



Pengembangan E- modul *Flip* PDF Materi Persamaan Nilai dan Vektor Eigen, serta Nilai Harap

Hairul Nada*, Sri Purwaningsih, Febri Berthalita Pujaningsih
Universitas Jambi

* E-mail: khairunnada664@gmail.com

Abstract

The Flip PDF Professional-assisted e-module is a digital electronic module developed with the help of the Flip PDF application. This e-module can assist students in need of effective learning media. This research aims to develop an e-module according to the ADDIE model, test the feasibility of the e-module in terms of media and content, and evaluate students' assessments of the e-module. The research was conducted at a university in September for the 2024/2025 academic year. Data were obtained through content and media validation questionnaires and student response questionnaires. This research used a Research and Development (R&D) method, with the development model following ADDIE (Analyze, Design, Develop, Implement, and Evaluate). The sampling method used was Random Sampling, involving 62 Physics Education students from Jambi University. The results from content and media experts showed that the Quantum Physics e-module developed with the help of Flip PDF Professional is feasible for testing. The student response questionnaire showed good statistics. The content feasibility aspect received a score of 78.81%, language aspect 79.35%, usability aspect 78.96%, and graphical aspect 79.48%. Therefore, it can be concluded that the Quantum Physics e-module product falls within the "good" category across various aspects.

Keywords: E-Module, Flip PDF, Eigen Value, Expecting Value

Abstrak

E-modul berbantu Flip PDF Professional adalah modul elektronik yang dikembangkan dalam bentuk digital dengan bantuan aplikasi Flip PDF. E-modul ini dapat membantu siswa yang membutuhkan media pembelajaran yang efektif. Penelitian ini bertujuan mengembangkan e-modul sesuai model ADDIE, menguji kelayakan e-modul dari segi media dan materi, serta bagaimana penilaian mahasiswa terhadap e-modul. Penelitian ini dilakukan di Universitas pada bulan September tahun ajaran 2024/2025. Data diperoleh melalui angket validasi materi dan media serta angket respon mahasiswa. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode penelitian dan pengembangan atau Research and Development. Model pengembangan yang digunakan adalah ADDIE (Analyze, Design, Develop, Implement, and Evaluate). Metode pengambilan sampel adalah Random Sampling dengan 62 mahasiswa Pendidikan Fisika Universitas Jambi. Berdasarkan hasil ahli materi dan ahli media menunjukkan bahwa E-modul Fisika Kuantum yang dikembangkan dengan bantuan Flip PDF Professional layak untuk diuji coba. Hasil angket respon mahasiswa menunjukkan statistika yang baik. Aspek kelayakan isi memiliki persentase 78.81%, aspek kebahasaan 79.35%, aspek kemanfaatan 78.96%, dan aspek kegrafikan 79.48%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa produk e-modul Fisika Kuantum berada dalam kategori baik dari beberapa aspek.

Kata kunci: E-Modul, Flip PDF, Nilai Eigen, Nilai Harap

How to Cite: Nada, H., Purwaningsih, S., & Pujaningsih, F.B. (2024). Pengembangan E- modul Flip PDF Materi Persamaan Nilai dan Vektor Eigen, serta Nilai Harap. *Schrodinger Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Fisika*, 5(2), 113-121.

PENDAHULUAN

Peran pendidikan dalam pembangunan Indonesia sangat penting karena dinilai memiliki peluang untuk menghasilkan anak-anak bangsa yang dapat berpartisipasi dalam pembangunan nasional (Rahmawati et al., 2022). Selain itu, pendidikan merupakan upaya untuk menciptakan atmosfer pembelajaran dan proses belajar aktif dalam mengembangkan potensi siswa secara maksimal (Ikhwan et al., 2020). Saat ini pola pendidikan di Indonesia masih konvensional dengan metode ceramah, sementara siswa hanya mendengar dan mengingat materi yang disampaikan melalui ceramah tersebut (Pratiwi et al., 2019). Hal tersebut tidak sesuai dengan sistem pendidikan di zaman modern ini yang berfokus pada siswa dan guru bertindak sebagai fasilitator (Haryono & E., 2024). Pendidikan abad 21 berfokus pada siswa, sehingga siswa memiliki kemampuan berpikir yang didukung dengan literasi belajar (Mardhiyah et al., 2021).

Literasi pendidikan di era teknologi modern salah satunya adalah internet, karena internet sangat memberikan manfaat dalam keefisiensi dalam pembelajaran (Widianto, 2021). Sebelum internet berkembang pesat, buku merupakan literasi yang paling umum digunakan guru dan siswa di kelas. Siswa harus menelaah buku-buku lain untuk mengumpulkan informasi yang relevan, karena informasi seputar pembelajaran tidak dapat didukung pada satu buku saja (Pramesti, 2017). Pemaparan diatas memberikan gambaran umum tentang kondisi literasi pendidikan saat ini, banyak penelitian yang mengembangkan media pembelajaran baru dan mengintegrasikannya dengan teknologi digital sebagai literasi siswa. Mengacu pada hal tersebut, penelitian pengembangan ini akan berfokus pada pengembangan bahan ajar yang terintegrasi digital.

Produk pengembangan berupa bahan ajar dalam penelitian ini membahas seputar kendala mahasiswa dalam mempelajari fisika kuantum. Mekanika kuantum adalah pembelajaran yang sulit secara sistematis untuk dipahami karena konsep matematika dan bersifat abstrak dan kompleks (Özcan, 2016). Dalam pembelajaran fisika kuantum, mahasiswa mengalami kesulitan mempelajari pendahuluan fisika kuantum seperti materi dasar berupa fungsi gelombang kuantum (McKagan et al., 2010). Untuk mengetahui data analisis masalah awal mahasiswa, maka dilakukan penyebaran angket. Angket tersebut disebarakan kepada mahasiswa Universitas Jambi dengan jumlah 47 mahasiswa dan telah mempelajari materi nilai eigen, vektor eigen, dan nilai harap. Berdasarkan analisis data dari angket yang disebarakan tersebut, sebagian mahasiswa menghadapi kesulitan dalam pemahaman materi Fisika Kuantum, kemudian terdapat kebutuhan yang signifikan untuk sumber belajar tambahan dan penggunaan bahan ajar sebagai literasi yang baru.

Bahan ajar merupakan satu dari beberapa solusi yang dapat meningkatkan kualitas dalam pembelajaran (Solihudin, 2018). Secara umum bahan ajar dikembangkan oleh tenaga pengajar, contohnya adalah dosen dalam ranah Universitas (Arsanti, 2018). Sumber belajar merupakan bahan atau materi mata pelajaran yang disusun berdasarkan prinsip-prinsip pembelajaran yang digunakan guru dan siswa dalam sistematika proses pembelajaran (Syaifullah & Izzah, 2019). Bahan ajar merupakan referensi penting bagi tenaga pengajar dalam melaksanakan kegiatan pembelajaran di kelas (Aisyah et al., 2020).

Hasil observasi awal menunjukkan bahwa siswa cenderung memiliki kebutuhan terhadap bahan ajar yang lebih lengkap dan menarik untuk dipakai di kelas. Penelitian ini fokus pada pengembangan bahan ajar berupa e-modul dilengkapi dengan *software Flip PDF Professional*. Pengembangan ini diharapkan mampu menjadi solusi dalam mengatasi permasalahan di atas. Dengan adanya *software Flip PDF Professional*, maka berbagai materi tentang fisika kuantum dapat diintegrasikan dalam satu kesatuan.

Penelitian yang serupa juga diteliti Wulandari (2021) yang melakukan penelitian tentang pengembang bahan ajar dengan tema pengembangan e-modul berdasarkan Contextual Teaching and Learning menggunakan aplikasi *Flip Builder*. Penelitian Khoiriyah (2022) yang telah melakukan penelitian tentang pengembangan modul digital memakai *Flip PDF Corporate*

Edition pada subjek pembelajaran Matematika. Kemudian dalam penelitian Putri Novelia & Fahdiran (2020) yang mengembangkan *e-modul* fisika dengan pendekatan *Science, Technology, Engineering, Mathematic* (STEM) berbasis *Problem Based Learning* (PBL) pada materi medan magnet.

Tujuan penelitian pengembangan ini adalah mengembangkan bahan ajar e-modul menggunakan *Flip PDF Professional* mencakup materi persamaan nilai eigen, vektor eigen, dan nilai harap, kemudian untuk mengetahui kelayakan produk tersebut ketika digunakan dalam pembelajaran di kelas. Sedangkan pokok permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana langkah-langkah pengembangan e-modul fisika kuantum berbantu *Flip PDF Professional* pada materi nilai harap kuantum dan bagaimana kelayakan e-modul fisika kuantum berbantu Flip PDF Professional terhadap mahasiswa pada materi nilai harap kuantum.

METODE PENELITIAN

Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ADDIE untuk menghasilkan produk pengembangan berupa e-modul Fisika Kuantum berbantu Flip PDF Professional pada materi persamaan nilai eigen, eigen vektor, dan nilai harap. Tahapan yang digunakan pada penelitian ini adalah tahap analisis, desain, dan pengembangan saja (*Analyze, Design, Develop*).

1. Tahap Analisis

Langkah pertama yang dilakukan adalah analisis awal, dengan tujuan utama untuk mengetahui kebutuhan dan masalah awal dalam melanjutkan penelitian pengembangan. Analisis awal berupa observasi awal dengan menyebarkan angket kebutuhan kepada mahasiswa Pendidikan Fisika Angkatan 2021 Universitas Jambi. Hasil observasi awal menunjukkan indikator bahwa mahasiswa masih kesulitan belajar Fisika Kuantum sehingga diperlukan sumber belajar tambahan atau disebut sebagai bahan ajar. Selain observasi awal, diperlukan juga kajian referensi, tujuan dari kajian literatur adalah untuk mendapatkan informasi-informasi yang berasal dari hasil observasi awal pada proses analisis awal.

2 Tahap Perancangan

Produk selanjutnya akan dirancang dengan menggunakan konsep yang paling dasar berdasarkan storyboard yang telah disusun sebelumnya. Dalam pembuatan *Prototype*, peneliti mengacu kepada storyboard yang telah dikembangkan pada awal penelitian.

3. Tahap Pengembangan

Pada tahap pengembangan berarti melibatkan serta mengidentifikasi variabel yang relevan, merumuskan pertanyaan atau item, dan mengatur struktur instrumen atau metode. Tahap pengembangan cenderung berkaitan dengan validasi. Validasi adalah proses yang digunakan untuk mengukur sejauh mana instrumen atau metode tersebut mengukur apa yang seharusnya diukur. Terdapat beberapa tahapan penting dalam pengembangan, yaitu : (1) validasi ahli materi dan ahli media, (2) uji coba terbatas atau uji pengembangan. Adapun tujuan dari tahap pengembangan adalah agar rancangan e-modul pembelajaran yang dibuat valid ketika digunakan dalam pembelajaran.

1. Validasi Ahli

Validasi ahli menurut bertujuan untuk memperoleh multimedia yang valid (sah) berdasarkan pengujian validitas oleh ahli, dan akan memperoleh saran maupun kritik untuk evaluasi e-modul tersebut. Dalam validasi ahli terdapat 2 jenis, yaitu validasi ahli materi dan ahli media. Validasi oleh ahli materi artinya ahli materi akan memberikan kritik dan saran mengenai isi materi pembelajaran fisika kuantum yang tercantum pada e-modul tersebut. Sementara untuk validasi media, artinya uji validasi dilakukan sepenuhnya oleh ahli media yang bersangkutan. Validasi media didasarkan pada aspek kuesioner ahli media yang dibuat oleh peneliti.

2. Revisi

Setelah e-modul melewati tahap uji validitas, maka peneliti umumnya mendapatkan beberapa rangkap kelemahan atau kekurangan dari produk e-modul tersebut. Selanjutnya untuk meminimalisir kelemahan maupun kekurangan e-modul tersebut, maka dilakukan tahap revisi. Revisi bertujuan untuk memberikan masukan atau saran agar produk yang direvisi semakin berkembang dan layak sebagai sumber belajar dalam kegiatan pembelajaran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

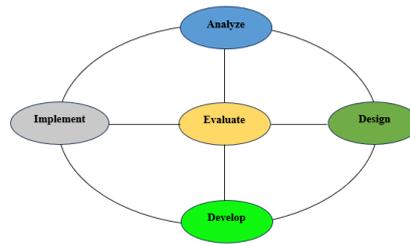
Penelitian dilaksanakan di Universitas Jambi dengan sampel mahasiswa Pendidikan Fisika angkatan 2022 pada bulan september. Penelitian dilakukan dengan menetapkan metode penelitian dan pengembangan atau *Research and Development*. Menurut Pertiwi & Risnita (2023), penelitian pengembangan pendidikan adalah jenis penelitian dengan tujuan untuk mengembangkan dan validasi suatu produk. Penelitian pengembangan juga dapat didefinisikan sebagai penelitian yang dilakukan dengan melakukan revisi dan penyempurnaan terhadap suatu masalah. Berdasarkan pendapat tersebut, maka hasil dari metode penelitian *R and D* adalah suatu produk dan solusi dari permasalahan yang dibahas. Pada penelitian ini, produk yang dihasilkan adalah e-modul fisika kuantum dengan bantuan *flip PDF Professional* pada materi eigen nilai, eigen vektor, dan nilai harap.

Setelah dilakukan pengenalan aplikasi Flip PDF Professional, maka selanjutnya mahasiswa diberikan HTML E-modul Fisika Kuantum. Mahasiswa sudah dapat melakukan pembelajaran dengan e-modul tersebut. Mahasiswa diminta untuk membaca e-modul fisika kuantum yang telah disediakan, materi dalam setiap bab sangat mudah dipahami serta contoh soal yang relevan. Dalam e-modul tersebut, terdapat barcode yang mengarahkan mahasiswa untuk mengakses video pembelajaran tambahan, sehingga mereka dapat menonton penjelasan lebih mendalam terkait topik yang dipelajari. Dengan menggabungkan bacaan dan video, mahasiswa diharapkan dapat lebih memahami konsep-konsep dasar fisika kuantum secara menyeluruh.

Setelah mempelajari materi per bab dan memahami contoh soal yang diberikan, mahasiswa kemudian diarahkan untuk mencoba mengerjakan kuis dan uji kompetensi. Kegiatan ini bertujuan sebagai sarana pengujian pemahaman mahasiswa terhadap materi yang telah dipelajari. Melalui kuis dan uji kompetensi, mahasiswa dapat menilai sejauh mana mereka telah menguasai konsep fisika kuantum dan menemukan area yang perlu diperbaiki atau dipelajari lebih lanjut.

Setelah itu, mahasiswa diminta untuk mengisi angket respon dalam bentuk Google Formulir sebagai media untuk memberikan tanggapan dan saran terhadap e-modul fisika kuantum. Angket ini mencakup beberapa aspek, seperti kejelasan materi, kemudahan akses, efektivitas video pembelajaran, serta kesesuaian soal dan uji kompetensi. Melalui angket ini, mahasiswa dapat menilai berbagai komponen e-modul dan memberikan masukan yang bermanfaat.

Data hasil pengisian angket tersebut akan dikumpulkan dan dianalisis sebagai bagian dari penelitian untuk mengevaluasi bagaimana respon mahasiswa terhadap e-modul sebagai produk penelitian pengembangan. Informasi dari tanggapan mahasiswa ini akan menjadi dasar penting untuk menilai kualitas e-modul dan potensi pengembangannya di masa mendatang, sehingga dapat lebih sesuai dengan kebutuhan pembelajaran.



Gambar 1. Tahap-tahap model pengembangan ADDIE
Sumber : (Branch, 2009)

Penelitian dimulai pada tahap analisis, pada tahap ini peneliti melakukan observasi awal untuk mengetahui masalah pokok dalam merancang produk pengembangan. Analisis awal dilakukan dengan menyebarkan angket kebutuhan mahasiswa dalam bentuk *Google Form* kepada 47 mahasiswa pendidikan Fisika, hasilnya adalah sebagian mahasiswa menghadapi kesulitan dalam pemahaman materi Fisika Kuantum, kemudian terdapat kebutuhan yang signifikan untuk sumber belajar tambahan dan penggunaan media pembelajaran, seperti E-Modul, dan mahasiswa tertarik untuk mencoba metode pembelajaran baru menunjukkan potensi adopsi inovasi dalam proses pembelajaran.

Selanjutnya adalah tahap desain, pada tahap ini produk pengembangan dikembangkan berdasarkan story board. Story board adalah sketsa awal dari suatu produk penelitian pengembangan. Story board dirancang berdasarkan kerangka dasar e-modul, sehingga isi dari story board berupa mapping konten e-modul. Tujuan tahap desain ini adalah untuk mencapai produk pengembangan yang akan digunakan pada proses validasi ahli materi dan ahli media.

Pada tahap pengembangan dilakukan proses validasi ahli media dan ahli materi. Masing-masing validasi dilakukan sebanyak 2 tahap, yaitu validasi awal dan validasi akhir. Validasi awal memiliki banyak saran dan komentar dari validator, berdasarkan hal itu maka dilakukan proses revisi untuk memperbaiki kesalahan-kesalahan yang terjadi, produk kemudian akan dilakukan validasi akhir. Berdasarkan validasi akhir maka didapatkan hasil bahwa validasi materi yang terdiri dari 3 aspek meliputi aspek materi, aspek pembelajaran, aspek kebahasaan. Masing-masing aspek tersebut berada pada kategori sangat baik dan layak dengan persentase 100%. Hasil validasi akhir media terdiri dari 4 aspek meliputi tampilan desain layar, pembelajaran, kebahasaan, dan kegrafikan. Persentase statistik menunjukkan nilai 75%, 66.6%, 80%, dan 64%, sehingga berada pada kategori baik.

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian pengembangan ini adalah secara campuran antara kuantitatif dan kualitatif. Data kualitatif diperoleh melalui proses validasi ahli media dan validasi materi. Sedangkan data kuantitatif diperoleh dari hasil analisis statistika angket hasil respon mahasiswa sebanyak 62 mahasiswa terhadap produk pengembangan. Pengolahan data kuantitatif tersebut berdasarkan rumus skala likert, berikut adalah rumus yang digunakan.

Rumus yang digunakan untuk pengujian skala likert adalah sebagai berikut :

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

Keterangan :

- P = Presentase skor (dibulatkan)
- $\sum R$ = Jumlah keseluruhan skor jawaban yang diberikan tiap responden

N = Jumlah keseluruhan skor ideal dalam satu item

Tabel 1. Skor penilaian jawaban per item

Keterangan	Skor
Sangat baik	5
Baik	4
Cukup baik	3
Tidak baik	2
Sangat tidak baik	1

Sumber: Delita, 2023

Berdasarkan Tabel 1. penilain per item pernyataan yang ada dalam angket respon siswa adalah 1 sampai 5. Nilai tersebut menunjukkan respon yang mengarah dari respon sangat negatif hingga respon sangat positif

Setelah hasil presentase layak atau tidak (P (%)) ditentukan dari setiap validator. Maka hasil olah data tersebut dicocokkan dengan kriteria validasi yang digunakan dalam validitas materi dan media seperti ditunjukkan Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria penilaian hasil angket

No	Tingkat pencapaian (%)	Kualifikasi
1	81-100%	Sangat baik
2	61-80%	Baik
3	41-60%	Cukup baik
4	21-40%	Kurang baik

Sumber : Budiarti, 2017

Berdasarkan data tabel 2 dapat disimpulkan bahwa E-modul Fisika Kuantum berbantu *Flip PDF Professional* dinyatakan baik dan layak untuk jika hasil persentase statistik berada pada 61-80%.

Mahasiswa mengisi angket respon dengan skala penilaian dari 1 hingga 5, angka 1 menunjukkan bahwa penilaian dalam kategori sangat tidak baik, angka 2 menunjukkan bahwa penilaian dalam kategori tidak baik, angka 3 menunjukkan bahwa penilaian dalam kategori cukup baik, angka 4 mengindikasikan bahwa penilaian dalam kategori baik, angka 5 menunjukkan bahwa penilaian dalam kategori sangat baik. Terdapat 20 butir pernyataan yang harus diisi mahasiswa, setiap item pernyataan memiliki nilai maksimal dalam skala 5. Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan angket respon mahasiswa data penelitian seperti ditunjukkan Tabel 3.

Tabel 3. Data angket respon mahasiswa

No	Aspek	Persentase
1	Kelayakan	78.81%
2	Kebahasaan	79.35%
3	Kemanfaatan	78.96%
4	Kegrafikan	79.48%

Berdasarkan Tabel 3. aspek kelayakan memiliki nilai persentase sebesar 78.81%, nilai tersebut menunjukkan bahwa aspek kelayakan berada pada kategori baik. Aspek kelayakan terdiri dari 6 pernyataan. P1 adalah membahas materi Persamaan Nilai Eigen, Vektor Eigen, dan Nilai Harap memiliki korelasi dengan tujuan pembelajaran, P2 membahas materi Persamaan Nilai Eigen, Vektor Eigen, dan Nilai Harap dalam e-modul ditampilkan secara runtut, P3 membahas sintaks pembelajaran dalam e-modul mempermudah pembaca, P4 membahas quiz yang disajikan memiliki korelasi dengan materi yang dipelajari pada setiap

kegiatan pembelajaran, P5 membahas informasi materi pembelajaran yang disajikan sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan terkini, P6 membahas ketersediaan video pembelajaran sesuai dengan materi yang dipelajari.

Aspek kebahasaan memiliki persentase sebesar 79.35%, sehingga berada pada kategori baik. Aspek kebahasaan ini terdiri dari 4 pernyataan. P7 tulisan pada e-modul dapat dibaca dengan jelas, P8 membahas penggunaan bahasa dalam e-modul sesuai standar E.Y.D, P9 membahas materi Persamaan Nilai Eigen, Vektor Eigen, dan Nilai Harap yang disajikan memiliki kalimat yang mudah dipahami, P10 membahas kalimat dalam konten tidak menimbulkan penafsiran ganda.

Aspek kemanfaatan memiliki persentase sebesar 78.96%, artinya aspek ini berada pada kategori baik. P11 membahas E-modul pembelajaran mudah digunakan/dioperasikan, P12 peningkatan tingkat ketertarikan menggunakan e-modul, P13 membahas belajar di kelas menjadi lebih mudah dengan adanya e-modul, P14 membahas e-modul berperan sebagai media belajar mandiri, P15 membahas tentang e-modul dapat membuat pembelajaran berlangsung dengan kondusif.

Aspek kegrafikan memiliki persentase 79.48%, sehingga berada pada kategori baik. P16 membahas bagaimana ukuran font yang cocok sehingga memudahkan pembaca, P17 membahas jenis font mudah dibaca, P18 membahas penggunaan ilustrasi visual berupa gambar dan video sesuai dengan materi, P19 membahas penempatan tata letak halaman (*Lay Out*), P20 membahas desain tampilan e-modul disajikan dengan baik.

E-modul Fisika Kuantum yang dikembangkan dengan bantuan Flip PDF Professional memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan. Kelebihan utamanya adalah tampilan yang interaktif dan menarik. Flip PDF Professional memungkinkan e-modul menampilkan efek visual seperti flipbook, sehingga pembaca dapat menikmati pengalaman membaca yang lebih dinamis. Selain itu, modul ini dapat diakses dengan mudah melalui berbagai perangkat digital, serta mendukung integrasi multimedia seperti video, audio, dan animasi, yang membantu dalam menjelaskan konsep-konsep fisika kuantum yang kompleks secara lebih jelas.

Kelebihan lainnya adalah fleksibilitas dalam penggunaan. E-modul ini bisa diakses melalui berbagai perangkat, seperti PC, tablet, maupun smartphone, sehingga memudahkan siswa belajar dengan waktu dan tempat yang fleksibel. Modul ini juga dapat dikustomisasi dengan berbagai fitur, seperti tautan internal dan eksternal, quiz interaktif, serta navigasi yang mudah, yang semuanya dirancang untuk meningkatkan keterlibatan dan pemahaman siswa.

Namun, terdapat juga beberapa kekurangan. Penggunaan Flip PDF Professional membutuhkan keterampilan teknis dalam mengoperasikan perangkat lunak tersebut, yang mungkin menjadi tantangan bagi sebagian guru atau pembuat konten yang kurang familiar dengan teknologi ini. Selain itu, ukuran file modul bisa menjadi besar karena adanya elemen multimedia, yang dapat menyulitkan pengguna dengan koneksi internet lambat atau keterbatasan ruang penyimpanan. Kemudian penggunaan fitur-fitur interaktif dalam modul ini mungkin memerlukan perangkat dengan spesifikasi yang lebih tinggi untuk memastikan pengalaman yang lancar, yang bisa menjadi kendala bagi sebagian pengguna.

Selain tantangan teknis dan aksesibilitas, kendala biaya juga menjadi salah satu kekurangan utama dalam penggunaan Flip PDF Professional untuk pengembangan e-modul Fisika Kuantum. Aplikasi ini tergolong mahal, terutama bagi pelajar dan institusi pendidikan yang memiliki anggaran terbatas. Biaya lisensi Flip PDF Professional cukup tinggi, sehingga bisa menjadi beban tambahan, khususnya bagi siswa yang masih sekolah atau guru yang harus mengeluarkan biaya pribadi untuk mengembangkan materi pembelajaran interaktif.

Bagi sekolah-sekolah dengan dana terbatas atau siswa dari keluarga kurang mampu, pembelian software ini mungkin sulit dijangkau. Hal ini bisa menghambat adopsi teknologi canggih dalam proses pembelajaran. Selain itu, jika digunakan secara individu, siswa mungkin harus bergantung pada versi gratis atau demo yang memiliki keterbatasan fitur, sehingga tidak bisa mendapatkan pengalaman penuh dari e-modul yang interaktif.

Berikut beberapa penelitian relevan yang terkait dengan pengembangan e-modul berbantu *Flip PDF Professional*, yaitu dalam penelitian Fatmawati (2024) menjelaskan bahwa media ajar yang berbasis *Flip PDF Professional* mampu meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi karena siswa dipicu peran aktifnya melalui fitur interaktif dalam bahan ajar seperti teks, video, audio, dan gambar, sehingga dapat disimpulkan bahwa pengembangan bahan ajar dengan bantuan *Flip PDF Professional* berpengaruh pada pembelajaran kelas. Kemudian dalam penelitian Febrianti (2021) menjelaskan bahwa e-book berbantu *Flip PDF Professional* mampu meningkatkan kemampuan literasi, sehingga siswa cenderung mampu untuk menguasai proses pembelajaran secara mandiri di dalam kelas. Kemudian dalam penelitian Nisa (2020) menjelaskan bahwa kelebihan lain *Flip PDF Professional* terintegrasi bahan ajar siswa adalah mampu mengiringi pembelajaran dengan mengutamakan literasi melalui multimedia atau fitur yang tersedia.

PENUTUP

Adapun kesimpulan berdasarkan data penelitian yang dianalisis yaitu penelitian ini bertujuan mengembangkan e-modul sesuai model ADDIE. Tahapan model pengembangan ADDIE yang digunakan adalah analisis (Analyze), desain (Design), dan pengembangan (Develop). Tahap analisis dilakukan kajian observasi awal, pada tahap desain pokok utama adalah mengembangkan story board, dan pada tahap pengembangan dilakukan validasi ahli materi dan ahli media. Berdasarkan hasil validasi ahli materi dan media, 3 aspek meliputi aspek materi, aspek pembelajaran, aspek kebahasaan berada pada kategori sangat baik atau layak untuk diuji coba dengan persentase masing-masing 100%. Sedangkan pada validasi media terdiri dari 4 aspek meliputi tampilan desain layar, pembelajaran, kebahasaan, dan kegrafikan. Persentase statistik menunjukkan nilai 75%, 66.6%, 80%, dan 64%, sehingga berada pada kategori baik. Berdasarkan semua kesimpulan data yang diperoleh, E-modul Fisika Kuantum yang dikembangkan dengan bantuan *Flip PDF Professional* layak untuk diuji coba, selain itu data angket respon mahasiswa menunjukkan statistika yang baik. Aspek kelayakan isi memiliki persentase 78,81%, aspek kebahasaan 79,35%, aspek kemanfaatan 78,96%, dan aspek kegrafikan 79.48. Sehingga dapat disimpulkan bahwa produk e-modul Fisika Kuantum berada dalam kategori baik dari beberapa aspek.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diucapkan kepada dosen pembimbing, mahasiswa Pendidikan Fisika Universitas Jambi angkatan 2022, dan kepada teman yang ikut serta membantu dalam penulisan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, S., Noviyanti, E., & Triyanto. (2020). Bahan Ajar Sebagai Bagian Dalam Kajian Problematika Pembelajaran Bahasa Indonesia. *Jurnal Salaka*, 2, 62–65.
- Arsanti, M. (2018). Pengembangan Bahan Ajar Mata Kuliah Penulisan Kreatif Bermuatan Nilai-Nilai Pendidikan Karakter Religius Bagi Mahasiswa Prodi PBSI, FKIP, Unissula. *Jurnal Kredo*, 1.
- Fatmawati, V., Adiasuty, N., & Nurhayati, N. (2024). Pengembangan E-Modul Berbasis Keseimbangan Otak Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa pada Materi Barisan dan Deret Geometri. *Journal of Math Tadris (jMt)*, 4(1), 17-31.

- Febrianti, F. A. (2021). Pengembangan Digital Book Berbasis Flip PDF Professional untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Siswa. *Caruban: Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan Dasar*, 4(2), 102-115.
- Haryono, H., & E., M. (2024). Lokakarya Perencanaan Pembelajaran 1: Program Sekolah Penggerak Angkatan 3 Kabupaten Lamongan. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bangsa*, 2(2), 431-438.
- Ikhwan, A., Farid, M., Rohmad, A., & Syam, A. R. (2020). Revitalization of Islamic Education Teachers in the Development of Student Personality. *Atlantis Press: Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 436, 162-165.
- Khoiriyah, S., Istiani, A., Cahyadi, R., & Kayyis, R. (2022). Pengembangan Modul Digital Matematika dengan Menggunakan Flip PDF Corporate Edition. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 3(2), 109-120.
- Mardhiyah, R. H., Aldriani, S. N. F., Chitta, F., & Zulfikar, M. R. (2021). Pentingnya Keterampilan Belajar Di Abad 21 Sebagai Tuntutan Dalam Pengembangan Sumber Daya Manusia. *Jurnal Pendidikan*, 12(1), 29-40.
- McKagan, S. B., Perkins, K. K., & Wieman, C. E. (2010). Design and Validation of The Quantum Mechanics Conceptual Survey. *Journal Physics Education Research*, 6(2). <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.6.020121>
- Nisa, H. A. (2020). *Pengembangan E-modul dengan Flip PDF Professional Berbasis Gamifikasi pada Materi Himpunan* (Doctoral dissertation, UIN Raden Intan Lampung).
- Özcan, Ö. (2016). Investigating Students' Conceptual Difficulties On Commutation Relations And Expectation Value Problems In Quantum Mechanics. *SHS Web Of Conferences*, 26. <https://doi.org/10.1051/201>
- Pertiwi, G. R., & Risnita. (2023). Jenis-jenis Penelitian Ilmiah Kependidikan. *Jurnal Pendidikan, Sosial, Dan Humaniora*, 1.
- Pramesti, S. L. D. (2017). Analisis Materi Dan Penyajian Buku Teks Matematika Sebagai Sumber Belajar Matematika. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 5(1), 25-32.
- Pratiwi, S. N., Cari, C., & Aminah, N. S. (2019). Pembelajaran IPA Abad 21 Dengan Literasi Sains Siswa. *Jurnal Materi Dan Pembelajaran Fisika*, 9(1), 34-42.
- Putri Novelia, F., & Fahdiran, R. (2020). Pengembangan E-Modul Fisika dengan Pendekatan Science, Technology, Engineering, Mathematic (STEM) Berbasis Project Based Learning (PJBL) pada Materi Medan Magnet. *Prosiding Seminar Nasional Fisika 2022*, 10. <https://doi.org/10.21009/03.SNF2022>
- Rahmawati, Y., Febriyana, M. M., Bhakti, Y. B., Astuti, I. A. D., & Suendarti, M. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Berbasis Game Edukasi : Analisis Bibliometrik Menggunakan Software. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 13(2), 257-266.
- Solihudin, T. J. (2018). Pengembangan E-Modul Berbasis Web Untuk Meningkatkan Pencapaian Kompetensi Pengetahuan Fisika Pada Materi Listrik Statis Dan Dinamis SMA. *Jurnal Wahana Pendidikan Fisika*, 3(2), 51-61.
- Syaifullah, M., & Izzah, N. (2019). Kajian Teoritis Pengembangan Bahan Ajar Bahasa Arab. *Jurnal Bahasa Arab*, 3(1).
- Widianto, E. (2021). Pemanfaatan media pembelajaran berbasis teknologi informasi. *Journal of Education and Teaching*, 2(2), 213-224.
- Wulandari, S., Octaria, D., & Mulbasari, A. S. (2021). Pengembangan E-Modul Berbantuan Aplikasi Flip Pdf Builder Berbasis Contextual Teaching and Learning. *Jurnal Nasional Pendidikan Matematika*, 5(2), 389-402.