

Pengembangan Game Gerbang Logika Berbasis ADDIE dengan Integrasi Learning Analytics untuk Analisis Performa Pemain

Zulhaydar Fairozal Akbar, Fony Revindasari, Dody Pradipta

Program Studi Teknologi Game, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Indonesia

Email: zfakbar@pens.ac.id

ABSTRAK

Gerbang logika merupakan materi fundamental dalam sistem digital yang perlu dikuasai siswa SMK pada bidang teknologi informasi dan elektronika. Sifat materi yang cenderung abstrak sering menyulitkan siswa dalam menghubungkan simbol gerbang, tabel kebenaran, dan penerapannya pada rangkaian digital. Penelitian ini bertujuan mengembangkan game pembelajaran gerbang logika berbasis *learning analytics* untuk mendukung pemahaman siswa sekaligus merekam aktivitas belajar selama permainan. Penelitian menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE yang meliputi tahap *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluation*. Game dikembangkan dengan pendekatan *game-based learning* melalui serangkaian tantangan pemecahan masalah rangkaian logika, sementara aktivitas pemain direkam untuk menghasilkan informasi mengenai ketercapaian level dan waktu penyelesaian tugas. Kelayakan media divalidasi oleh delapan guru SMK sebagai validator praktisi menggunakan instrumen berskala Likert dan memperoleh skor rata-rata 4,40 dari skala 5 atau tingkat kelayakan 88,04%. Pengujian efektivitas dilakukan melalui desain kuasi-eksperimen terhadap 60 siswa yang terdiri atas 30 siswa kelompok eksperimen dan 30 siswa kelompok kontrol. Rata-rata peningkatan skor kelompok eksperimen mencapai 23,17 poin, sedangkan kelompok kontrol sebesar 3,73 poin. Hasil *independent samples t-test* terhadap skor peningkatan menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok, dengan $df = 58$, dan $p < 0,001$. Nilai N-Gain kelompok eksperimen sebesar 0,6084 berada pada kategori sedang, sedangkan kelompok kontrol sebesar 0,0958 berada pada kategori rendah. Analisis aktivitas permainan menunjukkan rata-rata ketercapaian 11,47 dari 15 level serta waktu penyelesaian evaluasi yang lebih singkat setelah penggunaan media. Hasil tersebut menunjukkan bahwa game yang dikembangkan efektif dalam meningkatkan hasil belajar dibandingkan pembelajaran pada kelompok kontrol, sekaligus memiliki potensi sebagai media pembelajaran interaktif yang menyediakan data aktivitas siswa untuk mendukung penerapan *learning analytics* dalam proses pembelajaran rangkaian logika.

Kata Kunci: *Game Base Learning, Educational Game, Digital Learning Media, Logic Gate Simulation.*

ABSTRACT

Logic gates are fundamental concepts in digital systems that need to be mastered by vocational high school (SMK) students in information technology and electronics. The abstract nature of the topic often makes it difficult for students to relate logic gate symbols, truth tables, and their applications in digital circuits. This study aimed to develop a learning analytics-based educational game for logic gates to support students' understanding while recording their learning activities during gameplay. The study

employed a Research and Development (R&D) method using the ADDIE model, consisting of the Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation stages. The game was developed using a game-based learning approach through a series of logic-circuit problem-solving challenges, while player activities were recorded to provide information on level achievement and task completion time. The feasibility of the game was validated by eight SMK teachers acting as practitioner validators using a five-point Likert-scale instrument. The validation results showed a mean score of 4.40 out of 5, corresponding to a feasibility level of 88.04%. Effectiveness was evaluated using a quasi-experimental design involving 60 students, consisting of 30 students in the experimental group and 30 students in the control group. The experimental group achieved a mean score improvement of 23.17 points, compared with 3.73 points in the control group. An independent samples t-test on the gain scores indicated a statistically significant difference between the two groups, with $df = 58$, and $p < 0.001$. The experimental group obtained an N-Gain of 0.6084, categorized as moderate, while the control group obtained an N-Gain of 0.0958, categorized as low. Gameplay activity analysis showed an average achievement of 11.47 out of 15 levels and a shorter evaluation completion time after the use of the game. These findings indicate that the developed game was effective in improving learning outcomes compared with the control group and has potential as an interactive learning medium that provides student activity data to support the implementation of learning analytics in logic-circuit learning.

Keywords: Game Base Learning, Educational Game, Digital Learning Media, Logic Gate Simulation.

1. PENDAHULUAN

Transformasi digital turut mengubah cara pembelajaran dilaksanakan, termasuk pada pendidikan vokasi yang menekankan penguasaan kompetensi praktis sekaligus pemahaman konsep. Pada jenjang SMK, proses pembelajaran perlu memberikan kesempatan kepada siswa untuk menghubungkan teori dengan persoalan yang menyerupai kondisi nyata di bidang keahlian. Kebutuhan tersebut menjadi semakin penting pada bidang Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ), khususnya pada pembelajaran sistem digital dan rangkaian logika yang menuntut pemahaman konseptual serta kemampuan berpikir sistematis.

Gerbang logika menjadi salah satu fondasi dalam sistem digital karena digunakan pada berbagai perangkat komputasi dan sistem kendali. Pemahaman materi ini tidak hanya memerlukan kemampuan membaca simbol, tetapi juga menghubungkan tabel kebenaran dengan perilaku rangkaian yang direpresentasikan. Karakter materi yang abstrak dapat menimbulkan kesulitan ketika pembelajaran lebih banyak berlangsung melalui penjelasan verbal dan latihan tertulis tanpa dukungan pengalaman interaktif (Talan, 2020). Kesulitan tersebut dapat menyebabkan rendahnya pemahaman konseptual

siswa apabila proses pembelajaran masih didominasi oleh metode konvensional seperti ceramah dan latihan soal tanpa adanya pengalaman interaktif.

Salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk menghadirkan pengalaman belajar tersebut adalah *game-based learning* (GBL). Pemanfaatan permainan dalam pembelajaran memungkinkan siswa berinteraksi dengan materi melalui aktivitas, tantangan, dan umpan balik yang diberikan secara langsung. Mekanisme tersebut dapat mendorong keterlibatan, motivasi intrinsik, serta proses pembentukan pengetahuan melalui pengalaman belajar yang lebih aktif (Alamri et al., 2021). Unsur seperti peningkatan tingkat kesulitan, pemberian skor, dan respons langsung terhadap tindakan pemain juga memungkinkan pembelajaran disesuaikan dengan perkembangan kemampuan siswa.

Pada pembelajaran sistem digital, permainan edukasi dapat berfungsi sebagai ruang simulasi yang membantu siswa mengamati hubungan antara simbol, input, output, dan perilaku rangkaian. Melalui simulasi, konsep yang sebelumnya hanya dijelaskan secara teoritis dapat diuji secara langsung oleh siswa. Lingkungan tersebut juga memungkinkan siswa mencoba berbagai alternatif penyelesaian tanpa konsekuensi nyata sehingga proses *trial and error* dapat menjadi bagian dari pembelajaran (Matcha et al., 2020).

Meskipun game edukasi semakin banyak dimanfaatkan dalam pembelajaran, evaluasi terhadap penggunaannya umumnya masih menitikberatkan pada pencapaian nilai akhir. Informasi yang muncul ketika siswa berinteraksi dengan permainan belum selalu dimanfaatkan sebagai sumber data pembelajaran. Padahal, aktivitas pemain dapat menghasilkan informasi seperti lama penyelesaian tugas, level yang berhasil dicapai, jumlah percobaan, pola kesalahan, maupun strategi yang digunakan. Informasi tersebut dapat memberikan gambaran proses belajar yang tidak selalu dapat diperoleh hanya dari nilai evaluasi akhir.

Pemanfaatan rekaman aktivitas belajar sebagai sumber informasi merupakan salah satu karakteristik pendekatan *learning analytics*. Pendekatan ini menggunakan data yang dihasilkan selama proses pembelajaran untuk dianalisis sehingga pola perilaku dan perkembangan belajar siswa dapat dipahami secara lebih terukur. Informasi yang diperoleh dapat membantu pendidik mengenali bagian materi yang masih sulit, mengamati perkembangan kemampuan siswa, serta menentukan tindak lanjut pembelajaran berdasarkan bukti empiris (Ifenthaler & Yau, 2020). Melalui *learning*

analytics, pendidik dapat mengetahui pola kesulitan siswa, mengidentifikasi konsep yang belum dipahami, serta memberikan intervensi pembelajaran yang lebih tepat.

Kebutuhan terhadap pendekatan pembelajaran digital juga diperkuat oleh temuan (Lamada et al., 2025) Studi yang melibatkan 300 siswa dari sepuluh SMK Negeri di Kota Makassar memperoleh tingkat literasi digital sebesar 66,0%, yang dikategorikan sedang. Nilai tersebut masih berada di bawah capaian literasi numerasi dan sains yang telah melebihi 70%. Kondisi tersebut menunjukkan masih adanya kebutuhan untuk memperkuat kemampuan siswa dalam menggunakan teknologi secara produktif, termasuk ketika menyelesaikan persoalan yang memerlukan pemikiran komputasional.

Sejumlah penelitian telah memperlihatkan manfaat penggunaan media interaktif maupun pendekatan *game-based learning* dalam membantu pemahaman materi dan meningkatkan motivasi siswa. Pada pembelajaran logika digital, penggunaan permainan memungkinkan konsep divisualisasikan dan dieksplorasi secara lebih konkret dibandingkan pembelajaran yang hanya mengandalkan penyampaian materi secara konvensional (Dahalan et al., 2024). Namun, sebagian media tersebut masih menekankan interaksi visual dan mekanisme permainan, sementara pemanfaatan data aktivitas pemain sebagai bagian dari evaluasi proses belajar belum menjadi fokus utama.

Integrasi antara *game-based learning* dan *learning analytics* memiliki peluang besar untuk menghasilkan media pembelajaran yang tidak hanya memberikan pengalaman belajar interaktif. Misalnya, kesalahan berulang dalam menyelesaikan suatu level dapat menunjukkan adanya miskonsepsi terhadap konsep tertentu, sedangkan peningkatan kemampuan menyelesaikan tantangan dapat menunjukkan perkembangan pemahaman siswa. Menurut (Matcha et al., 2020), analisis data aktivitas belajar digital dapat membantu mengidentifikasi pola perilaku belajar dan memberikan wawasan mengenai proses kognitif peserta didik.

Atas dasar kesenjangan tersebut, penelitian ini mengembangkan game pembelajaran gerbang logika yang menggabungkan pendekatan *game-based learning* dengan *learning analytics*. Selain mengukur perubahan hasil belajar, penelitian ini juga memanfaatkan data aktivitas permainan untuk memberikan gambaran mengenai performa siswa selama menjalani proses pembelajaran. Pengembangan tersebut diharapkan dapat menghasilkan media pembelajaran vokasi yang interaktif sekaligus menyediakan data yang dapat digunakan untuk mengevaluasi proses belajar secara lebih terukur.

2. METODE

A. Metode Penelitian

Penelitian menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) untuk menghasilkan sekaligus mengevaluasi game pembelajaran gerbang logika. Proses penelitian tidak berhenti pada pembuatan produk, tetapi dilanjutkan dengan validasi dan pengujian implementasi untuk memperoleh informasi mengenai kelayakan serta efektivitas penggunaannya dalam pembelajaran (Sugiyono, 2022).

Pengembangan produk mengikuti kerangka ADDIE yang terdiri atas *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluation*. Kerangka ini dipilih karena setiap tahap memungkinkan hasil pengembangan ditinjau kembali sebelum dilanjutkan ke tahap berikutnya, sehingga proses perancangan dan evaluasi produk dapat berlangsung secara sistematis (Martatiyana et al., 2023; Moses Adeleke Adeoye et al., 2024).

Tahapan ADDIE dalam penelitian ini meliputi:

1. *Analysis*

Pada tahap *Analysis*, kebutuhan pembelajaran diidentifikasi dengan memperhatikan karakteristik siswa, materi gerbang logika, permasalahan yang muncul selama pembelajaran, serta kebutuhan terhadap media yang mampu mendukung interaksi siswa dengan materi. Informasi tersebut digunakan sebagai dasar untuk menentukan tujuan dan karakteristik produk yang akan dikembangkan. (Nita et al., 2022).

2. *Design* (Perancangan)

Tahap *Design* menerjemahkan hasil analisis kebutuhan ke dalam rancangan pembelajaran dan rancangan game. Aktivitas pada tahap ini mencakup penentuan tujuan belajar, penyusunan materi, perancangan antarmuka, skenario interaksi pemain, serta penyusunan instrumen evaluasi. Seluruh komponen tersebut dirancang agar aktivitas di dalam permainan tetap memiliki keterkaitan dengan kompetensi yang hendak dicapai.

3. *Development* (Pengembangan)

Pada tahap *Development*, rancangan sebelumnya diwujudkan menjadi prototipe game yang dapat digunakan. Produk selanjutnya dinilai oleh ahli

untuk meninjau aspek isi, desain, penggunaan, fungsi media, serta kesesuaiannya dengan pembelajaran. Masukan validator digunakan sebagai dasar perbaikan sebelum media diterapkan kepada siswa sehingga produk yang diuji telah melalui proses peninjauan awal (Spatioti et al., 2022a)

4. *Implementation (Implementasi)*

Tahap *Implementation* dilakukan dengan menggunakan game dalam kegiatan pembelajaran pada kelas yang menjadi kelompok eksperimen. Pengujian menggunakan pendekatan kuasi-eksperimen dengan desain kelompok kontrol tidak ekuivalen (*nonequivalent control group design*). Desain tersebut digunakan karena kelompok penelitian berasal dari kelas yang telah terbentuk sebelumnya sehingga pengacakan siswa secara individual tidak dilakukan. Efektivitas media kemudian dianalisis dengan membandingkan perubahan hasil belajar kelompok eksperimen dan kelompok kontrol (Creswell & Creswell, 2023).

Tabel 1. Perlakuan Kelas

Kelompok	<i>Pretest</i>	Perlakuan	<i>Posttest</i>
Eksperimen	O1	X	O2
Kontrol	O3	-	O4

Keterangan:

- O1 = *Pretest* kelas eksperimen
- O2 = *Posttest* kelas eksperimen
- O3 = *Pretest* kelas kontrol
- O4 = *Posttest* kelas kontrol
- X = penggunaan media pembelajaran

5. *Evaluation (Evaluasi)*

Evaluasi dilakukan melalui dua sumber utama, yaitu penilaian kelayakan produk dan hasil implementasi pembelajaran. Data *pretest* dan *posttest* digunakan untuk mengamati perubahan kemampuan siswa, sedangkan data aktivitas permainan dimanfaatkan untuk memperoleh informasi tambahan mengenai performa siswa ketika menggunakan game. (Fraenkel et al., 2023).

B. Subjek dan Objek Penelitian

Subjek penelitian terdiri atas 60 siswa SMK yang mengikuti pembelajaran materi sistem digital. Dua kelas yang masing-masing beranggotakan 30 siswa digunakan sebagai kelompok penelitian. Satu kelas menggunakan game yang

dikembangkan sebagai bagian dari pembelajaran, sedangkan kelas lainnya mengikuti pembelajaran dengan pendekatan yang biasa digunakan di sekolah.

Tabel 2. Subjek Penelitian

Kelompok	Jumlah Siswa	Perlakuan
Kelas Eksperimen	30 siswa	Menggunakan media pembelajaran hasil pengembangan
Kelas Kontrol	30 siswa	Menggunakan metode pembelajaran konvensional

Objek yang dikaji meliputi produk game pembelajaran yang dikembangkan melalui ADDIE serta perubahan hasil belajar setelah media diterapkan. Dengan demikian, evaluasi penelitian mencakup dua aspek, yaitu kualitas produk dan dampaknya terhadap proses pembelajaran.

C. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada Semester Genap tahun akademik 2025/2026 bertempat di Sekolah Menengah Kejuruan Negeri (SMKN) 5 Surabaya.

1. Teknik Pengambilan Sampel

Pemilihan kelas dilakukan secara *purposive sampling*. Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui tes dan validasi ahli. Tes digunakan untuk memperoleh data kenaikan nilai akhir (pemahaman), sedangkan validasi ahli (guru pengampu) menilai kelayakan media (*game*) yang dikembangkan

D. Teknik Analisis Data

a. Statistik Deskriptif

Data terlebih dahulu diringkas secara deskriptif untuk memperoleh gambaran mengenai karakteristik skor yang dihasilkan oleh kedua kelompok. Informasi yang disajikan meliputi nilai rata-rata, simpangan baku, skor terendah, dan skor tertinggi. Tahap ini digunakan untuk melihat kecenderungan data sebelum dilakukan analisis inferensial (Field, 2024).

b. Uji Normalitas

Distribusi skor diperiksa menggunakan uji Shapiro–Wilk. Data diperlakukan memenuhi asumsi normal apabila nilai $p > 0,05$, sedangkan nilai $p \leq 0,05$ menunjukkan adanya penyimpangan dari distribusi normal.

c. Uji Homogenitas

Kesamaan varians antara kelompok eksperimen dan kontrol dievaluasi menggunakan *Levene's test*. Varians kedua kelompok dianggap memenuhi asumsi homogenitas ketika nilai probabilitas berada di atas 0,05.

d. Independent Sample T – Test Pretest

Uji ini dilakukan untuk mengetahui kesetaraan kemampuan awal antara kelompok eksperimen dan kontrol.

Hipotesis:

H0 : Tidak terdapat perbedaan kemampuan awal antara kedua kelompok.

H1 : Terdapat perbedaan kemampuan awal antara kedua kelompok.

Jika nilai signifikansi $> 0,05$ maka kedua kelompok dianggap setara.

e. Paired Sample T – Test Gain Score

Untuk melihat perubahan kemampuan siswa dalam kelompok eksperimen, skor sebelum dan sesudah penggunaan game dibandingkan menggunakan *paired-samples t-test*. Pengujian ini digunakan untuk menentukan apakah perubahan skor setelah intervensi memiliki signifikansi statistik.

f. N – Gain

Analisis N – Gain digunakan untuk mengetahui tingkat efektivitas peningkatan hasil belajar siswa.

$N - \text{Gain} = \frac{\text{Posttest} - \text{Pretest}}{\text{Skor Maksimum} - \text{Pretest}}$
--

Rumus : N – Gain

Kategori N – Gain.

- $g \geq 0,70$: Tinggi
- $0,30 - 0,69$: Sedang
- $g < 0,30$: Rendah

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

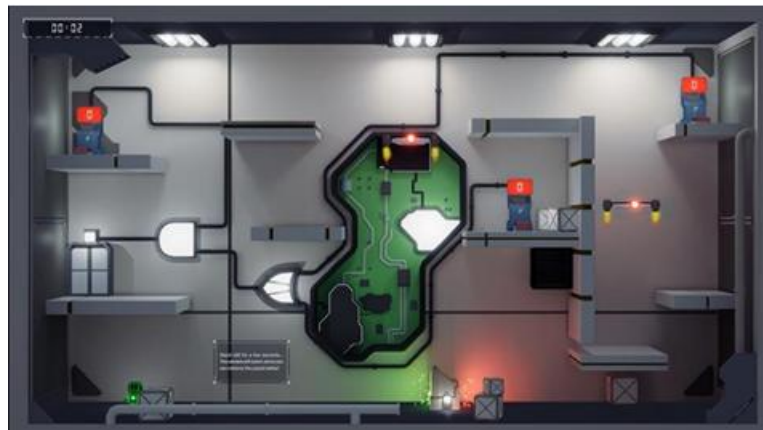
a. Hasil Pengembangan Media Pembelajaran Menggunakan Model ADDIE

1. Tahap Analysis

Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis kebutuhan, ditemukan bahwa proses pembelajaran masih membutuhkan media pembelajaran yang mampu meningkatkan keterlibatan siswa dan membantu pemahaman konsep secara lebih interaktif.

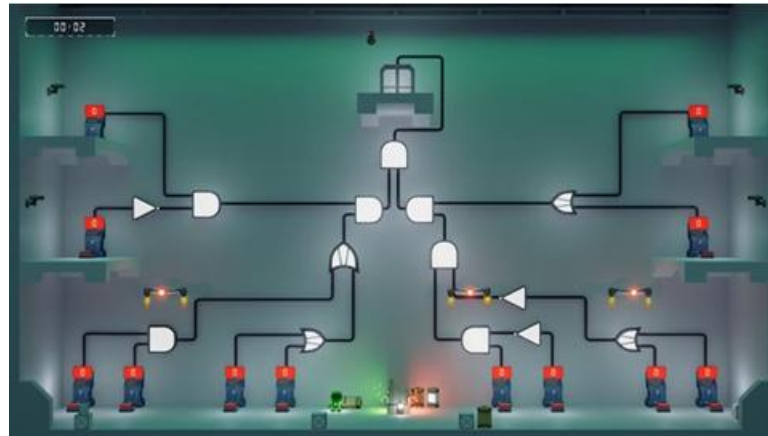
2. Tahap Design

Tahap desain dilakukan dengan menyusun rancangan pembelajaran dan rancangan produk berdasarkan hasil analisis kebutuhan.



Gambar 1. Rancangan Game Gerbang Logika

Game ini menggabungkan pendekatan pembelajaran berbasis permainan (*game-based learning*) dengan mekanisme pemecahan masalah (*problem solving*) melalui simulasi rangkaian logika digital. Pemain berperan sebagai seorang teknisi digital yang bertugas memperbaiki sistem elektronik yang mengalami gangguan dengan menyusun dan mengombinasikan berbagai gerbang logika seperti AND, OR, dan NOT.

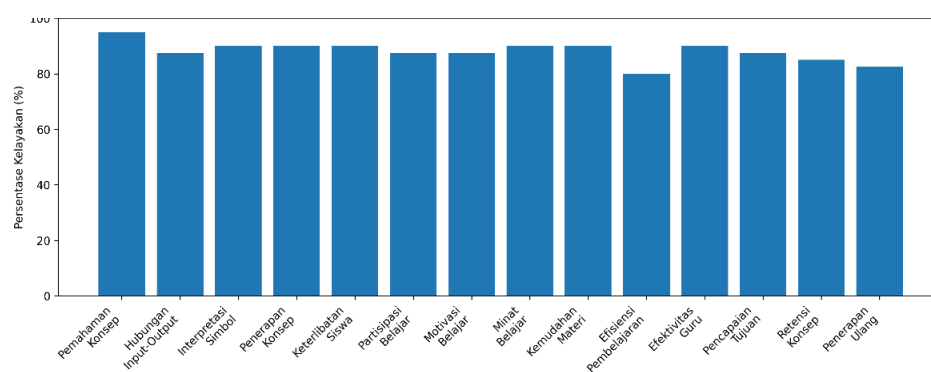


Gambar 2. Rancangan Desain Game

Dalam permainan ini, pemain akan menjalankan misi untuk mengaktifkan kembali berbagai perangkat digital yang mengalami kerusakan akibat kesalahan konfigurasi rangkaian logika. Setiap level menghadirkan tantangan berupa rangkaian logika yang harus diperbaiki dengan memilih dan menyusun gerbang logika yang tepat agar menghasilkan keluaran (*output*) sesuai target (1).

3. Tahap *Development*

Penilaian delapan validator terhadap 14 indikator menghasilkan skor rata-rata keseluruhan sebesar 4,40 dari skala maksimum 5. Jika dikonversi ke persentase, tingkat kelayakan media mencapai 88,04%. Skor masing-masing indikator berada pada rentang 4,00–4,75. Hasil tersebut memperlihatkan bahwa validator memberikan penilaian yang sangat baik terhadap aspek materi, interpretasi simbol dan tabel kebenaran, penerapan konsep, keterlibatan siswa, motivasi, efisiensi pembelajaran, serta retensi pemahaman. Dengan capaian tersebut, produk dinilai memadai untuk digunakan dalam pembelajaran gerbang logika.



Gambar 3. Hasil Validasi Ahli (Guru)

Berdasarkan hasil validasi, secara umum media pembelajaran memperoleh penilaian positif dari para validator. Seluruh indikator memperoleh nilai rata-rata pada rentang 4,00 hingga 4,75 dengan rata-rata keseluruhan sebesar 4,40 dari skala 5 atau setara dengan tingkat kelayakan 88,04%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa media yang dikembangkan berada pada kategori sangat layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran gerbang logika.

b. Hasil Implementasi Pembelajaran



Gambar 4. Suasana Pembelajaran didalam kelas.

Dokumentasi pada Gambar 4 memperlihatkan penggunaan perangkat digital selama kegiatan belajar. Berbeda dengan aktivitas yang berpusat pada penjelasan guru, siswa pada kelompok eksperimen berinteraksi langsung dengan representasi visual dan mekanisme permainan. Respons sistem terhadap tindakan pemain memberikan umpan balik yang dapat digunakan siswa untuk mengevaluasi pemahamannya selama proses belajar.



Gambar 5. Implementasi media pembelajaran.

Pada kegiatan implementasi, siswa memperoleh kesempatan untuk mengeksplorasi fitur permainan yang disusun berdasarkan materi gerbang logika. Pemain mencoba berbagai konfigurasi, mengamati konsekuensi dari pilihan yang dilakukan, dan menyelesaikan tantangan yang tersedia. Pola kegiatan tersebut menempatkan siswa sebagai pelaku aktif yang membangun pemahaman melalui interaksi dengan media, bukan hanya sebagai penerima informasi.

Tabel 3. Hasil Penelitian.

Kelas	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>
1	55	60
1	58	62
1	60	64
2	56	78
2	59	82
2	61	85
...	...	...

Perbandingan skor sebelum dan sesudah kegiatan pembelajaran memperlihatkan pola peningkatan yang berbeda antara kedua kelompok. Kenaikan skor pada kelas yang menggunakan game lebih besar daripada kelas kontrol. Pola tersebut selanjutnya dianalisis secara inferensial untuk menentukan apakah perbedaan peningkatan yang ditemukan memiliki signifikansi statistik.

Report				
Kelompok Penelitian		Nilai Awal	Nilai Akhir	Peningkatan Nilai
Kontrol	Mean	61.3333	65.0667	3.7333
	N	30	30	30
	Std. Deviation	3.88040	3.23700	.78492
Eksperimen	Mean	61.5000	84.6667	23.1667
	N	30	30	30
	Std. Deviation	3.36052	4.47471	1.46413
Total	Mean	61.4167	74.8667	13.4500
	N	60	60	60
	Std. Deviation	3.59987	10.61414	9.86764

Gambar 4. Statistik Deskriptif

Hasil analisis statistik deskriptif menunjukkan bahwa kemampuan awal kedua kelompok relatif setara, dengan rata – rata *pretest* kelompok kontrol sebesar 61,33 dan kelompok eksperimen sebesar 61,50. Setelah pembelajaran, kelompok kontrol meningkat sebesar 3,73 poin, sedangkan kelompok eksperimen meningkat sebesar 23,17 poin. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran memberikan peningkatan hasil belajar yang lebih signifikan dibandingkan pembelajaran tanpa perlakuan.

Tests of Normality							
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Kelompok Penelitian	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Nilai Awal	Kontrol	.072	30	.200 [*]	.985	30	.928
	Eksperimen	.072	30	.200 [*]	.984	30	.915
Nilai Akhir	Kontrol	.108	30	.200 [*]	.987	30	.963
	Eksperimen	.084	30	.200 [*]	.983	30	.901
Peningkatan Nilai	Kontrol	.233	30	<.001	.855	30	<.001
	Eksperimen	.249	30	<.001	.874	30	.002

*. This is a lower bound of the true significance.
a. Lilliefors Significance Correction

Gambar 5. Uji Normalitas.

Hasil Shapiro–Wilk pada skor *pretest* dan *posttest* menunjukkan nilai probabilitas di atas 0,05 pada kedua kelompok. Dengan demikian, distribusi skor awal dan akhir tidak menunjukkan penyimpangan yang signifikan dari distribusi normal.

c. Efektivitas Media Pembelajaran

i. Independent Sample T – Test Gain Score

Perbandingan kenaikan skor antara kelompok menghasilkan $t(44, 397) = -64,072$ dengan $p < 0,001$. Nilai tersebut menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara peningkatan hasil belajar kelompok eksperimen dan kontrol. Secara deskriptif, siswa pada kelompok eksperimen memperoleh kenaikan rata-rata 23,17 poin, sedangkan kelompok kontrol hanya bertambah 3,73 poin. Temuan ini mengindikasikan bahwa peningkatan kemampuan pada kelompok yang menggunakan game lebih besar dibandingkan kelompok yang mengikuti pembelajaran tanpa media tersebut.

ii. N – Gain

Report			
N_Gain			
Kelas = 2 (FILTER)	Mean	N	Std. Deviation
Not Selected	.0958	30	.01312
Selected	.6084	30	.08417
Total	.3521	60	.26530

Gambar 7. Nilai N – Gain

Perhitungan N-Gain memberikan nilai rata-rata 0,6084 pada kelompok eksperimen, yang termasuk dalam kategori sedang. Kelompok kontrol memperoleh nilai yang jauh lebih rendah, yaitu 0,0958, sehingga berada pada kategori rendah. Perbedaan tersebut memperlihatkan bahwa proporsi

peningkatan hasil belajar terhadap peluang peningkatan maksimum lebih besar pada kelompok yang menggunakan game.

d. Analisis Learning Analytics Aktivitas Permainan

Berdasarkan rekaman waktu pengerjaan, siswa kelompok eksperimen memerlukan rata-rata 7,00 menit ketika menyelesaikan pretest dan 2,93 menit pada posttest. Dengan demikian, rata-rata waktu penyelesaian berkurang sebesar 4,07 menit. Penurunan tersebut memberikan indikasi bahwa setelah berinteraksi dengan game, siswa dapat menyelesaikan evaluasi dalam waktu yang lebih singkat.

Data permainan juga memperlihatkan bahwa rata-rata level tertinggi yang berhasil dicapai adalah 11,47 dari total 15 level. Distribusi ketercapaian menunjukkan bahwa sebagian siswa mampu mencapai level lanjutan, termasuk empat siswa yang menyelesaikan hingga Level 15. Berkurangnya jumlah pemain pada beberapa level akhir dapat digunakan sebagai indikator meningkatnya kompleksitas tantangan.

Tabel 4. Ketercapaian Level Permainan

Level Tertinggi	Jumlah Siswa
Level 7	4 siswa
Level 8	1 siswa
Level 9	3 siswa
Level 10	5 siswa
Level 11	2 siswa
Level 12	1 siswa
Level 13	3 siswa
Level 14	7 siswa
Level 15	4 siswa

Kombinasi data durasi penyelesaian dan progres level memberikan informasi tambahan yang tidak diperoleh dari nilai tes saja. Kedua indikator tersebut digunakan sebagai bagian dari *learning analytics* untuk menggambarkan performa siswa selama berinteraksi dengan game.

4. SIMPULAN

Penelitian menghasilkan game pembelajaran gerbang logika yang dikembangkan menggunakan kerangka ADDIE dan dilengkapi pencatatan data aktivitas pemain sebagai

bagian dari *learning analytics*. Evaluasi delapan guru menunjukkan tingkat kelayakan sebesar 88,04%, sehingga media dinilai memadai untuk digunakan dalam pembelajaran. Pada tahap implementasi, kelompok eksperimen memperoleh kenaikan skor rata-rata 23,17 poin, lebih besar daripada kelompok kontrol yang meningkat 3,73 poin. Perbedaan kenaikan tersebut signifikan secara statistik ($p < 0,001$). Nilai N-Gain kelompok eksperimen sebesar 0,6084 berada pada kategori sedang, sementara kelompok kontrol memperoleh 0,0958 pada kategori rendah. Selain perubahan skor, data aktivitas permainan menunjukkan rata-rata ketercapaian 11,47 dari 15 level dan berkurangnya waktu penyelesaian evaluasi setelah pembelajaran. Dengan demikian, game tidak hanya dapat dimanfaatkan untuk mendukung pemahaman materi gerbang logika, tetapi juga menghasilkan data proses yang dapat digunakan untuk menggambarkan performa belajar siswa.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Alamri, H. A., Watson, S., & Watson, W. (2021). Learning Technology Models that Support Personalization within Blended Learning Environments in Higher Education. *TechTrends*, 65(1), 62–78. <https://doi.org/10.1007/s11528-020-00530-3>
- Creswell, J. W. ., & Creswell, J. David. (2023). *Research design : qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. SAGE.
- Dahalan, F., Alias, N., & Shahaarom, M. S. N. (2024). Gamification and Game Based Learning for Vocational Education and Training: A Systematic Literature Review. *Education and Information Technologies*, 29(2), 1279–1317. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11548-w>
- Field, A. P. . (2024). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics Andy Field*. Sage.
- Fraenkel, J. R. ., Wallen, N. E. ., & Hyun, H. H. . (2023). *How to design and evaluate research in education*. McGraw Hill LLC.
- Ifenthaler, D., & Yau, J. Y.-K. (2020). Utilising learning analytics to support study success in higher education: a systematic review. *Educational Technology Research and Development*, 68(4), 1961–1990. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09788-z>
- Lakens, D. (2022). Sample Size Justification. *Collabra: Psychology*, 8(1). <https://doi.org/10.1525/collabra.33267>
- Lamada, M., Rahmad, E. S., & Herawati. (2025). Analisis kemampuan literasi siswa SMK negeri di Kota Makassar. *Jurnal Media Komunikasi Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 6(1), 35–42.
- Martatiyana, D. R., Usman, H., & Lestari, H. D. (2023). *APPLICATION OF THE ADDIE MODEL IN DESIGNING DIGITAL TEACHING MATERIALS*. 6(1), 105–109. <http://journal.unpak.ac.id/index.php/>

- Matcha, W., Uzir, N. A., Gasevic, D., & Pardo, A. (2020). A Systematic Review of Empirical Studies on Learning Analytics Dashboards: A Self-Regulated Learning Perspective. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 13(2), 226–245. <https://doi.org/10.1109/TLT.2019.2916802>
- Moses Adeleke Adeoye, Kadek Adrian Surya Indra Wirawan, Made Shania Satya Pradnyani, & Nyoman Intan Septiarini. (2024). Revolutionizing Education: Unleashing the Power of the ADDIE Model for Effective Teaching and Learning. *JPI (Jurnal Pendidikan Indonesia)*, 13(1), 202–209. <https://doi.org/10.23887/jpiundiksha.v13i1.68624>
- Nita, F. R., Astiandani, F. R., Wicaksono, A. L., & Janah, K. E. N. (2022). Using ADDIE model to develop learning materials of the test of English proficiency in Edmodo. *EnJourMe (English Journal of Merdeka) : Culture, Language, and Teaching of English*, 7(1), 62–77. <https://doi.org/10.26905/enjourme.v7i1.7036>
- Spatioti, A. G., Kazanidis, I., & Pange, J. (2022a). A Comparative Study of the ADDIE Instructional Design Model in Distance Education. *Information*, 13(9), 402. <https://doi.org/10.3390/info13090402>
- Spatioti, A. G., Kazanidis, I., & Pange, J. (2022b). A Comparative Study of the ADDIE Instructional Design Model in Distance Education. *Information*, 13(9), 402. <https://doi.org/10.3390/info13090402>
- Sugiyono. (2022). *Metode Penelitian dan Pengembangan (Research and Development/R&D)* (5th ed.). Alfabeta.
- Talan, T. (2020). The Effect of Simulation Technique on Academic Achievement: A Meta-Analysis Study. *International Journal of Technology in Education and Science*, 5(1), 17–36. <https://doi.org/10.46328/ijtes.141>