

Analisis Kebutuhan Pengembangan Framework Game-Based Learning Berbasis AI–IoT untuk Peningkatan Kualitas Pembelajaran dan Otomatisasi Asesmen di Pendidikan Menengah

Needs Analysis for Developing an AI–IoT-Based Game-Based Learning Framework to Improve Learning Quality and Automate Assessment in Secondary Education

Herin Dwibima Aprianto¹, Lubna², Anindhiasti Ayu Kususma Asri³, Anip Moniva⁴

^{1,2} Program Studi Sistem Informasi, Universitas Duta Bangsa Surakarta,

³ Program Studi Pendidikan Bahasa Inggris Universitas Duta Bangsa Surakarta,

⁴ Program Studi Teknologi Informasi Universitas Amikom Yogyakarta.

E-mail : herin_dwibima@udb.ac.id*, lubna@udb.ac.id, anidnhiasti@udb.ac.id, anip@amikom.ac.id

Abstrak - Perkembangan teknologi digital mendorong sekolah untuk mengadopsi pendekatan pembelajaran yang lebih inovatif, interaktif, dan berpusat pada peserta didik. Meskipun pemanfaatan *Game-Based Learning* (GBL), *Artificial Intelligence* (AI), dan *Internet of Things* (IoT) dalam pendidikan terus berkembang, penelitian yang mengkaji kebutuhan pengguna sebagai dasar pengembangan framework terintegrasi masih relatif terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan guru dan peserta didik terhadap pengembangan *Framework Game-Based Learning* berbasis AI–IoT untuk mendukung peningkatan kualitas pembelajaran dan otomatisasi asesmen di pendidikan menengah. Penelitian menggunakan pendekatan *mixed-methods* dengan desain analisis kebutuhan. Data dikumpulkan melalui kuesioner daring yang melibatkan 51 peserta didik dan 12 guru, serta wawancara semi-terstruktur terhadap lima guru. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peserta didik memiliki tingkat kebutuhan yang tinggi ($M = 3,95$), sedangkan guru menunjukkan tingkat kebutuhan yang sangat tinggi ($M = 4,58$) terhadap framework yang diusulkan. Dimensi *Learning Analytics*, *Automated Assessment*, dan *AI Feedback & Recommendation* menjadi kebutuhan utama bagi kedua kelompok responden. Temuan wawancara mengungkapkan bahwa guru masih menghadapi kendala dalam proses asesmen manual, pemberian umpan balik, dan pemantauan perkembangan belajar siswa. Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, penelitian ini mengusulkan framework yang terdiri atas enam komponen utama, yaitu *Learning Content*, *Game-Based Learning*, *Automated Assessment*, *AI Feedback and Recommendation*, *Learning Analytics*, dan *IoT Integration*. Framework tersebut diharapkan menjadi landasan bagi pengembangan sistem pembelajaran yang lebih adaptif, efisien, dan berkelanjutan.

Keywords - Game-Based Learning; Artificial Intelligence; Internet of Things; Analisis Kebutuhan; Pendidikan Menengah

Abstract - The development of digital technology encourages schools to adopt more innovative, interactive, and student-centered learning approaches. Although the use of *Game-Based Learning* (GBL), *Artificial Intelligence* (AI), and the *Internet of Things* (IoT) in education continues to grow, research examining user needs as a basis for developing an integrated framework is still relatively limited. This study aims to analyze the needs of teachers and students regarding the development of an AI–IoT-based *Game-Based Learning Framework* to support learning quality improvement and assessment automation in secondary education. The study used a *mixed-methods* approach with a needs analysis design. Data were collected through an online questionnaire involving 51 students and 12 teachers, as well as semi-structured interviews with five teachers. The results showed that students had a high level of need ($M = 3.95$), while teachers

showed a very high level of need ($M = 4.58$) for the proposed framework. The dimensions of Learning Analytics, Automated Assessment, and AI Feedback & Recommendation were the main needs for both groups of respondents. Interview findings revealed that teachers still face challenges in manual assessment processes, providing feedback, and monitoring student learning progress. Based on the needs analysis, this study proposes a framework consisting of six main components: Learning Content, Game-Based Learning, Automated Assessment, AI Feedback and Recommendation, Learning Analytics, and IoT Integration. This framework is expected to serve as a foundation for developing a more adaptive, efficient, and sustainable learning system.

Keywords - *Game-Based Learning; Artificial Intelligence; Internet of Things; Needs Analysis; Secondary Education*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital telah membawa perubahan yang signifikan dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk pendidikan. Transformasi digital mendorong lembaga pendidikan untuk mengembangkan pendekatan pembelajaran yang lebih inovatif, interaktif, dan berpusat pada peserta didik [1], [2]. Di tengah meningkatnya penggunaan teknologi oleh generasi muda, proses pembelajaran tidak lagi hanya menekankan penyampaian materi, tetapi juga perlu mampu menciptakan pengalaman belajar yang menarik, adaptif, dan relevan dengan kebutuhan peserta didik di era digital.

Salah satu pendekatan yang banyak mendapat perhatian dalam beberapa tahun terakhir adalah Game-Based Learning (GBL). Pendekatan ini memanfaatkan elemen-elemen permainan seperti tantangan (challenge), level, poin, penghargaan (reward), dan umpan balik untuk meningkatkan motivasi dan keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran [3], [4]. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa GBL dapat meningkatkan partisipasi, motivasi belajar, serta hasil belajar peserta didik karena mampu menciptakan lingkungan belajar yang lebih menyenangkan dan bermakna. Dengan karakteristik tersebut, GBL dipandang sebagai salah satu strategi yang potensial untuk menjawab tantangan pembelajaran di era digital.

Di sisi lain, perkembangan Artificial Intelligence (AI) membuka peluang baru dalam pengembangan sistem pembelajaran yang lebih cerdas dan personal [5], [6]. Pemanfaatan AI dalam pendidikan memungkinkan penyediaan feedback secara otomatis, rekomendasi pembelajaran yang disesuaikan dengan kebutuhan peserta didik, serta pelaksanaan asesmen yang lebih efisien [7]. Melalui kemampuan analisis data yang dimiliki, AI dapat membantu mengidentifikasi kesulitan belajar peserta didik dan memberikan dukungan yang lebih tepat sasaran. Kehadiran AI juga berpotensi mendukung otomatisasi asesmen sehingga proses penilaian dapat dilakukan secara lebih cepat, akurat, dan berkelanjutan [8], [9].

Selain AI, perkembangan Internet of Things (IoT) juga memberikan peluang untuk membangun ekosistem pembelajaran yang saling terhubung [10]. Dalam konteks pendidikan, IoT memungkinkan berbagai perangkat dan sistem pembelajaran untuk mengumpulkan, mengirimkan, dan mengelola data pembelajaran secara real-time [11], [12]. Integrasi IoT dapat mendukung pengelolaan data aktivitas belajar peserta didik, pemantauan progres pembelajaran, serta penyediaan informasi yang diperlukan untuk pengambilan keputusan pembelajaran berbasis data [13]. Dengan demikian, kombinasi antara GBL, AI, dan IoT berpotensi menghasilkan sistem pembelajaran yang lebih adaptif, terintegrasi, dan berorientasi pada peningkatan kualitas pembelajaran.

Meskipun penelitian mengenai GBL, Artificial Intelligence, learning analytics, dan IoT dalam pendidikan terus berkembang, sebagian besar penelitian masih berfokus pada pengembangan media, aplikasi, atau pengujian efektivitas teknologi tertentu [14]–[16]. Kajian yang secara khusus mengidentifikasi kebutuhan guru dan peserta didik sebagai dasar pengembangan framework pembelajaran masih relatif terbatas. Padahal, keberhasilan implementasi suatu sistem pembelajaran sangat dipengaruhi oleh kesesuaiannya dengan kebutuhan pengguna. Oleh karena

itu, diperlukan analisis kebutuhan yang dapat memberikan landasan empiris bagi pengembangan framework GBL berbasis AI-IoT yang relevan dengan konteks pendidikan menengah.

Oleh karena itu, analisis kebutuhan menjadi langkah awal yang penting dalam proses pengembangan framework pembelajaran. Melalui analisis kebutuhan, peneliti dapat mengidentifikasi harapan, tantangan, serta fitur-fitur yang dibutuhkan oleh pengguna sehingga framework yang dikembangkan memiliki landasan empiris yang kuat. Dalam konteks penelitian ini, analisis kebutuhan difokuskan pada identifikasi kebutuhan guru dan peserta didik terhadap pengembangan Framework GBL berbasis AI-IoT yang mendukung peningkatan kualitas pembelajaran dan otomatisasi asesmen di pendidikan menengah.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan guru dan peserta didik terhadap pengembangan Framework *Game-Based Learning* berbasis AI-IoT untuk peningkatan kualitas pembelajaran dan otomatisasi asesmen di pendidikan menengah. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar dalam merumuskan komponen, fitur, dan spesifikasi framework yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Lebih jauh, analisis kebutuhan dalam penelitian ini diposisikan sebagai landasan empiris awal dari rangkaian penelitian pengembangan (R&D) multiphase, yang pada tahap berikutnya akan dilanjutkan dengan perancangan arsitektur sistem, pembuatan prototype platform, hingga pengujian efektivitas implementasinya di sekolah.

2. METODE PENELITIAN

a. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan mixed-methods dengan desain analisis kebutuhan (needs analysis) untuk mengidentifikasi kebutuhan guru dan peserta didik terhadap pengembangan Framework *Game-Based Learning* berbasis AI-IoT di pendidikan menengah [17]. Pendekatan ini dipilih untuk memperoleh pemahaman yang komprehensif mengenai kebutuhan pengguna melalui kombinasi data kuantitatif dan kualitatif [18]. Data kuantitatif diperoleh melalui penyebaran kuesioner kepada guru dan peserta didik, sedangkan data kualitatif diperoleh melalui wawancara semi-terstruktur dengan guru untuk memperdalam temuan kuantitatif tersebut [19].

b. Partisipan

Partisipan penelitian terdiri atas guru dan peserta didik tingkat pendidikan menengah yang dipilih menggunakan teknik purposive sampling [19]. Pemilihan partisipan didasarkan pada pertimbangan bahwa mereka merupakan calon pengguna Framework *Game-Based Learning* berbasis AI-IoT yang akan dikembangkan, sehingga dapat memberikan data yang relevan dan kaya akan informasi terkait kebutuhan sistem tersebut [20].

Sebanyak 51 peserta didik yang berasal dari jenjang SMA dan SMK berpartisipasi dalam pengisian kuesioner kebutuhan. Selain itu, sebanyak 12 guru dari berbagai sekolah menengah turut berpartisipasi dalam survei kebutuhan. Untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai kebutuhan pengguna, lima guru dipilih untuk mengikuti wawancara semi-terstruktur.

Karakteristik partisipan yang melibatkan guru dan peserta didik memungkinkan penelitian memperoleh perspektif dari dua kelompok pengguna utama yang nantinya akan berinteraksi secara langsung dengan framework yang dikembangkan.

c. Instrumen Penelitian

Penelitian ini menggunakan dua jenis instrumen, yaitu kuesioner dan pedoman wawancara. (1) Kuesioner siswa terdiri atas 18 pernyataan yang mencakup lima aspek utama, yaitu Learning Content, Gamification, Automated Assessment, AI Feedback and Recommendation, dan Learning Analytics. Sementara itu, kuesioner guru terdiri atas 19 pernyataan yang mencakup aspek yang sama dengan penyesuaian terhadap peran guru sebagai pengguna dan pengelola pembelajaran. Seluruh item kuesioner menggunakan skala Likert lima poin, mulai dari 1 (Sangat

Tidak Setuju) hingga 5 (Sangat Setuju). (2) Selain kuesioner, wawancara semi-terstruktur dilakukan kepada guru untuk memperoleh informasi yang lebih mendalam mengenai tantangan pembelajaran, kebutuhan asesmen, pemanfaatan teknologi, serta harapan terhadap pengembangan framework Game-Based Learning berbasis AI-IoT.

d. Pengumpulan Data

Data kuantitatif dikumpulkan melalui penyebaran kuesioner secara daring menggunakan Google Forms. Sementara itu, data kualitatif diperoleh melalui wawancara yang dilakukan secara langsung maupun daring sesuai dengan ketersediaan partisipan. Seluruh data dikumpulkan selama tahap analisis kebutuhan yang menjadi bagian awal dari proses pengembangan framework.

e. Analisis Data

Data kuantitatif dianalisis menggunakan statistik deskriptif berupa nilai rata-rata (mean), frekuensi, dan persentase untuk menggambarkan tingkat kebutuhan pengguna terhadap setiap aspek framework yang diusulkan. Nilai rata-rata kemudian digunakan untuk mengidentifikasi fitur dan komponen yang memperoleh prioritas tertinggi dari perspektif guru maupun peserta didik.

Data kualitatif hasil wawancara dianalisis menggunakan thematic analysis. Proses analisis dilakukan melalui tahapan membaca transkrip wawancara, melakukan pengkodean data, mengelompokkan kode ke dalam tema-tema utama, serta menginterpretasikan tema yang muncul terkait kebutuhan pengguna terhadap framework. Hasil analisis kuantitatif dan kualitatif kemudian diintegrasikan untuk merumuskan design requirements sebagai dasar pengembangan Framework Game-Based Learning berbasis AI-IoT.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kebutuhan Peserta Didik

Berdasarkan hasil kuesioner yang diisi oleh 51 peserta didik SMA dan SMK, diperoleh nilai rata-rata keseluruhan sebesar 3.95, yang menunjukkan bahwa peserta didik memiliki tingkat kebutuhan yang tinggi terhadap pengembangan *Game-Based Learning* berbasis AI-IoT. Hasil ini mengindikasikan bahwa peserta didik menunjukkan respons positif terhadap pemanfaatan teknologi pembelajaran yang mengintegrasikan gamifikasi, asesmen otomatis, umpan balik berbasis AI, dan pemantauan hasil belajar.

Tabel 1. Tingkat Kebutuhan Peserta Didik terhadap Framework GBL Berbasis AI-IoT

Dimensi	Mean	Kategori
Learning Content	3.95	Tinggi
Gamification	3.75	Tinggi
Automated Assessment	3.96	Tinggi
AI Feedback & Recommendation	4.04	Tinggi
Learning Analytics	4.06	Tinggi
Overall Mean	3.95	Tinggi

Sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1, dimensi dengan nilai rata-rata tertinggi adalah Learning Analytics ($M = 4.06$), diikuti oleh AI Feedback & Recommendation ($M = 4.04$) dan Automated Assessment ($M = 3.96$). Temuan ini menunjukkan bahwa peserta didik tidak hanya membutuhkan pengalaman belajar yang menarik, tetapi juga menginginkan sistem yang mampu memberikan informasi mengenai perkembangan belajar, umpan balik yang jelas, serta dukungan pembelajaran yang lebih personal.

Sementara itu, dimensi Gamification memperoleh nilai rata-rata terendah ($M = 3.75$), meskipun masih berada pada kategori tinggi. Hasil ini menunjukkan bahwa elemen permainan

tetap dipandang penting oleh peserta didik, namun bukan merupakan kebutuhan utama dibandingkan fitur yang berkaitan dengan umpan balik, asesmen, dan pemantauan hasil belajar.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa peserta didik mengharapkan sistem pembelajaran yang tidak hanya menarik melalui unsur permainan, tetapi juga mampu membantu mereka memahami perkembangan belajar, mengidentifikasi kesalahan, dan memperoleh rekomendasi pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan mereka.

2. Kebutuhan Guru

Hasil analisis kuesioner terhadap 12 guru menunjukkan nilai rata-rata keseluruhan sebesar 4.58, yang mengindikasikan tingkat kebutuhan yang sangat tinggi terhadap pengembangan Framework Game-Based Learning berbasis AI-IoT.

Tabel 2. Tingkat Kebutuhan Guru terhadap Framework GBL Berbasis AI-IoT

Dimensi	Mean	Kategori
Learning Content	4.53	Sangat Tinggi
Gamification	4.42	Sangat Tinggi
Automated Assessment	4.67	Sangat Tinggi
AI Feedback & Recommendation	4.58	Sangat Tinggi
Learning Analytics	4.69	Sangat Tinggi
Overall Mean	4.58	Sangat Tinggi

Sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2, dimensi yang memperoleh nilai rata-rata tertinggi adalah Learning Analytics ($M = 4.69$), diikuti oleh Automated Assessment ($M = 4.67$) dan AI Feedback & Recommendation ($M = 4.58$). Temuan ini menunjukkan bahwa guru sangat membutuhkan sistem yang mampu menyediakan informasi perkembangan belajar siswa, mendukung proses asesmen secara lebih efisien, serta memberikan umpan balik yang cepat dan tepat.

Selain itu, dimensi Learning Content ($M = 4.53$) dan Gamification ($M = 4.42$) juga memperoleh respons yang sangat positif. Hasil ini mengindikasikan bahwa guru memandang penting penyediaan materi pembelajaran yang menarik dan mudah diakses, serta penggunaan elemen permainan yang dapat meningkatkan motivasi dan partisipasi siswa dalam pembelajaran.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa guru tidak hanya membutuhkan media pembelajaran yang menarik, tetapi juga mengharapkan sistem yang mampu mendukung asesmen otomatis, penyediaan umpan balik yang efektif, serta pemantauan perkembangan belajar siswa secara berkelanjutan. Temuan ini menegaskan pentingnya integrasi Learning Analytics, Automated Assessment, dan AI Feedback dalam pengembangan Framework Game-Based Learning berbasis AI-IoT.

3. Temuan Wawancara Guru

Hasil wawancara mengungkapkan empat tema utama yang berkaitan dengan kebutuhan pengembangan *Framework Game-Based Learning* berbasis AI-IoT, yaitu (1) kebutuhan akan pembelajaran yang lebih interaktif, (2) kebutuhan terhadap asesmen yang lebih efisien, (3) kebutuhan terhadap *AI feedback* dan *personalized recommendation*, serta (4) kebutuhan terhadap *learning analytics*.

3.1 Kebutuhan akan Pembelajaran yang Lebih Interaktif

Sebagian besar guru mengungkapkan bahwa proses pembelajaran masih didominasi oleh metode ceramah dan aktivitas yang berpusat pada guru. Kondisi tersebut menyebabkan partisipasi siswa dalam pembelajaran masih relatif terbatas. Seorang guru menyatakan:

“Proses pembelajaran didominasi penjelasan materi oleh guru, dilanjutkan dengan latihan soal. Interaksi siswa masih terbatas.” (G1)

Temuan serupa juga disampaikan oleh G2:

“Pembelajaran masih sering menggunakan metode ceramah, sehingga siswa lebih banyak mendengarkan daripada terlibat secara aktif.” (G2)

Selain itu, para guru menilai bahwa penggunaan media digital yang ada saat ini belum mampu meningkatkan keterlibatan siswa secara optimal karena masih bersifat satu arah dan kurang interaktif.

3.2 Kebutuhan terhadap Sistem Asesmen yang Lebih Efisien

Tema kedua yang muncul berkaitan dengan kebutuhan akan sistem asesmen yang lebih efisien. Seluruh guru menyatakan bahwa proses penilaian masih dilakukan secara manual dan membutuhkan waktu yang cukup besar, terutama pada proses koreksi, rekapitulasi nilai, dan pemberian umpan balik kepada siswa. G3 menjelaskan:

“Penilaian masih manual dan sangat memakan waktu.” (G3)

Sementara itu, G1 menambahkan:

“Kesulitan utama adalah proses koreksi yang memakan waktu, terutama jika jumlah siswa banyak.” (G1)

G4 juga menyoroti pentingnya efisiensi dalam proses analisis hasil belajar:

“Analisis hasil belajar siswa belum dapat dilakukan secara mendalam karena keterbatasan waktu.” (G4)

Temuan ini menunjukkan perlunya integrasi *automated assessment* untuk membantu guru melakukan penilaian secara lebih cepat dan efisien.

3.3 Kebutuhan terhadap AI Feedback dan Personalized Recommendation

Tema berikutnya berkaitan dengan pemanfaatan AI untuk memberikan umpan balik dan rekomendasi pembelajaran yang lebih personal. Para guru menilai bahwa siswa tidak hanya membutuhkan informasi benar atau salah, tetapi juga penjelasan yang dapat membantu mereka memahami kesalahan yang dilakukan. G1 menyatakan:

“Siswa membutuhkan umpan balik yang langsung dan jelas terhadap kesalahan mereka.” (G1)

Hal serupa diungkapkan oleh G2,

“Umpan balik perlu membantu siswa memahami kesalahan dan cara memperbaikinya.” (G2)

G3 juga menekankan pentingnya kecepatan dan kualitas umpan balik,

“Kebanyakan siswa ingin mengetahui hasil belajarnya segera.” (G3)

Selain itu, guru mengharapkan adanya sistem rekomendasi yang dapat membantu siswa mempelajari kembali materi yang belum dikuasai sesuai dengan kebutuhan masing-masing siswa.

3.4 Kebutuhan terhadap Learning Analytics

Tema terakhir yang paling dominan adalah kebutuhan terhadap *learning analytics*. Para guru menginginkan sistem yang mampu menampilkan perkembangan belajar siswa secara berkelanjutan sehingga mereka dapat melakukan evaluasi pembelajaran yang lebih tepat.

G1 menyatakan:

“Saya membutuhkan data perkembangan nilai siswa dari waktu ke waktu agar bisa melihat kemajuan mereka.” (G1)

G5 juga menekankan pentingnya analisis data yang lebih mendalam,

“Informasi pola kesalahan siswa penting untuk memperbaiki pemahaman konsep.” (G5)

Sementara itu, G4 mengungkapkan,

“Data perkembangan belajar individu dibutuhkan untuk memahami kebutuhan siswa.” (G4)

Temuan tersebut diperkuat oleh pendapat guru mengenai pentingnya dashboard perkembangan siswa. Menurut mereka, visualisasi data yang jelas dapat membantu guru memantau kondisi siswa secara cepat, mengidentifikasi kesulitan belajar, dan mengambil keputusan pembelajaran yang lebih tepat.

4. Implikasi terhadap Pengembangan Framework

Berdasarkan hasil kuesioner dan wawancara, kebutuhan guru dan peserta didik menunjukkan bahwa pengembangan framework tidak cukup hanya berfokus pada aspek gamifikasi, tetapi juga perlu mengintegrasikan komponen yang mendukung asesmen, umpan balik, dan pemantauan pembelajaran. Temuan kuantitatif menunjukkan bahwa *Learning Analytics*, *Automated Assessment*, dan *AI Feedback and Recommendation* memperoleh nilai kebutuhan tertinggi baik dari perspektif guru maupun peserta didik. Temuan ini diperkuat oleh hasil wawancara yang menunjukkan bahwa guru mengalami kesulitan dalam proses penilaian, pemberian umpan balik, dan pemantauan perkembangan belajar siswa.

Lebih lanjut, peserta didik mengharapkan sistem yang mampu memberikan informasi mengenai perkembangan belajar mereka, menjelaskan kesalahan yang dilakukan, serta memberikan rekomendasi pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan individu. Sementara itu, guru menginginkan sistem yang dapat membantu proses asesmen, menyediakan data perkembangan siswa, dan mendukung pengambilan keputusan pembelajaran berbasis data. Temuan tersebut menunjukkan bahwa fungsi pembelajaran dan fungsi evaluasi perlu diintegrasikan dalam satu ekosistem pembelajaran yang saling terhubung.

Tabel 3. Design Requirements Framework Berdasarkan Hasil Analisis Kebutuhan

Temuan Kebutuhan	Implikasi Desain
Kebutuhan materi yang mudah diakses	Learning Content Module
Kebutuhan pembelajaran yang menarik	Gamification Module
Kebutuhan penilaian cepat dan otomatis	Automated Assessment Module
Kebutuhan feedback langsung	AI Feedback Module
Kebutuhan rekomendasi belajar personal	AI Recommendation Module
Kebutuhan monitoring perkembangan belajar	Learning Analytics Dashboard
Kebutuhan integrasi dan pengelolaan data	IoT Integration Layer

Berdasarkan kebutuhan tersebut, penelitian ini mengusulkan enam komponen utama yang perlu diakomodasi dalam pengembangan *Framework Game-Based Learning* berbasis AI-IoT, yaitu *Learning Content*, *Gamification*, *Automated Assessment*, *AI Feedback and Recommendation*, *Learning Analytics*, dan *IoT Integration*. Keenam komponen tersebut diharapkan dapat membentuk ekosistem pembelajaran yang tidak hanya meningkatkan keterlibatan peserta didik melalui unsur permainan, tetapi juga mendukung otomatisasi asesmen, personalisasi pembelajaran, serta pemantauan perkembangan belajar secara berkelanjutan.

Temuan penelitian menunjukkan bahwa *Learning Analytics* (LA) merupakan dimensi dengan tingkat kebutuhan tertinggi baik dari perspektif guru maupun peserta didik. Hasil ini menegaskan bahwa orientasi pengguna teknologi pendidikan telah bergeser; mereka tidak hanya membutuhkan media pembelajaran yang interaktif dan menarik secara visual, melainkan sebuah sistem cerdas yang mampu menyediakan informasi mengenai perkembangan belajar secara berkelanjutan (*continuous feedback*).

Kebutuhan yang tinggi terhadap *Learning Analytics* ini didorong oleh urgensi dari kedua belah pihak interaktan utama dalam ekosistem pembelajaran, yaitu siswa dan guru.

1.4 Perspektif Siswa

Bagi peserta didik, proses belajar seringkali terasa abstrak jika tidak disertai dengan indikator kemajuan yang jelas. Siswa memiliki kebutuhan intrinsik untuk mengetahui sejauh mana mereka telah berkembang, bagian mana yang telah mereka kuasai, dan materi apa yang masih memerlukan evaluasi.

Learning Analytics berperan sebagai cermin digital yang memberikan informasi riil mengenai capaian belajar yang telah diperoleh [21], [22]. Dengan adanya data yang transparan, siswa dapat: (1) merefleksikan strategi belajar mereka sendiri, (2) secara mandiri menentukan target belajar

berikutnya berdasarkan performa masa lalu, (3) melihat grafik perkembangan yang positif memberikan dampak psikologis yang baik bagi retensi belajar mereka.

1.5 Perspektif Guru

Dari sudut pandang pendidik, keterbatasan waktu dan ruang seringkali menjadi kendala dalam memantau puluhan siswa secara individual. Guru membutuhkan alat yang dapat merekam jejak aktivitas belajar siswa tanpa terlewat.

Melalui Learning Analytics, guru tidak lagi mengandalkan intuisi atau sekadar nilai ujian akhir (sumatif) yang terlambat untuk melakukan intervensi. Data perkembangan belajar yang dikumpulkan secara real-time dapat digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan pembelajaran yang lebih tepat (data-driven decision making), seperti: (1) mengidentifikasi siswa yang tertinggal (at-risk students) lebih awal, (2) menyesuaikan ritme pengajaran di kelas sesuai dengan kecepatan pemahaman mayoritas siswa, (3) memberikan umpan balik (feedback) yang dipersonalisasi sesuai kebutuhan unik setiap siswa.

1.6 Urgensi Dashboard sebagai Jembatan Visualisasi Data

Untuk menjembatani data mentah yang kompleks menjadi informasi yang mudah dipahami, peran Dashboard Pembelajaran menjadi sangat krusial. Dashboard bertindak sebagai antarmuka visual yang menerjemahkan angka-angka algoritmik menjadi grafik, bagan, dan indikator warna yang intuitif [23], [24].

Tanpa dashboard yang baik, data *Learning Analytics* yang melimpah justru akan menimbulkan beban kognitif (*cognitive overload*) bagi guru maupun siswa. Dashboard yang efektif harus mampu menyajikan informasi secara personal dan fungsional sesuai dengan hak akses dan kebutuhan masing-masing pengguna.

1.7 Integrasi Konektivitas Data Siswa dan Guru

Kekuatan utama dari Learning Analytics terletak pada sinergi dan keterkaitan antara data siswa dan interaksi guru. Sistem ini tidak bekerja secara satu arah, melainkan membentuk siklus umpan balik yang dinamis [25].

Tabel 4. Integrasi Konektivitas Data Siswa dan Guru

Komponen Data	Data Siswa	Data Guru
Input / Aktivitas	Durasi membaca materi, skor kuis, frekuensi akses, waktu penyelesaian tugas, dan area materi yang sering diulang.	Pola pemberian tugas, materi yang diunggah, jenis umpan balik yang diberikan, dan intensitas interaksi di forum.
Keterkaitan / Output	Menghasilkan profil performa siswa. Data ini dikirim ke guru sebagai laporan Kembali ke kelas.	Menghasilkan pola intervensi pedagogis. Data ini dikirim kembali ke siswa berupa rekomendasi jalur belajar (<i>learning path</i>) yang adaptif.

Melalui integrasi ini, data dari siswa memberikan guru gambaran utuh mengenai kondisi kelas, sementara tindakan atau respons guru yang terekam dalam sistem akan membantu mengarahkan siswa mencapai hasil belajar yang optimal. Pada akhirnya, *Learning Analytics* bukan sekadar alat rekam medis akademis, melainkan fondasi bagi terciptanya ekosistem pembelajaran yang adaptif, transparan, dan kolaboratif.

2. Pentingnya *Automated Assessment* dalam Mendukung Efisiensi Pembelajaran

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Automated Assessment* merupakan salah satu dimensi dengan tingkat kebutuhan tertinggi, baik dari perspektif guru maupun peserta didik. Pada kelompok guru, dimensi ini memperoleh nilai rata-rata sebesar 4.67, sedangkan pada peserta didik

memperoleh nilai rata-rata sebesar 3.96. Temuan ini mengindikasikan bahwa kedua kelompok responden memandang penting keberadaan sistem penilaian yang mampu memberikan hasil secara cepat dan otomatis.

Tingginya kebutuhan terhadap *Automated Assessment* dapat dipahami dari berbagai tantangan yang dihadapi guru dalam proses penilaian. Hasil wawancara menunjukkan bahwa sebagian besar guru masih melakukan proses koreksi, rekapitulasi nilai, dan analisis hasil belajar secara manual. Kondisi tersebut menyebabkan proses asesmen menjadi memakan waktu dan kurang efisien, terutama ketika jumlah siswa cukup besar. Sebagaimana disampaikan oleh G1 yang menyatakan bahwa *kesulitan utama adalah proses koreksi yang memakan waktu, terutama jika jumlah siswa banyak.*” (G1)

Temuan serupa juga diungkapkan oleh G3 yang menyatakan bahwa proses asesmen masih dilakukan secara manual dan membutuhkan waktu yang cukup lama. Selain itu, beberapa guru mengungkapkan bahwa keterbatasan waktu menyebabkan mereka belum dapat memberikan umpan balik yang mendalam kepada seluruh siswa. Kondisi ini menunjukkan bahwa asesmen tidak hanya berfungsi sebagai alat evaluasi, tetapi juga menjadi salah satu beban administratif yang cukup besar bagi guru.

Dalam konteks tersebut, *Automated Assessment* menawarkan solusi yang potensial melalui proses penilaian otomatis, rekapitulasi hasil belajar secara cepat, serta penyediaan data yang dapat digunakan untuk mendukung evaluasi pembelajaran. Dengan bantuan sistem otomatis, guru dapat mengurangi waktu yang digunakan untuk tugas administratif dan lebih fokus pada kegiatan pembelajaran serta pendampingan siswa. Temuan ini sejalan dengan berbagai penelitian yang menunjukkan bahwa sistem asesmen otomatis dapat meningkatkan efisiensi proses evaluasi sekaligus mempercepat penyediaan hasil belajar kepada peserta didik [16], [26].

Dari perspektif peserta didik, kebutuhan terhadap *Automated Assessment* juga menunjukkan bahwa siswa menginginkan hasil belajar yang dapat diketahui secara cepat setelah menyelesaikan aktivitas pembelajaran. Informasi yang diperoleh secara langsung memungkinkan siswa memahami tingkat penguasaan materi dan segera melakukan perbaikan apabila masih terdapat kesalahan. Dengan demikian, asesmen tidak lagi hanya berfungsi sebagai alat pengukuran hasil belajar, tetapi juga sebagai bagian dari proses pembelajaran itu sendiri [27].

Berdasarkan temuan tersebut, *Automated Assessment* perlu menjadi salah satu komponen utama dalam pengembangan *Framework Game-Based Learning* berbasis AI-IoT. Integrasi asesmen otomatis memungkinkan sistem memberikan skor secara langsung, merekap hasil belajar secara real-time, dan menyediakan data yang dapat dimanfaatkan oleh komponen *AI Feedback and Recommendation* serta *Learning Analytics*. Dengan kata lain, *Automated Assessment* berperan sebagai penghubung antara aktivitas pembelajaran, umpan balik berbasis AI, dan pemantauan perkembangan belajar peserta didik.

3. AI Feedback dan Personalized Recommendation

Integrasi *Artificial Intelligence* (AI) dalam teknologi pendidikan saat ini telah bergeser dari sekadar wacana futuristik menjadi kebutuhan praktis yang mendesak. Berdasarkan hasil temuan, dimensi umpan balik berbasis AI (*AI Feedback*) dan rekomendasi yang dipersonalisasi (*Personalized Recommendation*) menempati posisi strategis dalam preferensi pengguna.

Temuan ini menunjukkan bahwa AI tidak dipersepsikan sebagai pengganti peran guru, melainkan sebagai alat pendukung yang membantu penyediaan umpan balik dan rekomendasi pembelajaran secara lebih cepat dan personal.

Urgensi dari dimensi ini didasarkan pada dinamika kebutuhan antara siswa yang menginginkan evaluasi instan dan guru yang menghadapi keterbatasan waktu dalam memberikan umpan balik berkualitas.

3.1. Kebutuhan Siswa: Kejelasan terhadap Kesalahan dan Evaluasi Mandiri

Dalam proses kognitif, momen ketika siswa melakukan kesalahan adalah momen belajar yang paling krusial (*teachable moments*). Namun, manfaat dari kesalahan ini seringkali hilang

jika siswa tidak segera mengetahui di mana letak kekeliruan mereka dan bagaimana cara memperbaikinya. Siswa memiliki ekspektasi tinggi untuk mendapatkan kejelasan instan terkait performa mereka.

Melalui *AI Feedback*, siswa tidak hanya menerima skor akhir (benar/salah), melainkan analisis mendalam mengenai pola kesalahan mereka. AI dapat mendeteksi miskonsepsi konsep secara spesifik dan secara otomatis memberikan *Personalized Recommendation* berupa materi pengayaan atau latihan soal yang disesuaikan dengan tingkat pemahaman siswa saat itu. Hal ini memungkinkan terciptanya jalur pembelajaran yang adaptif (*adaptive learning path*), di mana setiap siswa berjalan dengan kecepatan (*pacing*) mereka masing-masing.

3.2. Kebutuhan Guru: Keterbatasan Waktu dan Tuntutan Umpan Balik Cepat

Dari sisi pedagogis, memberikan umpan balik yang detail dan personal kepada puluhan siswa dalam satu waktu adalah tantangan terbesar bagi seorang guru. Proses koreksi manual yang memakan waktu sering kali membuat umpan balik baru diterima siswa beberapa hari setelah tugas dikumpulkan, sehingga momentum belajar siswa sudah menurun.

Guru sangat membutuhkan sistem yang mampu memberikan umpan balik cepat (*immediate feedback*). Di sinilah AI mengambil peran sebagai asisten pengajar digital. AI dapat melakukan otomatisasi tugas-tugas administratif dan koreksi tingkat dasar, seperti memeriksa tata bahasa, logika matematika dasar, atau konsistensi argumen. Dengan demikian, beban kerja guru berkurang secara signifikan, dan guru dapat mengalihkan fokus energinya untuk merancang strategi pembelajaran yang lebih interaktif di kelas.

3.3. AI Bukan Pengganti Guru: Batasan Teknologi dalam Pedagogi

Penting untuk digarisbawahi bahwa secanggih apa pun algoritma *AI Feedback*, teknologi ini tidak dirancang dan tidak akan pernah bisa menggantikan peran seorang guru. Pembelajaran bukan sekadar transfer informasi dan penilaian mekanis, melainkan sebuah proses sosial-emosional. AI memiliki keterbatasan fundamental, antara lain:

- Tidak memiliki empati untuk memahami kondisi psikologis siswa yang sedang frustrasi atau kehilangan motivasi.
- Tidak mampu memberikan sentuhan humanis (*human touch*) yang menginspirasi dan membentuk karakter siswa.
- Kaku dalam menilai aspek-aspek kreatif dan kontekstual yang membutuhkan kebijaksanaan profesional (*professional judgment*) seorang pendidik.

Oleh karena itu, kendali utama atas arah pembelajaran dan keputusan penilaian akhir tetap berada sepenuhnya di tangan guru.

3.4. AI sebagai Pendukung Proses Pembelajaran (Sinergi Guru-AI)

Alih-alih menjadi ancaman, AI harus diposisikan sebagai mitra kolaboratif atau alat pendukung (*scaffolding tool*) yang memperkuat kapasitas guru. Sinergi antara guru dan AI menciptakan ekosistem pembelajaran yang ideal, yang dapat digambarkan dalam tabel berikut:

Tabel 5. Sinergi antara Peran AI dan Peran Guru

Aspek Pembelajaran	Peran AI (Asisten Pendukung)	Peran Guru (Arsitek Utama)
Koreksi & Penilaian	Memeriksa tugas secara cepat, memetakan pola kesalahan umum, dan memberikan skor awal berdasarkan rubrik.	Meninjau hasil analisis AI, memberikan penilaian akhir pada aspek kreatif/subjektif, dan melakukan validasi.
Umpan Balik (Feedback)	Memberikan respons instan dan rekomendasi materi digital yang	Memberikan penguatan emosional, bimbingan moral, dan

Aspek Pembelajaran	Peran AI (Asisten Pendukung)	Peran Guru (Arsitek Utama)
	relevan secara personal kepada siswa.	diskusi mendalam bagi siswa yang mengalami kendala kompleks.
Desain Pembelajaran	Menyediakan data diagnostik mengenai bagian materi yang belum dipahami oleh mayoritas kelas.	Menggunakan data dari AI untuk merancang intervensi remedial, proyek kelompok, atau diskusi kelas yang lebih tepat sasaran.

Melalui pembagian peran yang seimbang ini, *AI Feedback* dan *Personalized Recommendation* bertindak sebagai mesin penggerak yang efisien di balik layar. Dengan memercayakan tugas-tugas teknis dan repetitif kepada AI, guru mendapatkan kembali waktu berharga mereka untuk menjalankan fungsi sejatinya: sebagai mentor, fasilitator, dan inspirator bagi peserta didik.

4. Implikasi terhadap Pengembangan Framework

Hasil analisis kebutuhan menunjukkan bahwa guru dan peserta didik memiliki persepsi yang positif terhadap pengembangan *Framework Game-Based Learning* berbasis AI-IoT. Temuan kuantitatif menunjukkan bahwa dimensi *Learning Analytics*, *Automated Assessment*, dan *AI Feedback and Recommendation* memperoleh tingkat kebutuhan yang tinggi dari kedua kelompok responden. Temuan tersebut diperkuat oleh hasil wawancara yang mengungkapkan kebutuhan akan sistem pembelajaran yang lebih interaktif, asesmen yang lebih efisien, umpan balik yang lebih cepat, serta pemantauan perkembangan belajar yang lebih sistematis.

Menariknya, meskipun *Game-Based Learning* menjadi fokus utama framework yang diusulkan, hasil penelitian menunjukkan bahwa kebutuhan pengguna tidak hanya berkaitan dengan elemen permainan. Guru dan peserta didik memandang bahwa fitur-fitur yang mendukung proses evaluasi dan pengambilan keputusan pembelajaran memiliki peran yang sama pentingnya. Meskipun *Game-Based Learning* menjadi fokus utama framework yang diusulkan, hasil penelitian menunjukkan bahwa kebutuhan pengguna tidak hanya berkaitan dengan elemen permainan. Temuan ini mengindikasikan bahwa pengembangan framework tidak cukup hanya mengintegrasikan unsur gamifikasi seperti poin, level, atau tantangan. Hal ini sejalan dengan pandangan Oliveira et al. [28] yang menyatakan bahwa gamifikasi tidak secara otomatis meningkatkan hasil akademik. Oleh karena itu, diperlukan integrasi mekanisme lain yang mampu mendukung proses asesmen, pemberian umpan balik, dan analisis data pembelajaran secara berkelanjutan guna mewujudkan desain gamifikasi yang terpersonalisasi sesuai dengan karakteristik, profil, dan struktur pengetahuan unik setiap peserta didik [28].

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, penelitian ini mengusulkan enam komponen utama yang perlu diakomodasi dalam pengembangan *Framework Game-Based Learning* berbasis AI-IoT, yaitu *Learning Content*, *Game-Based Learning*, *Automated Assessment*, *AI Feedback and Recommendation*, *Learning Analytics*, dan *IoT Integration*. Keenam komponen tersebut dirancang untuk saling terhubung dalam mendukung peningkatan kualitas pembelajaran dan otomatisasi asesmen di pendidikan menengah.

Dalam framework ini, *IoT Integration* diposisikan sebagai lapisan akuisisi dan konektivitas data yang menghubungkan aktivitas belajar siswa dengan sistem asesmen, umpan balik AI, dan dashboard analitik. Bentuk IoT yang paling realistis untuk konteks pendidikan menengah bukan selalu perangkat wearable, melainkan perangkat yang sudah dekat dengan ekosistem sekolah, seperti smartphone atau tablet siswa, perangkat kelas pintar, sensor/QR-RFID untuk kehadiran, serta log aktivitas dari perangkat pembelajaran yang terhubung ke jaringan sekolah. Melalui perangkat tersebut, sistem dapat merekam data kontekstual dan aktivitas belajar, misalnya kehadiran, waktu pengerjaan tantangan, frekuensi percobaan dalam game, penyelesaian level, respons terhadap kuis, dan kestabilan akses perangkat. Data ini menjadi masukan penting bagi

Automated Assessment dan Learning Analytics agar proses pemantauan tidak hanya bergantung pada skor akhir, tetapi juga memperhatikan jejak proses belajar siswa [10]–[13].

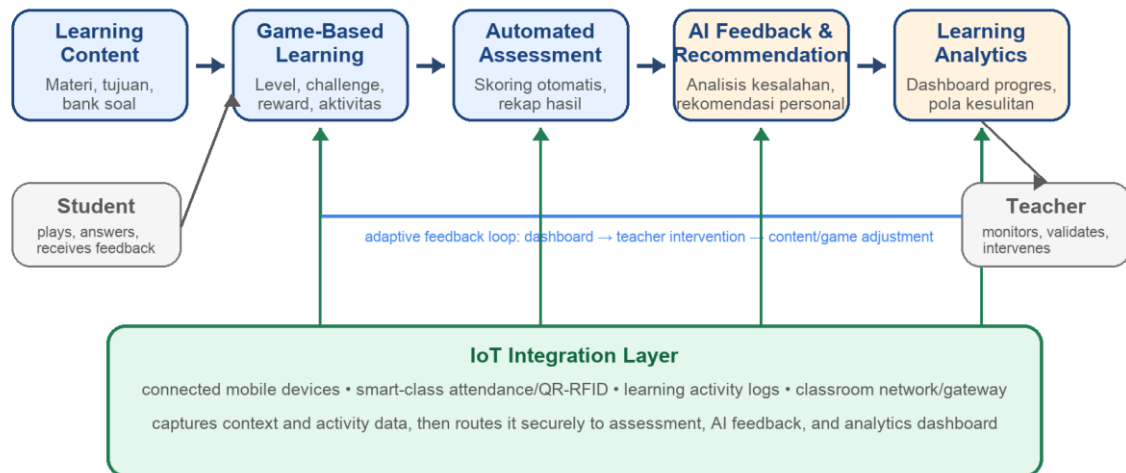
Secara operasional, IoT dalam framework yang diusulkan bekerja melalui alur perangkat–gateway–platform pembelajaran. Perangkat mobile atau perangkat kelas pintar mengirimkan data aktivitas ke server atau learning platform, kemudian data tersebut diproses bersama hasil asesmen otomatis untuk menghasilkan AI Feedback and Recommendation serta visualisasi Learning Analytics. Dengan alur ini, guru dapat memperoleh gambaran yang lebih utuh mengenai keterlibatan, kehadiran, dan perkembangan belajar siswa, sementara siswa memperoleh umpan balik yang lebih cepat dan sesuai dengan konteks aktivitasnya. Namun, integrasi IoT perlu dibatasi pada data yang relevan secara pedagogis dan dikelola dengan prinsip keamanan, persetujuan pengguna, serta perlindungan privasi. Penggunaan wearable atau sensor biometrik sebaiknya ditempatkan sebagai opsi pengembangan lanjutan, bukan prasyarat utama, karena memerlukan validasi etis dan teknis yang lebih ketat.

Dengan demikian, IoT pada framework ini tidak diposisikan sebagai teknologi yang berdiri sendiri, melainkan sebagai enabler yang menyediakan data kontekstual secara real-time sehingga seluruh komponen AI, Automated Assessment, dan Learning Analytics dapat bekerja secara terintegrasi.

Gambar 1 menyajikan framework konseptual yang dirumuskan berdasarkan hasil analisis kebutuhan guru dan peserta didik. Visualisasi tersebut tidak hanya menempatkan enam komponen sebagai daftar blok, tetapi juga memperlihatkan alur hubungan data dan fungsi antarkomponen, mulai dari Learning Content, Game-Based Learning, Automated Assessment, AI Feedback and Recommendation, Learning Analytics, hingga IoT Integration.

Pada framework yang diusulkan, *Learning Content* berperan sebagai sumber materi pembelajaran yang disajikan melalui lingkungan *Game-Based Learning*. Aktivitas belajar yang dilakukan peserta didik kemudian diikuti oleh proses *Automated Assessment* yang memungkinkan penilaian dilakukan secara otomatis dan real-time. Hasil asesmen tersebut selanjutnya dimanfaatkan oleh komponen *AI Feedback and Recommendation* untuk memberikan umpan balik dan rekomendasi pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan masing-masing peserta didik. Data yang dihasilkan selama proses pembelajaran kemudian diolah melalui *Learning Analytics* untuk mendukung pemantauan perkembangan belajar dan pengambilan keputusan pembelajaran berbasis data. Sementara itu, *IoT Integration* berfungsi sebagai pendukung konektivitas data yang memungkinkan aktivitas pembelajaran, hasil asesmen, dan informasi perkembangan belajar dapat dikumpulkan dan dikelola secara terintegrasi. Framework yang dihasilkan pada penelitian ini masih bersifat konseptual dan merupakan hasil tahap awal pengembangan. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya perlu difokuskan pada perancangan arsitektur sistem yang lebih rinci, pengembangan prototype, serta pengujian implementasi framework dalam konteks pembelajaran yang sesungguhnya. Dengan demikian, framework yang diusulkan tidak hanya memiliki landasan teoretis, tetapi juga didukung oleh kebutuhan nyata pengguna sebagai dasar pengembangan sistem pembelajaran yang lebih efektif, adaptif, dan berkelanjutan.

Proposed AI-IoT-Based Game-Based Learning Framework



Gambar 1. Proposed AI-IoT-Based Game-Based Learning Framework

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan yang mengintegrasikan data kuantitatif dan kualitatif, dapat disimpulkan bahwa terdapat tingkat kebutuhan yang sangat tinggi dari guru dan peserta didik di pendidikan menengah terhadap pengembangan *Framework Game-Based Learning* (GBL) berbasis AI-IoT. Respons positif dari kedua kelompok pengguna ini mengindikasikan adanya pergeseran orientasi teknologi pendidikan, di mana pengguna tidak lagi hanya menginginkan media pembelajaran yang menarik secara visual, melainkan sebuah ekosistem cerdas yang interaktif, adaptif, dan berkelanjutan.

Secara spesifik, penelitian ini berhasil mengidentifikasi bahwa dimensi *Learning Analytics*, *Automated Assessment*, dan *AI Feedback & Recommendation* menjadi tiga komponen dengan prioritas kebutuhan tertinggi bagi guru maupun siswa. Bagi siswa, sistem ini dibutuhkan untuk memberikan kejelasan instan mengenai kesalahan mereka serta visualisasi perkembangan belajar secara transparan. Sementara bagi guru, sistem ini krusial untuk mengatasi beban administratif akibat asesmen manual, memfasilitasi pemantauan progres siswa secara *real-time*, dan mendukung pengambilan keputusan pembelajaran berbasis data (*data-driven decision making*).

Sebagai luaran dari analisis kebutuhan ini, dirumuskan *design requirements* berupa framework konseptual yang mengintegrasikan enam komponen utama, yaitu: *Learning Content*, *Game-Based Learning*, *Automated Assessment*, *AI Feedback and Recommendation*, *Learning Analytics*, dan *IoT Integration*. Keenam komponen ini saling terhubung untuk menjembatani fungsi pembelajaran dan evaluasi dalam satu kesatuan sistem.

Penelitian ini memiliki keterbatasan pada ukuran dan cakupan sampel, yaitu 51 peserta didik dan 12 guru, sehingga hasilnya belum dapat digeneralisasi secara luas untuk seluruh konteks pendidikan menengah. Oleh karena itu, hasil penelitian ini perlu diinterpretasikan sebagai dasar empiris awal dalam proses pengembangan framework, bukan sebagai representasi kebutuhan seluruh pendidikan menengah di Indonesia. Oleh karena itu, penelitian R&D selanjutnya perlu melakukan validasi framework pada skala yang lebih besar, melibatkan sekolah dengan karakteristik wilayah, jenjang, dan kesiapan teknologi yang lebih beragam, serta menguji prototype melalui uji coba terbatas dan uji implementasi agar kelayakan, efektivitas, dan keberterimaan framework dapat dinilai secara lebih komprehensif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi Republik Indonesia (Kemdiktisaintek) yang telah mendanai penelitian ini melalui skema Penelitian Dasar (PDP). Penulis juga menyampaikan apresiasi kepada Universitas Duta Bangsa Surakarta atas dukungan dan fasilitas yang diberikan selama pelaksanaan penelitian ini.

REFERENCES

- [1] Adipat, S., Laksana, K., Busayanon, K., Ausawasowan, A., & Adipat, B. (2021). Engaging Students in the Learning Process with Game-Based Learning: The Fundamental Concepts. *International Journal of Technology in Education*, 4(3), 542–552. <https://doi.org/10.46328/ijte.169>
- [2] Alaswad, Z., & Nadolny, L. (2015). Designing for Game-Based Learning: The Effective Integration of Technology to Support Learning. *Journal of Educational Technology Systems*, 43(4), 389–402. <https://doi.org/10.1177/0047239515588164>
- [3] Ayeni, O. O., Hamad, N. M. A., Chisom, O. N., Osawaru, B., & Adewusi, O. E. (2024). AI in education: A review of personalized learning and educational technology. *GSC Advanced Research and Reviews*, 18(2), 261–271. <https://doi.org/10.30574/gscarr.2024.18.2.0062>
- [4] Chan, C. K. Y., & Colloton, T. (2024). *Generative AI in Higher Education*. <https://doi.org/10.4324/9781003459026>
- [5] Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approach (5th ed.). SAGE Publications.
- [6] Faresta, R. A. (2024). AI-Powered Education: Exploring the Potential of Personalised Learning for Students' Needs in Indonesia Education. *Path of Science*, 10(5), 3012–3022. <https://doi.org/10.22178/pos.104-19>
- [7] Fitas, R. (2025). Inclusive education with AI: supporting special needs and tackling language barriers. *AI and Ethics*, 5(6), 5729–5757. <https://doi.org/10.1007/s43681-025-00824-3>
- [8] Gašević, D., Siemens, G., & Sadiq, S. (2023). Empowering learners for the age of artificial intelligence. *Monash University Research Portal (Monash University)*, 4, 100130–100130. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100130>
- [9] Handayani, R., Annis, A., Asminanti, A., Nisya, K., & Ikhsan, A. (2025). Peran Teknologi Dalam Meningkatkan Kuakitas Pendidikan The Role Of Technology In Improving The Quality Of Education. *Jurnal Risalah Addariyah Studi Ilmu-Ilmu Keislaman Pendidikan dan Sosial Kemasyarakatan*, 11(1), 62–72. <https://doi.org/10.56324/jariyah.v11i1.123>
- [10] Ifenthaler, D., Majumdar, R., Gorissen, P., Judge, M., Mishra, S., Raffaghelli, J. E., & Shimada, A. (2024). Artificial Intelligence in Education: Implications for Policymakers, Researchers, and Practitioners. *Technology Knowledge and Learning*, 29(4), 1693–1710. <https://doi.org/10.1007/s10758-024-09747-0>
- [11] Kaur, S. (2025). Smart Learning Ecosystems: Crafting a Blueprint for AI and IoT in Education. *Journal of Information Systems Engineering & Management*, 10, 480–493. <https://doi.org/10.52783/jisem.v10i21s.3373>
- [12] Kayyali, M. (2025). AI, Machine Learning, and IoT in Higher Education. In *Advances in computational intelligence and robotics book series* (pp. 111–138). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/979-8-3373-2372-5.ch005>
- [13] Kleimola, R., & Leppisaari, I. (2022). Learning analytics to develop future competences in higher education: a case study. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 19(1). <https://doi.org/10.1186/s41239-022-00318-w>
- [14] Levin, I., Semenov, A. L., & Gorsky, M. (2025). Smart Learning in the 21st Century: Advancing Constructionism Across Three Digital Epochs. *Education Sciences*, 15(1), 45–45. <https://doi.org/10.3390/educsci15010045>

- [15] Nasution, J. E., Yanis, A., Alfaina, A., Ramadanti, D., Imam, M. K., Desriani, R., & Dewi, S. (2025). Pengaruh Kecerdasan Buatan (Ai) Terhadap Efektivitas Pembelajaran Mahasiswa Prodi Manajemen Pendidikan Islam. *Indonesian Journal of Islamic Studies (IJIS)*, 1(1), 43–49. <https://doi.org/10.62567/ijis.v1i1.410>
- [15] Nirsal, N. (2025). Digital Transformation Through Learning Management System Implementation In Secondary Schools: Analysis Of Impact, Challenges, And Adaptation Strategies. *MSJ Majority Science Journal*, 3(3), 268–275. <https://doi.org/10.61942/msj.v3i3.445>
- [16] Nunn, S. G., Avella, J. T., Kanai, T., & Kebritchi, M. (2016). Learning Analytics Methods, Benefits, and Challenges in Higher Education: A Systematic Literature Review. *Online Learning*, 20(2). <https://doi.org/10.24059/olj.v20i2.790>
- [17] Oktavianus, A. J. E., Naibaho, L., & Rantung, D. A. (2023). Pemanfaatan Artificial Intelligence pada Pembelajaran dan Asesmen di Era Digitalisasi. *Jurnal Kridatama Sains Dan Teknologi*, 5(2), 473–486. <https://doi.org/10.53863/kst.v5i02.975>
- [18] Oliveira, W., Hamari, J., Shi, L., Toda, A. M., Rodrigues, L., Palomino, P. T., & Isotani, S. (2023). Tailored gamification in education: A literature review and future agenda. *Education and Information Technologies*, 28(1), 373–406. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11122-4>
- [19] Richey, R. C., & Klein, J. D. (2007). Design and development research: Instructional design and technology perspectives. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203826034>
- [20] Rifky, S. (2024). Dampak Penggunaan Artificial Intelligence Bagi Pendidikan Tinggi. *Indonesian Journal of Multidisciplinary on Social and Technology*, 2(1), 37–42. <https://doi.org/10.31004/ijmst.v2i1.287>
- [21] Safsouf, Y., Mansouri, K., & Poirier, F. (2021). TaBAT: Design and Experimentation of a Learning Analysis Dashboard for Teachers and Learners. *Journal of Information Technology Education Research*, 20, 331–350. <https://doi.org/10.28945/4820>
- [22] Saini, D. P., Sharma, M., & Tripathi, Mrs. K. (2025). Artificial Intelligence (Ai) In Education: Using Ai Tools For Teaching And Learning Process. *IJIREICE*, 13(2). <https://doi.org/10.17148/ijireeice.2025.13206>
- [23] Spaho, E., Çiço, B., & Shabani, I. (2025). IoT Integration Approaches into Personalized Online Learning. In *Preprints.org*. <https://doi.org/10.20944/preprints202501.0769.v1>
- [24] Sugiyono. (2019). Metode penelitian pendidikan: Pendekatan kuantitatif, kualitatif, R&D, dan penelitian campuran. Alfabeta.
- [25] Tapalova, O., & Zhiyenbayeva, N. (2022). Artificial Intelligence in Education: AIED for Personalised Learning Pathways. *The Electronic Journal of E-Learning*, 20(5), 639–653. <https://doi.org/10.34190/ejel.20.5.2597>
- [26] Teddlie, C., & Yu, F. (2007). Mixed methods sampling: A typology with examples. *Journal of Mixed Methods Research*, 1(1), 77–100.
- [27] Webb, M., Prasse, D., Phillips, M., Kadijevich, D. M., Angeli, C., Strijker, A., Carvalho, A. A. A., Andresen, B. B., Dobozy, E., & Laugesen, H. (2018). Challenges for IT-Enabled Formative Assessment of Complex 21st Century Skills. *Technology Knowledge and Learning*, 23(3), 441–456. <https://doi.org/10.1007/s10758-018-9379-7>