



Development of Quantum physics E-diktat with Matlab Simulation Based on Flip PDF Corporate

Sri Purwaningsih¹⁾, Febri Berthalita Pujaningsih^{*2)}, Neneng Lestari³⁾, Delita Wahyuningsih⁴⁾
^{1,3,4)} *Physics Education Study Program, PMIPA Department, Universitas Jambi, Indonesia*
²⁾ *Physics Study Program, MIPA Department, Universitas Jambi, Indonesia*

e-mail: ^{*2)} febri.berthalita@unja.ac.id

Abstract

This research aims to develop quantum physics e-dictates using Flip PDF Corporate software and determine student perceptions of quantum physics e-dictates. The research method used is the R&D method with a 4-D development model. Validation of material experts and media experts was carried out three times each. Based on the validation results from material and media experts, e-diktat was declared suitable for testing on students. Based on student perceptions regarding using quantum physics e-dictations, the average user opinion is 3.87 in the "good" category. This shows that quantum physics e-dictates can be used as a learning tool to support the learning process and help students understand the concepts of the material because they are equipped with simulations assisted by the Matlab application.

Keywords: *e-dictate, quantum physics, matlab, flip pdf corporate.*

Submitted: 2023-05-20

Accepted: 2024-03-04

Pengembangan E-diktat Fisika Kuantum Dilengkapi Simulasi Matlab Berbasis Flip Pdf Corporate

Sri Purwaningsih¹⁾, Febri Berthalita Pujaningsih^{*2)}, Neneng Lestari³⁾, Delita Wahyuningsih⁴⁾
^{1,3,4)} *Program Studi Pendidikan Fisika, Jurusan PMIPA, Universitas Jambi, Indonesia*
²⁾ *Program Studi Fisika, Jurusan MIPA, Universitas Jambi, Indonesia*

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan e-diktat fisika kuantum menggunakan perangkat lunak Flip PDF Corporate dan mengetahui persepsi mahasiswa terhadap e-diktat fisika kuantum. Metode penelitian yang digunakan adalah metode R&D dengan model pengembangan 4-D. Validasi ahli materi dan ahli media dilakukan masing-masing sebanyak tiga kali. Berdasarkan hasil validasi ahli materi dan media, e-diktat dinyatakan layak untuk di uji cobakan kepada mahasiswa. Berdasarkan persepsi mahasiswa tentang penggunaan e-diktat fisika kuantum, rata-rata pendapat pengguna adalah 3,87 dengan kategori "baik". Hal ini menunjukkan bahwa e-diktat fisika kuantum dapat digunakan sebagai sarana pembelajaran untuk mendukung proses pembelajaran dan sangat membantu mahasiswa dalam memahami konsep materi karena sudah dilengkapi dengan simulasi berbantu aplikasi matlab.

Kata kunci: e-diktat, fisika kuantum, matlab, flip pdf corporate.

Pendahuluan

Abad ke-21 teknologi dan komunikasi berkembang dengan pesat dan mengakibatkan dampak serius terhadap dunia pendidikan. Perkembangan teknologi dan komunikasi (TIK)

telah memberikan dampak yang sangat besar terhadap pendidikan di seluruh dunia, khususnya pada pembelajaran (Suryadi, 2015). Dampak perkembangan TIK tercermin dari banyaknya inovasi penemuan baru yang mendukung proses pembelajaran (Megahantara, 2017). Penggunaan

teknologi pada dunia pendidikan membantu meningkatkan proses pembelajaran. Apabila dosen dapat menggunakan terapan dari ilmu pengetahuan sebagai sarana perkuliahan, maka proses perkuliahan akan efektif dan menarik. Dosen harus keterampilan dalam memanfaatkan perkembangan teknologi untuk memotivasi belajar mahasiswa (Wadah & Miriam, 2022).

Media pembelajaran memiliki makna sebagai sumber belajar yang bisa membantu dosen memperkaya wawasan mahasiswa (Nurrita, 2018). Media pembelajaran berlandaskan teknologi sangat membantu proses pembelajaran dalam hal praktis dan tepat guna (Firmadani, 2020). Sehingga dibutuhkan media pembelajaran berlandaskan teknologi yang membantu dosen ketika memberikan materi dan membantu mahasiswa menerima materi yang diberikan oleh dosen. Media pembelajaran berlandaskan teknologi tidak hanya membantu dosen memahami materi yang ingin disampaikan, memudahkan mahasiswa memahami materi yang diajarkan, tetapi juga membantu menyampaikan wawasan kepada mahasiswa perihal pengetahuan teknologi (Rahmi & Samsudi, 2020). Memilih media pembelajaran yang sesuai adalah bagian esensial karena apabila media yang telah dipilih tidak sesuai maka akan berimbas pada proses dan hasil perkuliahan.

Bahan ajar ialah satu komponen kunci efektivitas pembelajaran, khususnya pada tingkat universitas (Arsanti, 2018). Pemanfaatan media dan strategi pembelajaran yang sesuai sangat bermanfaat guna melengkapi dan mengoptimalkan efektivitas pembelajaran (Huda & Purwahida, 2017). Peran dosen dalam mendesain atau menyusun materi sangat mempengaruhi proses pembelajaran (Endang & Desiningrum, 2020). Bahan ajar yang diharapkan membantu proses perkuliahan salah satunya adalah e-diklat. E-diklat artinya bagian dari *e-learning* berbasis elektronika yang dipergunakan dalam proses pembelajaran (Aryawan et al., 2018). E-diklat dapat dimanfaatkan sebagai bahan belajar baru bagi mahasiswa dan bertujuan untuk memperdalam pemahaman tentang konsep yang diajarkan. Pembelajaran menggunakan e-diklat membantu mahasiswa melaksanakan pembelajarannya secara mandiri. Sejalan dengan itu, e-diklat dapat berfungsi menjadi alat bantu pembelajaran yang dikemas pada bentuk visualisasi (Rahmadhani et al., 2021). Tujuan visualisasi e-diklat adalah membangkitkan minat mahasiswa terhadap media pembelajaran yang

digunakan. Media pembelajaran berupa e-diklat jauh lebih menarik sebab berisi materi yang kontekstual, adanya gambar, animasi, metode, penilaian, grafik dan video (Budiarti et al., 2016). Pemanfaatan e-diklat dalam kegiatan pembelajaran dapat meningkatkan kemampuan berkreasi, cara berpikir produktif, membentuk kondisi aktif, efektif, kemampuan memperkenalkan hal baru dan menarik, serta meningkatkan kemampuan berbahasa (Budiarti et al., 2016).

Era digital mahasiswa lebih sering membuka *gadget* daripada buku. E-diklat merupakan aplikasi yang dapat dirancang menggunakan sigil, 3D profesional, Flip Pdf Corporate, Adobe Animate, kvisoft Flipbook Maker, Exe-Learning, perangkat lunak berlandaskan android dan classmarker (Saprudin et al., 2021). Flip Pdf Corporate Edition adalah program pembuatan PDF yang dapat digunakan baik dalam jaringan maupun luar jaringan dan mencakup teks, audio, rekaman, video, dan gambar (Zinnurain, 2021). Flip PDF Corporate Edition adalah program yang sering dipergunakan dalam proses mengembangkan e-diklat. Tampilan perangkat lunak Flip PDF Corporate didesain untuk membuat e-diklat dalam bentuk *flipbook* dengan mode tampilan desktop dan seluler. Keunggulan Flip PDF Corporate adalah terlihat seperti buku dan dapat digeser. Konten Flip Pdf Corporate diisi menggunakan animasi dan video pada saat *offline* ataupun *online*, diberi tambahan penjelasan teks, video materi rekaman, dan video pembelajaran berasal youtube (Sumarni et al., 2022).

Berdasarkan penyebaran angket kebutuhan kepada mahasiswa yang mengontrak mata kuliah fisika kuantum, lebih dari 50% mahasiswa menjawab tidak mudah untuk mengerti dengan benar materi fisika kuantum. Kesulitan mahasiswa didominasi oleh masalah materi. Hal ini dikarenakan pada proses pembelajaran menggunakan buku teks bahasa Inggris yang sulit dipahami dan tidak ada model simulasi pembelajaran. Mahasiswa juga membutuhkan bahan tambahan guna menunjang pembelajarannya. Bahan ajar tambahan yang dibutuhkan mahasiswa mencakup bahasa yang digunakan yaitu Indonesia, penjabaran rumus yang detail, gambar yang jelas, dan dilengkapi simulasi pembelajaran serta tambahan uraian latihan.

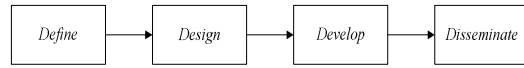
Berdasarkan analisis kebutuhan yang diuraikan, peneliti menyimpulkan bahwa pemecahan masalah terletak pada pengembangan bahan ajar yang berisikan materi pendidikan yang

efektif dan menarik. Bahan ajar yang dikembangkan pada dasarnya harus dapat menjadi solusi bagi permasalahan mahasiswa. Oleh karena itu, menarik untuk dikembangkan materi edukasi berupa e-diklat yang dilengkapi dengan gambar, video edukasi, simulasi materi, contoh soal dan soal latihan. Diharapkan dengan adanya e-diklat dapat memudahkan mahasiswa menerima materi pembelajaran dan dapat digunakan setiap saat, karena bersifat *offline*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan e-diklat fisika kuantum menggunakan perangkat lunak Flip PDF Corporate dan mengetahui persepsi mahasiswa terhadap e-diklat fisika kuantum.

Metode Penelitian

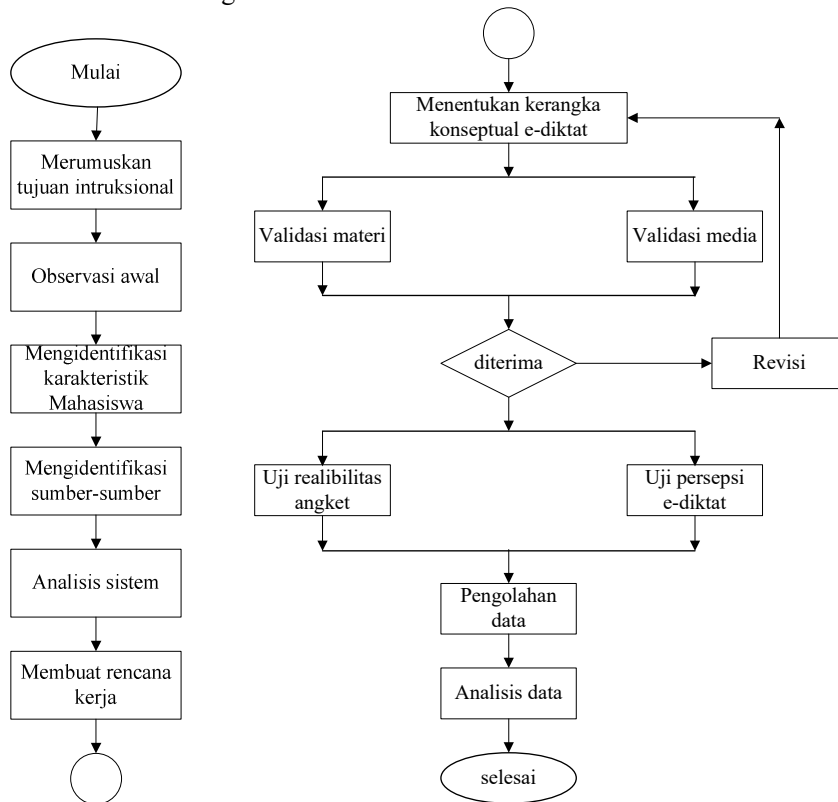
Metode penelitian dan pengembangan (*Research & Development*) digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini, dimana tujuan luaran adalah e-diklat fisika kuantum dan menguji keefektifannya. Aplikasi pendukung untuk pengembangan e-diklat menggunakan Flip PDF Corporate. Penelitian dilakukan di kampus FKIP Universitas Jambi dengan 95 mahasiswa

sebagai subjek penelitian. Model yang digunakan dalam pengembangan e-diklat adalah model 4-D dengan empat tingkatan utama yaitu *define*, *design*, *develop*, dan *disseminate* seperti diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tingkatan Pengembangan Model 4D Thiagarajan (Sutarti & Irawan, 2017).

Tahapan-tahapan pengembangan e-diklat fisika kuantum meliputi tahap awal pengembangan e-diklat adalah *define* atau definisi. Pada tahap pendefinisian, kegiatan pertama yaitu menentukan informasi dasar pengembangan materi. Terdapat 4 langkah primer dalam fase definisi yaitu: 1) analisis awal-akhir bertujuan buat mengidentifikasi serta memilih persoalan mendasar yang dihadapi dalam pembelajaran, 2) tujuan pengembangan e-diklat 3) analisis tugas mahasiswa, dan 4) perumusan tujuan pembelajaran (Pranata et al., 2021).



Gambar 2. Flowchart penelitian pengembangan E-diklat Fisika Kuantum.

Tahap kedua merupakan *design* atau desain. Tujuan tahap desain adalah merancang e-diktat yang sesuai dengan model 4-D. Tahap ketiga merupakan pengembangan atau *development*. Tahap pengembangan menyertakan dua validator ahli yaitu validator materi dan validator media, diikuti melaksanakan perbaikan sesuai anjuran dari validator. Setelah hasil pengembangan dikatakan valid tanpa revisi, tahap selanjutnya yaitu uji pengembangan yang dilakukan untuk memperoleh masukan terhadap e-diktat yang telah dihasilkan (Muis, 2020). Tahap akhir dari pengembangan model 4-D adalah disseminate (penyebaran). Tahap ini dimana e-diktat yang telah dikembangkan digunakan pada skala yang lebih besar (Nur & Masita, 2022). Tujuan dari fase penyebaran adalah menguji keefektifan penggunaan perangkat dalam aktivitas pembelajaran (Ratnawati et al., 2022).

Adapun diagram alir penelitian yang dilakukan pada pengembangan e-diktat fisika kuantum seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Pelaksanaan penelitian memperoleh data kualitatif serta kuantitatif. Berdasarkan hasil angket validasi materi dan angket validasi media diperoleh data kualitatif berupa saran dan komentar dari para ahli sampai pada saat produk siap untuk di ujicobakan kepada mahasiswa. Data kuantitatif berasal dari hasil evaluasi angket validasi ahli materi dan ahli media dan angket persepsi mahasiswa terhadap e-diktat yang dikembangkan. Pengelompokkan data dalam penelitian ini menggunakan kuesioner dan instrumen penelitian menggunakan angket tertutup dengan skala Likert seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pedoman Penilaian Instrumen

Rentang Nilai	Kriteria
$1,00 \leq x \leq 1,80$	Sangat buruk
$1,81 \leq x \leq 2,60$	Buruk
$2,61 \leq x \leq 3,40$	Cukup baik
$3,41 \leq x \leq 4,20$	Baik
$4,21 \leq x \leq 5,00$	Sangat baik

Data yang diperoleh disesuaikan dengan pedoman pada Tabel 1, kemudian dianalisis dan direvisi sesuai saran dan komentar validator untuk mengungkap kekurangan produk e-diktat yang dikembangkan hingga memperoleh hasil validasi.

Hasil dan Pembahasan

Tahap awal dalam pengembangan bahan ajar adalah tahap pendefinisian. Langkah ini adalah dasar untuk semua langkah selanjutnya. Berbagai hal dilakukan dalam tahap pendefinisian antara lain analisis kebutuhan dan analisis media. Analisis kebutuhan dilakukan melalui wawancara dan penyebaran angket untuk mengetahui permasalahan terkait proses pembelajaran dan permasalahan bahan ajar yang digunakan. Hasil analisis kebutuhan menunjukkan bahwa mahasiswa sulit me-mahami materi fisika kuantum karena buku yang digunakan dalam proses perkuliahan menggunakan bahasa Inggris dan tidak berisi contoh soal, soal latihan dan simulasi pembelajaran. Selain itu, berdasarkan analisis media diperlukan flip pdf *corporate* sebagai aplikasi dalam pengembangan e-diktat. Alasan pemilihan flip pdf *corporate* sebagai aplikasi untuk mendukung pengembangan e-diktat adalah flip pdf *corporate* mampu menampilkan video dan audio, yang membuatnya interaktif. Pengembangan e-diktat ini dapat dipublikasikan dengan HTML yang dapat digunakan kapan saja, dan dengan file exe (*portable file*) yang dapat disalin dan dipindahkan antar komputer.

Tahap kedua perancangan adalah peneliti merancang e-diktat fisika kuantum sesuai hasil analisis awal. Pada tahap ini direncanakan e-diktat yang dikembangkan, dimulai dengan mengumpulkan beberapa referensi dan memilih format desain dengan membuat *storyboard*. Pemilihan bentuk penyajian e-diktat terdiri dari *cover*, panduan pengguna e-diktat, kompetensi dasar, tujuan pembelajaran, rangkuman, soal latihan, dan daftar pustaka.

Tahap ketiga adalah pengembangan e-diktat. Selama tahap pengembangan, para ahli melakukan validasi terhadap materi dan media. Berdasarkan hasil dari validator materi, materi dianalisis dari tiga segi yaitu kelayakan materi, kelayakan kebahasaan dan penyajian. Dalam penilaian validasi ahli media, media dianalisis melalui empat segi yaitu kelayakan visual, kesesuaian penggunaan huruf, efisiensi navigasi dan kegunaan e-diktat. Selain itu, desain produk divalidasi oleh penilaian ahli materi dan ahli media. Setelah divalidasi oleh para validator dilakukan perbaikan berdasarkan saran atau komentar dari para validator.

Tabel 2. Saran atau komentar validator ahli materi tahap 1

E-diktat awal	E-diktat setelah revisi
$\psi_0(r_1, r_2) = \psi_{100}(r_1)\psi_{100}(r_2)$ $\psi_0(r_1, r_2) = \frac{8}{\pi a^3} e^{-\frac{2(r_1+r_2)}{a}} \quad (2.10)$ <p>dimana: fungsi gelombang atom hidrogen</p> $\psi_{100} = \frac{1}{\sqrt{\pi a^3}} e^{-\frac{r}{a}} \quad (2.11)$ <p>Dan untuk fungsi gelombang atom seperti hidrogen Atom Helium disebut juga dengan atom mirip Hidrogen sehingga fungsi gelombang atom Helium dengan $Z = 2$, maka</p> $\psi(r_1, r_2) = \frac{8}{\pi a^3} e^{-\frac{2(r_1+r_2)}{a}}$ <p>dengan menggunakan pers. (2.9), dan energi menjadi</p> $E_n = -\frac{13,6}{n^2} eV$	$\psi_0(r_1, r_2) = \frac{8}{\pi a^3} e^{-\frac{2(r_1+r_2)}{a}} \quad (2.10)$ <p>Dimana bfungsi gelombang atom hidrogen</p> $\psi_{100} = \frac{1}{\sqrt{\pi a^3}} e^{-\frac{r}{a}} \quad (2.11)$ <p>Dan untuk fungsi gelombang atom seperti hidrogen</p> $\psi_{100}(r) = \frac{\sqrt{Z^3}}{\sqrt{\pi a^3}} e^{-\frac{r}{a}} \quad (2.12)$ <p>Atom Helium disebut juga dengan atom mirip Hidrogen sehingga fungsi gelombang atom Helium dengan $Z = 2$</p> $\psi_{100}(r) = \frac{\sqrt{Z^3}}{\sqrt{\pi a^3}} e^{-\frac{r}{a}}$ $\psi_{100}(r) = \frac{\sqrt{2^3}}{\sqrt{\pi a^3}} e^{-\frac{r}{a}}$ $\psi_{100}(r) = \frac{\sqrt{8}}{\sqrt{\pi a^3}} e^{-\frac{r}{a}} \quad (2.13)$

Saran atau komentar:

1. Perbaiki kata-kata yang kurang dimengerti
2. Pembuktian persamaan matematis yang belum rinci
3. Tambahkan tujuan pembelajaran dan indikator pencapaian

Saran dari validator materi tahap 1 seperti ditunjukkan dalam Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2. dilakukan perbaikan materi sesuai dengan saran validator ahli materi yaitu memperbaiki kata-kata yang kurang dimengerti dengan menggunakan kalimat yang disusun secara ejaan

yang disempurnakan, persamaan matematis dibuktikan/diturunkan secara rinci, dan diberikan tujuan pembelajaran dan indikator pencapaian. Saran atau komentar validator materi tahap 2 seperti ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Saran atau komentar validator ahli materi tahap 2

E-diktat awal	E-diktat setelah revisi
<p>Kombinasi linier dari vektor-vektor $\alpha\rangle, \beta\rangle, \gamma\rangle, \dots$ adalah ekspresi</p> $a \alpha\rangle + b \beta\rangle + c \gamma\rangle + \dots \quad (3.11)$ <p>Sebuah vektor (A) dikatakan bebas linier dari himpunan tidak bias di tulis sebagai kombinasi linier dari mereka. (Misalnya vektor satuan k bebas linier dari i dan j, tetapi setiap vektor pada l linier pada j). Dengan perluasan, himpunan vektor bebas linier jika i bebas linier. Linier independen dari semua yang lain. Kumpu merentang ruang jika setiap vektor dapat di tulis sebagai kombina himpunan. Himpunan vektor bebas linier yang merentang ruang dise vektor dalam sembarang basis disebut dimensi ruang. Untuk asun (n) berhingga. Sehubung dengan dasar yang di tentukan.</p> $ \alpha\rangle = a_1 \epsilon_1\rangle + a_2 \epsilon_2\rangle + \dots + a_n \epsilon_n\rangle \quad (3.12)$ <p>Vector yang di berikan</p>	<p>tulis sebagai kombinasi linier dari anggota himpunan. Himpunan vektor bebas linier yang merentang ruang disebut basis. Banyaknya vektor dalam sembarang basis disebut dimensi ruang. Untuk asumsikan bahwa dimensi (n) berhingga. Sehubung dengan dasar yang di tentukan.</p> $ \epsilon_1\rangle, \epsilon_2\rangle, \dots, \epsilon_n\rangle \quad (3.11)$ <p>Vector yang di berikan</p> $ \alpha\rangle = a_1 \epsilon_1\rangle + a_2 \epsilon_2\rangle + \dots + a_n \epsilon_n\rangle \quad (3.12)$ <p>Secara unik diwakili oleh n-tupel (terurut) dari komponennya :</p> $ \alpha\rangle \leftrightarrow (a_1, a_2, \dots, a_n) \quad (3.14)$ <p>Seringkali lebih mudah untuk bekerja dengan komponen dari pada dengan vector abstrak itu sendiri. Untuk menambahkan vektor, ditambahkan komponen yang sesuai:</p> $ \alpha\rangle + \beta\rangle \leftrightarrow (a_1 + b_1, a_2 + b_2, \dots, a_n + b_n) \quad (3.15)$

Saran atau komentar:

1. Tambahkan materi dari sumber lain
2. Penomoran persamaan matematis diletakkan diujung kanan

Berdasarkan Tabel 3 dilakukan perbaikan materi sesuai dengan saran validator ahli materi yaitu menambahkan materi dari sumber-sumber lain, penomoran persamaan matematis

dilekatkan diujung kanan, dan tambahkan contoh soal, latihan soal, dan soal evaluasi yang mudah dipahami oleh mahasiswa. Saran

atau komentar ahli materi tahap 3 dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Saran atau komentar validator ahli materi tahap 3

E-diktat awal	E-diktat setelah revisi
<p>[digunakan fakta bahwa operator \hat{Q} mengupasnya dari anggota kedua dari produk anggota pertama.] Tetapi satu-satunya vektor nol (Persamaan 3.2), jadi $(\hat{Q} - \langle Q \rangle)\Psi = 0$, at</p> $\hat{Q} \Psi\rangle = \langle Q \rangle \Psi\rangle$ <p>Nyatanya keadaan tertentu adalah vektor eigen</p> <p>3. Pengukuran Q yang teramati pada sebuah dipastikan akan mengembalikan nilai λ jika vektor eigen dari \hat{Q}, dengan nilai eigen λ.</p> <p>Misalnya, persamaan Schrödinger yang tid</p>	<p>hanyalah kumpulan dari komponennya dalam basis tertentu ya dari operator posisi.] Sementara itu, tidak dapat lagi merepres matriks karena vektor basis diberi label oleh indeks tak ber masih tertarik pada jumlah berbentuk:</p> $\langle f_\lambda \hat{T} f_\mu \rangle,$ <p>Yang sering disebut elemen matriks, λ, μ dari operator \hat{T}</p> <p>Contoh soal :</p> <p>1. Gaya sebesar $F = \hat{i} - 2\hat{j} + 3\hat{k}$ N bekerja pada sebuah membuat benda tersebut berpindah dari titik $r_0 (-1, 1, 3, 6)$ m. Usaha untuk menggerakkan benda tersebut se</p> <p>Jawaban :</p>



Saran atau komentar:

1. Tambahkan contoh soal, latihan soal, dan soal evaluasi

Berdasarkan Tabel 4 dilakukan perbaikan materi sesuai dengan saran validator ahli materi yaitu menambahkan contoh soal, latihan soal, dan soal

evaluasi. Saran atau komentar validator media tahap 1 seperti ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Saran atau komentar validator ahli media tahap 1

E-diktat awal	E-diktat setelah revisi
	

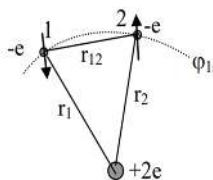
Saran atau komentar:

1. Kata buku diganti menjadi e-diktat
2. Ganti warna yang lebih menarik
3. Berbasis simulasi apa harus jelas

Berdasarkan Tabel 5 dilakukan perbaikan sesuai dengan saran validator ahli media yaitu mengubah kata buku menjadi e-diktat, mengganti warna cover menjadi lebih menarik,

dan menambahkan nama simulasi yang digunakan yaitu simulasi berbasis matlab. Saran atau komentar dari validator media pada tahap 2 seperti ditunjukkan Tabel 6.

Tabel 6. Saran atau komentar validator ahli media tahap 2

E-diktat awal	E-diktat setelah revisi
<p>2. Helium</p> <p>Atom seperti Helium (untuk selanjutnya disingkat, atom Helium) tersusun dari 3 bahan, yaitu inti atom dan 2 elektron. Inti dianggap sebagai satu partikel. Atom helium memiliki dua elektron yang bergerak dalam medan listrik inti bermuatan $Z=+2e$. Selain interaksi tarikan dari inti, kedua elektron saling tolak-menolak dengan gaya Coulomb. Dengan memberi nama pada setiap elektron dengan 1 dan 2, suatu</p> <p>atom Helium diperlihatkan dalam Gambar 1 dan pada Gambar 2 merupakan gambar 3d dari atom Helium.</p> 	<p>2. Helium</p> <p>Atom seperti Helium (untuk selanjutnya disingkat, atom Helium) tersusun dari 3 bahan, yaitu inti atom dan 2 elektron. Inti dianggap sebagai satu partikel. Atom helium memiliki dua elektron yang bergerak dalam medan listrik inti bermuatan $Z=+2e$. Selain interaksi tarikan dari inti, kedua elektron saling tolak-menolak dengan gaya Coulomb. Dengan memberi nama pada setiap elektron dengan 1 dan 2, suatu</p> <p>atom Helium diperlihatkan dalam Gambar 1 dan pada Gambar 2 merupakan gambar 3d dari atom Helium.</p>

Saran atau komentar:

1. Ukuran huruf terlalu kecil

Berdasarkan Tabel 6 dilakukan perbaikan sesuai dengan saran validator ahli media yaitu ukuran huruf yang awalnya terlalu kecil menjadi lebih besar sehingga mudah di baca oleh pengguna. Pemilihan ukuran huruf juga

mempengaruhil tingkat kebosanan pengguna ketika membaca karena akan terlihat sangat monoton dan mengakibatkan mata mudah lelah, Saran atau komentar validator media tahap 3 seperti ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Saran atau komentar validator ahli media tahap 3

E-diktat awal	E-diktat setelah revisi
<p>dan elektron 2. Dua suku berikutnya $-\left(\frac{Z}{r_1}\right) - \left(\frac{Z}{r_2}\right)$ adalah energi potensial elektron 1 dan elektron 2, dan suku terakhir $\frac{1}{r_{12}}$ adalah interaksi Coulomb antara dua elektron. r_1, r_2 adalah jarak elektron 1 dan elektron 2 dari inti, r_{12} adalah jarak antara elektron 1 dengan elektron 2, Z adalah muatan inti (Purwaningsih et al., 2019).</p> <div data-bbox="284 1312 690 1522"> <p>Contoh Soal</p> <p>(1). Misalkan Anda menempatkan kedua elektron atom helium ke dalam keadaan $n = 2$; Energi yang dipancarkan adalah? (2). Jelaskan secara kuantitatif spektrum ion helium He^+.</p> </div>	<p>dan elektron 2. Dua suku berikutnya $-\left(\frac{Z}{r_1}\right) - \left(\frac{Z}{r_2}\right)$ adalah energi potensial elektron 1 dan elektron 2, dan suku terakhir $\frac{1}{r_{12}}$ adalah interaksi Coulomb antara dua elektron. r_1, r_2 adalah jarak elektron 1 dan elektron 2 dari inti, r_{12} adalah jarak antara elektron 1 dengan elektron 2, Z adalah muatan inti (Purwaningsih et al., 2019).</p> <div data-bbox="901 1312 1347 1522"> <p>Video Pembelajaran</p> <p>Agar pemahaman Mahasiswa mengenai hamiltonian atom Helium lebih menyeluruh, silahkan simak penjelasan dari video pembelajaran berikut dengan menekan tombol mulai atau klik <i>link</i> dibawah ini:</p> <p>Sumber : https://youtu.be/T-va88AG_UM</p> </div>

Saran atau komentar:

1. Tambahkan vidio pembelajaran untuk materi hamiltonian atom Helium

Berdasarkan Tabel 7 dilakukan perbaikan sesuai dengan saran validator ahli media yaitu ditambahkan vidio pembelajaran untuk materi hamiltonian atom Helium. Penambahan vidio pembelajaran ini bertujuan agar pembaca memahami keseluruhan materi tentang atom Helium secara benar.

Setelah produk selesai direvisi secara keseluruhan berdasarkan saran atau komentar yang diberikan oleh validator ahli materi dan validator ahli media dan produk e-diktat fisika kuantum dinyatakan baik atau layak untuk digunakan dalam proses perkuliahan, tahap selanjutnya yaitu uji coba lapangan. Hal ini sejalan dengan (Ratnawati et al., 2022) jika

produk yang dikembangkan sesuai dengan tujuan dan kompetensi dasar dalam perkuliahan, maka e-diktat dinyatakan layak untuk digunakan dalam proses perkuliahan. Tahap berikutnya ialah uji coba lapangan kepada mahasiswa fisika FKIP Universitas Jambi untuk mengetahui

persepsi Mahasiswa terhadap e-diktat fisika kuantum. Hasil persepsi mahasiswa terhadap penggunaan e-diktat fisika kuantum yang telah dikembangkan seperti ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 5. Hasil persepsi mahasiswa terhadap e-diktat fisika kuantum

Indikator	Pernyataan	Rata-rata
Kelayakan Isi		
Kesesuaian materi dan tujuan	<ul style="list-style-type: none"> Materi yang disajikan sesuai dengan tujuan pembelajaran 	4,03
Sistematika sajian	<ul style="list-style-type: none"> Materi dalam e-diktat disajikan secara berurutan Langkah-langkah untuk mempelajari e-diktat mudah diikuti 	3,97 3,90
Kelengkapan informasi	<ul style="list-style-type: none"> Ketersediaan uji kompetensi sesuai dengan materi yang dipelajari 	3,97
Kebahasaan		
Penggunaan bahasa	<ul style="list-style-type: none"> Tulisan pada e-diktat dapat dibaca dengan jelas Materi yang disajikan menggunakan kalimat yang mudah dipahami 	4,13 3,65
Kemanfaatan		
Kemudahan penggunaan e-diktat	<ul style="list-style-type: none"> E-diktat mudah digunakan atau dioperasikan 	4,03
Kemudahan menggunakan e-diktat	<ul style="list-style-type: none"> Saya tertarik belajar menggunakan e-diktat 	3,94
Kemudahan belajar	<ul style="list-style-type: none"> E-diktat memudahkan saya dalam belajar di kelas Saya bisa belajar secara mandiri dengan menggunakan e-diktat 	3,90 3,81
Peningkatan motivasi	<ul style="list-style-type: none"> Saya tertantang untuk mengerjakan uji kompetensi yang ada pada e-diktat 	3,68
Kegrafikan		
Penggunaan huruf	<ul style="list-style-type: none"> Font yang digunakan sesuai dan mudah dibaca Jenis huruf yang digunakan mudah dibaca 	3,81 4,16
Penggunaan ilustrasi, grafik, foto	<ul style="list-style-type: none"> Penggunaan ilustrasi foto dan video sesuai materi 	3,58
Tata letak	<ul style="list-style-type: none"> Penempatan susunan (pengaturan) dan komponen e-diktat sudah benar 	3,84
Desain tampilan	<ul style="list-style-type: none"> Desain tampilan e-diktat disajikan dengan baik 	3,61
Rata-rata		3,87
Kategori		Baik

Hasil persepsi mahasiswa terhadap penggunaan e-diktat fisika kuantum yang telah dikembangkan dianalisis dengan menggunakan skala likert serta klasifikasi skornya dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 8 didapatkan nilai rata-rata persepsi mahasiswa pengguna sebesar 3,87 dengan kategori baik. Dengan saran perbaikan desain agar dibuat lebih menarik lagi terutama pada bagian isi e-diktat. Hal ini

menunjukkan bahwa mahasiswa memiliki tanggapan yang baik dalam penggunaan e-diktat fisika kuantum. Hasil angket persepsi terhadap empat aspek tersebut dapat disimpulkan bahwa e-diktat fisika kuantum yang dikembangkan memiliki kategori baik untuk digunakan sebagai media pembelajaran dalam menunjang proses pembelajaran.

Setelah dilakukan uji validasi ahli, revisi, dan dilakukan uji lapangan produk dinyatakan baik atau layak digunakan dalam proses perkuliahan. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Syahputri et al., 2020) dan penelitian yang dilakukan oleh (Algiranto & Sulistiyono, 2021) yang menyatakan bahwa jika hasil validasi dan persepsi terhadap produk adalah baik, maka e-diktat dapat digunakan dalam proses perkuliahan. Maka selanjutnya dilakukan penyebaran produk. Tahap penyebaran (*dessiminate*) merupakan langkah terakhir dari prosedur pengembangan 4-D. Pada tahap ini dilakukan penyebaran produk agar e-diktat dapat digunakan dalam perkuliahan fisika kuantum di universitas lain.

Kesimpulan

Berdasarkan paparan hasil penelitian pengembangan e-diktat fisika kuantum dilengkapi simulasi matlab berbasis flip pdf *corporate* dapat ditarik kesimpulan bahwa: 1) Mahasiswa membutuhkan bahan ajar tambahan berupa e-diktat fisika kuantum yang memenuhi kriteria menggunakan bahasa Indonesia, penjabaran rumus yang rinci, gambar yang jelas, dan dilengkapi simulasi pembelajaran serta tambahan uraian latihan, 2) E-diktat fisika kuantum telah selesai dikembangkan dengan menggunakan model 4-D, 3) Validasi ahli materi dan ahli media telah selesai dilaksanakan dengan hasil dalam kategori layak untuk di ujicobakan. Hasil persepsi mahasiswa tentang produk akhir e-diktat fisika kuantum sangat membantu mahasiswa dalam memahami konsep materi, 4) Penambahan simulasi menggunakan aplikasi matlab membuat mahasiswa lebih paham tentang materi yang diajarkan.

Daftar Pustaka

- Algiranto, A., & Sulistiyono, S. (2021). Development of physics students worksheets with scientific approaches to improve skills critical thinking and high school student learning outcomes. *Jurnal Geliga Sains: Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(2), 107. <https://doi.org/10.31258/jgs.8.2.107-113>
- Arsanti, M. (2018). Pengembangan bahan ajar mata kuliah penulisan kreatif bermuatan nilai-nilai pendidikan karakter religius bagi mahasiswa Prodi PBSI, Fkip, Unissula. *KREDO: Jurnal Ilmiah Bahasa Dan Sastra*, 1(2), 71–90. <https://doi.org/10.24176/kredo.v1i2.2107>
- Aryawan, R., Sudatha, I. G. W., & Sukmana, A. I. W. I. Y. (2018). Pengembangan e-modul interaktif mata pelajaran IPS di SMP Negeri 1 Singaraja, 6, 180–191.
- Budiarti, S., Nuswowati, M., & Cahyono, E. (2016). Guided inquiry berbantuan e-modul untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis, 5(2), 144–151.
- Endang, N., & Desiningrum, N. (2020). Pengembangan Bahan Ajar Strategi Belajar Mengajar Untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Mahasiswa). *Jurnal Inovasi Penelitian*, 1(5177), 485.
- Firmadani, F. (2020). Media pembelajaran berbasis teknologi sebagai inovasi pembelajaran era revolusi industri 4.0. *Prosiding Konferensi Pendidikan Nasional*, 2(1), 93–97. http://ejurnal.mercubuana-yogya.ac.id/index.php/Prosiding_KoPeN/article/view/1084/660
- Huda, M., & Purwahida, R. (2017). Pelatihan penyusunan bahan ajar bahasa indonesia bagi guru SMP/MTs di Surakarta. *Warta LPM*, 13(1), 89–97. <https://doi.org/10.23917/warta.v13i1.3212>
- Megahantara, G. . (2017). Pengaruh teknologi terhadap pendidikan di abad 21. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Muis, M. (2020). Model pembelajaran berdasarkan masalah: Teori dan penerapannya. Caramedia Communication.
- Nur, F., & Masita. (2022). Pengembangan pembelajaran matematika. PT. Nas Media Indonesia.
- Nurrita, T. (2018). Pengembangan media pembelajaran untuk meningkatkan hasil belajar siswa: Misykat, 03(1), 171–187.
- Pranata, D. P., Frima, A., & Egok, A. S. (2021). Pengembangan LKS matematika berbasis problem based learning pada materi bangun datar Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 5(4), 2284–2301. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i4.1183>
- Rahmadhani, S., & Efronia, Y. (2021). Penggunaan e-modul di Sekolah Menengah Kejuruan pada mata pelajaran simulasi digital. *Jurnal Vokasi Informatika (JAVIT)*, 1(1), 6-11. <https://doi.org/10.24036/javit.v1i1.16>

- Rahmi, M. N., & Samsudi, M. A. (2020). Pemanfaatan media pembelajaran berbasis teknologi sesuai dengan karakteristik gaya belajar. *Edumaspul: Jurnal Pendidikan*, 4(2), 355–363. <https://doi.org/10.33487/edumaspul.v4i2.439>
- Ratnawati, O., Siswono, T., & Rani, P. (2022). Pengembangan bahan ajar matematika terintegrasi literasi statistis berbasis electronic publishing. *Edu Sains: Jurnal Pendidikan Sains dan Matematika*, 10(1), 1-12. doi:<https://doi.org/10.23971/eds.v10i1.2785>
- Saprudin, Haerullah, A. H., & Hamid, F. (2021). Analisis Penggunaan E-Modul Dalam Pembelajaran Fisika : Studi literatur, 2(2), 38–42.
- Sumarni, R. A., Dwitiyanti, N., Studi, P., Informatika, T., & Edition, C. (2022). Pengembangan e-modul kalfis matlab gerak vertikal. 889–894.
- Suryadi, S. (2015). Peranan perkembangan teknologi informasi dan komunikasi dalam kegiatan pembelajaran dan perkembangan dunia pendidikan, 3(3).
- Sutarti, R., & Irawan, E. (2017). *Kiat sukses meraih hibah penelitian pengembangan*. DEEPUBLISH.
- Syahputri, Z., Rahmad, M., Irianti, M., & Veranita, D. (2020). Empirical analysis of e-module based on science literation as a source in learning electromagnetic radiation material. *Jurnal Geliga Sains: Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(2), 128. <https://doi.org/10.31258/jgs.7.2.128-137>
- Wadah, S. C., & Miriam, S. (2022). *The feasibility of e-modules based on flipbook pdf professional to improve student learning outcomes on work and energy material*, 10(2), 83–88.
- Zinnurain. (2021). Pengembangan e-modul pembelajaran interaktif berbasis flip pdf corporate edition pada mata kuliah manajemen diklat, 1(1).