

Pengembangan Multimedia Interaktif Adaptif Berbasis Kecerdasan Buatan untuk Meningkatkan Motivasi dan Hasil Belajar Siswa

^{1*}Kamaruddin, ²Tamus Bin Tahir, ³A. Sumardin, ⁴Akbar Iskandar, ⁵Muh. Riyaldi Pratama

^{1,2,3,4,5}Universitas Teknologi Akba Makassar, Indonesia

*Korespondensi: kamaruddin@unitama.ac.id

Submit : 27 Jul 2026 | Diterima : 24 Agust 2026 | Terbit : 08 Sept 2026

ABSTRACT

Learning motivation is an important factor in supporting students' engagement and learning achievement. However, conventional learning media often provide the same content and difficulty level to students with different learning abilities. This condition indicates the need for interactive learning media that can respond to students' learning performance and provide more appropriate learning experiences. This study aims to develop adaptive interactive multimedia based on Artificial Intelligence (AI) to improve students' learning motivation and learning outcomes. The study employed a Research and Development (R&D) approach adopting the Borg and Gall model, consisting of literature review and needs analysis, Focus Group Discussion (FGD), system design, application development, expert validation, and field testing. The participants were junior high school students in Makassar City, Indonesia. The AI component was implemented using a rule-based adaptive system that applies predefined rules to students' quiz performance and learning responses to determine the appropriate learning level and subsequent learning activities. The developed application was evaluated through functional testing, user testing, a learning motivation questionnaire, and pretest-posttest learning outcome measurement. The results showed that the application passed functional testing, obtained an average user response score of 4.47 (89.4%) categorized as very good, and increased the average learning motivation score from 60 to 82, representing an increase of 36.7%. Learning outcomes increased from an average pretest score of 60 to a posttest score of 82, with an N-Gain of 0.55, categorized as moderate. These findings indicate that the developed adaptive interactive multimedia is feasible and has potential to support students' learning motivation and learning outcomes through an adaptive learning mechanism based on predefined rules..

Keywords: Adaptive Learning; Artificial Intelligence; Rule-Based Adaptive System; Interactive Multimedia; Learning Motivation

ABSTRAK

Motivasi belajar merupakan salah satu faktor penting dalam mendukung keterlibatan dan pencapaian belajar siswa. Namun, media pembelajaran konvensional sering memberikan materi dan tingkat kesulitan yang sama kepada siswa dengan kemampuan belajar yang berbeda. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya media pembelajaran interaktif yang mampu merespons performa belajar siswa dan memberikan pengalaman belajar yang lebih sesuai. Penelitian ini bertujuan mengembangkan multimedia interaktif adaptif berbasis Kecerdasan Buatan (AI) untuk meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa. Penelitian menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) dengan mengadopsi model Borg dan Gall yang meliputi studi literatur dan analisis kebutuhan, Focus Group Discussion (FGD), perancangan sistem, pengembangan aplikasi, validasi ahli, dan pengujian lapangan. Subjek penelitian adalah siswa sekolah menengah pertama di Kota Makassar, Indonesia. Komponen AI diimplementasikan menggunakan rule-based adaptive system yang menerapkan seperangkat aturan untuk memproses performa kuis dan respons belajar siswa dalam menentukan tingkat pembelajaran dan aktivitas pembelajaran berikutnya. Aplikasi yang dikembangkan dievaluasi melalui pengujian fungsional, user testing, angket motivasi belajar, serta pengukuran hasil belajar melalui pretest dan posttest. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi dapat berfungsi sesuai kebutuhan sistem, memperoleh rata-rata respons pengguna sebesar 4,47 (89,4%) dengan kategori sangat baik, serta meningkatkan rata-rata skor motivasi belajar dari 60 menjadi 82 atau sebesar 36,7%. Hasil belajar meningkat dari rata-rata nilai pretest 60 menjadi 82 pada

posttest dengan nilai N-Gain sebesar 0,55 yang termasuk kategori sedang. Temuan tersebut menunjukkan bahwa multimedia interaktif adaptif yang dikembangkan layak digunakan dan berpotensi mendukung motivasi serta hasil belajar siswa melalui mekanisme pembelajaran adaptif berbasis aturan.

Kata kunci: Hasil Belajar Siswa; Kecerdasan Buatan; Motivasi Belajar; Multimedia Interaktif; Pembelajaran Adaptif.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital pada era revolusi industri 4.0 telah memberikan dampak yang signifikan terhadap berbagai bidang kehidupan, termasuk sektor pendidikan [1]. Perubahan ini mendorong terjadinya transformasi dalam proses pembelajaran, yang tidak lagi sekadar berfokus pada penyampaian materi, tetapi juga menuntut adanya inovasi yang mampu meningkatkan keterlibatan serta partisipasi aktif siswa [2]. Dalam konteks tersebut, motivasi belajar menjadi salah satu faktor penting yang berperan dalam menentukan keberhasilan siswa dalam mencapai hasil belajar yang optimal [3].

Namun, kondisi di lapangan menunjukkan bahwa tingkat motivasi belajar siswa, khususnya pada jenjang Sekolah Menengah Pertama (SMP), masih tergolong rendah [4]. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain penggunaan metode pembelajaran yang masih bersifat konvensional, keterbatasan media pembelajaran yang menarik, serta kurangnya interaksi yang dapat mendorong keaktifan siswa [5]. Dampak dari kondisi tersebut adalah rendahnya keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran, yang pada akhirnya berpengaruh terhadap pencapaian hasil belajar yang belum maksimal [6].

Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi, pemanfaatan multimedia interaktif dalam pembelajaran semakin dipandang sebagai salah satu alternatif yang potensial untuk meningkatkan kualitas proses belajar [7]. Multimedia interaktif mampu menggabungkan berbagai elemen, seperti teks, gambar, audio, video, dan animasi, sehingga dapat menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik dan tidak monoton [8]. Meskipun demikian, sebagian besar multimedia yang digunakan saat ini masih bersifat statis dan belum mampu mengakomodasi perbedaan kebutuhan serta karakteristik individu siswa [9].

Dalam konteks ini, perkembangan teknologi Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelligence/AI*) memberikan peluang baru dalam pengembangan sistem pembelajaran yang lebih adaptif dan personal [10]. Teknologi AI memungkinkan sistem untuk menganalisis pola dan perilaku belajar siswa, memberikan umpan balik secara langsung, serta menyesuaikan materi pembelajaran sesuai dengan tingkat kemampuan masing-masing siswa [11]. Dengan demikian, integrasi AI dalam multimedia interaktif berpotensi menciptakan lingkungan belajar yang lebih responsif, interaktif, dan efektif [12].

Pengembangan multimedia interaktif adaptif berbasis AI tidak hanya berorientasi pada penyampaian materi, tetapi juga pada peningkatan kualitas interaksi antara sistem dan pengguna [13]. Sistem yang mampu merespons aktivitas siswa secara dinamis diharapkan dapat mendorong keterlibatan belajar yang lebih tinggi [14]. Kondisi ini berimplikasi pada meningkatnya motivasi belajar siswa, keaktifan dalam mengikuti proses pembelajaran, serta pemahaman yang lebih mendalam terhadap materi yang dipelajari [15].

Meskipun penelitian mengenai multimedia interaktif dan kecerdasan buatan dalam pendidikan telah berkembang, masih terdapat ruang pengembangan pada integrasi mekanisme adaptasi dengan multimedia interaktif yang dapat menyesuaikan tingkat pembelajaran berdasarkan respons siswa. Sebagian media interaktif berfokus pada penyajian konten dan interaktivitas, sedangkan sistem pembelajaran adaptif membutuhkan mekanisme pengambilan keputusan yang dapat menentukan konten atau tingkat kesulitan berikutnya berdasarkan performa siswa. Dalam konteks penelitian ini, pendekatan rule-based adaptive system digunakan sebagai mekanisme pengambilan keputusan yang sederhana dan terstruktur untuk menghubungkan respons siswa dengan tingkat pembelajaran berikutnya. Oleh karena itu, research gap penelitian ini terletak pada pengembangan multimedia interaktif yang mengintegrasikan elemen multimedia dengan mekanisme adaptasi berbasis aturan sehingga sistem dapat memberikan tingkat pembelajaran yang lebih sesuai dengan performa siswa SMP. Pendekatan tersebut juga memungkinkan mekanisme adaptasi dijelaskan secara transparan melalui aturan yang dapat ditelusuri, dibandingkan dengan mekanisme adaptasi yang bersifat tidak eksplisit.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini menjadi penting untuk dilakukan dalam rangka mengembangkan inovasi media pembelajaran berbasis AI yang tidak hanya adaptif, tetapi juga efektif dalam meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa pada jenjang Sekolah Menengah Pertama (SMP) [16]. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan teknologi pembelajaran yang relevan dengan tuntutan pendidikan di era digital

METODE PENELITIAN

Formulasi Permasalahan

Permasalahan dalam penelitian ini adalah rendahnya motivasi dan hasil belajar siswa yang dipengaruhi oleh kurangnya media pembelajaran yang adaptif dan interaktif. Untuk memformulasikan permasalahan secara lebih rinci, digunakan pendekatan matematis sebagai berikut:

Misalkan:

M = motivasi belajar siswa

H = hasil belajar siswa

X = karakteristik siswa (kemampuan awal, minat belajar)

A = aktivitas/interaksi siswa selama pembelajaran

S = sistem pembelajaran (multimedia interaktif berbasis AI)

Secara formal, hubungan antar variabel dalam penelitian ini dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$M, H = f(S(X, A))$$

di mana M menyatakan motivasi belajar, H hasil belajar, S sistem pembelajaran berbasis AI, X karakteristik siswa, dan A aktivitas/interaksi siswa selama proses pembelajaran. Model ini menunjukkan bahwa motivasi dan hasil belajar dipengaruhi oleh sistem pembelajaran yang mampu mengakomodasi karakteristik serta interaksi siswa secara adaptif.

Untuk memastikan kesesuaian materi dengan kemampuan siswa, sistem dirancang dengan prinsip optimasi sebagai berikut:

$$\min E = |D - C|$$

Dengan:

D = tingkat kesulitan materi

C = Kemampuan siswa

di mana D merupakan tingkat kesulitan materi dan C adalah kemampuan siswa. Nilai kesalahan E yang semakin kecil menunjukkan tingkat kesesuaian yang semakin tinggi antara materi dan kemampuan siswa.

Metode Yang Diusulkan

Metode yang diusulkan dalam penelitian ini adalah pengembangan multimedia interaktif adaptif berbasis kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI). Komponen AI pada sistem diimplementasikan menggunakan pendekatan rule-based adaptive system, yaitu mekanisme pengambilan keputusan berbasis seperangkat aturan (predefined rules) yang menghubungkan kondisi atau respons siswa dengan keputusan pembelajaran berikutnya.

Pendekatan tersebut dipilih karena sesuai dengan tujuan penelitian untuk menghasilkan sistem adaptif yang mekanismenya dapat dijelaskan secara eksplisit. Sistem menggunakan data hasil interaksi siswa selama proses pembelajaran, khususnya performa kuis dan respons terhadap aktivitas pembelajaran, sebagai masukan untuk menentukan tingkat pembelajaran berikutnya.

Prinsip kerja sistem terdiri atas beberapa tahap, yaitu: (1) sistem memberikan materi dan aktivitas pembelajaran kepada siswa; (2) siswa mengerjakan aktivitas atau kuis; (3) sistem memperoleh skor dan respons siswa; (4) sistem mencocokkan kondisi siswa dengan aturan adaptasi; dan (5) sistem menentukan tingkat atau aktivitas pembelajaran berikutnya sesuai dengan hasil pencocokan aturan.

Secara konseptual, mekanisme adaptasi dapat dinyatakan sebagai:

$$L(t+1) = f(L_t, S_t)$$

dengan L_t merupakan tingkat pembelajaran saat ini, S_t merupakan skor atau performa siswa pada tahap t , dan $L(t+1)$ merupakan tingkat pembelajaran yang ditentukan untuk tahap berikutnya.

Mekanisme pengambilan keputusan menggunakan aturan if-then. Secara umum, aturan adaptasi dinyatakan sebagai berikut:

Jika skor siswa berada pada kategori tinggi, maka tingkat pembelajaran berikutnya dinaikkan.

Jika skor siswa berada pada kategori sedang, maka tingkat pembelajaran dipertahankan.

Jika skor siswa berada pada kategori rendah, maka tingkat pembelajaran diturunkan atau siswa diarahkan pada materi penguatan.

Dengan mekanisme tersebut, sistem dapat menyesuaikan tingkat kesulitan pembelajaran berdasarkan performa siswa. Pendekatan ini merupakan bentuk implementasi AI berbasis aturan karena sistem melakukan pengambilan keputusan secara otomatis berdasarkan kondisi masukan dan aturan yang telah ditentukan.

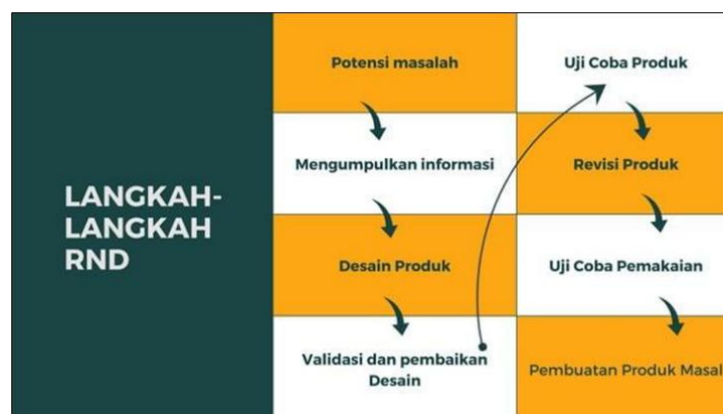
Tabel 1. Aturan Adaptasi

Kondisi Performa Siswa	Aturan	Keputusan Sistem
Skor tinggi	IF skor berada pada kategori tinggi THEN level berikutnya dinaikkan	Siswa diarahkan ke tingkat pembelajaran lebih tinggi
Skor sedang	IF skor berada pada kategori sedang THEN level dipertahankan	Siswa melanjutkan pada tingkat pembelajaran yang sama
Skor rendah	IF skor berada pada kategori rendah THEN level diturunkan	Siswa diarahkan ke materi penguatan atau tingkat yang lebih rendah

Batas kategori skor dalam implementasi mengikuti konfigurasi yang digunakan pada aplikasi. Dengan demikian, tabel aturan tersebut menggambarkan logika pengambilan keputusan sistem, sedangkan nilai threshold harus mengikuti nilai yang benar-benar diterapkan dalam aplikasi penelitian.

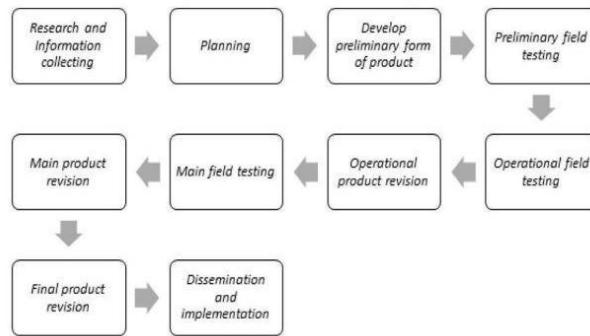
Pengumpulan data penelitian dilakukan melalui angket motivasi belajar dan tes hasil belajar berupa pretest dan posttest. Selain itu, pengujian sistem dilakukan melalui black-box testing untuk mengetahui fungsi aplikasi serta user testing untuk memperoleh respons pengguna terhadap kemudahan penggunaan, tampilan, interaktivitas, kejelasan materi, dan kesesuaian tingkat kesulitan adaptif.

Data motivasi dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan skor sebelum dan sesudah penggunaan aplikasi. Hasil belajar dianalisis menggunakan perhitungan N-Gain untuk mengetahui tingkat peningkatan hasil belajar setelah penggunaan aplikasi.



Gambar 1. Langkah-Langkah RND

Penelitian ini merupakan studi pengembangan (Research and Development) yang mengadopsi Model Borg and Gall dengan Teknik analisis data kuantitatif [29], [30], sedangkan sampel uji coba menggunakan siswa dari sekolah lanjutan tingkat pertama di Kota Makassar. Selain itu, penelitian ini melalui beberapa tahapan yang terstruktur untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan yaitu: Studi Literatur & Analisis Masalah: Langkah awal penelitian ini adalah melakukan studi literatur untuk memahami secara mendalam konsep-konsep dasar mengenai Multimedia Interaktif berbasis Artificial Intelligence (AI). Selain itu, analisis masalah dilakukan untuk mengidentifikasi kesenjangan pengetahuan (GAP) yang ada dalam bidang tersebut.



Gambar 2. Model Pengembangan Borg And Gall

Produk akhir dari penelitian ini adalah aplikasi Multimedia Interaktif berbasis AI yang telah melewati tahap validasi dan uji coba. Selain itu, luaran penelitian ini juga termasuk artikel jurnal nasional bereputasi yang mendokumentasikan proses penelitian, metodologi yang digunakan, temuan utama, dan implikasi praktisnya. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

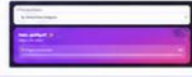
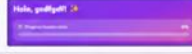
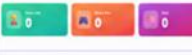
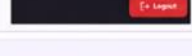
Hasil Penelitian

Penelitian ini menghasilkan sebuah aplikasi multimedia interaktif adaptif berbasis kecerdasan buatan (AI) yang dirancang untuk meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa SMP. Sistem yang dikembangkan memiliki fitur utama berupa penyajian materi interaktif (teks, audio, animasi), kuis adaptif, serta mekanisme penyesuaian tingkat kesulitan materi secara otomatis berdasarkan performa siswa.

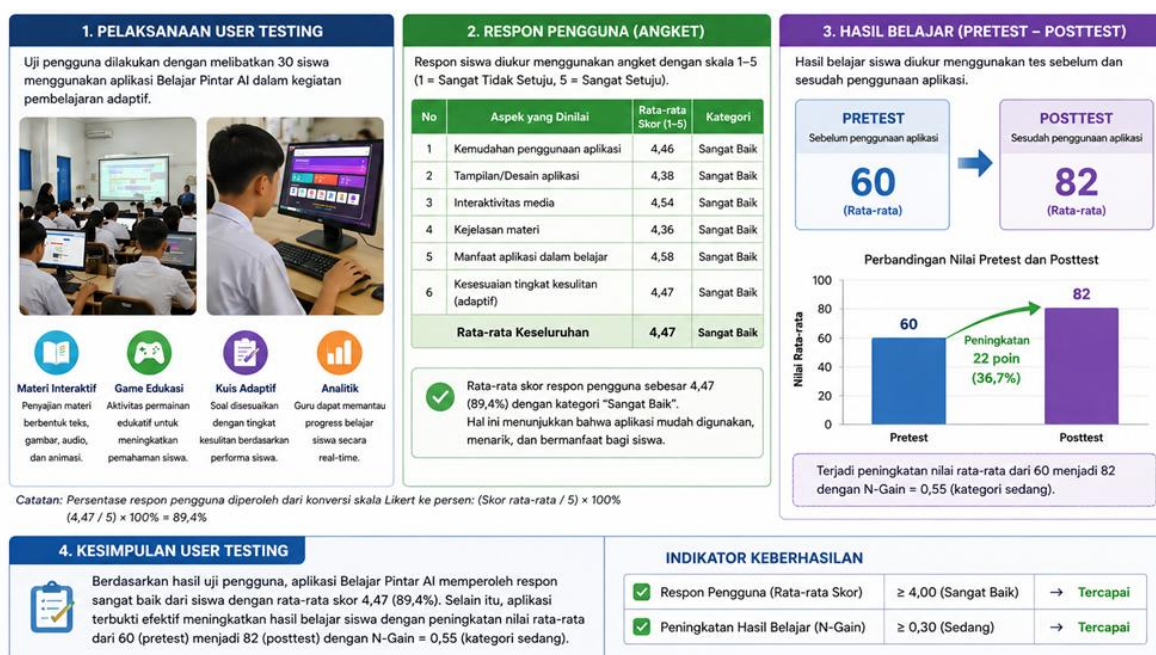
1. Hasil Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan melalui dua tahap, yaitu uji fungsional (black-box testing) dan uji pengguna (user testing).

1. Uji fungsional menunjukkan bahwa seluruh fitur sistem berjalan dengan baik, termasuk proses login, penyajian materi, evaluasi, serta mekanisme adaptasi level
2. Uji pengguna dilakukan pada siswa SMP yang menjadi subjek penelitian, menunjukkan bahwa sistem dapat digunakan dengan mudah dan interaktif.

No	Fitur yang Diuji	Skenario Pengujian	Test Case / Langkah Pengujian	Input / Data Uji	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status	Screenshot
1	Filter Mata Pelajaran	Pengguna memilih mata pelajaran pada filter.	1. Klik dropdown "Semua Mata Pelajaran" 2. Pilih salah satu mata pelajaran	Pilih: Matematika	Daftar konten/fitur yang ditampilkan menyesuaikan dengan mata pelajaran yang dipilih.	Sesuai	Valid	
2	Progress Keseluruhan	Sistem menampilkan progress belajar pengguna.	1. Amati progress bar pada bagian "Progress Keseluruhan"	-	Progress bar menampilkan persentase capaian belajar pengguna.	Sesuai	Valid	
3	Statistik Rata-rata, Game Edu, Kuis	Sistem menampilkan jumlah data pada setiap kartu statistik.	1. Amati nilai pada kartu "Rata-rata", "Game Edu", dan "Kuis"	-	Nilai pada setiap kartu statistik tampil sesuai data pengguna.	Sesuai	Valid	
4	Menu Materi	Pengguna membuka menu Materi.	1. Klik ikon "Materi" pada Menu Belajar	-	Sistem menampilkan halaman daftar materi pembelajaran.	Sesuai	Valid	
5	Menu Game Edukasi	Pengguna membuka menu Game Edukasi.	1. Klik ikon "Game Edukasi" pada Menu Belajar	-	Sistem menampilkan halaman daftar game edukasi.	Sesuai	Valid	
6	Menu Kuis Adaptif	Pengguna membuka menu Kuis Adaptif.	1. Klik ikon "Kuis Adaptif" pada Menu Belajar	-	Sistem menampilkan halaman kuis adaptif.	Sesuai	Valid	
7	Menu Lainnya (Refleksi, Analitik, Daftar Siswa, Chatbot AI)	Pengguna membuka menu lainnya.	1. Klik masing-masing ikon menu (Refleksi, Analitik, Daftar Siswa, Chatbot AI)	-	Sistem menampilkan halaman sesuai dengan menu yang dipilih.	Sesuai	Valid	
8	Logout	Pengguna keluar dari aplikasi.	1. Klik tombol "Logout" (pojok kanan atas) 2. Konfirmasi logout	-	Sistem menampilkan halaman login kembali.	Sesuai	Valid	
KESIMPULAN		Berdasarkan hasil pengujian black-box di atas, seluruh fitur pada halaman Dashboard aplikasi Belajar Pintar AI berfungsi sesuai dengan kebutuhan dan dinyatakan VALID .						

Gambar 4. Tahap Uji Fungsional (BlackBox-Testing)



Gambar 5 Uji Pengguna (User-Testing)

Berdasarkan hasil pengujian fungsional (Blackbox Testing), seluruh fitur aplikasi berjalan sesuai dengan kebutuhan sistem. Selanjutnya dilakukan User Testing kepada siswa SMP yang memperoleh rata-rata penilaian 4,47 (89,4%) dengan kategori Sangat Baik. Hasil ini menunjukkan bahwa aplikasi mudah digunakan dan diterima oleh pengguna

2. Hasil Pengukuran Motivasi Belajar

Motivasi belajar siswa diukur menggunakan angket sebelum dan sesudah penggunaan sistem. Hasil menunjukkan adanya peningkatan skor motivasi belajar setelah penggunaan aplikasi. Nilai rata-rata motivasi meningkat dari 60 menjadi 82, dengan selisih sebesar 22 poin atau peningkatan sebesar 36,7%. Berdasarkan kriteria yang digunakan, peningkatan tersebut termasuk kategori sedang.

Untuk mengetahui besarnya peningkatan motivasi belajar, dilakukan perhitungan selisih skor (ΔM) dan persentase peningkatan menggunakan persamaan berikut:

$$\Delta M = M_{\text{post}} - M_{\text{pre}}$$

$$\text{Peningkatan}(\%) = \frac{M_{\text{post}} - M_{\text{pre}}}{M_{\text{pre}}} \times 100\%$$

Hasil rata-rata menunjukkan:

$$M_{\text{pre}} = 60$$

$$M_{\text{post}} = 82$$

Sehingga:

$$\Delta M = M_{\text{post}} - M_{\text{pre}}$$

$$\text{Selisih Peningkatan } \Delta M = 82 - 60 = 22$$

$$\frac{22}{60} \times 100 = 36,7\%$$

$$\text{Peningkatan}(\%) =$$

Maka diperoleh persentase peningkatan motivasi belajar sebesar 36,7%, sehingga termasuk dalam kategori sedang berdasarkan Tabel 2.

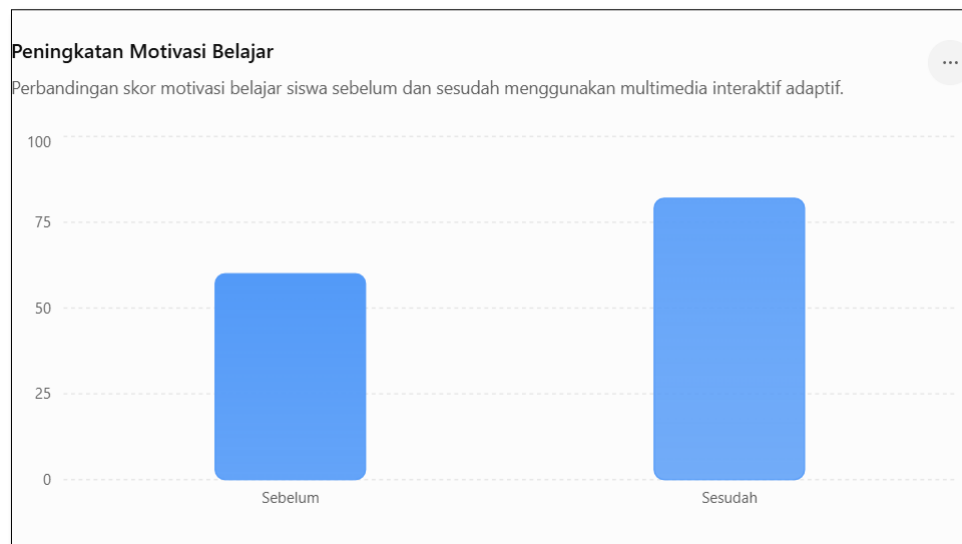
Tabel 2. Kategori Persentase Peningkatan Motivasi Belajar

Persentase	Kategori
< 30%	Rendah
30% – 70%	Sedang
> 70%	Tinggi

Peningkatan motivasi belajar siswa sebesar 36,7% termasuk dalam kategori sedang, yang menunjukkan bahwa penggunaan multimedia interaktif berbasis AI memberikan dampak positif terhadap motivasi belajar siswa

Tabel 3. Hasil Motivasi Belajar

Kondisi	Nilai
Sebelum	60
Sesudah	82
Selisih	22
Peningkatan	36,7%
Kategori	Sedang



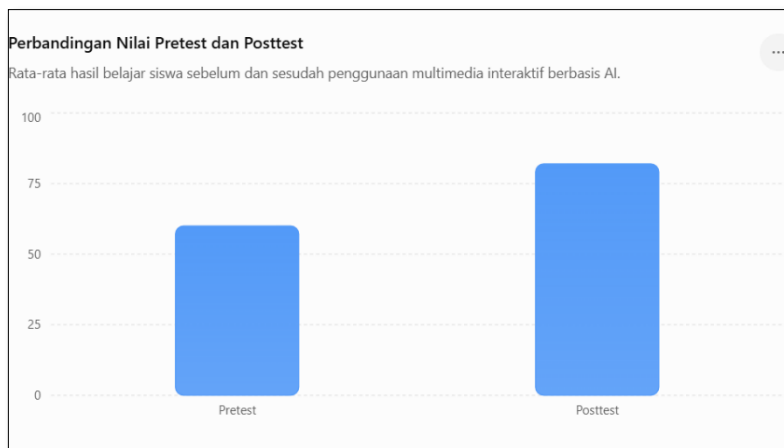
Grafik 1. Motivasi Belajar

Tabel 3 dan Grafik 1 menunjukkan adanya peningkatan skor motivasi belajar siswa setelah menggunakan multimedia interaktif adaptif berbasis AI. Nilai rata-rata meningkat dari 60 menjadi 82 atau sebesar 36,7%. Berdasarkan kategori interpretasi, peningkatan tersebut termasuk kategori sedang sehingga media yang dikembangkan mampu meningkatkan motivasi belajar siswa secara nyata.

3. Hasil Belajar (Pretest–Posttest)

Tabel 4. Hasil Belajar (Pretest–Posttest)

Indikator	Nilai
Pretest	60
Posttest	82
Selisih	22



Grafik 2. Perbandingan Pretest–Posttest

Hasil belajar siswa diukur menggunakan tes sebelum (pretest) dan sesudah (posttest) penggunaan sistem.

Nilai Rata-Rata :

Pretest = 60

Posttest = 82

Peningkatan dihitung menggunakan **N-Gain**:

$$N - Gain = \frac{Post - Pre}{100 - Pre}$$

Hasil:

$$N - Gain = \frac{82-60}{100-60} = \frac{22}{40} = 0,55$$

Kategori N-Gain :

Kategori N-Gain mengacu pada kriteria Hake (1999), yaitu $g < 0,30$ (rendah), $0,30 \leq g < 0,70$ (sedang), dan $g \geq 0,70$ (tinggi). Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai N-Gain sebesar 0,55 sehingga termasuk kategori sedang.

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai rata-rata siswa meningkat dari 60 pada pretest menjadi 82 pada posttest. Berdasarkan perhitungan Normalized Gain diperoleh nilai sebesar 0,55 yang termasuk dalam kategori sedang. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan multimedia interaktif adaptif berbasis AI memberikan peningkatan hasil belajar siswa dengan hasil belajar berada pada kategori sedang berdasarkan nilai N-Gain.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa multimedia interaktif adaptif yang dikembangkan memperoleh respons pengguna yang sangat baik dengan skor rata-rata 4,47 atau 89,4%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa dari perspektif pengguna, aplikasi dapat diterima dengan baik dalam aspek kemudahan penggunaan, tampilan, interaktivitas, kejelasan materi, manfaat aplikasi, dan kesesuaian tingkat kesulitan adaptif. Pada halaman pengujian pengguna, aplikasi juga digunakan oleh siswa SMP sebagai subjek uji coba.

Peningkatan motivasi belajar dari skor rata-rata 60 menjadi 82 menghasilkan peningkatan sebesar 36,7% dan termasuk kategori sedang. Hasil ini menunjukkan adanya perubahan positif pada skor motivasi setelah siswa menggunakan aplikasi. Namun, karena penelitian tidak menggunakan kelompok kontrol dan tidak menerapkan analisis statistik inferensial, peningkatan tersebut tidak digunakan untuk menyimpulkan hubungan sebab-akibat secara statistik.

Salah satu karakteristik sistem yang berpotensi mendukung pengalaman belajar siswa adalah mekanisme adaptasi berbasis aturan. Sistem tidak hanya menyajikan materi secara sama kepada seluruh siswa, tetapi menggunakan performa kuis dan respons siswa sebagai dasar

untuk menentukan tingkat pembelajaran berikutnya. Dengan mekanisme tersebut, siswa yang menunjukkan performa lebih baik dapat diarahkan ke tingkat pembelajaran yang lebih tinggi, sedangkan siswa yang mengalami kesulitan dapat memperoleh materi penguatan. Mekanisme ini memberikan bentuk personalisasi yang lebih eksplisit dibandingkan penyajian materi yang tidak mempertimbangkan respons siswa.

Dari sisi multimedia, penggunaan teks, audio, animasi, materi interaktif, permainan, dan kuis menyediakan variasi bentuk penyajian yang dapat membantu mempertahankan perhatian siswa selama proses pembelajaran. Namun demikian, penelitian ini tidak secara khusus menguji kontribusi masing-masing elemen multimedia terhadap perubahan motivasi. Oleh karena itu, peningkatan motivasi yang diperoleh dalam penelitian ini sebaiknya dipahami sebagai hasil dari penggunaan aplikasi secara keseluruhan, yang menggabungkan unsur interaktivitas dan adaptivitas.

Pada hasil belajar, rata-rata nilai meningkat dari 60 pada pretest menjadi 82 pada posttest. Perhitungan N-Gain menghasilkan nilai 0,55 yang termasuk kategori sedang. Hasil tersebut menunjukkan adanya peningkatan penguasaan materi setelah penggunaan aplikasi. Namun, seperti pada pengukuran motivasi, tidak adanya kelompok pembandingan menyebabkan peningkatan tersebut belum dapat digunakan untuk menyatakan bahwa mekanisme adaptif merupakan satu-satunya penyebab peningkatan hasil belajar.

Temuan penelitian ini memperlihatkan potensi integrasi multimedia interaktif dengan mekanisme adaptasi berbasis aturan sebagai pendekatan untuk menghasilkan pengalaman belajar yang lebih personal. Keunggulan pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini terletak pada keterhubungan antara respons siswa, aturan adaptasi, dan keputusan tingkat pembelajaran. Berbeda dengan media interaktif yang hanya menyajikan konten secara tetap, sistem yang dikembangkan memberikan keputusan pembelajaran berdasarkan kondisi performa siswa.

Meskipun demikian, novelty penelitian ini perlu dipahami secara proporsional. Penelitian belum membandingkan sistem adaptif dengan versi multimedia yang tidak menggunakan mekanisme adaptasi. Oleh sebab itu, novelty penelitian ini berada pada pengembangan dan integrasi mekanisme rule-based adaptive system ke dalam multimedia interaktif, sedangkan keunggulan adaptivitas dibandingkan sistem non-adaptif masih perlu diuji melalui penelitian eksperimental atau komparatif pada penelitian selanjutnya.

Keterbatasan tersebut menjadi dasar bagi penelitian berikutnya untuk menggunakan kelompok kontrol atau desain eksperimen dengan membandingkan multimedia adaptif dan multimedia non-adaptif. Penelitian selanjutnya juga dapat mengembangkan mekanisme adaptasi dengan algoritma AI yang lebih kompleks serta menggunakan jumlah dan karakteristik peserta yang lebih beragam...

KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan multimedia interaktif adaptif berbasis kecerdasan buatan yang mengintegrasikan multimedia pembelajaran dengan mekanisme rule-based adaptive system. Mekanisme tersebut menggunakan performa dan respons siswa sebagai dasar untuk menentukan tingkat pembelajaran berikutnya sehingga sistem dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih adaptif. Hasil pengujian fungsional menunjukkan bahwa fitur utama aplikasi dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan sistem. Hasil user testing memperoleh rata-rata skor 4,47 atau 89,4% dengan kategori sangat baik, yang menunjukkan bahwa aplikasi dapat diterima dan digunakan oleh siswa. Dari aspek motivasi belajar, rata-rata skor meningkat dari 60 menjadi 82 atau sebesar 36,7% dan termasuk kategori sedang. Sementara itu, hasil belajar meningkat dari rata-rata nilai pretest 60 menjadi posttest 82 dengan nilai N-Gain sebesar 0,55 yang termasuk kategori sedang. Berdasarkan hasil tersebut, multimedia interaktif adaptif yang dikembangkan menunjukkan potensi dalam mendukung motivasi dan hasil belajar siswa. Namun, karena penelitian ini belum menggunakan kelompok kontrol dan belum menerapkan analisis statistik inferensial, hasil penelitian belum dapat digunakan untuk menyatakan hubungan sebab-akibat atau keunggulan sistem adaptif dibandingkan sistem non-adaptif. Kontribusi utama penelitian ini terletak pada integrasi multimedia interaktif dengan mekanisme rule-based adaptive system yang memungkinkan tingkat pembelajaran disesuaikan berdasarkan performa siswa. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan desain eksperimen dengan kelompok pembandingan, jumlah peserta yang lebih besar, serta mekanisme adaptasi AI yang lebih kompleks untuk menguji efektivitas adaptivitas secara lebih kuat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi Republik Indonesia atas dukungan pendanaan melalui Program Hibah Penelitian Tahun Anggaran 2026. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Universitas Teknologi Akba Makassar serta seluruh pihak yang telah mendukung pelaksanaan penelitian ini.

REFERENSI

- Rahmatullah AS, Mulyasa E, Syahrani S, Pongpalilu F, Putri RE. Digital era 4.0: The contribution to education and student psychology. *Linguist Cult Rev.* 2022;6:89–107. <https://doi.org/10.21744/lingcure.v6nS3.2064>
- Bonfield CA, Salter M, Longmuir A, Benson M, Adachi C. Transformation or evolution?: Education 4.0, teaching and learning in the digital age. *High Educ Pedagog.* 2020;5(1):223–46. <https://doi.org/10.1080/23752696.2020.1816847>
- Rakha NA. Revolution in Learning Through Digitization: How Technology is Changing the Landscape of Education. *Int J Cyber Law.* 2023;1(3). DOI: <https://doi.org/10.59022/ijcl.38>
- Abulibdeh A, Zaidan E, Abulibdeh R. Navigating the confluence of artificial intelligence and education for sustainable development in the era of industry 4.0: Challenges, opportunities, and ethical dimensions. *J Clean Prod.* 2024;140527. [doi:10.1016/j.jclepro.2023.140527](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.140527)
- Lin L, Dong Y, Chen X, Shadiev R, Ma Y, Zhang H. Exploring the impact of design thinking in information technology education: An empirical investigation. *Think Ski Creat.* 2024;51:101450. [doi:10.1016/j.tsc.2023.101450](https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101450)
- Abdelrahman RM. Metacognitive awareness and academic motivation and their impact on academic achievement of Ajman University students. *Heliyon.* 2020;6(9). DOI: [10.1016/j.heliyon.2020.e04192](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04192)
- Shi Y, Tong M, Long T. Investigating relationships among blended synchronous learning environments, students' motivation, and cognitive engagement: A mixed methods study. *Comput Educ.* 2021;168:104193. DOI: [10.1016/J.COMPEDU.2021.104193](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104193)
- Haleem A, Javaid M, Qadri MA, Suman R. Understanding the role of digital technologies in education: A review. *Sustain Oper Comput.* 2022;3:275–85. [doi:10.1016/j.susoc.2022.05.004](https://doi.org/10.1016/j.susoc.2022.05.004)
- M,hlroth C, Grottke M. Artificial intelligence in innovation: how to spot emerging trends and technologies. *IEEE Trans Eng Manag.* 2020;69(2):493–510. [doi:10.1109/TEM.2020.2989214](https://doi.org/10.1109/TEM.2020.2989214)
- Song Y, Weisberg LR, Zhang S, Tian X, Boyer KE, Israel M. A Framework for Inclusive AI Learning Design for Diverse Learners. *Comput Educ Artif Intell.* 2024;100212. [doi:10.1016/j.caeai.2024.100212](https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100212)
- Chiu TKF. Future research recommendations for transforming higher education with generative AI. *Comput Educ Artif Intell.* 2024;6:100197. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100197>
- Bernacki ML, Greene JA, Crompton H. Mobile technology, learning, and achievement: Advances in understanding and measuring the role of mobile technology in education. *Contemp Educ Psychol.* 2020;60:101827. [doi:10.1016/j.cedpsych.2019.101827](https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2019.101827)
- Yustina Y, Syafii W, Vebrianto R. The effects of blended learning and project- based learning on pre-service biology teachers creative thinking through online learning in the covid-19 pandemic. *J Pendidik IPA Indones.* 2020;9(3):408–20. <https://doi.org/10.15294/jpii.v9i3.24706>
- Giatman M, Siswati S, Basri IY. Online learning quality control in the pandemic Covid19 era in Indonesia. *J Nonform Educ.* 2020;6(2):168–75. <https://doi.org/10.15294/jne.v6i2.25594>
- Adekantari P, others. The influence of instagram-assisted project based learning model on critical thinking skills. *J Educ Soc Res.* 2020;10. <https://doi.org/10.36941/jesr-2020-0129>
- Zhang K, Aslan AB. AI technologies for education: Recent research & future directions. *Comput Educ Artif Intell.* 2021;2:100025. [doi:10.1016/j.caeai.2021.100025](https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100025)
- Chen X, Xie H, Zou D, Hwang G-J. Application and theory gaps during the rise of artificial intelligence in education. *Comput Educ Artif Intell.* 2020;1:100002. [doi:10.1016/j.caeai.2020.100002](https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100002)

- Alnagrat AJA, Ismail R, Idrus SZS. The significant and challenges of extended reality technologies in learning and training during Covid-19 pandemic. *J Hum Centered Technol.* 2022;1(2):44–55. <https://doi.org/10.11113/humentech.v1n2.21>
- Marisa F, Ahmad SSS, Yusoh ZIM, Maukar AL, Marcus RD, Widodo AA. Evaluation of student core drives on e-learning during the Covid-19 with octalysis gamification framework. *Int J Adv Comput Sci Appl.* 2020;11(11):104–16. [10.14569/IJACSA.2020.0111114](https://doi.org/10.14569/IJACSA.2020.0111114)
- Rahiem MDH. The emergency remote learning experience of university students in Indonesia amidst the COVID-19 crisis. *Int J Learn Teach Educ Res.* 2020;19(6):1–26. [DOI:10.26803/ijlter.19.6.1](https://doi.org/10.26803/ijlter.19.6.1)
- Fiddiyasari A, Pustika R. Students' Motivation in English Online Learning during Covid-19 Pandemic at SMA Muhammadiyah Gadingrejo. *J English Lang Teach Learn.* 2021;2(2):57–61. [DOI:10.33365/jeltl.v2i2.1217](https://doi.org/10.33365/jeltl.v2i2.1217)
- Julyananda MA, Yulianti T, Pasha D. Rancang Bangun Media Pembelajaran Matematika Menggunakan Metode Demonstrasi Untuk Kelas 1 Sekolah Dasar. *J Inform dan Rekayasa Perangkat Lunak.* 2022;3(3):366–75 [DOI:10.33365/jatika.v3i3.2416](https://doi.org/10.33365/jatika.v3i3.2416)
- Samosir A, Brusa JO, Nanda FA, Sihombing C, Karo RK. The Impact Of Online Learning On Mathematics Learning Outcomes Of Class II Students Of Sd Negeri 191320 Raya Tongah. In: *International Conference on Health Science, Green Economics, Educational Review and Technology.* 2020. p. 159–72. [DOI: https://doi.org/10.54443/ihert.v2i.23](https://doi.org/10.54443/ihert.v2i.23)
- Darmayanti R. Gema Cow-Pu: Development of Mathematical Crossword Puzzle Learning Media on Students' Critical Thinking Ability. *Assyfa Learn J.* 2023;1(1):37– 48. [DOI: https://doi.org/10.61650/alj.v1i1.1](https://doi.org/10.61650/alj.v1i1.1)
- Holly S, Maulik B, Samuel I. Use of Whatsapp as A Learning Media to Increase Students' Learning Interest. *Sci J Sci Technol.* 2023;2(1):35–48 [doi:10.55849/scientechno.v2i1.57](https://doi.org/10.55849/scientechno.v2i1.57).
- Samad S, Setyabudhi AL. Application of Video-Based Learning Media with Applications to Improve Learning Activities of Vocational High School Students. *Tech Vocat Educ Int J.* 2023;3(1):22–7. [DOI: https://doi.org/10.55642/taveij.v3i1.211](https://doi.org/10.55642/taveij.v3i1.211)
- Wijayanto PW, Thamrin HM, Haetami A, Mustoip S, Oktiawati UY. The Potential of Metaverse Technology in Education as a Transformation of Learning Media in Indonesia. *J Kependidikan J Has Penelit dan Kaji Kepustakaan di Bid Pendidikan, Pengajaran dan Pembelajaran.* 2023;9(2):396–407 [DOI:10.33394/jk.v9i2.7395](https://doi.org/10.33394/jk.v9i2.7395)
- Puspitarini YD, Hanif M. Using Learning Media to Increase Learning Motivation in Elementary School. *Anatol J Educ.* 2019;4(2):53–60. [doi:10.29333/aje.2019.426a](https://doi.org/10.29333/aje.2019.426a)
- Rahayu WP, Zutiasari I, Munadhiroh S. Learning Media of Canva Based on Flipbook in the Subjects of Creative Products and Entrepreneurship to Improve Students' Digital Technopreneurship Competence. In: *Sixth Padang* [doi: 10.2991/aebmr.k.210616.033](https://doi.org/10.2991/aebmr.k.210616.033)
- Divayana DGH, Suyasa PWA, Widiartini NK. An innovative model as evaluation model for information technology-based learning at ICT vocational schools. *Heliyon.* 2021;7(2) [doi:10.1016/j.heliyon.2021.e06347](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06347)