

Pengembangan Media Pop-Up Digital pada Materi Sistem Komputer

Farros Shaffira¹, Hakkun Elmunsyah¹, Mutilah², Aqiqu Putra Zaibintoro¹

¹Universitas Negeri Malang, Indonesia

²SMP Laboratorium UM, Malang, Indonesia

ABSTRACT

Purpose – This study developed digital pop-up learning media for computer systems in the form of an interactive website to address passive learning caused by conventional slide-based instruction. The media integrates text, images, and pop-up effects across three subtopics: hardware, software, and brainware. Unlike some pop-up media that rely on QR code access, this media can be accessed directly through a website link. This study contributes feasibility evidence through expert validation and usability testing.

Methods – This study used the Research and Development method with the 4D model, consisting of define, design, develop, and disseminate stages. The define stage included front-end analysis, learner analysis, and concept analysis. The design stage produced navigation structure and wireframe. In the develop stage, the website was validated by one material expert and one media expert using a 1-5 rating scale. In the disseminate stage, usability testing was conducted using the System Usability Scale (SUS) with 29 eighth-grade students.

Findings – The material expert validation resulted in a score of 93%, categorized as “Very Good,” while the media expert validation resulted in a score of 87%, also categorized as “Very Good.” The SUS testing produced a mean score of 79.31, corresponding to grade “C” in relative standing and an adjective rating of “Good” in absolute usability. These two scales are not contradictory because they represent different interpretive frameworks. However, both indicate that the media has not yet reached the “Excellent” category.

Research Implications – The developed media is feasible to be used as an alternative learning tool in Informatics, although improvements are still needed in interface consistency and usage guidance. This study involved only 29 students from one school, did not measure learning outcomes, and obtained verbal rather than written permission from the school. Future research should involve larger and more diverse samples, formal written permission, and experimental designs to examine the effectiveness of the media more rigorously.

 OPEN ACCESS

ARTICLE HISTORY

Received: 20-05-2026

Revised: 13-07-2026

Accepted: 18-07-2026

KEYWORDS

digital pop-up,
computer system
learning, 4d
development model,
system usability scale,
informatics education

Corresponding Author:

Farros Shaffira

Program Studi Pendidikan Profesi Guru, Universitas Negeri Malang, Indonesia

Email: farros.shaffira.2531537@students.um.ac.id

Pendahuluan

Perkembangan teknologi digital memberikan pengaruh yang besar terhadap dunia pendidikan, khususnya dalam penggunaan media pembelajaran berbasis teknologi. Proses pembelajaran saat ini tidak lagi hanya mengandalkan bahan ajar cetak, tetapi mulai memanfaatkan media pembelajaran digital yang lebih fleksibel dan interaktif (Iswandayani et al., 2025). Pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran memungkinkan peserta didik memperoleh pengalaman belajar yang lebih menarik serta dapat diakses kapan saja dan di mana saja. Oleh karena itu, penggunaan media pembelajaran digital menjadi salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mendukung proses pembelajaran yang lebih inovatif dan sesuai dengan perkembangan zaman (Hasnida et al., 2024). Media pembelajaran memiliki peranan penting dalam membantu proses penyampaian materi kepada peserta didik. Penggunaan media yang tepat dapat meningkatkan minat belajar serta membantu peserta didik memahami materi dengan lebih mudah (Sihombing et al., 2023). Selain itu, media pembelajaran digital juga memberikan kemudahan bagi guru dalam menyampaikan materi secara lebih menarik melalui kombinasi teks, gambar, audio, animasi, maupun video. Dengan adanya variasi penyajian materi tersebut, proses pembelajaran menjadi lebih interaktif dan tidak monoton (Mukarromah et al., 2022).

Penggunaan media pembelajaran digital juga dinilai lebih efisien dibandingkan media pembelajaran konvensional, karena media konvensional seperti buku teks, papan tulis, dan lembar kerja memiliki sejumlah keterbatasan, di antaranya penyajian informasi yang cenderung satu arah serta penggunaan media yang kurang interaktif saat penyampaian materi oleh pendidik sehingga siswa cepat merasa bosan, sebagaimana disampaikan oleh (Afandi et al., 2022) selain itu, meskipun media konvensional lebih mudah diakses dan diterapkan, penelitian menunjukkan bahwa media tersebut kurang efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa (Seprie, 2024). Media pembelajaran digital memiliki berbagai keunggulan, salah satunya adalah kemudahan dalam penyimpanan dan distribusi kepada peserta didik tanpa memerlukan biaya produksi berulang. Selain itu, penggunaan media digital juga dinilai lebih efisien dan mendukung pembelajaran yang ramah lingkungan karena dapat mengurangi penggunaan kertas dan bahan cetak lainnya (Akbar et al., 2023).

Namun, dalam praktiknya masih ditemukan media pembelajaran digital yang memiliki tampilan kurang interaktif dan cenderung monoton. Penyajian materi yang hanya berupa teks dan gambar sederhana menyebabkan peserta didik kurang tertarik untuk mempelajari materi yang disampaikan. Padahal, media pembelajaran yang baik seharusnya mampu menghadirkan tampilan yang menarik, interaktif, serta memberikan pengalaman belajar yang lebih aktif bagi peserta didik. Penggunaan multimedia interaktif terbukti dapat meningkatkan motivasi dan keterlibatan belajar siswa dalam proses pembelajaran (Hermansyah, 2026). Oleh karena itu, diperlukan inovasi media pembelajaran yang mampu menggabungkan unsur visual, audio, dan interaktivitas

sehingga proses pembelajaran menjadi lebih menarik, efektif, dan mampu meningkatkan partisipasi peserta didik secara aktif.

Pada mata pelajaran informatika, khususnya materi sistem komputer, penggunaan media pembelajaran visual sangat diperlukan. Materi sistem komputer mempelajari berbagai komponen komputer seperti perangkat keras, perangkat lunak, dan *brainware* yang saling berhubungan dalam menjalankan komputer. Materi tersebut membutuhkan visualisasi agar peserta didik dapat memahami hubungan antar komponen secara lebih jelas (Pertiwi et al., 2021). Penyajian materi secara visual dapat membantu peserta didik melihat bentuk, fungsi, dan keterkaitan antar komponen sistem komputer sehingga materi lebih mudah dipahami. Visualisasi dalam media pembelajaran dapat meningkatkan daya tarik pembelajaran dan membantu peserta didik lebih fokus selama proses belajar berlangsung. Tampilan visual yang menarik juga mampu menciptakan pengalaman belajar yang lebih menyenangkan sehingga peserta didik menjadi lebih aktif dalam mengikuti pembelajaran (Amanda, 2024). Oleh karena itu, penggunaan media pembelajaran berbasis visual menjadi salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk mendukung pembelajaran informatika, khususnya pada materi sistem komputer.

Salah satu inovasi media pembelajaran yang dapat digunakan adalah media pop up digital. Media ini menggabungkan unsur teks, gambar, dan efek interaktif dalam satu tampilan digital sehingga materi dapat disajikan secara lebih menarik dan dinamis. Konsep pop-up digital memungkinkan pengguna berinteraksi langsung dengan materi pembelajaran melalui tampilan visual yang lebih hidup. Dengan adanya interaktivitas tersebut, media pembelajaran diharapkan mampu memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik bagi peserta didik (Yusron et al., 2026). Selain aspek tampilan visual, media pembelajaran digital juga perlu memperhatikan aspek *usability* atau kemudahan penggunaan. Media yang baik tidak hanya menarik secara desain, tetapi juga harus mudah digunakan oleh pengguna. Tingkat *usability* yang baik akan membantu peserta didik mengakses materi dan menggunakan fitur-fitur media tanpa mengalami kesulitan. Dengan demikian, peserta didik dapat lebih fokus pada materi pembelajaran dibandingkan harus mempelajari cara penggunaan media (Setyaningsih, 2023).

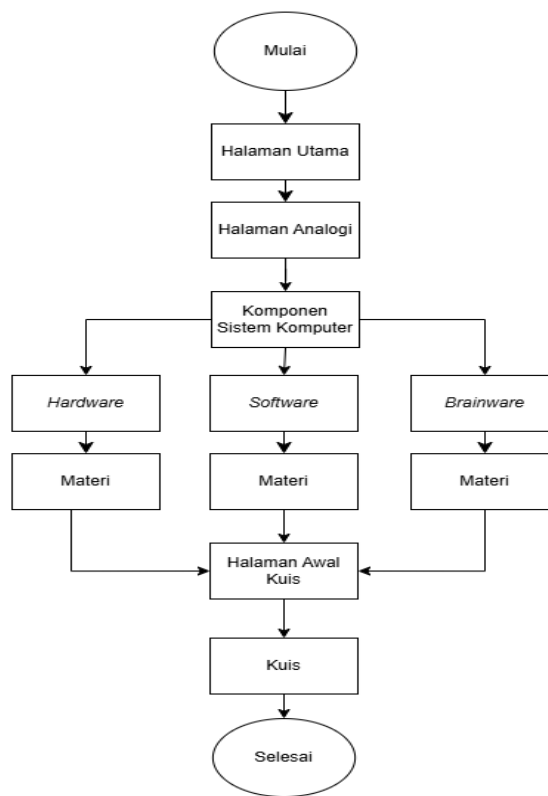
Pengujian *usability* diperlukan untuk mengetahui sejauh mana media yang dikembangkan dapat digunakan secara efektif, efisien, dan memberikan kenyamanan bagi pengguna. Salah satu metode yang banyak digunakan untuk mengukur *usability* adalah *System Usability Scale* (SUS). Metode SUS memiliki instrumen yang sederhana dan mampu memberikan hasil penilaian *usability* secara cepat. Selain itu, SUS juga telah banyak digunakan dalam penelitian pengembangan media digital karena memiliki tingkat validitas dan reliabilitas yang baik dalam mengukur tingkat *usability* suatu produk digital (Praciska et al., 2024). Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pop-up digital pada materi sistem komputer yang dapat menjadi

media pembelajaran digital menarik, interaktif, mudah digunakan, dan layak digunakan dalam pembelajaran informatika.

Penerapan *System Usability Scale* (SUS) pada tahap *disseminate* model 4D telah digunakan dalam penelitian pengembangan media pembelajaran lain, seperti pengembangan e-modul interaktif berbasis web untuk materi sistem ekskresi manusia (Hanina et al., 2024). Namun, penerapan tersebut dilakukan pada bidang studi Biologi dengan jenis produk berbeda (e-modul), sedangkan penerapan SUS pada media pop-up digital untuk materi sistem komputer tingkat SMP masih terbatas. Studi terdahulu tentang media pop-up digital (Yusron et al., 2026) berfokus pada literasi membaca melalui akses berbasis kode QR, sedangkan penelitian media berbasis web untuk materi sistem komputer (Pertiwi et al., 2021) belum menyertakan pengukuran *usability* secara terstandar. Dengan demikian, kombinasi antara efek pop-up interaktif, akses langsung melalui website, dan pengujian *usability* menggunakan SUS pada materi sistem komputer tingkat SMP masih menjadi celah yang perlu diisi. Penelitian ini memberikan kontribusi berupa tersedianya media pop-up digital pada materi sistem komputer yang dapat diakses langsung melalui website tanpa memerlukan kode QR, serta tervalidasinya media tersebut melalui penilaian ahli materi dan ahli media dan pengujian *usability* menggunakan *System Usability Scale* (SUS) sebagai bagian dari tahap *disseminate*.

Metode

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan 4D yang meliputi tahap *define*, *design*, *develop*, dan *disseminate* (Lutfi et al., 2024). Penelitian ini bertujuan mengembangkan media pembelajaran pop-up digital pada materi sistem komputer berupa website interaktif yang memadukan teks, gambar, dan efek pop-up pada materi *hardware*, *software*, dan *brainware*. Tahap *define* dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan pengembangan media melalui *frontend analysis*, *learner analysis*, dan *concept analysis*. Tahap *design* dilakukan dengan merancang struktur media berupa *layout* tampilan, navigasi, serta penyusunan instrumen penelitian. Struktur navigasi media dirancang dalam bentuk *flowchart* yang menggambarkan alur penggunaan media secara keseluruhan. Sebagaimana ditunjukkan pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Flowchart Media

Alur media dimulai dari halaman utama, kemudian menuju halaman analogi dan halaman komponen sistem komputer. Dari halaman tersebut, pengguna dapat mengakses tiga cabang materi utama yaitu, *hardware*, *software*, dan *brainware*, yang masing-masing memiliki halaman materi tersendiri. Setelah mempelajari seluruh materi, pengguna diarahkan menuju halaman kuis. Media dikembangkan dalam bentuk *website* karena mudah diakses dan fleksibel digunakan. Instrumen penelitian terdiri atas instrumen validasi ahli materi, validasi ahli media, dan instrumen *System Usability Scale* (SUS).

Instrumen validasi ahli materi merujuk pada Sarip et al., (2022) yang terdiri dari 20 pernyataan mencakup aspek materi, bahasa, dan evaluasi. Aspek materi meliputi kesesuaian dengan tujuan pembelajaran, keluasan dan kedalaman materi, serta keakuratan dan kemenarikan materi. Aspek bahasa menilai penggunaan bahasa, kejelasan istilah, dan efektivitas kalimat. Sementara itu, aspek evaluasi menilai kualitas dan penyajian soal latihan dalam membantu pemahaman serta daya ingat siswa. Penilaian dalam instrumen validasi ahli media merujuk pada artikel (Ariyantini et al., 2022) yang mencakup aspek tampilan atau desain dan pengoperasian media. Aspek tampilan menilai huruf, gambar, warna, desain antarmuka, navigasi, serta audio media, sedangkan aspek pengoperasian menilai kemudahan penggunaan media, akses materi, panduan penggunaan, serta manfaat media dalam mendukung pembelajaran dan kemandirian siswa. Kedua instrumen tersebut menggunakan skala penilaian 1 – 5, mulai dari “Sangat Kurang” hingga “Sangat Baik”. Hasil validasi dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Validasi} = \frac{\text{Total skor yang diperoleh}}{\text{Total skor maksimal}} \times 100\%$$

Hasil perhitungan validasi kemudian dikategorikan berdasarkan kriteria penilaian pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kriteria Penilaian

Tingkat Pencapaian	Kualifikasi	Kategori
81.00% - 100.00%	Sangat Baik	Tidak perlu direvisi
61.00% - 80.99%	Baik	Revisi secukupnya
41.00% - 60.99%	Cukup Baik	Cukup banyak revisi
21.00% - 40.99%	Kurang	Banyak revisi
00.00% - 20.99%	Sangat Kurang	Revisi total

Tahap *develop* dilakukan dengan membuat produk media pembelajaran sesuai rancangan awal, kemudian dilakukan validasi oleh ahli materi dan ahli media untuk mengetahui tingkat kelayakan media. Hasil validasi digunakan sebagai dasar revisi dan penyempurnaan media sebelum dilakukan pengujian *usability* kepada pengguna. Tahap *disseminate* dilakukan dengan memperkenalkan media pembelajaran dalam skala terbatas yaitu 29 responden peserta didik dari SMP Laboratorium UM. Pengujian *usability* menggunakan metode *System Usability Scale* (SUS) yang terdiri atas 10 pernyataan dengan skala Likert 5 poin. Data hasil validasi dianalisis menggunakan teknik persentase untuk menentukan kategori kelayakan media, sedangkan data SUS dianalisis menggunakan perhitungan skor SUS untuk mengetahui tingkat *usability* media pembelajaran. Adapun 10 pernyataan dalam instrumen SUS yang digunakan disajikan pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Pernyataan System Usability Scale

Pernyataan
Saya berpikir akan memainkan media pembelajaran ini lagi
Saya merasa media pembelajaran ini rumit untuk dimainkan
Saya merasa media pembelajaran ini mudah untuk digunakan
Saya membutuhkan bantuan dari orang lain atau teknisi dalam memainkan media pembelajaran ini
Saya merasa fitur-fitur media pembelajaran ini berjalan semestinya
Saya merasa ada banyak hal yang tidak konsisten (tidak serasi) pada media pembelajaran ini
Saya merasa orang lain akan memahami cara menggunakan media pembelajaran ini dengan cepat
Saya merasa media pembelajaran ini membingungkan
Saya merasa tidak ada hambatan dalam memainkan media pembelajaran ini
Saya perlu membiasakan diri terlebih dahulu sebelum memainkan media pembelajaran ini

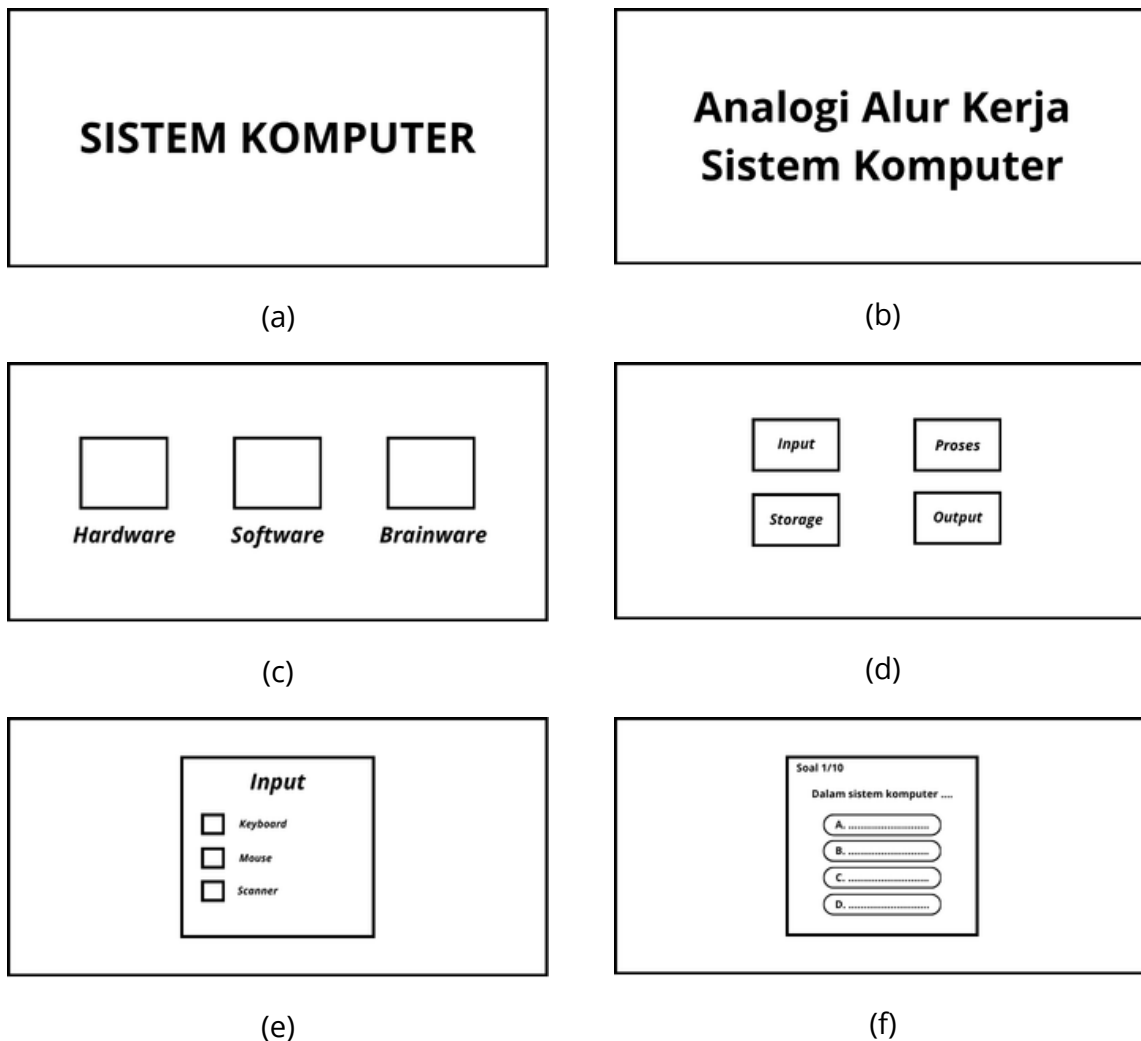
Validasi ahli materi dilakukan oleh satu validator, yaitu guru mata pelajaran Informatika SMP dengan pengalaman mengajar selama 20 tahun, sedangkan validasi ahli media dilakukan oleh satu validator, yaitu lulusan S1 Informatika dengan keahlian di bidang pengembangan *frontend website*. Proses validasi dilakukan dengan mengirimkan tautan (*link website*) media pembelajaran kepada masing-masing validator beserta instrumen penilaian untuk diisi. Berdasarkan skor dan catatan yang diberikan, media kemudian direvisi pada bagian-bagian yang memerlukan perbaikan sebelum diujicobakan kepada peserta didik. Uji coba dilakukan kepada 29 siswa kelas VIII SMP Laboratorium UM yang dipilih menggunakan teknik *convenience sampling*, yaitu dengan menyebarkan kuesioner kepada satu kelas yang telah menerima materi pengantar sistem komputer. Pengujian SUS dilaksanakan pada tanggal 30 April 2026 di laboratorium komputer sekolah, dengan siswa diberikan waktu 15 menit untuk mengeksplorasi media pembelajaran sebelum mengisi kuesioner SUS secara daring melalui *Google Form*. Penelitian ini telah memperoleh izin dari pihak sekolah secara lisan melalui guru mata pelajaran Informatika SMP Laboratorium UM.

Hasil

Penelitian pengembangan ini menghasilkan media pembelajaran pop-up digital pada materi sistem komputer dalam bentuk *website* interaktif yang dikembangkan menggunakan model 4D. Proses pengembangan dilaksanakan melalui empat tahap, yaitu *define, design, develop, dan disseminate*. Pada bagian ini disajikan hasil dari setiap tahap pengembangan, meliputi hasil analisis kebutuhan, rancangan produk, validasi kelayakan oleh ahli materi dan ahli media, serta hasil pengujian *usability* menggunakan metode *System Usability Scale* (SUS) terhadap 29 peserta didik SMP Laboratorium UM.

Hasil analisis menunjukkan bahwa pembelajaran materi sistem komputer masih bersifat konvensional berbasis *slide* sehingga kurang interaktif dan membuat siswa pasif. Mengingat peserta didik lebih responsif terhadap stimulus visual namun memiliki tingkat pemahaman awal yang bervariasi, dibutuhkan media yang menyajikan materi secara bertahap dan visual. Materi yang dikembangkan mencakup tiga sub materi utama, yaitu *hardware, software, dan brainware*, yang disajikan secara sistematis melalui pendekatan visual interaktif berbasis efek pop-up digital.

Berdasarkan hasil tahap *define* tersebut, selanjutnya dilakukan tahap *design* dengan merancang struktur dan alur navigasi media pembelajaran. Rancangan media disusun dalam bentuk *wireframe* yang menggambarkan alur penyajian konten secara hierarkis, mulai dari halaman utama, penyajian materi, hingga halaman evaluasi. Secara keseluruhan, rancangan struktur media pembelajaran dapat dilihat pada gambar 2 – 7 berikut.



Gambar 2. (a) Dashboard; (b) Analogi Page; (c) Komponen Page; (d) Tampilan Materi Hardware; (e) Tampilan Materi Input; (f) Tampilan Kuis

Rancangan pada gambar 2 – 7 tersebut menunjukkan bahwa media disusun dengan alur yang sistematis dan intuitif. Pengguna diarahkan dari *dashboard* menuju pemahaman konsep melalui analogi alur kerja sistem komputer, kemudian masuk ke navigasi sub materi, eksplorasi komponen secara bertahap melalui efek pop-up digital, dan diakhiri dengan evaluasi berbasis soal pilihan ganda. Berdasarkan rancangan tersebut, selanjutnya dilakukan tahap *develop* dengan merealisasikan desain ke dalam produk media pembelajaran berbentuk website interaktif yang ditunjukkan pada gambar 8 – 15 sebagai berikut.



Gambar 3. (a) Halaman Utama; (b) Halaman Analogi Alur Kerja; (c) Halaman Komponen Utama Sistem Komputer; (d) Halaman Deskripsi Hardware; (e) Halaman Komponen Hardware; (f) Halaman Materi Input; (g) Halaman Awal Kuis; (h) Halaman Kuis

Produk yang telah dikembangkan kemudian divalidasi oleh ahli materi dan ahli media untuk menilai tingkat kelayakannya sebelum diujicobakan kepada peserta didik. Validasi ahli materi dilakukan terhadap 19 pernyataan yang mencakup aspek materi, bahasa, dan evaluasi, sedangkan validasi ahli media mencakup aspek tampilan atau desain dan pengoperasian media. Kedua instrumen validasi menggunakan skala penilaian 1 – 5. Hasil penilaian dari validator ahli materi dan media seperti pada tabel 3 dan 4 berikut:

Tabel 3. Hasil Penilaian Validasi Ahli Materi per Aspek

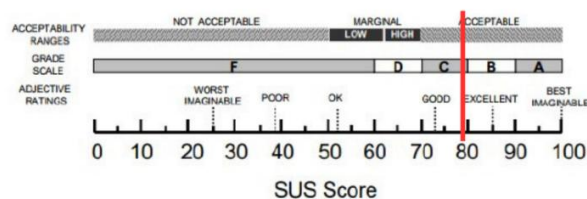
Aspek	Jumlah Item	Skor Diperoleh	Skor Maksimal	Persentase	Kategori
Materi	9	42	45	93.33%	"Sangat Baik"
Bahasa	6	28	30	93.33%	"Sangat Baik"
Evaluasi	4	18	20	90.00%	"Sangat Baik"
Total	19	88	95	92.63%	"Sangat Baik"

Tabel 4. Hasil Penilaian Validasi Ahli Media per Aspek

Aspek	Jumlah Item	Skor Diperoleh	Skor Maksimal	Rata-rata Persentase	Kategori
Tampilan Desain	12	52	60	86.67%	"Sangat Baik"
Pengoperasian	7	31	35	88.57%	"Sangat Baik"
Total	19	83	95	87.37%	"Sangat Baik"

Hasil validasi ahli materi menunjukkan skor sebesar 88 dari total maksimal 95, total rata-rata persentase 92.63%, dengan skor tertinggi pada aspek materi dan bahasa, masing-masing 93.33% serta skor terendah pada aspek evaluasi yaitu 90.00%. Hasil validasi ahli media menunjukkan skor sebesar 83 dari total maksimal 95, total rata-rata persentase 87.37%, dengan skor pada aspek pengoperasian 88.57% sedikit lebih tinggi dibandingkan aspek tampilan/desain yaitu 86.67%. Kedua hasil validasi tersebut termasuk dalam kategori "Sangat Baik" berdasarkan kriteria penilaian pada Tabel 1. Meskipun demikian, validator ahli materi memberikan catatan perbaikan bahwa penulisan kata berimbuhan pada bagian materi perlu disesuaikan agar sesuai dengan kaidah KBBI yang baik dan benar. Berdasarkan hasil validasi beserta catatan perbaikan tersebut, dilakukan revisi dan penyempurnaan media sesuai saran dari masing-masing validator sebelum media diujicobakan pada tahap berikutnya.

Setelah media dinyatakan layak, selanjutnya dilakukan tahap *disseminate* dengan memperkenalkan media pembelajaran kepada pengguna dalam skala terbatas. Pengujian dilakukan terhadap 29 peserta didik SMP Laboratorium UM menggunakan metode *System Usability Scale* (SUS) yang terdiri atas 10 pernyataan dengan skala *likert* 5 poin. Hasil pengujian SUS memperoleh skor rata-rata sebesar 79.31 yang masuk dalam kategori "Good" dengan *grade scale* "C". Grafik pada gambar 16 berikut menggambarkan distribusi skor SUS peserta dan memberikan visualisasi lebih jelas mengenai tingkat *usability* media pembelajaran yang diuji.

**Gambar 4.** Interpretasi SUS

Tabel 5. Statistik Deskriptif Skor SUS (n=29)

Statistik	Nilai
Mean	79.31
Standar Deviasi (SD)	9.86
Median	77.50
Skor Minimum	60.00
Skor maksimum	100.00

Tabel 6. Rata-Rata Skor Mentah per Item SUS

Q	Jenis	Pernyataan (ringkas)	Nilai
1	Positif	Akan memainkan lagi	4.17
2	Negatif	Rumit dimainkan	1.83
3	Positif	Mudah digunakan	4.34
4	Negatif	Butuh bantuan teknis	1.93
5	Positif	Fitur berjalan semestinya	4.24
6	Negatif	Tidak konsisten	1.93
7	Positif	Orang lain cepat paham	4.14
8	Negatif	Membingungkan	1.79
9	Positif	Tidak ada hambatan	4.24
10	Negatif	Perlu pembiasaan	1.93

Berdasarkan Tabel 5, skor SUS memiliki sebaran yang relatif konsisten dengan standar deviasi 9.86 dan median 77.50, mendekati nilai rata-rata yaitu 79.31, yang mengindikasikan bahwa sebagian besar responden memberikan penilaian pada rentang yang serupa. Analisis rata-rata skor mentah per item pada Tabel 6 menunjukkan bahwa seluruh pernyataan positif (Q 1, 3, 5, 7, 9) memperoleh rata-rata di atas 4.0, sedangkan seluruh pernyataan negatif (Q 2, 4, 6, 8, 10) memperoleh rata-rata di bawah 2.0. Pola ini menunjukkan konsistensi respons peserta didik terhadap kedua arah pernyataan dalam instrumen SUS, sehingga memperkuat validitas data yang diperoleh.

Pembahasan

Pengembangan media pembelajaran pop up digital pada materi sistem komputer dilakukan menggunakan model 4D yang terdiri atas tahap *define*, *design*, *develop*, dan *disseminate*. Tahap *define* mengidentifikasi bahwa proses pembelajaran yang berlangsung masih bersifat konvensional dan bergantung pada *slide* presentasi, sehingga kurang mampu menghadirkan pengalaman belajar yang interaktif dan bermakna bagi peserta didik. Temuan validitas ahli materi (92.63%) dan ahli media (87.37%) pada penelitian ini sejalan dengan hasil yang diperoleh (Ansori et al., 2024) pada pengembangan media *Digital Circuits* menggunakan model 4D, yang memperoleh validitas sebesar 94.61%. Kesamaan capaian tinggi pada kedua penelitian ini kemungkinan besar disebabkan oleh

karakteristik yang sama pada tahap *develop*, yaitu keterlibatan validator dengan latar belakang keahlian yang relevan dan proses revisi bertahap berdasarkan masukan validator sebelum uji coba dilakukan, bukan semata-mata karena kesamaan jenis media. Hal ini mengindikasikan bahwa tingkat validitas yang tinggi pada pengembangan media berbasis 4D lebih dipengaruhi oleh kualitas proses validasi itu sendiri (kompetensi validator dan siklus revisi yang sistematis), dibandingkan jenis materi atau bentuk media yang dikembangkan.

Sementara itu, peningkatan pencapaian pembelajaran yang dilaporkan (Kurniyawati et al., 2024) dari 43.33% pada pra-siklus menjadi 86.66% pada siklus 2. Mengukur dampak terhadap hasil belajar, berbeda dengan penelitian ini yang berfokus pada kelayakan dan *usability* produk. Perbandingan ini justru menegaskan adanya kesenjangan pada penelitian ini yaitu skor validitas dan *usability* yang tinggi belum tentu berkorelasi langsung dengan peningkatan hasil belajar, karena kedua hal tersebut mengukur konstruk yang berbeda. Validitas dan *usability* mencerminkan kualitas desain dan kemudahan penggunaan, sedangkan hasil belajar mencerminkan dampak kognitif setelah penggunaan media dalam jangka waktu tertentu. Dengan demikian, tingginya skor kelayakan pada penelitian ini perlu dimaknai sebagai indikator kesiapan produk untuk digunakan, bukan sebagai bukti langsung peningkatan hasil belajar peserta didik, mengingat pengukuran tersebut belum dilakukan dalam penelitian ini. Oleh karena itu, pengembangan media digital yang mampu menyajikan materi secara visual dan interaktif menjadi suatu kebutuhan yang mendesak, khususnya dalam mendukung pembelajaran Informatika (Elmunsyah et al., 2022; Mustaqim, 2023). Hal ini sangat sesuai dengan kurikulum merdeka yang menekankan pengembangan literasi digital dan kemampuan berpikir komputasioanl secara mandiri.

Tahap *design* menghasilkan rancangan media dalam bentuk *wireframe* yang menggambarkan alur penyajian konten secara hierarkis dan intuitif. Struktur media dirancang mulai dari halaman *dashboard*, analogi alur kerja sistem komputer, navigasi sub-materi (*hardware, software, brainware*), eksplorasi komponen secara bertahap melalui efek pop-up digital, hingga halaman evaluasi berbasis soal pilihan ganda. Pendekatan perancangan yang sistematis ini penting untuk memastikan bahwa pengguna dapat mengikuti alur pembelajaran tanpa mengalami disorientasi navigasi. Hal ini selaras dengan prinsip desain antarmuka yang menekankan kemudahan akses, konsistensi tampilan, dan keterbacaan konten sebagai faktor utama dalam menciptakan pengalaman belajar yang efektif melalui media digital (Fathurrahman et al., 2024)

Tahap *develop* menghasilkan produk *website* interaktif yang merealisasikan rancangan *wireframe* ke dalam bentuk media yang dapat digunakan secara langsung oleh peserta didik. Produk yang dikembangkan memadukan teks, gambar, dan efek pop up digital dalam satu platform yang mudah diakses. Setelah produk selesai dikembangkan, dilakukan validasi oleh ahli materi dan ahli media untuk menilai tingkat kelayakannya.

Hasil validasi ahli materi menunjukkan persentase sebesar 93% dengan kategori "Sangat Baik", sedangkan validasi ahli media memperoleh persentase sebesar 87% dengan kategori "Sangat Baik". Kedua hasil validasi tersebut mengindikasikan bahwa media yang dikembangkan telah memenuhi standar kelayakan dari sisi konten maupun tampilan, meskipun terdapat catatan perbaikan dari ahli materi terkait penulisan kata berimbuhan yang perlu disesuaikan dengan kaidah EYD. Catatan tersebut segera ditindaklanjuti dengan melakukan revisi sebelum media diujicobakan kepada peserta didik (Zahira et al., 2024).

Tingginya persentase validasi ahli materi sebesar 93% menunjukkan bahwa materi sistem komputer yang disajikan dalam media telah sesuai dengan tujuan pembelajaran, memiliki keluasaan dan kedalaman materi yang memadai, serta disajikan dengan bahasa yang jelas dan evaluasi yang relevan. Sementara itu, persentase validasi ahli media sebesar 87% mencerminkan bahwa aspek tampilan, desain antarmuka, navigasi, dan kemudahan pengoperasian media telah dirancang dengan baik dan layak digunakan dalam proses pembelajaran. Perbedaan persentase antara kedua validator tersebut wajar terjadi mengingat masing-masing ahli menilai dari sudut pandang yang berbeda, namun keduanya sepakat bahwa media berada pada kategori "Sangat Baik" dan layak untuk diujicobakan kepada peserta didik. Kategori "Sangat Baik" pada validasi ahli materi dan ahli media dalam penelitian ini juga sejalan dengan capaian kualifikasi "valid" dan "layak" pada penelitian (Mirnawati et al., 2023) terhadap media *Big Book* untuk keterampilan menyimak siswa kelas II SD. Meskipun kedua media memiliki bentuk yang berbeda. *Big Book* bersifat cetak dan berorientasi pada keterampilan bahasa reseptif (menyimak), sedangkan media pop-up dalam penelitian ini bersifat digital dan berorientasi pada pemahaman konsep (sistem komputer). Kesamaan hasil validasi ini menunjukkan bahwa prinsip desain visual yang jelas dan bertahap dapat diterapkan secara konsisten lintas jenis media maupun jenjang usia peserta didik, selama proses pengembangannya mengikuti tahapan validasi ahli yang sistematis. Perbedaan mendasar antara kedua penelitian tersebut terletak pada dimensi evaluasi lanjutan, penelitian (Mirnawati et al., 2023) berhenti pada tahap validasi kelayakan, sedangkan penelitian ini melanjutkan hingga tahap pengujian usability menggunakan SUS pada pengguna akhir (siswa), sehingga memberikan gambaran kelayakan yang lebih menyeluruh, tidak hanya dari perspektif ahli, tetapi juga dari pengalaman langsung pengguna.

Pada tahap *disseminate*, pengujian *usability* menggunakan metode *System Usability Scale* (SUS) terhadap 29 peserta didik SMP Laboratorium UM menghasilkan skor rata-rata sebesar 79.31 yang diperoleh dalam penelitian ini berada di atas rata-rata SUS secara umum yaitu 68, serta berada pada rentang yang berdekatan dengan penelitian pembandingan yang menggunakan instrumen serupa pada tahap *disseminate* model 4D, seperti pada pengembangan e-modul interaktif biologi oleh (Hanina & Nurcahyanto, 2024) yang memperoleh skor 80.3. Tingginya skor *usability* pada penelitian ini dapat

dijelaskan melalui struktur navigasi media yang dirancang secara hierarki, mulai dari halaman utama, analogi alur kerja, hingga eksplorasi komponen secara bertahap melalui efek pop-up. Struktur bertahap ini sejalan dengan prinsip desain antarmuka yang menekankan kemudahan akses, konsistensi tampilan, dan keterbacaan konten sebagai faktor utama dalam menciptakan pengalaman belajar yang efektif melalui media digital (Fathurrahman et al., 2024). Efek pop-up digital dalam hal ini berfungsi sebagai mekanisme pengungkapan informasi secara bertahap (*progressive disclosure*), yaitu prinsip umum dalam desain antarmuka yang menampilkan informasi secara terkendali sesuai kebutuhan pengguna, sehingga peserta didik dapat menelusuri materi sistem komputer selangkah demi selangkah tanpa dihadapkan pada seluruh informasi sekaligus. Pendekatan ini membantu menjaga konsistensi alur navigasi dan mengurangi kemungkinan disorientasi pengguna saat berpindah antar sub-materi (*hardware, software, brainware*). Meskipun demikian, skor yang belum mencapai kategori "Excellent" yaitu 74 - 85 pada skala *adjective rating* dan *grade "C"* pada skala *grade*, mengindikasikan bahwa masih terdapat aspek yang perlu disempurnakan. Hal ini sejalan dengan catatan perbaikan yang diberikan validator ahli materi pada tahap develop, yaitu penyesuaian penggunaan kata berimbuhan agar sesuai kaidah KBBI serta penyesuaian urutan penjelasan komponen hardware. Meskipun catatan tersebut bersifat kebahasaan dan penyajian materi, bukan aspek antarmuka secara langsung, perbaikan pada kejelasan susunan materi tetap berkontribusi terhadap kemudahan pengguna dalam memahami alur informasi pada media, yang pada akhirnya turut memengaruhi persepsi *usability* secara keseluruhan. Hal ini memperkuat prinsip bahwa validitas desain yang tinggi dari sisi ahli tidak serta-merta menjamin skor *usability* yang sama tingginya dari sisi pengguna akhir, sehingga penyempurnaan berkelanjutan baik pada aspek kebahasaan/materi maupun antarmuka tetap diperlukan pada pengembangan produk selanjutnya (Widagdo et al., 2025).

Simpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan media pembelajaran pop-up pada materi sistem komputer dalam bentuk *website* interaktif menggunakan model pengembangan 4D. Media yang dikembangkan memadukan teks, gambar, dan efek pop up digital pada tiga sub-materi utama, yaitu *hardware, software, dan brainware*, yang disajikan secara sistematis dan interaktif sebagai respons atas kebutuhan media pembelajaran yang lebih inovatif dibandingkan pendekatan konvensional yang selama ini digunakan. Media yang dikembangkan telah memenuhi standar kelayakan baik dari sisi konten materi maupun tampilan dan pengoperasian media karena telah divalidasi oleh ahli materi dan ahli media. Pengujian *usability* menggunakan metode *System Usability Scale* (SUS) terhadap 29 peserta didik SMP Laboratorium UM menghasilkan skor rata-rata sebesar 79.31 yang termasuk dalam kategori "Good" dengan *grade scale C*, menunjukkan bahwa media dapat diterima dan digunakan dengan baik oleh peserta didik sebagai pengguna akhir.

Penelitian ini memberikan kontribusi berupa tersedianya alternatif media pop-up digital pada materi sistem komputer yang dapat diakses secara langsung melalui *website* tanpa memerlukan kode QR, berbeda dari media pop-up digital sejenis yang telah ada sebelumnya, serta memperkuat bukti empiris mengenai kelayakan produk melalui kombinasi validasi ahli dan pengujian *usability* terstandar (SUS) pada tahap *disseminate* model 4D. Berdasarkan hasil tersebut, media pembelajaran pop-up digital yang dikembangkan dinyatakan layak dan dapat digunakan sebagai alternatif media pembelajaran Informatika pada materi sistem komputer.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, uji coba media hanya melibatkan 29 siswa dari satu sekolah yaitu SMP Laboratorium UM, sehingga generalisasi hasil terhadap populasi yang lebih luas masih terbatas. Kedua, pengujian *usability* menggunakan SUS hanya dilakukan dalam satu waktu (*single trial*) tanpa pengukuran retensi atau pengujian ulang dalam jangka waktu tertentu untuk melihat konsistensi persepsi pengguna. Ketiga, penelitian ini berfokus pada pengukuran validitas dan *usability* produk, sedangkan efektivitas media terhadap peningkatan hasil belajar peserta didik secara langsung belum diukur, sehingga tingginya skor kelayakan yang diperoleh belum dapat dijadikan bukti langsung terhadap peningkatan capaian belajar. Keempat, prosedur etik penelitian pada siswa hanya diperoleh melalui izin lisan dari guru mata pelajaran, tanpa persetujuan tertulis (*informed consent*) dari pihak sekolah maupun orang tua/wali siswa. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melibatkan sampel yang lebih besar dan berasal dari beberapa sekolah, menerapkan prosedur persetujuan formal secara tertulis, serta mengukur dampak media terhadap hasil belajar melalui desain eksperimen misalnya *pretest* dan *posttest*, pengukuran motivasi belajar, atau perbandingan efektivitas dengan media pop-up maupun media interaktif lain yang sejenis.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti menyampaikan terima kasih kepada Program Studi Pendidikan Profesi Guru (PPG), Sekolah Pascasarjana Universitas Negeri Malang, atas dukungan pendanaan dan fasilitas akademik. Terima kasih juga disampaikan kepada Prof. Dr. Ir. Hakkun Elmunsyah, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing, atas bimbingan dan arahan selama penelitian, serta kepada Ir. Mutilah selaku guru pamong atas pendampingan selama proses pengumpulan data.

Referensi

- Afandi, M. F., Hidayat, W. N., & Komariyah, K. (2022). Game-Based Learning Media Development with RPG Mechanisms in Programming Subjects Base. *Letters in Information Technology Education (LITE)*, 5(1), 1–5. <https://doi.org/https://doi.org/10.17977/um010v5i12022p1-5>
- Akbar, J. S., Ariani, M., Zulhawati, H., Zani, B. N., Husnita, L., & Hamsiah, A. (2023).

- Penerapan Media Pembelajaran Era Digital. *Jambi: PT Sonpedia Publishing Indonesia*.
- Ansori, M. Z., Faiza, D., Thamrin, & Efrizon. (2024). Development of Digital Circuits Learning Media Using Articulate Storyline with the 4D Model. *Journal of Hypermedia & Technology-Enhanced Learning*, 2(3), 338–351. <https://doi.org/10.58536/j-hytel.v2i3.145>
- Ariyantini, K. Y., & Tegeh, I. M. (2022). Media Pembelajaran Interaktif Berbantuan Powerpoint Pada Subtema 1 Lingkungan Tempat Tinggalku Tema 8. *Jurnal Pedagogi Dan Pembelajaran*, 5(2), 250–259. <https://doi.org/10.23887/jp2.v5i2.47146>
- Amanda, D. R. (2024). Analisis Penggunaan Media Pembelajaran Berbasis Media Visual Terhadap Hasil Belajar Bahasa Indonesia Siswa. *Jurnal Pendidikan, Bahasa Dan Budaya*, 3(2), 185–199. <https://doi.org/10.55606/jpbb.v3i2.3181>
- Elmunsyah, H., Suswanto, H., Hakiki, M. A., Hidayat, W. N., Asfani, K., & Kusuma, D. D. (2022). Development of Mobile Learning Applications with Augmented Reality to Build VHS Students' Critical Thinking. *2022 Fifth International Conference on Vocational Education and Electrical Engineering (ICVEE)*, 190–195. <https://doi.org/10.1109/ICVEE57061.2022.9930371>
- Fathurrahman, M. I., & Sumarsono, S. (2024). Penerapan Prinsip Desain Antarmuka dalam Evaluasi User Interface dan User Experience E-Learning. *Jurnal Komtika (Komputasi Dan Informatika)*, 8(2), 171–181. <https://doi.org/10.31603/komtika.v8i2.11689>
- Hanina, P. U., & Nurcahyanto, G. (2024). Development of a Web-Based Interactive E-Module Application as an Innovative Biology Learning Media. *International Conference on Biology Eduaction, Natural Science, and Technology*, 2(1), 171–183.
- Hasnida, S. S., Adrian, R., & Siagian, N. A. (2024). Tranformasi Pendidikan Di Era Digital. *Jurnal Bintang Pendidikan Indonesia (JUBPI)*, 2(1), 110–116. <https://doi.org/10.55606/jubpi.v2i1.2488>
- Hermansyah. (2026). Efektivitas Penggunaan Multimedia Interaktif dalam Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa MI. *Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 2, 22–32.
- Iswandayani, H., Pramadita, T., Yani, I. P., & Setiadi, H. W. (2025). Pengembangan Bahan Ajar Digital Sebagai Media Pembelajaran Modern. *Jurnal IKA: Ikatan Alumni PGSD UNARS*, 16(2), 281–289. <https://doi.org/DOI:10.36841/pgsdunars.v16i2.7521>
- Kurniyawati, I. C., Suneki, S., & Puspitasari, R. (2024). Peningkatan Motivasi Belajar Siswa Kelas XI TE 3 SMK Negeri 4 Semarang Melalui Media Wordwall Pada Mata Pelajaran Pendidikan Pancasila. *Seminar Nasional Pendidikan Profesi Guru*, 2(1), 1–13.
- Lutfi, M., & Mursyidun, A. (2024). *Empowering Vocational Informatics Students with Android-Based Problem-Based Learning Media*. 7(1), 26–33.
- Mirnawati, L. B., Nanda Faradita, M., & Anggraenie, B. T. (2023). Pengembangan Media Big Book Tema Kebersamaan Dalam Mendukung Pembelajaran Keterampilan Menyimak Siswa Kelas II Sekolah Dasar. *Proceeding UmSurabaya*.
- Mukarromah, A., & Andriana, M. (2022). Peranan Guru dalam Mengembangkan Media

- Pembelajaran. *Journal of Science and Education Research*, 1(1), 43–50. <https://doi.org/10.62759/jser.v1i1.7>
- Mustaqim, M. F. (2023). Development of Interactive Web-Based Learning Media with the Discovery Learning Model to Increase Student Learning Motivation in Object Oriented Programming XI Vocational High Schools. *Letters in Information Technology Education (LITE)*, 6(1), 22. <https://doi.org/10.17977/um010v6i12023p22-26>
- Pertiwi, E., & Irfan, D. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Web Pada Mata Pelajaran Sistem Komputer Kelas X TKJ di SMK Negeri 1 Painan. *Journal of Information Technology and Computer Science (INTECOMS)*, 4(2), 202–208.
- Praciska, M. T., Hikmawan, R., & Widodo, S. (2024). Pengembangan Media Pembelajaran berbasis Mobile untuk Materi Pengenalan Bangun Datar bagi Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Sistem Informasi*, 13(6), 2422–2433. <https://doi.org/https://doi.org/10.32520/stmsi.v13i6.4539>
- Sarip, M., Amintarti, S., & Utami, N. H. (2022). Validitas Dan Keterbacaan Media Ajar E-Booklet Untuk Siswa SMA/MA Materi Keanekaragaman Hayati. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 1(1), 43–59. <https://doi.org/https://doi.org/10.57218/jupeis.Vol1.Iss1.30>
- Seprie, S. (2024). Studi Perbandingan Penggunaan Media Pembelajaran Digital dan Konvensional pada Siswa SD. *Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia*, 9(7), 3890–3897. <https://doi.org/10.36418/syntax-literate.v9i7.15900>
- Setyaningsih, E. (2023). Perkembangan Multimedia Digital dan Pembelajaran. *Indonesian Journal of Learning and Instructional Innovation*, 1(1), 24–34. <https://doi.org/https://doi.org/10.20961/ijolii.v1i01.920>
- Sihombing, Y., Haloho, B., & Napitu, U. (2023). Problematika Guru Dalam Pemanfaatan Media Pembelajaran. *JUPE: Jurnal Pendidikan Mandala*, 8(2), 725–733. <http://ejournal.mandalanursa.org/index.php/JJUPE/index>
- Widagdo, A. S., & Pamuja, S. D. (2025). Analisis Usability Antarmuka e-learning Menggunakan Metode System Usability Scale Pada Universitas Swasta. *Jurnal Keilmuan Teknologi Informasi*, 01(2), 54–59. <https://doi.org/https://doi.org/10.61902/jkti.v1i2.2286>
- Yusron, A., & Sunanto, L. (2026). Pengembangan Media Pembelajaran Buku Pop-Up Digital Berbasis Kode QR untuk Meningkatkan Literasi Membaca dan Literasi Digital Siswa Sekolah Dasar: Systematic Literature Review (SLR). *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 2(1), 421–429. <https://publikasi.ahlalkamal.com/index.php/sinergi>
- Zahira, S., Syafril, Yusri, M. A. K., & Amilia, W. (2024). Pengembangan Multimedia Interaktif pada Mata Pelajaran Bahasa Indonesia Kelas X SMA. *Jurnal Penelitian, Pendidikan Dan Pengajaran: JPPP*, 5(1). <https://doi.org/10.30596/jppp.v5i1.16318>