangat setuju), 3 (setuju), 2 (kurang setuju), 1 (tidak setuju) dan rata-rata dari setiap penilaian minimal mendapat kriteria menggunakan perhitungan sebagai berikut: (Sudjana, 2019) :

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

Keterangan:

P = Persentase

f = Skor yang diperoleh

N = Skor maksimal

$$\bar{P} = \sum \frac{P}{n} \quad (2)$$

Keterangan:

$\bar{P}$ = Persentase rata-rata

$\sum P$ = Jumlah persentase

n = Jumlah penilai

Setelah nilai persentase rerata didapat, maka dilanjutkan dengan penunjukan predikat kualitas dari produk yang dibuat berdasarkan skala pengukuran *rating scale*.

Table 2. Kategori Kelayakan (Sudjana, 2019)

Skala	Persentase	Kategori
4	76%-100%	Sangat Layak
3	51%-75%	Layak
2	26%-50%	Kurang Layak
1	0%-25%	Tidak Layak

Instrumen Kepraktisan, Instrumen kepraktisan digunakan untuk mendapatkan respon guru dan siswa terhadap penggunaan e-modul dalam pembelajaran. Kisi-kisi lembar kepraktisan ditunjukkan Tabel 3 (Arikunto, 2010).

Table 3. Kisi-kisi Lembar Kepraktisan

Aspek Penilaian		Jumlah Pertanyaan	Nomor Soal
Aspek	Indikator		
Kemudahan penggunaan e-modul	Kemudahan penggunaan e-modul berbasis STEM	3	1,2,3
	Kemudahan dalam mengakses kapan dan dimana saja		
	Menghemat waktu lebih efisien digunakan dalam pembelajaran		
Kemenarikan	Desain dan	3	4,5,6

Aspek Penilaian		Jumlah Pertanyaan	Nomor Soal
Aspek	Indikator		
n sajian e-modul	tampilan pada e-modul	3	7,8,9
	membuat siswa tertarik untuk belajar menggunakan bahan ajar e-modul fisika berbasis STEM menarik perhatian siswa sehingga memberikan rangsangan untuk belajar		
Kemanfaatan e-modul	Tampilan gambar dan video menjadi hal yang baru dalam sebuah bahan ajar seperti e-modul	3	7,8,9
	Guru mudah dalam penyampaian materi		
	Siswa mampu memecahkan masalah		
	Membantu siswa lebih memahami materi		

Lembar respon siswa dianalisis dengan menghitung persentase banyak siswa yang memberikan respon positif dan pada setiap kategori yang dinyatakan dalam lembar respon dengan menggunakan skala Likert. Peneliti menggunakan 5 kategori sesuai skala *Likert*, maka antara nilai 0% sampai dengan 100% dibagi rata sehingga menghasilkan kategori kepraktisan. Kategori kepraktisan dapat dilihat pada Tabel 4.

Table 4. Kategori Penilaian Kepraktisan (Riduwan dan akdon, 2013)

Persentase	Kategori
81%-100%	Sangat Praktis
61%-80%	Praktis
41%-60%	Cukup Praktis
21%-40%	Kurang Praktis
0%-20%	Tidak Praktis

Uji Keefektifan, Analisis data efektifitas diperoleh dari lembar penilaian hasil belajar siswa. Analisis belajar pada data hasil belajar siswa pada ranah kognitif. Sudjana (2019) menyatakan bahwa e-modul berbasis STEM yang dikembangkan dikatakan efektif jika pemahaman siswa secara kalsikal berada di atas kriteria ketuntasan minimal (KKM) sekolah. Data yang diperoleh dari hasil *posttest* siswa disetiap akhir uji coba, dianalisis untuk mengetahui presentase siswa yang telah tuntas hasil belajarnya jika jawaban benar siswa ≥ 75 . Analisis pemahaman dapat dicari menggunakan persamaan:

$$P = \frac{\sum n_i}{n} \times 100\% \quad (3)$$

Table 5. Kategori Keefektifan

Persentase	Kategori
81%-100%	Sangat Efektif
61%-80%	Efektif
41%-60%	Cukup Efektif
21%-40%	Kurang Efektif
0%-20%	Tidak Efektif

Kemampuan berpikir tingkat tinggi dalam penelitian ini dilihat dari peningkatan nilai. Peningkatan nilai dilihat dari perbandingan skor antara *posttest* dan *pretest* yang dianalisis menggunakan skor N-Gain ternormalisasi dengan rumus sebagai berikut:

$$(G) = \frac{S_f - S_i}{100 - S_i} \quad (4)$$

Keterangan :

(G) = nilai gain

Si = nilai pretest

Sf = nilai postes

Nilai 100 dalam rumus merupakan nilai maksimum *pretest* atau *posttest*. Setelah didapat nilai N-gain dari masing-masing siswa

kemudian digolongkan berdasarkan nilai N-gain untuk mengetahui kualitas peningkatan hasil belajar siswa. Interpretasi N-gain ternormalisasi dapat dilihat pada Tabel 6.

Table 6. Interpretasi N-Gain Ternormalisasi

N-Gain Ternormalisasi (g)	Intepretasi
$0,70 \leq g \leq 1,00$	Tinggi
$0,30 \leq g < 0,70$	Sedang
$0,00 < g < 0,30$	Rendah
$g = 0,00$	Tidak terjadi peningkatan
$-1,00 \leq g < 0,00$	Terjadi penurunan

(Sukarelawan et al, 2024)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan dimaksudkan untuk membahas tentang hasil penelitian yang telah dilakukan dengan tujuan untuk mengembangkan produk berupa e-modul berbasis STEM pada materi fluida yang berkualitas. Pengembangan yang berkualitas harus memenuhi tiga kriteria yaitu kevalidan, kepraktisan dan keefektifan (Nieveen, 2007). Pengembangan produk ini menggunakan metode *Research and Develompment* (R&D) dan model pengembangan ADDIE yang terdiri dari 5 tahapan yaitu: *Analyze* (Analisis), *Design* (Desain), *Development* (Pengembangan), *Implementation* (Implementasi) dan *Evaluation* (Evaluasi). Menurut Werno (2019) bahwa dalam memilih media yang baik dan berkualitas media tersebut harus divalidkan oleh ahli yang telah teruji, dimana media yang dibuat mampu menyampaikan suatu konsep ataumateri yang akan dipelajari. Hal ini sejalan dengan Rochmad (2012) yang mengungkapkan bahwa "suatu hasil pengembangan (produk) dikatakan valid jika produk berdasarkan teori yang memadai (validitas isi) dan semua komponen produk pembelajaran satu sama lain berhubungan secara konsisten (validitas konstruk)".

Hasil dari suatu uji validitas secara umum menunjukkan bahwa bahan ajar dapat dikatakan layak untuk digunakan. Penilaian kevalidan e-modul fisika berbasis STEM dilakukan untuk menilai kelayakan e-modul yang dikembangkan oleh peneliti sebelum digunakan oleh pengguna. Penilaian kelayakan

e-modul fisika ini dilakukan oleh validator ahli materi dan ahli media. Uji validitas, menurut BNSP (Badan standart nasional Pendidikan) bahan ajar yang berkualitas wajib memenuhi empat unsur kelayakan yaitu kelayakan isi, kelayakan kebahasaan, kelayakan penyajian dan kelayakan kegrafikan (Basuki *et al*, 2015). Pengembangan e-modul fisika berbasis STEM pada materi fluida di SMAN 1 Kutacane dilakukan berdasarkan tahapan sebagaimana yang terdapat dalam prosedur. Hasil pengembangan selanjutnya dilakukan uji validasi oleh para ahli yang telah ditentukan.

1. Uji Kelayakan

Uji kelayakan yang dimaksud dalam hal ini ialah penilaian yang telah dilakukan oleh satu dosen ahli materi dan ahli media terhadap pengembangan e-modul berbasis STEM untuk meningkatkan hasil belajar siswa materi fluida di SMA, apakah sudah layak untuk digunakandan telah memenuhi standar perancangan pengembangan bahan ajar berupa e-modul dan standar materi pembelajaran. Penelitian pengembangan bahan ajar yang dilakukan ini diarahkan untuk menghasilkan suatu bahan ajar berupa e-modul berbasis STEM pada materi fluida di SMA yang dapat digunakan untuk meningkatkan proses pembelajaran maupun kompetensi siswa.

Pada penilaian ahli materi terdapat 3 aspek uji kelayakan yaitu aspek kelayakan isi, kelayakan bahasa dan kelayakan penyajian. Berdasarkan hasil penelitian pada aspek kelayakan isi mendapatkan persentase sebesar 91% yang artinya berada dalam kategori sangat layak, e-modul memenuhi kriteria kesesuaian kurikulum yang memuat capaian pembelajaran, alur tujuan pembelajaran dan tujuan pembelajaran, e-modul memenuhi kriteria keakuratan materi yang dikemas dan disajikan mencerminkan jabaran yang mendukung dan sesuai capaian pembelajaran, alur tujuan pembelajaran dan sesuai dengan STEM, e-modul memenuhi kriteria kejelasan materi pembelajaran yang terdiri dari ilustrasi gambar, animasi, dan video fenomena, e-modul memenuhi kriteria ketersediaan soal-soal sesuai indikator dan tingkat kesulitan soal, e-modul memenuhi kriteria ketersajian materi sesuai fakta, konsep, prinsip dan teori, e-modul memenuhi kriteria kelengkapan konsep materi

pada setiap kegiatan pembelajaran yang memuat materi yang disajikan secara lengkap dengan menggunakan contoh kasus yang terdapat dalam kehidupan sehari-hari dan setiap kegiatan dapat mendorong rasa ingin tahu siswa serta menciptakan kemampuan bertanya, e-modul memenuhi kriteria kesesuaian pokok bahasan eksperimen dengan kemampuansiswa, e-modul memenuhi kriteria mengidentifikasi, merumuskan dan menguasai konsep secara mandiri, e-modul memenuhi kriteria yaitu e-modul disusun sesuai perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, e-modul memenuhi kriteria yaitu pertanyaan soal pada e-modul yang disajikan sesuai dengan indikator soal.

Selanjutnya pada aspek kelayakan bahasa mendapatkan persentase sebesar 88% yang artinya berada dalam kategori sangat layak, e-modul memenuhi kriteria bahasa yang komunikatif yaitu e-modul memuat kesesuaian bahasa dengan tingkat perkembangan siswa, memiliki hubungan antar kalimat dan kemudahan penerimaan dalam kalimat, e-modul memenuhi kriteria konsistensi penggunaan istilah yaitu e-modul memuat kesesuaian penggunaan singkatan, kesesuaian penggunaan bahasa daerah dan kesesuaian penggunaan bahasa asing, e-modul memenuhi kriteria kalimat yang efektif yaitu e-modul memuat kesesuaian pilihan kata dengan EYD, ketepatan penyusunan kalimat SPOK dan ketepatan pemilihan kata hubung antar kalimat.

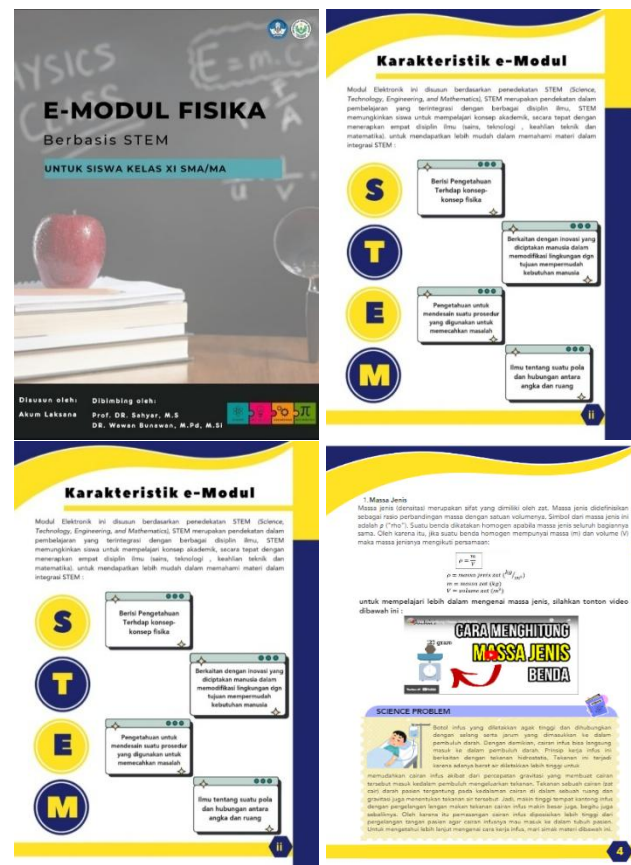
Dan untuk aspek kelayakan penyajian mendapatkan persentase sebesar 88% yang artinya berada dalam kategori sangat layak, e-modul memenuhi kriteria keruntutan serta pendukung penyajian yaitu e-modul memuat keruntutan konsep, terdapat soal di setiap akhir kegiatan pembelajaran dan terdapat pengantar, glosarium dan daftar pustaka, e-modul memenuhi kriteria penyajian setiap kegiatan pembelajaran melibatkan keaktifan, interaktif dan partisipatif siswa yaitu e-modul memuat keaktifan siswa, interaktif siswa dan Partisipatif (mengajak berpartisipasi) siswa, e-modul memenuhi kriteria penyajian e-modul memiliki keterkaitan antar kegiatan pembelajaran dan keutuhan makna dalam kegiatan setiap kegiatan pembelajaran yaitu e-modul memuat setiap kegiatan pembelajaran mencerminkan keruntutan, setiap kegiatan pembelajaran

mencerminkan keterkaitan isi dan setiap kegiatan pembelajaran mencerminkan kesatuan tema. Dan untuk aspek kelayakan karakteristik e-modul mendapatkan persentase sebesar 88% yang artinya berada dalam kategori sangat layak, e-modul memenuhi kriteria kesesuaian struktur materi dengan ketepatan *self instruction* dan *selfcontained* dan e-modul memenuhi kriteria kesesuaian kerangka penyusun dengan *stand alone*, *adaptif* dan *use friendly*.

Dari hasil validator diperoleh nilai e-modul memenuhi semua komponen, namun adapun komentar dari validator yaitu tambahkan gambar pada setiap langkah percobaan agar peserta didik mengerti apa yang harus dikerjakan dan tambahkan video pembelajaran. Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan Pangesti (2017). Berdasarkan dari ketiga aspek uji kelayakan materi yang telah diberi penilaian oleh 1 dosen ahli didapatkan bahwa persentase tertinggi yaitu pada aspek kelayakan isi sedangkan pada aspek kelayakan bahasa dan kelayakan penyajian mendapatkan persentase yang sama, sehingga untuk persentase rata-rata yang didapat dari hasil penilaian ahli materi pada 3 aspek kelayakan yaitu sebesar 89% yang artinya berada dalam kategori sangat layak.

Selanjutnya, pada penilaian ahli media terdapat 1 aspek uji kelayakan yaitu aspek kelayakan kegrafikan. Berdasarkan hasil penelitian pada aspek kelayakan kegrafikan mendapatkan persentase sebesar 91% yang artinya berada dalam kategori sangat layak, e-modul ini memenuhi kriteria ukuran sampul, desain sampul, desain isi e-modul, Tipografi Isi E-modul, dan Karakteristik STEM. Dari hasil validator diperoleh nilai e-modul memenuhi semua komponen, namun adapun komentar dari validator yaitu Membuat sampul buku lebih menarik, Buatlah halaman daftar isi dan Tambahkan contoh soal pada materi. Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan Widya, et al (2021) dan penelitian Megawati et al (2022).

Adapun hasil pengembangan e-modul berbasis STEM dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2. Cover E-modul, Karakterisitik Em Modul, Peta Konsep, Materi

2. Uji Kepraktisan

Kepraktisan sebuah media dilihat dari pengguna produk seperti guru, peserta didik dan ahli lainnya dalam menggunakan produk tidak mengalami kesulitan, selain itu produk yang dikembangkan memiliki keterlaksanaan yang sesuai (Nieveen, 1999). Uji kepraktisan produk merupakan hasil uji kelompok kecil dan uji kelompok besar. Uji kepraktisan diperoleh melalui angket respon kepraktisan oleh guru dan angket respon kepraktisan siswa setelah diterapkan pembelajaran menggunakan produk yang dikembangkan.

Uji kepraktisan dalam penelitian ini yaitu penilaian yang telah dilakukan oleh responden salah satu guru fisika dan juga siswa kelas XI SMAN 1 Kutacane terhadap pengembangan e-modul berbasis STEM untuk meningkatkan hasil belajar siswa materi fluida di SMA, apakah sudah praktis untuk digunakan dalam pembelajaran. Respon dilakukan dengan menggunakan angket dengan 3 aspek penilaian kepraktisan yaitu aspek kemudahan penggunaan e-modul, aspek kemenarikan sajian e-modul, dan aspek kemanfaatan e-modul.

Pada aspek kemudahan penggunaan e-modul diperoleh persentase oleh guru sebesar 83 % yang berada pada kategori sangat praktis dan persentase oleh siswa sebesar 87% yang berada pada kategori sangat praktis yaitu dengan indikator kemudahan penggunaan e-modul berbasis STEM, kemudahan dalam mengakses kapan dan dimana saja dan menghemat waktu lebih efisien digunakan dalam pembelajaran. Selanjutnya pada aspek kemenarikan sajian e-modul diperoleh persentase oleh guru sebesar 92% yang berada pada kategori sangat praktis dan persentase oleh siswa sebesar 87% yang berada pada kategori sangat praktis dengan indikator desain dan tampilan pada e-modul membuat siswa tertarik untuk belajar menggunakan bahan ajar, e-modul fisika berbasis STEM menarik perhatian siswa sehingga memberikan rangsangan untuk belajar dan tampilan gambar dan video menjadi hal yang baru dalam sebuah bahan ajar seperti e-modul. Dan pada aspek kemanfaatan e-modul diperoleh persentase oleh guru sebesar 83% yang berada pada kategori sangat praktis dan persentase oleh siswa sebesar 87% yang berada pada kategori sangat praktis dengan indikator guru mudah dalam penyampaian materi, siswa mampu memecahkan masalah dan membantu siswa lebih memahami materi. Sehingga, rata-rata persentase yang diperoleh dari 3 aspek uji kepraktisan yang dilakukan oleh guru yaitu sebesar 86% yang berada pada kategori sangat praktis dan siswa yaitu sebesar 87% yang berada pada kategori sangat praktis. Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan Megawati *et al* (2022) dan Hasanah *et al* (2023) .

Sebagaimana Dewi & Arini (2018), menyatakan bahwa hasil uji keterbacaan bahan ajar yang baik dapat meningkatkan minat belajar dan daya ingat pembacanya. Salah satu faktor pendukung keberhasilan peserta didik dalam memahami isi bahan ajar adalah adanya kepraktisan penyajian. Kemudian, hasil penelitian Irwandani *et al* (2017) yang menyatakan bahwa materi yang disusun secara sistematis, logis, mudah dipahami, dan mudah digunakan oleh pendidik maupun peserta didik memiliki kualitas dan kelayakan yang baik. Hal ini menunjukkan bahwa e-modul berbasis STEM pada materi fluida sangat praktis untuk

digunakan sebagai bahan ajar dalam pembelajaran fisika.

3. Uji Ke-efektifan

Uji keefektifan dalam penelitian ini ialah melihat terjadinya peningkatan (uji N-Gain) serta keefektifan e-modul dari nilai yang didapat kurang, sama atau tinggi dari nilai KKM yang digunakan sekolah. Hal ini dilakukan dengan perlakuan *pretest* dan *posttest* atau sebelum dan sesudah menggunakan e-modul berbasis STEM. Menurut Sugiyono (2017), N-gain dapat digunakan untuk mengetahui efektivitas suatu pembelajaran, N-gain $\geq 0,3$ merupakan indikator bahwa pembelajaran telah efektif dan KKM harus ditentukan berdasarkan tujuan pembelajaran dan kurikulum, KKM $\geq 75\%$ merupakan indikator bahwa siswa telah mencapai kemampuan minimal yang diharapkan. Ketuntasan belajar dapat ditentukan dengan menggunakan N-Gain dan KKM yaitu jika N-Gain $\geq 0,3$ dan KKM $\geq 75\%$ maka siswa tersebut telah mencapai ketuntasan belajar. Dalam penelitian ini keefektifan e-modul yang dinilai adalah terhadap hasil belajar siswa.

Berdasarkan Tabel 6 didapatkan data hasil analisis N-gain pada kegiatan pembelajaran 1 yang menunjukkan bahwa sebelum dan setelah menggunakan e-modul berbasis STEM terjadi peningkatan nilai rata-rata uji kelompok besar, untuk *pretest* kelas sebesar 39 dan *posttest* kelas sebesar 79 sehingga N-Gain yang diperoleh sebesar 0,71 yang artinya berada pada interpretasi tinggi karena pada rentang skor $0,70 \leq g \leq 100$. Selanjutnya berdasarkan Tabel 4.20 didapatkan data hasil analisis N-gain pada kegiatan pembelajaran 2 yang menunjukkan bahwa sebelum dan setelah menggunakan e-modul berbasis STEM terjadi peningkatan nilai rata-rata uji kelompok besar, untuk *pretest* kelas sebesar 38 dan *posttest* kelas sebesar 83 sehingga N-Gain yang diperoleh sebesar 0,75 yang artinya berada pada interpretasi tinggi karena pada rentang skor $0,70 \leq g \leq 100$. Dan berdasarkan Tabel 4.22 didapatkan data hasil analisis N-gain pada kegiatan pembelajaran 3 yang menunjukkan bahwa sebelum dan setelah menggunakan e-modul berbasis STEM terjadi peningkatan nilai rata-rata uji kelompok besar, untuk *pretest* kelas sebesar 40 dan *posttest* kelas sebesar 86 sehingga N-Gain yang diperoleh sebesar 0,79 yang artinya

berada pada interpretasi tinggi karena pada rentang skor $0,70 \leq g \leq 100$. Dari hasil setiap kegiatan pembelajaran peningkatan N-Gain yang diperoleh, pada kegiatan pembelajaran 3 memperoleh N-Gain lebih besar dari kegiatan pembelajaran 1 dan kegiatan pembelajaran 2. Kemudian pada hasil peningkatan N-Gain rata-rata dari setiap kegiatan pembelajaran diperoleh sebesar 0,75 yang menunjukkan terjadi peningkatan dalam interpretasi tinggi. Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Mulyasari, *et al* (2021).

Pada uji ke-efektifan dilihat dari hasil nilai minimal ketuntasan yaitu 75 yang diperoleh siswa setelah menggunakan e-modul berbasis STEM. Berdasarkan Tabel 4.19 diperoleh persentase tingkat ketuntasan klasikal hasil tes belajar uji kelompok besar pada kegiatan pembelajaran 1 sebesar 87% maka termasuk dalam kategori sangat efektif. Selanjutnya berdasarkan Tabel 4.21 diperoleh persentase tingkat ketuntasan klasikal hasil tes belajar uji kelompok besar pada kegiatan pembelajaran 2 sebesar 87% maka termasuk dalam kategori efektif. Dan berdasarkan Tabel 4.23 diperoleh persentase tingkat ketuntasan klasikal hasil tes belajar uji kelompok besar pada kegiatan pembelajaran 3 sebesar 93% maka termasuk dalam kategori sangat efektif. Untuk persentase rata-rata tingkat ketuntasan klasikal hasil tes belajar uji kelompok besar pada setiap kegiatan pembelajaran diperoleh sebesar 89% maka termasuk dalam kategori sangat efektif. Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Amirulmukminin (2023) dan Vinandari *et al* (2021).

Dari beberapa penelitian tersebut diketahui bahwa modul mengandung unsur memberikan pengaruh peningkatan karakter dan keaktifan siswa, selain itu modul dengan pendekatan keterampilan proses sains mampu memberikan pengaruh positif terhadap hasil belajar siswa. Hal ini menunjukkan bahwa e-modul berbasis STEM untuk meningkatkan hasil belajar fisika pada materi fluida efektif untuk digunakan sebagai bahan ajar dalam pembelajaran fisika.

Adapun keunggulan e-modul adalah (1) E-modul pada materi fluida belum ada yang dikembangkan dengan STEM; (2) E-modul berbasis STEM yang dikembangkan oleh peneliti

terdahulu belum ada untuk meningkatkan hasil belajar; (3) E-modul berbasis STEM untuk meningkatkan hasil belajar siswa pada materi fluida yang dikembangkan sangat *userfriendly* karena terdapat gambar dan video terkait serta memanfaatkan aplikasi *software* seperti *phet simulation*; (4) E-modul berbasis STEM untuk meningkatkan hasil belajar siswa pada materi fluida yang dikembangkan memiliki pelaksanaan 3 kali uji latihan dalam setiap kegiatan pembelajaran dalam e-modul; (5) Instrument yang digunakan dalam penilaian kelayakan e-modul sudah lebih baik dari instrument penilaian kelayakan standar modul. Sedangkan kelemahannya adalah (1) E-modul berbasis STEM untuk meningkatkan hasil belajar siswa pada materi fluida memerlukan akses internet; (2) E-modul berbasis STEM untuk meningkatkan hasil belajar siswa pada materi fluida dilakukan hanya pada 1 sekolah; (3) E-modul berbasis STEM untuk meningkatkan hasil belajar siswa pada materi fluida dilakukan dengan waktu pembelajaran yang terbatas.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan (1) Kelayakan e-modul berbasis STEM materi fluida di SMA termasuk dalam kategori sangat valid/layak dengan persentase 89% berdasarkan penilaian materi dan 91% berdasarkan penilaian ahli media; (2) Kepraktisan e-modul berbasis STEM materi fluida di SMA yangtelah dikembangkan telah memenuhi kriteria ditinjau dari penilaian respon guru dengan persentase 86% dan respon siswa yang mencapai 87% pada kelompok besar yang berada pada kategori sangat praktis; (3) Ke-efektifan e-modul berbasis STEM materi fluida di SMA yangtelah dikembangkan telah memenuhi kriteria ditinjau dari hasil pada setiap kegiatan pembelajaran siswa mengalami peningkatan N-Gain secara berurut yaitu sebesar 0,71, 0,75 dan 0,79 yang termasuk dalam kategori “tinggi” serta hasil peningkatan rata-rata N-Gain diperoleh sebesar 0,75 dengan kategori “tinggi”. Ditinjau dari ketuntasan belajar siswa secara klasikal yaitu minimal 75% siswa yang mengikuti pembelajaran mampu mencapai skor ≥ 75 , dimana ketuntasan pada setiap kegiatan secara berurut mencapai 87%,

87% dan 93% serta rata-rata belajar siswa secara klasikal yang didapat mencapai 89% yang artinya sangat efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Amirulmukminin., Ita,P. (2023). Efektifitas penggunaan buku ajar statistik dalam meningkatkan hasil belajar mahasiswa. *Jurnal ilmiah kependidikan*. 4(1) :42-50
- Anjani, D. (2019). Penerapan pembelajaran fisika berbasis STEM (science, technology, engineering, and mathematics) pada materi momentum dan impuls untuk mengembangkan keterampilan abad 21 siswa SMA. <http://lib.unnes.ac.id/id/eprint/48477>
- Arikunto, S. (2010). *Prosedur penelitian suatu pendekatan praktik*. Jakarta : Rineka Cipta.
- Badan pusat statistik. (2023). *Proporsi individu yang menguasai/memiliki telepon genggam menurut kelompok umur (persen), 2020-2022*. Badan pusat statistik. <https://www.bps.go.id/indicator/27/1222/1/proporsi-individu-yang-menggunakan-telepon-genggam-menurut-kelompok-umur.html>
- Basuki,W.N., Rakhmawati,A., Hastuti, S. (2015). Analisis isi buku ajar bahasa indonesia wahana pengetahuan untuk SMP/MTS kelas VIII. *Jurnal penelitian bahasa, sastra Indonesia dan pengajarannya*, 3(2)
- Borg, W., Gall, M. . (1983). *Education research : an introduction* (4th ed.). Logman inc.
- Daryanto., Dwicahyono,A. (2014). *Pengembangan perangkat pembelajaran : (silabus, RPP, PHB, bahan ajar)* (D. Purwanto (ed.); 1st ed.). Gava Media.
- Depdiknas. (2008). *Penulisan modul direktorat tenaga kependidikan* (pp. 1-27).
- Hasanah, M., Supeno, S., Wahyuni, D. (2023). Pengembangan e-modul berbasis flip pdf professional untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa pada pembelajaran IPA. *Tarbiyah wa ta'lim: jurnal penelitian pendidikan dan pembelajaran*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:256050787>.
- Irwandani *et al.* (2017). Modul Digital Interaktif Berbasis Articulate Studio'13: Pengembangan pada Materi Gerak Melingkar Kelas X. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-BiRuNi*. 6(2) :221-231, 2017
- Kemendikbudristek. (2022). *Steam activities*. <https://ditsmp.kemdikbud.go.id/steam-pendekatan-pembelajaran-guna-mengembangkan-keterampilan-abad-21/>
- Megawati,T.R., Rahmawati,A.D., Sasomo,B. (2022). Pengembangan e-modul berbasis STEM untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa. *Jurnal ilmiah pendidikan matematika*. 4(1) : 30-37.
- Mulyasari,P.J., Sholikhah,N. (2021). Pengembangan e-modul berbasis STEM untuk meningkatkan kemandirian belajar dalam pembelajaran jarak jauh pada mata pelajaran ekonomi. *Jurnal ilmu pendidikan*. 3(4) : 2220-2236.
- Nieveen, N. 1999. Prototyping to Reach Product Quality. Dalam Plomp, T; Nieveen, N; Gustafson, K; Branch, R.M; dan Akker, J. V.D (eds). *Design Approaches and Tools in Education and Training*. London: Kluwer Academic Publisher.
- Pangesti,K.I., Yulianti., Sugianto. (2017). Bahan ajar berbasis STEM (science, technology, engineering, and mathematics) untuk meningkatkan penguasaan konsep. *Unnes physics education journal*, 6(3):53-58
- Puspitasari,A.D. (2019). Penerapan media pembelajaran fisika menggunakan modul cetak dan modul elektronik pada siswa SMA. *Jurnal pendidikan fisika*, 17-25.
- Rochmad. (2012). Desain model pengembangan perangkat pembelajaran. *Jurnal kreano*. 3 (1): 59-72

- Sugiyono. (2017). *Metode penelitian pendidikan : pendekatan kualitatif, kuantitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Vinandari,S.M., Hariyadi,S., Nuriman,N. (2021). Digestive system e-module based on integrated-stem in student's science literacy and learning outcome. *Scienceedu*.
<https://api.semanticscholar.org/CorpusID:258495357>
- Waluyo,R. (2020). *Pengembangan bahan ajar fisika berbasis stem (science, technology, engineering, and mathematics) terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter*.
- Wenno,I.H. (2019).Pengembangan model modul IPA berbasis problem solving method berdasarkan karakteristik siswa dalam pembelajaran di SMP/MTS. *Jurnal cakrawala pendidikan*, 2(2), 176–188.
- Wibowo,I.G.A.W. (2018). Peningkatan keterampilan ilmiah peserta didik dalam pembelajaran fisika melalui penerapan pendekatan STEM dan e-Learning. *Journal of education action research*, 2(4), 315.
<https://doi.org/10.23887/jear.v2i4.16321>
- Widya., Dini,M., Alfiyandri., Wanda.H. (2021). Creative problem solving-based electronic module integrated with 21st century skills. *Indonesian journal of science and mathematics education*, 04 (3), 333-342.