

PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS PROYEK PADA MATERI FLUIDA STATIS UNTUK SISWA SMA NEGERI 6 MUARO JAMBI

Rahmah Wati^{1*}, Tugiyono Aminoto², Suharli A.J³

^{1,2,3}Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,
Universitas Jambi, Indonesia

*Corresponding Author: rahmahw067@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian pengembangan ini bertujuan untuk menghasilkan e-modul berbasis Project-Based Learning (PjBL) pada materi fluida statis yang valid dan praktis bagi siswa di SMA Negeri 6 Muaro Jambi. Metode penelitian yang digunakan adalah model pengembangan 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*) yang dalam penelitian ini dibatasi hanya sampai tahap *develop*. Data penelitian dikumpulkan melalui lembar validasi ahli materi dan ahli media, serta angket respon siswa untuk mengukur tingkat kepraktisan media yang dikembangkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan memenuhi kriteria sangat layak dengan skor validasi rata-rata sebesar 88% dari ahli materi dan 86% dari ahli media. Uji coba lapangan terhadap siswa menghasilkan skor kepraktisan sebesar 92%, yang mengindikasikan bahwa media ini sangat praktis dan mudah diakses dalam pembelajaran mandiri maupun tatap muka. E-modul berbasis proyek ini terbukti efektif dalam memfasilitasi kemandirian belajar dan membantu siswa mengonstruksi pemahaman konsep fluida statis melalui rangkaian kegiatan proyek yang aplikatif, kontekstual, serta mendukung literasi digital siswa di era abad ke-21.

Kata Kunci: *E-modul, Fluida Statis, Project-Based Learning, Model 4D, Bahan Ajar Interaktif.*

ABSTRACT

This development research aims to produce a project-based e-module on static fluid material that is valid and practical for students at SMA Negeri 6 Muaro Jambi. The research method employed is the 4D development model (*Define, Design, Develop, Disseminate*), which in this study is limited to the develop stage. Data were collected through expert validation questionnaires (from material and media experts) and student response questionnaires to measure the practicality of the developed media. The results indicate that the e-module meets the highly feasible criteria, with an average validation score of 88% from material experts and 86% from media experts. Field testing involving students yielded a practicality score of 92%, demonstrating that the media is highly practical and easily accessible for both independent and classroom learning. This project-based e-module is proven effective in facilitating independent learning and assisting students in constructing their understanding of static fluid concepts through applicable and contextual project-based activities, while also supporting students' digital literacy in the 21st century.

Keywords: *E-module, Static Fluid, Project-Based Learning, 4D Model, Interactive Teaching Materials.*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang semakin pesat mendorong terjadinya pergeseran dari penggunaan media pembelajaran berbasis cetak menuju media berbasis digital. Modul yang awalnya berbentuk cetak kini telah dikembangkan dalam bentuk elektronik yang dikenal sebagai e-modul. Untuk menguasai dan menciptakan teknologi dimasa depan diperlukan penguasaan konsep-konsep Fisika sejak dini dan dilakukan suatu tindakan yang terencana. Oleh karena itu, Fisika berperan mempersiapkan siswa atau generasi penerus agar dapat menghadapi tantangan-tantangan di kehidupan yang semakin berkembang dan modern (Yuliani & Syar, 2022). E-modul merupakan media pembelajaran berbasis komputer yang menyajikan materi dalam berbagai bentuk, seperti teks, gambar, grafik, audio, animasi, dan video, sehingga dapat mendukung proses pembelajaran yang lebih interaktif Winatha et al., (2018). Pemanfaatan e-modul juga dapat dipadukan dengan model pembelajaran yang inovatif, salah satunya adalah pembelajaran berbasis proyek *Project Based Learning*, yang dinilai mampu meningkatkan hasil belajar serta keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran (Susilo, 2021).

Fisika adalah studi fundamental fenomena yang mempelajari alam termasuk materi, energi, serta interaksi keduanya melalui ruang dan waktu (AJ et al., 2025). Pembelajaran fisika tidak hanya menekankan pada penguasaan konsep, tetapi juga pada kemampuan siswa dalam memahami fenomena alam serta menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari (AJ et al., 2024). Oleh karena itu, pembelajaran fisika seharusnya dirancang secara kontekstual agar siswa dapat memahami konsep secara lebih bermakna (Novianto et al., 2018). Namun, siswa masih mengalami kesulitan dalam memahami konsep fisika karena pembelajaran cenderung menekankan penggunaan rumus dan penyelesaian soal, sehingga pemahaman konsep dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari belum berkembang secara optimal. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya bahan ajar yang tidak hanya menyajikan konsep dan persamaan matematis, tetapi juga dapat membantu siswa menghubungkan konsep fisika dengan fenomena nyata. Salah satu materi fisika yang sering dianggap sulit oleh siswa adalah fluida statistic. Materi fluida memerlukan pemahaman dan penerapan nyata dalam kehidupan siswa (Daun & Haris, 2020). Fluida menjadi materi yang sulit dipahami karena penyampaian materi ini belum banyak dilakukan dengan cara langsung dan kontekstual seperti melalui pengugasan proyek. Materi pembelajaran ini akan dikembangkan dengan menggunakan platform *Heyzine* untuk menciptakan sumber daya yang interaktif dan dapat diakses oleh para pendidik. Semua materi pelatihan harus dipersiapkan dengan baik untuk memastikan proses pembelajaran berjalan dengan lancar (Yanti et al., 2017).

Selain itu, proses pembelajaran yang masih berpusat pada pendidik dan kurang memotivasi siswa pada aktivitas pembelajaran (Azhari et al., 2025). Hal ini menyebabkan keterampilan individu, dan kolaborasi siswa belum berkembang secara optimal. Penelitian (Meiliasari & AJ, 2025) juga menyatakan bahwa pembelajaran langsung dapat menumbuhkan keingintahuan hanya melalui penjelasan konseptual tetapi tidak mendorong siswa lebih aktif dan lebih kolaboratif. Padahal, keterampilan kolaborasi merupakan salah satu kompetensi penting yang perlu dimiliki siswa dalam pembelajaran abad ke-21. Oleh karena itu, diperlukan inovasi pembelajaran yang tidak hanya membantu siswa memahami konsep, tetapi juga mendorong keterlibatan aktif dan kerja sama dalam proses belajar (Rozi, 2024). Salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah pengembangan e-modul berbasis proyek. E-modul berbasis proyek memungkinkan siswa untuk belajar melalui kegiatan yang bersifat kontekstual, investigatif, dan kolaboratif. E-modul merupakan modul pembelajaran berupa modul digital, pengembangan e-modul dalam penelitian ini menggunakan software berupa pdf flipbook sebagai alat bantu dalam proses pengembangan, yang bisa menampilkan video-video pembelajaran serta link quis. Penelitian oleh Damayanti, A. (2025), menunjukkan bahwa e-modul berbasis proyek dapat

meningkatkan pemahaman konsep siswa. Selain itu, Sumardiana., (2021). Menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran berbasis proyek berpengaruh terhadap kemampuan pemecahan masalah siswa pada materi Fluida Statis. Temuan tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek memiliki potensi untuk mendukung proses pembelajaran fisika melalui kegiatan yang melibatkan siswa secara aktif dalam memahami dan menerapkan konsep. Dengan demikian, pengembangan e-modul berbasis proyek pada materi Fluida Statis menjadi salah satu alternatif bahan ajar yang dapat digunakan untuk mendukung pembelajaran yang lebih kontekstual dan berpusat pada siswa (Reni et al., 2021).

Sejumlah penelitian terdahulu telah mengkaji pengembangan perangkat pembelajaran berbasis proyek (*Project-Based Learning*) dalam pembelajaran Fisika, seperti modul cetak berbasis proyek untuk meningkatkan kreativitas (Novianto et al., 2018) serta e-modul berbasis proyek untuk melatih keterampilan berpikir kritis (Kurnia et al., 2024). Namun di lapangan, implementasi pembelajaran berbasis proyek sejauh ini masih didominasi oleh Lembar Kerja Siswa (LKPD) cetak karena dinilai lebih ringkas dan mudah digunakan untuk memandu tagihan proyek secara instan. Sebaliknya, pengembangan dalam bentuk e-modul berbasis proyek masih jarang dilakukan oleh peneliti terdahulu karena memerlukan penyusunan struktur bahan ajar digital yang lebih kompleks untuk memuat seluruh sintaks proyek ke dalam format elektronik.

Kelangkaan e-modul berbasis proyek yang secara khusus memandu materi Fluida Statis inilah yang menjadi celah penelitian utama dalam studi ini. Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, penelitian ini menerapkan model pengembangan 4D yang dibatasi hingga tahap *develop* untuk menghasilkan produk e-modul berbasis proyek yang valid dan praktis (Hayati & Fauziah, 2023). Penelitian ini bertujuan untuk menguji kelayakan teoritis produk sekaligus menganalisis respon kepraktisan dari pendidik dan siswa kelas XI di SMA Negeri 6 Muaro Jambi. Melalui target tersebut, e-modul yang dihasilkan diharapkan dapat menjadi alternatif bahan ajar digital yang mempermudah siswa mengonstruksi pemahaman konsep sekaligus melatih keterampilan kolaborasi kelompok.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) dengan menerapkan model pengembangan 4D yang diadaptasi dari Thiagarajan, yaitu *Define*, *Design*, *Develop*, dan *Disseminate*. Prosedur penelitian dilaksanakan secara sistematis melalui tahapan tersebut, namun penelitian ini dibatasi sampai tahap ketiga, yaitu tahap pengembangan (*develop*). Untuk memperoleh gambaran mengenai kondisi pembelajaran, kelayakan, serta kepraktisan produk, penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif melalui pengumpulan data menggunakan angket dan lembar validasi. Subjek dalam penelitian ini terdiri atas dua orang dosen sebagai validator ahli materi dan ahli media, seorang pendidik mata pelajaran Fisika, serta 31 siswa kelas XI Fase F di SMA Negeri 6 Muaro Jambi.

Prosedur pengembangan diawali dengan tahap pendefinisian (*define*) yang bertujuan untuk menetapkan dan merumuskan kebutuhan dalam pembelajaran. Tahap ini dilakukan melalui analisis awal-akhir untuk mengidentifikasi permasalahan utama di sekolah, analisis karakteristik siswa, analisis tugas untuk menentukan kompetensi yang harus dicapai, analisis konsep pada materi Fluida Statis, serta analisis tujuan pembelajaran sebagai acuan dalam penyusunan isi e-modul. Setelah kebutuhan pembelajaran teridentifikasi, penelitian dilanjutkan ke tahap perancangan (*design*) yang bertujuan untuk menyiapkan rancangan awal produk. Pada tahap ini dilakukan pemilihan media berupa e-modul elektronik berbasis *flipbook*, penyusunan format e-modul yang disesuaikan dengan sintaks *Project-Based Learning* (PjBL), serta perancangan awal tampilan visual e-modul menggunakan perangkat lunak pendukung.

Tahap berikutnya adalah pengembangan (*develop*) yang fokus pada pengujian kelayakan dan penyempurnaan produk. Aktivitas pada fase ini diawali dengan validasi ahli materi dan ahli media oleh dosen pembimbing serta tim ahli untuk memperoleh penilaian teoritis, kritik, dan saran perbaikan. Setelah draf e-modul direvisi berdasarkan masukan para ahli, dilakukan uji coba pengembangan (*evaluasi formatif*) dalam skala terbatas kepada pendidik dan 31 siswa untuk mengukur tingkat kepraktisan serta keefektifan produk saat diimplementasikan dalam kegiatan belajar mengajar di kelas. Adapun tahap terakhir dalam model 4D, yaitu penyebarluasan (*menyebarkan*), tidak dilaksanakan dalam penelitian ini karena keterbatasan waktu dan tujuan utama penelitian yang hanya difokuskan untuk menghasilkan produk yang valid, praktis, dan efektif pada cakupan sekolah subjek penelitian.

Data dalam penelitian ini terdiri atas data kualitatif dan data kuantitatif. Data kualitatif diperoleh dari masukan berupa komentar dan saran yang diberikan oleh para ahli pada saat proses validasi instrumen. Data tersebut dianalisis melalui beberapa tahap, yaitu dengan menelaah seluruh masukan yang diberikan, mengelompokkan saran berdasarkan aspek yang diukur, kemudian merangkum hasilnya untuk dijadikan dasar dalam melakukan perbaikan dan penyempurnaan instrumen penelitian. Sementara itu, data kuantitatif diperoleh dari hasil pengisian angket oleh siswa. Analisis data kuantitatif dilakukan dengan memberikan skor pada setiap butir pernyataan sesuai dengan *skala Likert*, kemudian menghitung total skor yang diperoleh. Skor tersebut selanjutnya diubah ke dalam bentuk persentase menggunakan rumus persentase, yaitu perbandingan antara skor yang diperoleh dengan skor maksimum, kemudian dikalikan 100%. Hasil persentase yang diperoleh kemudian konservasi berdasarkan kriteria tertentu untuk mengetahui tingkat kebutuhan siswa terhadap e-modul yang dikembangkan.

Instrumen angket validasi materi dan media menggunakan rating skala sebagai bentuk instrumen untuk menilai kualitas produk untuk diuji cobakan dan disertai dengan komentar dan saran. Untuk mengukur data hasil penilaian oleh validator ahli materi dan desain diukur dengan skala *likert*. Teknik analisis data untuk menghitung persentase skor validasi dari validator menggunakan skala likert dan langkah-langkah untuk mengukur sikap, pendapat dan persepsi seseorang atau sekelompok tentang kejadian atau gejala sosial digunakan skala likert. Skala likert mempunyai klasifikasi sebagai berikut:

- 5 = Sangat Setuju (SS)
- 4 = Setuju (S)
- 3 = Cukup setuju (CS)
- 2 = Tidak Setuju (TS)
- 1 = Sangat Tidak Setuju (STS)

Untuk menghitung persentase validitas dari data yang didapat dari skor butir penilaian menggunakan rumus sebagai berikut:

$$(V_s) = \frac{\sum x}{\sum n} \times 100\%$$

Keterangan:

- V_s = Persentase kevalidan instrumen
- $\sum x$ = Total skor butir penilaian yang diperoleh
- $\sum n$ = Total skor maksimal atau ideal penilaian

Kemudian skor persentasi yang di dapat akan diterjemahkan dalam bentuk kalimat kualitatif seperti pada Tabel 3.11

Tabel 1. Rentang Kevalidasi E-modul

Lembar Kevalidan (%)	Kriteria
$0 \leq V_s < 21$	Tidak Valid

$21 \leq V_s < 41$	Kurang Valid
$41 \leq V_s < 61$	Cukup Valid
$61 \leq V_s < 81$	Valid
$81 \leq V_s < 100$	Sangat Valid

Sumber: (Hamka & Effendi, 2019)

Dalam uji kepraktisan, peneliti menggunakan instrumen berupa angket yang diberikan kepada tenaga pendidik dan siswa. Instrumen tersebut berbentuk angket tertutup, karena responden hanya diminta memilih skala penilaian tanpa menyediakan jawaban ringkasan. Namun demikian, peneliti tetap menyediakan ruang bagi responden untuk memberikan komentar atau masukan secara bebas terkait e-modul yang diuji guna memudahkan proses revisi. E-modul dinyatakan memiliki tingkat kepraktisan yang baik apabila hasil analisis tanggapan pendidik dan siswa menunjukkan bahwa e-modul dapat digunakan dengan sedikit ketelitian.

Data yang diperoleh dianalisis dan dihitung persentase kepraktisan dengan rumus berikut:

$$\text{Tingkat praktis } (V_p) = \frac{\sum x}{\sum n} \times 100\%$$

Keterangan:

(V_p) = Persentase praktikalitas

$\sum x$ = Total skor butir penilaian yang diperoleh

$\sum n$ = Total skor maksimal atau ideal penilaian

Kemudian skor persentasi yang di dapat akan diterjemahkan dalam bentuk kalimat kualitatif seperti pada tabel 3.12

Table 2. Rentang kriteria Kepraktisan E-modul

Lembar Kevalidan (%)	Kriteria
$80 \leq V_p < 100$	Sangat Praktis
$60 \leq V_p < 80$	Cukup Praktis
$40 \leq V_p < 60$	Kurang Praktis
$20 \leq V_p < 40$	Tidak Praktis
$0 \leq V_p < 20$	Sangat Tidak Praktis

Sumber: (Nusaibah & Murdiyani, 2017)

Untuk dapat menganalisis keefektifan E-modul melalui angket respon siswa dapat menggunakan *skala likert*, kemudian data yang diperoleh akan dianalisis secara deskriptif kuantitatif dengan rumus:

$$\text{Tingkat praktis } (V_e) = \frac{\sum x}{\sum n} \times 100\%$$

Keterangan:

V_e = Persentase Keefektifan instrumen

$\sum x$ = Total skor butir penilaian yang diperoleh

$\sum n$ = Total skor maksimal atau ideal penilaian

Tabel 3. Rentang Kepraktisan E-modul

Lembar Kevalidan (%)	Kriteria
$80 \leq v_e < 100$	Sangat Efektif
$60 \leq v_e < 80$	Cukup Efektif
$40 \leq v_e < 60$	Kurang Efektif
$20 \leq v_e < 40$	Tidak Efektif
$0 \leq v_e < 20$	Sangat Tidak Efektif

Sumber: (Nusaibah & Murdiyani, 2017)

Kelayakan produk dalam penelitian ini ditentukan berdasarkan tiga aspek utama, yaitu validitas, kepraktisan, dan keefektifan yang diperoleh melalui penilaian ahli serta respon pengguna. Hal ini sejalan dengan penelitian Mahjatia et al. (2020) yang menyatakan bahwa bahan ajar dinyatakan layak apabila memenuhi aspek validitas, kepraktisan, dan keefektifan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan produk pembelajaran berupa e-modul berbasis *Project-Based Learning* (PjBL) pada materi Fluida Statis untuk siswa kelas XI SMA Negeri 6 Muaro Jambi. Proses perancangan hingga pengujian produk dilakukan dengan menerapkan prosedur model 4D yang diadaptasi dari Thiagarajan, meliputi tahap pendefinisian (*define*), perancangan (*design*), dan pengembangan (*develop*).

Pada tahap pendefinisian (*define*), peneliti melakukan analisis kebutuhan awal melalui observasi langsung dan wawancara terstruktur bersama pendidik mata pelajaran Fisika serta penyebaran angket kepada siswa. Hasil analisis kebutuhan tersebut menunjukkan bahwa bahan ajar yang digunakan dalam kegiatan belajar mengajar sehari-hari masih terbatas pada buku paket cetak konvensional dan lembar kerja operasional yang sederhana. Keterbatasan variasi perangkat ajar ini menyebabkan siswa kesulitan memahami konsep Fisika yang abstrak, sehingga diperlukan alternatif solusi berupa media pembelajaran digital interaktif yang relevan dengan karakteristik serta tuntutan kompetensi abad ke-21.

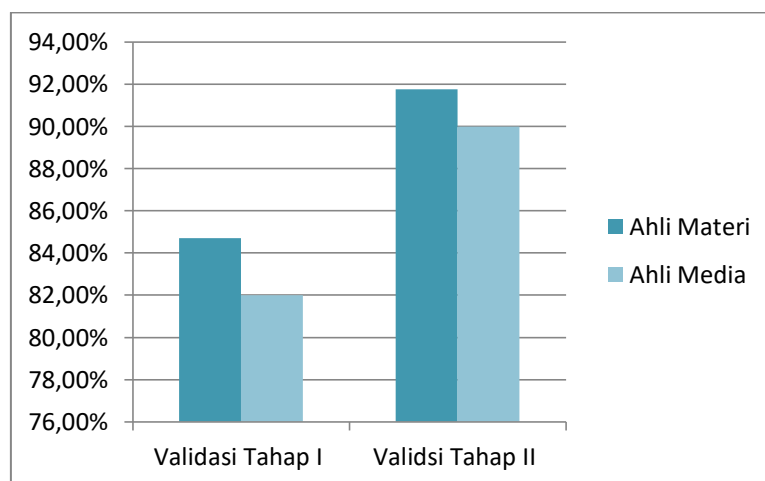
Pada tahap perancangan *desain*, peneliti merealisasikan hasil analisis kebutuhan tersebut ke dalam bentuk draf awal atau prototipe media pembelajaran. Langkah ini dilakukan dengan merancang struktur isi e-modul yang memuat komponen materi secara runtut dan mengintegrasikannya dengan sintaks model pembelajaran berbasis proyek. Format visual e-modul didesain secara apik menggunakan kombinasi tata letak yang konsisten, ilustrasi gambar yang kontekstual, penyisipan video eksperimen, latihan soal interaktif, serta evaluasi mandiri. Ruang cakupan bahasan yang disusun di dalam media ini mencakup subtopik utama Fluida Statis, yaitu konsep tekanan, tekanan hidrostatik, hukum Pascal, dan hukum Archimedes yang semuanya dikaitkan langsung dengan fenomena fisis dalam kehidupan sehari-hari.

Pada tahap pengembangan *develop*, draf awal e-modul yang telah selesai dirancang kemudian melewati proses pengujian validitas teori dan uji coba produk di lapangan. Proses ini diawali dengan menyerahkan draf produk kepada ahli materi dan ahli media untuk

dievaluasi kelayakannya berdasarkan indikator baku. Komentar berupa kritik dan saran perbaikan dari para ahli pada tahap pertama dijadikan sebagai dasar utama oleh peneliti untuk merekonstruksi dan membenahi kekurangan produk. Setelah draf diperbaiki dan dinyatakan sangat layak oleh validator pada tahap kedua, e-modul kemudian diimplementasikan secara terbatas melalui penyebaran angket kepada pendidik serta 31 siswa kelas XI guna mengukur tingkat kepraktisan dan keefektifan produk saat diterapkan dalam pembelajaran nyata di kelas.

Hasil pengujian pada tahap pengembangan *develop* tersebut menunjukkan capaian kuantitatif yang sangat baik pada setiap aspek penilaian. Validitas e-modul oleh ahli materi pada pengujian tahap pertama memperoleh persentase kelayakan sebesar 84,71% dan mengalami peningkatan yang signifikan pada tahap kedua menjadi 91,76% dengan kategori sangat valid. Peningkatan skor ini dipengaruhi oleh langkah-langkah perbaikan materi yang mencakup ketepatan penyajian konsep Fisika, perbaikan tata bahasa ilmiah, serta pengaturan instruksi pengugasan kelompok proyek agar lebih sistematis bagi siswa.

Sejalan dengan hasil pengujian materi, validitas perangkat oleh ahli media pada tahap pertama mencatatkan persentase skor sebesar 82,00% dan meningkat secara optimal pada tahap kedua hingga menyentuh angka 90,00% dengan kriteria sangat valid. Peningkatan kualitas visual ini diperoleh setelah peneliti melakukan perbaikan rancangan estetika, yang meliputi penataan tata letak halaman sampul, penyelarasan kombinasi warna latar, kecerahan resolusi gambar, serta pengaktifan seluruh fungsi menu navigasi interaktif. Berdasarkan akumulasi perolehan angka dari kedua bidang keahlian tersebut, e-modul berbasis proyek ini dinyatakan telah memenuhi standar kelayakan teoritis yang sangat baik untuk digunakan dalam aktivitas pembelajaran Fisika.

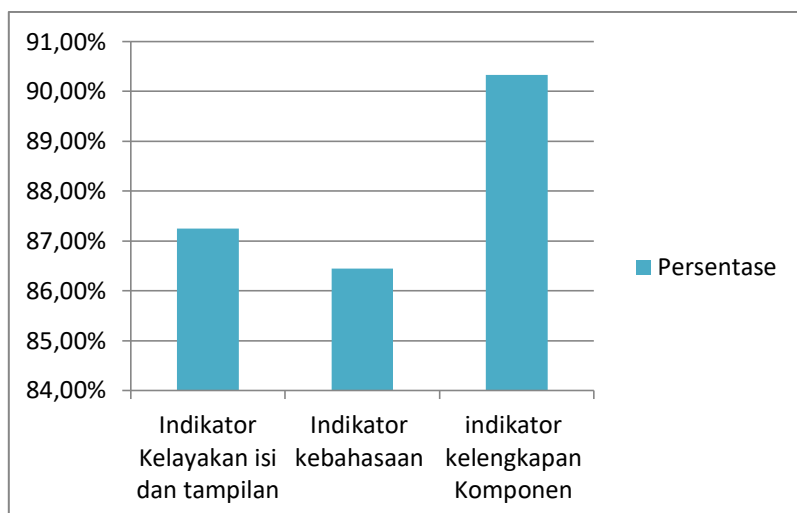


Gambar 1. Perbandingan Hasil Validasi Ahli Materi dan Ahli Media

Tingginya hasil validasi menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan baik dari segi materi maupun media sehingga dapat digunakan dalam proses pembelajaran fisika. Hasil ini sejalan dengan penelitian Fadhilah et al., (2023) dan (Kurnia et al., 2024) yang menyatakan bahwa bahan ajar digital yang dirancang sesuai kebutuhan siswa mampu meningkatkan kualitas pembelajaran dan membantu pemahaman konsep fisika.

Kepraktisan e-modul diperoleh melalui penilaian guru dan respons siswa setelah menggunakan produk dalam pembelajaran. Hasil penilaian guru menunjukkan persentase sebesar 93,33% dengan kategori sangat praktis. Hasil tersebut menunjukkan bahwa e-modul mudah digunakan dalam kegiatan pembelajaran, memiliki tampilan yang menarik, serta dapat membantu pendidik dalam menyampaikan materi fluida statis secara lebih efektif.

Selain itu, hasil respon siswa menunjukkan persentase sebesar 88,15% dengan kategori sangat praktis. Siswa memberikan respon positif terhadap penggunaan e-modul karena mudah diakses, menarik untuk dipelajari, dan membantu memahami materi secara mandiri. Adanya gambar, video pembelajaran, serta kegiatan proyek membuat proses belajar menjadi lebih aktif dan tidak monoton.

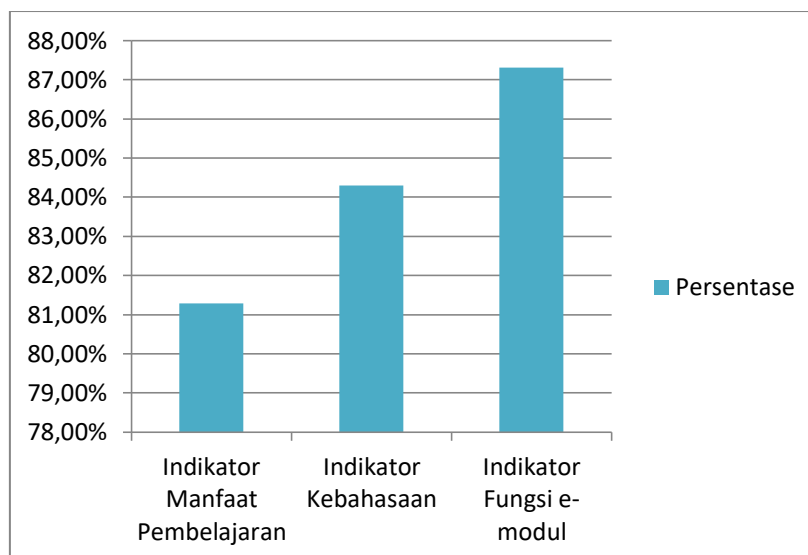


Gambar 2. Hasil dan respon siswa kefaektivitas e-modul

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Putri Septi Nofriand dkk. (2022) yang menyatakan bahwa bahan ajar digital yang dirancang secara interaktif dapat meningkatkan kemandirian belajar dan mempermudah siswa dalam memahami materi pembelajaran.

Keefektifan e-modul diperoleh berdasarkan hasil angket yang diberikan kepada siswa setelah mengikuti pembelajaran menggunakan e-modul berbasis PjBL. Hasil analisis menunjukkan bahwa e-modul memperoleh persentase keefektifan sebesar 84,00% dengan kategori sangat efektif. Hasil tersebut menunjukkan bahwa e-modul mampu mendukung proses pembelajaran dan membantu siswa memahami konsep fluida statistik dengan lebih baik.

Tingginya tingkat keefektifan tidak terlepas dari penerapan model *Project Based Learning* yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk terlibat secara aktif dalam kegiatan pembelajaran. Melalui kegiatan proyek, siswa dapat menghubungkan konsep-konsep fisika dengan fenomena yang dijumpai dalam kehidupan sehari-hari sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna.



Gambar 3. Hasil dan respon siswa kefaektivitas e-modul

Indikator Manfaat Pembelajaran memperoleh persentase sebesar 81,29% dengan kriteria sangat efektif. Capaian ini Merujuk pada persepsi positif siswa bahwa materi Fluida Statis yang disajikan di dalam e-modul sangat menarik untuk dipelajari, mampu menambah khazanah pengetahuan baru, serta memberikan pemahaman mengenai aplikasi fisis yang nyata dalam kehidupan sehari-hari.

Pada indikator Kebahasaan , perolehan skor mencapai 84,30% yang termasuk dalam kategori sangat efektif. Keterangan aspek kebahasaan ini menunjukkan bahwa teks dan kalimat yang digunakan di dalam e-modul memiliki tingkat keterbacaan yang sangat baik, menggunakan pilihan kata yang sederhana, serta menyajikan proses tahapan *Project-Based Learning* (PjBL) secara lugas sehingga mudah diikuti oleh siswa tanpa menimbulkan makna ganda.

Sementara itu, indikator Fungsi e-modul mencatatkan persentase tertinggi sebesar 87,31% dengan kriteria sangat efektif. Keterangan aspek fungsi ini mengonfirmasi keberhasilan perangkat dalam mempermudah proses pendistribusian bahan ajar digital, kemudahan pengoperasian tautan, serta efektivitas fitur pengerjaan kuis evaluasi interaktif yang membuat siswa merasa lebih tertantang dan terlibat aktif selama kegiatan pembelajaran berlangsung di kelas

Hasil penelitian ini sejalan dengan Susilo, (2021) yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis proyek mampu meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa selama proses pembelajaran. Selain itu, Winatha et al., (2018) juga menjelaskan bahwa penggunaan bahan ajar yang sesuai dengan kebutuhan siswa dapat memberikan pengaruh positif terhadap hasil belajar. Temuan ini diperkuat oleh hasil penelitian Fadhilah et al., (2023) dan Kurnia et al., (2024) yang menunjukkan bahwa pengembangan e-modul fisika berbasis *Project-Based Learning* (PjBL) terbukti menghasilkan produk bahan ajar digital yang valid secara teoritis serta sangat praktis saat diimplementasikan dalam pengerjaan proyek oleh siswa. Integrasi karakteristik media yang interaktif dengan langkah-langkah pembelajaran berbasis proyek terbukti efektif dalam mempermudah pemahaman konsep fisis yang kompleks sekaligus mengasah keterampilan kolaborasi kelompok di dalam kelas.

SIMPULAN

Penelitian pengembangan ini berhasil menghasilkan e-modul berbasis *Project-Based Learning* (PjBL) pada materi fluida statis yang sangat layak dan praktis untuk digunakan di SMA Negeri 6 Muaro Jambi. Dengan menggunakan model pengembangan 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*), penelitian ini dilaksanakan secara terbatas hingga tahap *develop* saja. Produk yang dikembangkan terbukti mendapatkan respon sangat positif dari para ahli materi dan media, serta menunjukkan tingkat kepraktisan yang tinggi dalam uji coba lapangan kepada siswa. Penggunaan e-modul ini tidak hanya memudahkan siswa dalam memahami konsep fluida statis yang kompleks melalui kegiatan proyek yang aplikatif dan kontekstual, tetapi juga efektif dalam meningkatkan kemandirian belajar serta mendukung keterampilan kolaborasi dan literasi digital siswa di era abad ke-21.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada SMAN 6 Muaro Jambi atas fasilitas serta dukungan yang diberikan selama proses pelaksanaan penelitian. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Bapak Dr. Tugiyono Aminoto, S.Si., M.Si.M.Ed. dan Suharli A.J., S.Pd., M.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta kontribusi pemikiran yang sangat berarti dalam penyempurnaan penelitian ini. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi masyarakat serta berkontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan.

DAFTAR PUSTAKA

- AJ, S., Furqon, M., Lestari, N., Dharma, B. E., & Shidow, H. (2025). Analisis Pemahaman Konsep Mahasiswa Pada Materi Gejala Kuantum Menggunakan Quantum Physics Conceptual Survey. *Diffraction: Journal for Physics Education and Applied Physics*, 7(1), 10–21. <https://doi.org/10.37058/diffraction.v7i1.15065>
- Aj, S., Furqon, M., Lestari, N., Winda, F. R., Rahmayani, F., & Z, R. P. (2025). Analisis Kebutuhan Mahasiswa terhadap Bahan Ajar sebagai Dasar Pengembangan E- Modul Fisika Kesehatan. *Jurnal Literasi Pendidikan Fisika (JLPF)*, 6(2), 175–185. <https://doi.org/https://doi.org/10.30872/jlpf.v6i2.5582>
- AJ, S., Furqon, M., Ulfah, F., & Siregar, D. R. (2024). Analisis Konsep Fisika pada Proses Pembuatan Batik Gambo Musi Banyuasin. *PENDIPA Journal of Science Education*, 8(3), 463–469. <https://doi.org/https://doi.org/10.33369/pendipa.8.3.463-469>
- Amalisholeha, N., Rokhmat, J., & Gunada, I. W. (2023). Analisis Kesulitan Belajar Siswa pada Pembelajaran Fisika di SMAN 1 Kediri *Analysis of Students ' Learning Difficulties in Learning Physics at SMAN 1 Kediri*. 4(2), 356–364.
- Ambar Sari, T. K. (2019). Pengembangan Media Pembelajaran Matematika Berbasis Adobe Flash di SD Negeri 4 Metro Barat. *Metodologi Penelitian Terapan*, 161.
- Azhari, G., Aminoto, T., & Aj, S. (2025a). Analisis Kebutuhan E-Modul Fisika Berbasis Kontekstual Pada Materi Suhu Dan Kalor Bagi Siswa Smp. 06. <https://doi.org/10.35719/vektor.v6i2.200>
- Azhari, G., Aminoto, T., & Aj, S. (2025b). Interactive Contextual-Based Physics E-Module on Temperature and Heat Material to Enhance Middle School Students ' Understanding. *Kuantum : Jurnal Pembelajaran Dan Sains Fisika*, 6(2), 249–256. <https://doi.org/https://doi.org/10.63976/kuantum.v6i2.1058> e-ISSN:
- Daun, N. S., & Haris, A. (2020). *Diagnosis Kesulitan Belajar Fisika Siswa di SMA Negeri 1 Bontomarannu*. 2.
- Fadhilah, J., Nasbey, H., & Sanjaya, L. A. (2023). E-Modul Fisika Berbasis Project Based

- Learning Pada Materi Fluida. *XI*, 167–174.
- Hamka, D., & Effendi, N. (2019). Pengembangan Media Pembelajaran Blended Learning Berbasis Edmodo Pada Mata Kuliah Fisika Dasar di Program Studi Pendidikan IPA. *Journal of Natural Science and Integration*, 2(1), 19. <https://doi.org/10.24014/jnsi.v2i1.7111>
- Hayati, P., & Fauziah, R. N. (2023). *Pengembangan E-Modul Eksperimen Fisika Berbasis Project Based Learning*. 05(03), 10728–10734.
- Irmawati, I., Baktiar, M., & Hutapea, B. (2023). Pemanfaatan E-Modul Bahan Ajar Berbasis Aplikasi Canva pada Prodi Pendidikan Matematika dalam Proses Pembelajaran Jarak Jauh. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Komputer*, 3(01), 145–152. <https://doi.org/10.47709/jpsk.v3i01.2738>
- Kurnia, I., Dewi, P., & Lubis, P. H. M. (2024). *Jurnal Pendidikan Fisika Development Of Project-Based Learning Physics E-Modules To Improve Analytical Skills*. 13, 24–33.
- Mahombar, A. (2024). *Konsep Materi Getaran Dan Gelombang Analysis Of Understanding Concepts And Obstacles Understanding The Concept Of Vibration And Wave*. 6(2). <https://doi.org/10.31605/phy.v6i2.3683>
- Meiliasari, S., & AJ, S. (2025). Identifikasi Keingintahuan Siswa Terhadap Konsep Fisika Melalui Pembelajaran Langsung dan Praktikum. *Jurnal Edu Research*, 6(4), 1519–1528. <https://doi.org/https://doi.org/10.47827/jer.v6i4.1702>
- Novianto, N. K., Masykuri, M., & Sukarmin, S. (2018). Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika Berbasis Proyek (Project Based Learning) Pada Materi Fluida Statis Untuk Meningkatkan Kreativitas Belajar Siswa Kelas X Sma/ Ma. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 7(1), 81. <https://doi.org/10.20961/inkuiri.v7i1.19792>
- Reni, S. A., Praherdiono, H., & Soepriyanto, Y. (2021). *Peningkatan Keterampilan Kolaborasi Desain Menggunakan Model Kooperatif Tipe STAD SECARA*. 4(3), 270–279. <https://doi.org/10.17977/um038v4i32021p270>
- Rozi, F. (2024). *Analisis Fenomena Peralihan Metode Pembelajaran Konvensional Menuju Pembelajaran Berbasis Digital*. November, 139–148.
- Sumardiana. (2021). *Pengaruh Model Pembelajaran Bebas Proyek Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa Pada Materi Fluida Statis*. 2(2), 175–180.
- Susilo, A. (2021). *Pengembangan E - Modul Akuntansi Kontekstual Berbasis Proyek Untuk Meningkatkan Kemampuan Aplikatif Siswa Generasi Z*. 33(1), 99–107. <https://doi.org/10.23917/varidika.v33i1.15308>
- Winatha, K. R., Suharsono, N., Agustini, K., Informatika, T., Ekonomi, F., Ganesha, U. P., & Ganesha, U. P. (2018). *Pengembangan E-Modul Interaktif Berbasis Proyek*. 15(2), 188–199.
- Yanti, R. Y., Aminoto, T., & Pujaningsih, F. B. (2017). *Pengembangan Modul Elektronik Menggunakan 3D PageFlip Professional Materi Atom Hidrogen Pada Mata Kuliah Fisika Kuantum*. 02(01).
- Yuliani, H., & Syar, N. I. (2022). *Silampari Jurnal Pendidikan Ilmu Fisika Analisis Kebutuhan E-Module Berbasis Project Based Learning Pada Materi Pokok Gelombang permasalahan tersebut yaitu penggunaan bahan ajar yang tepat , menarik dan mampu melatih*. 4(2), 75–86.