



Pengembangan E-Modul Fisika Statistik Berbasis Flip PDF Professional Berbantuan MATLAB: Uji Validitas dan Persepsi Mahasiswa

Putri Canes Milliyan Dosen*, Sri Purwaningsih, Hebat Shidow Falah
Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas
Jambi, Jl. Jambi, Muaro Bulian No.KM. 15, Mendalo Darat, Kec. Jambi Luar Kota,
Kabupaten Muaro Jambi, Jambi, Indonesia 36657.
Email Korespondensi: canesnes96@gmail.com

Abstrak

Perkembangan teknologi pembelajaran menuntut adanya inovasi bahan ajar yang mampu membantu mahasiswa memahami materi yang bersifat abstrak, khususnya pada mata kuliah Fisika Statistik. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan e-modul Fisika Statistik berbasis *Flip PDF Professional* berbantuan MATLAB serta mengetahui tingkat validitas dan persepsi mahasiswa terhadap e-modul yang dikembangkan. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan 4D yang meliputi tahap *define*, *design*, *develop*, dan *disseminate*. Subjek penelitian terdiri atas validator ahli materi, validator ahli media, serta 20 mahasiswa semester V Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Jambi yang dipilih menggunakan teknik *purposive sampling*. Instrumen penelitian berupa angket validasi ahli materi, angket validasi ahli media, dan angket persepsi mahasiswa yang disusun berdasarkan kisi-kisi instrumen dan dinyatakan layak digunakan. Data dianalisis menggunakan teknik deskriptif kuantitatif melalui perhitungan skor rata-rata dan persentase. Hasil penelitian menunjukkan bahwa validasi ahli materi tahap II memperoleh persentase sebesar 100% dengan kategori sangat valid, validasi ahli media tahap II memperoleh persentase sebesar 98,43% dengan kategori sangat valid, dan persepsi mahasiswa memperoleh persentase sebesar 89,06% dengan kategori sangat baik. Dengan demikian, e-modul yang dikembangkan dinyatakan sangat valid berdasarkan penilaian ahli dan memperoleh persepsi sangat baik dari mahasiswa, sehingga berpotensi digunakan sebagai bahan ajar pendukung dalam pembelajaran Fisika Statistik.

Kata kunci: e-Modul; Fisika Statistik; Flip PDF Professional; MATLAB; Persepsi Mahasiswa.

Development of a Statistical Physics E-Modul Based on Flip PDF Professional Assisted by MATLAB: Validity Testing and Student Perceptions

Abstract

The development of learning technology demands innovative teaching materials capable of overcoming students' difficulties in understanding abstract concepts, particularly in the Statistical Physics course. This study developed a Statistical Physics e-module based on *Flip PDF Professional* assisted by MATLAB, while also examining its validity and students' perceptions. The research applied a *Research and Development* (R&D) approach using the 4D development model, namely *define*, *design*, *develop*, and *disseminate*. The research subjects consisted of material experts, media experts, and 20 fifth-semester students of the Physics Education Study Program at Universitas Jambi selected through *purposive sampling*. The research instruments included material expert validation questionnaires, media expert validation questionnaires, and student perception questionnaires, all of which were designed based on assessment indicators and declared feasible for use. Data analysis was conducted descriptively and quantitatively through average score and percentage calculations. The results showed that the second-stage material expert validation reached 100% (very valid), the second-stage media expert validation reached 98.43% (very valid), and student perceptions reached 88.98% (very good category). Therefore, the developed e-module is valid, practical, and effective, and it can assist students in understanding abstract concepts through interactive features and MATLAB-based visualization.

Keywords: : e-Module; Statistical Physics; Flip PDF Professional; MATLAB; Student Perception.

How to Cite: Dosen, P. C. M., Purwaningsih, S., & Falah, H. S. (2026). Pengembangan E-Modul Fisika Statistik Berbasis Flip PDF Professional Berbantuan MATLAB: Uji Validitas dan Persepsi Mahasiswa. *Empiricism Journal*, 7(2), 1233-1241. <https://doi.org/10.36312/ej.v7i2.5161>



<https://doi.org/10.36312/ej.v7i2.5161>

Copyright© 2026, Dosen et al.

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](#) License.



PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi telah memberikan dampak signifikan terhadap inovasi pendidikan, terutama dalam pengembangan media ajar berbasis digital (Maslakhah et al., 2024). Integrasi teknologi dalam proses pembelajaran tidak hanya berperan sebagai pendukung, tetapi telah menjadi kebutuhan untuk menciptakan pembelajaran yang efektif, interaktif, dan fleksibel sesuai dengan kebutuhan mahasiswa. Pemanfaatan teknologi memungkinkan penyajian materi yang lebih menarik serta mendukung proses belajar mandiri secara optimal.

Dalam konteks pembelajaran fisika, karakteristik materi yang cenderung abstrak menjadi tantangan tersendiri. Fisika Statistik merupakan salah satu bidang ilmu yang memiliki tingkat abstraksi tinggi. Abstraksi merupakan kekuatan sekaligus tantangan dalam pembelajaran fisika (Amalisholeha et al., 2023; Docktor & Mestre, 2014; Fariyani & Kusuma, 2021). Di satu sisi, abstraksi memungkinkan penyederhanaan fenomena alam dalam model matematis yang sistematis dan terstruktur, namun di sisi lain menjadi hambatan bagi mahasiswa dalam membangun pemahaman konseptual yang utuh.

Kondisi ini tampak secara nyata dalam pembelajaran Fisika Statistik yang menuntut kemampuan analisis matematis, penalaran logis, serta pemahaman fenomena yang tidak dapat diamati secara langsung (Purwaningsih et al., 2023; Simangunsong, 2024). Dalam praktiknya, mahasiswa sering kali mampu melakukan manipulasi matematis, tetapi belum mampu memahami makna fisis dari representasi tersebut (Docktor & Mestre, 2014; Lestari et al., 2022). Selain itu, berdasarkan kurikulum Prodi Pendidikan Fisika Universitas Jambi, Fisika Statistik merupakan mata kuliah keahlian wajib bernilai 3 SKS (Purwaningsih & Nehru, 2021). Topiknya mencakup tingkat energi, keadaan makro dan mikro, serta peluang termodinamika tidak hanya kompleks secara matematis, tetapi juga sulit dipahami secara intuitif. Penggunaan bahan ajar konvensional yang didominasi teks dan rumus cenderung membuat mahasiswa lebih fokus pada penyelesaian soal secara prosedural dibanding pemahaman secara mendalam (Docktor & Mestre, 2014).

Studi sebelumnya membuktikan bahwa penerapan media pembelajaran berbasis teknologi mampu meningkatkan penguasaan konsep fisika. Penelitian Mahendri et al. (2023) melaporkan bahwa e-modul berbasis *Flip PDF Professional* memiliki tingkat validitas yang tinggi serta mampu meningkatkan ketertarikan mahasiswa dalam proses belajar. Disisi lain, penelitian Mariko et al. (2025); Sumarni et al. (2021) menunjukkan bahwa penggunaan MATLAB dalam pembelajaran fisika dapat membantu mahasiswa dalam memahami konsep lewat visualisasi yang lebih nyata dan interaktif. studi lainnya menunjukkan bahwa integrasi media interaktif digital dapat meningkatkan motivasi serta hasil belajar karena memberikan pengalaman pembelajaran yang lebih bermakna (Dosen et al., 2026). Selain itu, integrasi media digital dalam pembelajaran juga terbukti mampu meningkatkan motivasi dan keterlibatan mahasiswa selama proses belajar (Purwaningsih et al., 2025). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa baik e-modul digital maupun visualisasi berbantuan MATLAB memiliki potensi besar dalam mendukung pembelajaran fisika.

Meskipun demikian, penelitian-penelitian sebelumnya umumnya masih mengembangkan e-modul digital dan media visualisasi secara terpisah. Penggunaan *Flip PDF Professional* lebih banyak difokuskan pada penyajian bahan ajar interaktif tanpa dukungan visualisasi numerik yang mendalam. Sebaliknya, pemanfaatan MATLAB umumnya digunakan sebagai alat simulasi dan visualisasi konsep fisika, tetapi belum banyak diintegrasikan ke dalam bentuk e-modul interaktif. Selain itu, sebagian besar penelitian masih berfokus pada materi fisika umum, sedangkan pengembangan media pembelajaran pada mata kuliah Fisika Statistik masih relatif terbatas. Padahal, karakteristik materi Fisika Statistik yang mencakup tingkat energi, keadaan makro dan mikro, serta peluang termodinamika memerlukan kombinasi penyajian materi yang sistematis dan visualisasi konsep yang mampu membantu mahasiswa memahami hubungan antara model matematis dan fenomena fisika.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini mengembangkan e-modul Fisika Statistik berbasis *Flip PDF Professional* berbantuan MATLAB. E-modul ini menyajikan materi secara digital yang mengintegrasikan teks, animasi, gambar, serta simulasi sehingga dapat meningkatkan keterlibatan mahasiswa dalam proses belajar (Purwaningsih et al., 2025). *Flip PDF Professional* memberikan keunggulan dalam penyajian materi yang menarik, sistematis, dan mudah diakses (Mayeni et al., 2023), sedangkan MATLAB berperan dalam menampilkan

visualisasi konsep secara dinamis (Muslim et al., 2024; Putri, 2017). Kombinasi keduanya diharapkan mampu membantu mahasiswa memahami hubungan antarvariabel fisis secara lebih konkret. Kondisi tersebut menjadikan pembelajaran tidak hanya berfokus pada aspek simbolik, tetapi juga pada aspek visual dan konseptual. Dengan demikian, mahasiswa tidak hanya memperoleh penjelasan konseptual dan matematis, tetapi juga dapat mengamati representasi visual dari konsep yang dipelajari.

Berbeda dengan penelitian terdahulu yang umumnya mengembangkan e-modul digital atau media visualisasi secara terpisah, penelitian ini mengintegrasikan *Flip PDF Professional* dan MATLAB dalam satu bahan ajar digital pada mata kuliah Fisika Statistik. Integrasi tersebut dirancang untuk menyajikan konsep abstrak melalui kombinasi teks, ilustrasi, navigasi interaktif, dan visualisasi numerik sehingga mahasiswa dapat menghubungkan representasi matematis dengan makna fisis konsep yang dipelajari. Kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan e-modul yang memadukan fitur interaktif *Flip PDF Professional* dan visualisasi MATLAB dalam satu media pembelajaran untuk materi tingkat energi, keadaan makro dan mikro, serta peluang termodinamika. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui validitas dan persepsi mahasiswa terhadap e-modul Fisika Statistik berbasis *Flip PDF Professional* berbantuan MATLAB.

METODE

Penelitian ini menerapkan metode *Research and Development* (R&D) untuk menghasilkan produk serta menguji tingkat validitas dan kelayakan e-modul Fisika Statistik berbasis *Flip PDF Professional* berbantuan MATLAB. Penelitian menggunakan model pengembangan 4D oleh Thiagarajan et al. (1974), mencakup tahap *define, design, develop, dan disseminate*. Model ini dipilih karena tahapannya sistematis dalam menciptakan produk pembelajaran yang valid dan layak digunakan.

Pada tahap *define* dilakukan analisis kebutuhan, analisis karakteristik mahasiswa, analisis konsep, dan perumusan tujuan pembelajaran. Tahap *design* meliputi penyusunan struktur materi, penyusunan storyboard, perancangan tampilan e-modul, serta penyusunan instrumen penelitian. Selanjutnya, pada tahap *develop* dilakukan pengembangan e-modul menggunakan *Flip PDF Professional* yang diintegrasikan dengan visualisasi dan simulasi berbantuan MATLAB. Produk yang telah dikembangkan kemudian divalidasi oleh ahli materi dan ahli media serta direvisi berdasarkan saran dan masukan yang diberikan. Setelah dinyatakan layak, e-modul diujicobakan kepada mahasiswa untuk memperoleh data persepsi terhadap produk yang dikembangkan. Tahap *disseminate* dilakukan dalam bentuk diseminasi terbatas kepada mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Jambi melalui distribusi e-modul dalam format digital untuk memperoleh umpan balik terhadap produk yang telah dikembangkan..

Subjek penelitian terdiri atas satu validator ahli materi, satu validator ahli media, dan 20 mahasiswa semester V Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Jambi yang telah mengontrak mata kuliah Fisika Statistik. Validator ahli materi merupakan dosen Pendidikan Fisika bergelar Doktor (S3) yang memiliki keahlian di bidang Fisika Statistik dan pengalaman mengajar lebih dari 10 tahun. Validator ahli media merupakan dosen Pendidikan Fisika bergelar Magister (S2) yang memiliki kompetensi dalam pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi. Pemilihan validator dilakukan secara *purposive* berdasarkan kesesuaian bidang keahlian dengan produk yang dikembangkan.

Instrumen penelitian terdiri atas angket validasi ahli materi, angket validasi ahli media, dan angket persepsi mahasiswa. Angket validasi ahli materi mencakup aspek kelayakan isi, kebahasaan, penyajian, dan kegrafikan. Angket validasi ahli media mencakup aspek tampilan, tipografi, navigasi, interaktivitas, dan kemudahan penggunaan. Kisi-kisi validasi ini mengacu pada Delita et al. (2022). Sementara itu, angket persepsi mahasiswa mencakup aspek tampilan, penyajian materi, kemudahan penggunaan, dan manfaat e-modul dalam pembelajaran. Seluruh instrumen disusun berdasarkan kisi-kisi yang mengacu pada penelitian terdahulu dan telah melalui proses telaah oleh dosen ahli untuk memastikan kesesuaian indikator, kejelasan bahasa, dan keterwakilan aspek yang diukur sebelum digunakan dalam penelitian. Kisi-kisi angket ini mengacu pada Astalini et al. (2021).

Data penelitian dianalisis menggunakan teknik deskriptif kuantitatif melalui perhitungan skor rata-rata dan persentase. Skor rata-rata dihitung menggunakan persamaan:

$$Interval = \frac{Skor\ Maksimum - Skor\ Minimum}{Jumlah\ Item}$$

Perhitungan skor pada setiap butir pernyataan digunakan untuk menentukan tingkat kelayakan dan kepraktisan produk. Lalu skor ubah dalam bentuk persentase. Menurut (Pathoni Haerul et al., 2017) persentase untuk subvariabel dapat dihitung dengan menggunakan perhitungan berikut:

$$P = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Pada rumus tersebut, P menunjukkan persentase setiap subvariabel yang dinyatakan dalam bentuk persen (%). Sementara itu, n merupakan total skor yang diperoleh pada masing-masing subvariabel, sedangkan N menunjukkan jumlah skor maksimum yang dapat dicapai. Setelah nilai persentase kelayakan (P%) dari tiap validator diperoleh, langkah berikutnya adalah membandingkannya dengan kriteria validasi yang telah ditetapkan. Tujuannya untuk menentukan tingkat validitas materi dan media berdasarkan penilaian ahli. Menurut Jannah & Julianto, (2018) kategori kelayakan berdasarkan kriteria Hasil persentase tersebut diinterpretasikan menggunakan kriteria validitas. Tingkat validitas e-modul ditentukan berdasarkan persentase hasil penilaian validator. Persentase 81%-100% dikategorikan sangat valid, 61%-81% valid, 41%-61% kurang valid, 21%-41% tidak valid, dan 0%-41% sangat tidak valid.

Setelah nilai persentase validasi dari validator dicocokkan, langkah berikutnya adalah membandingkan persentase hasil persepsi mahasiswa dengan rentang persentase dan kriteria penilaian yang telah ditetapkan.

Persepsi mahasiswa terhadap e-modul dianalisis berdasarkan rentang persentase tertentu. Persentase 81%-100% termasuk kategori sangat baik, 61%-81% baik, 41%-60% cukup baik, 21%-40% kurang baik, dan 0%-20% tidak baik. Kriteria ini digunakan untuk mempermudah interpretasi hasil persepsi mahasiswa terhadap e-modul yang dikembangkan berdasarkan acuan Muhidin (2009).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian pengembangan e-modul menghasilkan e-modul fisika statistik berbasis *Flip PDF Professional* berbantuan MATLAB yang valid serta mengetahui persepsi mahasiswa terhadap penggunaannya. Hasil penelitian diperoleh melalui tahapan model 4D (*define, design, develop, dan disseminate*) dan dianalisis menggunakan teknik deskriptif kuantitatif berupa persentase.

Pada tahap *define*, hasil analisis mengindikasikan bahwa mahasiswa kesulitan menguasai konsep abstrak fisika statistik, seperti tingkat energi, keadaan makro dan mikro, serta peluang termodinamika. Temuan ini memperkuat pernyataan bahwa abstraksi merupakan kekuatan sekaligus tantangan dalam pembelajaran fisika (Amalisholeha et al., 2023; Docktor & Mestre, 2014; Fariyani & Kusuma, 2021). Mahasiswa cenderung mampu melakukan manipulasi matematis, tetapi belum mampu memahami makna fisis dari konsep yang dipelajari (Lestari et al., 2022). Situasi ini mengindikasikan perbedaan antara keterampilan prosedural dan penguasaan konsep, sehingga dibutuhkan inovasi bahan ajar yang dapat menyatukan kedua aspek tersebut.

Sebagai tindak lanjut, pada tahap *design* dikembangkan e-modul yang mengintegrasikan *Flip PDF Professional* berbantuan MATLAB. *Flip PDF Professional* digunakan untuk menyajikan materi secara interaktif, sedangkan MATLAB dimanfaatkan untuk menampilkan visualisasi konsep secara dinamis. Integrasi ini dirancang untuk menjawab kebutuhan pembelajaran yang sebelumnya belum mampu mengakomodasi visualisasi konsep abstrak.



Gambar 1. Sampul depan e-modul.

Hasil pengembangan kemudian divalidasi pada tahap *develop* oleh ahli materi dan ahli media. Pada tahap validasi, e-modul dinilai oleh sejumlah ahli sesuai dengan bidang keahliannya. Hasil validasi pada aspek materi tahap I, yang dilakukan oleh ahli materi fisika statistik, menunjukkan nilai rata-rata persentase sebesar 90,8% dengan kriteria sangat valid, namun masih memiliki beberapa saran perbaikan lihat tabel 1.

Tabel 1. Penilaian Ahli Materi Tahap I

Aspek Penilaian	Skor Ahli	Skor Max	Persentase	Kriteria
Aspek Materi	3,7	4	94,4%	Sangat Valid
Aspek Bahasa	3,6	4	89,3%	Sangat Valid
Aspek Penyajian	3,3	4	83,3%	Sangat Valid
Skor	3,5	4	89%	
Asil Akhir Persentase		89%		Sangat Valid

Penilaian e-modul Fisika statistik berbasis *Flip PDF Professional* berbantuan MATLAB untuk validasi ahli materi dibagi menjadi tiga aspek utama oleh ahli materi yang masing-masing memiliki nilai rata-rata berbeda. Aspek materi, diperoleh rata-rata sebesar 3,7 yang kemudian dikonversikan menjadi persentase sebesar 94,4%, sehingga kriteria sangat valid. Selanjutnya, aspek bahasa, diperoleh rata-rata 3,6 dengan persentase sebesar 89,3% sehingga juga dikategorikan sangat valid. Pada aspek penyajian, hasil penilaian rata-rata 3,3 yang menunjukkan dan dikonversi menjadi persentase sebesar 83,3% sehingga dikategorikan kriteria sangat valid. Dengan demikian, persentase kriteria validasi pada hasil keseluruhan setiap bagian aspek di Tabel 1. Menunjukkan persentase 89% kategori sangat valid.

Meskipun memperoleh kategori sangat valid, validator tetap memberikan beberapa saran perbaikan, yaitu menambah penjelasan konsep abstrak dan penambahan ilustrasi visual untuk memperkuat pemahaman mahasiswa. Revisi yang dilakukan pada tahap ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan kejelasan penyajian materi, maka dilakukan uji validasi tahap II oleh ahli materi, lihat Tabel 2.

Tabel 2. Penilaian Ahli Materi Tahap II

Aspek Penilaian	Skor Ahli	Skor Max	Persentase	Kriteria
Materi	4	4	100%	Sangat Valid
Bahasa	4	4	100%	Sangat Valid
Penyajian	4	4	100%	Sangat Valid
Skor	4	4	100%	
Asil Akhir Persentase		100%		Sangat Valid

Setelah dilakukan perbaikan tahap II validasi ahli materi, penilaian dilakukan menggunakan skala Likert empat tingkat yang terdiri dari 3 aspek penilaian dengan 19 butir pertanyaan. Hasil penilaian menunjukkan skor maksimal 12 dengan rata-rata 4, yang setara dengan persentase 100%. Hasil tersebut, produk dapat dikategorikan sangat valid. Maka, e-

modul telah memenuhi kriteria validitas sangat valid dan layak tanpa memerlukan revisi lebih lanjut.

Selanjutnya, dilanjutkan dengan validasi ahli media untuk melihat kelayakan tampilan e-modul. Rata-rata persentase penilaian e-modul fisika statistik pada aspek media oleh ahli media mendapatkan nilai sebesar 75% dengan kategori sangat valid. Lihat Tabel 3.

Tabel 3. Penilaian Ahli Media Tahap I

Aspek Penilaian	Skor Ahli	Skor Max	Persentase	Kriteria
Visual	3,4	4	86,1%	Sangat Valid
Penggunaan Huruf	3,25	4	81,25%	Sangat Valid
Keefektifan Navigasi	3	4	75%	Valid
Kemudahan	3,3	4	83,3%	Sangat Valid
Skor	3,23	4	81,42%	
Asil Akhir Persentase		81,42%		Valid

Hasil validasi ahli media pada tahap I dianalisis menggunakan persentase kriteria validasi, kriteria yang tertera, rata-rata sebesar 3,23 persentase 81,42% kategori valid. Meskipun demikian, berdasarkan saran dan komentar dari ahli media, e-modul masih memerlukan beberapa perbaikan. Kekurangan ditemukan antara lain ukuran huruf yang terlalu kecil, serta belum adanya perbedaan jelas antara ukuran huruf pada judul bab, subbab, dan isi e-modul. Selain itu, kualitas gambar pada sampul dan isi e-modul masih terlihat kurang jelas sehingga perlu ditingkatkan. Penggunaan bahasa juga belum sesuai dengan kaidah bahasa baku. Adapun hasil perbaikan e-modul pada tahap I maka menghasilkan tahap II, hasil perbaikan lihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Penilaian Ahli Media Tahap II

Aspek Penilaian	Skor Ahli	Skor Max	Persentase	Kriteria
Visual	4	4	100%	Sangat Valid
Penggunaan Huruf	3,75	4	93,75%	Sangat Valid
Keefektifan Navigasi	4	4	100%	Sangat Valid
Kemudahan	4	4	100%	Sangat Valid
Skor	3,9	4	98,43%	
Asil Akhir Persentase		98,43%		Sangat Valid

Hasil validasi menunjukkan bahwa media yang dibuat telah memenuhi standar kelayakan dari berbagai aspek, yakni visual, penggunaan huruf, navigasi efektif, dan kemudahan penggunaan. Penilaian menghasilkan rata-rata skor 3,9 (persentase 98,43%), dan seluruh aspek masuk kategori sangat valid. Oleh karena itu, media e-modul dinyatakan siap digunakan tanpa revisi tambahan, sesuai penilaian validator II.

Validasi ahli materi mencapai 100%, menandakan e-modul memenuhi aspek materi, bahasa, dan penyajian. Sementara validasi ahli media 98,43% menunjukkan pemenuhan aspek visual, penggunaan huruf navigasi efektif, dan kemudahan penggunaan. Nilai validasi yang tertinggi membuktikan produk layak sebagai bahan ajar. Kemudian, tahap *disseminate* melibatkan uji coba kelompok kecil setelah semua validasi (media dan materi) dinyatakan layak. Pada tahap ini, peneliti menguji persepsi mahasiswa terhadap e-modul Fisika Statistik yang telah dirancang. Berikut Tabel 5 persepsi mahasiswa.

Tabel 5. Persepsi Mahasiswa

Aspek Penilaian	Persepsi	Skor Max	Persentase	Kriteria
Tampilan E-modul	3,55	4	88,95%	Sangat Baik
Penyajian Materi dalam E-modul	3,55	4	88,86%	Sangat Baik
Manfaat E-modul	3,57	4	89,37%	Sangat Baik
Skor	3,55	4	89,06%	
Asil Akhir Persentase		89,06%		Sangat Baik

Hasil persepsi mahasiswa menunjukkan persentase sebesar 89,06% dengan kategori sangat baik. Persentase tersebut menunjukkan bahwa mahasiswa memberikan respons positif terhadap e-modul yang dikembangkan, baik dari aspek tampilan, penyajian materi, maupun manfaat dalam pembelajaran. Mahasiswa menilai bahwa integrasi Flip PDF

Professional dan MATLAB membuat materi Fisika Statistik lebih menarik serta membantu memvisualisasikan konsep-konsep yang bersifat abstrak. Oleh karena itu, hasil persepsi ini menunjukkan bahwa e-modul diterima dengan sangat baik oleh mahasiswa dan berpotensi digunakan sebagai bahan ajar pendukung dalam pembelajaran Fisika Statistik.

Secara konseptual, hasil ini menunjukkan bahwa integrasi *Flip PDF Professional* berbantuan MATLAB mampu menjawab permasalahan utama dalam pembelajaran Fisika Statistik, yaitu kesulitan memahami konsep abstrak. MATLAB berperan dalam mengkonkretkan konsep melalui visualisasi numerik. Sedangkan *Flip PDF Professional* meningkatkan interaktivitas dan daya tarik media. Kombinasi ini menghasilkan cara belajar yang lebih komprehensif, sebab mahasiswa selain berinteraksi dengan simbol matematis, tetapi juga dengan representasi visual.

Temuan penelitian ini memiliki kesamaan dengan penelitian Mahendri et al. (2023) yang menunjukkan bahwa e-modul berbasis *Flip PDF Professional* mampu menghasilkan media pembelajaran yang valid dan menarik bagi mahasiswa. Selain itu, hasil penelitian ini juga sejalan dengan penelitian Mariko et al. (2025); Sumarni et al. (2021) yang menyatakan bahwa penggunaan MATLAB dapat membantu memvisualisasikan konsep fisika sehingga lebih mudah dipahami. Meskipun demikian, terdapat perbedaan mendasar antara penelitian ini dan penelitian terdahulu. Penelitian sebelumnya umumnya hanya berfokus pada pengembangan e-modul digital atau penggunaan MATLAB sebagai media visualisasi secara terpisah, sedangkan penelitian ini mengintegrasikan kedua teknologi tersebut dalam satu e-modul pembelajaran Fisika Statistik. Integrasi tersebut memungkinkan mahasiswa memperoleh penjelasan konseptual, matematis, dan visual secara bersamaan sehingga dapat membantu menghubungkan representasi matematis dengan makna fisis konsep yang dipelajari. Dengan demikian, kontribusi penelitian ini terletak pada pengembangan e-modul interaktif yang memadukan keunggulan *Flip PDF Professional* dan MATLAB untuk mendukung pembelajaran materi Fisika Statistik yang bersifat abstrak.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, e-modul Fisika Statistik berbasis *Flip PDF Professional* berbantuan MATLAB yang dikembangkan memperoleh kategori sangat valid berdasarkan penilaian ahli materi dan ahli media. Hasil validasi ahli materi menunjukkan persentase sebesar 100% dengan kategori sangat valid, sedangkan validasi ahli media memperoleh persentase sebesar 98,43% dengan kategori sangat valid. Selain itu, hasil persepsi mahasiswa menunjukkan persentase sebesar 89,06% dengan kategori sangat baik. Integrasi penyajian interaktif melalui *Flip PDF Professional* dan visualisasi menggunakan MATLAB dinilai mahasiswa dapat membantu proses pemahaman materi Fisika Statistik yang bersifat abstrak, seperti tingkat energi, keadaan makro dan mikro, serta peluang termodinamika. Dengan demikian, e-modul yang dikembangkan dinyatakan sangat valid dan memperoleh respons yang sangat baik dari mahasiswa, sehingga berpotensi digunakan sebagai bahan ajar pendukung dalam pembelajaran Fisika Statistik.

REKOMENDASI

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, disarankan agar e-modul Fisika Statistik berbasis *Flip PDF Professional* berbantuan MATLAB dapat dimanfaatkan secara lebih luas sebagai bahan ajar pendukung dalam proses pembelajaran, khususnya pada mata kuliah yang memiliki karakteristik konsep-konsep abstrak dan memerlukan visualisasi untuk membantu pemahaman mahasiswa. Penggunaan e-modul ini diharapkan dapat memberikan alternatif sumber belajar yang lebih interaktif, menarik, dan mudah diakses sehingga dapat mendukung kegiatan belajar secara mandiri maupun dalam pembelajaran di kelas. Selain itu, penelitian dan pengembangan selanjutnya disarankan untuk memperluas cakupan materi yang disajikan agar tidak terbatas pada tingkat energi, keadaan makro dan mikro, serta peluang termodinamika, tetapi juga mencakup topik-topik lain dalam Fisika Statistik.

DAFTAR PUSTAKA

Ainiyah, G. Z., Permatasari, K. D., Murwati, S., & Patimah, S. (2022). Information Technology and Utilization of Financial Information Systems on the Effectiveness. *Journal of Economic Empowerment Strategy (JEES)*, 5(2), 118–134.

- <https://doi.org/https://doi.org/10.23969/jees.v5i2.5407>
- Amalishholeha, N., Rokhmat, J., & Gunada, I. W. (2023). Analisis Kesulitan Belajar Peserta Didik pada Pembelajaran Fisika di SMAN 1 Kediri. *Empiricism Journal*, 4(2), 356–364.
- Astalini, Darmaji, Kurniawan, D. A., & Chen, D. (2021). Students' Perceptions of Mathematical Physics E-Module on Multiple Integral Material. *Journal of Education Technology*, 5(4), 531–538. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JET%0AStudents>
- Delita, F., Berutu, N., & Nofrion, D. (2022). Online Learning : The Effects Of Using E-Modules On Self-Efficacy , Motivation And Learning Outcomes. *Turkish Online Journal of Distance Education-TOJDE*, 2957(October), 0–3. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1365038.pdf>
- Docktor, J. L., & Mestre, J. P. (2014). Synthesis of discipline-based education research in physics. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 020119, 1–58. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.10.020119>
- Dosen, P. C. M., Wulansari, A., Sitompul, L. J., Rahma, P., & Kiranti, R. D. (2026). Perbandingan Efektivitas Metode Simulasi dan Konvensional pada Hasil Belajar Siswa SMKN 1 Kelas X Prosiding Seminar Nasional Inovasi dan Riset Multidisiplin. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Dan Riset Multidisiplin*, 1(1), 342–347. <https://journal.hdgi.org/index.php/sinergi/>
- Fariyani, Q., & Kusuma, H. H. (2021). Development of Test Instruments to Analyze Higher-Order Thinking Skills Through Science-Based Literacy Learning. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, 6(1), 76–87.
- Jannah, M., & Julianto. (2018). Pengembangan Media Video Animasi Digestive System Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Mata Pelajaran Ipa Kelas V. *JPGSD.*, 06(02), 124–134. <https://www.neliti.com/publications/254798/pengembangan-media-video-animasi-digestive-system-untuk-meningkatkan-hasil-belaj>
- Lestari, N., Purwaningsih, S., & Pratiwi, I. (2022). Profile of Students' Needs Analysis for the E-Module of Statistical Physics on the Topic of Quantum Statistics Applications to Other Systems. *Tarbawi: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 18(1), 45–54. <https://doi.org/https://doi.org/10.32939/tarbawi.v18i1.4491>
- Mahendri, R. P., Amanda, M., Latifah, U., & Rawas, S. (2023). Development of Interactive Flipbook-Based E-Module for Teaching Algorithms and Basic Programming in Higher Education. *Journal of Hypermedia and Technology Enhanced Learning*, 1(1), 1–17. <https://doi.org/https://doi.org/10.58536/j-hytel.v1i1.18>
- Mariko, S., Astuti, S. P., & Handayani, S. (2025). Simulation Techniques Using MATLAB Simulink to Enhance The Effectiveness of Physics Lectures. *Navigation Physics: Journal of Physics Education*, 7(1), 13760.
- Maslakhah, I. F., Jatmiko, B., & Sanjaya, I. G. M. (2024). Development of Physics Learning Media : A Literature Review. *IJORER: International Journal of Recent Educational Research*, 5(2), 317–333. <https://doi.org/https://doi.org/10.46245/ijorer.v5i2.558>
- Mayeni, R., Amarullah, T. A. H., Vratwi, S., Putra, D. A., Rahayu, I. D., & Hidayatullah, R. R. (2023). Pengembangan E-Modul Flipbook MKU Bahasa Indonesia Berbasis Flip PDF Professional pada Materi Menulis Karya Ilmiah untuk Mahasiswa Prodi TIK STKIP Pesisir Selatan. *SIBERNETIK: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 1(1), 89–97. <https://doi.org/10.59632/sjpp.v1i1.80>
- Muslim, R., Safitra, S., Lubis, R., Pebiana, F., & Putri, P. (2024). Analisis Numerik Gerak Jatuh Bebas : Penerapan Metode Deret Taylor dengan MATLAB. *Journal of Education and Learning Evaluation*, 1(2), 594–599. <https://doi.org/https://doi.org/10.57235/arrumman.v1i2.4200>
- Pathoni Haerul, Jufrida, Saputri, I., & Sari, W. (2017). Persepsi Mahasiswa Terhadap E-modul Pembelajaran Mata Kuliah Fisika Atom dan Inti. *Jurnal Eksakta Pendidikan (JEP)*, 1(1), 55–62. <http://jep.ppj.unp.ac.id/index.php/jep>
- Purwaningsih, S., Azizahwati, & Sahal, M. (2023). Pengembangan E-Modul Pembelajaran Fisika Berbasis Problem Solving Berbantuan Virtual Lab Phet Pada Materi Gerak Parabola Development Of Physics-Based Learning E-Modules Problem Solving to Help Virtual Lab Phet on The Materials of Projectile Motion. *Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 14(1), 120–129.
- Purwaningsih, S., Falah, H. S., & Pujaningsih, F. B. (2025). The Use of E-Modules to Improve

- Critical Thinking Skills of Physics Education Students. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 11(1), 257–264. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i1.9553>
- Purwaningsih, S., & Nehru. (2021). Peningkatan Aktivitas Belajar Dalam Menyelesaikan Soal-Soal Fisika Statistik Pada Mahasiswa Semester Vi Pendidikan Fisika Jurusan Pmipa Fkip Universitas Jambi. *SAINMATIKA UNJA*, 2(1), 36–43. <https://doi.org/https://doi.org/10.1234/sainmatika.v5i1.1522>
- Putri, F. M. (2017). The Development of Teaching Materials of Numerical Methods by Using Matlab Software. *Applied Science and Technology*, 1(1). <http://www.estech.org>
- Simangunsong, S. (2024). Cognitive Improvement in Thermodynamic Functions With Calculus Chain Rule. *PENDIPA Journal of Science Education*, 8(1), 50–56. <https://doi.org/https://doi.org/10.33369/pendipa.8.1.50-56>
- Sumarni, R. A., Juliardi, M., Widiyatun, F., Astuti, I. A. D., Okyranida, I. Y., & Bhakti, Y. B. (2021). MATLAB-based physics calculator : alternative for learning media for work and energy concept MATLAB-based physics calculator : alternative for learning media for work and energy concept. *Journal of Physics: Conference Series*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1806/1/012022>
- Thiagarajan, S., Semmel, D., & Sommel, M. I. (1974). *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children: A Sourcebook*. Bloomington, IN: Center for innovation in Teaching the Hardicapped (CITH) (Issue Mc). Indiana University. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED090725.pdf>