



Pengembangan E-Modul Praktikum Fisika Kelas XI SMA Berbasis Sensor *Accelerometer* pada *Smartphone* Berbantuan Aplikasi *Phyphox*

Dian Wulan Sari✉, Siti Wahyuni

Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima Februari 2025

Disetujui April 2025

Dipublikasikan April 2025

Keywords:

*Accelerometer Sensor, Practical
 E-Module, Phyphox,
 Smartphone*

Abstrak

Perubahan kurikulum dan beberapa perubahan penyusunan perangkat pembelajaran membuat sebagian pendidik mengalami kesulitan dalam menyusun strategi pembelajaran. Pendidik mengalami beberapa permasalahan dalam menyusun perangkat pembelajaran, seperti ketidakmampuan pendidik menyusun alur tujuan pembelajaran dan kesulitan dalam mengembangkan modul ajar. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, terutama di bidang fisika, dapat dimanfaatkan untuk mendukung proses pembelajaran, khususnya pelaksanaan kegiatan praktikum. Salah satu cara pemanfaatan teknologi ini adalah menggunakan modul praktikum dalam format elektronik, yang dikenal sebagai e-modul praktikum, sebagai panduan dalam kegiatan praktikum. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tahapan pengembangan, kelayakan, dan respon peserta didik terhadap e-modul praktikum fisika kelas XI SMA berbasis sensor *accelerometer* pada *smartphone* berbantuan aplikasi *Phyphox*. Metode penelitian yang digunakan adalah metode R&D dengan model pengembangan ADDIE. Subjek penelitian terdiri dari peserta didik kelas XI SMAN 1 Juwana dan SMAN 1 Batangan. Data dikumpulkan melalui instrumen non-tes yang terdiri dari angket uji kelayakan dan angket respon siswa. E-modul praktikum yang telah dikembangkan diuji kelayakannya melalui angket yang diisi oleh tiga validator atau ahli materi dan media. Analisis data dilakukan menggunakan skala Likert. Hasil analisis yang telah dilakukan oleh tiga validator ahli materi diperoleh rata-rata persentase sebesar 95% yang termasuk dalam kategori sangat layak menurut tabel kriteria kelayakan e-modul praktikum. Hasil analisis yang telah dilakukan oleh tiga validator ahli media diperoleh rata-rata persentase sebesar 96% juga termasuk dalam kategori sangat layak. Hasil analisis respon peserta didik menunjukkan rata-rata persentase mencapai sebesar 75%, termasuk dalam kategori baik. Hal ini mengindikasikan bahwa e-modul praktikum yang dikembangkan oleh peneliti mendapatkan tanggapan positif dari peserta didik.

Abstract

Curriculum changes and some changes in the preparation of learning tools make it difficult for some educators to develop learning strategies. Educators experience several problems in preparing learning tools, such as the inability of educators to formulate the flow of learning objectives and difficulties in developing teaching modules. The development of science and technology, especially in the field of physics, can be utilized to support the learning process, especially the implementation of practicum activities. One way to utilize this technology is to use practicum modules in electronic format, known as practicum e-modules, as a guide in practicum activities. This study aims to analyze the stages of development, feasibility, and students' responses to physics e-modules for class XI high school physics based on accelerometer sensors on smartphones assisted by the *Phyphox* application. The research method used is the R&D method with the ADDIE development model. The research subjects consisted of students of class XI of SMAN 1 Juwana and SMAN 1 Batangan. Data were collected through non-test instruments consisting of feasibility test questionnaire and student response questionnaire. The developed practicum e-module was tested for feasibility through a questionnaire filled out by three validators or material and media experts. Data analysis was carried out using a Likert scale. The findings of the analysis conducted by three material expert validators yielded an average percentage of 95%, which is classified as "very feasible" according to the practicum e-module feasibility criteria table. Similarly, the results of the analysis performed by three media expert validators attained an average percentage of 96%, also falling within the "very feasible" category. The results of the analysis of students' responses demonstrated that the mean percentage reached 75%, including in the good category. This finding suggests that the practicum e-module developed by researchers has been well-received by students.

PENDAHULUAN

Kurikulum memegang peranan penting dalam dunia pendidikan sebagai landasan untuk mencapai tujuan pembelajaran yang sesuai dengan perkembangan zaman. Kurikulum yang tidak dirancang dengan tepat dapat menghambat peserta didik dalam mencapai kompetensi yang diharapkan. Oleh karena itu, kurikulum harus bersifat dinamis, fleksibel, dan mampu menyesuaikan diri dengan perkembangan teknologi serta tuntutan era modern (Utari & Muadin, 2023). Menurut Bahri (2017), kurikulum tidak hanya menggambarkan visi, misi, dan tujuan pendidikan suatu bangsa, tetapi juga berfungsi sebagai pusat transformasi nilai-nilai kepada peserta didik. Perubahan sosial yang dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal menuntut kurikulum untuk terus diperbarui agar relevan dengan kebutuhan zaman.

Pada Februari 2022, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (Kemendikbud Ristek) secara resmi memberlakukan Kurikulum Merdeka. Kurikulum ini dirancang untuk menciptakan proses pembelajaran yang inovatif dan berpusat pada peserta didik (*student-centered*) (Indarta *et al.*, 2022). Namun, implementasi Kurikulum Merdeka yang cepat menimbulkan kebingungan di kalangan sekolah. Sekolah dipaksa memilih level implementasi tertentu tanpa mempertimbangkan hasil evaluasi diri, sehingga banyak yang menjalankan kurikulum ini dengan ketidakpastian (Soedjono *et al.*, 2023). Hambatan dalam implementasi Kurikulum Merdeka mendorong kepala sekolah dan guru untuk melakukan berbagai upaya, seperti belajar mandiri, mengikuti pelatihan, dan memanfaatkan sumber belajar lainnya (Soedjono *et al.*, 2023).

Perubahan kurikulum ini juga menuntut pendidik untuk menyusun perangkat pembelajaran yang kreatif dan inovatif.

Namun, banyak pendidik mengalami kesulitan dalam menyusun strategi pembelajaran, baik karena kurangnya pemahaman tentang Kurikulum Merdeka maupun karena kebiasaan menggunakan buku paket (Indarwati, 2021). Selain itu, pendidik juga menghadapi tantangan dalam menyusun tujuan pembelajaran, alur tujuan pembelajaran, dan modul ajar (Rindayati *et al.*, 2022).

Di tengah tantangan tersebut, perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya dalam bidang fisika, menawarkan solusi inovatif untuk meningkatkan kualitas pembelajaran. Fisika sebagai ilmu eksperimental memerlukan praktikum untuk membantu peserta didik memahami konsep-konsep abstrak melalui pengalaman langsung (Sarwi, 2021). Namun, keterbatasan alat dan waktu sering menjadi kendala dalam pelaksanaan praktikum di sekolah (Ogunleye, 2009). Untuk mengatasi hal ini, pemanfaatan teknologi, seperti smartphone dan aplikasi *Phyphox*, dapat menjadi alternatif efektif. *Phyphox* memanfaatkan sensor accelerometer dan gyroscope pada smartphone untuk melakukan eksperimen fisika dengan akurasi tinggi (Kuhn & Vogt, 2013). Aplikasi ini telah terbukti efektif dalam berbagai penelitian, seperti eksperimen percepatan sentripetal (Monteiro *et al.*, 2014) dan gerak harmonik sederhana (Castro-Palacio *et al.*, 2012).

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan modul elektronik (e-modul) praktikum fisika berbantuan aplikasi *Phyphox*. E-modul ini dirancang untuk memudahkan peserta didik dalam melakukan praktikum mandiri, baik di sekolah maupun di rumah, sehingga proses pembelajaran menjadi lebih efektif dan efisien. Dengan memanfaatkan sensor accelerometer pada smartphone, e-modul ini diharapkan dapat menjadi solusi inovatif untuk meningkatkan pemahaman konsep fisika dan keterampilan berpikir kritis peserta didik.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode *Research and Developmnet* (R&D). Prosedur penelitian yang digunakan diadaptasi dari desain pembelajaran yang dikembangkan oleh Dousay dan Branc (2015) yaitu dengan menggunakan pendekatan ADDIE: *Analyze* (Analisis), *Design* (Desain), *Development* (Pengembangan), *Implementation* (Implementasi), dan *Evaluation* (Evaluasi).

Metode non-tes yang digunakan dalam penelitian ini berupa observasi dan angket atau kuesioner tertutup. Angket yang digunakan dalam penelitian berupa angket uji kelayakan e-modul praktikum dan angket respons peserta didik terhadap e-modul praktikum dan penerapannya. Penilaian oleh validator dan pengisian angket oleh peserta didik dilakukan setelah menggunakan atau melihat isi dari e-modul praktikum yang dikembangkan. Angket yang digunakan dianalisis menggunakan skala Likert.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengembangan E-Modul Praktikum.

Produk yang dihasilkan dari penelitian ini adalah pengembangan e-modul praktikum berbasis sensor *accelerometer* pada *smartphone* berbantuan aplikasi *Phyphox*. Proses pengembangan e-modul dalam penelitian ini mengikuti model ADDIE, yang mencakup lima tahap: *Analysis* (Analisis), *Design* (Desain), *Development* (Pengembangan), *Implementation* (Implementasi), dan *Evaluation* (Evaluasi).

Tahap pertama dalam pengembangan e-modul praktikum adalah tahap *analysis* (analisis). Pada tahap ini, peneliti melakukan identifikasi terhadap masalah dan kebutuhan yang relevan dalam pembelajaran, termasuk analisis kebutuhan peserta didik, kurikulum serta tujuan pembelajaran. Dari tahap ini, peneliti menemukan berbagai tantangan dalam kegiatan pembelajaran, terutama yang

berkaitan dengan kegiatan praktikum, sehingga diperlukan pengembangan e-modul praktikum berbasis sensor *accelerometer* berbantuan aplikasi *Phyphox*.

Tahap kedua dalam penelitian ini adalah *design* (desain). Peneliti menyusun rancangan awal e-modul praktikum. Rancangan ini mencakup elemen-elemen seperti cover, halaman depan, kata pengantar, pengenalan aplikasi *Phyphox*, tata cara penggunaan aplikasi *Phyphox*, pengenalan sensor *accelerometer*, landasan teori yang mencakup materi gerak jatuh bebas, gerak melingkar, tumbukan, dan ayunan matematis. Selain itu, terdapat kegiatan praktikum, format laporan praktikum, dan daftar pustaka. Peneliti juga menyusun instrumen angket untuk menilai kelayakan e-modul praktikum yang dikembangkan dan respons peserta didik. Rancangan awal e-modul praktikum dan instrumen angket tersebut kemudian dikonsultasikan dengan dosen pembimbing untuk perbaikan.

Tahap ketiga dalam penelitian ini adalah *development* (pengembangan). Peneliti membuat produk e-modul praktikum sesuai dengan rancangan yang telah disusun. E-modul praktikum yang telah dibuat kemudian divalidasi oleh validator yang ahli dalam materi dan media. Setelah mendapatkan masukan dari validator, e-modul praktikum tersebut direvisi agar siap untuk diuji coba kepada peserta didik.

Tahap keempat dalam pengembangan e-modul praktikum adalah tahap *implementation* (implementasi). Peneliti melakukan uji coba e-modul praktikum yang telah divalidasi dan direvisi kepada 68 peserta didik kelas XI di SMAN 1 Juwana dan 69 peserta didik kelas XI di SMAN 1 Batangan. Peneliti melakukan penjelasan tentang e-modul praktikum yang telah dikembangkan kepada peserta didik. Setelah itu, peserta didik diminta untuk mengisi angket dengan tujuan mengetahui respons peserta didik terhadap e-modul praktikum yang telah dikembangkan.

Tahap kelima dalam penelitian ini adalah tahap *evaluation* (evaluasi). Peneliti meninjau kualitas e-modul praktikum berbasis sensor *accelerometer* pada *smartphone* berbantuan aplikasi *Phyphox* berdasarkan hasil dari empat tahap sebelumnya. Peninjauan ini bertujuan untuk memperbaiki dan menyempurnakan e-modul agar menjadi produk akhir yang siap digunakan dalam pembelajaran secara lebih luas.

E-modul praktikum yang dikembangkan pada penelitian memanfaatkan sensor *accelerometer* pada *smartphone*. Pada *smartphone*, sensor *accelerometer* memiliki tingkat akurasi paling tinggi ketika melakukan kegiatan fisik ataupun pasif seperti berjalan, berlari kecil, dan duduk (Wu *et al.*, 2012).

E-modul praktikum yang dikembangkan juga memanfaatkan aplikasi *Phyphox* sebagai alat bantu ukur dalam kegiatan praktikum. Aplikasi ini berfungsi sebagai alat bantu dalam eksperimen fisika dengan memanfaatkan berbagai sensor yang terdapat dalam *smartphone*, sehingga dapat digunakan baik di sekolah maupun di rumah (Nora *et al.*, 2022). Menurut Kuhn dan Vogt (2013), aplikasi *Phyphox* cocok digunakan sebagai media pembelajaran fisika. Hal ini disebabkan *Phyphox* memungkinkan pengguna untuk mengakses sensor-sensor yang terhubung langsung antara *smartphone* dengan aplikasi *Phyphox*. Dengan memanfaatkan fungsi-fungsi yang tersedia, data yang dihasilkan valid dan reliabel. Selain itu, data yang disajikan oleh aplikasi *Phyphox* dapat ditampilkan secara langsung tanpa perlu menganalisis data mentah. Oleh karena itu, e-modul praktikum fisika berbasis sensor *accelerometer* pada *smartphone* berbantuan aplikasi *Phyphox* dikembangkan oleh peneliti.

2. Kelayakan E-Modul Praktikum

Kelayakan e-modul praktikum dinilai melalui evaluasi oleh ahli materi dan ahli

media. Penilaian ini bertujuan untuk memastikan bahwa e-modul yang dikembangkan memenuhi standar kelayakan baik dari segi materi maupun media. Ahli materi mengevaluasi pada aspek kelayakan isi, penyajian, dan kebahasaan. Sementara itu, ahli media menilai aspek kegrafisan, termasuk desain cover e-modul dan desain isi e-modul praktikum. Hasil penilaian dari kedua ahli digunakan sebagai dasar untuk menyimpulkan tingkat kelayakan e-modul praktikum sebelum diimplementasikan dalam pembelajaran. Berikut disajikan hasil analisis validasi kelayakan e-modul praktikum dari validator ahli materi pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Validasi Kelayakan E-Modul Praktikum dari Validator Ahli Materi

No	Ahli Media	Jumlah Skor	Skor Maksimal	%	Kriteria
1.	Validator 1	150	164	91%	Sangat Layak
2.	Validator 2	158	164	96%	Sangat Layak
3.	Validator 3	160	164	98%	Sangat Layak
Rata-rata		156	164	95%	Sangat Layak

Hasil analisis uji kelayakan e-modul praktikum fisika berbasis sensor *accelerometer* pada *smartphone* berbantuan aplikasi *Phyphox* menunjukkan rata-rata persentase sebesar 95%, yang termasuk dalam kategori sangat layak. Penilaian kelayakan ini mencakup tiga aspek, yaitu kelayakan isi, penyajian, dan kebahasaan. Setiap aspek penilaian dapat dianalisis untuk mendapatkan rata-rata persentase yang menunjukkan kriteria kelayakan e-modul praktikum. Adapun untuk hasil analisis validasi kelayakan e-modul oleh ahli media dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Validasi Kelayakan E-Modul Praktikum oleh Ahli Media

No	Ahli Media	Jumlah Skor	Skor Mak-simal	%	Kriteria
1.	Validator 1	94	100	94%	Sangat Layak
2.	Validator 2	94	100	94%	Sangat Layak
3.	Validator 3	100	100	100%	Sangat Layak
Rata-rata		96	100	96%	Sangat Layak

Penilaian kelayakan e-modul praktikum oleh ahli media hanya berfokus pada satu aspek penilaian, yaitu kelayakan kegrafisan. Aspek kegrafisan terdiri dari delapan indikator yang meliputi ukuran modul, tata letak cover, tipologi cover, ilustrasi pada cover, tata letak isi e-modul praktikum, tipografi isi e-modul praktikum, ilustrasi dan gambar dalam e-modul praktikum, serta penggunaan warna. Hasil analisis menunjukkan bahwa penilaian e-modul praktikum oleh ahli media pada aspek kelayakan kegrafisan memperoleh rata-rata persentase sebesar 96%, yang masuk dalam kategori sangat layak. Hal ini disebabkan oleh desain e-modul praktikum yang

menarik, jelas, dan proporsional, baik dari segi desain cover, kombinasi warna, jenis huruf, konsistensi ukuran huruf, maupun pemilihan gambar yang mendukung, sehingga dapat mendorong peserta didik untuk mempelajari materi yang terdapat dalam e-modul praktikum. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Lestari dan Parmiti (2020), yang menyatakan bahwa sebuah modul yang dirancang secara terstruktur dan sistematis, serta dilengkapi dengan tampilan menarik dapat mencegah peserta didik merasa bosan.

3. Respons Peserta Didik terhadap E-Modul Praktikum

Analisis terhadap respons peserta didik dilakukan untuk memahami tanggapan peserta didik mengenai penggunaan e-modul praktikum berbasis sensor *accelerometer* pada *smartphone* dengan bantuan aplikasi *Phyphox*. Data dikumpulkan dengan cara membagikan angket respons peserta didik secara langsung di dalam kelas. Penilaian respons peserta didik terhadap e-modul praktikum dilihat dari empat aspek, yaitu penyajian isi, tampilan umum, penggunaan bahasa, dan manfaat. Rekapitan hasil analisis respons peserta didik disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisis Respons Peserta Didik terhadap Penggunaan E-Modul

No	Sekolah	Aspek Penilaian				Rata-rata
		Tampilan Umum	Penyajian Isi	Bahasa	Manfaat	
1.	SMAN 1 Juwana	77%	78%	80%	81%	79%
2.	SMAN 1 Batangan	74%	68%	74%	69%	71%
Rata-rata		76%	73%	77%	75%	75%
Kriteria		Baik	Baik	Baik	Baik	Baik

Berdasarkan analisis respons peserta didik terhadap e-modul praktikum berbasis sensor *accelerometer* pada *smartphone* berbantuan aplikasi *Phyphox* diperoleh rata-rata persentase skor seluruh aspek sebesar 79% di SMAN 1 Juwana dan 71% di SMAN 1

Batangan dengan rata-rata keduanya sebesar 75%, yang termasuk dalam kategori baik. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa e-modul praktikum yang telah dikembangkan peneliti mendapatkan respons positif dari peserta didik.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Peneliti telah mengembangkan e-modul praktikum fisika kelas XI SMA berbasis sensor *accelerometer* pada *smartphone* berbantuan aplikasi *Phyphox* dengan menggunakan model ADDIE, yang terdiri dari lima tahapan: Analyze (Analisis), Design (Desain), Development (Pengembangan), Implementation (Implementasi), dan Evaluation (Evaluasi).
2. E-modul praktikum fisika kelas XI SMA berbasis sensor *accelerometer* pada *smartphone* berbantuan aplikasi *Phyphox* dinyatakan sangat layak untuk digunakan dalam kegiatan pembelajaran dengan rata-rata persentase kelayakan dari ahli materi 95% dan ahli media 96%.
3. E-modul praktikum fisika kelas XI SMA berbasis sensor *accelerometer* pada *smartphone* berbantuan aplikasi *Phyphox* mendapatkan respons positif dari peserta didik dengan rata-rata persentase sebesar 75%.

DAFTAR PUSTAKA

- Bahri, S. (2017). Pengembangan Kurikulum Dasar dan Tujuannya. *Jurnal Ilmiah Islam Futura*, 11(1): 15. <https://doi.org/10.22373/jiif.v11i1.61>
- Castro Palacio, J. C., Velazquez Abad, L., Gimenez Valentin, M. H., Monsoriu Serra, J. A. (2013). Using a Mobile Phone Acceleration Sensor in Physics Experiments on Free and Damped Harmonic Oscillations. *American Journal of Physics*, 81:472-475. <https://riunet.upv.es/handle/10251/54285>
- Dousay, T. A., Branch, R. M. (2015). *Survey of Instructional Design Model*. Koninklijke Brill NV
- Lestari, H. D., & Parmiti, D. P. (2020). Pengembangan E-Modul IPA Bermuatan Tes *Online* untuk Meningkatkan Hasil Belajar. *Journal of Education Technology*, 4(1), 73. <https://doi.org/10.23887/Jet.V4i1.24095>
- Indarta, Y., Jalinus, N., Waskito, W., Samala, A. D., Riyanda, A. R., & Adi, N. H. (2022). Relevansi Kurikulum Merdeka Belajar dengan Model Pembelajaran Abad 21 dalam Perkembangan Era Society 5.0. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*. <https://doi.org/10.31004/Edukatif.V4i2.2589>
- Indarwati, N. (2021). Pelaksanaan Workshop untuk Meningkatkan Keterampilan Guru dalam Membimbing Kegiatan Ekstrakurikuler Tulis dan Baca Puisi Kepada Siswa Melalui Teknik Asosiasi dan Fantasi. *Jira: Jurnal Inovasi dan Riset Akademik*. <https://doi.org/10.47387/Jira.V2i6.160>
- Kuhn, J., & Vogt, P. (2013). Smartphones As Experimental Tools: Different Methods to Determine the Gravitational Acceleration in Classroom Physics by Using Everyday Devices. *European Journal of Physics Education*, 4(1), 16–27.
- Monteiro, M., Cabeza, C., Marti, A. C., Vogt, P., & Kuhn, J. (2014). Angular Velocity and Centripetal Acceleration Relationship. *The Physics Teacher*, 52(5), 312–313. <https://doi.org/10.1119/1.4872422>
- Nora, N., Hakim, L., & Sulistiyowati, R. (2022). Pengembangan E-Lkpd Eksperimen Berbasis Inkuiri Terbimbing Berbantuan *Phyphox* untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep. *Jurnal Ilmu Fisika dan Pembelajarannya*, 6(1), 20–27.
- Ogunleye, A. O. (2009). Teachers' and Students' Perceptions of Students' Problem-Solving Difficulties in Physics : Implications for Remediation. *Journal of College Teaching & Learning*, 6(7), 85–90.

- Rindayati, E., Putri, C. A. D., & Damariswara, R. (2022). Kesulitan Calon Pendidik dalam Mengembangkan Perangkat Pembelajaran pada Kurikulum Merdeka. *PTK: Jurnal Tindakan Kelas*, 3(1), 18–27. <https://doi.org/10.53624/Ptk.V3i1.104>
- Sarwi. (2021). Membangun Tanggungjawab Profesional Calon Guru Fisika pada Era Society 5.0. *Prosiding Seminar Nasional Fisika*, 7, 1–11.
- Soedjono, S., Sudana, I. M., Utomo, K. B., & Royana, I. F. (2023). Kesiapan Satuan Pendidikan di Kota Semarang dalam Implementasi Kurikulum Merdeka. *Jurnal Simki Pedagogia*, 6(1), 43–52.
- <https://doi.org/10.29407/Jsp.V6i1.198>
- Utari, D., & Muadin, A. (2023). Peranan Pembelajaran Abad-21 di Sekolah Dasar dalam Mencapai Target dan Tujuan Kurikulum Merdeka. *Jurnal Pendidikan Islam Al-Ilmi*, 6(1), 116. <https://doi.org/10.32529/Al-Ilmi.V6i1.2493>
- Wu, W., Dasgupta, S., Ramirez, E. E., Peterson, C., & Norman, G. J. (2012). Classification Accuracies of Physical Activities Using Smartphone Motion Sensors. *Journal Of Medical Internet Research*. <https://doi.org/10.2196/jmir.2208>

