

Pengembangan E-Modul pada Materi Diferensial Parsial Mata Kuliah Fisika Matematika I Menggunakan Aplikasi Flip Pdf Professional

Riska Fitriani¹, Anisa Fitria², Viola Amelia Syafitri³

^{1,2,3} Program Studi S2 Pendidikan IPA, Pascasarjana Universitas Jambi,
Jl. Raden Mattaher, 21, Jambi

Email : riskafitriani04.rf@gmail.com

Abstract: *This research aims to determine the results of student development and perceptions of e-modules in partial differential material in the Mathematical Physics I course using the Flip PDF Professional application. This type of research is research and development with a 4D model. The instruments used were validation questionnaires for material experts and media experts, as well as student perception questionnaires. The mathematical physics I e-module on partial differential material developed has an .exe format which can be operated on a PC/laptop and an HTML format which can be operated on a smartphone. The validation results by material expert validators obtained an average score of 3.33 (very good) and an average score for media experts of 3.50 (very good). Furthermore, the student perception score regarding the mathematical physics e-module I in the field trial was 3.6 (very good). Therefore, the e-module that has been developed is categorized as very good for use and can be disseminated widely. The main advantages of the e-module being developed are that there are videos that can be accessed offline, quizzes and competency tests that provide feedback on the answers given, and features that are easy to operate.*

Keywords: *e-module, mathematical physics, partial differential, flip pdf professional.*

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil pengembangan dan persepsi mahasiswa terhadap e-modul pada materi diferensial parsial mata kuliah fisika matematika I menggunakan aplikasi Flip PDF Professional. Jenis penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan dengan model 4D. Instrumen yang digunakan berupa angket validasi ahli materi dan ahli media, serta angket persepsi mahasiswa. E-modul fisika matematika I pada materi diferensial parsial yang dikembangkan memiliki format .exe yang dapat dioperasikan pada PC/laptop dan format HTML yang dioperasikan pada smartphone. Hasil validasi oleh validator ahli materi memperoleh rata-rata skor sebesar 3,33 (sangat baik) dan rata-rata skor ahli media sebesar 3,50 (sangat baik). Selanjutnya skor hasil persepsi mahasiswa terhadap e-modul fisika matematika I pada uji coba lapangan sebesar 3,6 (sangat baik). Oleh karena itu, e-modul yang telah dikembangkan berkategori sangat baik untuk digunakan dan dapat disebarluaskan. Keunggulan utama pada e-modul yang dikembangkan yaitu terdapat video yang dapat diakses secara offline, quiz dan uji kompetensi yang memberikan umpan balik terhadap jawaban yang diberikan, dan fitur-fitur yang mudah dioperasikan.

Kata kunci: e-modul, fisika matematika, diferensia parsial, flip pdf professional.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang semakin pesat memiliki dampak pada dunia pendidikan di Indonesia. Menurut Budiman (2017:32) dan Prasetyawan (2017:26), penggunaan teknologi dalam dunia pendidikan tidak dapat dihindari lagi, terutama dalam upaya meningkatkan proses pembelajaran. Banyaknya upaya pembaharuan atau inovasi dalam proses belajar mengajar dengan memanfaatkan teknologi juga telah diperhatikan (Saregar, 2016:55; Alwi, 2017:151). Untuk meningkatkan kualitas pembelajaran, Solihudin (2018:52) dan Syahrial (2019:167) menyarankan agar terus dilakukan upaya, salah satunya dengan mengembangkan media pembelajaran berupa bahan ajar dalam bentuk elektronik, yang sering disebut sebagai e-modul.

E-modul, seperti yang dijelaskan oleh Sari, Jufrida & Pathoni (2017:2); Oktaviara & Pahlevi (2019:61); Sari, Jufrida & Pathoni (2017:2); serta Oktaviara & Pahlevi (2019:61), adalah sebuah materi pembelajaran yang disajikan dalam format elektronik dengan audio dan video untuk mencapai tujuan pembelajaran. E-modul dirancang untuk mengikuti perkembangan teknologi dan kebiasaan belajar mahasiswa, di mana akses melalui smartphone semakin dominan (Simamora, Sudarma &

Prabawa, 2018:53). Keunggulan e-modul dibandingkan dengan modul cetak, seperti yang diungkapkan oleh Diantari dkk., (2018:42), adalah sifat interaktifnya yang memungkinkan navigasi yang mudah, mencakup gambar, audio, dan video, serta menyertakan latihan soal dengan umpan balik otomatis. Untuk meningkatkan tampilan e-modul agar lebih menarik, salah satu aplikasi yang dapat digunakan adalah Flip PDF Professional.

Flip PDF Professional adalah sebuah aplikasi yang digunakan untuk mengubah halaman-halaman dalam format PDF menjadi buku digital sebagai bahan ajar elektronik (Batu-bara dkk., 2021:3). Keunggulan utama dari Flip PDF Professional sebagai aplikasi pendukung dalam pembuatan bahan ajar elektronik adalah kemudahannya, bahkan bagi pemula yang tidak memiliki pengetahuan dalam bahasa pemrograman seperti HTML. Selain itu, Flip PDF Professional memiliki sifat interaktif dan menyediakan berbagai fitur menarik seperti gambar, audio, video, dan lain sebagainya, sebagaimana yang disebutkan oleh Seruni dkk., (2019:50) dan Hoirah (2020:294). Penggunaan Flip PDF Professional dalam pembuatan bahan ajar elektronik juga memiliki manfaat dalam meningkatkan keterlibatan pembelajar, sehingga pembelajaran menjadi lebih menarik dan tidak membosankan, seperti yang diungkapkan oleh Haryadi & Roosian (2020:139). Salah satu contoh mata kuliah yang dapat mendapatkan manfaat dari penggunaan bahan ajar yang menarik dan interaktif adalah fisika matematika.

Fisika Matematika adalah mata kuliah yang fokus pada konversi berbagai masalah fisika ke dalam bentuk pernyataan matematis serta penyelesaiannya dengan pendekatan kuantitatif, prediktif, dan analitis, seperti yang diuraikan oleh (Gunada dkk., (2017:216) dan Tanjung (2016:1). Materi dalam fisika matematika melibatkan sejumlah masalah yang kompleks, oleh karena itu, mahasiswa perlu memiliki kemampuan untuk menyelesaikan tantangan-tantangan ini, sebagaimana disebutkan oleh Nasution (2017:10). Berdasarkan hasil survei kebutuhan yang dilakukan terhadap 30 mahasiswa Pendidikan Fisika angkatan 2019 di Universitas Jambi pada tanggal 11 Oktober 2021, ditemukan bahwa mata kuliah Fisika Matematika I dianggap sulit oleh mahasiswa. Fisika Matematika I menjadi mata kuliah yang menjadi prasyarat bagi Fisika Matematika II (Hamdani, 2013:42). Kesulitan dalam memahami materi Fisika Matematika I berpotensi menghambat pemahaman terhadap topik-topik berikutnya dalam fisika matematika dan mata kuliah-mata kuliah terkait lainnya, seperti yang diungkapkan oleh Nurhidayah dkk., (2018:21).

Melalui hasil wawancara mengenai kebutuhan mahasiswa, diketahui bahwa mata kuliah Fisika Matematika I dianggap sulit oleh mereka karena adanya kendala dalam menginterpretasikan konsep fisika dengan tepat, serta dalam memahami dan menganalisis konsep-konsep matematika dalam menyelesaikan masalah fisika. Selain itu, penggunaan buku utama "Mathematical Methods in the Physical Sciences" oleh Mary L. Boas yang ditulis dalam bahasa Inggris juga memengaruhi pemahaman konsep mahasiswa yang memiliki keterbatasan dalam bahasa Inggris. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan bahan ajar yang bersifat mandiri dan interaktif dalam bentuk e-modul. E-modul tersebut seharusnya menggunakan bahasa pengantar berbahasa Indonesia dan memberikan pemaparan materi yang mudah dipahami oleh mahasiswa, khususnya pada topik materi diferensial parsial.

Diferensial parsial adalah jenis persamaan yang mencakup turunan parsial dari satu variabel atau lebih terhadap lebih dari satu variabel yang tidak bebas, sesuai dengan penjelasan dari Rahayu, Yulida & Thresye (2017:1) dan Zaki, Side & Nurhaeda (2019:82). Berdasarkan hasil wawancara, ditemukan bahwa materi diferensial parsial dianggap sebagai salah satu materi yang sulit oleh mahasiswa. Sulitnya pemahaman terhadap materi diferensial parsial disebabkan oleh kesulitan mahasiswa dalam mengaplikasikan rumus-rumus yang telah diajarkan. Sebagian masalah diferensial parsial ini nantinya akan digunakan dalam konteks persamaan Poisson, persamaan Laplace, persamaan difusi, dan berbagai persamaan lainnya, seperti yang diungkapkan oleh Utomo (2018). Selain itu, perlu diperhatikan bahwa materi diferensial parsial belum didukung dengan e-modul interaktif. Penggunaan e-modul interaktif memiliki potensi untuk membantu mahasiswa dalam memahami materi pembelajaran (Ummah, Suarsini, & Lestari, 2020:578). Oleh karena itu, diperlukan upaya pengembangan e-modul interaktif khusus untuk materi diferensial parsial guna memberikan dukungan lebih baik kepada mahasiswa dalam memahami materi tersebut.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mencoba mengembangkan bahan ajar dalam konteks ini. Sebagai contoh, pada tahun 2017, Gunada dkk. telah melakukan penelitian terkait pengembangan bahan ajar kompilasi untuk mata kuliah Fisika Matematika II. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Gunada dkk., menunjukkan bahwa bahan ajar yang mereka kembangkan mendapatkan tanggapan positif dari mahasiswa dan dinilai sebagai bahan ajar yang baik dan layak digunakan. Selanjutnya, pada tahun 2019, penelitian yang dilakukan oleh Sriwahyuni, Risdianto & Johan berfokus pada pengembangan bahan ajar elektronik menggunakan Flip PDF Professional, khususnya dalam materi Optik. Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa bahan ajar yang telah dikembangkan dinilai valid dengan total persentase mencapai 79,45% dan mendapatkan penilaian kategori "sangat baik".

Berdasarkan uraian di atas, maka peneliti melakukan penelitian pengembangan yang berjudul **“Pengembangan E-Modul pada Materi Diferensial Parsial Mata Kuliah Fisika Matematika I Menggunakan Aplikasi Flip PDF Professional”**, dengan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil pengembangan e-modul pada materi diferensial parsial mata kuliah fisika matematika I menggunakan aplikasi Flip PDF Professional?
2. Bagaimana persepsi mahasiswa terhadap e-modul pada materi diferensial parsial mata kuliah fisika matematika I menggunakan aplikasi Flip PDF Professional?

2. METODE PENELITIAN

2.1 Model Pengembangan

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *Research & Development* (R&D). Model pengembangan yang digunakan peneliti adalah model 4D. Model 4D dikembangkan oleh Sivasailam Thiagarajan, Melvyn I. Semmel dan Dorothy S. Semmel (Putri, Uchtiawati & Fauziyah, 2020:5; Kosassy, 2019:162). Model pengembangan 4D (*Four-D Models*) terdiri dari 4 tahapan yaitu tahap *define*, tahap *design*, tahap *develop*, dan tahap *disseminate* (Fitriasari, 2021:512; Megalina dkk., 2021:3). Model pengembangan 4D dirancang secara sistematis sehingga cocok jika digunakan untuk mengembangkan sebuah perangkat pembelajaran (Tanjung & Nababan, 2018:60).

2.2 Prosedur Pengembangan

Tahapan yang dilakukan dalam prosedur pengembangan model 4D ini diuraikan sebagai berikut:

2.2.1 Define (Pendefinisian)

Tujuan dari tahap *define* ialah untuk menetapkan dan mendefinisikan semua syarat dalam pembelajaran (Utami & Amiruddin, 2018:9). Adapun tahapan dalam tahap *define* yaitu:

1. Analisis Awal-Akhir: Kegiatan ini dilakukan untuk memunculkan masalah mendasar dalam pengembangan modul pembelajaran fisika matematika I. Analisis awal-akhir dilakukan dengan menggunakan angket kebutuhan, dan mengumpulkan data/informasi pendukung melalui literatur artikel, dan penelitian sebelumnya yang dapat digunakan sebagai referensi untuk mengembangkan e-modul fisika matematika I.
2. Analisis Mahasiswa: Kegiatan ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari mahasiswa yang menjadi target atas pengembangan e-modul pembelajaran. Analisis mahasiswa dilakukan peneliti menggunakan lembar wawancara dan mengumpulkan data/informasi pendukung melalui literatur artikel, dan penelitian sebelumnya yang dapat digunakan sebagai pedoman untuk mengembangkan e-modul fisika matematika I.
3. Analisis Tugas: Kegiatan ini bertujuan untuk mengidentifikasi tugas-tugas utama yang akan dilakukan mahasiswa dengan mengidentifikasi isi materi secara garis besar yaitu mencakup struktur isi materi.
4. Analisis Konsep: Kegiatan ini dilakukan untuk mengetahui bagian-bagian dari materi fisika matematika I dengan cara mengidentifikasi materi utama yang akan dikembangkan menjadi sebuah e-modul, mengumpulkan materi yang relevan, dan menyusun kembali berdasarkan Satuan Acara Perkuliahan (SAP).
5. Perumusan Tujuan Pembelajaran: Kegiatan ini bertujuan untuk menentukan perilaku objek penelitian yang diharapkan terjadi setelah mengikuti pembelajaran. Pada tahap ini diperoleh

tujuan pembelajaran yang hendak dicapai pada materi diferensial parsial yang dikembangkan.

2.2.2 Design (Perancangan)

Tahapan design dalam pengembangan e-modul pembelajaran fisika matematika I bertujuan untuk menentukan rancangan e-modul yang akan dikembangkan. Pada tahap design akan dihasilkan rancangan e-modul yang terdiri dari cover e-modul, kata pengantar, daftar isi, glosarium, pendahuluan, kegiatan pembelajaran, tujuan dan pokok materi pembelajaran, uraian materi, rangkuman, latihan soal, tes formatif, kunci jawaban, evaluasi pembelajaran, dan daftar pustaka. Kegiatan yang dilakukan peneliti pada tahapan perancangan pengembangan e-modul terdiri dari tiga langkah yaitu pemilihan media, pemilihan format, dan rancangan awal. Pemilihan media dilakukan untuk menentukan media yang tepat untuk menyajikan materi pembelajaran. Pemilihan format bertujuan untuk menentukan format yang digunakan dalam mendesain isi materi pembelajaran dalam media yang akan dikembangkan. Rancangan awal terdiri dari pembuatan storyboard dan pembuatan prototype.

2.2.3 Develop (Pengembangan)

Tahap pengembangan e-modul pembelajaran fisika matematika I dilakukan dengan tujuan menghasilkan sebuah e-modul yang valid berdasarkan validasi ahli dan memperoleh persepsi yang baik atau sangat baik dari mahasiswa. Kegiatan yang dilakukan di tahap ini adalah validasi ahli (ahli materi dan ahli media) dan uji pengembangan. Validasi ahli dilakukan untuk memastikan produk yang dihasilkan memenuhi standar dan kebutuhan para pebelajar. Setelah produk e-modul divalidasi, dilakukan revisi untuk memperbaiki kelemahan atau kekurangan dari produk yang dikembangkan. Tahap uji pengembangan dilakukan pada uji coba kelompok kecil dan uji coba lapangan. Uji coba kelompok kecil dilakukan untuk mengetahui persepsi atau tanggapan mahasiswa terhadap produk e-modul yang dikembangkan. Uji coba lapangan dilakukan untuk memperoleh persepsi mahasiswa yang lebih luas.

2.2.4 Disseminate (Penyebaran)

Disseminate merupakan tahapan akhir dari model pengembangan 4D. Melalui tahap ini produk akan disebar pada skala yang lebih luas. Penyebaran dapat dilakukan misalnya di kelas lain, di perguruan tinggi lain, dan kepada dosen-dosen lain. Pada penelitian ini, penyebaran dilakukan secara online setelah produk berkategori sangat baik berdasarkan validasi ahli dan mendapat persepsi yang sangat baik dari mahasiswa.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengembangan

Hasil dari pengembangan ini berupa modul elektronik materi diferensial parsial pada mata kuliah fisika matematika I dengan menggunakan bantuan aplikasi Flip PDF Professional. Modul elektronik ini dikembangkan menggunakan model 4D yang terdiri dari 4 tahapan, yaitu tahap define (pendefinisian), tahap design (perancangan), tahap develop (pengembangan), dan tahap disseminate (penyebaran).

3.1.1 Tahap Define (Pendefinisian)

Tujuan dari tahapan define ialah menetapkan dan mendefinisikan semua syarat-syarat dalam pembelajaran. Terdapat lima kegiatan yang dilakukan peneliti pada tahapan define yang diuraikan sebagai berikut:

1. Analisis Awal-Akhir

Tahap ini dilakukan dengan menyebarkan angket kepada mahasiswa pendidikan fisika angkatan 2019 terkait kebutuhan mahasiswa terhadap e-modul fisika matematika I. Berikut hasil angket kebutuhan mahasiswa disajikan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Deskripsi Hasil Angket Kebutuhan Mahasiswa Pendidikan Fisika Terhadap Pengembangan E-Modul Fisika Matematika I

Interval	Kategori	Frekuensi	%	Mean
1,00 – 1,80	Sangat Tidak Dibutuhkan	0	0%	3,7
1,81 – 2,60	Tidak Dibutuhkan	1	3,3%	
2,61 – 3,20	Cukup Dibutuhkan	9	30,0%	
3,21 – 4,20	Dibutuhkan	13	43,3%	
4,21 – 5,00	Sangat Dibutuhkan	7	23,3%	

Berdasarkan tabel 2.1 diketahui bahwa dominan tanggapan mahasiswa berada pada kategori dibutuhkan untuk dilakukan pengembangan e-modul fisika matematika I yakni sebanyak 13 mahasiswa (43,3%). Sedangkan mahasiswa lainnya memberikan tanggapan pada kategori sangat dibutuhkan sebanyak 7 mahasiswa (23,3%), pada kategori cukup dibutuhkan 9 mahasiswa (30,0%), dan pada kategori tidak dibutuhkan hanya 1 mahasiswa (3,3%). Adapun rata-rata tanggapan mahasiswa terhadap kebutuhan e-modul fisika matematika I sebesar 3,7 (dibutuhkan). Oleh karena itu, mahasiswa membutuhkan adanya bahan ajar pelengkap pada mata kuliah fisika matematika I yang dapat memudahkan mahasiswa dalam memahami materi fisika matematika I.

2. Analisis Mahasiswa

Kegiatan Analisis mahasiswa diperoleh melalui kegiatan wawancara kepada mahasiswa pendidikan fisika FKIP Universitas Jambi. Berdasarkan hasil wawancara diketahui bahwa tidak semua mahasiswa mampu memahami materi fisika matematika I yang menggunakan bahasa pengantar berbahasa Inggris. Sebagian mahasiswa lemah dalam pemahaman bahasa Inggris sehingga kesulitan memahami materi fisika matematika I dikarenakan buku utama yang digunakan pada perkuliahan fisika matematika di program studi pendidikan fisika, FKIP, Universitas Jambi, menggunakan bahasa pengantar berbahasa Inggris dengan judul “Mathematical Methods in the Physical Sciences” tulisan Mary L. Boas. Melalui wawancara juga diketahui bahwa salah satu materi yang termasuk sulit dalam fisika matematika I adalah materi diferensial parsial. Materi diferensial parsial dianggap sulit dikarenakan mahasiswa kesulitan dalam menerapkan rumus yang telah diajarkan. Dengan demikian, dibutuhkan adanya pengembangan e-modul interaktif pada pembelajaran fisika matematika materi diferensial parsial untuk membantu mahasiswa dalam memahami konsep-konsep pada materi tersebut.

3. Analisis Tugas

Analisis tugas dilakukan dengan mengidentifikasi kompetensi dasar kemudian dijabarkan menjadi indikator lebih spesifik. Berikut merupakan KD, dan IPK mata kuliah fisika matematika I materi diferensial parsial sesuai dengan satuan acara perkuliahan (SAP) mata kuliah fisika matematika I di program studi pendidikan fisika FKIP Universitas Jambi.

a. Kompetensi Dasar (KD)

Mahasiswa mampu memahami prinsip diferensial parsial.

b. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)

- 1) Mahasiswa mampu menghitung diferensial total.
- 2) Mahasiswa mampu menggunakan dalil rantai.

4. Analisis Konsep

Analisis konsep atau materi yaitu memaparkan konsep-konsep dari materi yang akan dibahas pada bahan ajar yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan menyusun sistematis isi

materi yang digunakan. Adapun materi utama yang akan dikembangkan menjadi e-modul fisika matematika I adalah materi diferensial parsial dengan isi pokok materi sebagai berikut:

- a. Pendahuluan dan notasi diferensial parsial
- b. Deret pangkat dalam dua variabel
- c. Diferensial total
- d. Perhitungan perkiraan menggunakan diferensial
- e. Aturan rantai

5. Perumusan Tujuan Pembelajaran:

Berdasarkan analisis tugas dan konsep, kegiatan yang dilakukan selanjutnya adalah merumuskan tujuan pembelajaran. Hal ini dimaksudkan untuk membatasi peneliti agar tidak menyimpang dari tujuan semula ketika sedang mengembangkan bahan ajar. Adapun tujuan pembelajaran yang hendak dicapai dalam pembelajaran fisika matematika I pada materi diferensial parsial yaitu mahasiswa mampu memahami prinsip diferensial parsial.

3.2.2 Tahap Design (Perancangan)

Tahap design (perancangan) e-modul fisika matematika I pada materi diferensial parsial dilakukan dengan tujuan untuk menentukan rancangan awal atau draft awal e-modul. Kegiatan yang dilakukan pada tahapan ini terdiri dari tiga langkah, yaitu pemilihan media (media elektronik berupa e-modul dengan bantuan aplikasi Flip PDF Professional), pemilihan format (format e-modul yang terdiri dari beberapa bagian), dan rancangan awal (pembuatan storyboard dan prototype produk). Pada tahap pemilihan format, peneliti memilih jenis font Comic Sans Ms dengan ukuran yang mudah terbaca oleh mahasiswa dan dosen, serta menggunakan desain dan tampilan warna yang menarik. E-modul juga dilengkapi kuis dan uji kompetensi yang interaktif, gambar yang jelas, dan video yang mudah diakses dan ditonton sehingga mahasiswa dapat tertarik untuk menggunakan e-modul ini.

3.2.3 Tahap Develop (Pengembangan)

Tahap *develop* bertujuan sebagai tindak lanjut dari desain yang sudah dirancang sebelumnya untuk dijadikan sebuah produk akhir. Sebelum diperoleh produk akhir, maka produk yang dikembangkan harus dilakukan validasi terlebih dahulu agar produk layak untuk diuji coba. Peneliti terlebih dahulu melakukan validasi instrumen untuk mengetahui nilai validitas dari angket validasi ahli dan angket persepsi mahasiswa sebelum digunakan untuk penilaian produk. Validasi instrumen angket ahli dalam penelitian ini hanya dilakukan untuk instrumen angket ahli media dan tidak dilakukan pada instrumen angket ahli materi. Hal ini dikarenakan instrumen angket ahli materi diadopsi dari Thesis Tia (2020), sedangkan angket ahli media diadaptasi dari skripsi Edris (2018) sehingga perlu dilakukan validasi instrumen angket ahli media.

Proses validasi instrumen angket ahli media dan angket persepsi mahasiswa dilakukan berdasarkan penilaian ahli (*expert judgment*) dan mendapatkan hasil valid. Selanjutnya, pada angket persepsi mahasiswa dilakukan tahap lanjutan yaitu uji coba instrumen untuk mengetahui apakah setiap pernyataan dalam angket persepsi dapat digunakan dalam pengambilan data persepsi mahasiswa untuk menilai produk e-modul yang dihasilkan atau adakah pernyataan yang dihilangkan atau tidak. Adapun hasil uji coba instrumen pada 40 mahasiswa pendidikan fisika angkatan 2019 dengan nilai r_{tabel} sebesar 0,312 diperoleh sebanyak 17 butir pernyataan valid dan 3 butir pernyataan tidak valid. Butir pernyataan yang tidak valid berada pada aspek kelayakan isi yaitu pada butir pernyataan 6, selanjutnya pada aspek kebahasaan yaitu pada butir 8 dan 10. Oleh karena itu ketiga butir pernyataan yang tidak valid akan dihapus/dihilangkan dalam angket penelitian sehingga jumlah pernyataan butir angket persepsi mahasiswa yang dapat digunakan sebanyak 17 butir pernyataan.

Adapun untuk hasil uji reliabilitas instrumen angket persepsi mahasiswa diperoleh nilai *Cronbach's Alpha* sebesar 0,856. Karena nilai *Cronbach's Alpha* di atas batas *acceptable* ($\alpha \geq 0,7$), maka dapat disimpulkan bahwa item pernyataan pada angket persepsi mahasiswa reliabel.

Setelah diperoleh bahwa instrumen yang digunakan telah valid dan reliabel maka dapat dilanjutkan dengan tahap validasi produk hasil pengembangan e-modul fisika matematika I pada materi diferensial parsial untuk selanjutnya dilakukan uji pengembangan. Berikut diuraikan hasil validasi ahli dan uji pengembangan e-modul fisika matematika I.

1. Validasi Ahli

Validasi ahli dilakukan oleh ahli materi dan ahli media untuk selanjutnya dilakukan penyuntingan terhadap produk e-modul yang telah dibuat. Melalui tahap ini, akan diperoleh saran dan komentar dari tim ahli untuk perbaikan produk yang akan dikembangkan pada e-modul fisika matematika I. Tahap validasi ini dilakukan pada 1 Februari 2022 hingga 18 Februari 2022. Berikut uraian hasil validasi ahli:

a. Validasi Ahli Materi

Validasi materi pada penelitian ini dilakukan sebanyak tiga tahap. Setelah melalui proses revisi pada tahap 1 dan tahap 2, maka pada tahap 3 telah diperoleh hasil yang sangat baik. Berdasarkan hasil tahap 1 dan tahap 2 diperoleh rata-rata keseluruhan sebesar 2,44 (tidak baik) dan 3,11 (baik). Berdasarkan hasil yang diperoleh dari validator ahli materi, materi yang disajikan perlu dilakukan beberapa perbaikan berdasarkan saran dan komentar ahli materi, yaitu:

1. Materi yang diberikan lebih diperluas cakupannya sesuai dengan kompetensi dasar dan tujuan pembelajaran perkuliahan fisika matematika I pada materi diferensial parsial. Jumlah soal terlalu minim (tambahkan soal-soal), dan sebaiknya pada setiap sub-bab pembelajaran materi diferensial parsial diberikan *quiz* untuk mahasiswa berlatih terkait pemahamannya pada setiap sub-bab.
2. Berikan respon terhadap jawaban soal yang dikerjakan mahasiswa.
3. Perbaiki kesalahan tata bahasa, agar penggunaan bahasa mudah dipahami.

Berdasarkan saran dan komentar dari ahli materi tersebut, peneliti segera melakukan revisi pada materi e-modul diferensial parsial yakni dengan menambah uraian materi diferensial parsial pada sub-bab perhitungan perkiraan menggunakan diferensial agar materi yang diferensial parsial yang disajikan lebih lengkap. Peneliti juga telah menambah jumlah latihan soal dan *quiz* pada setiap sub-bab agar lebih variatif untuk latihan mandiri mahasiswa. Peneliti telah menambahkan adanya repon jawaban benar atau salah dari hasil pengerjaan soal dan adanya interaksi komunikatif terkait hasil pengerjaan soal dengan memberikan pilihan apakah pengguna ingin mengulangi pengerjaan *quiz* atau ingin menutup *quiz* dan melanjutkan pembelajaran. Selanjutnya, tata bahasa yang tidak baku dan adanya kesalahan penulisan kata atau rumus telah diperbaiki oleh peneliti.

Hingga akhirnya diperoleh hasil validasi ahli materi dengan kategori sangat baik dengan skor rata-rata sebesar 3,33 dengan kategori sangat baik. Berdasarkan hasil tersebut dan arahan dari ahli, maka materi yang disajikan pada e-modul fisika matematika I materi diferensial parsial telah sangat baik dan tidak diperlukan adanya revisi.

b. Ahli Media

Validasi media pada penelitian ini dilakukan sebanyak tiga tahap. Setelah melalui proses revisi pada tahap 1 dan tahap 2, maka pada tahap 3 telah diperoleh hasil yang sangat baik. Berdasarkan hasil tahap 1 dan tahap 2 diperoleh rata-rata keseluruhan sebesar 2,38 (tidak baik) dan 3,22 (baik). Berdasarkan hasil yang diperoleh dari validator ahli media, media yang disajikan perlu dilakukan revisi.

Berdasarkan saran dan komentar ahli maka media pada e-modul memerlukan adanya perbaikan, yakni tampilan warna desain cover kurang sinkron dengan warna tulisan judul materi sehingga perlu disesuaikan warna-warna yang ada pada desain cover agar saling

terpadu. Ukuran tulisan pada judul materi perlu diperbesar agar pusat perhatian pembaca berfokus pada judul materi e-modul yang dibahas. Selain itu, video yang disajikan sebaiknya dapat diakses secara offline oleh pengguna e-modul agar proses pembelajaran dapat berjalan lancar dan efektif tanpa terkendala koneksi jaringan yang buruk. Terakhir, redaksi pada perintah pengerjaan quiz diperbaiki agar lebih persuasif.

Setelah revisi selesai dilakukan diperoleh hasil akhir validasi ahli media dengan kategori sangat baik dengan rata-rata sebesar 3,50. Dengan demikian media yang terdapat pada e-modul dapat digunakan tanpa dilakukan revisi kembali.

Selanjutnya peneliti melakukan tahap uji pengembangan produk yang dilakukan kepada mahasiswa program studi pendidikan fisika angkatan 2019, FKIP Universitas Jambi.

2. Uji Pengembangan

Bertujuan mendapatkan informasi berupa persepsi mahasiswa terkait e-modul yang dikembangkan apakah produk yang dibuat sudah berkategori baik atau tidak. Tahapan uji pengembangan dilakukan pada uji coba kelompok kecil dan uji coba kelompok besar (lapangan). Berikut diuraikan hasil persepsi mahasiswa dari hasil uji coba yang telah dilakukan.

a. Uji Coba Kelompok Kecil

Tahap uji coba kelompok kecil dilakukan untuk mengetahui persepsi mahasiswa pendidikan fisika terhadap produk e-modul yang dikembangkan dengan subjek uji coba sebanyak 10 mahasiswa pendidikan fisika FKIP Universitas Jambi. Berdasarkan hasil uji coba kelompok kecil, diperoleh hasil bahwa rata-rata persepsi mahasiswa sebesar 3,4 dan berada pada kategori sangat baik. Karena e-modul yang dihasilkan telah mendapatkan persepsi yang sangat baik dari mahasiswa, maka peneliti dapat langsung melakukan uji coba kelompok besar. Hal ini bertujuan menyempurnakan produk e-modul dan hasil dari uji coba kelompok besar dapat merepresentasikan persepsi mahasiswa pendidikan fisika sehingga dapat dihasilkan produk yang siap untuk disebarluaskan dan dipergunakan dalam proses pembelajaran fisika matematika I pada materi diferensial parsial.

b. Uji Coba Lapangan (Kelompok Besar)

Pada tahap uji coba lapangan (kelompok besar) produk e-modul yang dikembangkan tentu telah mendekati sempurna karena telah dilakukan uji coba kelompok kecil sebelumnya. Peneliti menggunakan subjek uji coba lapangan sebanyak 30 mahasiswa pendidikan fisika FKIP Universitas Jambi angkatan 2019. Berdasarkan hasil persepsi mahasiswa terhadap *e-modul* pada materi diferensial parsial berdasarkan hasil uji coba kelompok besar, diperoleh rata-rata skor sebesar 3,6 dan berada pada kategori sangat baik. Hal ini menunjukkan bahwa e-modul yang dihasilkan telah dapat disebarluaskan ke skala yang lebih luas untuk digunakan dalam pembelajaran fisika matematika I.

3.2.4 Tahap Disseminate (Penyebaran)

Tahap disseminate merupakan tahap penyebarluasan dan sebagai tahap akhir dari pengembangan ini. Pada tahap ini peneliti menyebarluaskan produk melalui grup WhatsApp dalam format exe dan html kepada mahasiswa pendidikan fisika dan dosen yang mengampu mata kuliah fisika matematika di FKIP Universitas Jambi. E-modul yang disediakan dalam format exe dapat dibuka secara offline melalui laptop/komputer masing-masing pengguna. Sedangkan e-modul yang disediakan dalam format html dapat diakses secara online melalui smartphone masing-masing pengguna e-modul fisika matematika I pada materi diferensial parsial.

E-modul fisika matematika 1 pada materi diferensial yang dihasilkan pada penelitian pengembangan ini bersifat interaktif dengan adanya *quiz* dan uji kompetensi yang memberikan respon atas jawaban soal yang diberikan sehingga mahasiswa dapat mengetahui hasil yang telah dikerjakan dan mengetahui sebatas mana pemahaman yang telah dimiliki mahasiswa pada materi diferensial parsial. E-modul ini juga menyediakan video pembelajaran yang berkaitan dengan materi diferensial parsial sehingga dapat membantu mahasiswa untuk lebih mudah dalam memahami

materi diferensial parsial. Desain dari tampilan e-modul juga dibuat menarik dengan kombinasi warna hijau yang dapat memberikan kesan nyaman dan tenang dengan font tulisan yang santai dan tidak kaku serta ukuran tulisan yang dapat dibaca oleh pengguna e-modul. Mahasiswa ataupun dosen dapat menikmati fitur *zoom out* pada e-modul yang dihasilkan sehingga dapat dengan jelas membaca sesuai ukuran yang dirasa nyaman oleh pembaca. Dengan beragam keunggulan yang diberikan pada e-modul yang dihasilkan, maka dapat menumbuhkan keinginan mahasiswa untuk menggunakan e-modul diferensial parsial dalam belajar dan dapat melakukan pembelajaran secara mandiri.

Meskipun e-modul yang dihasilkan memberikan banyak keunggulan kepada pengguna, tentunya masih terdapat kekurangan dari produk e-modul yang dihasilkan. Adapun kekurangan dari produk e-modul fisika matematika I pada materi diferensial parsial yang dihasilkan dengan menggunakan bantuan aplikasi pendukung *Flip PDF Professional* yaitu *quiz* dan uji kompetensi yang disediakan pada e-modul hanya dapat dibuat langsung menggunakan fitur yang terdapat pada aplikasi tersebut. *Quiz* dan uji kompetensi tidak memiliki batas waktu pengerjaan agar mahasiswa tertantang untuk mengerjakan dengan cepat, hal ini dikarenakan tidak terdapatnya fitur pemberi batas waktu pada aplikasi *Flip PDF Professional*.

Penggunaan *e-modul* fisika matematika memiliki peranan yang sangat penting dan sangat membantu mahasiswa dalam proses belajar-mengajar menjadi lebih menarik dan interaktif. Dengan mengetahui persepsi mahasiswa yang beragam terhadap e-modul akan membantu seorang pendidik dalam membuat bahan ajar yang lebih menarik untuk proses pembelajaran. Dengan persepsi mahasiswa yang sangat baik terhadap *e-modul* fisika matematika dapat membantu mahasiswa untuk dapat belajar mandiri dan lebih mudah memahami berbagai konsep dan pemecahan masalah fisika secara matematis sehingga akan meningkatkan kualitas hasil belajar dan kedepannya seseorang dapat menerapkan ilmunya kepada orang lain terlebih lagi sebagai calon pendidik masa depan bangsa yang akan ikut serta mencerdaskan anak-anak bangsa. Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai sumber pengetahuan dan referensi untuk penelitian lebih lanjut dengan berbagai keterbaruan yang diberikan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pengembangan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Penelitian pengembangan ini menghasilkan produk berupa e-modul fisika matematika I menggunakan aplikasi *Flip PDF Professional* pada materi diferensial parsial yang dapat diakses melalui *smartphone* ataupun *laptop* dengan format *exe* dan *html*. Pengembangan ini dilakukan dengan menggunakan model 4D.
2. Persepsi mahasiswa pendidikan fisika FKIP Universitas Jambi sebagai pengguna e-modul fisika matematika I menggunakan aplikasi *Flip PDF Professional* pada materi diferensial parsial tergolong dalam kategori sangat baik. Berdasarkan hasil pengembangan ini, e-modul yang telah dikembangkan layak untuk digunakan dan disebarluaskan.

5. SARAN

Adapun saran dari penelitian pengembangan ini untuk penelitian selanjutnya yaitu adanya batas waktu pengerjaan *quiz* dan latihan soal pada produk e-modul yang dikembangkan agar mahasiswa tertantang untuk mengerjakan *quiz* dengan tepat dan cepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Alwi, S. (2017). Problematika Guru dalam Pengembangan Media Pembelajaran. *Itqan*, 8(2), 145–167.
- Batu-bara, Y. A., Zetriuslita, Dahlia, A., & Effendi, L. A. (2021). Analisis Minat Belajar Siswa Menggunakan Media Pembelajaran E-comic Aritmatika Sosial Dimasa. *Jurnal Derivat*, 8(1), 1–10.
- Budiman, H. (2017). Peran Teknologi Informasi dan Komunikasi dalam Pendidikan. *Al-Tadzkiyyah*:

- Diantari, L. P. E., Damayanthi, L. P. E., Sugihartini, N. S., & Wirawan, I. M. A. (2018). Pengembangan E-Modul Berbasis Mastery Learning untuk Mata Pelajaran KKPI Kelas XI. *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika (JANAPATI)*, 7(1), 33. <https://doi.org/10.23887/janapati.v7i1.12166>
- Fitriasari, D. N. melati. (2021). Pengembangan Lembar Kegiatan Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) Berbasis Guided Discovery untuk Melatih Keterampilan Proses Sains Terintegrasi pada Materi Fotosintesis Kelas XII SMA. *Bioedu*, 10(3), 510–522.
- Gunada, I. W., Rokhmat, J., Hikmawati, H., & Kesipudin, K. (2017). Pengembangan Bahan Ajar Kompilasi Fisika Matematika II Pokok Bahasan Persamaan Diferensial untuk Meningkatkan Penalaran Matematis. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 3(2), 216–227. <https://doi.org/10.29303/jpft.v3i2.414>
- Hamdani, D. (2013). Penerapan Model Missouri Mathematics Project dengan Pendekatan Konsep Berbasis ICT untuk Mengatasi Kesulitan Mahasiswa dalam Pembelajaran Fisika Matematika II. *Prosiding Seminar Nasional Fisika Universitas Andalas (SNFUA)*, 42–49. Padang: 07 Oktober 2013.
- Haryadi, R., & Roosiana, I. (2020). *Pengaruh Sistem Pembelajaran Daring Terhadap Motivasi dan Kualitas Belajar Siswa*. 11(2), 136–141.
- Hoiroh, A. M. M. (2020). Pengembangan media booklet elektronik materi jamur untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa kelas X SMA. *BIOEDU Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 9(1), 292–301. Retrieved from <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/bioedu/article/view/36753%0Ahttps://ejournal.unesa.ac.id/index.php/bioedu>
- Kosassy, S. O. (2019). Mengulas Model-Model Pengembangan Pembelajaran dan Perangkat Pembelajaran. *Jurnal PPKn Dan Hukum*, 14(1), 152–173.
- Megalina, Y., Al, Y., Siegar, M., Amelia, R., & Sinaga, S. F. (2021). Pengembangan Media Video Pembelajaran Fisika Berbasis Sainifik Pada Materi Pokok Gelombang Mekanik. *Ikatan Alumni Fisika Universitas Negeri Medan*, 7(1), 1–7.
- Nasution, F. H. (2017). Implementasi Pembelajaran Problem Solving untuk Meningkatkan Kemampuan Peemecahan Masalah Fisika Matematika Mahasiswa. *Jurnal Education and Development STKIP Tapanuli Selatan*, 7(5), 10–13.
- Oktaviara, R. A., & Pahlevi, T. (2019). Pengembangan E-modul Berbantuan Kvisoft Flipbook Maker Berbasis Pendekatan Sainifik pada Materi Menerapkan Pengoperasian Aplikasi Pengolah Kata Kelas X OTKP 3 SMKN 2 Blitar Rhesta Ayu Oktaviara Triesninda Pahlevi. *Jurnal Pendidikan Perkantoran*, 07(03), 60–65.
- Prasetyawan, A. (2017). Pengembangan CD Pembelajaran Interaktif dengan Menggunakan Model Problem Based Learning Berbantuan Software Camtasia Studio pada Materi Bilangan Bulat. *Aksioma*, 7(1), 26–35. <https://doi.org/10.26877/aks.v7i1.1407>
- Putri, R. A., Uchtiawati, S., & Fauziyah, N. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Flip Book Menggunakan Kvisoft Flip Book Maker Berbasis Seni Budaya Lokal. *DIDAKTIKA: Jurnal Pemikiran Pendidikan*, 26(2), 1. <https://doi.org/10.30587/didaktika.v26i2.1468>
- Saregar, A. (2016). Pembelajaran Pengantar Fisika Kuantum dengan Memanfaatkan Media Phet Simulation dan LKM Melalui Pendekatan Sainifik: Dampak pada Minat dan Penguasaan Konsep Mahasiswa. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 5(1), 53–60. <https://doi.org/10.24042/jpifalbiruni.v5i1.105>
- Sari, W., Jufrida, & Pathoni, H. (2017). Pengembangan Modul Elektronik Berbasis 3D Pageflip

Professional pada Materi Konsep Dasar Fisika Inti dan Struktur Inti Mata Kuliah Fisika Atom dan Inti. *Jurnal EduFisika*, 02(01), 40. Retrieved from <https://online-journal.unja.ac.id/EDP/article/view/4041>

- Seruni, R., Munawaoh, S., Kurniadewi, F., & Nurjayadi, M. (2019). Pengembangan Modul Elektronik (E-Module) Biokimia pada Materi Metabolisme Lipid Menggunakan Flip Pdf Professional. *JTK (Jurnal Tadris Kimiya)*, 4(1), 48–56. <https://doi.org/10.15575/jtk.v4i1.4672>
- Simamora, A. H., Sudarma, I. K., & Prabawa, D. G. A. P. (2018). Pengembangan E-Modul Berbasis Proyek untuk Mata Kuliah Fotografi di Jurusan Teknologi Pendidikan Fakultas Ilmu Pendidikan Undiksha. *Journal of Education Technology*, 2(1), 51–60. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23887/jet.v2i1>
- Solihudin, T. (2018). Pengembangan E-Modul Berbasis Web Untuk Meningkatkan Pencapaian Kompetensi Pengetahuan Fisika Pada Materi Listrik Statis Dan Dinamis Sma. *WaPFI (Wahana Pendidikan Fisika)*, 3(2), 51–61. <https://doi.org/10.17509/wapfi.v3i2.13731>
- Sriwahyuni, I., Risdianto, E., & Johan, H. (2019). Pengembangan Bahan Ajar Elektronik Menggunakan Flip Pdf Professional Pada Materi Alat-Alat Optik di SMA. *Jurnal Kumparan Fisika*, 2(3), 145–152. <https://doi.org/10.33369/jkf.2.3.145-152>
- Syahrial, Asrial, Kurniawan, D. A., & Piyana, S. O. (2019). E-Modul Etnokonstruktivisme: Implementasi Pada Kelas V Sekolah Dasar Ditinjau Dari Persepsi, Minat Dan Motivasi. *JTP - Jurnal Teknologi Pendidikan*, 21(2), 165–177. <https://doi.org/10.21009/jtp.v21i2.11030>
- Tanjung, H. S., & Nababan, S. A. (2018). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Berorientasi Model Pembelajaran Berbasis Masalah (PBM) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA Se-Kuala Nagan Raya Aceh. *Genta Mulia*, 9(2), 56–70.
- Tanjung, Y. I. (2016). Implementasi Model Pembelajaran Berbasis Masalah Teknik Polya Terhadap Hail Belajar Fisika Matematika II. *Jurnal Ikatan Alumni Fisika Universitas Negeri Medan*, 2(2), 1–5.
- Ummah, R., Suarsini, E., & Lestari, S. R. (2020). Pengembangan E-modul Berbasis Penelitian Uji Antimikroba pada Matakuliah Mikrobiologi. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 5(1), 572–579.
- Utami, L., & Amiruddin, A. (2018). Pengembangan Media Laboratorium Virtual Model 4D pada Mata Kuliah Fisika. *PHYDAGOGIC Jurnal Fisika Dan Pembelajarannya*, 1(1), 7–14. <https://doi.org/10.31605/phy.v1i1.212>