

Pembuatan E-Modul Fluida Dinamis dengan Model *Problem-based learning* Berbantuan *Google Sites* dan *Liveworksheets*

Veronika Nelvasia Devi Santosa¹, Pujayanto²

^{1,2} Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Sebelas Maret Surakarta

Email: ¹veronikanelva@student.uns.ac.id, ²pujayanto@staff.uns.ac.id

Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh rendahnya minat dan pemahaman peserta didik pada materi fluida dinamis serta keterbatasan bahan ajar yang kurang interaktif. Permasalahan tersebut mendorong perlunya pengembangan bahan ajar digital yang mampu mendukung pembelajaran aktif. Tujuan penelitian ini adalah: (1) mendeskripsikan proses pembuatan e-modul fluida dinamis dengan model *problem-based learning* berbantuan *Google Sites* dan *Liveworksheets*; (2) mendeskripsikan spesifikasi akhir e-modul fluida dinamis dengan model *problem-based learning* berbantuan *Google Sites* dan *Liveworksheets*; (3) mendeskripsikan hasil penilaian ahli terhadap e-modul fluida dinamis dengan model *problem-based learning* berbantuan *Google Sites* dan *Liveworksheets*. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* dengan model ADDIE yang dibatasi hingga tahap *development*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) proses pembuatan e-modul dilakukan melalui tahap *analyze* (identifikasi kebutuhan dan permasalahan pembelajaran), *design* (perancangan struktur serta kegiatan e-modul berbasis *problem-based learning*), dan *development* (pengembangan e-modul dalam bentuk digital menggunakan *Google Sites* yang dilengkapi dengan *Liveworksheets* serta dilakukan validasi oleh ahli); (2) e-modul yang dihasilkan berupa bahan ajar digital berbasis web dengan struktur sistematis, memuat kegiatan berbasis *problem-based learning*, serta dilengkapi fitur interaktif seperti *Liveworksheets*; (3) hasil validasi ahli memperoleh skor 110 dari 120 dengan kategori sangat baik, sehingga e-modul layak digunakan sebagai bahan ajar pada materi fluida dinamis.

Kata kunci: e-modul, fluida dinamis, *Google Sites*, *Liveworksheets*, *problem-based learning*

Abstract

This research was motivated by students' low interest in and limited understanding of dynamic fluid mechanics material, as well as the lack of interactive teaching materials. These issues highlight the need to develop digital teaching materials that can support active learning. The objectives of this study are: (1) to describe the process of creating a fluid dynamics e-module using a problem-based learning model supported by Google Sites and Liveworksheets; (2) to describe the final specifications of the fluid dynamics e-module using a problem-based learning model supported by Google Sites and Liveworksheets; (3) to describe the results of expert evaluation of the dynamic fluidics e-module using a problem-based learning model supported by Google Sites and Liveworksheets. This study employs the Research and Development method using the ADDIE model, limited to the development stage. The research findings indicate that: (1) the e-module development process consists of the following stages: *analyze* (identifying learning needs and issues), *design* (designing the structure and activities of the e-module based on problem-based learning), and *development* (developing the e-module in digital form using Google Sites, equipped with Liveworksheets, and validated by experts); (2) the resulting e-modules are web-based digital teaching materials with a systematic structure, containing problem-based learning activities, and equipped with interactive features such as Liveworksheets; (3) the expert validation results received a score of 110 out of 120 in the "very good" category, making the e-modules suitable for use as teaching materials in the subject of fluid dynamics.

Keywords: e-module, fluid dynamics, *Google Sites*, *Liveworksheets*, *problem-based learning*

I. PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan upaya untuk mempersiapkan generasi muda menghadapi perubahan dan tantangan di era global yang dipengaruhi oleh kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi [1]. Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi menuntut dunia pendidikan untuk beradaptasi dalam meningkatkan kualitas pembelajaran [2]. Kemajuan teknologi juga telah mengubah pemanfaatan media pembelajaran, di mana media digital mulai menggantikan peran utama guru dan buku cetak [3]. Oleh karena itu, guru dituntut untuk bersikap inovatif dalam melaksanakan pembelajaran, khususnya pada mata pelajaran fisika yang masih sering dianggap sulit oleh peserta didik [4].

Fisika sebagai salah satu cabang ilmu pengetahuan alam memiliki karakteristik materi yang bersifat abstrak dan membutuhkan pemahaman konsep yang mendalam [3], [5]. Salah satu materi yang

dianggap sulit oleh peserta didik adalah fluida dinamis. Sebagian besar peserta didik belum mampu menguasai konsep dan prinsipnya akibat kurangnya sumber belajar dan rendahnya minat belajar, sehingga hasil belajar yang diperoleh kurang memuaskan [6].

Penggunaan teknologi dalam pembelajaran menjadi salah satu upaya untuk meningkatkan minat belajar peserta didik. Media pembelajaran berbasis teknologi mampu menghadirkan inovasi yang menarik dan membuat proses pembelajaran lebih menyenangkan [7]. Namun, pada kenyataannya minat belajar peserta didik masih tergolong rendah, khususnya pada mata pelajaran fisika [8]. Hal ini dipengaruhi oleh proses pembelajaran yang masih monoton dan berpusat pada guru, sehingga peserta didik cenderung pasif dan kurang terlibat dalam kegiatan pembelajaran [9], [10], [11].

Salah satu model pembelajaran yang dapat mendorong keaktifan peserta didik adalah *problem-based learning* (PBL). Model ini melatih peserta didik untuk memecahkan masalah nyata, mengembangkan kemampuan berpikir kritis, serta memperoleh pengetahuan yang relevan [4], [11]. Penerapan PBL terbukti mampu meningkatkan minat belajar dan partisipasi aktif peserta didik dalam pembelajaran [12]. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan PBL dapat meningkatkan minat belajar fisika peserta didik sebesar 8% [4].

Selain model pembelajaran, bahan ajar juga berperan penting dalam meningkatkan kualitas pembelajaran. Penggunaan bahan ajar konvensional seperti buku cetak yang hanya memuat materi dan soal cenderung kurang menarik bagi peserta didik [13]. Oleh karena itu, diperlukan bahan ajar digital berupa e-modul yang mampu mendukung pembelajaran mandiri dan interaktif. E-modul merupakan bahan ajar digital yang dirancang untuk membantu peserta didik mencapai kompetensi pembelajaran secara mandiri [14]. Penggunaan e-modul memungkinkan integrasi berbagai media seperti gambar, video, audio, dan animasi sehingga dapat meningkatkan motivasi dan pemahaman peserta didik [14], [15].

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa e-modul memiliki dampak positif terhadap hasil belajar peserta didik. Penerapan e-modul terbukti dapat meningkatkan hasil belajar pada berbagai mata pelajaran, termasuk IPA dan biologi [16]. Selain itu, e-modul berbasis SAVI maupun *problem-based learning* juga terbukti mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar peserta didik [17]. Pada materi fluida dinamis, penggunaan e-modul juga terbukti efektif dalam meningkatkan hasil belajar dan minat belajar peserta didik [18], [19].

Salah satu platform yang dapat dimanfaatkan dalam pembuatan e-modul adalah *Google Sites*. Platform ini memungkinkan pembuatan situs pembelajaran yang mudah digunakan serta terintegrasi dengan berbagai layanan Google [20], [21]. Selain itu, penggunaan *Liveworksheets* dapat mendukung penyajian lembar kerja interaktif yang menarik bagi peserta didik [22], [23]. Kombinasi *Google Sites* dan *Liveworksheets* dalam e-modul memungkinkan penyajian pembelajaran yang lebih interaktif dan mendukung penerapan model *problem-based learning*.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan e-modul berbasis digital dengan berbagai pendekatan. Pengembangan e-modul berbasis STEM-PBL dan *Google Sites* terbukti layak dan efektif dalam meningkatkan hasil belajar [24]. Selain itu, e-LKPD berbasis *Google Sites* dan PBL juga dinyatakan valid dan layak digunakan dalam pembelajaran [25]. Penelitian lain menunjukkan bahwa e-modul fisika berbasis *Google Sites* pada materi fluida dinamis memiliki kualitas yang sangat baik [26], serta mampu meningkatkan literasi sains peserta didik [27]. Namun, penelitian yang menggabungkan e-modul, model *problem-based learning*, *Google Sites*, *Liveworksheets*, dan materi fluida dinamis masih terbatas.

Berdasarkan uraian tersebut, dilakukan penelitian dengan judul “Pembuatan E-Modul Fluida Dinamis Berbasis *Problem-based learning* Berbantuan *Google Sites* dan *Liveworksheets*”. Penelitian ini dilakukan menggunakan model pengembangan ADDIE yang dibatasi hingga tahap *development*. Penelitian ini bertujuan untuk: 1) mendeskripsikan proses pembuatan e-modul fluida dinamis dengan model *problem-based learning* berbantuan *Google Sites* dan *Liveworksheets*; 2) mendeskripsikan spesifikasi akhir e-modul fluida dinamis dengan model *problem-based learning* berbantuan *Google Sites* dan *Liveworksheets*; 3) mendeskripsikan hasil penilaian ahli terhadap e-modul fluida dinamis dengan model *problem-based learning* berbantuan *Google Sites* dan *Liveworksheets*.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*Research and Development*) yang bertujuan untuk membuat e-modul pembelajaran fisika pada materi fluida dinamis berbasis *Problem-based learning* berbantuan *Google Sites* dan *Liveworksheets*. Model pengembangan yang digunakan adalah ADDIE yang dibatasi hingga tahap *development*, yaitu *analyze*, *design*, dan *development*.

Tahap *analyze* meliputi analisis kinerja dan kebutuhan untuk mengidentifikasi permasalahan pembelajaran serta menentukan kompetensi yang perlu dicapai peserta didik [28]. Pada penelitian ini, tahap ini dilakukan untuk menganalisis kebutuhan pembelajaran, karakteristik peserta didik, dan kurikulum pada materi fluida dinamis sebagai dasar pembuatan e-modul.

Tahap *design* bertujuan merancang pembelajaran berdasarkan hasil analisis untuk mengatasi kesenjangan kemampuan peserta didik [28]. Pada tahap ini disusun struktur e-modul, materi, serta kegiatan berbasis *problem-based learning*, termasuk desain tampilan dan integrasi *Google Sites* dan *Liveworksheets*.

Tahap *development* merupakan proses pembuatan e-modul sesuai desain, meliputi pemilihan metode, media, dan strategi pembelajaran [28]. Dalam penelitian ini, e-modul dikembangkan menggunakan *Google Sites* yang memuat materi fluida dinamis, gambar, video pembelajaran, serta aktivitas berbasis masalah. *Liveworksheets* digunakan untuk menyajikan latihan soal interaktif yang terintegrasi dalam e-modul. Pada tahap ini juga dilakukan validasi oleh ahli untuk menilai kelayakan e-modul yang dikembangkan.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah lembar validasi ahli yang mencakup aspek materi, tampilan, dan bahasa. Validasi dilakukan oleh dosen pembimbing dengan memberikan penilaian serta saran dan komentar sebagai bahan perbaikan e-modul.

Teknik analisis data bertujuan untuk menyusun dan mengolah data hasil penilaian ahli terhadap e-modul yang dikembangkan. Data yang diperoleh dianalisis secara kuantitatif untuk mengetahui tingkat kelayakan e-modul. Nilai rata-rata yang diperoleh kemudian diklasifikasikan ke dalam lima kategori, yaitu sangat baik, baik, cukup, kurang, dan sangat kurang. Kriteria penilaian yang digunakan mengacu pada standar yang tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Penilaian E-Modul Pembelajaran

Interval	Kategori
$X > M_i + 1,5 SB_i$	Sangat Baik
$M_i + 0,5 SB_i < X \leq M_i + 1,5 SB_i$	Baik
$M_i - 0,5 SB_i < X \leq M_i + 0,5 SB_i$	Cukup
$M_i - 1,5 SB_i < X \leq M_i - 0,5 SB_i$	Kurang
$X \leq M_i - 1,5 SB_i$	Sangat Kurang

Keterangan:

X = Skor responden

M_i = Mean ideal

SB_i = Simpangan baku ideal

$M_i = \frac{1}{2}$ (skor tertinggi ideal + skor terendah ideal)

$SB_i = \frac{1}{6}$ (skor tertinggi ideal - skor terendah ideal)

[29]

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini disajikan berdasarkan tahapan model ADDIE yang meliputi tahap *analyze*, *design*, dan *development* dalam pembuatan e-modul pembelajaran fisika pada materi fluida dinamis berbasis *problem-based learning* berbantuan *Google Sites* dan *Liveworksheets*.

3.1. Tahap Analisis (*Analyze*)

Berdasarkan hasil analisis kinerja dan kebutuhan, ditemukan bahwa pembelajaran fisika masih menghadapi beberapa permasalahan, khususnya pada materi fluida dinamis. Peserta didik cenderung mengalami kesulitan dalam memahami konsep karena materi bersifat abstrak dan membutuhkan pemahaman yang mendalam [3], [5]. Selain itu, rendahnya minat belajar juga menjadi faktor yang memengaruhi hasil belajar peserta didik [6].

Proses pembelajaran yang berlangsung masih didominasi oleh pendekatan berpusat pada guru, sehingga peserta didik kurang aktif dalam kegiatan pembelajaran [11]. Metode pembelajaran yang monoton juga menyebabkan peserta didik mudah merasa bosan dan kurang tertarik untuk belajar fisika [9], [10]. Hal ini menunjukkan bahwa diperlukan inovasi dalam pembelajaran yang mampu meningkatkan keterlibatan peserta didik.

Selain itu, penggunaan bahan ajar yang masih terbatas pada buku cetak dinilai kurang mampu menarik minat peserta didik karena penyajiannya yang kurang interaktif [13]. Padahal, pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran dapat meningkatkan minat dan motivasi belajar peserta didik melalui media yang lebih menarik dan interaktif [7].

Berdasarkan hasil analisis tersebut, diperlukan solusi berupa pengembangan bahan ajar digital yang mampu mendukung pembelajaran aktif. Salah satu alternatif yang dapat digunakan adalah e-modul berbasis *problem-based learning* yang dapat melatih peserta didik dalam memecahkan masalah dan meningkatkan keterampilan berpikir kritis [4]. Oleh karena itu, pembuatan e-modul berbantuan *Google Sites* dan *Liveworksheets* dipilih sebagai solusi untuk mengatasi permasalahan pembelajaran pada materi fluida dinamis.

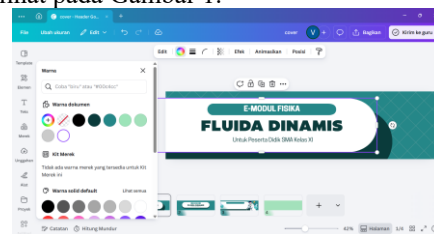
3.2. Tahap Desain (*Design*)

Tahap *design* merupakan tahap perancangan e-modul berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan. Pada tahap ini dilakukan penyusunan rancangan awal e-modul yang meliputi penentuan judul, pemilihan materi fluida dinamis, serta penyesuaian dengan model *problem-based learning* yang digunakan dalam pembelajaran.

Selanjutnya, dirancang alur pembelajaran yang mengacu pada sintaks *problem-based learning*, yaitu orientasi masalah, mengorganisasi peserta didik, membimbing penyelidikan mandiri dan kelompok, menyajikan hasil diskusi, serta menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah. Perancangan ini bertujuan agar e-modul dapat mendorong keaktifan peserta didik dalam proses pembelajaran.

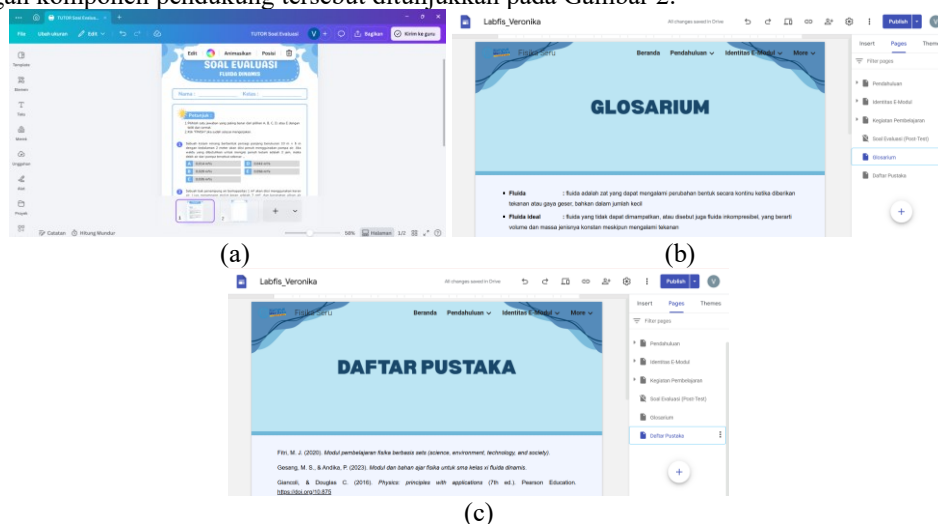
Pada tahap ini juga dilakukan perancangan struktur e-modul yang terdiri dari halaman beranda, pendahuluan, petunjuk penggunaan, peta konsep, identitas e-modul, serta kegiatan pembelajaran. Kegiatan pembelajaran dirancang dalam dua pertemuan, yaitu Pertemuan 1 yang membahas konsep fluida dinamis, debit, dan asas kontinuitas, serta Pertemuan 2 yang membahas prinsip Bernoulli dan penerapannya.

Selain itu, dilakukan perancangan tampilan awal e-modul menggunakan *Canva* sebagai *prototype* sebelum diimplementasikan ke dalam *Google Sites*. Desain yang dibuat meliputi cover, tata letak halaman, pemilihan warna, serta elemen visual lainnya yang mendukung penyajian materi. Contoh hasil rancangan tampilan awal e-modul dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tampilan Rancangan Awal E-Modul

Pada tahap *design* juga ditentukan media yang akan digunakan dalam pengembangan e-modul, yaitu *Google Sites* sebagai platform utama dan *Liveworksheets* sebagai media lembar kerja interaktif. Selain itu, dirancang pula komponen pendukung e-modul seperti soal evaluasi, glosarium, dan daftar pustaka. Rancangan komponen pendukung tersebut ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Tampilan Rancangan: (a) Soal Evaluasi; (b) Glosarium; dan (c) Daftar Pustaka

Dengan adanya tahap perancangan ini, dihasilkan rancangan e-modul yang sistematis dan siap untuk dikembangkan pada tahap selanjutnya.

3.3. Tahap Pengembangan (*Development*)

Tahap *development* merupakan tahap realisasi dari rancangan e-modul yang telah disusun pada tahap sebelumnya. Pada tahap ini dilakukan pembuatan e-modul menggunakan *Google Sites* serta integrasi dengan *Liveworksheets* sebagai media lembar kerja interaktif. Selain itu, pada tahap ini juga dilakukan penyempurnaan serta validasi oleh ahli untuk menilai kelayakan e-modul yang dikembangkan.

E-modul yang dikembangkan berupa bahan ajar digital berbasis web yang dapat diakses melalui *Google Sites* sehingga pengguna perlu terhubung dengan jaringan internet untuk dapat mengaksesnya kapan saja dan di mana saja. Adapun spesifikasi e-modul yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

1. Platform dan Media

E-modul disajikan menggunakan *Google Sites* sebagai platform utama, dengan dukungan *Liveworksheets* untuk menyajikan lembar kerja dan evaluasi interaktif, serta *Canva* untuk mendesain tampilan visual. Pemilihan platform ini memungkinkan e-modul dapat diakses secara fleksibel serta menyajikan pembelajaran yang lebih interaktif dan menarik, sehingga dapat meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran.

2. Struktur E-Modul

E-modul memiliki struktur yang sistematis, terdiri dari halaman beranda, pendahuluan, petunjuk penggunaan, peta konsep, identitas e-modul, serta kegiatan pembelajaran. Kegiatan pembelajaran dibagi menjadi dua pertemuan, yaitu Pertemuan 1 (konsep fluida dinamis, debit, dan asas kontinuitas) dan Pertemuan 2 (prinsip Bernoulli dan penerapannya). Penyusunan struktur ini bertujuan untuk memudahkan peserta didik dalam memahami alur materi secara bertahap dan terarah.

Halaman beranda yang dibuat mencakup cover e-modul, judul modul, logo Universitas Sebelas Maret (UNS), serta sasaran penggunaan modul. Selain itu, disediakan tombol navigasi yang mengarah ke beberapa bagian, yaitu pendahuluan, petunjuk penggunaan, peta konsep, identitas e-modul, serta kegiatan pembelajaran pada pertemuan 1 dan pertemuan 2, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Tampilan Halaman Beranda

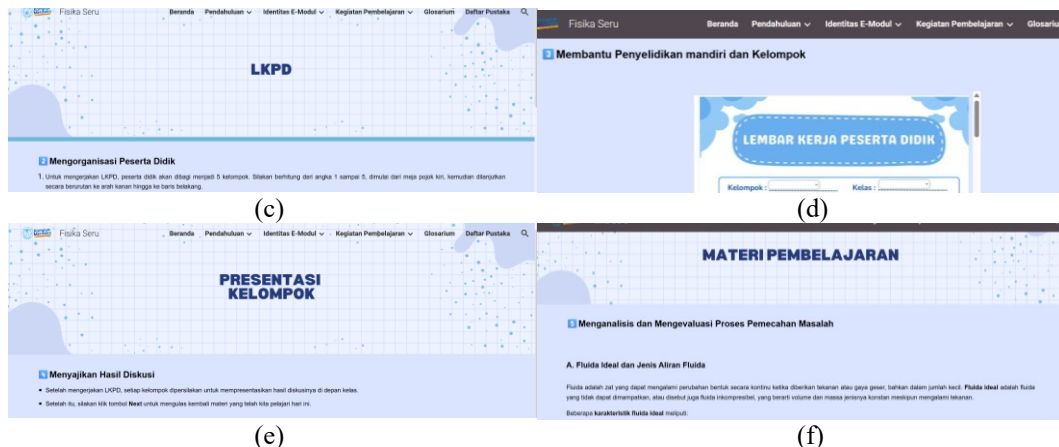
3. Kegiatan Pembelajaran

Kegiatan pembelajaran disusun berdasarkan sintaks *problem-based learning* yang meliputi orientasi masalah, mengorganisasi peserta didik, membimbing penyelidikan mandiri dan kelompok, menyajikan hasil diskusi, serta menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah. Penerapan model ini diharapkan dapat melatih kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah peserta didik, sehingga pembelajaran tidak hanya berfokus pada pemahaman konsep, tetapi juga pada penerapannya. Tampilan kegiatan pembelajaran yang dirancang dapat dilihat pada Gambar 4.



(a)

(b)

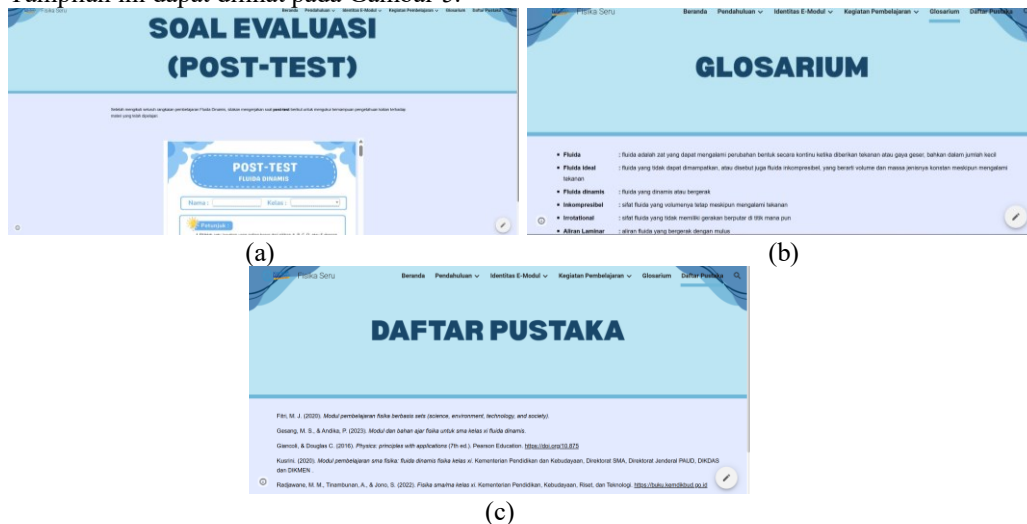


Gambar 4. Tampilan Halaman Kegiatan Pembelajaran: (a) Orientasi Masalah; (b) Mengorganisasi Peserta Didik; (c) Membimbing Penyelidikan Mandiri dan Kelompok; (d) Menyajikan Hasil Diskusi; (e) Menganalisis Dan Mengevaluasi Proses Pemecahan Masalah

4. Fitur Pendukung

E-modul dilengkapi dengan berbagai fitur pendukung, seperti materi yang disajikan dengan gambar dan penjelasan konsep, lembar kerja interaktif melalui *Liveworksheets*, soal evaluasi, glosarium, dan daftar pustaka. Keberadaan fitur-fitur ini bertujuan untuk membantu peserta didik dalam memahami materi secara lebih mendalam serta memfasilitasi proses belajar mandiri.

Tampilan ini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Tampilan Halaman: (a) Soal Evaluasi; (b) Glosarium; dan (c) Daftar Pustaka

Setelah e-modul berhasil dikembangkan, tahap selanjutnya adalah melakukan penilaian oleh ahli untuk mengetahui kelayakan produk yang dihasilkan. Validasi ini dilakukan menggunakan lembar penilaian yang mencakup beberapa aspek, yaitu aspek materi, tampilan, dan bahasa. Selain penilaian, validator juga memberikan beberapa saran perbaikan, seperti perbaikan pada tampilan, penggunaan bahasa, serta penyempurnaan isi materi agar lebih jelas dan mudah dipahami. Saran tersebut digunakan sebagai dasar untuk melakukan revisi terhadap e-modul yang dikembangkan. Berikut disajikan rincian penilaian e-modul secara keseluruhan berdasarkan aspek materi, tampilan, dan bahasa beserta kriteria penilaian secara keseluruhan sebagaimana yang ditunjukkan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Rincian Penilaian E-Modul Secara Keseluruhan Berdasarkan Aspek Materi, Tampilan, Bahasa

No	Aspek	Jumlah Butir Soal	Jumlah Pilihan	Skor Maksimum Ideal	Skor Minimum Ideal	Mi	Sbi	Skor
1	Materi	10	4	40	10	25	5	37
2	Tampilan	10	4	40	10	25	5	36
3	Bahasa	10	4	40	10	25	5	37
Total		30	12	120	30	75	15	110

Tabel 3. Kriteria Penilaian E-Modul Secara Keseluruhan

Interval	Kategori
$X > 97,5$	Sangat Baik
$82,5 < X \leq 97,5$	Baik
$67,5 < X \leq 82,5$	Cukup
$52,5 < X \leq 67,5$	Kurang
$X \leq 52,5$	Sangat Kurang

Berdasarkan pada Tabel 2, diperoleh total skor maksimum ideal sebesar 120, skor minimum ideal sebesar 30, mean ideal (Mi) sebesar 75, dan simpangan baku ideal sebesar 15. Hasil validasi yang dilakukan oleh ahli menunjukkan bahwa penilaian e-modul dari semua aspek memperoleh skor 110 dari total skor 120 dengan kategori sangat baik.

Pada aspek materi, e-modul memperoleh skor 37 dari 40 dengan kategori sangat baik. Hal ini menunjukkan bahwa materi yang disajikan telah sesuai dengan tujuan pembelajaran, disusun secara sistematis, serta relevan dengan konsep fluida dinamis. Selain itu, penerapan model *problem-based learning* pada e-modul mampu mendorong peserta didik untuk terlibat aktif dalam proses pembelajaran melalui pemecahan masalah. Hal ini sejalan dengan pendapat bahwa PBL dapat melatih kemampuan berpikir kritis dan meningkatkan keaktifan belajar peserta didik [4].

Pada aspek tampilan, e-modul memperoleh skor 36 dari 40 dengan kategori sangat baik. Hal ini menunjukkan bahwa desain e-modul sudah menarik, rapi, dan mendukung kenyamanan belajar peserta didik. Penggunaan warna, tata letak, serta media visual seperti gambar dan video mampu meningkatkan daya tarik e-modul. Tampilan yang menarik berperan penting dalam meningkatkan minat belajar peserta didik, karena pembelajaran yang monoton cenderung menurunkan ketertarikan belajar [10].

Pada aspek bahasa, e-modul memperoleh skor 37 dari 40 dengan kategori sangat baik. Hal ini menunjukkan bahwa bahasa yang digunakan sudah jelas, komunikatif, dan mudah dipahami oleh peserta didik. Penggunaan bahasa yang baik membantu penyampaian informasi menjadi lebih efektif sehingga kesalahpahaman dalam memahami materi.

Selain aspek materi, tampilan, dan bahasa, e-modul juga dinilai berdasarkan karakteristik modul menurut Kosasih [30], yaitu *self instructional*, *self contained*, *stand alone*, *adaptive*, dan *user friendly*, yang seluruhnya berada pada kategori sangat baik. Berikut disajikan rincian penilaian keseluruhan e-modul berdasarkan karakteristik sebagaimana yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rincian Penilaian Keseluruhan E-Modul Berdasarkan Karakteristik

No	Aspek	Jumlah Butir Soal	Jumlah Pilihan	Skor Maksimum Ideal	Skor Minimum Ideal	Mi	Sbi	Skor
1	<i>Self Instructional</i>	6	4	24	6	15	3	24
2	<i>Self Contained</i>	6	4	24	6	15	3	22
3	<i>Stand Alone</i>	6	4	24	6	15	3	21
4	<i>Adaptive</i>	6	4	24	6	15	3	22
5	<i>User Friendly</i>	6	4	24	6	15	3	21
Total		30	20	120	30	75	15	110

Hasil validasi yang dilakukan oleh ahli menunjukkan bahwa hasil penilaian keseluruhan e-modul berdasarkan karakteristik memperoleh skor 110 dari total skor 120 dengan kategori sangat baik.

Pada karakteristik *self instructional*, e-modul memperoleh skor 24 dari 24 dengan kategori sangat baik, yang menunjukkan bahwa e-modul telah mampu membimbing peserta didik belajar secara mandiri melalui petunjuk dan alur yang jelas.

Pada *self contained* e-modul memperoleh skor 22 dari 24 dengan kategori sangat baik, materi yang disajikan sudah cukup lengkap dalam satu kesatuan pembelajaran.

Pada *stand alone* e-modul memperoleh skor 21 dari 24 dengan kategori sangat baik, e-modul dapat digunakan tanpa ketergantungan pada bahan ajar lain, meskipun masih memerlukan perangkat dan koneksi internet.

Pada *adaptive* e-modul memperoleh skor 22 dari 24 dengan kategori sangat baik, e-modul mampu menyesuaikan dengan perkembangan teknologi melalui integrasi platform digital seperti *Google Sites* dan *Liveworksheets*.

Pada *user friendly* e-modul memperoleh skor 21 dari 24 dengan kategori sangat baik, e-modul dinilai mudah digunakan dengan navigasi yang jelas dan tampilan yang mendukung kenyamanan pengguna.

Kriteria penilaian tersebut mengacu pada kriteria penilaian e-modul secara keseluruhan berdasarkan aspek materi, tampilan, dan bahasa, karena memiliki kesamaan pada total skor maksimum ideal, skor minimum ideal, mean ideal (Mi), dan simpangan baku ideal (Sbi). Dengan demikian, berdasarkan Tabel 3, dapat disimpulkan bahwa penilaian keseluruhan e-modul berdasarkan karakteristik pada e-modul ini termasuk dalam kategori sangat baik.

Secara keseluruhan, e-modul yang dibuat berada pada kategori sangat baik, yang menunjukkan bahwa e-modul telah memenuhi kriteria sebagai bahan ajar yang baik. Dengan demikian, e-modul ini layak digunakan sebagai bahan ajar pada materi fluida dinamis.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa:

1. Proses pembuatan e-modul fluida dinamis berbasis *problem-based learning* berbantuan *Google Sites* dan *Liveworksheets* dilakukan melalui tahapan *analyze*, *design*, dan *development* dalam model ADDIE. Tahap *analyze* meliputi identifikasi kebutuhan dan permasalahan pembelajaran, tahap *design* meliputi perancangan struktur serta kegiatan e-modul berbasis *problem-based learning*, dan tahap *development* meliputi pengembangan e-modul dalam bentuk digital menggunakan *Google Sites* yang dilengkapi dengan *Liveworksheets* serta dilakukan validasi oleh ahli.
2. E-modul yang dihasilkan memiliki spesifikasi berupa bahan ajar digital berbasis web yang disajikan melalui *Google Sites* dengan struktur yang sistematis, memuat kegiatan pembelajaran berbasis *problem-based learning*, serta dilengkapi dengan fitur interaktif seperti *Liveworksheets* pada soal evaluasi dan media pendukung lainnya.
3. Hasil validasi ahli menunjukkan bahwa e-modul memperoleh skor 110 dari 120 dengan kategori sangat baik pada aspek materi, tampilan, bahasa, serta karakteristik e-modul, sehingga layak digunakan sebagai bahan ajar pada materi fluida dinamis.

REFERENSI

- [1] R. S. Miasari, C. Indar, P. Purwoto, U. H. Salsabila, U. Amalia, and S. Romli, "TEKNOLOGI PENDIDIKAN SEBAGAI JEMBATAN REFORMASI PEMBELAJARAN DI INDONESIA LEBIH MAJU," *Jurnal Manajemen Pendidikan Al-Hadi*, vol. 2, no. 1, pp. 53–61, 2022.
- [2] U. H. Salsabila and N. Agustian, "PERAN TEKNOLOGI PENDIDIKAN DALAM PEMBELAJARAN," *Jurnal Keislaman dan Ilmu Pendidikan*, vol. 3, no. 1, pp. 123–133, 2021, [Online]. Available: <https://ejournal.stitpn.ac.id/index.php/islamika>
- [3] K. R. Adam, K. Arafah, and Usman, "PENGEMBANGAN E-MODUL PEMBELAJARAN FISIKA BERBASIS WEB PADA MATERI MOMENTUM DAN IMPULS," *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika (JSPF)*, vol. 19, no. 3, pp. 295–303, 2023.
- [4] M. Z. Utami, V. Anggreani, and A. Purwanto, "Peningkatan Minat Belajar Fisika dengan Menerapkan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Berbantuan Simulasi PhET Pada Materi Gerak Harmonis Sederhana Kelas X MIPA-E di SMA Negeri 6 Kota Bengkulu," *TRIADIK*, vol. 23, no. 1, pp. 33–49, Mar. 2024, doi: 10.33369/triadik.v23i1.33598.
- [5] S. M. Husna, D. A. Kurniawan, and Maison, "Analisis Minat Belajar Siswa pada Mata Pelajaran Fisika di MAN 1 Merangin," *SENAPADMA: Seminar Nasional Pendidikan Dasar dan Menengah*, vol. 1, pp. 1–9, 2022, [Online]. Available: <https://senapadma.nusaputra.ac.id/index>
- [6] U. Anggraeni and I. Akhlis, "Pengembangan Bahan Ajar Digital pada Materi Fluida Dinamis dengan Pendekatan Flipped Classroom untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa SMA Kelas XI," *Unnes Physics Education Journal*, vol. 13, no. 2, pp. 161–168, 2024, [Online]. Available: <https://journal.unnes.ac.id/journals/upej/index>
- [7] D. Melanda, A. Surahman, and T. Yulianti, "Pengembangan Media Pembelajaran IPA Kelas IV Berbasis Web (Studi Kasus : SDN 02 Sumberejo)," *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, vol. 4, no. 1, pp. 28–33, 2023, doi: 10.33365/jtsi.v4i1.2435.
- [8] L. Charli, T. Ariani, and L. Asmara, "Hubungan Minat Belajar terhadap Prestasi Belajar Fisika," *Science and Physics Education Journal (SPEJ)*, vol. 2, no. 2, pp. 52–60, Jun. 2019, doi: 10.31539/spej.v2i2.727.
- [9] S. Susanti, F. Aminah, I. Mumtazah Assa'idah, M. W. Aulia, and T. Angelika, "Dampak Negatif Metode Pengajaran Monoton Terhadap Motivasi Belajar Siswa," vol. 2, no. 2, pp. 86–93, 2024.
- [10] J. M. Zafar, K. Zahid, and F. Zahid, "Impact of Teaching Methods on Student's Learning in General Science in Secondary Schools," *Journal of Development and Social Sciences*, vol. 4, no. 3, pp. 425–435, Sep. 2023, doi: 10.47205/jdss.2023(4-iii)42.
- [11] Suratno, Kamid, and Y. Sinabang, "PENGARUH PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN PROBLEM BASED LEARNING (PBL) TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI (HOTS) DITINJAU DARI MOTIVASI BELAJAR SISWA," *JMPIS: Jurnal Manajemen Pendidikan dan Ilmu Sosial*, vol. 1, no. 1, pp. 127–139, 2020, doi: 10.38035/JMPIS.
- [12] Y. S. Rahmatilah, "Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Minat Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Bahasa Inggris di SMP Islam Al Amin Cikarang Utara Kabupaten Bekasi," *Sintaksis : Publikasi Para ahli Bahasa dan Sastra Inggris*, vol. 2, no. 2, pp. 54–62, 2024, doi: 10.61132/sintaksis.v2i1.425.
- [13] W. M. Utari, I. W. Gunada, Muh. Makhruh, and Kosim, "Pengembangan E-Modul Pembelajaran Fisika Model Problem Based Learning Berbasis Flipbook Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta Didik," *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, vol. 8, no. 4, pp. 2724–2734, Nov. 2023, doi: 10.29303/jipp.v8i4.1822.
- [14] Y. Lastri, "PENGEMBANGAN DAN PEMANFAATAN BAHAN AJAR E-MODUL DALAM PROSES PEMBELAJARAN," *Jurnal Citra Pendidikan*, vol. 3, no. 3, pp. 1139–1146, Jul. 2023, doi: 10.38048/jcp.v3i3.1914.
- [15] L. O. Tambunan and J. Tambunan, "Pengembangan Bahan Ajar E-Modul Matematika Berbantuan Aplikasi Canva pada Materi Grafik Fungsi Eksponen dan Logaritma," *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, vol. 7, no. 2, pp. 1029–1038, Apr. 2023, doi: 10.31004/cendekia.v7i2.2212.
- [16] A. W. Wulandari, L. Hakim, and R. Sulistyowati, "Pengaruh Multimedia Interaktif Berbasis Google Sites Pada Materi Usaha Dan Energi Untuk Peningkatan Hasil Belajar Siswa," *Jurnal Luminous: Riset Ilmiah Pendidikan Fisika*, vol. 3, no. 2, 2022, doi: 10.31851/luminous.v3i2.8860.

- [17] A. F. Wijanarko and Suparwoto, "Pengembangan E-Modul Fisika Berbasis SAVI Dalam Meningkatkan Hasil Belajar Ditinjau Dari Kemampuan Awal Dan Motivasi Berprestasi," *Jurnal Pendidikan Fisika*, 2021.
- [18] L. Q. Sari, C. E. Rustana, and Raihanati, "PENGEMBANGAN E-MODULE MENGGUNAKAN PROBLEM BASED LEARNING PADA POKOK BAHASAN FLUIDA DINAMIS GUNA MENINGKATKAN HASIL BELAJAR KOGNITIF PESERTA DIDIK SMA KELAS XI," in *Prosiding Seminar Nasional Fisika*, 2018. doi: 10.21009/03.SNF2018.
- [19] A. Harwanti, A. Fauzi, Supurwoko, and A. Wulandari, "Penerapan Modul Elektronik Sigil pada Materi Fluida Dinamis untuk Meningkatkan Kompetensi Pengetahuan dan Minat Belajar Siswa SMA Negeri 1 Baturetno," *Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika*, vol. 13, no. 2, pp. 86–92, Nov. 2023, doi: 10.20961/jmpf.v13i2.80680.
- [20] B. M. S. Efendi and N. Insani, "IMPLEMENTASI E-MODUL BERBANTUAN GOOGLE SITES DENGAN MODEL PBL DALAM PEMBELAJARAN IPS UNTUK MENINGKATKAN MINAT DAN HASIL BELAJAR PESERTA DIDIK," *JRIP: Jurnal Riset dan Inovasi Pembelajaran*, vol. 4, no. 1, pp. 402–416, 2024.
- [21] W. M. Mukti, Y. B. Puspita N, and Z. D. Anggraeni, "MEDIA PEMBELAJARAN FISIKA BERBASIS WEB MENGGUNAKAN GOOGLE SITES PADA MATERI LISTRIK STATIS," *WEBINAR PENDIDIKAN FISIKA 2020 "Optimalisasi Pendidikan dalam Rekonstruksi Pembelajaran Berbasis Sains dan Teknologi di Era New Normal"*, vol. 5, no. 1, pp. 51–59, 2020, [Online]. Available: <https://sites.google.com/view/fisikakuyess>.
- [22] A. Prabowo, "Penggunaan Liveworksheet dengan Aplikasi Berbasis Web untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik," *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia*, vol. 1, no. 10, pp. 383–388, Oct. 2021, doi: 10.52436/1.jpti.87.
- [23] N. Q. Hamidah, C. Dewi, and Nurhayati, "PENGEMBANGAN LKPD MELALUI LIVEWORKSHEETS PADA MATERI PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA KELAS V SD," *Pendas : Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, vol. 09, no. 03, pp. 442–455, 2024.
- [24] A. D. Oktafianisa, "PENGEMBANGAN E-MODUL INOVASI TEKNOLOGI BIOLOGI BERBASIS PROBLEM BASED LEARNING (PBL)-SCIENCE TECHNOLOGY ENGINEERING AND MATHEMATICS (STEM)," Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, Lampung, 2024.
- [25] M. D. Paramitha, "PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS WEB GOOGLE SITES DENGAN MODEL PEMBELAJARAN PROBLEM BASED LEARNING (PBL) PADA MATERI TERMOKIMIA," Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta, 2024.
- [26] F. Z. Ramadhani, "PENGEMBANGAN MODUL ELEKTRONIK FISIKA BERBASIS SAINTIFIK MENGGUNAKAN GOOGLE SITES PADA MATERI FLUIDA DINAMIS," Universitas Sebelas Maret, Surakarta, 2024.
- [27] C. N. Tansa, "Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika dengan Model Pembelajaran PBL-STEM menggunakan Web Google Sites pada Materi Fluida Dinamis untuk Meningkatkan Literasi Sains," Universitas Sebelas Maret, Surakarta, 2025.
- [28] S. Oktarina, *Pengembangan Model Pembelajaran dalam Research and Development (R N D)*. Palembang: Bening media Publishing, 2022. [Online]. Available: www.bening-mediapublishing.com
- [29] R. Ananda and M. Fadhli, *Statistik Pendidikan (Teori Dan Praktik Dalam Pendidikan)*. Medan: CV. Widya Puspita, 2018.
- [30] Kosasih, *Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Bumi Aksara, 2021.