

Pengembangan panduan e-book eksperimen alat laboratorium fisika dasar sebagai sarana pembelajaran interaktif



Awal Mulia Rejeki Tumanggor ^{a*}, Alfrie Musa Rampengan ^b, Ishak Pawarangan ^c, Parno Sumanro Mahulae ^d, Tiara Lestari Paembonan ^e, Varisky Abraham Dumanaw ^f

Universitas Negeri Manado. Jl. Kampus Unima, Kec. Tondano Selatan, Kab. Minahasa, Indonesia

^a awaltumanggor@unima.ac.id; ^b alfrierampengan@unima.ac.id; ^c ishakpawarangan@unima.ac.id;

^d parnomahulae@unima.ac.id; ^e tiarapaembonan@unima.ac.id; ^f variskydumanaw@unima.ac.id;

* Corresponding Author

Receipt: 13 January 2025; Revision: 12 April 2025; Accepted: 14 April 2025

Abstrak: Penggunaan laboratorium fisika dasar memiliki peran penting dalam meningkatkan kompetensi mahasiswa Pendidikan Fisika Universitas Negeri Manado. Namun, keterbatasan panduan eksperimen yang sistematis dan mudah diakses seringkali menjadi kendala dalam pelaksanaan praktikum yang efektif. Penelitian ini bertujuan mengembangkan e-book panduan eksperimen berbasis *FlipHTML5* sebagai sarana pembelajaran interaktif bagi mahasiswa. Metode yang digunakan adalah model pengembangan 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*). Validasi produk dilaksanakan oleh 7 *reviewer* menggunakan instrumen kuisioner aspek materi, bahasa, dan media, sedangkan kepraktisan diujikan kepada 20 mahasiswa. Hasil analisis menunjukkan e-book ini sangat layak dengan skor rerata tiap aspek di atas 4,20 dan sangat praktis dengan skor rerata 4,40. PEKA RASA memudahkan mahasiswa mengakses, memahami dan memberikan instruksi eksperimen yang jelas. Dengan demikian e-book ini berimplikasi pada kualitas pembelajaran laboratorium yang lebih adaptif terhadap kebutuhan digital, berpotensi menjadi media pembelajaran interaktif yang mendukung efektivitas laboratorium dan dapat dikembangkan lebih lanjut untuk alat laboratorium lainnya.

Kata Kunci: e-Book; Laboratorium Fisika; Eksperimen; PEKA RASA

Development of an e-book guide to basic physics laboratory experiments as an interactive learning tool

Abstract: Using a basic physics laboratory has a vital role in improving the competence of Physics Education students at Manado State University. However, the limitations of a systematic and easily accessible experimental guide are often an obstacle to effective practicum implementation. This research aims to develop a *FlipHTML5*-based experiment guide e-book as an interactive learning tool for students. The method used is the 4D development model (*Define, Design, Develop, Disseminate*). Product validation was carried out by 7 reviewers using questionnaire instruments on material, language, and media aspects, while practicality was tested on 20 students. The analysis results show that this e-book is very feasible, with an average score of each aspect above 4.20, and very practical, with an average score of 4.40. PEKA RASA makes it easy for students to access, understand, and provide clear experimental instructions. Thus, this e-book has implications for the quality of laboratory learning that is more adaptive to digital needs, has the potential to become an interactive learning media that supports laboratory effectiveness, and can be further developed for other laboratory equipment.

Keywords: E-Book; Physics Laboratory; Experiments; PEKA RASA

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



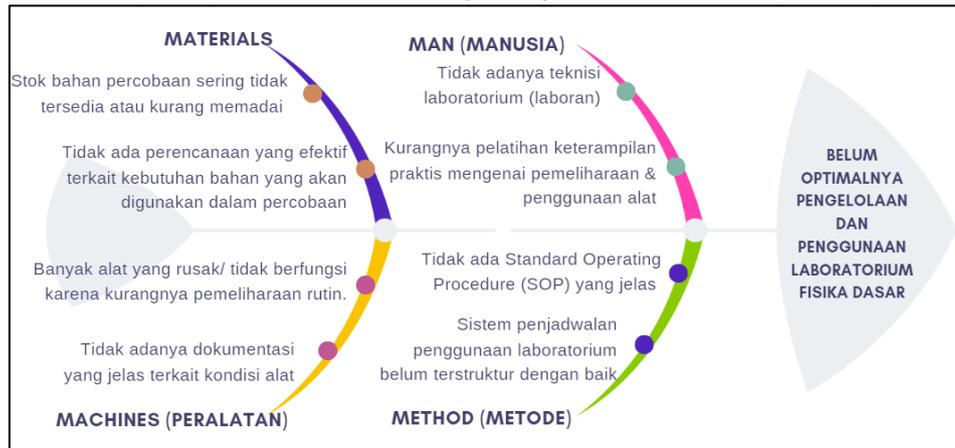
PENDAHULUAN

Pendidikan fisika merupakan salah satu bidang ilmu penting yang berperan mendorong kemampuan pemecahan masalah, meningkatkan pemahaman konsep-konsep dasar fisika, dan mengembangkan keterampilan berpikir kritis (Nirmala et al., 2020; Septikasari et al., 2021; Tumanggor et al., 2020). Ilmu fisika bersifat eksperimental, yang tidak hanya membahas dan mempelajari teori yang ada, tetapi dituntut untuk bertindak aplikatif dan mendorong keterampilan praktik melalui pembuktian kebenaran di laboratorium atau kegiatan praktikum sederhana (Habibulloh et al., 2024; Ramadhani & Khusniati, 2022; Tumanggor et al., 2024). Kegiatan praktikum menjadi bagian integral dalam pembelajaran fisika untuk mengaplikasikan teori yang telah dipahami, mempertajam kemampuan berpikir analitis, dan mengembangkan pemahaman konseptual dalam kehidupan.

Universitas Negeri Manado (UNIMA) memiliki program studi Pendidikan Fisika dengan misi mewujudkan penyelenggaraan penelitian dan pengembangan bidang pendidikan fisika yang inovatif bagi pengembangan IPTEK dan pemecahan masalah pembangunan masyarakat Indonesia. Hal ini tentunya berhubungan dengan sarana utama dalam mendukung misi tersebut yaitu laboratorium fisika dasar. Pengembangan ilmu fisika secara fundamental bertumpu pada aktivitas praktikum atau eksperimen yang bertujuan untuk menguji kebenaran konsep-konsep fisika (Adam & Suprpto, 2019; Sari, 2021; Zakaria et al., 2023). Sebagai disiplin ilmu, fisika mencakup konten, proses, dan produk yang diperoleh melalui pengalaman langsung. Metode eksperimen menjadi cara efektif untuk memberikan pengalaman langsung dengan mengamati fenomena alam dan menghubungkannya dengan teori yang telah ada sebelumnya. Pengalaman langsung dalam pembelajaran fisika memiliki peran penting, karena mampu meningkatkan daya ingat siswa hingga 70% lebih tinggi dibandingkan metode ceramah (Kartika et al., 2024; Tumanggor et al., 2019). Namun dalam pelaksanaannya, terdapat berbagai kendala yang menghambat optimalisasi kegiatan praktikum di laboratorium.

Beberapa masalah yang teridentifikasi adalah belum optimalnya pengelolaan alat-alat laboratorium, kurangnya informasi terkait penggunaan alat secara efektif, serta keterbatasan panduan praktikum yang sesuai dengan kebutuhan mahasiswa. Kendala ini berdampak pada kurang maksimalnya pengalaman belajar mahasiswa secara langsung (Lim et al., 2020; Roslina et al., 2013; Wijaya et al., 2022). Tidak adanya panduan yang sistematis pada alat-alat laboratorium yang mumpuni membuat mahasiswa kesulitan memahami prosedur penggunaan alat dan pelaksanaan eksperimen secara mandiri. Selain itu, hasil wawancara dengan kepala laboratorium diketahui bahwa teknisi laboratorium (laboran) tidak tersedia, hal ini tentunya akan memperburuk keadaan, sehingga beban koordinasi dan pengelolaan sepenuhnya berada pada dosen pengampu. Berdasarkan survei kepuasan, mahasiswa mengeluhkan keterbatasan akses waktu menggunakan alat laboratorium di luar jam praktikum, menghambat kesempatan untuk eksplorasi lebih lanjut, serta tidak adanya teknisi laboratorium yang tetap mengakibatkan mahasiswa dan dosen harus belajar mandiri dalam mengoperasikan alat, yang sering kali tidak efektif dan membuang waktu. Untuk mengidentifikasi sebab dan akibat dari suatu masalah yang akan dipecahkan, penulis menggunakan diagram *fishbone*. Melalui metode ini, penulis dapat mengkaji beberapa sebab potensial, sumber permasalahan, dan pengukuran dari masalah tersebut. Adapun hasil analisis akar perma-

salahan belum optimalnya penggunaan alat-alat laboratorium fisika dasar ditinjau dari *material, machine, man, and method* disajikan pada Gambar 1 (Coccia, 2018).



Gambar 1. Diagram Fishbone

Solusi yang diberikan untuk mengatasi permasalahan tersebut, khususnya dalam mendukung misi program studi Pendidikan Fisika yaitu mengusulkan sebuah pendekatan kreatif yang dinamakan PEKA RASA (Pembuatan *E-Book* Panduan Eksperimen Alat Laboratorium Fisika Dasar). Pengembangan *e-book* panduan ini tidak hanya mencakup tentang konten teori dari materi yang dipraktikkan saja, tetapi juga dilengkapi dengan informasi penggunaan alat, prinsip kerja, dan langkah-langkah keselamatan dalam penggunaan alat. *E-Book* adalah salah satu inovasi dalam pemenuhan sarana dan prasarana pendidikan berbasis teknologi di era digital, dan kehadiran *e-book* dapat meningkatkan minat mahasiswa terhadap buku, apalagi disandingkan dengan penggunaan gawai dalam keseharian, sehingga *e-book* memberikan kesan yang tepat dalam efisiensi dan efektivitas penggunaannya (Handayani et al., 2022; Nirmala et al., 2021; Suprpto et al., 2022).

Melalui implementasi PEKA RASA, diharapkan mahasiswa Pendidikan Fisika UNIMA dapat lebih mandiri, terampil dalam memanfaatkan fasilitas laboratorium secara optimal, dan meningkatkan keterampilan eksperimen. Dengan panduan *e-book* interaktif ini, diharapkan kualitas pembelajaran fisika dasar dapat ditingkatkan, serta kendala dalam penggunaan laboratorium dapat diminimalkan. Berdasarkan uraian tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana mengembangkan *e-book* panduan eksperimen alat laboratorium fisika dasar yang layak dan praktis digunakan sebagai sarana pembelajaran interaktif bagi mahasiswa pendidikan fisika. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan *e-book* panduan eksperimen yang memenuhi kriteria kelayakan dan kepraktisan, serta dapat digunakan secara efektif oleh mahasiswa dalam kegiatan praktikum fisika dasar.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) dengan menerapkan model pengembangan 4D (Lengkong et al., 2021; Thiagarajan et al., 1974; Tumanggor & Supahar, 2020). Setiap tahap dilakukan dengan sistematis untuk menghasilkan *e-book* panduan eksperimen alat laboratorium fisika dasar sebagai sarana pembelajaran interaktif yang memenuhi standar kelayakan, kepraktisan dan efektivitas yang baik. Validasi menggunakan angket telaah yang terdiri dari 16 pernyataan mencakup aspek materi, bahasa, dan media. Uji coba *e-book* panduan dilaksanakan di

laboratorium fisika melibatkan 20 mahasiswa Pendidikan Fisika UNIMA. Kepraktisan produk diukur menggunakan angket kepraktisan yang terdiri dari 9 pernyataan terkait kebermanfaatan produk dalam pelaksanaan pembelajaran.

Responden memberikan penilaian menggunakan skala Likert dengan 5 kriteria jawaban seperti ditunjukkan pada Tabel 1 (Widoyoko, 2018).

Tabel 1. Kriteria Kelayakan Produk

No.	Rentang Skor (i)	Kategori
1.	$X > \bar{X}_i + 1,8 sb_i$	Sangat Baik
2.	$\bar{X}_i + 0,6 sb_i < X \leq \bar{X}_i + 1,8 sb_i$	Baik
3.	$\bar{X}_i - 0,6 sb_i < X \leq \bar{X}_i + 0,6 sb_i$	Cukup
4.	$\bar{X}_i - 1,8 sb_i < X \leq \bar{X}_i - 0,6 sb_i$	Kurang
5.	$X \leq \bar{X}_i - 1,8 sb_i$	Sangat Kurang

Keterangan:

X = Skor Aktual

\bar{X}_i = rerata ideal = $\frac{1}{2}$ (skor maksimum ideal + skor minimum ideal)

sb_i = simpangan baku ideal = $\frac{1}{6}$ (skor maksimum ideal – skor minimum ideal)

Produk dikatakan baik jika memenuhi standar kelayakan, kepraktisan, dan keefektifan berdasarkan hasil analisis data. Data dari angket telaah dan kepraktisan dianalisis menggunakan teknik simpangan baku ideal (sb_i) dan diinterpretasikan sesuai Tabel 1 (Novita, 2023; Widoyoko, 2018). Interpretasi hasil digunakan untuk mengevaluasi Tingkat kelayakan dan kepraktisan produk serta memberikan rekomendasi penyempurnaan lebih lanjut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

PEKA RASA berhasil dikembangkan menggunakan model 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*) dan memberikan hasil yang signifikan dalam meningkatkan kualitas pembelajaran di laboratorium fisika dasar. Analisis kebutuhan pada tahap *Define* (Pen-definisian) menunjukkan bahwa mahasiswa pendidikan fisika menghadapi kesulitan dalam menggunakan alat laboratorium fisika dasar akibat keterbatasan panduan praktis yang mudah diakses. Wawancara dengan dosen juga mengindikasikan perlunya alat bantu pembelajaran berbasis digital untuk mendukung kegiatan eksperimen yang lebih efektif.

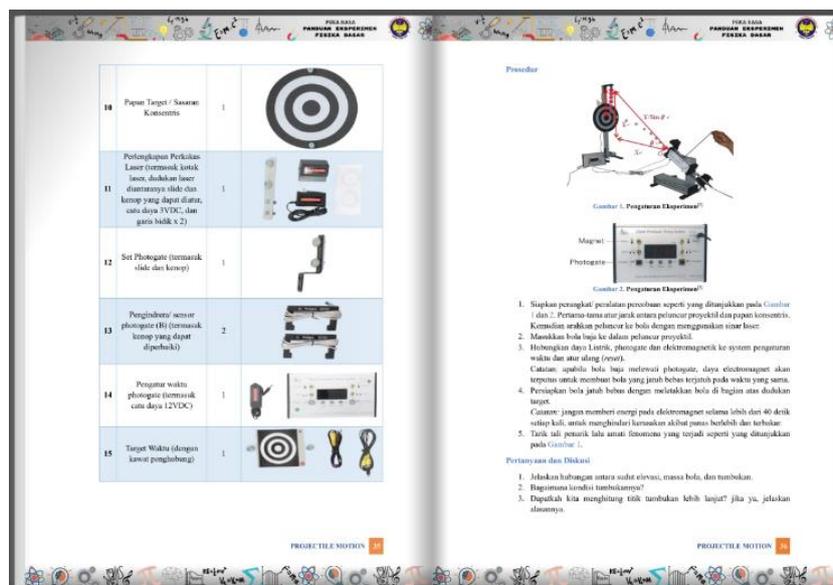
Rancangan *e-book* panduan eksperimen pada tahap *Design* (Perancangan) dengan struktur mencakup pendahuluan, tata tertib laboratorium, teori materi fisika, deskripsi alat, langkah-langkah eksperimen, prinsip kerja, dan panduan keselamatan. Panduan ini dirancang dengan ilustrasi gambar dan penggunaan, serta diagram dan tabel untuk meningkatkan interaktivitas dan kemudahan penggunaan. Setelah itu, pada tahap *Develop* (Pengembangan), tampilan PEKA RASA disempurnakan untuk memastikan bahwa desainnya menarik dan fungsional. Cover panduan didesain dengan perpaduan warna yang relevan dengan tema fisika, menampilkan ilustrasi alat laboratorium dan judul “PEKA RASA” yang mencolok untuk menarik perhatian pengguna. Tampilan cover PEKA RASA yang telah dikembangkan ditunjukkan pada Gambar 2.

E-Book ini memuat konten fisika berupa beberapa panduan eksperimen yaitu Demonstrasi Tabung Resonansi Gelombang Bunyi (*Resonance Tube Demonstration*), Optik Geometri (*Geometrical Optics Laser*), Gerak Parabola (*Projectile Motion*), dan

Bandul Balistik (*Ballistic Pendulum*). Setiap materi fisika pada panduan tersebut memuat judul eksperimen fisika, tujuan pelaksanaan eksperimen, teori fisika yang relevan seperti hukum resonansi akustik, prinsip pemantulan dan pembiasan Cahaya serta hukum kekekalan momentum. Selanjutnya deskripsi alat mencakup fungsi dan cara pengaturan setiap perangkat yang digunakan. Panduan ini juga menyajikan prosedur kerja dan penggunaan alat secara rinci untuk memastikan pelaksanaan eksperimen yang tepat. Bagian pertanyaan dan diskusi dirancang untuk melatih kemampuan analisis mahasiswa terhadap hasil eksperimen, sementara tabel data eksperimen membantu mempermudah pencatatan hasil pengamatan. Seluruh judul eksperimen fisika dilengkapi dengan langkah keamanan kerja untuk menghindari kerusakan dan potensi kecelakaan di laboratorium. Tampilan konten PEKA RASA disajikan pada Gambar 3.



Gambar 2. Cover Buku Panduan Eksperimen Fisika Dasar



Gambar 3. Tampilan Konten PEKA RASA

Konten panduan e-book ini dirancang dengan ilustrasi lalu disusun dengan sistematis, dilengkapi dengan visualisasi alat, langkah eksperimen yang terstruktur, serta catatan keamanan yang dirancang sederhana namun informatif dan bermakna.

Tahap validasi *e-book* diserahkan kepada 7 *reviewer* (terdiri dari dosen dan pakar materi fisika) menggunakan kuisioner yang memuat 16 pertanyaan dengan aspek materi, bahasa, dan media. Selain itu, penelitian melibatkan 20 mahasiswa Pendidikan fisika untuk menilai kepraktisan produk dalam proses pembelajaran. Kuisioner kepraktisan dengan 9 pernyataan untuk mengukur kebermanfaatan produk dalam pembelajaran. Berikut adalah Interpretasi Kriteria untuk menentukan Tingkat Kelayakan produk sesuai Tabel 2.

Tabel 2. Interpretasi Kriteria Kelayakan Produk

No.	Rentang Skor (i)	Kategori
1.	$\bar{X} > 4,20$	Sangat Baik
2.	$3,40 < \bar{X} \leq 4,20$	Baik
3.	$2,59 < \bar{X} \leq 3,40$	Cukup
4.	$1,80 < \bar{X} \leq 2,59$	Kurang
5.	$\bar{X} \leq 1,80$	Sangat Kurang

Berdasarkan hasil analisis terhadap data kuisioner, nilai yang diperoleh dari setiap aspek akan diinterpretasikan menurut Tabel 2. Berikut adalah hasil Interpretasi Kriteria Tingkat Kelayakan Produk yang mengacu pada aspek Materi, Bahasa dan Media, serta hasil Uji Kepraktisan oleh Mahasiswa yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Interpretasi Kriteria Kelayakan Produk dan Uji Kepraktisan

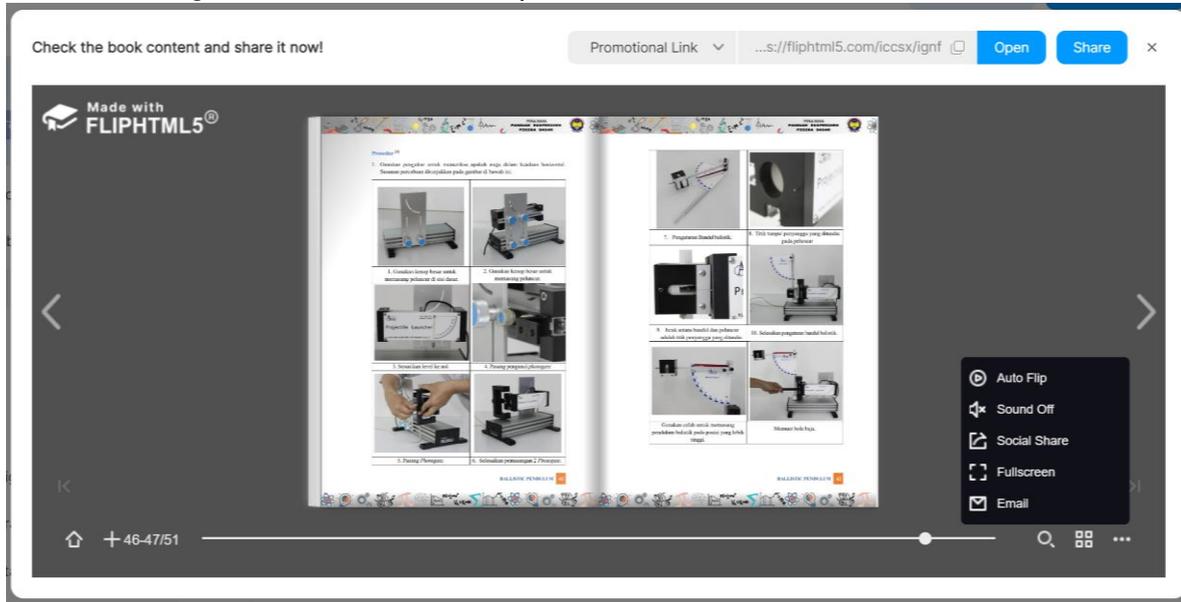
Aspek	Jumlah Pernyataan	Rata-rata Skor	Kategori
Materi	6	4,50	Sangat Layak
Bahasa	5	4,30	Sangat Layak
Media	5	4,30	Sangat Layak
Kebermanfaatan Produk	9	4,40	Sangat Praktis

Penilaian aspek materi menunjukkan hasil rata-rata sebesar 4,50 yang mengindikasikan bahwa materi yang disampaikan dalam *e-book* sangat layak sesuai dengan kebutuhan mahasiswa dan dapat dipahami dengan baik. Pada aspek bahasa menunjukkan hasil rata-rata sebesar 4,30 dengan kriteria sangat baik yang menandakan bahasa yang digunakan dalam *e-book* sangat mudah dipahami oleh mahasiswa. Instruksi yang jelas dan sederhana memudahkan mahasiswa dalam mengikuti eksperimen. Penilaian terhadap aspek media menunjukkan hasil rata-rata sebesar 4.30 dengan kriteria sangat baik. Hal ini menunjukkan bahwa media yang digunakan (ilustrasi gambar, deskripsi alat dan elemen interaktif) sangat efektif dalam membantu mahasiswa memahami langkah-langkah sistematis eksperimen. Pada tahapan kepraktisan produk, PEKA RASA juga diujikan kepada 20 mahasiswa Pendidikan fisika dan memperoleh hasil analisis yang sangat positif dari mahasiswa sebesar 4,40 dengan kriteria sangat layak. Mayoritas mahasiswa menyatakan bahwa *e-book* ini sangat membantu dalam memahami langkah-langkah eksperimen secara jelas dan mendapatkan apresiasi untuk tampilan sederhana dan informatif, yang membuat para mahasiswa dapat mengikuti dengan mudah.

Pada tahap *Disseminate*, produk PEKA RASA yang telah divalidasi dan terbukti efektif dan praktis untuk digunakan dalam pembelajaran praktikum, kemudian didistribusikan kepada mahasiswa dan dosen di Jurusan Fisika UNIMA melalui *platform FlipHTML5*. Tampilan PEKA RASA dapat dilihat dari Gambar 4.

Platform ini dipilih karena kemudahan akses dan kepraktisannya dalam mempublikasikan konten digital secara interaktif. *E-Book* yang dikembangkan menggunakan

FlipHTML5 dapat diubah menjadi format digital yang mudah dibaca dan diakses oleh semua pengguna, baik dengan laptop maupun perangkat mobile. Penyebaran dilakukan dengan mengunggah e-book yang telah final ke platform *FlipHTML5* yang memungkinkan mahasiswa dan juga dosen dapat mengakses panduan eksperimen dengan mudah melalui *link* atau *barcode* yang disebarakan di beberapa media. Akses PEKA RASA dapat dilakukan dengan memindai *barcode* pada Gambar 5.



Gambar 4. Tampilan PEKA RASA di platform FlipHTML5



Gambar 5. Digitalisasi Publikasi E-Book Eksperimen Fisika

Penggunaan *FlipHTML5* memungkinkan mahasiswa dan dosen untuk membuka e-book dengan tampilan yang menarik, interaktif, dan mudah diakses, sehingga memudahkan mereka dalam memahami setiap langkah eksperimen yang disajikan. Selain itu, tahap *disseminate* juga mencakup pengenalan dan sosialisasi kepada dosen pengampu mata kuliah eksperimen fisika dasar. Para dosen diberi informasi mengenai cara mengakses *FlipHTML5* dan diberi arahan mengenai bagaimana menggunakan e-book tersebut sebagai panduan eksperimen di laboratorium. Pengenalan produk ini juga dilakukan melalui presentasi singkat dan demonstrasi langsung menggunakan alat-alat

laboratorium sesuai panduan *e-book* kepada para mahasiswa di laboratorium fisika UNIMA yang ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Pelaksanaan Sosialisasi dan Pelatihan PEKA RASA

Dosen dan mahasiswa juga dapat memberikan umpan balik dan masukan yang berguna untuk pengembangan *e-book* di masa mendatang. Hal ini untuk membantu memastikan bahwa *e-book* yang telah disebarakan tetap relevan dan bermanfaat bagi mahasiswa dan dosen, serta pengguna umum. Dengan demikian, *e-book* ini tidak hanya sebagai bahan ajar yang statis, tetapi juga akan dilakukan secara berkala untuk mengumpulkan umpan balik dari mahasiswa dan dosen, yang nantinya dapat digunakan untuk penyempurnaan lebih lanjut.

Pembahasan

Pengembangan *e-book* panduan eksperimen alat laboratorium fisika dasar PEKA RASA merupakan respon terhadap kebutuhan akan panduan eksperimen yang interaktif dan mudah diakses oleh mahasiswa Pendidikan Fisika dan dosen pengampu. Berdasarkan hasil validasi, kepraktisan, dan diseminasi (penyebaran) produk, *e-book* ini menunjukkan kualitas yang sangat baik dalam mendukung proses pembelajaran berbasis laboratorium.

Validasi Produk

Hasil validasi menunjukkan bahwa *e-book* memenuhi kriteria kelayakan berdasarkan tiga aspek utama diantaranya aspek materi, bahasa, dan media. Aspek materi dinilai sangat baik karena panduan *e-book* ini menyajikan konsep-konsep fisika dasar secara sistematis dan terintegrasi dengan eksperimen fisika yang relevan sesuai konten panduannya. Penelaah (*reviewer*) memberikan penilaian tinggi pada kemampuan *e-book* dalam menjelaskan teori fisika, deskripsi alat, prosedur kerja, dan keamanan alat dan pengguna eksperimen. Aspek bahasa juga mendapat perhatian khusus karena panduan dirancang dengan bahasa yang sederhana, mudah dipahami, dan sesuai dengan target pengguna, yaitu mahasiswa tingkat dasar. Selain itu, aspek media mendapat apresiasi karena penggunaan tata letak yang menarik, *font* (jenis huruf) yang mudah dibaca, dan ilustrasi yang mendukung pemahaman konsep.

Kepraktisan Produk

Kepraktisan produk diukur melalui uji coba oleh 20 mahasiswa Pendidikan Fisika, yang menunjukkan bahwa *e-book* panduan ini sangat praktis digunakan dalam pembelajaran. Mahasiswa memberikan umpan balik (*feedback*) positif terkait navigasi

digital yang mudah, tata urutan langkah-langkah eksperimen yang jelas, serta keber-
manfaatannya dalam membantu memahami materi fisika dasar. Hal ini menunjuk-
kan bahwa *e-book* tidak hanya efektif dalam menyampaikan materi, tetapi juga
memberikan kemudahan bagi mahasiswa dalam menerapkan prosedur eksperimen
secara mandiri (Asrowi et al., 2019; Handiar & Zulherman, 2023; Moundy et al., 2021).

Penyebaran Produk

Penggunaan *FlipHTML5* sebagai platform distribusi menjadi langkah strategis dalam
meningkatkan aksesibilitas *e-book*. Platform ini memungkinkan mahasiswa dan dosen
untuk mengakses *e-book* secara digital melalui berbagai perangkat online pada gawai.
Fitur interaktif seperti pencarian kata kunci, *zoom in/out*, dan navigasi antar halaman
memberikan pengalaman belajar yang modern dan efisien. Dengan demikian,
FlipHTML5 tidak hanya mempermudah distribusi, tetapi juga mendukung implementasi
pembelajaran digital di era teknologi. Harapan untuk pengembangan selanjutnya, *e-
book* ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan fitur multimedia
seperti video demonstrasi eksperimen atau simulasi interaktif untuk memperkaya
pengalaman belajar mahasiswa. Selain itu, kolaborasi dengan dosen dan peneliti lain
dapat dilakukan untuk memperluas cakupan materi dan meningkatkan kualitas produk.

SIMPULAN

Pengembangan PEKA RASA berbasis platform *FlipHTML5* telah berhasil dilakukan
dengan pendekatan *Define, Design, Develop, dan Disseminate*. Hasil validasi menunjuk-
kan bahwa produk ini memenuhi kriteria Sangat Layak dengan penilaian dari aspek
materi, bahasa, dan media. Uji kepraktisan oleh mahasiswa juga mengindikasikan bah-
wa *e-book* memiliki tingkat kebermanfaatannya yang tinggi dalam mendukung kegiatan
praktikum. Kelebihan utama produk PEKA RASA terletak pada format digital yang
interaktif, fleksibel dan mudah diakses. Hal ini memungkinkan *e-book* digunakan di
berbagai perangkat tanpa memerlukan aplikasi tambahan, sehingga meningkatkan
keterjangkauan dan efektivitas pembelajaran. Namun demikian, PEKA RASA memiliki
beberapa kekurangan, diantaranya keterbatasan sampel saat proses validasi dan uji
kepraktisan, sehingga belum dapat digeneralisasi untuk populasi yang lebih luas, lalu
instrumen eksperimen laboratorium tidak semua tersedia dalam *e-book* sehingga
penggunaan masih terbatas pada alat-alat laboratorium tertentu yang mewakili materi
fisika.

Pengembangan selanjutnya perlu menambahkan panduan untuk alat-alat laborato-
rium lainnya, serta penyempurnaan desain media agar lebih intuitif dan menarik.
Evaluasi jangka panjang terhadap efektivitas *e-book* dalam meningkatkan pemahaman
dan keterampilan eksperimen mahasiswa juga menjadi agenda penting untuk keberlan-
jutan manfaat produk PEKA RASA ini. Dengan demikian, *e-book* ini tidak hanya menjadi
sarana pembelajaran yang praktis, tetapi juga berkontribusi dalam mendukung pem-
belajaran laboratorium yang inovatif dan berkualitas di Jurusan Fisika Universitas
Negeri Manado.

DAFTAR REFERENSI

Adam, A. S., & Suprpto, N. (2019). One-stop physics E-Book package development for
senior high school learning media. *International Journal of Emerging Technologies
in Learning*, 14(19), 150–158. <https://doi.org/10.3991/ijet.v14i1910761>

- Asrowi, Hadaya, A., & Hanif, M. (2019). The impact of using the interactive e-book on students' learning outcomes. *International Journal of Instruction, 12*(2), 709–722. <https://doi.org/10.29333/iji.2019.12245a>
- Ballistic Pendulum.* (n.d.). Atis Scientific Instruments. <https://doi.org/10.1002/0471743984.vse0877>
- Coccia, M. (2018). The fishbone diagram to identify, systematize and analyze the sources of general purpose technologies. *Journal of Social and Administrative Sciences, 4*(4), 291–303.
- Geometrical Optics Laser Kit.* (n.d.). Atis scientific instruments. Retrieved September 16, 2024, from [https://www.atis.com.tw/E-physical optics_page_17.htm](https://www.atis.com.tw/E-physical%20optics_page_17.htm)
- Habibulloh, M., Satriawan, M., Zakaria, A., & Sya, I. (2024). Designing e-book of Basic Physics Fluid Series Assisted by Virtual Laboratory to Improve Critical Thinking Skills. *Physics Education Research Journal, 6*(2), 75–84. <https://doi.org/10.21580/perj.2024.6.2.23410>
- Handayani, D., Alperi, M., & Uliyandari, M. (2022). The implementation of STEM-based lipid e-book on student learning outcomes. *Journal of Educational Chemistry (JEC), 4*(1), 1–8. <https://doi.org/10.21580/jec.2022.4.1.9715>
- Handiar, A., & Zulherman. (2023). FlipHTML5 assisted e-book to improving elementary school students' motivation. *International Journal of Elementary Education, 7*(3), 375–381. <https://doi.org/10.23887/ijee.v7i3.61566>
- Kartika, H. A., Purwanto, A., & Risdianto, E. (2024). Development of physics e-books assisted by flipbook and augmented reality (AR) to increase learning motivation of high school students. *Asian Journal of Science Education, 6*(1), 70–81. <https://doi.org/10.24815/ajse.v6i1.36294>
- Lengkong, M., Istiyono, E., Rampean, B. A. O., Tumanggor, A. M. R., & Nirmala, M. F. T. (2021). Development of two-tier test instruments to detect student's physics misconception. *Proceedings of the 7th International Conference on Research, Implementation, and Education of Mathematics and Sciences (ICRIEMS 2020), 528*(IcRIEMS 2020), 561–566. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.210305.082>
- Lim, B. C. Y., Liu, L. W. L., & Choo, C. H. (2020). Investigating the effects of interactive e-book towards academic achievement. *Asian Journal of University Education, 16*(3), 78–88. <https://doi.org/10.24191/ajue.v16i3.10272>
- Moundy, K., Chafiq, N., & Talbi, M. (2021). Comparative analysis of student engagement in digital textbook use during quarantine. *Education Sciences, 11*(7). <https://doi.org/10.3390/educsci11070352>
- Nirmala, M. F. T., Gebze, D. A., Tumanggor, A. M. R., Lengkong, M., & Wilujeng, I. (2021). Physics learning with e-book using problem based learning (pbl) model to improve image representation ability of high school students on optical material. *Proceedings of the 7th International Conference on Research, Implementation, and Education of Mathematics and Sciences (ICRIEMS 2020), 528*(IcRIEMS 2020), 547–554. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.210305.080>
- Nirmala, M. F. T., Supahar, & Sundari, S. (2020). Dissemination of symbolic representation ability in high school physics subjects. *Journal of Physics: Conference Series, 1440*(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1440/1/012056>
- Novita, R. R. (2023). Physics E-book with Augmented Reality to Improve Students'

Interest in Physics. *JPI (Jurnal Pendidikan Indonesia)*, 12(1), 145–154.
<https://doi.org/10.23887/jpiundiksha.v12i1.52764>

Projectile Motion-Manual. (n.d.). Atis Scientific Instruments. Retrieved September 20, 2024, from https://www.atis.com.tw/E-entire_page_1.htm

Ramadhani, V. Y., & Khusniati, M. (2022). Development of interactive e-books containing virtual laboratory to improve students' motivation learning. *Journal of Environmental and Science Education*, 2(1), 49–57.
<https://doi.org/10.15294/jese.v2i1.53125>

Resonance Tube Demonstration Kit. (n.d.). Atis Scientific Instruments. Retrieved September 18, 2024, from https://www.atis.com.tw/E-entire_page_1.htm

Roslina, W., Fahmy, S., Fariha, Z., Haslinda, N., Yacob, A., Sukinah, N., & Suhana, N. (2013). The effect of e-book on students' learning styles a study in Terengganu, Malaysia. *International Conference on Advanced Information and Communication Technology for Education, September*. <https://doi.org/10.2991/icaicte.2013.45>

Sari, D. K. (2021). Pengembangan e-modul praktikum fisika dasar 1 dengan Pendekatan STEM untuk menumbuhkan kemandirian belajar. *DWIJA CENDEKIA: Jurnal Riset Pedagogik*, 5(1), 44. <https://doi.org/10.20961/jdc.v5i1.50560>

Septikasari, A. N., Maison, M., & Nazarudin, N. (2021). Interactive e-book for physics learning: analysis of students' characters and conceptual understanding. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 4(1), 25–36.
<https://doi.org/10.24042/ij sme.v4i1.7664>

Suprpto, N., Tafauliyati, T., & Yanti, V. K. (2022). Development of e-book with flip PDF professional based on scientific literacy. *TEM Journal*, 11(2), 851–855.
<https://doi.org/10.18421/TEM112-44>

Thiagarajan, S., Sammel, D. S., & Semmel, M. I. (1974). Instructional development for training teachers of exceptional children: A sourcebook. *Journal of School Psychology*, 14(1), 75. [https://doi.org/10.1016/0022-4405\(76\)90066-2](https://doi.org/10.1016/0022-4405(76)90066-2)

Tumanggor, A. M. R., Jumadi, J., Wilujeng, I., & Ringo, E. S. (2019). The profile of students' physics problem solving ability in optical instruments. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 5(1), 29–40. <https://doi.org/10.21009/1.05104>

Tumanggor, A. M. R., Pawarangan, I., & Siahaan, B. M. (2024). Analisis prinsip energi konservatif dalam lintasan loop the loop pada roller coaster. *Jurnal FisTa: Fisika Dan Terapannya*, 5(2), 73–77.

Tumanggor, A. M. R., & Supahar, S. (2020). The development of diagnostic test instrument for mathematical representation ability (PhysDTRA) in high school physics learning. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 8(4), 1439–1453. <https://doi.org/10.17478/jegys.777425>

Tumanggor, A. M. R., Supahar, S., Ringo, E. S., & Harliadi, M. D. (2020). Detecting students' misconception in simple harmonic motion concepts using four-tier diagnostic test instruments. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 9(1), 21–31.
<https://doi.org/10.24042/jipfalbiruni.v9i1.4571>

Widoyoko, E. P. (2018). *Penilaian Hasil pembelajaran di sekolah (Edisi Revisi)*. Pustaka Pelajar.

Wijaya, T. T., Cao, Y., Weinhandl, R., & Tamur, M. (2022). A meta-analysis of the effects of E-books on students' mathematics achievement. *Heliyon*, 8(6), e09432.

Zakaria, A., Wahyuni, I. S., Satriawan, M., Saputra, O., Habibulloh, M., Fisika, J., Matematika, F., Ilmu, D., & Alam, P. (2023). Pengembangan media pembelajaran ARDI (AR-Digital book) berbasis augmented reality 3D animated pada materi induksi elektromagnetik. *Inovasi Pendidikan ...*, 12(2), 54–64. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/inovasi-pendidikan-fisika/article/view/52037>