Pengembangan *Learning Management System* Berbasis Web Terintegrasi AI untuk Pendidikan Matematika

Ryan Hidayatullah Agusti*[1], Sabaruddin Sabaruddin[2], Ariyani Muljo[3], Marzuki Marzuki[4]
[1,2,3,4] Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan, Institut Agama Islam Negeri Langsa
e-mail: *[1]ryanrahmatullah8@gmail.com , [2]sabaruddin@iainlangsa.ac.id , [3]ariyanimulyo@gmail.co.id , [4]marzuki@iainlangsa.ac.id

Abstract. *This study aims to develop a web-based Learning Management System (LMS) integrated with artificial intelligence (AI) to support mathematics education. The study employed the Design and Development Research (DDR) method, which involved system design, development, and functional testing. Matiku LMS was developed using ReactJS, Vite, TypeScript, Supabase, and the Gemini API. The system features include learning material and assignment management, digital assessment, learning analytics, AI-based learning recommendations, an AI-powered mathematics assistant, and GeoGebra 2D and 3D integration for mathematical visualization. Functional testing results indicated that the tested features operated according to the established indicators and specifications in a localhost environment. These findings demonstrate the system's initial functional feasibility but do not establish its effectiveness in improving mathematics teaching or learning outcomes. Further evaluation is required to assess usability, system security, AI accuracy, and implementation by teachers and students in authentic learning environments.*

.

Keyword: *Learning Management System, Artificial Intelligence, Mathematics Education, GeoGebra, Personalized Learning*

Abstrak. *Penelitian ini bertujuan mengembangkan Learning Management System (LMS) berbasis web yang terintegrasi dengan kecerdasan buatan (AI) untuk mendukung pembelajaran matematika. Penelitian menggunakan metode Design and Development Research (DDR), yang mencakup perancangan, pengembangan, dan pengujian fungsional sistem. Matiku LMS dikembangkan menggunakan ReactJS, Vite, TypeScript, Supabase, dan Gemini API. Fitur yang dikembangkan meliputi pengelolaan materi dan tugas, asesmen digital, learning analytics, rekomendasi pembelajaran berbasis AI, asisten matematika berbasis AI, serta integrasi GeoGebra 2D dan 3D untuk visualisasi matematis. Hasil pengujian fungsional menunjukkan bahwa fitur yang diuji berjalan sesuai dengan indikator dan spesifikasi yang ditetapkan pada lingkungan localhost. Hasil ini menunjukkan kelayakan fungsional awal sistem, tetapi belum membuktikan efektivitasnya dalam meningkatkan proses maupun hasil belajar matematika. Pengujian lebih lanjut diperlukan untuk mengevaluasi usability, keamanan, akurasi AI, dan penerapan sistem oleh guru serta siswa dalam pembelajaran nyata.*

Kata Kunci: *Learning Management System, Kecerdasan Buatan, Pendidikan Matematika, GeoGebra, Pembelajaran yang Dipersonalisasi.*

PENDAHULUAN

Pendidikan matematika memegang peranan vital dalam melatih kemampuan siswa untuk memahami konsep serta mengaplikasikan pengetahuan matematis dalam menyelesaikan berbagai persoalan. Meskipun demikian, capaian literasi matematika peserta didik di Indonesia masih menghadapi tantangan serius (Iman dkk., 2024; Syafril dkk., 2020). Berdasarkan laporan PISA 2022, rata-rata skor matematika siswa Indonesia hanya mencapai 366 poin, tertinggal dari rerata OECD sebesar 472 poin, dengan catatan bahwa hanya 18 persen siswa yang mampu menembus Level 2 atau lebih tinggi, jauh di bawah rerata OECD yang mencapai 69% (OECD, 2023). Realitas tersebut menegaskan urgensi kehadiran dukungan pembelajaran yang mempermudah guru dalam mengatur materi, asesmen, serta rekam jejak capaian belajar siswa secara sistematis. Berlandaskan kondisi tersebut, penelitian ini merancang sebuah sistem manajemen pembelajaran berbasis web yang memadukan pengelolaan materi dan tugas, asesmen digital, kecerdasan buatan untuk membantu analisis serta rekomendasi belajar, dan pemanfaatan GeoGebra guna memvisualisasikan konsep matematis.

Pembelajaran matematika idealnya menumbuhkan pemahaman konsep, penalaran, pemecahan masalah, dan pengalaman belajar bermakna sesuai kebutuhan siswa. Hal ini memerlukan asesmen berkala sebagai dasar pengambilan keputusan instruksional. Namun, pemanfaatan hasil asesmen untuk merancang tindak lanjut pembelajaran masih terhambat (Demosthenous dkk., 2021). Choi dkk. (2022) menemukan bahwa guru cenderung memakai informasi diagnostik secara reaktif hanya untuk mengonfirmasi penilaian awal kemampuan siswa. Sementara itu, Rahmadiah & Handican (2023) mencatat kendala evaluasi pada 27 guru matematika, termasuk ketepatan pemilihan metode. Temuan-temuan ini menunjukkan tantangan nyata dalam memanfaatkan data asesmen untuk menyusun strategi pembelajaran yang relevan. Oleh karena itu, dibutuhkan teknologi yang tidak hanya mempermudah pengelolaan asesmen, tetapi juga menyajikan data capaian belajar secara terstruktur guna membantu guru mengenali kebutuhan siswa dan menentukan tindak lanjut yang tepat.

Pemanfaatan hasil asesmen untuk menentukan strategi pembelajaran masih menjadi tantangan bagi guru (Maufiroh, 2025). Choi dkk. (2022) menemukan bahwa guru cenderung menggunakan data diagnostik untuk mengonfirmasi penilaian awal terhadap siswa, sedangkan Farley-Ripple dkk. (2019), berdasarkan penelitian di 20 sekolah dari lima distrik, mengidentifikasi bahwa penggunaan data asesmen untuk keputusan instruksional masih menghadapi tantangan dan belum konsisten. Temuan ini menunjukkan adanya kesenjangan antara ketersediaan data dan pemanfaatannya untuk merancang tindak lanjut pembelajaran. Oleh karena itu, LMS yang dikembangkan perlu mengintegrasikan analitik capaian belajar dan rekomendasi berbantuan AI untuk membantu guru menginterpretasikan hasil asesmen, dengan tetap memvalidasi rekomendasi sebelum diterapkan.

Kemajuan AI menawarkan potensi besar untuk membantu analisis asesmen serta menyediakan dukungan belajar yang adaptif bagi siswa, kendati pemanfaatannya dalam pembelajaran matematika menuntut kewaspadaan terhadap akurasi jawaban dan keandalan rekomendasi (Stefanova & Georgiev, 2024). Pardos & Bhandari (2024), menemukan bahwa 32% materi bantuan matematika dari ChatGPT gagal dalam uji kualitas akibat adanya kekeliruan langkah pengerjaan dan hasil akhir. Di sisi lain, Guler dkk. (2024) mengungkapkan bahwa ChatGPT versi 3.5 dan 4 masih kerap keliru dalam menjawab soal ujian nasional matematika. Eksperimen Bastani dkk. (2025) terhadap hampir 1.000 siswa sekolah menengah menunjukkan bahwa penggunaan AI tanpa pengamanan pedagogis dapat berdampak negatif terhadap kemampuan pemecahan masalah secara mandiri. Berbagai temuan tersebut mengindikasikan bahwa AI tidak dapat diperlakukan sebagai sumber informasi atau rekomendasi yang selalu akurat. Oleh karena itu, integrasi AI ke dalam sistem manajemen pembelajaran perlu disertai evaluasi terhadap keluaran sistem dan pengawasan guru agar hasil analisis maupun rekomendasi dapat dikaji secara kritis sesuai kebutuhan belajar siswa.

GeoGebra telah dimanfaatkan untuk mendukung pemahaman konsep matematika melalui representasi visual dan interaktif (Ramaila, 2026). Nugroho (2024) melaporkan peningkatan rata-rata kemampuan representasi matematis siswa dari 54,16% pada siklus pertama menjadi 76,04% pada siklus kedua melalui pendekatan STEM berbantuan GeoGebra. Nuratifah dkk. (2024) juga menemukan peningkatan kemampuan representasi visual pada materi fungsi, dengan nilai *N-gain score* sebesar 0,72. Sementara itu, Telaumbanua (2020) melaporkan bahwa penggunaan GeoGebra membuat pembelajaran lebih menarik, meningkatkan motivasi, dan memudahkan pembuatan grafik. Namun, serangkaian penelitian tersebut baru menguji penggunaan GeoGebra secara parsial dalam pembelajaran, bukan pada integrasinya dengan pengelolaan materi, tugas, dan asesmen dalam satu LMS. Oleh karena itu, penelitian ini mengintegrasikan GeoGebra ke dalam LMS. Integrasi ini memungkinkan aktivitas visualisasi matematika diakses bersama materi dan kegiatan pembelajaran dalam satu platform. Dampaknya, alur pembelajaran menjadi lebih terorganisasi tanpa mengabaikan fungsi GeoGebra sebagai alat eksplorasi matematis.

LMS berbasis web dikembangkan dengan karakteristik dan fitur yang bervariasi sesuai kebutuhan pendidikan. Abellán (2025) membandingkan MoodleCloud dan Google Classroom, lalu menemukan bahwa Google Classroom unggul dalam kemudahan penggunaan, sementara MoodleCloud menawarkan fleksibilitas desain serta variasi fitur yang lebih luas meski membutuhkan proses adaptasi lebih lama. Pada konteks pendidikan matematika, Atiqoh dkk. (2026) mengembangkan LMS berbasis Google Classroom untuk materi relasi dan fungsi dengan mengintegrasikan bahan ajar, kuis,

diskusi, tugas, serta perangkat pendukung seperti GeoGebra dan Google Forms. Sementara itu, Sanchez dkk. (2024) membandingkan 45 platform LMS berdasarkan enam aspek utama, termasuk interoperabilitas dan keamanan, lalu menyimpulkan bahwa setiap platform perlu dievaluasi dari berbagai karakteristik, bukan sekadar ketersediaan fitur belajarnya. Berdasarkan berbagai temuan tersebut, pengembangan LMS diarahkan untuk menggabungkan pengelolaan materi, penugasan, asesmen digital, analitik belajar, rekomendasi serta asisten matematika berbasis AI, dan visualisasi GeoGebra ke dalam satu platform terpadu, guna memenuhi kebutuhan spesifik pendidikan matematika tanpa mengabaikan kapabilitas sistem terdahulu.

Serangkaian studi terdahulu telah merancang teknologi penunjang pembelajaran matematika dengan variasi cakupan integrasi yang berbeda. Hamady dkk. (2024) memadukan GeoGebra dengan Moodle untuk evaluasi interaktif. Demikian pula, Yunianto dkk. (2024) mengeksplorasi penggunaan ChatGPT bersama GeoGebra dalam aktivitas matematika. Namun, kedua studi tersebut belum menggabungkan manajemen pembelajaran, asesmen digital, analitik belajar, dan rekomendasi AI dalam satu sistem. Di sisi lain, Marzuki dkk. (2026) menitikberatkan kajiannya pada metode pembelajaran berbasis asesmen tanpa membangun platform LMS yang terintegrasi. Berdasarkan celah tersebut, Matiku LMS dirancang sebagai LMS berbasis web yang menyatukan pengelolaan materi, asesmen digital, analitik pembelajaran, rekomendasi serta asisten matematika berbasis AI, dan visualisasi GeoGebra 2D dan 3D. Kontribusi utama penelitian ini terletak pada penyatuan fungsi-fungsi tersebut dalam satu platform yang diuji kelayakan fungsionalnya melalui pengujian sistem.

Penelitian ini bertujuan mengembangkan LMS berbasis web terintegrasi AI untuk pendidikan matematika yang mencakup manajemen pembelajaran, asesmen digital, analitik, bantuan AI, dan visualisasi GeoGebra 2D & 3D. Luaran penelitian berupa sistem beserta arsitektur, implementasi fitur, dan hasil pengujian fungsional untuk menilai kesesuaian sistem dengan spesifikasi. Penelitian ini berfokus pada kelayakan teknis awal dan belum mengevaluasi dampaknya terhadap hasil belajar siswa.

METODE

Penelitian ini menerapkan metode *Design and Development Research* (DDR) yang merujuk pada Richey dan Klein serta kerangka pengembangan produk oleh Lehtonen dkk. (2021). Prosedur penelitian dibagi menjadi empat tahapan, yakni analisis kebutuhan melalui studi pustaka, perancangan sistem yang mencakup arsitektur hingga integrasi GeoGebra, implementasi prototipe LMS berbasis web di *localhost*, serta pengujian fungsional berbasis skenario. Karena analisis kebutuhan bersandar sepenuhnya pada literatur tanpa melibatkan wawancara atau observasi lapangan, penelitian ini berfokus pada pengujian fungsional awal dan tidak mencakup evaluasi usabilitas, penerimaan pengguna, maupun efektivitas pembelajaran. Seluruh tahapan pengembangan, aktivitas utama, dan

luaran penelitian tersebut dirangkum dalam Tabel 1.

Tabel 1 Tahapan Pengembangan LMS

Tahapan	Aktivitas Utama	Luaran
Analisis Kebutuhan	Kajian pustaka terkait pembelajaran matematika dan kebutuhan sistem.	Spesifikasi kebutuhan sistem.
Perancangan	Merancang arsitektur, basis data, antarmuka, AI, dan GeoGebra.	Rancangan Aplikasi
Implementasi	Mengembangkan fitur LMS, asesmen, AI, dan *GeoGebra* di *localhost.*	Prototipe LMS
Uji Fungsional	Membandingkan hasil aktual dengan hasil yang diharapkan.	Rekapitulasi pengujian.

Sumber data penelitian ini mencakup studi pustaka, perancangan sistem, skema basis data, dokumentasi kode program, serta laporan hasil pengujian. Pengumpulan data dilakukan melalui penelaahan dokumen dan uji fungsional, lalu dicatat menggunakan instrumen khusus yang memuat identifikasi skenario, kondisi awal, langkah pengujian, target luaran, hasil aktual, status, serta catatan kendala. Sebuah skenario dinyatakan berhasil apabila hasil aktual sesuai dengan spesifikasi, gagal jika terdapat ketidaksesuaian, atau berstatus belum diuji apabila tahap tersebut belum dijalankan. Seluruh rangkaian pengujian ini direncanakan mencakup delapan kelompok fitur dengan total 180 skenario, sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Distribusi Skenario Pengujian Fungsional

Kelompok Fitur	Jumlah Skenario
Autentikasi	20
Manajemen materi	15
Tugas	25
Asesmen Digital	30
Analitik Pembelajaran	15
Rekomendasi AI	20
Asisten Matematika AI	40
Integrasi Geogebra	15
Total	180

Jumlah tersebut merupakan rencana awal, sedangkan pelaporan akhir didasarkan pada skenario yang benar-benar dieksekusi. Seluruh rincian skenario dicatat dalam instrumen pengujian guna memastikan ketertelusuran hasil setiap fitur. Selanjutnya, data dianalisis secara deskriptif melalui klasifikasi dokumen, pengelompokan fitur, perbandingan hasil aktual dengan target, serta rekapitulasi status pengujian. Pelaporan hasil mengacu pada *Certified Tester Foundation Level Syllabus* dari *International Software Testing Qualifications Board* (ISTQB, 2024), yang memuat metrik pengujian, meliputi jumlah kasus uji yang dijalankan, belum dieksekusi, lulus, dan gagal. Tingkat keberhasilan pengujian dihitung menggunakan rumus operasional berikut:

$$P = \frac{L}{D} \times 100\%$$

Keterangan rumus:
P = Persentase keberhasilan pengujian (%).
L = Jumlah skenario pengujian yang lulus.
D = Jumlah seluruh skenario yang telah dijalankan, baik lulus maupun gagal.

Skenario yang belum diuji tidak disertakan dalam perhitungan. Tingkat keberhasilan sebesar 100 persen menunjukkan bahwa seluruh skenario yang dieksekusi telah memenuhi kriteria pengujian, meskipun hal tersebut tidak menjamin sistem terbebas sepenuhnya dari seluruh potensi kesalahan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

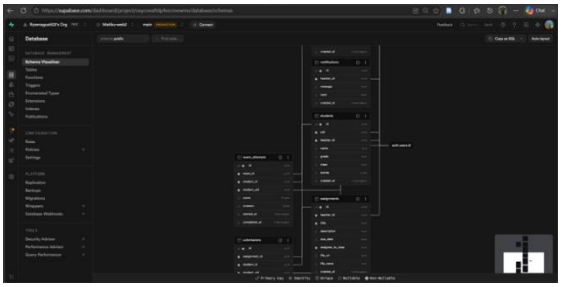
Hasil

Pengembangan *Learning Management System* (LMS) Matiku ditempuh melalui empat tahapan utama, yakni analisis kebutuhan berbasis literatur, perancangan sistem, implementasi, serta pengujian fungsional. Kajian pustaka dimanfaatkan untuk mengidentifikasi konsep esensial yang mencakup pengelolaan pembelajaran matematika, asesmen digital, analitik belajar, integrasi kecerdasan buatan, dan visualisasi matematis interaktif. Seluruh temuan literatur tersebut berfungsi sebagai landasan konseptual dalam menentukan spesifikasi fitur sistem. Karena proses analisis kebutuhan sepenuhnya bersandar pada tinjauan pustaka tanpa melibatkan pengambilan data primer dari guru atau siswa, hasil tahap ini tidak diposisikan sebagai temuan empiris preferensi pengguna, melainkan sebagai landasan perancangan LMS.



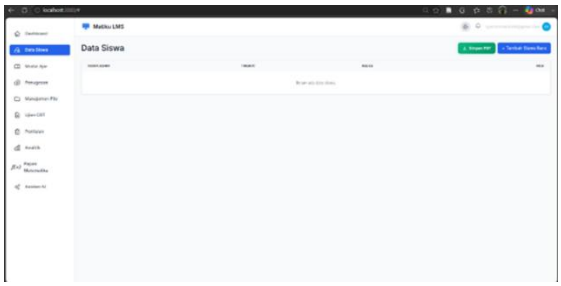
Gambar 1. Alur Kerangka Analisis Kebutuhan Sistem

Berdasarkan kajian tersebut, arsitektur Matiku dirancang ke dalam tiga lapisan utama, yakni lapisan presentasi, aplikasi, dan data. Lapisan presentasi menyediakan antarmuka pengguna, lapisan aplikasi mengatur pemrosesan logika sistem, sedangkan lapisan data mengelola penyimpanan informasi aplikasi. Infrastruktur *backend* menggunakan Supabase untuk mendukung pengelolaan data pengguna, aktivitas belajar, dan asesmen. Gambar 2 menggambarkan hubungan antarlapisan dan aliran data antar-komponen sistem. Arsitektur ini menjadi landasan teknis pengembangan, meskipun belum secara otomatis menjamin akurasi rekomendasi kecerdasan buatan ataupun keamanan data.

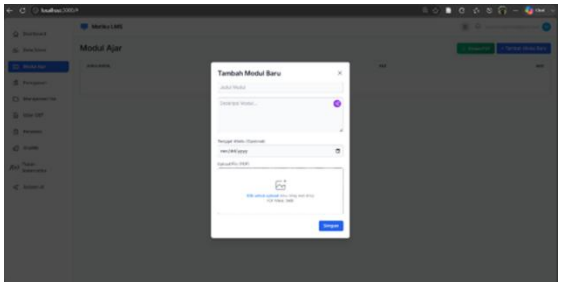


Gambar 2. Arsitektur Basis Data dan Infrastruktur *Backend* LMS Matiku

Tahap implementasi menghasilkan prototipe LMS berbasis web memanfaatkan ReactJS, Vite, TypeScript, Supabase, dan Gemini API. Platform ini mencakup delapan fungsi utama, yaitu autentikasi, pengelolaan materi dan tugas, asesmen digital, analitik belajar, rekomendasi serta asisten matematika berbasis AI, dan integrasi GeoGebra 2D/3D. Fungsi operasional pengelolaan materi dan tugas dievaluasi tingkat keberhasilannya melalui pengujian fungsional.

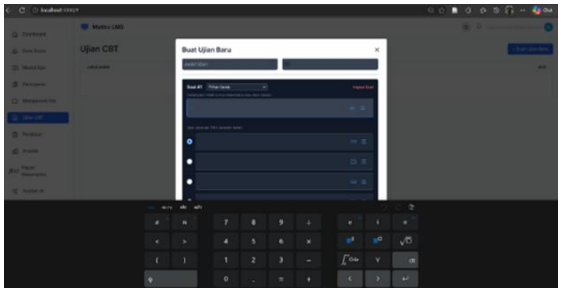


Gambar 3. Antarmuka Menu Pengelolaan Bahan Ajar Digital

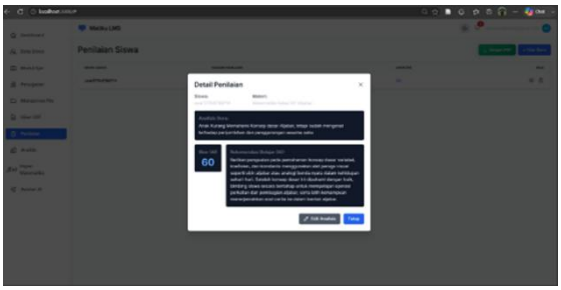


Gambar 4. Antarmuka Sistem Manajemen Pengumpulan Tugas

Pada fungsi asesmen digital, sistem menyediakan antarmuka pelaksanaan evaluasi dan penyajian hasil. Data tersebut juga ditampilkan melalui analitik belajar untuk memperlihatkan keterkaitan fungsional antara aktivitas penilaian dan informasi performa siswa (Gambar 5 dan Gambar 6). Kendati demikian, ketepatan pengolahan data, kesesuaian skor, dan konsistensi grafik tetap memerlukan verifikasi melalui pemeriksaan hasil aktual, bukan sekadar tampilan antarmuka.

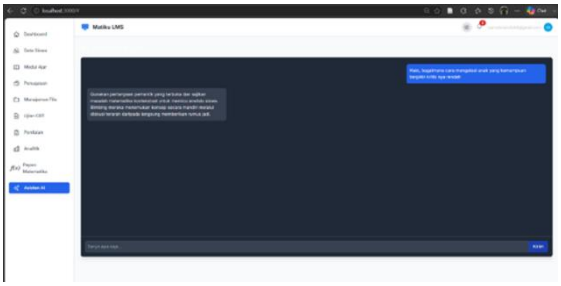


Gambar 5. Tampilan Modul Ujian dan Asesmen Digital



Gambar 6. Tampilan Grafik Analitik Performa Belajar Siswa

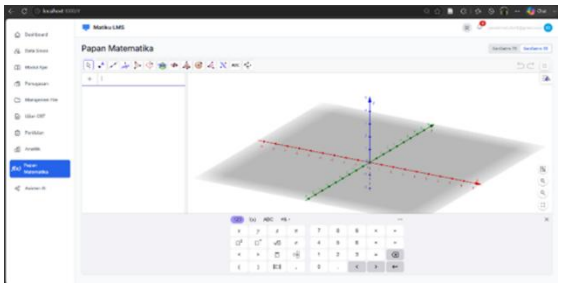
Matiku mengintegrasikan Gemini API untuk menyediakan fitur rekomendasi belajar dan asisten matematika berbasis AI. Rekomendasi belajar menghasilkan saran berdasarkan masukan sistem, sedangkan asisten AI merespons pertanyaan matematika. Gambar 7 menunjukkan implementasi kedua fitur tersebut. Namun, keberhasilan fungsional ini belum menjamin ketepatan rekomendasi maupun jawaban AI, sehingga diperlukan pengujian lebih lanjut untuk menilai kualitasnya.



Gambar 7. Tampilan Menu Rekomendasi Belajar Otomatis dan Asisten AI

Selain fitur AI, Matiku mengintegrasikan GeoGebra untuk mendukung visualisasi matematika dua dimensi dan tiga dimensi. Gambar 8 memperlihatkan kanvas visualisasi GeoGebra yang diakses melalui sistem. Integrasi ini menunjukkan bahwa perangkat visualisasi matematika disediakan sebagai bagian dari lingkungan LMS.

Pengujian fungsional diperlukan untuk memeriksa respons visualisasi terhadap masukan yang diberikan, sedangkan penilaian terhadap ketepatan seluruh operasi matematika memerlukan cakupan pengujian yang sesuai.



Gambar 8. Integrasi Kanvas Visualisasi Dinamis GeoGebra

Untuk menjawab kebutuhan validitas hasil pengujian secara komprehensif, evaluasi fungsional LMS Matiku dilaksanakan secara mandiri (*self-testing*) oleh penulis selaku pengembang sistem pada lingkungan *localhost*. Prosedur pengujian dijalankan secara sistematis menggunakan instrumen terstruktur yang mencakup identifikasi skenario, kondisi awal, langkah pengujian, target luaran, hasil aktual, dan status kesalahan. Kriteria keberhasilan ditetapkan secara objektif: suatu skenario dinyatakan lulus (100%) hanya apabila hasil aktual dari eksekusi sistem selaras sepenuhnya dengan standar spesifikasi fungsional yang telah ditetapkan.

Standar spesifikasi teknis dan parameter pengujian untuk seluruh kelompok fungsi LMS Matiku diuraikan secara rinci pada Tabel 3.

Tabel 3 Standar Spesifikasi dan Parameter Pengujian Fungsional LMS

Kelompok Fungsi	Standar Spesifikasi dan Parameter Pengujian
Autentikasi	Sistem wajib memvalidasi kredensial pengguna, memberlakukan pembatasan hak akses berbasis peran (*role-based access control*), serta mengelola proses masuk dan keluar secara aman.
Manajemen materi	Sistem harus mampu mengunggah, menyimpan, dan menampilkan berkas materi pembelajaran dengan format yang terstruktur serta dapat diakses sesuai hak peran.
Tugas	Sistem wajib mendukung pengunggahan penugasan oleh guru, pengiriman jawaban oleh siswa, serta pencatatan status pengumpulan tugas secara tepat waktu.
Asesmen Digital	Sistem harus mampu menampilkan butir soal secara akurat, merekam jawaban secara *real-time*, menghitung akumulasi skor otomatis, dan menyimpan rekapitulasi nilai.
Analitik Pembelajaran	Sistem wajib mengolah data aktivitas dan asesmen siswa serta menyajikannya ke dalam bentuk metrik performa belajar yang terangkum secara visual.
Rekomendasi AI	Sistem harus mampu memproses data belajar siswa untuk menghasilkan saran materi lanjutan yang relevan melalui pemanfaatan kecerdasan buatan.
Asisten Matematika AI	Sistem wajib memproses *prompt* soal matematika melalui integrasi Gemini API dan menyajikan langkah penyelesaian terstruktur dengan format teks matematis yang benar.
Integrasi Geogebra	Sistem harus mampu memuat dan merender *applet* GeoGebra 2D & 3D secara interaktif langsung pada antarmuka pembelajaran.

Alokasi jumlah skenario pada tiap kelompok ditentukan berdasarkan tingkat kompleksitas fungsi dan variasi kondisi operasional tersebut. Penggunaan instrumen

pengujian yang ketat memastikan seluruh tahapan dapat ditelusuri secara transparan dan akuntabel. Rekapitulasi hasil pengujian dari total 180 skenario yang mencakup kedelapan kelompok fitur di atas disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 Rekapitulasi Hasil Pengujian Fungsional LMS

Kelompok Fungsi	Jumlah Skenario	Hasil Pengujian
Autentikasi	20	20 skenario lulus (100%)
Manajemen materi	15	15 skenario lulus (100%)
Tugas	25	25 skenario lulus (100%)
Asesmen Digital	30	30 skenario lulus (100%)
Analitik Pembelajaran	15	15 skenario lulus (100%)
Rekomendasi AI	20	20 skenario lulus (100%)
Asisten Matematika AI	40	40 skenario lulus (100%)
Integrasi Geogebra	15	15 skenario lulus (100%)

Tingkat keberhasilan sebesar 100 persen pada seluruh skenario yang diuji menunjukkan bahwa sistem telah memenuhi kriteria spesifikasi fungsional secara valid, konsisten, dan memadai di lingkungan *localhost*.

Pembahasan

Pengembangan Matiku LMS menghasilkan platform pembelajaran matematika berbasis web yang mengintegrasikan pengelolaan materi dan tugas, asesmen digital, analitik pembelajaran, rekomendasi serta asisten berbasis AI, dan visualisasi GeoGebra 2D & 3D. Inovasi ini sejalan dengan studi Abellán (2025), Sanchez dkk. (2024), serta Atiqoh dkk. (2026) mengenai keragaman platform digital pembelajaran. Berbeda dari platform terdahulu, Matiku LMS menggabungkan seluruh fungsi tersebut ke dalam satu sistem terpadu. Kontribusi penelitian ini terletak pada aspek integrasi teknis antarsistem, bukan pada klaim keunggulan mutlak atas platform yang telah ada.

Integrasi asesmen digital dan analitik pembelajaran diwujudkan melalui fitur evaluasi dan penyajian grafik performa siswa. Hal ini relevan dengan temuan Choi dkk. (2022) serta Farley-Ripple dkk. (2019) mengenai tantangan pemanfaatan data untuk keputusan instruksional. Kendati demikian, fungsi analitik pada Matiku LMS saat ini sebatas menyajikan data capaian belajar, sehingga efektivitasnya dalam memandu tindak lanjut pengajaran oleh guru belum diuji secara empiris.

Pada aspek kecerdasan buatan, sistem mengintegrasikan Gemini API untuk menyediakan rekomendasi dan bantuan belajar matematika. Mengingat temuan Pardos & Bhandari (2024), Guler dkk. (2024), Bastani dkk. (2025) yang menyoroti potensi kesalahan penalaran AI dan risikonya terhadap kemandirian siswa, fitur ini diterapkan secara hati-hati. Pengujian dalam penelitian ini berfokus pada aspek fungsional teknis, sehingga akurasi jawaban AI maupun dampaknya terhadap kemandirian belajar belum dievaluasi.

Integrasi GeoGebra dalam platform ini memperluas pemanfaatan visualisasi matematis, sejalan dengan penelitian Nugroho (2024) dan Nuratifah dkk. (2024) tentang

representasi visual, serta Hamady dkk. (2024) terkait integrasi LMS. Meskipun modul GeoGebra telah berfungsi secara teknis dalam lingkungan web, penelitian ini belum menguji pengaruhnya terhadap pemahaman konsep maupun hasil belajar siswa secara langsung.

Evaluasi fungsional yang dilakukan secara mandiri (*self-testing*) menggunakan instrumen terstruktur pada lingkungan *localhost* menunjukkan tingkat keberhasilan 100% pada 180 skenario uji yang mencakup delapan kelompok fitur. Pencapaian ini membuktikan bahwa seluruh modul telah berjalan sesuai spesifikasi teknis. Namun, hasil tersebut terbatas pada validasi fungsional awal dan belum mencakup pengujian tingkat kemudahan penggunaan, keamanan data, keakuratan AI, ataupun efektivitas pedagogis di kelas nyata. Selain itu, analisis kebutuhan sistem sepenuhnya bersandar pada kajian pustaka tanpa melibatkan data primer dari guru atau siswa.

Secara keseluruhan, kontribusi penelitian ini berfokus pada keberhasilan integrasi fungsional Matiku LMS. Keterbatasan utama mencakup metode analisis kebutuhan berbasis literatur, pengujian mandiri di lingkungan lokal, serta ketiadaan evaluasi pengguna langsung. Penelitian lanjutan disarankan melibatkan praktisi pendidikan untuk menguji efektivitas sistem, mengevaluasi akurasi kecerdasan buatan, serta mengukur dampak pedagogis dalam proses pembelajaran matematika secara nyata.

Untuk hasil dari prototipe ini tersedia *Open Source* di GitHub yang dapat diakses melalui link ini https://github.com/Ryzenagusti02/Matiku-Lms.git

SIMPULAN (PENUTUP)

Penelitian ini menghasilkan Matiku LMS, platform pembelajaran matematika berbasis web yang mengintegrasikan pengelolaan pembelajaran, asesmen digital, *learning analytics*, AI, dan GeoGebra. Hasil pengujian menunjukkan kelayakan fungsional awal sistem pada lingkungan *localhost*, tetapi belum membuktikan efektivitasnya terhadap proses maupun hasil belajar siswa. Penelitian selanjutnya perlu mengevaluasi *usability*, keamanan sistem, akurasi keluaran AI, serta penerapan Matiku LMS pada pengguna nyata di lingkungan pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

Abellán, P. A. A. (2025). Between Customisation and Simplicity: A Student-Led Comparative Study of MoodleCloud and Google Classroom in Higher Education. *European Journal of Education*, *60*(4), e70320. https://doi.org/10.1111/ejed.70320

Atiqoh, M., Farhan, M., Ihsani, A., Zulaikha, U., & Murtiyasa, B. (2026). Development of Google Classroom Learning Management System-Based Mathematics Learning on Relations and Functions in Junior High School. *EduMatSains: Jurnal Pendidikan, Matematika dan Sains*, *10*(3), 239–251. https://doi.org/10.33541/EDUMATSAINS.V10I3.7720

Bastani, H., Bastani, O., Sungu, A., Ge, H., Kabakcı, Ö., & Mariman, R. (2025). Generative AI without guardrails can harm learning: Evidence from high school mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *122*(26), e2422633122. https://doi.org/10.1073/PNAS.2422633122;WGROUP:STRING:PUBLICATION

Choi, K. M., Hwang, J., Jensen, J., & Hong, D. S. (2022). Teachers' use of assessment data for instructional decision making. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, *53*(4), 1010–1017. https://doi.org/10.1080/0020739X.2021.1880653

Demosthenous, E., Christou, C., & Pitta-Pantazi, D. (2021). Mathematics Classroom Assessment: A Framework for Designing Assessment Tasks and Interpreting Students' Responses. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*, *11*(3), 1088–1106. https://doi.org/10.3390/ejihpe11030081

Farley-Ripple, E. N., Jennings, A. S., & Buttram, J. (2019). Toward a Framework for Classifying Teachers' Use of Assessment Data. *AERA Open*, *5*(4). https://doi.org/10.1177/2332858419883571;REQUESTEDJOURNAL:JOURNAL:EROA;WEBSITE:WEBSITE:SAGE;WGROUP:STRING:PUBLICATION

Guler, N. K., Dertli, Z. G., Boran, E., & Yildiz, B. (2024). An artificial intelligence application in mathematics education: Evaluating ChatGPT's academic achievement in a mathematics exam. *Pedagogical Research*, *9*(2), em0188. https://doi.org/10.29333/PR/14145

Hamady, S., Mershad, K., & Jabakhanji, B. (2024). Multi-version interactive assessment through the integration of GeoGebra with Moodle. *Frontiers in Education*, *9*, 1466128. https://doi.org/10.3389/FEDUC.2024.1466128/TEXT

Iman, P. D., Lukas, S., Yugopuspito, P., & Krisnadi, D. (2024). *The Effect of Mathematical Communication, Critical Thinking, and Problem-Solving Skills on Mathematical Concepts Understanding in Indonesia*. 1531–1539. https://doi.org/10.22492/issn.2186-5892.2024.127

ISTQB. (2024). *CTFL- Certified Tester Foundation Level*. https://istqb.org/wp-content/uploads/2024/11/ISTQB_CTFL_Syllabus_v4.0.1.pdf

Lehtonen, D., Khan, F., Korkala, J., Perälä, R., Sainio, N., Machado, L., & Bagale, K. (2021). Constructing a design framework and design methodology from educational design research on real-world educational technology development. *EDeR. Educational Design Research*, *5*(2). https://doi.org/10.15460/eder.5.2.1680

Marzuki, Hamdani, Amalia, R., & Sabaruddin. (2026). Academic competency test-based mathematics learning (ACT-BML): Improving junior high school students' mathematics achievement. *Al-Jabar : Jurnal Pendidikan Matematika*, *17*(2), 259–279. https://doi.org/10.24042/AJPM.V17I2.31268

Maufiroh, U. (2025). Sistematic Literature Review: Penerapan Asesmen Diagnostik Dalam Kurikulum Merdeka. *COMSERVA : Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*, *4*(9), 3010–3013. https://doi.org/10.59141/COMSERVA.V4I9.2776

Nugroho, H. (2024). Pendekatan STEM berbantuan Geogebra pada materi Sistem Persamaan Linear Dua Variabel untuk meningkatkan representasi matematis. *Jurnal Ilmiah WUNY*, *6*(1), 50–62. https://doi.org/10.21831/jwuny.v6i1.72275

Nuratifah, S., T, A. Y., Siregar, N., & Meldi, N. F. (2024). Peran Aplikasi Geogebra dalam Kemampuan Representasi Visual Matematis Siswa pada Materi Fungsi. *J-PiMat : Jurnal Pendidikan Matematika*, *6*(2), 1445–1456. https://doi.org/10.31932/J-PIMAT.V6I2.3902

OECD. (2023). *PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education*. https://doi.org/10.1787/53f23881-en

Pardos, Z. A., & Bhandari, S. (2024). ChatGPT-generated help produces learning gains equivalent to human tutor-authored help on mathematics skills. *PLOS ONE*, *19*(5), e0304013. https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0304013

Rahmadiah, A., & Handican, R. (2023). Bagaimana Evaluasi yang Efektif dalam Pembelajaran Matematika: Tinjauan

Persepsi Guru Matematika. *Griya Journal of Mathematics Education and Application*, *3*(2), 357–371. https://doi.org/10.29303/GRIYA.V3I2.332

Ramaila, S. (2026). Utilizing GeoGebra as an Interactive Digital Tool to Enhance Effective Mathematics Teaching and Learning: A Systematic Review. *Journal of Research in Mathematics Education*, *15*(2), 106–124. https://doi.org/10.17583/redimat.15749

Sanchez, L., Penarreta, J., & Poma, X. S. (2024). Learning management systems for higher education: a brief comparison. *Discover Education 2024 3:1*, *3*(1), 58-. https://doi.org/10.1007/S44217-024-00143-5

Stefanova, T., & Georgiev, S. (2024). Possibilities for Using Ai in Mathematics Education. *Mathematics and Education in Mathematics*, *53*, 117–125. https://doi.org/10.55630/mem.2024.53.117-125

Syafril, S., Aini, N. R., Netriwati, Pahrudin, A., Yaumas, N. E., & Engkizar. (2020). Spirit of Mathematics Critical Thinking Skills (CTS). *Journal of Physics: Conference Series*, *1467*(1), 012069. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1467/1/012069

Telaumbanua, Y. N. (2020). Analisis Pembelajaran Dengan Menggunakan Software Geogebra Dalam Pembelajaran Matematika. *J-PiMat : Jurnal Pendidikan Matematika*, *2*(1), 131–138. https://doi.org/10.31932/J-PIMAT.V2I1.683

Yunianto, W., Galic, S., & Lavicza, Z. (2024). Exploring Computational Thinking in Mathematics Education: Integrating ChatGPT with GeoGebra for Enhanced Learning Experiences. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 1451–1470. https://doi.org/10.46328/IJEMST.4437