

DESIGN AND DEVELOPMENT OF DIGITAL LEARNING RESOURCES ON PROBABILITY FOR SENIOR HIGH SCHOOL STUDENTS USING FLIP PDF PROFESSIONAL

PENGEMBANGAN BAHAN AJAR DIGITAL BERBANTUAN FLIP PDF PROFESSIONAL PADA MATERI PELUANG UNTUK SISWA SMA

¹Ika Meika, ²Fitriyani, ³Deni Pratidiana

^{1,2,3}Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,
Universitas Mathla'ul Anwar Banten, Indonesia

E-mail: ¹ikameikamulhat@gmail.com, ²yaniif421@gmail.com, ³denipratidiana@gmail.com

Received: August 2025; Accepted: September 2025; Published: October 2025

Abstract

This research is conducted to design and developing digital teaching materials on the subject of opportunities for class XII SMA by utilizing the Flip PDF Professional application, as well as assessing as to examine their validity and practicality. The research applies a Design-Based Research (DBR) methodology using Plomp's model, which includes three phases: initial research, expert evaluation with one-to-one sessions, and small-group plus field testing. Data were gathered using expert validation sheets and questionnaires for students. The results demonstrated that the developed digital instructional material obtained validity percentages of 95% from content experts, and 93.3% each from media and language experts. Student evaluations (one-to-one) yielded an average score of 93.9%, resulting in an overall average of 93.85%, categorized as highly valid. In the field testing phase, the teaching material achieved an average percentage of 83.51% in the indicators of ease of use, presentation, readability, and time efficiency, which falls into the "feasible" category. These findings indicate that the digital teaching material supported by Flip PDF Professional is suitable for use as an engaging, interactive, and student-centered alternative in mathematics learning.

Keywords: *Design Base Research, Plomp's model, Digital Learning Materials, Probability Concepts, Flip PDF Professional.*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan bahan ajar digital pada materi peluang kelas XII SMA dengan memanfaatkan aplikasi *Flip PDF Professional*, serta menilai tingkat kepraktisan dan kevalidannya. Penelitian ini menggunakan metode *Design-Based Research* (DBR) dengan model Plomp, yang dilaksanakan melalui tiga tahap utama, yaitu penelitian awal (*preliminary research*), pengembangan melalui validasi ahli dan uji coba individu (*expert review and one-to-one*), serta pengujian pada kelompok kecil dan uji lapangan (*small group and field test*). Instrumen pengumpulan data meliputi lembar validasi dan angket respon peserta didik. Hasil validasi menunjukkan bahwa bahan ajar digital yang dikembangkan memperoleh persentase kevalidan sebesar 95% dari ahli materi, 93,3% dari ahli media, dan 93,3% dari ahli bahasa. Penilaian dari siswa (*one-to-one*) mencapai rata-rata 93,9%, sehingga secara keseluruhan bahan ajar tergolong sangat layak dengan rata-rata 93,85%. Pada

*Corresponding author.

© 2025. Author.

p-ISSN: 2580-6726

e-ISSN: 2598-2133

tahap uji lapangan, bahan ajar memperoleh persentase rata-rata 83,51% pada indikator kemudahan penggunaan, penyajian, keterbacaan, dan waktu, dengan kategori “layak”. Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa bahan ajar digital berbantuan *Flip PDF Professional* dapat dijadikan sebagai alternatif media pembelajaran matematika yang menarik, interaktif, dan sesuai dengan kebutuhan siswa. Hasil penelitian ini mencerminkan penerapan nyata teori pembelajaran digital abad ke-21 dan memberikan contoh praktis penggunaan teknologi sebagai sarana pembelajaran yang menarik dan efektif bagi peserta didik.

Kata kunci: *Design-Based-Research* (DBR), Model Plomp, Bahan Ajar Digital, Peluang, *Flip PDF Professional*.

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi telah memengaruhi berbagai aspek kehidupan, termasuk sektor pendidikan. Pada abad ke-21, dunia pendidikan mengalami perubahan besar yang menekankan pentingnya integrasi teknologi dalam kegiatan belajar mengajar (Sadriani et al., 2023). Guru dan siswa dituntut untuk tidak hanya memahami materi pelajaran, tetapi juga mampu memanfaatkan teknologi secara bijak guna meningkatkan efektivitas dan efisiensi dalam kegiatan belajar mengajar (Husna et al., 2023). Pendidikan modern menempatkan guru sebagai pendamping yang adaptif terhadap perubahan zaman, sedangkan peserta didik diharapkan lebih mandiri dan berperan aktif dalam belajar (Febriyanti et al., 2024). Kementerian Pendidikan melalui Undang-Undang Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen mengamanatkan bahwa guru harus memiliki kompetensi pedagogik, profesional, kepribadian, dan social. Kompetensi pedagogik mencakup kemampuan guru dalam menyusun dan melaksanakan proses belajar yang efisien, salah satunya melalui pemanfaatan teknologi sebagai media pembelajaran (Salsabila & Agustian, 2021). Dengan demikian, pembuatan bahan ajar digital pada mata pelajaran Matematika menjadi salah satu upaya inovatif untuk menjawab tuntutan tersebut.

Dalam kurikulum nasional, Matematika menempati posisi sebagai mata pelajaran utama yang memiliki ciri khas berupa konsep-konsep abstrak dan tingkat kerumitan yang tinggi (Cahyani & Sritresna, 2023). Banyak siswa yang menghadapi kesulitan dalam mempelajari Matematika apabila materi hanya diajarkan melalui pendekatan konvensional berbasis buku teks. Materi peluang merupakan salah satu topik yang kerap dianggap sulit oleh siswa. Pembelajaran bukan sekadar mengembangkan pemahaman terhadap konsep, melainkan juga keterampilan dalam menggunakan konsep tersebut untuk menyelesaikan persoalan kontekstual dalam kehidupan sehari-hari (Restiani, 2025). Karakteristik materi yang abstrak menuntut kemampuan berpikir logis dan analitis, sehingga penerapan strategi pembelajaran yang interaktif dan berbasis konteks menjadi sangat penting.

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan guru matematika di SMAN 10 Pandeglang, ditemukan bahwa pembelajaran masih bersifat konvensional dan dominan menggunakan buku paket. Guru juga menyampaikan bahwa kemampuan dasar matematika siswa belum optimal dan minat belajar siswa terhadap matematika masih rendah. Tidak tersedia media pembelajaran tambahan yang dapat diakses dan digunakan secara mandiri oleh siswa, baik selama kegiatan di kelas maupun di luar kelas. Paradigma kurikulum saat ini mengedepankan *student-centered learning*, yang menekankan peran aktif siswa sebagai pusat kegiatan belajar aktif dalam pembelajaran, sedangkan guru mengambil peran sebagai

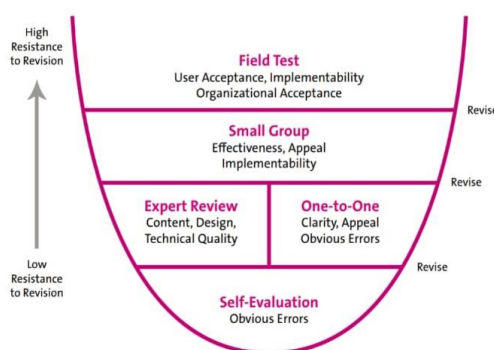
pendamping sekaligus fasilitator (Husna et al., 2023). Keadaan ini merefleksikan kebutuhan akan ketersediaan bahan ajar digital yang dapat diakses secara fleksibel dan mendukung kemandirian belajar siswa (Ramadhani et al., 2025). Bahan ajar digital menawarkan keunggulan berupa aksesibilitas yang luas, tingkat interaktivitas yang tinggi, serta penyajian materi yang lebih menarik melalui pemanfaatan multimedia seperti video, audio, animasi, dan tautan interaktif (Qamariah & Windiyani, 2023).

Integrasi bahan ajar digital dalam proses pembelajaran dipercaya berperan penting dalam menumbuhkan motivasi belajar siswa, sekaligus berfungsi sebagai sarana untuk menjembatani pemahaman konsep-konsep matematika yang abstrak agar dapat dipahami secara lebih konkret dan aplikatif. Salah satu perangkat lunak yang dapat dimanfaatkan dalam pengembangan bahan ajar digital adalah *Flip PDF Professional* (Fatma et al., 2025). Berbeda dengan aplikasi lain seperti Canva, *Book Creator*, atau *Kotobee Author* yang umumnya hanya menekankan aspek desain visual, *Flip PDF Professional* menyediakan fitur interaktif yang memungkinkan integrasi video, audio, hyperlink, dan animasi secara langsung dalam satu *platform*. Aplikasi ini memungkinkan konversi file PDF menjadi *flipbook* interaktif yang menyerupai buku fisik dengan fitur-fitur multimedia seperti audio, video, *hyperlink*, dan animasi. *Flip PDF Professional* menawarkan desain yang menarik dan sederhana dibandingkan dengan aplikasi yang lain, sehingga guru dan siswa dapat menggunakannya dengan mudah. Bahan ajar digital yang dikembangkan dengan aplikasi ini diharapkan dapat menjadi alternatif sumber belajar yang relevan, mudah diakses, dan mampu mendukung pembelajaran yang menyenangkan serta bermakna (Yulia et al., 2021). Dengan demikian, pengembangan bahan ajar digital berbantuan *Flip PDF Professional* pada materi peluang kelas XII SMA menjadi penting untuk dilakukan.

Kebaruan dari penelitian ini terletak pada pengembangan bahan ajar digital berbantuan *Flip PDF Professional* yang dilengkapi fitur multimedia, sehingga mampu mengatasi keterbatasan buku teks konvensional dan mendukung siswa belajar secara mandiri maupun bersama guru (Bungsu et al., 2024). Dengan menggunakan model pengembangan Plomp, produk yang dihasilkan tidak hanya valid, tetapi juga layak dan efektif digunakan dalam pembelajaran. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki urgensi tinggi dalam upaya meningkatkan kualitas pembelajaran matematika, minat belajar siswa, dan pencapaian tujuan pendidikan yang diarahkan pada penguasaan keterampilan abad ke-21. Bahan ajar ini dapat membantu siswa memahami materi secara lebih efektif, meningkatkan kemandirian belajar, serta mendukung guru dalam menyampaikan materi pembelajaran secara inovatif dan kontekstual. Dengan demikian, tujuan dari penelitian ini adalah (1) mengembangkan bahan ajar digital yang memiliki tingkat validitas dan kelayakan tinggi, menarik, interaktif, dan sesuai dengan kebutuhan siswa; (2) Menghasilkan bahan ajar digital berbantuan *Flip PDF Professional* pada materi peluang untuk siswa kelas XII SMA; (3) Mengetahui respon siswa terhadap bahan ajar digital berbantuan *Flip PDF Professional* melalui angket respon siswa.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada peneliti ini yaitu *Design Base Research* (DBR) dengan model pengembangan megacu pada model plomp. Plomp dalam jurnal *of learning design* Dijelaskan bahwa *design-based research* (DBR) adalah suatu pendekatan sistematis dalam desain pendidikan dan instruksional, yang mencakup tahapan analisis, perancangan, evaluasi, serta revisi untuk memperoleh hasil yang optimal (Meika et al., 2023). Prosedur pengembangan menurut Plomp terdiri atas 3 fase: (1) fase penelitian awal (*preliminary phase*); (2) fase pengembangan (*expert review and one-to-one*); (3) fase uji kelompok kecil dan uji lapangan (*small group and field test*) (Plomp & Nieveen, 2010).



Gambar 1. Formatif Evaluation (Tessmer, 2013)

Jenis penelitian

Jenis data yang dihimpun dalam penelitian ini mencakup data kualitatif maupun kuantitatif. Pada tahap *preliminary research*, data kualitatif diperoleh dari wawancara sedangkan data kuantitatif diperoleh dari hasil tes siswa tentang materi peluang sebelum wawancara. Sedangkan pada tahap pengembangan (*expert review and One-to-one*), data kualitatif diperoleh dari pemeriksaan kembali terhadap bahan ajar yang telah dibuat oleh peneliti serta saran yang diperoleh dari dosen pembimbing dan juga validator. Sedangkan data kuantitatif diperoleh hasil penilaian dari lembar validasi yang diberikan oleh validator serta tanggapan yang diperoleh melalui angket siswa.

Lokasi dan Subjek Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama dua bulan di SMAN 10 Pandeglang yang terletak di Jl. Raya Labuan-Pandeglang No.Km. 24, Pasireurih, Kecamatan Cisata, Kabupaten Pandeglang, Banten 42273. Penelitian ini dilaksanakan bulan Juni sampai Agustus 2025. Pada penelitian merupakan bahan ajar digital, adapun subjek dalam penelitian ini adalah 3 orang validator yaitu ahli materi, ahli bahasa dan ahli media serta siswa kelas XII SMAN 10 Pandeglang. Siswa sebanyak 3 orang dengan kemampuan rendah, sedang dan tinggi yang sebelumnya telah mempelajari materi peluang dijadikan subjek pada tahap *preliminary*. 10 orang siswa dijadikan sebagai subjek pada tahap *small group* dan 25 peserta didik

dijadikan subjek pada tahap *field test* yang belum mempelajari materi peluang untuk mengetahui keefektifan bahan ajar.

Prosedur

Tahap 1: Fase Penelitian Awal (*Preliminary Phase*)

Penelitian ini diawali dengan tahap analisis pendahuluan sebagai langkah pertama yang harus dilaksanakan. Analisis pendahuluan dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan yang menjadi hambatan dalam proses pembelajaran, sehingga mendorong kebutuhan pengembangan bahan ajar. Tahap *preliminary* dimulai dengan analisis mandiri, diikuti *self evaluation* dilakukan guna memperoleh gambaran awal mengenai kondisi pembelajaran, terutama terkait pemahaman siswa terhadap materi peluang. Kegiatan utama yang dilakukan meliputi pengambilan data tes awal, observasi, serta wawancara terhadap tiga orang siswa yang telah mempelajari materi peluang kepada 3 siswa SMA Negeri 10 Pandeglang. Kemudian melakukan wawancara secara mendalam dengan siswa untuk mengetahui permasalahan dan kendala-kendala yang dihadapinya ketika menyelesaikan permasalahan pada materi peluang. Pada tahapan ini dihasilkan *Prototype-1*.

Tahap 2: Fase Pengembangan (*Expert Review and One-to-One*)

Pada tahapan ini melibatkan desain produk (*Prototype-1*) bahan ajar digital berbantuan *Flip PDF Professional* yang sudah dibuat oleh peneliti. Pada tahap ini akan diketahui tingkat validasi oleh 3 validator yaitu ahli media, ahli bahasa, dan ahli materi dari produk yang dikembangkan. Tujuan dari validasi ini adalah untuk mengetahui kepalidan isi, bahasa, dan penyajian materi bahan ajar. Tahapan selanjutnya akan dilakukan penilaian siswa atau evaluasi peorangan (*one to one*) yang berjumlah 3 orang siswa kelas XII SMA Negeri 10 Pandeglang untuk mengetahui tanggapan atau penilaian dari siswa terhadap produk yang dikembangkan. Berdasarkan hasil validasi oleh 3 ahli validator dan evaluasi peorangan, Setiap masukan yang diperoleh akan ditindaklanjuti melalui proses revisi terhadap produk yang dikembangkan dan akan menghasilkan *prototype-2*.

Tahap 3: Fase Uji Kelompok Kecil dan Uji Lapangan (*Small Group and Field Test*)

Pada tahap *small group*, *prototype-2* diuji coba pada kelompok kecil yang terdiri dari 10 siswa SMAN 10 Pandeglang. Tahap ini melakukan uji implementasi kepada siswa, Selanjutnya dilakukan pemberian tes akhir (*post-test*) guna mengukur pemahaman siswa terhadap materi peluang pada *prototype-2* bahan ajar yang telah dikembangkan. Kemudian melakukan *field test* kepada 25 siswa SMAN 10 Pandeglang untuk mengevaluasi kepraktisan desain dan diminta untuk memberikan komentar dan masukan terhadap bahan ajar digital berbantuan *Flip PDF Professional* pada *prototype-2*. Pada tahap ini akan dihasilkan *prorotype-3*. Hasil *small group* dan uji lapangan ini menjadi dasar untuk finalisasi bahan ajar digital berbantuan *Flip PDF Professional* yang lebih efektif dan dapat digunakan.

Data, Instrumen, dan Teknik Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan dalam peneliti ini adalah data kualitatif dan kuantitatif. Pada tahap *preliminary research*, data kualitatif diperoleh dari wawancara sedangkan data kuantitatif diperoleh dari hasil tes siswa tentang materi peluang sebelum wawancara. Sedangkan pada tahap pengembangan (*expert review and one-to-one*), data kualitatif diperoleh dari pemeriksaan kembali terhadap bahan ajar yang telah dibuat oleh peneliti serta saran yang diperoleh dari dosen pembimbing dan juga validator. Sementara itu, data kuantitatif dikumpulkan dari skor lembar validasi yang diisi oleh para validator serta tanggapan siswa melalui angket. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi wawancara, angket, dan *post-test*.

Teknik Analisis Data

Data yang terkumpul melalui angket penilaian instrumen dianalisis untuk mengidentifikasi sejauh mana bahan ajar yang dikembangkan memenuhi aspek kelayakan dan efektivitas. Adapun teknik analisis data yang digunakan, yaitu Analisis Instrumen Validasi Ahli dan analisis data respon siswa. Rata-rata nilai dari setiap kriteria yang telah dinilai diperoleh melalui penerapan rumus perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Skor rata-rata } (\bar{x}) = \frac{\text{Jumlah skor}(\Sigma x)}{\text{Banyak data}(n)}$$

Untuk menentukan kelayakan produk ajar, masukan dari validator ahli dianalisis melalui penggunaan *rating scale*. Data dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P\% = \frac{\text{Jumlah skor validasi}}{\text{Jumlah skor kriteria}} \times 100\%$$

Selanjutnya, data hasil perhitungan presentase kelayakan bahan ajar digital diinterpretasikan dengan menggunakan skala interpretasi. Kriteria skala interpretasi dengan menggunakan skala *likert* dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Persentase Kriteria Skala *Likert* Hasil Validasi dan Hasil Respon Siswa

Rentang Skor	Penjelasan
84–100%	Sangat Valid
68 - 83,9%	Valid
52- 67,9%	Cukup Valid
36 - 51,6%	Kurang Valid
≤ 35,9%	Tidak Valid

Sumber: (Yanto et al., 2021)

Tabel 2. Persentase Kriteria Skala *Likert* Hasil Hasil Respon Siswa

Rentang Skor	Penjelasan
84–100%	Sangat layak
68 - 83,9%	Layak
52- 67,9%	Cukup Layak
36 - 51,6%	Kurang Layak
≤ 35,9%	Tidak Layak

Sumber: (Yanto et al., 2021)

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penelitian ini dilakukan berdasarkan tahapan *Design Base Research* (DBR) yang terdiri dari tiga tahap, yaitu fase penelitian awal (*preliminary research*); (2) fase pengembangan (*expert review and one-to-one*); (3) fase uji coba kelompok kecil dan uji lapangan (*small group and field test*). Berikut merupakan pemaparan hasil penelitian dari masing-masing tahapan.

Preliminary research merupakan tahap awal dalam metode *Design Based Research* (DBR), Tahap ini dilakukan dengan melakukan analisis pendahuluan untuk menentukan kebutuhan yang harus dipenuhi dalam proses perancangan bahan ajar digital. Pada tahap ini, aktivitas penelitian mencakup pelaksanaan tes awal, observasi, serta wawancara dengan tiga peserta didik yang telah mempelajari materi peluang. Pada tahap *preliminary Research* Kegiatan tes awal dilakukan dengan tujuan menilai pemahaman siswa pada materi peluang sekaligus mengungkap berbagai kesulitan yang dialami selama proses belajar (Rilantinawati et al., 2020). Setelah pengambilan tes awal, peneliti melakukan wawancara dengan siswa yang memperoleh nilai terendah untuk menggali lebih dalam kendala yang dihadapinya dalam memahami materi. Salah satu gambaran hasil wawancara dilakukan terhadap siswa adalah sebagai berikut:

Peneliti : “Bagaimana menurut kamu tentang materi peluang, mudah sedang atau sulitkah menurutmu tingkat kesulitan materi peluang?”

Siswa : “Sudah lumayan paham, tetapi terkadang lupa contoh dan soal berbeda, Tingkat kesulitannya sedang tergantung materi yang dibahas. Terkadang juga sulit”

Peneliti : “Apa saja yang kamu lakukan ketika menghadapi permasalahan seperti itu”

Siswa : “Membaca ulang materi dan konsep soal peluang atau mencari referensi lain selain buku. Melihat video pembelajaran di sumber lain karna sekolah hanya menyediakan buku paket saja”

Peneliti : “Menurut kamu pembelajaran seperti apa yang nantinya akan membantu dan memotivasi siswa ketika melakukan pembelajaran khususnya materi peluang?”

Siswa : “Yang bisa membuat siswa menarik dan tidak monoton membosankan. Adanya hal-hal yang lebih memotivasi siswa atau seperti bisa memfasilitasi siswa dengan media yang menarik dan tidak membosankan serta mudah digunakan supaya bisa dipelajari ketika lupa”

Wawancara tersebut merupakan hasil analisis pada tahap *preliminary research* yang akan digunakan sebagai dasar dalam pengembangan bahan ajar digital (*prototype-1*). Tahap berikutnya setelah analisis kebutuhan adalah pemilihan bahan ajar yang relevan, diikuti dengan proses perancangan dan desain bahan ajar yang akan dikembangkan (*prototype-1*) untuk memasuki tahap pengembangan.

Pada fase pengembangan (*expert review dan one-to-one*), prototipe awal (*prototype 1*) dari bahan ajar digital yang telah dikembangkan, dilakukan validasi oleh tiga orang validator, yaitu ahli materi, ahli media, dan ahli bahasa serta penilai dari 3 siswa yang sudah mempelajari materi peluang. Masing-masing validator memberikan evaluasi terhadap komponen dalam bahan ajar digital berdasarkan bidang keahliannya. Hasil penilaian yang diberikan oleh ketiga validator kemudian dianalisis untuk menilai tingkat kualitas bahan ajar yang telah dikembangkan terdapat pada Tabel 3 berikut:

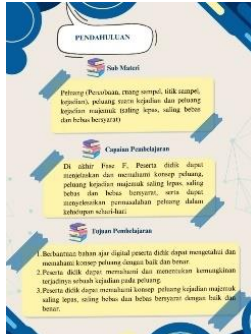
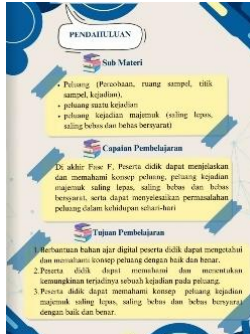
Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Validator (<i>Expert Review</i>)		
Validator	Persentase	Kriteria
Validator Materi	95%	Sangat Valid
Validator Media	93,3%	Sangat Valid
Validator Bahasa	93,3%	Sangat Valid
Rata-rata	93,8%	Sangat Valid

Setelah proses validasi oleh para ahli selesai dilakukan, peneliti melanjutkan penilaian terhadap *one-to-one* dengan melibatkan tiga orang siswa yang telah mempelajari materi peluang. Penilaian ini bertujuan untuk mengetahui keterbacaan, kejelasan dan pemaknaan isi, bahasa serta tampilan teknologi informasi (IT) dan menguji kevalidan bahan ajar digital yang sudah dibuat. Adapun hasil penilaian bahan ajar digital Skor setiap siswa diperlihatkan dalam Tabel 4 di bawah ini:

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Penilaian Siswa (<i>One-to-One</i>)		
Nama	Persentase	Kriteria
Siswa 1	96,9%	Sangat Layak
Siswa 2	95,9%	Sangat Layak
Siswa 3	88,8%	Sangat Layak
Rata-rata	93,9%	Sangat Layak

Dengan demikian, rata-rata hasil validasi ahli (*expert riview*) dan penilaian siswa (*one-to-one*) sebesar 93,85% yang termasuk dalam kategori sangat valid. Berdasarkan saran dan perbaikan dari validator ahli (*expert review*) dan siswa (*one-to-one*), maka diperlukan adanya revisi kecil terhadap bahan ajar digital yang akan digunakan. Berikut merupakan hasil masukan dan perbaikan dari validator disajikan pada Tabel 5. berikut.

Tabel 5. Hasil Masukan dan Perbaikan Validator

Masukan dari Validator	Perbaikan	
	Sebelum (<i>Prototype-1</i>)	Sesudah (<i>Prototype-2</i>)
Perlu disesuaikan gambar yang digunakan, untuk anak SMA.		
Font size pada bahan ajar dibesarkan lagi, terlalu kecil.		
Tambahkan petunjuk atau instruksi dalam pengerjaan soal.		

Setelah *prototype-2* berhasil dibuat, peneliti melakukan uji kelompok kecil pada 10 siswa kelas XII engan tingkat kecerdasan yang beragam, meliputi rendah, sedang, dan tinggi. Pada fase ini, peneliti melaksanakan tiga kali pertemuan dengan dua topik pembelajaran, di mana pertemuan pertama difokuskan pada uji coba *prototype-2* kepada sepuluh siswa dengan materi peluang. Dokumentasi pertemuan pertama disajikan pada Gambar 2. berikut.

**Gambar 2. Dokumentasi Pertemuan Pertama**

Pada pertemuan kedua, peneliti melaksanakan uji *prototype-2* mencakup materi peluang kejadian majemuk serta memberikan *post-test* untuk menilai sejauh mana pemahaman siswa terkait materi peluang. *Post-test* yang diberikan peneliti kepada siswa berupa 5 soal cerita untuk menguji pemahaman siswa terhadap materi peluang. Tahap uji coba ini sebagai pendukung penelitian untuk mengukur sejauh mana siswa memahami materi peluang menggunakan *prototype-2*. Berikut hasil jawaban *post-test* siswa dapat dilihat pada Tabel 6 di bawah ini:

Tabel 6. Hasil Jawaban *Post-test* Siswa

Kunci Jawaban	1. A = Banyaknya mata dadu berjumlah 8 A = {(2,6), (3,5), (4,4), (5,3), (6,2)} $n(A) = 5$ $n(A) = \frac{5}{36}$ B = Banyaknya mata dadu berjumlah 6 B = {(1,5), (2,4), (3,3), (4,2), (5,1)} $n(B) = 5$ $n(B) = \frac{5}{36}$ $n(A \cup B) = n(A) + n(B)$ $= \frac{5}{36} + \frac{5}{36}$ $= \frac{10}{36}$
Jawaban siswa dengan skor terendah	1. $P(A) + P(B)$ $A = \{(2,6), (3,5), (4,4), (5,3), (6,2)\}$ $n(A) = 5$ $n(A) = \frac{5}{36}$ 2. B: mata Dadu berjumlah 6 $B = \{(1,5), (2,4), (3,3), (4,2), (5,1)\}$ $n(B) = 5$ $n(B) = \frac{5}{36}$ $P(A) + P(B)$ $= \frac{5}{36} + \frac{5}{36}$ $= \frac{10}{36}$
Jawaban siswa dengan skor tertinggi	1. A: mata dadu berjumlah 8 $A = \{(2,6), (3,5), (4,4), (5,3), (6,2)\}$ $n(A) = 5$ $n(A) = \frac{5}{36}$ B: mata dadu berjumlah 6 $B = \{(1,5), (2,4), (3,3), (4,2), (5,1)\}$ $n(B) = 5$ $n(B) = \frac{5}{36}$ $P(A) + P(B)$ $= \frac{5}{36} + \frac{5}{36} = \frac{10}{36}$

Pada pertemuan ketiga, dilakukan uji efektivitas pembelajaran terhadap 25 siswa kelas XII melalui pemberian angket respon siswa dengan menggunakan *prototype-2*, yang dikenal sebagai *field test*. Tahap *field test* ini merupakan tahapan akhir pada metode *Design Base Research* (DBR) dalam model pengembangan Plomp. Siswa diminta untuk mengisi lembar angket sesuai dengan penilaiannya yang tertera pada lembar angket siswa (peserta didik). Dalam fase ini, peneliti menilai uji efektivitas siswa

yang bersumber dari angket resepon siswa, dan selanjutnya peneliti menata serta mengintegrasikan data dari hasil pengisian angket respon siswa. Informasi data yang diperoleh tersebut dijadikan dasar oleh peneliti dalam merumuskan kesimpulan terkait proses penelitian dan pengembangan yang telah dilaksanakan. Adapun hasil skor rata-rata per-indikator hasil angket respon peserta didik uji efek tivities terkait bahan ajar digital disajikan pada Tabel 7 di bawah ini:

Tabel 7. Skor Rata-rata Per-indikator Hasil Angket Respon Peserta Didik

Indikator	Persentase	Kategori
Kemudahan Penggunaan	90,45%	Sangat Layak
Penyajian	80,3%	Layak
Keterbacaan	82,3%	Layak
Waktu	81%	Layak
Rata-rata	83,51%	Layak

Masing-masing indikator pada angket respon siswa memperlihatkan tingkat kelayakan yang berbeda-beda. Indikator terkait kemudahan penggunaan memperoleh skor sebesar 90,45%, termasuk dalam kategori penilaian “Sangat Layak”. Indikator penyajian memperoleh persentase sebesar 80,3% dengan kategori “Layak”. Indikator keterbacaan memperoleh persentase sebesar 82,3% dengan kategori “Layak” sedangkan Indikator waktu memperoleh persentase sebesar 81% dengan kategori “Layak”. Angket respon siswa memperlihatkan rata-rata persentase aspek yang dinilai sebesar 83,51%, yang menurut kriteria termasuk kategori “**Layak**” dan dapat dimanfaatkan dalam proses pembelajaran.

Pembahasan

Penelitian ini diawali dengan tahapan Penelitian Awal (*preliminary research*), yang bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan dan permasalahan pembelajaran sebagai dasar dalam merancang Solusi inovatif melalui pengembangan produk (Plomp & Nieveen, 2010). Hasil observasi dan wawancara menunjukkan bahwa siswa menghadapi kesulitan memahami konsep peluang karena keterbatasan sumber belajar dan kurangnya media yang menarik. Hal ini sejalan dengan pendapat (Maharani et al., 2024) yang menyatakan bahwa media pembelajaran yang menarik, interaktif, dan sesuai dengan karakteristik siswa dapat meningkatkan motivasi dan pemahaman siswa terhadap materi.

Pada tahap pengembangan, dilakukan dua prosedur utama yaitu *expert review* dan *one-to-one* untuk menguji kualitas dari bahan ajar digital yang telah disusun dalam bentuk *prototype-1*. Menurut Tessmer (2013) fase pengembangan dalam model *Design Base Research* (DBR) bertujuan untuk menguji dan memperbaiki desain awal melalui validasi oleh para ahli serta uji coba terbatas pada pengguna awal agar diperoleh produk yang layak dan efektif digunakan dalam konteks pembelajaran. Sebagaimana disarankan oleh Amini (2023) bahwa validasi instrumen atau produk sebaiknya dilakukan oleh ahli sesuai kompetensi bidangnya untuk menjamin objektivitas dan kualitas hasil validasi. Pada tahap ini

menghasilkan bahan ajar digital dengan tingkat validitas yang sangat tinggi. Lebih dari sekadar menunjukkan angka validitas, hasil ini menandakan bahwa rancangan pembelajaran berbasis *Flip PDF Professional* mampu mengintegrasikan aspek visual, audio, dan interaktivitas dalam satu kesatuan pengalaman belajar yang bermakna. Hal ini memperkuat temuan Meika, dkk (2023) bahwa media digital berbasis *Flip PDF* dapat meningkatkan keterlibatan kognitif siswa melalui penyajian materi yang kontekstual dan menarik.

Tahap selanjutnya yaitu *small grup and field test*. Fase ini dilakukan untuk menilai efektivitas awal produk dan memperoleh umpan balik langsung dari siswa. Sebagaimana ditegaskan oleh (Mesra et al., 2023) bahwa tahap *small group* bertujuan untuk mendeteksi kelemahan yang masih ada dan menyempurnakan produk sebelum diterapkan secara lebih luas. Berdasarkan hasil uji coba kelompok kecil dan uji lapangan, dapat disimpulkan bahwa bahan ajar digital yang dikembangkan terbukti efektivitas dan kelayakan yang tinggi dalam menunjang pembelajaran matematika, khususnya materi peluang. Indikator kevalidan yang tinggi dari siswa juga menunjukkan bahwa bahan ajar digital ini mampu memenuhi prinsip *student-centered-learning*, di mana pembelajaran disesuaikan dengan kebutuhan, kecepatan belajar dan preferensi siswa (Tuzahro, 2023). Selain itu, hasil uji coba ini juga mendukung teori konstruktivisme yang menekankan bahwa pengetahuan dibangun secara aktif oleh siswa melalui keterlibatan langsung dalam proses belajar.

Hal ini sejalan dengan Primasatya & Mukmin (2020) yang menyatakan bahwa melalui penyajian interaktif dan multimedia, bahan ajar digital ini mendorong siswa untuk mengeksplorasi, memahami, dan mengkonstruksi makna sendiri terhadap konsep matematika yang dipelajari sehingga memperkuat terciptanya pembelajaran yang aktif dan bermakna. penelitian ini memberikan kontribusi terhadap penguatan model *Design-Based Research* (DBR) dalam konteks pengembangan bahan ajar digital matematika berbasis konstruktivisme dan *student-centered learning*. Bahan ajar yang dihasilkan mampu menjadi contoh penerapan prinsip desain pembelajaran abad ke-21 yang menekankan kolaborasi, kreativitas, dan berpikir kritis.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Produk dari penelitian ini berupa bahan ajar digital pada materi peluang yang dikembangkan berdasarkan pendekatan DBR menggunakan model Plomp. Proses pengembangannya mencakup tiga tahap utama, yakni penelitian awal (*preliminary research*), tahap pengembangan melalui peninjauan ahli dan uji coba siswa (*expert review and one-to-one*), serta tahap pengujian pada kelompok kecil dan uji lapangan (*small group and field test*). Berdasarkan penilaian dari para validator ahli, bahan ajar digital berbasis *Flip PDF Professional* pada materi peluang memperoleh tingkat validitas yang sangat tinggi. Penilaian ini mencakup tiga aspek utama, yaitu materi, media, dan bahasa, dengan rata-rata persentase

sebesar 93,8%, sehingga dikategorikan sebagai “Sangat Valid” Rata-rata penilaian dari siswa mencapai 93,9% dengan kategori “Sangat Layak”. Dengan menggabungkan hasil validasi dari ahli dan penilaian siswa, diperoleh rekapitulasi total sebesar 93,85%, yang juga termasuk dalam kategori “Sangat Valid”. Hasil angket respon siswa terhadap aspek kemudahan penggunaan, penyajian, keterbacaan, dan waktu menunjukkan respons yang positif, dengan rata-rata persentase sebesar 83,51%, sehingga termasuk dalam kategori “Layak”. Dengan demikian, bahan ajar digital berbasis *Flip PDF Professional* dinyatakan layak untuk digunakan sehingga produk ini menunjukkan potensi untuk meningkatkan motivasi dan kemandirian belajar siswa.

Saran

Bahan ajar digital berbasis *Flip PDF Professional* untuk materi peluang yang dikembangkan melalui penelitian ini dapat digunakan sebagai salah satu media pembelajaran matematika bagi siswa kelas XII SMAN 10 Pandeglang. Produk ini memiliki tampilan yang menarik serta dilengkapi dengan video, audio, dan tugas mandiri yang disajikan secara interaktif, sehingga dapat diakses kapan saja dan di mana saja. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan pengembangan lebih lanjut terhadap bahan ajar yang membahas materi peluang hingga cakupan yang lebih lengkap. Peneliti juga menganjurkan agar pengembangan berikutnya mencakup pembuatan bahan ajar untuk topik-topik matematika lain.

REFERENSI

- Amini, R. P. (2023). Analisis Validasi dan Reliabilitas Instrumen Kemampuan Berfikir Kritis Siswa Sekolah Dasar. *EDUKATIKA: Edukasi Dan Didaktika*, 1(1), 1–10. <https://doi.org/https://doi.org/10.26877/edukatika.v1i1.125>
- Bungsu, D., Sartika, N. S., & Pratidiana, D. (2024). Pengembangan Bahan Ajar Digital Menggunakan Flip PDF Professional Berbasis Diferensiasi Proses pada Materi Lingkaran. *Jurnal Math-UMB.EDU*, 11(3), 250–259. <https://doi.org/https://doi.org/10.36085/mathumbedu.v11i3.6612>
- Cahyani, N. D., & Sritresna, T. (2023). Kemampuan Penalaran Matematis Siswa dalam Menyelesaikan Soal Cerita. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Matematika: PowerMathEdu*, 2(1), 103–112. <https://doi.org/https://doi.org/10.31980/pme.v2i1.1404>
- Fatma, A. A., Salmiah, Iqrom, A.-I. S., & Hartanto, D. (2025). Pengembangan E-LKPD Berbasis Aplikasi Flip PDF Professional pada Materi Ayat Jurnal Penyesuaian di SMK Negeri 4 Pekanbaru. *EKLETIK: Jurnal Pendidikan Ekonomi Dan Kewirausahaan*, 8(1), 43–48. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.24014/ekl.v8i1.36823>
- Febriyanti, A., Fidinillah, A. faqih, Niswati, A. K., Zuhri, S., & Hidayat, W. (2024). Identifikasi Kesulitan Guru PAI dalam Pelaksanaan Penilaian Afektif di SDN Kahal Kota Cilegon. *Karakter: Jurnal Riset Ilmu Pendidikan Islam*, 2(2), 1–10. <https://doi.org/https://doi.org/10.61132/karakter.v2i2.438>
- Husna, K., Fadhilah, F., Harahap, U. H. S., Fahrezi, M. A., Manik, K. S., Ardiansyah, M. Y., & Nasution, I. (2023). Transformasi Peran Guru di Era Digital: Tantangan dan Peluang. *Perspektif: Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Bahasa*, 1(4), 154–167.

<https://doi.org/https://doi.org/10.59059/perspektif.v1i4.694>

- Maharani, A. S., Nasuha, S. U., & Maulida, S. R. (2024). Media Pembelajaran sebagai Alternatif Meningkatkan Gairah Belajar. *Jurnal Bionatural*, 11(2), 76–83. <https://ejournal.stkipbbm.ac.id/index.php/bio>
- Meika, I., Solikhah, E. F. F., & Yunitasari, I. (2023). Pengembangan Bahan Ajar Materi Trigonometri melalui Pendekatan Realistic Mathematics Education. *SJME (Supremum Journal of Mathematics Education)*, 7(1), 93–106. <https://doi.org/https://doi.org/10.35706/sjme.v7i1.7190>
- Mesra, R., Salem, V. E. T., Polii, M. G. M., Santie, Y. D. A., Wisudariani, N. M. R., Sarwandi, Sari, R. P., Nasar, R. Y. A., D, Y. Y., & Santiari, N. P. L. (2023). *Research & Development dalam Pendidikan. Sumatera Utara: PT. Mifandi Mandiri Digital*. <https://doi.org/https://doi.org/10.31219/osf.io/d6wck>
- Plomp, T., & Nieveen, N. (2010). An Introduction to Educational Design Research. *Proceedings of the Seminar Conducted at the East China Normal University, Shanghai*.
- Primasatya, N., & Mukmin, B. A. (2020). Validitas Multimedia Interaktif K13 pada Materi Pecahan sebagai Inovasi Pembelajaran Tematik bagi Siswa Kelas IV. *Jurnal Math Educator Nusantara: Wahana Publikasi Tulis Ilmiah Di Bidang Pendidikan Matematika*, 6(1), 84–93. <https://doi.org/https://doi.org/10.29407/jmen.v6i1.14195>
- Qamariah, N., & Windiyani, T. (2023). Pengembangan E-Modul Berbasis Flip PDF Professional pada Materi Pecahan. *Didaktik: Jurnal Ilmiah PGSD STKIP Subang*, 9(2), 1274–1283. <https://doi.org/https://doi.org/10.36989/didaktik.v9i2.765>
- Ramadhani, A. P., Firdausi, & Diwidian, F. (2025). Pengembangan Bahan Ajar Matematika Open-Ended untuk Memfasilitasi Kemampuan Berpikir Komputasional Matematis. *Math Educa Journal*, 9(1), 31–45. <https://doi.org/https://doi.org/10.15548/mej.v9i1.9936>
- Restiani, D. I. (2025). Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pemahaman Siswa tentang Materi Peluang. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Kebudayaan Dan Agama*, 3(2), 1–8. <https://doi.org/https://doi.org/10.59024/jipa.v3i2.1112>
- Rilantinawati, V., Siahaan, P., & Purwana, U. (2020). Self Diagnosis sebagai Upaya untuk Mendukung Pemahaman Konsep Peserta Didik Kelas X pada Materi Momentum dan Impuls. *WaPFI (Wahana Pendidikan Fisika)*, 5(2), 6–15. <https://doi.org/https://doi.org/10.17509/wapfi.v5i2.25687>
- Sadriani, A., Ahmad, M. R. S., & Arifin, I. (2023). Peran Guru Dalam Perkembangan Teknologi Pendidikan di Era Digital. *Prosiding Seminar Nasional Dies Natalis*, 1, 32–37. <https://doi.org/https://doi.org/10.59562/semnasdies.v1i1.431>
- Salsabila, U. H., & Agustian, N. (2021). Peran Teknologi Pendidikan dalam Pembelajaran. *Islamika: Jurnal Keislaman Dan Ilmu Pendidikan*, 3(1), 123–133. <https://ejournal.stitpn.ac.id/index.php/islamika>
- Tessmer, M. (2013). *Planning and Conducting Formative Evaluations*. London: Routledge. <https://doi.org/https://doi.org/10.4324/9780203061978>
- Tuzahro, F. (2023). Keefektifan SdL dengan Student Centered Approach terhadap Self Efficacy dan Penalaran Matematis. *Cartesian: Jurnal Pendidikan Matematika*, 3(1), 1–8. <https://doi.org/https://doi.org/10.33752/cartesian.v3i1.4794>

- Yanto, M., Fatimah, & Mastur. (2021). Pengembangan E-Book Mata Kuliah Media Fotografi. *Journal of Instructional Technology J-Instech*, 2(1), 24–31. <https://doi.org/https://doi.org/10.20527/j-instech.v2i1.3812>
- Yulia, A. R., Khairinal, K., & Suratno, S. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran E-Book Berbasis Flip PDF Professional untuk Meningkatkan Kemandirian Belajar dan Minat Belajar Siswa pada Mata Pelajaran Ekonomi. *Journal Manajemen Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 2(1), 458–470.